

|  |  |              |              |                      |
|--|--|--------------|--------------|----------------------|
| Dokumentnummer:<br>SBN 2019/441  | Titel:<br>514AL00-N-RA-001-Huvudrapport Förstudie Läkemedelsrening |              |              | Rev:<br>0            |
| Författare:<br>Sara Stemme, Felix Brogren,<br>Matilda Jirblom och Sara<br>Frid, Ramboll Sverige AB | Ansvarig:<br>Kristian Hakala                                       | Enhet:<br>VA | Status:<br>- | Datum:<br>2021-03-12 |



# Haninge kommun

## Huvudrapport

Förstudie läkemedelsrening Haninge Kommun

Haninge kommun

VA-avdelningen

**Postadress**  
136 81 Haninge

**Besöksadress**  
Rudsjöterrassen 2

**Telefon**  
Växel: 08-606 70 00

**Fax/e-post**  
08-606 81 40

**Postgiro**  
1265-8

**Bankgiro**  
356-5975

haningekommun@haninge.se

# Förstudie läkemedelsrening Haninge kommun

## Huvudrapport

### Innehåll

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning .....</b>  | <b>4</b>  |
| 1.1      | <i>Bakgrund .....</i>   | 4         |
| 1.2      | <i>Syfte .....</i>  | 5         |
| 1.3      | <i>Organisation.....</i>  | 5         |
| 1.4      | <i>Genomförande.....</i>  | 6         |
| 1.4.1    | Delprojekt 2 – Projektstart, projektadministration, möten, samordning och projektledning .....    | 6         |
| 1.4.2    | Delprojekt 3A – Insamling av data/analyser/erfarenheter .....                                     | 7         |
| 1.4.3    | Delprojekt 3B – Sammanställning av drifterfarenheter och uppdatering av kunskap om ny teknik..... | 7         |
| 1.4.4    | Delprojekt 3C – Biologiska studier samt provtagning och analys av miljöpåverkan .....             | 7         |
| 1.4.5    | Delprojekt 4 – Pilotförsök .....  | 8         |
| 1.4.6    | Delprojekt 5 – Framtagande av principförslag .....  | 8         |
| 1.4.7    | Delprojekt 6 – Framtagande av slutrapport och beslutsunderlag.....                                | 8         |
| <b>2</b> | <b>Teknisk lösning för läkemedelsrening på Fors ARV .....</b>                                     | <b>9</b>  |
| 2.1      | <i>Dimensionerande underlag .....</i>   | 9         |
| 2.2      | <i>Teknikutredning .....</i>  | 10        |
| 2.3      | <i>Beslut av tekniker för pilotstudier.....</i>   | 10        |
| <b>3</b> | <b>Drifterfarenheter .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>4</b> | <b>Biologiska studier samt provtagning och analys av miljöpåverkan .....</b>                      | <b>12</b> |
| 4.1      | <i>Provtagning.....</i>   | 12        |
| 4.2      | <i>Biologiska studier.....</i>  | 13        |
| 4.3      | <i>Analys av miljöpåverkan .....</i>  | 14        |
| <b>5</b> | <b>Pilotförsök .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>6</b> | <b>Principförslag Ozon och sandfiltrering vid Fors ARV .....</b>                                  | <b>16</b> |
| 6.1      | <i>Beslut av teknisk lösning.....</i>   | 16        |
| 6.2      | <i>Designparametrar .....</i>   | 16        |
| 6.2.1    | Dimensionerande föroreningsbelastning .....   | 16        |
| 6.2.2    | Processparametrar.....  | 16        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 6.3      | <i>Placering</i> .....                          | 17        |
| 6.4      | <i>Sammanfattning teknisk lösning</i> .....     | 18        |
| 6.5      | <i>Kostnadsbedömning</i> .....                  | 19        |
| 6.5.1    | Investeringskostnader .....                     | 19        |
| 6.5.2    | Driftskostnader .....                           | 19        |
| 6.5.3    | Årskostnader .....                              | 19        |
| <b>7</b> | <b>Diskussion</b> .....                         | <b>20</b> |
| 7.1      | <i>Val av dimensionerande flöde</i> .....       | 20        |
| 7.2      | <i>Val av teknisk lösning</i> .....             | 20        |
| 7.3      | <i>Principförslag och kostnads kalkyl</i> ..... | 21        |
| 7.4      | <i>Miljöriskbedömning</i> .....                 | 21        |
| <b>8</b> | <b>Slutsats</b> .....                           | <b>23</b> |
| 8.1      | <i>Rekommendation till Haninge kommun</i> ..... | 23        |

## Bilagor

Bilaga 1 – Administrativa uppgifter

## Delrapporter

Förstudie Läkemedelsrening Haninge Kommun – Teknikutredning (Brogren, Jirblom, Stemme och Grim, 2020)

Förstudie Läkemedelsrening Haninge Kommun – Drifterfarenheter (Brogren, Jirblom och Stemme, 2021)

Läkemedel i Vitsån – Undersökning av koncentrationer i recipienten och fiskförsök med avloppsvatten från Fors reningsverk (IVL, 2021)

Läkemedelsrester i Vitsån och dessas betydelse före och efter eventuellt införande av läkemedelsrening vid Fors reningsverk (Björleinius, 2021)

Fors ARV – Pilotförsök med läkemedelsrening (Björleinius, 2021)

Förstudie läkemedelsrening – Principförslag (Brogren, Jirblom och Stemme, 2021)

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Haninge kommun står inför en omfattande befolkningsökning. För att klara denna framtida ökning av folkmängd för orterna Västerhaninge och Tungelsta i södra Haninge samt anslutningen av omvandlingsområden kommer Fors ARV att behöva byggas ut. I nuläget är reningsverket dimensionerat för 20 000 pe. År 2019 var antalet anslutna ca 18 000 fysiska personer.

En tillståndsansökan för ökad kapacitet vid Fors ARV (till 37 000 pe, max gvb motsvarande 46 000 pe) pågår och under ett av samråden har Länsstyrelsen i Stockholms län efterfrågat underlag för en eventuell utbyggnad för rening av mikroföroreningar, som t.ex. läkemedelsrester, mikroplaster och svårnedbrytbara organiska föroreningar.

Svenska reningsverk har inte från början konstruerats för avskiljning av mikroföroreningar vilket gör att rester av dessa hamnar i recipienten. Dock finns exempel på reningsverk som byggts om på senare år för denna sorts rening.

Enligt VISS<sup>1</sup> (Vatteninformationssystem i Sverige) kan reningsverket vara en källa för tillförsel av läkemedelsrester. Det anges även att reningsverkets påverkan på vattenförekomsten är så stor att reningsverket kan antas utgöra en betydande sekundär påverkanskälla avseende läkemedelssubstanser, detta enligt ett analysverktyg som används för att bedöma påverkan från läkemedelsrester i svenska vattenförekomster. De läkemedelssubstanser där det anges att det förekommer en risk för sänkt status till följd av utsläppet från reningsverket är diklofenak och EE2 (17 $\alpha$ -ethinylestradiol).

Haninge kommun ansökte och fick under 2019 beviljat bidrag för en förstudie för rening av läkemedelsrester. Bidraget omfattade 3,78 MSEK och projektet ska vara klart under 2021.

---

<sup>1</sup> VISS, <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42453217>, hämtat 2021-03-09

## 1.2 Syfte

Syftet med detta projekt var att ta fram beslutsunderlag och en teknisk lösning inför en eventuell investering i rening av läkemedelsrester på Fors ARV.

## 1.3 Organisation

Projektet har drivits som ett samarbete mellan Haninge kommun, Ramboll, IVL Svenska Miljöinstitutet och B2 Processteknik där Ramboll är den samordnande parten.

### Beställarorganisation Haninge kommun

|                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| Hanna Östfeldt     | Projektledare                   |
| Kristian Hakala    | Huvudprojektledare Fors Framtid |
| Stefan Fredriksson | Ombud                           |

### Konsultorganisation Ramboll

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| Anders Jansson  | Projektledare          |
| Annette Seger   | Ombud                  |
| Sara Stemme     | Teknikansvarig Process |
| Felix Brogren   | Handläggare            |
| Matilda Jirblom | Handläggare            |
| Sara Frid       | Stöd/handläggare       |

### Konsultorganisation IVL

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| Magnus Karlsson | Projektledare       |
| Tomas Viktor    | Ansvarig fiskförsök |

### Konsultorganisation B2 Processteknik

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| Berndt Björlenius | Ansvarig pilotförsök |
|-------------------|----------------------|

### Sveriges lantbruksuniversitet (SLU)

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Prof em. Leif Norrgren | Diskussionspartner för försöksupplägg |
|------------------------|---------------------------------------|

## 1.4 Genomförande

Detta projekt har delats upp i ett antal delprojekt, vilka sammanfattas i Tabell 1 samt i detta avsnitt. En kort beskrivning av delprojekt 3–5 presenteras i denna rapport, samt mer djupgående i respektive delrapport. Delprojekt 6 utgörs av denna rapport samt tillhörande bilaga.

Tabell 1 I projektet ingående delprojekt

| Delprojekt | Aktiviteter inom delprojekt  | Referens till avsnitt i denna rapport |
|------------|--|---------------------------------------|
| 1          | Upphandling av konsult   | -                                     |
| 2          | Projektstart, projektadministration, möten, samordning, projektledning                                     | 1.4                                   |
| 3A         | Insamling och sammanställning av data/analyser/erfarenheter  | 2                                     |
| 3B         | Sammanställning av drifterfarenheter och uppdatering av ny kunskap om teknik från Rambolls globala nätverk | 3                                     |
| 3C         | Biologiska studier samt mätning av läkemedel i tre punkter vid tre tillfällen, samt spridningsmätningar    | 4                                     |
| 4          | Baserat på analysresultat av delprojekt 3, driftsätts pilotanläggning på plats i 8 veckor                  | 5                                     |
| 5          | Framtagande av principförslag baserat på tidigare analyser   | 6                                     |
| 6          | Färdigställande av slutrapport och beslutsunderlag samt material för kommunikation av projektet            | Denna rapport                         |

### 1.4.1 Delprojekt 2 – Projektstart, projektadministration, möten, samordning och projektledning

Arbetet i delprojekt 2 pågick under augusti 2019-mars 2021 och bestod av projektledning, projektadministration och möten. I Bilaga 1 presenteras administrativa uppgifter avseende projektets genomförande.

Möten hölls enligt mötesplanen nedan, mötena hölls dels på Fors ARV, dels online via Teams. I tillägg har teknikmöten hållits efter behov, bland annat hölls en workshop den 2020-03-03 där val av tekniker för pilottester gjordes och en workshop den 2020-12-18 där teknisk lösning för vidare arbete i principförslaget beslutades.

Tabell 2 Mötesplan för projektet.

| Möte             | Datum      |
|------------------|------------|
| Upphandlingsmöte | 2019-09-05 |
| Startmöte        | 2019-10-17 |
| Projektmöte 2    | 2019-11-11 |
| Projektmöte 3    | 2019-12-18 |
| Projektmöte 4    | 2020-01-28 |
| Projektmöte 5    | 2020-03-03 |
| Projektmöte 6    | 2020-03-30 |
| Projektmöte 7    | 2020-05-05 |
| Projektmöte 8    | 2020-06-10 |

|                |            |
|----------------|------------|
| Projektmöte 9  | 2020-08-27 |
| Projektmöte 10 | 2020-09-30 |
| Projektmöte 11 | 2020-10-26 |
| Projektmöte 12 | 2020-11-26 |
| Projektmöte 13 | 2021-01-25 |
| Projektmöte 14 | 2021-02-10 |
|                |            |

#### 1.4.2 Delprojekt 3A – Insamling av data/analyser/erfarenheter

Delprojekt 3A innefattade en teknikutredning som genomfördes under december 2019-juni 2020 av Ramboll. Resultatet från detta arbete sammanställdes i rapporten *Förstudie Läkemedelsrening Haninge Kommun – Teknikutredning* (Brogren, Jirblom, Stemme och Grim, 2020). En sammanfattning presenteras i **avsnitt 2**.

Utifrån teknikutredningen fattade projektgruppen beslut om att gå vidare med tekniker för pilotförsök enligt:

- Granulerat aktivt kol (GAK)
- Ozon med/utan efterföljande sandfiltrering
- Pulvriserat aktivt kol (PAK)

#### 1.4.3 Delprojekt 3B – Sammanställning av drifterfarenheter och uppdatering av kunskap om ny teknik

Under delprojekt 3B genomfördes intervjuer med/studiebesök till följande anläggningar med läkemedelsrening:

- Nykvarnsverket, Linköping (intervju)
- Simrishamn ARV (studiebesök)
- Kalmar ARV (intervju)
- Knivsta ARV (intervju)

Ramboll deltog vid samtliga intervjuer/studiebesök. Vid intervjun med personal från Kalmar ARV deltog även Haninge Kommun och vid besöket i Simrishamn deltog även B2 Processteknik.

Utöver intervjuer/studiebesök gjordes även en utblick mot Europa och Nederländerna, för att lära mer om tekniker under utveckling.

Erfarenheterna från dessa intervjuer/studiebesök samt från utblicken mot Nederländerna sammanställdes i rapporten *Förstudie Läkemedelsrening Haninge Kommun – Drifterfarenheter* (Brogren, Jirblom och Stemme, 2021). En sammanställning presenteras i **avsnitt 3**.

Uppdatering av kunskap om ny teknik utfördes dels i samband med delprojekt 3A (**avsnitt 1.4.2** samt **avsnitt 2**), dels som en genomgång av nya tekniker som i Nederländerna undersökts för läkemedelsrening (**avsnitt 3**).

#### 1.4.4 Delprojekt 3C – Biologiska studier samt provtagning och analys av miljöpåverkan

Delprojekt 3C var uppdelat i två delar, dels biologiska studier, dels provtagningar inkluderande uppströms Fors ARV, inkommande och utgående avloppsvatten från reningsverket samt recipient.

De biologiska studierna genomfördes av IVL under hösten 2020 och resultatet från detta arbete presenteras i rapporten *Läkemedel i Vitsån – Undersökning av koncentrationer i recipienten och fiskförsök med avloppsvatten från Fors reningsverk* (IVL, 2021).

Förekomsten av läkemedelsrester i recipienten samt i inkommande och utgående avloppsvatten mättes vid tre tillfällen; 2019-12-04, 2020-04-02 och 2020-08-25. Provtagningarna planerades och utfördes av IVL. Provtagningsplan och resultat av provtagningar sammanställdes i rapporten *Läkemedel i Vitsån – Undersökning av koncentrationer i recipienten och fiskförsök med avloppsvatten från Fors reningsverk* (IVL, 2021). Analys av miljöpåverkan i Vitsån genomfördes av B2 Processteknik och sammanställdes i rapporten *Läkemedelsrester i Vitsån och dessas betydelse före och efter eventuellt införande av läkemedelsrening vid Fors reningsverk* (Björleinius, 2021).

En sammanfattning av resultat från ingående delar i detta delprojekt presenteras i **avsnitt 4**.

#### 1.4.5 Delprojekt 4 – Pilotförsök

Under delprojekt 4 genomfördes pilotförsök avseende olika tekniska lösningar på Fors ARV. Pilotförsöken genomfördes av B2 Processteknik under veckorna v22-25 samt v 39-43 2020. Resultatet från pilotförsöken presenteras i rapporten *Fors ARV – Pilotförsök med läkemedelsrening* (Björleinius, 2021) och en sammanfattning presenteras i **avsnitt 5**.

Utifrån pilotförsöken, teknikutredningen och drifterfarenhetsrapporten fattade projektgruppen beslut om att gå vidare med att ta fram ett principförslag för ozonering med efterföljande sandfiltrering.

#### 1.4.6 Delprojekt 5 – Framtagande av principförslag

Under perioden december 2020-mars 2021 tog Ramboll fram ett principförslag för en ozoneringsanläggning med efterföljande sandfilter vid Fors ARV.

Principförslaget omfattar en teknisk lösning inkl. layout samt investerings-, drifts- och årskostnader. Detta sammanställdes i rapporten *Förstudie läkemedelsrening – Principförslag* (Brogren, Jirblom, Jansson och Stemme, 2021). En sammanfattning av principförslaget presenteras i **avsnitt 6**.

#### 1.4.7 Delprojekt 6 – Framtagande av slutrapport och beslutsunderlag

Under projektet beslutades att slutrapport till Naturvårdsverket och beslutsunderlag för Haninge Kommun kommer att utgöras av samma rapport, vilket är föreliggande rapport. Under januari-mars 2021 sammanställdes resultaten i denna rapport. Rapporten levererades i mitten av mars 2021.



## 2 Teknisk lösning för läkemedelsrening på Fors ARV

### 2.1 Dimensionerande underlag

Vid val av dimensionerande maxflöde för läkemedelsreningen studerades i teknikutredningen två alternativ:

1.  $Q_{\max \text{ läkemedelsrening}} = Q_{\text{dim}}$
2.  $Q_{\max \text{ läkemedelsrening}} = \text{Peak } Q_{\text{dry}}$

Alternativ 1 innebär att läkemedelsreningens maxflöde motsvarar  $Q_{\text{dim}}$  för det framtida, utbyggda Fors ARV, medan alternativ 2 innebär att maxflödet till läkemedelsreningen motsvarar den maximala timbelastningen under dygnet vid en torrvädersperiod.

Genom att studera prognosticerade flöden togs ett varaktighetsdiagram fram för båda alternativen och en jämförelse avseende renad avloppsvattenmängd som andel av årsflödet gjordes, se Tabell 3. Jämförelsen visar att något mer avloppsvatten renas vid användning av  $Q_{\text{dim}}$ , vilket hittills även är det vanligaste sättet att dimensionera anläggningar för läkemedelsrening i Sverige.

Tabell 3 Jämförelse av andelen av årsflödet som renas genom läkemedelsreningen vid dimensionering utifrån  $Q_{\text{dim}}$  respektive  $Q_{\text{dry}}$ .

| År   | $Q_{\text{dim}}$ | $Q_{\text{dry}}$ |
|------|------------------|------------------|
| 2017 | 91%              | 85%              |
| 2018 | 95%              | 92%              |
| 2019 | 88%              | 85%              |

Med anledning av ovan resonemang valdes dimensionerande maxflöde för läkemedelsreningen till  $Q_{\text{dim}}$  för framtida Fors ARV, vilket innebär att ca 88 % av årsflödet kommer att renas i anläggningen år 2050. Dimensionerande maxflöde in till läkemedelsreningen presenteras i Tabell 4. För mer detaljerad information om dimensionerande flöde hänvisas till *Förstudie Läkemedelsrening Haninge Kommun – Teknikutredning* (Brogren, Jirblom, Stemme och Grim, 2020).

Tabell 4 Dimensionerande maxflöde in till läkemedelsreningen

| Parameter                           | Enhet             | Värde  |
|-------------------------------------|-------------------|--------|
| $Q_{\max \text{ läkemedelsrening}}$ | m <sup>3</sup> /h | 520    |
| $Q_{\max \text{ läkemedelsrening}}$ | m <sup>3</sup> /d | 12 480 |
| % av årsflöde som renas år 2050*    | %                 | 88     |

\*Baserat på uppräknig av flödesdata från 2019

## 2.2 Teknikutredning

Tidigt i teknikutredningen hölls en workshop med alla medverkande i projektet, där det bl.a. diskuterades vilka substanser som skulle analyseras i projektet. Grundidén var att mäta de substanser som finns med på Naturvårdsverkets lista över rekommenderade ämnen för analys, men att huvudfokus skulle ligga på läkemedelsrester och inte övriga mikroföroreningar (som t.ex. PFAS, ftalater och mikroplaster). De experter som deltog vid workshopen såg inget behov av att mäta övriga mikroföroreningar, varför fokus i projektet legat på läkemedelsrester. Övriga mikroföroreningar från Naturvårdsverket lista har enbart analyserats vid ett färre antal tillfällen för att dokumenterat nivåer som varit aktuella ut från Fors ARV. Listan från Naturvårdsverket kompletterades även med ytterligare några läkemedel som bedömdes som intressanta samt bromid för att säkerställa ozonprocessens lämplighet. I teknikutredningen studerades ett antal olika tekniker för läkemedelsrening, dels konventionella tekniker, dels ett antal tekniker som är under utveckling/med mindre driftserfarenheter. I projektet valdes att fokus i teknikutredningen skulle ligga på de konventionella teknikerna, då övriga tekniker inte implementerats i fullskala och/eller då det inte fanns tillräckliga driftserfarenheter från dessa. Valda tekniker jämfördes med avseende på bl.a. reningseffekt, miljöpåverkan, logistik, kostnad och kompatibilitet med framtida Fors ARV.

De tekniker som studerades var:

- Granulerat aktivt kol, GAK
- Ultrafiltrering och biologiskt aktivt filter, UF + BAF (GAK)
- Pulvriserat aktivt kol, PAK
- Ozon
- Ozon med efterföljande biologisk rening

För att sammanfatta resultatet av teknikutredningen och för att kunna utvärdera de olika teknikerna togs en beslutsmatris fram som underlag, detta för att underlätta beslut om vilka tekniker som skulle studeras vidare i pilotskala vid Fors ARV. Beslutsmatrisen grundades på de utvärderingsparametrar som studerades i teknikutredningen. Under en workshop tillsammans med Haninge kommun och B2 Processteknik värderades dessa parametrar och jämfördes med referensfallet ozon-sandfilter. Referensfallet baserades på en tidigare utförd förstudie avseende läkemedelsrening som gjorts för Fors ARV.

För mer information avseende studerade tekniska lösningar och de aspekter som studerades under teknikutredningen hänvisas till rapporten *Förstudie Läkemedelsrening Haninge Kommun – Teknikutredning* (Brogren, Jirblom, Stemme och Grim, 2020).

## 2.3 Beslut av tekniker för pilotstudier

Teknikerna GAK, PAK-sandfilter, ozon-sandfilter samt ozon-GAK bedömdes vara intressanta tekniker att studera i pilotstudier vid Fors ARV, vilket motiverades med att teknikerna är intressanta ur ett reningsperspektiv och att de kan vara kompatibla med Fors ARV i framtiden. Ozon + GAK valdes dock bort då det inte fanns tid och resurser för fyra olika pilotstudier.

Projektgruppen beslutade därmed att gå vidare med tekniker för pilotförsök enligt:

- Granulerat aktivt kol (GAK)
- Ozon med/utan efterföljande sandfiltrering
- Pulvriserat aktivt kol (PAK)

### 3 Drifterfarenheter

Under arbetet med att sammanställa driftserfarenheter intervjuades/besöktes fyra olika reningsverk där aktuella tekniker för läkemedelsrening implementerats. Erfarenheter från dessa reningsverk presenteras kort i detta avsnitt. För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till rapporten *Läkemedelsrening Haninge Kommun – Drifterfarenheter* (Brogren, Jirblom och Stemme, 2021).

- Nykvarnsverket, Linköping
- Simrishamn ARV
- Kalmar ARV
- Knivsta ARV
- Erfarenheter från Nederländerna

Vid Nykvarnsverket i Linköping finns en fullskaleanläggning med avseende på läkemedelsrening i drift sen 2018. Läkemedelsreningen utgörs av ozonering med efterföljande biologisk rening genom MBBR. Dimensioneringen har gjorts så att läkemedelsreningens maxflöde är något lägre än  $Q_{dim}$  för reningsverket, vilket har resulterat i att ca 95 % av årsflödet renas i anläggningen.

I Simrishamns kommun pågår utbyggnad av läkemedelsrening vid tre avloppsreningsverk, Stengården, Kivik och St. Olofs ARV. Läkemedelsreningen i Stengårdens ARV har varit i drift sedan XX och består av tre olika teknikkombinationer, granulerat aktivt kolfilter, ozonering med efterföljande kolfilter och ozonering med efterföljande sandfilter. Läkemedelsreningen vid Stengårdens ARV har dimensionerats så att ca 85 % av årsflödet passerar anläggningen. Kivik och St. Olofs reningsverk håller på att byggas för att kunna rena läkemedel med GAK-filter. .

Vid Kalmar ARV har pilotförsök utförts med ultrafilter (UF) och efterföljande filtrering med granulerat aktivt kol (GAK). Baserat på pilotförsöken har även dimensionering för en fullskaleanläggning avseende 90 000 pe tagits fram.

Vid Knivsta reningsverk testades 2015 den första fullskaleanläggningen i Sverige för rening av läkemedelsrester under ett år. Reningen bestod av ozonering, biobädd och med en efterföljande poleringsdamm samt utformades för att rena läkemedel för verkets hela flöde, motsvarande 12 000 pe. Anläggningen är idag ur drift och nedmonterad.

I Nederländerna undersöks nya tekniker för läkemedelsrening för att se om det finns tekniker som är mer kostnadseffektiva än dagens konventionella tekniker som aktivt kol och ozon. De tekniker som undersöks där är variationer av oxidativa tekniker, adsorption av partikulärt aktivt kol, adsorption av granulärt aktivt kol, andra absorptionsämnen och filtrering. Exempel som beskrivs närmare är adsorption i kombination med ozon, filtrering genom nanomembran och adsorption med Zeolite.

## 4 Biologiska studier samt provtagning och analys av miljöpåverkan

Primärrecipienten för renat avloppsvatten från Fors reningsverk, vattendraget Vitsån, avvattnar ett litet avrinningsområde på cirka 50 km<sup>2</sup> och har en medelvattenföring på cirka 0,5 m<sup>3</sup>/s. Detta innebär begränsade möjligheter för initial utspädning av det behandlade vattnet. Följaktligen har det renade avloppsvattnet förhållandevis stor inverkan på vattenkvaliteten. Periodvis, i samband med lågvattenföring i Vitsån, kan mer än hälften av det totala flödet i ån utgöras av renat avloppsvatten. Utsläppen avtecknas i recipienten i framförallt förhöjda koncentrationer av näringsämnen kväve och fosfor. En betydande andel av kväveutsläppet föreligger i form av ammoniumkväve, vilket är potentiellt toxiskt för akvatiska organismer.

Trots den förhållandevis höga avloppsvattentillförseln ger fortlöpande recipientundersökningar vid handen att Vitsån är ett väl fungerande akvatiskt ekosystem och som dessutom hyser ett skyddsvärt reproducerande bestånd av havsöring. Öringbeståndet befrämjas också av återkommande utsättningar av juvenila öringar i vattendraget.

### 4.1 Provtagning

De tre provtagningar av recipientvatten i Vitsån och avloppsvatten från Fors reningsverk som genomförts under 2019 och 2020 indikerar att organismer i nedre delen Vitsån exponeras för förhållandevis höga nivåer av läkemedel. Däremot detekterades inte feminiserande hormoner i vattendraget. I en nationell kontext är exempelvis koncentrationerna av den smärtstillande substansen diklofenak hög i Vitsån. Medelvärde låg en faktor 20 högre jämfört med en nyligen utförd studie av koncentrationer i tillrinnande vattendrag till Mälaren, Väneren och Vättern. Den främsta förklaringen till de förhållandevis höga läkemedelskoncentrationerna i Vitsån är den begränsade utspädningen av avloppsvattnet från Fors reningsverk.

Det gjordes även en jämförelse mot andra mätningar på ett flertal platser i Sverige och sammantaget visar jämförelsen att koncentration av läkemedelsrester är relativt hög i Vitsån. De huvudsakliga orsakerna är låg spädning då det avgående avloppsvattnet blandas ut i Vitsån, samt att koncentrationerna i ingående spillvatten är relativt höga. Jämfört med tidigare studier pekar det mot att koncentrationerna i Vitsån är höga nog för att kunna leda till biologiska effekter i fisken.

För mer information avseende den utförda provtagningen hänvisas till rapporten *Läkemedel i Vitsån – Undersökning av koncentrationer i recipienten och fiskförsök med avloppsvatten från Fors reningsverk* (IVL, 2021).

## 4.2 Biologiska studier

Det genomförda fiskförsöket där öringsmolt under 28 dygn exponerats för utgående avloppsvatten som behandlats med olika reningskoncept förstärker den bild som tidigare framträtt att en slutbehandling av avloppsvattnet genom antingen ozonering i kombination med sandfilter eller aktiverat kol effektivt reducerar innehållet av läkemedel. I gallvätska från öring som exponerats för vatten från de förstärkta reningsalternativen detekterades inga koncentrationer medan däremot höga koncentrationer av diklofenak uppmättes i gallvätska som exponerades för ordinarie utgående renat avloppsvatten.

Resultaten från fiskförsöket tyder på att det i det ordinarie renade avloppsvattnet finns ämnen med potential att förorsaka subletala toxiska effekter på fisk, vilket manifesterats i avvikelser i biomarkörer bland röda blodceller som kopplar till fiskens syreupptagningsförmåga och allmäntillstånd. Fiskförsöket tyder också på att behandling av avloppsvattnet med antingen ozonering i kombination med sandfiltrering eller aktiverat kol eliminerar denna effekt.

Resultatet från fiskförsöket indikerar också att det ordinarie renade avloppsvattnet inte innehåller ämnen i koncentrationer som leder till feminiserande (östrogena) effekter på fisk. Biomarkören för detta, gulesäcksproteinet vitellogenin, uppmättes inte i förhöjda nivåer i vare sig det ordinarie renade avloppsvattnet eller de förstärkta reningsalternativen. Resultatet är kongruent med de vattenanalyser som gjorts på utgående vatten där det inte förekommit detekterbara nivåer av östrogena ämnen.

Utöver det utförda fiskförsöket gjordes även en genomgång av litteraturstudier och experimentella studier. Sammanställningen av litteraturstudier visade på att koncentrationer i låga ng/g förekommer i olika vävnader i fisk från svenska vatten, men även att halterna ofta är så låga att de inte kan detekteras/kvantifieras. Litteraturstudien visade även på att koncentrationer i denna storleksordning, åtminstone för vissa läkemedel, potentiellt är tillräckliga för att leda till effekter i fisk.

För mer information avseende de utförda fiskförsöken hänvisas till rapporten *Läkemedel i Vitsån – Undersökning av koncentrationer i recipienten och fiskförsök med avloppsvatten från Fors reningsverk* (IVL, 2021)

### 4.3 Analys av miljöpåverkan

Vid de recipientmätningar som utförts inom projektet har 50 olika läkemedelssubstanser analyserats. Uppföljning av provresultat för och beräkningar av koncentrationer av läkemedelsrester i Vitsån i Hanninge kommun visar att renat avloppsvatten från Fors ARV är den helt dominerande källan till läkemedelsresterna, i form av en punktkälla. Reningen vid Fors ARV är god för dagens villkorade ämnen, men svårnedbrytbara ämnen såsom många läkemedelsrester avskiljs i genomsnitt till mindre än 50% enligt två provtagningar utförda under år 2020.

Riskbedömningen som gjorts visar att många av de undersökta läkemedelsresterna idag utgör en risk för vattenlevande organismer i Vitsån. I sammandrag medför dagens rening att 10 substanser en utgör hög risk av de 50 studerade läkemedelssubstanserna, sju substanser utgör medelhög risk, 12 substanser medför låg risk och 19 substanser medför försumbar risk i recipienten.

Utförda beräkningar tyder på att antalet högrisksubstanser efter införande av läkemedelsrening minskar till en (citalopram). För citalopram är det dock endast en studie som ligger till grund för det PNEC-värde som finns tillgängligt och med en säkerhetsfaktor på 2000. Substanser med medelhög, låg och försumbar risk bedöms minska till sex, fem respektive 25 substanser. Till detta kommer att toxiska riskkvoter inte gick att beräkna för 11 läkemedelsrester, eftersom ozoneringen trycker ner halterna av dessa ämnen under analysmetodens detektionsgräns. Sammanfattningsvis bedöms därmed införandet av läkemedelsrening med ozonering medföra att den toxiska risken minskar avsevärt i Vitsån.

För mer information avseende studerade läkemedelssubstanser, uppmätta och beräknade halter samt genomförd riskbedömning hänvisas till rapporten *Läkemedelsrester i Vitsån och dessas betydelse före och efter eventuellt införande av läkemedelsrening vid Fors reningsverk* (Björleinius, 2021).

## 5 Pilotförsök

Utgående avloppsvatten har i dagsläget tidvis relativt låga TOC-halter för en anläggning utan avslutande sandfilter, vilket är gynnsamt för ett avslutande läkemedelsreningssteg eftersom onödig förbrukning av ozon eller aktiverat kol minskar. Försöken kördes i huvudsak under perioder med relativt lågt TOC i utgående avloppsvatten, ca 6-10 mg C/l.

Pilotanläggningen fungerade bra under försöken och resultaten bedöms som relevanta som underlag för en dimensionering av en fullskalanläggning.

Granulerat aktiverat kol gav den högsta avskiljningen av läkemedelsrester, över 95 % av de för studien utvalda 26 läkemedelsresterna. Pilotförsökens längd var dock inte tillräcklig för att driva GAK-filtret till genombrott, uppskattningsvis förbrukades drygt 25 % av kolets.

Ozonering i kombination med sandfilter gav den näst högsta avskiljningen av läkemedelsrester, över 90 % av de för studien utvalda 26 läkemedelsresterna med en ozondos av 4,5-5 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> eller motsvarande 0,65-0,71 g O<sub>3</sub> /g DOC.

PAC-försöken visade relativt stor variation i avskiljningsgrad mellan veckorna beroende på de varierade PAC-doserna som användes för att hitta dos/responsvärden för PAC. Medelavskiljningen av läkemedelsrester var 81% vid PAC-dosen 17 g/m<sup>3</sup> och 90% vid PAC-dosen 22 g/m<sup>3</sup>. Relativt höga läkemedelskoncentrationer i utgående avloppsvatten från Fors, upp till fem gånger jämfört med Henriksdals reningsverk, kan ha bidragit till ett relativt högt PAC-behov.

Även om huvudfokus i projektet varit att studera läkemedelsrester så har några övriga mikroföroreningar följts upp och analyser utförts. Denna uppföljning omfattade nonylfenol, PFAS-11 (11 st poly- och perfluorerade alkylsubstanser), microtox, bromidkoncentration och YES (Yeast Estrogen Screen). Resultatet från pilotförsöket visade att nonylfenol låg under detektionsgränser för både utgående vatten från reningsverket och från samtliga pilotlinjer. Vad gäller PFAS-11 gav GAK, följt av PAK, den bästa avskiljningen, medan avskiljningen vid ozonering var lägre. Inte vid något tillfälle kunde östrogen effekt detekteras i utgående vatten från pilotlinjerna, medan det hittades i de två av tre utgående avloppsvattenprover där ingen läkemedelsrening fanns installerad.

För mer information om de utförda pilotförsöken hänvisas till rapporten *Fors ARV – Pilotförsök med läkemedelsrening* (Björleinius, 2021).

## 6 Principförslag Ozon och sandfiltrering vid Fors ARV

### 6.1 Beslut av teknisk lösning

Inför påbörjandet av principförslaget hölls en workshop där Haninge Kommun, B2 Processteknik och Ramboll deltog. Vid denna workshop utvärderades resultatet från pilotförsöken och baserat på detta togs beslut om att gå vidare med ozonering med efterföljande sandfiltrering för framtagande av principförslaget. Utvärderingsmässigt hamnade aktivt kol och ozonering mycket nära varandra. En förenklad tolkning är att ozon valdes bl.a. för det lägre klimatavtrycket och för färre transporter till och från Fors ARV (med dagens alternativ för kolhantering).

### 6.2 Designparametrar

#### 6.2.1 Dimensionerande föroreningsbelastning

Läkemedelsreningen kommer att föregås av rens Galler, sandfång, försedimentering, aktivslam bioreaktor utformad som kaskadkvävering samt slutpolering med sandfilter.

Föroreningshalterna för inkommande vatten till läkemedelsreningen presenteras i Tabell 5.

Värdena bör ses som preliminära då nybyggnation av Fors ARV är under systemhandlingsprojektering.

Tabell 5 Halter i inkommande flöde till läkemedelsreningen

| Parameter   | Enhet | Värde |
|-------------|-------|-------|
| TSS*        | mg/l  | <5    |
| TSS maxhalt | mg/l  | 10    |
| DOC min**   | mg/l  | 4,8   |
| DOC medel** | mg/l  | 8,4   |
| DOC max**   | mg/l  | 15,1  |

\*Baserat på Reviderad förstudie 2020-10-02

\*\* Baserat på provtagningar gjorda under 2020

Vad gäller föroreningsbelastning av läkemedelssubstanser så presenteras dessa i rapporten *Läkemedel i Vitsån – Undersökning av koncentrationer i recipienten och fiskförsök med avloppsvatten från Fors reningsverk* (IVL, 2021).

#### 6.2.2 Processparametrar

Processparametrar (se Tabell 6) togs fram i samråd med B<sup>2</sup>-Processteknik, som utförde pilotförsöken. Resultat från pilotförsöken sammanfattas i **avsnitt 5** och återfinns i sin helhet i rapporten *Fors ARV – Pilotförsök med läkemedelsrening* (Björleinius, 2021).

Tabell 6 Slutgiltiga förslag till designdata

| Parameter                | Enhet                            | Värde |
|--------------------------|----------------------------------|-------|
| <b>Ozon</b>              |                                  |       |
| Ozondos                  | g O <sub>3</sub> /m <sup>3</sup> | 5     |
| Uppehållstid             | min                              | 20    |
| Kapacitet ozonproduktion | g O <sub>3</sub> /h              | 2 600 |

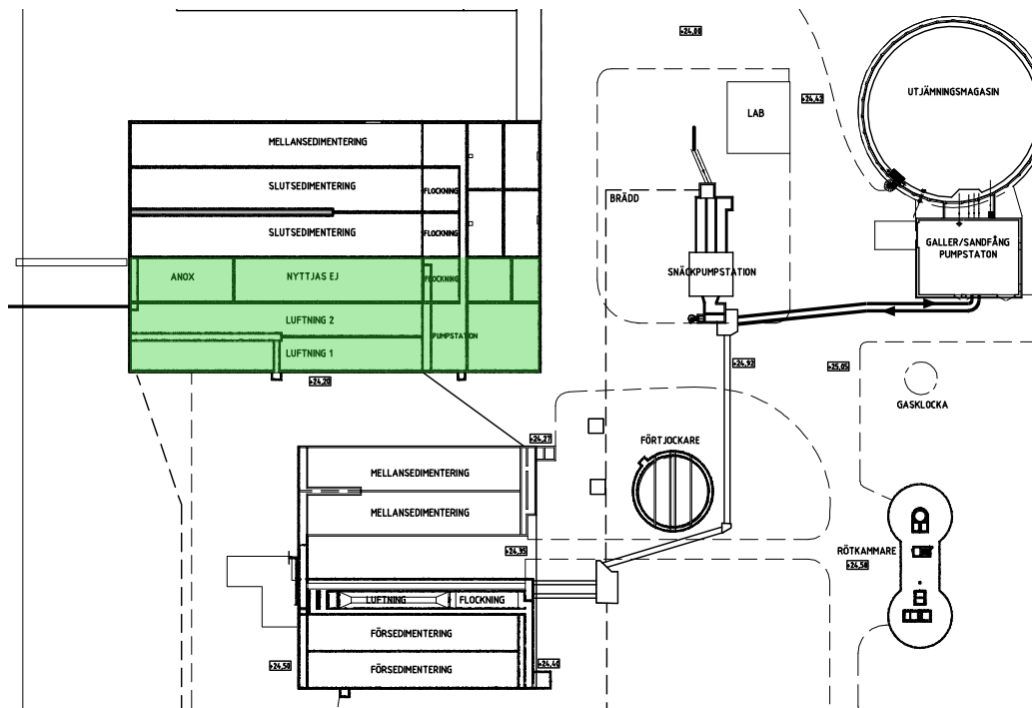
Pilotstudier visade att 4,5-5 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> gav en läkemedelsreduktion på över 80%. Dosen 5 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> valdes var för att erhålla en marginal för fluktuerande DOC-nivåer samt om



ozoneringen fungerar sämre i en fullstor installation jämfört med i pilotutrustning. För vidare resonemang kring val av processparametrar hänvisas till rapporten *Förstudie läkemedelsrening – Principförslag* (Brogren, Jirblom och Stemme, 2021).

### 6.3 Placering

Den yta som har reserverats för utbyggnad av läkemedelsrening ligger vid nuvarande verkets luftnings- och anoxbassänger samt anslutande byggnad till höger om bassängerna, se även Figur 1. Total reserverad yta är ca 600 m<sup>2</sup>.



## 6.4 Sammanfattning teknisk lösning

I detta avsnitt sammanfattas den tekniska lösningen för att ge en övergripande förståelse för anläggningens uppbyggnad. Se kapitel 4 i redovisat Principförslag för mer djupgående beskrivning.

En delström tas från Dynasandfilteranläggningens utloppsledning och leds till läkemedelsreningen. På ledningen installeras en SS-givare som mäter halten suspenderat material och om halten överstiger 10 mg/l så stängs inloppet till läkemedelsreningen. Läkemedelsreningen återtas i drift då halten återgått till normal nivå.

Syrgasen som används vid ozonproduktion produceras genom Pressure Swing Adsorption (PSA-metoden). En kompressor trycker in luft via avfuktare och filter till en PSA-modul, i vilken syrgas produceras. Syrgasen leds sedan till en ozongenerator där ozonet tillverkas och från generatoren leds ozonet vidare till kontakttanken där det doseras till avloppsvattnet via bottenmonterade dysor. Ovanför kontakttankarna installeras ozon-destruktorer, för att inget ozon ska kunna släppas utanför systemet

Kontakttanken är utformad med mellanväggar för att få ett jämt pluggflöde. I toppen av sista zonen sitter en avdragsränna som leder det ozonbehandlade vattnet till efterföljande sandfilteranläggning. Varje sandfilter är utrustat med två inloppsluckor som leder flödet in till varje filter.

För att kunna övervaka avskiljningen av läkemedelsrester installeras två UVA-mätare, en på inlopps- och en på utloppsledningen. På utgående filtratledning installeras en provtagningskran så att provtagning av vatten från läkemedelsanläggningen kan tas.

Utgående filtrat leds till en filtrattank, varifrån det sedan leds till en utloppspumpstation med självfall. Från filtrattanken tas även det vatten som behövs för backspolningen av sandfiltren. Backspolning sker både med luft och vatten och efter backspolning så leds spolavloppet till en spolavloppstank, varifrån det sedan pumpas tillbaka till ett tidigare processteg.

## 6.5 Kostnadsbedömning

### 6.5.1 Investeringskostnader

Investeringskostnaden har bedömts till 56 MSEK och innefattar mark- och byggarbeten, luft och rör, el och styr, maskininstallationer, samordning av maskinentreprenad samt projektledning, upphandling, byggledning, kontroll och besiktning.

### 6.5.2 Driftkostnader

Beräknade driftkostnader uppgår till ca 0,84 MSEK per år och innefattar personalkostnader och energikostnader för maskinutrustning, se Tabell 7.

Tabell 7 Beräknade driftkostnader för ozon-sandfilter

|                      |              | <b>Driftkostnad</b> |
|----------------------|--------------|---------------------|
| Personal             | kr/år        | 231 250             |
| Energikostnad        | Kr/år        | 604 817             |
| <b>Total kostnad</b> | <b>Kr/år</b> | <b>836 067</b>      |

### 6.5.3 Årskostnader

Den totala årskostnaden för en ozon-sandfilteranläggning vid Fors ARV har beräknats till ca 6,5 MSEK per år, vilket motsvarar ca 1,4 kr/behandlad mängd avloppsvatten, se Tabell 8.

Tabell 8 Beräknade årskostnader

|   | <b>Enhet</b>      | <b>Kostnad</b> |
|---|-------------------|----------------|
| Driftkostnader                                    | Mkr/år            | 0,84           |
| Underhållskostnader                               | Mkr/år            | 0,87           |
| Kapitalkostnader                                  | Mkr/år            | 4,81           |
| <b>Total årskostnad</b>                           | Mkr/år            | 6,51           |
| <b>Kostnad per behandlad mängd avloppsvatten*</b> | kr/m <sup>3</sup> | 1,43           |

\*Beräknat på dimensionerande maxflöde för läkemedelsreningen, 520 m<sup>3</sup>/h.

## 7 Diskussion

### 7.1 Val av dimensionerande flöde

Att det dimensionerande flödet sattes till  $Q_{dim}$ , 520 m<sup>3</sup>/h, baserades på tidigare erfarenheter från andra verk i Europa där strategin att bygga en anläggning som även kan rena flödestoppar från läkemedelsrester visar att det blir oekonomiskt jämfört med den mängd läkemedelsrester som kan avskiljas. Därför jämfördes två olika metoder för dimensionering, dimensionering genom  $Q_{dim}$  kontra  $Q_{drypeak}$ , vilket visade att  $Q_{dim}$  var det mest fördelaktiga alternativet. Jämsides denna utredning om framtida läkemedelsrening genomförs en utredning av systemhandling av hur framtida Fors ARV ska utformas. Inom denna utredning har ett flöde om 1,5  $Q_{dim}$  även diskuterats samt översiktlig kostnadsuppskattning beräknats. Vid dimensionering av kontakttankar och plats för sandfilter har Ramboll funnit att det finns plats och möjligheter att bygga ut för denna belastning. Huvudfokus har dock varit att utreda  $Q_{dim}$  i detta projekt.

### 7.2 Val av teknisk lösning

Resultatet från pilotförsöken visade att både teknikerna GAK och ozon i kombination med sandfilter gav goda resultat avseende reduktion av läkemedelsrester, medan avskiljningen för PAK var mer varierande över tid bla. på grund av utmaningen att dosera rätt mängd PAC jämfört med inkommande flöde och läkemedelsbelastning.

Efter att pilotförsöken avslutats och sammanställts hölls en workshop där val av teknisk lösning för framtagande av principförslag diskuterades. Inför workshopen togs en beslutsmatrix fram för att jämföra resultaten från pilot- och fiskförsöken samt tidigare parametrar som undersökts i projektet, t.ex. kostnader, ytbehov etc. för de aktuella teknikerna. Alla parametrar i matrisen viktades mellan 1 och 3, vilket gjordes i samråd med alla medverkande parter och sedan betygsattes varje enskild parameter, för respektive teknik, mellan 1 och 5.

Slutsatsen från workshopen var att ozon-sandfilter bedömdes som bästa val för Fors, följt av GAK-filter. Alla tre tekniker visade på god avskiljningsförmåga för läkemedelsrester, GAK visade dock på allra högst reduktionsförmåga under försöken. Preliminära resultat från fiskförsöken visade på att de öringar som utsatts för vatten renat med GAK eller ozon inte uppvisade några tecken på nedsatt funktion. PAK testades inte i fiskförsöken.

Haninge kommun har varit angelägna om att transportbehovet ska vara så lågt som möjligt, vilket gav fördel till ozon-sandfilter då inget behov av transporter finns ifall syrgas produceras på plats med PSA-teknik. För aktivt kol tillkommer ett högre transportbehov då kol behöver bytas på årlig basis, tekniken hade kunnat vara mer fördelaktig i det fall en regenereringsanläggning funnits i Sverige. Ozon har det högsta effektbehovet av de tre teknikerna, men Haninge kommun bedömer att behovet kommer att kunna täckas in av ställverken som planeras för det nya verket och detta utgör därmed inget problem. Samtliga undersökta tekniker ligger på ungefär samma nivå vad gäller energiförbrukning, trots detta ger ozon-sandfilter ett lägre klimatavtryck till följd av att energimixen i Sverige är bättre än i de länder där aktivt kol tillverkas och regenereras. För PAK så ansågs det problematiskt att kolet blandas in med slammet, eftersom Fors är Revaq certifierat. Det hade behövts en separat slamhantering vid införandet av PAK.

### 7.3 Principförslag och kostnadskalkyl

Vid dimensionering för  $Q_{dim}$  blir den totala investeringskostnaden 56 Mkr och den totala årskostnaden blir 6,5 Mkr/år. En uppskalning till  $1,5 \cdot Q_{dim}$  skulle innebära att investeringskostnaden ökar till ca 69 Mkr och den totala årskostnaden hamnar på ca 8,5 Mkr/år, vilket är ca 2 Mkr mer än vid dimensionering av  $Q_{dim}$ .

Den totala kostnaden per behandlad mängd avloppsvatten vid dimensionering för  $Q_{dim}$  har beräknats i detta principförslag till 1,43 kr/m<sup>3</sup>. Vid jämförelse med angivna kostnader i andra förstudie- och forskningsprojekt som gjorts i Sverige ligger den beräknade kostnaden i detta principförslag något högre. Jämfört med STOWA-projektet som utförts i Nederländerna ligger den beräknade kostnaden på en snarlik nivå, i STOWA beräknades kostnaden för ozon-sandfilter till 0,17 EUR/m<sup>3</sup> (ca 1,7 kr/m<sup>3</sup>). Vid jämförelse av kostnader är det viktigt att ta hänsyn till vad som ingår i respektive kalkyl. I investeringskostnaden som tagits fram i detta principförslag har kostnader för projektering, upphandling och bygghandlingar tagits med, vilket driver upp totalkostnaden.

Då befintliga bassänger föreslås användas som volymer för sandfilter och maskinrum sparas kostnader in på grundläggning och markarbeten. Bassängerna antas dock behövas renoveras innan installation kan påbörjas, vilket har tagits hänsyn till i kalkylen.

Idag finns det inga krav kring läkemedelsrening i Sverige. Införandet av lagstiftning kring avskiljning av läkemedelsrester skulle kunna innebära t.ex. en förändring av ozondos eller uppehållstid i kontakttankarna, vilket i sin tur skulle leda till förändringar i den investeringsbedömning som gjorts.

### 7.4 Miljöriskbedömning

Recipienten för Fors ARV, Vitsån, är en å med höga naturvärden och den är även utpekad som nyckelbiotop för lekande havsöring. I dagsläget är den ekologiska statusen för Vitsån klassad till "måttlig", medan den kemiska statusen klassats till "uppnår ej god". Vitsån belastas idag med näringsämnen från Fors ARV samt från jordbruk och enskilda avlopp. Reningen av näringsämnen är god vid reningsverket och kravställda villkor uppfylls, däremot visar de provtagningar som utförts inom ramen för detta projekt att många svårnedbrytbara ämnen (som t.ex. läkemedelssubstanser) i genomsnitt avskiljs till mindre än 50 % i reningsverket. Provtagningarna som utförts i recipienten visar också att reningsverket utgör en betydande punktbelastning av läkemedelssubstanser. Det finns därmed ett flertal anledningar till att se över vilka åtgärder som kan göras för att förbättra statusen i Vitsån.

En jämförelse mellan de provtagningsresultat som erhållits i projektet och andra mätningar på ett flertal platser i Sverige visar sammantaget att koncentration av läkemedelsrester är relativt hög i Vitsån. De huvudsakliga orsakerna är låg spädning då det avgående avloppsvattnet blandas ut i Vitsån, samt att koncentrationerna i ingående spillvatten är relativt höga. Jämfört med tidigare studier pekar det mot att koncentrationerna i Vitsån är höga nog för att kunna leda till biologiska effekter i fisken.

En möjlig åtgärd för att minska utsläppet av läkemedelssubstanser till Vitsån är att införa läkemedelsrening vid Fors ARV. I detta projekt valdes ozonering med efterföljande sandfiltrering för framtagande av teknisk lösning och det är denna lösning som utgör förutsättningarna vid den miljöriskbedömning som gjorts. Baserat på utförda beräkningar bedöms antalet substanser som utgör en hög respektive medelhög risk att minska efter införande av läkemedelsrening vid Fors ARV (se **avsnitt 0**). Den läkemedelssubstans som

fortsatt bedöms kunna utgöra en hög risk är citalopram, det är dock endast en studie som ligger till grund för det PNEC-värde som finns tillgängligt och med en säkerhetsfaktor på 2000. Ytterligare forskning skulle behövas för att klarlägga detta.

Resultatet från de utförda fiskförsöken tydde på att det i det ordinarie renade avloppsvattnet finns ämnen med potential att förorsaka subletala toxiska effekter på fisk. Fiskförsöken indikerade även att behandling av avloppsvattnet med antingen ozonering i kombination med sandfiltrering eller aktiverat kol eliminerar denna effekt.

I gallvätska från öring som exponerats för vatten från de förstärkta reningsalternativen detekterades inga koncentrationer av läkemedelssubstanser, medan däremot höga koncentrationer av diklofenak uppmättes i gallvätska från öring som exponerades för ordinarie utgående renat avloppsvatten. Däremot visade försöket att det ordinarie renade avloppsvattnet inte innehöll ämnen i koncentrationer som ledde till feminiserande (östrogena) effekter på fisk.

Sammantaget visar resultatet från utförda pilotförsök och biologiska studier goda möjligheter till en reduktion av läkemedelsrester i utgående avloppsvatten samt att en stor miljönytta skulle kunna erhållas vid införandet av läkemedelsrening vid Fors ARV.

Det är dock viktigt att i bedömningen av Vitsåns status ta hänsyn till de andra belastningskällor som finns. I Vitsåns avrinningsområde bor omkring 600 personer som är anslutna till enskilda avlopp. I beräkningarna som utförts förefaller en inte obetydlig andel av läkemedelsresterna i Vitsån komma från dessa enskilda avlopp. I en framtid med utbyggd läkemedelsrening vid Fors ARV kan de enskilda avloppens relativa bidrag till läkemedelsresterna komma att öka kraftigt. Avskiljningen i de enskilda avloppen varierar mycket beroende på typ och utförande och detta bör beaktas i åtgärdsplaner för att minska belastningen på Vitsån, detta gäller då både belastning av läkemedelssubstanser, men även av fosfor och kväve.

## 8 Slutsats

Sammanfattningsvis har följande slutsatser dragits från det utförda projektet:

- Om dimensionerande maxflöde till läkemedelsreningen sätts till  $Q_{dim}$  för det framtida reningsverket kommer merparten av det inkommande avloppsvattnet att kunna renas genom läkemedelsreningen.
- Både teknikerna GAK och ozon + sandfilter visade i de utförda pilotförsöken på en god avskiljningsförmåga avseende läkemedelsrester.
- För Fors ARV har ozon + sandfilter, med ozonproduktion på plats, bedömts som den mest lämpliga tekniska lösningen, eftersom den innebär ett lågt transportbehov samt ett lågt klimatavtryck.
- Vid dimensionering för  $Q_{dim}$  blir den totala investeringskostnaden 56 Mkr och den totala årskostnaden blir 6,5 Mkr/år. Idag finns det inga krav kring läkemedelsrening i Sverige. Införandet av lagstiftning kring avskiljning av läkemedelsrester skulle kunna innebära t.ex. en förändring av ozondos eller uppehållstid i kontakttankarna, vilket i sin tur skulle leda till förändringar i den investeringsbedömning som gjorts.
- En bedömning av recipienten visar att koncentrationen av läkemedelsrester är relativt hög, samtidigt som recipienten har höga naturvärden och utgör nyckelbiotop för lekande havsöring.
- Höga koncentrationer av diklofenak uppmättes i gallvätska från öring som exponerats för ordinarie utgående renat avloppsvatten, medan inga halter av läkemedelssubstanser detekterades för öring som exponerats för utgående vatten från något av de förstärkta reningsalternativen.
- Resultatet från utförda pilotförsök och biologiska studier visar goda möjligheter till en reduktion av läkemedelsrester i utgående avloppsvatten samt att en stor miljönytta skulle kunna erhållas vid införandet av läkemedelsrening vid Fors ARV.
- För en komplett bedömning av åtgärdsbehov för Vitsåns behöver hänsyn tas även till de andra belastningskällor som finns. I en framtid med utbyggd läkemedelsrening vid Fors ARV kan t.ex. de enskilda avloppens relativa bidrag till läkemedelsresterna komma att öka kraftigt.

### 8.1 Rekommendation till Haninge kommun

Inom denna förstudie har det konstaterats att extra rening av läkemedelsrester kan vara miljömässigt motiverat för Vitsån och den havsöring som lever där. Baserat på de försök och utredningar som utförts under projektets gång och de resulterande riskbedömningar som gjorts för recipienten samt baserat på försiktighetsprincipen bedömer projektet därför det som motiverat att gå vidare med arbetet för införande av läkemedelsrening på Fors ARV.

Vidare bedömer projektet att det finns en flexibilitet i den föreslagna anläggningen, t.ex. kan ozondosen ökas och/eller sanden kan bytas ut mot aktivt kol i filtren. Detta gör att justeringar i anläggningen kan göras om behov finns vid ett eventuellt införande av krav i framtiden och behov av tillräcklig reduktion för specifika ämnen.