Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Oprensning af PFAS-forurening i jord, slam og vand

Test af teknologier i praksis

Miljøprojekt nr. 2272

Teknologiprogram for jord- og grundvandsforurening

August 2024

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Rune Dyre Jespersen

Fotos: Vadym Kravchenko, K/S OilRem

ISBN: 978-87-7038-633-3

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

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

1.	**Projektgennemførelse**	**5**
1.1	Resumé	6
1.2	Formål med projektet	7
1.3	Projektindhold	7
1.4	Begrænsninger i projektet	8
1.5	Udfordringer i projektafviklingen	8
2.	**Hydrodynamisk rensning af jord**	**10**
2.1	Første barrel-test	12
2.2	Anden Barrel-test	15
2.3	AP 1 – Konklusion	16
3.	**Rensning af PFAS fra Slam**	**19**
3.1	Hydrodynamisk rensning af spildevandsslam	19
3.2	Slam fra PFAS-filter	22
3.3	Konklusion for nedbrydning i slam	24
4.	**Biologisk rensning af PFAS-holdig jord.**	**26**
4.1	Biologisk nedbrydning af PFAS i overfladejord	26
4.2	In-Situ projektet	29
4.2.1	Formål	29
4.2.2	Metode beskrivelse	29
4.2.3	Resultatopgørelse	33
4.2.3.1	Referencefelt – Felt1	34
4.2.3.2	Referencefelt – Felt 2	35
4.2.3.3	Felt 3: Standard BAM Ex – behandling	37
4.2.3.4	Felt 4 – BAM - Ultra	39
4.2.3.5	Felt 5 – Graphysorber	40
4.2.3.6	Felt 6 – Lav dosis BAM Ex – med aktiv iltning og bakterier	43
4.3	Konklusion på AP 3	45
5.	**PFAS-nedbrydning i vandige opløsninger**	**48**
5.1	GraphySorber som filter.	48
5.1.1	Metodebeskrivelse	49
5.1.2	Resultatopgørelse	49
5.2	Biologisk rensning af PFAS fra Vand	50
5.3	Skummeproces til separation af PFAS fra vand	51
5.3.1	Metode beskrivelse	51
5.3.2	Konklusion på skummeproces	53
5.4	Plasma-destruktion af PFAS	53
5.4.1	Metode beskrivelse	53
5.4.2	Resultatopgørelse	55
5.4.3	Konklusion på plasma rensning	57
Bilag 1.Krav til Jord og vand		**59**
Bilag 2.AP1 – Bilag		**60**

Bilag 2.1 Jordanalyser fra barrel test 1. 60
Bilag 2.2 Analyserapport over jord fra barrel test 2. 71

Bilag 3.AP 2 – bilag 77
Bilag 3.1 Analyserapporter for slam forsøg med hydrodynamisk metode 77
Bilag 3.2 BAM brochure 84
Bilag 3.3 Analyserapporter for RESC-slam test 86

Bilag 4.AP 3 – bilag 95
Bilag 4.1 Analyserapport fra opstart d. 7. juli 2023 95
Bilag 4.2 Analyserapport fra runde 1 – 11. august 2023 100
Bilag 4.3 Analyserapport for Runde 2 – 8. september 2023 103
Bilag 4.4 Analyserapport for runde 3 – 29. september 2023 106

Bilag 5.AP 4 – bilag 111
Bilag 5.1 Uddrag af analyserapport med startanalyse af grundvand RESC. 111
Bilag 5.2 Analyserapport tilknyttet Filtreringstest med Graphysorber 112
Bilag 5.3 Analyserapport tilknyttet Skummeforsøget 118
Bilag 5.4 Analyseresultater for Plasma forsøg. 122

1. Projektgennemførelse

Projektet er udført i perioden 1.oktober 2022 til 30. oktober 2023 som projekt under Teknologiudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening.

Projektet omhandler 4 arbejdsprogrammer med rensning og nedbrydning af PFAS fra jord, slam og vand, der i pilotskala skal afdække mulige tekniske løsningers anvendelighed i forhold til de udfordringer, som samfundet står overfor i relation til PFAS-forurening. Projektet antager en praktisk tilgang til at evaluere teknikkerne.

Projektet er udført af
K/S OilRem · CVR: 41787368
Diplomvej 381 · DK-2800 Kgs. Lyngby
e-mail: oilrem@techrem.dk
Projektleder: Rune Dyre Jespersen
Tel. +45 40167968

Med økonomisk støtte fra
Hedeselskabet · CVR-nr. 42344613
Klostermarken 12 · 8800 Viborg
Telefon 87 28 11 33

www.hedeselskabet.dk

I samarbejde med

HedeDanmark · CVR-nr. 27 62 35 49
Kirkebjergvej 7 ·4180 Sorø
T: +45 87 28 10 00
Kontakt: Mikkel Fagerbo

www.hededanmark.dk

1.1 Resumé

Med fokus på at teste praktiske løsninger til fjernelse og nedbrydning af PFAS fra jord, slam og vand, gennemgår denne rapport en række muligheder, hvor princippet er at simplificere opgaven med forurenet jord, ved at overføre PFAS til en væskefase – eller simpelthen ved direkte biologisk nedbrydning i jorden. Procesvand samt vand og slam fra andre kilder testes desuden med hensyn til en total nedbrydning af PFAS, så det ikke længere findes i miljøet og ikke kan udgøre en risiko på hverken kort eller lang sigt.

Ved hydrodynamisk rensning af jord er det således lykkedes at reducere indholdet af PFAS med 97%, hvor slutkoncentrationen i jorden er reduceret til 2 µg PFAS/Kg TS svarende til 1/5 af det gældende jordkvalitetskriterium for summen af 4 udvalgte PFAS'er[1], herefter kaldt PFAS (4), til forskel fra den samlede analyserede mængde PFAS, som herefter betegnes PFAS (22), da der indgår 22 konkrete stoffer i den. Det ekstraherede PFAS findes herefter i væskefasen, der efterfølgende skal behandles. Processen er meget hurtig og kan forventes at fungere fint som en kontinuerlig proces.

Biologisk rensning af PFAS i jord testes i afgrænsede felter i 7 forskellige konfigurationer. Målsætningen er at binde PFAS i topjorden med et specialudviklet trækulsprodukt, der kombinerer sine adhæsive og porøse egenskaber til at binde PFAS på en måde, der giver bakterier mulighed for at tilgå PFAS'en. PFAS er overvejende vandskyende og derfor normalt svært tilgængelig for naturligt forekommende bakterier. Flere af felterne viste tendenser til biologisk nedbrydning, og et enkelt felt nåede i testperioden på bare 84 dage at reducere indholdet fra 31,6 til 2,3 µg PFAS (22) /Kg TS i jorden med en tydelig nedrensningskurve. Det er således muligt at rense PFAS (22) biologisk, når blot de rette betingelser er til stede. Da 96% af PFAS'en i jorden fra Brandskolen i Korsør er PFAS (4) blev jorden i det felt ændret fra at være forurenet med PFAS til at kunne overholde Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterier.

Spildevandsslam fra rensningsanlæg blev testet med en hydrodynamisk metode, men uden held, idet denne type slam er fældet med flokkuleringsmidler eller polymerer, der hindrer faseopdeling i vand og tørstof og dermed separation af PFAS fra partiklerne. Til gengæld blev slam og procesvand fra PFAS-filtre testet med biologisk rensning. Testen viste rensning til grundvandskvalitet eller en rensningseffektivitet på 99,98%. Den biologisk rensning foregik i denne sammenhæng i en batch, hvor potentialet med metoden kunne være løsninger til rensningsanlæg, opstuvnings- og regnvandsbassiner, så det rensede spildevand kan overholde udledningskriterierne for PFAS, når det udledes til recipienter eller direkte i havet.
En separationsteknik med skumdannelse med og uden kemikaliet PetroMax™ blev testet på grundvandet under Brandskolen i Korsør. Forsøget viste væsentlig bedre separation med PetroMax™ end uden. Selvom separationen var på 97,3% findes der fortsat PFAS i vandet, hvorfor denne teknik vil være mere velegnet til løbende separering i f.eks. procesvand, hvor formålet er at holde indholdet af PFAS så lavt som muligt, end til slutfiltrering.

Som en sidste teknisk løsning blev både overfladevand fra Brandskolens arealer og procesvand fra den hydrodynamiske metode testet med plasmateknologi i USA, hvor PFAS nedbrydes i et plasma ved ca. 10.000 °C til CO_2 og F_2. Metoden er således en slutbehandling, der definitivt fjerner PFAS fra naturen. Det lykkedes at nedbringe koncentrationen på begge vandtyper med op til 97,5% og med slut niveauer omkring 1 µg/l.

Konklusionen i denne rapport er således, at der findes både virksomme og effektive måder at nedbryde PFAS (22) i jord, slam og vand. Om konklusionen kan bruges for alle PFAS-variatio-

[1] Sum af PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS: PFAS (4)

ner, kan ikke afgøres på det foreliggende grundlag, da analyserne alene medtager de 22 vedtagne variationer ud af de måske 10.-15.000 forskellige variationer, der har været anvendt kommercielt i tidens løb.

1.2 Formål med projektet

Hovedformålet med projektet er at teste og dokumentere potentialet i biologiske og hydrodynamiske metoder til PFAS-behandling af jord og slam. Resultaterne fra projektet skal bruges til optimering af metoderne til fuldskalaprojekter og -produkter. Ved hydrodynamisk behandling forventes PFAS at blive frigivet fra jordmatricen og overført til en væskefase eller slamfase, hvorfor formålet også er at undersøge om der er effektive metoder til at foretage en slutdestruktion af PFAS fra en væskefase.

1.3 Projektindhold

Det skal testes om PFAS, der som kulbrintekæder er opbygget af flere (typisk 2-12) kulstofatomer, hvor brintatomerne dog helt eller delvist er erstattet af fluor-atomer, kan frigøres og nedbrydes fra en jordmatrice lige som de tilsvarende kulbrinter kan - enten direkte eller ved overførsel til en væskefase ved brug af hydrodynamiske metoder, som allerede er testet virksomme for netop kulbrinter.
Ligeledes testes en direkte biologisk oprensning af lette forureninger i jord, idet biokul kunne være den løsning, der indarbejdet i den almindelige accelererede biologiske nedbrydning af olie i jord, kan sikre en opsamling af PFAS på biokullene, der samtidig huser bakterier, der er egnede til nedbrydning af PFAS. Er det muligt at accelerere en biologisk nedbrydning af PFAS i jorden, vil det åbne for muligheder for on-site rensning af større jordflader, der f.eks. får tilført PFAS fra havskum eller lign. løbende bidrag, så indholdet kan holdes på et lavt niveau, og så udvaskning til grundvandet og optagelse i planter holdes på et tolerabelt lavt niveau.
I tilfælde, hvor niveauerne er høje eller der er risiko for massiv udvaskning til grundvand eller recipient, vil der være behov for mere radikale løsninger. Det undersøges om de hydrodynamiske metoder vil være i stand til effektivt at frigøre PFAS fra jordmatricen, og overføre dem til en væskefase. PFAS vil i givet fald opkoncentreres til en lille mængde, der så må destrueres ved høje temperaturer eller destrueres løbende på anden vis.
Desuden afprøves egentlig destruktion af PFAS i procesvand fra ovenstående processer og grundvand med plasmabehandling. Plasma-behandling dekomponerer PFAS og kunne være en endelig destruktionsmetode. Med hydrodynamiske metoder tænkes PFAS at blive fanget i et skum der dannes i den hydrodynamisk jordvask, for derefter at blive skimmet af som et vandigt restprodukt.
På tilsvarende vis forsøges rensning af slam fra rensningsanlæg med hydrodynamiske principper, for at se om de relativt lave værdier af PFAS, som ellers vil blive spredt på markerne eller lign., kunne fjernes forud for den videre brug.
Projektet er således opdelt i 4 arbejdsprogrammer:

AP1 – Hydro dynamisk rensning af jord

AP2 – Rensning af slam

AP3 – Biologisk rensning af jord

AP4 – Vandrensning

1.4 Begrænsninger i projektet

Med tanke på, at der findes tusindvis af PFAS forbindelser, vil projektet her alene fokusere på de 22 stoffer, der i dag kan analyseres for med en rimelig detektionsgrænse. Alle analyser foretages af samme laboratorium, for at sikre en god sammenlignelighed i resultaterne.
Projektet har ikke som formål at forklare de konkrete nedbrydningsveje for PFAS og tager derfor kun udgangspunkt i hvad der kan konkluderes på baggrund af resultaterne for de 22 analyserede stoffer. Der henvises til Regionernes videnscenters udgivelse: Håndbog om undersøgelse og afværge af forurening med PFAS-forbindelser, Nr. 1 2022 for en dybere forståelse af PFAS og dens egenskaber.
Det er ligeledes mere vigtigt for projektet at finde mulige veje i forhold til kommende løsninger end at udforske og forklare uvirksomme løsninger, idet der fokuseres på, hvordan man kan skabe en effektiv metode for at rense jord, slam og vand samt den væske, der måtte blive resultatet derfra.

1.5 Udfordringer i projektafviklingen

På ansøgningstidspunktet var Scanfield ApS og Region hovedstaden inkluderet som medansøgere, idet Scanfield rådede over en maskine til at teste kavitation som en hydrodynamisk teknik i AP1. Ligeledes ville man kunne teste almindelig biologisk rensning på den almindelige behandlingsplads. I begge tilfælde ville der være behov for 30-100 ton jord med et væsentligt indhold af PFAS, hvilket ikke synes at være muligt at finde hverken hos rådgivere eller hos forsvaret.

En anden udfordring er at finde en modtager med miljøgodkendelse til at modtage PFAS-holdig jord, som er en forudsætning for at måtte flytte den forurenede jord fra uheldsstedet. Eneste mulighed for at afprøve teknikkerne synes derfor at være on-site behandling.

På Brandskolen i Korsør (Nu RESC), hvor den første fokus på PFAS startede, fandtes både vand og jord at arbejde med, som RESC beredvilligt stillede til rådighed. Det åbnede mulighed for, at der kunne foretages on-site rensning på jorden med den hydrodynamiske metode og test på PFAS-holdigt grundvand. Efterfølgende blev der iværksat et partnerskab på RESC (Nationalt testcenter), hvor virksomheder inviteredes til at teste deres forskellige teknikker. Projektet indgår i dette partnerskab med test af accelereret biologisk nedbrydning på både vand, slam og jord. Se også hjemmesiden: National Network of Test Sites

AP 1

Hydrodynamisk rensning af jord

2. Hydrodynamisk rensning af jord

Med hydrodynamisk rensning menes en metode, hvor jord og andre materialer suspenderes i vand under påvirkning af kraftig fysisk påvirkning fra f.eks. kavitation, højtryksspuling eller lign.

M-Crack system i brug for oparbejdning af råolie til mere sand fri olie.
Hydrodynamisk metode baseret på vandtryk, til brug i en kontinuerlig proces Foto: K/S OilRem

Med en hydrodynamisk metode bliver jorden suspenderet i vand, hvor den fysiske påvirkning samtidig medvirker til at frigøre div. forureningskomponenter fx PFAS og olie så de ikke er bundet til jordmatricen. Afhængigt af hvor godt det lykkes, vil man herefter skulle separere forureningen fra en væskefase.

Som nævnt ovenfor, var den oprindelige tanke at benytte en kavitationsreaktor til at påtrykke den fysiske påvirkning, idet den havde vist sig ganske effektiv til netop dette mht. kulbrinter. I praksis kunne det ikke lade sig gøre, da pladsen, som anlægget stod på, ikke havde miljøgod-

kendelse til modtagelse af jord med PFAS. Alternativt benyttedes en simulering af et andet system, kaldet M-Crack, der er lavet til at adskille olie fra vand, svovl og partikler, så olien bliver af en salgbar kvalitet og partiklerne til rene sand produkter.

M-crack er et system, der skaber en suspension af inputmaterialet ved at beskyde det i et injektionskammer (et rør med dyser på siden) ved meget højt tryk med en vandig opløsning af PetroMax™, der er et specialudviklet sæbeprodukt, der gør olie og bitumen mere flydende og som forhindrer olien i at fæstne sig til jordpartiklerne igen, hvorved en høj grad af separation kan opnås.

Injektionskammeret, er et rør, hvor 6 dyser er monteret på siderne, så de skaber en roterende væskestrøm ind i det materiale man pumper igennem. Det kan være olie, som på billedet oven for, slam eller suspenderet jord.

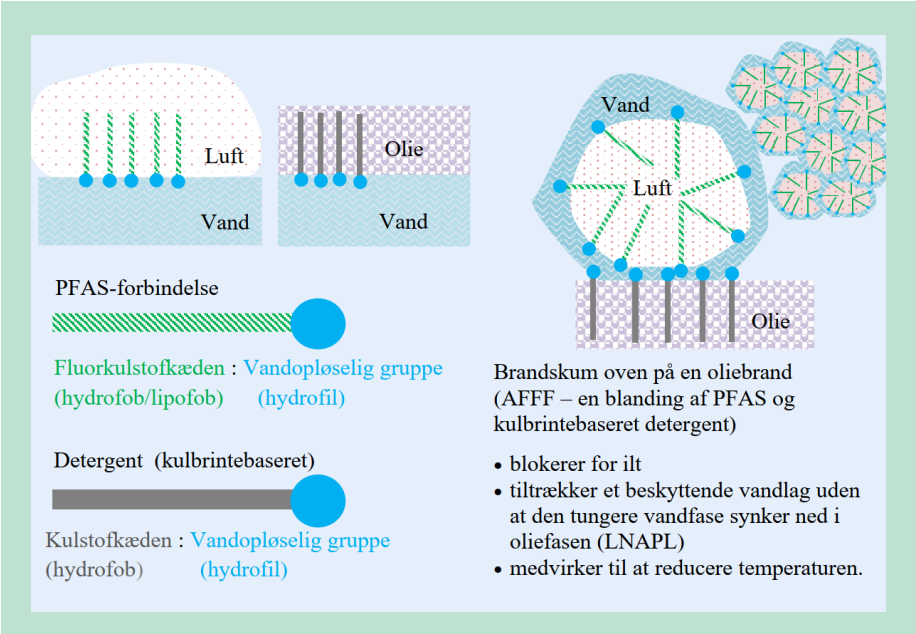
PetroMax™ er biologisk nedbrydeligt, så det kan bruges uden at påvirke miljøet negativt.

På billedet ovenfor ses to injektions-kamre, monteret på en lastbil trailer med kompressoren i baggrunden. Systemet er lavet som en mobil enhed. Med tanke på de problemstillinger der er med at modtage og behandle PFAS-holdig jord på behandlingspladser, vil det give god mening at tænke på løsninger til drift on-site, hvor forureningen er sket. Specielt hvor der er tale om mere koncentreret forurening og relativt stor udbredelse, så der er økonomi i at opstille anlægget.

Det var uvist, om den samme separationseffekt ville optræde med PFAS, som med olie. PFAS er stoffer, der er vandskyende lige som olie, men har typisk en ikke-vandskyende gruppe, som kan binde sig til f.eks. en ler-partikel eller noget organisk stof. Det var derfor nærliggende at tro, at netop PetroMax™ ville kunne sikre mod at PFAS'en bandt sig til partikler igen, hvis det først var lykkedes at få dem frigjort ved den fysiske behandling. Den fysiske påvirkning fra dyserne skulle rigeligt kunne bryde disse bindinger, så forventningen var, at der ville dannes et skum af PFAS på den vandige overflade, som kunne skimmes af og derved ville PFAS være separeret fra både vand og jord, der forventedes at bundfælde.

Fra PFAS-håndbogen[2] vides, at PFAS kan optræde både med negativ ladning, positiv ladning eller sågar med begge dele.

[2] Håndbog om undersøgelse og afværge af forurening med PFAS-forbindelser, udgivet af Regionernes videncenter for miljø og Ressourcer, som Nr. 1 – 2022.



FIGUR 1. Illustration af overfladeaktive egenskaber ved dannelse af brandskum. Kilde: PFAS håndbogen.

Det er ikke givet, at al PFAS vil danne et stabilt skum, men med en hydrofobisk ende og en hydrofil ende, er det nærliggende at tro, at PFAS generelt vil have en affinitet til grænsefladerne mellem vand og luft, hvis de da ikke er bundet på en overflade.

Såfremt dette er tilfældet, vil problemstillingen blive flyttet fra jordrensning til vandrensning, som er væsentlig enklere at håndtere med separation teknikker, filtre eller lign.

I dette projekt emuleres injektionskammeret ved at dække 30-40 kg jord med lidt vand i en jerntønde. Herefter benyttes en lanse med én dyse til at spule jorden under højt tryk. Denne metoder kaldes også for en ”Barrel-test”. Det er ikke så optimal en behandling som i injektionskammeret, da jorden flytter sig rundt i tønden, og det derfor er svært at sikre, at al jorden er blevet behandlet. Ved at bevæge lansen i cirkler langs overgangen mellem jord og vand, fås dog en sammenlignelig spuling, hvorfor denne metode bliver benyttet til at konfigurere opsætningen af M-crack systemet i forhold til konkrete materialer.

Barrel-test
PFAS, olie m.m. danner et skum på overfladerne
Foto: K/S OilRem

Fordelen ved en barrel-test er, at den ikke kræver ret meget materiale og at den kan foretages hvor jorden ligger. Man har således ikke behov for at flytte jorden fra matriklen.

2.1 Første barrel-test

En barrel-test kan bruges til at afklare, om M-Crack metoden vil have en positiv effekt på materialet og indikere hvilke fysiske restprodukter, der formodes at komme ud af det. Barrel-testen har ikke helt samme dynamik som den rigtige M-Crack løsning, idet separationen sker ved at vente på en fase deling i tønden, mens M-Crack laver en mere dynamisk separation af ler, sand, olie og vand.

Testjorden er overskudsjord fra Brandskolen i Korsør, som er lagt i mellemdepot på grunden.
Foto: K/S OilRem

Den første test blev udført med 3 helt ens opsætninger, hvor jorden var taget fra 3 forskellige steder i en bunke, som i følge Brandskolen, RESC, i Korsør havde et dokumenteret indhold af PFAS.

Prøve 1,2 og 3 bestod af ca. 30-40 kg jord hver, og målet med denne test var at se hvorvidt der kunne opnås samme resultater ved at gentage forsøget 3 gange. I givet fald vil der være en robusthed i testen, der forhåbentligt kan overføres til senere driftsprocesser.

Testen blev udført 30. november 2022, og der blev tilsat ca. 60 l vand ved 300 Bar's tryk til hver tønde. De tre test blev klargjort og injiceret lige efter hinanden, hvorefter de henstod i ca. 30 min for at fase dele i skum, vand og bundfald.

Som man kan se af billedet til højre, så dannes der et meget kraftigt skum, der også indeholder organisk materiale af forskellig art, da det var muldjord prøverne blev taget fra. Skummet har dog en meget skarp faseovergang til det underliggende vand. Skummet kunne enkelt øses over i en dunk for sig til senere analyse med henblik på at danne en masse balance, der skulle vise hvor PFAS'en blev af, og om der kunne redegøres for den samlede mængde.

Prøver udtaget i topjorden
Foto: K/S OilRem

Skumdannelse med PFAS
Foto: K/S OilRem

TABEL 1. Resultater af første barrel test med PFAS belastet jord fra RESC

	Tara	Netto	Tørstof		Startindhold PFAS		Slutindhold PFAS		Reduktion	Frigivet
	Kg	Kg	%	Kg	mg/kg	µg	mg/kg	µg	%	µg
Prøve 1	0,50	49,00	63	30,87	0,07805	2.409	0,01611	497,3	79,4%	1.912
Prøve 2	0,75	30,05	90	27,05	0,05435	1.470	0,00688	186,1	87,3%	1.284
Prøve 3	0,50	27,80	87	24,19	0,07152	1.730	0,00950	229,8	86,7%	1.500

Analyserne til TABEL 1 kan findes i Bilag 2.1

Som det kan ses af tabellen herover, er der nogen forskelle på jordens vandindhold og indhold af PFAS, der kan spille ind i resultaterne.

Jf. Bilag 1 - Miljøstyrelsens krav til PFAS-indhold i jord og grundvand, er jordkvalitetskriteriet på 0,4 mg/Kg PFAS (22) overholdt for jorden, men på Brandskolen, RESC, har der været benyttet PFOS i brandskummet, som er blandt de 4 PFAS, der specifikt er stillet strengere krav til. Helt præcist 10 µg/Kg TS i jord. Som det kan ses af tabellen, så lykkes det for 2 ud af de 3 tests at komme under jordkvalitetskriteriet, om end kun lige. Der er en målt reduktion på 79,4-87,3%, hvilket er mindre end forventet, idet startindholdet af PFAS alt andet lige ikke er så stort.

For at forstå resultaterne lidt bedre, kan en massebalance redegøre for hvor PFAS'en er blevet af.

TABEL 2. Massebalance mellem jord, vand og skum

	Indhold i skum			Indhold i vand			Beregnet startindhold i jord		
	l	µg/L	µg	l	µg/L	µg	µg	i % af frig.	mg/kg
Prøve 1	0,58	2.900	1.673	60	68	4080	6.250	259%	0,2025
Prøve 2	1,15	2.200	2.538	60	15	900	3.625	247%	0,1340
Prøve 3	2,69	1.700	4.577	60	29	1740	6.547	378%	0,2707

Resultaterne for massebalancen i tabellen herover, har en vis usikkerhed af flere grunde.

- Vandmængden er noget usikker, da den ikke kunne måles nøjagtigt af uden at ødelægge bundfaldet.

- Skummet er vanskeligt at måle mængden af, da den står og afgiver luft med tiden, hvorfor mængden i liter kan være mindre. Den opgivne mængde er efter lang tids hvile, så PFAS'en så vidt muligt er blevet opløst i vandfasen igen.

Skum overføres til dunk for at måle mængde og indhold.
Foto: K/S OilRem

Alligevel viser opgørelsen, at der genfindes 2,5-4 gange mere PFAS end der oprindeligt var i prøverne. Forklaringen kunne være:

- at der er precursere i jorden, der ikke har været medregnet i startanalyserne, men som er blevet aktiveret af behandlingen, så de nu indgår i analysesvaret
- at ekstraktionen med hydroblaster og PetroMax™ giver en bedre ekstraktion end man normalt anvender til analysen
- at udtagningen af prøver i jord kan have varierende indhold, hvorfor en selv lille afvigelse i analysesvaret kan få stor betydning, idet der er faktor på 1 mia. imellem jordmængde og PFAS-mængde.

Hvor om alting er, kan man godt blive bekymret for, om man reelt ser det sande indhold i jorden, og om krav-værdierne tager højde for denne uvished. Der er bl.a. tusindvis af forskellige PFAS, som analyserne kun beskriver 22 af.

Tages det genfundne indhold som det reelle indhold, fås et højere teoretisk startindhold i jorden. Med dette indhold som udgangspunkt, er effektiviteten af metoden helt oppe på 92-96%.

Det interessante ved Tabel 2 er dog, at mængden af skum stiger fra prøve 1 til 3, mens koncentrationen falder. Det er også prøve 1, der ikke kunne overholde jordkvalitetskriteriet.
Det vurderes, at det skyldes dynamikken i skummets natur, idet første prøve stod længere end prøve 2, der stod længere end prøve 3. En del af skummet er blevet til vand igen, hvilket har genintroduceret PFAS'en i vandet. PFAS har generelt en densitet, der er højere end vand, hvorfor det må forventes, at de vil synke mod bunden, når først de er fri af deres binding til boblerne i skummet.

Hvis der skal opnås succes med at separere PFAS fra jorden, lader det til, at dynamikken i hvordan det gøres er afgørende. Der er en vis usikkerhed forbundet med kun lige at nå under jordkvalitetskriteriet for PFAS (4), da der utvivlsomt vil være en variation i indhold og effektivitet fra kilo til kilo, hvorfor en rigelig margin op til jordkvalitetskriteriet er ønskelig. Det vil desuden sikre en robusthed i metoden, hvis det er muligt.

FIGUR 2. Skumdannelse i prøve 1, 2 og 3 efter højtryksspoling med PetroMax™. Fotos: K/S OilRem

2.2 Anden Barrel-test

Jf. Barrel-test 1 synes der at være den forskel mellem olie og PFAS, at PFAS ikke danner en fri fase, men opløses i vandet igen og er desuden tungere end vand. Hvis PFAS'en ikke er fanget i bobler eller olie, hvor dens vandskyende del gerne vil være, og som vil drive den opad i vand, kan den altså blive opløst i vandet og synke til bunds. Evt. bundet til jord-partikler eller som et salt.

For at afprøve dette, vil Barrel-test 2 derfor blive suppleret med 2 tiltag. For det første bliver der ingen hviletid, idet al skum fjernes hurtigst muligt, for det andet introduceret endnu en spuling, for at drive det sidste PFAS ud ved dannelsen af nye bobler under fysisk påvirkning af jordmatricen.

Der udførtes én prøve med ny jord fra Brandskolen i Korsør (RESC), da den første jord var blevet fjernet i mellemtiden. Der er derfor nye startanalyser til denne test.

TABEL 3. Resultater fra Barrel-test 2 – for PFAS (22).

	Tara	Netto	Tørstof		Startindhold		Slutindhold		Reduk-tion	Frigivet
	Kg	Kg	%	Kg	mg/kg	µg	mg/kg	µg	%	µg
Prøve 4	0,70	34,45	80,5	27,73	0,069	1.913	0,0021	58,24	97,0%	1.855

Med denne forbedrede procedure nås et niveau på ca. 1/5 af jordkvalitetskriteriet for PFAS (4) og en målt reduktion på hele 97%. Derfor vurderes mulighederne for konsekvent at overholde jordkvalitetskriterierne med en fuldskala version som særdeles gode, dersom man sikrer sig en dynamik, der ikke tillader PFAS stofferne at genintroduceres i vandet.

TABEL 4. Opgørelse af indhold i vand og skum mht. at skabe en masse balance i barrel-test 2

	Indhold i skum			Indhold i vand			Beregnet startindhold i jord			
	l	µg/L	µg	l	µg/L	µg	µg	i % af frig.	mg/kg	Reduktion
Prøve 4	2,06	900	1.852	60	20	1200	3.110	163%	0,11215	98,1%

Til massebalance bemærkes, at den genfundne mængde er 163% af det forventede (jf. start-analysen), hvilket er samme tendens som ved de første tre tests. Der er således også her en u-erkendt mængde PFAS i jorden fra starten af, som gøres tilgængelig for analyse i forbindelse med behandling. Ved denne ændrede procedure opnås en reduktion til bare 20% af kravværdien for PFAS (4). På trods af den u-erkendte mængde PFAS i jorden, opnås en større sikkerhed for, at man med denne ændrede procedure konsekvent kan overholde kravværdierne for PFAS (4), selvom effektiviteten skulle variere lidt.

PFAS-indholdet i vandet er lavt, mens skummængden er stor, hvilket var formålet med ændringerne, og som ser ud til at være lykkedes. Der er dog fortsat et indhold primært af komponenten PFOS i vandet, hvorfor der synes at være et potentiale for at øge rensningsgraden, hvilket brugen af de egentlige injektionskamre forventeligt vil kunne bibringe.

2.3 AP 1 – Konklusion

Med en optimeret drift af løsningen, kan man med brugen af principperne bag M-Crack rensningssystemet opnå så gode nedrensningsgrader, at det synes yderst sandsynligt, at der kan sammensættes et anlæg efter disse principper. Med et resultat på 1/5 af jordkvalitetskriteriet for PFAS (4), der anses for specielt farlige, er der en rimelig margin til, at effektiviteten kan variere lidt over tid og stadig overholde kriterierne.

Det er således lykkedes at overføre problemstillingerne med PFAS-forurenet jord til en problemstilling med at rense PFAS forurenet slam eller vand, hvilket var hovedformålet med dette arbejdsprogram.

Jord efter rensning for PFAS
Foto: K/S OilRem

AP 2

PFAS i SLAM

3. Rensning af PFAS fra Slam

Slam fra rensningsanlæg er en kilde til næringsberigelse af landbrugsjord, men kan også være en kilde til PFAS i jord. Kan PFAS fjernes fra slammet forud for en udbringning, vil det reducere risikoen for uheldig spredning i miljøet.

3.1 Hydrodynamisk rensning af spildevandsslam

Gennem mange år, er slam fra rensningsanlæg blevet kørt på marken som naturlig gødning. Men efter erkendelsen af, at PFAS kan være til stede i spildevandsslam i niveauer højere end jordkvalitetskriteriet, er der kommet fokus på, om det tilførte slam kan skabe en akkumulering af PFAS på markerne. Det kunne derfor være interessant at finde løsninger på at rense PFAS ud af slammet forud for en nyttiggørelse af næringsstofferne i slammet som markgødskning.

Slammet kommer fra et kommunalt spildevandsanlæg, og har ved modtagelse en jordagtig konsistens om end meget fedtet og leret. Med tanke på succesen med hydrodynamisk rensning på jord, synes det nærliggende at prøve samme metode på slammet. Det var muligt at lave testen på modtagerpladsen, så resterne kunne føres tilbage til oplaget.

Der forberedtes således tre parallelle barrel-tests, for at sikre en repeterbarhed i testen.

Forberedelse af barrel-tests med hydro-blaster med tryk op til 500 bar.
Foto: K/S OilRem

Startanalysen viste et indhold på ca. 18 µg /Kg TS i slammet for PFAS (4)[3], hvilket er 1,8 gange over kravværdierne for jord, hvorfor der var et rensningsbehov for denne specifikke slam. Indholdet af PFAS (22) er i alt 21 µg /Kg TS.

TABEL 5. Resultater af barrel-test med PFAS belastet slam fra rensningsanlæg

	Netto	Tørstof		Startindhold PFAS		Slutindhold PFAS		Reduktion	Frigivet
	Kg	%	Kg	mg/kg TS	µg	mg/kg TS	µg	%	µg
Prøve 1	40,9	19	7,771	0,021	163,2	0,057	442,9	-171%	-280
Prøve 2	38,5	19	7,315	0,021	153,6	0,057	417,0	-171%	-263
Prøve 3	51,2	19	9,728	0,021	204,3	0,057	554,5	-171%	-350

Analyserne til TABEL 5 kan findes i Bilag 3.1

Disse barrel-tests fik ikke den ventede fase-inddeling – og der var ikke noget reelt bundfald. Hele indholdet blev bare til en meget homogen tyktflydende masse, hvor der opstod nogle kanaler, gennem hvilke der boblede et hvidt stof op fra, og lagde sig som hvide udfældninger rundt om kanalernes udløb på overfladen. Da PetroMax™ er meget basisk antages det hvide stof for at være udfældede salte – måske endda salte af PFAS.

Skummet med udfældninger blev skimmet af hver barrel-test til analyse, men der blev blot lavet én fælles analyse som poolet analyse for de tre tests af den væskefase, der udgjorde resten af indholdet.

"Skum"-dannelse efter hydrodynamisk påvirkning af slam
Foto: K/S OilRem

Den tyktflydende masse under skumlaget er slutanalyseret som én samlet ufiltreret væskeprøve, der repræsenterer de samlede 3x

[3] Sum af PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS: PFAS (4)

70 l, der var i tønderne. Analysen er opgivet i mg/Kg TS (Som var det en jordprøve), hvorfor resultatet skal ses i relation til tørstofindholdet af de 70 l og ikke de 70 l i sig selv. PFAS-indholdet i den tyktflydende masse skal derfor udregnes som: slutanalysens resultat gange tørstofmængden fra startanalyserne. Der var ikke PFAS i vandet der blev tilsat og tabet af tørstof til skummet er negligibelt.

Ligesom de tidligere barrel-tests i AP 1 fås en samlet mængde af PFAS der er 2-3 gange højere end startanalyserne angav. Igen giver det anledning til bekymring for, om analyserne faktisk viser det egentlige indhold i startprøverne. For ikke at overtolke på resultaterne, der er underlagt en del antagelser, vil en massebalance kaste lys over hvad processen har betydet.

TABEL 6. Massebalance mellem slam og skum

	Startindhold i Slam			Indhold i Skum			Overført til skum i %
	Kg TS	PFAS (22) mg/kg	PFAS (22) µg	l	PFAS (22) µg/L	PFAS (22) µg	%
Prøve 1	7,771	0,021	163,2	1,2	69	82,8	50,7
Prøve 2	7,315	0,021	153,6	1,2	66	79,2	51,6
Prøve 3	9,728	0,021	204,3	2,1	68	142,8	69,9

”Skum”-prøverne er også analyseret som ufiltrerede væskeprøver, hvor den samlede mængde, som prøven repræsenterer, er kendt. Umiddelbart er det lykkedes at koncentrere PFAS’en en smule i skummet, der har et indhold på ca. 50% af det samlede startindhold. De konkrete koncentrationer i skummet er ikke meget anderledes end resultatet for den samlede tyktflydende væskefase, hvorfor det kan være usikkert at konkludere noget om separationens effekt med sikkerhed baseret på disse analyser.

Med en overskridelse på 80% af jordkvalitetskriteriet for PFAS (4), kunne man måske acceptere udkørslen på marker alligevel, når man betænker en begrænset lagtykkelse slam i forhold til pløjedybden, da den resulterende koncentration forventeligt vil være væsentlig under jordkvalitetskriteriet. Evt. kunne man, som AP3 viser, blande noget Biokul i jorden samtidig med udbringning af slam, for på den måde at binde PFAS’en i overfladejorden og give den bedre muligheder for naturlig nedbrydning.

”Skummet” kunne måske renses for PFAS biologisk eller ved filtrering, men tilbage er et 5-6 gange så stort volumen af slam end til at starte med, hvilket for alle praktiske formål er en forværring af problemstilling, da det målbare indhold af PFAS (4) tillige er højere efter behandling end før.

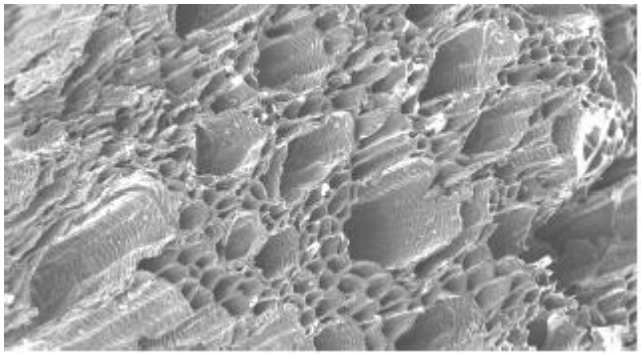
På spildevandsanlæggene tilsættes flokkuleringsmidler eller polymerer for at udfælde partikler til et slam med så lille volumen som muligt. Præcis disse tilsætninger giver antageligt den effekt, at der dannes en homogen tyktflydende væske som resultat af den hydrodynamiske metode, hvorfor konklusionen er, at det både resultatmæssigt og praktisk virker som en ufornuftig metode til formålet.

Skulle man fjerne PFAS fra spildevandsslammet med hydrodynamiske metoder, anbefales det at indsatsen indføres før slammet tilsættes flokkuleringsmidler eller lign. En anden løsning kunne tilsvarende være at indskyde biologisk rensning eller afskumning af PFAS på et tidligere trin i rensningsanlæggene. Se mere herom i AP4.

3.2 Slam fra PFAS-filter

I forbindelse med AP3, biologisk nedbrydning af PFAS i jord, fremgik det, at der ved brug af kul-filter til fjernelse af PFAS dannes et slamprodukt, som har et koncentreret indhold af PFAS. Sådan et filter benyttes på Brandskolen i Korsør, RESC, til at sikre at regn- og grundvandsudledning til den nærliggende recipient ikke vil indeholde PFAS i miljøfarlige mængder. Der fandtes derfor en palletank på pladsen med slam fra deres filter, som de ønskede at få renset for PFAS. Dette var en mulighed for at arbejde med et slamprodukt, der ikke allerede har været fældet med polymerer eller flokkuleringsmidler.

Det besluttedes at forsøge med biologisk nedbrydning, idet AP-3, som også foregår på brandskolen i Korsør, netop arbejder med biologisk nedbrydning i jord, hvor der anvendes et kulprodukt kaldet BAM (Bioavailable Absorbent Media). Se produktbeskrivelse i Bilag 3.2



Nærbillede af bikubestruktur i pyrolyseret organisk materiale, til absorbering af PFAS og andre forureningskomponenter.
Foto: ORIN Technologies, llc

BAM er udviklet med det formål at absorbere forureningskomponenter i en meget porøs struktur, således at bakterier vil have et beskyttet levested, der omgiver forureningskomponenten med en vandfilm, så den hydrofile del af f.eks. PFAS vil være tilgængelig for bakterien, mens den hydrofobe del er absorberet på kullets overflade.

En specialudgave, BAM ultra, er specifikt lavet til brug i vand, idet den er meget finkornet og dermed har en meget stor overflade per kg materiale. Det er dette specialprodukt, der benyttes til nedbrydning af PFAS i slammet i dette projekt.

Slammet fra kulfilteret var blevet overført til en palletank, der efter henstand indeholdt en vandig opløsning af slam i den nedre halvdel tydeligt faseskilt fraklart vand i den øvre halvdel.

Forsøget blev iværksat sammen med testen for biologisk rensning i jord, idet den styring, der skulle bruges til aktiv iltning af jorden også kunne benyttes til dette forsøg.

Der blev opstillet en ekstra palletank, som alt det klare vand overførtes til, så der var ét forsøg med partikelfrit klart vand med PFAS og ét med slam indeholdende div. partikler fra filteret foruden PFAS. Begge på ca. 500 l.

Udgangspunktet var, at hvis der er jordbakterier, næring og ilt til stede, vil BAM Ultra sikre en ”hurtig” nedbrydning af PFAS i vand, idet ligevægten mellem PFAS absorberet på kullet og opløst i væsken forventes at gå imod absorberet materiale. Allerede fra starten absorberes en betydelig mængde af det opløste PFAS. For at sikre gode betingelser, tilførtes begge palle-

tanke 0,5 l næring (NPK -gødning) samt 1 kg bakterier, som er fremelsket til at nedbryde kulbrinter. Hertil blev PileRem[4] systemet indstillet til at levere 25 sek. med trykluft i bunden af palletankene én gang i timen. Herved blev væsken beluftet og omrørt, så der ikke var nogen stillestående hjørner i palletanken ved hver beluftning.

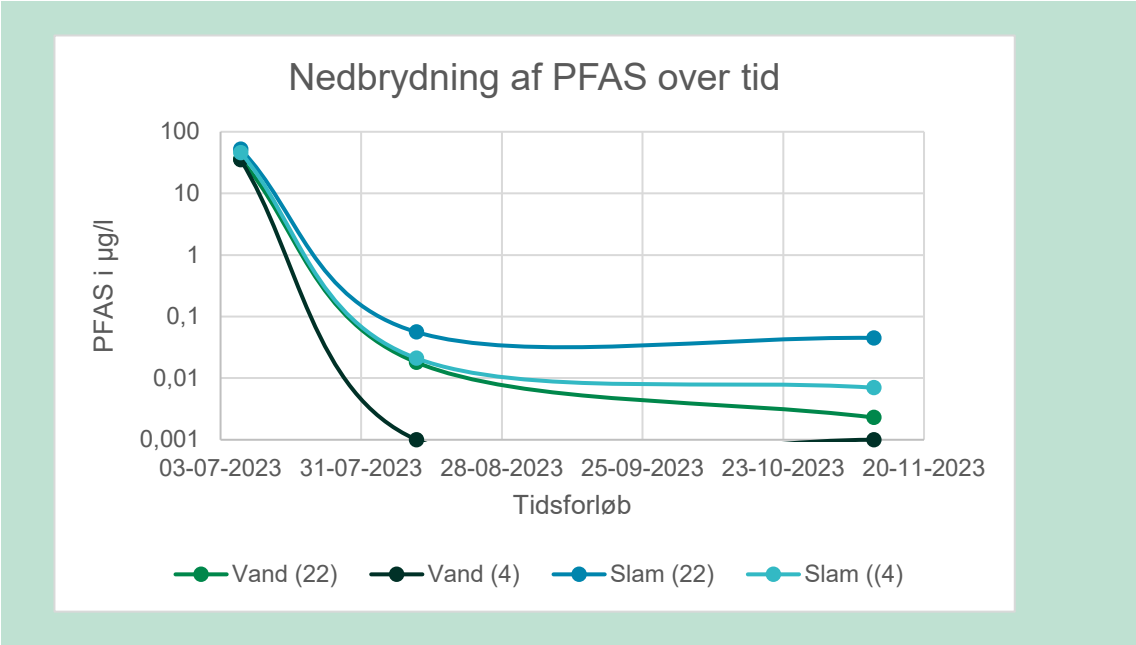
PileRem styring
Styring til distribution af luft og væske til forsøgene. Til slam-forsøget tilførtes kun trykluft.
Foto: K/S OilRem

TABEL 7. Udvikling i PFAS-indhold over tid under accelereret biologisk nedbrydning

	07-07-2023	11-08-2023		10-11-2023	
	µg/l	µg/l	Red. i %	µg/l	Red. i %
Vand (22)	36	0,018	99,95	0,0023	99,99
Vand (4)	28	<0,001*	100	<0,001*	100
Slam (22)	52	0,056	99,89	0,045	99,91
Slam (4)	46	0,021	99,95	0,007	99,98

* Analysen er under detektionsgrænsen, hvorfor reduktionen sættes til 100%

Tabellen ovenfor viser med al ønskelig tydelighed, at der sker en væsentlig reduktion af PFAS-indholdet på bare de første 4 uger. Omsat til en nedrensningskurve, ser således ud, idet PFAS-koncentrationen i vand og slam er opgivet for hhv. PFAS (4) og PFAS (22):



FIGUR 3. Nedbrydning af PFAS (4) og PFAS (22) i slam og vand over tid - jf. analyserne i Bilag 3.3.

Allerede efter den første måned, er PFAS (4) koncentrationen under 2 ng/l og PFAS (22) koncentrationen under 100 ng/l i vandet, hvilket er under Miljøstyrelsens kvalitetskriterier for såvel grundvand som drikkevand, jf. Bilag 1. PFAS (22) koncentrationen i slammet er under jordkvalitetskriteriet på 400 µg/Kg TS efter den første måned, mens indholdet af PFAS (4) forsat er over jordkvalitetskriteriet på 10 µg/Kg TS. De resterende PFAS udgøres primært af PFOS, der tidligere blev benyttet i brandslukningsskum.

[4] PileRem er et system udviklet af TechRem ApS til automatisk tilsætning af væsker og luft til en jordmile, der er under biologisk behandling for organiske forureninger.

Resultatet viste ikke fuldstændig nedrensning i forhold til slammet, hvorfor systemet kørte frem til 10-11-2023, hvor de sidste analyser er fra. Der er således fjernet yderligere PFAS i såvel vand som slam, hvor indholdet af PFAS (4) i slammet er nede på bare 7 ng/l. Rest-koncentrationen er ikke under de 2 ng/l, der er kvalitetskravet for drikkevand og grundvand. Slammet stammer i sig selv fra et filter, der skal binde PFAS, hvorfor det vurderes, at tilgængeligheden for bakterierne i filterkullet er mindre end i BAM Ultra. Derfor kan der fortsat være meget små mængder PFAS i slammet. Overordnet set er der opnået en rensningsgrad på 100% i vand og 99,98% i slam for PFAS (4), hvilket er overraskende godt, da man ellers betragter PFAS som et evighedskemikalie og ikke anser PFAS for biologisk nedbrydeligt i synderlig grad. Dette synes altså ikke at være tilfældet, hvis nedbrydningen kan ske under gunstige forhold.

Der er behov for en analysemetode, der kan vise det totale organiske fluor indhold (TOF), idet man ikke kan udelukke, at PFAS er blevet bundet i kullet på en måde, hvor de ikke ekstraheres 100% i forbindelse med analysering. En sådan metode er desværre ikke tilgængelig på det danske marked i skrivende stund, men der findes metoder ude i verden, som evt. kunne bruges. Når man kun finder meget små mængder af PFAS i analyserne, er konklusionen, at der foregår en væsentlig biologisk nedbrydning, da det vurderes, at de benyttede analysemetoder trods alt ville frigøre noget fra kullet, hvis der var noget. Men om det er en fuldstændig nedbrydning, som tallene viser, bør undersøges nærmere, hvis en TOF-analysemetode bliver tilgængelig.

3.3 Konklusion for nedbrydning i slam

Der er opnået meget forskellige resultater på de to forsøg med slam, idet slam fra rensningsanlæg, hvor der er benyttet polymerer eller flokkuleringsmidler, ikke egner sig til hverken biologisk rensning eller hydrodynamisk rensning. Slammet har dog i dette tilfælde kun en meget begrænset overskridelse, og med en fordeling på markjord med få % slam, vil PFAS indholdet næppe give anledning til en overskridelse af jordkvalitetskriteriet for PFAS.

Analyserne på slammet viser måske ikke det reelle indhold af PFAS, hvorfor det anbefales at se på mulighederne for at analysere for total organisk fluor (TOF) i stedet. Den analyse vil vise al PFAS og ikke kun 22 specifikke. Den bør også kunne overvinde evt. stærke bindinger til en aktiv kuloverflade, så konklusionen på filterslam kan blive eftervist.

Forsøget med biologisk rensning af væsker viser, at det under gunstige forhold er muligt at nedbryde PFAS (22) biologisk på ganske kort tid. En direkte biologisk nedrensning i slammet fra spildevandsrensningsanlæg er dog problematisk med den meget store mængde organisk materiale der i øvrigt er i slammet. Det vil forbruge ilten fra de bakterier, der i givet fald skulle nedbryde PFAS. Det anbefales derfor at kigge på løsninger, der kan udtrække PFAS fra vandet i rensningsanlæggene inden slammet bundfældes med flokkuleringsmidler.

Arbejdsprogram AP3 handler om hvorvidt nedbrydningen af PFAS kan forekomme naturligt i topjorde, hvis der også her kan opnås gunstige forhold, så spredning af slam på markerne kan gøres uden risiko for miljøet.

AP 3

Biologisk rensning af jord belastet med PFAS

4. Biologisk rensning af PFAS-holdig jord.

Når man betænker at PFOS, som den eneste PFAS er blevet benyttet på Brandskolen i Korsør, RESC, er det tankevækkende, at der alligevel findes et bredt udsnit af andre PFAS i grundvandet. Måske er der trods alt en naturlig biologisk nedbrydning i gang, som resulterer i dette. Er det muligt at accelerere denne biologiske proces, så overfladejord kan tilføres en selvrensende effekt? I givet fald vil PFAS-indholdet ikke nå et kritisk niveau, selvom der sker en begrænset løbende tilgang, hvis den selvrensende effekt er tilstrækkelig stor.

4.1 Biologisk nedbrydning af PFAS i overfladejord

PFAS bliver også kaldt for et evighedskemikalie, som hentyder til at det ikke nedbrydes i naturen. Der er derfor en risiko for at PFAS kan akkumuleres i kroppen på mennesker og dyr, med uheldige sundhedsmæssige konsekvenser til følge.

Men er det evigt – eller kan det nedbrydes biologisk?

På brandskolen har man ifølge Chefen for brandskolen i Korsør, RESC, alene benyttet PFOS baseret brandslukningsskum tilbage i tiden. Der har ikke været benyttet PFOS-skum på Brandskolens areal siden før årtusindeskiftet, så det er mange år, der ikke har være tilført nyt PFOS. Alligevel påvises en lang række andre PFAS-komponenter i jorden og i vandet under Brandskolen foruden en majoritet af PFOS. Det kunne jo være en indikation på, at der kan ske en nedbrydning biologisk – eller at der bare benyttes anden PFAS i skummet i dag. Men hvorfor skulle der så stadig være så meget PFOS i jorden efter alle de år?

PFAS-Håndbogen[5] antyder, at PFAS i høj grad adsorberes til organisk materiale, hvilket stemmer overens med forundersøgelsen på RESC, der viser de største koncentrationer i topjorden, der er mere muldet end dybere nede. Desuden opgives PFOS til langt overvejende at være bundet til jordpartikler i en sandmuld og ikke hverken i poreluft eller vand.

Hvis man antager, at den hydrofile ende af PFAS'en i så fald er bundet til jordpartiklen, mens den hydrofobe del stikker ud fra jordpartiklen, kan man forestille sig, at de vandbårne bakterier har meget vanskeligt ved faktisk at få kontakt til PFAS'en, mens det øvrige organiske indhold i jorden er langt mere tilgængelig for bakterierne. Hvis dette er tilfældet, betyder det, at der kun under meget gunstige forhold, vil kunne ske en nedbrydning af PFAS direkte i jorden.

Det antages desuden, at det er aerobe bakterier, der skal gøre arbejdet, hvorfor man ikke kan forvente at PFAS, der er udvasket til dybere og mere iltfattige lag end topjorden, kan nås på denne måde. Den biologiske nedbrydning skal enten bringes til at virke direkte i topjorde, eller

[5] Håndbog om undersøgelse og afværge af forurening med PFAS-forbindelser, Regionernes videnscenter for Miljø og Ressource, Nr. 1, 2022.

ved at afgrave jorden til rensning på en egnet modtagerplads, hvor den biologiske proces appliceres.

I denne arbejdspakke forsøges der på at skabe disse gunstige forhold, for at se, om man så vil kunne se en nedbrydning af PFAS direkte i jorden.

Først og fremmest forsøges det at binde PFAS på en aktiv kuloverflade med et granulat af aktiveret trækul, BAM, der står for Bioavailable Absorbent Media. Se produktbeskrivelse i Bilag 3.2

Den almindelige BAM Ex til jord består af groft granuleret aktivt kul, der skal fordeles jævnt i topjorden. Tesen er, at hvis PFAS kan absorberes med den hydrofobe del på overfladen af kullet, vil bakterierne have lettere adgang via den hydrofile ende. Desuden er kullet skabt som en porøs struktur, der vil opretholde en vandfilm langs overfladerne, som bakterierne kan bevæge sige rundt i. Samtidig giver porøsiteten bakterierne en masse huller, hvor de er beskyttet mod ydre påvirkninger.

Dernæst forsøges der med tillæg af aktiv iltning i form af trykluft, der blæses ind i jordmatricen via lancer med jævne mellemrum kombineret med en løbende homogenisering, så klumper knuses og der laves en grundig iltning i ca. 30 cm's dybde.

Desuden tilsættes næring, for at sikre en god vækst og olienedbrydende bakterier, der kan supplere de almindeligt forekommende bakterier for at se, om de kan have en positiv effekt på processen, som de har, når det gælder olieforurenet jord.

Testen skal foregå IN-SITU på RESC Rednings- og sikkerhedscenter i Korsør, som en del af aktiviteterne i et nyetableret "PFAS -testcenter". Se i øvrigt testcenterets hjemmeside: PFAS-Testcenter.

Åbning af PFAS-testcenter i maj 2023
Foto: Region Sjælland

Testen skal foregå på et fladt areal til venstre for "Tunnelen" i øverste venstre hjørne af luftfotoet herunder. Tunnelen bruges til brand- og redningsøvelser fra tunneler som f.eks.: Storebæltstunnelen.

Luftfoto af den tidligere brandskole i Korsør, i dag - RESC Rednings- og SikkerhedsCenter.
Foto: RESC Rednings- og SikkerhedsCenter

Med in-situ projekter er der altid en risiko for, at forureningen ikke er homogent fordelt i jorden, og at forsøgsresultaterne derfor kan være mere afhængige af hvor og hvordan prøven er taget end om processen har virket. For at imødegå dette, blev alle behandlingsfelter homogeniseret med en fræser forud for projektstart. Men allerførst blev jorden analyseret fra tre punkter langs tunnelen, for at sikre, at der faktisk var PFAS at rense på, og for at se hvor stor inhomogenitet man kunne forvente.

Initiale prøver taget hhv. ved enderne af tunnelen og i midten. Ca. 2 m fra tunnelen.
Luftfoto fra Krak.dk

Den fulde analyserapport kan ses i Bilag 2.2, hvor de er navngivet tunnel 1, 2 og 3, som på billedet herover

TABEL 8. Resume af initiale prøver – forud for fræsning.

	Tunnel 1	Tunnel 2	Tunnel 3	Gennemsnit
PFAS (4) [µg/Kg]	38	61	85	61,3
PFAS (22) [µg/Kg]	39	63	87	63,0
PFAS (4) i % af PFAS (22)	97,4 %	96,8 %	97,7 %	97,3 %

Som det kan ses af de initiale analyser i TABEL 8, er der 97,3 % af PFAS-indholdet, der tilhører PFAS (4). Af bilag 2.2 fremgår, at det primært er PFOS, der er forurenet med. Jorden kan

således ikke overholde jordkvalitetskriterierne på 10 µg/Kg for PFAS (4), selvom PFAS (22) er inden for kravværdien på 400 µg/Kg jord.

Der er en stor variation mellem de tre prøver, hvor der synes at være størst indhold mod bagenden af tunnelen. Projektet placeres langs den inderste halvdel af tunnelen.

4.2 In-Situ projektet

4.2.1 Formål

Formålet med dette projekt er at forsøge at nedbryde PFAS stofferne i jorden med biologisk nedbrydning, i den zone hvor planternes rødder har potentiale til at optage dem, hvilket er sammenfaldende med de højeste koncentrationer i miljøundersøgelsen fra grundene omkring brandskolen i Korsør.

Placering af de 8 felter, som rensningsforsøget er opdelt i
Luftfoto: krak.dk med indtegninger af K/S OilRem

Forsøget skal gerne vise, om det er muligt at binde PFAS på et aktivt kulstof, BAM Ex, for på denne måde at gøre den tilgængelig for bakteriel nedbrydning, idet PFAS bliver dækket af en vandfilm. Forsøget anvender forskellige kulstofprodukter og med varierende acceleration i form af næringstilsætning, bakterietilsætning og aktiv iltning.

Såfremt indholdet af de langkædede PFAS(4) er reduceret og/eller der er opstået en række nedbrydningsprodukter fra PFAS(4), vil det indikere biologisk nedbrydning, også selv om PFAS (22) er fastholdt på samme niveau. Projektet kører i 4 måneder fra juli til oktober, for så vidt muligt at emulere en hel vækstsæson.

4.2.2 Metode beskrivelse

Tesen for projektet er, at hvis der kan forekomme en naturlig nedbrydning med almindelige jordbakterier, så må det også være muligt at stimulere denne nedbrydning ved at sikre tre basale forudsætninger:

1. at bakterier og PFAS mødes
2. at der er tilstrækkelig ilt til stede
3. at der er næring nok til en løbende vækst i bakterier.

Det lyder umiddelbart banalt, men med tanke på, at én af de typiske egenskaber for PFAS er, at store dele af den er vandskyende, betyder at PFAS'en kun er svært tilgængelig for bakterierne, der typisk opholder sig i vandfasen i jorden.

Tilstrækkeligt med ilt eller iltende forhold, kan ligeledes være et problem, idet ilt-indtrængen i jorden vil være størst i de yderste centimeter, hvis ikke jorden holdes meget porøs. Ler-indhold og vandmætning kan begrænse naturlig tilførsel af ilt, ligesom iltforbrugende processer, som f.eks. almindelig nedbrydning af organisk materiale, vil være en konkurrent i forhold til adgangen til ilt i jorden.

Alle behandlingsfelter fræses for at sikre homogenitet og iltende forhold.
Foto: K/S OilRem

For at eftervise effekten, dannes 6(8) felter på hver 15-20 m3, som konfigureres med:

1. Ingen ting – Referencefelt.
2. Fræsning – Referencefelt
3. Aktivatorstof (BAM Ex) som hovedsaligt består af kulstof, der ligesom aktivt kul har evnen til at binde forurenende stoffer, herunder PFAS, i en biofilm, der gør det muligt for bakterier at tilgå stoffet under for bakteriers vedkommende gode forhold. De naturligt forekommende bakterier skulle derfor kunne løse opgaven.
4. Aktivatorstof (BAM ultra), der er en fingranuleret version af BAM Ex, som derved skulle behøve mindre volumen for samme effekt.
5. Graphysorber (Alternativt BAM Ex), der er et meget let aktivt kulprodukt, der er meget porøst, hvorfor den samlede kulmængde tilsat er mindre, men forhåbentlig med samme eller bedre effekt.
6. Aktivator stof (BAM Ex) i reduceret tilsætning, men med ekstra tilsatte bakterier, der skulle bidrage til nedbrydningen, dersom de naturlige bakterier ikke egner sig – eller kun findes i lave koncentrationer.

Felt 5 og 6 deles i en felt a og b, hvor felt b tillige tilføres aktiv iltning med trykluft. Se arbejdsprogrammet i detaljer herunder.

Vanding af de enkelte felter gøres med svingende spreder, for at opnå en så jævn vanding som muligt.
Foto: K/S OilRem

TABEL 9. Oversigt over behandling i felterne

	Fræsning	Næring	BAM Ex	BAM Ultra	Graphy-sorber	Bakterier	Aktiv ilt
Felt 1							
Felt 2	X						
Felt 3	X	X	X				
Felt 4	X	X		X			
Felt 5a	X	X			X		
Felt 5b	X	X			X		X
Felt 6a	X	X	X			X	
Felt 6b	X	X	X			X	X

Arbejdsprogram for de 6(8) felter, hvor der skal ske en månedlig gennemfræsning af jorden, foruden evt. tillægsbehandling:

Felt 1. 15 m2 - Ingen ting (Reference1) - ingen vanding, ingen fræsning.

Felt 2. 15 m2 - (Reference 2)
✓ Kun slå græsset og fræs månedligt
✓ Vanding 1 gang om ugen

Felt 3. 15 m2 til Tilsætning af BAM Ex (Bioavailable Absorbent Media),
✓ BAM Ex (Bioavailable Absorbent Media) 13% per 1 m3 jord. I alt: BAM Ex 600 kg per 4,5 m3 (15 m2)
✓ Slå græsset og fræs månedligt
✓ Tilsæt næring i vandingsvand

✓ Vanding 1 gang om ugen, 60 liter/om dagen (I alt: 1 m3 vand I 60 dage)

Felt 4 15 m2 til BAM Ultra (pulver) – 1,9 % per 1 m3 jord.
I alt: BAM Ultra 88 kg per 4,5 m3 (15m2)
✓ Slå græsset og fræs månedligt
✓ Tilsæt næring i vandingsvand
✓ Vanding 1 gang om ugen, 60 liter/om dagen (I alt: 1 m3 vand I 60 dage)

Styresystem til aktiviltning af 5b (bagerst) og 6b. Nærmest er felt 3 med iblandet BAM-Ex
Foto: K/S OilRem

Felt 5. Graphysorber (kulstof, alternativ til BAM Ex), pulver 0,06 % per 1 m3 jord.
I alt: 3 kg per 4,5 m3 (15m2)
5.a)7,5 m2 – 1,5 kg per 2,25 m3
✓ Slå græsset og fræs månedligt
✓ Uden luft (uden aktiv beluftning)
✓ Tilsæt næring i vandingsvand
✓ Vanding 1 gang om ugen, 60 liter/om dagen (I alt: 1 m3 vand I 60 dage)

5.b) 7,5 m2 - 1,5 kg per 2,25 m3
✓ Slå græsset og fræs månedligt
✓ Med luft (aktiv beluftning (15 sek. per 10 min.))
✓ Tilsæt næring i vandingsvand
✓ Vanding 1 gang om ugen, 60 liter/om dagen (I alt: 1 m3 vand I 60 dage)

Felt 6. 15 m2 Tilsætning af BAM Ex (mindre portion) og BioRemove HC, der et konsortium af olienedbrydende bakterier. Skulle jorden ikke rumme tilstrækkeligt med bakterier, der kan håndtere kulbrintekæder eller PFAS, kunne BioRemove forstærke effekten.
6.a) 7,5 m2 – 115 kg per 2,25 m3
✓ 115 kg per 2,25 m3 BAM Ex (Bioavailable Absorbent Media) 5 % per 1 m3 jord.

✓ BioRemove 1 kg blandet i jorden
✓ Uden luft (uden aktiv beluftning)
✓ Slå græsset og fræs månedligt
✓ Tilsæt næring i vandingsvand
✓ Vanding 1 gang om ugen, 60 liter/om dagen (I alt: 1 m3 vand I 60 dage)

6.b) 7,5 m2 – 115 kg per 2,25 m3
✓ 115 kg per 2,25 m3 BAM Ex (Bioavailable Absorbent Media) 5 % per 1 m3 jord. I alt: BAM Ex 230 kg per 4,5 m3 (15 m2)
✓ BioRemove 1 kg blandet i jorden
✓ Slå græsset og fræs månedligt
✓ Med luft (aktiv beluftning (15 sek per 10 min.)
✓ Tilsæt næring i vandingsvandet
✓ Vanding 1 gang om ugen, 60 liter/om dagen (I alt: 1 m3 vand I 60 dage)

Felterne 2-6 vandes med en tynd gødningsblanding (1 ‰) til at starte med og forsøget iværksattes 4. juli 2023 og blev endelig opgjort 29. september.

Der tilsattes således stoffer som ikke naturligt forekommer i miljøet lige dér, men alle de tilsatte stoffer er biologisk nedbrydelige og udviklet netop til brug i jord, hvorfor det vurderes, at der ikke vil være risiko for hverken jord eller grundvand ved dette forsøg.

4.2.3 Resultatopgørelse

Efter etablering af felterne og iblanding af BAM m.m. udtages de første prøver, som betragtes som startanalyser. Der findes allerede 3 indikative prøver, som har ligget til grund for placeringen af forsøget, som viste 38-85 µg PFAS(4)/Kg jord. Se analyserne: Tunnel 1-3 i Bilag 2.2. Disse bruges som startanalyse for referencefelt 1.

Der tages normalt prøver i ca. 25 cm (Der fræses til ca. 30 cm under terræn.). Dog vil der til start og til slut tillige blive udtaget prøver i ca. 50 cm, så det kan afklares om der blot er sket en spredning af PFAS til de underliggende lag.

Der tages blot én underliggende prøve til start – og kun underliggende prøver på felt 2-6 ved afslutning.

Der tages kun start og slut analyse i felt 1, da der ikke forventes nogen signifikant ændring undervejs.

Der udtages i alt 4 prøverunder á 2-8 prøver, hvor prøverne tages som poolede prøver af fem stik fra hver felt, der placeres som på en terning med rimelig margin til alle sider af feltet, så der ikke kommer uheldige effekter fra randbetingelser.

Betragtes felterne fra et geologisk synspunkt, er der en forskel mellem de 6 felter, idet felterne 5 og 6 er mere lerede, mens felterne 1-4 synes mere porøse og sandede. Ud fra gamle luftfotos at dømme, kan der være udlagt et lag overskudjord samtidig med dannelsen af en lille vold, der kan ses på nyere luftfotos. Felt 5 og 6 synes at have undgået denne skæbne. Der kan således være den forskel mellem felterne, at der generelt er mere iltrige forhold i felt 1-4, mens felt 5-6 har lettere ved at holde på fugten. Desuden ligger felt 5 og 6 mere i skygge det meste af dagen, mens de øvrige felter har mere direkte sol, når den ellers skinner. Det kunne have betydning for evt. udtørring af overfladejorden, og dermed en reduceret biologisk aktivitet.

4.2.3.1 Referencefelt – Felt1

Aktivitet for felt 1

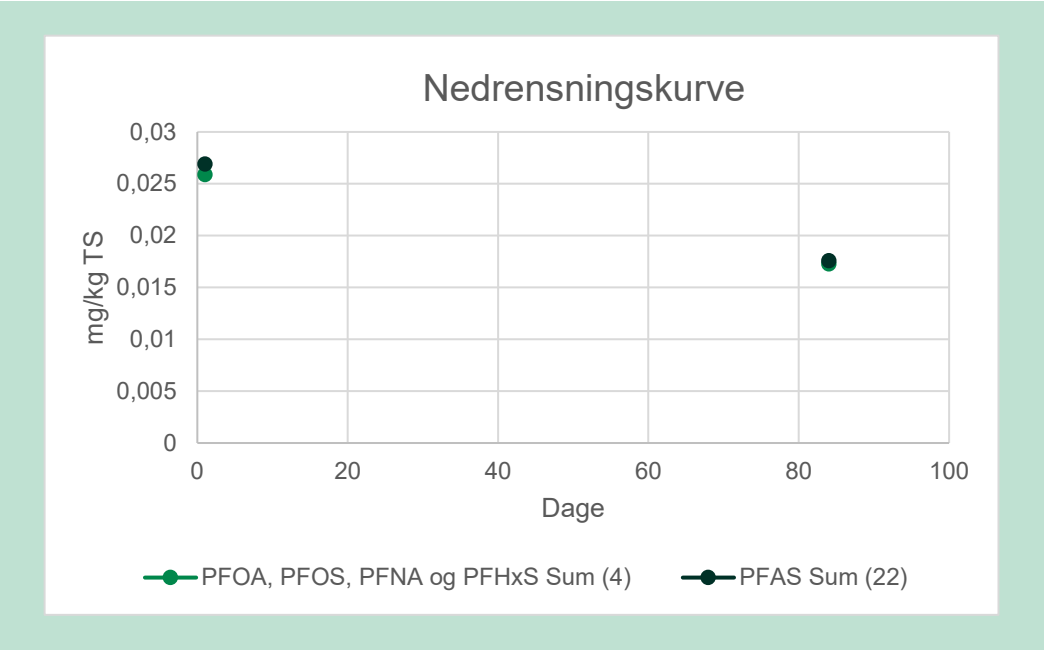
✓ Ingen ting

Felt 1 er det yderste felt, hvor der ikke er foretaget nogen behandling overhovedet. End ikke vanding. Billedet herunder ses en frodig vækst på feltet ved afslutning d. 29. september 2023.

Felt 1 ligger urørt hen, som første felt i forsøget. Der synes at være fin vækst af planter, hvorfor bakterieaktivitet også forventes at være til stede.
Foto: K/S OilRem

Da jorden i felt 1 ikke har været homogeniseret, vil resultaterne være påvirket meget af prøvetagningen, da der ikke er foretaget en homogenisering af dette felt.

Den nærmeste initiale prøve (Tunnel 2), viste ca. 63 µg PFAS (22)/Kg TS. På skemaet herunder ses de øvrige analyser, selvom der ikke blev udtaget prøve i runde 1 og 2.



FIGUR 4. Nedrensningskurve for PFAS (4) og PFAS (22) uden aktiv behandling.

Umiddelbart synes der at være en nedrensning, men det vurderes, at grundet inhomogeniteten i jorden her, er det usikkert, om der reelt er sket en nedrensning. En vigtig pointe er, at PFOS udgør ca. 96% af PFAS-indholdet i startpunktet og 98% i slutpunktet med en samlet afvigelse på 35%.

Selvom reduktionen i jorden vurderes til blot at vise inhomogeniteten, kan det dog ikke afvises, at der kan være sket en biologisk nedbrydning i perioden.

Slut kriteriet er 0,01 µg PFAS (4)/Kg TS, som ikke er nået.

4.2.3.2 Referencefelt – Felt 2

Formålet med felt 2 er at tjene som reference felt, idet hel traditionel biologisk nedbrydning alene kræver beluftning og vanding. Vil dette felt have en nedbrydning på niveau med de øvrige, da vil tesen om, at tilgængeligheden for bakterierne til PFAS er essentiel, ikke holde.

Aktivitet for felt 2

✓ Slå græsset
✓ Fræs månedligt
✓ Vanding 1 gang om ugen – ingen næring

Felt 2 er placeret som det næste felt i rækken, men stadig så tæt på midten af tunnelen, at Tunnel 2-resultatet benyttes som den initiale prøve.

TABEL 10. Analyseresultater for Felt 2

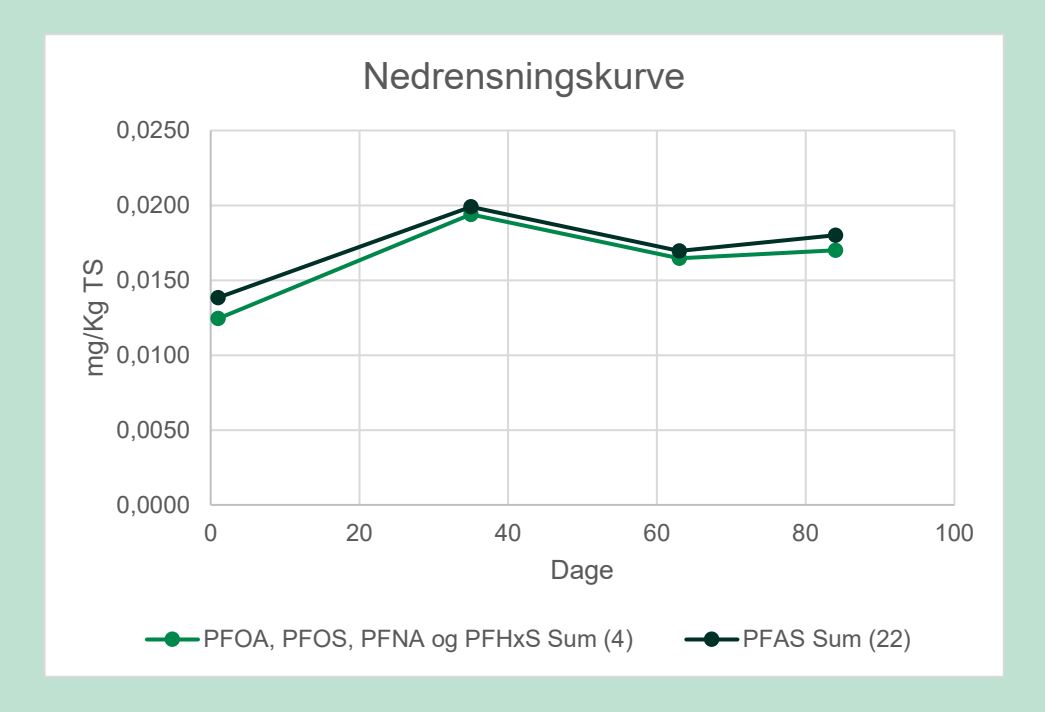
		PFAS (4)	PFAS (22)	
Dato	Dage	mg/kg TS	mg/kg TS	Kommentar
29-03-2023	-100	0,0610	0,0630	Initial prøve
07-07-2023	1	0,0124	0,0138	Start (Efter fræsning)
11-08-2023	35	0,0194	0,0199	Runde 1
08-09-2023	63	0,0165	0,0170	Runde 2
29-09-2023	84	0,0170	0,0180	Runde 3
29-09-2023	84	0,0085	0,0095	Dybde (0,5 m Under testareal)

Resultaterne i tabellen afspejler meget fint, at der ikke synes at have været nogen aktivitet, men at homogeniseringen har givet mere konsekvente resultater. At niveauet fra den initiale prøve ikke genfindes, er overraskende, men med en dybdeprøve, der er væsentlig lavere end resten, må det antages, at der er blevet blandet mindre forurenet jord ind i topjorden ved fræsningen. Niveauet er fortsat over jordkvalitetskriteriet.

Afvigelsen mellem de fundne målinger ligger alle inden for analyseusikkerheden, hvorfor konklusionen må være, at der ikke er sket nogen nedbrydning overhovedet.

Dybdeprøven viser samtidig, at der fortsat er lavere niveauer af PFAS dybere i jorden end ved overfladen. Ved en rensning af topjorden, vil yderligere nedsivning og dermed påvirkning af undergrunden og grundvandet kunne undgås.

Grafisk kan forløbes ses på FIGUR 5.



FIGUR 5. Nedrensningskurve for PFAS (4) og PFAS (22) i Felt 2, kun med fræsning og vanding med vand

Resultatet af Felt 2 viser en klar tendens til, at biologisk nedbrydning ikke vil ske naturligt i jorden med nævneværdig hastighed. Hvis ikke man behandler eller afværger på anden vis, vil PFAS med tiden sive ned til dybere liggende lag og infiltrere til grundvandet.

4.2.3.3 Felt 3: Standard BAM Ex – behandling

Felt 3 er konfigureret med brugen af BAM Ex, der ifølge tesen, skal binde PFAS i jorden på en måde, hvor den er tilgængelig for bakterierne, men så bakterierne samtidigt har gunstige levevilkår på overfladen af BAM Ex-materialet.

Aktivitet for felt 3

✓ BAM Ex (Bioavailable Absorbent Media) 13%
✓ Slå græsset
✓ Fræs månedligt
✓ Tilsæt næring til vandingsvand
✓ Vanding 1 gang om ugen

BAM-Ex blev udlagt med 13% af voluminet på den jord, som udgør 30 cm topjord i felt 3.

BAM Ex udlægges i felt 3 – bag fræseren, mens felt 4 fræses.
Foto: K/S OilRem

Der fræses i to retninger og indefra og ud, så fræseren ikke komprimerer den jord, der lige er blevet fræset.

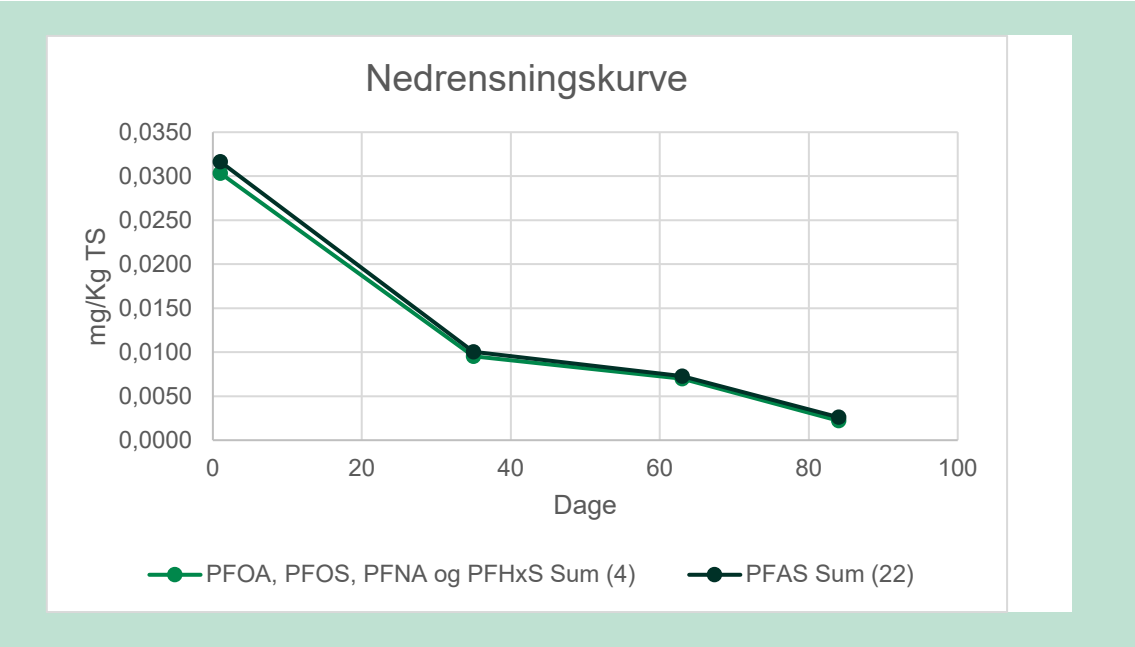
TABEL 11. Analyseresultater for Felt 3

		PFAS (4)	PFAS (22)	
Dato	**Dage**	**mg/kg TS**	**mg/kg TS**	**Kommentar**
29-03-2023	-100	0,0610	0,0630	Initial prøve
07-07-2023	1	0,0303	0,0316	Start (Efter fræsning)
11-08-2023	35	0,0095	0,0100	Runde 1
08-09-2023	63	0,0070	0,0073	Runde 2
29-09-2023	84	0,0022	0,0026	Runde 3
29-09-2023	84	0,0260	0,0270	Dybde (0,5 m Under testareal)

Startanalyserne viser noget lavere niveauer en forventet fra den initiale prøve, der her igen er valgt til Tunnel 2 – prøven. Startprøven er på niveau med dybdeprøven, hvorfor det antages, at fræsningen har homogeniseret feltet til dette niveau.

Ved dette felt synes der at være en konsekvent reduktion af indholdet af PFAS sluttende på 2,6 µg/Kg, hvilket kvalificerer jorden til frigivelse i forhold jordkvalitetskriteriet. Det svarer ca. til 350 ng PFOS per dag, der er blevet nedbrudt.

Grafisk kan det vises som på FIGUR 6.



FIGUR 6. Nedrensning af PFAS (4) og PFAS (22) i felt 3 – Standard BAM Ex.

Dybdeprøven viser fortsat indhold i niveauer med startanalysen, og mindre end den initiale, hvorfor det tages som bevis for reel nedbrydning af PFAS.

Tesen om at absorption på BAM Ex, hvorefter de naturligt forekommende bakterier faktisk er i stand til at løse opgaven er hermed eftervist. Da BAM Ex er relativt dyrt, ønskes tesen afprøvet på andre løsninger eller med andre konfigurationer, da markedet for denne løsning typisk vil være store arealer som marker eller lign, der ikke nødvendigvis har høje indhold af PFAS, men dog nok til at udgøre en risiko. Løsningen skal derfor være betalbar per Ha, for at der vil være incitament for at gå i gang, medmindre der laves et egentlig påbud om oprensning eller afværge foranstaltning.

4.2.3.4 Felt 4 – BAM - Ultra

BAM – Ultra er ligesom standard BAM Ex lavet af pyrolyseret organisk materiale, men er granuleret til et finere pulver, idet man herved kan opnå en større indtrængning i materialet per Kilo materiale. Det er typisk lavet til slam og vandige opløsninger, da man får en god opblanding med en stor overflade, som vil være afgørende for effektiviteten.

Aktivitet for felt 4

✓ Slå græsset
✓ Ibland BAM - Ultra: 88 kg
✓ fræs månedligt
✓ Tilsæt næring til vandingsvand
✓ Vanding 1 gang om ugen

Dette felt skal vise, om man med BAM - Ultra, som er et dyrere produkt, kan opnå en lignende eller bedre effekt med et mindre materialeforbrug, for på den måde at reducere de overordnede driftsomkostninger.

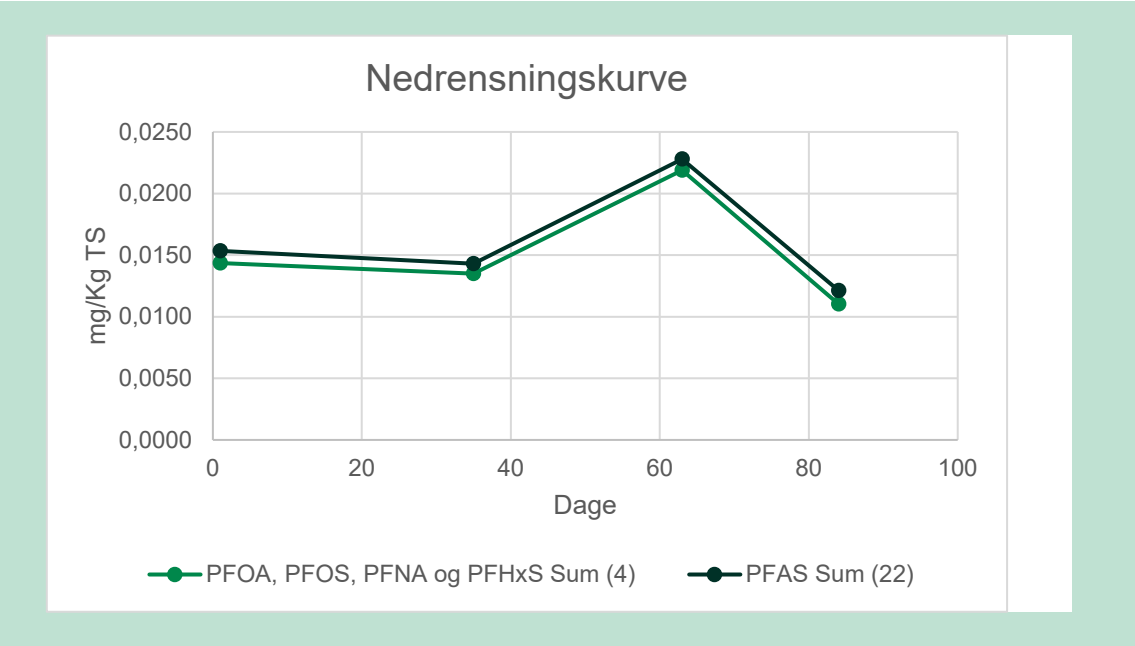
TABEL 12. Analyseresultater for Felt 4.

		PFAS (4)	PFAS (22)	
Dato	**Dage**	**mg/kg TS**	**mg/kg TS**	**Kommentar**
29-03-2023	-100	0,0610	0,0630	Initial prøve
07-07-2023	1	0,0144	0,0154	Start (Efter fræsning)
11-08-2023	35	0,0135	0,0143	Runde 1
08-09-2023	63	0,0219	0,0228	Runde 2
29-09-2023	84	0,0110	0,0121	Runde 3
29-09-2023	84	0,0275	0,0282	Dybde (0,5 m Under testareal)

Startprøverne her synes at være noget lavere end forventet i forhold til den initiale prøve, men også de øvrige felters startanalyser, der har haft et indhold på omring 0,03 mg/kg.

Grafisk kan det fremstilles som på FIGUR 7.

Umiddelbart ses en tendens til at der er en langsom nedbrydnings takst, omend runde 2 ligger noget over det forventede. Slutresultatet er en overskridelse på bare 10% af jordkvalitetskriteriet, startende med en 40% overskridelse. Analyserne fra runde 0, 1 og 3 er dog inden for hinandens analyseusikkerhedsinterval, hvorfor de ikke er signifikant forskellige.



FIGUR 7. Nedrensningskurve for PFAS (4) og PFAS (22) i Felt 4.

Fordelingen mellem PFAS (22) og PFAS (4) i prøve 3 – fra dag 63 er på 96% PFAS (4), hvilket svarer meget pænt overens med Dybdeprøvens, mens slutprøven fra dag 84 viser, at andelen af PFAS (4) komponenter er faldet til 90%. Der synes altså at være sket en nedbrydning af PFAS (4) til andre PFAS-komponenter, hvilket tolkes som et tegn på reel biologisk nedbrydning. Nedbrydningstaksten er bare ikke ret høj, hvorfor denne konfiguration ikke kan foretrækkes frem for Felt 3, der var konfigureret efter leverandørens standard konfiguration.

Prøve 3 fra dag 63 antages at have være udtaget delvist i jorden under testlaget, der derved har forstyrret resultatet.

Det er lidt tankevækkende, at startprøverne igen viser væsentlig lavere indhold end den initiale prøve og også lavere end dybdeprøven. Også her, ville det være godt med en analysemetode, der kunne give en total organisk fluor (TOF), og ikke kun et svar på PFAS (22), hvor en ekstraktion af PFAS fra aktivt kul, måske begrænser analyseresultatet. Det kunne være en forklaring på det generelt lavere niveau i startprøverne end i de øvrige felter. Referenceforsøget i felt 2 havde dog samme tendens, selvom der ikke var brugt kul i den. Det antages derfor, at det er en reel nedbrydning analyserne viser, og ikke blot et større og større optag i kullet.

4.2.3.5 Felt 5 – Graphysorber

Når teorien er, at PFAS skal binde sig til et aktivt kulstof i jorden og derved skabe tilgængelighed for bakterierne, er det oplagt at tænke på, om der kunne være andre tilsvarende produkter, som kunne benyttes – og som måske var enklere eller billigere at skaffe og bruge.

Graphysorber fås som puder eller i løs vægt.
Foto: K/S OilRem

GraphySorber™ er et aktivt kulstof, der er dannet fra affaldsprodukter i et plasma, og danner ved denne proces lange kæder af spiralformet kulstof. Graphysorber er produceret i Italien, men kunne meget enkelt implementeres med produktion i Danmark baseret på div. organiske affaldskomponenter. Der var derfor et miljømæssigt såvel som et kommercielt incitament for at se, om dette produkt kunne give en tilsvarende bindings- og rensningseffekt, som BAM Ex.

Aktiviteter i Felt 5

5.a)
✓ Slå græsset
✓ Tilsit Graphysorber™: 3 kg per 4,5 m3 (15m2)
✓ Fræs månedligt
✓ Tilsæt næring i vandingsvand
✓ Vanding 1 gang om ugen

5.b) Som 5.a) samt
✓ Med aktiv iltning (15 sek. per 10 min.)

Graphysorber er et meget let produkt, idet de 3 Kg fyldte op imod 1/2 m^3. Volumenmæssigt er det altså svarende til Felt 3, som dette forsøg relaterer sig til, mens den faktiske kulmængde er væsentligt mindre.

Som kompensation for den mindre kulmængde, introduceres en aktiv beluftning, hvor trykluft injiceres systematisk ind i jorden. Styringen er lavet til aktiv beluftning af miler på en behandlingsplads, hvor der i forbindelse med projektet her er sammensat en PileRem-styring med kompressor, strømtavle og husstandsvandværk, så det næringsberigede væske kan spredes med en havevander, mens trykluften injiceres i 25cm's dybde via injektionslanser.

PileRem styring til automatisk injicering af trykluft og næringsberiget væske. Data sendes via LORAWAN registreres i en database.
Foto: K/S OilRem

Lanserne er lavet til indsættelse i en 2,5 m høj mile, hvorfor de synes meget lange til formålet, som det fremgår af billedet herunder.

Hver gang jorden blev fræset, blev lanserne taget op, og efter fræsning blev de individuelt testet for luftgennemgang, så der er sikkerhed for, at den tilførte luft blev fordelt i hele feltet.

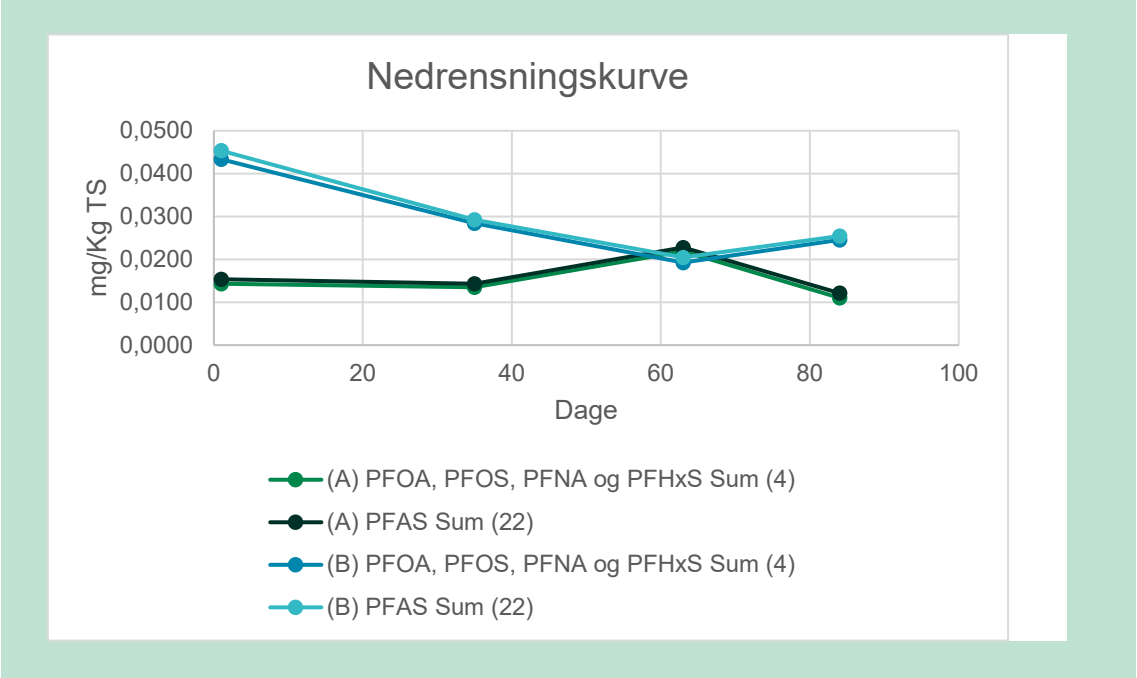
Injektionslancer til fordeling af trykluft i jordoverfladen. Her i Felt 5b, der allerede er iblandet Graphysorber.
Foto: K/S OilRem

Til dette felt anvendes Tunnel 3 som initial prøven, hvilket giver et forventet indhold på ca. 80 µg PFAS (22) /Kg TS.

TABEL 13. Analyseresultater for Felt 5

Resume		**(A) PFAS (4)**	**(A) PFAS (22)**	**(B) PFAS (4)**	**(B) PFAS (22)**	
Dato	Dage	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	Kommentar
29-03-2023	-100	0,0850	0,0870	0,0850	0,0870	Initial prøve
07-07-2023	1	0,0144	0,0154	0,0434	0,0454	Start (Efter fræsning)
11-08-2023	35	0,0135	0,0143	0,0285	0,0293	Runde 1
08-09-2023	63	0,0219	0,0228	0,0193	0,0205	Runde 2
29-09-2023	84	0,0110	0,0121	0,0245	0,0254	Runde 3
29-09-2023	84	0,0803	0,0836	0,0803	0,0836	Dybde (0,5 m Under test-areal)

Igen viser analyserne for felt 5a, at der er et overraskende lavt startniveau og herefter en svag nedrensningstendens, igen med et hop i niveau på 2. runde. Også med felt 5a ses en forskydning af forholdet mellem PFAS (4) og PFAS (22) i retning af andet end PFOS, hvilket må indikere en nedbrydning af PFOS til andre PFAS. Den faktiske nedbrydning er jf. tallene ikke så stor, men alligevel viser slutresultatet en jord, der kun overskrider jordkvalitetskriteriet for PFAS (4) med 10%.



FIGUR 8. Nedrensningskurve for PFAS (4) og PFAS (22) i Felt 5a og b.

For 5b, synes der at være et mere forventeligt startniveau – om end også lavere end den initiale prøve, hvis niveau blev konfirmeret af dybdeprøven til slut.

Dette forsøg har en nedbrydningskurve, der minder om Felt 3, hvor den samlede nedrensning var på ca. 93%. Her er den samlede nedrensning på 43%, hvor tendensen dog er 33% per måned, hvis der ses bort fra den sidste prøve.

Selv om 5a ender med et lavere slutindhold end 5b, har 5a et forløb, der minder om Felt 4, hvor der ikke synes at være nogen stor nedbrydningseffekt. 5b derimod, har et forløb der er mere sammenligneligt med Felt 3, om end den ikke når det samme slutniveau. Havde tendensen fortsat til sidste prøve dag også, ville den have nået et niveau omkring Jordkvalitetskriteriet. Spørgsmålet er så bare hvorfor den ikke fortsatte. Det vurderes, at effekten fra randbetingelserne, hvor specielt dybden i forbindelse med prøvetagning, kan være en fejlkilde. Med trippelbestemmelse ville man kunne være mere sikker på dette, men flere konfigurationer blev prioriteret frem for dobbelt- eller trippelbestemmelse.

Konklusionen er derfor, at Graphysorber uden aktiv iltning kun giver en begrænset nedrensning, ligesom felt 4 gjorde det med BAM-ultra, men dog en reduktion, mens den aktive iltning er det, der sammen med Graphysorber giver den øgede reduktion, som sås ved Felt 3. Med de praktiske besværligheder lanserne giver i produktionen, anbefales det dog kun at bruge denne løsning på off-site behandlingspladser.

4.2.3.6 Felt 6 – Lav dosis BAM Ex – med aktiv iltning og bakterier

Som et alternativ til hurtig nedrensning, kunne man måske leve med en længere nedrensningstid, hvis bare PFAS'en bliver bundet stabilt i overfladejorden i perioden.

Afslutningsvis testes om man kan reducere materialeforbruget af BAM Ex, men stadig opnå en nedrensning. Denne gang med og uden aktiv iltning, da masser af ilt er en forudsætning for god bakterievækst på kuloverfladerne. Tillige tilsættes olienedbrydende bakterier, BioRemove, i håb om at det vil kunne styrke nedrensningseffekten.

Aktiviteter i Felt 6

6.a)
✓ Tilsæt 230 Kg BAM Ex (Bioavailable Absorbent Media)
✓ Tilsæt BioRemove 1 kg blandet i jorden
✓ Slå græsset
✓ Fræs månedligt
✓ Tilsæt næring i vandingsvand
✓ Vanding 1 gang om ugen

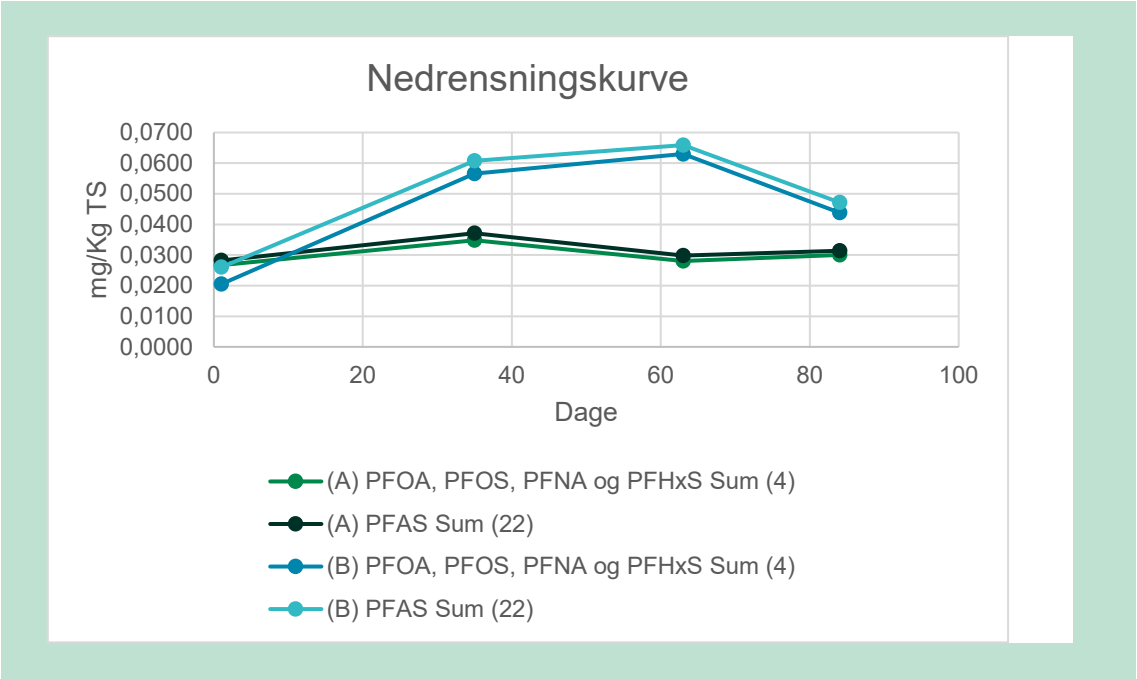
6.b)
✓ Som 6.a, med aktiv beluftning (15 sek per 10 min.)

TABEL 14. Analyseresultater fra Felt 6

Resume		(A) PFAS (4)	(A) PFAS (22)	(B) PFAS (4)	(B) PFAS (22)	
Dato	Dage	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	Kommentar
29-03-2023	-100	0,0850	0,0870	0,0850	0,0870	Initial prøve
07-07-2023	1	0,0267	0,0282	0,0205	0,0260	Start (Efter fræsning)
11-08-2023	35	0,0348	0,0371	0,0566	0,0607	Runde 1
08-09-2023	63	0,0280	0,0298	0,0630	0,0659	Runde 2
29-09-2023	84	0,0300	0,0314	0,0438	0,0472	Runde 3
29-09-2023	84	0,0349	0,0359	0,0349	0,0359	Dybde (0,5 m Under test-areal)

Endnu engang er der et overraskende lavt startniveau i forhold til den initiale prøve.

For Felt 6.a) synes der ikke rigtig at ske nogen nedrensning, og PFAS-indholdet starter og ender på et niveau som svarer til dybdeprøven. Der er heller ikke nogen udvikling i forholdet mellem PFAS (4) og PFAS (22), som kunne indikere en aktivitet. De tilsatte bakterier synes altså ikke i sig selv at have haft nogen betydning, hvilket bekræfter tesen om, at de almindeligt forekommende bakterier kan nedbryde PFAS, når betingelserne er gunstige. Den reducerede mængde BAM Ex, synes således ikke at være tilstrækkelig til at give disse gunstige forhold, som de gjorde i Felt 3. Felt 6 er noget mere leret, hvorfor der kan være den forskel at væske fra regn og vanding ikke med samme lethed kan føre PFAS eller bakterier rundt i jordmatricen her, som den kunne i det mere sandede Felt 3.



FIGUR 9. Nedrensningskurve for PFAS (4) og PFAS (22) i Felt 6a og 6.b

Kurven for Felt 6.b) er lidt svær at forklare, da der jo ikke er tilført PFAS undervejs i processen. Ved udtagning af den første prøve må derfor være prøvetaget tæt på kanterne eller lign, så man ikke ser det reelle indhold. Hvis man antager et startindhold, på niveau med runde 1 og 2, kunne man godt se en tendens til nedrensning i felt 6.b), idet man må forvente en bedre og bedre sikkerhed for analysen i takt med at jorden bliver homogeniseret flere gange.

I absolutte størrelser, er det en pæn reduktion, men slutindholdet er ikke på niveau med Jordkvalitetskriteriet i dette felt. Det har givet vis spillet ind, at jorden her var meget hård og tør det meste af sommeren, selvom der blev vandet løbende. Først sidst på sæsonen har der været rimelige betingelser i forhold til en konsekvent fugtighed i jorden, der har forbedret levevilkårene for bakterierne.

Konklusionen på dette felt må således være, at den reducerede mængde BAM Ex tilsvarende har en reduceret effekt, om end det meget ler i jorden også kan være medvirkende årsag til den reducerede effekt. Det kunne godt se ud til, at der ligesom felt 5.b) sker noget mere nedrensning, når der tilføres aktiv iltning. Igen må det anbefales at henlægge den metodik til off-site anlæg, hvor håndtering af lanserne er lettere at håndtere i normale miler.

Der synes ikke at have været en målbar effekt ved tilsætning af olienedbrydende bakterier, så mængden af BAM må konkluderes at være mest afgørende.

4.3 Konklusion på AP 3

De to referenceforsøg viser meget tydeligt, at selv med fysisk beluftning, homogenisering og vanding ses ingen signifikant ændring i indholdet af PFAS i jorden. Det bekræfter dermed tesen om, at PFAS er et uendeligt kemikalie i naturen.

Omvendt efterviser Felt 3 tesen om, at dersom man kan binde PFAS på en anden måde, så bakterierne ikke møder en hydrofob grænseflade til PFAS'en, men den hydrofile del, da er det faktisk muligt at reducere indholdet – endda til under jordkvalitetskriteriet for PFAS (4).

Felt 3 viser desuden, at det er de naturligt forekommende jordbakterier, der løser opgaven, hvilket er positivt, da der således ikke er behov for specielle bakterier, men at det blot er måden man sikrer adgangen for bakterierne til PFAS, der er afgørende. Med felt 6 ses også, at special udviklede bakterier, der godt nok er udviklet til kulbrinter, ikke synes at have nogen indflydelse på nedrensning. Felt 4, 5 og 6 synes ikke at give anledning til hurtigere rensning end felt 3, hvilket blot understreger, at dosen af BAM er en afgørende faktor.

Felt 5 og 6 viser dog, at den aktive iltning med lancer synes at kunne accelerere den almindelige nedbrydning, men for alle praktiske formål, synes løsninger med lancer at måtte udføres off-site på behandlingspladser og ikke i in-situ sager, hvor lanserne i givet fald skal tages op og tjekkes og flyttes hver 3.-4. uge. Det bliver meget bøvlet over store arealer, mens man på behandlingspladser laver miler, hvor lanserne kan påvirke et større jordvolumen ad gangen.

Baseret på AP3 synes der således at være 2 scenarier, hvor biologisk nedbrydning kan bringes i anvendelse:

1. På store arealer som f.eks. marker og enge, hvor der er en erkendt tilgang af PFAS fra udkørsel af slam eller fra jævnlig oversprøjtning med PFAS belastet havskum eller lign. Her vil BAM sikre en fastholdelse af PFAS i overfladejorden og samtidig give jordbakterierne gode betingelser for en løbende nedbrydning. Med det daglige markarbejde med plov og harve, må det forventes at kunne holde det faktiske niveau nede, til trods for den løbende tilgang. Evt. kan suppleres med yderligere aktiviteter, som fræsning eller yderligere pløjning, når jorden alligevel er lagt brak eller afventer ny såning.
2. Off-Site på behandlingspladser, hvor mere koncentrerede forureninger kan få den accelererede behandling med en kombination af BAM og aktiv iltning.

De konklusioner, der er fremkommet her, er alle baseret på et relativt lille datagrundlag, hvor trippelbestemmelse, analyse for Total Organisk Fluor (TOF) og tættere monitorering, kunne have øget vidensniveauet og sikkerheden i konklusionerne. Der findes tusindvis af PFAS stoffer, men man analyserer kun 22, og det med en relativ dyr ekstraktionsmetode, hvor det i AP1

var vanskeligt at skabe en massebalance, da der blev fundet 3-4 gange så meget PFAS, som der var redegjort for fra start. Tilsvarende er det svært at forklare, hvorfor man generelt ikke finder samme niveau i startanalyserne, som de oprindelige initiale analyser viser. Til disse tests, kunne det have været ønskeligt med en metode, der viser det totale Organisk bundne fluor – for eksempel, så man kommer ud over usikkerheden med ekstraktionsmetoder, precursere eller evt. andre forhold, der kan påvirke den enkelte analyse.

I forhold til at håndtere oprensningssager og frigivelse af renset jord, vil analyseprisen alene med de nuværende krav om én prøve per 30 ton for ren jord, betyde at rensningsprisen i sig selv belægges med måske 3-500 kr./ton alene til analyseformål, hvilket uvægerligt vil påvirke villigheden til faktisk at rydde op efter PFAS forureninger.

AP 4

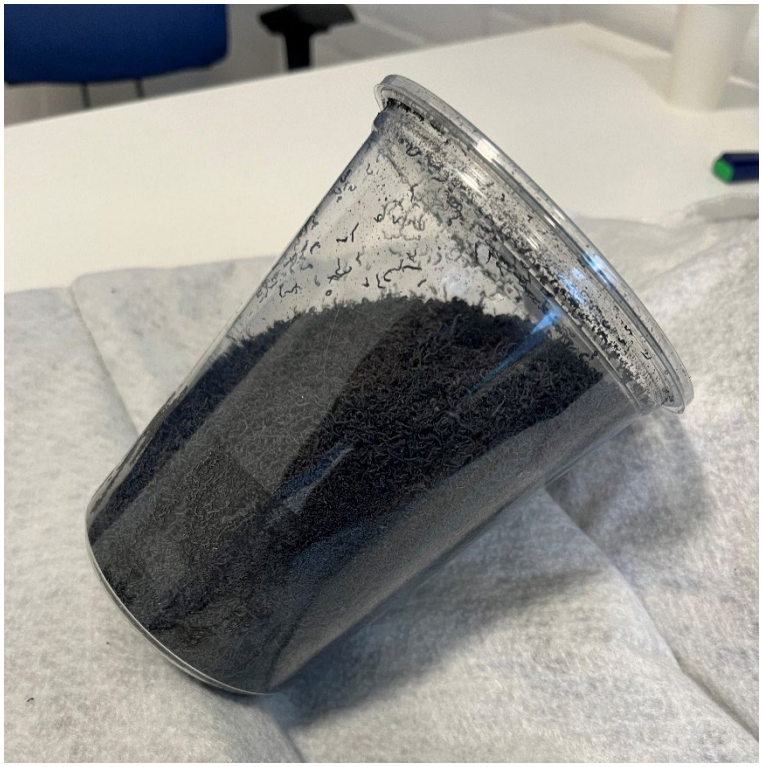
PFAS nedbrydning i vandige opløsninger

5. PFAS-nedbrydning i vandige opløsninger

Med vandrensningsløsninger baseret på filtrering, koncentrering m.m., mangler der fortsat en endelig løsning, der vil nedbryde PFAS, så der ikke længere kan ske spredning til miljøet.

I forbindelse med AP1 blev der testet en løsning til at rense PFAS ud af jorden og overføre den til en væskefase. Fra væskefasen var det ønskeligt om PFAS kunne nedbrydes helt, så der ikke er behov for almindelig filtrering med risiko for at udlede PFAS-holdigt vand til miljøet. Tilsvarende handlede AP2 om at rense slam, hvor noget slam faktisk kom som restprodukt fra et kul-filter til binding af PFAS. Fra faciliteterne på Korsør Brandskole, RESC; opsamles overfladevand og grundvand i brønde, hvorfra vandet filtreres via kul-filtre forud for udledning til recipient. Vand fra disse brønde samt procesvand(skum) fra AP1, vil i dette arbejdsprogram blive håndteret med henblik på om PFAS kan nedbrydes endeligt i vandet, eller om der fortsat vil være et restprodukt, som skal filtreres fra.

5.1 GraphySorber som filter.



Bøtte med GraphySorber, der er et vindeltrappeformet aktivt kulgranulat, dannet ved plasmabehandling af affald.
Foto: K/S OilRem

GraphySorber er udviklet til at kunne opsuge olie fra vandoverflader i sin porøse og eftergivende struktur, således at man kan opsuge spild i puder, lavet med et fyld dette materiale. Herefter kan puderne presse/vrides, så olien frigives igen. På tilsvarende vis, testes

GraphySorbers effekt på PFAS i vand, for at se om det kan bruges som filter, der kan adsorbere PFAS i sin struktur, for efterfølgende at kunne presse PFAS ud i en mere koncentreret form. På denne måde kunne problemets omfang blive forenklet, præcis som med olie, samtidig med at GraphySorber kan bruges flere gange.

5.1.1 Metodebeskrivelse

Med en specialfremstillet kolonne, benyttedes en stofsæk med GraphySorber i som filtermateriale.

En dunk med 25l grundvand fra Brandskolen i Korsør, RESC: P0 blev fyldt igennem og opsamlet i en ny dunk: P1_F1.

Herefter pressedes vandet og PFAS opsamlet i kolonnen til en ny prøve: P2_P1.

Det opsamlede vand blev hældt igennem filteret igen til prøve: P3_F1, for at se, hvorvidt filteret fortsat ville kunne binde PFAS, eller om det var ”brugt op”.

Kolonneforsøg med Graphysorber som filter materiale.
Foto: K/S OilRem

5.1.2 Resultatopgørelse

TABEL 15. Analyseresultater

Målested	PFAS (4) µg/l	PFAS (22) µg/l	Andel af PFAS (4) i %
P0	3,2	7	45,7
P1_F1	3,5	6,4	54,7
P2_P1	4	7,2	55,6
P3_F1	4,1	7,5	54,7

Analyserapporten kan ses i sin helhed i Bilag 5.2.

P0 viser en andel af PFAS (4) på bare 45,7%, hvilket er overraskende, da der alene er forurenet med PFOS på grunden. Der er således sket en nedbrydning af PFAS undervejs, hvor dunken har stået på lager et par måneder.

Man ser næsten ingen forskel på P0 og P1_F1, hvilket er meget overraskende, da GraphySorber forventedes at kunne binde PFAS på de aktive kul-overflader. Fordelingen mellem PFAS (4) og PFAS (22) er dog ændret en lille smule, hvor det primært er PFAS(4), der er øget i koncentration. Ændringen ligger dog inden for prøvernes usikkerhedsinterval, hvorfor konklusionen er usikker. Baseret på dette første gennemløb, må man konkludere, at der ikke er meget filtereffekt i GraphySorber i en kolonne som denne – om nogen.

Det vand, der kunne presses ud af filteret efter første gennemløb, viser dog en svag koncentrering af PFAS og igen specielt PFAS (4).

Efter andet gennemløb ses samme fordeling mellem PFAS (4) og PFAS (22) som ved første gennemløb, men til gengæld en svag koncentrering af PFAS.

Efter andet gennemløb, var det igen muligt at trykke vand ud af filteret, men ved en gennemgang af stofsækken, synes det som om materialet var pakket meget tæt og at der var opstået sprækker i filtermaterialet. Vandet har nok reelt set ikke løbet igennem filtermaterialet, men fundet lettere fremkommelige veje via disse sprækker – eller mellem kolonnen og stofsækken.

Selvom der således ses en svag tendens til at binde de kortkædede PFAS’er, er materialets eftergivende fysiske egenskaber ikke velegnede til tryksatte filtre, som sådanne et kolonneforsøg her er. Med tanke på hvor lette de enkelte korn er, vil et filterprincip med flow nedefra, så

materialet ikke pakker så tæt, nok bare resultere i en spredning af GraphySorber, hvorfor konklusionen må være, at GraphySorber ikke egner sig til brug som almindeligt filtermateriale. Om GraphySorber faktisk kan binde PFAS, kan ikke afvises baseret på dette forsøg, men heller ikke eftervise.

5.2 Biologisk rensning af PFAS fra Vand

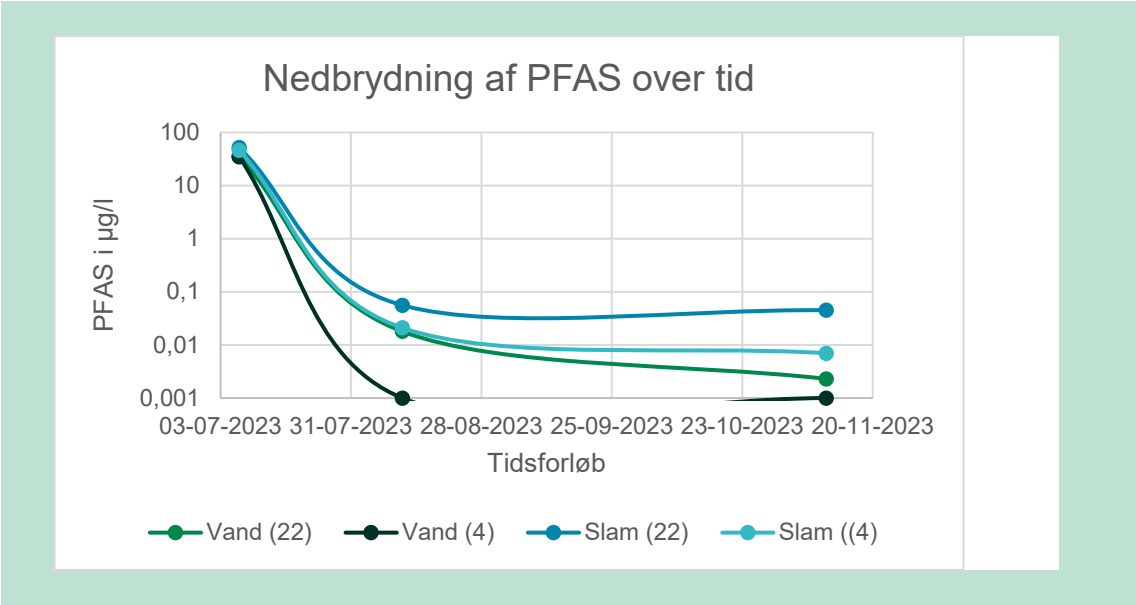
Denne test blev udført og beskrevet under AP 2 i afsnit 3.2. Dette er derfor blot en opsummering.

Testen udførtes ved at blande BAM Ultra i det PFAS holdige vand, og lave en aktiv iltning med bakterier og næring. Målet var at se, hvorvidt biologisk rensning kunne være den endelig løsning, der skal tage PFAS endeligt ud af vores miljø.

TABEL 16. Udvikling i PFAS-indhold over tid under accelereret biologisk nedbrydning

	07-07-2023	11-08-2023		10-11-2023	
	µg/l	µg/l	Red. i %	µg/l	Red. i %
Vand (22)	36	0,018	99,95	0,0023	99,99
Vand (4)	28	<0,001	100	<0,001	100

Tabellen ovenfor viser med al ønskelig tydelighed, at der sker en væsentlig reduktion af PFAS-indholdet på de første 4 uger. Omsat til en nedrensningskurve, ser således ud:



FIGUR 10. Nedbrydning af PFAS (22) og PFAS (4) i slam og vand over tid jf. analyserne i Bilag 3.3).

For alle praktiske formål kan vandet overholde miljøstyrelsens krav til såvel grundvand som drikkevand.

Der er et potentiale i at optimere processen og afklare den egentlige hastighed, idet der observeredes en fysisk forandring af vandet efter bare få dage. Hvis biologisk rensning skal bruges i rensningsanlæg til større vandmængder, er der behov for at kunne sikre en konsekvent nedrensning af PFAS, hvilket denne test ikke giver svaret på.

Det kan dog konstateres, at vandkvaliteten kan overholdes, hvis blot der er tilstrækkelig tid, næring, bakterier og ilt til stede – og at der benyttes BAM Ultra til at skabe et godt levested for bakterierne til at få kontakt til PFAS.

5.3 Skummeproces til separation af PFAS fra vand

I AP1 sås en hurtig genintroduktion af PFAS i opløsningen, efter at der var dannet et skum, som PFAS ellers var bundet i. Det kunne være interessant, om man kunne skabe en separationsproces for vand, der gennem dannelse af skum med PFAS i, på en enkel måde kunne skimme PFAS af og behandle den endeligt f.eks. biologisk i mere koncentreret form.

Erfaringerne fra AP1, viste tillige, at PetroMax™ var et kemikalie, der kunne hjælpe med at skabe et mere stabilt skum, så separationen af PFAS blev både hurtigere og mere konsekvent. Dette arbejdsprogram vil teste hvor langt ned i PFAS indhold man med rimelighed kan komme ved blot at danne skum, der løbende skimmes af.

Desuden testes samme princip med en iblanding af PetroMax™, for at se hvor stor en forskel det giver, om nogen.

Igen benyttes vand fra Brandskolen i Korsør, Resc., der blev udtaget 10. november 2023 fra samlebrønden på pladsen – efter olieudskilleren.

5.3.1 Metode beskrivelse

Der benyttes er special pumpe, der kan sikre en konsekvent mængde af mikro- og nanobobler i væskestrømmen. Denne pumper vand rundt fra halvvejs under overfladen til bunden af spændelågsfadet, så der bliver en god opblanding med boblerne, men at der er relativ ro ved overfladen, så skummet kan dannes uden at blive forstyrret af turbulenser.

Kavitationspumpe, der danner mikro- eller nanobobler i væskestrømmen.
Foto: K/S OilRem

Med mikro-og nanobobler i vandet, dannes et hvidt svæv, der trækker PFAS op i skummet. Her kun vand.
Foto: K/S OilRem

Med PetroMax™ tilsat i en 1% opløsning, bliver skummet mere stabilt og tykt, og der trækkes også lidt olie med i skummet:

Skumdannelse med PetroMax™ er mere stabil og trækker olie med ud også.
Foto: K/S OilRem

Mens forsøget står på, fjernes skummet løbende og overføres til en spand, indtil der ikke synes at dannes skum i sønderlig omfang.

Der blev kun taget analyse af vandet. Først fra det ubehandlede vand og dernæst fra vandet efter processen hhv. med og uden PetroMax™ i.

TABEL 17. Analyser for skummeforsøg

	PFAS (4) µg/l	PFAS (22) µg/l	Proces-tid Min.	Reduktion i PFAS (4) i %	Reduktion i PFAS (22) i %	Andel af PFAS (4) i %
BS-Vand2 – start	12	16	-	-	-	75 %
Vand2 E	3,4	5,9	30	71,7%	63,1%	57,7%
Vand2 -PetroM-E	0,33	3,4	15	97,3 %	78,8%	9,7 %

Den samlede analyserapport kan ses af Bilag 5.3.

Som det ses af tabellen, sker der en væsentlig forbedring i både effektivitet og separationsgrad, når der tilsættes en svag opløsning af PetroMax™. Det synes specielt at gælde PFAS (4) stofferne, der typisk er mere langkædede og derfor forventeligt har en stærkere binding til overgangslaget mellem boble og vand end en kortere kædet vil have, da den hydrofobe del i den er relativt set mindre.

På bare den halve tid opnås en væsentlig højere effektivitet med PetroMax™ end uden, hvilket er meget positivt i forhold til, at der netop med den hydrodynamiske jordrensningsmetode, allerede var introduceret PetroMax™ i procesvandet. Der skal således ikke tilsættes yderligere, men kan forventes en god effektivitet ved at indsætte dette separationstrin i den samlede løsning for jordrensningen.

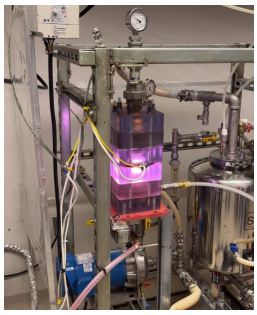
5.3.2 Konklusion på skummeproces

Skummeproces som separationsmetode synes bestemt at have et potentiale – uagtet om der er PetroMax™ i eller ej. Der er dog ingen af disse tests, der viser fuldstændigt rent vand, hvorfor de ikke kan stå alene, dersom man behøver et rent udløbsvand. Der er selvfølgelig plads til forbedringer i processen, men det anbefales, at der trodsalt indsættes et filter, der kan tage de resterende PFAS forud for udløb til recipient.

PetroMax™ viser en betydelig forbedring af effektiviteten for separation af PFAS fra vand end uden, hvilket er gode takter i forhold til at benytte skummeprocessen som en del af mobilanlæg til fjernelse af PFAS fra jord, idet der løbende kan skummes store mængder af koncentreret PFAS fra til nedrensning i f.eks. biologisk rensning – eller anden destruktion.

5.4 Plasma-destruktion af PFAS

Med det formål at finde en sikker og endelig løsning til destruktion af PFAS i en væskefase, testes et amerikansk princip, hvor væsken cirkuleres gennem et plasma, der er placeret i bunden af en hydro-cyklon, så koncentrationen af PFAS i vandet lidt efter lidt reduceres. Plasmaet dannes af en stor strøm, der påtrykkes en Argon gas, som vandet skal passere. Plasmaet bliver ca. 10.000 °C varm, hvorved PFAS forventeligt dekomponerer til sine grundstoffer, hvor fluor-gas er den indikator der holdes øje med.



Plasma cyklon i drift
Foto: K/S OilRem

Systemet er sat i drift i USA på en militær brandøvelsesplads, hvor PFAS-forureningen af grundvandet er massiv. Teknikken er lavet til høje koncentrationer, hvorfor fuldskalaanlægget er opdelt i en række trin med omvendt osmose og ionbytning, der skal sikre højest mulig koncentration i procesvandet, så plasmaet udnyttes optimalt. Driften koster det samme per tidsenhed om der er PFAS i eller ej. Testanlægget, der benyttes i dette arbejdsprogram, inkluderer ingen koncentreringstrin, hvorfor det er den direkte plasmabehandling, der alene skal reducere PFAS indholdet.

Denne test skal undersøge, om vandet fra Brandskolen i Korsør, RESC, og om procesvand fra den hydrodynamiske proces, der indeholder en del fine partikler, kan lade sig gøre at rense med denne metode. Det amerikanske firma, OnVector, der har udviklet metoden, har en test facilitet i USA, som testen på de to vandprøver skal foregå i.

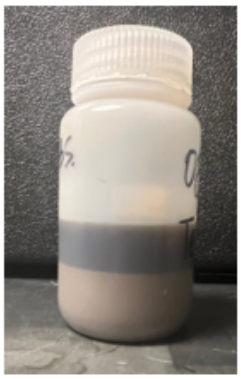
5.4.1 Metode beskrivelse

Gennem plasmacyklonen leveres et jævnt flow, så betingelserne dér, kan holdes så optimalt som muligt. Testanlægget er opbygget med en lagertank, der kan rumme 30 liter, hvoraf der køres test på 7 Gallon ~26,5 l ad gangen, der cirkuleres rundt mellem tank og cyklon. Der dannes en vortex i cyklonen, der vil sikre, at al vandet kommer igennem plasmaet, før det returneres til lagertanken. Procesvandet havde ikke dette volumen, så det var nødvendigt at fortynde det 7 gange.

Start betingelserne blev således:

Water Sample	Sample ID	Volume (gal)	pH	Conductivity (mS/cm)	Visual Observation
Ground Water	BSW-2	25	5.3	0.5	Clear, no foam
Soil Wash Water	PW-2-BS	1	12.0	13.0	Foaming when shaken, heavy sedimentation
	PW-2-BS (1:6)	7	11.4	2.8	Dark, foaming when shaken

BSW-2

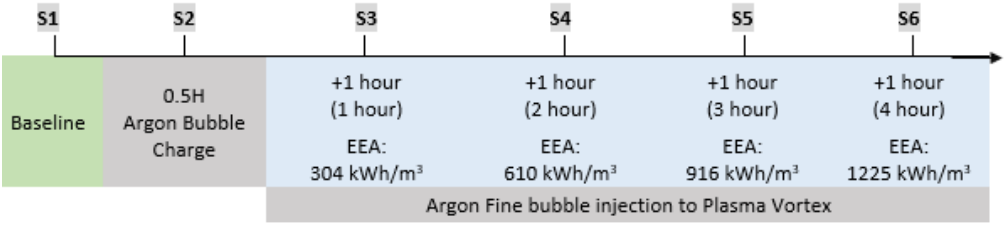


PW-2-BS

PW-2-BS (1:7)

FIGUR 11. Vandprøverne der skal bruges til testen, viser betydeligt indhold af fine partikler. BSW står for "Brand-Skole Water" og PW for Proces Water.

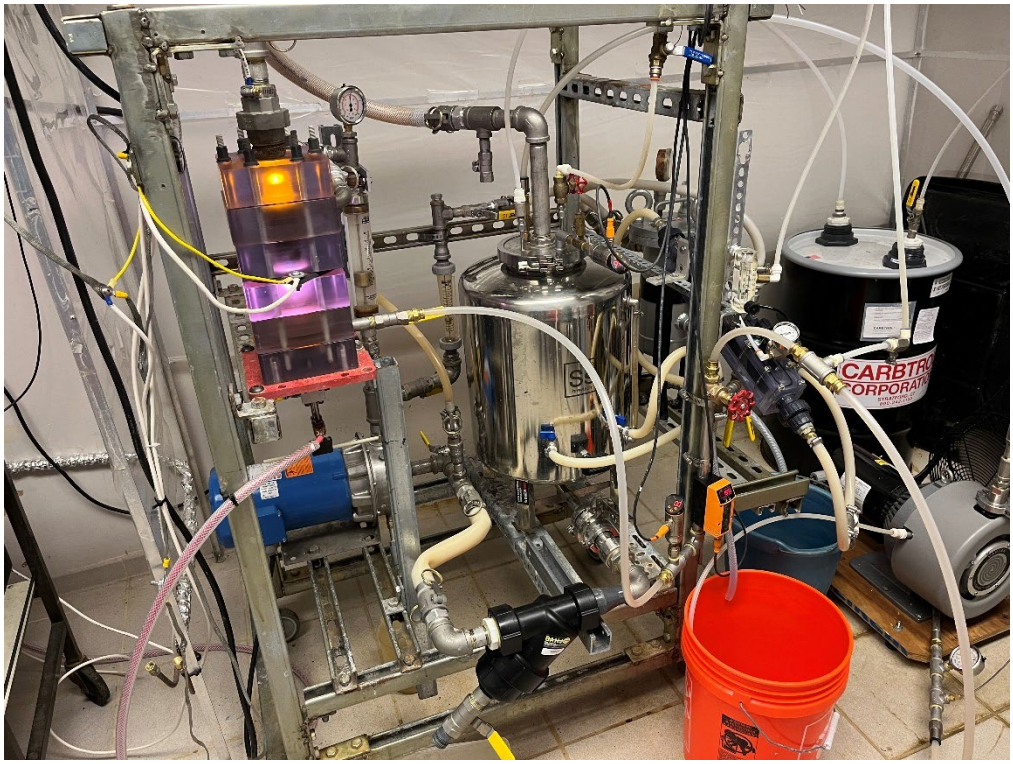
Når cirkulationen er sat i drift og vortexen er dannet i cyklonen, tilsættes en argon-gas, der skal drive plasmaet. Når denne er stabil i flowet, tændes plasmaet og holdes i 4 energini-veauer med af en times varighed, som vist på skemaet herunder:



Skema over driften af en test.
Figur: OnVector

Der blev udtaget prøver til PFAS-analyse, som sendtes til analyse i Danmark, så de er sammenlignelige med de øvrige analyser i denne rapport.

- T1 efter stabilisering af flowet (Efter S2). for at sikre en korrekt startkoncentration, da der kunne være en afsmitning fra tidligere tests, der formentlig har været kørt med meget højere koncentrationer. Udstyret var rengjort efter bedste evne, men PFAS kan være meget svært at rense af til niveauer ned i ng/l størrelsesordenen.
- T2 efter S3, der vil vise om der overhovedet sker noget.
- T3 udtaget efter S6, der er så langt ned i PFAS-koncentration, som man kan komme, inden for en rimelig økonomi.



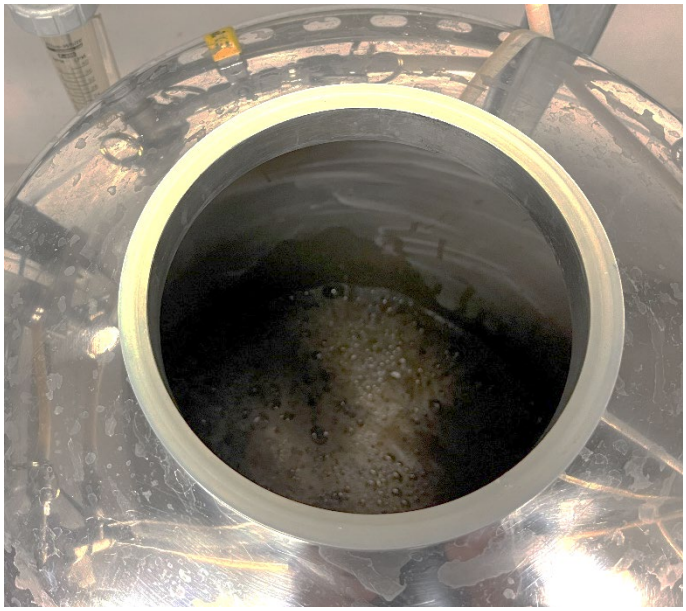
Testopstilling i drift med plasmaet tændt. Lagertanken ses i som den blanke tank i midten, og længst til højre en tønde, der skal opsamle overskudsgasser.
Foto: K/S OilRem – Fra OnVectors laboratorium i Philadelphia, USA.

5.4.2 Resultatopgørelse

Først blev der kørt test på grundvandet, BSW-2.
Det forløb efter planen, og der blev udtaget de tre prøver T1-T3.

Prøver udtaget til analyse for grundvandsprøverne. Den sorte farve skyldes afsmitning fra grafitelektroderne i plasmageneratoren.
Foto: K/S OilRem

I flowet introduceredes mikrobobler og argon gas, hvilket fik PFAS'en til at skumme op i lagertanken.



Skumdannelsen i lagertanken, blev meget voldsom med det relativt store tørstof indhold.
Foto: K/S OilRem

Da systemet blev iværksat med procesvandet, opstod der problemer med en vakuum-pumpe, der ikke kunne tåle det skum med gasser i, der dannes i lagertanken, og som den løbende skulle tømme tanken for. Testen blev derfor kørt om en måned senere, efter at være filtreret med et 10µm filter, så den nye pumpe ikke skulle lide samme skæbne.

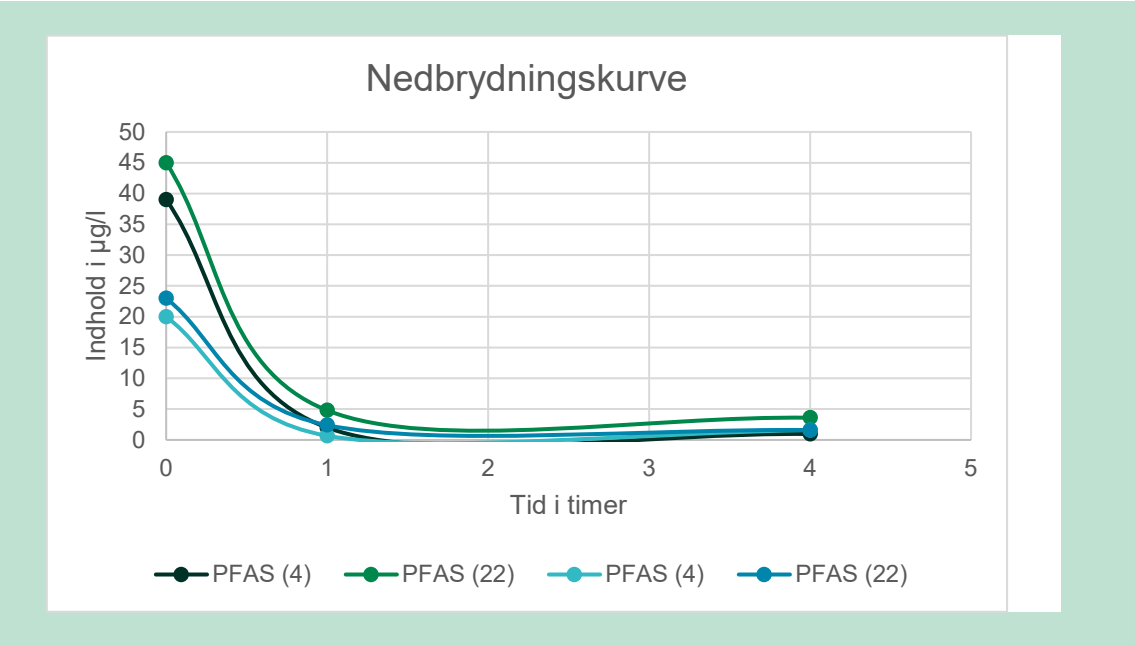
Analyserne blev indsendt 2. oktober 2023 til analyse, og den fulde rapport kan ses af Bilag 5.4

TABEL 18. Resultatopgørelse for Plasma rensning

	Tid	BSW-2			PW-2-BS		
Prøve tids-punkt	[h]	PFAS (4) µg/l	PFAS (22) µg/l	Andel PFAS (4)	PFAS (4) µg/l	PFAS (22) µg/l	Andel PFAS (4)
T1	0	39	45	86,7%	20	23	87,0%
T2	1	2	4,8	41,7%	0,68	2,4	28,3%
T3	4	0,96	3,6	26,7%	1,6	1,6	100,0%
Rensningsgrad		97,5%	92,0%		92,0%	93,0%	

Det overordnede billede viser en ganske hurtig nedbrydning af PFAS allerede inden for den første time. Da dette er en endelig løsning, vil PFAS ikke længere kunne indgå i nogen cirkulær proces i naturen, men være endeligt destrueret.

Grafisk kan det udtrykkes som:



FIGUR 12. Nedbrydning af PFAS i vand via plasmateknologi.

Fordelingen mellem PFAS (4) og PFAS (22) falder i løbet af testen, hvilket må skyldes, at de lang-kædede stoffer bliver nedbrud til kortere, der derved får et relativ større indhold. Rensningsgraden er også større på PFAS (4) end PFAS (22), hvilket er ret heldigt, da det er disse stoffer, der anses for mest farlige.

For BSW-2 er der renset 1,06 mg PFAS ud af vandet den første time. Det svarer til 0,018 mg/gennemløb, idet vandet cirkuleres 60 gangen igennem plasmaet i timen.

FOR PW-2-BS er det 0,009 mg/gennemløb, hvilket svarer til ca. det halve, men startniveauet var også netop ca. det halve. Dette viser bestemt, at nedbrydningstakten afhænger af koncentrationen i vandet. Kurven flader ud, men det vides ikke om der er potentiale til at komme endnu længere ned i niveau. At koncentrationen ender på omkring 1 µg/l er lavere end OnVector selv havde forventet.

5.4.3 Konklusion på plasma rensning

Teknikken har helt sikkert været effektiv i forhold til at nedbryde PFAS i vand.

I forhold til procesvand, skal man nok tilpasse udrustningen, så den kan holde til den belastning det er, at der er en del tørstof i form af ler og silt i opløsningen.

Selvom cyklonen er lavet til vedvarende gennemløb, er testopstillingen her lavet til at vandet skal i gennem mange gange, før PFAS-indholdet er reduceret tilstrækkeligt. Der er derfor i praksis mere tale om en batch-løsning, hvor et givent volumen håndteres ad gangen. Det giver god mening, når man betænker, at der bruges ganske meget energi til at lave plasmaet. Derfor er der mest værdi for pengene, hvis koncentrationen er så høj som muligt.

At komme helt ned til miljøstyrelsens krav til grundvand er derfor næppe rentabelt, men skal i stedet opnås ved et efterfølgende filter, ionbytning, omvendt osmose eller lignende teknikker. Tilsvarende anbefales det, at der med løbende flow for øje indsættes en kæde af teknikker til koncentrering af PFAS i vandet forud for plasma destruktion. Denne test viser, at der er potentiale for at komme længere ned i PFAS-koncentration, end hvad OnVector selv var klar over at man kunne.

Løsningen har således et potentiale i forhold til en jordrensningsløsning i form af en tilpasset batch løsning, hvor afskummet PFAS kan destrueres i sit eget tempo – uafhængig af afskumningshastigheden.

Desuden kan man forestille sig modtagestationer, der modtager koncentrerede forekomster af PFAS-holdigt vand, som batchvis kan nedbrydes med sådanne løsninger. Den fuldskala løsning OnVector har i drift i USA nedbryder ca. 12 g PFAS om dagen, hvilket ikke lyder af meget, men det svarer til 267 m^3 vand/dag med en koncentration som det testede.

Bilag 1. Krav til Jord og vand

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Oversigt over PFAS-grænseværdier for jord, drikkevand, grundvand, overfladevand, badevand og slam

Medie/Matrice	Stof	Værdi	Enhed	Bemærkning	Bekendtgørelse
Jord	Sum af 4 PFAS-stoffer*	0,01	mg/kg TS	Vejledende i henhold til § 14 i miljøbeskyttelsesloven	
	Sum af 22 PFAS-stoffer**	0,4	mg/kg TS	Vejledende i henhold til § 14 i miljøbeskyttelsesloven	
Drikkevand	4 PFAS-stoffer*	0,002	µg/L	Sumkriteriet fremgår af et brev til alle landets kommuner, som Miljøstyrelsen sendte d. 8. juni 2021.	Miljøministeriet arbejder på at indføre et skærpet kvalitetskrav for de fire PFAS-forbindelser i en opdateret version af drikkevandsbekendtgørelsen
	Sum af 12 PFAS-stoffer**	0,1	µg/L	Kvalitetskrav til nationalt fastsatte kemiske parametre	Drikkevandsbekendtgørelsen
Grundvand	Sum af 4 PFAS-stoffer*	0,002	µg/L	Vejledende i henhold til § 14 i miljøbeskyttelsesloven	
	Sum af 22	0,1	µg/L	Vejledende i henhold til § 14 i miljøbeskyttelsesloven	

Miljøstyrelsen • Tolderlundsvej 5 • 5000 Odense C
Tlf. 72 54 40 00 • CVR 25798376 • EAN 5798000860810 • mst@mst.dk • www.mst.dk

FIGUR 13. Oversigt over miljøstyrelsens krav til PFAS i jord og vand

Bilag 2. AP1 – Bilag

Bilag 2.1 Jordanalyser fra barrel test 1.

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagnr.: Brandskolen Udtr. Dato : 16-11-2022 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : RDJ
Prøver modtaget den:	30-11-2022		Rapport dato: 21-12-2022
Analyse påbegyndt den:	01-12-2022		Rapport nr.: 2248034
Opbevaring før analyse	På kol	Antal prøver: 6	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2248034001	2248034002	2248034003	2248034004	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed☼
Prøvetype	Jord	Jord	Jord	Jord				
Emballage	m+p	m+p	m+p	m+p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	S_1	S_2	S_3	Slut_1				
Dybde	0,25	0,25	0,25	0,25				
Parameter								
Tørstof, TS	63	90	87	81	% (w/w)	DS204 mod	0,002	+/- 10 %
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	0,0010	0,0003	0,0012	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	0,0018	0,0007	0,0015	0,0004	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
PFHpS	0,0094	0,0029	0,0066	0,0006	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	0,0001	0,0002	0,0002	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	0,0004	0,0004	0,0005	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,0008	0,0005	0,0007	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0021	0,0007	0,0010	0,0003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	0,0005	0,0002	0,0004	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,0018	0,0011	0,00220	0,00031	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,00003	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,0400	0,0380	0,038	0,0100	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,00003	+/- 30 %
Perfluornonansyre (PFNA)	0,00015	0,00015	0,00022	<0,00003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,00003	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,0200	0,0092	0,0190	0,0043	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]	0,00003	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,06195	0,04845	0,05942	0,01461	mg/kg TS	beregning	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,07805	0,05435	0,07152	0,01611	mg/kg TS	beregning	0,00003	

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OHRem Sagsnr.: Brandskolen Udtr. Dato : 16-11-2022 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : RDJ
Prøver modtaget den:	30-11-2022		Rapport dato: 21-12-2022
Analyse påbegyndt den:	01-12-2022		Rapport nr.: 2248034
Opbevaring før analyse	På kol	Antal prøver: 6	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2248034005	2248034006			Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(%)
Prøvetype	Jord	Jord						
Emballage	m+p	m+p						
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent						
Prøve ID	Slut_2	Slut_3						
Dybde	0,25	0,25						
Parameter								
Tørstof, TS	83	87			% (w/w)	DS204 mod	0,002	+/- 10 %
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
PFHpS	0,0002	0,0003			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	<0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,00007	0,0001			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,00003	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,0057	0,0078			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,00003	+/- 30 %
Perfluornonansyre (PFNA)	<0,00003	<0,00003			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,00003	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,00091	0,0013			mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,00003	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,00668	0,0092			mg/kg TS	beregning	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,00688	0,0095			mg/kg TS	beregning	0,00003	

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Brandskolen Udtr. Dato : 16-11-2022 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : RDJ
Prøver modtaget den:	30-11-2022		Rapport dato: 21-12-2022
Analyse påbegyndt den:	01-12-2022		Rapport nr.: 2248034
Opbevaring før analyse	På kul	Antal prøver: 6	Bilag: 0 stk.

Betegnelser fra rapporten:

☼ Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større målesikkerhed end generelt gældende.

#: Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Emballage betegnelse: m (membranglas), r (rilsampose), p (plastpose) s (staniol).

Afvigelser/kommentar ved denne rapport:

[3] Analysen er foretaget af akkrediteret underleverander med DANAK Reg. nr. 401.

Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.

Resultaterne gælder for prøven/prøverne som den/de er modtaget.

Med mindre andet er oplyst, fremsendes rapporten til den/de på rekvisitionen oplyste mailadresser.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Helle Rasmussen
Laborant

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	Rune Dyre Jespersen
Antal prøver:	7
Prøver modtaget:	30-11-2022
Rapport dato:	27-12-2022
Rapport nr.:	50280

Prøvetagning, start:	30-11-2022	Laboratorienr.:	GV22480274-001
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	30-11-2022 til 27-12-2022	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**BS_GV**		
Prøvetype:	**Grundvand**		
Udtagningsmetode:	Stikprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)	**0,13**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFPeA (perfluorpentansyre)	**0,33**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	**0,34**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxA (perfluorhexansyre)	**0,65**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpA (perfluorheptansyre)	**0,12**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	**3,0**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOA (Perfluoroktansyre)	**0,29**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**1,1**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNA (perfluornonansyre)	**0,014**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	**0,045**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**12**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDA (perfluordekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
Perfluoropentansulfonsyre (PFPS)	**0,39**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**0,24**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	**0,012**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFDoDA (Perfluordodekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFTrDA (Perfluortridekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDA (Perfluorundekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFAS sum af 4	**15**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	**19**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

(1) Forhøjet detektionsgrænse pga. interferens.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	Rune Dyre Jespersen
Antal prøver:	7
Prøver modtaget:	30-11-2022
Rapport dato:	27-12-2022
Rapport nr.:	50280

Prøvetagning, start:	30-11-2022	Laboratorienr.:	GV22480274-002
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	30-11-2022 til 27-12-2022	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Skum_1**		
Prøvetype:	**Grundvand**		
Udtagningsmetode:	Stikprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFPeA (perfluorpentansyre)	0,28	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	0,58	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxA (perfluorhexansyre)	0,81	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpA (perfluorheptansyre)	0,67	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	100	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOA (Perfluoroktansyre)	13	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	0,13	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNA (perfluormonansyre)	0,91	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	1,1	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	2700	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDA (perfluordekansyre)	0,22	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
Perfluoropentansulfonsyre (PFPS)	1,5	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	45	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNS (Perfluormonansulfonsyre)	1,3	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	0,050	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	0,025	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFTrDA (Perfluortridekansyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	0,12	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFAS sum af 4	2800	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	2900	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

(1) Forhøjet detektionsgrænse pga. interferens.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	Rune Dyre Jespersen
Antal prøver:	7
Prøver modtaget:	30-11-2022
Rapport dato:	27-12-2022
Rapport nr.:	50280

Prøvetagning, start:	30-11-2022	Laboratorienr.:	GV22480274-003
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	30-11-2022 til 27-12-2022	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Skum_2**		
Prøvetype:	**Grundvand**		
Udtagningsmetode:	Stikprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFPeA (perfluorpentansyre)	0,17	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	0,12	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxA (perfluorhexansyre)	0,28	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpA (perfluorheptansyre)	0,18	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	32	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOA (Perfluoroktansyre)	5,3	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	0,068	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNA (perfluornonansyre)	1,3	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	1,4	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	2100	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDA (perfluordekansyre)	0,39	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
Perfluoropentansulfonsyre (PFPS)	0,32	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	24	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	1,2	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	0,067	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	0,048	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFTrDA (Perfluortridekansyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	0,25	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFAS sum af 4	2100	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	2200	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

(1) Forhøjet detektionsgrænse pga. interferens.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	Rune Dyre Jespersen
Antal prøver:	7
Prøver modtaget:	30-11-2022
Rapport dato:	27-12-2022
Rapport nr.:	50280

Prøvetagning, start:	30-11-2022	Laboratorienr.:	GV22480274-004
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	30-11-2022 til 27-12-2022	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Skum_3**		
Prøvetype:	**Grundvand**		
Udtagningsmetode:	Stikprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFPeA (perfluorpentansyre)	0,30	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	0,40	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxA (perfluorhexansyre)	0,53	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpA (perfluorheptansyre)	0,46	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	73	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOA (Perfluoroktansyre)	8,1	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	0,11	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNA (perfluornonansyre)	1,0	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	1,2	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	1600	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDA (perfluordekansyre)	0,31	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
Perfluoropentansulfonsyre (PFPS)	1,3	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	33	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	1,0	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	0,055	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	0,033	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFTrDA (Perfluortridekansyre)(1)	<0,01	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	0,17	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFAS sum af 4	1700	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	1700	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

(1) Forhøjet detektionsgrænse pga. interferens.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	Rune Dyre Jespersen
Antal prøver:	7
Prøver modtaget:	30-11-2022
Rapport dato:	27-12-2022
Rapport nr.:	50280

Prøvetagning, start:	30-11-2022	Laboratorienr.:	GV22480274-005
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	30-11-2022 til 27-12-2022	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Vand_1**		
Prøvetype:	**Grundvand**		
Udtagningsmetode:	Stikprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)	**0,23**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFPeA (perfluorpentansyre)	**0,23**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	**0,48**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxA (perfluorhexansyre)	**0,65**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpA (perfluorheptansyre)	**0,27**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	**17**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOA (Perfluoroktansyre)	**1,2**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**0,015**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNA (perfluornonansyre)	**0,033**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	**0,037**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**45**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDA (perfluordekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
Perfluoropentansulfonsyre (PFPS)	**0,85**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**2,1**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	**0,012**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFDoDA (Perfluordodekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFTrDA (Perfluortridekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDA (Perfluorundekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFAS sum af 4	**63**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	**68**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

(1) Forhøjet detektionsgrænse pga. interferens.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	Rune Dyre Jespersen
Antal prøver:	7
Prøver modtaget:	30-11-2022
Rapport dato:	27-12-2022
Rapport nr.:	50280

Prøvetagning, start:	30-11-2022	Laboratorienr.:	GV22480274-006
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	30-11-2022 til 27-12-2022	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Vand_2**		
Prøvetype:	**Grundvand**		
Udtagningsmetode:	Stikprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)	**0,14**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFPeA (perfluorpentansyre)	**0,13**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	**0,055**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxA (perfluorhexansyre)	**0,13**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpA (perfluorheptansyre)	**0,052**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	**2,8**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOA (Perfluoroktansyre)	**0,26**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNA (perfluornonansyre)	**0,021**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	**0,033**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**11**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDA (perfluordekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
Perfluoropentansulfonsyre (PFPS)	**0,11**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**0,44**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFDoDA (Perfluordodekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFTrDA (Perfluortridekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDA (Perfluorundekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFAS sum af 4	**14**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	**15**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

(1) Forhøjet detektionsgrænse pga. interferens.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	Rune Dyre Jespersen
Antal prøver:	7
Prøver modtaget:	30-11-2022
Rapport dato:	27-12-2022
Rapport nr.:	50280

Prøvetagning, start:	30-11-2022	Laboratorienr.:	GV22480274-007
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	30-11-2022 til 27-12-2022	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Vand_3**		
Prøvetype:	**Grundvand**		
Udtagningsmetode:	Stikprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)	**0,22**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFPeA (perfluorpentansyre)	**0,20**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	**0,27**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxA (perfluorhexansyre)	**0,31**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpA (perfluorheptansyre)	**0,14**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	**8,1**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOA (Perfluoroktansyre)	**0,56**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNA (perfluormonansyre)	**0,022**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	**0,034**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**18**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDA (perfluordekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
Perfluoropentansulfonsyre (PFPS)	**0,45**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**0,85**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNS (Perfluormonansulfonsyre)	**0,013**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFDoDA (Perfluordodekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFTrDA (Perfluortridekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDA (Perfluorundekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFAS sum af 4	**27**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	**29**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

(1) Forhøjet detektionsgrænse pga. interferens.

Lokationsreference:

g) Analysen er udført af andet akkrediteret laboratorium Danak nr.: 168.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	Rune Dyre Jespersen
Antal prøver:	7
Prøver modtaget:	30-11-2022
Rapport dato:	27-12-2022
Rapport nr.:	50280

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Højvang Laboratorier A/S undsiger at udtale sig om holdninger og fortolkninger.
Resultaterne er gældende for prøven som den er modtaget.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med anvendelsen af de opgivne minimum og maksimum værdier eller anvendelse af de foretagne klassificeringer.
Udført iht:
BEK nr 2362 af 26/11/2021 Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger
Resultaterne gælder for prøven som den er modtaget.

Godkendt af:

Anja Aagaard Moltke
Laborant

Sendt til:
rune@techrem.dk - Rine

Bilag til denne rapport:
Pivot Results-0001328618.csv

Rapport status: Final

Betegnelser:
+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
* Ikke akkrediteret.
\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Bilag 2.2 Analyserapport over jord fra barrel test 2.

Tunnel 1,2 og 3 angiver analyse af jord ved brandtunnel, hvor pilotanlægget for biorensning skal stå.

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Brandskolen Udt. Dato : 28-03-2023 Sagsbeh.: RDJ Provetager : RDJ
Prøver modtaget den:	29-03-2023		Rapport dato: 09-05-2023
Analyse påbegyndt den:	30-03-2023		Rapport nr.: 2313049
Opbevaring for analyse	På kol	Antal prøver: 5	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2313049001	2313049002	2313049003	2313049004	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(%)
Prøvetype	Jord	Jord	Jord	Jord				
Emballage	p	p	p	p				
Provetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	BS2803	BS2803	Tunnel 1	Tunnel 2				
ID	ind + ind 2	ud+ud 2						
Dybde	0,25	0,0	0,25	0,25				
Parameter								
Tørstof, TS	80,5	85,6	78,0	81,9	% (w/w)	SS-EN 1288:2000	0,25	+/- 5 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	0,12	<0,10	0,18	<0,10	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,1	+/- 23 %
Perfluorbutansulfonsyre (PFBS)	<0,030	<0,030	0,041	0,088	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,03	+/- 23 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,26	<0,030	0,41	0,17	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,03	+/- 23 %
Perfluorpentansulfonsyre (PFPeS)	<0,10	<0,10	<0,10	0,17	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* [3)]	0,1	+/- 23 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,15	<0,030	0,23	0,39	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,03	+/- 23 %
Perfluorhexansulfonsyre (PFHxS)	0,50	0,099	0,78	3,7	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,03	+/- 23 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	0,078	<0,030	0,23	0,21	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,03	+/- 23 %
Perfluorheptansulfonsyre (PFHpS)	0,21	<0,030	0,060	0,29	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,03	+/- 23 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,20	<0,030	0,59	0,55	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,03	+/- 23 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	66	2,0	36	57	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,03	+/- 23 %
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	0,16	<0,030	<0,030	<0,030	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,03	+/- 23 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,10	<0,10	<0,10	0,13	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,1	+/- 23 %
Perfluornonansyre (PFNA)	0,50	<0,030	0,28	0,16	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,03	+/- 23 %
Perfluornonansulfonsyre (PFNS)	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* [3)]	0,2	+/- 23 %
Perfluordecansyre (PFDA)	0,43	<0,10	0,13	0,10	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,1	+/- 23 %
Perfluordecansulfonsyre (PFDS)	0,094	<0,030	0,042	0,075	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,03	+/- 23 %
Perfluorundekansyre (PFUnDA)	0,21	<0,10	<0,10	0,12	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,1	+/- 23 %
Perfluorundekansulfonsyre (PFUnDS)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* [3)]	1	+/- 23 %
Perfluordodekansyre (PFDoDA)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,1	+/- 23 %
Perfluordodekansulfonsyre (PFDoDS)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* [3)]	1	+/- 23 %
Perfluortridekansyre(PFTrDA)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [3)]	0,1	+/- 23 %
Perfluortridekansulfonsyre(PFTrDS)	<1	<1,0	<1,0	<1,0	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* [3)]	1	+/- 23 %
Sum af PFAS 4 excl. LOQ	67	2,1	38	61	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* [3)]		
Sum af PFAS excl. LOQ	69	2,1	39	63	µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* [3)]		

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIlRem Sagsnr.: Brandskolen Udt. Dato : 28-03-2023 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : RDJ
Prøver modtaget den:	29-03-2023		Rapport dato: 09-05-2023
Analyse påbegyndt den:	30-03-2023		Rapport nr.: 2313049
Opbevaring for analyse	På køl	Antal prøver: 5	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2313049005					Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(%)
Prøvetype	Jord								
Emballage	p								
Prøvetager	Rekvirent								
Prøve ID	Tunnel 3								
ID									
Dybde	0,25								
Parameter									
Tørstof, TS	77,2					% (w/w)	SS-EN 1288:2000	0,25	+/- 5 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	0,18					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,1	+/- 23 %
Perfluorbutansulfonsyre (PFBS)	0,062					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,03	+/- 23 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,35					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,03	+/- 23 %
Perfluorpentansulfonsyre (PFPeS)	0,13					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* 3)	0,1	+/- 23 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,28					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,03	+/- 23 %
Perfluorhexansulfonsyre (PFHxS)	2,2					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,03	+/- 23 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	0,12					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,03	+/- 23 %
Perfluorheptansulfonsyre (PFHpS)	0,31					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,03	+/- 23 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,56					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,03	+/- 23 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	82					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,03	+/- 23 %
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	<0,030					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,03	+/- 23 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	0,25					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,1	+/- 23 %
Perfluornonansyre (PFNA)	0,097					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,03	+/- 23 %
Perfluornonansulfonsyre (PFNS)	<0,20					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* 3)	0,2	+/- 23 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,10					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,1	+/- 23 %
Perfluordecansulfonsyre (PFDS)	<0,030					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,03	+/- 23 %
Perfluorundekansyre (PFUnDA)	<0,10					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,1	+/- 23 %
Perfluorundekansulfonsyre (PFUnDS)	<1,0					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* 3)	1	+/- 23 %
Perfluordodekansyre (PFDoDA)	<0,10					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,1	+/- 23 %
Perfluordodekansulfonsyre (PFDoDS)	<1,0					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* 3)	1	+/- 23 %
Perfluortridekansyre(PFTrDA)	<0,10					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 3)	0,1	+/- 23 %
Perfluortridekansulfonsyre(PFTrDS)	<1,0					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* 3)	1	+/- 23 %
Sum af PFAS 4 excl. LOQ	85					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* 3)		
Sum af PFAS excl. LOQ	87					µg/kg TS	DIN 38414-14 mod.* 3)		

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen		Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OHRem Sagsnr.: Brandskolen Udt. Dato : 28-03-2023 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : RDJ	
Prøver modtaget den:	29-03-2023			Rapport dato:	09-05-2023
Analyse påbegyndt den:	30-03-2023			Rapport nr.:	2313049
Opbevaring før analyse	På køl	Antal prøver:	5	Bilag:	0 stk.

Betegnelser fra rapporten:

☼ Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

#: Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Emballage betegnelse: m (membranglas), r (rilsampose), p (plastpose) s (staniol).

Afvigelser/kommentar ved denne rapport:

3) Analysen er foretaget af akkrediteret underleverandør med DANAK Reg. nr. 401.

Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.

Resultaterne gælder for prøven/prøverne som den/de er modtaget.

Med mindre andet er oplyst, fremsendes rapporten til den/de på rekvisitionen oplyste mailadresser.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Helle Rasmussen
Laborant

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**Hydrodyn, KS Oilrem**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	2
Prøver modtaget:	28-03-2023
Rapport dato:	28-04-2023
Rapport nr.:	57664

Prøvetagning, start:	28-03-2023	Laboratorienr.:	SL23130467-001
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Se bemærkning
Analyseperiode:	28-03-2023 til 28-04-2023		
Prøvetagningssted:	**Mudder**		
Prøvetype:	**Slam**		
Udtagningsmetode:	Enkeltprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Tørstof, TS	**53**	W/W%		0,02	DS 204:1980+Tørring ved 105 °C^	d	10
PFBA (Perfluorbutansyre)	**<0,12**	µg/kg TS		0,12	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	**<0,035**	µg/kg TS		0,035	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeA (Perfluorpentansyre)	**0,063**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeS (Perfluorpentansulfonsyre)	**<0,12**	µg/kg TS		0,12	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxA (Perfluorhexansyre)	**0,090**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	**0,88**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpA (Perfluorheptansyre)	**0,044**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**0,10**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOA (Perfluoroktansyre)	**0,11**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**18**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**0,23**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOSA (Perfluoroktansulfonamid)	**<0,12**	µg/kg TS		0,12	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNA (Perfluormonansyre)	**0,071**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNS (Perfluormonansulfonsyre)	**<0,24**	µg/kg TS		0,24	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDA (Perfluordekansyre)	**<0,12**	µg/kg TS		0,12	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	**0,23**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	**0,13**	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	**<1,2**	µg/kg TS		1,2	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	**<0,12**	µg/kg TS		0,12	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	**<1,2**	µg/kg TS		1,2	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	**<0,12**	µg/kg TS		0,12	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	**<1,2**	µg/kg TS		1,2	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
Sum af PFAS 4 excl. LOQ	**19**	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	
Sum af PFAS excl. LOQ	**20**	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

Modtaget i plastdunk.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symbolserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

^ Analyseret efter kvalitetskrav til miljømålinger

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**Hydrodyn, KS Oilrem**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	2
Prøver modtaget:	28-03-2023
Rapport dato:	28-04-2023
Rapport nr.:	57664

Prøvetagning, start:	28-03-2023	Laboratorienr.:	SL23130467-002
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Se bemærkning
Analyseperiode:	28-03-2023 til 28-04-2023		
Prøvetagningssted:	**Skum**		
Prøvetype:	**Slam**		
Udtagningsmetode:	Enkeltprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Tørstof, TS	**46**	W/W%		0,02	DS 204:1980+Tørring ved 105 °C^	d	10
PFBA (Perfluorbutansyre)	**<0,13**	µg/kg TS		0,13	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	**0,070**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeA (Perfluorpentansyre)	**0,12**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeS (Perfluorpentansulfonsyre)	**0,15**	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxA (Perfluorhexansyre)	**0,31**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	**4,1**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpA (Perfluorheptansyre)	**0,14**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**2,7**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOA (Perfluoroktansyre)	**0,74**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**880**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**0,49**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOSA (Perfluoroktansulfonamid)	**0,74**	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNA (Perfluormonansyre)	**2,2**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNS (Perfluormonansulfonsyre)	**1,1**	µg/kg TS		0,2	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDA (Perfluordekansyre)	**4,7**	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	**0,76**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	**3,1**	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	**<1,3**	µg/kg TS		1,3	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	**0,86**	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	**<1,3**	µg/kg TS		1,3	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	**0,12**	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	**<1**	µg/kg TS		1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
Sum af PFAS 4 excl. LOQ	**890**	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	
Sum af PFAS excl. LOQ	**900**	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

Modtaget i plastdunk.

Lokationsreference:

d) Højvang Laboratorier A/S, Dianalund. DANAK nr.: 428
n) Analysen er udført af andet akkrediteret laboratorium SWEDAC nr.: 1977.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
* Ikke akkrediteret.
\# Symbolserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.
^ Analyseret efter kvalitetskrav til miljømålinger

ANALYSERAPPORT

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**Hydrodyn, KS Oilrem**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	2
Prøver modtaget:	28-03-2023
Rapport dato:	28-04-2023
Rapport nr.:	57664

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Højvang Laboratorier A/S undsiger at udtale sig om holdninger og fortolkninger.
Resultaterne er gældende for prøven som den er modtaget.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med anvendelsen af de opgivne minimum og maksimum værdier eller anvendelse af de foretagne klassificeringer.
Udført iht:
BEK nr 2362 af 26/11/2021 Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger
BEK nr. 56 af 24/01/2000 om tilsyn med spildevandsslam m.m.
Resultaterne gælder for prøven som den er modtaget.

Godkendt af:

Anja Aagaard Moltke
Laborant

Sendt til:
rune@techrem.dk - Rine

Rapport status: Final

Bilag til denne rapport:
Ingen

Betegnelser:
+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
* Ikke akkrediteret.
\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.
^ Analyseret efter kvalitetskrav til miljømålinger

Bilag 3. AP 2 – bilag

Bilag 3.1 Analyserapporter for slam forsøg med hydrodynamisk metode

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Slam Udtr. Dato : 19-01-2023 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : RDJ
Prøver modtaget den:	19-01-2023	Rapport dato:	08-02-2023
Analyse påbegyndt den:	20-01-2023	Rapport nr.:	2303082
Opbevaring for analyse	På kol	Antal prøver: 1	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2303082001	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(%)
Prøvetype	Jord				
Emballage	m+p				
Prøvetager	Rekvirent				
Prøve ID	Slam_ind				
Dybde	0,25				
Parameter					
Tørstof, TS	19	% (w/w)	DS204 mod	0,002	+/- 10 %
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
PFHpS	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	0,0006	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0004	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	0,0004	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	0,0010	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,0007	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,00003	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,0170	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,00003	+/- 30 %
Perfluornonansyre (PFNA)	0,0003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,00003	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,004	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 2)	0,00003	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,0180	mg/kg TS	beregning	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,0210	mg/kg TS	beregning	0,00003	

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Højvang Laboratorier A/S - Industri Vest 8 - 4293 Dianalund Tlf 58242458 - Fax 58241006 - www.hmlab.dk Side 1 af 2

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen		Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Slam Udtr. Dato : 19-01-2023 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : RDJ	
Prøver modtaget den:	19-01-2023			Rapport dato:	08-02-2023
Analyse påbegyndt den:	20-01-2023			Rapport nr.:	2303082
Opbevaring for analyse	På kol	Antal prøver:	1	Bilag:	0 stk.

Betegnelser fra rapporten:

◌: Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større målemusikkerhed end generelt gældende.

#: Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Emballage betegnelse: m (membranglas), r (rilsampose), p (plastpose) s (stanniol).

Afvigelser/kommentar ved denne rapport:

3) Analysen er foretaget af akkrediteret underleverandør med DANAK Reg. nr. 401.

Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.

Resultaterne gælder for prøven/prøverne som den/de er modtaget.

Med mindre andet er oplyst, fremsendes rapporten til den/de på rekvisitionen oplyste mailadresser.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Helle Rasmussen
Laborant

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS OilRem**
Sagsnr.:	Slam
Antal prøver:	4
Prøver modtaget:	20-01-2023
Rapport dato:	07-02-2023
Rapport nr.:	52290

Prøvetagning, start:	19-01-2023	Laboratorienr.:	SL23030333-001
Prøvetager:	Ekstern	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	20-01-2023 til 07-02-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Slam_Masse**		
Prøvetype:	**Slam**		
Udtagningsmetode:	Enkeltprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (Perfluorbutansyre)	<0,91	µg/kg TS		0,91	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	<0,28	µg/kg TS		0,28	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeA (Perfluorpentansyre)	<0,28	µg/kg TS		0,28	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeS (Perfluorpentansulfonsyre)	<0,91	µg/kg TS		0,91	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxA (Perfluorhexansyre)	0,82	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	0,89	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpA (Perfluorheptansyre)	<0,28	µg/kg TS		0,28	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	1,8	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOA (Perfluoroktansyre)	1,4	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	48	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	0,29	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOSA (Perfluoroktansulfonamid)	1,5	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNA (Perfluornonansyre)	0,55	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	<1,9	µg/kg TS		1,9	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDA (Perfluordekansyre)	1,8	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	<0,28	µg/kg TS		0,28	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	<0,91	µg/kg TS		0,91	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	<9,1	µg/kg TS		9,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	<0,91	µg/kg TS		0,91	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	<9,1	µg/kg TS		9,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	<0,91	µg/kg TS		0,91	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	<9,1	µg/kg TS		9,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
Sum af PFAS 4 excl. LOQ	51	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	
Sum af PFAS excl. LOQ	57	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS OilRem**
Sagsnr.:	Slam
Antal prøver:	4
Prøver modtaget:	20-01-2023
Rapport dato:	07-02-2023
Rapport nr.:	52290

Prøvetagning, start:	19-01-2023	Laboratorienr.:	SL23030333-002
Prøvetager:	Ekstern	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	20-01-2023 til 07-02-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Slam1_skum**		
Prøvetype:	**Slam**		
Udtagningsmetode:	Enkeltprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (Perfluorbutansyre)	**<0,79**	µg/kg TS		0,79	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	**<0,24**	µg/kg TS		0,24	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeA (Perfluorpentansyre)	**0,34**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeS (Perfluorpentansulfonsyre)	**<0,79**	µg/kg TS		0,79	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxA (Perfluorhexansyre)	**<0,03**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	**0,91**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpA (Perfluorheptansyre)	**<0,24**	µg/kg TS		0,24	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**1,7**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOA (Perfluoroktansyre)	**1,4**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**58**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**0,42**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOSA (Perfluoroktansulfonamid)	**1,7**	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNA (Perfluornonansyre)	**0,54**	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	**<1,6**	µg/kg TS		1,6	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDA (Perfluordekansyre)	**2,2**	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	**<0,24**	µg/kg TS		0,24	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	**<0,79**	µg/kg TS		0,79	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	**<7,9**	µg/kg TS		7,9	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	**0,88**	µg/kg TS		0,79	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	**<7,9**	µg/kg TS		7,9	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	**<0,79**	µg/kg TS		0,79	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	**<7,9**	µg/kg TS		7,9	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
Sum af PFAS 4 excl. LOQ	**61**	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	
Sum af PFAS excl. LOQ	**69**	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS OilRem**
Sagsnr.:	Slam
Antal prøver:	4
Prøver modtaget:	20-01-2023
Rapport dato:	07-02-2023
Rapport nr.:	52290

Prøvetagning, start:	19-01-2023	Laboratorienr.:	SL23030333-003
Prøvetager:	Ekstern	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	20-01-2023 til 07-02-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Slam2_skum**		
Prøvetype:	**Slam**		
Udtagningsmetode:	Enkeltprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (Perfluorbutansyre)	<0,97	µg/kg TS		0,97	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	<0,30	µg/kg TS		0,30	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeA (Perfluorpentansyre)	<0,30	µg/kg TS		0,30	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeS (Perfluorpentansulfonsyre)	<0,97	µg/kg TS		0,97	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxA (Perfluorhexansyre)	0,85	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	1,1	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpA (Perfluorheptansyre)	<0,30	µg/kg TS		0,30	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	0,98	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOA (Perfluoroktansyre)	1,5	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	55	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	<0,30	µg/kg TS		0,30	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOSA (Perfluoroktansulfonamid)	2,1	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNA (Perfluornonansyre)	0,55	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	<2,0	µg/kg TS		2,0	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDA (Perfluordekansyre)	2,4	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	<0,30	µg/kg TS		0,30	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	<0,97	µg/kg TS		0,97	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	<9,7	µg/kg TS		9,7	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	1,1	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	<9,7	µg/kg TS		9,7	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	<0,97	µg/kg TS		0,97	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	<9,7	µg/kg TS		9,7	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
Sum af PFAS 4 excl. LOQ	58	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	
Sum af PFAS excl. LOQ	66	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS OilRem**
Sagsnr.:	Slam
Antal prøver:	4
Prøver modtaget:	20-01-2023
Rapport dato:	07-02-2023
Rapport nr.:	52290

Prøvetagning, start:	19-01-2023	Laboratorienr.:	SL23030333-004
Prøvetager:	Ekstern	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	20-01-2023 til 07-02-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Slam3_skum**		
Prøvetype:	**Slam**		
Udtagningsmetode:	Enkeltprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (Perfluorbutansyre)	<0,93	µg/kg TS		0,93	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	<0,28	µg/kg TS		0,28	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeA (Perfluorpentansyre)	<0,28	µg/kg TS		0,28	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFPeS (Perfluorpentansulfonsyre)	<0,93	µg/kg TS		0,93	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxA (Perfluorhexansyre)	0,74	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	1,0	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpA (Perfluorheptansyre)	<0,28	µg/kg TS		0,28	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	2,6	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOA (Perfluoroktansyre)	1,4	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	58	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	0,28	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFOSA (Perfluoroktansulfonamid)	1,5	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNA (Perfluornonansyre)	0,46	µg/kg TS		0,03	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	<1,9	µg/kg TS		1,9	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDA (Perfluordekansyre)	2,0	µg/kg TS		0,1	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	<0,28	µg/kg TS		0,28	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	<0,93	µg/kg TS		0,93	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	<9,3	µg/kg TS		9,3	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	<0,93	µg/kg TS		0,93	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	<9,3	µg/kg TS		9,3	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	<0,93	µg/kg TS		0,93	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	<9,3	µg/kg TS		9,3	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	23
Sum af PFAS 4 excl. LOQ	61	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	
Sum af PFAS excl. LOQ	68	µg/kg TS		Beregn.	DIN 38414-14 mod. LC-MS/MS*	n	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Lokationsreference:

n) Analysen er udført af andet akkrediteret laboratorium SWEDAC nr.: 1977.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS OilRem**
Sagsnr.:	Slam
Antal prøver:	4
Prøver modtaget:	20-01-2023
Rapport dato:	07-02-2023
Rapport nr.:	52290

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Højvang Laboratorier A/S undsiger at udtale sig om holdninger og fortolkninger.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med anvendelsen af de opgivne minimum og maksimum værdier eller anvendelse af de foretagne klassificeringer.
Udført iht:
BEK nr 2362 af 26/11/2021 Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger
BEK nr. 56 af 24/01/2000 om tilsyn med spildevandsslam m.m.
Resultaterne gælder for prøven som den er modtaget.

Godkendt af:

Carina Hansen
Laborant

Sendt til:
rune@techrem.dk - Rine

Bilag til denne rapport:
Pivot Results-0001381512.csv

Rapport status: Final

Betegnelser:

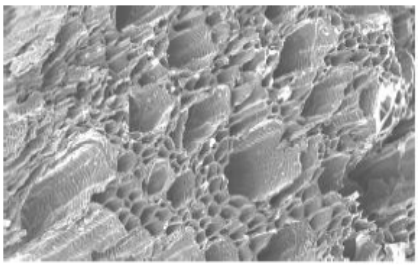
+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
* Ikke akkrediteret.
\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Bilag 3.2 BAM brochure

Bioavailable Absorbent Media (BAM)

BAM is a sustainable, pyrolyzed, recycled cellulosic bio-mass product (>80% fixed carbon) derived from a proprietary blend of recycled organic materials with a high cation exchange and an estimated half-life of 500 years. BAM has diverse pore sizes with a minimum total surface area of up to 1,133 square meters per gram.

BAM has numerous synergistic qualities and is relatively affordable in large quantities for remediation purposes for both soils and groundwater. It has the ability to provide ample usable surface area for maximizing microbial colonization and thereby an active microbial community. Due to its unique 'honeycomb' structure, BAM has the ability to provide increased pore space for the different strains of microbes. Most importantly, BAM's honeycomb structure allows for maximum contact (bio-availability through high sorbency). This allows for complete degradation of the contaminant.


Honeycomb Structure Example

Advantages

- Immediate clean up of groundwater through absorption
- Treats both soils and groundwater
- Effective on wide range of hydrocarbons, chlorinated solvents, and some heavy metals
- Absorbed contaminants are treated biologically, and can be additionally treated through oxidation or chemical reduction
- Long lasting treatment with no additional costs after initial application
- Effective as a standalone and works simultaneously with various treatment chemistries

The unique absorption capability of BAM prevents exterior surface microfilm buildup. This allows BAM to absorb contaminants for more productive bio-attenuation of contaminants over a longer period of time. Granular Activated Carbon (GAC) primarily adsorbs contamination to the surface of the media, which then is subject to bio-film development, preventing further adsorption. Whereas BAM been can provide long term maintenance free remedial abilities over GAC. Laboratory testing shown that BAM has significantly more absorptive capacity than commercially available GAC products.

Phone: 608-838-6699
Fax: 608-838-6695

ORIN Technologies, LLC.
405 Investment Ct, Verona, WI 53593

Email: lkinsman@orinrt.com
Web: www.orinrt.com

Application

The diverse honeycomb structure has various size pore openings. This variation in pore size enables BAM to be efficient at storing CO2, treatment chemistries, and absorbing multiple contaminants from large chain structures to small chemical compounds. The greater storage capacity allows for favorable environments for the long-term destruction of contaminants. In recent years, the focus at TCA contaminated sites deepened to also investigate 1, 4-Dioxane. Also, Per and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs) are also being investigated, especially at sites where PFAS containing fire retardants were used. Research for their adverse health effects of these emerging contaminants led to the EPA establishing new Minimal Risk Levels for both contaminants. Through ORIN's continued research, BAM has been successful at treating 1, 4-Dioxane, PFAS, and other listed contaminants.

BAM's exceptional ability to work alone in both aerobic and anaerobic conditions or with numerous other treatment chemistries makes it a flexible treatment choice. This characteristic emphasizes ORIN's belief of choosing the right treatment option for the contaminant. BAM allows chemical oxidation or chemical reduction to work more effectively than traditional methods due to the increased contact time between the treatment chemistry and the absorbed contaminant.

Some Treatable Contaminants

Total Petroleum Hydrocarbons
- DRO
- GRO
- ORO

Volatile Organic Compounds (VOCs)
- BTEX

Chlorinated - VOCs
- 1-4,-Dioxane
- Carbon Tetrachloride
- -ethenes
- -ethanes

Semi Volatile Organic Compounds
- Naphthalene
- Benzo(a)pyrene
- Pyrene
- Phenol's

Pesticides
- BHC's
- DDT
- Toxaphene

Per/Polyfluoroalkyl Substances (PFASs)
- Perfluoroctane Sulfonate (PFOS)
- Perfluorooctanoic Acid (PFOA)

And More!

Compatible Chemistries

- *ZVI*
- *Calcium peroxide*
- *Hydrogen peroxide*
- *Sodium percarbonate*
- *Emulsified oils*
- *Soil nutrients*
- *Bioaugmentation*

Phone: 608-838-6699
Fax: 608-838-6695

ORIN Technologies, LLC.
405 Investment Ct, Verona, WI 53593

Email: lkinsman@orinrt.com
Web: www.orinrt.com

Bilag 3.3 Analyserapporter for RESC-slam test

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	1
Prøver modtaget:	07-07-2023
Rapport dato:	26-07-2023
Rapport nr.:	64027

Prøvetagning, start:	07-07-2023	Laboratorienr.:	GV23270377-001
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	07-07-2023 til 26-07-2023		
Prøvetagningssted:	**BS_Grundvand1**		
Prøvetype:	**Grundvand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	**0,012**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	**0,0052**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	**0,29**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	**0,010**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	**0,010**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	**0,0045**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	**0,0013**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFPeS (Perfluoropentansulfonsyre)	**0,97**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**0,82**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFBA (Perfluorbutansyre)	**0,36**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFPeA (Perfluorpentansyre)	**0,54**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	**1,2**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFHxA (Perfluorhexansyre)	**1,7**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFHpA (Perfluorheptansyre)	**0,17**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	**6,2**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
6:2 FTS (Fluortelomersulfonsyre)	**2,2**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFOA (Perfluoroctansyre)	**0,40**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFOS (Perfluoroctansulfonsyre)	**21**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFNA (Perfluornonansyre)	**0,040**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFDA (Perfluordecansyre)	**0,035**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFOSA (Perfluoroctanesulfonamid)	**0,16**	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFAS sum af 4	**28**	µg/L			EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	
PFAS sum af 22	**36**	µg/L			EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Lokationsreference:
d) Højvang Laboratorier A/S, Dianalund. DANAK nr.: 428

Betegnelser:
+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.
^ Analyseret efter kvalitetskrav til miljømålinger

Højvang Laboratorier A/S - Industri Vest 8 - 4293 Dianalund Tlf 58242458 - hmlab@hmlab.dk - www.hmlab.dk Page 1 of 2

ANALYSERAPPORT

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	1
Prøver modtaget:	07-07-2023
Rapport dato:	26-07-2023
Rapport nr.:	64027

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Højvang Laboratorier A/S undsiger at udtale sig om holdninger og fortolkninger.
Resultaterne er gældende for prøven som den er modtaget.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med anvendelsen af de opgivne minimum og maksimum værdier eller anvendelse af de foretagne klassificeringer.
Udført iht:
BEK nr 529 af 14/05/2023 Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger
Resultaterne gælder for prøven som den er modtaget.

Godkendt af:

Anja Aagaard Moltke
Laborant

Sendt til:
rune@techrem.dk - Rine

Rapport status: Final

Bilag til denne rapport:
Pivot Results-0001619559.csv

Betegnelser:
+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.
^ Analyseret efter kvalitetskrav til miljømålinger

Uddrag af analyserapport. Den fulde rapport ses endvidere i et senere Bilag 5.2

ANALYSERAPPORT

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	5
Prøver modtaget:	07-07-2023
Rapport dato:	26-07-2023
Rapport nr.:	64029

Prøvetagning, start:	07-07-2023	Laboratorienr.:	SV23270375-005
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	07-07-2023 til 26-07-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**BS_Slam2**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	**0,51**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFPeS	**0,62**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFHpS	**0,92**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnDA	**0,0040**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFNS	**0,013**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	**0,0050**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnS	**0,0020**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	**0,031**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrDA	**0,0010**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
6:2 fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	**1,0**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorbutansyre (PFBA)	**0,26**	µg/L		0,0006	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorpentansyre (PFPeA)	**0,56**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansyre (PFHxA)	**1,3**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorheptansyre (PFHpA)	**0,24**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoDA	**0,0050**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordecansyre (PFDA)	**0,0090**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansyre (PFOA)	**0,49**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	**41**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluornonansyre (PFNA)	**0,026**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	**4,6**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS sum (4)	**46**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	
PFAS sum (22)	**52**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Lokationsreference:
e) Analysen er udført af andet akkrediteret laboratorium DANAK nr.: 401.

Betegnelser:
+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Højvang Laboratorier A/S - Industri Vest 8 - 4293 Dianalund Tlf 58242458 - hmlab@hmlab.dk - www.hmlab.dk Page 5 of 6

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS OilRem**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	2
Prøver modtaget:	11-08-2023
Rapport dato:	31-08-2023
Rapport nr.:	66188

Prøvetagning, start:	10-08-2023	Laboratorienr.:	GV23320501-001
Prøvetager:	Ekstern/VK	Emballage:	
Analyseperiode:	11-08-2023 til 31-08-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Vand**		
Prøvetype:	**Grundvand**		
Udtagningsmetode:	Stikprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFPeS (Perfluoropentansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFBA (Perfluorbutansyre)	0,0038	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFPeA (Perfluorpentansyre)	0,014	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFHxA (Perfluorhexansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFHpA (Perfluorheptansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
6:2 FTS (Fluortelomersulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFOA (Perfluoroctansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFOS (Perfluoroctansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFNA (Perfluornonansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFDA (Perfluordecansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFOSA (Perfluoroctanesulfonamid)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFAS sum af 4	#	µg/L			EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	
PFAS sum af 22	0,018	µg/L			EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

^ Analyseret efter kvalitetskrav til miljømålinger

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS OilRem**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	2
Prøver modtaget:	11-08-2023
Rapport dato:	31-08-2023
Rapport nr.:	66188

Prøvetagning, start:	10-08-2023	Laboratorienr.:	GV23320501-002
Prøvetager:	Ekstern/VK	Emballage:	
Analyseperiode:	11-08-2023 til 31-08-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**Slam**		
Prøvetype:	**Grundvand**		
Udtagningsmetode:	Stikprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFPeS (Perfluoropentansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068^	d	50
PFBA (Perfluorbutansyre)	0,028	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFPeA (Perfluorpentansyre)	0,0065	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFHxA (Perfluorhexansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFHpA (Perfluorheptansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
6:2 FTS (Fluortelomersulfonsyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFOA (Perfluoroctansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFOS (Perfluoroctansulfonsyre)	0,021	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFNA (Perfluornonansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFDA (Perfluordecansyre)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFOSA (Perfluoroctanesulfonamid)	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	50
PFAS sum af 4	0,021	µg/L			EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	
PFAS sum af 22	0,056	µg/L			EPA method 8327-1:2021 (mod)+M068^	d	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Lokationsreference:

d) Højvang Laboratorier A/S, Dianalund. DANAK nr.: 428

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

^ Analyseret efter kvalitetskrav til miljømålinger

ANALYSERAPPORT

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS OilRem**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	2
Prøver modtaget:	11-08-2023
Rapport dato:	31-08-2023
Rapport nr.:	66188

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Højvang Laboratorier A/S undsiger at udtale sig om holdninger og fortolkninger.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med anvendelsen af de opgivne minimum og maksimum værdier eller anvendelse af de foretagne klassificeringer.
Udført iht:
BEK nr 529 af 14/05/2023 Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger
Resultaterne gælder for prøven som den er modtaget.

Godkendt af:

Gitte Pedersen
Laborant

Sendt til:
rune@techrem.dk - Rine

Bilag til denne rapport:
Ingen

Rapport status: Final

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.
^ Analyseret efter kvalitetskrav til miljømålinger

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen AP4**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	2
Prøver modtaget:	10-11-2023
Rapport dato:	22-11-2023
Rapport nr.:	71497

Prøvetagning, start:	10-11-2023	Laboratorienr.:	SV23450428-001
Prøvetager:	Ekstern/VK	Emballage:	Se bemærkning
Analyseperiode:	10-11-2023 til 22-11-2023		
Prøvetagningssted:	**Biovand - vand**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Perfluorbutansyre	**0,0023**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorpentansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorhexansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorheptansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluornonansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorundecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordodecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluortridecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorbutansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorpentansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorhexansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorheptansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluornonansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorundecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordodecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluortridecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansulfonamid	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
6:2 Fluortelomersulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
PFAS (sum af PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS)	**#**	µg/L			EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	
Sum af PFAS, 22 stoffer	**0,0023**	µg/L			EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:
PFAS er ikke udtaget i korrekt emballage

Betegnelser:
+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
* Ikke akkrediteret.
\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen AP4**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	2
Prøver modtaget:	10-11-2023
Rapport dato:	22-11-2023
Rapport nr.:	71497

Prøvetagning, start:	10-11-2023	Laboratorienr.:	SV23450428-002
Prøvetager:	Ekstern/VK	Emballage:	Se bemærkning
Analyseperiode:	10-11-2023 til 22-11-2023		
Prøvetagningssted:	**Biovand - Slam**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Perfluorbutansyre	**0,035**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorpentansyre	**0,0025**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorhexansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorheptansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluornonansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorundecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordodecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluortridecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorbutansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorpentansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorhexansulfonsyre	**0,0010**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorheptansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansulfonsyre	**0,0069**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluornonansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorundecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordodecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluortridecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansulfonamid	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
6:2 Fluortelomersulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
PFAS (sum af PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS)	**0,0069**	µg/L			EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	
Sum af PFAS, 22 stoffer	**0,045**	µg/L			EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:
PFAS er ikke udtaget i korrekt emballage

Lokationsreference:
d) Højvang Laboratorier A/S, Dianalund. DANAK nr.: 428

Betegnelser:
+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
* Ikke akkrediteret.
\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen AP4**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	2
Prøver modtaget:	10-11-2023
Rapport dato:	22-11-2023
Rapport nr.:	71497

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Højvang Laboratorier A/S undsiger at udtale sig om holdninger og fortolkninger.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med anvendelsen af de opgivne minimum og maksimum værdier eller anvendelse af de foretagne klassificeringer.
Udført iht:
BEK nr 529 af 14/05/2023 Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger
BEK. Nr. 1393 21/06/2021 Bekendtgørelse om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4
Resultaterne gælder for prøven som den er modtaget.

Godkendt af:

Gitte Pedersen
Laborant

Sendt til:
rune@techrem.dk - Rine

Bilag til denne rapport:
Ingen

Rapport status: Final

Betegnelser:
+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
* Ikke akkrediteret.
\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Bilag 4. AP 3 – bilag

Bilag 4.1 Analyserapport fra opstart d. 7. juli 2023

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att.: Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Biorens Sagsbeh.: Rune Jespersen Udl.dato: - Prøvetager: RDJ
Prøver modtaget den:	07-07-2023		Rapport dato: 21-07-2023
Analyse påbegyndt den:	11-07-2023		Rapport nr.: 2327068
Opbevaring før analyse	På kø	Antal prøver: 8	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2327068001	2327068002	2327068003	2327068004	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hedF3
Prøvetype	Jord	Jord	Jord	Jord				
Emballage	m+p	m+p	m+p	m+p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	S1	S2	S3	S4				
Dybde	0,50	0,25	0,25	0,25				
Parameter								
Tørstof, TS	87	91	91	92	% (w/w)	DS204 mod	0,002	+/- 10 %
Kulbrinter >C5-C10	<2	<2	<2	<2	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	2	+/- 10 %
Kulbrinter >C10-C15	<5	<5	<5	<5	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	5	+/- 10 %
Kulbrinter >C15-C20	<5	<5	<5	<5	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	5	+/- 10 %
Kulbrinter >C20-C35	<20	<20	<20	<20	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	20	+/- 10 %
Totalkulbrinter >C5-C35	#	#	#	#	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID		
Benz(a)pyren	<0,005	0,0080	0,0097	0,019	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Dibenz(a,h)anthracen	<0,005	<0,005	<0,005	0,0064	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Sum PAH (7 stk)	0,026	0,059	0,081	0,16	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD		+/- 30 %
Bly	11	11	11	16	mg/kg TS	DS259-ICP	1	+/- 30 %
Cadmium	0,24	0,22	0,20	0,24	mg/kg TS	DS259-ICP	0,02	+/- 30 %
Chrom, total	27	17	18	22	mg/kg TS	DS259-ICP	1	+/- 30 %
Kobber	14	12	11	13	mg/kg TS	DS259-ICP	1	+/- 30 %
Nikkel	17	12	12	14	mg/kg TS	DS259-ICP	0,5	+/- 30 %
Zink	40	37	34	42	mg/kg TS	DS259-ICP	3	+/- 30 %

Betegnelser:
se sidste side

(Efterflg. udtalelser i dette felt vedr. kulbrintetyper, hører ikke under laboratoriets akkreditering.)
Ved metoden, totalkulbrinter - GC-FID, er der i prøverne konstateret flg. kulbrinter.

2327068001
Ikke påvist totalkulbrinter.
2327068002
Ikke påvist totalkulbrinter.
2327068003
Ikke påvist totalkulbrinter.
2327068004
Ikke påvist totalkulbrinter.

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Højvang Laboratorier A/S - Industri Vest 8 - 4293 Dianalund Tlf 58242458 - Fax 58241006 - www.hmlab.dk Side 1 af 5

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att.: Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OlIRen Sagsnr.: Biorens Sagsbeh.: Rune Jespersen Udt.dato: - Prøvetager: RDJ
Prøver modtaget den:	07-07-2023		Rapport dato: 21-07-2023
Analyse påbegyndt den:	11-07-2023		Rapport nr.: 2327068
Opbevaring for analyse	På kol	Antal prøver: 8	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2327068001	2327068002	2327068003	2327068004	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed:O
Prøvetype	Jord	Jord	Jord	Jord				
Emballage	m+p	m+p	m+p	m+p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	S1	S2	S3	S4				
Dybde	0,50	0,25	0,25	0,25				
Parameter								
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,0014	0,0022	0,0061	0,022	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFHpS	0,0002	0,0003	0,0005	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,0240	0,010	0,024	0,012	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	0,0001	0,0002	0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,0002	0,0003	0,0002	0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0003	0,0004	0,0003	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	0,0002	0,0002	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,0004	0,0002	0,0002	0,00015	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluornonansyre (PFNA)	0,00008	0,00004	0,00004	<0,00003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,02588	0,01244	0,03034	0,01435	mg/kg TS	beregning*	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,02688	0,01384	0,03164	0,01535	mg/kg TS	beregning*	0,00003	

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att.: Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Biorens Sagsbeh.: Rune Jespersen Udt.dato: - Prøvetager: RDJ

Prøver modtaget den:	07-07-2023	Rapport dato:	21-07-2023
Analyse påbegyndt den:	11-07-2023	Rapport nr.:	2327068
Opbevaring før analyse	På kø	Antal prøver: 8	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2327068005	2327068006	2327068007	2327068008	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed
Prøvetype	Jord	Jord	Jord	Jord				
Emballage	m+p	m+p	m+p	m+p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	S5a	S5b	S6A	S6b				
Dybde	0,25	0,25	0,25	0,25				
Parameter								
Tørstof, TS	89	88	90	94	% (w/w)	DS204 mod	0,002	+/- 10 %
Kulbrinter >C5-C10	<2	<2	<2	<2	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	2	+/- 10 %
Kulbrinter >C10-C15	<5	<5	<5	<5	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	5	+/- 10 %
Kulbrinter >C15-C20	<5	<5	<5	<5	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	5	+/- 10 %
Kulbrinter >C20-C35	<20	<20	<20	<20	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	20	+/- 10 %
Totalkulbrinter >C5-C35	#	#	#	#	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID		
Benz(a)pyren	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Dibenz(a,h)anthracen	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Sum PAH (7 stk)	0,015	0,0052	0,012	0,015	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD		+/- 30 %
Bly	14	8,5	7,9	10	mg/kg TS	DS259-ICP	1	+/- 30 %
Cadmium	0,25	0,13	0,17	0,20	mg/kg TS	DS259-ICP	0,02	+/- 30 %
Chrom, total	25	16	17	19	mg/kg TS	DS259-ICP	1	+/- 30 %
Kobber	15	9,4	10	11	mg/kg TS	DS259-ICP	1	+/- 30 %
Nikkel	17	11	11	13	mg/kg TS	DS259-ICP	0,5	+/- 30 %
Zink	42	29	30	33	mg/kg TS	DS259-ICP	3	+/- 30 %

Betegnelser:
se sidste side

(Efterflg. udtalelser i dette felt vedr. kulbrintetyper, hører ikke under laboratoriets akkreditering.)
Ved metoden, totalkulbrinter - GC-FID, er der i prøverne konstateret flg. kulbrinter.

2327068005
Ikke påvist totalkulbrinter.
2327068006
Ikke påvist totalkulbrinter.
2327068007
Ikke påvist totalkulbrinter.
2327068008
Ikke påvist totalkulbrinter.

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att.: Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Biorens Sagsbeh.: Rune Jespersen Udl.dato: - Prøvetager: RDJ
Prøver modtaget den:	07-07-2023		Rapport dato: 21-07-2023
Analyse påbegyndt den:	11-07-2023		Rapport nr.: 2327068
Opbevaring før analyse	På kø	Antal prøver: 8	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2327068005	2327068006	2327068007	2327068008	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(-)
Prøvetype	Jord	Jord	Jord	Jord				
Emballage	m+p	m+p	m+p	m+p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	S5a	S5b	S6A	S6b				
Dybde	0,25	0,25	0,25	0,25				
Parameter								
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	0,0002	<0,0001	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	0,0002	0,0003	0,0001	0,0022	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,0052	0,048	0,0033	0,0081	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFHpS	0,0011	0,0009	0,0007	0,0003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,038	0,038	0,023	0,0120	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	0,0003	<0,0001	0,0002	0,0004	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,0005	0,0002	0,0003	0,0007	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0005	0,0003	0,0002	0,0013	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	0,0002	0,0001	<0,0001	0,0004	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,0007	0,0005	0,0004	0,0004	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluormonansyre (PFNA)	0,00006	0,00005	<0,00003	<0,00003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,04396	0,04335	0,0267	0,0205	mg/kg TS	beregning*	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,04676	0,04535	0,0282	0,0260	mg/kg TS	beregning*	0,00003	

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att.: Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Biorens Sagsbeh.: Rune Jespersen Udt.dato: - Prøvetager: RDJ
Prøver modtaget den:	07-07-2023		Rapport dato: 21-07-2023
Analyse påbegyndt den:	11-07-2023		Rapport nr.: 2327068
Opbevaring før analyse	På køl	Antal prøver: 8	Bilag: 0 stk.

Betegnelser fra rapporten:

☼ Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrenseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

#: Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Emballage betegnelse: m (membranglas), r (riksanpose), p (plastpose) s (staniol).

Afvigelser/kommentar ved denne rapport:

¤ Hvis dette tegn er placeret ved prøvens emballage type, betyder det, at der pga. stor prøvemængde var nødvendigt at åbne glasset for at fjerne overskydende prøve. Åbningen kan have medført tab af lavtkogende komponenter.

* Ikke akkrediteret

[1)] Analysen er foretaget af akkrediteret underleverandør med DANAK Reg. nr. 401.

Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.

Alle analyser er udført hos Højvang, Dianalund.
Resultaterne gælder for prøven/prøverne som den/de er modtaget.

Med mindre andet er oplyst, fremsendes rapporten til den/de på rekvisitionen oplyste mailadresser.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Helle Rasmussen
Laborant

Bilag 4.2 Analyserapport fra runde 1 – 11. august 2023

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Brandskolen-Bio Udt. Dato : 10-08-2023 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : Vadym

Prøver modtaget den:	11-08-2023	Rapport dato:	28-08-2023
Analyse påbegyndt den:	12-08-2023	Rapport nr.:	2332038
Opbevaring før analyse	På kul	Antal prøver: 7	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2332038001	2332038002	2332038003	2332038004	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(±)
Prøvetype	Jord	Jord	Jord	Jord				
Emballage	m/p	m/p	m/p	m/p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	2	3	4	5a				
Dybde	0,25	0,25	0,25	0,25				
Parameter								
Tørstof, TS	86	82	87	85	% (w/w)	SS-EN 1288:2000	0,25	+/- 5 %
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,0011	0,00091	0,0013	0,0012	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFHpS	0,0002	0,0001	0,0002	0,0004	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,018	0,0085	0,012	0,029	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,00023	0,00013	0,00020	0,00034	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluormonansyre (PFNA)	0,00007	<0,00003	<0,00003	0,00007	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,0194	0,00954	0,0135	0,03061	mg/kg TS	beregning*	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,0199	0,01004	0,0143	0,03151	mg/kg TS	beregning*	0,00003	

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Højvang Laboratorier A/S - Industri Vest 8 - 4293 Dianalund Tlf 58242458 - Fax 58241006 - www.hmlab.dk Side 1 af 3

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OlIRen Sagsnr.: Brandskolen-Bio Udt. Dato : 10-08-2023 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : Vadym
Prøver modtaget den:	11-08-2023		Rapport dato: 28-08-2023
Analyse påbegyndt den:	12-08-2023		Rapport nr.: 2332038
Opbevaring før analyse	På køl	Antal prøver: 7	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2332038005	2332038006	2332038007	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(%)
Prøvetype	Jord	Jord	Jord				
Emballage	m/p	m/p	m/p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	5b	6a	6b				
Dybde	0,25	0,25	0,25				
Parameter							
Tørstof, TS	85	86	86	% (w/w)	SS-EN 1288:2000	0,25	+/- 5 %
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	0,0001	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	<0,0001	0,0002	0,0003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,0011	0,0032	0,0056	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFHpS	0,0003	0,0010	0,0020	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,027	0,031	0,05	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	0,0001	0,0002	0,0004	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,0002	0,0004	0,0005	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0002	0,0004	0,0005	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0,0001	<0,0001	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,00029	0,00057	0,00093	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluormonansyre (PFNA)	0,00007	0,00004	0,00007	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,02846	0,03481	0,0566	mg/kg TS	beregning*	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,02926	0,03711	0,0607	mg/kg TS	beregning*	0,00003	

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Brandskolen-Bio Udt. Dato : 10-08-2023 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : Vadym
Prøver modtaget den:	11-08-2023		Rapport dato: 28-08-2023
Analyse påbegyndt den:	12-08-2023		Rapport nr.: 2332038
Opbevaring for analyse	På køl	Antal prøver: 7	Bilag: 0 stk.

Betegnelser fra rapporten:

☼ Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

#: Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Emballage betegnelse: m (membranglas), r (rilsanpose), p (plastpose) s (staniol).

Afvigelser/kommentar ved denne rapport:

[1)] Analysen er foretaget af akkrediteret underleverandør med DANAK Reg. nr. 401.

Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.

Resultaterne gælder for prøven/prøverne som den/de er modtaget.

Med mindre andet er oplyst, fremsendes rapporten til den/de på rekvisitionen oplyste mailadresser.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Helle Rasmussen

Laborant

Bilag 4.3 Analyserapport for Runde 2 – 8. september 2023

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OilRem Sagsnr.: Brandskolen-Bio Udt. Dato : 05-09-2023 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : Vadym
Prøver modtaget den:	08-09-2023		Rapport dato: 29-09-2023
Analyse påbegyndt den:	09-09-2023		Rapport nr.: 2336077
Opbevaring før analyse	På køl	Antal prøver: 7	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2336077001	2336077002	2336077003	2336077004	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed
Prøvetype	Jord	Jord	Jord	Jord				
Emballage	m/p	m/p	m/p	m/p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	2 R2	3 R2	4 R2	5a R2				
Dybde	0,25	0,25	0,25	0,25				
Parameter								
Tørstof, TS	90	87	88	84	% (w/w)	SS-EN 1288:2000	0,25	+/- 5 %
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,0012	0,00067	0,0016	0,0022	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFHpS	0,0002	<0,0001	0,0003	0,0006	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,015	0,0062	0,02	0,027	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,00021	0,00011	0,00029	0,00049	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluornonansyre (PFNA)	0,00005	<0,00003	<0,00003	0,00007	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,01646	0,00698	0,02189	0,02976	mg/kg TS	beregning*	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,01696	0,00728	0,02279	0,03126	mg/kg TS	beregning*	0,00003	

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIlRem Sagsnr.: Brandskolen-Bio Udt. Dato : 05-09-2023 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : Vadym
Prøver modtaget den:	08-09-2023		Rapport dato: 29-09-2023
Analyse påbegyndt den:	09-09-2023		Rapport nr.: 2336077
Opbevaring for analyse	På kø	Antal prøver: 7	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2336077005	2336077006	2336077007	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(±)
Prøvetype	Jord	Jord	Jord				
Emballage	m/p	m/p	m/p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	5b R2	6a R2	6b R2				
Dybde	0,25	0,25	0,25				
Parameter							
Tørstof, TS	88	85	86	% (w/w)	SS-EN 1288:2000	0,25	+/- 5 %
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	0,0002	0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	<0,0001	0,0002	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,001	0,0036	0,0044	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFHpS	0,0004	0,0006	0,0019	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,018	0,024	0,058	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	0,0002	0,0002	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,0004	0,0003	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0002	0,0002	0,0003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0,0001	0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,00027	0,00037	0,00055	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluormonansyre (PFNA)	<0,00003	0,00003	0,00004	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,01927	0,028	0,06299	mg/kg TS	beregning*	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,02047	0,0298	0,06589	mg/kg TS	beregning*	0,00003	

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att. Rune Dyre Jespersen		Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Brandskolen-Bio Udt. Dato : 05-09-2023 Sagsbeh.: RDJ Prøvetager : Vadym	
Prøver modtaget den:	08-09-2023			Rapport dato:	29-09-2023
Analyse påbegyndt den:	09-09-2023			Rapport nr.:	2336077
Opbevaring for analyse	På kol	Antal prøver:	7	Bilag:	0 stk.

Betegnelser fra rapporten:

☼ Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

#: Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Emballage betegnelse: m (membranglas), r (rilsanpose), p (plastpose) s (staniol).

Afvigelser/kommentar ved denne rapport:

*) Analysen er foretaget af akkrediteret underleverandør med DANAK Reg. nr. 401.

Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.

Resultaterne gælder for prøven/prøverne som den/de er modtaget.

Med mindre andet er oplyst, fremsendes rapporten til den/de på rekvisitionen oplyste mailadresser.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Helle Rasmussen

Laborant

Bilag 4.4 Analyserapport for runde 3 – 29. september 2023

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att.: Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Brandskolen-Bio Sagsbeh.: Rune Jespersen Udt.dato: 26-09-2023 Prøvetager: Vadym
Prøver modtaget den:	29-09-2023		Rapport dato: 23-10-2023
Analyse påbegyndt den:	30-09-2023		Rapport nr.: 2339079
Opbevaring før analyse	På køl	Antal prøver: 13	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2339079001	2339079002	2339079003	2339079004	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(±)
Prøvetype	Jord	Jord	Jord	Jord				
Emballage	m+p	m+p	m+p	m+p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	1_R3	2_R3	3_R3	4_R3				
Dybde	0,25	0,25	0,25	0,25				
Parameter								
Tørstof, TS	91	88	84	87	% (w/w)	DS204 mod	0,002	+/- 10 %
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,00096	0,0011	0,00091	0,00180	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFHpS	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,016	0,016	0,0012	0,0090	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	*<0,0004	0,0001	*<0,0002	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0002	0,0002	0,0001	0,0003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,00024	0,00022	<0,00003	0,00023	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluormonansyre (PFNA)	0,00007	0,00006	0,0001	<0,00003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. [1)]*	0,0001	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,01727	0,017	0,00221	0,01103	mg/kg TS	beregning*	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,01757	0,018	0,00261	0,01213	mg/kg TS	beregning*	0,00003	

Betegnelser:

se sidste side

Godkendt af

Helle Rasmussen

Laborant

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att.: Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OlfRem Sagsnr.: Brandskolen-Bio Sagsbeh.: Rune Jespersen Udt.dato: 26-09-2023 Prøvetager: Vadym
Prøver modtaget den:	29-09-2023		Rapport dato: 23-10-2023
Analyse påbegyndt den:	30-09-2023		Rapport nr.: 2339079
Opbevaring før analyse	På kø!	Antal prøver: 13	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2339079005	2339079006	2339079007	2339079008	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(±)
Prøvetype	Jord	Jord	Jord	Jord				
Emballage	m+p	m+p	m+p	m+p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	5a_R3	5b_R3	6a_R3	6b_R3				
Dybde	0,25	0,25	0,25	0,25				
Parameter								
Tørstof, TS	94	89	85	87	% (w/w)	DS204 mod	0,002	+/- 10 %
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	0,0001	<0,0001	0,0002	0,0003	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,0022	0,0012	0,0026	0,00420	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,00003	+/- 30 %
PFHpS	0,0006	0,0003	0,0006	0,0016	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,032	0,023	0,027	0,0390	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,00003	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	0,0002	0,0001	0,0002	0,0003	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,0003	0,0003	0,0002	0,0004	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0003	0,0002	0,0002	0,0003	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,00043	0,00027	0,00035	0,00054	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluormonansyre (PFNA)	0,00007	0,00006	0,00003	0,00005	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,0347	0,02453	0,02998	0,04379	mg/kg TS	beregning*	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,0363	0,02543	0,03138	0,04719	mg/kg TS	beregning*	0,00003	

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att.: Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Brandskolen-Bio Sagsbeh.: Rune Jespersen Udt.dato: 26-09-2023 Prøvetager: Vadym
Prøver modtaget den:	29-09-2023		Rapport dato: 23-10-2023
Analyse påbegyndt den:	30-09-2023		Rapport nr.: 2339079
Opbevaring for analyse	På kol	Antal prøver: 13	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2339079009	2339079010	2339079011	2339079012	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(±)
Prøvetype	Jord	Jord	Jord	Jord				
Emballage	nr+p	nr+p	nr+p	nr+p				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	D2_R3	D3_R3	D4_R3	D5_R3				
Dybde	0,5	0,5	0,5	0,5				
Parameter								
Tørstof, TS	87	79	86	85	% (w/w)	DS204 mod	0,002	+/- 10 %
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,0011	0,0025	0,001	0,0035	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,00003	+/- 30 %
PFHpS	0,0003	0,0005	0,0004	0,0018	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,0072	0,023	0,026	0,076	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,00003	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0005	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,0002	0,00028	0,00054	0,00062	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,00003	+/- 30 %
Perfluornonansyre (PFNA)	0,00003	0,00006	<0,00003	0,00019	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,00003	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0003	mg/kg TS	DIN 38414-14 mod. 30)*	0,0001	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,00853	0,026	0,02754	0,08031	mg/kg TS	beregning*	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,00953	0,027	0,02824	0,08361	mg/kg TS	beregning*	0,00003	

Betegnelser:

se sidste side

Godkendt af

Helle Rasmussen

Laborant

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att.: Rune Dyrr Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OlIRem Sagsnr.: Brandskolen-Bio Sagsbeh.: Rune Jespersen Udt.dato: 26-09-2023 Prøvetager: Vadym
Prøver modtaget den:	29-09-2023		Rapport dato: 23-10-2023
Analyse påbegyndt den:	30-09-2023		Rapport nr.: 2339079
Opbevaring for analyse	På kol	Antal prøver: 13	Bilag: 0 stk.

Lab. nr.	2339079013	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed(±)
Prøvetype	Jord				
Emballage	zip				
Prøvetager	Rekvirent				
Prøve ID	D6_R3				
Dybde	0,5				
Parameter					
Tørstof, TS	88	% (w/w)	DS204 mod	0,002	+/- 10 %
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFPeS	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,00059	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,00003	+/- 30 %
PFHpS	0,0003	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,034	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,00003	+/- 30 %
PFNS	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnS	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoS	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrS	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorbutansyre (PFBA)	0,0002	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,0003	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0002	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluorheptansyre (PFHpA)	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,00025	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluornonansyre (PFNA)	0,00005	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,00003	+/- 30 %
Perfluordecansyre (PFDA)	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFUnDA	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFDoDA	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFTrDA	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
6:2 Fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	<0,0001	mg/kg TS	DIN 3841-14 mod. [3)]*	0,0001	+/- 30 %
PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS Sum (4)	0,03489	mg/kg TS	beregning*	0,00003	
PFAS Sum (22)	0,03589	mg/kg TS	beregning*	0,00003	

Betegnelser:
se sidste side

Godkendt af
Helle Rasmussen
Laborant

Analyserapport

Rekvirent	Techrem Bregnevej 28 2820 Gentofte Att.: Rune Dyre Jespersen	Identifikation	Sagsnavn: PFAS projekt KS OIIRem Sagsnr.: Brandslokken-Bio Sagsbeh.: Rune Jespersen Udt.dato: 26-09-2023 Prøvetager: Vadyn
Prøver modtaget den:	29-09-2023		Rapport dato: 23-10-2023
Analyse påbegyndt den:	30-09-2023		Rapport nr.: 2339079
Opbevaring før analyse	På kol	Antal prøver: 13	Bilag: 0 stk.

Betegnelser fra rapporten:

◌: Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

#: Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Emballage betegnelse: m (membranglas), r (rilsanpose), p (plastpose) s (staniol).

Afvigelser/kommentar ved denne rapport:

c) Hvis dette tegn er placeret ved prøvens emballage type, betyder det, at der pga. stor prøvemængde var nødvendigt at tømme glasset for at fjerne overskydende prøve. Åbningen kan have medført tab af lavtkogende komponenter.

* Ikke akkrediteret

[1] Analysen er foretaget af akkrediteret underleverandør med DANAK Reg. nr. 401.

Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.

Alle analyser er udført hos Højvang, Dianalund.
Resultaterne gælder for prøven/prøverne som den/de er modtaget.

Med mindre andet er oplyst, fremsendes rapporten til den/de på rekvisitionen oplyste mailadresser.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Helle Rasmussen
Laborant

Bilag 5. AP 4 – bilag

Bilag 5.1 Uddrag af analyserapport med startanalyse af grundvand RESC.

Se den fulde analyserapport i Bilag 2.1.

DANAK

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	Rune Dyre Jespersen
Antal prøver:	7
Prøver modtaget:	30-11-2022
Rapport dato:	27-12-2022
Rapport nr.:	50280

Prøvetagning, start:	30-11-2022	Laboratorienr.:	GV22480274-001
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	30-11-2022 til 27-12-2022	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**BS_GV**		
Prøvetype:	**Grundvand**		
Udtagningsmetode:	Stikprøve		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)	**0,13**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFPeA (perfluorpentansyre)	**0,33**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	**0,34**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxA (perfluorhexansyre)	**0,65**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpA (perfluorheptansyre)	**0,12**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	**3,0**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOA (Perfluoroktansyre)	**0,29**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**1,1**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNA (perfluornonansyre)	**0,014**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	**0,045**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**12**	µg/L		0,0001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDA (perfluordekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
Perfluoropentansulfonsyre (PFPS)	**0,39**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**0,24**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	**0,012**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFDoDA (Perfluordodekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	29
PFTrDA (Perfluortridekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFUnDA (Perfluorundekansyre)(1)	**<0,01**	µg/L		0,01	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS	g	29
PFAS sum af 4	**15**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	**19**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

(1) Forhøjet detektionsgrænse pga. interferens.

Bilag 5.2 Analyserapport tilknyttet Filtreringstest med Graphysorber

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	5
Prøver modtaget:	07-07-2023
Rapport dato:	26-07-2023
Rapport nr.:	64029

Prøvetagning, start:	07-07-2023	Laboratorienr.:	SV23270375-001
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	07-07-2023 til 26-07-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**P0**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	**0,40**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFPeS	**0,49**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFHpS	**0,49**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnDA	**0,0065**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFNS	**0,0062**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	**0,0078**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	**0,020**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrDA	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
6:2 fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	**0,81**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorbutansyre (PFBA)	**0,18**	µg/L		0,0006	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorpentansyre (PFPeA)	**0,42**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansyre (PFHxA)	**0,79**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorheptansyre (PFHpA)	**0,16**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoDA	**0,0023**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordecansyre (PFDA)	**0,020**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansyre (PFOA)	**0,41**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	**1,3**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluornonansyre (PFNA)	**0,030**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	**1,5**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS sum (4)	**3,2**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	
PFAS sum (22)	**7,0**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Højvang Laboratorier A/S - Industri Vest 8 - 4293 Dianalund Tlf 58242458 - hmlab@hmlab.dk - www.hmlab.dk Page 1 of 6

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	5
Prøver modtaget:	07-07-2023
Rapport dato:	26-07-2023
Rapport nr.:	64029

Prøvetagning, start:	07-07-2023	Laboratorienr.:	SV23270375-002
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	07-07-2023 til 26-07-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**P1_F1**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	**0,32**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFPeS	**0,38**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFHpS	**0,22**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnDA	**0,0010**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFNS	**0,0035**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	**0,0020**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	**0,0024**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrDA	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
6:2 fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	**0,51**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorbutansyre (PFBA)	**0,17**	µg/L		0,0006	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorpentansyre (PFPeA)	**0,41**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansyre (PFHxA)	**0,73**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorheptansyre (PFHpA)	**0,13**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoDA	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordecansyre (PFDA)	**0,0052**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansyre (PFOA)	**0,27**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	**2,0**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluornonansyre (PFNA)	**0,011**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	**1,2**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS sum (4)	**3,5**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	
PFAS sum (22)	**6,4**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	5
Prøver modtaget:	07-07-2023
Rapport dato:	26-07-2023
Rapport nr.:	64029

Prøvetagning, start:	07-07-2023	Laboratorienr.:	SV23270375-003
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	07-07-2023 til 26-07-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**P2_P1**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	**0,32**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFPeS	**0,36**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFHpS	**0,20**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnDA	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFNS	**0,0022**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	**0,0026**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrDA	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
6:2 fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	**0,59**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorbutansyre (PFBA)	**0,18**	µg/L		0,0006	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorpentansyre (PFPeA)	**0,44**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansyre (PFHxA)	**0,88**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorheptansyre (PFHpA)	**0,13**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoDA	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordecansyre (PFDA)	**0,0033**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansyre (PFOA)	**0,24**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	**2,1**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluornonansyre (PFNA)	**0,0076**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	**1,7**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS sum (4)	**4,0**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	
PFAS sum (22)	**7,2**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	5
Prøver modtaget:	07-07-2023
Rapport dato:	26-07-2023
Rapport nr.:	64029

Prøvetagning, start:	07-07-2023	Laboratorienr.:	SV23270375-004
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	07-07-2023 til 26-07-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**P3_F1**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	**0,42**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFPeS	**0,51**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFHpS	**0,30**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnDA	**0,0010**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFNS	**0,0055**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	**0,0030**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	**0,0027**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrDA	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
6:2 fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	**0,69**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorbutansyre (PFBA)	**0,18**	µg/L		0,0006	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorpentansyre (PFPeA)	**0,41**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansyre (PFHxA)	**0,76**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorheptansyre (PFHpA)	**0,14**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoDA	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordecansyre (PFDA)	**0,0056**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansyre (PFOA)	**0,30**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	**2,4**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluornonansyre (PFNA)	**0,012**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	**1,4**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS sum (4)	**4,1**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	
PFAS sum (22)	**7,5**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	5
Prøver modtaget:	07-07-2023
Rapport dato:	26-07-2023
Rapport nr.:	64029

Prøvetagning, start:	07-07-2023	Laboratorienr.:	SV23270375-005
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	07-07-2023 til 26-07-2023	Formål:	Egenkontrol
Prøvetagningssted:	**BS_Slam2**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	**0,51**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFPeS	**0,62**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFHpS	**0,92**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnDA	**0,0040**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFNS	**0,013**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	**0,0050**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFUnS	**0,0020**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrS	**<0,001**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	**0,031**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFTrDA	**0,0010**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
6:2 fluortelomersulfonsyre (6:2 FTS)	**1,0**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorbutansyre (PFBA)	**0,26**	µg/L		0,0006	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorpentansyre (PFPeA)	**0,56**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansyre (PFHxA)	**1,3**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorheptansyre (PFHpA)	**0,24**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFDoDA	**0,0050**	µg/L		0,001	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluordecansyre (PFDA)	**0,0090**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansyre (PFOA)	**0,49**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	**41**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluormonansyre (PFNA)	**0,026**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	**4,6**	µg/L		0,0003	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	30
PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS sum (4)	**46**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	
PFAS sum (22)	**52**	µg/L		0,0002	ISO 21675:2019 Swedac 1006	e	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Lokationsreference:
e) Analysen er udført af andet akkrediteret laboratorium DANAK nr.: 401.

Betegnelser:
+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem**
Sagsnr.:	Brandskolen
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	5
Prøver modtaget:	07-07-2023
Rapport dato:	26-07-2023
Rapport nr.:	64029

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Højvang Laboratorier A/S undsiger at udtale sig om holdninger og fortolkninger.
Resultaterne er gældende for prøven som den er modtaget.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med anvendelsen af de opgivne minimum og maksimum værdier eller anvendelse af de foretagne klassificeringer.
Udført iht:
BEK nr 529 af 14/05/2023 Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger
BEK. Nr. 1393 21/06/2021 Bekendtgørelse om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4
Resultaterne gælder for prøven som den er modtaget.

Godkendt af:

Anja Aagaard Moltke
Laborant

Sendt til:
rune@techrem.dk - Rine

Bilag til denne rapport:
Pivot Results-0001619582.csv

Rapport status: Final

Betegnelser:
+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Bilag 5.3 Analyserapport tilknyttet Skummeforsøget

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen AP4**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	3
Prøver modtaget:	10-11-2023
Rapport dato:	22-11-2023
Rapport nr.:	71496

Prøvetagning, start:	10-11-2023	Laboratorienr.:	SV23450427-001
Prøvetager:	Ekstern/VK	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	10-11-2023 til 22-11-2023		
Prøvetagningssted:	**BS-Vand2 Start**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Perfluorbutansyre	0,099	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorpentansyre	0,27	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorhexansyre	0,63	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorheptansyre	0,087	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansyre	0,23	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluornonansyre	0,011	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordecansyre	0,0089	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorundecansyre	0,0038	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordodecansyre	0,0038	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluortridecansyre	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorbutansulfonsyre	0,28	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorpentansulfonsyre	0,50	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorhexansulfonsyre	2,4	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorheptansulfonsyre	0,67	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansulfonsyre	9,8	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluornonansulfonsyre	0,015	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordecansulfonsyre	0,0082	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorundecansulfonsyre	0,0018	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordodecansulfonsyre	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluortridecansulfonsyre	<0,001	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansulfonamid	0,020	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
6:2 Fluortelomersulfonsyre	0,83	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
PFAS (sum af PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS)	12	µg/L			EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	
Sum af PFAS, 22 stoffer	16	µg/L			EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

PFAS er ikke udtaget i korrekt emballage.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Højvang Laboratorier A/S - Industri Vest 8 - 4293 Dianalund Tlf 58242458 - hmlab@hmlab.dk - www.hmlab.dk

Page 1 of 4

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen AP4**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	3
Prøver modtaget:	10-11-2023
Rapport dato:	22-11-2023
Rapport nr.:	71496

Prøvetagning, start:	10-11-2023	Laboratorienr.:	SV23450427-002
Prøvetager:	Ekstern/VK	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	10-11-2023 til 22-11-2023		
Prøvetagningssted:	**Vand2 E**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Perfluorbutansyre	**0,095**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorpentansyre	**0,27**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorhexansyre	**0,62**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorheptansyre	**0,089**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansyre	**0,17**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluormonansyre	**0,0040**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorundecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordodecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluortridecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorbutansulfonsyre	**0,28**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorpentansulfonsyre	**0,39**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorhexansulfonsyre	**2,0**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorheptansulfonsyre	**0,14**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansulfonsyre	**1,2**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluormonansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorundecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordodecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluortridecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansulfonamid	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
6:2 Fluortelomersulfonsyre	**0,63**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
PFAS (sum af PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS)	**3,4**	µg/L			EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	
Sum af PFAS, 22 stoffer	**5,9**	µg/L			EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

PFAS er ikke udtaget i korrekt emballage.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen AP4**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	3
Prøver modtaget:	10-11-2023
Rapport dato:	22-11-2023
Rapport nr.:	71496

Prøvetagning, start:	10-11-2023	Laboratorienr.:	SV23450427-003
Prøvetager:	Ekstern/VK	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	10-11-2023 til 22-11-2023		
Prøvetagningssted:	**Vand2 PetroM-E**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
Perfluorbutansyre	**0,11**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorpentansyre	**0,27**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorhexansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorheptansyre	**0,072**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansyre	**0,14**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluornonansyre	**0,0016**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorundecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordodecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluortridecansyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorbutansulfonsyre	**0,27**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorpentansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorhexansulfonsyre	**1,7**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorheptansulfonsyre	**0,042**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansulfonsyre	**0,19**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluornonansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluorundecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluordodecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluortridecansulfonsyre	**<0,001**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
Perfluoroctansulfonamid	**0,0025**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
6:2 Fluortelomersulfonsyre	**0,64**	µg/L		0,001	EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	50
PFAS (sum af PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS)	**0,33**	µg/L			EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	
Sum af PFAS, 22 stoffer	**3,4**	µg/L			EPA method 533:2019(mod)+M068*	d	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

PFAS er ikke udtaget i korrekt emballage.

Lokationsreference:

d) Højvang Laboratorier A/S, Dianalund. DANAK nr.: 428

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen AP4**
Sagsbeh.:	RDJ
Antal prøver:	3
Prøver modtaget:	10-11-2023
Rapport dato:	22-11-2023
Rapport nr.:	71496

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emneridelmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Højvang Laboratorier A/S undsiger at udtale sig om holdninger og fortolkninger.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- ogeller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med anvendelsen af de opgivne minimum og maksimum værdier eller anvendelse af de foretagne klassificeringer.
Udført iht:
BEK nr 529 af 14/05/2023 Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger
BEK. Nr. 1393 21/06/2021 Bekendtgørelse om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4
Resultaterne gælder for prøven som den er modtaget.

Godkendt af:

Gitte Pedersen
Laborant

Sendt til:
rune@techrem.dk - Rine

Bilag til denne rapport:
Pivot Results-0001741343.csv

Rapport status: Final

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
* Ikke akkrediteret.
\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Bilag 5.4 Analyseresultater for Plasma forsøg.

DANAK

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen**
Antal prøver:	6
Prøver modtaget:	02-10-2023
Rapport dato:	13-11-2023
Rapport nr.:	70828

Prøvetagning, start:	02-10-2023	Laboratorienr.:	SV23400041-001
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	02-10-2023 til 13-11-2023		
Prøvetagningssted:	**BSW-2-T1**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)	**0,28**	µg/L		0,0006	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFPeA (perfluorpentansyre)	**0,38**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	**0,60**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxA (perfluorhexansyre)	**1,6**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpA (perfluorheptansyre)	**0,25**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	**7,1**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOA (Perfluoroktansyre)	**0,74**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**1,8**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNA (perfluornonansyre)	**0,035**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	**0,069**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**31**	µg/L		0,0002	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDA (perfluordekansyre)	**0,028**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
Perfluoropentansulfonsyre (PFPeS)	**0,75**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**0,69**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFAS sum af 4	**39**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	**45**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symbolserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Højvang Laboratorier A/S - Industri Vest 8 - 4293 Dianalund Tlf 58242458 - hmlab@hmlab.dk - www.hmlab.dk Page 1 of 7

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen**
Antal prøver:	6
Prøver modtaget:	02-10-2023
Rapport dato:	13-11-2023
Rapport nr.:	70828

Prøvetagning, start:	02-10-2023	Laboratorienr.:	SV23400041-002
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	02-10-2023 til 13-11-2023		
Prøvetagningssted:	**BSW-2-T2**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)	**0,28**	µg/L		0,0006	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFPeA (perfluorpentansyre)	**0,39**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	**0,54**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxA (perfluorhexansyre)	**1,1**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpA (perfluorheptansyre)	**0,054**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	**0,68**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOA (Perfluoroktansyre)	**0,065**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**0,15**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNA (perfluormonansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**1,3**	µg/L		0,0002	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDA (perfluordekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
Perfluoropentansulfonsyre (PFPeS)	**0,26**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**0,029**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFAS sum af 4	**2,0**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	**4,8**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen**
Antal prøver:	6
Prøver modtaget:	02-10-2023
Rapport dato:	13-11-2023
Rapport nr.:	70828

Prøvetagning, start:	02-10-2023	Laboratorienr.:	SV23400041-003
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	02-10-2023 til 13-11-2023		
Prøvetagningssted:	**BSW-2-T3**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)	**0,54**	µg/L		0,0006	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFPeA (perfluorpentansyre)	**0,60**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	**0,44**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxA (perfluorhexansyre)	**0,68**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpA (perfluorheptansyre)	**0,086**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	**0,47**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOA (Perfluoroktansyre)	**0,19**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**0,11**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNA (perfluormonansyre)	**0,014**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	**0,0013**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**0,29**	µg/L		0,0002	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDA (perfluordekansyre)	**0,0011**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
Perfluoropentansulfonsyre (PFPeS)	**0,21**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**0,017**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFAS sum af 4	**0,96**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	**3,6**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve:

Prøven er dekanteret pga mange partikler i prøven

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen**
Antal prøver:	6
Prøver modtaget:	02-10-2023
Rapport dato:	13-11-2023
Rapport nr.:	70828

Prøvetagning, start:	02-10-2023	Laboratorienr.:	SV23400041-004
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	02-10-2023 til 13-11-2023		
Prøvetagningssted:	**FW-2-BS-T1**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)	**0,13**	µg/L		0,0006	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFPeA (perfluorpentansyre)	**0,14**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	**0,093**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxA (perfluorhexansyre)	**0,37**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpA (perfluorheptansyre)	**0,32**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	**4,8**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOA (Perfluoroktansyre)	**2,1**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**1,3**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNA (perfluornonansyre)	**0,085**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	**0,014**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**13**	µg/L		0,0002	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDA (perfluordekansyre)	**0,023**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
Perfluoropentansulfonsyre (PFPeS)	**0,19**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**0,51**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	**0,011**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFAS sum af 4	**20**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	**23**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen**
Antal prøver:	6
Prøver modtaget:	02-10-2023
Rapport dato:	13-11-2023
Rapport nr.:	70828

Prøvetagning, start:	02-10-2023	Laboratorienr.:	SV23400041-005
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	02-10-2023 til 13-11-2023		
Prøvetagningssted:	**FW-2-BS-T2**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)	**0,45**	µg/L		0,0006	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFPeA (perfluorpentansyre)	**0,43**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	**0,087**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxA (perfluorhexansyre)	**0,53**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpA (perfluorheptansyre)	**0,12**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	**0,57**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOA (Perfluoroktansyre)	**0,049**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**0,022**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNA (perfluornonansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**0,062**	µg/L		0,0002	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDA (perfluordekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
Perfluoropentansulfonsyre (PFPeS)	**0,075**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFAS sum af 4	**0,68**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	**2,4**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

HØJVANG LABORATORIER A/S

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen**
Antal prøver:	6
Prøver modtaget:	02-10-2023
Rapport dato:	13-11-2023
Rapport nr.:	70828

Prøvetagning, start:	02-10-2023	Laboratorienr.:	SV23400041-006
Prøvetager:	Ekstern/RDJ	Emballage:	Ok
Analyseperiode:	02-10-2023 til 13-11-2023		
Prøvetagningssted:	**FW-2-BS-T3**		
Prøvetype:	**Spildevand**		

Parameter	Resultat	Enhed	Min / Max.	DL	Referencer		+/-
PFBA (perfluorbutansyre)	**<0,0006**	µg/L		0,0006	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFPeA (perfluorpentansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFBS (perfluorbutansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxA (perfluorhexansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpA (perfluorheptansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHxS (perfluorhexansulfonsyre)	**0,040**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOA (Perfluoroktansyre)	**0,021**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNA (perfluornonansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	**1,5**	µg/L		0,0002	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDA (perfluordekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
Perfluoropentansulfonsyre (PFPeS)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDS (Perflordekanesulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDA (Perfluordodekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFTrDA (Perfluortridekansyre)	**<0,001**	µg/L		0,001	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	**<0,0003**	µg/L		0,0003	DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	31
PFAS sum af 4	**1,6**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	
PFAS sum af 22	**1,6**	µg/L			DIN38407-42 mod. LC-MS/MS*	g	

Afvigelser/kommentarer til denne prøve: Ingen

Lokationsreference:

g) Analysen er udført af andet akkrediteret laboratorium Danak nr.: 168.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

* Ikke akkrediteret.

\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

ANALYSERAPPORT

Techrem
Bregnevej 28
2820 Gentofte

Sagsnavn:	**PFAS projekt, KS Oilrem, Brandskolen**
Antal prøver:	6
Prøver modtaget:	02-10-2023
Rapport dato:	13-11-2023
Rapport nr.:	70828

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Højvang Laboratorier A/S undsiger at udtale sig om holdninger og fortolkninger.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.
Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med anvendelsen af de opgivne minimum og maksimum værdier eller anvendelse af de foretagne klassificeringer.
Udført iht:
BEK nr 529 af 14/05/2023 Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger
BEK. Nr. 1393 21/06/2021 Bekendtgørelse om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4
Resultaterne gælder for prøven som den er modtaget.

Godkendt af:

Gitte Pedersen
Laborant

Sendt til:
rune@techrem.dk - Rine

Bilag til denne rapport:
Pivot Results-0001710571.csv
Pivot Results-0001733154.csv

Rapport status: Replacement
Denne rapport erstatter: 69569
Ændringsårsag: Fejl i enheden, rettet.

Betegnelser:

+/- Ekspanderet relativ usikkerhed i % med dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
* Ikke akkrediteret.
\# Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Oprensning af PFAS-forurening i jord, slam og vand

Med fokus på at teste praktiske løsninger til fjernelse og nedbrydning af PFAS-stoffer fra jord, slam og vand, gennemgår denne rapport en række muligheder, hvor princippet går mod at simplificere opgaven med forurenet jord, ved at overføre PFAS til en væskefase – eller simpelthen ved direkte biologisk nedbrydning i jorden.

Procesvand samt vand og slam fra andre kilder testes desuden med hensyn til en endelig nedbrydning af PFAS, så det ikke længere findes i miljøet og ikke kan udgøre en risiko på hverken kort eller lang sigt.

I fire arbejdsprogrammer testes således hydrodynamisk- og biologisk rensning af jord og slam, samt metoder til separation og nedbrydning af PFAS fra væsker, herunder metoder til endelig nedbrydning af PFAS fra væsker.

Det findes i rapporten, at det er muligt at fjerne PFAS fra jord, vand og slam under gunstige forhold. Det vises desuden, at det er muligt helt at nedbryde PFAS biologisk og med Plasma-teknikker. Undervejs har vi erkendt, at der er behov for andre analysemetoder, hvis vi skal øge forståelsen for hvor effektive metoderne egentlig er, idet massebalancer mht. PFAS viser væsentlig større indhold end startanalyser angiver. Med slutniveauer i jord på 1/5 af jordkvalitetskriteriet, konkluderes det, at metoderne har gode muligheder for at blive til robuste metodikker i praksis.

Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk