



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Kost effektiv og bæredygtig oprensning af forurenede grundvand

Test og vurdering af forskellige on site
vandbehandlingsmetoder

Miljøeffektiv teknologi 2011

Titel:

Kost effektiv og bæredygtig oprensning af
forurenet grundvand

Redaktion:

Orbicon A/S
Katerina Tsitonaki
Kresten L.B. Andersen
Mads G. Møller

Udgiver:

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø
www.mst.dk

År:

2013

ISBN nr.

978-87-7279-615-4

Ansvarsfraskrivelse:

Naturstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Naturstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Naturstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Naturstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Forord	6
Sammenfatning og konklusion	7
Summary and Conclusion.....	10
1. Baggrund og Formål.....	13
1.1 Formål	14
1.2 Rapportens indhold	14
2. Avancerede oxidationsprocesser.....	15
2.1 Generelt.....	15
2.1.1 Ozon processer	15
2.1.2 Brintperoxid processer	16
2.1.3 Elektrokemisk oxidation.....	17
2.2 Udfordringer og inhiberende faktorer	17
3. Forsøgsbeskrivelse	18
3.1 Beskrivelse af afværgeanlæggene.....	18
3.1.1 Afværgeanlæg 1: Rødovrevej 239-241, 2610 Rødovre	19
3.1.2 Afværgeanlæg 2: Kirke Værløsevej 53, 3500 Kr. Værløse	20
3.1.3 Afværgeanlæg 3: Søborg Hovedgade 31 (Gladsaxevej 9)	20
3.2 Beskrivelse af testenhed og generel forsøgsopstilling.....	21
3.2.1 Processer med tilsætning af kemikalier (Brintperoxid processer).....	24
3.2.2 Ozongenerator.....	25
3.2.3 UV	25
3.2.4 Elektrokemi	26
3.2.5 Procesmåling (O ₂ , pH, temperatur, ledningsevne og redox).....	26
3.3 Forsøgsbeskrivelse og metodevalg.....	27
3.3.1 Feltarbejde Rødovrevej 239-241	28
3.3.2 Feltarbejde Kirke Værløsevej 53.....	30
3.3.3 Feltarbejde Søborg Hovedgade 31.....	32
4. Resultater –Forureningsfjernelse	35
4.1 Afværgeanlæg 1: Rødovrevej 239-241.....	35
4.1.1 Vurdering af økotoxicitet	37
4.2 Afværgeanlæg 2: Kirke Værløsevej.....	38
4.3 Afværgeanlæg 3: Søborg Hovedgade	41
4.4 Forureningsfjernelse opsummering.....	42
5. Miljøvurdering og økonomi.....	43
5.1 Metode og datagrundlag.....	43
5.2 Vurdering af miljøbelastning (Elforbrug og udledning af CO ₂)	44
5.3 Vurdering af økonomiske omkostninger	46
6. Opsummering, konklusion og anbefalinger	47
6.1 Opsummering af resultater	47
6.1.1 Pesticider	47
6.1.2 Chlorerede opløsningsmidler	48

6.2	Konklusion og anbefalinger.....	48
6.2.1	Anbefalinger for pesticider	49
6.2.2	Anbefalinger for chlorerede opløsningsmidler	49
Referencer.....		50

Bilag 1: Forsøgsplan

Bilag 2: Samlet oversigt over analyseresultater

Bilag 3: Udskrift fra OPI regneark Region Sjællands værktøj

Forord

Oppumpning af forurenet grundvand under forurenede lokaliteter med efterfølgende rensning i et vandbehandlingsanlæg er i dag en af de metoder, der ofte anvendes til beskyttelse af grundvandsressourcen i Danmark mod forurening fra punktkilder som forurenede grunde, lossepladser m.v. På afværgeanlæggene foretages vandrensningen næsten udelukkende ved anvendelse af aktivt kulfiltrering, da det er en simpel teknik, som kan anvendes til mange forskellige miljøfremmede stoffer. Nogle miljøfremmede stoffer tilbageholdes kun i lille grad på aktivt kul, hvorfor der i disse tilfælde er et meget stort forbrug af kul med dertilhørende store driftsudgifter. Formålet med dette projekt er at teste og vurdere forskellige alternative rensemetoder for at kunne opnå en mere effektiv, billig og mere miljørigtig vandbehandling på afværgepumpningsanlæggene.

Projektet er finansieret af Region Hovedstaden, Naturstyrelsen (tilskudsordningen for Miljøeffektiv teknologi 2011) og Orbicon.

Projektets følgegruppe har omfattet følgende personer:

- Tina Pedersen, Region Hovedstaden
- Henrik Østergaard, Region Hovedstaden
- John Flyvbjerg, Region Hovedstaden
- Robert Jensen, Naturstyrelsen
- Hanne Nielsen, Region Syddanmark

Projektet er udført af Orbicon med teknisk bistand fra Rambøll. Projektgruppen består af:

- Katerina Tsitonaki, projektleder, Orbicon
- Mads G. Møller, Orbicon
- Kresten L.B. Andersen, Orbicon
- Lars Bennedsen, Rambøll

Desuden har entreprenørfirmaet Frisesdahl været behjælpelig med klargøring og opstilling af testudstyret. Flere medarbejdere fra Region Hovedstaden har bidraget til projektet, specielt tak til Flemming Vormbak, Jacob Krusell og Lars Hermansen.

Sammenfatning og konklusion

I Danmark er vandforsyningen baseret på en ren grundvandsressource, hvor vandet kun i begrænset omfang behandles inden det sendes ud til forbrugeren. Forurening med miljøfremmede stoffer udgør en stor trussel mod denne grundvandsressource, idet forureningen på mange lokaliteter er trængt ned i grundvandsmagasinet under lokaliteterne. Oppumpning af det forurenede grundvand under en lokalitet med efterfølgende rensning i et vandbehandlingsanlæg er i dag en af de metoder, der oftest anvendes til beskyttelse af grundvandsressourcen i Danmark. På afværgeanlæggene foretages vandrensningen i dag næsten udelukkende ved anvendelse af aktiv kulfiltrering, da det er en simpel teknik, som kan anvendes til et bredt spekter af forskellige miljøfremmede stoffer. Rensningen ved anvendelse af aktivt kul er dog ikke altid optimal, da nogle miljøfremmede stoffer, eksempelvis nedbrydningsprodukter fra de chlorerede opløsningsmidler samt nogle pesticider, kun i lille grad tilbageholdes på kullene, hvorfor der i disse tilfælde er et meget stort forbrug af kul med dertilhørende store driftsudgifter. Ved disse typer af forurening kan andre rensemetoder muligvis være mere effektive, billige og miljørigtige.

Projektets indhold

I dette projekt er der udført en række forsøg med avancerede oxidationsprocesser (AOP) på eksisterende afværgeanlæg. AOP er processer, der involverer dannelse af stærkt reaktive oxiderende agenter (frie radikaler), der kan angribe og nedbryde organiske stoffer. Formålet med forsøgene har været at teste og vurdere om man ved anvendelse af forskellige AOP rensemetoder kan opnå en mere effektiv, billig og miljørigtig vandbehandling på afværgepumpningsanlæggene.

Metoderne er testet på tre afværgeanlæg, hvor rensning med aktiv kul muligvis ikke er den optimale løsning, fordi kullene skal skiftes meget ofte for at overholde udledningskravene for hhv. phenoxysyre-pesticider og chlorerede opløsningsmidlers nedbrydningsprodukter. En oversigt over forsøgene ses i nedenstående tabel.

For pesticidforurennet vand (Rødovrevej) er der valgt at arbejde med metoder, der i et tidligere projekt er identificeret som lovende overfor phenoxysyre-pesticider. For de chlorerede opløsningsmidler (Kirke Værløsevej og Søborg Hovedgade) er det valgt ikke at udføre forsøg med ozon for at undgå stripping af de flygtige stoffer. Der er generelt arbejdet med to doseringer, en lav og en høj dosis af de forskellige oxidationsmidler. Desuden er der i løbet af projekter valgt at justere på aktiverings/hjælpemidler for metoderne, for på den måde at kunne opnå en mere effektiv oxidation.

Oversigt over testede metode for hver lokalitet

Metoder\Lokalitet	Rødovrevej 239-241 (pesticider)	Kirke Værløsevej 53 (chlorerede opl.midler)	Søborg Hovedgade 31 (chlorerede opl. midler)
Ozon + UV	Udført i høj/ lav dosis	Ikke udført pga. risiko for stripping	
Ozon	Udført i høj/ lav dosis		
H ₂ O ₂ +UV	Ikke testet	Udført i høj/ lav dosis	Udført i høj/ lav dosis
Fotofentons H ₂ O ₂ + Fe ²⁺ +UV	Udført i høj/ lav dosis	Udført i høj/ lav dosis	Udført i høj/ lav dosis /høj + citronsyre
Fentons	Udført i høj/ lav dosis	Udført kun høj dosis med citronsyre / citronsyre + UV	+ citronsyre Udført i høj/ lav dosis
Elektrokemi	Uden salt /+ NaCl	med tilsætning af NaCl/Na ₂ SO ₄	Uden salt/+ NaCl/+Na ₂ SO ₄

Metoderne er vurderet i forhold til renseeffekt (forureningsfjernelse). Desuden er der foretaget en indledende vurdering af metodernes bæredygtighed ved at undersøge de miljømæssige og økonomiske omkostninger af AOP metoderne i sammenligning med rensning med aktivt kul.

I dette projekt er der kun foretaget en indledende screening af metoder, da det indenfor projektets ramme ikke har været muligt at optimere dosering af oxidationsmidler, aktiveringsmidler eller reaktionstid.

Projektets resultater

Der er udført tests af 5 forskellige avancerede oxidations processer med høj og lav dosis, og med eller uden tilsætning af hjælpemidler. I de udførte forsøg er der ikke foretaget en egentlig optimering af doseringen, da dette vil kræve en større forsøgsmatrix, hvor der testes 4-5 doser og forhold mellem oxidationsmidler og aktiveringsmidler, hvilket var udenfor projektets ramme. Resultaterne skal derfor ses som en indledende screening af, hvilke metoder der er potentielt egnede til videreudvikling med hensyn til rensning for de forskellige forureningstyper, som vist på nedenstående tabel. Metoderne i tabellen er opdelt i tre grupper afhængigt af, om de kunne opnå en forureningsfjernelse på >80 % (☺), 50-80 % (☹) og under 50% (☹). I nedenstående tabel er der ingen resultater for anlægget på Søborg Hovedgade 31. Dette skyldes at koncentrationerne i indløbsvandet på Søborg Hovedgade har varieret i flere størrelsesordner, hvilket har umuliggjort tolkning af resultater fra de udførte tests.

Oversigt over metodernes potentiale ift. forureningsfjernelse

Metoder\Lokalitet	Rødovrevej 239-241 (Pesticider)		Kirke Værløsevej 53 (Chlorerede opløsningsmidler)	
	Effekt	Kommentar	Effekt	Kommentar
Ozon + UV	☺		Ikke udført pga. stripningsrisiko	
Ozon	☺			
H ₂ O ₂ +UV	ikke testet		☺	
Fotofentons H ₂ O ₂ + Fe ₂ +UV	☹		☺	Forbedret med tilsætning af citronsyre + citronsyre
Fentons	☹	formentlig pga. Fe ³⁺ udfældning,	☹	
Elektrokemi	☹	Uden salt + NaCl salt	☹	+ NaCl salt
Aktivt kul	☺	Kræver hyppige kulsift	☺	Kræver hyppige kulsift

Til rensning af pesticid forurenet vand kan der ved ozon og ozon +UV opnås en renseeffekt over 95% (se ovenstående tabel). Ydermere er der med Fotofentons, og elektrokemi med tilsætning af salt, opnået en forureningsfjernelse >50%. AOP metoderne har, med undtagelse af en metode (ozon høj dosis +UV), ikke kunne opnå en reduktion af forureningsniveauerne til overholdelse af udledningskrav. Ved de øvrige ozon processer er der opnået reduktion af forureningsniveauet til niveau med udledningskrav.

I forhold til chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf, har metoderne med peroxid (H₂O₂) + UV og Fotofentons opnået en forureningsfjernelse på >80 %. Metoderne i de udførte forsøg har ikke opnået en reduktion af forureningsniveauerne til overholdelse af udledningskrav.

Rensning på aktiv kul imødekommer udledningskravene i en periode, men med større risiko for overskridelser især for pesticider og for nedbrydningsprodukter af de chlorerede opløsningsmidler, f. eks. dichlorethylen, dichlorethan og vinylchlorid. Skal udledningskravene overholdes, kræves meget hyppige kulsift, hvilket vil resultere i et stort kulforbrug og dermed store driftsudgifter.

Der er udført en indledende vurdering af metodernes bæredygtighed, på baggrund af en beregning af metodernes miljømæssige og økonomiske omkostninger i sammenligning med den eksisterende rensning på aktiv kul. Vurderingen er, at rensning på aktiv kul er bedre end de testede AOP metoder i forhold til de økonomiske omkostninger og miljømæssig belastninger og vurderes derfor som den mest bæredygtige vandbehandlingsmetode på baggrund af de gennemførte forsøg.

Projektets konklusion og anbefalinger

Sammenstilling af AOP metoderne med den eksisterende rensning på aktiv kul viser, at rensning på aktiv kul er bedre end de testede AOP metoder i forhold til renseeffektivitet, økonomiske omkostninger og miljømæssig belastninger. Aktivt kul vurderes derfor at være den mest bæredygtige vandbehandlingsmetode på baggrund af de gennemførte forsøg. Det skal dog bemærkes, at der ved optimering af AOP processerne vil kunne opnås besparelse i udgifter, el og CO₂ udledning i forhold til de udførte forsøg.

På baggrund af projektets resultater vurderes det, at nedenstående AOP vandbehandlingsmetoder efter yderligere optimering har potentiale for at kunne opnå en bedre performance end kul. Det vurderes således, at disse metoder på sigt muligvis kan erstatte eller supplere kulrensning på afværganlæg, hvor det forurenede vand indeholder stoffer, der ikke tilbageholdes optimalt på aktivt kul.

Pesticidforurenede vand:

- Ozon
- Ozon med UV-lys
- Evt. Fotofentons oxidation hvis renseeffekten kan forbedres

Nedbrydningsprodukter til de chlorerede opløsningsmidler:

- Peroxid (H₂O₂) + UV
- Fentons+ UV
- Fentons + citronsyre + UV

Ozonering, som opnår renseeffekt på niveau med udledningskrav for pesticider kan optimeres ved a) at finde den optimale dosis af ozon, b) at producere ozon på en billigere måde end ved brug af iltfasker, eksempelvis ved etablering af en iltgenerator, hvor der produceres ilt til ozongeneratoren fra atmosfærisk luft. De øvrige oxidationsmetoder kan optimeres yderligere ift. økonomi og effekt ved a) at justere UV-dosis, eller effektivisere strømforbruget til produktion af UV lys, b) at finde det optimale forhold mellem brintperoxid, jern, og evt. kelator.

Mht. til chlorerede opløsningsmidler er AOP metoderne relevante, hvis de kan målrettes til fjernelse af nedbrydningsprodukter (eks. DCE, DCA og VC). En mulig måde vil være at anvende AOP processer som efterbehandling til kul, eller at anvende et to-trins behandling, hvor tilsætning af oxidationsmidler foregår i to pulser, efter at hovedparten af moderprodukterne er fjernet ved den første puls. Derudover er der mulighed for yderligere optimering af dosering og opholdstid.

Summary and Conclusion

Drinking water supply in Denmark is largely based on groundwater resources. Contamination with hazardous substances poses a major threat to the groundwater resources. Several pump and treat facilities are established at contaminated sites in order to prevent contaminated groundwater from spreading to the aquifer. Treatment at most sites is performed by activated carbon filtration, since it is a simple technique that can be applied to a wide range of different contaminants. This method is not always optimal, since some contaminants, such as degradation products of the chlorinated solvents and some pesticides are poorly detained on carbon, which results in a very large consumption of activated carbon and high operating expenses. In these cases, other treatment methods may be more effective, cheap and environmentally friendly.

Project description

In this project, we have performed a series of experiments with advanced oxidation processes (AOP) on existing pump and treat facilities in order to test and evaluate whether different AOP methods can achieve a more efficient, affordable and environmentally friendly treatment than activated carbon. Advanced oxidation processes, also called AOP are processes involve the formation of highly reactive oxidizing agents (free radicals) which can attack and break down organic substances.

The methods are tested on three facilities where the current treatment with activated carbon may be suboptimal because the filters need to be renewed very often in order to meet the effluent quality requirements for phenoxy acid pesticides and chlorinated solvents degradation products. An overview of the performed experiments is shown in the table below.

A previous literature review project identified which AOP are promising for the treatment of phenoxyacid pesticides (Facility: Rødovrevej). These methods were tested in this project. For the chlorinated solvents (Kirke Værløsevej and Søborg Hovedgade facilities) it was chosen not to perform experiments with ozone in order to avoid stripping of the volatile substances. Experiments were performed at two dose levels, one low and one high dose regarding the various oxidizing agents. In addition, during the project, different activations and amendments were applied in order to achieve a more efficient oxidation.

Overview of tested methods

Method\Facility	Rødovrevej 239-241 (Pesticides)	Kirke Værløsevej 53 (Chlorinated solvents)	Søborg Hovedgade 31 (Chlorinated solvents)
Ozone + UV	High/low dosis	Not performed due to risk of stripping	
Ozone	High/low dosis		
H ₂ O ₂ +UV	Not tested	High/low dosis	High/low dosis
Photofentons H ₂ O ₂ + Fe ²⁺ +UV	High/low dosis	High/low dosis	High/low dosis /high dosis+citric acid
Fentons	High/low dosis	high dosis with citric acid/ +citric acid + UV	+citric acid Low/high dosis
Electrochemistry	no salt /+ NaCl	+ NaCl/+Na ₂ SO ₄	no salt/+ NaCl/+Na ₂ SO ₄

The methods are evaluated in terms of effect (contaminant removal). In addition, a preliminary evaluation of methods sustainability is performed by examining the environmental and economic costs of AOP methods compared to treatment with activated carbon.

This project has only performed a preliminary screening of methods. It has not been possible to optimize dosing of oxidizing agents, activating agents or reaction time within this project's framework.

Results

Tests of 5 different advanced oxidation processes are performed in high and low doses, with or without the addition of aids. In the experiments conducted, there is no optimization of the ratio between reactants. All methods efficiency could be improved by optimizing the dosing of chemicals, UV dose, and residence time in the system. The results of these tests should therefore be seen as an initial screening of the methods that are potentially suitable for further development, as shown in the table below. Results from the facility at Søborg Hovedgade 31 are not included, because of analytical errors. In the table below, the methods are divided into three groups depending on whether they could obtain a pollution removal of > 80% (☺), 50-80% (☹) and less than 50% (⊗). Results from the third facility (Søborg Hovedgade 31) are not included, because the influent concentration levels at this facility varied with several orders of magnitude, which rendered the experimental results inconclusive.

Overview of the methods performance regarding contaminant removal

Method\Facility	Rødovrevej 239-241 (Pesticides)		Kirke Værløsevej 53 (Chlorinated solvents)	
	Effect	Comment	Effect	Comment
Ozone + UV	☺		Not tested	
Ozone	☺			
H ₂ O ₂ +UV	not tested		☺	
Photofentons H ₂ O ₂ + Fe ₂ +UV	☺		☺	Improved by citric acid addition
Fentons	⊗	Possibly due to Fe ³⁺ precipitation	⊗	+ citric acid
Electrochemistry	⊗	no salt + NaCl	⊗	
Activated carbon	☺	Requires often replacements of the filters	☺	Requires often replacements of the filters

Regarding pesticide contaminated water AOP methods based on ozone and ozone + UV achieved a contaminant removal of more than 80%, in fact >95% (see table above). Furthermore, Photofentons and electrochemical oxidation with addition of salt, achieved a contaminant removal higher than 50%. None of the AOP methods, with the exception of a method (ozone high dose + UV), could achieve a reduction of contaminant levels to comply discharge quality requirements, defined by the Danish authorities. However, AOP processes with ozone have led to reductions that are very close to the required concentrations levels.

Regarding chlorinated solvents and their degradation products, the best performing AOP methods were hydrogen peroxide + UV and Photofentons, which achieved a contamination removal of > 80%. None of the tested methods could achieve contaminant removals to comply with discharge requirements.

The current treatment with activated carbon at both facilities generally complies with discharge requirements for a period of time until saturation of the filter causes the concentrations in the effluent to exceed the allowed discharge levels. Early breakthrough of the contaminants happens more often for pesticides and degradation products of chlorinated solvents. To address this problem frequent replacement of the activated carbon filters is required, which results in a large consumption of activated carbon.

Although the tested AOP processes generally have not achieved a contaminant removal below discharge requirements in the experiments conducted, it is expected that several of the methods

could achieve this by the dosage of oxidizing agents, amendments and retention time in the reactors.

Furthermore, a preliminary assessment of the AOP methods sustainability in comparison with the current treatment with activated carbon was performed. The assessment, based on a calculation of the environmental and economic costs in these experiments, indicates that treatment with activated carbon is better than the tested AOP methods and is therefore considered as the most viable water treatment on the basis of the tests.

Conclusions and recommendations

A comparison of AOP methods with the current treatment with activated carbon in the tested facilities showed that treatment with activated carbon, despite the frequent filter replacements, performs better than the tested AOP methods regarding economic costs and environmental impacts. It should be noted, however, that with the further optimization of the AOP processes, significant savings in cost, power and CO₂ emission can be achieved, which could result in an overall more sustainable performance.

The project identified several AOP methods which are worth to focus future efforts on, as they are considered to have a potential for achieving a better performance than activated carbon and eventually replace or supplement activated carbon at facilities where the contaminants are not detained optimally by activated carbon.

The following AOP methods show promise for the treatment of pesticide contaminated water:

- Ozone
- Ozone with UV light
- Photofentons oxidation if contaminant removal can be improved

The following AOP methods show promising results for the treatment of groundwater containing high levels of chlorinated solvent degradation products:

- Peroxide + UV
- Fenton + UV
- Fenton + citric acid + UV

Ozonation, which is the most promising AOP method for the treatment of pesticides and nearly meets discharge requirements, can be optimized by a) finding the optimal dose of ozone, b) producing ozone in a cheaper way than using oxygen cylinders, for example by using an oxygen generator that isolates oxygen from atmospheric air to produce ozone. The remaining AOP processes can be further optimized regarding financial and environmental costs by a) adjusting the UV dose, using a more energy efficient method the production of UV light, b) finding the optimum ratio of hydrogen peroxide, iron, and other amendments (e.g. chelating agents).

Regarding the treatment of chlorinated solvents AOP methods are mostly considered relevant, if they can be modified to better target degradation products (e.g. DCE, DCA and VC). This could be done by using the AOP process as after-treatment to the coal, or by applying a multi-stage treatment in which the addition of oxidizing agents is carried out in pulses, after most of the mother products are removed by the first pulse. Further optimization of oxidant dose and residence time would also result in improvements of the overall performance.

1. Baggrund og Formål

I Danmark er vandforsyningen baseret på en ren grundvandsressource, hvor vandet kun i begrænset omfang behandles inden det sendes ud til forbrugeren. Forurening med miljøfremmede stoffer udgør en stor trussel mod denne grundvandsressource, idet forureningen på mange lokaliteter er trængt ned i grundvandsmagasinet under lokaliteten. Oppumpning af det forurenede grundvand under en lokalitet med efterfølgende rensning i et vandbehandlingsanlæg er i dag en af de metoder, der oftest anvendes til beskyttelse af grundvandsressourcen i Danmark mod forurening fra punktkilder som forurenede grunde, lossepladser m.v. (se Figur 1). Alene i Region Hovedstaden er der i dag 72 anlæg i drift. Afværgepumpningen forebygger, at forureningen spredes i grundvandsmagasinet og videre til vandforsyningen.



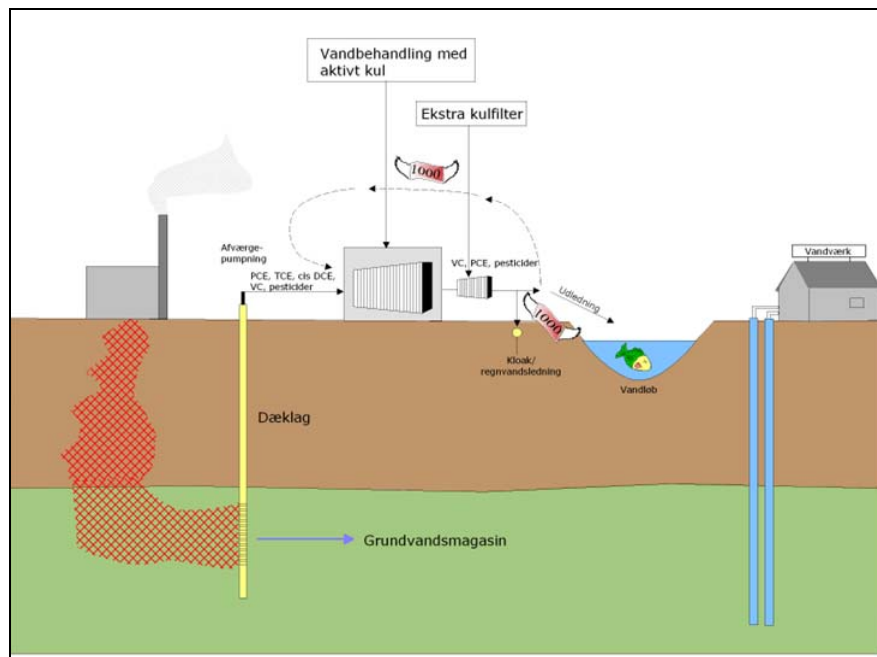
Figur 1 Anlæg med afværgepumpning i Danmark, Kilde GEUS

På afværgeanlæggene foretages vandrensningen i dag næsten udelukkende ved anvendelse af aktiv kulfiltrering, da det er en simpel teknik, som kan anvendes til et bredt spekter af forskellige miljøfremmede stoffer. Rensningen ved anvendelse af aktivt kul er dog ikke altid optimal, da nogle miljøfremmede stoffer kun i lille grad tilbageholdes på kullene, hvorfor der i disse tilfælde er et meget stort forbrug af kul med dertilhørende store driftsudgifter, som illustreret i Figur 2. Denne problemstilling er bl.a. aktuel i vand med højt indhold af nedbrydningsprodukter fra de chlorerede opløsningsmidler samt i nogle former for pesticidforurenet vand. Ved disse typer af forurening kan andre rensningsmetoder muligvis være mere effektive, billige og miljørigtige.

Region Hovedstaden har flere vandbehandlingsanlæg, hvor der er problemer med at foretage en rensning af vand med højt indhold af nedbrydningsprodukter fra de chlorerede opløsningsmidler, samt anlæg hvor der er problemer med rensningen af pesticider. De samlede driftsomkostninger for anlæggene i Region Hovedstaden er på ca. 18 mio. kr. årligt, hvoraf ca. 3 mio. kr. kan tilskrives afgifter til udledning af vand og udgifter til udskiftning af kul. Eftersom driftstiden for afværgeanlæggene strækker sig over flere årtier kan et skift til en mere effektiv vandbehandlingsmetode potentielt føre til betydelige miljømæssige og økonomiske besparelser.

Der er i dag kendskab til andre brugbare rensningsmetoder såsom avancerede oxidations processer (AOP), der har et stort potentiale i forbindelse med on site vandbehandling. Ved avancerede

oxidationsprocesser defineres de processer, der fører til dannelse af hydroxylradikaler, som er stærke oxidationsmidler, der kan reagere med og derved nedbryde flere organiske forureningsstoffer. Metoderne er bredt anvendt i vand- og spildevandsbehandling og vurderes at være effektive over en lang række miljøfremmede stoffer /5,10,11/. I forhold til de mere traditionelle oxidationsteknikker er fordelene ved AOP, at der opnås hurtigere reaktionshastigheder og et bedre udbytte af oxidationsmidlet (flere radikaler genereret pr. mol oxidant) /12/.



Figur 2 Afværgepumpning hindrer spredning af grundvandsforurening til vandværksboringer. Det oppumpede vand renses ved kulfiltrering, hvor der kan være problemer med at rense for en række stoffer. Det fører enten til øget kul forbrug eller store omkostninger til udledning (illustreret af 1000 kr. sedlen), hvis det er nødvendigt at lede vandet til kloak. Ledes vandet til overfladerecipienter er det vigtigt, at vandet renses ordentligt, da det ellers kan skabe problemer i forhold til vandmiljøet i recipienten.

Der er dog kun meget lille erfaring med anvendelse af disse metoder i Danmark, og der er kun i meget begrænset omfang gennemført konkrete test af de forskellige metoder på aktuelle lokaliteter, med henblik på at vurdere oprensningseffekt, økonomi og miljøbelastning for de enkelte metoder i forbindelse med rensning af oppumpet grundvand.

1.1 Formål

Formålet med projektet er at teste og vurdere forskellige AOP rensemetoder samt kombinationer af disse og på denne baggrund vurdere, om der med anvendelse af AOP kan opnås en mere effektiv, billig og mere miljørigtig vandbehandling på afværgepumpningsanlæggene.

Ambitionen er at udvikle en basis for et teknologisk koncept, der kan anvendes til at vurdere hvilke typer af vandrensningsmetoder eller kombinationer heraf, der er mest optimale i forhold til en given grundvandsforurening mht. oprensningseffekt, økonomi og miljøbelastning.

1.2 Rapportens indhold

Rapporten starter med to kapitler, der gennemgår baggrunden for projektet og en kort oversigt over teorien om avancerede oxidationsprocesser (Kapitel 2). Kapitel 3 beskriver projektets metoder herunder, testudstyret og forsøgsopstillingen, samt en beskrivelse af de enkelte afværgeanlæg, hvor forsøgene er udført. Kapitlet suppleres af bilag 1, som indeholder flere tekniske detaljer om forsøgene. I rapportens kapitel 4, er resultaterne fra de udførte forsøg præsenteret med fokus på rensningseffekt. I rapportens femte kapitel er der udført en overordnet vurdering af omkostninger og miljøbelastning for de mest effektive metoder. Rapporten afsluttes med en opsummering af projektets resultater samt anbefalinger til fremtidig udvikling.

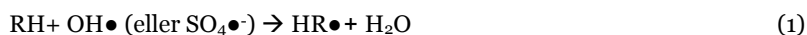
2. Avancerede oxidationsprocesser

I dette kapitel gives en kort introduktion til avancerede oxidationsprocesser med fokus på de processer, der er blevet anvendt i dette projekt.

2.1 Generelt

Avancerede oxidationsprocesser, også kaldt AOP er processer, der involverer dannelse af stærkt reaktive oxiderende agenter (frie radikaler), der kan angribe og nedbryde organiske stoffer.

De dannede radikaler er i stand til at oxidere organiske forureningsstoffer hovedsageligt ved hydrogenfjernelse (ligning 1) eller ved elektrofil addition til dobbeltbindinger. Dette resulterer i dannelsen af organiske frie radikaler ($R\bullet$), der kan reagere med oxygenmolekyler, og forme peroxyradikaler. Derved initieres en række kædereaktioner, der kan føre til den fuldstændige mineralisering af de organiske forureningsstoffer /1/



hvor H står for brint, $OH\bullet$ er hydroxylradikalen, og R kan være et organisk stump

For AOP processer kan der skelnes mellem non-fotokemiske og fotokemiske processer. De mest almindelige AOP i forbindelse med vandbehandling ses i nedenstående tabel. Ozonering og ozon relaterede processer ($O_3 + H_2O_2$, og $UV + O_3$), heterogen fotokatalyse (TiO_2 / UV), Fenton og Fenton-lignende processer og elektrokemisk oxidation betragtes som nogle af de mest effektive metoder til rensning af pesticidforurenet vand /1/.

Tabel 1 Avancerede oxidations processer, modificeret fra /1/

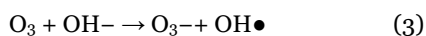
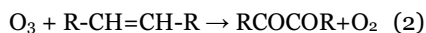
Ikke fotokemiske processer	Fotokemiske processer
Ozonering i basisk medie	Fenton og Fentonlignende reaktioner + UV
O_3/H_2O_2	TiO_2 + UV
Fenton reaktioner	O_3 + UV
Elektrokemisk oxidation	H_2O_2 + UV
Sonokemisk oxidation	

I det følgende er de teknologier, der har været anvendt på projektet kort beskrevet.

2.1.1 Ozon processer

Ozon er et kraftigt oxidationsmiddel, der er bredt anvendt indenfor vandbehandling til både desinfektion og oxidation af organisk stof. Oxidationsprocesser, der involverer ozon, er ret komplekse, fordi kun en del af den tilførte ozon reagerer som opløst molekyler ozon (ligning 2), mens en anden del dekomponerer til særdeles reaktive sekundære oxidanter i form af hydroxylradikaler (den reaktive oxidant i AOP-processer), (ligning 3), og disses reaktionsprodukter

kan yderligere accelerere dekomponeringen af den opløste ozon. Den tilførte ozon forbruges således som følge af både direkte reaktioner af opløst molekylær ozon og af radikale kædereaktioner med opløste organiske stoffer i væsken /2/.



UV lys kan katalysere ozon reaktionen med vand og føre til dannelse af to hydroxylradikaler, som vist i ligning 4

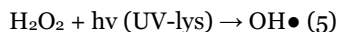


2.1.2 Brintperoxid processer

Brintperoxid (H_2O_2), også kaldt hydrogenperoxid er tilsvarende ozon et effektivt oxidationsmiddel, som kan anvendes til desinfektion. Brintperoxid reagerer via dannede OH-radikaler, som reagerer meget hurtigt, men desværre er det nødvendigt at "aktivere" H_2O_2 , for at danne radikalerne /3/. Katalyseringen af dannelsen af radikaler kan ske med enten UV-lys eller med jern (Fe^{2+}) ved Fentons reaktion (ligning 5 og 6).

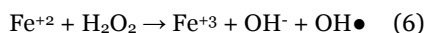
2.1.2.1 Fotokemisk aktivering

Ved fotokemisk oxidation anvendes brintperoxid, der aktiveres med UV-lys. Ved denne proces dannes hydroxylradikaler, der efterfølgende reagerer med tilstedeværende organisk stof. Processen forudsætter, at vandet er gennemtrængeligt for UV-lys. Processen kræver et passende overskud af brintperoxid samt en tilstrækkelig lang opholdstid i UV-reaktoren /2/

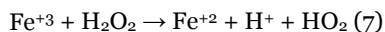


2.1.2.2 Fentons processer

I mange tilfælde opnås ikke en tilstrækkelig iltningseffekt med brintperoxid. Resultatet vil ofte kunne forbedres ved den såkaldte Fenton oxidation, hvor der tilsættes jernsalte, der katalyserer oxidationen, som vist i ligning 6.



Ferroioner iltes til ferriioner under dannelse af hydroxid og hydroxylradikaler. Hydroxylradikalerne reagerer øjeblikkeligt med organisk stof, der nedbrydes. De dannede ferriioner omdannes til ferroioner ved reaktion med brintperoxid:



Processen skal helst gennemføres ved $\text{pH} = 3-4$ for at undgå at Fe^{2+} omdannes til Fe_3^+ for hurtigt. Tilsætning af en kelator, dvs. et stof der kan danne organiske komplekser med Fe^{2+} er en almindelig brugt metode for at holde Fe^{2+} i opløsning. Adskillige syrer kan anvendes til denne proces, eksempelvis oxalsyre, citronsyre, EDTA (ethylen diamin tetra eddikesyre) mfl. /4/.

Fentons processer kan forløbe hurtigere og mere effektivt ved hjælp af lys (UV eller synligt lys). Forstærkningen foregår fordi Fe_3^+ komplekser exciteres og dermed danner Fe^{2+} og en organisk ligand som derefter kan reagere med brintperoxid for at danne flere hydroxylradikaler (se ligning 8) /5/.



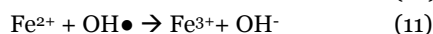
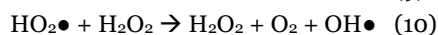
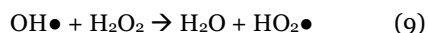
2.1.3 Elektrokemisk oxidation

En af de nyeste AOP'er er elektrokemisk oxidation (EK), hvor det organiske forureningsstof oxideres under elektrolyse ved den positive elektrode (anoden) drevet med potentialer over vandets stabilitet. En af de største fordele er, at det ikke involverer andre kemikalier. Ulempen er, at den elektrokemiske behandling er dyr i forhold til andre processer, og mekanismen i vand er temmelig kompleks. Samtidigt er det nødvendigt, at vandet, der skal behandles, har en tilstrækkelig ledningsevne. Hvis ledningsevnen er for lav, kan der tilføjes et salt. Generelt anses elektrokemisk oxidation for at være en direkte teknik, der indebærer direkte overførsel af en elektron fra det organiske molekyle til elektroden, hvorved der genereres et kationisk radikal^{1/}.

2.2 Udfordringer og inhiberende faktorer

Oxidations reaktioner er ikke selektive processer. De dannede radikaler reagerer ikke kun med forureningsstofferne men også med andre inorganiske og organiske komponenter i vandet. Især bikarbonat-, chlorid- og sulfat- ioner reagerer med hydroxylradikaler ^{/16/}, og dermed inhiberer reaktionen mellem radikalerne og de organiske forureningsstoffer. Derudover vil det naturlige forekommende organisk indhold i vandet også reagere med radikalerne. I nogle tilfælde kan reaktioner producere andre radikaler, eksempelvis sulfatradikaler, som kan være effektive overfor forureningsstofferne.

Hvis brintperoxid er i stort overskud kan den ligeledes reagere med hydroxylradikalen, da en række reaktioner der producerer radikaler, kan også forbruge radikaler, se eks. ligning 9 og 10.



Samtidigt kan stort overskud af jernioner, virke inhiberende i forbindelse med Fenton reaktioner (ligning 11), hvorfor den optimale dosis af jern kan være vanskelig at finde. Andre metalioner i vandet kan også forbruge hydroxylradikaler.

Avancerede oxidations processer er således meget komplekse, involverer mange reaktioner og kædereaktioner, og er svær at forudse. Det er derfor nødvendigt, ved etablering af fuldskala oxidationsanlæg at udføre dimensioneringsforsøg, der optimerer oxidations- og hjælpemidlernes dosis og opholdstid for den specifikke forureningssammensætning og vandkemi.

3. Forsøgsbeskrivelse

Dette kapitel beskriver de udførte forsøg. Kapitlet starter med en beskrivelse af de tre afværgeanlæg, der har indgået i projektet. Derefter præsenteres forsøgsudstyret og den generelle forsøgsplan. Til sidst i kapitlet er der en detaljeret beskrivelse af de enkelte forsøg på hver lokalitet.

3.1 Beskrivelse af afværgeanlæggene

Der er udført forsøg på tre af Region Hovedstadens afværgeanlæg. Stamdata for anlæggene kan ses i Tabel 2.

Tabel 2 Oversigtsdata for de tre afværgeanlæg

Lokalitetsadresse	Rødovrevej 239-241, 2610 Rødovre	Kirke Værløsevej 53, 3500 Værløse	Søborg Hovedgade 31, 2860 Søborg (Gladsaxevej 9)
Anlæggets opbygning			
Boringer	B1(200.3292), B4(200.3383), B5(200.3384)	DGU-nr. 200.4349, 200.4393, 200.4402 og 200.4389.	streng 2: AFV1-4 og AFV 6 (201.5746-49 og 201.5751) (AFV 5 lukket)
Samlet ydelse	ca. 3 m ³ /time	17 m ³ /time	2,5 m ³ /time (50 m ³ /t fra streng 2)
Forureningsstoffer	Phenoxysyre- pesticider, primært MCP	Chlorerede opløsningsmidler	Nedbrydningsprodukter af chlorerede opløsningsmidler og BTEX
Nuværende afværget metode	Oppumpning og kulfiltrering	Oppumpning og kulfiltrering	Oppumpning og kulfiltrering
Årlig forureningsfjernelse	3-16 kg/år	8 kg/år	88 kg/år
Data for udvalgte forsøgsboringer			
Boringer anvendt i testforsøget	B4 (200.3383)	AFV1 (200.4349)	AFV1, AFV2, AFV4 og AFV6
Koncentration af forureningsstoffer ved alm. ydelse	MCP 170 µg/l, Dichlorprop 61 µg/l, 4-chlormethylphenol 120 µg/l, 4-CPP 140 µg/l	PCE 300 µg/l, TCE 25 µg/l, cis-1,2-DCE 55 µg/l	Benzen 1200 µg/l, toluen 500 µg/l, ethylbenzen 200 µg/l, xylener, 330 µg/l, cis DCE 10 µg/l, VC 96 µg/l
Ledningsevne µS/cm	1100-1300	800-1000	1600-1900
Opløst jern mg/l	4-6	3	4-6
pH	6,8	7	7,2
Redox mV	Ikke målt	Ikke målt	Ikke målt

Anlæggene er som udgangspunkt valgt på baggrund af nedenstående kriterier:

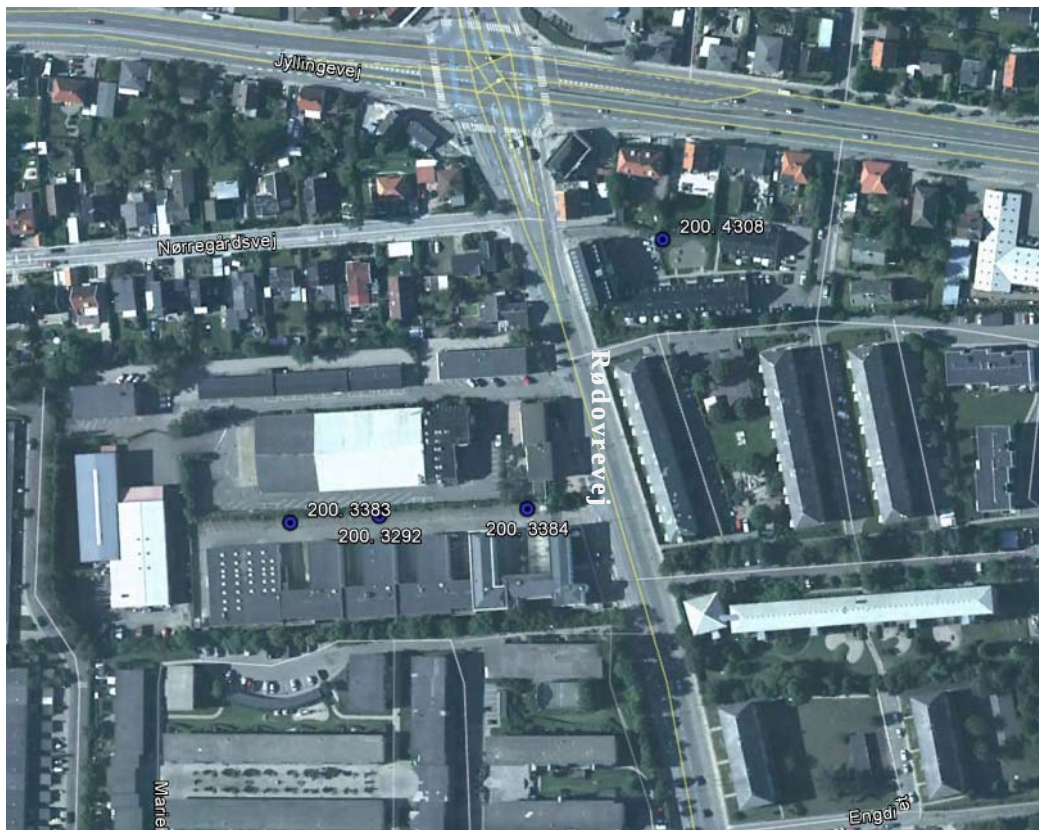
- Anlæggene er i god stand, dvs. borer, pumpe osv. er i god stand og velfungerende.
- Der er gode adgangsforhold, plads til testenheden, og minimale forstyrrelser for grundejere.
- Grundvandet er forurenet med typiske problemstoffer, såsom pesticider, eller høje niveauer af nedbrydningsprodukter fra chlorerede opløsningsmidler.

3.1.1 Afværgeanlæg 1: Rødovrevej 239-241, 2610 Rødovre

På ejendommen Rødovrevej 241 har der fra 1950 til 1980 været opbevaret, håndteret og handlet kemikalier, herunder hovedsageligt hormonpræparater til ukrudtsbekæmpelse samt malervarer og rustbeskyttelsesmidler. Aktiviteterne har givet anledning til forurening af grundvandet med pesticider.

Forureningen på Rødovrevej 241 blev opdaget i 1981, hvorefter der i 1983 blev foretaget en afgravning af et hotspot og etableret én afværgeboring til det primære magasin. Efter etableringen og fund af forurening i 1 af 2 observationsboringer nedstrøms forureningen på Rødovrevej 241 i 1984, blev der i 1987 etableret yderligere 2 afværgeboringer til det primære magasin på Rødovrevej 241. Samtidig blev det besluttet at opstarte afværgepumpning fra den forurenede observationsboring, som er placeret på Rødovrevej 254 /6/.

Der oppumpes i dag vand fra afværgeboringerne 200.3292 (B1), 200.3383 (B4) og 200.3384 (B5), som vist på Figur 3. Vandet renses efter iltning først for partikler, jern og mangan i to parallelle sandfiltre, hvorefter vandes ledes til to serieforbundne filtre med aktivt kul for rensning af forureningskomponenterne primært pesticider. Efter rensning ledes vandet via en trykledning til Harrestrup Å. Udledningskrav for sum af pesticiderne er på 1 µg/l. Skyllevand fra returskylning af sandfilter ledes til kloak. Fra starten af afværgen er der oppumpet grundvand med et flow på ca. 5 m³/h. Fra midten af 1990'erne er vandflowet faldet til omkring 3 m³/h, og der ses fremover en faldende tendens (med store udsving fra år til år) /6/.



Figur 3 Placering af Rødovrevej 239-241 og afværgeboringerne

3.1.2 Afværgeanlæg 2: Kirke Værløsevej 53, 3500 Kr. Værløse

På ejendommen Kirke Værløsevej 32 og Ballerupvej 16 har der tidligere været renserivirksomhed. Siden 1998 har der pågået en oprensning af en jord- og grundvandsforurening på ejendommene med chlorerede opløsningsmidler (hovedsageligt tetrachlorethylen og nedbrydningsprodukter heraf) ved afværgepumpning. Afværge vandet fra ejendommene samles og renses på et fælles kulfilteranlæg beliggende på Kirke Værløsevej 53, hvorefter det udledes til Søndersø /8/.

Ejendommenes beliggenhed samt afværgeboringer fremgår af oversigtskort vist i Figur 4. Oprensningen foregår ved en oppumpning af grundvand fra det primære grundvandsmagasin. Oppumpningen sker fra fire boringer, AFV1, AFV2, AFV4 og AFV5 (DGU-nr. 200.4349, 200.4393, 200.4402 og 200.4389). AFV3 er taget ud af drift (DGU-nr. 200.4350). Vandet ledes til fælles vandbehandling på afværgeanlægget på Kirke Værløsevej 53.

I anlægget ledes det oppumpede vand først igennem et dobbelt sandfilter (forfilter), der er koblet parallelt, og dernæst igennem to serieforbundne kulfiltre. Vandet renses for urenheder, jern og mangan i sandfiltrene, inden det pumpes igennem de to kulfiltre, som fjerner chlorerede opløsningsmidler, MTBE og BTEXN. Der er mulighed for prøvetagning af vandet fra taphaner før, efter og imellem kulfiltrene. Det rensede vand afledes gennem egen trykledning ca. 700 meter til recipienten Søndersø via en faskine i søbredden. Der foretages returskyl af sandfiltrene hver 8. time med 1-2 m³ vand. Returskyllevandet afledes herefter til det kommunale spildevandssystem. Returskylningen foretages automatisk og styres af SRO-anlægget /8/.

Udledningskravene for TCE, PCE, 1,1-DCA er 10 µg/l for hvert stof, mens der for cis-DCE og VC er der lavere grænseværdier på hhv. 6,8 og 0,05 µg/l.



Figur 4 Placering af lokaliteten og boringer på Kirke Værløsevej 53

3.1.3 Afværgeanlæg 3: Søborg Hovedgade 31 (Gladsaxevej 9)

Der har tidligere ligget et renseri på hver af de to ejendomme Søborg Hovedgade 17-19 og Søborg Hovedgade 25-29. På nr. 17 til 29 samt i området på Thor Langes Allé har der endvidere været en række værkstedsaktiviteter og erhvervsaktiviteter, bl.a. møbelfabrik med sprøjterum, klipsefabrik, autoværksted, metalvarer og "farvning", olieraffinaderi, sprøjtemaling. Aktiviteterne på ejendommene har medført betydelig forurening af jord og grundvand med især chlorerede opløsningsmidler og mineralolieprodukter. Forureningen udgør en risiko for vandressourcen i forhold til indvindingen ved Søborg Vandværk.

Københavns Amt har i 2004 etableret afværgeboringer til det sekundære magasin. Afværgepumpningen foregår i 5 boringer, som er beliggende mellem Vangede Renden og Søborg Hovedgade og er benævnt AFV-1, AFV-2, AFV-3, AFV-4 og AFV-6.

KØBENHAVNS Amt
SØRBORG HOVEDGADE 17-29 AFVA

COWI

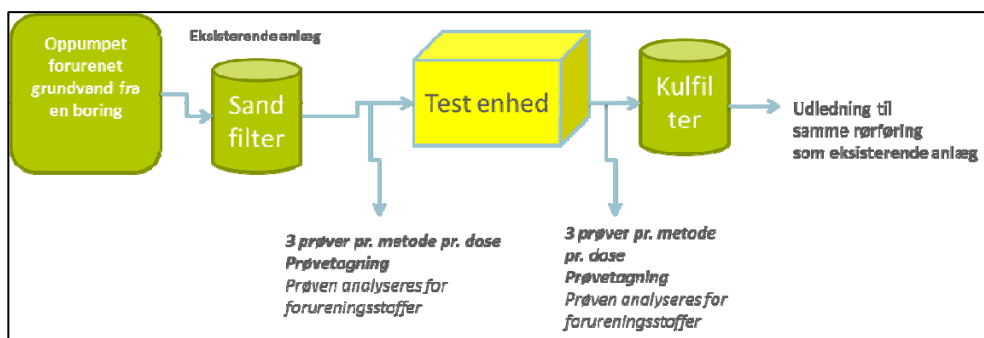
Rådgivende Ingeniører
Tlf: +45 37 22 11
Fax: +45 37 22 12

Lider-Nr.	Bodk.	Dato	Mål
JRL	ATN	24/08/2004	1:1250

Vandet fra det primære magasin (ca. 14 m³/t i 2010) behandles ved beluftning og forfiltrering på sandfilter, hvorefter vandet renses på iltningskolonne inden udløb til Nordkanalen i Utterslev Mose. Vandet fra det sekundære magasin (ca. 1,5 m³/t i 2010) behandles ved beluftning og forfiltrering på 2 sandfiltre i serie, hvorefter vandet ledes til rensning på 2 kulfiltre i serie.

Dette afsnit indeholder en generel beskrivelse af det udstyr, der er anvendt til gennemførelse af de udførte test på de tre afværganlæg og en generel beskrivelse af selve forsøgssopstillingen. På de tre lokaliteter er der i hovedtræk anvendt den samme forsøgssopstilling. Hvor der på grund af praktiske/fysiske omstændigheder er ændret på forsøgssopstillingen, er det beskrevet under de enkelte afsnit for hver lokalitet.

Kost effektiv og bæredygtig oprensning af forurennet grundvand



Figur 6: Principskitse for testfasen

På Foto nr. 1. ses den mobile testenhed, som er anvendt i projektet. Testenheden er udviklet af Rambøll, og er opbygget i en trailer. Testenheden er designet til at kunne udføre en række forskellige kemiske oxidationstest.

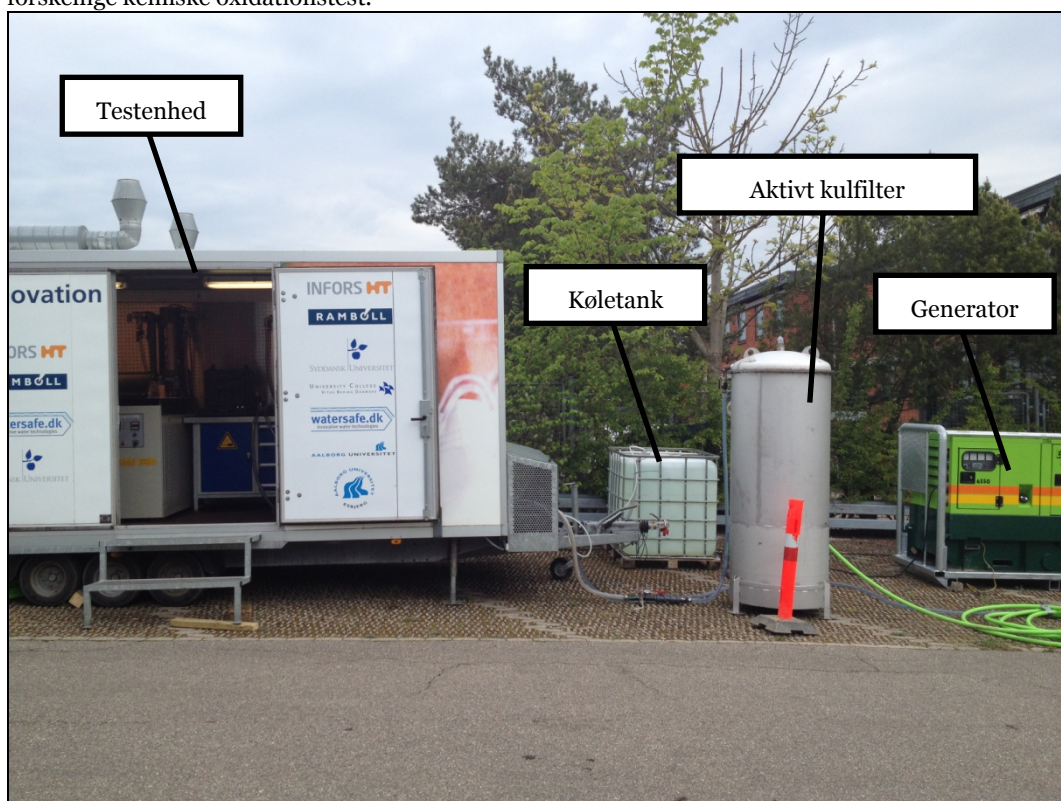


Foto nr. 1. Testenhed, kølevandstank, generator, og aktivt kulfilter.

Udover testenheden blev der til projektet anvendt følgende udstyr:

- a) En generator til produktion af el.
- b) En kølevandstank til køling af ozongenerator.
- c) Et eksternt reaktionskammer bestående af 40 m PE-slange, som blev tilsluttet for at opnå en tilstrækkelig lang opholdstid i testsystemet til, at de kemiske reaktioner kunne nå at forløbe, og
- d) et aktivt kulfilter med 250 kg aktivt kul, som blev anvendt som efterpolering af det oppumpede vand inden udledning til kloak.

På alle lokaliteter er de eksisterende afværgeboringer og sandfilteranlæg i afværgeanlæggene blevet brugt. Der er udtaget en delstrøm svarende til ca. 250 L/time af det oppumpede grundvand på hver lokalitet, efter at det oppumpede vand har været ledt igennem sandfilteranlægget, for på denne måde at fjerne partikler, det også kan bidrage til et oxidant forbrug. På slangen til delstrømmen var der monteret en flowmåler, som var tilsluttet en datalogger, så det aktuelle flow gennem testenheden dokumenteres.

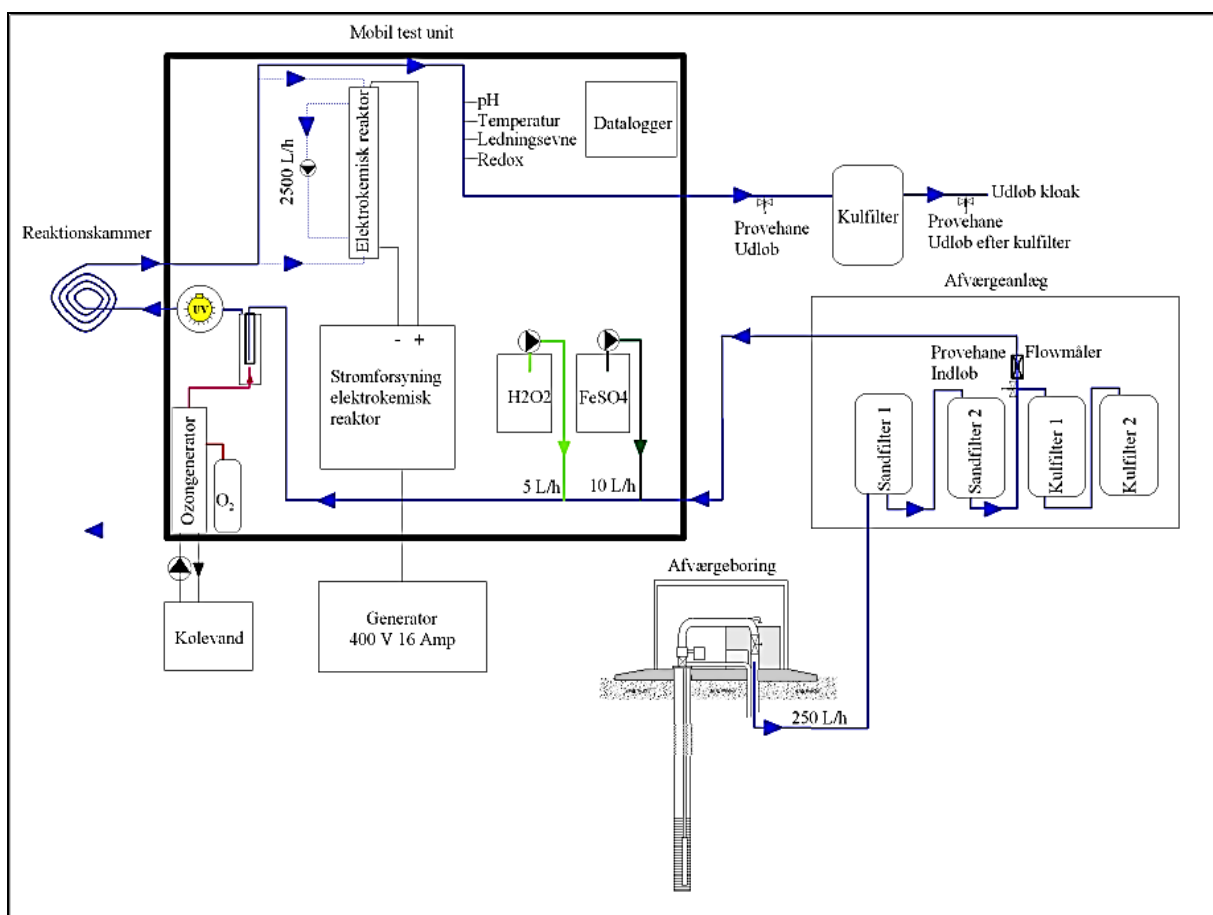
Delstrømmen er efterfølgende ledt gennem testenheden, hvor de forskellige test er udført. Vandet er efterfølgende blevet pumpet gennem et aktiv kulfilter, inden det er udledt til samme rørføring som det eksisterende afværgeanlæg. På alle lokaliteter er der for forsøgsperioden indhentet midlertidig udledningstilladelse fra de relevante kommuner.

Der er udtaget 3 vandprøver af det oppumpede vand inden behandling og 3 vandprøver efter behandling under hver enkelt test. Udtagningen af vandprøverne efter behandling er timet således, at det i princippet skulle svare til den tilsvarende indløbsprøve, det vil sige den opholdstid, der var igennem testsystemet. Ved det valgte flow på 250 L/time var opholdstiden gennem forsøgsopstillingen ca. 18 minutter.

Der er udtaget vandprøver af vandet efter det aktive kulfilter til dokumentation af overholdelse af udledningskravene i den midlertidige udledningstilladelse efter hver feltdag. Herudover er der udtaget vandprøver før og efter testenheden uden igangværende forsøg for at dokumentere et eventuelt tab gennem forsøgsopstillingen.

På nedenstående Figur 7 er der opstillet et mere detaljeret flowdiagram, som viser den forsøgsopstilling, som er anvendt på de tre lokaliteter.

Testenheden er bestykket med pumpe- og slangesystemer, der gør det muligt at udføre forskellige test ved at tilkoble de enkelte enheder i den ønskede rækkefølge. I det følgende er de enkelte enheder kort beskrevet.



Figur 7: Flowdiagram af testenheden og forsøgsopstillingen.

3.2.1 Processer med tilsætning af kemikalier (Brintperoxid processer)

Tilsætning af oxidationsmidler er udført ved hjælp af stempeldoseringspumper fra Grundfos. Oxidationsmidlerne er inden udførelsen af testene blevet afvejet og opblandet i beholdere. Doseringspumperne er indreguleret til den fastlagte ydelse og blandingen er herefter tilsat delstrømmen af det oppumpede vand.

På nedenstående Foto nr. 2 og nr. 3 ses beholdere til oxidationsmidler og de to doseringspumper.



Foto nr. 2. Beholder til oxidationsmidler



Foto nr. 3. Doseringspumper (0-5 L/time og 0-10 L/time)

3.2.2 Ozongenerator

I testenheden er monteret en ozongenerator (Foto nr. 4). Ozongeneratoren har en kapacitet på op til 55 g O₃/time. Til produktion af ozon anvendes der ren O₂, som leveres fra to gasflasker (Foto nr. 5).

Til køling af generatoren er der anvendt en 1000 l palletank med drikkevand og et "husvandværk" fra Grundfos monteret med hydrofor.

Ozon er tilsat delstrømmen ved hjælp af et diffuser-system som ses på Foto nr. 6.

Ozongenerator, gasflasker og diffuser-system er placeret i et særskilt rum i testenheden. Rummet er forsynet med ekstra ventilation og en ozon alarm som ved overskridelse af den kritiske ozonkoncentration i rummet udsender både en akustisk og visuel alarm.

På grund af ozons korrosive egenskaber er der efter diffuser-systemet monteret stålarmerede teflonslanger.



Foto nr. 4. Ozongenerator (140 g O₃/Nm³)



Foto nr. 5. Iltflasker til produktion af ozon



Foto nr. 6. Tilsætning af ozon

3.2.3 UV

På Foto nr. 7 ses UV-enheden. Den er opbygget i syrefast rustfrit stål og selve UV-lampen er monteret i et kammer bestående af ren kvarts. UV-enheden kan behandle 3-5 m³/time med et energiforbrug på 400 W og en bølgelængde på 254 nm.

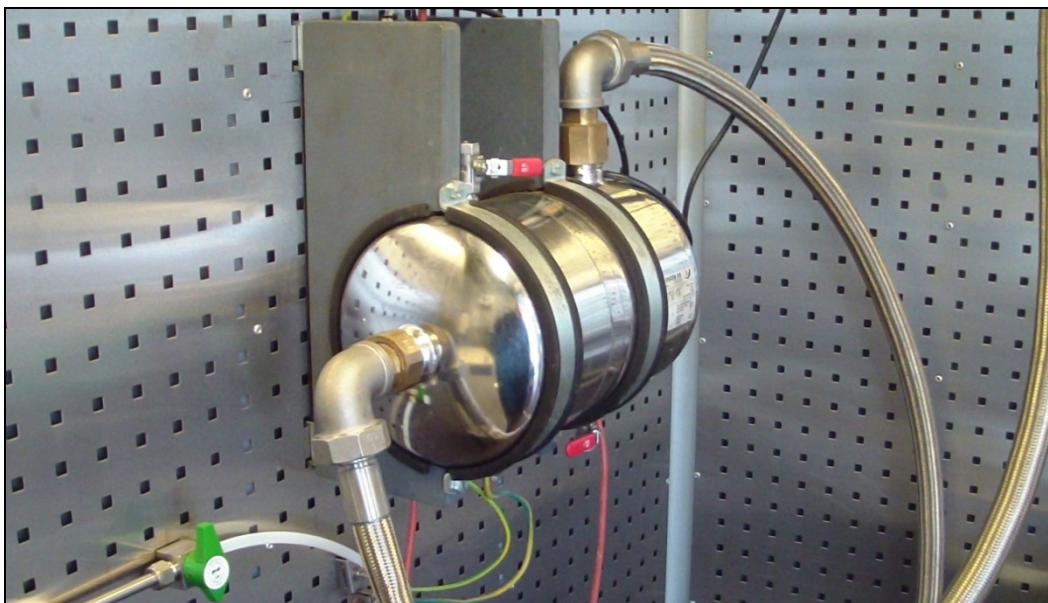


Foto nr. 7: UV-enhed monteret med armerede teflonslanger.

3.2.4 Elektrokemi

Til test med elektrokemisk oxidation er i testenheden en elektrokemisk reaktor, hvor anoden er udført i en patenteret metallegering. Som energikilde er der anvendt en strømforsyning med en kapacitet på 50 V og 500 A.

På Foto nr. 8 ses strømforsyningen til den elektrokemiske reaktor. I de test hvor der blev anvendt elektrokemi er der anvendt generator til levering af strøm. På Foto nr. 9 ses den elektrokemisk reaktor.

For at opnå tilstrækkelig kontakt mellem vandfasen og anoden i reaktoren, blev der etableret et recirkuleringssystem hen over reaktoren, således at der udover delstrømmen på 250 L/time samtidigt blev recirkuleret med et flow på ca. 2500 L/time.



Foto nr. 8. Strømforsyning til elektrokemisk reaktor



Foto nr. 9. Elektrokemisk reaktor

3.2.5 Procesmåling (O_2 , pH, temperatur, ledningsevne og redox)

Til at overvåge forløbet og ændringer i det behandlede vand er der i testenheden et procesmålingsudstyr med 4 elektroder som er placeret i en manifold inden udløb til det aktive kulfilter.

De 4 elektroder kan måle følgende parametre O_2 , pH, temperatur, ledningsevne og redox. De målte værdier opsamles i en datalogger med et sekunds interval



Foto nr. 10. Procesmålingsudstyr. I midten ses manifold med elektroder og til højre ses datalogger

3.3 Forsøgsbeskrivelse og metodevalg

Dette projekt har omfattet tests af flere AOP metoder på hver enkelt lokalitet. Herefter følger en kort beskrivelse af baggrunden for valg af metoder. En detaljeret forsøgsplan er vedlagt som bilag 1.

Tabel 3 viser en oversigt over de valgte metoder og kombinationer.

For pesticidforurennet vand er der valgt at arbejde med de metoder, der i et tidligere projekt er identificeret som lovende overfor phenoxysyre-pesticider /12/. For de chlorerede opløsningsmidler er det valgt ikke at udføre forsøg med ozon for at undgå stripning af de flygtige stoffer. Der har indenfor projektets ramme ikke været muligt at arbejde videre med at finde den optimale dosering af oxidationsmidler og evt. aktiveringsmidler samt de optimale opholdstider. Der er generelt arbejdet med to doseringer, en lav og en høj dosis. Desuden er der i løbet af projekter valgt at justere på aktiverings/hjælpemidler for metoderne, for på den måde at kunne opnå en mere effektiv oxidation. De vigtigste ændringer fremgår af Tabel 3.

Tabel 3 Oversigt over testede metode for hver lokalitet

Metoder\Lokalitet	Rødovrevej 239-241	Kirke Værløsevej 53	Søborg Hovedgade 31
Ozon + UV	Udført i høj/ lav dosis	ikke udført pga. risiko for stripning	
Ozon	Udført i høj/ lav dosis		
H ₂ O ₂ +UV		Udført i høj/ lav dosis	Udført i høj/ lav dosis
Fotofentons			Udført i høj/ lav dosis /høj + citronsyre
H ₂ O ₂ + Fe ₂ +UV	Udført i høj/ lav dosis	Udført i høj/ lav dosis	
Fentons	Udført i høj/ lav dosis	Udført kun høj dosis med citronsyre / citronsyre + UV	+ citronsyre Udført i høj/ lav dosis
Elektrokemi	Uden NaCl /+ NaCl	med tilsætning af NaCl/Na ₂ SO ₄	Uden salt/+ NaCl/+Na ₂ SO ₄

Ozonering er udført med hhv. 40 og 120 g/m³. Den laveste dosis er styret af anlæggets begrænsninger, hvor der som minimum kan produceres 10 g/t, hvilket med et flow igennem anlægget på 0,25 m³/t svarer til 40 g/m³. UV belysning (254 nm) har haft en konstant værdi på 1,6 Kwh/m³, hvilket jf. /14,15/ vurderes egnet til aktivering af ozon og peroxid.

For brintperoxid baserede teknikker er forsøgene udført med to doseringer af brintperoxid, således af molarforholdet mellem brintperoxid og forureningsstofferne har været hhv. 20:1 og 100:1 for lav og høj dosis. For Fentons reaktionen er brintperoxid aktiveret med $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ med et $\text{H}_2\text{O}_2:\text{Fe}^{2+}$ molarforhold på (5:1). For at opretholde Fe^{2+} i opløsning er der i senere forsøg anvendt citronsyre $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ som kelator i et molarforhold på 2:1 ift. Fe^{2+} koncentrationen. Valg af molarforhold for oxidations- og aktiveringsmidler er foretaget med baggrund i litteraturen, hvor dette molarforhold generelt har vist sig effektiv /5,13/. Citronsyre er valgt som kelator, fordi det er et af de billigste alternativer /5/.

I forsøgene med elektrokemi er der valgt at tilsætte salt for at øge vandets ledningsevne. Der er udført forsøg med tilsætning af NaCl (0,25%) og Na_2SO_4 (2%). Tilsætning af NaCl, kan i nogle tilfælde føre til dannelse af chlorerede nedbrydningsprodukter, hvorfor der også er valgt at teste Na_2SO_4 .

3.3.1 Feltarbejde Rødovrevej 239-241

Den første feltlokalitet var Rødovrevej 239-241 i Rødovre. Feltarbejdet på lokaliteten blev udført over 3 dage i perioden 8. maj til 10. maj 2012. Feltskemaer kan ses i bilag 2.3.



Afværgeanlæg Rødovrevej 239-241

Under normal drift foretages der afværgepumpning fra 4 afværgeboringer på lokaliteten. For at sikre et konstant og stabilt flow gennem testperioden blev de 3 af boringerne stoppet dagen før. Afværgeboring B4 blev droslet til en ydelse på ca. 250 L/time. Da testene startede, havde der været et konstant og stabilt flow gennem afværgeanlægget.

Da den eksisterende afværgepumpning fra boring B4 kunne drosles til det ønskede flow på 250 L/time kunne forsøgsopstillingen kobles direkte til afværgeanlægget efter de to sandfiltre på afværgeanlægget. Flowet er løbende under testene justeret ud fra den aktuelle visning på flowmåleren.

På Foto nr. 11 ses forsøgsopstillingen til venstre i billedet og afværgeanlægget til højre. På Foto nr. 12 ses tilslutningen på afværgeanlægget efter sandfilteranlægget til forsøgsopstillingen.

Forsøgsrækken begyndte med ozon i lav dosis. Det første forsøg blev afbrudt da afværgeanlægget påbegyndte skylning af sandfilteranlægget. Region Hovedstandens driftsafdeling blev kontaktet og de oplyste at det ikke var muligt via SRO-anlægget at stoppe det daglige filterskyl. Forsøgene blev herefter tidsmæssigt tilpasset filterskylningen, således det ikke direkte have indvirkning på forsøgene.

Vandprøverne på denne lokalitet er udtaget som 3 delp prøver på henholdsvis indløb og udløb. Det vil sige, at der blev udtaget én indløbs- og én udløbsprøve for hver test.



Foto nr. 11. Forsøgsopstilling på Rødovrevej 239-241



Foto nr. 12. Tilslutning til afværgeanlæg. Flowmåler til registrering af flow ses i midten af billedet

Af nedenstående Tabel 4 fremgår den udførte feltarbejde på lokaliteten, herunder hvilken teknik der er anvendt, hvilken periode testene er udført over og hvilke vandprøver der er udtaget til analyse.

Tabel 4 Udført feltarbejde på Rødovrevej 239-241.

Test	Teknik	Flow m ³ /t	Forsøgsperiode	Vandprøver Indløb	Vandprøver Udløb	Vandprøver System =S Efter kul = K
1	Ozon, lav	0,257	08-05-12 kl. 12:52 08-05-12 kl. 13:43	VP1	VP2	
2	Ozon+UV, lav	0,250	08-05-12 kl. 14:45 08-05-12 kl. 16:35	VP3	VP4	VP5 (K)
3	Ozon, høj	0,280	09-05-12 kl. 07:50 09-05-12 kl. 09:54	VP6	VP7	
4	Ozon+UV, høj	0,282	09-05-12 kl. 09:54 09-05-12 kl. 11:44	VP8	VP9	
5	Fentons, høj	0,280	09-05-12 kl. 12:45 09-05-12 kl. 14:25	VP10	VP11	
6	Fentons +UV, høj	0,292	09-05-12 kl. 14:25 09-05-12 kl. 16:15	VP12	VP13	VP14 (K)
7	Fentons, lav	0,253	10-05-12 kl. 08:13 10-05-12 kl. 10:03	VP16	VP17	VP15 (S)
8	Fentons +UV, lav	0,253	10-05-12 kl. 10:33 10-05-12 kl. 11:47	VP18	VP19	
9	Elektrokemi	0,251	10-05-12 kl. 12:45 10-05-12 kl. 14:05	VP20	VP21	
10	Elektrokemi +NaCl	0,253	10-05-12 kl. 14:28 10-05-12 kl. 15:10	VP23	VP24	

Bemærkninger til de udførte test er beskrevet i det følgende:

I test nr. 1. blev der som teknik anvendt ozon. Det viste sig, at iltelektroden til procesmålingerne ikke kunne holde til ozon selv i lave koncentrationer. Iltelektroden viste "overflow" hvilket vil sige, at iltkoncentrationen har ligget over elektroden måleområde og sandsynligvis har ødelagt elektrodens membran. Desuden var det ikke muligt at kalibrere pH-elektroden, sandsynligvis fordi pH-elektroden ved tidligere forsøg (Høfde 42) har været udsat for et aggressivt miljø.

Iltkoncentrationer er efterfølgende ikke målt på denne lokalitet. Der er målt pH med almindeligt felt udstyr, men værdierne er ikke målt kontinuert.

Ved de to elektrokemiske test 9 og 10 blev der som før nævnt etableret en recirkulering over reaktoren. Ved de elektrokemiske test bliver der dannet en del gasser som følge af spaltning af vand. De gasbobler der blev dannet i systemet bevirkede, at cirkulationspumpen havde svært ved at opretholde det indregulerede flow på ca. 2500 L/time på grund af, at gassen samlede sig i cirkulationspumpens pumpehus. Det var derfor nødvendigt løbende under testene at udlufte cirkulationspumpen. Recirkulationsflowet under testene har været mellem 1500-2500 L/min.

Der er desuden udtaget prøver for at se, om der er noget tab af forureningsstoffer igennem systemet (systemprøver (S)), samt prøver efter kulfilteren (K) for at kontrollere at udledningskravene er mødt.

3.3.2 Feltarbejde Kirke Værløsevej 53

Feltarbejdet på Region Hovedstadens afværgeanlæg Kirke Værløsevej 53 blev udført over 3 dage i perioden 12. juni til 14. juni 2012. Feltskemaer kan ses i bilag 2.3



Afværgeanlæg Kirke Værløsevej 53

Under normal drift foretages der afværgepumpning fra 5 afværgeboringer på lokaliteten. Der oppumpes årligt ca. 140.000 m³ fra de 5 afværgeboringer (2011). På denne lokalitet er der udført

test på AFV1, hvorfra der i 2011 er oppumpet ca. 60.000 m³. De 4 boringer som ikke skulle indgå i testene blev stoppet 3 dage før selve testperioden. Boring AFV1 fortsatte med den normale ydelse. På Foto nr. 14 ses afværgeboring AFV1.

Der blev den 11. juni monteret en tilkobling, således der kunne ledes en delstrøm til forsøgssopstillingen. Tilkoblingen er udført umiddelbart efter afværgeanlæggets 2 sandfiltre på en eksisterende prøvetagningshane (se Foto nr. 13).



Foto nr. 13. Tilkobning til afværgeanlæg Kirke Værløsevej 53



Foto nr. 14. Afværgeboring AFV1

Flowet er løbende under testene justeret ud fra den aktuelle visning på flowmåleren.

Region Hovedstandens driftsafdeling havde efter anmodning stoppet de automatiske filterskyl af sandfiltrene.

Vandprøverne på denne lokalitet er udtaget som 3 prøver på henholdsvis indløb og udløb. Det vil sige, at der blev udtaget 3 indløbs- og 3 udløbsprøver for hver test.

Af nedenstående Tabel 5 fremgår hvilke test, der er udført på lokaliteten.

Tabel 5 Udført feltarbejde på Kirke Værløsevej 53.

Test	Teknik	Flow m ³ /t	Forsøgsperiode	Vandprøver Indløb	Vandprøver Udløb	Vandprøver System =S Efter kul = K
1	Peroxid+UV, høj	0,248	12-06-12 kl. 10:20 12-06-12 kl. 12:10	VP1,VP3,VP5	VP2,VP4;VP6	
2	Peroxid+UV, lav	0,246	12-06-12 kl. 12:25 12-06-12 kl. 14:15	VP7,VP9,VP11	VP8,VP10,VP12	VP13(K)
3	Fentons +UV, høj	0,236	13-06-12 kl. 08:30 13-06-12 kl. 10:20	VP14,VP16,VP18	VP15,VP17,VP19	
4	Fentons +UV, lav	0,261	13-06-12 kl. 10:35 13-06-12 kl. 12:25	VP20,VP22;VP24	VP21,VP23,VP25	
5	Fentons, høj + citronsyre+UV	0,254	13-06-12 kl. 12:45 13-06-12 kl. 14:35	VP26,VP28;VP30	VP27,VP29,VP31	VP32(K)
6	Fentons, høj + citronsyre	0,245	14-06-12 kl. 08:15 14-06-12 kl. 10:05	VP35,VP37,VP39	VP36,VP38,VP40	VP33, indløb (S) VP34, udløb (S)
7	Elektrokemi +NaCl	0,261	14-06-12 kl. 10:45 14-06-12 kl. 11:45	VP41,VP43,VP45	VP42,VP44,VP46	
8	Elektrokemi +NaSO ₄	0,268	14-06-12 kl. 12:45 14-06-12 kl. 13:45	VP47,VP49,VP51	VP48,VP50,VP52	VP53(K)

Bemærkninger til de udførte test er beskrevet i det følgende:

I test nr. 3 blev det observeret, at jernforbindelsen i doseringsbeholder var svagt rødbrun, hvilket indikerer, at der er udfældet jern fra opløsningen. Ved test 4 blev der derfor tilsat 10 ml koncentreret H_2SO_4 til en ny stamopløsning af jernsulfaten for dermed at sænke pH, så udfældning kunne undgås. Den nye opløsning blev ligeledes svagt rødbrun.

Ved test nr. 5 blev der tilsat 5 g citronsyre/L til en ny stamopløsning. Stamopløsningen blev målt til pH 2 og pH 5 i den færdige blanding. Opløsning vedblev at være lysegrøn.

Til stamopløsningen til test 6 blev der tilsat 40 ml koncentreret H_2SO_4 . Stamopløsningen blev målt til pH 1 og pH 4 i den færdige blanding.

I forbindelse med test 7 blev der på baggrund af erfaringerne med gasdannelse ved test med elektrokemi på den første lokalitet forsøgt med en konstant udluftning af cirkulationspumpen. Flowet vedblev at være ujævnt, dog var det muligt at holde et flow på mellem 1700-3000 L/time i recirkulering.

Der er desuden udtaget prøver for at se, om der er noget tab af forureningsstoffer igennem systemet (systemprøver), samt prøver efter kulfilteren for at kontrollere at udledningskravene er mødt.

3.3.3 Feltarbejde Søborg Hovedgade 31

Feltarbejdet på Region Hovedstadens afværgeanlæg Søborg Hovedgade 31 blev udført over 3 dage i perioden 26. juni til 28. juni 2012. Feltskemaer kan ses i bilag 2.3



Afværgeanlæg Søborg Hovedgade 31

Under normal drift foretages der afværgepumpning fra et sekundært magasin og fra det primære magasin. Afværgepumpningen fra det primære magasin blev stoppet 4 dage før feltarbejdet skulle startes. Desuden blev boring AFV1 og AFV4 i det sekundære magasin stoppet. (AFV3 er ikke i drift)

Herefter var det planen, at der skulle pumpes vand fra det sekundære magasin fra boring AVF2 og AVF6 til de planlagte test, som er de boringer med højeste forureningsindhold.

Pumperne på Søborg Hovedgade er ikke forsynet med frekvensomformer, og det var derfor nødvendigt at neddrole ydelsen på boringerne på afspærringsventilen på stigrøret fra pumpen. Ydelsen på pumperne blev reguleret ind, så der var et flow på ca. 350 L/time fra de to boringer, således at pumperne kunne køre kontinuert under feltarbejdet. I praksis var det ikke muligt at opretholde et konstant flow. Det blev derfor besluttet at pumpe fra flere boringer, nemlig boring AVF1, AVF2, AVF4 og AVF6. Det medførte, at pumpene forsat kørte start/stop. Der kan derfor ikke regnes med, at indløbskoncentrationerne i det oppumpede vand er tilnærmelsesvis så konstante, som hvis der kunne pumpes kontinuert på en boring.

Det automatiske filterskyl på afværgeanlægget blev i testperioden slået fra. Der blev den 25. juni monteret en tilkobling, således der kunne ledes en delstrøm til forsøgsopstillingen. Tilkoblingen er udført umiddelbart efter afværgeanlæggets 2 sandfiltre på en eksisterende prøvetagningshane (se Foto nr.15).



Foto nr. 15. Tilslutning til afværgeanlæg Søborg Hovedgade 31

Af Tabel 6 fremgår hvilke test der er udført på lokaliteten. Bemærkninger til de udførte test er beskrevet i det følgende:

Den 26. juni kunne det ved ankomst til afværgeanlægget konstateres, at slangen fra tilslutningen til forsøgsopstillingen var hoppet af. Vandet havde ramt en affugter, som var kortsluttet, og dele af anlægget var derfor lukket ned. Affugteren blev demonteret, og anlægget startet op igen.

Den 27. juni blev affugteren tændt igen og så ud til at kunne køre, uden at strømmen gik. Den 28. juni kunne det igen konstateres, at affugteren havde slået strømmen. Det medførte, at strømmen til forsøgsopstillingen også var gået, og at der derfor ikke er opsamlet feltdata på datalogger.

Der er desuden udtaget prøver for at se, om der er noget tab af forureningsstoffer igennem systemet (systemprøver), samt prøver efter kulfilteret for at kontrollere at udledningskravene er overholdt.

Tabel 6 Udført feltarbejde på Søborg Hovedgade 31

Test	Teknik	Flow m ³ /t	Forsøgsperiode	Vandprøver Indløb	Vandprøver Udløb	Vandprøver System =S Efter kul = K
1	Peroxid+UV, høj	0,248	26-06-12 kl. 10:00 26-06-12 kl. 11:50	VP1,VP3,VP5	VP2,VP4,VP6	
2	Peroxid+UV, lav	0,246	26-06-12 kl. 12:00 26-06-12 kl. 13:50	VP7,VP9,VP11	VP8,VP10,VP12	
3	Fentons +UV, høj	0,236	26-06-12 kl. 14:00 26-06-12 kl. 15:50	VP13,VP15,VP17	VP14,VP16,VP18	VP19(K)
4	Fentons +UV, lav	0,262	27-06-12 kl. 08:30 27-06-12 kl. 10:20	VP22,VP24,VP26	VP23,VP25,VP27	VP20,VP21(S)
5	Fentons, høj + UV+ citronsyre	0,254	27-06-12 kl. 10:30 27-06-12 kl. 12:20	VP28,VP230,VP32	VP29,VP31,VP33	
6	Fentons, lav+ citronsyre	0,245	27-06-12 kl. 12:30 27-06-12 kl. 14:20	VP34,VP36,VP38	VP35,VP37,VP39	VP40(K)
7	Elektrokemi	0,261	28-06-12 kl. 09:42 28-06-12 kl. 10:45	VP43,VP45,VP47	VP44,VP46,VP48	VP41,VP42(S)
8	Elektrokemi +NaCl	0,268	28-06-12 kl. 11:15 28-06-12 kl. 12:15	VP49,VP51,VP53	VP50,VP52,VP54	
9	Elektrokemi + NaSO ₄	0,274	28-06-12 kl. 12:45 28-06-12 kl. 13:55	VP55,VP57,VP59	VP56,VP58,VP60	VP61(K)

4. Resultater – Forureningsfjernelse

I dette kapitel er resultater fra de udførte forsøg med hensyn til forureningsfjernelse præsenteret og diskuteret.

4.1 Afværgeanlæg 1: Rødovrevej 239-241

På Rødovrevej 239-241 er der udført tests af 10 forskellige metoder som beskrevet i afsnit 3.1.1. Der er udtaget vandprøver af ind- og udløbsvandet for hver test. Vandprøverne er udtaget som 3 delprøver.

Et skema med alle analyseresultater er vedlagt som bilag 2.1

Tabel 7 viser indløbskoncentrationer for de væsentligste forureningskoncentrationer. Det ses, at forureningsniveauerne har været nogenlunde stabile. Mechlorprop og dichlorprop er de dominerende komponenter i indløbsvandet med koncentrationer på ca. hhv. 420 og 120 µg/l. Desuden ses der et betydeligt niveau af 4-chlor-2-methylphenol og 4-CPP samt spor af nedbrydningsprodukter 2,4- og 2,6-dichlorophenoler. Der er på Rødovrevej udtaget en kontrolprøve for at se, om der er noget tab af forureningsstoffer igennem systemet. Systemprøven (VP15) er taget i udløbet. Koncentration af alle forureningsstoffer ligger indenfor variationen i indløbsvandet, som vist på Tabel 7. Det kan dermed bekræftes, at der ikke er noget væsentligt tab i systemet.

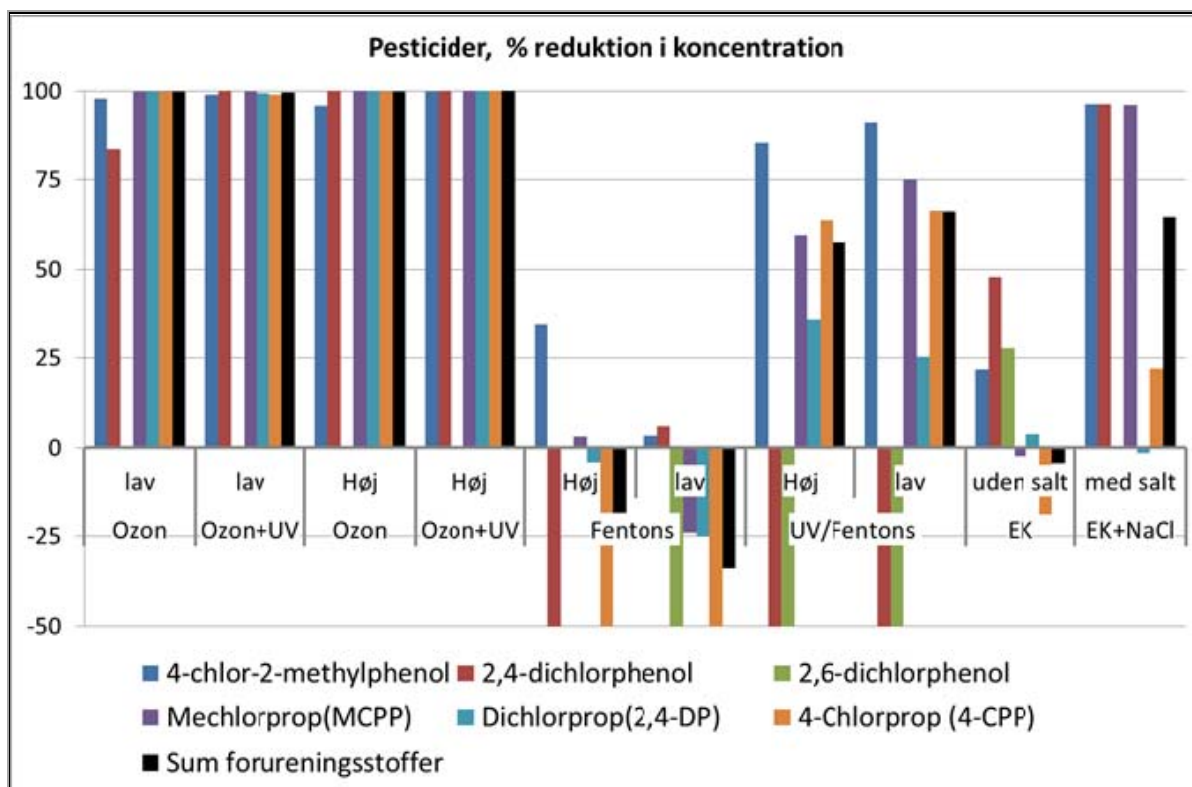
Tabel 7 Indløbskoncentrationer for forsøgene på Rødovrevej 239-241. Koncentrationer er angivet i µg/l

Forureningsstof	Gennemsnitlig indløbskoncentration (baseret på 21 prøver)	Standard afvigelse	Kontrol
4-chlor-2-methylphenol	33,2	3,7	26
2,4-dichlorphenol	0,64	0,21	0,93
2,6-dichlorphenol	0,01	0,00	<0,01
Mechlorprop(MCPP)	422	87	398
Dichlorprop(2,4-DP)	122	25,0	123
4-CPP	175	61	237

Tabel 8 viser koncentrationer af ovenstående stoffer i ind og udløbsvandet for hvert forsøg. Forureningsfjernelsen for de enkelte metoder i form af reduktion i koncentrationen kan ses på Figur 8. Idet der kun er udtaget en vandprøve pr. metode er det ikke muligt at lave yderligere statistisk bearbejdning af data. I indløbet er forureningen domineret af mechlorprop og dichlorprop, mens forurenings sammensætningen i udløbsvandet ofte er anderledes. Der forekommer således højere niveauer af 4-CPP, og chlorphenoler end i indløbet. Dette skyldes formentligt, at disse stoffer dannes som nedbrydningsprodukter fra reaktionerne.

Tabel 8 Koncentration af forureningsstoffer i ind- og udløbsvand på Rødovrevej 239-241

Prøve	Metode	Type	4-chlor-2-methylphenol	2,4-dichlorphenol	2,6-dichlorphenol	Mechlorprop (MCP)	Dichlorprop (2,4-DP)	4-Chlorprop (4-CPP)	Sum forureningsstoffer
VP1	Ozon, lav	I	42	0,6	<0,010	334	89	106	571,6
VP2		U	0,88	0,1	<0,010	0,28	0,064	0,078	1,4
VP3	Ozon, lav+UV	I	33	0,41	<0,010	281	73	76	463,4
VP4		U	0,31	<0,010	<0,010	0,27	0,42	0,74	1,7
VP-6	Ozon, høj	I	34	0,93	<0,010	387	124	148	693,9
VP-7		U	1,4	<0,010	<0,010	0,11	0,043	0,081	1,6
VP-8	Ozon, høj+UV	I	35	1	<0,010	423	134	225	818,0
VP-9		U	0,027	<0,010	<0,010	0,085	0,037	0,079	0,2
VP-10	Fentons, høj	I	35	0,6	0,01	375	124	115	649,6
VP-11		U	23	2,4	0,14	363	129	284	801,5
VP-12	UV+ Fentons, høj	I	33	0,63	<0,010	444	143	287	907,6
VP-13		U	4,9	4	0,43	180	92	104	385,3
Vp16	Fentons, lav	I	30	0,82	<0,010	377	115	195	717,8
Vp17		U	29	0,77	0,054	468	144	320	961,8
Vp18	UV + Fentons, lav	I	31	0,69	<0,010	487	115	169	802,7
Vp19		U	2,7	4,6	0,56	121	86	57	271,9
Vp20	EK	I	32	0,46	0,018	572	162	227	993,5
Vp21		U	25	0,24	0,013	585	156	270	1036,3
Vp22	EK + NaCl	I	27	0,33	<0,010	543	144	200	914,3
Vp23		U	0,96	0,012	<0,010	21	146	156	324,0



Figur 8 Forureningsfjernelse udtrykt som procentvis reduktion i koncentrationer i udløbsvandet for hver metode

Ved ozonering i både lave og høje ozondoser ses der en forureningsfjernelse på >95 % for alle stoffer undtaget 2,4 dichlorphenol i forsøg 1. Selvom udledningskrav på 1 µg/ ikke er overholdt i udløbsvandet/6/, kan videre optimering af metoden sandsynligvis føre til den ønskede reduktion i koncentrationerne. Forureningsfjernelsen blev ikke forbedret ved brug af højere ozondosis, hvorfor det muligvis er reaktionstiden, der er den styrende parameter mht. at forbedre metodens effekt. Ligeledes har forsøgene, hvor ozon er kombineret med UV lys, resulteret i en forureningsfjernelse på >99%. I forsøg 4 (ozon, høj+UV) er udledningskravet overholdt, mens koncentrationerne i de øvrige forsøg med ozon er på niveau med udledningskravet.

Ved behandling med Fentons reagens er der observeret højere koncentrationer i udløbsvandet end indløbsvandet, dog er denne variation indenfor standard afvigelsen i koncentrationerne i indløbsvandet. Dette indikerer, at Fentons reagens i dette forsøg ikke har en effekt overfor phenoxysyrer pesticiderne. Det formodes at være et resultat af manglende aktivering, da det i dette forsøg ikke er anvendt kelator.

Når Fentons kombineres med UV lys opnås der dannelse af flere forskellige reaktive molekyler. Dette giver sig til udtryk ved en koncentrationsreduktion på 85-92 % for 4-chlor-methylphenol, 59-75 % for MCP, 22-35% for dichlorprop og ca. 60 % for 4-CPP. Koncentration af dichlorphenoler stiger i udløbsvandet. Dette vurderes at skyldes reaktionsprodukter fra oxidationen af de øvrige stoffer. Generelt er forureningsfjernelsen ved processen for lav til at kunne opnå en effektiv behandling af vandet. Det formodes, at årsagen til den lave effektivitet kan være udfældning af jern, og dermed manglende aktivering af brintperoxiden. Dette understøttes af, at der ved de almene Fentons forsøg ikke er observeret noget forureningsfjernelse, mens brug af UV har exciteret brintperoxid og/eller Fe³⁺ og ført til dannelse af hydroxyl radikaler.

I forsøg med elektrokemi uden salttilsætning er der ligeledes ikke set en reduktion i koncentrationen af forureningsstoffer, mens salttilsætning har øget processens effektivitet til >95% for 4-chlor-2methylphenol, 2,4 dichlorphenol og MCP, mens der kun ses en begrænset reduktion i koncentration af 4-CPP og ingen reduktion i koncentrationen af dichlorprop og 2,6 dichlorphenol.

4.1.1 Vurdering af økotoxicitet

Avancerede oxidationsprocesser til rensning af pesticidforurenet vand kan i noget tilfælde føre til dannelse af nedbrydningsprodukter, der er mere toksiske end moderprodukterne /12/. For at undersøge om dette kan være tilfældet i forsøgene på Rødovrevej er ind- og udløbsvandet for nogle af de meste effektive metoder testet overfor forsøgsdyret *Daphnia magna*, som anvendes til vurdering af økotoxikologiske effekter i vandmiljøet jf. (ISO-6231). I dette projekt er undersøgelsen udført ved at tilsætte 5 dyr i hver flaske og observere aktiviteten i løbet af 24 timer, der blev udført observationer efter (2,4, 8, og 24 timer). Det er således ikke tale om en standardiseret økotoxikologisk vurdering af vandprøverne, men resultaterne kan give en indikation af, hvorvidt der dannes stærkt toksiske produkter, som der ikke er analyseret for ved metoderne. Resultaterne af den økotoxikologisk analyse, sammenstillet med forureningsindhold i de enkelte prøver ses i Tabel 9.

Tabel 9 Overlevelse af forsøgsdyr *Daphnia magna* i vandprøver efter 24 timer sammen med indhold af målte kemiske stoffer i µg/l. Antal dyr ved forsøgets start var 5.

Prøve	Metode	Type	Antal overlevende dyr efter 24 timer	4-chlor-2-methylphenol	2,4-dichlorphenol	Mechlorprop (MCP)	Dichlorprop (2,4-DP)	4-Chlorprop (4-CPP)	Sum forureningsstoffer
VP2	Ozon, lav	U	5 (100%)	0,88	0,1	0,28	0,064	0,078	1,4
VP3	Ozon+UV, lav	I	5 (100%)	33	0,41	281	73	76	463,4
VP4	Ozon+UV, lav	U	5 (100%)	0,31	<0,010	0,27	0,42	0,74	1,7
VP-9	Ozon+UV, høj	U	5 (100%)	0,027	<0,010	0,085	0,037	0,079	0,2
VP-23	EK+NaCl	U	0 (0%)	0,96	0,012	21	146	156	324,0

Af Tabel 9 fremgår, at i indløbsprøven VP3, samt i prøver behandlet med ozon, har alle forsøgsdyrene overlevet og forblevet aktive efter 24 timer. Til gengæld var alle forsøgsdyr døde i vandprøve 23 fra den elektrokemiske behandling til trods for, at forureningsniveauerne var lavere end i prøve VP3. Forklaringen kan ligge enten i, at der ved processen dannes et eller flere uidentificerede nedbrydningsprodukter, hvilket også støttes af, at prøven havde en dårlig lugt, som ofte observeres ved phenoler. Forklaringen kan også være de højere salinitet (0,25%) pga. NaCl-tilsætning. LC50 værdien for *Daphnia magna* er 3 g/l eller 0,3%.

4.2 Afværgeanlæg 2: Kirke Værløsevej

På Kirke Værløsevej 53 er der udført tests af 8 forskellige metoder som beskrevet i afsnit 3.3.2. Der er udtaget 3 vandprøver af ind- og udløbsvandet for hver test. Et skema med alle analyseresultater er vedlagt som bilag 2.1.

Tabel 10 viser indløbskoncentrationer for de væsentligste forureningskomponenter.

Tabel 10 Koncentration af forureningsstoffer i indløbsprøver og systemprøver på Kirke Værløsevej 53

Forureningsstof	Gennemsnitlig indløbskoncentration (baseret på 24 prøver)	Standard afvigelse	Kontrol Indløb (VP33)	Kontrol Udløb (VP34)
PCE	214	68	210	120
TCE	18,4	9,3	17	11
c-1,2DCE	25,3	3,7	36	22

Koncentrationsniveauerne i indløbsvandet på Kirke Værløsevej har ikke været stabile igennem forsøgsperioden. Der ses især en stor variation i koncentrationen af PCE og TCE igennem forsøgsperioden. I det der er taget tre vandprøver fra indløb og udløb for hver metode, er den efterfølgende databehandling udført på baggrund af indløbskoncentrationer for de enkelte forsøg, som har generelt vist mindre variation, se Tabel 10. Desuden er der udtaget prøver til at kontrollere om der er sket et tab igennem systemet. Det drejer sig om vandprøverne VP33 og VP34. Der ses et tab af flygtige stoffer igennem systemet der udgør 35% til 42% procent.

På Figur 9 ses den procentvise reduktion i koncentrationen af de vigtigste forureningsstoffer for de enkelte metoder. Effekten skal sammenlignes med den fjernelse, der sker på grund af tab i systemet, som vist på figuren. På Figur 10 er resultaterne korrigeret for tab gennem systemet. Det ses, at 3 metoder (elektrokemi, og almindelig Fentons med citronsyre) ikke opnår en forureningsfjernelse udover systemtab.

Tests med peroxid og UV lys førte til en reduktion af forureningsniveauer med 50% for cis DCE og op til 90% for PCE. Der ses, at der ved brug af høje koncentrationer er der kun en mindre forbedret

effekt. Ligeledes ses der en relativ god effekt (>80%) med fotofentons reaktioner, til trods for at den tilsatte jernopløsning var oxideret allerede ved forsøgets start. Det vurderes, at UV lyset har aktiveret peroxiden og jern ioner og ført til en mere effektiv oxidation.

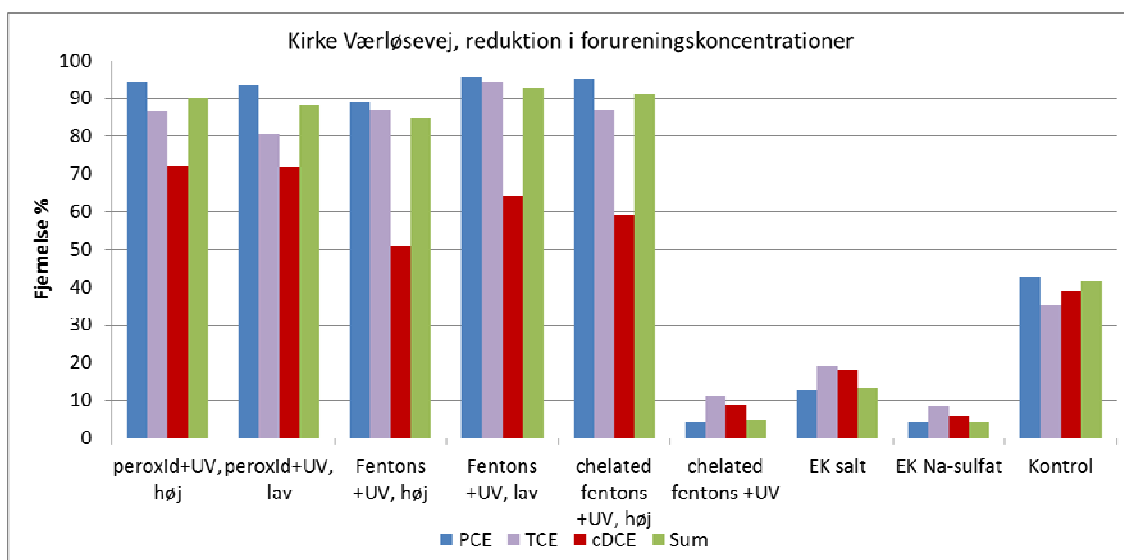
De bedste resultater ses med kombinationen af Fentons, citronsyre og UV lys, der opnår en reduktion på >90% for PCE og TCE. Derimod har Fentons+citronsyre uden UV lys ikke reduceret koncentrationerne betragteligt.

Ved den elektrokemiske metode er der heller ikke opnået en effektiv behandling af indløbsvandet, med reduktioner af forureningskoncentrationer, der ikke kan forklares ved systemtabet.

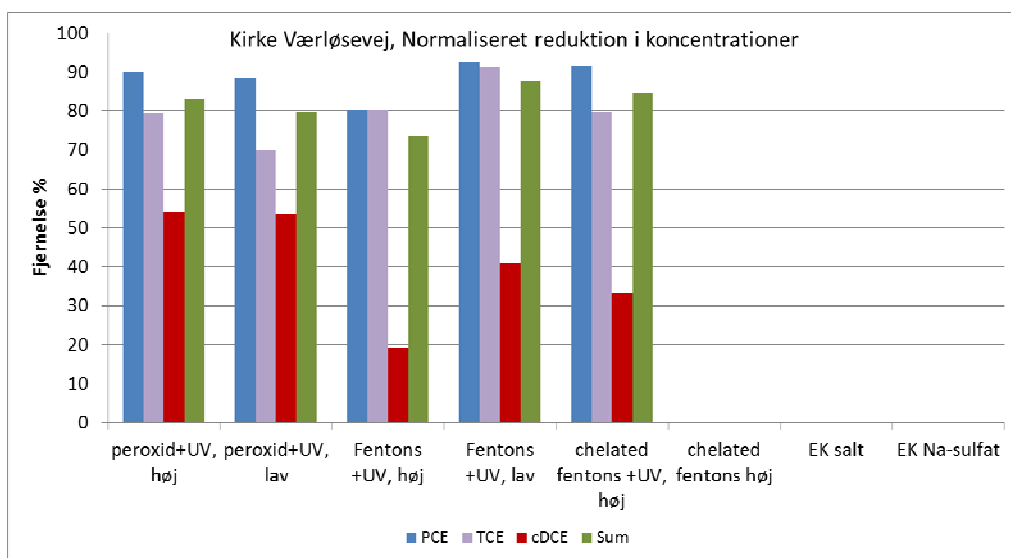
Der er ikke ved metoderne dannet nedbrydningsprodukter såsom vinylchlorid over Miljøstyrelsens kvalitetskriterium, se bilag 2. På Kirke Værløsevej træffes der også indhold af 1,1-DCA på ca. 1 µg/l i indløbsvandet, hvilket er under udledningskrav. Ved de gennemførte forsøg er der opnået forureningsreduktioner på 5-55%.

Tabel 11 Koncentration af forureningsstoffer i ind- og udløbsvand på Kirke Værløsevej

Prøve	Metode	Type	PCE		TCE		cDCE		Sum	
			Gns C	stdafv	Gns C	stdafv	Gns C	stdafv	Gns C	stdafv
VP1,VP3,VP5	peroxid+UV, høj	I	200,00	10,00	12,33	0,58	28,00	1,00	242,44	9,47
VP2,VP4;VP6		U	11,33	0,58	1,63	0,55	7,83	1,93	24,07	3,57
VP7,VP9,VP11	peroxid+UV, lav	I	170,00	36,06	10,17	1,63	29,33	5,51	210,20	43,24
VP8,VP10,VP12		U	11,00	0,00	2,00	0,20	8,30	0,00	24,73	0,26
VP14,VP16,VP18	Fentons +UV, høj	I	246,67	110,15	27,00	9,64	24,33	1,15	299,39	118,58
VP15,VP17,VP19		U	27,67	0,58	3,47	0,06	12,00	0,00	45,73	0,61
VP20,VP22;VP24	Fentons +UV, lav	I	306,67	11,55	31,33	0,58	24,33	1,53	363,59	10,87
VP21,VP23,VP25		U	13,00	0,00	1,77	0,21	8,73	0,50	26,46	0,90
VP26,VP28;VP30	Fentons, høj + citronsyre +UV	I	300,00	10,00	29,67	1,15	24,33	0,58	355,28	11,01
V27,VP29,VP31		U	14,33	0,58	3,90	0,30	9,93	0,12	31,79	1,04
VP35,VP37,VP39	Fentons høj + citronsyre	I	166,67	5,77	12,00	0,00	23,00	1,00	202,60	4,88
VP36,VP38,VP40		U	160,00	0,00	10,67	1,15	21,00	1,73	192,81	3,37
VP41,VP43,VP45	EK NaCl	I	160,00	10,00	11,33	0,58	22,33	0,58	194,50	10,08
VP42,VP44,VP46		U	140,00	10,00	9,17	0,38	18,33	0,58	168,62	10,17
VP47,VP49,VP51	EK Na-sulfat	I	163,33	5,77	12,00	0,00	23,00	1,00	199,27	6,64
VP48,VP50,VP52		U	156,67	5,77	11,00	0,00	21,67	1,15	190,30	6,53
VP33	Kontrol	I	210,00	im	17,00	im	36	im	264,00	im
VP34		U	120,00	im	11,00	im	22,00	im	154,00	im



Figur 9 Forureningsfjernelse udtrykt som reduktion i koncentrationer i udløbsvandet for hver metode på Kirke Værløsevej



Figur 10 Forureningsfjernelse udtrykt som reduktion i koncentrationer i udløbsvandet for hver metode på Kirke Værløsevej, normaliseret for tab igennem systemet.

Det ses at der generelt er en bedre forureningsfjernelse for PCE, TCE og mindre for cis-DCE. Fra et teoretisk udgangspunkt kan hydroxylradikalen reagere med samtlige chlorethener, PCE, TCE, cis-DCE og VC og jf. /16/ stiger ratekonstanten med antal af chloratomer, fra $k=2,9 \times 10^9 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ for PCE til $k=1,2 \times 10^{10} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ for VC, i forsøg hvor stofferne er undersøgt individuelt.

En mulig forklaring er at reaktionen inhiberes af chloratomer der frigives ved oxidation af PCE og TCE. Da indholdet af PCE er 10 gange højere end indholdet af cis DCE på Kr. Værløsevej, vil antal af frigivede chloratomer være betydelig.



Da det især er cis-DCE og VC og 1,1-DCA der anses som problematiske i forhold til rensning med aktiv kul, bør der arbejdes videre med optimering af AOP processerne ift. disse. En mulig metode vil være at anvende AOP processer som efterbehandling til kul, eller at anvende et to trins behandling hvor tilsætning af oxidationsmidler foregår i to pulser, efter at hovedparten af PCE og TCE er fjernet ved den første puls, således af oxidationsmidlerne vil reagere med nedbrydningsprodukterne. . Idet

oxidationsreaktioner mellem forureningsstofferne og oxidationsmidler er styret af kompetence-kinetik kan det forventes af et lavere indhold af PCE og TCE, vil betyde en mere komplet oxidation af de øvrige stoffer.

4.3 Afværgeanlæg 3: Søborg Hovedgade

På Søborg Hovedgade 31 er der udført tests af 9 forskellige metoder som beskrevet i afsnit 3.5. Der er udtaget 3 vandprøver af ind- og udløbsvandet for hver test. Et skema med alle analyseresultater er vedlagt som bilag 2.1. Som det ses af bilag 2.1 og af nedenstående

Tabel 12 har koncentrationerne i indløbsvandet på Søborg Hovedgade varieret i flere størrelsesordner. Der har oprindeligt været mistanke om, at prøver fra indløbs/udløbsvandet har været byttet om. Selvom laboratoriet har dobbelttjekket analyserne, har det ikke været muligt at redegøre for, hvad der er sket. Der er derfor valgt ikke at tolke yderligere på forsøgene fra denne lokalitet. I bilag 2.2 er ind- og udløbskoncentrationer for hver metode plottet. Den store variation i indløbskoncentrationer kan muligvis forklares med, at der er pumpet fra flere borer, nemlig boring AFV1, AFV2, AFV4 og AFV6, hvor pumpene dog kører med automatisk start og stop.

Tabel 12 Koncentrationen i indløbsvandet på Søborg Hovedgade 31

Forureningsstof	Gennemsnitlig indløbskoncentration (baseret på 24 prøver)	Standard afvigelse	Kontrol 1		Kontrol 2	
			indløb	udløb	indløb	udløb
PCE	3,76	3,03	8,40	10,00	6,30	2,90
TCE	3,97	3,64	11,00	4,20	5,60	2,80
cis-1,2-DCE	107,13	79,66	160,00	240,00	210,00	140,00
trans-1,2-DCE	5,51	4,36	9,70	7,10	12,00	4,60
1,1-DCE	0,23	0,19	0,41	0,47	0,23	0,08
Vinylchlorid	79,80	67,57	180,00	180,00	141,59	63,00
1,2-dichlorethan	12,61	20,67	3,20	51,00	2,30	1,80
1,1-dichlorethan	2,37	2,07	4,80	4,90	3,20	1,40
Trichlorethen	0,96	2,16	0,40	0,58	<0,020	<0,020
1,2-dichlorethan	12,61	20,67	3,20	51,00	2,30	1,80
Benzen	160,59	336,31	3,30	990,00	0,43	15,00
Toluen	98,27	215,14	2,80	270,00	<0,020	<0,020
Ethylbenzen	19,46	33,61	0,12	6,40	<0,020	<0,020
Xylenere	109,61	164,80	160,00	240,00	35,00	52,00
Naphtalen	0,98	1,78	0,98	2,10	<0,020	0,17

4.4 Forureningsfjernelse opsummering

Der er udført tests af 5 forskellige avancerede oxidations processer med høj og lav dosis, og med eller uden tilsætning af hjælpemidler. I de udførte forsøg er der ikke foretaget en egentlig optimering af doseringen, da dette vil kræve en større forsøgsmatrix, hvor der testes 4-5 doser og forhold mellem oxidationsmidler og aktiveringsmidler, hvilket var udenfor projektets ramme. Der er derfor mulighed for en væsentlig optimering af metoderne i forhold til dosering af kemikalier, UV-dosis, og opholdstid i systemet. Resultaterne skal derfor ses som en indledende screening af, hvilke metoder der er potentielt egnede til videreudvikling med hensyn til rensning for de forskellige forureningstyper, som vist på nedenstående tabel. Metoderne i Tabel 13 er opdelt i tre grupper afhængigt af, om de kunne opnå en forureningsfjernelse på >80 % (☺), 50-80 % (☹) og under 50% (☹).

Tabel 13 Oversigt over metodernes potentiale ift. forureningsfjernelse

Metoder\Lokalitet	Rødovrevej 239-241 (Pesticider)		Kirke Værløsevej 53 (Chlorerede opløsningsmidler)	
	Effekt	Kommentar	Effekt	Kommentar
Ozon + UV	☺		Ikke udført pga. stripningsrisiko	
Ozon	☺			
H ₂ O ₂ +UV	ikke testet		☺	
Fotofentons H ₂ O ₂ + Fe ₂ +UV	☹		☺	Forbedret med tilsætning af citronsyre + citronsyre
Fentons	☹	formentlig pga. Fe ³⁺ udfældning,	☹	
Elektrokemi	☹	Uden salt + NaCl salt	☹	+ NaCl salt
Aktivt kul	☹	Kræver hyppige kulsift	☹	Kræver hyppige kulsift

Til rensning af pesticid forurenet vand er der testet 5 metoder (ozon, ozon +UV, Fentons, UV + Fenton's, og elektrokemi) i 2 forskellige doseringsniveauer (højt/lavt), svarende til i alt 10 forsøg. Som det fremgår af ovenstående tabel, samt Tabel 8, kan der ved ozon og ozon +UV opnås en renseeffekt over 95%. Ydermere er der med Fotofentons, og elektrokemi med tilsætning af salt, opnået en forureningsfjernelse >50%. AOP metoderne har, med undtagelse af en metode (ozon høj dosis +UV, se Tabel 8), ikke kunne opnå en reduktion af forureningsniveauerne til overholdelse af udledningskrav (se afsnit 4.1). Ved de øvrige ozon processer er der opnået reduktion af forureningsniveauet til niveau med udledningskrav. Rensning på aktiv kul imødekommer udledningskravene i en periode, men med risiko for overskridelser, da der hurtigt kommer gennembrud på kullene. Skal udledningskravene overholdes kræves meget hyppige kulsift, hvilket vil resultere i et stort kulforbrug og dermed store driftsudgifter.

I forhold til rensning af chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf er der testet 4 metoder (peroxid +UV, Fentons, Fotofentons, elektrokemi) i 2 forskellige doseringsniveauer (høj/lavt), og med eller uden tilsætning af kelator (citronsyre) eller salt. Metoderne med peroxid + UV og Fotofentons har opnået en forureningsfjernelse på >80 %. Metoderne i de udførte forsøg har ikke opnået en reduktion af forureningsniveauerne til overholdelse af udledningskrav (se afsnit 4.2). Rensning på aktiv kul imødekommer udledningskravene i en periode, men med risiko for overskridelser især for nedbrydningsproduktet 1,1 DCE. Skal udledningskravene overholdes kræves meget hyppige kulsift, hvilket vil resultere i et stort kulforbrug.

Selvom AOP processerne generelt ikke har opnået en forureningsfjernelse under udledningskrav ved de udførte forsøg, vurderes dette for flere af metoderne at kunne opnås ved optimering af dosering og opholdstid. Mht. renseeffekt vurderes flere af AOP metoderne således at kunne anvendes i forhold til rensning for både pesticider og chlorerede opløsningsmidler og at kunne konkurrere med den eksisterende kulrensning.

5. Miljøvurdering og økonomi

I dette kapitel er der foretaget en indledende vurdering af de miljømæssige og økonomiske omkostninger ved de forskellige AOP metoder, idet metoderne sammenlignes med den eksisterende rensning på aktivt kul med det formål, at belyse om et skift til en anden behandlingsmetode kan føre til en mere bæredygtig vandbehandling.

Vurderingen er kun foretaget for de metoder, hvor der vurderes at kunne opnå en tilstrækkelig renseseffekt på de to lokaliteter Rødovrevej 239-241 og Kirke Værløsevej 53 og som derfor kan konkurrere med den eksisterende vandbehandling på aktivt kul. Der er i det følgende foretaget en indledende vurdering af omkostninger og ressourceforbrug i form af forbrug af el, kemikalier og kul samt brændstof til transport i forbindelse med tilsyn på anlæggene. Desuden er der foretaget en beregning af CO₂ belastningen for driften af anlægget ved de forskellige metoder.

Der er ikke foretaget nogen vurderinger af de forskellige testede metoder på Søborg Hovedgade 31, da resultaterne fra testene på denne lokalitet ikke giver belæg for at kunne foretage nogle brugbare vurderinger af ressourceforbrug og miljøbelastninger for de testede metoder, som det fremgår af afsnit 4.3.

I nedenstående tabel ses hvilke metoder, der er omfattet af vurderingen.

Tabel 14 Metoder der vurderes på Rødovrevej 239-241 og Kirke Værløsevej 53. Testnumre refererer til numre angivet i afsnit 3.3.1 og 3.3.2. Test nul svarer til den nuværende rensning med aktivt kul.

Lokalitet	Test	Metode
Rødovrevej 239-241	0	Nuværende med rensning på kul
	1	Ozon, lav
	2	Ozon+UV, lav
	8	Fentons +UV, lav
	10	Elektrokemi +NaCl
Kirke Værløsevej 53	0	Nuværende med rensning på kul
	2	Peroxid+UV, lav
	4	Fentons+ UV, lav
	5	Fentons, høj + citronsyre +UV

5.1 Metode og datagrundlag

Beregningerne og vurderingerne af de enkelte metoder er foretaget ved hjælp af et styrings og prioriteringsværktøj, der er udarbejdet af Region Sjælland i 2012. Værktøjet anvendes til at vurdere driften af forskellige afværgeanlæg og metoder. For beregningerne af miljøbelastningen er som udgangspunkt anvendt samme basisdata, som der er anvendt i Region Hovedstadens LCA-værktøj "RemS" /9/. Værktøjet er udarbejdet i Excel.

Styrings og prioriteringsværktøjet består af tre hovedenheder:

- Basisdataark med enhedspriser og CO₂ belastning for kemikalier, brændstof, kul, el mv.
- Dataark med driftsdata fra hvert anlæg og rensemetode/test.
- Visualiseringsark med optegning af grafer for udvalgte driftsdata og beregnede parametre herunder CO₂ belastning.

Data fra hvert af de enkelte udførte tests på de to lokaliteter er indtastet i et regneark og er vedlagt i bilag 3.

På begge anlæg benyttes der i dag aktiv kul som rensningsmetode for det oppumpede vand. I nedenstående

Tabel 15 er angivet driftsdata fra 2011, som udgør grundlaget for beregningerne af forbrug og miljøbelastning på de to lokaliteter, og som med undtagelse af kulforbrug er uafhængig af metodevalg på de to anlæg.

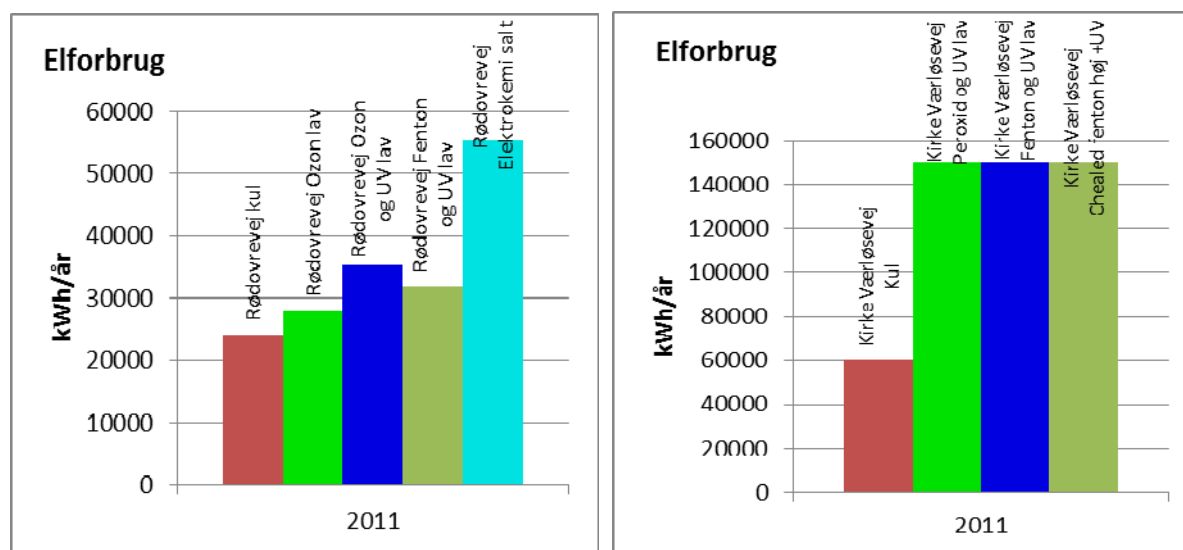
Tabel 15 Data for den samlede drift i 2011 for anlæggene Rødovrevej 239-241 og Kirke Værløsevej 53.

Parameter	Rødovrevej 239-241	Kirke Værløsevej 53
Oppumpet vandmængde [m ³ /år]	12.500	150.000
Elforbrug [kWh]	24.000	60.000
Kulforbrug [kg]	250	2.500
Antal tilsyn	20	50
Km pr. tilsyn	72	48
Tid pr tilsyn [timer]	3	3
Forventet resterende driftstid [år]	15	15

5.2 Vurdering af miljøbelastning (Elforbrug og udledning af CO₂)

På Figur 11 er el forbruget for de forskellige metoder på de to anlæg vist, idet der er taget udgangspunkt i elforbruget på de to anlæg for 2011, hvor årsforbruget på Rødovrevej 239-241 og Kirke Værløsevej 53 var hhv. 24.000 og 60.000 kWh (forbrug med kulrensning). Dette elforbrug dækker forbruget til pumper, instrumentering og SRO styring for anlægget og er i figuren lagt ind som et grundforbrug. Af yderligere el-forbrugende komponenter til de forskellige metoder er indregnet forbrug til følgende enheder: ozongenerator, UV lampe(r), doseringspumper og elektrokemisk reaktor. Forbruget er beregnet på baggrund af forbruget i forsøgene, idet der med baggrund i de behandlede vandmængder på de to anlæg for 2011 er skaleret op til et årligt forbrug.

Følgende værdier er anvendt i beregningerne af elforbruget: ozongenerator – 0,4 kWh (Elforbrug til type af ozongenerator, der kan anvendes på Rødovrevej), UV lampe – 0,6 kWh/m³ (svarer til det elforbrug der blev anvendt i forsøgene), doseringspumpe – 0,04 kWh og elektrokemisk reaktor - 2,5 kWh/m³ (svarer til det elforbrug der blev anvendt i forsøgene). De eksakte værdier for de beregnede el forbrug fremgår af bilag 3.

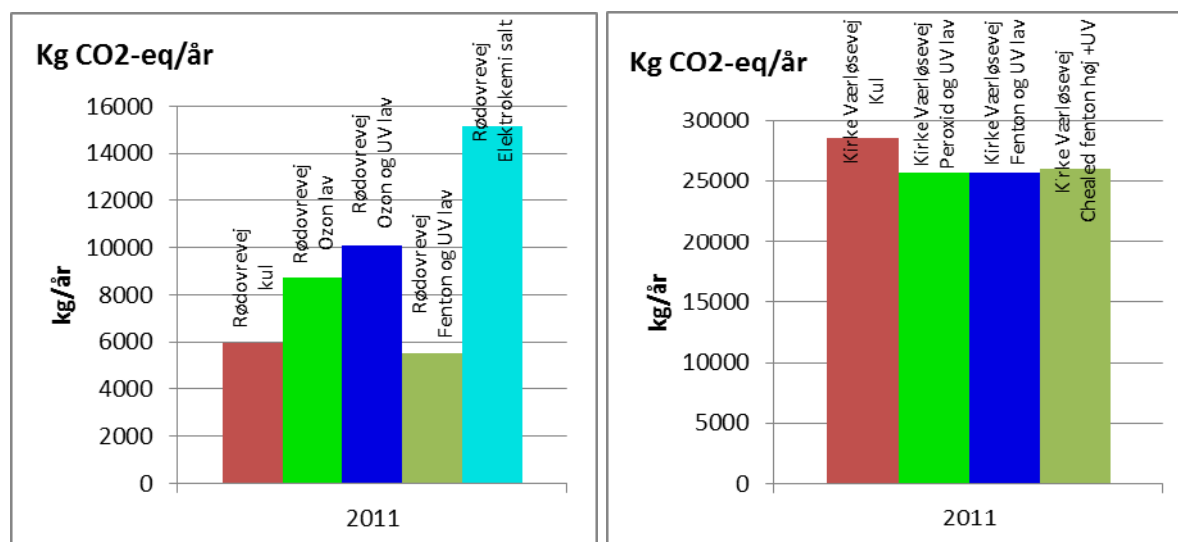


Figur 11 Beregnet årligt elforbrug ved de forskellige testede metoder på de to lokaliteter

Som det fremgår af Figur 11, vil der på Rødovrevej være en lille stigning i elforbruget, såfremt der skal skiftes til ozonbehandling, grundet elforbrug til ozongeneratoren. Stigningen er noget større, hvis der skal foretages en UV behandling af det oppumpede vand, da der er en større el forbrug til UV lampen. Skal der foretages en elektrokemisk behandling af det oppumpede vand, stiger elforbruget til over det dobbelte i forhold til traditionel vandbehandling med kul.

På Kirke Værløsevej er der beregnet en markant stigning i elforbruget, hvis det vælges at foretage en UV behandling af det oppumpede vand i kombination med tilsætning af kemikalier. Stigningen i elforbruget skyldes helt overvejende det store elforbrug, der skal anvendes i forbindelse med UV behandlingen, idet der er regnet et forbrug på 0,6 kWh/m³. Årsagen til at der beregnes en væsentlig større stigning i elforbruget ved UV behandling af vandet på Kirke Værløsevej sammenlignet med Rødovrevej er, at der skal behandles en meget større mængde vand på Kirke Værløsevej, idet der årligt behandles 12.500 m³ vand i anlægget på Rødovrevej mod 150.000 m³ vand på Kirke Værløsevej.

På Figur 12 er vist den samlede CO₂ belastning som følge af kørsel, elforbrug og forbrug af kul og kemikalier ved de forskellige metoder på de to anlæg. De eksakte værdier for de beregnede CO₂ belastninger for de enkelte metoder samt baggrundsdata for beregningerne fremgår af bilag 3, hvor der også kan ses det beregnede årlige forbrug til kørsel, el, kul og kemikalier for de enkelte tests.



Figur 12 Beregnet årligt CO₂ belastning [kg CO₂-eq/år] for de forskellige metoder. Er udregnet som belastning som følge af kørsel, elforbrug og forbrug af kul og kemikalier med forbruget i 2011 som udgangspunkt.

Som det fremgår af Figur 12 er den laveste CO₂ belastning på Rødovrevej ved behandling med Fenton og UV, lav, mens der er beregnet en lidt større belastning ved anvendelse af kul til vandbehandlingen. CO₂ belastningen stiger noget ved anvendelse af ozon, mens CO₂ belastningen er størst ved den elektrokemiske behandling af vandet, hvilket skyldes det meget store el- og saltforbrug ved denne behandlingsmetode.

På Kirke Værløsevej er den højeste CO₂ belastning beregnet for vandbehandling med kul grundet det store kulforbrug. Metoderne med behandling med UV er næsten i samme størrelsesorden grundet det store elforbrug, som bidrager til størstedelen af CO₂ belastningen ved disse metoder.

5.3 Vurdering af økonomiske omkostninger

I nedenstående Tabel 16 er der foretaget en økonomisk vurdering af de forskellige metoder, idet omkostningerne er angivet i forhold til forbruget af el, kul og kemikalier. Beregningerne er foretaget med udgangspunkt i det elforbrug og kemikalieforbrug, der har været i de aktuelle udførte tests, idet forbruget er skaleret op i forhold til den vandmængde der årligt behandles på de to anlæg. Kulforbruget er taget fra det aktuelle kulforbrug på anlæggene i 2011. Det skal hertil nævnes, at der ikke er foretaget en optimering af metoderne i de udførte tests, hvorfor forbruget af el og kemikalier med stor sandsynlighed vil kunne reduceres ved en optimering af de enkelte metoder. Skal udledningskravene overholdes vil det endvidere kræve en optimering af kulrensningen (større filtre med længere opholdstid, færre kulskift etc.), eller alternativt at der foretages hyppigere kulskift af de nuværende kulfiltre, hvilket vil medføre et større kulforbrug.

Tabel 16 Årlige beregnede omkostninger til el, kul og kemikalier ved de forskellige metoder på Rødovrevej 239-241 og Kirke Værløsevej 53. Beløb er angivet i Danske kroner.

Lokalitet	Metode	El i kr.	Kul i kr.	Kemikalier i kr.	Total i kr.
Rødovrevej 239-241	Nuværende med rensning på kul	38.000	8.000	0	46.000
	Ozon, lav	45.000	0	122.000*	167.000*
	Ozon+UV, lav	57.000	0	125.000*	182.000*
	Fentons +UV, lav	51.000	0	2.000	53.000
	Elektrokemi +NaCl	88.000	0	47.000	135.000
Kirke Værløsevej 53	Nuværende med rensning på kul	96.000	80.000	0	176.000
	Peroxid+UV, lav	241.000	0	6.000	247.000
	Fentons+ UV, lav	241.000	0	7.000	248.000
	Fentons, høj + citronsyre +UV	241.000	0	8.000	249.000

* Det i forbindelse med et efterfølgende projekt set at prisen for kemikalier ved ozon processer kan reduceres med en faktor 5

Som det fremgår af Tabel 16 er den nuværende rensning på kul samt rensning med Fenton og UV de to billigste metoder i forhold til vandbehandlingen på Rødovrevej. De øvrige 3 testede metoder er alle omkring 3 gange så dyre i drift i forhold til disse to metoder. For ozonbehandlingen kan omkostningerne primært relateres til det store forbrug af ilt, mens det for elektrokemi kan relateres til et stort forbrug af både el og kemikalier i form af salt.

På Kirke Værløsevej er den billigste vandbehandling pt. at anvende aktiv kul. Metoder med anvendelse af UV er over dobbelt så dyre grundet det store elforbrug til UV behandlingen. Hvis strømforbruget til UV produktion kunne nedsættes vil disse metoder kunne fungere som alternativ til kulfiltrering, eller som efterbehandling.

Omkostningerne til ombygning af anlæg til anvendelse af de testede metoder anslås at kunne foretages for i størrelsesordenen kr. 150.000 til 400.000 afhængig af i hvilken grad, der skal etableres nye enheder i form af UV lamper, ozongenerator, elektrokemisk reaktor, blandingskar, doseringspumper mv., i forbindelse med de enkelte metoder. Omkostningerne dækker udelukkende udgifter til materiel og den fysiske ombygning af anlægget, og dækker således ikke eventuelle omkostninger til rådgivning. Metoder indeholdende ozon og elektrokemi vurderes som de dyreste metoder i forhold til en ombygning af vandbehandlingsanlæg.

6. Opsumming, konklusion og anbefalinger

I nærværende projekt er der udført en række forsøg med avancerede oxidationsprocesser på 3 eksisterende afværgeanlæg med det formål at teste og vurdere forskellige AOP rensemetoder mhp. at kunne opnå en mere effektiv, billig og mere miljørigtig vandbehandling på afværgeanlæggene.

Metoderne er testet på afværgeanlæg, hvor rensning med aktivt kul ikke er vurderet at være optimal, fordi kullene skal skiftes for ofte for at overholde udledningskravene for hhv. phenoxysyrer-pesticider og nedbrydningsprodukterne til de chlorerede opløsningsmidler.

6.1 Opsumming af resultater

6.1.1 Pesticider

Til rensning af pesticid forurenat vand er der testet 5 metoder (ozon, ozon +UV, Fentons, UV+Fentons, og elektrokemi) i 2 forskellige doseringsniveauer (højt/lavt), svarende til i alt 10 forsøg. I nedenstående Tabel 17 er vist de metoder og doseringer, hvor der kunne opnås en forureningsfjernelse på over 50 %, og som dermed alle vurderes at være potentielt brugbare metoder.

Tabel 17 Sammenstilling af metoder for rensning af pesticider ift. økonomi, effekt, og miljøbelastning. Metoderne er scoret med 1-5, hvor 5 er bedst og 1 er dårligst. Mht. renseeffekt er der tildelt 5 points til metoder der opnå en fjernelse over 80% og 3 points til metoder der opnå en forureningsfjernelse på 50-80%.

Teknik	Økonomi	Elforbrug	CO2 belastning	Renseeffekt	Samlet Score
Rensning på aktiv kul	5	5	4	5	19/20
Fentons +UV, lav (Fotofentons)	4	3	5	3	15/20
Ozon, lav	2	4	3	5	14/20
Elektrokemi +NaCl	3	1	1	3	8/20
Ozon+UV, lav	1	2	2	5	10/20

Som det fremgår af Tabel 17 kan den bedste renseeffekt opnås med kul, ozon og ozon + UV. AOP metoderne med ozon har i de udførte forsøg opnået en reduktion af forureningsniveauerne til niveauet for udledningskrav (se afsnit 4.1). Dernæst ses Fotofentons oxidation at være lovende pga. de lave omkostninger, men denne metode kræver en markant forbedring i renseeffekten for at kunne konkurrere med den nuværende vandbehandlingsmetode med aktiv kul.

Hvad de økonomiske og miljømæssige belastninger angår, er den nuværende rensning med aktiv kul - selv med de forholdsvis hyppige kulskift, som er nødvendige for at overholde udledningskravene - samlet set en bedre metode til behandling af vandet end de testede AOP metoder. Selvom ozonprocesser har haft en rigtig god forureningsfjernelseseffekt, scorer de lavt på økonomi og miljøbelastning. Dette skyldes blandt andet at ozonproduktion i de udførte forsøg er sket ved anvendelse af ilt-flasker. Billigere metoder til ozonproduktion med etablering af en iltgenerator vil kunne reducere omkostningerne betragteligt (ca. en faktor 5) samt gøre metoden mere bæredygtig.

6.1.2 Chlorerede opløsningsmidler

I forhold til rensning af chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter er der testet 4 metoder (peroxid +UV, Fentons, Fotofentons og elektrokemi) i 2 forskellige doseringsniveauer (høj/lavt), samt evt. med tilsætning af kelator (citronsyre) eller salt. I Tabel 18 er de metoder, der har opnået den bedste forureningsfjernelse på over 80% sammenlignet med den nuværende rensning på aktiv kul. I tabellen er der tildelt det samme score for renseeffekt på alle 4 metoder, da det vurderes, at de alle kan opnå udledningskrav med små justeringer/optimering af metoderne.

Tabel 18 Sammenstilling af metoder for rensning af chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter ift. økonomi, effekt, og miljøbelastning. Metoderne er scoret med 1-4, hvor 4 er bedst og 1 er dårligst. Scoringsskalaen er tilpasset antal af relevante metoder. Idet alle metoder vurderes at være lige effektive ift. forureningsfjernelse og da ingen vurderes at være optimale er renseeffekt for alle metoder sat til 4

Teknik	Økonomi	Elforbrug	CO2 belastning	Renseeffekt	Samlet Score
Rensning på aktiv kul	4	4	4	4	16/16
Peroxid+UV, lav	3	3	3	4	13/16
Fentons+ UV, lav	3	3	3	4	13/16
Fentons, høj + citronsyre +UV	3	3	3	4	13/16

AOP metoderne har i de udførte forsøg ikke opnået en reduktion af forureningsniveauerne til udledningskrav (se afsnit 4.2), dog er reduktionen på niveau med kravene for to af metoderne (peroxid +UV og Fotofentons). Rensning på aktiv kul imødekommer udledningskravene i en periode, men med risiko for overskridelser især for 1,1 DCE, som kræver hyppige kulskift. Det vurderes at de udvalgte AOP metoder ville kunne møde udledningskravene ved yderligere optimering af dosering og opholdstid.

Som det fremgår af Tabel 18 scorer rensning på aktiv kul højest i den samlede vurdering af renseeffekt, økonomi og miljøbelastning efterfulgt af AOP metoderne med UV lys.

Oxidationsreaktioner mellem forureningsstofferne og oxidationsmidler er styret af konkurrencekinetik. Derfor kan det forventes, at et lavere indhold af PCE og TCE, vil betyde en mere komplet oxidation af de øvrige stoffer, såsom 1,1 DCE. Givet at de hyppige kulskift ved anvendelse af kulrensning oftest skyldes nedbrydningsprodukterne, vurderes det at AOP metoderne ville kunne være en attraktiv behandling hvis de målrettes til fjernelse af nedbrydningsprodukter. En mulig måde vil være at anvende AOP processer som efterbehandling til kul, eller at anvende et to trins behandling hvor tilsætning af oxidationsmidler foregår i to pulser, efter at hovedparten af PCE og TCE er fjernet ved den første puls

6.2 Konklusion og anbefalinger

I dette projekt er der foretaget en indledende screening af forskellige udvalgt AOP metoder. Der er ikke foretaget en optimering af metoderne i form af dosering af oxidationsmidler, aktiveringsmidler eller reaktionstid.

I projektet er der identificeret en række AOP vandbehandlingsmetoder, der kan arbejdes videre med, og som vurderes at have et potentiale for at kunne opnå en bedre performance end kul, og på sigt erstatte eller supplere kulrensning på afværgeanlæg, hvor det forurenede vand indeholder stoffer, der ikke tilbageholdes optimalt på aktivt kul.

Følgende AOP metoder er relevante i forhold til vandbehandling af pesticidforurennet vand:

- Ozon
- Ozon med UV-lys
- Evt. Fotofentons oxidation hvis renseeffekten kan forbedres

Følgende AOP metoder er relevante i forhold til rensning af vand med stort indhold af nedbrydningsprodukter til de chlorerede opløsningsmidler:

- Peroxid + UV
- Fentons+ UV
- Fentons + citronsyre +UV

Sammenstilling af AOP metoderne med den eksisterende rensning på aktiv kul viser at rensning på aktiv kul er bedre end de testede AOP metoder i forhold til de økonomiske omkostninger og miljømæssig belastninger og vurderes derfor som den mest bæredygtige vandbehandlingsmetode på baggrund af de gennemførte forsøg. Det skal dog bemærkes, at der ved optimering af AOP processerne ville kunne opnås besparelse i udgifter, el og CO₂ udledning i forhold til de udførte forsøg.

For detaljeret at kunne vurdere de enkelte potentielle vandbehandlingsmetoder i forhold til forureningsfjernelse, økonomi og miljøbelastning anbefales det derfor, at der udføres detaljerede dimensioneringsforsøg, hvor den optimale dosering af kemikalier, og opholdstid bestemmes, for derved at vurdere om den aktuelle AOP metode er fordelagtig sammenlignet med den aktuelle traditionelle vandrensningsmetode med anvendelse af aktiv kul.

6.2.1 Anbefalinger for pesticider

Med hensyn til vandbehandling af pesticider anbefales det at arbejde videre med ozonering, og evt. Fotofentons oxidation. Ozonering, som opnår renseeffekt på niveau med udledningskrav kan optimeres ved a) at finde den optimale dosis af ozon, og b) at producere ozon på en billigere måde end ved brug af iltflasker, eksempelvis ved etablering af en iltgenerator, hvor der produceres ilt til ozongeneratoren fra atmosfærisk luft. Fotofentons oxidations renseeffekt kan optimeres yderligere ift. økonomi og effekt ved a) at justere UV-dosis, eller effektivisere strømforbruget til produktion af UV lys, b) at finde det optimale forhold mellem brintperoxid, jern, og evt. kelator.

6.2.2 Anbefalinger for chlorerede opløsningsmidler

Til behandling af vand med højt indhold af nedbrydningsprodukter til de chlorerede opløsningsmidler vurderes de fotokemiske metoder (peroxid + UV, Fotofentons, Fotofentons+ citronsyre) at være mest lovende blandt de testede AOP metoder. Metoderne kan optimeres yderligere ift. økonomi og effekt ved a) at justere UV-dosis, eller effektivisere strømforbruget til produktion af UV lys, b) at finde det optimale forhold mellem brintperoxid, jern, og evt. kelator.

Sammenlignet med den nuværende rensning med kul kan AOP metoderne være en attraktiv løsning hvis de kan målrettes til fjernelse af nedbrydningsprodukter (eks. DCE, DCA og VC). En mulig måde vil være at anvende AOP processer som efterbehandling til kul, eller at anvende et to trins behandling hvor tilsætning af oxidationsmidler foregår i to pulser, efter at hovedparten af moderprodukterne er fjernet ved den første puls.

Referencer

1. Quiroz, M.A., Bandala, E.R., og Martínez-Huitle M.A., (2011): Advanced Oxidation Processes (AOPs) for Removal of Pesticides from Aqueous Media, "Pesticides - Formulations, Effects, Fate", Edited by Margarita Stoytcheva, ISBN 978-953-307-532-7, Published: January 21, 2011 under CC BY-NC-SA 3.0 license, in subject Agricultural and Biological Sciences, <http://www.intechopen.com>
2. DANVA, Miljøstyrelsen, Lynettefællesskabet og Spildevandscenter Avedøre (2006): Videregående renseteknologier for kommunalt spildevand, Udarbejdet af Jes Clauson Kaas, Flemming Dahl, Ole Dalgaard, Linda Høiby, Jesper Kjølholt (COWI), Henrik Wenzel (Wenzel Aps), Henrik Fred Larsen (IPU)
3. Naturstyrelsen (2012): Forbedret rensning af spildevand og overløbsvand, Udført af Krüger A/S, ved Kim Sundmark, Morten Boel Andersen, og Henrik R. Andersen, DTU, ISBN 978-87-92903-17-4
4. ITRC (2005): Technical and Regulatory Guidance for In Situ Chemical Oxidation of Contaminated Soil and Groundwater, Second Edition, January 2005
5. Pignatello, Joseoh, J., Oliveros, Esther., and MacKay, Allison (2006): Advanced Oxidation Processes for Organic Contaminant Destruction Based on the Fenton Reaction and Related Chemistry, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, Volume 36, Issue 1, sider 1-84
6. Region Hovedstaden (2009): Screening af datamateriale for Rødovrevej 239-241 og 254, 2610 Rødovre
7. Region Hovedstaden (2012): Søborg Hovedgade 31, Revurdering af eksisterende afværgeforanstaltninger, Udarbejdet af Krüger A/S og Orbicon A/S, januar, 2012
8. Furesø Kommune (2010): Vilkår for udledning af rensed grundvand til Søndersø fra afværgelanlæg på Kirke Værløsevej 53, 3500 Værløse, 20 september 2010
9. Miljøstyrelsen, Videncenter for Jordforurening og Region Hovedstaden, (2010): RemS 1.9. Udarbejdet af Niras og DTU Miljø. http://www.jordforurening.info/fra_regionerne.php
10. Mohajerani, M., Merhvar, M., and Ein-Mozaffari, F., (2009): An overview of the integration of advanced oxidation technologies and other processes for water and wastewater treatment, International Journal of Engineering, vol. 3, issue 2, pp 120-139
11. Gogate, P.R., and Pandi, B.A., (2004): A review of imperative technologies for wastewater treatment II: hybrid methods Advances in Environmental Research, Volume 8, Issues 3-4, March 2004, Pages 553-597

12. Miljøstyrelsen, (2011): Miljøprojekt nr. 1387, Pesticider i grundvand, litteraturstudium vedr. mulige afværgeteknikker, Udarbejdet af COWI A/S og ORBICON A/S
13. Bennedsen, L.B., (2011): Activated Peroxygens for Remediation of Contaminated Soil and Groundwater, Ph.D. thesis, Faculty of Engineering and Science, Aalborg University , May 2011
14. Sundstrom, D. W., Klei, H. E., Nalette, T. A., Reidy, D. J. and Weir, B. A. (1986): Destruction of Halogenated Aliphatics by Ultraviolet Catalyzed Oxidation with Hydrogen Peroxide Hazardous Waste and Hazardous Materials. Spring 1986, 3(1): 101-110.
15. Marc Pera-Titus, Verónica García-Molina, Miguel A Baños, Jaime Giménez, Santiago Esplugas (2004): Degradation of chlorophenols by means of advanced oxidation processes: a general review, Applied Catalysis B: Environmental, Volume 47, Issue 4, 20 February 2004, Pages 219-256
16. SERDP- ESTCP (2011): In Situ Chemical Oxidation for Groundwater Remediation, Edited by, Robert Siegrist, Michelle Crimi, Thomas Simpkin. Springer ISBN 978-1441-7825-7

Bilag 1: Forsøgsplan

NOTAT

Projekt : Kost effektiv oprensning af grundvand
Kundenavn : Region Hovedstaden
Emne : Forsøgsplan v.2.2
Til : Frisesdahl, Lars Bennedsen, Region Hovedstaden
Fra : Katerina Tsitonaki, Kresten L.B. Andersen, Mads G. Møller

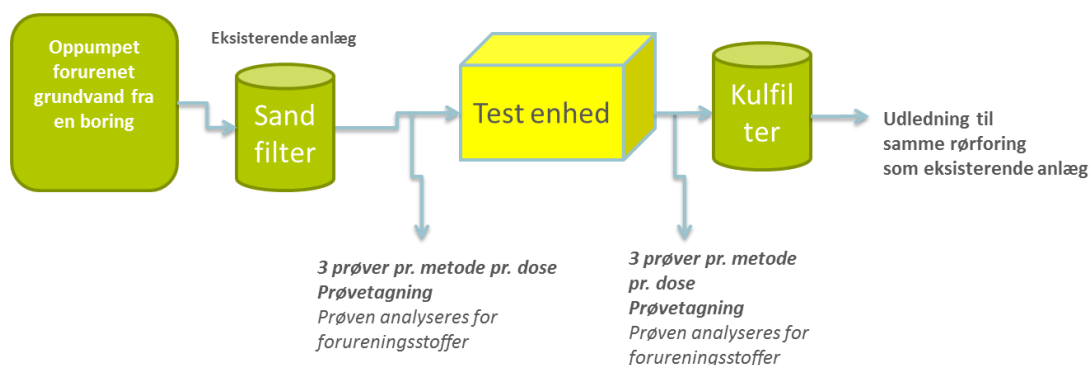
Dette notat beskriver forsøgsplanen for projektet. Forsøgsplanen vil muligvis revideres efter forsøgene på den første lokalitet er udført.

Generelt

Projektet omfatter 3 lokaliteter. De valgte lokaliteter er Rødovrevej 239-241, Søborg Hovedgade 31 og Kirke Værløsevej 53.

Nedenstående skitse viser princippet for forsøgene. Der er valgt at pumpe vand fra en boring fra hver lokalitet. En oversigt over metoder der ønskes testet kan ses i tabel 1. Oplysninger om de tre anlæg kan ses i tabel 2 og 3.

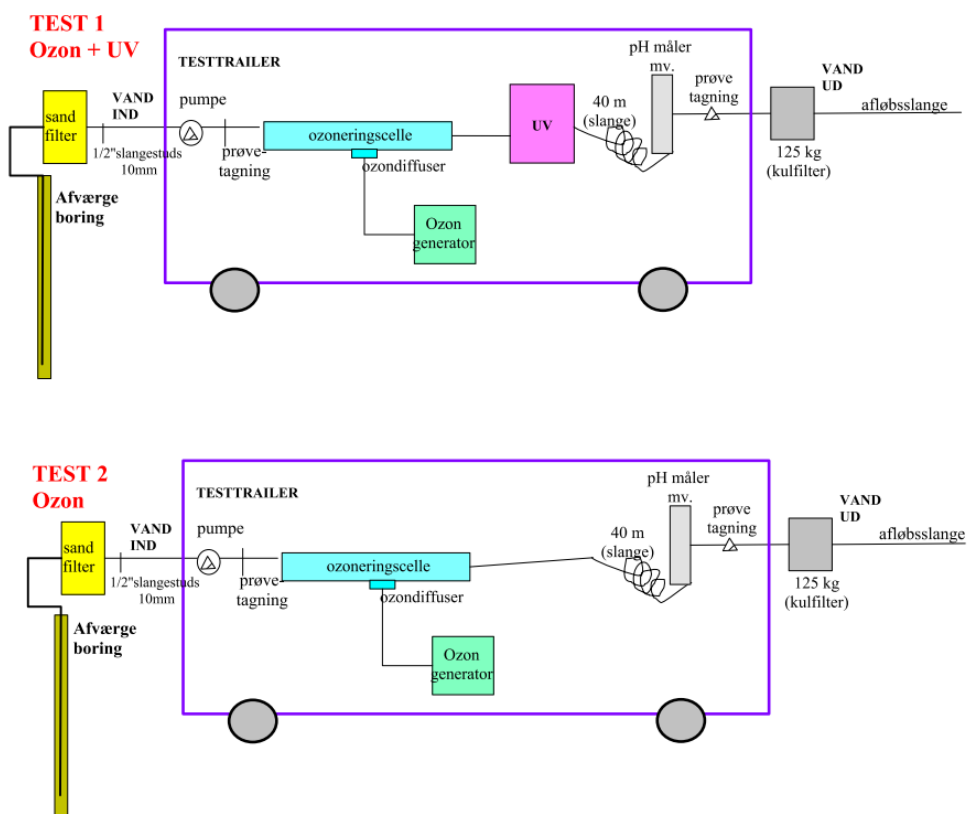
- Rødovrevej 241: Afværgeboring B4
- Kirke Værløsevej 53: AFV 1
- Søborg Hovedgade 31, AFV-2, (alternativt AFV-6)



Figur 1 Princip for forsøgene

Tabel 1 Oversigt over metoder der ønskes testet på hver lokalitet

Test nr.	Metoder\Lokalitet	Rødovrevej 239-241	Søborg Hovedgade 31	Kirke Værløsevej 53
1	Ozon + UV	X		
2	Ozon	X		
3a	H2O2+UV =peroxid + UV		X	X
3	Photofenton: H2O2+ Fe2+UV= (fentons+UV)	X	X	X
4	H2O2+Fe2	X	X	X
5	Elektrokemi	X	X	X



Figur 2 Ozon

Ovenstående figur 2 viser de forskellige behandlingstrin for test 1 og 2.

Test 1. Ozon og UV

1. Vand pumpes fra afværgeboringen. Der vælges et flow på ca. **0,25 m³/time.**
2. Vandet løber igennem afværgeanlæggets sandfilter inden der føres ind i trailer hvor der er **prøvetagningsmuligheder**
1. Ozon generator danner **55 g ozon i timen.** Med den givne flow, vil dette svarer til en dose på 220 g /m³ hvilket er ca. en faktor 10 højere end hvad

vurderes nødvendigt. **Der udføres et forsøg med en ozonproduktion på 10 g/t og et med 30 g/t**, svarende til hhv. 40 og 120 g/m³.

2. Ozonering af vandet sker ved at vandet passerer igennem en flowcelle hvor en ozon diffuser er koblet på.
3. Derefter føres vandet til UV lys reaktoren. UV lys "katalyserer" ozon således at der dannes flere frie radikaler der kan reagere med forureningsstofferne. UV og ozon er ofte anvendt i kombination. Doser fra 0,6-4 kWh/m³ vurderes egnede. UV enheden på traileren leverer 0,4Kw. Med den valgte flow på 0,25 m³/h, vil dette svare til en **UV dose på 1,6 Kwh/m³**. Opholdstiden i reaktoren vil være på ca. 2 minutter hvilket vurderes tilstrækkeligt for reaktionen mellem UV og ozon.
4. Vandet føres derefter igennem en slange for at sikre det nødvendig opholdstid til at reaktionen mellem ozon og forureningsstoffer fuldført og ozon er opløst i vandet. Til dette formål **anvendes en Ø63 mm slange (indvendig 50 mm) på 40 meter**, svarende til en opholdstid på 18 minutter med et flow på 0,25 m³/t.
5. Vandet føres derefter igennem måleinstrumenternes celle, hvor der måles pH, ledningsevne, redoxpotentiale, iltindhold og temperatur.
6. Der udtages prøver af vandet, hvorefter vandet føres igennem kulfilteret og udledes.

Test 2 (ozon) udføres på samme måde men UV lampen (trin 3) slukkes.

Test 3, 3a og 4 (Manifold)

Princippet bag disse tests er baseret på tilsætning af kemikalier til vandet igennem en manifold se figur 3. Set up for de tre metoder er næsten ens, forskelle forklares nedenfor:

Test 3a: Der tilsættes 1 kemikalie (peroxid) inden vandet ledes til UV

Test 3: Der tilsættes 2 forskellige kemikalier (peroxid og jern) fra separate beholdere inden vandet ledes til UV

Test 4: Der tilsættes 2 forskellige kemikalier (peroxid og jern) fra separate beholdere men UV lampen er slukket

Ovennævnte tests udføres med to doser for peroxid og jern, en lav og en høj som beskrevet i tabel 2 og 3.

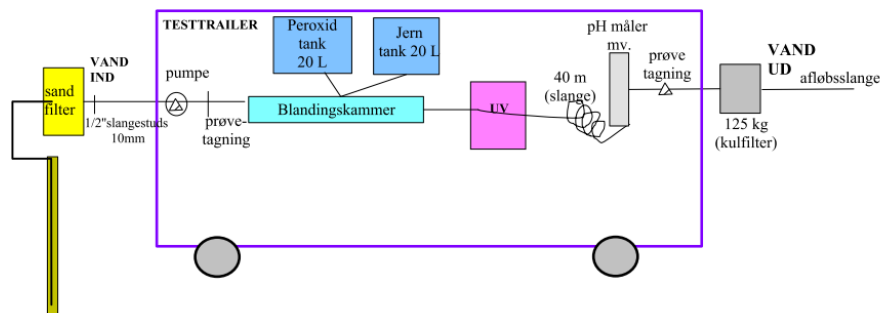
1. Vand pumpes fra afværgeboringen. Der vælges et flow på ca. **0,25 m³/time**.
2. Vandet løber igennem afværgeanlæggets sandfilter inden der føres ind i trailer hvor der er **prøvetagningsmuligheder**
3. Vandet passerer derefter igennem et **blandingskammer på ca. 20 L** hvor der er koblet en manifold til tilførsel af kemikalier.
4. Den ene beholder indeholder brintperoxid (se koncentration i tabel 2) og doseres med et flow på **2,5 liter i timen**
5. **(Kun for test 3 og 4)** Den anden beholder indeholder en sur jernsulfatopløsning (se koncentration i tabel 2) og doseres med en flow

på **5 liter i timen**. Alternativt kan Fe opblandes først og H₂O₂ tilsættes lidt længere nedstrøms. Det vigtigste er at Fe og H₂O₂ ikke "mødes" inden de møder forureningen.

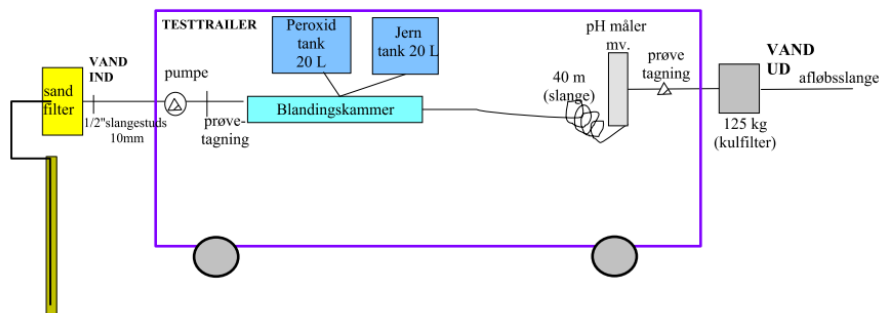
6. Derefter føres vandet til UV lys reaktoren
7. Vandet føres derefter igennem en slange for at sikre det nødvendig opholdstid til at reaktionerne foregår. Til dette formål **anvendes en Ø63 mm slange (indvendig 50 mm) på 40 meter**, svarende til en opholdstid på 18 minutter med et flow på 0,25 m³/t.
8. Vandet føres derefter igennem måleinstrumenternes celle, hvor der måles pH, ledningsevne, redoxpotentiale, iltindhold og temperatur.
9. Der udtages prøver af vandet, hvorefter vandet føres igennem kulfilteret og udledes.

TEST 3a peroxid+UV
samme som nr. 3 minus jern tank

TEST 3 Fentons + UV = peroxid+jern+UV



TEST 4 Fentons = peroxid+jern



Figur 3 Fentons: test 3, 3a og 4

Forsøg 3a køres før 3 og 4, således at H₂O₂+UV udføres før der tilsættes jern til systemet. Jern fra forsøg 3 og 4 vil nok afsættes i systemet og måske kunne katalysere nedbrydning af H₂O₂. Inden forsøg startes på ny lokalitet skylles systemet med syre for at fjerne eventuelle jernrester.

Test 5 Elektrokemisk reaktor

I denne test ledes det oppumpede grundvand direkte gennem den elektrokemiske reaktor efter følgende procedure:

1. Vand pumpes fra afværgeboringen. Der vælges et flow på ca. **0,25 m³/time**.
2. Vandet løber igennem afværgeanlæggets sandfilter inden der føres ind i trailer hvor der er **prøvetagningsmuligheder**
3. Vandet passerer derefter igennem den elektrokemiske reaktor, som har et effektivt reaktorvolumen på 3 liter, hvilket ved 0,25 m³/t giver en opholdstid på ca. 40 sekunder. Da der er tale om lave koncentrationer af forureningsstoffer og reaktionerne primært sker på overfladen af anoden (reaktionen er massetransportbegrænset) vil der være fordelagtigt at påføre et **recirkulationsflow med en ekstra pumpe** over reaktoren på minimum 10 gange gennemløbsflowet, hvilket vil sige omkring 2,5 m³/t. Dette vil nedsætte opholdstiden i reaktoren til 4 sekunder og vil sandsynligvis ændre strømningen i reaktoren fra laminar til turbulent og dermed øge reaktionshastigheden. Anode-overfladearealet er ca. 470 cm² og ved den rette strømforsyning kan reaktoren kan maksimalt yde 50V og op til 500A. Som regel som man ikke over 100 mA/cm², hvilket i dette tilfælde vil sige en strøm på 47A. Strømkilden som leverer strøm til reaktorens strømforsyning er på 16A/400V (6,4 kW), hvilket vil sige at reaktoren ved 50V i teorien maksimalt kan påføres 128A, hvilket er mere end de 100 mA/cm². Hvis mulig anbefales det at justere spænding og strømstyrke således, at der afsættes en effekt på 2-5 kWh/m³, f.eks. 50V/20A.
4. Hvis der ikke kan opnås tilfredsstillende høj strømstyrke, skal vandet **tilsættes en elektrolyt** for at øge ledningsevnen. Det kunne f.eks. være tilsætning af 0,25% NaCl i teknisk kvalitet. En stamopløsning med 100 g/l NaCl (~10%) skal således doseres til indgangsvandet med et flow på ca. 6 liter/time. (2 timers forsøg kræver 1,2 kg salt).
5. Vandet føres derefter igennem måleinstrumenternes celle, hvor der måles pH, ledningsevne, redoxpotentiale, iltindhold og temperatur.
6. Der udtages prøver af vandet, hvorefter vandet føres igennem kulfilteret og udledes.

Tabel 2. Koncentrationer af forureningsstoffer, brintperoxid, jern og ozon (lav dosis)

	Rødovre	Kirke Værløse	*Søborg	
Vandkemi /data fra	Naboboring i det	AFV1	AFV2	
Ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	1100-1300	800-1000	1600-1900	
Opløst jern mg/l^{**}	4-6	3	4-6	
pH	6,8	7	7,2	
Redox mV	90-120	1m	im	
Forurening	Pesticider og chlorophenoler	Chlorerede opløsningsmidler	Chlorerede olie og BTEX	
Koncentrationsniveau	500			$\mu\text{g}/\text{l}$
	2,5	0,6	8,2	μM
Ozon (produktion g/t)	10	-	-	
Ozon g/m^3	40	-	-	
Peroxid				
Koncentration (20:1)	50	12	164	μM
	1700			$\mu\text{g}/\text{l}$
flow	0,25	0,25	0,05*	m^3/t
doseringsflow	0,005	0,0025	0,005	m^3/t
Koncentration af stock opløsning i μM	2500	1200	1640	μM
Koncentration af stock opløsning i mg/l	85	40,8	55,76	mg/l
Volumen til et forsøg af 2 timer	10	5	10	liter
Kemikalieforbrug	850	204	558	mg
Jern sulfat heptahydrat				
doseringsflow	0,005	0,005	0,005	m^3/t
doseringskoncentration ($\text{H}_2\text{O}_2:\text{Fe}=5:1$)	10	4,8	65,6	μM
Koncentration af stock opløsning i μM	500	0,24	0,656	μM
Koncentration af stock opløsning i mg/l	139	66,72	182,368	mg/l
Volumen til 2 forsøg af 2 timer	10	5	5	liter
Kemikalieforbrug	1390	334	912	mg

*På Søborg hovedgade skal der køre med en mindre flow på 50 l i timen.

Dette er taget i betragtning mht dosering af kemikalier

** Det forventes af hovedparten af jern vil blive fjernet i sandfilteren

Chelator:Fe 2:1		
Koncentration af stock opløsning i μM		2400
Koncentration af stock opløsning i mg/l		460,8
massefylde g/ml		1,234

Tabel 3 Koncentrationer af forureningsstoffer, brintperoxid, jern og ozon (høj dosis)

HØJ DOSIS AF PEROXID	Rødovrevej	Kirke Værløsevej	Søborg Hovedgade	
Forurening	Pesticider og chlorophenoler	Chlorerede opløsningsmidler	Chlorerede olie og BTEX	
Koncentrationsniveau	500			µg/l
	2,5	0,6	8,2	µM
Ozon (produktion g/t)	30	-	-	
Ozon g/m ³	120	-	-	
Peroxid				
Koncentration (100:1) (H₂O₂:forurening)	250	60	820	µM
	8500	2040	27880	µg/l
flow	0,25	0,25	0,05	m ³ /t
doseringsflow	0,005	0,0025	0,0025	m³/t
Koncentration af stock opløsning i µM	12500	6000	16400	µM
Koncentration af stock opløsning i mg/l	425	204	557,6	mg/l
Volumen til 2 forsøg af 2 timer	10	5	5	liter
Kemikalieforbrug	4250	1020	2788	mg
Jern sulfat heptahydrat				
doseringsflow	0,005	0,005	0,005	m³/t
doseringskoncentration (H ₂ O ₂ :Fe=5:1)	50	24	328	µM
Koncentration af stock opløsning i µM	2500	1200	3280	µM
Koncentration af stock opløsning i mg/l	695	333,6	911,84	mg/l
Volumen til 2 forsøg af 2 timer	10	5	5	liter
Kemikalieforbrug	6950	1668	4559	mg

Appendix 1 Vejledning til fremstilling af kemiske opløsninger for Kirke Værløsevej

Hydrogen peroxid

Høj dosis: **10 ml** 35% peroxid opløses i **15 liter vand**.

Lav dosis:

2,4 L af ovenstående (stock H) blandes med vand til en total volume på **15 L**

Jern sulfat heptahydrat

Fyld 0,8 l vand i en 1 L beholder

Tilsæt 20 ml H₂SO₄ (25%)

Tilsæt 28 g Jern pulver

Fyld op til 1L

Sæt på magnet omrører

Høj dosis: Når dette er opløst blandes **240 ml af denne opløsning med ca. 20 L vand** til brug i høj dosis forsøgene

~~Lav dosis: Når dette er opløst blandes **48 ml af denne opløsning med ca. 20 L vand** til brug i lav dosis forsøgene~~

Jern + kelator

Fyld 0,8 l vand i en 1 L beholder

Tilsæt 64 ml citronsyre

Tilsæt 28 g Jern pulver

Fyld op til 1L

Sæt på magnet omrører

Høj dosis: Når dette er opløst blandes **240 ml af denne opløsning med ca. 20 L vand** til brug i høj dosis forsøgene

Appendix 2 Prøvetagning

Prøvetagning

Hver dag udtages der en prøve fra kulfilterets udløb i 1 L flaske.

Der udtages 3 delprøve pr. test i ind og udløbet som vist nedenstående graf. Da pesticid analyser er dyre udtages prøverne som bland prøve. Det vil sige at der udtages en bland prøve bestående af 330 ml fra hvert tidspunkt (30, 60, 90 for indløbet) og 50/80/110 for udløbet.

Start Processen		stabile værdier		Prøvetagning				
Tid (min)	0		30	50	60	80	90	110
Prøve	-	monitere pH, ledningsevne mv	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb

Prøverne sendes til Milana til analyse for pesticider

På tid =90min og 110 min i hver test udtages der ekstra prøver i 1 L flaske der kan senere analyseres for evt. toksicitet. Prøverne holdes i køleskabet og afleveres til poul@orbicon.dk

Prøvetagningsskemaet er vedlagt

Ændringer på baggrund af resultater fra Rødovrevej

På baggrund af resultater fra Rødovrevej er det besluttet at:

Anvende en kelator for Fentons reaktionen, idet det virker om om den valgte metode ikke er tilstrækkelig. Det er valgt at bruge en større jerdose ($H_2O_2:Fe = 5:2$). Chelator:Fe = 2:1

Deruover er det valgt at anvende 2 forskellige saltopløsninger til elektrokemi reaktionerne. Det ene består af salt NaCl, og det andet af sodium sulfat. Dette for at undgå dannelse af chlorerede nedbrydningsprodukter ved oxidationen

[illegible]

Bilag 2: Samlet oversigt over analyseresultater

Bilag 2.1	Analyseresultater fra alle lokaliteter
Bilag 2.2	Analyseresultater og databehandling for Søborg Hovedgade
Bilag 2.3	Feltskemaer fra forsøgene

Analyseresultater fra Rødovrevej 239-241

[illegible]

Bilag 2.1

Analyseresultater fra Kirke Værløsevej 53

METODE	Type	Prøvemrk.	Modtaget	Chloroform	1,1,1-TCA	TeCM	TCE	PCE	CA	VC	1,1-DCE	t-1,2-DCE	c-1,2DCE	1,2 DBM	1,2-DCA	1,1-DCA
peroxid+UV, høj	ind	VP1	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	12	200	<0,10	<0,020	0,047	0,15	28	<0,020	<0,020	2
peroxid+UV, høj	ud	VP2	13-06-2012	0,026	<0,020	<0,020	1,1	11	<0,10	<0,020	0,071	1,2	5,6	<0,020	0,022	0,96
peroxid+UV, høj	ind	VP3	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	12	190	<0,10	<0,020	0,055	0,13	29	<0,020	<0,020	1,9
peroxid+UV, høj	ud	VP4	13-06-2012	0,025	<0,020	<0,020	1,6	12	<0,10	0,028	0,14	2,5	9	<0,020	0,023	0,98
peroxid+UV, høj	ind	VP5	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	13	210	<0,10	<0,020	<0,020	0,13	27	<0,020	<0,020	1,9
peroxid+UV, høj	ud	VP6	13-06-2012	0,026	<0,020	<0,020	2,2	11	<0,10	0,12	0,17	2,6	8,9	<0,020	0,022	0,98
peroxid+UV, lav	ind	VP7	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	12	210	<0,10	<0,020	0,048	0,14	33	<0,020	<0,020	1,9
peroxid+UV, lav	ud	VP8	13-06-2012	0,024	<0,020	<0,020	1,8	11	<0,10	0,066	0,15	2,1	8,3	<0,020	0,024	0,99
peroxid+UV, lav	ind	VP9	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	8,9	140	<0,10	<0,020	<0,020	<0,020	23	<0,020	<0,020	<0,020
peroxid+UV, lav	ud	VP10	13-06-2012	0,026	<0,020	<0,020	2	11	<0,10	0,064	0,14	2,3	8,3	<0,020	0,021	0,99
peroxid+UV, lav	ind	VP11	13-06-2012	<2,0	<2,0	<2,0	9,6	160	<10	<2,0	<2,0	<2,0	32	<2,0	<2,0	<2,0
peroxid+UV, lav	ud	VP12	13-06-2012	0,028	<0,020	<0,020	2,2	11	<0,10	0,1	0,15	2,2	8,3	<0,020	0,022	0,96
Fentons +UV, høj	ind	VP14	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	16	120	<0,10	<0,020	0,064	0,13	25	<0,020	<0,020	1,8
Fentons +UV, høj	ud	VP15	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	3,5	28	<1,0	<0,020	<0,020	1,7	12	<0,020	<0,020	0,79
Fentons +UV, høj	ind	VP16	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	34	320	<0,10	<0,020	0,031	0,082	23	<0,020	<0,020	0,87
Fentons +UV, høj	ud	VP17	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	3,4	27	<0,10	<0,020	<0,020	1,8	12	<0,020	0,021	0,81
Fentons +UV, høj	ind	VP18	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	31	300	<0,10	<0,020	<0,020	<0,020	25	<0,020	<0,020	1,2
Fentons +UV, høj	ud	VP19	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	3,5	28	<0,10	<0,020	<0,020	1,8	12	<0,020	0,024	0,83
Fentons +UV, lav	ind	VP20	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	31	300	<0,10	<0,020	<0,020	0,11	26	<0,020	<0,020	1,2
Fentons +UV, lav	ud	VP21	13-06-2012	0,022	<0,020	<0,020	2	13	<0,10	0,042	0,16	2,2	9,2	<0,020	0,021	0,79
Fentons +UV, lav	ind	VP22	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	31	300	<0,10	<0,020	<0,020	0,17	24	<0,020	<0,020	1,2
Fentons +UV, lav	ud	VP23	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	1,7	13	<0,10	0,02	0,13	1,8	8,2	<0,020	<0,020	0,78
Fentons +UV, lav	ind	VP24	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	32	320	<0,10	<0,020	<0,020	<0,020	23	<0,020	<0,020	1,1
Fentons +UV, lav	ud	VP25	13-06-2012	0,022	<0,020	<0,020	1,6	13	<0,10	<0,020	0,14	2	8,8	<0,020	0,021	0,78
chelated fentons +UV, høj	ind	VP26	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	31	310	<0,10	<0,020	<0,020	0,17	24	<0,020	<0,020	1,1
chelated fentons +UV, høj	ud	VP27	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	3,6	14	<0,10	0,4	0,17	2,1	9,8	<0,020	0,024	0,76
chelated fentons +UV, høj	ind	VP28	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	29	300	<0,10	<0,020	<0,020	0,11	25	<0,020	<0,020	1,2
chelated fentons +UV, høj	ud	VP29	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	3,9	14	<0,10	0,41	0,19	2,3	10	<0,020	<0,020	0,81
chelated fentons +UV, høj	ind	VP30	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	29	290	<0,10	<0,020	<0,020	0,15	24	<0,020	<0,020	1,1
chelated fentons +UV, høj	ud	VP31	13-06-2012	0,02	<0,020	<0,020	4,2	15	<0,10	0,4	0,19	2,3	10	<0,020	0,022	0,79
chelated fentons +UV	ind	VP35	14-06-2012	<0,20	<0,20	<0,20	12	160	<1,0	<0,20	<0,20	<0,20	24	<0,20	<0,20	1
chelated fentons +UV	ud	VP36	14-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	10	160	<0,10	<0,020	0,029	0,084	20	<0,020	<0,020	0,77
chelated fentons +UV	ind	VP37	14-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	12	170	<0,10	<0,020	0,032	0,087	23	<0,020	<0,020	0,78
chelated fentons +UV	ud	VP38	14-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	12	160	<0,10	<0,020	0,04	0,16	23	<0,020	<0,020	1,5
chelated fentons +UV	ind	VP39	14-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	12	170	<0,10	<0,020	0,029	0,08	22	<0,020	<0,020	0,8
chelated fentons +UV	ud	VP40	14-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	10	160	<0,10	<0,020	0,032	0,079	20	<0,020	<0,020	0,73
EK salt	ind	VP41	14-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	12	160	<0,10	<0,020	<0,020	<0,020	23	<0,020	<0,020	0,8
EK salt	ud	VP42	14-06-2012	350	<0,020	<0,020	9,6	140	<0,10	<0,020	<0,020	0,31	19	<0,020	<0,020	0,78
EK salt	ind	VP43	14-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	11	150	<0,10	<0,020	<0,020	0,067	22	<0,020	<0,020	0,76
EK salt	ud	VP44	14-06-2012	380	<0,020	<0,020	8,9	130	<0,10	<0,020	<0,020	0,25	18	<0,020	<0,020	0,81
EK salt	ind	VP45	14-06-2012	5	<0,020	<0,020	11	170	<0,10	<0,020	0,02	0,068	22	<0,020	<0,020	0,77
EK salt	ud	VP46	14-06-2012	440	<0,020	0,1	9	150	<0,10	<0,020	<0,020	0,45	18	<0,020	0,039	0,73
EK Na-sulfat	ind	VP47	14-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	12	160	<0,10	<0,020	<0,020	0,077	23	<0,020	<0,020	0,8
EK Na-sulfat	ud	VP48	14-06-2012	0,49	<0,020	<0,020	11	150	<0,10	<0,020	<0,020	0,095	21	<0,020	<0,020	0,75
EK Na-sulfat	ind	VP49	14-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	12	170	<0,10	<0,020	<0,020	0,088	24	<0,020	<0,020	0,83
EK Na-sulfat	ud	VP50	14-06-2012	0,51	<0,020	<0,020	11	160	<0,10	<0,020	0,029	0,097	21	<0,020	<0,020	0,92
EK Na-sulfat	ind	VP51	14-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	12	160	<0,10	<0,020	<0,020	0,11	22	<0,020	<0,020	0,91
EK Na-sulfat	ud	VP52	14-06-2012	0,22	<0,020	<0,020	11	160	<0,10	<0,020	<0,020	0,1	23	<0,020	<0,020	0,9
efter kulfilter		VP13	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,10	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
	efter kulfilter	VP32	13-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,10	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
	system ind	VP33	14-06-2012	<0,20	<0,20	<0,20	17	210	<1,0	<0,20	<0,20	<0,20	36	<0,20	<0,20	1,2
	system ud	VP34	14-06-2012	<0,020	<0,020	<0,020	11	120	<0,10	<0,020	0,033	0,081	22	<0,020	<0,020	0,78

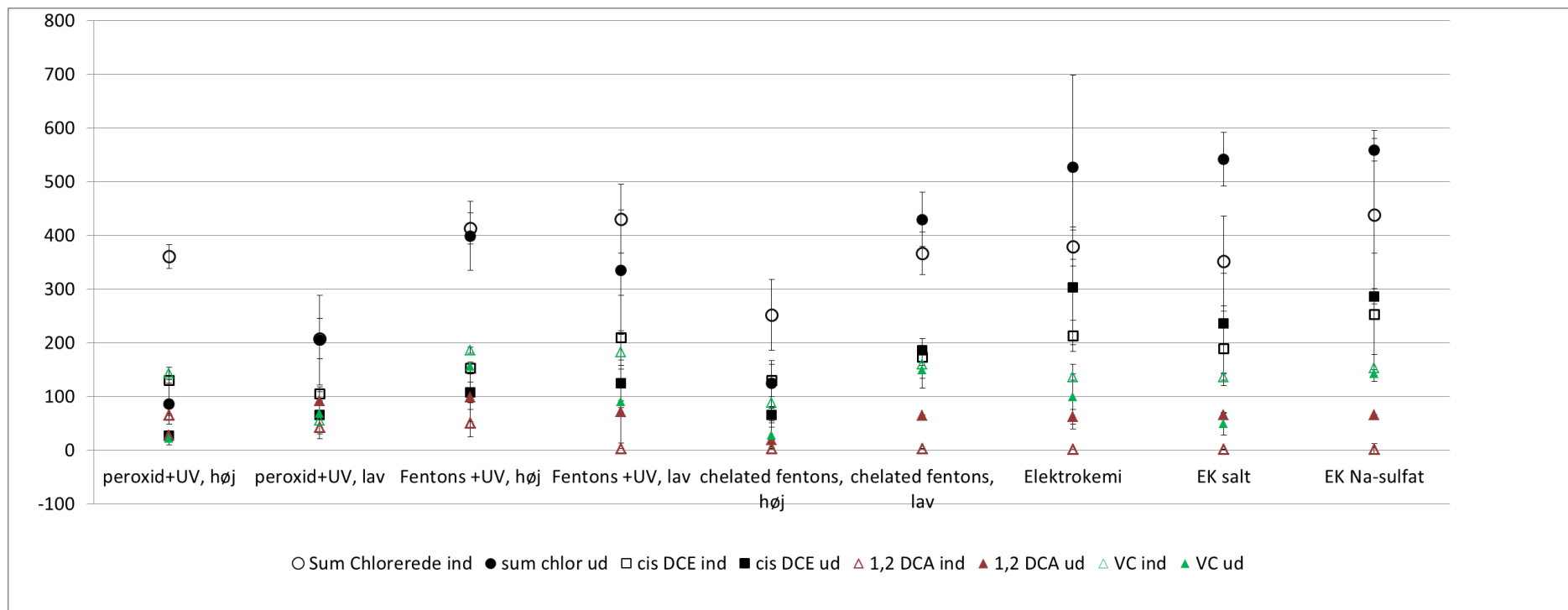
Bilag 2.1
Analyseresultater fra Søborg Hovedgade

Metode		Prøvenr.	Prøvemrk.	Modtaget	Benzen	Toluen	Ethylbenzen	Xylener	Naphtalen	Sum BTEX	Trichlormethan (Chloroform)	1,1,1-trichlorethan	Tetrachlorethan	Trichlorethylen	Tetrachloretylen	Chlorethan	Vinylchlorid	1,1-dichlorethylen	trans-1,2-dichlorethylen	cis-1,2-dichlorethylen	1,2-dibromethan	1,2-dichlorethan	1,1-dichlorethan
					µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
peroxid+UV, høj	ind	62854	VP1	27-06-2012	970	610	72	490	4,4	2146,4	0,77	<0,020	<0,020	4,2	4,9	<0,10	130	0,41	5,3	120	<0,020	66	5,0
peroxid+UV, høj	ud	62855	VP2	27-06-2012	520	220	45	86	0,28	871,28	0,37	<0,020	<0,020	2,4	4,4	<0,10	30	0,28	7,9	31	<0,020	28	4,5
peroxid+UV, høj	ind	62856	VP3	27-06-2012	880	600	<0,020	500	5	1985	0,92	<0,020	<0,020	5,1	5,0	<0,10	150	0,44	4,9	130	<0,020	64	5,5
peroxid+UV, høj	ud	62857	VP4	27-06-2012	470	190	37	70	0,27	767,27	0,32	<0,020	<0,020	2,4	4,6	<0,10	29	0,33	8,2	30	<0,020	29	4,7
peroxid+UV, høj	ind	62858	VP5	27-06-2012	1200	690	60	520	5,1	2475,1	0,85	<0,020	<0,020	4,8	5,2	<0,10	150	0,46	6,3	140	<0,020	67	5,7
peroxid+UV, høj	ud	62859	VP6	27-06-2012	360	160	41	69	0,27	630,27	0,13	<0,020	<0,020	1,8	3,2	<0,10	7,6	0,19	5,4	21	<0,020	<0,020	3,3
peroxid+UV, lav	ind	62860	VP7	27-06-2012	310	260	27	340	2,9	939,9	0,81	<0,020	<0,020	10	9,9	<0,10	35	0,33	9,9	95	<0,020	<0,020	4,1
peroxid+UV, lav	ud	62861	VP8	27-06-2012	1500	780	71	280	2,1	2633,1	0,41	<0,020	<0,020	2,7	3,2	<0,10	83	1,1	39	68	<0,020	<0,020	4,1
peroxid+UV, lav	ind	62862	VP9	27-06-2012	480	350	42	360	3,7	1235,7	0,67	<0,020	<0,020	9,6	5,6	<0,10	95	0,23	9,3	100	<0,020	<0,020	3,9
peroxid+UV, lav	ud	62863	VP10	27-06-2012	1100	520	110	190	1,4	1921,4	0,32	<0,020	<0,020	2,6	3,4	<0,10	25	0,83	26	61	<0,020	<0,020	3,9
peroxid+UV, lav	ind	62864	VP11	27-06-2012	480	340	170	350	3,3	1343,3	0,73	<0,020	<0,020	9,9	9,4	<0,10	37	0,25	9,8	120	<0,020	43	4,0
peroxid+UV, lav	ud	62865	VP12	27-06-2012	1700	670	120	220	1,3	2711,3	0,39	<0,020	<0,020	3,1	4,1	<0,10	100	1,5	15	70	<0,020	92	4,6
Fentons +UV, høj	ind	62866	VP13	27-06-2012	990	690	110	570	5,1	2365,1	0,90	<0,020	<0,020	4,8	5,2	<0,10	180	0,38	5,7	160	<0,020	21	5,5
Fentons +UV, høj	ud	62867	VP14	27-06-2012	2100	910	160	340	3,4	3513,4	0,51	<0,020	<0,020	6,5	7,4	<0,10	150	1,1	14	94	<0,020	47	5,0
Fentons +UV, høj	ind	62868	VP15	27-06-2012	1100	650	83	470	5,7	2308,7	0,93	<0,020	<0,020	4,1	3,9	<0,10	190	0,57	4,9	140	<0,020	63	6,2
Fentons +UV, høj	ud	62869	VP16	27-06-2012	2200	950	170	360	3,9	3683,9	0,61	<0,020	<0,020	7,4	8,2	<0,10	160	0,99	13	100	<0,020	130	5,5
Fentons +UV, høj	ind	62870	VP17	27-06-2012	1100	680	88	510	5,1	2383,1	0,86	<0,020	<0,020	4,7	5,0	<0,10	190	0,55	7,3	160	<0,020	68	5,6
Fentons +UV, høj	ud	62871	VP18	27-06-2012	2600	1100	200	440	3,8	4343,8	0,56	<0,020	<0,020	7,3	8,0	<0,10	160	0,90	14	130	<0,020	120	5,3
Fentons +UV, lav	ind	62878	VP22	27-06-2012	0,84	0,13	0,049	120	0,33	121,349	0,74	<0,020	<0,020	11	8,7	<0,10	170	0,47	7,6	160	<0,020	3,3	5,1
Fentons +UV, lav	ud	62879	VP23	27-06-2012	1400	480	69	190	1,9	2140,9	0,57	<0,020	<0,020	6,4	5,5	<0,10	180	2,4	25	160	<0,020	80	5,3
Fentons +UV, lav	ind	62880	VP24	27-06-2012	2,9	0,54	<0,020	94	0,2	97,64	0,38	<0,020	<0,020	12	9,2	<0,10	220	0,64	9,5	170	<0,020	3,6	5,6
Fentons +UV, lav	ud	62881	VP25	27-06-2012	850	330	120	290	2,1	1592,1	0,40	<0,020	<0,020	4,5	3,7	<0,10	46	1,0	42	94	<0,020	68	3,8
Fentons +UV, lav	ind	62882	VP26	27-06-2012	0,42	0,22	<0,020	11	<0,020	11,64	0,55	<0,020	<0,020	7,9	6,4	<0,10	160	0,33	13	300	<0,020	3,2	4,0
Fentons +UV, lav	ud	62883	VP27	27-06-2012	840	310	59	140	1,9	1350,9	0,42	<0,020	<0,020	5,6	4,7	<0,10	47	0,77	29	120	<0,020	66	3,7
chelated fentons, høj	ind	62884	VP28	27-06-2012	0,63	<0,020	0,034	93	0,17	93,834	0,34	<0,020	<0,020	8,5	6,2	<0,10	54	0,37	13	130	0,054	3,1	3,9
chelated fentons, høj	ud	62885	VP29	27-06-2012	220	90	18	50	0,4	378,4	0,14	<0,020	<0,020	3,4	4,9	<0,10	15	0,16	4,3	60	<0,020	<0,020	3,3
chelated fentons, høj	ind	62886	VP30	27-06-2012	0,72	0,16	<0,020	62	<0,020	62,88	0,36	<0,020	<0,020	8,4	6,1	<0,10	72	0,32	14	100	0,060	3,2	4,0
chelated fentons, høj	ud	62887	VP31	27-06-2012	240	97	20	52	0,41	409,41	0,21	<0,020	<0,020	3,4	4,9	<0,10	16	0,13	4,4	59	<0,020	19	3,2
chelated fentons, høj	ind	62888	VP32	27-06-2012	0,85	0,14	<0,020	59	0,048	60,038	0,32	<0,020	<0,020	7,8	6,7	<0,10	140	0,41	6,3	160	<0,020	2,6	3,6
chelated fentons, høj	ud	62889	VP33	27-06-2012	370	130	19	57	0,48	576,48	0,21	<0,020	<0,020	3,8	6,0	<0,10	55	0,20	5,0	80	<0,020	19	3,2
chelated fentons, lav	ind	62890	VP34	27-06-2012	1,1	0,16	0,052	49	0,053	50,365	0,44	<0,020	<0,020	11	9,2	<0,10	140	0,57	6,8	160	0,084	3,6	5,2
chelated fentons, lav	ud	62891	VP35	27-06-2012	1100	380	53	160	2,5	1695,5	0,51	<0,020	<0,020	8,6	8,5	<0,10	110	0,43	6,2	170	<0,020	65	3,9
chelated fentons, lav	ind	62892	VP36	27-06-2012	4,9	0,14	<0,020	76	0,37	81,41	0,64	<0,020	<0,020	9,1	6,9	<0,10	190	0,73	7,3	190	<0,020	2,9	4,3
chelated fentons, lav	ud	62893	VP37	27-06-2012	1300	450	66	210	2,5	2028,5	0,49	<0,020	<0,020	8,5	8,3	<0,10	170	0,38	6,0	210	<0,020	63	3,9
chelated fentons, lav	ind	62894	VP38	27-06-2012	2,4	<0,020	0,041	9,3	0,29	12,031	0,28	<0,020	<0,020	9,1	6,9	<0,10	150	0,53	7,1	170	0,097	2,8	4,3
chelated fentons, lav	ud	62895	VP39	27-06-2012	1200	400	57	180	2,6	1839,6	0,86	<0,020	<0,020	9,1	8,9	<0,10	170	0,42	6,6	180	<0,020	66	4,3
Elektrokemi	ind	63751	VP43	28-06-2012	0,64	<0,020	<0,020	34	<0,020	34,64	<0,020	<0,020	<0,020	5,8	6,7	<0,10	140	0,35	12	230	0,079	2,5	3,7
Elektrokemi	ud	63752	VP44	28-06-2012	270	280	1000	730	1,3	2281,3	36	<0,020	<0,020	7,9	9,2	<0,10	170	0,25	12	370	<0,020	71	3,6
Elektrokemi	ind	63753	VP45	28-06-2012	0,63	<0,020	<0,020	12	<0,020	12,63	<0,020	<0,020	<0,020	5,6	6,3	<0,10	140	0,27	12	230	<0,020	2,4	3,6
Elektrokemi	ud	63754	VP46	28-06-2012	840	340	67	170	1,2	1418,2	34	<0,020	<0,020	7,6	8,9	<0,10	66	0,23	12	360	<0,020	69	3,5
Elektrokemi	ind	63755	VP47	28-06-2012	0,63	<0,020	<0,020	17	<0,020	17,63	<0,020	<0,020	<0,020	4,7	5,8	<0,10	130	0,17	11	180	<0,020	2,3	3,3
Elektrokemi	ud	63756	VP48	28-06-2012	800	350	69	150	1,2	1370,2	27	<0,020	<0,020	4,7	8,4	<0,10	65	0,24	7,0	180	<0,020	47	2,2
EK salt	ind	63757	VP49	28-06-2012	0,2	<0,020	<0,020	32	<0,020	32,2	<0,020	<0,020	<0,020	3,7	4,9	<0,10	130	0,27	4,6	110	<0,020	1,5	1,4
EK salt	ud	63758	VP50	28-06-2012	710	220	51	55	<0,020	1036	250	<0,020	<0,020	3,9	7,4	<0,10	25	0,056	7,7	130	<0,020	62	3,3
EK salt	ind	63759	VP51	28-06-2012	0,97	<0,020	<0,020	64	<0,020	64,97	<0,020	<0,020	<0,020	6,0	6,4	<0,10	140	0,25	12	230	<0,020	2,4	3,6
EK salt	ud	63760	VP52	28-06-2012	740	230	55	58	<0,020	1083	130	<0,020	<0,020	4,4	8,4	<0,10	63	0,040	8,9	300	<0,020	70	3,7
EK salt	ind	63761	VP53	28-06-2012	0,89	<0,020	<0,020	71	<0,020	71,89	<0,020	<0,020	<0,020	6,0	6,4	<0,10	140	0,26	12	230	<0,020	2,5	3,6
EK salt	ud	63762	VP54	28-06-2012	270	260	570	150	<0,020	1250	120	<0,020	<0,020	4,1	7,7	<0,10	60	<0,020	7,9	280	<0,020	64	3,5
EK Na-sulfat	ind	63763	VP55	28-06-2012	0,061	<0,020	<0,020	93	<0,020	93,061	<0,020	<0,020	<0,020	5,7	6,3	<0,10	150	0,27	12	240	0,070	2,3	3,3
EK Na-sulfat	ud	63764	VP56	28-06-2012	940	370	82	170	0,73	1562,73	31	<0,020	<0,020	6,1	6,6	<0,10	120	0,17	8,7	160	<0,020	56	2,6
EK Na-sulfat	ind	63765	VP57	28-06-2012	0,41	<0,020	<0,020	95	<0,020	95,41	<0,020	<0,020	<0,020	6,0	6,6	<0,10	150	0,25	13	250	<0,020	2,6	3,5
EK Na-sulfat	ud	63766	VP58	28-06-2012	880	340	100	160	0,7	1480,7	45	<0,020	<0,020	8,1	8,9	<0,10	170	0,22	12	380	<0,020	75	3,5
EK Na-sulfat	ind	63767	VP59	28-06-2012	0,27	<0,020	<0,020	120	<0,020</														

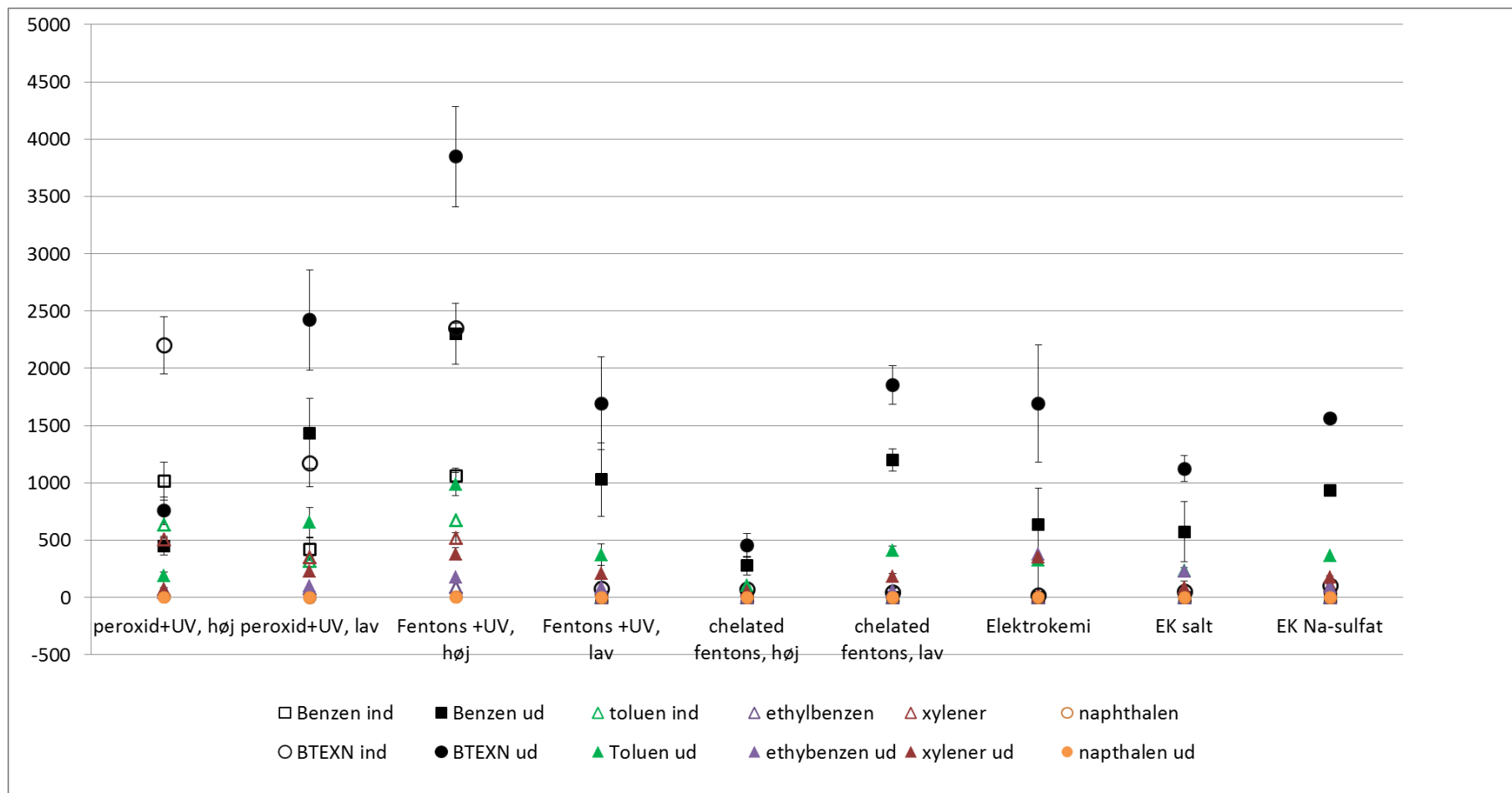
Bilag 2.2

Databehandling Søborg Hovedgade

I dette bilag præsenteres resultaterne fra forsøgene på Søborg Hovedgade. Ind og udløbskoncentrationer for hver metoder er plottet. Desuden er værdier for systemprøve fra ind og udløbet angivet. Variation i indløbskoncentrationerne på Søborg Hovedgade har været så stor at det ikke er muligt at drage konklusioner. Desuden er der i systemprøverne set at udløbskoncentrationer for nogle tilfælde er højere end indløbskoncentrationer. Det har ikke været muligt at påvise at der er tale om ombytning af prøver eller andet fejl i prøvetagning.



Figur B.1. Koncentration og standard afvigelse af de meste dominerende chlorerede opløsningsmidler i ind- og udløbsvandet. I flere tilfælde er udløbsprøvernes indhold højere. I systemprøver (ikke plottet) er der ligeledes fundet: For cis 1,2 DCE, 160-210 µg/l og 240-140 µg/l i udløbet, for VC 180 µg/l i indløbet og 63-141 i udløbet og for 1,2 DCA 2,3-3,2 i indløbet og 51-1,8 i udløbet. Desuden viser er standard afvigelse for de målte koncentrationer ofte over 100 %



Figur B.2. Koncentration og standard afvigelse af BTEXer i ind- og udløbsvandet. I flere tilfælde er udløbsprøvernes indhold højere. I systemprøver (ikke plottet) er der ligeledes fundet: For benzen 3-160 µg/l og 336-990 µg/l i udløbet, for toluen 2,8-98 µg/l i indløbet og 215-270 i udløbet, for xylener 109-160 i indløbet og 165-240 i udløbet, og for ethylebenzen 0,12-19 µg/l i indløbet og 6-33 i udløbet. Desuden viser er standard afvigelse for de målte koncentrationer ofte over 50 %

Bilag 2.3

Udfyldte feltskemaer

Lokalitet	Rødovrevej 239-241				Side	1
Dato	08-05-12					
Forsøg (sæt cirkel)	Navn	1	2	3a	3	4
	Teknik	ozon +UV	ozon	peroxid+UV	Peroxid+Fe+UV	Peroxid+Fe
Kommentarer til forsøget, (høj/lav dosis, andet)			1600.			5
						Elektrokemi

ingen prøver

Start Processen		stabile værdier		Prøvetagning					
Tid (min)	0			30	50	60	80	90	110
Prøve	- 1144	monitere pH, ledningsevne mv		Indløb	Udløb	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb

Flow	Tid	pH	oz	Ledningsevne	Temperatur	Redox	Prøve Indløb	Prøve Udløb	Kommentarer
4.53 l/min	10:53	4.66		812	12.1	157			4.53 l/min, sket
4.65 l/min	11:00	3.96		812	12.1	155			
4.65 l/min	11:08	3.24		816	12.1	153			
4.65 l/min	11:14	2.80		814	12.1	153			
4.60 l/min	11:20	2.05		822	12.3	151			
4.60 l/min	11:36	1.58		836	12.4	147			
4.60 l/min	11:40	1.42		837	12.4	144			
	11:44								15% flow 100W
	12:06								stop ozon ppefikur sky.
2.4 l/min	12:13								opstart
	12:24								Fikkesky II
									se side 2

log.

stop ozon ppefikur sky.

Lokalitet	Rødovrevej 239-241				Side	7
Dato	9-5-12					
Forsøg (sæt cirkel)	Navn	1	2	3a	4	5
	Teknik	ozon +UV	ozon	peroxid+UV	Peroxid+Fe	Elektrokemi
Kommentarer til forsøget, (høj/lav dosis, andet)						

Start Processen		stabile værdier		Prøvetagning					
Tid (min)	0			30	50	60	80	90	110
Prøve	14.25	monitere pH, ledningsevne mv		Indløb	Udløb	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb
				14.55	15.15	15.25	15.45	15.55	16.15

Flow	Tid	pH	Ledningsevne	Temperatur	Redox	Prøve Indløb	Prøve Udløb	Kommentarer
	14.25	7,15	871	15,1	266			start UV
482 l/m ²	14.55	7,10	876	16,1	265	VP12 1/3		
	15.16	7,10	894	16,3	265		VP13 1/3	
487 l/m ²	15.25	7,10	899	16,3	265	VP12 1/3		
	15.45	7,10	907	16,0	265		VP13 1/3	
492 l/m ²	15.55	7,10	909	15,7	265	VP12 1/3		
	16.15	7,09	911	15,5	266		↑ VP13 1/2	
	16.10						VP14 -	efter kulfiltration

Lokalitet	Rødovrevej 239-241
Dato	10-05-12

Side	11
------	----

Forsøg (sæt cirkel)		Navn	1	2	3a	3	4	Elektrokemi
		Teknik	ozon +UV	ozon	peroxid+UV	Peroxid+Fe+UV	Peroxid+Fe	
Kommentarer til forsøget, (høj/lav dosis, andet)								
		+NaCl 400g 36 v. 35 Aug.						

10% NaCl 52/k.

stabile værdier

Start Processen

Tid (min)	0	Prøvetagning							
Prøve	14:28	monitere pH, ledningsevne mv	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb	Udløb
			14.45	14.50	14.55	15.00	15.05	15.10	

Ca. 2 1/2 min fra dosering til sensorer

Flow	Tid	pH	Ledningsevne	Temperatur	Redox	Prøve Indløb	Prøve Udløb	Kommentarer
	14.07							
	14.15							
	14.28		3,81 mS/cm	18.7	-368			NaCl tilføjet, bevarer
3,98 l/min	14.45	7.34	3.85	19.0	-356			recirkulering startet med "gammelt" vand
	14.50	7.39	3.71	18.8	-378			indstillet 1. og 2. gang
4.38 l/min	14.55	7.36	3.75	18.9	-358	VP22 1/3	VP23 1/3	
	15.00	7.44	3.71	19.1	-386			
4.30	15.05	7.32	3.64	18.5	-367	VP22 1/3	VP23 1/3	
	15.10	7.34	3.82	18.8	-367		VP23 1/3	stop

recirkulering starter igen stopper

Søborg Hovedgade

Lokalitet	Side	7
Dato		

Forsøg (sæt cirkel)	1	2	3a	3	4	5
	Navn	ozon +UV	peroxid+UV	Peroxid+Fe+UV	Peroxid+Fe	Elektrokemi
	Teknik					

Kommentarer til forsøget, (høj/lav dosis, andet)

lang stg
% kem t

		Prøvetagning						
Tid (min)	0	30	50	60	80	90	110	
Prøve	-	monitere pH, ledningsevne mv						
Tid kl.	942	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb	
		955	1005	1015	1025	1035	1045	

Flow	Tid	Ilrt	pH	Ledningsevne	Temperatur	Redox	Prøve Indløb	Prøve Udløb	Kommentarer
4.39	910		7.1				VP41	VP42	Systemprøver
4.41	935	0.04	6.57	2.19	14.1	91			Heating 26000/h
4.41	945	0.06	6.57	2.18	14.6	184			-1-2 26000/h
4.25	955						VP43		
4.51	1005	7.17	6.55	2.16	16.7	541		VP44	
4.25	1015	7.51	6.55	2.16	17.3	524	VP45		
4.28	1025	7.48	6.55	2.14	17.3	528		VP46	
4.36	1035	7.64	6.55	2.16	17.6	527	VP47		Heating 22000/h
4.30	1045	7.55	6.54	2.15	17.7	530	VP48		-1-2 18000/h

10999 saw blue fogget
i not.

10999 visning 28-06-12
16:24
9:52

Real time

Söbong Hovedgørdle

Stop elektro
start Wall
start elektro

10:50

Start Processen		monitere pH, ledningsevne mv	Prøvetagning					
	0		30	50	60	80	90	110
Tid (min)								
Prøve	-							
Tid kl.	1115		1125	1135	1145	1155	1205	1215

[illegible]

Søborg Hovedgade

Lokalitet											Side	9		
Dato	28-06-12													
Forsøg (sæt cirkel)			1		2		3a		3		4		5	
	Navn		ozon +UV		ozon		peroxid+UV		Peroxid+Fe+UV		Peroxid+Fe		Elektrokemi	
	Teknik												+ Na ₂ SO ₄	
Kommentarer til forsøget, (høj/lav dosis, andet)			skal ikke laves		skal ikke laves								1 kg / 150	

Start Processen		stabile værdier		Prøvetagning										
Tid (min)	0			30	50	60	80	90	110					
Prøve	-	monitere pH, ledningsevne mv		Indløb	Udløb	Indløb	Udløb	Indløb	Udløb					
Tid kl.	12.45			13.00	13.15	13.25	13.35	13.40	13.55					

Flow	Tid	lit	pH	Ledningsevne	Temperatur	Redox	Prøve Indløb	Prøve Udløb	Kommentarer
4.51	12.25	4.94	6.55	2.72	15.2	533			start Na ₂ SO ₄
	12.45	11.80	6.55	3.59	14.4	725			start opløsning
4.59	13.05	6.58	6.54	3.52	17.6	634	VP55		35V 25A
4.53	13.15	8.25	6.54	3.46	17.9	665		VP56	
4.57	13.25	8.45	6.53	3.40	17.9	658	VP57		
4.57	13.35	8.48	6.53	3.38	18.0	649		VP58	35V 24A
4.58	13.45	8.56	6.53	3.39	18.1	649	VP59		
4.58	13.55	8.58	6.52	3.35	17.9	627		VP60	
			7.1					VP61	efter kontrol

2 min 25 s.
stages af ledningsevne

Bilag 3: Udskrift fra OPI regneark Region Sjællands værktøj

Basisdata

Timepriser

Timepris 1 - Regions medarb.	Enhed	Værdi	Beskrivelse
	kr./time	650	Gennemsnitlig timepris
Timepris 2 - Regions medarb.	kr./time	650	Gennemsnitlig timepris

Brændstofforbrug

Benzin	Enhed	Værdi	Beskrivelse
	km/l	12	Gennemsnitligt benzinforbrug
Diesel	km/l	15	Gennemsnitligt dieselforbrug
Elbil	km/kWh	1	Gennemsnitligt elforbrug

Enhedsomkostninger

El	/kWh	1,6	0,17	Gennemsnitlige værdier
Vand	/m3	23	0,00032	Gennemsnitlige værdier

Benzin	/l	12,5	0,71	Gennemsnitlige værdier
Diesel	/l	11,5	0,52	Gennemsnitlige værdier

Aktiv kul, vand	/kg	32	7,27
Aktiv kul, luft	/kg	32	7,27

Citronsyre	/kg	6	1,58	Indtast type kemikalie
Jern Sufat	/kg	5	0,17	
Hydrogenperoxid	/kg	100	1,19	
Ozon	/kg	250	8,01	
NaCl	/kg	1,5	0,18	

	/kg			Indtast type substrat
Substrat 2	/kg			
Substrat 3	/kg			
Substrat 4	/kg			

Formål

Prissætte Regionens tid på anlæggene
Prissætte Regionens tid på anlæggene

Formål

Beregne forbruget af benzin til tilsyn
Beregne forbruget af diesel til tilsyn
Beregne forbruget af el til tilsyn

Formål

Beregne økonomi og CO2 belastning ved forbrug af el på anlæg
Beregne økonomi og CO2 belastning ved forbrug af vand på anlæg

Beregne økonomi og CO2 belastning ved forbrug af benzin til tilsyn
Beregne økonomi og CO2 belastning ved forbrug af diesel til tilsyn

Beregne økonomi og CO2 belastning ved forbrug af kul på anlæg
Beregne økonomi og CO2 belastning ved forbrug af kul på anlæg

Beregne økonomi og CO2 belastning ved forbrug af kemikalier på anlæg

Beregne økonomi og CO2 belastning ved forbrug af substrater på anlæg

Dataark for registrering og beregning af driftsdata og nøgleparametre for: 2011

Adresse

Rødovrevej kul, Rødovre

Lokalitets id.

100-00001

Sagsbehandler

sendes fra økonomiark

Driftsansvarlig

sendes fra økonomiark

Kvalitetssikring

☐ Dataark er udfyldt for indeværende år

☒ msgm Udfyldt af (sagsbehandlers/rådgivers initialer)

☐ kats Godkendt af (godkenders initialer)

Vejledning

I røde felter indtastes værdi/foretages valg hvert år, hvorefter farvemarkeringen forsvinder

I hvide felter indtastes værdi eller revurderes værdi fra foregående år

I felter med fed ramme vælges på rulleliste

I grå felter foretages automatiske beregninger eller datahentninger

Driftsdata

Emne	Parameter	Enhed	Beskrivelse	Formål	
Teknik	Afværgemetode				
	Afværgemetode 1	Oppumpning	Angiv hvilken afværgemetode, der primært anvendes	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode	
	Afværgemetode 2		Angiv evt. yderligere afværgemetode	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode	
	Anlægstype	Vandbehandlingsanlæg	Grupper som i SMART afværg (vandbehandling, vand/luft behandling, gas etc.)	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgegruppe	
Formål	Risiko - formål med afværg				
	Indeklima		Formål med afværg er en sikring af indeklima	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg	
	Kontaktrisiko		Formål med afværg er en sikring af arealanvendelse/jordkontakt	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg	
	Grundvand	Ja	Formål med afværg er en sikring af grundvand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg	
	Overfladevand		Formål med afværg er en sikring af overfladevand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg	
	Følsom arealanvendelse		Lokalitet med følsom arealanvendelse bolig , børnehave etc.	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
	OSD/OD/OBD	OSD	Beliggenhed ift. drikkevandsinteresser	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
	Indvindingsopland til almen vandforsyning		Beliggenhed ift. indvindingsopland	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
	Miljø	Forurening			
		Type forurening	Pesticider		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningstype
Dominerende forureningskomponent		MCPP		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningskomponent	
Evt. sekundær forureningskomponent					
Evt. uddybning om forureningskomponenter					
Total forurening - start [kg]			Angivelse af samlet forureningsmængde (masse) ved opstart af afværg	Vurdere udgangspunkt for igangsættelse af afværg	
Fjernet forurening - indeværende år [kg]				Vurdere effekt af oprensning/afværg	
Fjernet forurening - total [kg]			Fjernet/oprenset forurening i hele den aktuelle afværgperiode (til dags dato)	Vurdere effekt af oprensning/afværg	
Resterende forurening [kg]		0	Vurderet masse af aktuel forurening	Vurdere status for drift af afværg	
Krav til oprensning					
Opsat stopkriterier			Angivelse af om der er opsat stopkriterier		
Stopkriterium [kg]			Stopkriterium relateret til restmasse		
[mg/l]			Stopkriterium relateret til koncentration		
[kg/år]			Stopkriterium relateret til forureningsflux		
Udledningskrav			Angivelse af om der er udledningskrav		
Udledningskrav, vand [mg/l]			Krav til rensning af vand før udledning		
Udledningskrav, luft [mg/m3]			Krav til rensning af luft før udledning		
Udledningskrav overholdt pågældende år					
Evt. monitoring for miljøeffekter					
Støj - problemer			Er der problemer med støj fra afværgeforanstaltningen		
Lugt - problemer			Er der problemer med lugt fra afværgeforanstaltningen		
Andre negative miljøeffekter			Er der andre negative miljøeffekter fra afværgeforanstaltningen		
Supplerende vand til vandløb			Sikrer afværgen vand i vandløb?		
Andre positive miljøeffekter			Er der andre positive miljøeffekter fra afværgeforanstaltningen		
Anlæg		Driftstid			
	Levetid, anlæg [år]		Der gives et bud på anlæggets levetid	Hvornår skal anlægget udskiftes med et nyt anlæg	
	Levetid, hus [år]		Der gives et bud på huset levetid (max levetid for et hus angives som 100 år)	Er relevant i forhold til at vurdere driftstid for indeklimasikring	
	Driftstart [årstal]		Hvor lang tid har anlægget samlet været i drift	Beregne driftomkostninger i anlæggets driftstid til d.d.	
	Driftstid, forventet rest fra dd. [år]	15	Hvor lang tid forventes anlægget videre at skulle være i drift	Beregne driftsomkostninger i anlæggets resterende driftstid	
	Driftstid, Total [år]	2026	Hvor lang tid skal anlægget være i drift total	Beregne anlægsomkostninger i aflæggets resterende driftstid	
	Tilsyn - tid og transport				
	Antal tilsyn [antal/år]	20	Antal årlige tilsyn		
	Transport ved hvert tilsyn [km]	72	Gennemsnitlig antal km pr. tilsyn		
	Primært brændstof til transport	Benzin			
	Transport total [km/år]	1440	Kørte km pr. år		
	Tid pr. tilsyn [timer]	3	Tidsforbrug pr. tilsyn		
	Samlet tilsynstid [timer/år] (timepris 1)	60	Regionens tidsforbrug til tilsyn, service og vedligehold af den pågældende sag		
	Administrativ tid				
	Sagsstyring - Region - Timepris 1 [timer/år]		Regionens tidsforbrug til administration/sagsstyring af den pågældende sag		
	- Timepris 2 [timer/år]				
	Ressourceforbrug				
	Elforbrug [kWh/år]	24000	Elforbrug inkl. varmemeforbrug da det i de fleste tilfælde inkluderet i El forbruget		
	Vandforbrug - vandværksvand [m3/år]		Forbrug af vandværksvand til eventuel returskyl etc. På anlæg		
	Oppumpning vand				
	Pumpeydelse [m3/h]	1,427	Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper		
	Oppumpet vandmængde [m3/år]	12500,52	Samlet oppumpet vandmængde det pågældende år		
	Reinfiltration [m3/år]		Årlig vandmænde der reinfiltres		
	Vandudledning - kloak [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til kloak		
	Vandudledning - regnvandssystem [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til regnvandssystem eller direkte til overfladevand		
	Oppumpning luft				
	Pumpeydelse [m3/h]		Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper		
	Oppumpet luftmængde [m3/år]	0	Samlet oppumpet luftmængde det pågældende år		
	Anvendelse af materialer - kul og kemikalier				
	Kul, vand [kg/år]	250	Forbrug af aktiv kul pr. år		
	Kul, luft [kg/år]		Forbrug af aktiv kul pr. år		
	Anvendt kemikalie 1		Mængde: kg/år	Forbrug af kemikalie for afsyring, kemisk ox. etc. pr. år	
	Anvendt kemikalie 2		Mængde: kg/år	- " -	
	Anvendt kemikalie 3		Mængde: kg/år	- " -	
	Substrat 1 [kg/år]		Mængde: kg/år	Forbrug af substrat til stimuleret reduktiv dechloring (SRD) pr. år	
	Substrat 2 [kg/år]		Mængde: kg/år	- " -	
	Økonomi	Omkostninger - drift af anlæg [kr/år]			
		Generelle omkostninger	sendes fra økonomiark	Omkostninger til SMART mv. som skal deles ud på alle anlæg	
		Analysér	sendes fra økonomiark	Omkostninger til analyser	
		El	sendes fra økonomiark	Omkostninger til el forbrug	
Materialer		sendes fra økonomiark	Omkostninger til nye komponenter, kemikalier, kul mv.		
Rådgiver		sendes fra økonomiark	Omkostninger til rådgiverydelser		
Service		sendes fra økonomiark	Omkostninger til eksterne serviceydelser		
Vandudledning		sendes fra økonomiark	Omkostninger til vandudledning		
SRO inkl. telefon		sendes fra økonomiark	Omkostninger til SRO inkl. telefonlinje		
Husleje		sendes fra økonomiark	Omkostninger til husleje		
Total		0	Totale omkostninger af ovenstående økonomiposter ekskl. Regionens eget arbejde		
Omkostninger - Regionens tid					
Tilsynsomkostninger [kr/år]		39000	Omkostninger til tilsyn i form af regionens tid (timer * timesats)		
Sagsstyring - Region omkostninger [kr/år]		0	Omkostninger til sagsstyring i form af regionens tid (timer * timesats)		
Demontering og nedlukning af anlæg					
Nedlukningsomkostninger [kr]			Omkostninger for nedlukning af afværgeforanstaltninger (anlæg og boringer mv.)		
Indtægter					
Salg af procesvand [kr/år]			Indtægter ved salg af rensat vand fra anlæg		
Andre indtægter [kr/år]			Indtægter ved andet end salg af rensat vand fra anlæg		
Total [kr/år]		0	Totale indtægter pr. år		
Miljømæssige nøgleparametre					
Emne		Parameter	Enhed	Beskrivelse	Formål
Økonomi		Samlede årlige driftsomkostninger [kr/år]	39000	Driftomkostninger inkl. Regionens egen tid pr. anlæg	Vurdere de aktuelle driftsomkostninger
		Driftsomkostninger - indtægter [kr/år]	39000	Årlige omkostninger - årlige indtægter	Vurdere den samlede økonomi på anlægget
		Omk. / kg. fjernet foru. [kr/kg] - Indeværende år		Årlige økonomiske omkostninger/ kg fjernet forurening for indeværende år	Vurdere miljøøkonomien
Miljø	Risiko, Grundvand		Vurderes på baggrund af OSD/indvindingsopland og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko	
	Risiko, Indeklima		Vurderes på baggrund af arealanvendelse (følsom) og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko	
	Risiko, Kontaktrisiko		Vurderes på baggrund af arealanvendelse (følsom) og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko	
	Risiko, Overfladevand		Eventuel risiko i forhold til overfladevand og recipienter	Kunne prioritere i forhold til risiko	
	Fjernet forurening, indeværende år [kg/år]	0	Angivelse af hvor stor forureningsmasse der fjernes det pågældende år	Kunne vurdere effekt af afværg	
	Opnåelse af stopkriterium ift. restmasse	Intet kriterium ift. restmasse	Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium (udfyldes automatisk)	Kunne vurdere effekt og stadie af afværg	
	Opnåelse af stopkriterium ift. konc.		Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium såfremt krit. er defineret		
	Opnåelse af stopkrit. ift. forureningsflux		Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium såfremt krit. er defineret		
	Oprensningseffektivitet ift. massefjernelse		Sikrer afværgen en god massefjernelse ift. opnåelse af stopkriterier?	Kunne prioritere i forhold til oprensningseffekt (massefjernelse)	
	Afværgens effektivitet ift. risikoreduktion		Sikrer afværgen afskæring i forhold til spredningsveje og risiko?	Kunne prioritere i forhold til afværgeseffekt (risikoreduktion)	
	Samlet miljøeffekt af afværgen		Angivelse af positive/negative miljøeffekter ud fra de samlede oplysninger	Kunne prioritere i forhold til positive/negative miljøeffekter	
	Politik	CO2 belastning [kg CO2 -eq/år]	5983	Årlig CO2 belastning som følge af kørsel, elforbrug samt forbrug af kul og kemikalier	Vurdere CO2 belastningen som følge driften
	Bemærkninger og supplerende information				

Dataark for registrering og beregning af driftsdata og nøgleparametre for: 2011

Adresse

Rødovrevej Ozon lav, Rødovre

Lokalitets id.

100-00002

Sagsbehandler

sendes fra økonomiark

Driftsansvarlig

sendes fra økonomiark

Kvalitetssikring

☐ Dataark er udfyldt for indeværende år

☒ msgm Udfyldt af (sagsbehandlers/rådgivers initialer)

☐ kats Godkendt af (godkenders initialer)

Vejledning

I røde felter indtastes værdi/foretages valg hvert år, hvorefter farvemarkeringen forsvinder

I hvide felter indtastes værdi eller revurderes værdi fra foregående år

I felter med fed ramme vælges på rulleliste

I grå felter foretages automatiske beregninger eller datahentninger

Driftsdata

Emne	Parameter	Enhed	Beskrivelse	Formål
Teknik	Afværgemetode			
	Afværgemetode 1	Oppumpning	Angiv hvilken afværgemetode, der primært anvendes	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode
	Afværgemetode 2		Angiv evt. yderligere afværgemetode	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode
	Anlægstype	Vandbehandlingsanlæg	Grupper som i SMART afværg (vandbehandling, vand/luft behandling, gas etc.)	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgegruppe
Formål	Risiko - formål med afværg			
	Indeklima		Formål med afværg er en sikring af indeklima	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg
	Kontaktrisiko		Formål med afværg er en sikring af arealanvendelse/jordkontakt	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg
	Grundvand	Ja	Formål med afværg er en sikring af grundvand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg
	Overfladevand		Formål med afværg er en sikring af overfladevand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg
	Følsom arealanvendelse		Lokalitet med følsom arealanvendelse bolig , børnehave etc.	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter
	OSD/OD/OBD	OSD	Beliggenhed ift. drikkevandsinteresser	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter
	Indvindingsopland til almen vandforsyning		Beliggenhed ift. indvindingsopland	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter
Miljø	Forurening			
	Type forurening	Pesticider		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningstype
	Dominerende forureningskomponent	MCPP		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningskomponent
	Evt. sekundær forureningskomponent			
	Evt. uddybning om forureningskomponenter			
	Total forurening - start [kg]		Angivelse af samlet forureningsmængde (masse) ved opstart af afværg	Vurdere udgangspunkt for igangsættelse af afværg
	Fjernet forurening - indeværende år [kg]			Vurdere effekt af oprensning/afværg
	Fjernet forurening - total [kg]		Fjernet/oprenset forurening i hele den aktuelle afværgperiode (til dags dato)	Vurdere effekt af oprensning/afværg
	Resterende forurening [kg]	0	Vurderet masse af aktuel forurening	Vurdere status for drift af afværg
	Krav til oprensning			
Opsat stopkriterier		Angivelse af om der er opsat stopkriterier		
Stopkriterium [kg]		Stopkriterium relateret til restmasse		
	[mg/l]	Stopkriterium relateret til koncentration		
	[kg/år]	Stopkriterium relateret til forureningsflux		
Udledningskrav		Angivelse af om der er udledningskrav		
Udledningskrav, vand [mg/l]		Krav til rensning af vand før udledning		
Udledningskrav, luft [mg/m3]		Krav til rensning af luft før udledning		
Udledningskrav overholdt pågældende år				
Evt. monitoring for miljøeffekter				
Støj - problemer		Er der problemer med støj fra afværgeforanstaltningen		
Lugt - problemer		Er der problemer med lugt fra afværgeforanstaltningen		
Andre negative miljøeffekter		Er der andre negative miljøeffekter fra afværgeforanstaltningen		
Supplerende vand til vandløb		Sikrer afværgen vand i vandløb?		
Andre positive miljøeffekter		Er der andre positive miljøeffekter fra afværgeforanstaltningen		
Anlæg	Driftstid			
	Levetid, anlæg [år]		Der gives et bud på anlæggets levetid	Hvornår skal anlægget udskiftes med et nyt anlæg
	Levetid, hus [år]		Der gives et bud på huset levetid (max levetid for et hus angives som 100 år)	Er relevant i forhold til at vurdere driftstid for indeklimasikring
	Driftstart [årstal]		Hvor lang tid har anlægget samlet været i drift	Beregne driftomkostninger i anlæggets driftstid til d.d.
	Driftstid, forventet rest fra dd. [år]	15	Hvor lang tid forventes anlægget videre at skulle være i drift	Beregne driftsomkostninger i anlæggets resterende driftstid
	Driftstid, Total [år]	2026	Hvor lang tid skal anlægget være i drift total	Beregne anlægsomkostninger i aflæggets resterende driftstid
	Tilsyn - tid og transport			
	Antal tilsyn [antal/år]	20	Antal årlige tilsyn	
	Transport ved hvert tilsyn [km]	72	Gennemsnitlig antal km pr. tilsyn	
	Primært brændstof til transport	Benzin		
	Transport total [km/år]	1440	Kørte km pr. år	
	Tid pr. tilsyn [timer]	3	Tidsforbrug pr. tilsyn	
	Samlet tilsynstid [timer/år] (timepris 1)	60	Regionens tidsforbrug til tilsyn, service og vedligehold af den pågældende sag	
	Administrativ tid			
	Sagsstyring - Region - Timepris 1 [timer/år]		Regionens tidsforbrug til administration/sagsstyring af den pågældende sag	
	Ressourceforbrug			
	Elforbrug [kWh/år]	27869	Elforbrug inkl. varmemeforbrug da det i de fleste tilfælde inkluderet i El forbruget	
	Vandforbrug - vandværksvand [m3/år]		Forbrug af vandværksvand til eventuel returskyl etc. På anlæg	
	Oppumpning vand			
Pumpeydelse [m3/h]	1,427	Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper		
Oppumpet vandmængde [m3/år]	12500,52	Samlet oppumpet vandmængde det pågældende år		
Reinfiltration [m3/år]		Årlig vandmænde der reinfiltres		
Vandudledning - kloak [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til kloak		
Vandudledning - regnvandssystem [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til regnvandssystem eller direkte til overfladevand		
Oppumpning luft				
Pumpeydelse [m3/h]		Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper		
Oppumpet luftmængde [m3/år]	0	Samlet oppumpet luftmængde det pågældende år		
Anvendelse af materialer - kul og kemikalier				
Kul, vand [kg/år]	0	Forbrug af aktiv kul pr. år		
Kul, luft [kg/år]		Forbrug af aktiv kul pr. år		
Anvendt kemikalie 1	Ozon	Mængde: 486 kg/år Forbrug af kemikalie for afsyring, kemisk ox. etc. pr. år		
Anvendt kemikalie 2		Mængde: - " -		
Anvendt kemikalie 3		Mængde: - " -		
Substrat 1 [kg/år]		Mængde: kg/år Forbrug af substrat til stimuleret reduktiv dechloring (SRD) pr. år		
Substrat 2 [kg/år]		Mængde: - " -		
Økonomi	Omkostninger - drift af anlæg [kr/år]			
	Generelle omkostninger	sendes fra økonomiark	Omkostninger til SMART mv. som skal deles ud på alle anlæg	
	Analysér	sendes fra økonomiark	Omkostninger til analyser	
	El	sendes fra økonomiark	Omkostninger til el forbrug	
	Materialer	sendes fra økonomiark	Omkostninger til nye komponenter, kemikalier, kul mv.	
	Rådgiver	sendes fra økonomiark	Omkostninger til rådgiverydelser	
	Service	sendes fra økonomiark	Omkostninger til eksterne serviceydelser	
	Vandudledning	sendes fra økonomiark	Omkostninger til vandudledning	
	SRO inkl. telefon	sendes fra økonomiark	Omkostninger til SRO inkl. telefonlinje	
	Husleje	sendes fra økonomiark	Omkostninger til husleje	
	Total	0	Totale omkostninger af ovenstående økonomiposter ekskl. Regionens eget arbejde	
	Omkostninger - Regionens tid			
	Tilsynsomkostninger [kr/år]	39000	Omkostninger til tilsyn i form af regionens tid (timer * timesats)	
	Sagsstyring - Region omkostninger [kr/år]	0	Omkostninger til sagsstyring i form af regionens tid (timer * timesats)	
	Demontering og nedlukning af anlæg			
Nedlukningsomkostninger [kr]		Omkostninger for nedlukning af afværgeforanstaltninger (anlæg og boringer mv.)		
Indtægter				
Salg af procesvand [kr/år]		Indtægter ved salg af rensat vand fra anlæg		
Andre indtægter [kr/år]		Indtægter ved andet end salg af rensat vand fra anlæg		
Total [kr/år]	0	Totale indtægter pr. år		
Miljømæssige nøgleparametre				
Emne	Parameter	Enhed	Beskrivelse	Formål
Økonomi	Samlede årlige driftsomkostninger [kr/år]	39000	Driftomkostninger inkl. Regionens egen tid pr. anlæg	Vurdere de aktuelle driftsomkostninger
	Driftsomkostninger - indtægter [kr/år]	39000	Årlige omkostninger - årlige indtægter	Vurdere den samlede økonomi på anlægget
	Omk. / kg. fjernet foru. [kr/kg] - Indeværende år		Årlige økonomiske omkostninger/ kg fjernet forurening for indeværende år	Vurdere miljøøkonomien
Miljø	Risiko, Grundvand		Vurderes på baggrund af OSD/indvindingsopland og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Risiko, Indeklima		Vurderes på baggrund af arealanvendelse (følsom) og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Risiko, Kontaktrisiko		Vurderes på baggrund af arealanvendelse (følsom) og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Risiko, Overfladevand		Eventuel risiko i forhold til overfladevand og recipienter	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Fjernet forurening, indeværende år [kg/år]	0	Angivelse af hvor stor forureningsmasse der fjernes det pågældende år	Kunne vurdere effekt af afværg
	Opnåelse af stopkriterium ift. restmasse	Intet kriterium ift. restmasse	Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium (udfyldes automatisk)	Kunne vurdere effekt og stadie af afværg
	Opnåelse af stopkriterium ift. konc.		Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium såfremt krit. er defineret	
	Opnåelse af stopkrit. ift. forureningsflux		Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium såfremt krit. er defineret	
	Oprensningseffektivitet ift. massefjernelse		Sikrer afværgen en god massefjernelse ift. opnåelse af stopkriterier?	Kunne prioritere i forhold til oprensningseffekt (massefjernelse)
	Afværgens effektivitet ift. risikoreduktion		Sikrer afværgen afskæring i forhold til spredningsveje og risiko?	Kunne prioritere i forhold til afværgeseffekt (risikoreduktion)
	Samlet miljøeffekt af afværgen		Angivelse af positive/negative miljøeffekter ud fra de samlede oplysninger	Kunne prioritere i forhold til positive/negative miljøeffekter
	Politik	CO2 belastning [kg CO2 -eq/år]	8717	Årlig CO2 belastning som følge af kørsel, elforbrug samt forbrug af kul og kemikalier
Bemærkninger og supplerende information				

Dataark for registrering og beregning af driftsdata og nøgleparametre for: 2011

Adresse

Rødovrevej Ozon og UV lav, Rødovre

Lokalitets id.

100-00003

Sagsbehandler

sendes fra økonomiark

Driftsansvarlig

sendes fra økonomiark

Kvalitetssikring

☐ Dataark er udfyldt for indeværende år

☒ msgm Udfyldt af (sagsbehandlers/rådgivers initialer)

☐ kats Godkendt af (godkenders initialer)

Vejledning

I røde felter indtastes værdi/foretages valg hvert år, hvorefter farvemarkeringen forsvinder

I hvide felter indtastes værdi eller revurderes værdi fra foregående år

I felter med fed ramme vælges på rulleliste

I grå felter foretages automatiske beregninger eller datahentninger

Driftsdata

Emne	Parameter	Enhed	Beskrivelse	Formål
Teknik	Afværgemetode			
	Afværgemetode 1	Oppumpning	Angiv hvilken afværgemetode, der primært anvendes	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode
	Afværgemetode 2		Angiv evt. yderligere afværgemetode	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode
	Anlægstype	Vandbehandlingsanlæg	Grupper som i SMART afvæрге (vandbehandling, vand/luft behandling, gas etc.)	Kunne sortere sagerne med baggrund i afvæргеgruppe
Formål	Risiko - formål med afvæрге			
	Indeklima		Formål med afvæрге er en sikring af indeklima	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afvæрге
	Kontaktrisiko		Formål med afvæрге er en sikring af arealanvendelse/jordkontakt	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afvæрге
	Grundvand	Ja	Formål med afvæрге er en sikring af grundvand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afvæрге
	Overfladevand		Formål med afvæрге er en sikring af overfladevand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afvæрге
	Følsom arealanvendelse		Lokalitet med følsom arealanvendelse bolig , børnehave etc.	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter
	OSD/OD/OBD	OSD	Beliggenhed ift. drikkevandsinteresser	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter
	Indvindingsopland til almen vandforsyning		Beliggenhed ift. indvindingsopland	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter
Miljø	Forurening			
	Type forurening	Pesticider		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningstype
	Dominerende forureningskomponent	MCPP		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningskomponent
	Evt. sekundær forureningskomponent			
	Evt. uddybning om forureningskomponenter			
	Total forurening - start [kg]		Angivelse af samlet forureningsmængde (masse) ved opstart af afvæрге	Vurdere udgangspunkt for igangsættelse af afvæрге
	Fjernet forurening - indeværende år [kg]			Vurdere effekt af oprensning/afvæрге
	Fjernet forurening - total [kg]		Fjernet/oprenset forurening i hele den aktuelle afvæргеperiode (til dags dato)	Vurdere effekt af oprensning/afvæрге
	Resterende forurening [kg]	0	Vurderet masse af aktuel forurening	Vurdere status for drift af afvæрге
	Krav til oprensning			
	Opsat stopkriterier		Angivelse af om der er opsat stopkriterier	
	Stopkriterium [kg]		Stopkriterium relateret til restmasse	
	[mg/l]		Stopkriterium relateret til koncentration	
	[kg/år]		Stopkriterium relateret til forureningsflux	
	Udledningskrav		Angivelse af om der er udledningskrav	
	Udledningskrav, vand [mg/l]		Krav til rensning af vand før udledning	
	Udledningskrav, luft [mg/m3]		Krav til rensning af luft før udledning	
	Udledningskrav overholdt pågældende år			
	Evt. monitoring for miljøeffekter			
	Støj - problemer		Er der problemer med støj fra afvæргеforanstaltningen	
	Lugt - problemer		Er der problemer med lugt fra afvæргеforanstaltningen	
	Andre negative miljøeffekter		Er der andre negative miljøeffekter fra afvæргеforanstaltningen	
	Supplerende vand til vandløb		Sikrer afværgen vand i vandløb?	
	Andre positive miljøeffekter		Er der andre positive miljøeffekter fra afvæргеforanstaltningen	
Anlæg	Driftstid			
	Levetid, anlæg [år]		Der gives et bud på anlæggets levetid	Hvornår skal anlægget udskiftes med et nyt anlæg
	Levetid, hus [år]		Der gives et bud på huset levetid (max levetid for et hus angives som 100 år)	Er relevant i forhold til at vurdere driftstid for indeklimasikring
	Driftstart [årstal]		Hvor lang tid har anlægget samlet været i drift	Beregne driftomkostninger i anlæggets driftstid til d.d.
	Driftstid, forventet rest fra dd. [år]	15	Hvor lang tid forventes anlægget videre at skulle være i drift	Beregne driftsomkostninger i anlæggets resterende driftstid
	Driftstid, Total [år]	2026	Hvor lang tid skal anlægget være i drift total	Beregne anlægsomkostninger i aflæggets resterende driftstid
	Tilsyn - tid og transport			
	Antal tilsyn [antal/år]	20	Antal årlige tilsyn	
	Transport ved hvert tilsyn [km]	72	Gennemsnitlig antal km pr. tilsyn	
	Primært brændstof til transport	Benzin		
	Transport total [km/år]	1440	Kørte km pr. år	
	Tid pr. tilsyn [timer]	3	Tidsforbrug pr. tilsyn	
	Samlet tilsynstid [timer/år] (timepris 1)	60	Regionens tidsforbrug til tilsyn, service og vedligehold af den pågældende sag	
	Administrativ tid			
	Sagsstyring - Region - Timepris 1 [timer/år]		Regionens tidsforbrug til administration/sagsstyring af den pågældende sag	
	- Timepris 2 [timer/år]			
	Ressourceforbrug			
	Elforbrug [kWh/år]	35369	Elforbrug inkl. varmemeforbrug da det i de fleste tilfælde inkluderet i El forbruget	
	Vandforbrug - vandværksvand [m3/år]		Forbrug af vandværksvand til eventuel returskyl etc. På anlæg	
	Oppumpning vand			
	Pumpeydelse [m3/h]	1,427	Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper	
	Oppumpet vandmængde [m3/år]	12500,52	Samlet oppumpet vandmængde det pågældende år	
	Reinfiltration [m3/år]		Årlig vandmænde der reinfiltres	
	Vandudledning - kloak [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til kloak	
	Vandudledning - regnvandssystem [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til regnvandssystem eller direkte til overfladevand	
	Oppumpning luft			
	Pumpeydelse [m3/h]		Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper	
	Oppumpet luftmængde [m3/år]	0	Samlet oppumpet luftmængde det pågældende år	
	Anvendelse af materialer - kul og kemikalier			
	Kul, vand [kg/år]	0	Forbrug af aktiv kul pr. år	
	Kul, luft [kg/år]		Forbrug af aktiv kul pr. år	
	Anvendt kemikalie 1	Ozon	Mængde: 500 kg/år Forbrug af kemikalie for afsyring, kemisk ox. etc. pr. år	
	Anvendt kemikalie 2		Mængde: - " -	
	Anvendt kemikalie 3		Mængde: - " -	
	Substrat 1 [kg/år]		Mængde: - " -	
	Substrat 2 [kg/år]		Mængde: - " -	
Økonomi	Økonomi			
	Økonomi			

Miljø

Emne	Parameter	Enhed	Beskrivelse	Formål
Økonomi	Samlede årlige driftsomkostninger [kr/år]	39000	Driftomkostninger inkl. Regionens egen tid pr. anlæg	Vurdere de aktuelle driftsomkostninger
	Driftsomkostninger - indtægter [kr/år]	39000	Årlige omkostninger - årlige indtægter	Vurdere den samlede økonomi på anlægget
	Økonomi	Økonomi		Vurdere miljøøkonomien
Miljø	Risiko, Grundvand		Vurderes på baggrund af OSD/indvindingsopland og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Risiko, Indeklima		Vurderes på baggrund af arealanvendelse (følsom) og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Risiko, Kontaktrisiko		Vurderes på baggrund af arealanvendelse (følsom) og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Risiko, Overfladevand		Eventuel risiko i forhold til overfladevand og recipienter	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Fjernet forurening, indeværende år [kg/år]	0	Angivelse af hvor stor forureningsmasse der fjernes det pågældende år	Kunne vurdere effekt af afvæрге
	Opnåelse af stopkriterium ift. restmasse	Intet kriterium ift. restmasse	Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium (udfyldes automatisk)	Kunne vurdere effekt og stadie af afvæрге
	Opnåelse af stopkriterium ift. konc.		Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium såfremt krit. er defineret	
	Opnåelse af stopkrit. ift. forureningsflux		Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium såfremt krit. er defineret	
	Oprensnings effektivitet ift. massefjernelse		Sikrer afværgen en god massefjernelse ift. opnåelse af stopkriterier?	Kunne prioritere i forhold til oprensningseffekt (massefjernelse)
	Afværgens effektivitet ift. risikoreduktion		Sikrer afværgen afskæring i forhold til spredningsveje og risiko?	Kunne prioritere i forhold til afvæргеffekt (risikoreduktion)
	Samlet miljøeffekt af afværgen		Angivelse af positive/negative miljøeffekter ud fra de samlede oplysninger	Kunne prioritere i forhold til positive/negative miljøeffekter
	Politik	CO2 belastning [kg CO2 -eq/år]	10104	Årlig CO2 belastning som følge af kørsel, elforbrug samt forbrug af kul og kemikalier

Bemærkninger og supplerende information

Dataark for registrering og beregning af driftsdata og nøgleparametre for: 2011

Adresse

Rødovrevej Fenton og UV lav, Rødovre

Lokalitets id.

100-00004

Sagsbehandler

sendes fra økonomiark

Driftsansvarlig

sendes fra økonomiark

Kvalitetssikring

☐ Dataark er udfyldt for indeværende år

☒ msgm Udfyldt af (sagsbehandlers/rådgivers initialer)

☐ kats Godkendt af (godkenders initialer)

Vejledning

I røde felter indtastes værdi/foretages valg hvert år, hvorefter farvemarkeringen forsvinder

I hvide felter indtastes værdi eller revurderes værdi fra foregående år

I felter med fed ramme vælges på rulleliste

I grå felter foretages automatiske beregninger eller datahentninger

Driftsdata

Emne	Parameter	Enhed	Beskrivelse	Formål
Teknik	Afværgemetode			
	Afværgemetode 1	Oppumpning	Angiv hvilken afværgemetode, der primært anvendes	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode
	Afværgemetode 2		Angiv evt. yderligere afværgemetode	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode
	Anlægstype	Vandbehandlingsanlæg	Grupper som i SMART afværg (vandbehandling, vand/luft behandling, gas etc.)	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgegruppe
Formål	Risiko - formål med afværg			
	Indeklima		Formål med afværg er en sikring af indeklima	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg
	Kontaktrisiko		Formål med afværg er en sikring af arealanvendelse/jordkontakt	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg
	Grundvand	Ja	Formål med afværg er en sikring af grundvand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg
	Overfladevand		Formål med afværg er en sikring af overfladevand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværg
	Følsom arealanvendelse		Lokalitet med følsom arealanvendelse bolig , børnehave etc.	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter
	OSD/OD/OBD	OSD	Beliggenhed ift. drikkevandsinteresser	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter
	Indvindingsopland til almen vandforsyning		Beliggenhed ift. indvindingsopland	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter
Miljø	Forurening			
	Type forurening	Pesticider		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningstype
	Dominerende forureningskomponent	MCPP		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningskomponent
	Evt. sekundær forureningskomponent			
	Evt. uddybning om forureningskomponenter			
	Total forurening - start [kg]		Angivelse af samlet forureningsmængde (masse) ved opstart af afværg	Vurdere udgangspunkt for igangsættelse af afværg
	Fjernet forurening - indeværende år [kg]			Vurdere effekt af oprensning/afværg
	Fjernet forurening - total [kg]		Fjernet/oprenset forurening i hele den aktuelle afværgperiode (til dags dato)	Vurdere effekt af oprensning/afværg
	Resterende forurening [kg]	0	Vurderet masse af aktuel forurening	Vurdere status for drift af afværg
	Krav til oprensning			
	Opsat stopkriterier		Angivelse af om der er opsat stopkriterier	
	Stopkriterium [kg]		Stopkriterium relateret til restmasse	
	[mg/l]		Stopkriterium relateret til koncentration	
	[kg/år]		Stopkriterium relateret til forureningsflux	
	Udledningskrav		Angivelse af om der er udledningskrav	
	Udledningskrav, vand [mg/l]		Krav til rensning af vand før udledning	
	Udledningskrav, luft [mg/m3]		Krav til rensning af luft før udledning	
	Udledningskrav overholdt pågældende år			
	Evt. monitoring for miljøeffekter			
	Støj - problemer		Er der problemer med støj fra afværgeforanstaltningen	
	Lugt - problemer		Er der problemer med lugt fra afværgeforanstaltningen	
	Andre negative miljøeffekter		Er der andre negative miljøeffekter fra afværgeforanstaltningen	
	Supplerende vand til vandløb		Sikrer afværgen vand i vandløb?	
	Andre positive miljøeffekter		Er der andre positive miljøeffekter fra afværgeforanstaltningen	
Anlæg	Driftstid			
	Levetid, anlæg [år]		Der gives et bud på anlæggets levetid	Hvornår skal anlægget udskiftes med et nyt anlæg
	Levetid, hus [år]		Der gives et bud på huset levetid (max levetid for et hus angives som 100 år)	Er relevant i forhold til at vurdere driftstid for indeklimasikring
	Driftstart [årstal]		Hvor lang tid har anlægget samlet været i drift	Beregne driftomkostninger i anlæggets driftstid til d.d.
	Driftstid, forventet rest fra dd. [år]	15	Hvor lang tid forventes anlægget videre at skulle være i drift	Beregne driftsomkostninger i anlæggets resterende driftstid
	Driftstid, Total [år]	2026	Hvor lang tid skal anlægget være i drift total	Beregne anlægsomkostninger i aflæggets resterende driftstid
	Tilsyn - tid og transport			
	Antal tilsyn [antal/år]	20	Antal årlige tilsyn	
	Transport ved hvert tilsyn [km]	72	Gennemsnitlig antal km pr. tilsyn	
	Primært brændstof til transport	Benzin		
	Transport total [km/år]	1440	Kørte km pr. år	
	Tid pr. tilsyn [timer]	3	Tidsforbrug pr. tilsyn	
	Samlet tilsynstid [timer/år] (timepris 1)	60	Regionens tidsforbrug til tilsyn, service og vedligehold af den pågældende sag	
	Administrativ tid			
	Sagsstyring - Region - Timepris 1 [timer/år]		Regionens tidsforbrug til administration/sagsstyring af den pågældende sag	
	- Timepris 2 [timer/år]			
Ressourceforbrug	Elforbrug [kWh/år]	31865	Elforbrug inkl. varmemeforbrug da det i de fleste tilfælde inkluderet i El forbruget	
	Vandforbrug - vandværksvand [m3/år]		Forbrug af vandværksvand til eventuel returskyl etc. På anlæg	
	Oppumpning vand			
	Pumpeydelse [m3/h]	1,427	Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper	
	Oppumpet vandmængde [m3/år]	12500,52	Samlet oppumpet vandmængde det pågældende år	
	Reinfiltration [m3/år]		Årlig vandmænde der reinfiltres	
	Vandudledning - kloak [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til kloak	
	Vandudledning - regnvandssystem [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til regnvandssystem eller direkte til overfladevand	
Oppumpning luft	Pumpeydelse [m3/h]		Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper	
	Oppumpet luftmængde [m3/år]	0	Samlet oppumpet luftmængde det pågældende år	
	Anvendelse af materialer - kul og kemikalier			
	Kul, vand [kg/år]	0	Forbrug af aktiv kul pr. år	
	Kul, luft [kg/år]		Forbrug af aktiv kul pr. år	
	Anvendt kemikalie 1	Hydrogenperoxid	Mængde: 21 kg/år Forbrug af kemikalie for afsyring, kemisk ox. etc. pr. år	
	Anvendt kemikalie 2	Jern Sufat	Mængde: 35 kg/år - " -	
	Anvendt kemikalie 3		Mængde: kg/år - " -	
	Substrat 1 [kg/år]		Mængde: kg/år Forbrug af substrat til stimuleret reduktiv dechloring (SRD) pr. år	
	Substrat 2 [kg/år]		Mængde: kg/år - " -	

Økonomi

Økonomi	Omkostninger - drift af anlæg [kr/år]	sendes fra økonomiark	Omkostninger til SMART mv. som skal deles ud på alle anlæg			
		sendes fra økonomiark	Omkostninger til analyser			
		sendes fra økonomiark	Omkostninger til el forbrug			
		sendes fra økonomiark	Omkostninger til nye komponenter, kemikalier, kul mv.			
		sendes fra økonomiark	Omkostninger til rådgiverydelser			
		sendes fra økonomiark	Omkostninger til eksterne serviceydelser			
		sendes fra økonomiark	Omkostninger til vandudledning			
		sendes fra økonomiark	Omkostninger til SRO inkl. telefonlinje			
		sendes fra økonomiark	Omkostninger til husleje			
		0	Totale omkostninger af ovenstående økonomiposter ekskl. Regionens eget arbejde			
		Omkostninger - Regionens tid	Tilsynsomkostninger [kr/år]	39000	Omkostninger til tilsyn i form af regionens tid (timer * timesats)	
			Sagsstyring - Region omkostninger [kr/år]	0	Omkostninger til sagsstyring i form af regionens tid (timer * timesats)	
Demontering og nedlukning af anlæg	Nedlukningsomkostninger [kr]		Omkostninger for nedlukning af afværgeforanstaltninger (anlæg og boringer mv.)			
Indtægter	Salg af procesvand [kr/år]		Indtægter ved salg af rensset vand fra anlæg			
			Indtægter ved andet end salg af rensset vand fra anlæg			
		0	Totale indtægter pr. år			

Miljø

Emne	Parameter	Enhed	Beskrivelse	Formål
Økonomi	Samlede årlige driftsomkostninger [kr/år]	39000	Driftomkostninger inkl. Regionens egen tid pr. anlæg	Vurdere de aktuelle driftsomkostninger
	Driftsomkostninger - indtægter [kr/år]	39000	Årlige omkostninger - årlige indtægter	Vurdere den samlede økonomi på anlægget
	Omk. / kg. fjernet foru. [kr/kg] - Indeværende år		Årlige økonomiske omkostninger/ kg fjernet forurening for indeværende år	Vurdere miljøøkonomien
Miljø	Risiko, Grundvand		Vurderes på baggrund af OSD/indvindingsopland og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Risiko, Indeklima		Vurderes på baggrund af arealanvendelse (følsom) og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Risiko, Kontaktrisiko		Vurderes på baggrund af arealanvendelse (følsom) og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Risiko, Overfladevand		Eventuel risiko i forhold til overfladevand og recipienter	Kunne prioritere i forhold til risiko
	Fjernet forurening, indeværende år [kg/år]	0	Angivelse af hvor stor forureningsmasse der fjernes det pågældende år	Kunne vurdere effekt af afværg
	Opnåelse af stopkriterium ift. restmasse	Intet kriterium ift. restmasse	Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium (udfyldes automatisk)	Kunne vurdere effekt og stadie af afværg
	Opnåelse af stopkriterium ift. konc.		Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium såfremt krit. er defineret	
	Opnåelse af stopkrit. ift. forureningsflux		Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium såfremt krit. er defineret	
	Oprensningseffektivitet ift. massefjernelse		Sikrer afværgen en god massefjernelse ift. opnåelse af stopkriterier?	Kunne prioritere i forhold til oprensningseffekt (massefjernelse)
	Afværgens effektivitet ift. risikoreduktion		Sikrer afværgen afskæring i forhold til spredningsveje og risiko?	Kunne prioritere i forhold til afværgeseffekt (risikoreduktion)
	Samlet miljøeffekt af afværgen		Angivelse af positive/negative miljøeffekter ud fra de samlede oplysninger	Kunne prioritere i forhold til positive/negative miljøeffekter
	Politik	CO2 belastning [kg CO2 -eq/år]	5533	Årlig CO2 belastning som følge af kørsel, elforbrug samt forbrug af kul og kemikalier

Bemærkninger og supplerende information

Dataark for registrering og beregning af driftsdata og nøgleparametre for: 2011

Adresse	Rødovrevej Elektrokemi salt, Rødovre	Kvalitetssikring			Vejledning	
Lokalitets id.	100-00005		☐	Dataark er udfyldt for indeværende år	I røde felter indtastes værdi/foretages valg hvert år, hvorefter farvemærkingen forsvinder	
Sagsbehandler	sendes fra økonomiark	msgm		Udfyldt af (sagsbehandlers/rådgivers initialer)	I hvide felter indtastes værdi eller revurderes værdi fra foregående år	
Driftsansvarlig	sendes fra økonomiark	kats		Godkendt af (godkenders initialer)	I felter med fed ramme vælges på rulleliste	
					I grå felter foretages automatiske beregninger eller datahentninger	
Driftsdata						
Emne	Parameter	Enhed	Beskrivelse		Formål	
Teknik	Afværgemetode					
	Afværgemetode 1	Oppumpning	Angiv hvilken afværgemetode, der primært anvendes		Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode	
	Afværgemetode 2		Angiv evt. yderligere afværgemetode		Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode	
	Anlægstype	Vandbehandlingsanlæg	Grupper som i SMART afvæрге (vandbehandling, vand/luft behandling, gas etc.)		Kunne sortere sagerne med baggrund i afvæргеgruppe	
Formål	Risiko - formål med afvæрге					
	Indeklima		Formål med afvæрге er en sikring af indeklima		Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afvæрге	
	Kontaktrisiko		Formål med afvæрге er en sikring af arealanvendelse/jordkontakt		Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afvæрге	
	Grundvand	Ja	Formål med afvæрге er en sikring af grundvand		Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afvæрге	
	Overfladevand		Formål med afvæрге er en sikring af overfladevand		Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afvæрге	
	Følsom arealanvendelse		Lokalitet med følsom arealanvendelse bolig , børnehave etc.		Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
	OSD/OD/OBD	OSD	Beliggenhed ift. drikkevandsinteresser		Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
	Indvindingsopland til almen vandforsyning		Beliggenhed ift. indvindingsopland		Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
	Miljø	Forurening				
		Type forurening	Pesticider			Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningstype
Dominerende forureningskomponent		MCCP			Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningskomponent	
Evt. sekundær forureningskomponent						
Evt. uddybning om forureningskomponenter						
Total forurening - start [kg]			Angivelse af samlet forureningsmængde (masse) ved opstart af afvæрге		Vurdere udgangspunkt for igangsættelse af afvæрге	
Fjernet forurening - indeværende år [kg]					Vurdere effekt af oprensning/afvæрге	
Fjernet forurening - total [kg]			Fjernet/oprenset forurening i hele den aktuelle afvæргеperiode (til dags dato)		Vurdere effekt af oprensning/afvæрге	
Resterende forurening [kg]		0	Vurderet masse af aktuel forurening		Vurdere status for drift af afvæрге	
Krav til oprensning						
Opsat stopkriterier			Angivelse af om der er opsat stopkriterier			
Stopkriterium [kg]			Stopkriterium relateret til restmasse			
[mg/l]			Stopkriterium relateret til koncentration			
[kg/år]			Stopkriterium relateret til forureningsflux			
Udledningskrav			Angivelse af om der er udledningskrav			
Udledningskrav, vand [mg/l]			Krav til rensning af vand før udledning			
Udledningskrav, luft [mg/m3]			Krav til rensning af luft før udledning			
Udledningskrav overholdt pågældende år						
Evt. monitoring for miljøeffekter						
Støj - problemer			Er der problemer med støj fra afvæргеforanstaltningen			
Lugt - problemer		Er der problemer med lugt fra afvæргеforanstaltningen				
Andre negative miljøeffekter		Er der andre negative miljøeffekter fra afvæргеforanstaltningen				
Supplerende vand til vandløb		Sikrer afværgen vand i vandløb?				
Andre positive miljøeffekter		Er der andre positive miljøeffekter fra afvæргеforanstaltningen				
Anlæg	Driftstid					
	Levetid, anlæg [år]		Der gives et bud på anlæggets levetid		Hvornår skal anlægget udskiftes med et nyt anlæg	
	Levetid, hus [år]		Der gives et bud på huset levetid (max levetid for et hus angives som 100 år)		Er relevant i forhold til at vurdere driftstid for indeklimasikring	
	Driftstart [årstal]		Hvor lang tid har anlægget samlet været i drift		Beregne driftsomkostninger i anlæggets driftstid til d.d.	
	Driftstid, forventet rest fra dd. [år]	15	Hvor lang tid forventes anlægget videre at skulle være i drift		Beregne driftsomkostninger i anlæggets resterende driftstid	
	Driftstid, Total [år]	2026	Hvor lang tid skal anlægget være i drift total		Beregne anlægsomkostninger i aflæggets resterende driftstid	
	Tilsyn - tid og transport					
	Antal tilsyn [antal/år]	20	Antal årlige tilsyn			
	Transport ved hvert tilsyn [km]	72	Gennemsnitlig antal km pr. tilsyn			
	Primært brændstof til transport	Benzin				
	Transport total [km/år]	1440	Kørte km pr. år			
	Tid pr. tilsyn [timer]	3	Tidsforbrug pr. tilsyn			
	Samlet tilsynstid [timer/år] (timepris 1)	60	Regionens tidsforbrug til tilsyn, service og vedligehold af den pågældende sag			
	Administrativ tid					
	Sagsstyring - Region - Timepris 1 [timer/år]		Regionens tidsforbrug til administration/sagsstyring af den pågældende sag			
	- Timepris 2 [timer/år]					
	Ressourceforbrug					
	Elforbrug [kWh/år]	55250	Elforbrug inkl. varmekforbrug da det i de fleste tilfælde inkluderet i El forbruget			
	Vandforbrug - vandværksvand [m3/år]		Forbrug af vandværksvand til eventuel returskyl etc. På anlæg			
	Oppumpning vand					
	Pumpeydelse [m3/h]	1,427	Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper			
	Oppumpet vandmængde [m3/år]	12500,52	Samlet oppumpet vandmængede det pågældende år			
	Reinfiltration [m3/år]		Årlig vandmænde der reinfiltres			
	Vandudledning - kloak [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til kloak			
	Vandudledning - regnvandssystem [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til regnvandssystem eller direkte til overfladevand			
	Oppumpning luft					
	Pumpeydelse [m3/h]		Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper			
	Oppumpet luftmængde [m3/år]	0	Samlet oppumpet luftmængede det pågældende år			
	Anvendelse af materialer - kul og kemikalier					
	Kul, vand [kg/år]		Forbrug af aktiv kul pr. år			
	Kul, luft [kg/år]		Forbrug af aktiv kul pr. år			
	Anvendt kemikalie 1	NaCl	Mængde:	31250	kg/år Forbrug af kemikalie for afsyring, kemisk ox. etc. pr. år	
	Anvendt kemikalie 2		Mængde:		kg/år - " -	
	Anvendt kemikalie 3		Mængde:		kg/år - " -	
	Substrat 1 [kg/år]		Mængde:		kg/år Forbrug af substrat til stimuleret reduktiv dechloring (SRD) pr. år	
	Substrat 2 [kg/år]		Mængde:		kg/år - " -	
	Økonomi	Omkostninger - drift af anlæg [kr/år]				
		Generelle omkostninger	sendes fra økonomiark	Omkostninger til SMART mv. som skal deles ud på alle anlæg		
		Analysér	sendes fra økonomi			

Dataark for registrering og beregning af driftsdata og nøgleparametre for: 2011

Adresse

Kirke Værløsevej Kul, Værløse

Lokalitets id.

200-00001

Sagsbehandler

sendes fra økonomiark

Driftsansvarlig

sendes fra økonomiark

Kvalitetssikring

☐

Dataark er udfyldt for indeværende år

msgm

Udfyldt af (sagsbehandlers/rådgivers initialer)

kats

Godkendt af (godkenders initialer)

Vejledning

I røde felter indtastes værdi/foretages valg hvert år, hvorefter farvemarkeringen forsvinder

I hvide felter indtastes værdi eller revurderes værdi fra foregående år

I felter med fed ramme vælges på rulleliste

I grå felter foretages automatiske beregninger eller datahentninger

Driftsdata

Emne	Parameter	Enhed	Beskrivelse	Formål	
Teknik	Afværgemetode				
	Afværgemetode 1	Oppumpning	Angiv hvilken afværgemetode, der primært anvendes	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode	
	Afværgemetode 2		Angiv evt. yderligere afværgemetode	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode	
	Anlægstype	Vandbehandlingsanlæg	Grupper som i SMART afværge (vandbehandling, vand/luft behandling, gas etc.)	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgegruppe	
Formål	Risiko - formål med afværge				
	Indeklima		Formål med afværge er en sikring af indeklima	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværge	
	Kontaktrisiko		Formål med afværge er en sikring af arealanvendelse/jordkontakt	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværge	
	Grundvand	Ja	Formål med afværge er en sikring af grundvand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværge	
	Overfladevand		Formål med afværge er en sikring af overfladevand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværge	
	Følsom arealanvendelse		Lokalitet med følsom arealanvendelse bolig , børnehave etc.	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
	OSD/OD/OBD	OSD	Beliggenhed ift. drikkevandsinteresser	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
	Indvindingsopland til almen vandforsyning		Beliggenhed ift. indvindingsopland	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
Miljø	Forurening				
	Type forurening	Chloreerede opløsningsmidler		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningstype	
	Dominerende forureningskomponent	Tetrachlorethylen (PCE)		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningskomponent	
	Evt. sekundær forureningskomponent				
	Evt. uddybning om forureningskomponenter				
	Total forurening - start [kg]		Angivelse af samlet forureningsmængde (masse) ved opstart af afværge	Vurdere udgangspunkt for igangsættelse af afværge	
	Fjernet forurening - indeværende år [kg]			Vurdere effekt af oprensning/afværge	
	Fjernet forurening - total [kg]		Fjernet/oprenset forurening i hele den aktuelle afværgeperiode (til dags dato)	Vurdere effekt af oprensning/afværge	
	Resterende forurening [kg]	0	Vurderet masse af aktuel forurening	Vurdere status for drift af afværge	
	Krav til oprensning				
	Opsat stopkriterier		Angivelse af om der er opsat stopkriterier		
	Stopkriterium [kg]		Stopkriterium relateret til restmasse		
	[mg/l]	Stopkriterium relateret til koncentration			
	[kg/år]	Stopkriterium relateret til forureningsflux			
Udledningskrav		Angivelse af om der er udledningskrav			
Udledningskrav, vand [mg/l]		Krav til rensning af vand før udledning			
Udledningskrav, luft [mg/m3]		Krav til rensning af luft før udledning			
Udledningskrav overholdt pågældende år					
Evt. monitoring for miljøeffekter					
Støj - problemer		Er der problemer med støj fra afværgeforanstaltningen			
Lugt - problemer		Er der problemer med lugt fra afværgeforanstaltningen			
Andre negative miljøeffekter		Er der andre negative miljøeffekter fra afværgeforanstaltningen			
Supplerende vand til vandløb		Sikrer afværgen vand i vandløb?			
Andre positive miljøeffekter		Er der andre positive miljøeffekter fra afværgeforanstaltningen			
Anlæg	Driftstid				
	Levetid, anlæg [år]		Der gives et bud på anlæggets levetid	Hvornår skal anlægget udskiftes med et nyt anlæg	
	Levetid, hus [år]		Der gives et bud på huset levetid (max levetid for et hus angives som 100 år)	Er relevant i forhold til at vurdere driftstid for indeklimasikring	
	Driftstart [årstal]		Hvor lang tid har anlægget samlet været i drift	Beregne driftomkostninger i anlæggets driftstid til d.d.	
	Driftstid, forventet rest fra dd. [år]	15	Hvor lang tid forventes anlægget videre at skulle være i drift	Beregne driftsomkostninger i anlæggets resterende driftstid	
	Driftstid, Total [år]	2026	Hvor lang tid skal anlægget være i drift total	Beregne anlægsomkostninger i aflæggets resterende driftstid	
	Tilsyn - tid og transport				
	Antal tilsyn [antal/år]	50	Antal årlige tilsyn		
	Transport ved hvert tilsyn [km]	48	Gennemsnitlig antal km pr. tilsyn		
	Primært brændstof til transport	Benzin			
	Transport total [km/år]	2400	Kørte km pr. år		
	Tid pr. tilsyn [timer]	3	Tidsforbrug pr. tilsyn		
	Samlet tilsynstid [timer/år] (timepris 1)	150	Regionens tidsforbrug til tilsyn, service og vedligehold af den pågældende sag		
	Administrativ tid				
	Sagsstyring - Region - Timepris 1 [timer/år]		Regionens tidsforbrug til administration/sagsstyring af den pågældende sag		
	Ressourceforbrug				
	Elforbrug [kWh/år]	60000	Elforbrug inkl. varmemeforbrug da det i de fleste tilfælde inkluderet i El forbruget		
	Vandforbrug - vandværksvand [m3/år]		Forbrug af vandværksvand til eventuel returskyl etc. På anlæg		
	Oppumpning vand				
	Pumpeydelse [m3/h]	17,123	Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper		
	Oppumpet vandmængde [m3/år]	149997,48	Samlet oppumpet vandmængde det pågældende år		
Reinfiltration [m3/år]		Årlig vandmænde der reinfiltres			
Vandudledning - kloak [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til kloak			
Vandudledning - regnvandssystem [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til regnvandssystem eller direkte til overfladevand			
Oppumpning luft					
Pumpeydelse [m3/h]		Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper			
Oppumpet luftmængde [m3/år]	0	Samlet oppumpet luftmængde det pågældende år			
Anvendelse af materialer - kul og kemikalier					
Kul, vand [kg/år]	2500	Forbrug af aktiv kul pr. år			
Kul, luft [kg/år]		Forbrug af aktiv kul pr. år			
Anvendt kemikalie 1		Mængde: [] kg/år	Forbrug af kemikalie for afsyring, kemisk ox. etc. pr. år		
Anvendt kemikalie 2		Mængde: [] kg/år	- " -		
Anvendt kemikalie 3		Mængde: [] kg/år	- " -		
Substrat 1 [kg/år]		Mængde: [] kg/år	Forbrug af substrat til stimuleret reduktiv dechloring (SRD) pr. år		
Substrat 2 [kg/år]		Mængde: [] kg/år	- " -		
Økonomi	Omkostninger - drift af anlæg [kr/år]				
	Generelle omkostninger	sendes fra økonomiark	Omkostninger til SMART mv. som skal deles ud på alle anlæg		
	Analysér	sendes fra økonomiark	Omkostninger til analyser		
	El	sendes fra økonomiark	Omkostninger til el forbrug		
	Materialer	sendes fra økonomiark	Omkostninger til nye komponenter, kemikalier, kul mv.		
	Rådgiver	sendes fra økonomiark	Omkostninger til rådgiverydelser		
	Service	sendes fra økonomiark	Omkostninger til eksterne serviceydelser		
	Vandudledning	sendes fra økonomiark	Omkostninger til vandudledning		
	SRO inkl. telefon	sendes fra økonomiark	Omkostninger til SRO inkl. telefonlinje		
	Husleje	sendes fra økonomiark	Omkostninger til husleje		
	Total	0	Totale omkostninger af ovenstående økonomiposter ekskl. Regionens eget arbejde		
	Omkostninger - Regionens tid				
	Tilsynsomkostninger [kr/år]	97500	Omkostninger til tilsyn i form af regionens tid (timer * timesats)		
	Sagsstyring - Region omkostninger [kr/år]	0	Omkostninger til sagsstyring i form af regionens tid (timer * timesats)		
	Demontering og nedlukning af anlæg				
	Nedlukningsomkostninger [kr]		Omkostninger for nedlukning af afværgeforanstaltninger (anlæg og boringer mv.)		
	Indtægter				
	Salg af procesvand [kr/år]		Indtægter ved salg af rensset vand fra anlæg		
	Andre indtægter [kr/år]		Indtægter ved andet end salg af rensset vand fra anlæg		
	Total [kr/år]	0	Totale indtægter pr. år		
	Miljømæssige nøgleparametre				
	Emne	Parameter	Enhed	Beskrivelse	Formål
Økonomi	Samlede årlige driftsomkostninger [kr/år]	97500	Driftomkostninger inkl. Regionens egen tid pr. anlæg	Vurdere de aktuelle driftsomkostninger	
	Driftsomkostninger - indtægter [kr/år]	97500	Årlige omkostninger - årlige indtægter	Vurdere den samlede økonomi på anlægget	
	Om. / kg. fjernet foru. [kr/kg] - Indeværende år		Årlige økonomiske omkostninger/ kg fjernet forurening for indeværende år	Vurdere miljøøkonomien	
Miljø	Risiko, Grundvand		Vurderes på baggrund af OSD/indvindingsopland og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko	
	Risiko, Indeklima		Vurderes på baggrund af arealanvendelse (følsom) og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko	
	Risiko, Kontaktrisiko		Vurderes på baggrund af arealanvendelse (følsom) og forureningspåvirkning/mængde	Kunne prioritere i forhold til risiko	
	Risiko, Overfladevand		Eventuel risiko i forhold til overfladevand og recipienter	Kunne prioritere i forhold til risiko	
	Fjernet forurening, indeværende år [kg/år]	0	Angivelse af hvor stor forureningsmasse der fjernes det pågældende år	Kunne vurdere effekt af afværge	
	Opnåelse af stopkriterium ift. restmasse	Intet kriterium ift. restmasse	Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium (udfyldes automatisk)	Kunne vurdere effekt og stadie af afværge	
	Opnåelse af stopkriterium ift. konc.		Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium såfremt krit. er defineret		
	Opnåelse af stopkrit. ift. forureningsflux		Procentvis angivelse af opnåelse af stopkriterium såfremt krit. er defineret		
	Oprensningseffektivitet ift. massefjernelse		Sikrer afværgen en god massefjernelse ift. opnåelse af stopkriterier?	Kunne prioritere i forhold til oprensningseffekt (massefjernelse)	
	Afværgens effektivitet ift. risikoreduktion		Sikrer afværgen afskæring i forhold til spredningsveje og risiko?	Kunne prioritere i forhold til afværgeeffekt (risikoreduktion)	
	Samlet miljøeffekt af afværgen		Angivelse af positive/negative miljøeffekter ud fra de samlede oplysninger	Kunne prioritere i forhold til positive/negative miljøeffekter	
	Politik	CO2 belastning [kg CO2 -eq/år]	28517	Årlig CO2 belastning som følge af kørsel, elforbrug samt forbrug af kul og kemikalier	Vurdere CO2 belastningen som følge driften
Bemærkninger og supplerende information					

Dataark for registrering og beregning af driftsdata og nøgleparametre for: 2011

[illegible]

Dataark for registrering og beregning af driftsdata og nøgleparametre for: 2011

Adresse

Kirke Værløsevej Fenton og UV lav, Værløse

Lokalitets id.

200-00003

Sagsbehandler

sendes fra økonomiark

Driftsansvarlig

sendes fra økonomiark

Kvalitetssikring

msgm

kats

Dataark er udfyldt for indeværende år

Udfyldt af (sagsbehandlers/rådgivers initialer)

Godkendt af (godkenders initialer)

Vejledning

I røde felter indtastes værdi/foretages valg hvert år, hvorefter farvemærkingen forsvinder

I hvide felter indtastes værdi eller revurderes værdi fra foregående år

I felter med fed ramme vælges på rulleliste

I grå felter foretages automatiske beregninger eller datahentninger

Driftsdata

Emne	Parameter	Enhed	Beskrivelse	Formål	
Teknik	Afværgemetode				
	Afværgemetode 1	Oppumpning	Angiv hvilken afværgemetode, der primært anvendes	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode	
	Afværgemetode 2		Angiv evt. yderligere afværgemetode	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgemetode	
	Anlægstype	Vandbehandlingsanlæg	Grupper som i SMART afværge (vandbehandling, vand/luft behandling, gas etc.)	Kunne sortere sagerne med baggrund i afværgegruppe	
Formål	Risiko - formål med afværge				
	Indeklima		Formål med afværge er en sikring af indeklima	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværge	
	Kontaktrisiko		Formål med afværge er en sikring af arealanvendelse/jordkontakt	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværge	
	Grundvand	Ja	Formål med afværge er en sikring af grundvand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværge	
	Overfladevand		Formål med afværge er en sikring af overfladevand	Kunne sortere sagerne med baggrund i formål med afværge	
	Følsom arealanvendelse		Lokalitet med følsom arealanvendelse bolig , børnehave etc.	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
	OSD/OD/OBD	OSD	Beliggenhed ift. drikkevandsinteresser	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
	Indvindingsopland til almen vandforsyning		Beliggenhed ift. indvindingsopland	Anvendes til at vurdere risiko som nøgleparameter	
	Miljø	Forurening			
		Type forurening	Chlorerede opløsningsmidler		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningstype
Dominerende forureningskomponent		Tetrachlorethylen (PCE)		Kunne sortere sagerne med baggrund i forureningskomponent	
Evt. sekundær forureningskomponent					
Evt. uddybning om forureningskomponenter					
Total forurening - start [kg]			Angivelse af samlet forureningsmængde (masse) ved opstart af afværge	Vurdere udgangspunkt for igangsættelse af afværge	
Fjernet forurening - indeværende år [kg]				Vurdere effekt af oprensning/afværge	
Fjernet forurening - total [kg]			Fjernet/oprenset forurening i hele den aktuelle afværgeperiode (til dags dato)	Vurdere effekt af oprensning/afværge	
Resterende forurening [kg]		0	Vurderet masse af aktuel forurening	Vurdere status for drift af afværge	
Krav til oprensning					
Opsat stopkriterier			Angivelse af om der er opsat stopkriterier		
Stopkriterium [kg]			Stopkriterium relateret til restmasse		
[mg/l]			Stopkriterium relateret til koncentration		
[kg/år]			Stopkriterium relateret til forureningsflux		
Udledningskrav			Angivelse af om der er udledningskrav		
Udledningskrav, vand [mg/l]			Krav til rensning af vand før udledning		
Udledningskrav, luft [mg/m3]			Krav til rensning af luft før udledning		
Udledningskrav overholdt pågældende år					
Evt. monitoring for miljøeffekter					
Støj - problemer			Er der problemer med støj fra afværgeforanstaltningen		
Lugt - problemer		Er der problemer med lugt fra afværgeforanstaltningen			
Andre negative miljøeffekter		Er der andre negative miljøeffekter fra afværgeforanstaltningen			
Supplerende vand til vandløb		Sikrer afværgen vand i vandløb?			
Andre positive miljøeffekter		Er der andre positive miljøeffekter fra afværgeforanstaltningen			
Anlæg	Driftstid				
	Levetid, anlæg [år]		Der gives et bud på anlæggets levetid	Hvornår skal anlægget udskiftes med et nyt anlæg	
	Levetid, hus [år]		Der gives et bud på huset levetid (max levetid for et hus angives som 100 år)	Er relevant i forhold til at vurdere driftstid for indeklimasikring	
	Driftstart [årstal]		Hvor lang tid har anlægget samlet været i drift	Beregne driftsomkostninger i anlæggets driftstid til d.d.	
	Driftstid, forventet rest fra dd. [år]	15	Hvor lang tid forventes anlægget videre at skulle være i drift	Beregne driftsomkostninger i anlæggets resterende driftstid	
	Driftstid, Total [år]	2026	Hvor lang tid skal anlægget være i drift total	Beregne anlægsomkostninger i aflnæggets resterende driftstid	
	Tilsyn - tid og transport				
	Antal tilsyn [antal/år]	50	Antal årlige tilsyn		
	Transport ved hvert tilsyn [km]	48	Gennemsnitlig antal km pr. tilsyn		
	Primært brændstof til transport	Benzin			
	Transport total [km/år]	2400	Kørte km pr. år		
	Tid pr. tilsyn [timer]	3	Tidsforbrug pr. tilsyn		
	Samlet tilsynstid [timer/år] (timepris 1)	150	Regionens tidsforbrug til tilsyn, service og vedligehold af den pågældende sag		
	Administrativ tid				
	Sagsstyring - Region - Timepris 1 [timer/år]		Regionens tidsforbrug til administration/sagsstyring af den pågældende sag		
	- Timepris 2 [timer/år]				
	Ressourceforbrug				
	Elforbrug [kWh/år]	150365	Elforbrug inkl. varmekorforbrug da det i de fleste tilfælde inkluderet i El forbruget		
	Vandforbrug - vandværksvand [m3/år]		Forbrug af vandværksvand til eventuel returskyl etc. På anlæg		
	Oppumpning vand				
	Pumpeydelse [m3/h]	17,123	Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper		
	Oppumpet vandmængde [m3/år]	149997,48	Samlet oppumpet vandmængede det pågældende år		
	Reinfiltration [m3/år]		Årlig vandmænde der reinfiltres		
	Vandudledning - kloak [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til kloak		
	Vandudledning - regnvandssystem [m3/år]		Årlig vandmænde der ledes til regnvandssystem eller direkte til overfladevand		
	Oppumpning luft				
	Pumpeydelse [m3/h]		Gennemsnitlig pumpeydelse - alle pumper		
	Oppumpet luftmængde [m3/år]	0	Samlet oppumpet luftmængede det pågældende år		
	Anvendelse af materialer - kul og kemikalier				
	Kul, vand [kg/år]		Forbrug af aktiv kul pr. år		
	Kul, luft [kg/år]		Forbrug af aktiv kul pr. år		
	Anvendt kemikalie 1	Hydrogenperoxid	Mængde: 61 kg/år	Forbrug af kemikalie for afsyring, kemisk ox. etc. pr. år	
	Anvendt kemikalie 2	Jern Sufat	Mængde: 100 kg/år	- " -	
	Anvendt kemikalie 3		Mængde: kg/år	- " -	
	Substrat 1 [kg/år]		Mængde: kg/år	Forbrug af substrat til stimuleret reduktiv dechloring (SRD) pr. år	
	Substrat 2 [kg/år]		Mængde: kg/år	- " -	
	Økonomi	Omkostninger - drift af anlæg [kr/år]			
		Generelle omkostninger	sendes fra økonomiark	Omkostninger til SMART mv. som skal deles ud på alle anlæg	
		Analysér	sendes fra økonomiark	Omkostninger til analyser	
		El	sendes fra økonomiark	Omkostninger til el forbrug	
Materialer		sendes fra økonomiark	Omkostninger til nye komponenter, kemikalier, kul mv.		
Rådgiver		sendes fra økonomiark	Omkostninger til rådgiverydelser		
Service		sendes fra økonomiark	Omkostninger til eksterne serviceydelser		
Vandudledning		sendes fra økonomiark	Omkostninger til vandudledning		
SRO inkl. telefon		sendes fra økonomiark	Omkostninger til SRO inkl. telefonlinje		

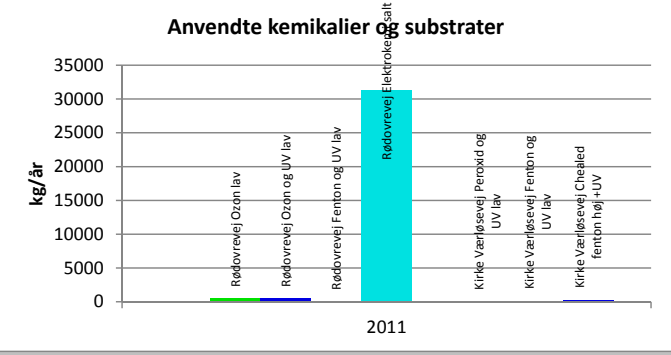
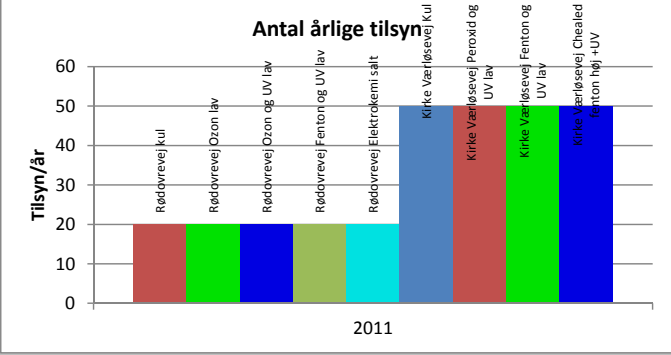
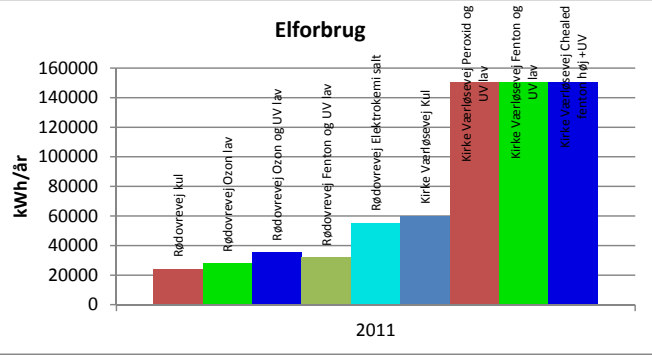
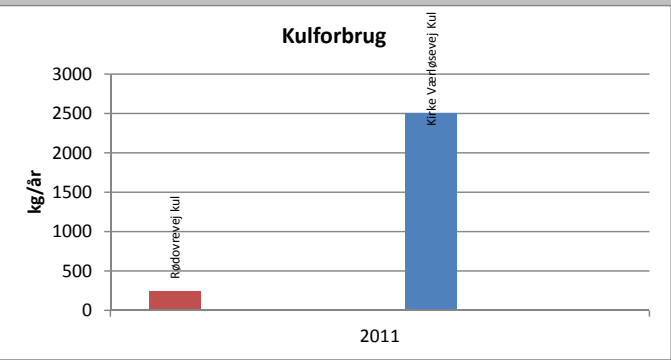
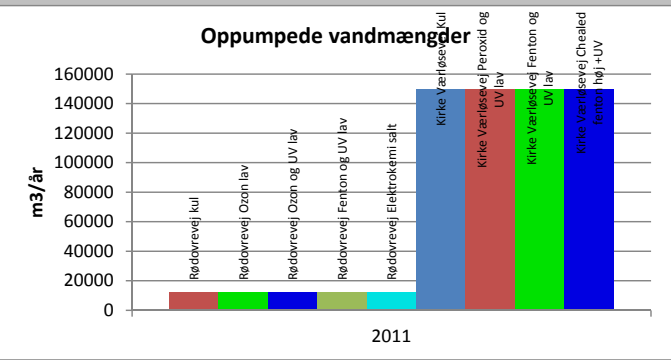
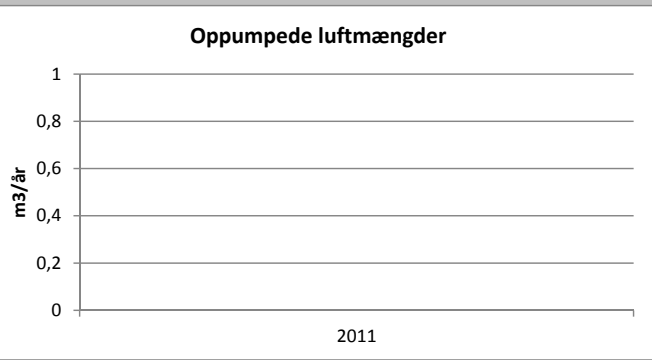
STYRINGS- OG PRIORITERINGSVÆRKTØJ FOR DRIFTSSAGER
TEKNISKE NØGLETAL

Rev 1.0

Første datasæt (år): 2011
Sidste datasæt (år): 2011

2. Vælg periode: Fra og med år 2011 Til og med år 2011

Samlet antal anlæg i perioden 2011 til 2011: 16 stk.



UDVÆLGELSESKRITERIER: (Parametre i listen er vist for seneste datablad)

Anlæg ID	Anlægsnavn	Primær afværgemetode	Sekundær afværgemetode	SMART afværgegruppe	Primært forureningsstof	Første dataark	Seneste dataark	Forventet afslutning år
100-00001	Rødovrevej kul, Rødovre	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	MCPP	2011	2011	2026
100-00002	Rødovrevej Ozon lav, Rødovre	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	MCPP	2011	2011	2026
100-00003	Rødovrevej Ozon og UV lav, Rødovre	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	MCPP	2011	2011	2026
100-00004	Rødovrevej Fenton og UV lav, Rødovre	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	MCPP	2011	2011	2026
100-00005	Rødovrevej Elektrokemi salt, Rødovre	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	MCPP	2011	2011	2026
200-00001	Kirke Værløsevej Kul, Værløse	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	Tetrachlorethylen (PCE)	2011	2011	2026
200-00002	Kirke Værløsevej Peroxid og UV lav, Værløse	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	Tetrachlorethylen (PCE)	2011	2011	2026
200-00003	Kirke Værløsevej Fenton og UV lav, Værløse	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	Tetrachlorethylen (PCE)	2011	2011	2026
200-00004	Kirke Værløsevej Chealed fenton høj +UV,	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	Tetrachlorethylen (PCE)	2011	2011	2026

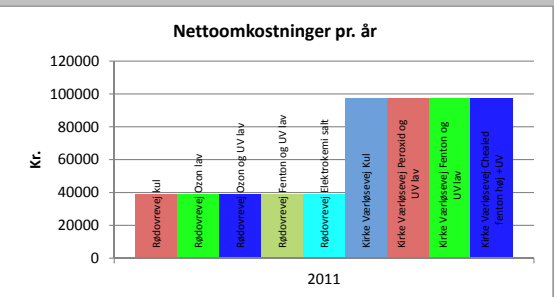
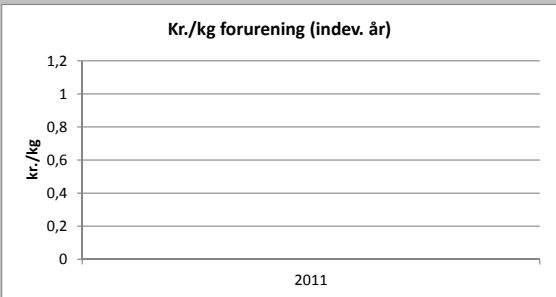
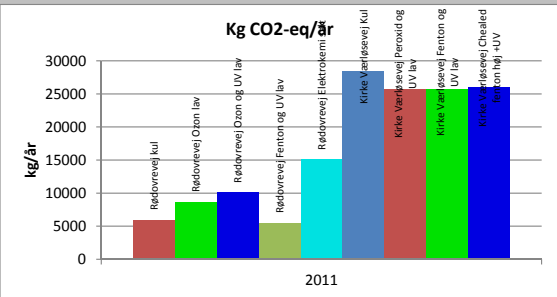
STYRINGS- OG PRIORITERINGSVÆRKTØJ FOR DRIFTSSAGER
OVERORDNEDE NØGLETAL

Rev 1.0

Første datasæt (år): 2011
Sidste datasæt (år): 2011

2. Vælg periode: Fra og med år 2011 Til og med år 2011

Samlet antal anlæg i perioden 2011 til 2011: 16 stk.



Nettoomkostninger pr. år
Mørkt: Udlæg
Lyst: Regionens interne tid

UDVÆLGELSESKRITERIER: (Parametre i listen er vist for seneste datablad)

Anlæg ID	Anlægsnavn	Primær afværgemetode	Sekundær afværgemetode	SMART afværgegruppe	Primært forureningsstof	Risiko				Effektivitet ift. massefjernelse	Effektivitet ift. risikoreduktion	Miljøeffekter	Første dataark	Seneste dataark	Forventet afslutning år
						Grundvand	Indeklima	Kontakt	Recipient						
100-00001	Rødovrevej kul, Rødovre	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	MCPP								2011	2011	2026
100-00002	Rødovrevej Ozon lav, Rødovre	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	MCPP								2011	2011	2026
100-00003	Rødovrevej Ozon og UV lav, Rødovre	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	MCPP								2011	2011	2026
100-00004	Rødovrevej Fenton og UV lav, Rødovre	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	MCPP								2011	2011	2026
100-00005	Rødovrevej Elektrokemi salt, Rødovre	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	MCPP								2011	2011	2026
200-00001	Kirke Værløsevej Kul, Værløse	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	Tetrachlorethylen (PCE)								2011	2011	2026
200-00002	Kirke Værløsevej Peroxid og UV lav, Værløse	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	Tetrachlorethylen (PCE)								2011	2011	2026
200-00003	Kirke Værløsevej Fenton og UV lav, Værløse	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	Tetrachlorethylen (PCE)								2011	2011	2026
200-00004	Kirke Værløsevej Chealed fenton høj +UV, Værløse	Oppumpning		Vandbehandlingsanlæg	Tetrachlorethylen (PCE)								2011	2011	2026



Miljøministeriet
Naturstyrelsen



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Haraldsgade 53
DK – 2100 København Ø
Tlf.: (+45) 72 54 30 00

www.nst.dk