

Avancerad rening av läkemedel

Redovisning och analys av etapp 1



Avancerad rening av läkemedel

Redovisning och analys av etapp 1

Havs- och vattenmyndighetens rapportering 2015-04-13

Förord

Av Havs- och vattenmyndighetens regleringsbrev för 2014 framgår att 10 miljoner kronor av sakanslag 1:12 ska användas för avancerad rening av avloppsvatten. Svenskt Vatten genomförde en utlysning av medlen för arbete med avancerad rening av avloppsvatten, på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. De ansökningar som inkom har utvärderats av en beredningsgrupp bestående av representanter från kommunala VA-verk, universitet, Svenskt Vatten och Havs- och vattenmyndigheten. Sex projekt beviljades bidrag 2014 och en styrgrupp bestående av representanter från Havs- och vattenmyndigheten, Naturvårdsverket, Läkemedelsverket och Kemikalieinspektionen följer projekten.

Havs- och vattenmyndigheten fick i regleringsbrevet för 2015 i uppdrag att göra en redovisning och analys avseende de medel som använts under 2014 för avancerad rening av avloppsvatten. Om möjligt ska redovisningen även innehålla information om vilka toxikologiska och ekotoxikologiska risker som kan finnas. Redovisningen ska lämnas till Regeringskansliet senast den 15 april 2015. Denna rapport utgör myndighetens redovisning av uppdraget.

Redovisningen har sammanställts av utredarna Margareta Lundin Unger och Bengt Fjällborg på Havs- och vattenmyndigheten.

Ett stort tack riktas till alla som på något sätt deltagit och bidragit till rapporten.

Göteborg 13 april Björn Sjöberg

| | |
|---|--------|
| BAKGRUND | 9 |
| Problembild | 9 |
| Uppdraget från regeringen | 10 |
| Genomförande | 10 |
| BESKRIVNING AV PROJEKTEN | 12 |
| Läkemedel och organiska miljöföroreningar i kretsloppet..... | 12 |
| Syfte med projektet..... | 12 |
| Vad blev resultatet under året?..... | 12 |
| Vilken nytta kan projektets resultat ha? | 12 |
| Pilotanläggning för ozonoxidation av läkemedelsrester i avloppsvatten | 13 |
| Syfte med projektet..... | 13 |
| Vad blev resultatet under året?..... | 13 |
| Vilken nytta kan projektets resultat ha? | 13 |
| Fullskalig Rening Av Mikroföroreningar – FRAM | 14 |
| Syfte med projektet..... | 14 |
| Vad blev resultatet under året?..... | 14 |
| Vilken nytta kan projektets resultat ha? | 14 |
| Systemförslag för rening av läkemedelsrester och andra prioriterade svårnedbrytbara ämnen..... | 15 |
| Syfte med projektet..... | 15 |
| Vad blev resultatet under året?..... | 15 |
| Vilken nytta kan projektets resultat ha? | 16 |
| Rening av svårnedbrytbara föroreningar i avloppsvatten | 16 |
| Syfte med projektet..... | 16 |
| Vad blev resultatet under året?..... | 17 |
| Vilken nytta kan projektets resultat ha? | 17 |
| Utvärdering av avancerad rening av avloppsvatten i fullskala | 17 |
| Syfte med projektet..... | 18 |
| Vad blev resultatet under året?..... | 18 |
| Vilken nytta kan projektets resultat ha? | 18 |
| ANALYS AV VAD DETTA HAR GETT | 19 |
| Lovande teknik som behöver utvecklas för svenska förhållanden | 20 |
| Ozonering | 20 |
| Aktivt kol/biokol..... | 20 |
| Övriga tekniker | 21 |
| Ekotoxikologiska och toxikologiska risker | 21 |
| Behov av samordning och kunskapsinhämtning..... | 22 |
| REFERENSER | 23 |

| | |
|--|----|
| Bilaga. Sammanställning över läkemedel och andra substanser och analyser som genomförs i projekten | 25 |
|--|----|

Bakgrund

Problembild

Läkemedelsrester och andra föroreningar kan spridas till våra vattenmiljöer via kommunala avloppsreningsverk. Undersökningar visar på att ett relativt stort antal läkemedel hittas i utgående avloppsvatten och i vattendrag (Fick et al, 2011, Wahlberg et al, 2010) men även långt ut till havs, bl a i Östersjön.

Även enskilda avlopp är en källa till läkemedelsrester och andra miljöfarliga ämnen i miljön (Ejhed et al, 2012). Få undersökningar avseende spridning av läkemedelsrester från enskilda avlopp är genomförda, men studier pågår bl a inom BONUS-projektet Optritreat (optitreat.ivl.se/) och Formas finansierade RedMic (www.redmic.se/).

En tredje spridningskälla är slam till jordbruksmark, där slammet kan innehålla t.ex. rester av läkemedel och steroidhormoner.

Det är oklart vilka effekter läkemedelsrester och steroidhormoner kan ha på ekosystemen men man har observerat hormonstörningar hos fisk, både i Sverige och internationellt. Det har även påvisats att det finns en risk för beteendestörningar hos fisk när de exponeras för en del av de läkemedel som påträffats i miljön (Brodin, 2013).

Avloppsreningsverkens förmåga att ta hand om läkemedelsrester är begränsad (Naturvårdsverket, 2008). Av budgetpropositionen för 2014 (prop, 2013/14:1) uppgiftsområde 20 "Allmän miljö- och naturvård" framgår att dagens avloppsreningsverk inte är utformade för att ta hand om läkemedelsrester och andra svårnedbrytbara kemikalier. Lagstiftning och andra styrmedel utvecklas generellt sett positivt och bedöms på sikt kunna ge goda förutsättningar att nå miljökvalitetsmålet Giftfri miljö och ge bättre skydd för hälsa och miljö mot kemiska risker. Vidare poängteras att när det gäller miljögifter och läkemedelsrester behöver kunskapen om ämnenas spridning och påverkan förbättras.

En annan fråga som uppmärksammas i allt större utsträckning är utveckling av antibiotikaresistens som en följd av den ökande användningen av antibiotika och antibakteriella medel. På senare tid har man också upptäckt att antibiotikaresistenta bakterier och gener i vatten nära avloppsreningsverk (Larsson och Löf, 2014).

Det finns tekniker som bryter ner eller adsorberar läkemedelsrester, hormoner och andra mikroföroreningar. Internationellt ligger Schweiz (och Tyskland) i framkant med nationella strategier och utbyggnad av reningsverk. Också i Sverige pågår det intressanta projekt. En nyligen publicerad rapport sammanställer kunskapsläget i Sverige och de två största satsningar som genomförts i Sverige under 2005-2011, av Stockholm Vatten och inom Mistrapharma (Hörsing et al, 2014). De kompletterande reningsmetoder som verkar mest lovande är ozonering i låg dos eller aktivt kol men de behöver utvecklas och testas för att kunna implementeras i Sverige. Även utökad biologisk rening med bioreaktormembran eller rörliga bärare är av intresse (Falås, 2012).

Det behövs dock mer kunskap om vilka effekter som införandet av dessa tekniker kan ha. Det omfattar aspekter som ökad energi- och resursåtgång,

ökade kostnader för avloppsrening och eventuella negativa effekter på vattenlevande organismer som t.ex. ozonering kan innebära. Då ozon är ett mycket kraftigt oxidationsmedel ställer detta också höga krav på arbetsmiljön för att undvika exponering av reningsverkspersonal vid implementering av denna teknik i större skala.

Uppdraget från regeringen

Ur budget propositionen för 2014:

Regeringen bedömer att det behövs ett brett spektrum av riskbegränsande åtgärder i hela kedjan från utveckling av nya läkemedel, via tillverkning av aktiva substanser och andra komponenter, till utsläpp via avloppet i vår närmiljö. Att komplettera avloppsreningsverken med avancerade reningsmetoder skulle kunna reducera utsläppen av både läkemedelsrester och andra svårbehandlade föroreningar som inte kan renas bort i reningsverkens nuvarande processer. Regeringen satsar därför 32 miljoner kronor under de kommande fyra åren på att främja avancerad rening av avloppsvatten. För arbete med avancerad rening av avloppsvatten föreslår regeringen att anslaget tillförs 10 miljoner kronor per år 2014–2015, 7 miljoner kronor 2016 och 5 miljoner kronor 2017.

Av Havs- och vattenmyndighetens regleringsbrev för 2014 framgår av punkt 9, som rör villkor för sakanslag 1:12 att högst 10 miljoner kr ska användas för avancerad rening av avloppsvatten.

Detta uppdrag handlar om att utveckla reningstekniker för de kommunala reningsverken, det vill säga end-of-pipe lösningar. För att minska flödet av läkemedel till våra vatten är det även viktigt att parallellt arbeta med vad som kan göras för att minska flödet av svårnedbrytbara läkemedel till reningsverken. Här handlar det om många åtgärder, från långsiktig utveckling av läkemedel som bryts ned snabbare, till klok läkemedelsanvändning och minskad överanvändning, att miljöhänsyn ska finnas med vid val av läkemedel, att receptfria läkemedel inte ska vara miljöfarliga och att överblivna läkemedel inte spolas ut i avloppet.

Genomförande

En utlysning av medel för arbete med avancerad rening av avloppsvatten genomfördes av Svenskt Vatten, på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten, år 2014. En styrgrupp bestående av representanter från Havs- och vattenmyndigheten, Naturvårdsverket, Läkemedelsverket och Kemikalieinspektionen knöts till projektet för att fatta beslut om utlysningstext, utlysningens formalia och beredningsgruppens sammansättning. Beredningsgruppen bestod av representanter från kommunala VA-verk, universitet, Svenskt Vatten och Havs- och vattenmyndigheten.

Syftet med utlysningen var att ge stöd för planering, genomförande, utvärdering och dokumentation av undersökningar avseende reduktion av läkemedelsrester och andra svårnedbrytbara föroreningar som inte effektivt kan reduceras i reningsverkens nuvarande processer. Det är en fördel om de metoder som används även minskar risk för smittspridning och uppkomst av

antibiotikaresistens. Fokus är att minska utsläpp till ytvatten av sådana ämnen och ämnesgrupper som är av relevans i den akvatiska miljön och påvisats antingen i form av förhöjda halter eller genom observerade effekter, särskilt prioriterade ämnen som EU fört upp i prioämnesdirektivet (2013/39/EU, bilaga 1) samt de ämnen som finns på bevakningslistan (artikel 8b i direktivet och kommissionens genomförandebeslut (EU) 2015/495 av den 20 mars 2015). Förutom de tre läkemedel som tidigare fanns på bevakningslistan; diklofenak, 17-beta-östradiol och 17-alfa-etinylöstradiol utökades listan till att även omfatta östron och tre antibiotika.

Utlysningen öppnade den 28 april 2014 med sista ansökningsdag den 30 maj 2014. Tolv ansökningar inkom, varav sex bedömdes uppfylla kriterierna varför dessa tilldelades medel (Tabell 1).

| Organisation Projektledare | Ansökans titel | Övrig finansiering, tkr | Beviljat bidrag 2014, tkr |
|-------------------------------|---|----------------------------|------------------------------|
| JTI | Läkemedel och organiska miljöföroreningar i kretsloppet | 533 (under två år) | 650 |
| Tekniska verken i Linköping | Pilotanläggning för ozonoxidation av läkemedelsrester i avloppsvatten | 1 400 | 1 200 |
| Högskolan Kristianstad HKR | Fullskalig Rening Av Mikroföroreningar – FRAM | 207 | 591 |
| IVL | Systemförslag för rening av läkemedelsrester och andra prioriterade svårnedbrytbara ämnen | 1891 | 2 129 |
| SWR | Rening av svårnedbrytbara föroreningar i avloppsvatten | 146 | 2 947 |
| Umeå universitet | Utvärdering av avancerad rening av avloppsvatten i fullskala | 0 | 2 482 |

Tabell 1. Sammanställning av beviljade projekt 2014 – avancerad rening av läkemedel.

De kriterier som bedömdes vara viktigast var; relevans för utlysningen, hur väl projektet förväntas bidra till ny kunskap, praktisk tillämpbarhet och

samverkan mellan olika aktörer. Även ansökans kvalitet och projektgruppens organisation och kompetens värderades.

Beskrivning av projekten

Läkemedel och organiska miljöföroreningar i kretsloppet

- Organisation: JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik
- Havs- och vattenmyndighetens finansiering 2014: 650 000 kr
- Övrig finansiering: Stockholms läns landsting - Tillväxt, miljö och regionplanering (TMR) 230 000 kr Lantbrukarnas riksförbund (LRF) 100 000 kr. Telge Nät 28 000kr. SLU-IVM 150 000 genom projektet RedMic samt fakultetsmedel SLU-ET 25 000 kr. Totalt 533 000.
- Total projektbudget (2014 – 2016): 2 555 600 kr
- Projektstart: 2014-06-23 Slutdatum: 2016-12-31
- Havs- och vattenmyndighetens andel 2014: Budgeten är satt för flera år, men enligt den ekonomiska delredovisningen var myndighetens andel 2014 79% (650 000 av totalt 825 000 kr).

Syfte med projektet

Syftet med projektet är att utveckla kunskap om hur organiska föroreningar sprids genom kretslopp av källsorterade avloppsfraktioner, hur befintliga behandlingssystem presterar, vilka risker som föreligger vid spridning i jämförelse med konventionella avloppssystem, samt hur eventuella risker kan förebyggas.

Vad blev resultatet under året?

Provtagnings- och försöksplan har utarbetats och ett urval av prioriterade substanser har gjorts. Analysmetodik har fastställts och analysmetod anpassad till substraten har utvecklats. Provtagning har genomförts av källsorterade fraktioner och beretts inför vidare analys. En serie utrötningsförsök med latrin har genomförts och prover har sparats för vidare analys. Analysarbetet kommer att ske under 2015.

Vilken nytta kan projektets resultat ha?

Den kunskap som erhålls under projektet kan stärka lokala och regionala beslut som rör spridning av näring från källsorterat avlopp i jordbruket samt belysa vidare forsknings- och utvecklingsbehov gällande problematiken kring spridning av organiska föroreningar via avloppssystem. Kunskapen är relevant även för att utvärdera värdet av att i framtiden utveckla och implementera källsorterande systemlösningar i samhället.

Pilotanläggning för ozonoxidation av läkemedelsrester i avloppsvatten

- Tekniska verken i Linköping AB (TVAB)
- Havs- och vattenmyndighetens finansiering 2014: 1 200 000 kr
- Övrig finansiering: IVL - Svenska Miljöinstitutet. Totalt 1 400 000.
- Projektbudget: 2 600 000 kr
- Myndighetens andel: 46%
- Projektstart: 2014-06-23 Slutdatum: 2015-02-18 (planeringen av projektet påbörjades dock redan i slutet av 2013 av TVAB och IVL)

Syfte med projektet

Projektet syftar till att öka branschens kunskap om ozonering som reningsteknik samt att ge tillförlitligt underlag för beslut om en fullskalig processlösning för läkemedelsrening vid Nykvarnsverket i Linköping. Tillgängliggör ozonering kväve, fosfor och organiskt kol för effektivare reduktion i biosteget? Vilken belastningsparameter bör styra doseringen för optimal energiförbrukning och vattenpåverkan? Hur påverkas vattenlevande organismer?

Vad blev resultatet under året?

Tester med en pilotanläggning med den tilltänkta processen har genomförts. I undersökningen ingick dygnsvariationskartläggning, massflöde över anläggningen, dos-respons undersökningar, belastningsstyrningsförsök och studier av ekotoxicitet. En lista av prioriterade substanser har valts ut, fem ämnen klassades som det fanns en risk för att de kunde ge effekter i recipienten och sju ämnen bedömdes ligga relativt nära koncentrationer som skulle kunna ge effekter. Bedömningen baserades på en beräkning av PEC/PNEC-kvoten. PEC dvs koncentrationen i recipienten av ämnena, beräknades med hjälp av en utspädningsfaktor där man tog hänsyn till medelflödet i recipienten. PNEC dvs den koncentration vid vilket ämnen inte förväntas ge effekt på ekosystemen beräknades med hjälp av säkerhetsfaktorer baserad på hur stor kunskapen är om ämnets toxicitet.

En ozondos på 5 – 8 mg O₃/l reducerade merparten av ämnena utan att öka risken för ekotoxicitet för vattenlevande organismer. Ingen ökad bildning av mutagena biprodukter och genotoxicitet kunde uppmätas i de genomförda Ames-testerna. Antalet bakterier kunde minska kraftigt även vid låga ozondoser. I genomsnitt kunde 90 % av massflödet av läkemedelsrester reduceras. Resultaten finns presenterade som en IVL/SVU-rapport (Sehlén et al, 2015). I slutkommentaren i rapporten skriver man att resultaten är preliminära och att uppföljande studier bör ske bland annat pga av analysosäkerhet.

Vilken nytta kan projektets resultat ha?

Projektet förväntas bidra till en mer detaljerad bild av ozonets påverkan på olika substanser; framför allt på könshormoner, antibiotika och bakterier.

Baserat på pilotresultaten kommer Tekniska verken arbeta med en implementering av systemet vid Nykvarnsverket i fullskala.

Fullskalig Rening Av Mikroföroreningar – FRAM

- Högskolan Kristianstad (HKR)
- Havs- och vattenmyndigheten finansiering 2014: 591 300 kr
- Övrig finansiering: HKR, Malmbergs 206 600 (2014)
- Projektstart (år/mån) 2014-10-01 Slutdatum (år/mån) 2017-09-30
- Projektbudget 2014: 797 900 kr
- Myndighetens andel 2014: 74%

Syfte med projektet

Syftet är att utveckla en kompletterande, och kostnadseffektiv metod för rening av läkemedelsrester och andra föroreningar, samt reducera mängden resistensbärande gener till recipienten. Metoden ska vara hållbar med hänsyn till både dagens och framtidens kemikaliesamhälle.

Vad blev resultatet under året?

Projektet har tagit fram ett förslag på fullskalig filterteknik i ett fjärde steg som initialt ska installeras och sättas i drift på Osby reningsverk under januari 2015. En mobil enhet byggs på Malmberg Water AB i Yngsjö. Studier har gjorts i laboratorieskala rörande kemisk inbindning till kommersiellt tillgängliga aktiva kol av ett stort antal mikroföroreningar. Ca 30 olika substanser i ett brett spektra ämnesklasser med skilda fysikalisk-kemiska egenskaper hos molekylerna såsom anjoner, katjoner, zwitterjoner och hydrofoba interaktioner är representerade för att säkerställa att en maximal andel av befintliga och framtida mikroföroreningar fångas med det fjärde steget. Man har även inlett adsorptionsförsök på biokol tillverkade från förnyelsebara material av pil, tång och bränslepellets. Cirka hälften av de analyserade ämnena nådde en reningsgrad på över 75%. Genom olika typer av behandlingar kunde reduktionen öka till över 90 % bland annat av diklofenak och hormoner. Man har även testat att tillverka biokol från höns gödsel och kogödsel.

Vilken nytta kan projektets resultat ha?

Projektet avser att ta fram, utveckla och (i fullskala) testa filterteknik, som en kompletterande, och kostnadseffektiv reningsmetod i ett fjärde steg. Tekniken kan även bidra till att reducera mängden resistensbärande gener till recipienten. Avsikten är att integrera optimerade ingenjörlösningar med forskningsresultat avseende teknik som bygger på kemisk inbindning, både till kommersiella tillgängligt aktivt kol och mer kostnadseffektiva biokol - utvecklade av förnyelsebara material som tång, pil och pellets.

Systemförslag för rening av läkemedelsrester och andra prioriterade svårnedbrytbara ämnen

- IVL Svenska Miljöinstitutet
- Havs- och vattenmyndighetens finansiering 2014: 2 129 090 kr
- Övrig finansiering: KTH, Stockholm Vatten, SYVAB. Totalt 1 891 000 kr (2014)
- Projektbudget 2014: 4 020 090 kr
- Projektstart: 2014-08-01 Slutdatum: 2016-12-31
- Myndighetens andel 2014: 53%

Syfte med projektet

Syftet med projektet är att bidra till implementering av bättre behandlingssystem vid svenska reningsverk genom att ta fram underlag för val av system som passar olika typer av reningsverk. Underlaget ska ge kunskap om de mest realistiska reningsmetoderna för olika anläggningstyper. Projektet har fem delmål.

1. Baserat på svensk och internationell kunskap, uppdatera och upprätta en sammanställning av: relevanta läkemedelsrester och andra prioriterade svårnedbrytbara ämnen, existerande reningstekniker samt tekniker under utveckling, för- och nackdelar samt framtida potential, relaterad kunskap som krävs för att uppnå en resurseffektiv rening; detta inkluderar t.ex. provtagnings- och analysmetoder.
2. Vidareutveckla kemiska analysmetoder och stöd i val av analysmetod.
3. Optimera och utvärdera praktiska försök med minst tre olika tekniker genom nya ansatser och analyser av fokusämnen, metaboliter och nedbrytningsprodukter, samt ekotoxikologiska metoder.
4. Genomföra en kostnads- och miljöpåverkansanalys för olika reningsmetoder.
5. Presentera välargumenterade systemförslag för olika anläggningstyper samt potential för anpassning till nya metoder.

Vad blev resultatet under året?

En sammanställning utifrån nationell och internationell kunskap av både relevanta läkemedelsrester och andra prioriterade svårnedbrytbara ämnen samt olika behandlingsmetoder och en bedömning av dessa har tagits fram (delmål 1). Arbetet med utveckling av kemiska analysmetoder (delmål 2) pågår, för en del analysmetoder har utvecklingsarbetet redan kunnat avslutas och metodverifieringar påbörjats. Ett antal praktiska försök (delmål 3) har genomförts i pilotskala vid främst Hammarby Sjöstadverket med membranbioreaktor (MBR)-teknik, olika aktivt kol-system samt ozonering (redovisas delvis i Baresel et al, 2014). Det kvarstår dock en del tester. Här ingår även toxicitets- och metabolitutredningar som delvis har genomförts eller är pågående och som krävs för att kunna garantera reningssystem utan negativ miljöpåverkan. Arbetet med kostnads- och miljöpåverkansanalys för olika reningsmetoder (delmål 4) pågår och arbetet med systemförslag för olika

anläggningstyper samt potential för anpassning till nya metoder (delmål 5) har kommit igång.

Sammanställningen (delmål 1) finns publicerad i en rapport (Baresel et al, 2015) där det ges ett antal rekommendationer:

- Miljökvalitetsnormer (enligt vattendirektivet och prioämnesdirektivet) eller PNEC-värden bör tillämpas för att bedöma risken för effekter på vattenlevande organismer. För mycket långlivade, bioackumulerande och/eller reproduktionsstörande ämnen bör nollutsläpp eftersträvas. I de fall okända substanser förväntas förekomma rekommenderas kompletterande toxicitetstester.
- Förutom läkemedel är andra prioriterade substanser med särskilt behov av förbättrad behandlingsteknik: mjukgörare – ftalatestrar, flamskyddsmedel, fenolära ämnen, PFAS, sötningsmedel, siloxaner, biocider, mikrokräp och antibiotikaresistenta bakterier och deras gener.
- Kvantifieringsgränser för den kemiska analysen måste vara tillräckligt låg jämfört med miljökvalitetsnormer och PNEC (Predicted no effect concentration). Utformningen av ekotoxtester måste anpassas till situationen och utarbetas i samarbete med laboratoriet.
- Uppströmsarbete för att minska inkommande mängder är viktiga men har sina begränsningar beträffande läkemedel. Före ändringar i det reningsprocesserna, krävs platsspecifika tester för att kartlägga förutsättningarna på det enskilda reningsverket. Utökad biologisk rening aktivt kol och ozonering kan bli viktiga.

Vilken nytta kan projektets resultat ha?

Projektet bidrar till att ge underlag för val av fokusämnen och vägleda till förbättrade analyser av dessa i olika matriser, ge beslutsunderlag för reningsverken för val av mest effektiva behandlingstekniker ur ett hållbarhets- och systemperspektiv, samt bidra till implementering av effektiva reningstekniker och dess utveckling.

Rening av svårnedbrytbara föroreningar i avloppsvatten

- Sweden Water Research AB
- Havs- och vattenmyndighetens finansiering 2014: 2 947 360 kr
- Övrig finansiering: egen tid projektdeltagarna 146 000 kr
- Projektbudget 2014: 3 093 369 kr
- Projektstart: 2014-07-01 Slutdatum: 2017-06-30
- Myndighetens andel 2014: 95%

Syfte med projektet

Syftet med projektet är att ta fram riktlinjer och dimensioneringskriterier för drift och utbyggnad av olika typer av avloppsreningsverk med ozonering eller aktivt kol, inklusive eventuella efterpoleringstekniker.

Vad blev resultaten under året?

Syftet med första fasen av projektet var kartläggning av förekomster av olika läkemedel och andra svårnedbrytbara organiska ämnen samt bestämning av vilka reduktioner som kunde uppnås genom ozonering. I ett delprojekt har korttidsförsök genomförts vid ett flertal avloppsreningsverk i södra Sverige och i ett annat delprojekt har mer omfattande försök genomförts vid ett och samma reningsverk, Ryaverket i Göteborg. Totalt har 28 olika läkemedel, 3 hormoner och 15 biocider studerats. De första analys svaren tyder på att såväl förekomst som reduktion av ett stort antal ämnen kan beskrivas utifrån olika faktorer. Vid pilotförsöken på Ryaverket har försök utförts i syfte att beskriva förekomst och reduktion vid olika flödesförhållanden. Utifrån de resultat som uppnåtts kan reduktion av både läkemedelsrester och andra organiska ämnen beskrivas utifrån ozondos. Denna beskrivning kan göras för ozonering av utgående vatten från reningsverk med olika processkonfigurationer.

I samarbete med europeisk expertis har ett antal processkonfigurationer utarbetats där aktivt kol eller ozon implementeras vid några typiska svenska reningsverk. De svenska förutsättningarna har analyserats i förhållande till de centraleuropeiska och förhållanden som särskilt behöver tas hänsyn till vid implementering av tekniker med aktivt kol eller ozon i Sverige. Exempel på sådana förhållanden är att slam används på jordbruksmark och att mycket låga utgående fosforkoncentrationer ofta krävs av reningsverken. För de processkombinationer som bedömdes som mest tilltalande för svenska förhållanden och reningsverk har en analys gjorts för att identifiera vilka processförutsättningar som redan är kända, respektive vad som behöver utvecklas för att teknikerna ska kunna fungera väl vid svenska reningsverk. En planering för att svara på de identifierade utvecklingsbehoven har påbörjats.

I projektet har etablerats en grund för fortsatta försök och en framtida beskrivning av hur avancerad reningsteknik kan införas som kompletterande reningsteknik vid olika svenska avloppsreningsverk.

Vilken nytta kan projektets resultat ha?

Projektet förväntas generera utveckling av reningsprocesser avsedda för reduktion av läkemedelsrester och andra svårnedbrytbara föreningar. Det innefattar etablering av riktlinjer och dimensioneringskriterier för utbyggnad av svenska avloppsreningsverk. Därtill genereras kostnadsuppskattningar som underlag för implementering vid olika svenska reningsverk. Industriparterna har lagt in mer egen tid i projektet än vad som budgeterades.

Utvärdering av avancerad rening av avloppsvatten i fullskala

- Umeå universitet tillsammans med KTH, Göteborgs universitet och SLU Uppsala
- Havs- och vattenmyndighetens finansiering 2014: 2 482 250 kr
- Övrig finansiering: ingen
- Projektbudget 2014: 2 482 250 kr

- Projektstart: 2014-07-01 Slutdatum: 2016-12-31
- Myndighetens andel 2014: 100 %

Syfte med projektet

Projektets huvudsyfte är att undersöka hur man kan implementera ozonering av avloppsvatten i fullskala och att studera effekterna av detta med avseende på avskiljningsgrad av läkemedel och andra kemikalier, samt på effekter på exponerad biota. Projektet har fem huvudmål:

1. Få ökad praktisk erfarenhet av implementering och drift av ozonering i full skala.
2. Få kunskap om skalfaktorer och hur resursanvändning kan optimeras
3. Studera avskiljningsgrad av 120 läkemedel samt andra svårnedbrytbara föreningar
4. Undersöka effektbild i miljön avseende hormonstörningar, organförändringar och beteende hos fisk samt resistensspridning och ekologisk status före, under och efter implementering av ozonrening i fullskala.
5. Ta fram rekommendationer och kostnadsberäkningar för en bred implementering i Sverige.

Vad blev resultatet under året?

Projektering av fullskaleanläggningen är klar och upphandlingen i stort sett genomförd. Markbyggnad är upphandlad och detaljplanering av anläggningens placering är genomförd. Marklån är klart och det tillfälliga bygglovets underhandläggning. All infrastruktur ska vara på plats och operativ till planerad driftstart i april 2015. Studier av recipienten för att etablera baslinjenivåer för att kunna utvärdera vilka negativa och positiva effekter reningen kommer att ha, är genomförda enligt plan och kommer att fortsätta under 2015.

Vilken nytta kan projektets resultat ha?

Projektet kan leda till en ökad praktisk erfarenhet av implementering och drift i full skala, kunskap om skalfaktorer och hur resursanvändning kan optimeras och även rekommendationer och kostnadsberäkningar för en implementering i Sverige. Projektet kommer även att studera effektbilden i miljön inklusive ekologisk status före, under och efter implementering av ozonrening vilket kan leda till ökad förståelse för fördelar och nackdelar med ozonering i Sverige.

Analys av vad detta har gett

Det pågår en omfattande forskning kring läkemedelsresters miljöpåverkan och spridning i miljön. Utvecklingen av nya och bättre analysmetoder medverkar till att allt fler ämnen kan analyseras och detekteras i såväl avloppsvatten och som i recipienter. För att kunna utveckla teknik som på ett effektivt sätt kan reducera läkemedelsrester och andra miljöfarliga ämnen behöver vi bättre kunskap om vilka ämnen som är prioriterade och metoder för att bedöma detta.

Beträffande teknikutveckling ligger Schweiz (och Tyskland) i framkant med nationella strategier och utbyggnad av ca 100 reningsverk med aktivt kol och ozonering som behandlingsmetoder. Det är viktigt att ta del av denna utveckling och att tekniken anpassas till svenska förhållanden och de förutsättningar som finns här. Det gäller flera aspekter, t ex vilka behov som finns i miljön, befintlig teknik på avloppsreningsverken, slamhantering och utsläppskrav. De sex projekten som tilldelats medel kommer att öka kunskapsläget avseende läkemedelsrester och andra mikroföroreningar och hur olika reningstekniker kan implementeras i Sverige.

| | JTI | TVAB | FRAM | IVL | SWR | UU |
|----------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Kolfilter | | | X | (X) | | |
| MBR+Kolfilter | | | | X | | |
| Pulverkol i aktiv slam | | | | X | X | |
| Ozon efter process med N-rening | | X | | X | X | X |
| Ozon efter process utan N-rening | | | | | X | |
| ozon+kolfilter | | | (X) | (X) | | (X) |
| ozon+MBBR | | X | | | X | |
| MBR+ozon | | | | X | | |
| Klordioxid | | | | X | | |
| Källsortering | X | | | | | |

Tabell 2. Översikt av vilka tekniker som testas i projekten; MBR: membranbioreaktor, MBBR: Biofilmsystem med rörliga bärare (Moving Bed)

Biofilm Reactor). Kryss inom parantes innebär att man avser att studera tekniken de kommande åren, men ännu inte genomfört detta.

Eftersom utlysningen genomfördes i maj och beslut fattades i juni har de flesta av projekten enbart varit igång ett halvår. Undantaget är Tekniska verken i Linköping och IVL-projekten där medel tilldelades redan planerade projekt, samt FRAM-projektet som enbart varit aktivt i 3 månader då det startade 2014-10-01. Under den första perioden har inledande försök påbörjats, utrustning införskaffats och upphandlats. Resultaten är därför begränsade eftersom de flesta projekten planerats för ytterligare år och de flesta undersökningar i huvudsak utförs under 2015 och även 2016.

Bedömningen är att de sex projekten tillsammans medför att olika behandlingstekniker, främst ozon men även aktivt kol kommer att utvärderas och utvecklas för svenska förhållanden. Såväl mindre som större reningsverk omfattas av projektet. Även frågan om källsorterande lösningar kan bidra till minskade utsläpp, kommer att belysas.

Lovande teknik som behöver utvecklas för svenska förhållanden

Ozonering

Ozonering är den teknik som av många anses vara mest intressant i Sverige. Ozon är ett starkt oxidationsmedel och fördelaktigt vid stora reningsverk, och i de fall många ämnen måste tas bort (Wahlberg, 2010 och Hörsing, 2014). Försöken i Linköping och inledande försök i SWR-projektet visar att flertalet ämnen kan reduceras vid en dos kring 5-8 mg/l ozon, vilket bekräftar tidigare svenska pilotstudier (bl a Wahlberg, 2010). Aspekter som har studerats hittills i projekten är bland annat styrning av dosering och biologisk efterbehandling för att reducera transformationsprodukter som kan uppkomma vid ozoneringen. Hur man implementerar tekniken i olika typer av svenska avloppsreningsverk kommer att undersökas vidare i flera av projekten och omfattar bland annat resursåtgång, kostnader och processtekniska aspekter.

Aktivt kol/biokol

Även aktivt kol är en teknik som är av stort intresse för Sveriges del. Pulveriserat eller granulerat aktivt kol är en relativt vanlig teknik för att reducera exempelvis bekämpningsmedel i dricksvatten. En fördel med tekniken är att det inte bildas några transformationsprodukter utan ämnena binds till kolet. För att lösa kvittblivningen måste det aktiva kolet reaktiveras eller kasseras. I Schweiz bränner man kolet tillsammans med avloppsslammet. Tekniken med att tillsätta aktivt kol direkt till biosteget är svårt att implementera i Sverige eftersom ambitionen är att slammet ska återföras till jordbruksmark. Metoder att avskilja kolet och behandla det separat eller använda aktivt granulerat kol i filter blir därför viktigt att utveckla (Björleinius, muntlig kommunikation). En nackdel med aktivt kol jämfört med ozon är att det inte har någon desinficerande effekt. Baserat på ett fåtal studier har man ansett att aktivt kol är dyrare än ozonrening, men detta behöver utredas i mer detalj. Att ta fram billigare material och metoder som man avser att göra i

FRAM-projektet är därför angeläget. Att kombinera ozonering med aktivt kol i filter är också av intresse och kommer att studeras i ett par av projekten.

Övriga tekniker

Även om ozonering och aktivt kol verkar vara de mest lovande teknikerna kommer man i några av projekten även studera andra reningstekniker och kombinationer t ex med utökad biologisk rening. För mindre verk kan det vara av intresse med teknik som är mindre dyr att installera men där driftkostnaden kan vara högre.

Källsortering av toalettavloppsfraktioner är också ett sätt att minska utsläpp av hormoner och läkemedel till sjöar och hav. Tas fekalierna om hand kan också spridningen av patogener och antibiotikaresistenta bakterier i miljön reduceras väsentligt. Genom att sortera bort de näringsrika fraktionerna möjliggörs också ett kretslopp där fosfor och andra näringsämnen kan återföras till jordbruksmark. Emellertid är det viktigt att öka kunskapen om förekomst och eventuella risker med läkemedelsrester vid spridning av källsorterade avloppsfraktioner till åkermark. Även kunskapen om hur fraktionerna ska behandlas för att reducera eventuella risker behöver öka. Det är aspekter som LäK-projektet avser att undersöka. Detta projekt är också intressant utifrån perspektivet att restprodukterna från svartvatten innehåller betydligt mer läkemedelsrester än vad avloppsslam gör. Anledningen till att det blir så är att i urin (och ännu mer i svartvatten) finns merparten av alla läkemedelsrester. Detta till skillnad från reningsverk där en stor del av läkemedelsresterna går vidare i vattenfasen och därför släpps ut från reningsverket. Med detta projekt finns också möjlighet att få bättre kunskap om hur stor nedbrytningen är av läkemedelsrester i mark.

Ekotoxikologiska och toxikologiska risker

Enligt anvisningarna för uppdraget som framgår av regleringsbrevet för budgetåret 2015 ska Havs- och vattenmyndigheten om så är möjligt redovisa vilka toxikologiska och ekotoxikologiska risker som kan finnas med avancerad rening av avloppsvatten.

När det gäller toxikologiska risker är det av stor vikt att beakta dessa innan en ny reningsteknik införs. Eftersom toxikologiska riskbedömningar ligger utanför Havs- och vattenmyndighetens ansvars- och kompetensområde så bör detta ske i samverkan med Arbetsmiljöverket och Kemikalieinspektionen. Direkt exponering av professionellt verksamma regleras både genom befintlig arbetsmiljölagstiftning och genom Reach där hantering av enskilda ämnen beskrivs i så kallade exponeringsscenarios. När det gäller indirekt exponering för allmänheten, t.ex. via dricksvatten, av ämnen och produkter som används inom reningen, bör detta vägas in i bedömningen av vilken teknik som kan användas. Innan någon ny reningsteknik rekommenderas är det således av vikt att en analys görs av berörda myndigheter så att hantering av ämnet är i linje med vad som föreskrivs i gällande föreskrifter både vad gäller direkt och indirekt exponering av professionellt verksamma och allmänheten. Under den nu pågående försöksperioden, vilket huvudsakligen innefattar studier i pilotskala, förutsätter myndigheten att gällande arbetsmiljölagstiftning följs och ger ett fullgott skydd.

De reningsmetoder som ingår i projekten är i huvudsak adsorption med aktivt kol (inledningsvis ett projekt och troligen ytterligare ett projekt längre fram) och fyra projekt som använder ozonering. Rening med klordioxid, ansågs av beredningsgruppen inte godtagbar att använda på grund av de negativa effekter i miljön som kan uppkomma med de ämnen som kan bildas när klordioxid används som oxidationsmedel. Framförallt slogs det fast att det finns en risk för att klorit och klorat bildas, vilka har negativa effekter på organismer i vattenmiljön. IVL-projektet avser dock att titta närmare på klordioxid eftersom den kan vara av intresse för mindre reningsverk.

I FRAM-projektet avser man att utveckla ett aktivt kol baserat på biologiskt förnybara resurser, för att minimera både kostnader och produktens totala miljöpåverkan. Det granulerade kolet har en diameter större än de slitsar som finns i den filterbotten som tagits fram och är således utformat för att inte passera ut i recipienten. De negativa effekter som annars kan uppstå vid användning av granulerat aktivt kol är att det antingen förorenar slammet alternativt att det passerar genom reningsverket och ut i vattendragen.

När det gäller rening av avloppsvatten med ozon så har man i ett flertal studier (t.ex Stalter et al, 2010; Magdeburg et al, 2012) påvisat vissa negativa effekter efter reningssteget. De effekter som observerats har troligen orsakats av ämnen som bildats vid behandling med ozon, eftersom nedbrytningen av ämnen vid ozonbehandling sällan är fullständig. Risken ökar med doseringen och Breitholz och Larsson (2009) menar att ozonering med hög dos inte är lämplig. Exempelvis visade Stalter et al (2010) att de negativa effekterna kunde minimeras om avloppsvattnet fick passera genom ett sandfilter efter ozonbehandlingen. Detta indikerar att de ämnen som bildats antingen adsorberar till sandpartiklarna eller är nedbrytbara.

Behov av samordning och kunskapsinhämtning

Eftersom flera av dessa projekt arbetar med liknande processer och samtliga projekt är beroende av tillgång till bra analysmetoder finns ett stort behov av samordning. Havs- och vattenmyndigheten har uppmuntrat till dialog mellan projekten, bland annat genom att ordna ett möte den 2 oktober i anslutning till VA-mässan 2014, där samtliga projekt var representerade. Där presenterades alla projekt med syfte, val av teknik, prioriterade substanser och analysmetoder. Andra frågor som diskuterades var hur ekotoxicitetstester ska genomföras och hur antibiotikaresistens ska följas upp. De enskilda projekten har även bjudit in till seminarier under 2015. Den 17 mars i Helsingborg och ytterligare ett planeras in i slutet av maj i Stockholm.

Det är också viktigt att bevaka och sprida erfarenheter från området inom Mistrapharma och internationellt. Eftersom Schweiz och Tyskland är två länder där mycket utveckling sker avser Havs- och vattenmyndigheten tillsammans med Svenskt Vatten att sammanställa en rapport om kunskapsläget från dessa länder senast under våren 2016.

Referenser

- Baresel, C., Ek, M., Harding, M., Bergström, R. 2014. Behandling av biologiskt renat avloppsvatten med ozon eller aktivt kol. IVL rapport B2203.
- Baresel, C., Palm Cousins, A., Hörsing, M., Ek, M., Harding, M., Ejhed, H., Allard, A.-S., Magnér, J., Wahlberg, C., Fortkamp, U., Söhr, S. 2015. Pharmaceutical residues and their priority contaminants in the effluent of sewage treatment plants, review of concentrations, quantification, behaviour, and removal options. IVL rapport som publiceras i april 2015.
- Björleinius, Berndt. Läkemedel i vattnet – miljöeffekter och reningsteknik Presentation på Havs- och vattenforum den 20 maj 2014.
- Breitholtz, M., Larsson, J. 2009. Sammanvägd ekotoxikologisk bedömning av studier utförda vid Sjöstadsverket och Henriksdals reningsverk under 2007 och 2008. (Rapportnummer 10SV75). Stockholm: Stockholm Vatten.
- Brodin, T, Fick, J., Jonsson, M., Klaminder, J., Dilute concentrations of a psychiatric drug alter behaviour of fish from natural populations. *Science* 2013;339: 814-5.
- Ejhed H., Magner, J., Olshannar, M., Remberger, M., Norström, K., Lilja, K., Momina, B. 2012. Enskilda avlopp som källa till läkemedelsrester och andra kemikalier. IVL rapport B2070.
- Europaparlamentet 2013. Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU av den 12 augusti 2013 om ändring av direktiven 2000/60/EG och 2008/105/EG vad gäller prioriterade ämnen på vattenpolitikens område.
- Europeiska kommissionens genomförandebeslut (EU) 2015/495 av den 20 mars 2015 om upprättande av en bevakningslista över ämnen för unionsomfattande övervakning inom vattenpolitikens område i enlighet med Europaparlamentet och rådets direktiv 2008/105/EG.
- Falås, P. 2012. Removal of pharmaceuticals in biofilm and activated sludge systems. Doctoral Thesis. Lund: Lunds Universitet.
- Fick, J., Lindberg, R.H., Kaj, L., Brorström-Lundén, E. 2011. Results from the Swedish National Screening Programme 2010. Subreport 3.
- Hörsing, M., Wahlberg, C., Falås, P., Hey, G., la Cour Jansen, J. 2014 Reduktion av läkemedel i svenska avloppsreningsverk – kunskapsmanställning. Svenskt Vatten Utveckling Rapport 2014-16.
- Larsson, J., Löf, L., Läkemedel i miljön. Från Läkemedelsboken 2014. www.lakemedelsboken.se
- Magdeburg, A. Stalter, D. Oehlmann, J. 2012. Whole effluent toxicity assessment at a wastewater treatment plant upgraded with a full-scale post-ozonation using aquatic key species. *Chemosphere*, vol 88, issue 8, pp 1008-1014.

Naturvårdsverket 2008. Avloppsreningsverkens förmåga att ta hand om läkemedelsrester och andra farliga ämnen. Rapport 579, Naturvårdsverket, Stockholm.

Sehlén, R., Malmborg, J., Baresel, C., Ek, M., Magnér, J., Allard, A-S., Jingjing, Y. 2015. Pilotanläggning för ozonoxidation av läkemedelsrester i avloppsvatten

Stalter, D., Magdeburg, A., Weil, M., Knacker, T., Oehlmann, J. 2010. Toxication or detoxication? In vivo toxicity assessment of ozonation as advanced wastewater treatment with the rainbow trout. *Water Research*. 44, 439-448.

Wahlberg, C., Björleinius, B., Paxéus, N. 2010. Läkemedelsrester i Stockholms vattenmiljö - Förekomst, förebyggande åtgärder och rening av avloppsvatten. (Rapportnummer 2010-16). Stockholm: Stockholm Vatten.

Bilaga 1. Sammanställning över läkemedel och andra substanser och analyser som genomförs i projekten

Sammanställningen är översiktlig och inte helt fullständig men avser att ge en bild över vilka ämnen som de olika projekten fokuserar på.

| Läkemedel | UU | TVAB | HKR | IVL | SWR | JTI |
|------------------------|----|------|-----|-----|-----|-----|
| Acetaminophen | | | | | | X |
| Alfuzosin | x | | | | | |
| Alprazolam | x | | | | | |
| Amiodarone | x | | | | | |
| Amlodipine | | X | | x | s | X |
| Amoxicillin | | | x | | | |
| Amytriptyline | x | | | | | X |
| Artemisinin | | X | | | | |
| Atenolol | x | X | x | x | x/s | X |
| Atorvastatin | x | | | | | X |
| Atracurium | x | | | | | |
| Azelastine | x | | | | | |
| Azithromycin | ? | | x | | x | X |
| Benzafibrate | | | | | | X |
| Benzylpenicillin | | | | x | | |
| Biperiden | x | | | | | X |
| Bisoprolol | x | | | x | s | |
| Bromocriptine | x | | | | | |
| Budesonide | x | | x | | | x |
| Buprenorphine | x | | | | | |
| Bupropion | x | | | | | |
| Caffeine | | | | x | s | x |
| Candesartan | | | | | | x |
| Carbamazepin | x | X | x | x | x/s | x |
| Cefadroxil | | | x | | | |
| Cefuruxim | | | x | | | |
| Cetirizine | | X | | | | x |
| Chlorpromazine | x | | | | | |
| Chlorprothixene | x | | | | | |
| Cilazapril | x | | | | | |
| Ciprofloxacin | x | X | x | x | x/s | x |
| Citalopram | x | X | x | x | x/s | x |
| Clarithromycine | x | | x | x | x | x |
| Clemastine | x | | | | | |
| Climbazole | | | | | | x |
| Clindamycine | x | | | x | x | |
| Clomipramine | x | | | | | |
| Clonazepam | x | | | | | |

| Läkemedel | UU | TVAB | HKR | IVL | SWR | JTI |
|--------------------------|----|------|-----|-----|-----|-----|
| Clotrimazol | X | | | | | |
| Codeine | X | | | | | x |
| Cyproheptadine | X | | | | | |
| Desloratidin | X | | | | | |
| Desvenlafaxine | | | | | | x |
| Diazepam | | | | | | x |
| Diclofenac | X | X | x | X | x/s | x |
| Dicycloverine | X | | | | | |
| Dihydroergotamine | X | | | | | |
| Diltiazem | X | | | | | x |
| Diphenhydramine | X | | | | | |
| Donepezil | X | | | | | |
| Doxycycline | | X | x | X | | |
| Duloxetine | X | | | | | |
| Enalapril | | X | | | | |
| Eprosartan | X | | | | | |
| Erythromycin | ? | | x | | x | |
| Estradiol | X | X | x | X | x | |
| Estriol | X | X | | | | |
| Estrone | X | X | x | X | x | |
| Ethinyl estradiol | X | X | x | X | x | |
| Etonogestrel | X | | | | | |
| Fenofibrate | X | | | | | |
| Fentanyl | X | | | | | |
| Fexofenadine | X | | | | | |
| Finasteride | X | X | | | | |
| Flecainide | X | | | | | |
| Fluconazole | X | | | | | |
| Flunitrazepam | X | | | | | |
| Fluoxetine | X | X | | X | | x |
| Flupentixol | X | | | | | |
| Fluphenazine | X | | | | | |
| Flutamide | X | | | | | |
| Furosemide | | X | | X | s | x |
| Fusidinsyra | | | | X | | |
| Glibenclamide | X | | | | | |
| Glimepiride | X | | | | | |
| Haloperidol | X | | | | | |
| Hydrochlorothiazide | | X | | X | s | x |
| Hydroxyzine | X | | | | | |
| Ibuprofen | X | X | | X | x/s | x |
| Iohexol | | | | | x | |
| Iopromid | | | | | x | |

| Läkemedel | UU | TVAB | HKR | IVL | SWR | JTI |
|---------------------|----|------|-----|-----|-----|-----|
| lomeprol | | | | | x | |
| lopamidol | | | | | x | |
| Irbesartan | X | | | | | x |
| Ketoconazole | X | X | x | | | x |
| Ketoprofen | X | X | | x | s | |
| Koffein | | X | | | | |
| Lamotrigine | | | | | | x |
| Levomepromazine | X | | | | | |
| Levonorgestrel | X | X | x | | | |
| Lidocaine | | | | | | x |
| Linezolid | | | | x | | |
| Loperamide | X | | | | | |
| Losartan | | | | | | x |
| Maprotiline | X | | | | | |
| Meclozine | x | | | | | |
| Medroxyprogesterone | x | | | | | |
| Megestrol | x | | | | | |
| Memantine | x | | | | | |
| Metoprolol | x | X | x | x | x/s | x |
| Mianserin | x | | | | | |
| Miconazole | x | | | | | |
| Mirtazapine | x | | | | | |
| Moxifloxacin | | | | x | | |
| Naloxone | x | | | | | |
| Naproxen | x | X | | x | s | x |
| Narasin | | | x | | | |
| Nefazodone | x | | | | | |
| Norethindron | | X | | | | |
| Norfloxacin | x | X | x | x | | x |
| Ofloxacin | x | | | | | x |
| Orphenadrine | x | | | | | |
| Oxazepam | x | X | x | X | s | x |
| Oxytetracycline | x | | | | | |
| Paracetamol | x | X | | X | s | |
| Paroxetine | x | | | | | |
| Penicillin G | | | x | | | |
| Penicillin V | | | x | | | |
| Perphenazine | x | | | | | |
| Phenazon | | | | | x | |
| Pizotifen | x | | | | | |
| Progesterone | x | X | | | | |
| Promethazine | x | | | | | |
| Propranolol | | X | | X | x | x |

| Läkemedel | UU | TVAB | HKR | IVL | SWR | JTI |
|-----------------|----|------|-----|-----|-----|-----|
| Ramipril | | X | | X | | x |
| Ranitadine | x | X | | X | s | x |
| Repaglinide | x | | | | | |
| Rifampicin | | | | X | | |
| Risperidone | x | X | | X | | |
| Rosuvastatin | x | | | | | |
| Roxithromycine | x | | | | x | |
| Saxagliptin | | | | | | x |
| Sertraline | x | X | | X | s | x |
| Simvastatin | | X | | X | | |
| Sotalol | x | | | | x | x |
| ac-sulfadiazin | | | | | x | |
| Sulfadiazin | | | | | x | |
| Sulfamethizol | | | | | x | |
| Sulfamethoxazol | x | x | x | X | s | x |
| Tamoxifen | x | | | | | |
| Telmisartan | x | | | | | |
| Terbutaline | x | x | | X | s | x |
| Tetracycline | x | x | | X | s | |
| Tramadol | x | | | | x | x |
| Trihexyphenidyl | x | | | | | |
| Trimethoprim | x | x | x | X | x/s | x |
| Valsartan | | | | | | x |
| Venlafaxine | x | | x | | x | x |
| Verapamil | x | | | | | |
| Warfarin | | x | | X | s | |
| Zolpidem | x | | | | | |

Ämnen som är med på bevakningslistan enligt artikel 8b i prioämnesdirektivet är markerade med fet stil

s: SWR-projektets analyser utförda av IVL inom ramen för den screening som gjorts tillsammans med Primozone

| Övriga substanser och analyser | UU | TVAB | HKR | IVL | SWR | JTI |
|--|-----------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Biocider/Pesticider | | | | | | |
| Terbutryn | | | | | x | |
| Cybutryn, Irgarol 1051 | | | | | x | |
| Carbendazim | | | | | x | |
| Iodocarb | | | | | x | |
| Isoproturon | | | | | x | |
| Diuron | | | | | x | |
| Methylisothiazolinone | | | | | x | |
| Benzoisothiazolinone | | | | | x | |
| Octylisothiazolinone | | | | | x | |
| Dichloroisothiazolinone | | | | | x | |
| Tebuconazole | | | | | x | |
| Propiconazole | | | | | x | |
| Mecoprop | | | | | x | |
| Dichlorobezamide | | | | | x | |
| Atrazine | | | | | x | |
| Bentazon | | | x | | | |
| Imidacloprid | | | x | | | |
| Tiachloprid | | | x | | | |
| | | | | | | |
| Övriga ämnen | | | | | | |
| AOX (Adsorberbart organiskt halogen) | | | | | | |
| EOX (Extraherbart organiskt halogen) | | | | | | |
| Nonylfenol | | x | | x | | |
| Nonylfenoletoxilater (1-6 EO) | | | | | | |
| Oktylfenol | | | | x | | |
| Bisfenol A | | x | x | x | | |
| PBDE (polybromerade difenyletrar) | | | | x | | |
| HBCDD (hexabromcyklododekan) | | | | | | |
| PCDD/F (klorerade dioxiner och dibensofuraner) | | | | | | |
| Ftalater, inklusive DINP och DIDP | | x | | x | | |
| DINCH (plasticizer) | | | | x | | |
| Tri(butoxietyl)fosfat | | | | x | | |
| PAH-6 | | x | | | | |
| Perfluorerade ämnen, 22 st | | | | x | | x |
| Klorparaffiner, 10-13C | | | | x | | |
| Tennorganiska föreningar | | x | | | | |
| Trikloran | | x | x | x | x | |
| LAS (Linjära alkylbensensulfonater) | | | | | | |
| Cyklosiloxaner | | | | x | | |

| Övriga substanser och analyser | UU | TVAB | HKR | IVL | SWR | JTI |
|---------------------------------------|-----------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Fosfatestrar | | | | | | |
| Sucralose | | | | x | | |
| | | | | | | |
| Bakterier | | | | | | |
| E.Coli | | x | | | | |
| Intestinala Enterokocker | | x | | x | | |
| Totalbakterier | | | | | | |
| Koliforma bakterier | | x | | x | | |
| Termotolerant koliforma bakterier | | | | x | | |
| Antibiotikaresistens VRE | | x | | x | | |
| antibiotikaresistens ESBL | | x | | | | |
| | | | | | | |
| Effekttester | | | | | | |
| Östrogena effekter | | x | | x | | |
| | | | | | | |
| Toxicitetstester | | | | | x | |
| Alg | | x | | x | | |
| Fisk | | | | x | | |
| Kräftdjur | | x | | x | | |
| Microtox | | | | x | | |
| Ames test | | x | | | | |