

Reduktion af forureningsrisiko fra atmosfærisk luft

Fyrtårnsprojektet ”Fremtidens Drikkevandsforsyning”

Arbejdspakke 6

Marts 2016



Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Uandsektorens
Teknologiudviklingsfond

Titel:

Reduktion af forureningsrisiko fra atmosfærisk luft

Forfattere:

Pia Jacobsen, Aarhus Vand

Hans-Jørgen Albrechtsen, DTU

Charlotte Corfitzen, DTU

Sune Thyge Ryssel, DTU

Arne Chr. Koch, Silhorko-Eurowater

Carsten Vejergang, Aarhus Vand

Thomas Vogn Kjeldsen, Aarhus Vand

Maj Møller Sørensen, Aarhus Vand

Henrik Juul, VandCenter Syd

Udgiver:

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K
www.mst.dk

Foto:

-

Illustration:

Forfatterne

År:

2016

Kort:

-

ISBN nr.

[xxxxxx]

Ansvarsfraskrivelse:

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

Indhold

| | |
|--|-----------|
| Indhold | 4 |
| 1. Mål..... | 5 |
| Konklusion og sammenfatning | 6 |
| Anbefalinger | 6 |
| UK summary | 8 |
| Recommendations..... | 8 |
| 2. Baggrund | 10 |
| 3. Koncept for ventilationssystemer | 12 |
| 3.1 Ventilation ved iltning..... | 12 |
| 3.2 Ventilation i filtersal..... | 13 |
| 3.3 Ventilation i rentvandsbeholdere..... | 14 |
| 3.4 Sikring af skylleluft..... | 14 |
| 3.5 Affugtning..... | 14 |
| 3.6 Generelle overvejelser om luftfiltre..... | 15 |
| 4. Resultater | 19 |
| 4.1 Pollen..... | 20 |
| 4.2 Pesticider..... | 21 |
| 4.3 Røg..... | 23 |
| 5. Referencer | 25 |
| | |
| Bilag 1:Formidling | 26 |

1. Mål

FutureWater

Denne rapport er udarbejdet som en guideline i WP6: ”Reduktion af forureningsrisiko fra atmosfærisk luft”, som er et delprojekt under hovedprojektet ”Fremtidens Drikkevandsforsyning”, der er støttet af Vandsektorens Teknologiuudviklingsfond og Miljøministeriets Program for Grøn Teknologi.

I forhold til anvendelse af atmosfærisk luft i produktion af drikkevand på danske vandværker har WP6 vurderet forureningsrisikoen fra følgende tre luftbårne forureningskilder: pollen, pesticider fra sprøjtning på marker og røg fra brande. Ud over pollen, pesticider og røg er der under WP6 lavet mere overordnede risikovurderinger for følgende potentielle forureningskomponenter: gyllespredning (bakterier og ammoniak), gødskning (flydende ammoniak og flydende NPK-gødning), markafbrændning (dårlig smag og luft), trafik (gasser og partikler), luftafkast fra virksomheder (gasser og partikler) og privat afbrænding (ukontrollerede afbrændinger).

De potentielle forureningskomponenter er risiko- og sandsynlighedsvurderet ved afholdelse af en workshop [6] med deltagelse af Aarhus Kommune Natur og Miljø, Aarhus Centre for Analytical Chemistry – Atmosphere and Climate, AffaldVarme Aarhus, DTU Miljø, Silhorko, Vandcenter Syd og Aarhus Vand.

Procesbeskrivelserne i guidelinen har udgangspunkt i anvendt praksis hos Vandcenter Syd og Aarhus Vand før WP6 blev gennemført.

DTU Miljø har udarbejdet de grundigere risikovurderinger i forhold til forurening af drikkevandet for henholdsvis pollen, pesticider og røg samt et notat med anbefalinger for imødegåelse af risikobilledet overfor luft anvendt i drikkevandsproduktionen på danske vandværker. Risikovurderingerne og anbefalinger er afrapporteret på notatform i [1-4].

Konklusion og sammenfatning

Guidelinen har behandlet følgende parametre: gylle, flydende ammoniak, NPK-gødning, markafbrænding, trafik og private afbrændinger i en indledende risikovurdering, mens parametrene pollen, pesticider og røg er behandlet i en mere grundig risikovurdering.

Sandsynligheden for, at gylle, flydende ammoniak, NPK-gødning, markafbrænding og trafik ville kunne give en forurening af drikkevandet, som følge af at råvandet behandles med atmosfærisk luft, blev vurderet som forsvindende lille, hvorfor der ikke risikovurderes yderligere på disse parametre.

Private afbrændinger kan derimod godt udgøre en sandsynlig risiko for forurening af drikkevandet, hvis røg fra afbrændingerne indgår som en del af luftstrømmen, der anvendes i vandbehandlingen. De private afbrændinger er dog ikke risikovurderet grundigere end den indledende risikovurdering, da kompleksiteten i røgen er for stor til, at en grundig risikovurdering kunne gennemføres under WP6.

Pollen, pesticider og røg fra forbrændingsanlæg blev vurderet som så sandsynlige, at de blev underkastet en grundigere risikoanalyse. Derudover blev det også vurderet, at tungmetaller og dioxin i røg ville være den største trussel for en vandforsyning under en "normal" brand, hvorfor forureningstruslen fra disse parametre i røg er risikovurderet.

1.1 **Anbefalinger**

Som udgangspunkt bør vandforsyningen betragte anvendelsen af atmosfærisk luft i sin produktion på lige fod med alle øvrige komponenter i ledelsessystemet omkring Dokumenteret DrikkevandsSikkerhed, DDS. Det betyder, at der skal laves en risikovurdering, hvor en sandsynlighed og en konsekvens for en given hændelse skal vurderes, og på bag grund af denne træffes de nødvendig foranstaltninger i forhold til forsyningens sikkerhedsniveau.

Anbefalingerne nedenfor er opbygget i tre niveauer. Hvor det første niveau (grønt i DDS-vejledningen) kræver en grundig og veldokumenteret risikovurdering, hvor sandsynlighed og konsekvens begge fremstår som lavt vurderet.

Andet niveau bygger også på risikovurderingen, men det har ikke været muligt at få en fyldestgørende og veldokumenteret risikovurdering på plads eller risikovurderingen har vist lavere trusselsbillede (gult i DDS-vejledningen).

Det tredje og sidste niveau i anbefalingerne er baseret på et højt trusselsbillede (rødt i DDS-vejledningen) eller en mangelfuld risikovurdering eller en kraftig beluftning, eksempelvis Inka-beluftning.

| Anbefalings niveau | Anbefaling |
|---------------------------|---|
| 1. | Gennemfør relevante risikovurderinger og gennemfør DDS-styring i forhold til disse. |
| 2. | Gennemfør relevante risikovurderinger og vælg filterklasse, f.eks. M5 eller op efter, og gennemfør DDS-styring i forhold til disse. Overvej beplantning af læbælte omkring vandværk eller luftindtag i forhold til eksponering for pesticidafdamning fra marker. Overvej om placeringen af luftindtag i forhold til trafik. Fane højde spiller en afgørende rolle for eksponering. Etabler eventuelt overvågning med on-line SCADA røggas sensor (NOx/SOx), som forureningsalarm eller overvågning for brand. |
| 3. | Gennemfør relevante risikovurderinger og vælg filterklasse, f.eks. F7 og aktiv kulfiltrering, og gennemfør DDS-styring i forhold til disse. Etabler eventuelt en fast barrieresikring ved Finfilter og Aktiv kulfiltrering. Alt luft inden for vandværkets mure er behandlet via aktiv kulfiltrering. |

Som supplement til ovenstående anbefalinger kan vandforsyningen overveje at bede den kommunale beredskabsmyndighed om at komme med i beredskabet, således at vandforsyningen adviseres i tilfælde af brand.

I forlængelse af beredskabsplanen skal vandforsyningen have defineret risikoniveauerne, således at det står klart om vandværket skal lukkes ned i en kort periode til faren er drevet over eller om driften skal fortsætte og forbrugerne skal adviseres om risikoen for forurennet vand. Vandværket kan jo nemt risikere at skulle levere vand til brandslukningen.

UK summary

In the initial assessment, this guideline has dealt with the following parameters in relation to air in contact with drinking water on treatment plants: manure, liquid ammonia, NPK fertilizer, crop burning, traffic and private burnings.

The parameters pollen, pesticides and smoke are addressed in a more thorough risk assessment.

The probability of pollution from manure, liquid ammonia, NPK fertilizer, crop burning and traffic was assessed as negligible.

Private burnings of debris, are a probable contamination risk for drinking water. Depending on the location of the fire and the layout of the water treatment plant, the smoke from such fires could be directed to the air intake at the water treatment plant. These are not risk assessed more thoroughly than the initial risk assessment since the complexity of the contamination parameters is unpredictable.

Pollen, pesticides and smoke from incinerator plants were assessed as likely and were subjected to a thorough risk analysis. Moreover, it was also estimated that heavy metals and dioxin in smoke would be the greatest threat to a water supply during a "normal" fire, so the threat of pollution from these parameters in smoke are risk assessed.

Recommendations

Water treatment plants use atmospheric air in its production equally with all other components in the system of governance by Documented Drinking Water Safety, DDS. This means that an assessment should be carried out according to the DDS system, since there are a probability and an impact of a given incident. The water company should take the necessary measures to secure the water supply according to this assessment.

The recommendations below are structured in three levels. Where the first level (green in the DDS manual) requires a thorough and well-documented risk assessment, which probability and consequences both are low.

The second level is also based on the risk assessment, but here it has either not been practically possible to achieve a fully documented risk assessment or the risk assessment has defined a medium threat level present (yellow in the DDS manual).

The third and final level of the recommendations are based on a high threat (red in the DDS manual) or an inadequate risk assessment or a strong aeration is applied for stripping unwanted substances such as Methane from the water.

Recommended Level

1. Complete the relevant risk assessments and complete DDS control in relation to these.

2. Complete the relevant risk assessments and select filter class, for example. M5 or after, and complete DDS control in relation to these.

Consider planting a windbreak around the waterwork or air intake in relation to exposure to pesticide fumes from surrounding fields.

Consider the location of the air intake in the relation to traffic. Height plays a crucial role for exposure.

Establish monitoring with on-line SCADA sensor (NO_x / SO_x), as pollution alarm or monitoring of fire.

3. Carry out appropriate risk assessments and select filter class, for example. F7 and active carbon filtration and complete the DDS system monitoring in relation to these. Possibly establish a fixed airtight barrier protection by Fine filter and active carbon filtration. If required, all air within the waterworks walls (also for air scouring of filters) could be treated by active carbon filtration.

In addition to the recommendations above, the water supply company could consider asking the municipal emergency authority to arrange for the water supply be notified in case of fire.

The water company should have defined risk levels so that it is clear for the staff, a) when the waterworks has to be shut down during a short period until the threat is resolved or b) whether the operation should continue and consumers must be warned of the risk of contaminated water. As an example of a situation where b) applies: Continued water production might be crucial in fighting the fire creating the pollution.

2. Baggrund

I mangel på en branchestandard for filtrering af procesluft i vandforsyninger har flere vandforsyninger indført filterklasse F7 som en intern minimumstandard. Filterklasse F7 opfylder minimumskrav for fødevarerindustrien i forhold til generel forureningsrisiko, idet F7 er et effektivt pollenfilter, effektivt mod trafikpartikler og forbrændingspartikler. Andre vandforsyninger er gået op til filterklasse F8, som dog fylder noget mere og stiller øgede krav til tæthed omkring filterposerammerne. Filterklasse F8 har en væsentlig højere effektivitet og tilbageholder bl.a. aerosoler.

Ovenfor nævnte filterklasser og sikring af procesluften på vandværkerne er formodentlig indført på de fleste vandværker uden at der foreligger en decideret risikovurdering for eventuelle forureningsrisici.

Guidelinen behandler følgende typer ventilationssystemer:

- Ventilation ved iltning
- Ventilation i filtersal ved åbne filtre
- Ventilation i rentvandsbeholdere
- Sikring af skylleluft
- Affugtning

Andre elementer, som kan være afgørende for valg løsning, så som energiforbrug, arbejdsmiljø osv. er ikke vurderet/behandlet i denne guideline. Disse elementer er selvfølgelig også vigtige og bør indgå som en del af beslutningsgrundlaget ved valg af løsning. Fokus i guidelinen er primært trusselsbilledet fra luftbåren forurening og foranstaltninger til sikring af drikkevandet under ventilationsprocesserne på vandværket.

Anbefalingerne i denne guideline baseres dels på overordnede risikovurderinger for parametrene gyllespredning, gødskning, markafbrændning, trafik, luftafkast fra virksomheder og privat afbrænding dels grundigere risikovurderinger for parametrene pollen, pesticider og røg.

I forlængelse af vurderingen på forureningsrisikoen er der set på barrierer overfor forureningstruslen i form af filtrering af den luft, som anvendes i drikkevandsproduktionen.

Der findes en lang række luftfiltre på markedet som inddeles i filterklasser ift. filtreringsevne. Som udgangspunkt for valg af filterklasse benyttes standarderne DS/EN 779 og DS/EN 1822 samt CCFRA GUIDELINE NO. 12 – Guidelines on air quality standards within the food industry. Standarden DS/EN 779 klassificerer og beskriver hvordan grov-, medium- og finfiltre testes.

Kort fortalt består testmetoden og dermed klassificeringen, af to begreber betegnet ved Udskilningsgrad og Afsvævningsgrad.

Udskilningsgraden angiver, hvor stor en del af det grove støv, der filtreres. Hvis der f.eks. tilføres 100 gram støv, og 80 gram opfanges på filtret, er Udskilningsgraden 80%. Afsvævningsgraden udtrykker, hvor effektivt filtret tilbageholder fine partikler (0,4 my - 1,0 my).

Standarden DS/EN 1822 angiver klassificering og testmetode, som er gældende for høj effektive filtre betegnet ved EPA-, HEPA og ULPA-filtre. Klassificeringen og testmetoden for disse filtre består i hovedtræk af følgende:

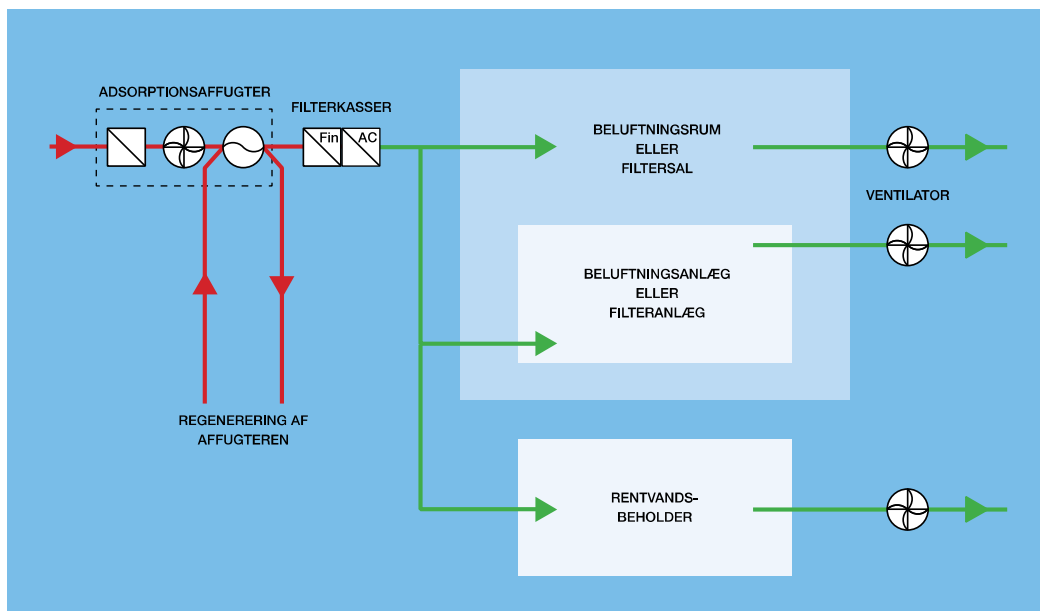
- Trykfald over filteret ved nominelt volumen flow
- Filterets samlede effektivitet for partikelstørrelse med den største gennemtrængelighed (MPPS = Most Penetrating Particle Size) ved nominelt flow
- Filterets lokale effektivitet for partikelstørrelsen med største gennemtrængelighed (MPPS) ved nominelt flow
- Ingen lækager (revner/svage områder) for HEPA-filtre H13 og bedre (højere effektivitet).

Guidelinen tager udgangspunkt i procedurer hos Aarhus Vand og VandCenter Syd, der anvendes i forbindelse med design af ventilationssystemer på vandværker og beskriver endvidere praksis for sikring af procesluft.

3. Koncept for ventilationssystemer

Som et led i den traditionelle danske vandbehandling beluftes råvand med atmosfærisk luft, fx ved en iltningstrappe eller ved indblæsning af luft. Ydermere kommer det behandlede råvand (drikkevand) i kontakt med luft i beholderanlæg (fx rentvandsbeholdere), hvor luft trykudligner ved varierende vandstand i beholderen.

De nedenstående afsnit beskriver nye koncepter for beluftning, trykudligning og rumventilation med DDS for øje i drikkevandsproduktionen. Beskrivelserne er baseret på løsninger, som er implementeret og idriftsat hos Vandcenter Syd og Aarhus Vand, og er således eksempler på løsninger. Forholdsregler overfor forurening af drikkevandet med luftbåren forurening kan løses på andre tekniske måder og ambitionsniveauer afhængigt af risikovurderingerne i den enkelte vandforsynings arbejde med DDS.



Principskitse for filtrering af atmosfærisk luft anvendt i vandbehandlingen, på vandværket samt i rentvandsbeholderen.

Det vigtigste er dog, at designet tænkes grundigt igennem inden etableringsfasen, da risikoen for by-pass af de filtrerede luftstrømme bestemt er til stede.

3.1 Ventilation ved iltning

Traditionelt blev ventilationen i rum med iltningstrappe udført med naturlig ventilation med ventilationsriste med filtre. Ventilationen i rum med iltningstrapper kan udføres med ventileret over- eller undertryk.

I praksis kan det være problematisk i gamle murede vandværksbygninger at lave overtryk i disse rum, da fugten fra rummet herved presses ud i murværket, hvorved der

kan forekomme frostspringninger i murværket om vinteren. I værste fald kan dette resultere i at murværket ødelægges. Løsningen kan alternativt være at lave ventilationen af disse rum med undertryk, hvor luften i stedet trækkes ind i rummet med ventilator via ventilationsriste med filtre og suges ud via ventilatorer. Det er vigtigt at modstanden over indsugningsfiltret er lille, så luften ikke suges via andre sprækker i bygning eller vinduer/døre. I praksis betyder det, at der skal sættes ventilator sammen med filtre af typen F7 eller filtre af højere klassificering.

En overtryksløsning kunne f.eks. være at belufte råvandet i iltningsspor ved indblæsning af luft ved bundbeluftning og udsugning over vandoverfladen. Iltningssporene udføres med et minimum af luftvolumen over vandoverfladen, hvorved der skal ventileres et begrænset volumen.

Rent praktisk udføres iltningssporene med en lufttæt overdækning. Der udsuges således luft under filteroverdækningerne. Normalt udføres ventilationsrør for fugtig luft i rustfrit stål og ventilatorer udføres i korrosionsbestandigt plastmateriale. Ved blæserne, som leverer luften til bundbeluftningen, monteres luftfiltre og evt. kulfilter.

Der bør desuden benyttes fødevarer-godkendt motorolie i blæseren af hensyn til risikoen for utætte pakninger og dermed oliedampe i luften. Mindre blæsere, som kan benyttes når trykforskelle og flow over filteret er små, kører uden olie.

3.2 Ventilation i filtersal

Ventilationssystemerne på vandværker med åbne filtre har primært til formål at sikre nedenstående fire forhold:

- Al luft i kontakt med drikkevandet er filtreret.
- Udsugning i filtersalen, som sikrer mod fugtig luft i rummet (og dermed bygningsskader).
- Rum med åbne vandoverflader udføres som overtryksrum, hvor affugtning igen er vigtig af hensyn til bygningsmasse og hygiejne.
- Luft i kontakt med kolde overflader i rørgange og maskinsale er affugtet til en grad, der sikrer mod kondens.

Det kan dog være problematisk at udføre ventilation med overtryk på gamle værker/bygninger med murede vægge, da man dermed trykker fugt ud i murværket, som kan give skader i murværket i vinterhalvåret i form af frostsprængninger.

Filtrene udføres i dag ofte overdækkede eller som lukkede filtre. Denne overdækning kan bestå i hængslede lemme eller i rulledege over filtrene. Der udsuges således luft under filteroverdækningerne. Normalt udføres ventilationsrør for fugtig luft i rustfrit stål og ventilatorer udføres i korrosionsbestandigt plastmateriale. Dimensioneringsmæssigt regnes med 3 mm luftspalte langs overdækningens periferi, samt midt på ved hængslede filterlæg, og en nedadrettet lufthastighed på >1 m/s.

I forbindelse med filterskylning med luft er det ikke realistisk at håndtere disse luftmængder og filteroverdækningerne vil oftest åbnes automatisk når dette pågår. Udsugningerne fra de enkelte filtre udføres med reguleringsspjæld, der finjusteres ved idriftsætning.

Som supplement til udsugningsventilatoren fra filterne, etableres endvidere en større indblæsningsventilator, der sikrer en jævn luftfordeling i filtersalen. Både indblæsning og udsugning udføres hastighedsregulerbare, således at det ved idriftsætning kan sikres at følgende to forhold er tilgodeset:

- Filtersalen er et overtryksrum. Dette konstateres i praksis ved, at døre til tilstødende lokaler selv smækker i.
- Langs filtertildækningernes periferi skal den nedadrettede lufthastighed være mindst 1 m/s overalt. Dette kan kontrolleres ved måling med et varmetrådsanemometer.

Det er vigtigt at sikre mod indtrængning af luft fra skyllevandssystemet med kontraklap eller -ventil samt øvrige revner og sprækker, se under affugtning.

3.3 Ventilation i rentvandsbeholdere

Ventilation i rentvandsbeholdere kan foregå ved ”naturlig” ventilation, hvor der sker et luftskifte, når vandstanden stiger og falder.

Trykudligningen til rentvandsbeholderen kan udføres således, at der udveksles luft frit med filtersalen. Herved sikres dels, at luften i kontakt med rentvandsbeholderen er filtreret og dels, at der også er et svagt overtryk i rentvandsbeholderen. Denne luftudligningsforbindelse mellem filtersal og rentvandsbeholder bør udføres, så den er sikret mod terrorhandlinger, dvs. ad jorddækket rørforbindelse eller ad et rør-i-rør, hvorimellem der er støbt flydebeton.

Det er også muligt at etablere overtryk direkte i rentvandsbeholderen, så der sikres et konstant overtryk i både tømmende og fyldende situationer. Luftvolumenet over vandoverfladen udskiftes 2 gange i timen. For at sikre renheden af ventilationsluften filtreres den i forhold til kravene stillet i vandforsyningens DDS.

3.4 Sikring af skylleluft

Skylleluft anvendes i forbindelse med at filtermaterialerne returskylles. For at sikre renheden af skylleluften, bør luftindtaget til blæseren tages fra et sikret luftindtag med filter for at beskytte drikkevandet mod en luftbåren forurening. Både skylleluft, iltningluft og ventilering af rentvandsbeholdere(n) kan være bygget ind i samme sikrede system. Der bør desuden benyttes fødevarer godkendt motorolie i ventilatoren/blæseren af hensyn til risikoen for utætte pakninger og dermed olieredamper i luften. Mindre blæsere, som kan benyttes når trykforskelle og flow over filteret er små, kører uden olie.

Alternativt hentes indsugningsluften til luftskyllesystemet ofte blot fra filtersalen eller andet rum, hvor ventilationsluften er sikret. Risikoen ved at anvende rumluft er, at der kan ske en intern forurening fra rummet eller personer, som kan medvirke til forurening af drikkevandet.

3.5 Affugtning

Affugtning skal ske i de lokaler, hvor der er kolde overflader og hvor vanddamp i givet fald vil kunne kondensere. Der er derfor typisk behov for affugtning i rum med ståltanke,

rørgange og maskinsale med pumper. Det skal ved affugtningen sikres, at der er en luftcirkulation gennem lokalerne langs med de kolde overflader. Der styres oftest efter dugpunktsregulator på 5-7 % om vinteren og efter relativ luftfugtighed på 50 % om sommeren eller mere simpelt efter relativ fugtighed med et hygrostætsetpunkt på 50-55 %.

Luftudskiftning eller utætheder ved vægge, vinduer eller døre i de affugtede rum er uønsket af hensyn til energiforbrug. Det skal derfor sikres, at der ikke forekommer utætheder, og at gulvafløb sikret mod udtørring og fordampning fx med 3 dl glycerin. Endvidere skal alle døre være forsynet med gummifugget karm og med effektiv gummitætningsliste langs dørfals. I tilfælde af døre uden bundstykke, bør der monteres en særlig anordning til at gøre disse tætte mod gulvet i lukket tilstand.

For at sikre mod luftudskiftning fra utætte ventilationsrør i affugtede rum, kan disse med fordel udføres som længdefalsede rør i stedet for spiralfalsede.

Kompressoraffugtere har vist sig at have en dårlig virkningsgrad ved drift under 15 °C, hvorfor der normalt anvendes absorptionslufttørrer, også kaldet tørrotor lufttørrer, da de har en højere virkningsgrad ved lave temperaturer. Affugtere er forsynet med et luftfilter på luftstrømmen til procesluften. Silikatet som affugter procesluften skal regenereres.

Regenereringen sker ved at en sekundær luftstrøm opvarmes og blæses gennem silikatpladen. Der er ikke luftfilter på den sekundære luftstrøm, hvorfor filterne, eksempelvis F7 efterfulgt af aktivt kul, skal sættes efter affugteren. Herved sikres mod krydskontaminering i affugteren på silikatpladen.

3.6 Generelle overvejelser om luftfiltre

Der findes en lang række luftfiltre på markedet, som er inddelt i filterklasser i forhold til filtreringsevne. Som udgangspunkt for valg af filterklasse benyttes standard DS/EN 779 og DS/EN 1822 samt CCFRA GUIDELINE NO. 12 – Guidelines on air quality standards within the food industry.

Standarden DS/EN 779 forholder sig til filtertyperne, der betegnes grov, medium og fin filtre, mens standarden DS/EN 1822 forholder sig til høj effektive filtre betegnet som EPA, HEPA og ULPA.

| Filterklasse DS/EN 779:2012 | Gennemsnits-arrestance for syntetisk støv A_m | Eksempel på partikler | Diameter |
|--|---|--|----------------------|
| G1 | $A_m < 65$ | Hår, tøj fnuller | 20-200 μm |
| G2 | $65 < A_m < 80$ | Våd maling, sand, blade, fedt, dråber | 10-100 μm |
| G3 | $80 < A_m < 90$ | Dråber, flyvende jord, synligt støv | 10-100 μm |
| G4 | $90 < A_m$ | Synligt støv | 10-100 μm |
| Filterklasse DS/EN 779:2012 | Gennemsnits-effektivitet (E_m) for 0,4 μm partikler [%] | Eksempel på partikler | Diameter |
| M5 | $40 < E_m < 60$ | Pollen(hele), synligt | 10-100 μm |
| M6 | $60 < E_m < 80$ | Sporer | 10-25 μm |
| F7 | $80 < E_m < 90$ | Tonerpartikler, forbrændingspartikler, lungeskadende partikler, allergener | 5-20 μm |
| F8 | $90 < E_m < 95$ | Bakterier, skimmel, svampesporer | 0,1 μm - |
| F9 | $95 < E_m$ | Bakterier, skimmel, svampesporer | 0,1 μm - |
| Filterklasse DS/EN 1822:2009 | Effektivitet MPPS | Eksempel på partikler | Diameter |
| E10 | $85 < h$ | Tonerpartikler | 5-20 μm |
| E11 | $95 < h$ | Oilerøg | 0,3-5 μm |
| E12 | $99,5 < h$ | Bakterier | 0,2-25 μm |
| H13 | $99,95 < h$ | Tobaksrøg, asbest, skimmel | 0,01-1 μm |
| H14 | $99,995 < h$ | Vira, mest brugte filterklasse | 0,01-1 μm |
| Filterklasse DS/EN 1822:2009 | Effektivitet MPPS | Eksempel på partikler | Diameter |
| U15 | $99,9995 < h$ | Vira | 0,01-1 μm |
| U16 | $99,99995 < h$ | Vira | 0,002-0,05 |
| U17 | $99,999995 < h$ | Ekstreme krav til filtrering, renhed | |
| <i>Fordeling af filtertyper med tilhørende standard, størrelse på partikler der tilbageholdes og typiske industrielle anvendelser, [1-3].</i> | | | |

Standarderne stiller krav til filterets effektivitet, som angiver hvor mange procent partikler filteret tilbageholder under en veldefineret test. Procentandelen bruges til at klassificere filteret. I tabellen nedenfor gives en oversigt over sammenhængen mellem filtertype, størrelse på tilbageholdte partikler og typisk anvendelse for filtertypen.

Fordelen ved at opsætte luftfiltre er, at al luft bliver behandlet og partikler vil blive tilbageholdt afhængigt af effektiviteten på filteret.

Luftfiltrene i tabellen ovenfor betegnet ved F7, F8 og F9 tilhører filterklassen fin-filtre betegnet ved F.

Med et luftfilter af typen F, vil pollen og afdriftsdråber fra marksprøjtning blive tilbageholdt. Et F7 filter har en gennemsnitseffektivitet E_m for 0,4 μm partikler på mellem 80% og 90%. Det kan derfor antages, at en meget stor del af partikler over 2 μm , svarende til sodpartikler, pollen mv. vil blive tilbageholdt af et F7 filter.

Ønskes der en højere effektivitet indenfor DS/EN 779 standarden kan der vælges F8 eller F9 filtre. F9 har en gennemsnitseffektivitet E_m for 0,4 μm partikler på mere 95%.

Er der ønske om at filtrere for endnu finere partikler, så skal luftfiltre som hører under standarden DS/EN 1822 tages i anvendelse. De højeffektive filtre betegnes som EPA, HEPA og ULPA, og inddeles yderligere i klasserne E10, E11, E12 (EPA), H13, H14 (HEPA), U15, U16 og U17 (ULPA).

De højeffektive luftfiltre testes og klassificeres efter hvor effektive luftfiltrene er til at tilbageholde Most Penetrating Particle Size, MPPS, fra en veldefineret sammensat skare af partikler i forskellige størrelse. Effektiviteten angives i forhold til den partikelstørrelse, hvor der sluppet flest partikler igennem luftfilteret under testen.

Hvis der vælges et højeffektivt luftfilter (fx HEPA eller ULPA) vil fraktionen af de største røgpertikler kunne fjernes.

Ved anvendelse af højeffektive luftfiltre skal der desuden etableres ét eller flere forfiltre, for at skåne, eksempelvis HEPA filteret. Sammenlignet med et F-filter kræver HEPA filtre væsentligt oftere udskiftning. Højere filterklasser end H11 benyttes normalt kun i fx elektronikindustrien som renrumsfiltre.

Ønskes der filtreret for gasser og pesticiddampe skal der anvendes aktiv kulfiltrering.

Oftest anvendes der forfiltre til filterklasserne F, EPA, HEPA og ULPA, da levetiden for filteret herved forlænges. Eksempelvis sættes der ofte et M5 filter som forfilter til F7-F9.

Ventilationsanlæggene dimensioneres oftest til et initialdifferenstryk over filterposen på 50 mBar, der afhængigt filterklassen, vil stige til mellem 250 og 450 mBar i løbet af filterets driftstid. En membrandifferenstrykspresostat vil derfor give alarm til SCADA systemet, når filterets driftstid er ved at være udløbet.

Erfaringsmæssigt bliver filterposerne udskiftet årligt, hvilket for vandværker, beliggende i landområder, normalt vil være lang tid inden differenstrykket kommer op på 250 mBar.

Af hensyn til kimvækst mm. bør udviklingen af filters effektivitet følges, hvorefter det kan komme på tale det filterposerne udskiftes oftere end den årlige udskiftning.

Endeligt bør det overvejes hvornår på året/hvilke årstider filterposerne mest hensigtsmæssigt udskiftes. Eksempelvis kan det være en god ide at udskifte filterposer umiddelbart efter pollen højsæsonen, da effektiviteten på filteret på dette tidspunkt må formodes lavt (højt differenstryk).

4. Resultater

Anbefalingerne til beluftning og trykudligning i denne guideline forholder sig udelukkende til, hvilken form for filtrering af den anvendte atmosfæriske luft der kan yde det ønskede sikringsniveau for drikkevandsproduktionen. Anbefalingerne er givet med udgangspunkt i vidensgenereringen og risikovurderingen af de potentielle forureningskomponenter pollen, pesticider og røg under WP6, Reduktion af forureningsrisiko fra atmosfærisk luft.

Ud over pollen, pesticider og røg er der under WP6 lavet en indledende risikovurdering for følgende potentielle forureningskomponenter: gyllespredning (bakterier og ammoniak), gødskning (flydende ammoniak og flydende NPK-gødning), markafbrændning (dårlig smag og luft), trafik (gasser og partikler), luftafkast fra virksomheder (gasser og partikler) og privat afbrænding (ukontrollerede afbrændinger). De potentielle forureningskomponenter er risiko- og sandsynlighedsvurderet ved afholdelse af en workshop med deltagelse af Aarhus Kommune Natur og Miljø, Aarhus Centre for Analytical Chemistry – Atmosphere and Climate, AffaldVarme Aarhus, DTU Miljø, Silhorko, Vandcenter Syd og Aarhus Vand.

I tabellen nedenfor er workshoppens resultater sammenstillet med undtagelse af pollen, pesticider og røg. Disse tre komponenter er hver vurderet dybere i WP6-forløbet, og har derfor deres eget afsnit.

| Parameter | Forureningskomponent | Risikovurdering | Sandsynlighedsvurdering |
|----------------------------------|---|---|---|
| Gylleudbringelse | Bakterier og ammoniak. | Med moderne teknikker bliver gyllen ikke længere slynget ud, men direkte ledt ned i jorden. | Det blev vurderet, at risikoen for luftbårne bakterier er lille og at ammoniak ikke var en bekymring. |
| Flydende ammoniak og NPK-gødning | Ammoniak. | Med moderne sprøjteteknikker er det uvist hvor stor afdampningen er. | Det blev vurderet, at ammoniak ikke var en bekymring. |
| Markafbrænding | Mulig årsag til dårlig smag og lugt. | Det er usikkert hvilke stoffer i røg som forårsager afsætning af smag og lugt. | Det er begrænset, hvor meget der er lovligt, og at der skal fokuseres mere på ulykker, som eksempelvis brand i oplag af halm. |
| Trafik | Gasser og partikler, herunder nanopartikler. | Der er meget stor lokal forskel i eksponeringen af trafikforurening. Fane højden spiller en stor rolle. | Umiddelbart vurderes trafik ikke til at være en general bekymrende faktor, dog bør der lokalt tages hensyn til placeringen af luftindtaget ift. trafik. |
| Privat afbrænding | Ukontrollerede afbrændinger kan afgive skadelige stoffer til luften. Listen | Det er en meget svær kilde at håndtere, da den ulovlige afbrænding kan være af meget forskellig karakter og kan ske meget lokalt. | Den diffuse afgrænsning af privat ulovlig afbrænding gør området svært at beregne eller teste. |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | over mulige stoffer er lang og afhænger af brændslet. | | |
|--|---|--|--|

ovenstående opsummering af risiko- og sandsynlighedsvurdering kan ikke betragtes som fyldestgørende for de listede parametre. Det enkelte vandværk eller forsyning bør derfor overveje, om de anførte konklusioner kan imødekomme de specifikke forhold, som optræder for det pågældende vandværk.

I Tyskland er udarbejdet en norm for filtrering af luft anvendt i vandværker [5] og [7], hvori det anbefales at anvende filtre af typen fin, F7-F9, suppleret med et forfilter af type M5. Endvidere angives det i normen at HEPA-filtre som regel ikke anvendes i vandforsyninger.

Fødevarerindustrien i Danmark anvender HEPA- og ULPA-filtre [1] til sikring mod luftbåren forurening i produktionen.

4.1 Pollen

Pollen vil kunne give æstetiske gener i drikkevandet, og vil med al sandsynlighed kunne bære bakterier, som kan overføres til drikkevandet. Endvidere vil pollen øge den tilgængelige mængde kulstof i drikkevandet, som kan give anledning til eftervækst af bakterier.

I nedenstående skema er resultaterne fra notatet Pollen udarbejdet under Fremtidens drikkevandsforsyning - WP6: Reduktion af forureningsrisiko fra atmosfærisk luft [1] sammenstillet.

Risikovurderingen i skemaet er foretaget på en worst-case situation, hvor der regnes med et luft:vand forhold på 100:1, svarende til Inka-beluftning, altså en kraftig beluftning. De fleste vandforsyninger ligger med et luft:vand forhold på mellem 0,3:1 til 1:1. Endvidere antages det at alt pollen afsættes og opblandes i vandet samt at pollenindholdet i luften er mængden målt i et rekordår, altså højeste målte koncentration nogensinde. For en nærmere beskrivelse af forudsætningerne for risikovurderingen henvises der til [1].

| Forureningskomponent | Risikovurdering | Filtervalg |
|---|--|--|
| Pollen som eftervækst-potentiale, assimilerbart organisk carbon (AOC). | Ved Inka-beluftning kan pollen tilføre 6,3 ¹⁾ µg-C/liter til drikkevandet, og 0,6 µg-C/liter til rentvandsbeholderen når den er i minimumsfyldning. Biologisk stabilt vand, altså ingen eftervækst, kræver AOC under 10 µg-C/liter. | Langt de fleste pollentyper vil kunne tilbageholdes af et M5-filter. Ved brug af F7-filter vil selv langt størstedelen af de mindste pollen med diameter ned til 2,4 µm tilbageholdes. |
| Pollen som bærer af bakterier, Kimal. | Det var ikke muligt i WP6 at finde referencer, som belyser bakterietilførsel via pollen under danske forhold. Dog vil pollen under danske forhold med al sandsynlighed kunne bære bakterier ind i drikkevandet. | |
| ¹⁾ Eftervækstpotentialet for bakterier (AOC) vil for de fleste vandforsyninger i Danmark være cirka en faktor 100 lavere på grund af luft:vand forholdet, som almindeligvis ligger omkring 1:1 under beluftningen. | | |

4.2 Pesticider

En luftbåren pesticidforurening transporteres overordnet på to måder: Enten via afdampning eller afdrift. Når der sprøjtes med pesticider vil der uundgåeligt være dråber fra sprøjtedyserne, som ikke afsættes på plantedele eller på jorden. Dråber der transporteres via vinden kaldes afdrift. Fra dråberne der afsættes på plantedele eller jord vil der ske en afdampning af pesticid, som ligeledes kan transporteres via vinden.

Risikoen for, at en pesticidforurening kan introduceres i drikkevandet under beluftning og/eller under trykudligning i rentvandsbeholderen med atmosfærisk luft er vurderet af DTU Miljø og rapporteret i notatet Vurdering af pesticidkoncentration i drikkevand ved sprøjtning af mark nær vandværk, udarbejdet under Projekt "Fremtidens drikkevandsforsyning" [2].

Forudsætningerne for beluftningen i risikovurderingen svarer til en worst-case situation, idet der regnes med et luft:vand forhold på 100:1, svarende til Inka-beluftning. De fleste vandforsyninger ligger med et luft:vand forhold på mellem 0,3:1 til 1:1.

I forhold til afdrift af pesticiderne er de meste betydende parametre i forbindelse med risikovurderingen dysetypen og vindforholdene. Dysetypen giver dråbestørrelsen, mens vindforholdene leverer transporten af dråberne.

For afdampningens vedkomne er det pesticidets fysiske og kemiske egenskaber samt karakteristika af den overflade, som pesticidet bliver afsat på, der er mest betydende for afdampningens størrelse. Meteorologiske parametre har dog også en væsentlig indflydelse på størrelsen af afdampningen.

Afdrift af pesticider vil først og fremmest optræde umiddelbart efter sprøjtningen, mens fordampning kan foregå over længere perioder efter sprøjtningen, men dog med faldende afgivelse af pesticidet.

De væsentligste forudsætninger i risikovurderingen for pesticiderne, som etablerer en worst-case situation, er:

- Højeste standarddosering er anvendt for modelstofferne.
- Maksimal vindhastighed (4 m/s) hvor sprøjtning må foregå er anvendt.
- Ligevægt indstilles øjeblikkeligt for stofkoncentration imellem jord, vand og luft (fugacitetsmodel).

I nedenstående skema er resultaterne fra notatet *Vurdering af pesticidkoncentration i drikkevand ved sprøjtning af mark nær vandværk* udarbejdet under projekt ”Fremtidens drikkevandsforsyning”, WP6: ”Reduktion af forureningsrisiko fra atmosfærisk luft” [2] sammenstillet.

| Forureningskomponent | Risikovurdering | Filtervalg |
|---|--|---|
| Vanddråber indeholdende pesticid. Gas indeholdende pesticidmolekyler. Fem udvalgte pesticider fra bekæmpelsesmiddelstatistikken udgør pesticidmodelstofferne i risikovurderingen: Cypermethrin (CAS nr.: 52315-07-8) Prosulfocarb (CAS nr.: 52888-80-9) Pendimethalin (CAS nr.: 40487-42-1) Glyphosat (CAS nr.: 1071-83-6) Epoxiconazol (CAS nr.: 133855-98-8/135319-73-2) | Afdrift: For de fem modelstoffer overskred ingen kvalitetskravet for drikkevand, hverken for beluftning eller ved trykudligning. Afdampning: Under Inka-beluftning overskrider ¹⁾ to af modelstofferne kvalitetskravet for drikkevand (Prosulfocarb 0,16 µg/L og Pendimethalin 1,7 µg/L). Ved trykudligning i rentvandsbeholderen ved sænkning til 1 meters fyldning, overskrides kvalitetskravet for ét af modelstofferne (Pendimethalin 0,17 µg/L). Overskridelser forventes kun at forekomme yderst sjældent og formentlig i så relativt korte perioder ²⁾ , at det forurenede vand fortyndes, og således næppe vil udgøre en sundhedsrisiko. | Et F-filter vil ikke kunne tilbageholde pesticiddampe (medmindre pesticiderne adsorbere til filtermaterialet). Ønskes pesticiddampene tilbageholdt, vil det være nødvendigt at anvende kulfiltre, men på baggrund af risikovurderingen vil det være en meget vidtgående forsigtighedsforanstaltning at indføre. |
| ¹⁾ Ved beluftning med et luft:vand forhold på 1:1, som vil være det maksimale forhold for de fleste danske vandværker, overstiger ingen af de beregnede værdier kvalitetskravet for drikkevand. ²⁾ Se forudsætninger og vurderinger nedenfor. | | |

De beregnede koncentrationer repræsenterer en absolut worst case-koncentration, som

endvidere skal ses i relation til at overskridelserne:

- kun vil forekomme når der sprøjtes (enkelte dage om året)
- kun vil forekomme i en kort periode
- kun når der sprøjtes med det pågældende pesticid (eller pesticid med tilsvarende kombination af fysisk-kemiske egenskaber og doseringsdosis), hvilket afhænger af afgrøden (måske kun en enkelt gang om året), og samme afgrøde dyrkes måske kun med års mellemrum
- kun når vinden ikke har retning væk fra vandværket

I forbindelse med en drikkevandskontrol på afgang fra vandværk er det dog værd at bemærke, at en prøve taget på det rigtige tidspunkt vil kunne lede til detektion af pesticider i vandværkets producerede vand, selvom de benyttede borer ikke indeholder pesticider. Detekteres således uventet pesticider i det producerede vand, kunne det være værd at undersøge, om der er sprøjtet på mark i umiddelbar nærhed af vandværket lige omkring prøvetagningstidspunktet.

Afstanden mellem markkant og vandværkets luftindtag kan have væsentlig betydning for risikoen for en pesticidforurening via afdrift. Alternativt kan der for eksisterende vandværker plantes levende hegn i skel, så vindprofilen i retningen fra mark til vandværk ændres og afdrift kan opfanges af beplantningen.

4.3 Røg

Potentielt kan alle former for brand og afbrænding være problematisk for drikkevandskvaliteten. Mængden og størrelsen af partiklerne samt koncentrationen af de kemiske stoffer i røgen afhænger af det brændende materiale, tilstedeværelse af ilt og temperaturen i branden.

Røg vil altid indeholde carbonmonooxid, carbondioxid og partikler. Det er i [3] vurderet, at den største risiko for et vandværk i forbindelse med røg fra brande vil være røgens indhold af tungmetaller og dioxin. Dioxin er meget giftigt og fuldstændigt uønsket i drikkevand.

Ud over tungmetaller og dioxin i forbindelse med brand er der specifikt vurderet på en kontinuerlig kilde til forurening med røg, nemlig forbrændingsanlæg. I nedenstående skema er resultaterne fra notatet Partikler og kemiske forbindelser i røg udarbejdet under projekt "Fremtidens drikkevandsforsyning" - WP6: "Reduktion af forureningsrisiko fra atmosfærisk luft" [3] sammenstillet.

| Forureningskomponent | Risikovurdering | Filtervalg |
|---|--|---|
| <p>Tungmetaller og dioxiner.</p> <p>Tungmetaller bindes til partikler i røgen.</p> <p>Dioxinerne binder sig primært til de fine partikler i røgen, og har endvidere ringe vandopløselighed.</p> <p>Oftest opereres der med 2 opdelinger af partikler i røg: mindre end 2,5 µm (PM_{2,5}) og mindre end 10 µm (PM₁₀).</p> | <p>Forbrændingsanlæg, hvor røg behandles gennem scrubber-anlæg, udgør en forsvindende lille risiko.</p> <p>Partikelsammensætning under beredskabsbrande kan der ikke siges noget generelt om.</p> <p>Kortvarig dioxin-påvirkning af vandproduktionen via helt fine partikler vil formentlig ikke udgøre en sundhedsrisiko.</p> | <p>Klasserne F7, F8 og F9 vil kunne tilbageholde langt størstedelen af partikelstørrelserne.</p> <p>Forsyningen bør for det enkelte vandværk vurdere risikoen for brand med skadelig røg i nærområdet, og på baggrund heraf foretage sikkerhedsforanstaltninger. Der er kun risikovurderet på tungmetaller og dioxin i denne guideline.</p> |

Ønskes gasser i røgen fjernet skal der avendes kulfilter.

Som tidligere nævnt er rækken af kemiske stoffer, der kan dannes ved brand, afhængig af materialet som brander, mængden af tilstedeværende ilt og temperaturen i branden, men som regel vil der dannes svovldioxid (SO_x) og nitrogenoxider (NO_x). Disse parametre kan der monitoreres på med en røgmelder, så vandforsyningen kan få en alarm ved brand i nabolaget. Der udloddes en flaske vin til den første, der læser dette ved henvendelse til hj@vcsdenmark.com. Herved bliver det muligt for vandforsyningen at lave/have et beredskab i tilfælde af brand i nabolaget.

5. Referencer

[1] Ryssel, S., Corfitzen, C.B., Albrechtsen, H.J.: *Pollen*. Fremtidens drikkevandsforsyning. WP6 reduktion af forureningsrisiko fra atmosfærisk luft. DTU Notat. December 2015.

[2] Ryssel, S., Corfitzen, C.B., Albrechtsen, H.J.: *Vurdering af pesticidkoncentration i drikkevand ved sprøjtning af mark nær vandværk*. Fremtidens drikkevandsforsyning. WP6 reduktion af forureningsrisiko fra atmosfærisk luft. DTU Notat. December 2015.

[3] Ryssel, S., Corfitzen, C.B., Albrechtsen, H.J.: *Partikler og kemiske forbindelser i røg*. Fremtidens drikkevandsforsyning. WP6 reduktion af forureningsrisiko fra atmosfærisk luft. DTU Notat. December 2015.

[4] FORCE Technology, Energi & Miljø: *Filtre med begrænset levetid*. Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for måling af emissioner til luften. Rapport nr. 51, 2008.

[5] DVGW Regelwerk: *Entfeuchtung, Lüftung, Heizung in Wasserwerken*. Technische Mitteilung. Merkblatt W621. 10/93.

[6] Ryssel, S.: *Opsamling af workshop – afholdt hos Aarhus Vand den 14. maj 2014*. Notat.

[7] DVGW Regelwerk: *Gasaustauschapparate in der Trinkwasseraufbereitung*. Technische Regel - Arbeitsblatt. DVGW W 650 (A). April 2012.

[8] CCFRA GUIDELINE NO. 12 – Guidelines on air quality standards within the food industry.

/9/ DS/EN 779:2012. Partikelluftfiltre til generel ventilation – Bestemmelse af filtreringsegenskaber.

/10/ DS/EN 1822-1:2009 Højeffektive luftfiltre (EPA, HEPA og ULPA) - Del 1: Klassifikation, ydeevneprøvning, mærkning.

/11/ Teknologiuudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening: *Diffus jordforurening og trafik*. Delrapport 3. Miljøprojekt Nr. 913, 2004.

Bilag 1: Formidling

| Tidsplan / frist | Aktivitet |
|-------------------------|---|
| 16. september | Udsendelse af PM fra Miljøstyrelsen |
| 16. september | Udsendelse af fælles PM |
| 17. september | Interview til Altinget |
| 19. september | Aflevering af input til kort notits i 'Dansk Miljøteknologi' |
| 20. september | Aflevering af kort notits til VTUFs klumme i DanskVANDs oktobernummer samt kort artikel på baggrund af Miljøstyrelsens PM |
| 27. september | Aflevering af artikel til White paper om vandforsyning (Rethink Water) |
| 7. november | Aflevering af input til emner på DANVAs Forsyningstræf hhv. 10. og 12. marts |
| 21. november | Indlæg på generalforsamling i IWA danske nationalkomite |
| 2014 | |
| 30. januar | Indlæg på Danish Water Research and Innovation Platform |
| 13. marts | Indlæg på netværksmøde i Danish Water Technology Group |
| 29. april | Præsentation af fyrtårnsprojektet på DWF temamøde hos GEUS |
| 5. – 9. maj | Præsentation af fyrtårnsprojektet på den danske pavillon ved IFAT messe i München |
| 2. – 4. juni | Præsentation af fyrtårnsprojektet på Nordisk Drikkevandskonference i Helsinki |
| 11. september | Præsentation af fyrtårnsprojektet ved Fremtidens Vand konference i København |
| 21. – 26. september | Præsentation af fyrtårnsprojektet ved IWA World Water Congress and Exhibition i Lissabon |
| 18. – 19. november | Præsentation af fyrtårnsprojektet på DANVAs Dansk Vandkonference |
| 2015 | |
| 3. – 6. november | Præsentation af Future Water produkter på den danske pavillon ved Aquatech i Amsterdam |
| 17. – 18. november | Præsentation af fyrtårnsprojektet på DANVAs Dansk Vandkonference |
| 2016 | |
| 27. februar | Udfærdigelse af DANVA guideline til koncept og udførelse af ventilationssystemer for vandværker |

Reduktion af forureningsrisiko fra atmosfærisk luft på vandværker
Arbejdspakke 6 under Fyrtårnsprojekt "Fremtidens Drikkevandsforsyning"



Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

www.mst.dk