

DECEMBER 2023  
MILJØMINISTERIET  
MILJØSTYRELSEN

# BEREGNING AF ERHVERVSØKONOMISKE KONSEKVENSER VED FASTSÆTTELSE AF NYE MILJØKVALITETSKRAV

FORBEDRET BEREGNINGSGRUNDLAG FOR ESTIMERING AF OMKOSTNINGER FOR  
SPILDEVANDSFORSYNINGERNES RENSEANLÆG OG VIRKSOMHEDER MED DIREKTE  
UDLEDNING TIL RECIPIENT  
DECEMBER 2023



ADRESSE COWI A/S  
Parallelvej 2  
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

DECEMBER 2023  
MILJØMINISTERIET  
MILJØSTYRELSEN

# BEREGNING AF ERHVERVSØKONOMISKE KONSEKVENSER VED FASTSÆTTELSE AF NYE MILJØKVALITETSKRAV

FORBEDRET BEREGNINGSGRUNDLAG FOR ESTIMERING AF OMKOSTNINGER FOR  
SPILDEVANDSFORSYNINGERNES RENSEANLÆG OG VIRKSOMHEDER MED DIREKTE  
UDLEDNING TIL RECIPIENT  
DECEMBER 2023

PROJEKTNR.

A253630

DOKUMENTNR.

A253630-03

VERSION

1.0

UDGIVELSESdato

1. december 2023

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

MNDU/FDLX/TRK/  
NJKV

KONTROLLERET

MBOA

GODKENDT

MBOA



# INDHOLD

|     |                                               |    |
|-----|-----------------------------------------------|----|
| 1   | Indledning                                    | 7  |
| 2   | Udvalgte stoffer, udlederkrav og datagrundlag | 8  |
| 2.1 | Stoffer                                       | 8  |
| 2.2 | Bestemmelse af udlederkrav                    | 8  |
| 2.3 | Datagrundlag                                  | 12 |
| 3   | Rensemeter for udvalgte stoffer               | 14 |
| 4   | Spildevandsforsyningernes renseanlæg          | 18 |
| 4.1 | Data                                          | 18 |
| 4.2 | Flow                                          | 23 |
| 4.3 | Metal- og COD-belastning                      | 27 |
| 5   | Virksomheder der udleder til recipient        | 30 |
| 6   | Økonomi for renseanlæggene                    | 33 |
| 6.1 | Investering                                   | 34 |
| 6.2 | Vedligehold                                   | 35 |
| 6.3 | Drift                                         | 36 |
| 6.4 | Opsummering                                   | 38 |
| 6.5 | Modulanlæg                                    | 38 |
| 7   | Økonomi for virksomheder                      | 41 |
| 8   | Konklusion                                    | 45 |



# 1 Indledning

Miljøministeriet har til brug for klassificering af overfladevandom-rådets tilstand behov for at fastsætte nye miljøkvalitetskrav i sediment og/eller biota for miljøfarlige forurenende stoffer (MFS).

I rapporten *"Beregning af erhvervsøkonomiske konsekvenser ved at fastsætte miljøkvalitetskrav for 14 stoffer"* fra december 2020, er der foretaget en beregning af de erhvervsøkonomiske konsekvenser ved at fastsætte nye miljøkvalitetskrav i sediment og/eller biota for 12 udvalgte MFS. Konsekvenserne er beregnet for spildevandsforsynings renseanlæg og for virksomheder med direkte udledninger til recipient samt klapning af havsediment.

En opfølgende rapport fra februar 2023, *"Vurdering af renseeffektivitet for udvalgte blødgørere, PAH'er, pesticider og lægemidler ved fastsættelse af miljøkvalitetskrav"* viste, at to af de 26 stoffer formentlig ikke i tilstrækkeligt omfang kan fjernes med de rensetrin, der er anvendt til beregningerne i rapporten fra 2020. I nærværende projekt skal derfor så vidt muligt identificeres alternative renseløsninger for disse stoffer, og omkostningerne ved disse teknologier skal skønnes, hvis datagrundlag er tilgængeligt.

Formålet med nærværende projekt er at opdatere de tidligere udførte beregninger, så de udvides til at omfatte yderligere 14 stoffer og stofgrupper, som Miljøstyrelsen (MST) har udarbejdet eller er ved at udarbejde datablade for kvalitetskriterier for, så beregningerne omfatter i alt 26 stoffer og stofgrupper. Desuden skal beregningsgrundlaget tage hensyn til, om der er udviklet mere effektive renseteknologier siden 2020 og i givet fald inkludere dem i beregningerne. Denne delopgave er afrapporteret i nærværende rapport.

Desuden skal projektet omfatte en teoretisk gennemgang af rensemetoder for 24 PFAS-stoffer på baggrund af databladet for sum af 24 PFAS, samt redegøre for omstillingsomkostninger, investeringsomkostninger og løbende omkostninger. Denne del er afrapporteret separat.

## 2 Udvalgte stoffer, udlederkrav og datagrundlag

### 2.1 Stoffer

I dette projekt ønsker MST at renseprocesserne i de tidligere udførte undersøgelser opdateres teknisk og økonomisk til at omfatte følgende stoffer:

- Tungmetaller: arsen, kobber, chrom, nikkel, zink, aluminium
- PAH: Benz(a)pyren, fluoranthen, pyren, chrysen, benz(a)anthracen og phenanthren
- PCB: 28, 101, 138, 153, 180
- Phthalater: BBP, DEHA, DEHP, DINP
- Blødgørere: DNOP og DIDP
- Pesticider: Prosulfocarb, AMPA (nedbrydningsprodukt af glyphosat), HCH (lindan)
- Lægemiddel: Sulfamethizol
- TBT
- Trichloreddikesyre (TCA) og trifluoreddikesyre (TFA).

MST har stillet data for renseanlæg og virksomheder i form af udtræk fra PULS-databasen til rådighed.

Det skal ved hjælp af disse data søges belyst hvor mange af spildevandsforsyningernes og virksomhederne renseanlæg med egen udledning, som overskrider de forventede nye udlederkrav, og hvilke renseprocesser, der kan tænkes bragt i anvendelse for overholdelse af de forventede nye krav.

Anlægs- samt drifts- og vedligeholdelsesomkostninger skønnes for de forudsatte rensetiltag.

### 2.2 Bestemmelse af udlederkrav

Udlederkravene er fundet vha. vandkvalitetskriterier (VKK) oplyst i MST's datablade. Der er kun fundet vandkvalitetskriterie for 21 af de 30 stoffer listet i afsnit 2.1. Der er således 9 stoffer, hvor eventuelle analyseresultater ikke kan vurderes i forhold udlederkrav:

- PCB: 28, 101, 138, 153, 180
- Phtalater: DINP
- Blødgørere: DNOP, DIDP
- Tungmetaller: Aluminium

#### 2.2.1 Biotilgængelighed

Vandkvalitetskriterier for visse metaller gælder for den biotilgængelige koncentration af stoffet.

Den biotilgængelige koncentration af metallerne er den koncentration i vandmiljøet, som er tilgængelig for optagelse i og påvirkning af biota. Ved beregning af udlederkrav for disse metaller skal vandkvalitetskriterierne korrigeres for biotilgængelighed.

Af nedenstående tabel findes biotilgængeligheden af nikkel til 30,7% (100%-69,3%). Det andet metal i tabellen (bly) indgår ikke i denne undersøgelse.

*Tabel 2-1 Biotilgængelighed (= 100 - "gennemsnit af % reduceret") for bly og nikkel beregnet af MST. Kun nikkel indgår i denne undersøgelse.*

|                   | Gennemsnit af % reduceret | Maksimum af % reduceret | Minimum af % reduceret | Standard afvigelse af % reduceret |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| <b>Bly</b>        | 90,24                     | 97,99                   | 0                      | 7,40                              |
| <b>Nikkel</b>     | 69,27                     | 92,66                   | 0                      | 12,12                             |
| <b>Hovedtotal</b> | 79,76                     | 97,99                   | 0                      | 14,52                             |

## 2.2.2 Baggrundskoncentrationer

For nogle stoffer, herunder en række metaller, er vandkvalitetskrav i databladene udtrykt som en "tilføjet" værdi. Vandkvalitetskrav anses for overholdt i overfladevandområdet, når koncentrationen af stoffet i vandfasen ikke overskrider den anførte vandkvalitet plus den naturlige baggrundskoncentration. Ved beregning af udlederkrav for disse stoffer skal vandkvalitetskriterierne efter fortyndingskorrektur summeres med baggrundskoncentrationen.

Med hensyn til baggrundskoncentrationer findes der forslag for udvalgte tungmetaller. Nedenstående tabeller for salte hhv. ferske recipienter fremkommet via:

<https://mst.dk/erhverv/rent-miljoe-og-sikker-forsyning/spildevand/miljoefremmede-og-forurenende-stoffer>

Tabel 2-2 Liste over forslag til anvendelige naturlige baggrundskoncentrationer i marint vand. Metaller, som indgår i denne undersøgelse, er fremhævet.

| Metal           | Anvendelige naturlig baggrundskoncentration i marint vand [µg/L] | Reference                            |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Arsen</b>    | 1,0                                                              | OSPAR, 2005 <sup>1)</sup>            |
| <b>Kobber</b>   | 0,067                                                            | OSPAR, 2005 <sup>1)</sup>            |
| <b>Zink</b>     | 0,34                                                             | OSPAR, 2005 <sup>1)</sup>            |
| <b>Barium</b>   | 10                                                               | Rasmussen et al., 2019 <sup>2)</sup> |
| <b>Bor</b>      | 1.440                                                            | Kjølholt et al., 2002 <sup>3)</sup>  |
| <b>Molybdæn</b> | 6,3                                                              | Kjølholt et al., 2002 <sup>3)</sup>  |
| <b>Vanadium</b> | 1,4                                                              | OSPAR, 2005 <sup>1)</sup>            |

- 1 OSPAR (2005): Agreement on Background Concentrations for Contaminants in Seawater, Biota and Sediment. OSPAR Agreement 2005-6. OSPAR Commission, London, 2005
- 2 Rasmussen, Dorte, Anne Rathmann Pedersen, Ingelise Dige Semark, Jens Tørsløv (2019). Fastlæggelse af naturlige baggrundskoncentrationer for miljøfarlige forurenende stoffer. Ikke offentliggjort rapport til Miljøstyrelsen
- 3 Kjølholt Jesper, Frank Stuer-Lauridsen, Anders Skibsted Mogensen og Svend Havelund (2002): Grundstofferne i 2. geled - et miljøproblem nu eller i fremover? Miljøprojekt Nr. 700, 2002

Tabel 2-3 Uddrag fra liste over forslag til anvendelige naturlige baggrundskoncentrationer i ferskvand ("10% fraktil"). Metaller, som indgår i denne undersøgelse, er fremhævet.

| Medie                | Matrice | Parameter | Datapunkter | 10% fraktil [µg/L] |
|----------------------|---------|-----------|-------------|--------------------|
| <b>Vandløb</b>       | Vand    | Barium    | 927         | 17                 |
|                      |         | Bly       | 2023        | 0,01773            |
|                      |         | Cadmium   | 2025        | 0,00525            |
|                      |         | Chrom     | 950         | 0,08               |
|                      |         | Kviksølv  | 300         | 0,00034            |
|                      |         | Vanadium  | 517         | 0,13432            |
| <b>Vandløb og sø</b> | Vand    | Arsen     | 513         | 0,422              |
|                      |         | Kobber    | 1258        | 0,48               |
|                      |         | Nikkel    | 2077        | 0,67               |
|                      |         | Zink      | 1104        | 1,6                |

### 2.2.3 Udlederkrav

Udlederkravet for udledning til ferskvand er sat lig med ferskvandkvalitetskravet og for udledning til saltvand er kravet beregnet som 10\*saltvandkvalitetskravet pga. fortynding. Desuden er udlederkrav for metaller, hvor det er muligt, korrigeret for biotilgængelighed og baggrundskoncentrationer. Baggrundskoncentrationer er ved udledning til salt recipient er ikke multipliceret med en fortyndingsfaktor ved beregning af udlederkrav.

De således bestemte udlederkrav er vist i Tabel 2-4.

Tabel 2-4 Udlederkrav og datablade. *Røde udlederværdier er baggrundskoncentrationer.*

| Stof   |                                     | Udlederkrav    |                 | Kilder til udlederkrav/vandkvalitetskrav                                                                  |
|--------|-------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                     | Salt<br>[µg/L] | Fersk<br>[µg/L] | ("tilføjet" tolkes som at baggrundskoncentrationen er indeholdt i vandkvalitetskriteriet)                 |
| Al     | Aluminium                           |                |                 | Datablad: Foreligger ikke                                                                                 |
| As     | Arsen                               | 1+6            | 4,3             | Datablad: Opdateret maj 2017 (Bemærk: Saltvandskriterium "tilføjet")                                      |
| Cr     | Chrom (total)                       | 3*             | 0,3*            | Datablad: Opdateret juli 2023 (Bemærk: "Chrom III under revurdering")                                     |
| Cu     | Kobber                              | 0,067+10       | 0,48+1          | Datablad: Tilføjelse december 2015 (Bemærk: Vandkvalitetskriterier "tilføjet")                            |
| Ni     | Nikkel                              | 31             | 6,6**           | Nickel_Final EQS Dossier_After SCHEER final opinion: January 2023                                         |
| Zn     | Zink                                | 0,34+78        | 1,6+7,8***      | Datablad: Opdateret januar 2016 (Bemærk: Vandkvalitetskriterier "tilføjet")                               |
| PCB180 | 2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorbiphenyl |                |                 | Datablad: Juni 2023: Ingen vandkvalitetskriterier                                                         |
| PCB153 | 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl    |                |                 | Datablad: Juni 2023: Ingen vandkvalitetskriterier                                                         |
| PCB138 | 2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl    |                |                 | Datablad: Juni 2023: Ingen vandkvalitetskriterier                                                         |
| PCB101 | 2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl      |                |                 | Datablad: Juni 2023: Ingen vandkvalitetskriterier                                                         |
| PCB28  | 2,4,4'-Trichlorbiphenyl             |                |                 | Datablad: Juni 2023: Ingen vandkvalitetskriterier                                                         |
| PAH    | Benz(a)anthracen                    | 0,005          | 0,0005          | Datablad: Juni 2022                                                                                       |
| PAH    | Benz(a)pyren                        | 0,0017         | 0,00017         | Datablad: Maj 2020                                                                                        |
| BBP    | Benzylbutylphthalat                 | 7,5            | 7,5             | Datablad: Version 20.02.2020                                                                              |
| PAH    | Chrysen                             | 0,014          | 0,0028          | Datablad: September 2022                                                                                  |
| DEHA   | Di(2-ethylhexyl)adipat              | 0,48           | 0,48            | Datablad: Version 20.02.2020                                                                              |
| DEHP   | Di(2-ethylhexyl)phthalat            | 13             | 1,3             | Datablad: Februar 2021                                                                                    |
| DINP   | Diisononylphthalat                  |                |                 | Datablad: Version 2020: Vandkvalitets-"Kriterium ikke muligt at fastsætte på det nuværende datagrundlag". |
| DNOP   | Di-n-octylphthalat                  |                |                 | Datablad: September 2022: Vandkvalitetskriterier "Ikke muligt"                                            |
| PAH    | Fluoranthren                        | 0,063          | 0,0063          | Datablad: Februar 2020                                                                                    |
| PAH    | Phenanthren                         | 9,4            | 0,94            | Datablad: Juni 2022                                                                                       |
| PAH    | Pyren                               | 0,023          | 0,0023          | Datablad: December 2021                                                                                   |
|        | Sulfamethizol                       | 2,54           | 2,54            | Datablad: Endeligt udkast 30. september 2022 (Marts 2023: Vandkvalitetskriterier "Ikke muligt")           |
|        | Tributyltin                         | 0,002          | 0,0002          | Datablad: August 2021                                                                                     |
| DIDP   | Di-isodecylphthalat                 |                |                 | Datablad: September 2022: Vandkvalitetskriterier "Ikke muligt"                                            |
|        | Prosulfocarb                        | 1,1            | 1,1             | Datablad: Februar 2023                                                                                    |
| AMPA   | Aminomethylphosphorsyre             | 540            | 540             | Datablad: Oktober 2020 (Rev. dec 2020 2. udkast fra COWI)                                                 |
| HCH    | Lindan                              | 0,02           | 0,02            | Datablad: Maj 2021                                                                                        |
| TCA    | Trichloreddikesyre                  | 52             | 52              | Datablad: Februar 2023                                                                                    |
| TFA    | Trifluoreddikesyre                  | 560            | 560             | Datablad: 30. september 2022 (Udkast)                                                                     |

\* Chrom(III)

\*\* Vandkvalitetskrav: 2 µg biotilgængeligt/l, biotilgængeligt ~30,7% af total (jf. regneark fra MST, se afsnit 2.2.1.)

\*\*\* Hårdt vand. For blødt vand (H<24 mg CaCO<sub>3</sub>/l): 3,1 µg/l

## 2.3 Datagrundlag

Som en del af denne undersøgelse skal det på baggrund af aktuelle analyseresultater vurderes, hvor mange renseanlæg som i dag overskrider de forventede nye udlederkrav.

Det foreliggende datagrundlag er spinkelt og slet ikke målrettet mod formålet med dette projekt. For spildevandsforsyningernes renseanlæg er der generelt få målinger for MFS, og flere resultater synes at være resultat af screeningsundersøgelser, hvis formål ikke er at relatere til nye udlederkrav. De forventede nye udlederkrav er markant lavere, end hvad der har været niveauet hidtil, og det betyder, at analyser - i særdeleshed for MFS - i mange tilfælde er udført med detektionsgrænser, som ligger langt over de forventede udlederkrav. Detektionsgrænserne er desuden forskellige for samme stof afhængigt af aktuelt formål og ambition.

Analyseresultater, der angives som værende mindre end detektionsgrænsen, er i denne sammenhæng uanvendelige, når detektionsgrænsen er højere end de forventede udlederkrav. Dette forhold indskrænker yderligere datamængden. Datamængden og kvaliteten er søgt anskueliggjort i Tabel 2-5. De få data for renseanlæg gør, at statistisk bearbejdning af analysedata ikke giver mening.

De estimerede totale omkostninger er udledt af de sparsomme data og derfor særdeles usikre.

*Tabel 2-5 Oversigt over renseanlæg og virksomheder: Antal anlæg med anvendelige afløbsanalyseresultater og antal anlæg med overskridelser i perioden 2020- sept. 2023. Resultater er (her) uanvendelige, når de er angivet som mindre end en detektionsgrænse, der er højere end de forventede udlederkrav. Notehenvisninger som i Tabel 2-4.*

| Stof          |                                     | Udlederkrav    |                 | 36 Renseanlæg |      |       |      | 47 Virksomheder |      |       |      |
|---------------|-------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|------|-------|------|-----------------|------|-------|------|
|               |                                     | Salt<br>[µg/l] | Fersk<br>[µg/l] | Salt          |      | Fersk |      | Salt            |      | Fersk |      |
|               |                                     |                |                 | Antal         | Over | Antal | Over | Antal           | Over | Antal | Over |
| <b>Al</b>     | Aluminium                           |                |                 | 5             |      | 2     |      | 3               |      | 1     |      |
| <b>As</b>     | Arsen                               | 1+6            | 4,3             | 6             | 0    | 2     | 0    | 24              | 5    | 3     | 0    |
| <b>Cr</b>     | Chrom (total)                       | 3*             | 0,3*            | 9             | 0    | 5     | 3    | 32              | 13   | 5     | 5    |
| <b>Cu</b>     | Kobber                              | 0,067+10       | 0,48+1          | 9             | 0    | 5     | 4    | 36              | 9    | 6     | 6    |
| <b>Ni</b>     | Nikkel                              | 31             | 6,6**           | 9             | 0    | 5     | 0    | 32              | 5    | 5     | 2    |
| <b>Zn</b>     | Zink                                | 0,34+78        | 1,6+7,8***      | 9             | 1    | 5     | 5    | 35              | 8    | 8     | 8    |
| <b>PCB180</b> | 2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorbiphenyl |                |                 | 1             |      |       |      |                 |      |       |      |
| <b>PCB153</b> | 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl    |                |                 | 1             |      |       |      |                 |      |       |      |
| <b>PCB138</b> | 2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl    |                |                 | 1             |      |       |      |                 |      |       |      |
| <b>PCB101</b> | 2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl      |                |                 | 1             |      |       |      |                 |      |       |      |
| <b>PCB28</b>  | 2,4,4'-Trichlorbiphenyl             |                |                 | 1             |      |       |      |                 |      |       |      |
| <b>PAH</b>    | Benz(a)anthracen                    | 0.005          | 0.0005          |               |      | 1     | 1    | 8               | 6    |       |      |
| <b>PAH</b>    | Benz(a)pyren                        | 0.0017         | 0.00017         |               |      | 1     | 1    | 11              | 8    | 1     | 1    |
| <b>BBP</b>    | Benzylbutylphthalat                 | 7.5            | 7.5             | 5             | 0    | 2     | 0    |                 |      |       |      |
| <b>PAH</b>    | Chrysen                             | 0.014          | 0.0028          |               |      | 1     | 1    | 7               | 1    |       |      |
| <b>DEHA</b>   | Di(2-ethylhexyl)adipat              | 0.48           | 0.48            | 5             | 0    | 2     | 0    |                 |      |       |      |
| <b>DEHP</b>   | Di(2-ethylhexyl)phthalat            | 13             | 1.3             | 5             | 0    | 1     | 0    | 1               | 0    | 1     | 1    |
| <b>DINP</b>   | Diisononylphthalat                  |                |                 | 6             | 0    | 1     | 0    |                 |      |       |      |
| <b>DNOP</b>   | Di-n-octylphthalat                  |                |                 | 6             | 0    | 1     | 0    |                 |      |       |      |
| <b>PAH</b>    | Fluoranthren                        | 0.063          | 0.0063          | 1             | 0    |       |      | 10              | 6    | 1     | 1    |
| <b>PAH</b>    | Phenanthren                         | 9.4            | 0.94            | 1             | 0    | 3     | 0    |                 |      |       |      |
| <b>PAH</b>    | Pyren                               | 0.023          | 0.0023          | 3             | 0    | 1     | 0    | 10              | 3    | 1     | 1    |
|               | Sulfamethizol                       | 2.54           | 2.54            | 5             | 0    | 2     | 0    |                 |      |       |      |
| <b>TBT</b>    | Tributyltin                         | 0.002          | 0.0002          | 5             | 0    |       |      | 6               | 5    |       |      |
| <b>DIDP</b>   | Di-isodecylphthalat                 |                |                 |               |      |       |      |                 |      |       |      |
|               | Prosulfocarb                        | 1.1            | 1.1             |               |      |       |      |                 |      |       |      |
| <b>AMPA</b>   | Aminomethylphos-phonsyre            | 540            | 540             |               |      |       |      |                 |      |       |      |
| <b>HCH</b>    | Lindan                              | 0.02           | 0.02            |               |      |       |      |                 |      |       |      |
| <b>TCA</b>    | Trichloreddikesyre                  | 52             | 52              |               |      |       |      |                 |      |       |      |
| <b>TFA</b>    | Trifluoreddikesyre                  | 560            | 560             |               |      |       |      |                 |      |       |      |

### 3 Rensemeter for udvalgte stoffer

I den oprindelige rapport fra 2020 var der fokus på disse 12 stoffer ved udledning til recipient fra offentlige renseanlæg og virksomheder:

- Tungmetallerne: arsen, kobber, chrom, nikkel, zink
- Organiske stoffer: Benzylbutylphthalat, DEHP, Di(2-ethylhexyl)adipat, Diisononylphthalat, Benz[a]pyren, Fluoranthren og Tributyltin (TBT)

I den opfølgende rapport fra februar 2023 blev disse 12 stoffer tilføjet, og de er vurderet med hensyn til renseprocesser:

- Blødgørerne: di-n-octylphthalat (DNOP) og diisodecylphthalat (DIDP),
- PAH-forbindelserne: pyren, chrysen (triphenylen), benz(a)anthracen og phenanthren
- Pesticiderne: Lindan (hexachlorcyclohexan, HCH), AMPA (Nedbrydningsproduktet af glyphosat), prosulfocarb (S-benzyl dipropyldithiocarbamat),
- Lægemidlet sulfamethizol
- Trichloreddikesyre (TCA) og trifluoreddikesyre (TFA).

I dette projekt ønsker Miljøstyrelsen, at renseprocesserne opdateres teknisk og økonomisk for disse stoffer:

- Tungmetaller: arsen, kobber, chrom, nikkel, zink, aluminium
- PAH: Benz(a)pyren, fluoranthren, pyren, chrysen, benz(a)anthracen og phenanthren
- PCB: 28, 101, 138, 153, 180
- Phthalater: BBP, DEHA, DEHP, DINP
- Blødgørere: DNOP og DIDP
- Pesticider: Prosulfocarb, AMPA (nedbrydningsprodukt af glyphosat), HCH (lindan)
- Lægemiddel: Sulfamethizol
- TBT
- Trichloreddikesyre (TCA) og trifluoreddikesyre (TFA).

Rensemeterne for de fem PCB-forbindelserne er ikke vurderet tidligere. Alt peger dog på, at de kan fjernes i et kulfilter. Ved renoveringsopgaver i byggeriet, hvor man har behov for at rense luft med PCB-forbindelser, renses den PCB-holdige udsugningsluft normalt i et kulfilter. Effektiviteten for rensning af vand med PCB i et kulfilter er dog ikke særlig godt dokumenteret i litteraturen, men alt peger på, at man kan anvende aktivt kul. Der foreligger ingen vandkvalitetskriterier for PCB i vand.

Den oprindeligt foreslåede rensningsmetode i rapporten fra 2020 så således ud:

- Trin 1: Dosering af jern for at fælde arsen
- Trin 2: Filtrering i et tryksandfilter
- Trin 3: Rensning i et aktivt kulfilter (2-søjle-anlæg)
- Trin 4: Rensning ved selektiv ionbytning (TP207, 2-søjle-anlæg).

Med denne løsning fjernes først arsenen ved fældning med jern, hvorefter alle partikler filtreres fra, hvilket er nødvendigt for at undgå tilstopning af kulfiltre og ionbytterkolonner. Ved filtreringen fjernes desuden tungmetaller på partikelform – herunder jernhydroxid med adsorberet arsen. Noget tyder på, at jernhydroxid partikler kan binde AMPA i et vist omfang. COWI forventer på baggrund af erfaringer fra industrispildevand og grundvand, at koncentrationen af arsen vil ligge så lavt efter rensning, at den ligger under udledningskravene til recipienter.

Kulfilterets primære funktion er at adsorbere de miljøfremmede organiske stoffer, men samtidig vil der i et vist omfang også adsorberes tungmetaller, selv om et kulfilter ikke er en egentlig rensemetode for tungmetaller. Det vil være spildevandets indhold af andre organiske stoffer (målt som COD), der vil være afgørende for, hvor længe et kulfilter kan anvendes, før det er mættet og derved har nedsat renseseffekt over for de syntetiske stoffer.

Vandkvalitetskriteriet for visse organiske stoffer som TCA, TFA og lindan samt flere PAH-forbindelser er så lavt, at der kan være tvivl om, hvor vidt aktivt kul kan adsorbere stofferne så effektivt, at det rensede vand kommer under vandkvalitetskriterierne. I disse tilfælde kan det måske forbedre rensningen, hvis man supplerer rensningen med tilsætning af ozon. Det er muligt, at ozon kan destruere nogle stoffer helt eller delvist, men en anden mulighed er, at stofferne nedbrydes i mindre molekyler, som måske kan tilbageholdes mere effektivt i aktivt kul. Vi har dog undladt at anvende ozon som en del af standardløsningen for destruktion af de organiske stoffer, da der mangler en del dokumentation for rensemetoden for flere af de stoffer, som indgår i undersøgelsen. Der er derimod ganske udmærket dokumentation for, hvilken renseseffektivitet man kan opnå med kulfiltrering for de fleste af de organiske stoffer, som indgår i dette projekt

Slutrensning i et selektivt ionbytningsanlæg vil fjerne de fleste opløste tungmetaller (Al, Zn, Cu, Ni), så der formentlig opnås en restkoncentration, som ligger lavere end de foreslåede vandkvalitetskriterier. Der er praktisk erfaring fra en lang række danske virksomheder, der anvender selektiv ionbytning til efterrensning af spildevand fra et kemisk fældningsanlæg. Her kan man typisk komme ned på restkoncentrationer af tungmetaller på 5-50 µg/l. Forskellige stoffer i industrispildevand vil ofte forhindre en bedre rensning. Med et stort pilotanlæg har COWI i samarbejde med Silhorko opnået betydelig bedre resultater. Her har man reduceret nikkelkoncentrationen fra 30 µg/l til < 1 µg/l ved selektiv ionbytning. Den gode renseseffekt skyldes givet vis, at der ikke er så forstyrrende stoffer i grundvand, som der er i industrispildevand.

Et selektivt ionbytningsanlæg kan fjerne positive metalioner men ikke oxy-metallioner som arsenat og arsenit. Den mest almindelige selektive ionbyttermasse, som anvendes i Danmark, er TP207 fra det tyske firma Lanxess.

Erfaringer med selektiv ionbytning viser, at  $\text{Cr}^{+3}$  stort set ikke kan fjernes ved selektiv ionbytning. Det er muligt, at kulfiltrene kan tilbageholde lidt chrom, men det er næppe muligt at få chrom ned under 0,3 µg/l ved denne kombinerede rensemetode. COWI har siden den første rapport i 2020 indhentet gode

resultater ved afprøvning af chromfjernelse i et filter med jernoxid adsorbent. Erfaringerne tyder på, at man med denne metode kan nå under 0,3 µg/l, som er den værdi, der angives i Miljøstyrelsens datablade for chrom. I Danmark har man dog kun erfaringer fra laboratorieforsøg, så der er en vis usikkerhed på, hvor langt man kan nå ned i praksis

En jernoxid adsorbent kan også fjerne arsen, zink, nikkel og kobber, men da kapaciteten af en jernoxid adsorbent er begrænset (typisk 2-3 g/kg) er det en dyr måde at fjerne disse metaller. Metoden vil dog være nødvendigt for at fjerne chrom. Renseeffektiviteten for chrom afhænger af den absorberede mængde chrom. Når renseseffektiviteten bliver for dårlig, er det nødvendigt at udskifte adsorbenten.

Den foreslåede løsning vil i et vist omfang også fjerne tungmetaller og problematiske organiske stoffer, som ikke er blandt de udvalgte stoffer i dette projekt.

Da det ikke er alle renseanlæg og virksomheder, der har brug for alle de nævnte renseprocesser, har vi opstillet en oversigt over de forskellige kombinationsløsninger. I Tabel 3-1 er vist en oversigt over rensemetoder og det benyttede udstyr til rensning.

Tabel 3-1 Oversigt over de anvendte rensemetoder.

| Hvad skal fjernes?   | Betegnelse | Hvilket udstyr anvendes? |
|----------------------|------------|--------------------------|
| <b>Slampartikler</b> | Partikler  | Sandfilter               |
| <b>Tungmetaller</b>  | Metal      | Selektiv ionbytning      |
| <b>Chrom</b>         | Cr         | Jernadsorbant            |
| <b>Arsen</b>         | As         | Dosering af jernsalt     |
| <b>MFS</b>           | MFS        | Aktiv kulfiltrering      |

I Tabel 3-2 er vist de 11 kombinationer af renseløsninger, som skal anvendes for at kunne renses virksomhedernes spildevand. Der findes flere kombinationer, men alle virksomheder i denne undersøgelse er dækket ind af de 11 kombinationer. Alle renseanlæg skal anvende et sandfilter som første rensetrin. Den simpleste løsning er metode 1, 2, 3 og 7, der består af et sandfilter + 1 ekstra rensetrin, hvor der fjernes enten tungmetal, arsen, chrom eller MFS. Løsning 4, 5, 8, 9 og 10 indeholder kun 2 rensetrin ud over sandfilteret. Løsning 6 og 11 indeholder 3 rensetrin ud over sandfilteret.

Ved de økonomiske beregninger af investering og driftsudgifter beregnes for hvert rensetrin, hvorefter de kan adderes for en komplet renseløsning. I alle kombinerede løsninger starter med en basisudgift, der blandt andet omfatter PLC, internt rørsystem, el-montage, dokumentation, opstart samt bygninger, rådgivning og eksterne rørsystemet, da disse ting er fælles for alle løsninger. Økonomien for disse basisudgifter er dog afhængig af anlæggenes størrelse.

**Tabel 3-2** Oversigt over de 11 kombinationer af renseprocesser, der skal anvendes ved rensning på virksomhederne.

| Kombineret renseløsning | Trin 1    | Trin 2 | Trin 3 | Trin 4 |
|-------------------------|-----------|--------|--------|--------|
| 1.Tungmetaller          | Partikler | Metal  |        |        |
| 2.Arsen                 | Partikler | As     |        |        |
| 3.Chrom                 | Partikler | Cr     |        |        |
| 4.Tungmetal + As        | Partikler | As     | Metal  |        |
| 5.Tungmetal + Cr        | Partikler | Metal  | Cr     |        |
| 6.Tungmetal + As + Cr   | Partikler | As     | Metal  | Cr     |
| 7. MFS                  | Partikler | MFS    |        |        |
| 8.MFS + metal           | Partikler | Metal  | MFS    |        |
| 9.MFS + As              | Partikler | As     | MFS    |        |
| 10.MFS + Cr             | Partikler | Cr     | MFS    |        |
| 11.MFS + metal + Cr     | Partikler | Metal  | Cr     | MFS    |

For spildevandsforsyningernes renseanlæg antyder de foreliggende data at der kun er behov for tre rens kombinationer, se Tabel 3-3 nedenfor.

**Tabel 3-3** Oversigt over de 3 kombinationer af renseprocesser, der anvendes ved rensning tilføjet på spildevandsforsyningernes MBND+-anlæg.

| Kombineret renseløsning | Trin 1    | Trin 2 | Trin 3 | Trin 4 |
|-------------------------|-----------|--------|--------|--------|
| 1.Tungmetaller          | Partikler | Metal  |        |        |
| 5.Tungmetaller + Cr     | Partikler | Metal  | Cr     |        |
| 11.MFS + metal + Cr     | Partikler | Metal  | Cr     | MFS    |

Det er sandsynligt, at et mere fyldigt datamateriale vil bringe andre rens kombinationer i spil.

Desuden skal det bemærkes, at en del af spildevandsforsyningernes renseanlæg allerede har sandfiltrering eller anden efterpolering. Disse har muligvis ikke behov for et sandfiltreringstrin, men der vil i de fleste tilfælde være behov for en pumpefunktion til forsyning af nye rens etrin.

Anlæg med sandfiltrering/filtrering udleder knap 15% af de samlede vandmængder. Der er ikke taget højde herfor i de økonomiske betragtninger. Det vurderes dog at indflydelsen er lille i sammenligning med usikkerhed som følge af et beskedent datagrundlag.

## 4 Spildevandsforsyningernes renseanlæg

### 4.1 Data

Den samlede spildevandsmængde tildelt spildevandsforsyningernes renseanlæg i Danmark er ca. 614 millioner m<sup>3</sup>/år. Knap 95 % af dette behandles på 289 renseanlæg med rensning på MBNDK-niveau eller bedre (i denne rapport betegnet MBND<sup>+</sup>-anlæg), svarende til ca. 581 millioner m<sup>3</sup>/år (NOVANA 2018).

Tabel 4-1 36 udvalgte MBND<sup>+</sup>-anlæg, recipienter og udledte spildevandsmængder.

| Anlægsnavn                          | Recipient |       | Puls Årsmængder [m <sup>3</sup> /år] |            |
|-------------------------------------|-----------|-------|--------------------------------------|------------|
|                                     | Salt      | Fersk | Salt                                 | Fersk      |
| Bjergmarken                         | X         |       | 6.261.185                            |            |
| Ejby Mølle Renseanlæg               |           | X     |                                      | 16.694.900 |
| Esbjerg Vest                        | X         |       | 9.675.384                            |            |
| Faxe                                |           | X     |                                      | 2.087.741  |
| Fredericia Spildevand Og Energi A/S | X         |       | 9.320.446                            |            |
| Gadevang                            |           | X     |                                      | 109.402    |
| Gislev Renseanlæg                   |           | X     |                                      | 317.762    |
| Grindsted                           |           | X     |                                      | 4.503.912  |
| Haderslev                           | X         |       | 4.989.642                            |            |
| Helsingør                           | X         |       | 2.323.012                            |            |
| Herning - HCR                       |           | X     |                                      | 9.465.844  |
| Hjørring                            |           | X     |                                      | 4.931.451  |
| Holstebro                           |           | X     |                                      | 5.315.533  |
| Horsens                             | X         |       | 8.719.266                            |            |
| Hunseby Strand                      | X         |       | 2.407.097                            |            |
| Kallerup                            | X         |       | 717.317                              |            |
| Køge-Egnens Renseanlæg I/S          | X         |       | 5.048.815                            |            |
| Marselisborg                        | X         |       | 9.938.093                            |            |
| Måløv Rens                          |           | X     |                                      | 3.902.797  |
| Mølleåværket A/S                    | X         |       | 9.257.838                            |            |
| Nyborg Centralrenseanlæg            | X         |       | 3.435.207                            |            |
| Næstved                             | X         |       | 7.751.652                            |            |
| Randers                             | X         |       | 8.499.835                            |            |
| Renseanlæg Damhusåen                | X         |       | 26.384.405                           |            |
| Renseanlæg Lynetten                 | X         |       | 57.357.597                           |            |
| Ringsted C                          |           | X     |                                      | 5.020.824  |
| Skive                               |           | X     |                                      | 6.032.798  |
| Skævinge Centralrenseanlæg          |           | X     |                                      | 729.707    |
| Spildevandscenter Avedøre           | X         |       | 22.830.181                           |            |
| Søholt                              |           | X     |                                      | 4.948.437  |
| Thisted                             | X         |       | 3.520.447                            |            |
| Tårnby                              | X         |       | 4.516.774                            |            |
| Vedbæk                              | X         |       | 1.735.003                            |            |
| Vejle Centralrenseanlæg             |           | X     |                                      | 10.698.333 |
| Vorbasse                            |           | X     |                                      | 220.107    |
| Aalborg Vest                        | X         |       | 18.848.710                           |            |
| Sum                                 | 21        | 15    | 223.537.906                          | 74.979.548 |
| %                                   | 58        | 42    | 75                                   | 25         |

Denne undersøgelse tager udgangspunkt i data for de samme 36 af spildevandsforsyningernes renseanlæg, se Tabel 4-1, som lå til grund for de forudgående undersøgelser, og som repræsenterer ca. 51 % (knap 300 millioner m<sup>3</sup>/år) af spildevandsmængderne udledt fra MBND<sup>+</sup>-renseanlæg i Danmark. Da de 36 renseanlæg antalsmæssigt kun udgør 12% af de 289 anlæg er er

derfor blandt de 36 renseanlæg en overrepræsentation af store renseanlæg ved sammenligning med den samlede gruppe på 289 MBND<sup>+</sup>-anlæg.

MST har leveret data i form af udtræk fra PULS-databasen. Udtrækket omfatter indrapporterede afløbsanalyser for de stoffer, som indgår i denne undersøgelse, suppleret med COD-analyser og dækker perioden 2020 til september 2023.

Af de 36 renseanlæg har 15 udledning til fersk recipient (~42 %) og 21 til salt (marin) recipient (~58 %). For alle 289 MBND<sup>+</sup>-anlæg er fordelingen omvendt, 178 til fersk recipient (62 %) og 111 til salt recipient (38 %). Dette indikerer, at mange relativt små renseanlæg udleder til fersk recipient.

Flere analyseresultater er uden værdiangivelse men oplyst til at være mindre end detektionsgrænsen, som i mange tilfælde er højere end de forventede nye udlederkrav (se Tabel 4-2 og Tabel 4-3). I disse tilfælde er der ikke grundlag for at vurdere om det udledte spildevand lever op til eventuelle nye krav eller har behov for yderligere rensning.

Dette er problematisk i denne undersøgelse, da formålet er at estimere omkostningerne forbundet med rensning på anlæg, som overskrider de nye udlederkrav. Se i øvrigt afsnit 2.3.

Det er valgt kun at anvende på måleresultater, som er over detektionsgrænserne. Renseanlæg, som vurderes at overskride de forventede nye udlederkrav, er anonymiserede i denne rapport.

Ud fra de benyttede data er der kun fundet 6 renseanlæg som overskrider et eller flere af de forventede udlederkrav til metaller, heraf er der blot et enkelt renseanlæg som udleder til marin recipient.

**Tabel 4-2** Antal analyseresultater for metaller målt i afløbet fra de 36 MBND<sup>+</sup>-anlæg i perioden 2020-september 2023 sammenholdt med detektionsgrænser og forventede nye udlederkrav. Røde udlederværdier er baggrundskoncentrationer

| Metaller (36 MBND <sup>+</sup> -anlæg) |               | Detektionsgrænser |        |        |        | Udlederkrav |            | Antal resultater 2020-2023 |                  |             |
|----------------------------------------|---------------|-------------------|--------|--------|--------|-------------|------------|----------------------------|------------------|-------------|
|                                        |               |                   |        |        |        | Salt        | Fersk      | Alle                       | Over****         |             |
|                                        |               | [µg/L]            | [µg/L] | [µg/L] | [µg/L] | [µg/L]      | [µg/L]     |                            | Detektionsgrænse | Udlederkrav |
| Al                                     | Aluminium     | 30                |        |        |        |             |            | 21                         | 11               |             |
| As                                     | Arsen         | 0,3               |        |        |        | 1+6         | 4,3        | 27                         | 19               | 0           |
| Cr                                     | Chrom (total) | 1                 | 0,5    | 0,3    |        | 3*          | 0,3*       | 131                        | 41               | 9           |
| Cu                                     | Kobber        | 1                 | 0,5    |        |        | 0,067+10    | 0,48+1     | 131                        | 95               | 10          |
| Ni                                     | Nikkel        | 1                 | 0,5    | 0,1    |        | 31          | 6,6**      | 131                        | 114              | 0           |
| Zn                                     | Zink          | 5                 | 3      | 0,3    |        | 0,34+78     | 1,6+7,8*** | 131                        | 125              | 18          |

\* Chrom(III)

\*\* Vandkvalitetskrav: 2 µg biotilgængeligt/l, biotilgængeligt ~30,7% af total (jf. regneark fra MST, se afsnit 2.2.1.)

\*\*\* Hårdt vand. For blødt vand (H<24 mg CaCO<sub>3</sub>/l): 3,1 µg/l

\*\*\*\* Som årsmiddel

Kun et renseanlæg overskrider udlederkrav til MFS. Anlægget udleder til fersk recipient.

Tabel 4-3 Antal analyseresultater for MFS målt i afløbet fra de 36 MBND<sup>+</sup>-anlæg i perioden 2020-september 2023 sammenholdt med detektionsgrænser og forventede nye udlederkrav.

| MFS (36 MBND <sup>+</sup> -anlæg) |                                     | Detektionsgrænser |        |        |        | Udlederkrav |         | Antal resultater 2020-2023 |                             |                  |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|-------------|---------|----------------------------|-----------------------------|------------------|
|                                   |                                     |                   |        |        |        | Salt        | Fersk   | Alle                       | Over****                    |                  |
|                                   |                                     | [µg/L]            | [µg/L] | [µg/L] | [µg/L] | [µg/L]      | [µg/L]  |                            | Detekti-<br>ons-<br>grænsen | Udle-<br>derkrav |
| <b>PCB180</b>                     | 2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorbiphenyl | 0,01              |        |        |        |             |         | 1                          | 0                           |                  |
| <b>PCB153</b>                     | 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl    | 0,01              |        |        |        |             |         | 1                          | 0                           |                  |
| <b>PCB138</b>                     | 2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl    | 0,01              |        |        |        |             |         | 1                          | 0                           |                  |
| <b>PCB101</b>                     | 2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl      | 0,01              |        |        |        |             |         | 1                          | 0                           |                  |
| <b>PCB28</b>                      | 2,4,4'-Trichlorbiphenyl             | 0,02              |        |        |        |             |         | 1                          | 0                           |                  |
| <b>PAH</b>                        | Benz(a)anthracen                    | 0,1               | 0,0167 |        |        | 0,005       | 0,0005  | 5                          | 1                           | 1                |
| <b>PAH</b>                        | Benz(a)pyren                        | 0,1               | 0,0167 | 0,01   |        | 0,0017      | 0,00017 | 7                          | 1                           | 1                |
| <b>BBP</b>                        | Benzylbutylphthalat                 | 0,1               |        |        |        | 7,5         | 7,5     | 21                         | 0                           | 0                |
| <b>PAH</b>                        | Chrysen                             | 0,0167            |        |        |        | 0,014       | 0,0028  | 3                          | 1                           | 1                |
| <b>DEHA</b>                       | Di(2-ethylhexyl)adipat              | 0,1               |        |        |        | 0,48        | 0,48    | 21                         | 0                           | 0                |
| <b>DEHP</b>                       | Di(2-ethylhexyl)phthalat            | 1                 | 0,1    |        |        | 13          | 1,3     | 28                         | 9                           | 0                |
| <b>DINP</b>                       | Diisononylphthalat                  | 2                 | 0,1    |        |        |             |         | 21                         | 13                          |                  |
| <b>DNOP</b>                       | Di-n-octylphthalat                  | 0,1               |        |        |        |             |         | 21                         | 0                           |                  |
| <b>PAH</b>                        | Fluoranthren                        | 0,1               | 0,0167 | 0,01   |        | 0,063       | 0,0063  | 7                          | 0                           | 0                |
| <b>PAH</b>                        | Phenanthren                         | 0,1               | 0,0167 | 0,01   |        | 9,4         | 0,94    | 7                          | 2                           | 0                |
| <b>PAH</b>                        | Pyren                               | 0,1               | 0,0167 | 0,01   | 0,005  | 0,023       | 0,0023  | 15                         | 1                           | 0                |
|                                   | Sulfamethizol                       | 0,005             |        |        |        | 2,54        | 2,54    | 21                         | 21                          | 0                |
|                                   | Tributyltin                         | 0,001             |        |        |        | 0,002       | 0,0002  | 21                         | 0                           | 0                |
| <b>DIDP</b>                       | Di-isodecylphthalat                 |                   |        |        |        |             |         |                            |                             |                  |
|                                   | Prosulfocarb                        |                   |        |        |        | 1,1         | 1,1     |                            |                             |                  |
| <b>AMPA</b>                       | Amino-methylphosphonsyre            |                   |        |        |        | 540         | 540     |                            |                             |                  |
| <b>HCH</b>                        | Lindan                              |                   |        |        |        | 0,02        | 0,02    |                            |                             |                  |
| <b>TCA</b>                        | Trichloredikesyre                   |                   |        |        |        | 52          | 52      |                            |                             |                  |
| <b>TFA</b>                        | Trifluoredikesyre                   |                   |        |        |        | 560         | 560     |                            |                             |                  |

\*\*\*\* Som årsmiddel

## 4.2 Flow

De stoffer i mængder og koncentration, som udledes fra et nuværende renseanlæg, udgør - i tilfælde af overskridelse af forventede, nye udlederkrav - belastningen af de tilføjede, nye rensetrin. Vedrørende renseteknologier og -trin henvises til redegørelsen i afsnit 3.

Af de 36 udvalgte MBND<sup>+</sup>-anlæg udleder de 21 til salt/marin recipient mens 15 udleder til fersk recipient.

### 4.2.1 Fersk recipient

5 anlæg af 15 med udledning til fersk recipient har anvendelige målinger for metaller og/eller miljøfremmede stoffer i afløbet. Alle 5 overskrider de forventede nye udlederkrav for et eller flere af metallerne (kobber, nikkel eller zink). 3 af anlæggene overskrider kravet til chrom og et enkelt anlæg overskrider også kravet til MFS (i det aktuelle tilfælde krav til Benz(a)anthracen, Benz(a)pyren og Chrysen).

På dette spinkle grundlag vurderes at alt rensed spildevand udledt til fersk recipient har behov for yderligere rensetrin for at kunne overholde de forventede nye udlederkrav for udledning til fersk recipient. Det antages videre at fordelingen på spildevandsmængder kan overføres til alle MBND<sup>+</sup>-renseanlæg i Danmark med udledning til fersk recipient (178 MBND<sup>+</sup>-anlæg til fersk recipient med en samlet spildevandsmængde på ~156.000.000 m<sup>3</sup>/år).

En opskalering i henhold til ovennævnte antagelser for udledning til ferske recipienter er vist i de følgende figurer.

Tabel 4-4 Opskalering til 15 anlæg med udledning til fersk recipient ud af 36 udvalgte MBND<sup>+</sup>-anlæg.

| Ferske recipienter |                                                                               |       |    |     | Flow i alt<br>[m <sup>3</sup> /år] | Fordeling<br>[%] | Flow pr.<br>anlæg<br>[m <sup>3</sup> /time] |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|------------------------------------|------------------|---------------------------------------------|
| Antal<br>Anlæg     |                                                                               |       |    |     |                                    |                  |                                             |
| 15                 | Udvalgte MBND <sup>+</sup> anlæg                                              |       |    |     | 80.334.589                         |                  |                                             |
|                    |                                                                               |       |    |     |                                    |                  |                                             |
| 5                  | Udvalgte MBND <sup>+</sup> med måleresultater                                 |       |    |     | 41.375.090                         | 100              |                                             |
|                    | Rensetrin                                                                     |       |    |     |                                    |                  |                                             |
| 2                  | Partikler                                                                     | Metal |    |     | 9.477.945                          | 22,9             | 541                                         |
| 2                  | Partikler                                                                     | Metal | Cr |     | 15.202.245                         | 36,7             | 868                                         |
| 1                  | Partikler                                                                     | Metal | Cr | MFS | 16.694.900                         | 40,4             | 1,906                                       |
| 0                  |                                                                               |       |    |     | 0                                  | 0,0              |                                             |
| 10                 | Udvalgte MBND <sup>+</sup> uden måleresultater (estimeret antal og fordeling) |       |    |     | 38.959.499                         | 100              |                                             |
|                    | Rensetrin                                                                     |       |    |     |                                    |                  |                                             |
| 4,0                | Partikler                                                                     | Metal |    |     | 8.924.597                          | 22,9             | 255                                         |
| 4,0                | Partikler                                                                     | Metal | Cr |     | 14.314.696                         | 36,7             | 409                                         |
| 2,0                | Partikler                                                                     | Metal | Cr | MFS | 15.720.206                         | 40,4             | 897                                         |
| 0,0                |                                                                               |       |    |     | 0                                  | 0,0              |                                             |

Tabel 4-5 Opskalering til 178 anlæg med udledning til fersk recipient ud af 289 MBND<sup>+</sup>-anlæg.

| Ferske recipienter |                                                             |       |    |     | Flow i alt<br>[m <sup>3</sup> /år] | Forde-<br>ling [%] | Flow pr.<br>anlæg<br>[m <sup>3</sup> /time] |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------|----|-----|------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------|
| Antal<br>Anlæg     |                                                             |       |    |     |                                    |                    |                                             |
| 178                | Alle MBND <sup>+</sup> til fersk recipient                  |       |    |     | 156.353.994                        |                    |                                             |
|                    |                                                             |       |    |     |                                    |                    |                                             |
| 163                | Alle MDND <sup>+</sup> ekskl. 15 udvalgte MBND <sup>+</sup> |       |    |     | 76.019.405                         | 100                |                                             |
|                    | Rensetrin                                                   |       |    |     |                                    |                    |                                             |
| 65,2               | Partikler                                                   | Metal |    |     | 17.414.046                         | 22,9               | 30                                          |
| 65,2               | Partikler                                                   | Metal | Cr |     | 27.931.435                         | 36,7               | 49                                          |
| 32,6               | Partikler                                                   | Metal | Cr | MFS | 30.673.924                         | 40,4               | 107                                         |

Tabel 4-6 Skønnet antal og rensebehov for MBND<sup>+</sup>-anlæg med udledning til fersk recipient.

| Rensetrin |        |        |        | Anlæg           | Antal | Flow pr. anlæg         |
|-----------|--------|--------|--------|-----------------|-------|------------------------|
| Trin 1    | Trin 2 | Trin 3 | Trin 4 | Fersk recipient |       | [m <sup>3</sup> /time] |
| Partikler | Metal  |        |        | Renseanlæg 1    | 1     | 1.057                  |
| Partikler | Metal  |        |        | Renseanlæg 2    | 1     | 25                     |
| Partikler | Metal  |        |        | Opskal. til 15  | 4,0   | 255                    |
| Partikler | Metal  |        |        | Opskal. 163     | 65,2  | 30                     |
| Partikler | Metal  | Cr     |        | Renseanlæg 3    | 1     | 514                    |
| Partikler | Metal  | Cr     |        | Renseanlæg 4    | 1     | 1.221                  |
| Partikler | Metal  | Cr     |        | Opskal. til 15  | 4,0   | 409                    |
| Partikler | Metal  | Cr     |        | Opskal. 163     | 65,2  | 49                     |
| Partikler | Metal  | Cr     | MFS    | Renseanlæg 5    | 1     | 1.906                  |
| Partikler | Metal  | Cr     | MFS    | Opskal. til 15  | 2,0   | 897                    |
| Partikler | Metal  | Cr     | MFS    | Opskal. 163     | 32,6  | 107                    |
|           |        |        |        |                 |       | [m <sup>3</sup> /år]   |
| I alt     |        |        |        |                 | 178   | 1,561E+08              |

Alle 178 renseanlæg, som udleder til fersk recipient, har behov for ekstra rensetrin. Af de 178 renseanlæg vurderes 65,2 anlæg at have behov for metalfjernelse (rensetrin 1 og 2), andre 65,2 vurderes at have behov for fjernelse af metal og chrom(III) (rensetrin 1, 2 og 3), mens 32,6 anlæg har behov for fjernelse af metal, chrom(III) og MFS (rensetrin 1, 2, 3 og 4).

#### 4.2.2 Salt recipient

9 anlæg af 21 med udledning til salt recipient har anvendelige målinger for metaller og/eller miljøfremmede stoffer i afløbet. Et enkelt anlæg overskrider det forventede nye udlederkrav til zink.

Sammenlignet med udledningen til ferske recipienter fremstår antallet af anlæg med rensebehov beskedent, hvilket må tilskrives de forventede mere lempelige udlederkrav ved udledning til salt recipient. Til gengæld er der tale om et forholdsvis stort anlæg. Det antages at fordeling på spildevandsmængder kan overføres til alle MBND<sup>+</sup>-renseanlæg i Danmark med udledning til salt recipient (111 MBND<sup>+</sup>-anlæg til salt recipient med en samlet spildevandsmængde på ~425.000.000 m<sup>3</sup>/år).

En opskalering for udledning til salte recipienter er vist i de følgende tabeller (Tabel 4-7, Tabel 4-8 og Tabel 4-9).

Tabel 4-7 Opskalering til 21 anlæg med udledning til salt recipient ud af 36 udvalgte MBND<sup>+</sup>-anlæg.

| Salte (marine) recipienter |                                                                                  |       |    |     | Flow i alt<br>[m <sup>3</sup> /år] | Forde-<br>ling<br>[%] | Flow pr.<br>anlæg<br>[m <sup>3</sup> /time] |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|
| Antal<br>Anlæg             |                                                                                  |       |    |     |                                    |                       |                                             |
| 21                         | Udvalgte MBND <sup>+</sup>                                                       |       |    |     | 218.182.865                        |                       |                                             |
| 9                          | Udvalgte MBND <sup>+</sup> med måleresultater                                    |       |    |     | 148.979.771                        | 100                   |                                             |
|                            | Rensetrin                                                                        |       |    |     |                                    |                       |                                             |
| 1                          | Partikler                                                                        | Metal |    |     | 9.675.384                          | 6,5                   | 1104                                        |
| 0                          | Partikler                                                                        | Metal | Cr |     | 0                                  | 0,0                   |                                             |
| 0                          | Partikler                                                                        | Metal | Cr | MFS | 0                                  | 0,0                   |                                             |
| 8                          |                                                                                  |       |    |     | 139.304.387                        | 93,5                  | 1988                                        |
| 12                         | Udvalgte MBND <sup>+</sup> uden måleresultater<br>(estimeret antal og fordeling) |       |    |     | 69.203.095                         | 100                   |                                             |
| 1,3                        | Partikler                                                                        | Metal |    |     | 4.494.345                          | 6,5                   | 385                                         |
| 0,0                        | Partikler                                                                        | Metal | Cr |     | 0                                  | 0,0                   |                                             |
| 0,0                        | Partikler                                                                        | Metal | Cr | MFS | 0                                  | 0,0                   |                                             |
| 10,7                       |                                                                                  |       |    |     | 64.708.749                         | 93,5                  | 693                                         |

Tabel 4-8 Opskalering til 111 anlæg med udledning til salt recipient ud af 289 MBND<sup>+</sup>-anlæg.

| Salte (marine) recipienter |                                                             |       |    |     | Flow i alt<br>[m <sup>3</sup> /år] | Forde-<br>ling<br>[%] | Flow pr.<br>anlæg<br>[m <sup>3</sup> /time] |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|----|-----|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|
| Antal<br>Anlæg             |                                                             |       |    |     |                                    |                       |                                             |
| 111                        | Alle MBND <sup>+</sup> til salt recipienter                 |       |    |     | 424.646.006                        |                       |                                             |
| 90                         | Alle MDND <sup>+</sup> ekskl. 21 udvalgte MBND <sup>+</sup> |       |    |     | 206.463.141                        | 100                   |                                             |
|                            | Rensetrin                                                   |       |    |     |                                    |                       |                                             |
| 10                         | Partikler                                                   | Metal |    |     | 13.408.600                         | 6,5                   | 153                                         |
| 0,0                        | Partikler                                                   | Metal | Cr |     | 0                                  | 0,0                   |                                             |
| 0,0                        | Partikler                                                   | Metal | Cr | MFS | 0                                  | 0,0                   |                                             |
| 80                         |                                                             |       |    |     | 193.054.541                        | 93,5                  | 275                                         |

Tabel 4-9 Skønnet antal og rensebehov for MBND<sup>+</sup>-anlæg med udledning til salt recipient.

| Rensetrin |        | Anlæg          | Antal | Flow pr. anlæg                  |
|-----------|--------|----------------|-------|---------------------------------|
| Trin 1    | Trin 2 | Salt recipient |       | [m <sup>3</sup> /time]          |
| Partikler | Metal  | Renseanlæg 6   | 1     | 1.104                           |
| Partikler | Metal  | Opskal. til 21 | 1,3   | 385                             |
| Partikler | Metal  | Opskal. til 90 | 10    | 953                             |
|           |        |                |       | Flow i alt [m <sup>3</sup> /år] |
|           |        | I alt          | 12,3  | 2,753E+07                       |

På denne baggrund skønnes at 12,3 renseanlæg med udledning til salt recipient vil have behov for metalfjernelse (rensetrin 1 og 2). De resterende 98,7 anlæg med udledning til salt recipient skønnes at overholde de forventede nye krav.

### 4.3 Metal- og COD-belastning

De overskridelser af de forventede nye udlederkrav antyder et behov for tre rensekonfigurationer:

- > Renseløsning 1: Sand, metal
- > Renseløsning 5: Sand, metal og chrom
- > Renseløsning 11: Sand, metal, chrom og MFS

Til brug for økonomioverslagene, som omfatter anlæg, vedligehold og drift, er det - udover antal anlæg som skal udbygges med de respektive rensekonfigurationer og tilhørende spildevandsmængder - nødvendigt med metalbelastningen og COD-belastningen i afløbet fra den nuværende rensning.

COD repræsenterer organisk stof, som kan optages i et kulfilter. Mængderne af de organiske MFS i afløbet fra spildevandsforsyningernes renseanlæg udgør en meget lille del af de totale mængder organisk stof. Høje COD-koncentrationer, som svarer til et højt indhold af organisk stof, vil derfor være afgørende for, hvor hurtigt et kulfilter bliver mættet og mister sin kapacitet til adsorption af organiske MFS.

Metalbelastningen opgøres her som summen af Ni, Cu og Zn. Chrom i afløbet fra renseanlæggene antages at være chrom(III).

Der er metalanalyser fra 14 renseanlæg. 5 udleder til fersk recipient og 9 udleder til salt recipient. Alle 5 anlæg, som udleder til fersk recipient, overskrider de forventede nye udlederkrav for metaller (zink og/eller kobber). Ét anlæg som udleder til salt recipient overskrider kravet til zink.

For MFS er der brugbare analyser fra 7 renseanlæg og for højst 8 af 26 MFS. To anlæg udleder til fersk og 5 til salt recipient. Kun et af renseanlæggene, som udleder til fersk recipient, viser overskridelse af forventede nye udlederkrav og det gælder PAH'erne benz(a)anthracen, benz(a)pyren og chrysen.

### 4.3.1 Fersk recipient

For de renseanlæg anlæg, hvor der vurderes at være behov for metalrensning, benyttes gennemsnit af det enkelte renseanlægs analyseresultater for Ni, Cu og Zn til kvantificering af metalbelastningen inklusive eventuelle resultater under forventede nye udlederkrav. Hvor der er behov for chromfjernelse, benyttes et gennemsnit af det enkelte renseanlægs chromanalyser inkl. eventuelle resultater under det nye forventede udlederkrav.

For renseanlægget med behov for MFS-rensning benyttes det pågældende anlægs COD-målinger (gennemsnit) til karakterisering med henblik på omkostningsoverslag.

Ikke anlægsspecifikke metalkoncentrationer i afløb (til opskalering) er estimeret som middelværdien af summen af analyser for Ni, Cu og Cr fra de 6 renseanlæg som i perioden 2020-23 overskrider kobber- (, nikkel-) og/eller zinkkravet for fersk eller salt recipient.

Ikke anlægsspecifikke chromkoncentrationer i afløb er estimeret som middelværdien af analyser fra de 3 renseanlæg i perioden 2020-23 som overskrider chromkravet for fersk recipient.

Ikke anlægsspecifikke COD-koncentrationer i afløb er estimeret som middelværdien af analyser fra de udvalgte 36 renseanlæg i perioden 2020-23.

Tabel 4-10 Skønnet belastning af rensetrin fra MBND<sup>+</sup>-anlæg med udledning til fersk recipient.

| Rensetrin |        |        |        | Anlæg           | Antal | Flow pr. anlæg         | Metal pr. anlæg | Cr(III) pr. anlæg | COD pr. anlæg |
|-----------|--------|--------|--------|-----------------|-------|------------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| Trin 1    | Trin 2 | Trin 3 | Trin 4 | Fersk recipient |       | [m <sup>3</sup> /time] | [kg/år]         | [kg/år]           | [kg/år]       |
| Partikler | Metal  |        |        | Renseanlæg 1    | 1,0   | 1.057                  | 161             |                   |               |
| Partikler | Metal  |        |        | Renseanlæg 2    | 1,0   | 25                     | 13              |                   |               |
| Partikler | Metal  |        |        | Opskal. til 15  | 4,0   | 255                    | 76              |                   |               |
| Partikler | Metal  |        |        | Opskal. til 163 | 65,2  | 30                     | 9               |                   |               |
| Partikler | Metal  | Cr     |        | Renseanlæg 3    | 1,0   | 514                    | 90              | 1,7               |               |
| Partikler | Metal  | Cr     |        | Renseanlæg 4    | 1,0   | 1.221                  | 250             | 3,8               |               |
| Partikler | Metal  | Cr     |        | Opskal. til 15  | 4,0   | 409                    | 121             | 2,8               |               |
| Partikler | Metal  | Cr     |        | Opskal. 163     | 65,2  | 49                     | 15              | 0,34              |               |
| Partikler | Metal  | Cr     | MFS    | Renseanlæg 5    | 1,0   | 1.906                  | 435             | 19                | 337.092       |
| Partikler | Metal  | Cr     | MFS    | Opskal. til 15  | 2,0   | 897                    | 266             | 6,2               | 232.429       |
| Partikler | Metal  | Cr     | MFS    | Opskal. 163     | 32,6  | 107                    | 32              | 0,74              | 27.823        |
|           |        |        |        |                 |       | [m <sup>3</sup> /år]   | [kg/år]         | [kg/år]           | [kg/år]       |
|           |        |        |        | I alt           | 178   | 1.561E+08              | 4.842           | 95                | 1.709.002     |

### 4.3.2 Salt recipient

For det ene anlæg, hvor der er behov for metalrensning, benyttes gennemsnit at renseanlæggets analyseresultater for sum af Ni, Cu og Zn til kvantificering af metalbelastningen inklusive eventuelle resultater under forventede nye udlederkrav.

Ikke anlægsspecifikke metalkoncentrationer i afløb er estimeret som middelværdien for det ene renseanlæg, som overskrider (kobber-, nikkel- og/eller) zinkkravet for salt recipient.

Tabel 4-11 Skønnet belastning af rensetrin fra MBND<sup>+</sup>-anlæg med udledning til salt recipient.

| Rensetrin |        | Anlæg          | Antal | Flow pr. anlæg         | Metal pr. anlæg |
|-----------|--------|----------------|-------|------------------------|-----------------|
| Trin 1    | Trin 2 | Salt recipient |       | [m <sup>3</sup> /time] | [kg/år]         |
| Partikler | Metal  | Renseanlæg 6   | 1     | 1.104                  | 779             |
| Partikler | Metal  | Opskal. til 21 | 1,3   | 385                    | 362             |
| Partikler | Metal  | Opskal. til 90 | 10,0  | 153                    | 108             |
|           |        |                |       | [m <sup>3</sup> /år]   | [kg/år]         |
|           |        | I alt          | 12,3  | 2,753E+07              | 2.219           |

## 5 Virksomheder der udleder til recipient

Miljøstyrelsen har foretaget et udtræk fra Puls databasen over virksomheder der udleder spildevand eller andet forurenende vand direkte til recipient. Det gav data fra 219 "industri anlæg", men der var kun analyse-data fra 75 af disse anlæg.

Dataudtrækket omfatter følgende udledningstyper:

- Afværgepumpning
- Grundvandssænkning
- Industrielt overfladevand
- Industrispildevand
- Kølevand
- Overfladevand
- Perkolat
- Separat overfladevand

Der var analysedata for følgende 13 stoffer, som indgår i denne undersøgelse:

- Aluminum
- Arsen
- Chrom
- Kobber
- Nikkel
- Zink
- Tributyltin (TBT)
- Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)
- Benz(a)anthracen
- Benzo(a)pyren
- Chrysen
- Fluoranthren
- Pyren

Desuden var der enkelte data for PFAS-forbindelser, men PFAS-problematikken er behandlet i en særlig rapport. Der var ingen analysedata for de resterende 13 stoffer, som skal vurderes i denne rapport.

Af de 75 virksomheder, hvor vi har fået analysedata, er der 47 virksomheder med analysedata for tungmetaller og organiske MFS. De resterende 28 virksomheder har kun målinger for COD og PFAS.

I Tabel 5-1 Tabel 5-1 er samlet nøgleoplysninger for de 47 virksomheder.

Tabel 5-1 Industrier der udleder tungmetaller og MFS til recipient.

|                         | Antal virksomheder | Antal måleresultater | Koncentration [ $\mu\text{g/L}$ ] |       |        | Sum Metal | Udlederkrav [ $\mu\text{g/L}$ ] |                |
|-------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|-------|--------|-----------|---------------------------------|----------------|
|                         | Total 47           |                      | Middel                            | Min.  | Max.   | [g/år]    | Fersk recipient                 | Salt recipient |
| <b>Al</b>               | 4                  | 149                  | 169                               | 42    | 465    | 33.326    | ingen                           | ingen          |
| <b>As</b>               | 28                 | 802                  | 4,7                               | 0,300 | 38     | 6.541     | 4,3                             | 6              |
| <b>Cr</b>               | 37                 | 1262                 | 19                                | 0,240 | 498    | 35.243    | 0,3                             | 3              |
| <b>Cu</b>               | 42                 | 1311                 | 11                                | 0,520 | 122    | 22.634    | 1                               | 10             |
| <b>Ni</b>               | 37                 | 1233                 | 13                                | 0,295 | 90     | 24.036    | 2                               | 31             |
| <b>Zn</b>               | 43                 | 1237                 | 387                               | 0,350 | 12.767 | 820.575   | 7,8                             | 78             |
| <b>TBT</b>              | 6                  | 77                   | 0,335                             | 0,001 | 1,11   |           | 0,2                             | 2              |
| <b>Benz(a)anthracen</b> | 8                  | 262                  | 0,022                             | 0,001 | 0,13   |           | 0,0005                          | 0,05           |
| <b>Benzo(a)pyren</b>    | 12                 | 335                  | 0,020                             | 0,001 | 0,13   |           | 0,00017                         | 0,0017         |
| <b>Chrysen</b>          | 7                  | 143                  | 0,036                             | 0,001 | 0,23   |           | 0,0028                          | 0,014          |
| <b>Fluoranthren</b>     | 11                 | 315                  | 0,095                             | 0,002 | 0,56   |           | 0,0063                          | 0,063          |
| <b>Pyren</b>            | 11                 | 303                  | 0,080                             | 0,002 | 0,42   |           | 0,0023                          | 0,023          |
| <b>DEHP</b>             | 2                  | 4                    | 2,550                             | 0,100 | 5,00   |           | 1,3                             | 13             |
| <b>COD, mg/l</b>        | 23                 |                      | 84                                | 10,0  | 440    |           |                                 |                |

Udlederkravene ved udledning til fersk recipient er de vandkvalitetskriterier, som er angivet i MST's datablade. Der er ikke noget opdateret datablad for nikkel, hvor man i stedet anvender et dossier fra EU (January 2023). Udlederkravene ved udledning til salt recipient er 10 gange højere end de vandkvalitetskriterier, der er anført i MST's datablade, da man kan forvente mindst 10 ganges fortynding af spildevandet ved udledning til salt recipient. Det bemærkes, at der ikke er vandkvalitetsskrav for aluminium.

COD er medtaget i tabellen, fordi den har betydning, hvis vandet skal renses i et aktivt kulfilter. COD repræsenterer organisk stof, som kan optages i et kulfilter. De høje COD-koncentrationer svarer til et højt indhold af organisk stof, der vil være helt afgørende for, hvor hurtigt et kulfilter bliver mættet og mister sin affinitet til adsorption af organiske MFS.

Datamaterialet viser, at alle 47 virksomheder har analysedata for et eller flere tungmetaller. 12 af virksomhederne har analysedata for en eller flere PAH-forbindelser, hvoraf kun benzo(a)pyren er analyseret på alle 12 virksomheder. 6 virksomheder har analysedata for TBT. Kun 2 virksomheder har analysedata for DEHP.

Ser vi på udledning af metaller, så udgør zink langt den største totale udledning af tungmetal, medens den totale udledning af chrom, kobber, nikkel og aluminium hver især kun udgør 3-4% af zinkmængden.

Ser vi nærmere på hvilken type recipient, spildevandet udledes til, kan man i Tabel 5-2 se, hvordan de forskellige renseløsninger vil være opdelt på recipient og rensemetode.

Tabel 5-2 Oversigt over renseprocesser for virksomhederne.

| Rensemetoder                        | Antal        |       | Flow [m <sup>3</sup> /år] |           |            | Middel flow          |                        |
|-------------------------------------|--------------|-------|---------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------------|
|                                     | virksomheder |       | Salt                      | Fersk     | Sum        | [m <sup>3</sup> /år] | [m <sup>3</sup> /time] |
| <b>Recipient</b>                    | Salt         | Fersk | Salt                      | Fersk     | Sum        | [m <sup>3</sup> /år] | [m <sup>3</sup> /time] |
| <b>0. Ingen rensning</b>            | 10           | 1     | 2.833.221                 | 123.080   | 2.956.301  | 268.755              | 30,7                   |
| <b>1. Tungmetaller (Cu, Ni, Zn)</b> | 4            | 3     | 910.773                   | 777.384   | 1.688.157  | 241.165              | 27,5                   |
| <b>2. Arsen</b>                     | 2            |       | 71.852                    |           | 71.852     | 35.926               | 4,1                    |
| <b>3. Chrom</b>                     | 3            |       | 117.509                   |           | 117.509    | 39.170               | 4,5                    |
| <b>4. Tungmetal + As</b>            | 1            |       | 74.011                    |           | 74.011     | 74.011               | 8,4                    |
| <b>5. Tungmetal + Cr</b>            | 6            | 4     | 1.409.618                 | 3.949.789 | 5.359.407  | 535.941              | 61,2                   |
| <b>6. Tungmetal + As + Cr</b>       | 1            |       | 800.920                   |           | 800.920    | 800.920              | 91,4                   |
| <b>7. MFS</b>                       | 6            |       | 3.999.345                 |           | 3.999.345  | 666.558              | 76,1                   |
| <b>8. MFS + metal</b>               | 1            |       | 258                       |           | 258        | 258                  | 0,0                    |
| <b>9. MFS + As</b>                  | 1            |       | 51.587                    |           | 51.587     | 51.587               | 5,9                    |
| <b>10. MFS + Cr</b>                 | 2            |       | 166.659                   |           | 166.659    | 83.330               | 9,5                    |
| <b>11. MFS + metal + Cr</b>         | 1            | 1     | 696.647                   | 87.515    | 784.162    | 392.081              | 44,8                   |
| <b>Sum</b>                          | 38           | 9     | 11.132.400                | 4.937.768 | 16.070.168 |                      |                        |

Som det fremgår af Tabel 5-2 udleder 38 virksomheder til salt recipient og 9 virksomheder udleder til fersk recipient. Af de 47 virksomheder er der 11, som ikke har behov for rensning, da middelkoncentrationen af de enkelte stoffer ikke overskrider de anførte udlederkrav. Der er således 36 virksomheder, som skal fjerne et eller flere af de problematiske stoffer før udledning til recipient.

Af 36 virksomheder overskrider 30 af virksomhederne udlederkravene for metaller (As, Cr, Cu, Ni, Zn), og 6 af virksomhederne overskrider kun udlederkravene for organiske MFS. 4 af virksomhederne overskrider både udlederkravene for metaller og organiske MFS.

Tabellen er inddelt således, at virksomheder, der skal anvende de samme rensemetoder, er samlet i en fælles gruppe. Det giver i alt 11 grupper med forskellige renseløsninger. 5 af disse grupper omfatter virksomheder med en relativ stor spildevandsmængde med et middel flow mellem 10 og 100 m<sup>3</sup>/time, mens 6 af grupperne har en forholdsvis lille spildevandsmængde med et middel flow < 10 m<sup>3</sup>/time. Ved de økonomiberegningerne vil der blive lavet en samlet økonomisk beregning for hver af de 11 grupper.

Det fremgår desuden af Tabel 5-2 at de 38 virksomheder sammenlagt udleder 16,1 mio. m<sup>3</sup>/år, hvoraf 11,1 mio. m<sup>3</sup>/år udledes til salt recipient og 4,9 mio. m<sup>3</sup>/år udledes til fersk recipient. Middel flowet er beregnet ud fra de anførte årsvandmængder. I praksis vil vandflowet som regel ikke været konstant hen over døgnet.

## 6 Økonomi for renseanlæggene

I de følgende afsnit præsenteres de estimerede omkostninger for anlæg, vedligehold og drift af de renseløsninger, som der ud fra datamaterialet vurderes at være behov for at tilføje på spildevandsforsyningernes MBND<sup>+</sup>-anlæg.

Omkostningerne opdeles på investering samt årlige omkostninger til vedligehold hhv. drift. Der er ikke estimeret omstillingsomkostninger. Dette skyldes, at der ved overgangen til de nye renseforanstaltninger ikke er teknologi, som åbenlyst skal udfases og dermed "gå til spildevand" som følge af de nye anlæg. Investeringsomkostningerne opgøres som de initiale omkostninger, der er nødvendige for at igangsætte rensningen, og de løbende omkostninger opgøres som de efterfølgende omkostninger til drift og vedligeholdelse af anlæggene.

I den oprindelige undersøgelse forudsattes at alle 289 MBND<sup>+</sup>-anlæg skulle udbygges med et 4 trins såkaldt gennemsnitsanlæg på 250 m<sup>3</sup>/time svarende til den gennemsnitlige spildevandsmængde på de 289 anlæg, dvs. at alle renseanlæg skulle rense for alle stoffer.

Det giver naturligvis ekstra store omkostninger, hvis rensningen på nogle renseanlæg kunne have været undgået eller være begrænset til færre rensetrin. Denne gang indgår kun de renseanlæg, som ud fra de tilgængelige data vurderes at have behov for ekstra rensetrin for at kunne leve op til de forventede nye udlederkrav. Tilsvarende er antallet af rensetrin søgt tilpasset det aktuelle behov. Intentionen er at de økonomiske beregninger kun vedrører etablering og drift af nødvendige renseprocesser. Datagrundlag og tidshorisont er dog så begrænset, at også denne undersøgelse i høj grad må basere sig på generaliseringer, hvor resultater fra nogle få renseanlæg (i alt 6 anlæg hvor man kan have en bestyrket mistanke om kravoverskridelse), proportioneres op til at omfatte alle de 289 MBND<sup>+</sup>-anlæg.

Omkostningerne i det følgende er baseret på at de tilføjede rensetrin etableres med en kapacitet svarende til renseanlæggenes middel flow. Det betyder at anlæggene skal forsynes med en udligningstank til at optage døgnvariationen. Der er i overslagene regnet med en udligningstank med volumen svarende til 6 timers middel flow i tørvejr. Alternativt til udligningstank kan rensetrinnene etableres med større kapacitet, skønsmæssigt svarende til det dobbelte af middel flowet.

Der er indhentet aktuelle kapaciteter og priser for udstyr og forbrugsstoffer ved leverandører.

Tabel 6-1 er en oversigt, som viser genererede data for rensebehov og antal berørte renseanlæg. Renseløsningerne er gennemgået i kapitel 3.

Tabel 6-1 Oversigt over de tre renseskominationer som anvendes for spildevandsforsyningernes renses anlæg.

| Kombineret rensesløsning             | Rensetrin |        |        |        | Antal anlæg     |                | Flow                 |
|--------------------------------------|-----------|--------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------------|
|                                      | Trin 1    | Trin 2 | Trin 3 | Trin 4 | Fersk recipient | Salt recipient | [m <sup>3</sup> /år] |
| <b>1. Tungmetaller</b>               | Partikler | Metal  |        |        | 71,2            | 12,3           | 63.400.000           |
| <b>5. Tungmetal + Cr</b>             | Partikler | Metal  | Cr     |        | 71,2            | 0,0            | 57.400.000           |
| <b>11. MFS + tungmetal + Cr</b>      | Partikler | Metal  | Cr     | MFS    | 35,6            | 0,0            | 63.100.000           |
| <b>Uændret</b>                       |           |        |        |        | 0,0             | 98,7           | 397.000.000          |
| <b>Samlet flow, m<sup>3</sup>/år</b> |           |        |        |        | 156.000.000     | 425.000.000    | 581.000.000          |

## 6.1 Investering

De økonomiske beregninger med udgangspunkt i aktuelle data for de 6 renses anlæg som vurderes at overskride de forventede fremtidige udlederkrav. De prissatte rensesløsninger (løsning 1, 5 og 11, jf. kapitel 3) er tilpasset aktuelle flowdata. Det forudsættes, at rensesløsningerne implementeres som parallelle linjer i de fleste tilfælde med en kapacitet på 150 m<sup>3</sup>/time per linje, ved små anlæg dog 10 m<sup>3</sup>/time eller 100 m<sup>3</sup>/time per linje.

I prissætningen indregnes faste basisomkostninger samt belastningsafhængige omkostninger til nye rensetrin. Desuden inkluderes en udligningstank med 6 timers opholdstid (middel flow). Ved etablering af flere linjer indregnes prisreduktion, hvor det skønnes relevant.

Priserne er eksklusive evt. arealerhvervelse.

Opskalering er foretaget, som beskrevet i kapitel 4.

De estimerede investeringsomkostninger er vist for udledning til fersk recipient i Tabel 6-2 og for salt recipient i Tabel 6-3.

Tabel 6-2 Beregnede investeringsomkostninger for MDND<sup>+</sup>-anlæg med udledning til fersk recipient.

| Renseanlæg      | Antal | Rense-  | Flow                   | Investering |               |              |
|-----------------|-------|---------|------------------------|-------------|---------------|--------------|
| Fersk recipient | anlæg | løsning | [m <sup>3</sup> /time] | [kr./anlæg] | I alt kr.     | I alt kr./år |
| Renseanlæg 1    | 1     | 1       | 1.057                  | 63.794.946  | 63.794.946    | 3.870.697    |
| Renseanlæg 2    | 1     | 1       | 25                     | 5.377.159   | 5.427.159     | 326.254      |
| Opskal. til 15  | 4     | 1       | 255                    | 19.468.495  | 77.873.979    | 4.724.929    |
| Opskal. til 163 | 65,2  | 1       | 30                     | 6.663.884   | 434.485.226   | 26.361.972   |
|                 |       |         |                        |             |               |              |
| Renseanlæg 3    | 1     | 5       | 514                    | 38.649.643  | 38.649.643    | 2.345.030    |
| Renseanlæg 4    | 1     | 5       | 1.221                  | 80.885.582  | 80.885.582    | 4.907.655    |
| Opskal. til 15  | 4     | 5       | 409                    | 30.755.252  | 123.021.006   | 7.464.181    |
| Opskal. til 163 | 65,2  | 5       | 49                     | 9.207.507   | 600.329.487   | 36.424.413   |
|                 |       |         |                        |             |               |              |
| Renseanlæg 5    | 1     | 11      | 1.906                  | 146.190.625 | 146.190.625   | 8.869.975    |
| Opskal. til 15  | 2     | 11      | 897                    | 70.060.376  | 140.120.752   | 8.501.691    |
| Opskal. til 163 | 32,6  | 11      | 107                    | 15.248.653  | 497.106.083   | 30.161.432   |
|                 |       |         | [m <sup>3</sup> /år]   |             |               |              |
| Total           | 178   |         | 1,561E+08              |             | 2.207.834.488 | 133.958.228  |

Note: Det årlige beløb er værdien af den fulde investeringsomkostning, hvis den skulle betales med en fast årlig rate over en levetid på 25 år og med en diskonteringsrente på 3,5%, jf. Finansministeriet: [Nøgletalskatalog - juni 2023 \(fm.dk\)](#).

Tabel 6-3 Beregnede investeringsomkostninger for MDND<sup>+</sup>-anlæg med udledning til marin recipient.

| Renseanlæg     | Antal | Renseløsning | Flow                   | Investering |             |              |
|----------------|-------|--------------|------------------------|-------------|-------------|--------------|
| Salt recipient |       |              | [m <sup>3</sup> /time] | [kr./anlæg] | I alt kr.   | I alt kr./år |
| Renseanlæg 6   | 1     | 1            | 1.104                  | 64.846.592  | 64.846.592  | 3.934.504    |
| Opskal. til 21 | 1,3   | 1            | 385                    | 27.049.538  | 36.066.051  | 2.188.273    |
| Opskal. til 90 | 10,0  | 1            | 153                    | 14.181.194  | 141.811.943 | 8.604.303    |
|                |       |              | [m <sup>3</sup> /år]   |             |             |              |
| Total          | 12,3  |              | 27.530.862             |             | 242.724.587 | 14.727.080   |

Note: Det årlige beløb er værdien af den fulde investeringsomkostning, hvis den skulle betales med en fast årlig rate over en levetid på 25 år og med en diskonteringsrente på 3,5%, jf. Finansministeriet: [Nøgletalskatalog - juni 2023 \(fm.dk\)](#).

## 6.2 Vedligehold

Omkostningerne til vedligehold er beregnet som 5% af investeringen og vist i følgende Tabel 6-4 og Tabel 6-5.

Tabel 6-4 Beregnede vedligeholdelsesomkostninger for renseanlæg med udledning til fersk recipient

| Renseanlæg      | Antal anlæg | Rense-løsning | Flow                   | Vedligehold    |             |                 |
|-----------------|-------------|---------------|------------------------|----------------|-------------|-----------------|
| Fersk recipient |             |               | [m <sup>3</sup> /time] | Kr./[anlæg*år] | [kr./år]    | Kr. i alt (NPV) |
| Renseanlæg 1    | 1           | 1             | 1.057                  | 3.189.747      | 3.189.747   | 52.571.867      |
| Renseanlæg 2    | 1           | 1             | 25                     | 268.858        | 268.858     | 4.431.186       |
| Opskal. til 15  | 4           | 1             | 255                    | 973.425        | 3.893.699   | 64.174.056      |
| Opskal. til 163 | 65,2        | 1             | 30                     | 333.194        | 21.724.261  | 358.048.730     |
|                 |             |               |                        |                |             |                 |
| Renseanlæg 3    | 1           | 5             | 514                    | 1.932.482      | 1.932.482   | 31.850.233      |
| Renseanlæg 4    | 1           | 5             | 1.221                  | 4.044.279      | 4.044.279   | 66.655.845      |
| Opskal. til 15  | 4           | 5             | 409                    | 1.537.763      | 6.151.050   | 101.378.625     |
| Opskal. til 163 | 65,2        | 5             | 49                     | 460.375        | 30.016.474  | 494.716.960     |
|                 |             |               |                        |                |             |                 |
| Renseanlæg 5    | 1           | 11            | 1.906                  | 7.309.531      | 7.309.531   | 120.472.146     |
| Opskal. til 15  | 2           | 11            | 897                    | 3.503.019      | 7.006.038   | 115.470.111     |
| Opskal. til 163 | 32,6        | 11            | 107                    | 762.433        | 24.855.304  | 409.653.058     |
|                 |             |               | [m <sup>3</sup> /år]   |                |             |                 |
| Total           | 178         |               | 1,561E+08              |                | 110.391.724 | 1.819.422.816   |

Note: Værdien af det samlede beløb (NPV) er beregnet som nettonutidsværdien af de årlige vedligeholdelsesomkostninger over 25 år og med en diskonteringsrente på 3,5%, jf. Finansministeriet: [Nøg-letalskatalog - juni 2023 \(fm.dk\)](#).

Tabel 6-5 Beregnede vedligeholdelsesomkostninger for renseanlæg med udledning til marin recipient

| Renseanlæg     | Antal anlæg | Renseløsning | Flow                   | Vedligehold      |            |                   |
|----------------|-------------|--------------|------------------------|------------------|------------|-------------------|
| Salt recipient |             |              | [m <sup>3</sup> /time] | [kr./[anlæg*år]] | [kr./år]   | [kr. i alt (NPV)] |
| Renseanlæg 6   | 1           | 1            | 1.104                  | 3.242.330        | 3.242.330  | 53.438.503        |
| Opskal. til 21 | 1,3         | 1            | 385                    | 1.352.477        | 1.803.303  | 29.721.158        |
| Opskal. til 90 | 10,0        | 1            | 153                    | 709.060          | 7.090.597  | 116.863.781       |
|                |             |              | [m <sup>3</sup> /år]   |                  |            |                   |
| Total          | 12,3        |              | 27.530.862             |                  | 12.136.229 | 200.023.441       |

Note: Værdien af det samlede beløb (NPV) er beregnet som nettonutidsværdien af de årlige vedligeholdelsesomkostninger over 25 år og med en diskonteringsrente på 3,5%, jf. Finansministeriet: [Nøg-letalskatalog - juni 2023 \(fm.dk\)](#).

## 6.3 Drift

De beregnede driftsudgifter indeholder udgifter til strøm, ionbyttermateriale (IX-TP207), adsorbent, aktivt kul og daglig pasning. Bortskaffelse af de nævnte forbrugsstoffer er inkluderet.

Strømforbrug og mængden af forbrugsstoffer beregnet ud fra flowdata og analyser af omkostningsrelevante stoffer (kobber, zink, nikkel, chrom(III) og COD i udledt spildevand).

De estimerede investeringsomkostninger er vist for udledning til fersk recipient i Tabel 6-6 og for salt recipient i Tabel 6-7.

Tabel 6-6 Beregnede deldriftsomkostninger for MDND<sup>+</sup>-anlæg med udledning til fersk recipient.

| Renseanlæg      | antal | EI        | IX-TP207  | Adsorbent          | Kul        | Pasning mv. |
|-----------------|-------|-----------|-----------|--------------------|------------|-------------|
| Fersk recipient |       |           |           | [kr./((år*anlæg))] |            |             |
| Renseanlæg 1    | 1     | 528.415   | 1.264.705 |                    |            | 60.000      |
| Renseanlæg 2    | 1     | 12.563    | 103.192   |                    |            | 60.000      |
| Opskal. til 15  | 4     | 127.349   | 593.038   |                    |            | 60.000      |
| Opskal. til 163 | 65,2  | 15.245    | 70.991    |                    |            | 60.000      |
| Renseanlæg 3    | 1     | 359.902   | 703.188   | 55.085             |            | 90.000      |
| Renseanlæg 4    | 1     | 854.890   | 1.959.980 | 122.376            |            | 90.000      |
| Opskal. til 15  | 4     | 285.967   | 951.209   | 90.990             |            | 90.000      |
| Opskal. til 163 | 65,2  | 34.233    | 113.867   | 10.892             |            | 90.000      |
| Renseanlæg 5    | 1     | 2.096.392 | 3.417.279 | 612.721            | 20.225.503 | 120.000     |
| Opskal. til 15  | 2     | 986.999   | 2.089.210 | 199.847            | 13.945.764 | 120.000     |
| Opskal. til 163 | 32,6  | 118.152   | 250.095   | 23.923             | 1.669.421  | 120.000     |
| Total           | 178   |           |           |                    |            |             |

Tabel 6-7 Beregnede samlede driftsomkostninger for MDND<sup>+</sup>-anlæg med udledning til fersk recipient.

| Renseanlæg      | Drift              |             |                   |
|-----------------|--------------------|-------------|-------------------|
| Fersk recipient | [kr./((år*anlæg))] | [kr./år]    | [kr. i alt (NPV)] |
| Renseanlæg 1    | 1.853.120          | 1.853.120   | 30.542.229        |
| Renseanlæg 2    | 175.755            | 175.755     | 2.896.712         |
| Opskal. til 15  | 780.387            | 3.121.546   | 51.447.811        |
| Opskal. til 163 | 146.236            | 9.534.594   | 157.144.545       |
| Renseanlæg 3    | 1.208.174          | 1.208.174   | 19.912.542        |
| Renseanlæg 4    | 3.027.246          | 3.027.246   | 49.893.594        |
| Opskal. til 15  | 1.418.166          | 5.672.663   | 93.494.080        |
| Opskal. til 163 | 248.992            | 16.234.291  | 267.565.697       |
| Renseanlæg 5    | 26.471.894         | 26.471.894  | 436.296.909       |
| Opskal. til 15  | 17.341.820         | 34.683.641  | 571.638.928       |
| Opskal. til 163 | 2.181.591          | 71.119.873  | 1.172.163.221     |
| Total           |                    | 173.102.797 | 2.852.996.267     |

Note: Værdien af det samlede beløb (NPV) er beregnet som nettonutidsværdien af de årlige driftsomkostninger over 25 år og med en diskonteringsrente på 3,5%, jf. Finansministeriet: [Nøgletalskatalog - juni 2023 \(fm.dk\)](https://cowi.sharepoint.com/sites/A253630-project/Shared Documents/60-WorkInProgress/10-Documents/Delopgave_2_Forbudet_beregningsgrundlag/V3_Rapport_Delopgave_2_og_3_dec_2023.docx).

Tabel 6-8 Beregnede deldriftsomkostninger for MDND<sup>+</sup>-anlæg med udledning til marin recipient.

| Renseanlæg     | Antal | EI      | IX-TP207           | Pasning mv. |
|----------------|-------|---------|--------------------|-------------|
| Salt recipient |       |         | [kr./((år*anlæg))] |             |
| Renseanlæg 6   | 1     | 552.248 | 6.112.502          | 60.000      |
| Opskal. til 21 | 1,3   | 192.395 | 2.839.339          | 60.000      |
| Opskal. til 90 | 10,0  | 46.507  | 8.441.004          | 60.000      |
| Total          | 12,3  |         |                    |             |

Tabel 6-9 Beregnede samlede driftsomkostninger for MDND<sup>+</sup>-anlæg med udledning til marin recipient.

| Renseanlæg     |                    | Drift      |                   |
|----------------|--------------------|------------|-------------------|
| Salt recipient | [kr./((år*anlæg))] | [kr./år]   | [kr. i alt (NPV)] |
| Renseanlæg 6   | 6.724.750          | 6.724.750  | 110.834.068       |
| Opskal. til 21 | 2.381.899          | 3.175.866  | 52.343.074        |
| Opskal. til 90 | 953.606            | 9.836.323  | 162.117.498       |
| Total          |                    | 19.736.939 | 325.294.640       |

Note: Værdien af det samlede beløb (NPV) er beregnet som nettonutidsværdien af de årlige driftsomkostninger over 25 år og med en diskonteringsrente på 3,5%, jf. Finansministeriet: [Nøgletalskatalog - juni 2023 \(fm.dk\)](#).

## 6.4 Opsummering

I Tabel 6-10 Tabel 6-10 nedenfor er de økonomiske hovedtal opsummeret.

Tabel 6-10 Samlede omkostninger

| Investering [kr]       |             |               |
|------------------------|-------------|---------------|
| Fersk                  | Salt        | I alt         |
| 2.207.834.488          | 242.724.587 | 2.450.559.074 |
| Investering [kr/år]    |             |               |
| Fersk                  | Salt        | I alt         |
| 133.958.228            | 14.727.080  | 148.685.308   |
| Vedligehold [kr (NPV)] |             |               |
| Fersk                  | Salt        | I alt         |
| 1.819.422.816          | 200.023.441 | 2.019.446.257 |
| Vedligehold [kr/år]    |             |               |
| Fersk                  | Salt        | I alt         |
| 110.391.724            | 12.136.229  | 122.527.954   |
| Drift [kr (NPV)]       |             |               |
| Fersk                  | Salt        | I alt         |
| 2.852.996.267          | 325.294.640 | 3.178.290.907 |
| Drift [kr/år]          |             |               |
| Fersk                  | Salt        | I alt         |
| 173.102.797            | 19.736.939  | 192.839.735   |

## 6.5 Modulanlæg

Med henblik på justering af omkostninger til ændret rensesbehov eller forbedret datagrundlag er der i de følgende afsnit skønnet priser for rensesmoduler for de 11 renseløsninger. Hver rensesmodul indeholder de rensesettrin som udgør den samlede renseløsning.

Antallet af moduler findes ud fra spildevandsflow ( $m^3/\text{time}$ ).

### 6.5.1 Investering

Investeringsomfanget er vist per modul for de 11 renseløsninger i nedenstående Tabel 6-11. Etablering af udligningstank er ikke inkluderet i investeringsomkostningerne men beregnes separat jf. afsnit 6.5.3.

Tabel 6-11 Investeringsomkostninger per modul

| Investering                            | Kr. per modul |           |           |
|----------------------------------------|---------------|-----------|-----------|
| Modulstørrelse, [m <sup>3</sup> /time] | 10            | 100       | 150       |
| 1. Tungmetal                           | 1.973.249     | 6.358.970 | 6.886.470 |
| 2. Arsen                               | 1.915.759     | 5.327.570 | 5.412.570 |
| 3. Chrom                               | 1.846.560     | 6.122.890 | 6.197.890 |
| 4. Tungmetal + As                      | 2.233.249     | 6.593.970 | 7.131.470 |
| 5. Tungmetal + Cr                      | 2.164.050     | 7.389.290 | 7.916.790 |
| 6. Tungmetal + As + Cr                 | 2.424.050     | 7.624.290 | 8.161.790 |
| 7. MFS                                 | 1.950.001     | 6.811.390 | 7.198.640 |
| 8. MFS + tungmetal                     | 2.267.491     | 8.077.790 | 8.917.540 |
| 9. MFS + As                            | 2.210.001     | 7.046.390 | 7.443.640 |
| 10. MFS + Cr                           | 2.140.802     | 7.841.710 | 8.228.960 |
| 11. MFS + tungmetal + Cr               | 2.458.292     | 9.108.110 | 9.947.860 |

## 6.5.2 Vedligehold

Vedligehold vurderes til 5% af investeringsomkostningen, se Tabel 6-12 Tabel 6-11.

Tabel 6-12 Vedligeholdelsesomkostninger per modul

| Vedligehold                            | Kr./år per modul |         |         |
|----------------------------------------|------------------|---------|---------|
| Modulstørrelse, [m <sup>3</sup> /time] | 10               | 100     | 150     |
| 1. Tungmetal                           | 98.662           | 317.948 | 344.323 |
| 2. Arsen                               | 95.788           | 266.378 | 270.628 |
| 3. Chrom                               | 92.328           | 306.144 | 309.894 |
| 4. Tungmetal + As                      | 111.662          | 329.698 | 356.573 |
| 5. Tungmetal + Cr                      | 108.203          | 369.464 | 395.839 |
| 6. Tungmetal + As + Cr                 | 121.203          | 381.214 | 408.089 |
| 7. MFS                                 | 97.500           | 340.569 | 359.932 |
| 8. MFS + tungmetal                     | 113.375          | 403.889 | 445.877 |
| 9. MFS + As                            | 110.500          | 352.319 | 372.182 |
| 10. MFS + Cr                           | 107.040          | 392.085 | 411.448 |
| 11. MFS + tungmetal + Cr               | 122.915          | 455.405 | 497.393 |

## 6.5.3 Udligningstanke

I den følgende Tabel 6-13 er vist anlægs- og investeringsomkostninger for udligningsvolumen som funktion af det gennemsnitlige timeflow. Der ikke regnet med driftsomkostninger, idet pumpefunktionen er indeholdt i modulets 1. rensetrin.

Tabel 6-13 Investerings- og vedligeholdelsesomkostninger

| Flow                   | Udlign. vol.      | Investering | Vedligehold |
|------------------------|-------------------|-------------|-------------|
| [m <sup>3</sup> /time] | [m <sup>3</sup> ] | [kr.]       | [kr./år]    |
| 10                     | 60                | 555.615     | 27.781      |
| 100                    | 600               | 3.843.915   | 192.196     |
| 150                    | 900               | 5.403.690   | 270.184     |
| 500                    | 3.000             | 14.856.228  | 742.811     |
| 1.000                  | 6.000             | 26.593.392  | 1.329.670   |
| 5.000                  | 30.000            | 102.779.984 | 5.138.999   |

## 6.5.4 Drift

Mængden af forbrugsstoffer er fundet under forudsætning af at det behandlede spildevand er sammensat som et gennemsnit af de aktuelle anlæg som over-skrider de forventede nye udlederkrav. Dog er COD beregnet som gennemsnit af udledte koncentrationer i undersøgelsens datagrundlag for alle 36 MBND<sup>+</sup>-anlæg.

Det skal bemærkes, at driftsomkostningerne for renseanlæg med udledning til salt recipient er betydeligt højere end for renseanlæg med udledning til fersk recipient. Det skyldes, at krav til udledning til salt recipient generelt er noget mere lempelige end kravene til udledning til fersk recipient. Renseanlæg, som overskrider kravene til salt recipient, vil derfor have en højere koncentration af problemstoffer, end det er tilfældet for de anlæg, som overskrider kravet til fersk recipient. Renseanlæg med udledning til salt recipient vil derfor have større udgifter til renseaktive materialer (fældningskemikalium, harpiks, adsorbent og kul). Driftsomkostningerne i Tabel 6-14 gælder for et gennemsnitsanlæg på tværs af recipienter og vil være for lave, hvis de bruges på specifikke anlæg med udledning til salt recipient.

Tabel 6-14 Drift- og vedligeholdelsesomkostninger for et modul på 150 m<sup>3</sup>/time. Bemærk at vedligeholdelse ("Service") er inkluderet i "Sum".

| Driftsudgifter for et resem modul (flow = 150 m <sup>3</sup> /time), kr./år per modul |         |         |         |         |           |          |           |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|----------|-----------|-----------|
|                                                                                       | Pasning | El      | Service | PIX 111 | Kul       | IX TP207 | Adsorbent | Sum       |
| 1. Tungmetal                                                                          | 60.000  | 75.000  | 344.323 | 0       | 0         | 395.962  | 0         | 875.286   |
| 2. Arsen                                                                              | 60.000  | 75.000  | 270.628 | 502.638 | 0         | 0        | 0         | 908.266   |
| 3. Chrom                                                                              | 60.000  | 75.000  | 309.894 | 0       | 0         | 0        | 33.181    | 478.075   |
| 4. Tungmetal + As                                                                     | 90.000  | 105.000 | 356.573 | 502.638 | 0         | 395.962  | 0         | 1.450.174 |
| 5. Tungmetal + Cr                                                                     | 90.000  | 105.000 | 395.839 | 0       | 0         | 395.962  | 33.181    | 1.019.982 |
| 6. Tungmetal + As + Cr                                                                | 120.000 | 135.000 | 408.089 | 502.638 | 0         | 395.962  | 33.181    | 1.594.870 |
| 7. MFS                                                                                | 60.000  | 75.000  | 359.932 | 0       | 2.135.339 | 0        | 0         | 2.630.271 |
| 8. MFS + tungmetal                                                                    | 90.000  | 105.000 | 445.877 | 0       | 2.135.339 | 0        | 0         | 2.776.216 |
| 9. MFS + arsen                                                                        | 90.000  | 105.000 | 372.182 | 502.638 | 2.135.339 | 0        | 0         | 3.205.159 |
| 10. MFS + chrom                                                                       | 90.000  | 105.000 | 411.448 | 0       | 2.135.339 | 0        | 33.181    | 2.774.968 |
| 11. MFS + tungmetal + Cr                                                              | 120.000 | 165.000 | 497.393 | 0       | 2.135.339 | 395.962  | 33.181    | 3.346.875 |

## 7 Økonomi for virksomheder

I Tabel 5-2 er vist en oversigt over de 47 virksomheder, der har indberettet data til PULS for de stoffer, som er udvalgt til undersøgelse i denne rapport. Af de 47 virksomheder er der 11, som ikke overskrider de recipientkvalitetskrav, som er lagt til grund i denne undersøgelse. Disse virksomheder har derfor ikke behov for rensning før udledning til recipient. De resterende 36 virksomheder overskrider et eller flere recipientkvalitetskrav. Recipientkravene kan være forskellige for de enkelte stoffer afhængig af, om der udledes til fersk eller salt recipient.

Af datamaterialet fremgår det:

1. At 22 virksomheder overskrider udlederkravene for et eller flere af metallerne kobber, nikkel og zink
2. At 10 virksomheder overskrider udlederkravet for arsen
3. At 18 virksomheder overskrider udlederkravet for chrom
4. At 12 virksomheder overskrider udlederkravene for et eller flere organiske MFS

En virksomhed kan overskride en eller flere af udlederkravene for ovenstående fire stofkategorier. Renseløsningen for den enkelte virksomhed afhænger af hvilke kategorier, der overskrides. I Tabel 7-1 er vist en oversigt over de 11 forskellige renseløsninger, der skal anvendes af de 36 virksomheder, der overskrider udlederkravene. Det gennemsnitlige vandflow pr. virksomhed er beregnet i m<sup>3</sup>/år og m<sup>3</sup>/time. Time flowet er beregnet under forudsætning af kontinuerlig udledning af spildevandet hele året (8760 timer/år). Som det fremgår, er nogle renseløsninger mere almindelige end andre.

Der er 7 virksomheder, der kun skal rense for tungmetaller (Cu, Ni, Zn). Der er 10 virksomheder, der skal rense for både tungmetaller (Cu, Ni, Zn) og chrom. Der er 6 virksomheder, der kun skal rense for organiske MFS. For de 8 øvrige renseløsninger er der kun én eller to virksomheder i hver gruppe.

Tabel 7-1 Oversigt over virksomheder og spildevandsrensning med de 11 udvalgte rensesmetoder.

| Renseløsning           | Virksomheder<br>[Antal] | Flow pr. virksomhed,<br>m <sup>3</sup> /år |                  | Middel<br>flow<br>[m <sup>3</sup> /time] |
|------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|------------------|------------------------------------------|
|                        |                         | [Sum]                                      | [Pr. virksomhed] |                                          |
| 1. Tungmetal           | 7                       | 1.688.157                                  | 241.165          | 27,5                                     |
| 2. Arsen               | 2                       | 71.852                                     | 35.926           | 4,1                                      |
| 3. Chrom               | 3                       | 117.509                                    | 39.170           | 4,5                                      |
| 4. Tungmetal + As      | 1                       | 74.011                                     | 74.011           | 8,4                                      |
| 5. Tungmetal + Cr      | 10                      | 5.359.407                                  | 535.941          | 61,2                                     |
| 6. Tungmetal + As + Cr | 1                       | 800.920                                    | 800.920          | 91,4                                     |
| 7. MFS                 | 6                       | 3.999.345                                  | 666.558          | 76,1                                     |
| 8. MFS + metal         | 1                       | 258                                        | 258              | 0,0                                      |
| 9. MFS + As            | 1                       | 51.587                                     | 51.587           | 5,9                                      |
| 10. MFS + Cr           | 2                       | 166.659                                    | 83.330           | 9,5                                      |
| 11. MFS + metal + Cr   | 2                       | 784.162                                    | 392.081          | 44,8                                     |
| Sum                    | 36                      | 13.113.867                                 |                  |                                          |

Ved den oprindelige undersøgelse i 2020 blev det forudsat, at alle virksomheder skulle rense for alle de 12 stoffer, som blev undersøgt dengang. Det giver naturligvis ekstra store omkostninger, hvis rensningen på nogle virksomheder kunne have været undgået eller være begrænset til færre rensestrin. Denne gang er de virksomheder, der ikke overskrider udlederkravene, blevet frasorteret fra start, så de ikke indgår i beregninger. Herefter bliver de økonomiske beregningen kun lavet for de nødvendige rensprocesser.

De økonomiske beregninger laves for hver af de 11 forskellige renseløsninger, hvoraf som nævnt løsning 1, 5 og 11 er de mest almindelige og omfatter 6-11 virksomheder i hver gruppe. Ved beregninger findes størrelsen (vandflowet) for en gennemsnitsvirksomhed i gruppen. Investeringen kendes for et anlæg, med en kapacitet på 10 m<sup>3</sup>/time samt for en kapacitet på 100 m<sup>3</sup>/time. Investeringen for en gennemsnitsvirksomhed findes ved lineær interpolation i forhold til gennemsnitsflowet. De små anlæg er forholdsvis dyrere i investering end de store. Da gennemsnitsanlægget er større end de små anlæg men mindre end de store anlæg vurderes det, at denne metode giver et resultat med rimelig god nøjagtighed for gruppen, da der er fejl i begge retninger i forhold til at beregne investeringerne for de enkelte anlæg.

Det ville have krævet en betydelige større indsats at beregne en mere præcis økonomi for hver enkelt virksomhed, og det er ikke planlagt i dette projekt. Der tages heller ikke hensyn til, om virksomhederne i forvejen har en eller anden form for rensning, så de ekstra rensestrin kunne være mere simple end i den benyttede model. Det ville imidlertid kræve en nøjagtig gennemgang af hver enkelt virksomhed, hvilket ligger uden for de aftalte rammer i projektet.

Tabel 7-2      Oversigt over middel flow for de 11 grupper

| Antal virksomheder     |    | Flow                     |                          |
|------------------------|----|--------------------------|--------------------------|
| Renseløsning           |    | Middel flow<br>[m³/time] | Design flow<br>[m³/time] |
| 1. Tungmetal           | 7  | 27,5                     | 27,5                     |
| 2. Arsen               | 2  | 4,1                      | 10,0                     |
| 3. Chrom               | 3  | 4,5                      | 10,0                     |
| 4. Tungmetal + As      | 1  | 8,4                      | 10,0                     |
| 5. Tungmetal + Cr      | 10 | 61,2                     | 61,2                     |
| 6. Tungmetal + As + Cr | 1  | 91,4                     | 91,4                     |
| 7. MFS                 | 6  | 76,1                     | 76,1                     |
| 8. MFS + metal         | 1  | 0,1                      | 10,0                     |
| 9. MFS + As            | 1  | 5,9                      | 10,0                     |
| 10. MFS + Cr           | 2  | 9,5                      | 10,0                     |
| 11. MFS + metal + Cr   | 2  | 44,8                     | 44,8                     |
| Sum                    | 36 |                          |                          |

Tabel 7-3      Oversigt over investering pr. virksomhed og pr. gruppe.

| Renseløsning           | Investering                                 |                  |                            |
|------------------------|---------------------------------------------|------------------|----------------------------|
|                        | Pr. anlæg [kr.<br>pr. m <sup>3</sup> /time] | Alle anlæg [kr.] | Alle anlæg [kr.<br>pr. år] |
| 1. Tungmetal           | 171.276                                     | 33.006.911       | 2.002.662                  |
| 2. Arsen               | 191.576                                     | 3.831.518        | 232.474                    |
| 3. Chrom               | 184.656                                     | 5.539.680        | 336.115                    |
| 4. Tungmetal + As      | 223.325                                     | 2.233.249        | 135.500                    |
| 5. Tungmetal + Cr      | 135.362                                     | 82.815.325       | 5.024.740                  |
| 6. Tungmetal + As + Cr | 92.067                                      | 8.417.583        | 510.729                    |
| 7. MFS                 | 101.822                                     | 46.486.394       | 2.820.517                  |
| 8. MFS + metal         | 226.749                                     | 2.267.491        | 137.578                    |
| 9. MFS + As            | 221.000                                     | 2.210.001        | 134.090                    |
| 10. MFS + Cr           | 214.080                                     | 4.281.605        | 259.782                    |
| 11. MFS + metal + Cr   | 186.065                                     | 16.655.859       | 1.010.578                  |
| Sum                    |                                             | 207.745.616      | 12.604.765                 |

Note: Det årlige beløb er værdien af den fulde investeringsomkostning, hvis den skulle betales med en fast årlig rate over en levetid på 25 år og med en diskonteringsrente på 3,5%, jf. Finansministeriet: [Nøgletalskatalog - juni 2023 \(fm.dk\)](#).

I Tabel 7-2 er vist middel flow pr. virksomhed for de 11 grupper af virksomheder. Der er desuden vist et design flow, som er det samme som middel flowet, hvis flowet er større end 10 m<sup>3</sup>/time. Hvis middel flowet er mindre end 10 m<sup>3</sup>/time, bliver design flowet sat til 10 m<sup>3</sup>/time, som er det mindste renseanlæg, der etableres ved disse beregninger. Den højeste investering (pr. m<sup>3</sup>/time) er ikke overraskende løsning 11, som indeholder 4 rensetrin men et forholdsvis lavt flow. Her er investeringen for en kapacitet pr. m<sup>3</sup>/time på 245.829 kr. Den samlede investering for de 36 virksomheder er 140,7 mio. kr.

Når man ved, hvor meget forurening, der skal fjernes for gennemsnitsvirksomheden, kan driftsudgifterne beregnes. Der opereres med følge driftsudgifter:

- 4 Pasning og tilsyn er en fast udgift for hver af de 11 renseløsninger
- 5 El-udgifterne afhænger af flow og antal rensprocesser
- 6 Service og vedligehold: Sættes til 5% af investeringen

- 7 Forbrug af PIX 111 til arsenfjernelse afhænger af flowet. Der er regnet med en dosering af jern på 10 mg/l tilsat som ferrichlorid.
- 8 Forbrug aktivt kul afhænger af vandets indhold af COD (organisk stof) og flowet. Der er regnet med en COD-koncentration på 100 mg/l i alt vand.
- 9 Forbrug af TP207 (IX-harpiks) afhænger af flow og metalindholdet i vandet. Der er regnet med en tilbageholdelse af alt Cu, Ni og Zn
- 10 Forbrug af adsorbent afhænger af flow og chromindholdet i vandet. Der er regnet med en tilbageholdelse af alt chrom.

Ud fra disse oplysninger er de aktuelle årlige driftsudgifter udregnet for hver af de 11 grupper af virksomheder, der skal have samme renseproces. Resultaterne fremgår af Tabel 7.3. De samlede driftsudgifter for de 36 virksomheder er 52,4 mio. kr. pr. år, hvilket udgør ca. 37% af investeringen. Det fremgår også, at udgifterne til aktivt kul er langt den største driftsudgift, og den udgør 66,7% af de samlede driftsudgifter.

*Tabel 7-4 Drifts- og vedligeholdelsesudgifter for de 36 virksomheder opdelt på grupper for de 11 renseløsninger.*

| Renseløsning                      | Kroner pr. år |         |            |         |            |           |           | Kr. i alt  |             |
|-----------------------------------|---------------|---------|------------|---------|------------|-----------|-----------|------------|-------------|
|                                   | Pasning       | El      | Service    | PIX 111 | Kul        | IX TP 207 | Adsorb.   | Sum        | Sum, NPV    |
| <b>1.Tungmetal</b>                | 420,000       | 93,850  | 1,650,346  | 0       | 0          | 181,814   | 0         | 2.346.009  | 38.665.784  |
| <b>2.Arsen</b>                    | 120,000       | 27,530  | 191,576    | 184,504 | 0          | 0         | 0         | 523.610    | 8.629.881   |
| <b>3.Chrom</b>                    | 180,000       | 15,000  | 276,984    | 0       | 0          | 0         | 19,565    | 491.549    | 8.101.469   |
| <b>4.Tungmetal + As</b>           | 90,000        | 7,000   | 111,662    | 7,730   | 0          | 166,381   | 0         | 382.773    | 6.308.683   |
| <b>5.Tungmetal + Cr</b>           | 900,000       | 70,000  | 4,140,766  | 0       | 0          | 5,401,499 | 994,846   | 11.507.111 | 189.654.615 |
| <b>6. Tungmetal + As + Cr</b>     | 120,000       | 55,062  | 420,879    | 205,011 | 0          | 336,867   | 11,552    | 1.149.372  | 18.943.384  |
| <b>7.MFS</b>                      | 360,000       | 274,288 | 2,324,320  | 0       | 28,833,120 | 0         | 0         | 31.791.727 | 523.975.819 |
| <b>8.MFS + tungmetal</b>          | 90,000        | 53,264  | 113,375    | 0       | 3,999,345  | 0         | 0         | 4.255.983  | 70.145.051  |
| <b>9.MFS + arsen</b>              | 90,000        | 7,000   | 110,500    | 99      | 1,548      | 0         | 0         | 209.147    | 3.447.055   |
| <b>10.MFS + Chrom</b>             | 180,000       | 14,000  | 214,080    | 0       | 619,044    | 0         | 16,572    | 1.043.696  | 17.201.698  |
| <b>11.MFS + tungmetal + Chrom</b> | 240,000       | 22,000  | 832,793    | 0       | 999,954    | 80,792    | 37,199    | 2.212.738  | 36.469.275  |
| <b>Sum</b>                        | 2,790,000     | 638,994 | 10,387,281 | 397,343 | 34,453,011 | 6,167,353 | 1,079,734 | 55.913.715 | 921.542.714 |

Note: Værdien af det samlede beløb (NPV) er beregnet som nettonutidsværdien af de årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger over 25 år og med en diskonteringsrente på 3,5%, jf. Finansministeriet: [Nogletskatalog - juni 2023 \(fm.dk\)](https://nogletskatalog.dk).

## 8 Konklusion

Et hovedformål med denne opgave er at vurdere, hvor mange renseanlæg og virksomheder, der ikke kan overholde de forventede nye krav, og som derfor må investere i yderligere rensning samt omkostninger hertil.

Det foreliggende datagrundlag er spinkelt og ikke målrettet mod formålet med dette projekt. For spildevandsforsyningernes renseanlæg er der generelt få analyser for MFS mens metaller er lidt bedre belyst. Flere analyseresultater er uden værdiangivelse men oplyst til at være mindre end detektionsgrænsen, som i mange tilfælde er højere end de forventede nye udlederkrav. I disse tilfælde kan det ikke vurderes om det udledte spildevand lever op til eventuelle nye krav eller har behov for yderligere rensning. Dette forhold indskrænker yderligere anvendeligheden af de analysedata, som er stillet til rådighed.

De estimerede totale omkostninger for 289 MBND<sup>+</sup>-renseanlæg er baseret på et meget begrænset antal anvendelige analyseresultater for få og forskellige stoffer og fra kun 14 renseanlæg. De totale omkostningsestimater for de 289 renseanlæg er derfor behæftet med betydelig usikkerhed.

Med henblik på at forbedre datagrundlaget, bør det overvejes at iværksætte et prøvetagnings- og analyseprogram. Det er vigtigt, at analysemetoder og detektionsgrænser er i overensstemmelse med VKK og forventede udlederkrav,

De foreslåede rensemetoder er de samme for spildevandsforsyningernes renseanlæg og for industriens renseanlæg. Der opereres med følgende rensemetoder: Sandfilter til fjernelse af partikler, fældning af arsen med jernsalt, selektiv ionbytning af metaller (Zn, Cu, Ni), adsorption af chrom på en jernoxid adsorbent samt aktiv kulfiltrering af organiske MFS.

Sandfiltre anvendes allerede i dag på flere renseanlæg. Fældning af arsen anvendes i praksis på grundvand og industrispildevand. Selektiv ionbytning anvendes ofte til efterrensning af industrispildevand efter kemisk fældning. Jernoxid adsorbenter kan ifølge udenlandske erfaringer og flere danske laboratorieforsøg fjerne chrom i spildevand ganske effektivt.

Alt i alt er det kendte rensemetoder, der næsten alle har været afprøvet på danske industrirensesanlæg. På spildevandsforsyningernes renseanlæg har man imidlertid kun praktiske erfaringer med sandfiltre. Der er dog en forventning om, at alle metoder kan benyttes på renseanlæggene, men effektiviteten er naturligvis lidt usikker. Der er en forventning om, at de organiske MFS kan fjernes i et kulfilter. Det har været prøvet i anden sammenhæng, og der er beskrevet i litteraturen. For nogle af stofferne er det usikkert, om stofferne kan fjernes så effektivt, at det rensede vand vil kunne overholde udlederkravene, hvis de er meget lave. Det gælder f.eks. PAH-forbindelserne og TBT. Der er også usikkerhed om, hvor vidt TCA og TFA kan fjernes så godt i et kulfilter, at vandet efter rensning kan overholde udlederkravene.

De fremsendte PULS-data fra Miljøstyrelsen antyder, at der for renseanlæg er behov for tre rensekombinationer. I praksis vil der nok være behov for en mere nuanceret rensepalette.

Der er ikke medtaget mulige alternativer til renseløsninger f.eks. flytning af udledning fra fersk til marin recipient, substitution af problemstoffer og generelt ændret adfærd. Hvis der er et eller flere stoffer, der overskrider udlederkravene for et givet renseanlæg, kan man måske reducere tilledningen af disse stoffer til renseanlægget ved at stramme grænseværdierne i tilslutningstilladelserne for de store kilder. På den måde kan et renseanlæg måske undgå at rense for et eller flere stoffer og derved reducere omkostninger helt eller delvis ved efterrensning på renseanlægget.

Mange virksomheder har allerede et renseanlæg, og hvis de i dag overskrider udlederkravene, kan det måske løses med en simplere ekstra renseproces, som er billigere, end de renseløsninger, som anvendes i denne rapport. I mange tilfælde kan virksomheder måske ligefrem reducere mængden af problematiske stoffer i spildevandet gennem omlægninger i produktionen eller ved substitution af kemikalier. Denne vurdering kræver nøjere indsigt i de enkelte virksomheder, og det ligger uden for arbejdet i denne rapport.

Der er ikke foretaget en vurdering af forventet udvikling i renseanlæggenes spildevandssammensætning. Udfasning af problemstoffer må formodes at lede til en lavere belastning og mindre behov for efterrensning.

Konsekvenser af eksisterende efterpoleringstrin er ikke vurderet, f.eks. 1) omkostningsreduktion for eksisterende sandfiltre og membranfiltre, 2) omstillingsomkostninger som følge af nedlæggelse af andre efterpoleringstrin.

Skærpede udlederkrav kan udløse igangsættelse af planlagte centraliseringsløsninger, hvor der etableres større centrale renseanlæg og nedlægges en række mindre renseanlæg, som afskæres til de nye centrale renseanlæg. Omkostninger hertil er ikke vurderet.

Etablering af visse rensetrin kan give sidegevinster i form af fjernelse af stoffer, som ikke er det primære mål for rensningen. F.eks. vil rensning for zink og kobber i tilgift resultere i fjernelse af nikkel og bly. Sådanne gevinster er ikke indregnet i omkostningerne.

Kapacitet af rensetrin svarer til den nuværende belastning på de respektive renseanlæg. I praksis vil der blive dimensioneret med en vis overkapacitet. Denne praksis er ikke inddraget i økonomioverslagene.

Forøgede analyseudgifter er ikke medtaget. Det samme gælder ressourceforbrug i forbindelse med udstedelse af nye udledningstilladelser.

Behov for nedlægning, flytning og sammenlægning af renseanlæg og evt. arealerhvervelse er ikke kvantificeret og prissat.

Priserne er ikke tillagt beløb for uforudsete omkostninger.

De samlede omkostninger for tilpasning af spildevandsforsyningernes renseanlæg og af renseanlæg på virksomheder med direkte udledning til de forventede nye udlederkrav er vist i de følgende Tabel 8-1 og Tabel 8-2.

*Tabel 8-1 Samlede omkostninger for ~190 MBNDK+-anlæg som overskrider de forventede nye udlederkrav.*

| <b>Investering [kr]</b>       |             |               |
|-------------------------------|-------------|---------------|
| Fersk                         | Salt        | I alt         |
| 2.207.834.488                 | 242.724.587 | 2.450.559.074 |
| <b>Investering [kr/år]</b>    |             |               |
| Fersk                         | Salt        | I alt         |
| 133.958.228                   | 14.727.080  | 148.685.308   |
| <b>Vedligehold [kr (NPV)]</b> |             |               |
| Fersk                         | Salt        | I alt         |
| 1.819.422.816                 | 200.023.441 | 2.019.446.257 |
| <b>Vedligehold [kr/år]</b>    |             |               |
| Fersk                         | Salt        | I alt         |
| 110.391.724                   | 12.136.229  | 122.527.954   |
| <b>Drift [kr (NPV)]</b>       |             |               |
| Fersk                         | Salt        | I alt         |
| 2.852.996.267                 | 325.294.640 | 3.178.290.907 |
| <b>Drift [kr/år]</b>          |             |               |
| Fersk                         | Salt        | I alt         |
| 173.102.797                   | 19.736.939  | 192.839.735   |

*Tabel 8-2 Samlede omkostninger for 36 virksomheder som overskrider den forventede nye udlederkrav.*

| <b>Investering [kr]</b>       |
|-------------------------------|
| <b>207.745.616</b>            |
| <b>Investering [kr/år]</b>    |
| <b>12.604.765</b>             |
| <b>Vedligehold [kr (NPV)]</b> |
| <b>171,198,118</b>            |
| <b>Vedligehold [kr/år]</b>    |
| <b>10,387,281</b>             |
| <b>Drift [kr (NPV)]</b>       |
| <b>750,344,592</b>            |
| <b>Drift [kr/år]</b>          |
| <b>45,526,434</b>             |