

# KRAVSPECIFIKATION

---

## VANDVÆRKER

### BILAG 3

### RENGØRING AF PELLETKOLONNE

Rev.	Revisionsdato	Emne (ændring)
0	07.11.2019	Første udgivelse

# KRAVSPECIFIKATION

---

## Notat

Dato: 22-10-2019  
Opgave: Generel beskrivelse vedr. rensning af  
blødgøringskolonner  
Afsender: Mathias Rahbek Hjorth  
KS: Bo Sværke Bonde  
Modtager: Drift vand

## General arbejdsbeskrivelse vedr. rensning af blødgøringskolonner

### Indledning

Jf. forhenværende notat [20180921 HOFOR Notat rengøring af blødgøringskolonne.docx](#) er det anbefalet i HOFOR regi, at blødgøringskolonner renses for kalkaflejringer vha. højtryksrensning. CIP-rensning med syre (f.eks. citronsyre) har været oppe til overvejning, men anbefales ikke, da der med højtryksspuling er fundet en velegnet metode uden brug af kemikalier, og med et acceptabelt arbejdsmiljø. Det hollandske firma Post Cleaning BV har i 2018 og 2019 varetaget kolonnerensningen på Brøndbyvester vandværk; firmaet har erfaringer med rensning af blødgøringskolonner i Holland. Det vurderes at kolonnerne skal renses med en frekvens på 1-2 år.

Nærværende notat indeholder en general arbejdsbeskrivelse og anbefalinger i forbindelse med rensning af blødgøringskolonner. Som bemærkning skal nævnes at der stilles krav til, at udførende part har gennemført DDS kursus inden rensning kan påbegyndes. Arbejdet udføres i en midlertidigt omstillet rød til gul zone, men der arbejdes efter rød zone forskrifter.

### Før rensprocessen

Før rensningsprocessen kan påbegyndes, skal kolonnen være fri for pellet. Kolonnen nedlukkes og luddoseringspumpen til den respektive kolonne afkobles. På Brøndby kan pellets flyttes fra en kolonne til en anden. Pelletudtagning aktiveres på den fyldte kolonne og pellets kan pumpes ind i en tomme kolonne igennem CIP-røret på denne. Mængden af bærevand justeres indtil pellet-overførsel begynder.

På nye værker kan der overføres pellets imellem kolonnerne og pelletsiloer, hvorfor Brøndby er et specielt tilfælde. Ved tømning på de nye værker, overføres hele kolonnens indhold af pellet til pelletsilo; pelletsne kan føres tilbage efter endt kolonnerensning, da de opbevares i rød zone; pellets kan ligeledes overføres fra de resterende idriftsatte kolonner.

### Renseprocessen

Renseprocessen kan generelt opdeles i 3 dage; aktionerne på de respektive dage er beskrevet i kommende afsnit. Opgaverne er noteret på følgende måde:

Dag

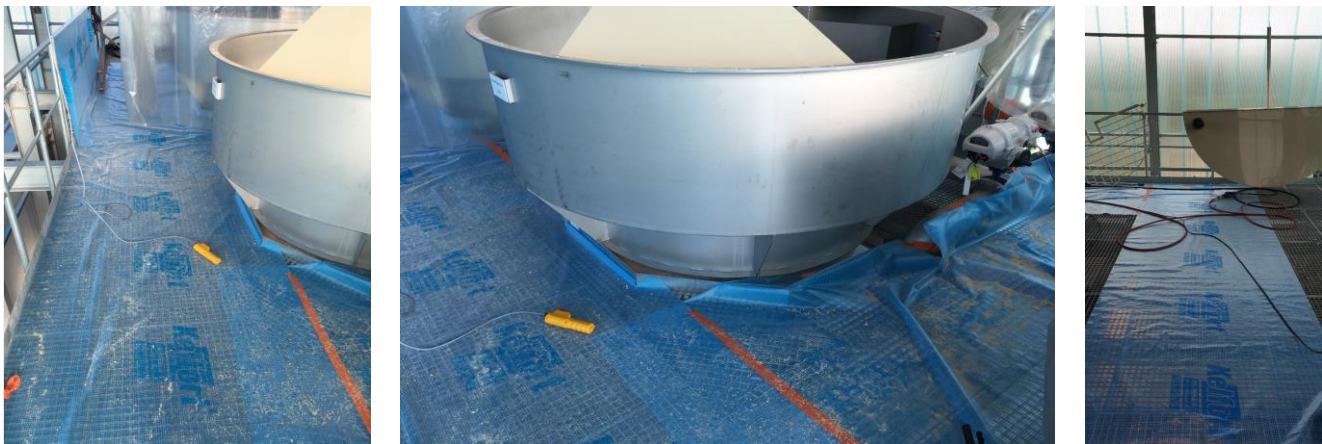
- Opgave
  - o Kommentar

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 1 Dag (kan delvist udføres samtidig med pelletflytning)

- Opsætning af horisontal plastafdækning på omkringliggende arbejdsområde nær den aktuelle blødgøringskolonne (figur 1 – venstre & midt); gangsti på galleriet afdækkes ligeledes (figur 1 - højre).
  - o Der skal anvendes en holdbar type plastik, idet kalk på underlaget hurtigt slider hul såfremt materialet ikke er af tilstrækkelig kvalitet.



*Figur 1 - Horisontal plastafdækning omkring kolonnen (venstre, midt) og gangsti på galleriet (højre)*

- Opsætning af vertikal plastafdækning omkring den aktuelle kolonne.
  - o Under højtryksrensning af kolonnen kommer der en masse opsprøjt og kalkberiget aerosolholdig luft. Begge dele forsøges inddæmmet bedst muligt, for at undgå kalkbelægninger på alle overflader i kolonnesalen. På Brøndby blev der monteret plastafskærmning vha. af tape på H-bjælker i loftet og på lamper (figur 2 – nederst). Der blev kun monteret plastafskærmning på 3 sider, da den resterende side (ud mod højre på figur 2 - øverst) ikke havde fæstningspunkter. Post Cleaning BV foreslog at der blev monteret fæstningspunkter på omkringværende bjælker vha. en stålwire med krog i enden til opsætning af armeret presenning.
  - o Der er tidligere blevet diskuteret en løsning med opsætning af telt/pavillon over kolonnen, men denne løsning er ikke forenelig med den nødvendige arbejdsplads omkring kolonnetoppen, samt spillet der bruges til nedsækning af den roterende højtryksrenser.

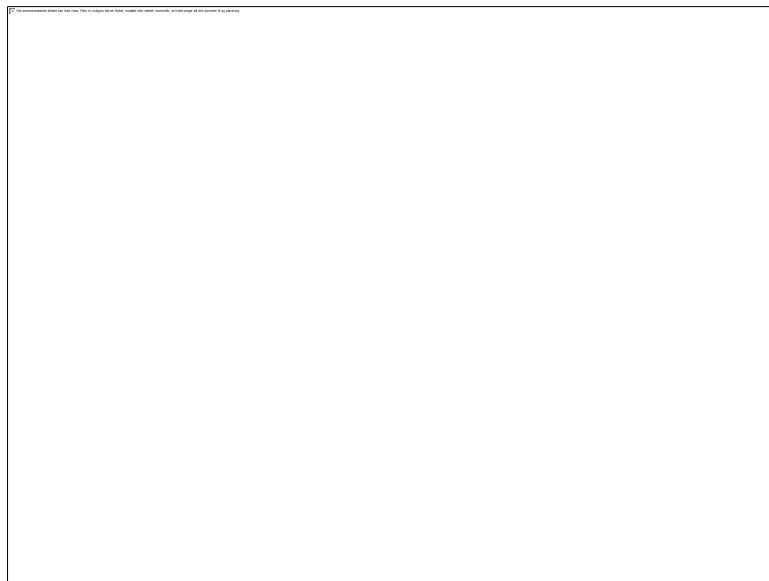
# KRAVSPECIFIKATION

---



Figur 2 - Vertikal plastafdækning omkring kolonnetoppen (øverst) og fastsætning af afdækning (nederst)

- Nedsænkning af beskyttende plastdæksel på dysebunden.
  - For at beskytte plastikdyserne i bunden af kolonnen mod nedfaldende kalk, nedsænkes et plastdæksel (figur 3). Dækslet tillader ligeledes at der komfortabelt kan arbejdes inde i kolonnen ifm. manuel fjernelse af kalkaflejringer.



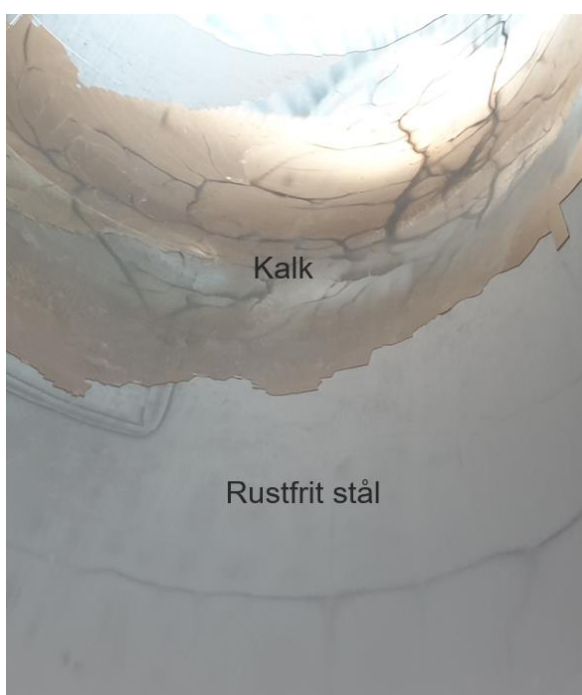
Figur 3 - plastdæksel til nedsænkning på dyser i kolonnebunden

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 2 Dag

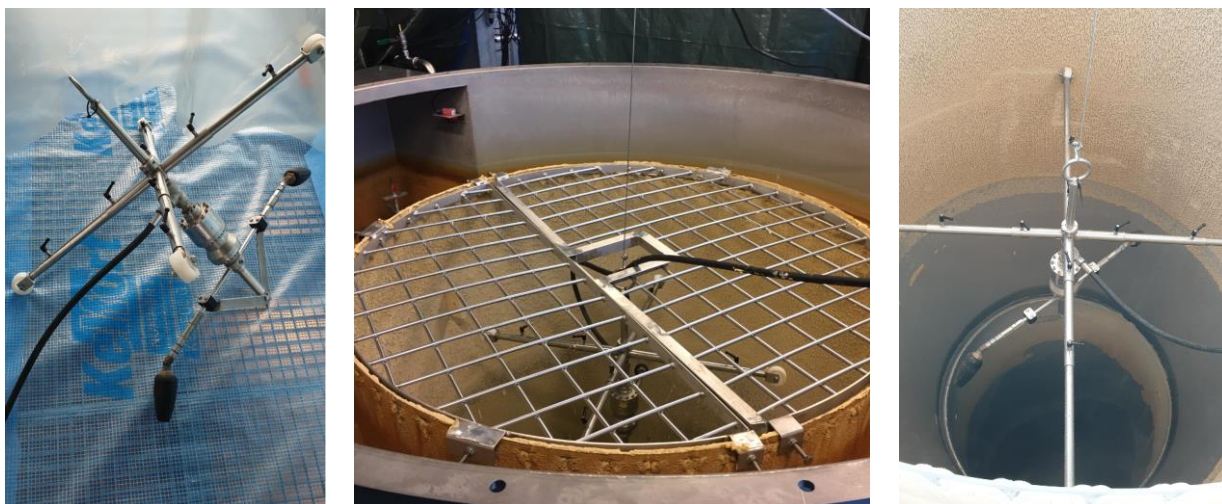
- Kalkaflejringer afbankes manuelt i de nederste 2.5-3 meter af kolonnen med muggert.
  - o Alt udstyr der kommer i kontakt med indersiden af kolonnen vaskes i Pripan P3 efterfulgt af klor og rent vand inden udstyret anvendes. Der skal bæres engangsheldragt og rene, vaskede og klorede gummistøvler under udførelse af arbejdet. Det anbefales at der købes separat muggert med plastikskaft jf. DDS, i modsætning til det viste på figur 4 (venstre). Figur 4 (højre) viser resultatet af manuel afbankning af kalkaflejringerne i kolonne 2. Der blev brugt trappestige til at nå op i kolonnen. Afslået kalk fjernes fra kolonnen vha. skovl/spade. Der skal købes en skovl/spade med en maksimal længde på 1m, da Post Cleaning BV ikke kunne anvende skovl/spade i ordinær størrelse pga. mandehullets og kolonnens dimension.



Figur 4 - (venstre) muggert, briller og høreværn anvendes ved manuel kalkfjernelse og (højre) resultat af manuel kalkfjernelse

- Opstart, og færdiggørelse af roterende højtryksrensning i kolonnen.
  - o Når den manuelle fjernelse af kalk er overstået, monteres den roterende højtryksrenser (figur 5 – venstre) i spillet over kolonnen. Højtryksrenseren nedsænkes og rensning påbegyndes. Der anvendes et operativ tryk på 500 bar og en vandtemperatur på 80-100 grader. Den roterende højtryksrenser var effektiv til ca. halvejs oppe i konussen (figur 5 – højre).

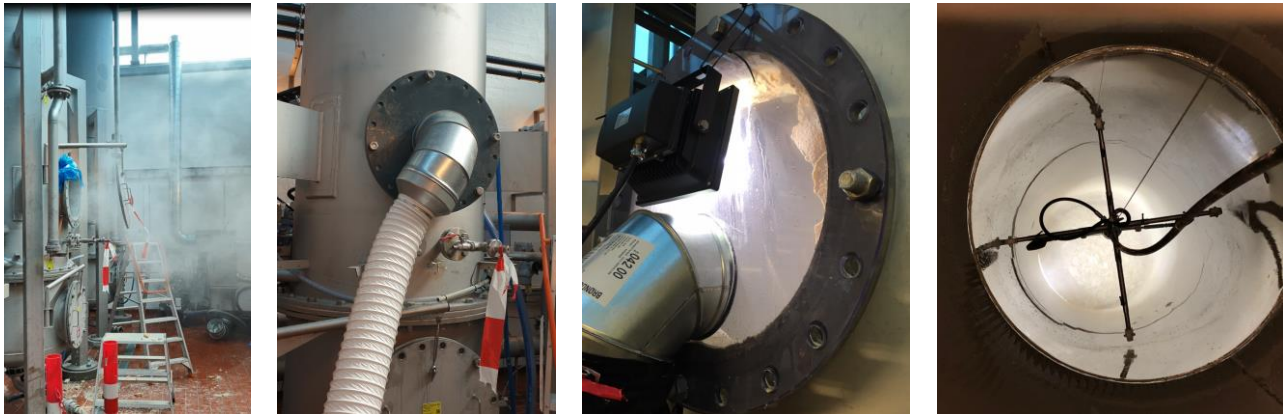
## KRAVSPECIFIKATION



Figur 5 - (venstre) roterende højtryksrensere der blev anvendt til at fjerne kalk på indersiden, (midt) faldsikring ved arbejde omkring kolonnetoppen og (højre) rengøring i konussen.

- Højtryksrensningen genererer en betydelig mængde vandsprøjt og aerosolfyldt damp i kolonnesalen og der blev derfor udformiget et mandehulsdæksel med mulighed for udsugning til fri natur (figur 6 – midt). Ved højtryksrensning i de nederste 3 meter af kolonnen, var udsugningen effektiv og der blev næsten ikke observeret opsprøjt/damp i kolonnetoppen. Der bør påmonteres gitter på udsugningen, så ventilatoren ikke beskadiges pga. indsuget kalkflager. Ventilatoren brugt til udsugning var med ukendt effekt, men det anbefales fremadrettet at der anvendes en minimumskapacitet på 3600 m<sup>3</sup>/t svarende til 1 m<sup>3</sup>/s; se dampudledning figur 6 (venstre). Dækslet blev i første omgang udført i grå plast (figur 6 – midt-venstre), men blev senere udført i klar akryl for at forbedre lysindfaldet i kolonnen (figur 6 – midt-højre). Der blev monteret arbejdslys (30W led) på akrylmandehullet for at forbedre sigtbarheden med rensningprocessen. Det er ikke muligt at lyse ned i kolonnen oppefra vha. arbejdslys, da den opstigende damp blokerer udsynet.
- Ved højtryksrensning over 3 meter fra kolonnebunden havde udsugningen ingen effekt og det kan derfor tilrådes at udsugningen flyttes til kolonnetoppen. Idet der anvendes vand med en temperatur på 80-100 stiger dampen til vejrs og spreder aerosoler. Post Cleaning BV anvendte ikke støvværn under udførsel af arbejdet, men fremadrettet bør dette anvendes; luftkvaliteten under højtryksrensningen er betydeligt forringet.
- Fremadrettet skal der som minimum bæres øjenbeskyttelse, høre- og støvværn af alle der udfører højtryksrensning, samt opholder sig på omkringværende arealer.

## KRAVSPECIFIKATION



Figur 6 - (venstre) Stillebillede af dampudledning under kolonnerensning, (midt-venstre) gråt plastik mandehulsdæksel med mulighed for udsugning og (midt-højre) mandehul i akryl med arbejdslys, sigtbarhed fra kolonnetop med mandehul i akryl og arbejdslys.

- Opstart af manuel højtryksspuling i kolonnetoppen med enkelt roterende dyse (500 bar)
  - Når den roterende højtryksrenser ikke længere er effektiv i kolonnetoppen, skiftes der til manuel højtryksrensning med en enkelt roterende dyse (figur 7 – venstre).  $\frac{3}{4}$  af kolonnelåget blev monteret for at inddæmme opsprøjt, men der udledes stadigvæk betydeligt mængder.
  - Ansigtsværn er påkrævet da store kalkflager ofte slynges ud af kolonnen.



Figur 7 - (venstre) manual fjernelse af kalk i kolonnetop og overløbsrende, og (højre) effektivitet af rensningen.

- Der kan være restaflejringer på under 1 mm tykkelsen efter rensning med højtryksrensning. Dette skyldes at trykket der skal bruges for at fjerne de resterende

## KRAVSPECIFIKATION

---

aflejringer kan forårsage skader på kolonnematerialerne, hvorfor det blev vurderet, at disse aflejringer kunne forblive i kolonnen.

### 3 Dag

- Færdiggørelsen af manuel højtryksspuling i kolonnetoppen
  - o Kalken fjernes løbende fra overløbsrenden med skovl/spade og kastes ned i kolonnen. Kalken kan herefter fjernes igennem mandehullet så det ikke skal transporteres ned af trapper.
  
- Kalk i bunden af reaktoren fjernes og køres til container vha. skovl og trillebør
  - o Deponering af kalk til container foregik med skovl og trillebør. Dette krævede adgang til det fri og der blev forsøgt afskærmning vha. tape og plastik. Denne løsning var uholdbar og blev fjernet igen. Opsætning af f.eks. PVC lamelgardiner eller armeret presenning vurderes som en holdbar løsning til adskillelse af gul zone og fri natur. Løsningen
  
- Plastikdækslet på dysebunden hejses op og dysebunden rengøres.
  - o Dyserne renses nemmest ved forsigtigt at bruge en hammer til at fjerne belægningerne (figur 8). De resterende pellets imellem dyserne udsuges med vakuumsuger (placeret på værket), så dysebunden er fri for pellets.



Figur 8 - Dyser inden afrensning for kalkbelægninger (venstre) og (højre) efter rensning

- Kalkaflejringer i rørføringer, herunder lansehuller, blindflanger mv. fjernes med hammer og "mejsel" i form af en massiv rund stålprofil ca. Ø8mm. Hullerne efterspules med rent vand.
- Kolonnerensningen er hermed overstået og der kan fjernes afskærmning og rengøres.
- Såfremt kolonnen ikke skal sættes i drift umiddelbart efter kolonnerensningen, anbefales det at ¼ af låget fjernes i dagene efterfulgt kolonnerensning. Dette gøres for at udtørre kolonnen;



## KRAVSPECIFIKATION

---

mandehul under dysebund holdes i davit for at øge luftgennemstrømningen. Dette bør minimere eventuelt bakterievækst.

### Generelle anbefalinger ved højtryksrensning af kolonner:

- Alt håndværktøj skal være med plast/metal skaft så det kan rengøres ift. DDS.
- Et operationelt tryk på højere end 500 bar anbefales ikke, grundet fare for skader på kolonnematerialet.
- Der skal anvendes faldsikring ved arbejde i overløbsrenden.