

Framtida reningskrav för kommunala avloppsreningsverk

- en litteraturstudie



LUNDS
UNIVERSITET

Ida Assarsson

Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik
Institutionen för kemiteknik, LTH
Kandidatarbete 2015

Framtida reningskrav för kommunala avloppsreningsverk

av

Ida Assarsson

Kandidatuppsats nummer: 2015-01

VA-teknik vid
Institutionen för Kemiteknik
Lunds Universitet

Maj 2015

Handledare: **Biträdande universitetslektor Michael Cimbritz**
Examinator: **Docent Karin Jönsson**

Bild på framsida: Läkemedel i vatten. Foto av Ida Assarsson.

Förord

Vattenförsörjnings- och avloppsteknik är för mig ett intressant område, eftersom det är avgörande för att vi ska kunna ha en hållbar miljö i framtiden. Av denna anledning tog jag därför kontakt med universitetslektorn Karin Jönsson från en tidigare studerad kurs, nämligen VA-teknik. Som en del av ett uppstartande forskningsprojekt inom framtida VA-teknik vid Lunds Tekniska Högskola fick jag möjligheten till att bidra med en litteraturstudie om framtida krav på kommunala avloppsreningsverk.

Vid min litteraturstudie har jag fått förmånen att ha Karin Jönsson som examinator och Michael Cimbritz som handledare och hjälpsamma kollegor på institutionen för kemiteknik, däribland Maja Ekblad.

Jag skulle vilja ge ett extra tack till min handledare, Michael Cimbritz som har guidat och motiverat mig till ett fortsatt sökande i de stunder då det har varit svårt att finna det material jag har sökt efter.

Jag vill även tacka de vänner och min familj som har stöttat mig i valet om att göra en kandidatuppsats.

Lund, Maj 2015

Ida Assarsson

Abstract

Pharmaceutical and other micro-pollutants are passing through today's Swedish municipal wastewater treatment plants where they are decomposed partly or completely. The knowledge of all these different compounds varies and so does the knowledge of their effects on the aquatic environment. Some of them are harmless while others are classified as more or less toxic. With EU's Water Framework Directive some guidance and requirements applies to all countries who has the membership of EU. The directive concerns for example monitoring a selected amount of different compounds in water who could possible constitute a threat for the human's health or the state of the environment.

In this paper the compounds which lies within EU's Water Framework Directive, and further substances who are studied in different countries over the world, in the aqueous phase are discussed as possible future effluents requirements at the Swedish municipal wastewater treatment plants.

Keywords:

Micro-pollutants, regulation, municipal wastewater treatment plants, Water Framework Directive, effluent requirement.

Sammanfattning

En ökande konsumtion av läkemedel och andra kemiska föreningar har visat sig ge effekter i vattnets ekosystem, t.ex. fiskar som p.g.a. antidepressiva läkemedel blir orädda och därmed blir ett lätt byte för större fiskar. Med stora mängder avloppsvatten innehållande dessa ämnen blir därför avloppsreningsverkens reningsförmåga aktuell. Dagens avloppsreningsverk och tillhörande reningskrav behandlar organiskt material, fosfor och kväve. Det finns ny teknik som kan komplettera de befintliga reningsprocesserna hos avloppsreningsverken men det finns för- och nackdelar med dessa. I väntan på att Europeiska Unionen (EU) ska skapa nya direktiv för hur och vilka svårnedbrytbara ämnen som ska hanteras diskuterar svenska myndigheter och organisationer om införandet av egna miljökvalitetsnormer (MKN) ska ske eller ej. Om EU:s direktiv skulle säga annorlunda än de svenska normerna kan konsekvenserna bli stora kostnader för Sverige för att kunna nå upp till EU:s krav.

Syftet med uppsatsen är att få ett svar på om det kommer att fastställas nya krav på de kommunala avloppsreningsverken i Sverige. Vilka faktorer som påverkar beslutet och vad som kommer att ingå i de eventuella nya villkoren för avloppsreningsverken är av intresse för uppsatsens ändamål.

En litteraturstudie är vald som metod. Studien börjar med en osystematisk kvalitativ litteratursökning och övergår därefter till en systematisk sökning för att svara på uppsatsens frågeställningar.

Med krav och mål från Europeiska Unionens så kallade vattendirektiv är det troligt att det kommer att införas nya reningskrav på avloppsreningsverken. Detta eftersom direktivet behandlar förbättringar av den befintliga vattenmiljön samt förebyggande åtgärder för att skydda vattnet från svårnedbrytbara ämnen.

Det finns en lista i vattendirektivet som idag innehåller 45 svårnedbrytbara ämnen. Syftet med listans ämnen är att de på sikt ska elimineras från vattnet eftersom de utgör ett hot för de akvatiska miljöerna eller vattenkvaliteten hos dricksvattnet. Ämnena på den så kallade prioriterade listan kan därför vara aktuella för eventuellt kommande reningskrav. Men i Sverige är det inte troligt att alla ämnena skulle beröra reningsverken eftersom t.ex. en del inte har förbrukats inom nationen på många år men samtidigt kan vissa ämnen finnas kvar i vattnet under en lång tid.

Hur kraven kan tänkas se ut beror på många olika faktorer, t.ex. analysmetodernas förmåga att mäta på exempelvis en miljarddel gram, om mätningen ska ske precis vid reningsverket eller ute i vattenförekomsten, och om samverkan sker mellan ämnena i vattnet. Av bland annat dessa anledningar är det svårt att göra en exakt formulering eftersom det finns många olika åsikter hos myndigheter och andra berörda. Om Sverige

ska komma med egna krav eller om vi ska vänta på EU:s direktiv finns det också olika åsikter om och därmed är det svårt att veta när de eventuella kraven kan tänkas komma.

Innehållsförteckning

1 Introduktion	1
1.1 Inledning.....	1
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Metod	2
1.4.1 Metodreflektion	3
1.5 Disposition.....	3
2 Befintlig reningsteknik och nuvarande reningskrav	5
2.1 Vad klarar reningsverken av idag?	5
2.1.1 Mekanisk rening.....	5
2.1.2 Biologisk rening.....	6
2.1.3 Kemisk rening	7
2.1.4 Sverige, ett avlångt land.....	7
2.2 Oavsiktlig avskiljning/nedbrytning av svårnedbrytbara ämnen i befintliga reningsverk.....	8
2.2.1 Läkemedelsrester och svårnedbrytbara ämnen i slammet.....	9
2.2.2 Läkemedel i avloppsvatten.....	10
2.2.3 Läkemedelsstudier på avloppsvatten.....	11
2.2.4 Andra svårnedbrytbara ämnen än läkemedel i avloppsvatten.....	13
2.3 Kompletterande reningsteknik.....	14
2.4 Dagens reningskrav	16
3 Vattendirektivets inflytande	21
3.1 Sveriges EU-medlemskap.....	21
3.2 Ramdirektivet för vatten	21
3.2.1 Vattendirektivets svårnedbrytbara ämnen.....	22
3.2.2 Vattendirektivets utveckling av de fastställda svårnedbrytbara ämnena	23
3.3 Prioriterade och prioriterade farliga ämnen.....	24
3.4 Bevakningslistan	37

3.5 Andra ämnen.....	39
3.6 Andra länder.....	40
3.6.1 Schweiz.....	40
3.6.2 Tyskland.....	41
3.6.3 Italien	42
3.6.4 Irland.....	42
4 Diskussion och slutsatser	45
4.1 Kommer det att ställas nya typer av reningskrav på kommunala avloppsreningsverk i Sverige?	45
4.2 Vilka ämnen kan komma att bli aktuella?.....	45
4.3 Hur kommer kraven att formuleras?	46
4.4 När kan sådana krav komma att bli aktuella?	47
5 Referenser.....	51

1 Introduktion

1.1 Inledning

Den senaste tiden har det allt mer uppmärksammats i tidningar och på nyhetssändningar på tv och radio att vattnets innehåll av olika ämnen påverkar vattnets ekosystem och vattenkvalitet. Sveriges Television (Bondpä 2015) uppger t.ex. i en artikel att fiskar p.g.a. antidepressiva läkemedel kan bli orädda och därmed bli ett lätt byte för större fiskar.

Med en ökande konsumtion av läkemedel och andra kemiska föreningar diskuteras omhändertagandet av restprodukterna av dessa (Länsstyrelsen Skåne 2014, Svenskt vatten 2012a). Vilka ämnen renas exempelvis från de stora mängder av avloppsvattnen som kommer in till de kommunala avloppsreningsverken idag?

Avloppsreningsverkens förmåga att reducera olika ämnen ligger i dess historik. Omkring 1850-talet gjordes en upprustning av vatten- och avloppssystem där hushålls- och avloppsvattnet fördes till närmsta recipient. Främsta skälet till upprustningen var att föra bort avfall och latrin från gatorna som annars gav goda förutsättningar för sjukdomsetableringar i städerna (Lidström 2013). Recipienterna (hav, sjöar eller vattendrag) visade dessvärre reaktioner i form av syrefattiga miljöer p.g.a. organiskt material och övergödning p.g.a. kväve och fosfor, synliga föroreningar förekom också (Lidström 2013, Nationalencyklopedin u.å. d). Naturens reaktioner gjorde att staten agerade med förmånliga bidrag för att bygga kommunala avloppsreningsverk med mekanisk och biologisk rening under mitten av 1900-talet (Lidström 2013). Anläggningarna utökades senare med kemisk rening för fosforreduktion och kväverening i det biologiska steget, detta för att tillfredsställa kraven på dessa näringsämnen och på så sätt minska övergödningen. Dessa krav har vi även idag.

Eftersom dagens reningsverk inte är konstruerade för att kunna ta hand om andra ämnen än organiskt material, fosfor och kväve behövs ny teknik som kompletterar de redan befintliga reningsprocesserna i reningsverken. Investeringar krävs och de tekniker som finns, t.ex. ozonering, aktivt kol och membranfiltrering, har sina för- och nackdelar (Wahlberg m.fl. 2010). I väntan på att EU ska skapa nya direktiv för hur och vilka svårnedbrytbara ämnen som ska hanteras diskuteras svenska myndigheter och organisationer om införandet av egna miljökvalitetsnormer (MKN) ska ske eller ej (Svenskt Vatten 2014). Om EU:s direktiv skulle säga annorlunda än de svenska normerna kan konsekvenserna bli stora kostnader för Sverige för att kunna nå upp till EU:s krav.

1.2 Syfte

Syftet med uppsatsen är att få ett svar på om det kommer att fastställas nya krav på de kommunala avloppsreningsverken i Sverige. Vilka faktorer som påverkar beslutet och vad som kommer att ingå i de eventuella nya villkoren för avloppsreningsverken är av intresse för uppsatsens ändamål.

Med anledning av ovanstående söks svar på följande frågor:

- Kommer det att ställas nya typer av reningskrav på kommunala avloppsreningsverk i Sverige?
- Vilka ämnen kan komma att bli aktuella?
- Hur kommer kraven att formuleras?
- När kan sådana krav bli aktuella?

1.3 Avgränsningar

Dagens avloppsreningskrav avser organiskt nedbrytbart material och växtnäringsämnen fosfor och kväve som innan kraven på reduktion bidrog till syrefattiga och övergödda vattenmiljöer. Med tanke på vattenmiljöernas reaktioner väljer jag därför att uppsatsen främst ska behandla områden i vattenfas som alltså kan påverka recipienterna direkt efter avloppsreningsverket, till skillnad från slam som tas ut från de kommunala avloppsreningsverken.

1.4 Metod

En litteraturstudie är vald som metod. När stora mängder information analyseras är textanalys en lämplig metod för att på ett systematiskt sätt hitta svaren på uppsatsens frågor och syfte.

Vid en litteraturstudie analyseras vetenskap som samlats in genom en litteratursökning (Segesten 2012). Litteratursökningen kan genomföras på ett systematiskt eller osystematiskt sätt, vilket enligt Östlundh (2006) innebär följande. Systematiskt sökande sker genom att systematiskt gå igenom databaser där resultatet blir relevant information för uppsatsens syfte och därefter bearbetas informationen. En osystematisk sökning kan vara ett komplement till den systematiska eftersom sökningen sker efter hand istället och därmed sker även bearbetningen av materialet efter hand.

För att skapa en grundläggande kunskap kring frågeställningarna i syftet genomförs först en osystematisk litteratursökning. Därefter skapas en struktur för uppsatsen med rubriker och kapitel. Varje rubriks brödtext ska vid utveckling kunna ge en central information för en utökad kunskap om uppsatsens frågeställningar och vägen fram till den slutliga diskussionen och slutsatserna.

Vidare genomförs en mer systematisk litteratursökning och bearbetning för varje ”rubrik”. Följande steg ingår vid denna systematiska sökning:

- Informationssökning som resulterar i kvalitativa artiklar, litteraturer, rapporter och publikationer på webbsidor.
- Urval av resultaten från informationssökningen görs, t.ex. de artiklar som anses vara relevanta för ”rubriken” väljs ut.
- Slutligen görs en bearbetning av informationen, från exempelvis artiklarna, som resulterar i en informativ brödtext till ”rubriken”.

Som grundläggande källor för uppsatsens innehåll räknas ett stort antal rapporter och publikationer från olika myndigheter såsom Havs- och Vattenmyndigheten, Statens Geologiska Institut (SGU), Naturvårdsverket och Länsstyrelsen. Europeiska kommissionens direktiv och tillhörande komplement till direktiven, samt branschorganisationers rapporter, t.ex. från Svenskt Vatten, är också av stor vikt för uppsatsens utformning och innehåll. Av stor hjälp är även databaserna LUBsearch och Springer Link.

Färre, men ändå viktiga, referenser är ideella föreningar såsom Naturskyddsföreningen och olika tidskrifter, däribland tidskriften Cirkulation som är oberoende av branschorganisationer och företag.

1.4.1 Metodreflektion

Olika typer av källor skapar svårigheter i arbetet då det krävs mer tid för att sätta sig in i de olika typerna av upplägg. Det hade varit lättare att bara arbeta med vetenskapliga artiklar eftersom deras struktur är liknande i upplägg. Direktiven är generellt mycket tidskrävande att sätta sig in i. Stundtals har det varit svårt att hitta ”rätt material”, t.ex. bevakningslistan.

Bättre källor önskas i vissa anseenden. Här åsyftas att en publikation på exempelvis Länsstyrelsens webbsida kanske inte finns kvar på samma länk om ett antal år vilket gör denna källa till en mindre bra källa. I mån om mer tid hade jag, som författare, önskat finna andra källor som jag med lätthet kan hitta om ett par år t.ex. en rapport eller ett dokument med samma information.

1.5 Disposition

Uppsatsen inleds med en förklaring om hur avloppsvattnet passerar de olika reningsprocesserna på de kommunala avloppsreningsverken. Därefter kommer ett avsnitt om nya reningstekniker som kan komplettera dagens reningsverk och på så sätt öka reningseffekten på det utgående avloppsvattnet hos reningsverket. Åtföljt av detta avsnitt är dagens gällande reningskrav på reningsverken i Sverige. Detta första och inledande kapitel är till för att underlätta diskussionen i slutet av uppsatsen.

Eftersom uppsatsen är en litteraturstudie (och inte en kvantitativ studie) finns ingen ”Bakgrund” med. Det känns mer naturligt att uppsatsens avsnitt om dagens reningsverk, reningstekniker och nya tekniker ingår i kapitlet efter introduktionen istället.

Nästkommande kapitel handlar om Europeiska Unionens ramdirektiv om vatten. Genom direktivets mål och krav berörs Sveriges vattenkvalitet och vattenmiljöerna, däribland recipienterna som tar emot det utgående vattnet från avloppsreningsverket. Avsnitten i detta kapitel innefattar bland annat vissa ämnen/ ämnesgrupper som EU vill reducera/ eliminera genom utsläppen till vattnets kretslopp. Ett avsnitt innefattar även synen på andra ämnen som undersöks i olika studier.

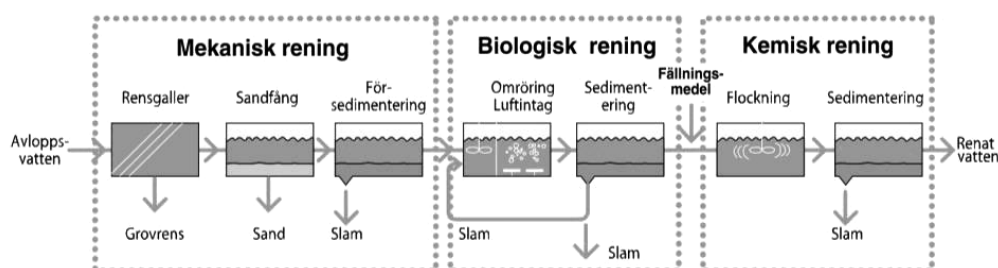
För att kunna få en uppfattning om vad EU:s ramdirektiv för vatten skapar för diskussioner, studier och reningskrav i olika länder finns några exempel i detta sista kapitel innan diskussion och slutsats redogörs för uppsatsen.

2 Befintlig reningsteknik och nuvarande reningskrav

För att kunna förstå reningskraven som finns idag på avloppsreningsverken krävs kunskap om vad som faktiskt reduceras då avloppsvattnet passerar de olika reningsprocesserna som finns på anläggningen.

2.1 Vad klarar reningsverken av idag?

Vägen för avloppsvattnet genom reningsverket brukar delas in i tre reningssteg, nämligen det mekaniska, biologiska och kemiska reningssteget (Naturvårdsverket & Svenskt vatten 2013), se figur 2.1 nedan.



Figur 2.1. Ett exempel på de olika reningsstegens ingående reningsprocesser (Naturvårdsverket 2014a).

2.1.1 Mekanisk rening

Det första steget i processen är det mekaniska reningssteget, även kallat grovrening. Enligt Lidström (2013) avskiljs här de grövre, fastare och tyngre partiklarna med hjälp av först galler sen sandfång och slutligen försedimentering där slam kan avlägsnas för vidare slambehandling. Lidström (2013) uppger även att efter detta steg finns endast de lättare partiklarna kvar samt en majoritet av löst organiskt material, löst kväve och löst fosfor (ej i partikelform alltså). I Nationalencyklopedin (u.å. c) anges att dessa lättare partiklar i avloppsvattnet är i behov av mer bearbetning vilket klargörs med Lidströms påpekande om att det endast är ungefär en tredjedel av det organiskt nedbrytbara materialet som har avlägsnats. Dessutom innehåller vattnet fortfarande stora mängder av näringsämnen fosfor och kväve.

2.1.2 Biologisk rening

I nästa reningssteg, det biologiska, avskiljs ämnena genom biologisk nedbrytning med hjälp av mikroorganismer (Nationalencyklopedin u.å. a). I första hand är syftet med detta steg att åstadkomma en reduktion av de organiska substanserna, vilket sker med hjälp av de mikroorganismer som lever i avloppsvattnet (Lidström 2013). Bakterierna använder sig av det organiska materialet för egen förökning varpå en biomassa produceras som är del i slammet som utvinns från avloppsreningsverk (Nationalencyklopedin u.å. b). Det handlar alltså om bakteriernas förmåga till att ständigt vilja föröka sig genom tillväxt som ger biprodukten slam. De vanligaste metoder som används i detta steg är aktivslam, biologisk bädd, biorotorer, rörliga filmbärare (Lidström 2013).

Följande stycke baseras på Lidströms (2013) avsnitt om biologisk rening. I det biologiska reningssteget är det inte enbart det organiska materialet som tas om hand utan även kväveföreningar omvandlas här. Under syretillförsel sker oxidation av ammonium med hjälp av bakterier. Nitrat bildas efter att ammonium har oxiderats i två omgångar och omvandlingsprocessen kallas för nitrifikation. Eftersom det är bakterierna som styr omvandlingen betyder det att nitrifikationen är beroende av bakteriernas välbefinnande. Denna process är därmed beroende av många faktorer men främst temperatur, ett bestämt intervall för pH-värdet i bassängen och samtidigt beroende av en viss slamålder. En hög slamålder innebär att det krävs en längre tid för att en fullständig bakterietillväxt ska ske genom omvandlingar av ammonium till nitrat. Det innebär att celledningen av bakterien sker exempelvis först efter 15 dygn vid en temperatur på omkring 8°C. Nitrifikationen sker i en syresatt miljö till skillnad från den efterföljande omvandlingen som kallas denitrifikation som sker i en icke-syresatt miljö. Här övergår nitratet, som bildades vid nitrifikationen, till kvävgas och därmed blir en del av atmosfären. Det är speciella bakterier som klarar av att ta syre från nitratet för att kunna bryta ner och utvinna energi från det organiska materialet och använda för egen tillväxt. Dessa bakterier är också relativt känsliga, men inte lika temperaturberoende som nitrifikationsbakterierna.

Bakterierna i det biologiska reningssteget gynnas alltså av en högre slamålder, god syretillförsel och mängd organiskt material eller annan kolkälla, men är känsliga för t.ex. pH-värdet, temperatur och föroreningar (Naturvårdsverket & Svenskt vatten 2013; Lidström 2013). Temperaturberoendet kan innebära att en del bakterier dör vid en större volym med kallt vatten, t.ex. på våren efter snösmältning. Detta kan i sin tur leda vidare till en lång och svårpåskyndad återhämtningsprocess för att få tillbaka samma mängd av bakterier som fanns innan smältvattnet kom till anläggningen (Naturvårdsverket och Svenskt vatten 2013). Det räcker egentligen med att volyminflödet till reningsverket förändras så påverkar det bakteriernas välbefinnande, d.v.s. deras förmåga till nedbrytning och överlevnad (Naturvårdsverket & Svenskt vatten 2013; Lidström 2013).

Även en del fosforavskiljning sker naturligt i det biologiska reningssteget men den kan också utökas med en viss biologisk reningsmetod. Genom att utsätta bakterierna för

stress, om vart annat syrefria och syresatta miljöer, kan vissa av bakterierna hjälpa till att reducera fosforhalten (Lidström 2013).

2.1.3 Kemisk rening

Det sista reningssteget som ska nämnas är det kemiska, dess huvudsyfte är att öka fosforavskiljningen, men även andra föroreningar kan komma att avlägsnas i detta steg (Naturvårdsverket och Svenskt vatten 2013). Genom att låta en fällningskemikalie tillsättas, ex. järnsalter, i det fosfatinnehållande vattnet bildas flockar som därefter kan avskiljas på olika sätt (Lidström 2013). Vid t.ex. sedimentering blir flockarna tunga och faller till botten där de sen avlägsnas ifrån (Mitt Sverige Vatten 2014).

Kemikalierna kan tillföras under olika skeden i avloppsvattnets reningsprocess, t.ex. om den används som ett sista steg kallas det för efterfällning, där kan upp till 95 % reduktion ske. Lidström (2013) namnger även direktfällning, simultanfällning och förfällning som olika sätt att avlägsna fosfor. Reningssteget behöver alltså inte varken nödvändigtvis ligga som det sista och inte heller som ett separat reningssteg, med andra ord kan det pågå samtidigt som ett annat reningssteg, exempelvis vid den biologiska reningen och då kallas det för simultanfällning (Lidström 2013).

2.1.4 Sverige, ett avlångt land

Eftersom Sverige ligger dels i norra delen av jordklotet och dels i samma riktning som longituderna (nord-sydlig riktning), visar sig det geografiska läget påverka reningseffektiviteten på avloppsvattnet (Naturvårdsverket 2014a).

I detta stycke är det Hörsing m.fl. (2014) som står för grundläggande fakta, och många av dessa punkter styrks även Naturvårdsverket (2014a). Reningsverken i Sverige skiljer sig mycket åt ifrån varandra, dels reningsprocesserna men även i vilken följd de kommer. Dessutom påverkar det geografiska läget. Reningsverken i syd är mycket olika de i norr nämligen. En gräns mellan syd och norr kan skapas med avseende på reningsverk som innehar de biologiska reningsprocesserna nitrifikation och denitrifikation, där de som ligger söder om gränsen ofta har dessa två processer. Gränsen dras tvärs över landet från den norska landsgränsen till och med Norrtälje kommun.

Varför de biologiska reningsprocesserna inte är vanliga norr om denna gräns kan förklaras med att kvävereningen är mycket svårare att hålla igång året runt med tanke på temperaturen som påverkar bakteriernas verksamhet (Naturvårdsverket och Svenskt Vatten 2013). Bakterierna tar redan lång tid på sig vid tillväxten som sker under nitrifikationen, med lägre temperaturen försämras tillväxtförhållandena ytterligare och ev. dör en del bakterier bort helt (Lidström 2013).

Enligt Naturvårdsverket (2014a) har en bedömning gjorts som visar på att kustområdena norr om gränsen är känsliga för fosfor och kustområdena söder om är både känsliga för såväl fosfor som kväve, se figur 2.2 nedan. Insjöar och andra vattenförekomster inne på land är alla känsliga för fosfor, enligt Naturvårdsverket (2014a).



Figur 2.2. Naturvårdsverkets (2014a) karta över fosfor- och kvävekänsliga kustområden där man kan tänka sig en gräns tvärs över landet mellan norr och söder.

2.2 Oavsiktlig avskiljning/nedbrytning av svårnedbrytbara ämnen i befintliga reningsverk

Som det beskrivs i avsnitt 2.1 som handlar om vad reningsverken klarar av idag, är dagens reningsverk konstruerade för att avskilja större partiklar, reducera de biologiskt nedbrytbara ämnena (BOD), avskilja fosfor (P) samt kväve (N). Varav BOD och fosfor har en reningsgrad på ca 95 %, kväve har däremot ca 60 % i genomsnitt i Sverige (under år 2012) (Naturvårdsverkets 2014a).

Ämnena som kommer in med avloppsvattnet är vatten- eller fettlösliga, bundna eller icke bundna till partiklar (Naturvårdsverket 2008a). Dessa kan brytas ner mer eller mindre, en del kan omvandlas och avgå till atmosfären eller så kan de utvinnas från

olika reningsprocesserna i form partiklar och kallas då slam som tidigare nämnts i avsnitt 2.1 Vad klarar reningsverken av idag (Svenskt vatten 2012a). Det är framförallt partiklarna och fosfor som avskiljs till slammet, medan majoriteten av kvävet avges till atmosfären efter omvandlingar. 80 % av atmosfären består redan av kväve och därmed anses detta inte utgöra något problem (Lidström 2013).

Ungefär 90 % av avloppsvattnet från tätorter i Sverige anses hamna hos de ca 500 reningsverken som är konstruerade för att ta emot över 2000 personekvivalenter (Hörsing m.fl. 2014). Personekvivalent (pe) är en måttenhet som används för att kunna beräkna hur mycket som ett avloppsreningsverk utsätts för från en person. En pe är nämligen den genomsnittliga belastning som en person under ett dygn genererar i organiskt material (Lidström 2013; Länsstyrelsen Örebro 2002).

Vatten som kommer till reningsverken kommer inte bara från hushållen utan även från verksamheter såsom industrier och sjukhus (Hansson & Johansson u.å) Men eftersom vattnet som kommer till reningsverket ska ha "hushållskaraktär", då anläggningarna är konstruerade för detta ändamål, finns det generella krav (Svenskt vatten 2012b). Avloppsvattnet från de miljöfarliga verksamheterna måste dels vara behandlingsbart, d.v.s. ämnena/ ämnesgrupperna måste kunna brytas ned eller kunna tas om hand i något av reningsstegen utan att påverka reningsprocesserna negativt, alltså att de känsliga bakterierna inte skulle överleva, dels inte utgöra någon risk för skadepåverkan på ledningsnätet eller försämra slamkvaliteten genom innehåll av miljögifter i form av metallföreningar och organiska kemikalier (Svenskt vatten 2012). Miljögifter och andra svårnedbrytbara ämnena avgår till luften, följer med slammet eller ingår i vattenfasen och på så sätt tar sig ut ur reningsverket (Naturvårdsverket 2008a).

2.2.1 Läkemedelsrester och svårnedbrytbara ämnen i slammet

I slammet finns alltså växtnäringsämnet fosfor som är mycket viktigt ur jordbruksmarksynpunkt eftersom fosfor används i gödselmedel (Hansson & Johansson u.å.). Sett till fosfortillgången ser det dessvärre ut som att det kommer att finnas för små mängder fosfor för att tillfredsställa jordbruksmarkbruksbehovet redan inom 100 år (Svenskt Vatten 2012a). Fosfor är nämligen inte en oändlig resurs. Genom att sprida slam på åkermarkerna, vilket görs idag, kan växtnäringsämnet komma till nytta (Hansson & Johansson u.å.).

Men som beskrivs ovan i 2.2 är ämnena som kommer in med avloppsvattnet vatten- eller fettlösliga, bundna eller icke bundna till partiklar. Det betyder att en del av det som kommer att hamna i slammet är läkemedelsrester och andra ämnen (Malmborg 2014). Det finns även en del metallföreningar och andra farliga organiska ämnen i slammet som tas ut från avloppsreningsverken (Svenskt vatten 2012b). Enligt Naturvårdsverket (2008a) är det majoriteten av de vanligaste miljögifterna och tungmetallerna som binds till partiklar. Detta innebär att det är dessa som återfinns i slammet. När det gäller läkemedel är det endast en minoritet som hamnar i slammet eftersom dessa vanligtvis är vattenlösliga (Hörsing m.fl. 2014). Det är de vattenlösliga substanserna som tar sig ut via exempelvis urin ur kroppen.

Då en strävan efter att återföra växtnäringsämnen genom slamspridning på åkermark är viktigt för bland annat Naturvårdsverket (2008a) och Svenskt Vatten (2012a) är det av stor betydelse att slammet inte innehåller något farligt som kan tas upp av växterna (Svenskt Vatten 2012a). Resultatet blir i sådana fall att miljögifterna sprids vidare till djur eller via livsmedel till människor (Svenskt vatten 2012a; Hansson & Johansson u.å.).

2.2.2 Läkemedel i avloppsvatten

I Sverige ökar läkemedelskonsumtionen, den har fördubblats de senaste 20 åren och sett till hur mycket som förtärs dagligen är det 2 läkemedel/person (Länsstyrelsen Skåne 2014). Det finns omkring 1000 läkemedelssubstanser i bruk i vårt avlånga land (Naturvårdsverket 2008a), och ungefär 7600 olika läkemedel (Wahlberg m.fl. 2010). I sjukhusens avloppsvattensystem finns de högsta halterna av läkemedelssubstanser enligt Naturvårdsverket (2008a). Men sett till de totala mängderna istället i samma rapport från Naturvårdsverket (2008a) är inloppet hos det kommunala reningsverket det som tar in mest läkemedelsrester. Observera alltså i detta fall skillnaden i enheten som läkemedelssubstanserna mäts i de olika punkterna (sjukhusets avloppssystem och inloppet hos reningsverket). Det hade varit lättare att jämföra mätvärdena på en gång om man inte hade behövt räkna om dem till mängd först, vilket man gör för att kunna jämföra dem. Enheterna halt och koncentration anges ofta i kvoten av massa och volym, ex. mg/l och µg/l, medan mängd anges i massa per tidsenhet, ex. kg/dygn och ton/år (Naturvårdsverket & Svenskt vatten 2013).

Då vattnet väl har passerat reningsverkets olika reningsprocesser har de olika läkemedelssubstanserna reducerats mellan 0 och 100 % (Naturvårdsverket 2008a). Ute i recipienterna, under mätningarna, påträffas en hel del ämnen (Svenskt Vatten 2012b). Det handlar om de ämnen som har tagit sig igenom samtliga reningssteg i reningsverket, däribland en uppsjö av olika läkemedelssubstanser (Naturvårdsverket 2008a). Förklaringen till detta är delvis att läkemedels sätt att ta sig ut ur kroppen är ofta via urin, de är alltså vattenlösliga (Hörsing m.fl. 2014) men även att de kan vara i konjugerade former. Konjugation innebär enligt Nationalencyklopedin (u.å. g) att ett ämne binds till ett annat och på detta sätt kan nu ämnet utsöndras ur kroppen via t.ex. urin. Ämnet som binds till läkemedelssubstansen är en kroppsegen molekyl, förklarar Naturvårdsverket (2008a). Alla läkemedel är inte vattenlösliga, en del binds till partiklar som kan avlägsnas från vattnet i form av slam, se föregående avsnitt 2.2.1 Läkemedelsrester och svårnedbrytbara ämnen i slammet, och därmed har redan en minskad andel av läkemedelsresterna uppnåtts för de efterkommande reningsprocesserna (Naturvårdsverket 2008a). Dock finns läkemedelsresterna numera i slammet istället (Hörsing m.fl. 2014).

Möjligheterna till att kunna rena avloppsvattnet från läkemedlet, i ursprungsform eller som metabolit, är beroende av en rad faktorer (Hörsing m.fl. 2014). Med metabolit menas att ett ämne i kroppen förändras på ett kemiskt sätt så att det skapas en nedbrytningsprodukt, t.ex. ett läkemedel blir till en aktiv substans då det kommer i kontakt med andra ämnen i människokroppen (Nationalencyklopedin u.å. h).

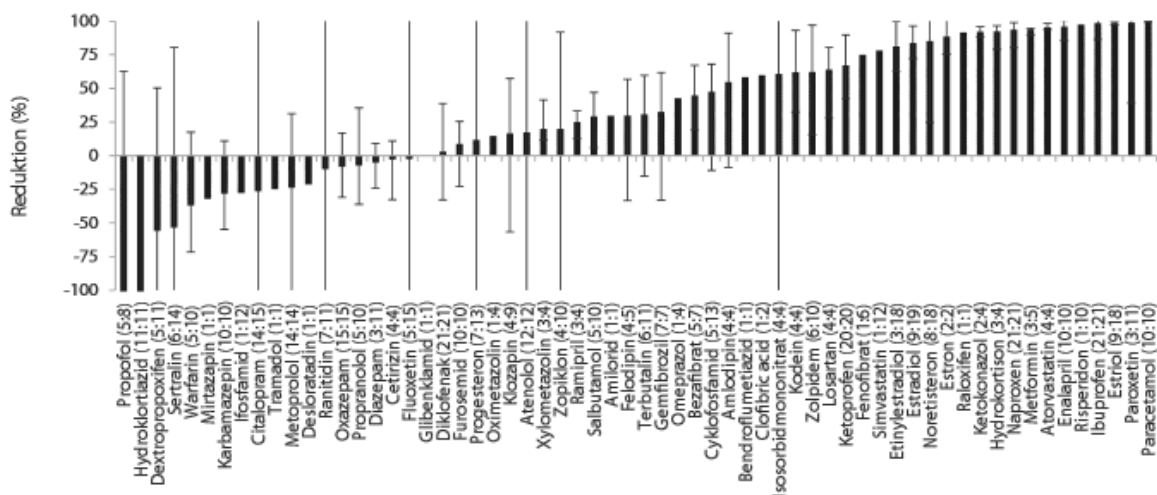
Hur reningsverket drivs, vilka processer och i vilken ordning dessa processer kommer spela roll för läkemedelsreduktionen (Hörsing m.fl. 2014). Även läkemedlets egenskaper, de fysiska, kemiska och biologiska, är med och bestämmer slutresultatet för reduktionsmöjligheterna. Betydelsen för exempelvis läkemedelsreningen hos dessa reningsverk är därmed av stor vikt.

2.2.3 Läkemedelsstudier på avloppsvatten

En av många studier som har gjorts på läkemedelssubstanser i avloppsvatten är utförd av Falås m.fl. (2012a). Studien involverar 62 läkemedelssubstanser som har noterats hos olika reningsverk i Sverige där aktivslambehandling med ingående kväverening fanns i det biologiska reningssteget.

Studien behandlar nitrifikation och denitrifikation eftersom dessa två processer ger kvävereduktionen, se avsnitt 2.1.2. Biologisk rening. Kväverening kan ske i reningsverkets biologiska reningssteg aktivslamanläggningen, men en kväverening är inte alltid ett krav hos alla de svenska kommunala avloppsreningsverken. En av de studier som Hörsing m.fl. (2014) tar upp är just Falås P. m.fl. (2012a) som påvisar att aktivslambehandling med kväverening tenderar att medföra bättre läkemedelsreduktion i jämförelse med utan. Reningsförbättringen gäller inte för alla läkemedelssubstanser vid studierna, menar Falås P. m.fl. (2012a). Bakgrunden till det positiva resultatet från studierna ligger i en längre uppehållstid i bassängen samt högre slamålder för att kvävereningen ska kunna fulländas. Slamåldern i en aktivslamanläggning (ingen kväverening) är mellan 2 och 4 dygn men med en kväverening ingående i denna biologiska reningsprocess uppgår den till mellan 10 och 25 dygn istället (Naturvårdsverket 2008a).

Sammanställningen av de 62 ämnena från Falås P. m.fl. (2012a) visas i följande figur 2.3.



Figur 2.3. Aktivslamanläggning med kväverening, där antalet reningsverk som har kunnat ta fram en reduktionsgrad är första siffran i parentesen och den andra siffran visar det totala antalet reningsverk i undersökningen av den givna substansen (Falås m.fl. 2012). Det är medianen för reduktionsgraden som visas samt standardavvikelser (smala stolparna).

Ur figur 2.3 kan det bland annat avläsas att de vanligt förekommande smärtstillande substanserna paracetamol och ibuprofens reduktionsgrad är ungefär 100 %, och därmed utgör dessa troligen en mindre fara för miljön eller människans välbefinnande. Samtidigt som en avläsning av den inflammationshämmande substansen diklofenak ligger på gränsen till negativ reduktion enligt figur 2.3, vilket uppvisar dels ett ämne som inte reduceras mycket, och dels ovisshet i och med standardavvikelsena. Diklofenac är ett av de ämnen som kommer att tillhöra Vattendirektivets prioriterade farliga ämnen, vilket kommer att tas upp längre fram i avsnittet om Ramdirektiv för vatten.

Ett av de ämnen som påvisat en ökad halt (negativ procentsats) vid en jämförelse mellan inkommande och utgående avloppsvatten är det antidepressiva läkemedlet Citalopram (Naturvårdsverket 2008a). En förklaring kan vara att substansen vid inloppet varit i en så kallad konjugerad form (Hörsing m.fl. 2014). Konjugation innebär som tidigare nämnts att ett ämne binds till ett annat och på detta sätt kan nu ämnet utsöndras ur kroppen via t.ex. urin (Nationalencyklopedin u.å. g). Den konjugerade formen har sedan på sin väg genom reningsverkets olika reningssteg brutits ner till den ursprungliga form, Citalopram, som då upptäcks vid mätningarna menar Naturvårdsverket (2008a). Författarna Hörsing m.fl. (2014) till Svenskt Vatten Utveckling (SVU) rapport 2014-16, förklarar också att en återgång till läkemedelsubstansen kan vara en av orsakerna till de högre halterna vid utloppet. Konsekvenserna blir att substansen kan ha verksamma effekter igen, men nu ute i recipienten istället (Wahlberg m.fl. 2010).

Några andra förklaringar till varför halten skulle vara högre vid utloppet än vid inloppet till reningsverket kan vara att mätningar och analyser inte är korrekt utförda eller brist på analysteknik (Hörsing m.fl. 2014).

En översiktlig sammanställning av figur 2.3, från rapporten (Falås m.fl. 2012a), läggs fram av Hörsing m.fl. (2014), se tabell 2.1 nedan.

Tabell 2.1. Sammanställning av reningseffektiviteten hos de 62 substanserna som redogörs i figur 2.3 (Falås m.fl. 2012a) och översiktligt beskrivs av Hörsing m.fl. (2014) på följande sätt.

Reningsgrad	Hög	Måttlig	Liten/ ingen	Negativ
Ungefärlig andel av de 62 substanserna	25 %	25 %	25 %	25 %
Komplettering av reningsprocess behövs?	Nej, dock optimering av den befintliga reningen.	Ja, ev. räcker det med optimering av en biologisk reningsprocess.	Ja, ett krav.	Ja, ett krav. Mer kunskap om varför omvandlingen sker samt substansernas påverkan hos omgivningen.

Som tidigare nämnts avskiljs en del läkemedel med slammet och andra följer med vattnet för vidare reningsprocesser. En del av läkemedelsresterna hinner brytas ned med dagens reningsverk, vilket tydliggjordes med figur 2.3. Det har visat sig att en slamålder på mindre än 3 dygn ger ett mindre bra resultat på nedbrytningen medan resultatet blir oerhört mycket bättre vid ökande slamåldrar (Naturvårdsverket 2008a). Det sistnämnda gäller endast uppemot 10 dygn och efter 15 dygn är förbättringen knappt märkbar, menar Naturvårdsverket (2008a).

Ute i våra recipienter kan vi alltså finna diverse olika läkemedelsrester. Från sjöar och vattendrag tas vårt dricksvatten upp och därmed kan vi även finna en del läkemedel i detta (Länsstyrelsen Skåne 2014). Kunskapen kring hur dessa läkemedelssubstanser påverkar den nuvarande eller de kommande generationerna är ringa och är något som man försöker utreda just nu, förklarar Länsstyrelsen Skåne (2014). Det är en mycket komplex uppgift att kartlägga utfallet av alla substanserna med tanke på det handlar om ca 1000 olika. Naturvårdsverket (2008a) uppger i sin rapport att det finns reduktionsdata för ca 100 substanser.

2.2.4 Andra svårnedbrytbara ämnen än läkemedel i avloppsvatten

När det kommer till andra ämnen, än läkemedelsrester, som anses kunna vara farliga för människans hälsa eller miljön åsyftas föroreningar från kemikalier (Naturvårdsverket 2008a). Även konsumeringen av kemikalier ökar ständigt (Svenskt vatten 2012b).

I Hjälp oss att få ett renare vatten! (Svenskt Vatten 2012a) anges vilka som bidrar mest till kemikalierna i avloppsvattnet i reningsverket. Det uppges vara de allmänna verksamheternas spillvatten, upp till medelstora industrier, hushållens spillvatten, samt vatten som trafiken har påverkat t.ex. regnvatten som spolat av vägar från föroreningar. Med spillvatten från hushåll menas avloppsvatten från exempelvis toaletter, tvättmaskin och dusch (Lidström 2013).

Eftersom reningsverken inte är gjorda för att ta hand om dessa miljögifter följer de istället med ut i recipienten eller återfinns i slammet som bildas under vissa steg på reningsverket, se avsnitt 2.1 och 2.2 som handlar om de befintliga reningsprocessernas (Svenskt vatten 2012a). Det är den stabila strukturen som gör dem långlivade och giftiga (Svenskt vatten 2012b). Miljögifter kan också definieras genom att ämnet kan lagras i levande vävnad och på så sätt ansamlas i högre koncentrationer, bioackumulering (Svenskt vatten 2012b). Genom att miljögifter inte bryts ned lika fort som de kan tas upp kan det bli biomagnifikation, vilket betyder att koncentrationen ökar ju högre upp i näringskedjan man kommer (Nationalencyklopedin u.å. k). Definitionen på ett gift är att ett kemiskt ämne påverkar celler i en organism så att hela eller delar av dess essentiella funktioner slås ut vilket resulterar i skadliga eller dödliga effekter för organismen (Svenskt vatten 2012b).

Den miljöpåverkan som de miljöfarliga ämnena åstadkommer är svår att förutsäga (Svenskt vatten 2012). De är beroende av många olika komponenter däribland koncentrationen av ämnet, vilken typ av ekosystem som ämnet befinner sig i och förekomsten av ytterligare kemiska ämnen som den ev. kan reagera med. Genom interaktion mellan ämnen kan synergism uppkomma som innebär en verkan tillsammans är större än de båda ämnenas verkan var för sig (Nationalencyklopedin u.å. i). Även antagonism kan uppkomma, vilket ger en avmattning av verkan istället.

Genom att arbeta med så kallat uppströmsarbete, vilket innebär att man försöker minska föroreningarna redan vid källan, kan man minska risken för att de farliga ämnena når fram till avloppsvattensystemet och därmed kan ingå i vattnets oändliga kretslopp (Svenskt vatten 2012a). Att minska och förebygga är byggstenarna i det långsiktigt hållbara samhället menar Svenskt vatten (2012b).

Trots att vissa ämnen inte är tillåtna att förbruka inom EU:s gränser så stoppar det inte möjligheterna till att importera produkter som innehåller dessa ämnen eftersom det än så länge inte finns krav som förhindrar detta (Naturvårdverket 2014a). Kemikalieinspektionen (2013a) påpekar att vid en undersökning av 110 klädesplagg uppmättes det giftiga och förbjudna ämnet nonylfenoletoxilat i 48 av dem. Dessa textilier är producerade utanför EU:s gränser och därför finns de på den europeiska marknaden.

2.3 Kompletterande reningsteknik

Teknikutvecklingen är ständigt på framfart vilket även berör avloppsreningsverken. En särskild forskning för helt nya reningstekniker för reningsverk har pågått och pågår. Den drivande kraften till forskningen ligger i en strävan efter att komma fram till en lösning med problemen av läkemedelsrester och andra mikroföroreningar för att på så

sätt åstadkomma en bättre vattenmiljö. Sverige är med i kämpandet för bättre reningstekniker (Barkeman 2015). Vi ligger väl framme i utvecklingen (Östlund 2014).

Ett projekt som har varit med och försökt driva denna forskning framåt har genomförts i Stockholm mellan åren 2005 till 2009 (Wahlberg m.fl. 2010). I projektet är det läkemedelsrester som har studerats vid 3 reningsverk, vars anläggningsstorlekar är olika. Det ena har ca 720 000 personer anslutna till reningsverket, Henriksdals reningsverk och det andra reningsverket ligger i Bromma och har ca 300 000 personer anslutna. Det sista och tredje reningsverket, Hammarby Sjöstads reningsverk, är en forskningsanläggning med 600 personer anslutna (Lindh 2006). Dokumentationer av mätvärden för utvalda ämnen/ämnesgrupper och hur de olika reningsverkens reningssprocesser skilde sig åt utfördes som en del av projektet då kompletterande reningstekniker infördes till de befintliga på anläggningarna.

I rapportens slutdiskussion framgår det att det finns två reningstekniker som är att föredra, ozonering och aktivt kol. De resterande teknikerna som undersöktes i projektet var biofilmsystem, membranbioreaktorer, membranfiltrering, UV/väteperoxid och UV/titandioxid. Samtliga tekniker som var med i projektet uppvisade en förbättring av läkemedelsreduktionen i vatten (Wahlberg m.fl. 2010). Men inte i slam eftersom de kompletterande reningsteknikerna tillfördes som ett sista steg innan utsläpp i recipienten, detta innebär att bakterietillväxten, som är en produkt vid nedbrytningsprocesserna, redan har skett i tidigare steg och därmed avskilts som slam.

De två teknikerna aktivt kol och ozonering kan antagligen bidra med så mycket som en läkemedelsreduktion på över 90 % vilket är en del av anledningen till att man föredrar dessa två tekniska lösningar menar Wahlberg m.fl. (2010). Vid aktivt kol som metod renas vattnet från organiskt material genom adsorption. Denna metod tillhör de separerande behandlingsmetoderna, vilka endast avskiljer substanser till skillnad från exempelvis ozonering som faktiskt bryter ned substansen helt eller delvis. Ozonering kan ge restprodukter. Med lägre doser ex. 5 g O₃/m³ fås omkring 80 % i reduktion och med ytterligare 2 g O₃/m³ ökar reduktionen med ytterligare 10 % (Wahlberg 2010).

I artikeln från Barkeman (2015) framgår det av intervjun med Berndt Björleinius att en studie pågår där ozonering går före aktivt kol. Tanken är att det som ev. skapas under ozoneringsprocessen ska filtreras bort med aktivt kol. En annan tänkbar fördel med ozonering är kostnaden, ozonering är nämligen billigare än aktivt kol (Barkeman 2015). Utfallet med ozonering som föregångare till aktivt kol är att det mesta av läkemedelssubstansreduktionen sker vid ozonering och då behövs mindre bearbetning av läkemedelsrester för den efterliggande aktivt kolprocessen (Wahlberg m.fl. 2010). Med 90 % respektive 95 % läkemedelsreduktion för ozonering respektive aktivt kol, som separata reningssprocesser, anser Björleinius att det optimala är att kombinera de båda processerna. Liknande studier har gjorts i Schweiz bland annat men där ordningen på de båda reningssprocesserna har varit i omvänd och detta har lett till ett fullskaligt reningsverk i Schweiz (Barkeman 2015), mer om det finns i avsnitt 3.6.1 Schweiz.

Det som Wahlberg m.fl. har kommit fram till i sin rapport angående de nya reningsteknikernas reningsförmåga har även andra studier runt om i världen påvisat med liknande resultat (Klymenko m.fl. 2010; Reungoat m.fl. 2011)

2.4 Dagens reningskrav

Enligt Miljöbalken, kapitel 9 ”Miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd”, tillhör avloppsreningsverken gruppen miljöfarliga verksamheter. Detta eftersom deras utsläpp, både i form av avloppsvatten och som slam, kan åstadkomma skador på miljön eller människans hälsa (SFS 1998:808). Till följd därav måste dessa verksamheter följa miljöbalken och där tillhörande beslut med stöd i miljöbalken, t.ex. föreskrifter och förordningar (Naturvårdsverket 2014b). I den svenska lagstiftningen finns även den Europeiska unionens lagstiftning införd, påpekar Naturvårdsverket (2014b).

En statlig förvaltningsmyndighet som arbetar för att miljön ska må bra är Naturvårdsverket. Det är en beslutande myndighet som bland annat kan skapa föreskrifter och vägledningar (Naturvårdsverket 2015a). Däribland har de lett fram till Statens naturvårdsverks författarsamling (SNFS) 1990:14 och SNFS 1994:7 som handlar om bestämmelserna kring avloppsreningsverken.

I de två ovan nämnda grundföreskrifterna SNFS 1990:14 och SNFS 1994:7 har det tillkommit ändringar genom åren sen de trädde i kraft år 1991 respektive 1994 (Naturvårdsverket 2012a; Naturvårdsverket 2012b). De idag konsoliderade föreskrifterna benämns som tidigare men innehar en uppdaterad version av innehåll.

Ur SNFS 1990:14 paragraf 1 framgår det att dessa föreskrifter handlar om kontroll av avloppsvatten från reningsverk som släpps ut till vatten- och markrecipienter. Föreskrifterna gäller avloppsvatten från tätbebyggelse med mer än 200 invånare eller där motsvarande mängder föroreningar för minst 200 personekvivalenter (pe) uppnås.

Paragraf 3, i SNFS 1990:14, anger vilka parametrar som ska kontrolleras samt vilka metoder som ska användas. Parametrarna i fråga är: kemisk syreförbrukning (COD_{Cr}), biokemisk syreförbrukning under sju dygn (BOD_7), totalfosfor (P-tot) och totalkväve (N-tot). Där COD_{Cr} och BOD_7 används för att visa på vattens innehåll av organiskt nedbrytbara ämnen på ett lämpligt sätt. En personekvivalent motsvarar 70 gram löst syre BOD_7 /person (Lidström 2013).

Föreskrifterna i SNFS 1994:7 innehåller mestadels krav på avloppsvatten från tätbebyggelse, med fokus kring rening och utsläppet av detta vatten. Även här tas kontroll upp men hänvisningar görs då ofta till SNFS 1990:14. Ett av kraven som ställs behandlas i paragraf 3. Där uppges att avloppsvatten ska genomgå en sekundär rening, ofta i form av biologisk eller kemisk rening med sekundärsedimentering, eller en jämförbar rening innan det släpps ut i recipienten. Andra krav som ställs är begränsningsvärden av olika parametrar som ska uppnås vilka visas i tabellen nedan.

Tabell 1.2 Begränsningsvärden för utsläpp av avloppsvatten från tätbebyggelse (SNFS 1994:7)

Parameter	Högsta koncentration (årsmedelvärde)	Minsta procentuella reduktion (årsmedelvärde)	Typ av begräns- ningsvärde
BOD ₇	15 mg /l		Gränsvärde
COD _{Cr}	70 mg/l		Riktvärde
N-tot	15 mg/l (10.000-100.000 pe)	70	Riktvärde
	10 mg/l (mer än 100.000 pe)	70	Riktvärde
P-tot	0,3 mg/l		Gränsvärde

Med gränsvärde menas att det i tabellen angivna värdet aldrig får överstigas vid kontroller av högsta koncentrationer respektive aldrig understiga vid kontroller av minsta procentuella reduktion. Om typen av begränsningsvärdet istället är ett riktvärde innebär detta detsamma som för gränsvärde men med skillnaden att överstigs respektive understigs det i tabellen angivna värdet ska åtgärder genomföras för att eliminera möjligheterna till att samma problem uppstår. Gränsvärdet är alltså mer strikt och där får inga misstag göras.

I tabell 2.2 ovan finns det tomma rutor i kolumnen för minsta procentuella reduktion. För de parametrar som är berörda finns det alltså inga fastställda värden.

Nedan redogörs halter av BOD₇, COD_{Cr}, N-tot och P-tot för två stycken olika reningsverk. Det ena har ett högre antal anslutna till reningsverket än det andra. Med dessa två exempel kan en bättre uppfattning fås om hur svårt/lätt det är att kunna uppnå de olika begränsningsvärdena med dagens reningsverk. Ett av Sveriges största avloppsreningsverk ligger i Malmö. Sjölanda reningsverk har omkring 300 000 personer anslutna (VA SYD 2013b).

Tabell 2.2. Vattenanalyser för Sjölanda avloppsreningsverk (VA SYD 2013b)

Parameter	Inkommande vatten (årsmedelvärde)	Utgående vatten (årsmedelvärde)	Högsta koncentration (årsmedelvärde)
BOD ₇	215 mg/l	9 mg/l	Gränsvärde: 15 mg /l
COD _{Cr}	510 mg/l	53 mg/l	Riktvärde: 70 mg /l
N-tot	46 mg/l	9,5 mg/l	Riktvärde: 15 mg/l (10.000-100.000 pe) Riktvärde: 10 mg/l (mer än 100.000 pe)
P-tot	5,5 mg/l	0,3 mg/l	Gränsvärde: 0,3 mg/l

I Lund finns Källby reningsverk som har ca 98 000 personer anslutna (VA SYD 2013a).

Tabell 2.3. Vattenanalyser för Källby avloppsreningsverk (VA SYD 2013a)

Parameter	Inkommande vatten (årsmedelvärde)	Utgående vatten (årsmedelvärde)	Högsta koncentration (årsmedelvärde)
BOD ₇	195 mg/l	<3 mg/l	Gränsvärde: 15 mg /l
COD _{Cr}	397 mg/l	<30 mg/l	Riktvärde:70 mg/l
N-tot	44 mg/l	8,9 mg/l	Riktväde:15 mg/l (10.000-100.000 pe) Riktvärde: 10 mg/l (mer än 100.000 pe)
P-tot	6,2 mg/l	0,16 mg/l	Gränsvärde: 0,3 mg/l

Kraven och villkoren är idag inte tillräckligt tydligt formulerade (Naturvårdsverket 2014g). Det skapar ovisshet i rättssäkerheten.

Bland annat tar Naturvårdsverket upp i sin konsekvensutredning, om förslaget om en sammanslagning av SNFS 1990:14 och SNFS 1994:7, att dessa gamla föreskrifter hänvisar till lagar som inte längre finns (Naturvårdsverket 2014d). De båda föreskrifterna verkar dessutom motsäga varandra emellanåt vilket försvårar arbetet för tillsyns- och tillståndsmyndigheterna samt för de verksamhetsansvariga för avloppsreningsverken. Med den nya föreskriften vill myndigheten åstadkomma en enklare och uppdaterad version av föreskrifterna som gäller för avloppsreningsverken (Naturvårdsverket 2014e). Till sin hjälp har en värderingsgrupp ansatts bestående av personer från myndigheterna Havs- och vattenmyndigheten och Länsstyrelser bransch-

organisationen Svenskt vatten och några verksamhetsansvariga (Naturvårdsverket 2015b).

Den nya föreskriften ska enligt utkastet träda i kraft den 1 januari 2015 då de gamla föreskrifterna ska upphöra att gälla (Naturvårdsverket 2014f). Ett förslag om införande av begränsningsvärden istället för riktvärden och gränsvärden har gjorts i den nya föreskriften vilket beskrivs i konsekvensutredningen av Naturvårdsverket (2014d). Anledningen är att det underlättar dels vid rapportering till Europeiska Unionens Kommission, dels eftersom detta värde inte får överstigas.

Enligt Naturvårdsverkets (2015b) kommer föreskrifterna att träda i kraft vid årsskiftet 2015/2016 då synpunkter på förslagen har tagits om hand.

3 Vattendirektivets inflytande

Med ett direktiv från EU kommer mål och krav som ska uppfyllas för en förbättrad tillvaro. Vattendirektivet innebär bland annat en lista över specifika ämnen som på sikt ska elimineras från vattnet.

3.1 Sveriges EU-medlemskap

Den 1 januari år 1995 gick Sverige med i Europeiska Unionen (EU) (Europeiska kommissionen 2014). Med ett EU-medlemskap ingår bland annat skyldigheterna att följa EU-rätt (Naturvårdsverket 2014c). Denna samling regler innefattar bland annat rättsregler som skapats av EU:s institutioner, vilka antar gällande direktiv och förordningar (Nationalencyklopedin u.å. f).

Enligt Nationalencyklopedin (u.å. e) är ett direktiv inom EU olika mål i form av en bestämmelse som ett eller flera medlemsländer ska åstadkomma. Tillvägagångssättet för att uppnå detta är upp till varje enskild nation (Naturvårdsverket 2014h; Miljösamverkan Sverige u.å. c). Direktivet införs i den nationella lagstiftningen såvida inte nationen redan har bestämmelser som tar upp dessa mål (Naturvårdsverket 2014h). Först när direktiven har införts i den nationella lagstiftningen träder de i kraft till skillnad från EU:s förordningar som är direktgällande (Miljösamverkan Sverige u.å. c).

3.2 Ramdirektivet för vatten

Inom vattenpolitikens område strävar EU efter ett långsiktigt och hållbart vattenutnyttjande där god tillgång samt god vattenkvalitet ska finnas (Vattenmyndigheterna u.å. a). Vatten finns överallt geografiskt sett och därför är det viktigt att samverka mellan de olika medlemsländerna, men även inom nationens administrativa gränser, sker på ett sätt som säkerställer människans hälsa och en god vattenmiljö (Vattenmyndigheterna u.å. b).

För att upprätthålla samt främja förvaltandet av vattenresurserna, vilka är essentiella för allt liv på jorden, har EU tagit fram det så kallade ramdirektivet för vatten eller vattendirektivet som upprättades den 23 oktober år 2000 (Naturvårdsverket 2013). Direktivets syfte var att skapa en ram så EU-medlemsländerna tillsammans skulle kunna utgå ifrån denna och förbättra handhavandet av vattenresurserna för yt- och grundvatten. Där yt- och grundvatten innefattar alla typer av vatten förutom mitt ute på havet, därmed är även kustområdena inräknade i vattendirektivet (Vattenmyndigheten Bottenhavet 2010). Genom olika miljömål eftersträvas ett gemensamt sätt att bibehålla och förbättra det som definieras som god status för både grund- och ytvatten, samt gemensamt förebygga det som kan försvåra utförandet av

denna uppgift, förklaras i Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG, EGT L 327, 22.10.2000, s. 3.

Direktivet 2000/60/EG, ss.6-8, förklarar också att ytvattenstatus innefattar ekologisk och kemisk status hos en given vattenförekomst, medan grundvattenstatus är den som ger det mest ogynnsamma fallet av kvantitativ eller kemiska status. Vidare beskriver Vatteninformationssystem Sverige (VISS) genom VISS-hjälp (u.å. a) och direktiv 2000/60/EG, s.7 och bilaga V, att begreppet ekologisk status omfattar ekosystemets funktionalitet för växt- och djurlivet samt vattenmiljöns uppbyggnad. Kemisk status behandlar närvarande av föroreningar i den studerade vattenförekomsten. (VISS-hjälp u.å. c). Kvantitativ status innebär beskrivs av direktiv 2000/60/EG, s. 7, s.60, som att grundvattennivån i vattenförekomsten inte för varken miljön eller människan ska ge följder som är negativa. För mer ingående information om vad som gäller i Sverige kan Statens Geologiska Undersökningar (SGU) upplysa i sina föreskrifter om hur status för vattenförekomster kan klassificeras, men även exempelvis VISS-hjälp (u.å. a, u.å. c) att tillgå (Miljösamverkan Sverige u.å. b).

För att uppnå god status för en vattenförekomst, ex. sjö, flod eller akvifer, används så kallade miljö kvalitetsnormer (MKN) (Vattenmyndigheten Bottenhavet 2010). Med detta begrepp avses, enligt ramdirektivet för vatten, s.7, en gräns som bör understigas för ett visst ämne/ämnesgrupp, direktivet syftar då till den kemiska statusen. Det berörda ämnets koncentrationshalt ska alltså hållas under gränsen för att miljö kvalitetsnormen ska uppfyllas och då anses inte heller människans eller miljöns hälsa påverkas på ett negativt sätt via vatten. Ur ramdirektivets bilaga V framgår det att för en uppnådd god ekologisk status krävs bland annat mindre avvikelser från den studerade vattenförekomstens naturliga miljö tillstånd, dvs. då miljön inte är påverkad av människan. Bilaga V säger också att för en kvantitativ god status krävs en balans hos vattennivån som gör att tillflödet respektive utflödet av vatten i vattenförekomsten inte skapar negativa följder för ekosystem och status eller ändrar riktning på hur vattnet flödar (VISS-hjälp u.å. b).

3.2.1 Vattendirektivets svårnedbrytbara ämnen

För att förbättra vattenmiljöns status eller bibehålla den i gott skikt behövs skydd från utsläpp/spill genom reducering eller eliminering av svårnedbrytbara ämnen. Dessa ämnen kommer i vattendirektivet, s.7, att kallas för prioriterade ämnen/ämnesgrupper och prioriterade farliga ämnen/ämnesgrupper. . Enligt vattendirektivets definition av begreppet farliga ämnen, 2000/60/EG, s. 7, menas ämnen/ämnesgrupper som är giftiga, stabila och bioackumulerande. Genom åtgärder som förebygger eller till och med eliminerar föroreningarna som finns i de akvatiska miljöerna kommer Europeiska Unionen närmare sitt mål som en nästan av människan opåverkad vattenförekomst.

Sedan Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG skapades har uppdateringar och tillägg gjorts av direktivet (EUR-Lex u.å.). Ett av resultaten är Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU, EUT L 226, 24.8.2013, s.1, vars syfte låg i uppdateringar kring de prioriterade ämnena på vattenpolitikens område.

Från Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU, s. 1, framgår det att år 2001 fastställdes den första listan över prioriterade ämnen, vilka förtecknades i Bilaga X, i enlighet med vad som står i vattendirektivet 2000/60/EG. Till de prioriterade ämnena ska miljö kvalitetsnormer fastställas, också i enlighet med vattendirektivets bestämmelser. Detta betyder att till ämnena som ingår i listan ska miljö kvalitetsnormer förtecknas, enligt direktiv 2008/105/EG, EGT L 348, 24.12.2008, s. 88.

Till den första listan valdes 33 stycken ämnen/ämnesgrupper, detta fastställdes i 2455/2001/EG, EGT L 331, 15.12.2001, s. 2. Enligt direktiv 2013/39/EU artikel 8 "Översyn av bilaga X till direktiv 2000/60/EG" ska Europaparlamentet och Europeiska unionsrådet underrättas av EU-kommissionen gällande viktig information som fås efter de kontroller som görs av listan (Bilaga X) med ett bestämt intervall, allt i enlighet med ramdirektivet för vatten. Detta ska ge möjligheter till en uppdatering av ämnen som kan förtecknas som prioriterade ämnen eller prioriterade farliga ämnen.

Direktiv 2008/105/EG är ett av de kompletterande direktiven till ramdirektivet för vatten (SGU u.å.). I detta har bestämmelser gjorts som berör miljö kvalitetsnormerna för de 33 prioriterade ämnena/ämnesgrupperna samt ytterligare föroreningar som har lagts till vid revidering av listan, vilket redogörs bland annat i direktiv 2013/39/EU. Enligt artikel 7 i direktiv 2013/39/EU innebär tillkomsten av de senaste prioriterade ämnena att även dessa ska få miljö kvalitetsnormer. Idag har vi sammanlagt 45 stycken ämnen/ämnesgrupper på listan över prioriterade ämnen varav 21 stycken tillhör gruppen farliga ämnen, se direktiv 2013/39/EU, ss.14-17. För de äldre prioriterade ämnena har EU-kommissionen kommit fram till att deras miljö kvalitetsnormer troligtvis behöver aktualiseras för många av ämnena, särskilt med avseende på den utveckling som skett inom området, direktiv 2013/39/EU, s. 3.

Under åren 2015 till 2021 kommer de förnyade miljö kvalitetsnormerna för de 33 prioriterade ämnena att tas i bruk för första gången enligt artikel 8 i direktiv 2013/39/EU. Denna tidsperiod, på 6 år, är nämligen en förvaltningscykel där förvaltningsplaner för varje avrinningsdistrikt genomförs, och 2015-2021 är alltså vår nästkommande cykel på tur (SGU u.å.). Avrinningsdistrikt är något som har införts genom Vattendirektivet, s.8. Varje nation ska själva ta fram de avrinningsområden som finns inom landets gränser alternativt lägga ihop större och mindre eller bara mindre naturliga avrinningsområden till så kallade avrinningsdistrikt som beskrivs i artikel 3.1 i 2000/60/EG. Med förvaltningsplaner menas en sammanfattning av hur tillämpningen av vattendirektivet, i Sverige (i vårt fall), har fullföljts (Vattenmyndigheten Bottenhavet 2010). I en sådan plan ingår genomförandet, resultat samt framtida visioner. Motsvarande fullföljning av miljö kvalitetsnormerna för de nya prioriterade ämnena avslutas istället år 2027, uppges det i direktiv 2013/39/EU, s.2.

3.2.2 Vattendirektivets utveckling av de fastställda svårnedbrytbara ämnena

För att i framtiden kunna utse om fler ämnen/ämnesgrupper i vatten anses vara en betydande risk för miljöns eller människans hälsa i unionen behövs en bevakningslista enligt direktiv 2000/60/EG, s. 17 och direktiv 2013/39/EU ss. 9-10. Genom att medlemsländerna deltar i en unionsövergripande övervakning av data (övervakningsdata) för olika ämnen kan detta utredas över tid.

Den första bevakningslistan skulle vara fastställd senast 1 september 2014, enligt direktiv 2013/39/EU i artikel 8b. Den fick inte innehålla mer än 10 ämnen/ämnesgrupper, varav diklofenak, 17- α -etinylostradiol och 17- β -östradiol redan var bestämda till att vara med på listan. För att få fram aktuella ämnen till bevakningslistan finns det krav på att ämnet ska vara övertygande som ett riskmedförande ämne. Men även att övervakningsdata för ämnet ska vara icke fullständig för att ämnet ska kunna komma med på bevakningslistan, förklaras det i direktiv 2013/39/EU, s. 9. Om övervakningsdata för ämnet skulle vara fullständigt betyder det att kunskapen kring ämnet är så pass stor att man inte behöver bevaka det utan kan direkt avgöra om det ska finnas med på listan över prioriterade ämnen eller ej.

För att få fram övervakningsdata för ämnena på bevakningslistan ska länderna i unionen använda sig av ett visst antal så kallade övervakningsstationer, vilka till antalet, placeringen och genomförandet av övervakningen, görs enligt olika ställda krav som framgår av direktiv 2013/39/EU, ss.9-10. Den första övervakningsperioden av bevakningslistans ingående enskilda ämnen påbörjas av det som sker sist av de följande två alternativen, antingen 6 månader efter att bevakningslistan har trätt i kraft eller den 14 september 2015, är det som gäller med stöd av direktiv 2013/39/EU, s. 9.

En grupp innehållande många olika ämnen som är omtalad vad det gäller föroreningar av vatten, är läkemedel vilket har tagits upp i avsnitt 2.2.2 Läkemedel i avloppsvatten och 2.2.3 Läkemedelsstudier på avloppsvatten. Kommissionen säger enligt artikel 8c i direktiv 2013/39/EU att de senast den 13 september 2015 ska ha tagit fram en strategi för hur man ska minska utsläpp av läkemedelsrester och dess miljöpåverkan. Senast 2 år därefter ska förslag om åtgärder, av problemet med läkemedelsrester i vattenmiljöer, ha fastställts.

3.3 Prioriterade och prioriterade farliga ämnen

Listan över de prioriterade samt prioriterade farliga ämnena finns i Bilaga X i Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EG, s. 12. Listan presenteras nedan i tabell 3.1.

Tabell 3.1. Lista över prioriterade ämnen inom vattenpolitikens område (direktiv 2013/39/EG.)

Nummer	Namn	Prioriterat farligt ämne
1	Alaklor	
2	Antracen	X
3	Atrazin	
4	Bensen	
5	Bromerade difenyletrar	X
6	Kadmium och kadmiumföreningar	X
7	Kloralkener, C ₁₀₋₃₀	X

8	Klorfenvinfos	
9	Klorpyrifos (Klorpyrifosetyl)	
10	1,2-dikloretan	
11	Diklormetan	
12	Di(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	X
13	Diuron	
14	Endosulfan	X
15	Fluoranten	
16	Hexaklorbensen	X
17	Hexaklorbutadien	X
18	Hexaklorcyklohexan	X
19	Isoproturon	
20	Bly och blyföreningar	
21	Kvicksilver och kvicksilverföreningar	X
22	Naftalen	
23	Nickel och nickelföreningar	
24	Nonylfenoler	X
25	Oktylfenoler	
26	Pentaklorbensen	X
27	Pentaklorfenol	
28	Polyaromatiska kolväten (PAH)	X
29	Simazin	
30	Tributyltennföreningar	X
31	Triklorbensener	
32	Triklormetan (kloroform)	
33	Trifluralin	X
34	Dikofol	X
35	Perfluoroktansulfonsyra och dess derivat (PFOS)	X
36	Kinoxifen	X

37	Dioxiner och dioxinlika föreningar	X
38	Aklonifen	
39	Bifenox	
40	Cybutryn	
41	Cypermethrin	
42	Diklorvos	
43	Hexabromcyklododekan (HBCDD)	X
44	Heptaklor och heptaklorepoxyd	X
45	Terbutryn	

I ramdirektivet för vatten står det i artikel 16.1 att åtgärderna för prioriterade farliga ämnen bör eftersträva en uteslutning eller åtminstone en successiv utfasning av ämnet/ämnesgruppen. Medan det för de endast prioriterade ämnena är godtagbart med en avtagande användning av ämnet/ämnesgruppen. Ämnena som är fastställda på listan ska enligt vattendirektivets artikel 16 ses över minst vart fjärde år.

I tabell 3.2 nedan redogörs de prioriterade samt prioriterade farliga ämnens användningsområden, om de är förbjudna i Sverige och om det behövs en nationell övervakning för ämnet/ämnesgruppen i fråga. Det är alltså ämnena från Bilaga X som ska redogöras och tabellen baseras på information från Naturvårdverket (2008b), Naturvårdverket (2014h), Kemikalieinspektionen (KemI) (2012), Länsstyrelsen (u.å.) och Miljösamverkan (u.å. c).

Kolumnen längst till höger i tabell 3.2 behandlar frågan ”Behövs nationell regelbunden övervakning?”. Denna har en egen tabell 3.3 som ger mer ingående uppgifter om hur dagens övervakning sker, om det sker någon eller har skett någon som anses vara aktuell för bedömning av ämnets existens i vattenmiljöer (Naturvårdverket 2014h). Dessa används sedan för att kunna avgöra om ämnet behöver en nationell övervakning. Med detta avses ämnen som kan spridas längre sträckor och därmed kan skapa problem över hela landet (Naturvårdverket 2014h). Övervakningarna sker i ytvatten i så kallade matriser; vatten, biota (det levande, växter och djur) eller sediment, som används som rekommenderade utgångspunkter vid mät- och undersökningstillfällena enligt kravställande från vattendirektivet (Naturvårdverket 2008b; Nationalencyklopedin u.å. j). I vilka matriser som övervakningen ska ske beror på förorenings egenskaper och användningsområden, t.ex. kan bly spridas genom läckage från bilbatterier till mark och vatten men via industrier till mark, vatten och luft (Naturvårdverket 2008b). Enligt Naturvårdverket (2014h) genomförs även andra nationella övervakningar, ex. övervakningsprogrammet Jordbruksmark, som på så sätt ger data av betydelse för vattenmiljöernas övervakning.

Nedan följer först tabell 3.2 och därefter tabell 3.3.

Tabell 3.2. Prioriterade ämnen/ämnesgruppers användningsområde, tillåtelse till förbrukning av ämnet/ämnesgruppen nationellt, och behov av regelbunden övervakning nationellt (Naturvårdsverket 2008b; Naturvårdsverket 2014h; KemI 2012; Länsstyrelsen u.å.; Miljösamverkan u.å. a).

Namn	Användningsområde	Tillåtet i Sverige	Behövs nationell regelbunden övervakning?!
Alaklor	Bekämpningsmedel – ogräs på åkermark	Nej	Nej
Antracen	Massaindusti, färg. Uppkommer oavsiktligt vid ofullständig förbränning.	Begränsningar finns	Nej
Atrazin	Bekämpningsmedel – vegetation på åker samt ex. grusade platser	Nej	Nej
Bensen	Verkstadsindustri – lack, lim, färg. Bensin	Begränsningar finns	Ja, vid punktkällor för vatten och biota.
Bromerade difenyletrar	Flamskyddsmedel - elektronik och textilier	Ja, dock inte i elektronik	Ja
Kadmium och kadmiumförening	Batterier, stabilisatorer för plaster, färgämne, ytbehandling, handelsgödsel	Begränsningar finns	Ja, både i vatten och biota.
Kloralkener, C ₁₀₋₃₀	Gummiindustri, metallbearbetning.	Begränsningar finns	Nej, dock ev. för sediment.
Klorfeninfos	Bekämpningsmedel – insekter.	Nej	Nej, dock ev. i biota och sediment.
Klorpyrifos (Klorpyrifosetyl)	Bekämpningsmedel – insekter (inne/ute), råtta. Träskyddsmedel	Begränsningar finns	Nej
1,2-dikloretan	Lösningsmedel	Begränsningar finns	Nej, dock ev. i sediment

Diklor- metan	Lösningsmedel Verkstadsindustrin – färg, lim, lack.	Nej	Nej
Di(2- etylhexyl) -ftalat (DEHP)	Mjukgöringsmedel – plast, gummi, textil. Rostskyddsfärg.	Begräns- ningar finns	Ja, åtminstone för sediment, och för vatten vid punktkällor (soptipp).
Diuron	Bekämpningsmedel - vegetation på ex. grusade platser. Verkstadsindustrin – färg, lim, lack. Träimpregneringsmedel.	Nej?	Nej
Endo- sulfan	Konserveringsmedel.	Nej	Ja, behövs säkrare bedömningsmetoder.
Fluor- anten	Uppkommer vid ofullständig förbränning. Träimpregneringsmedel (kresot).	Ja	Ja, åtminstone för sediment, ev. vatten vid punktkällor.
Hexaklor- bensen	Uppkommer oavsiktligt.	Nej	Nej
Hexaklor- butadien	Lösningsmedel – textil. Uppkommer oavsiktligt.	Ja	Nej
Hexaklor- cyklo- hexan	Bekämpningsmedel - insekter	Nej	Nej, sker redan regionalt på annat sätt.
Iso- proturon	Bekämpningsmedel – ogräs på åkermark.	Begräns- ningar finns	Nej, sker redan regionalt på annat sätt.
Bly och bly- förening	Bilbatteri, elektronik, rostskydd, plast, ammunition, vikter.	Begräns- ningar finns, utfasning pågår	Ja, främst sediment och biota.
Kvick- silver och kvick- silver- förening	Kloralkaliindustri, batteri, pigment, lampa.	Nej, dock finns undantag	Ja

Naftalen	Bekämpningsmedel – insekter Uppkommer oavsiktligt	Begränsningar finns	Nej
Nickel och nickel-förening	Rostfritt stål, batteri, förnickling, legeringar.	Ja	Ja, regionalt.
Nonyl-fenoler	Härdningsmedel - färg, plast, rengöringsmedel. Uppkommer vid spjälkning av vissa färger.	Begränsningar finns, utfasning pågår.	Ja
Oktyl-fenoler	Stabilisatorer i gummi, färg, elektronklack. Uppkommer vid spjälkning av vissa färger.	Ja	Ja, bör dock utredas.
Pentaklor-bensen	Ingen känd i Sverige. Finns som restprodukter från förr.	Begränsningar finns	Nej, ev. regionalt eller lokalt.
Pentaklor-fenol	Bekämpningsmedel – insekter. Textilbehandlingsmedel	Nej, kan dock finnas i importerade produkter	Ja, fortsatt med befintlig. Ev. övervakning regionalt eller lokalt.
Polyaromatiska kolväten (PAH)	Träimpregneringsmedel (kreosot) Uppkommer oavsiktligt vid förbränningsprocesser.	Begränsningar finns	Ja, bör dock utredas.
Simazin	Bekämpningsmedel, desinfektionsmedel.	Nej	Nej, ev. regionalt eller lokalt, samt ev. sediment.
Tributyl-tennförening	Konserveringsmedel – läder, plast, gummi. Desinfektionsmedel, impregneringsmedel, båtbottnfärg.	Nej	Ja, även regionalt.
Triklorbensener	Färg och tryck inom textilindustrin.	Begränsningar finns	Nej, ev. lokalt och i sediment.

	Uppkommer oavsiktligt vid förbränningsprocesser.		
Triklor- metan (kloro- form)	Lösningsmedel, desinfektionsmedel.	Begräns- ningar finns	Nej, ev. regionalt eller lokalt, samt ev. sediment.
Triflur- alin	Bekämpningsmedel – ogräs på åkermark	Nej	Nej
Dikofol	Bekämpningsmedel - ogräs	Nej	Nej
Perfluor- oktan- sulfon- syra och dess derivat (PFOS)	Fotolitografi, dimdämpningsmedel, fotografisk beläggning.	Begräns- ningar finns	Ja, i biota, ev. i sediment.
Kinoxifen	Bekämpningsmedel - skadesvamp	Ja	Ja, men endast i jordbruksmark.
Dioxiner och dioxinlika förening	Uppkommer oavsiktligt vid ofullständig förbränning eller vid kemiska reaktioner.	Ja	Ja, i biota. Ev. regionalt och i sediment.
Aklonifen	Beämpningsmedel – ogräs på åkermark	Nej	Ja, men endast i jordbruksmark, ev. regionalt.
Bifenox	Beämpningsmedel – ogräs på åkermark	Ja	Ja, men endast i jordbruksmark, ev. regionalt
Cybutryn	Båtbottenfärg	Begräns- ningar finns	Ja, bör dock utredas först. Jordbruksmarks- övervakning fortsätter troligtvis inte.
Cyper- metrin	Bekämpningsmedel – insekter. Impregneringsmedel	Ja	Ja, bör dock utredas först. Jordbruksmarks- övervakning fortsätter.

Diklorvos	Bekämpningsmedel – insekter (inne/ute).	Nej	Ja, bör dock utredas först. Jordbruksmarksövervakning fortsätter.
Hexabromcyklododekan (HBCDD)	Flamskyddsmedel	Ja, utfasning pågår.	Ja, i biota. Ev. regionalt och i sediment.
Heptaklor och heptaklor-epoxid	Bekämpningsmedel – ogräs på åkermark Bekämpningsmedel – insekter	Nej	Nej, bör dock utredas först.
Terbutryn	Bekämpningsmedel ogräs på åkermark, färg	Ja	Ja, i jordbruksmark, Ev. slam och utgående vatten, samt lokalt och sediment.

För det mer ingående svaret på frågan ”Behövs nationell regelbunden övervakning?!” från tabell 3.2 ovan, finns tabell 3.3 nedan.

Tabell 3.3. Övervakningsbehovet idag för att upprätthålla information om vilka ämnen som återfinns ute i vattenmiljöerna (Naturvårdsverket 2008b; Naturvårdsverket 2014 h)

Namn	Kust och hav: Övervakning av miljögifter som baseras på		Sötvatten: Övervakning av miljögifter som baseras på		Övrig löpande övervakning
	Tidigare mätningar	Dagens mätningar	Tidigare mätningar	Dagens mätningar	
Alaklor	Sediment				Jordbruksmark
Antracen		Biota, sediment			
Atrazin	Sediment				Jordbruksmark
Bensen	Sediment				Saknas

3 Vattendirektivet

Bromerade difenyletrar		Biota, sediment		Biota	Slam och utgående vatten
Kadmium och kadmiumföreningar		Biota, sediment		Ytvatten, biota	Slam och utgående vatten
Kloralkener, C ₁₀₋₃₀		Sediment	Biota		Slam
Klorfeninfos		Sediment			Jordbruksmark
Klorpyrifos (Klorpyrifosetyl)		Sediment			Jordbruksmark
1,2-diklorethan	Sediment				
Diklorometan	Sediment				
Di(2-etylhexyl)-ftalat (DEHP)		Sediment	Biota		Slam och utgående vatten
Diuron	Sediment				Jordbruksmark
Endosulfan		Sediment			Jordbruksmark
Fluorantenn		Biota, sediment			
Hexaklorbensen		Biota, sediment	Biota		Slam och utgående vatten
Hexaklorbutadien	Sediment		Biota		

Hexaklor- cyklo- hexan		Biota, sediment		Biota	Jordbruks- -mark
Iso- proturon		Sediment			Jordbruks- -mark
Bly och bly- föreningar		Biota, sediment		Vattenfas, biota	Slam och utgående vatten
Kvick- silver och kvick- silver- föreningar	Sediment	Biota		Biota	Slam och utgående vatten
Naftalen		Biota, sediment			
Nickel och nickel- föreningar		Biota, sediment		Ytvatten, biota	Slam och utgående vatten
Nonyl- fenoler		Sediment			Slam och utgående vatten
Oktyl- fenoler		Sediment			Slam och utgående vatten
Pentaklor- bensen	Sediment		Biota		Slam och utgående vatten
Pentaklor- fenol	Sediment				Slam och utgående vatten
Polyaro- matiska kolväten (PAH)		Biota, sediment			
Simazin		Sediment			Jordbruks- -mark

3 Vattendirektivet

Tributyl- tenn- föreningar		Biota, sediment	Biota		Slam och utgående vatten
Triklor- bensener		Sediment			
Triklor- metan (kloro- form)		Sediment			
Trifluralin		Sediment			Jordbruks- -mark
Dikofol					Saknas
Perfluor- oktan- sulfon- syra och dess derivat (PFOS)		Biota		Biota	Slam och utgående vatten
Kinoxifen					Jordbruks- -mark
Dioxiner och dioxinlika föreningar		Biota		Biota	Slam
Aklonifen					Jordbruks- -mark
Bifenox					Jordbruks- -mark
Cybutryn					Jordbruks- -mark(ej prioriterat framöver)
Cyper- metrin					Jordbruks- -mark
Diklorvos					Jordbruks- -mark
Hexabro- m-cyklod-		Biota		Biota	

odekan (HBCDD)					
Heptaklor och heptaklor-epoxid					Saknas
Terbutryn					Jordbruks-mark

För att få en överskådlig sammanfattning av vilka ämnen som faktiskt är aktuella för reningsverken i Sverige, med andra ord vilka ämnen som återfinns i vattenfasen (bortser alltså från föroreningar i slam), har följande tabell 3.4 skapats. Sammanställningen utgår alltså från tabell 3.2 ovan.

Tabell 3.4. Sammanställning av vilka ämnen som behöver nationell regelbunden övervakning i vatten.

Namn	Behövs nationell regelbunden övervakning i vatten?!
Alaklor	Nej
Antracen	Ja
Atrazin	Nej
Bensen	Nej, ev. vid punktkällor.
Bromerade difenyletrar	Ja
Kadmium och kadmiumföreningar	Ja, fortsätt med den befintliga.
Kloralkener, C ₁₀₋₃₀	Nej
Klorfenvinfos	Nej
Klorpyrifos (Klorpyrifosetyl)	Nej
1,2-diklorethan	Nej
Diklormetan	Nej
Di(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	Nej, ev. regionalt eller lokalt.
Diuron	Nej
Endosulfan	Nej, ev. lokalt.
Fluoranten	Ja, bör dock utredas först.
Hexaklorbensen	Nej
Hexaklorbutadien	Nej

3 Vattendirektivet

Hexaklorcyklohexan	Nej
Isoproturon	Nej, ev. regionalt eller lokalt.
Bly och bly-föreningar	Ja, fortsatt med den befintliga.
Kvicksilver och kvicksilver-föreningar	Nej
Naftalen	Nej
Nickel och nickelföreningar	Ja, fortsatt med den befintliga. Ev. även regionalt.
Nonylfenoler	Ja, bör dock utredas först.
Oktylfenoler	Ja, bör dock utredas först.
Pentaklorbensen	Nej, ev. regionalt eller lokalt.
Pentaklorfenol	Nej, dock utgående vatten från reningsverk. Ev. regionalt eller lokalt.
Polyaromatiska kolväten (PAH)	Ja, bör dock utredas.
Simazin	Nej, ev. regionalt eller lokalt.
Tributyltennföreningar	Ja
Triklorbensener	Nej
Triklormetan (kloroform)	Nej, ev. regionalt eller lokalt.
Trifluralin	Nej
Dikofol	Nej
Perfluoroktansulfonsyra och dess derivat (PFOS)	Ja, bör dock utredas först.
Kinoxifen	Nej
Dioxiner och dioxinlika föreningar	Ja, ev. även regionalt.
Aklonifen	Nej, ev. regionalt.
Bifenox	Nej, ev. regionalt.
Cybutryn	Nej, analysmetoder bör förbättras först.
Cypermethrin	Nej, analysmetoder bör förbättras först.
Diklorvos	Nej, analysmetoder bör förbättras först.
Hexabromcyklododekan (HBCDD)	Ja, ev. även regionalt.
Heptaklor och heptaklorepoxid	Nej, bättre analysmetoder bör användas först.

Terbutryn	Nej, ev. i in- och utgående vatten hos reningsverk, samt ev. lokalt.
-----------	--

3.4 Bevakningslistan

Det som sägs i direktiv 2013/39/EU, s. 9, angående bevakningslista, har kommissionen uppfyllt genom att ha arbetat fram en bevakningslista. Där har kommissionen i enlighet med direktivet i artikel 8b tagit med de 3 ämnena, utav de maximalt 10 ämnena som får vara med på den första listan, 17- α -etinylöstradiol, 17- β -östradiol och diklofenak. Första gången som listan kommer att tas i bruk för anskaffning av övervakningsdata är som tidigare nämnts och som uppges i direktiv 2013/39/EU, s.9, det som sker sist av de två alternativen 14 september 2015 eller 6 månader efter upprättandet av listan. Kommissionens genomförandebeslut (EU) 2015/495 den 20 mars 2015 ger upprättandet av den första bevakningslistan. Denna träder i kraft tjugo dagar efter att det har offentliggjorts i Europiska Unionens officiella tidning, enligt Fördraget om Europeiska Unionens funktionssätt, artikel 297 i C 326, vilket gjordes den 24 mars 2015. Detta betyder att den första övervakningsperioden påbörjas inom 6 månader efter den 13 april.

Tabell 3.5. Bevakningslista från Kommissionens genomförandebeslut (EU) 2015/495, 24.3.2015

Nummer	Namn
1	17- α -etinylöstradiol
2	17- β -östradiol, östron
3	Diklofenak
4	2,6-ditert-butyl-4-metylfenol
5	2-etylhexyl-4-metoxicinnamat
6	Makrolinda antibiotika
7	Metiokarb
8	Neonikotinoider
9	Oxadiazon
10	Triallat

Precis som tidigare beskrivits under rubriken Ramdirektivet för vatten och som bland annat påpekas i direktiven 2000/60/EG och 2013/39/EU, är upprättandet av en bevakningslista ett sätt att inför framtiden kunna utse ämnen/ämnesgrupper i vatten som kan äventyra miljön eller människans hälsotillstånd. Genom att förebygga samt utfasa/eliminera dessa ämnen/ämnesgrupper kan vi bidra till en bättre framtid för både nuvarande och kommande generationer. Detta är ett av de viktigaste argumenten i vattenpolitiken som förs i direktiven från Europaparlamentet och Europeiska Unionens

råd, redan i den första punkten ”skälen till direktivet” i första direktivet 2000/60/EG påpekas detta.

Ämnena/ämnesgrupperna som nu finns i bevakningslistan ovan skall utredas genom vattendirektivets krav på inrapportering av övervakningsdata från medlemsländerna. På detta vis kan beslut tas i framtiden om ämnet på bevakningslistan ska uppföras på listan över prioriterade ämnen, artikel 16 i direktiv 2000/60/EG.

Nedan följer tabell 3.6 med ett innehåll som visar på inom vilka områden ämnet/ämnesgruppen i fråga används inom samt om det är förbjudet i Sverige eller inte. Vad det gäller nationell regelbunden övervakning är det bestämt enligt artikel 8b i direktiv 2013/39/EU att samtliga ämnen ska genomgå minst 1 och maximalt 4 års övervakning i varje medlemsland. I samma artikel uppges det också att bevakningslistans ska aktualiseras med 2 års mellanrum. Antalet övervakningsstationer, övervakningsfrekvenser etc. bestäms också enligt direktiv 2013/39/EU:s fastställda krav,

Tabell 3.6. Bevakningslistans olika ämnen/ämnesgruppers användningsområden samt om tillåtelse till nationell förbrukning av ämnet finns (Loos 2015, Nationalencyklopedin u.å. 1; Naturvårdsverket 2014h; KemI 1994, 2012, 2013a).

Namn	Användningsområde	Tillåtet i Sverige
17- α -etinylostradiol	Syntetiskt könshormon - preventivmedel	Ja
17- β -östradiol, östron	Bildas i däggdjur, däribland människan och nötkreatur. Preventivmedel	Ja
Diklofenak	Smärtstillande läkemedel	Ja
2,6-ditert-butyl-4-metylfenol	Bevarande av fräschhet i livsmedel. Stabilisator i plast. Hygienprodukter och läkemedel.	Ja
2-etylhexyl-4-metoxicinamat	Solskyddsmedel	Ja
Makrolida antibiotika	En grupp antibiotika, ersätter bland annat vid penicillinallergi	Ja
Metiokarb	Bekämpningsmedel - insekter	Ja
Neonikotinoider	Bekämpningsmedel - insekter	Ja
Oxadiazon	Bekämpningsmedel – grödor på åkermark	Ja
Triallat	Bekämpningsmedel – grödor på åkermark	Ja

På den andra ”Namn-raden” i tabell 3.6 ovan finns det två ämnen. Anledningen är att könshormonet 17- β -östradiol kan omvandlas till östron (Norden 2012). Deras kemiska sammansättningar för de båda substanserna är nämligen relativt lika trots en omvandling (Loos 2015). Detta gör att även östron är aktuell för listan.

3.5 Andra ämnen

I figur 2.3 i avsnitt 2.2.3 Läkemedelsstudier på avloppsvatten, åskådliggörs ett resultat av en studie från Falås m.fl. (2012) omfattande en rad olika läkemedelssubstanser och deras reduktionsförmåga med aktivslambehandling och där ingående kväverening. Endast ett fåtal av de studerade substanserna finns i bevakningslistan, närmare bestämt fyra stycken, 17- α -etinylostradiol, 17- β -östradiol, östron och diklofenak. De tre förstnämnda substanserna har enligt figur 2.3 en reduktion på omkring 80 %. Diklofenaks reduktionsförmåga räknas med att vara låg med dagens reningsverk. Figuren visar på en hel del läkemedelssubstanser som uppvisar en mycket hög oklarhet kring vad som kan förväntas reduceras med dagens reningsverk, som då är uppbyggda på samma sätt som den studerade typen av reningsverk.

En rapport som gjordes av organisationen Norden (2012) handlar om övervakning av både läkemedel och kroppsvårdsprodukter, vilka har studerats ute i olika vattenmiljöer i de nordiska länderna. I rapporten har ämnena 17- α -etinylostradiol, 17- β -östradiol, östron och diklofenak studerats. Studien visar på ett stort antal olika föreningar som har undersöks, däribland Paracetamol som finns i värktabletter. Ämnet har studerats i Sverige, Norge och Danmark tre gånger vardera och i Finland samt på Island endast en gång. Utöver dessa nordiska länder har ämnet även studerats en gång vardera på Grönland och Färöarna. Dessa är självstyrande men innehar inte EU-medlemskap men tillhör ändå den danska monarken (Norden u.å. a, u.å. b). Paracetamol har återfunnits i samtliga länder visar rapporten. I Sverige återfanns substansen i sediment (48,25 $\mu\text{g}/\text{kg}$), ytvatten (0,1 $\mu\text{g}/\text{l}$), reningsverksslam (33 $\mu\text{g}/\text{kg}$), vattenin- och utflöde hos reningsverket (150,6 $\mu\text{g}/\text{l}$, 3,03 $\mu\text{g}/\text{l}$) och i dricksvatten (0,013 $\mu\text{g}/\text{l}$) med medelvärdet i parenteserna hos varje övervakningselement från de tre undersökningarna.

Motsvarande undersökning har genomförts för en annan substans som också finns i vissa värktabletter, nämligen Ibuprofen (Norden 2012). De svenska undersökningarna (fem stycken) uppvisade i rapporten bland annat resultat från sediment (1,98 $\mu\text{g}/\text{kg}$), ytvatten (0,05 $\mu\text{g}/\text{l}$), reningsverksslam (450,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$), vatteninflöde till reningsverk (4,8 $\mu\text{g}/\text{l}$), utflöde från reningsverk (1,3 $\mu\text{g}/\text{l}$) och i dricksvattnet upptäcktes ingen substans.

Ett av de ämnen som är med i rapporten från Norden (2012) som också är ett vanligt läkemedel men som inte upptäcktes i något av övervakningselementen (under ett studietillfälle) i Sverige var antibiotikan penicillin V.

Studier på läkemedel och andra ämnen som kan tänkas påverka vattenkvaliteten och vattenmiljön på ett negativt sätt har gjorts runt om i världen (Lou m.fl. 2014). Det har visats sig finnas en hel uppsjö av potentiella ämnen som kan komma att bli aktuella för framtida reduktionskrav, se t.ex. tabell 2 i artikeln från Lou m.fl. (2014), eftersom kunskapen kring deras effekter och etablering i miljön är oviss och därmed krävs

undersökningar (Lou Y m.fl. 2014). Fatta-Kassinou, Merie och Nikolaou (2011) pratar bland annat om vikten av bra undersökningar av läkemedelssubstanser i olika länder. Resten av detta stycke kommer att utgå ifrån Fatta-Kassinou m.fl. (2011). Mycket arbete i form av mätningar och analyser av ämnena behövs först för att kunna fastställa vilka ämnen/ ämnesgrupper som är av stort behov av eliminering eller utfasning för att kunna säkerställa människans hälsa och naturens ekosystem. I många fall behövs dessutom en förbättrad analysmetod för att kunna få fram mer noggranna resultat och mycket nödvändig data. De ämnestransformationer som sker i reningsverkets olika processer är exempelvis svåra att förstå om de utgör en risk eller inte. De framtagna uppgifterna är därmed avgörande för om ämnet riskerar den nuvarande eller de kommande generationerna. Vid själva analysen används också en hel del olika analysmetoder för de olika övervakningselementen och ämnet/ämnesgruppen. Detta försvårar hela analysprocessen då det hade varit lättare om analysmetoderna hade varit samma och därmed hade jämförelser direkt kunnat göras mellan de olika mätresultaten.

3.6 Andra länder

Några av de länder som redan har påbörjat försöksanläggningar med kompletterande reningstekniker för sina reningsverk är bland annat Tyskland, Danmark, Sverige och Schweiz (Björleinius u.å.; Primozone u.å.). Framförallt är det Tyskland och Schweiz som har varit pådrivande för utveckling inom området för läkemedelsreduktion i reningsverken (Wahlberg m.fl. 2010).

Nedan följer några exempel på utveckling av reningskrav och reaktioner som fås vid införandet av krav och mål. Schweiz tillhör inte EU men då det ligger i framkant vad det gäller reningskrav är detta land med bland exemplen.

3.6.1 Schweiz

Det som är intressant med Schweiz är att landet inte har EU-medlemskap vilket innebär att de inte behöver följa t.ex. vattendirektivet 2000/60/EG. Detta gör det extra intressant då landet verkar vara självdrivande och högst aktiva inom utvecklingen för en effektivare rening vid reningsverken (Wahlberg m.fl. 2010). Kraven som de sätter på sina reningsverk är de främsta i världen, då det handlar om just läkemedelsreduktion (Barkeman 2015).

Den schweiziska regeringen har bestämt enligt artikeln från Eggen m.fl. (2014) som är utgångsläget för detta och nästa stycke, att för att kunna åstadkomma en bättre vattenmiljö och vattenkvaliteten måste åtgärder göras hos reningsverken. Anledningen till vattenkvalitetens betydelse var framförallt att dricksvattnet som tas ur recipienten inte ska innehålla farliga föroreningar. Att det var reningsverken som var viktiga gällande påverkan av vattenmiljö och vattenkvalitet kom de fram till under en studie mellan åren 2002 och 2007, vilken gick under namnet Swiss National Research Program 50. Därefter gjordes ytterligare en studie (2006-2010) där det togs fram vilka ämnen som skulle prioriteras för eliminering samt förbättringar som då behövs inom reningstekniken. Bland folket samt de politiskt engagerade i Schweiz var det generellt accepterat att åtgärder för mikro-föroreningarna i vattnet behövdes.

De av regeringen utvalda kommunala reningsverken är framförallt de största anläggningarna, eftersom dessa tar in mest avloppsvatten och utgör den största påverkan på recipienten, men det beror såklart även på känsligheten hos recipienten, och därmed vattenkvaliteten. Det finns särskilda kriterier för att ingå bland dessa kommunala reningsverk som innefattar utspädningskoncentrationer i recipient samt förväntad belastning av föroreningar hos anläggningen. Kravet kommer att beröra ca 100 av de 700 kommunala avloppsreningsverken, i vattenmängder handlar det om ungefär hälften av landets kommunala avloppsvatten. För att kunna genomföra detta kommer en del mindre reningsverk att stängas ned och dess vatten kommer då att ledas om istället för att hamna hos ett större reningsverk. Åtgärderna som behövs genomförs är hos de utvalda reningsverken en komplettering med reningstekniker.

Kraven som kommer att ställas på de kommunala reningsverken kommer att kräva kostnadseffektivitet samt en inte allt för komplicerad applicering av ny teknik till reningsverken (Eggen m.fl. 2014). Aktivt kol eller ozonering är de som stämmer bäst in på beskrivningen De två teknikerna som enligt rapport Läkemedelsrester i Stockholms vattenmiljö (Wahlberg m.fl. 2010) är de tekniker som prefereras gäller inte bara i Sverige utan har även fått liknande goda resultat i Schweiz. Dessa tekniker har uppvisat en reduktion på mer än 80 % av mikroföroreningarna i avloppsvattnet, d.v.s. inte bara läkemedelsrester utan även andra kemiska ämnen reduceras (Wahlberg, Björleinius m.fl. 2010). Efter de nya reningsteknikernas processer låter man vattnet genomgå en reningsprocess till (Eggen m.fl. 2014). För ozonering, med ev. transformationsprodukter, innebär exempelvis eftersteget sandfiltrering att bryta ned transformationsprodukterna. Ett fulländat reningsverk med aktivt kol som ett föreliggande reningssteg till ozonering stod klart redan i början av året 2014 i Schweiz (Barkeman 2015).

De ämnen som ska kontrolleras på reningsverken är följande: benzotriazol, carbamazepin, diklofenak, mecoprop och sulfamethoxazol. Dessa är ett resultat av de generellt mest förekommande organiska föroreningar i avloppsreningsverken efter att samtliga behandlingar är genomförda (ingen kompletterande reningsteknik ingår) (Eggen m.fl. 2014). Dessutom används uteslutande en enda analysmetod för dessa ämnen. De kompletterande teknikerna, som avgör reningsverkets förmåga till reduktion av de fem referensämnena, kommer att regleras av utbildad personal.

3.6.2 Tyskland

Tyskland, som däremot innehar EU-medlemskap, har också testat ett fulländat reningsverk med aktivt kol eller ozonering med resultat liknande de schweiziska resultaten, d.v.s. med mer än 80 % reduktion av mikroföroreningar (Eggen m.fl. 2014). Idag finns det flera sådana anläggningar även i Tyskland.

Varför det utförs så många studier på just reningsverkens reningseffektivitet handlar om att se till så att vattenmiljöerna och vattenkvaliteten hos vattenförekomsterna uppfyller de krav som kom med vattendirektivet. En del av vattendirektivets krav finns på ytvattenförekomster. I resten av detta avsnitt 3.6.2 kommer en studie om ytvattenförekomster av Thellmann m. fl. (2014) att tas upp. Det var i södra Tyskland som studien av Thellmann m.fl. gjordes. Undersökning utfördes på fiskembryon där

studien gick ut på att undersöka embryotoxiciteten från vatten och sediment både före och efter ett anslutet reningsverk. Studien genomfördes i strävan efter att kunna uppfylla vattendirektivets krav på status för ytvattenförekomster. Studiens fyra reningsverk ligger med ett utsläpp till en flod varpå det var både före och efter reningsverket som proverna togs. Hälften av anläggningarna har sedan 20 år tillbaka reningsprocessen aktivt kol för att färgämnen från industrier skulle minskas. De resterande anläggningarna har sandfilter och flockning som sista reningsprocess. Då olika reningstekniker förekommer under samma studie är det passande med, som här, fiskembryotest för att kunna få en bättre inblick i hur vattenmiljön mår.

Thellmann P. m.fl. (2014) avslutar rapporten med ett konstaterande om att fiskembryotoxiciteten var mindre påtaglig för de prover som togs efter reningsverket med aktivt kol, till och med en mycket lämplig reningmetod enligt denna studie på fiskembryon. Reningmetoden är alltså enligt denna rapport en lämplig kandidat för att kunna uppfylla delar av ramdirektivet för vatten. Provtagningar efter reningsverken med sandfilter visade däremot på sämre resultat för fiskembryona.

3.6.3 Italien

I Italien genomfördes en studie av De Gisi, Petta, Farina och De Feo på ett flertal stora kommunala reningsverk (över 50 000 pe) med innehavande av biologiskt reningssteg, vilken resulterade i en rapport år 2014. I rapporten påpekas behovet av att så snart som möjligt komma fram till en metod som kan hjälpa bland annat de beslutstagande personerna i landet om investeringsfrågor kring vattenservicefaciliteter. Möjligheten att även andra länders regeringar skulle kunna ha hjälp av en sådan metod vid liknande beslutstaganden är en positiv bieffekt av denna studie. Undersökningen handlar om att finna ett enklare sätt för att kunna avgöra omfattningen av investeringar hos ett visst reningsverk. Dock är även andra specifika vattenservicefaciliteter såsom avloppsledningar av intresse dock undersöks de inte i denna studie. Framförallt är det med tanke på kvalitet och effektivitet hos anläggningen som De Gisa m.fl. (2014) vill applicera och utveckla sin metod kring dessa utvalda reningsverk. För applicering av metoden på övriga vattenservicefaciliteter krävs däremot undersökningar därvid. I slutsatsen i rapporten menar De Gisa m.fl. (2014) att metoden kan hjälpa till att planera genom att uppskatta prestationen hos reningsverkets miljömässiga samt tekniska delar. Därefter ska den kunna komma fram till ett eventuellt behov av komplettering av teknik. Den ska även kunna simulera resultatet av en investering hos anläggningen och tillsammans med andra regionala resultat sedan kunna jämföras, med hjälp av olika faktorer (ex. behandlingskapacitet hos reningsverket), med olika distrikt i Italien.

3.6.4 Irland

På Irland har det uppdagats efter införandet av vattendirektivet att endast omkring 16 % av landets ytvattenförekomster inte hade något förbättringsbehov, utan kunde direkt få bedömningen god ekologisk status/ potential (konstgjorda/kraftigt omgjorda vatten) (Earle m.fl. 2011). Därmed ansågs dessa vattenförekomster ha ett nästintill naturligt ekosystem (d.v.s. av människan opåverkad miljö) enligt ramdirektivet för vattens bilaga V (VISS-hjälp u.å. b). Irland har infört en förvaltningsplan för varje enskilt

avrinningsdistrikt för att nå upp till vattendirektivets mål och krav och därmed förbättra de resterande 84 % av vattenförekomster på Irland (Earle m.fl. 2011). Enligt rapporten från Earle m.fl. stöter Irland på problem vid försöket om att uppnå EU:s olika direktiv och där ingående mål och krav. De finner nämligen att vattendirektivet och det så kallad floddirektivet ibland "tävlar mot varandra" då de båda direktiven prioriterar olika istället för att jobba mot samma mål som nämligen är att uppnå en god vattenmiljö. Floddirektivet (Direktiv 2007/60/EC) är enligt European Commission ett direktiv som eftersträvar ett förebyggande av floders negativa påverkan på människans hälsa, miljöns välbefinnande, samhällsekonomin och kulturella värden. Enligt rapportens författare Earle m.fl. (2011) syftar vattendirektivet på ekologins välbefinnande i många fall medan floddirektivet syftar mer åt byggnaders och människans välbefinnande sett till ett avrinningsdistrikt.

En del i slutsatsen, och enligt Earle m.fl. främst, är att hela tiden tänka på värdet av vattenförekomster för den nuvarande och de kommande generationerna på vår planet. Detta ska vara en ledning vid fastställandet av ett vägledande dokument som ska hjälpa beslutfattarna i landet att skapa bättre strategier lokalt, regionalt och nationellt, samt vid reformering av de berörda myndigheterna.

4 Diskussion och slutsatser

Vid fastställandet om nya krav ska införas på de kommunala avloppsreningsverken i Sverige diskuteras här syftets frågeställningar för att sedan avslutas med slutsatser.

4.1 Kommer det att ställas nya typer av reningskrav på kommunala avloppsreningsverk i Sverige?

Jag tror att det i framtiden kommer att fastställas nya reningskrav på de kommunala reningsverken i Sverige. Jag baserar detta främst på ramdirektivet för vatten 2000/60/EG. Detta eftersom direktivet sätter upp krav och mål som behandlar förbättringar av den befintliga vattenmiljön samt förebyggande åtgärder för att skydda vattnet från utsläpp och spill av prioriterade och prioriterade farliga ämnen/ämnesgrupper. Listan med dessa prioriterade och prioriterade farliga ämnen visar vilka ämnen som EU-kommission anser utgöra ett hot för de akvatiska ekosystemen och som försämrar vattenkvaliteten och därigenom utgör ett hot för det levande. Det finns även en bevakningslista innehållande ämnen som kan bli aktuella för listan över prioriterade ämnen. Dessa är därför i behov av övervakning i form av mätningar i vattenfas bland annat för att kunna avgöra om de utgör något hot. Genom vattendirektivet, 2000/60/EG, vill EU alltså verkställa reduktion samt eliminering av ämnena på den prioriterade listan. Ett sätt att reducera/eliminera dessa är ju via reningsverken då en stor andel av allt förorenat vatten kommer till dessa anläggningar. Efter reningsprocesserna släpps vattnet ut i ytvattnet och blir en del av vattnets kretslopp igen. Vattendirektivet berör allt vatten förutom vattnet mitt ute på havet, och det gäller för samtliga EU-medlemsländer och till följd därav Sverige.

Slutsatsen är alltså att jag tror att det kan komma att införas nya reningskrav på de svenska kommunala reningsverken.

4.2 Vilka ämnen kan komma att bli aktuella?

Genom åtgärder som förebygger eller till och med eliminerar föroreningarna som finns i de akvatiska miljöerna kommer unionen närmare den naturliga tillvaron i vattenmiljöerna, vilket är ett av målen med ramdirektivet för vatten.

Till avloppsreningsverken kommer vatten inte bara från hushållen utan även från regn som rinner längs med marken, s.k. ytavrinning, från olika allmänna verksamheters spillvatten, och upp till medelstora industrier (Svenskt Vatten 2012a). Variationen av föroreningar i avloppsvattnet är stor vilket försvårar uppgiften om val av ämnen som bör reduceras, t.ex. finns det enbart inom läkemedelssubstanser ca 1000 stycken i

Sverige. Att kartlägga utfallet av samtliga substanser är minst sagt en komplex uppgift. Det handlar inte enbart om läkemedelssubstanser eller det mycket stora antalet ämnen som kan finnas i vattnet utan även den synergism och de ämnesomvandlingar som kan uppstå (Nationalencyklopedin u.å. i; Fatta-Kassinós m.fl. 2011).

Men med hjälp av vattendirektivets lista över prioriterade och prioriterade farliga ämnen kan ett urval lättare genomföras. Trots detta bör man fortfarande ha i åtanke att det finns en hel uppsjö av olika ämnen som kan komma att bli aktuella för denna lista i framtiden, emellertid krävs det dock bland annat fler studier av ämnet i fråga och ofta en bättre analys- och mätmetod för att kunna avgöra om ämnet faktiskt utgör ett hot (Lou Y., m.fl. 2014).

De ämnen som finns på den prioriterade listan är inte alla aktuella för Sverige då en del av dessa inte har konsumerats i landet (Naturvårdverket 2014h). En del av dem har varit förbjudna en längre tid och andra en kort tid men dessförinnan konsumerats. Det innebär att de fortfarande kan återfinnas i vattnet och så även en lång tid framöver men troligen då i låga halter (Naturvårdverket 2014h). Däremot kan några av dem som inte används i Sverige ta sig in i landet på andra sätt, t.ex. importeras som ett innehåll i en produkt, exempelvis kemikalier i textilier, och på så sätt komma ut i vattenkretsloppet (KemI 2013a). I avsnitt 3.3 Prioriterade och prioriterade farliga ämnen, görs avslutningsvis en sammanställning av de ämnen som finns på den prioriterade listan. Med ett behov av en lokal, regional eller nationell regelbunden övervakning i vattenfas bedöms ämnet som aktuellt för reningsverkens utgående vatten i Sverige. Sammanställningen görs i tabell 3.4 och resulterar i 13 stycken ämnen.

Man skulle också kunna se till vad Schweiz har gjort eftersom kraven som de sätter på sina reningsverk är de främsta i världen, då det handlar om läkemedelsreduktion (Barkeman 2015). De har valt ut de 5 generellt mest förekommande organiska föroreningarna i avloppsreningsverken efter att samtliga behandlingar är genomförda (ingen kompletterande reningsteknik ingår) att mäta på (Eggen m.fl. 2014). Dessutom används uteslutande en enda analysmetod för dessa ämnen.

Slutsatsen gällande vilka ämnen som ska vara med i dessa reningskrav är inte uppenbart då det finns ofantligt många olika ämnen i det nuvarande vattenkretsloppet. Men de ämnen som bedöms vara i behov av någon typ av övervakning i vattenfas enligt tabell 3.4 har en stor potential. Detta då dessa ingår i listan över prioriterade ämnen samtidigt som de har gjorts en översyn av dessa ämnen i svenska akvatiska miljöer av myndigheten Naturvårdverket (2014h). Man skulle också kunna göra jämförelser med Schweiz utvalda ämnen.

4.3 Hur kommer kraven att formuleras?

Under rubriken Andra ämnen togs substansen paracetamol upp som ett exempel där ett varierande antal mätningar har genomförts i nordiska länder enligt rapporten från Norden (2012). Vid en återblick på detta avsnitt 3.5 synliggörs medelvärden för vattenin- och utflöde innehållande paracetamol hos reningsverket som 150,6 µg/l respektive 3,03 µg/l vilket ger en reduktion på 98,0 %. Reduceringsförmågan anses vara mycket hög här men vad betyder 3,03 µg/l för recipienten, hur känslig recipienten

är spelar nämligen också en stor roll. Ett samspel mellan utsläpp och recipient behövs alltså.

Beroende på hur kraven kommer att ställas ifrågasätts även enheten och antalet decimaler i kravet för mätningarna. Kommer man gå ifrån dagens mg/l (SNFS 1994:7) till µg/l eller till och med ng/l? Det handlar om analysmetodernas förmåga att mäta och om det är nödvändigt (Fatta-Kassinis m.fl. 2011), ex. kommer koncentration på 3,03 µg/l ha en stor inverkan på vattenmiljön och/eller vattenkvaliteten? Konsekvenserna kan bli avgörande om småfel görs vid mätningar på miljarddelars gram menar Svenskt Vatten (2014). I Naturvårdsverket (2014d) tar man upp att en ökad frekvens av mätningar skulle kunna öka tillförlitligheten hos mätresultaten som är viktiga med tanke på kraven från EU. De tar även upp införande av kontroller på inloppsvattnet till reningsverket, detta skulle återigen underlätta vid rapportering till EU Kommission.

Idag mäts det utgående vattnet från reningsverket efter sista reningssteget, i s.k. behandlat utgående vatten. Det finns gränsvärden för BOD₇ och P-tot, och riktvärden för COD_{Cr} och N-tot i enlighet med SNFS 1994:7. De mäts i storheten koncentration samt alternativt kan procentuell reduktion väljas som mätenhet för total-kväve. En fråga inför framtiden är i vilken storhet man ska mäta, blir det koncentration omräknat till mängd, eller blir det procentuell reduktion av ämnet/ämnesgruppen, eller en kombination?

Vart ska mätningen utföras, ska det ske direkt innan utsläpp av vatten till recipienten eller i recipienten? I Svenskt Vattens remiss till Havs- och vattenmyndigheten (2014) diskuteras det om ämnet i fråga kommer att avgöra vart mätningen ska ske. T.ex. att cypermetrin ska mätas utanför reningsverket medan läkemedel ska mätas ute i recipienten.

Med tanke på synergism och antagonism, där samverkan mellan ämnen ger en större effekt eller mindre effekt än då ämnena verkar var för sig (Nationalencyklopedin u.å. i), är det svårt att förutsäga reaktioner och produkter som kan uppkomma mellan alla dessa olika ämnen. Därför kan det i framtiden tänkas behövas förenklingar för de kommande kraven som exempelvis att vissa ämnen väljs ut som bra representanter för reningseffektiviteten och påverkan på vatten (Eggen m.fl. 2014).

Slutsatsen kring hur kraven kommer att formuleras är att det inte går att säga exakt p.g.a. de pågående diskussionerna mellan myndigheter, branschorganisationer och andra involverade.

4.4 När kan sådana krav komma att bli aktuella?

I remissen till Havs- och vattenmyndigheten (HaV) anser Svenskt Vatten (2014) att HaV bör vänta med att införa miljökvalitetsnormer (MKN) för läkemedel då de vill göra det för ekologisk status. Istället bör det vara kemisk status som styr menar Svenskt Vatten (2014). Samtidigt tycker de att HaV inte ska ta på sig mer då det redan finns påpekade brister från EU som Sverige först behöver åtgärda. Svenskt Vatten anser vidare att det bör vara EU som kommer med reglering för läkemedel. Speciellt med tanke på att det kostar att införa regleringar och om EU sen skulle kräva en motsvarande kemisk status i MKN skulle det innebära att kostnaderna inte kom till någon nytta,

4 Diskussion och slutsatser

menar Svenskt Vatten. HaV ser fördelar med att införa krav snart även om de inte skulle uppfylla samtliga framtida vattenkrav från EU.

Med liknande diskussioner som handlar om EU ska införa eller vi i Sverige själva ska införa regleringar för olika ämnen i väntan på direktiv från högre instanser är det svårt att veta när kraven kommer i träda i kraft.

Slutsatsen blir här oklar om när framtida krav kan tänkas komma.

5 Referenser

- Barkeman, E. (2015). Han stoppar våra mediciner innan de rinner ut i havet. *Forskning & Framsteg*, 2/2015
- Björleinius B. (u.å.). *Läkemedel i vattnet – miljöeffekter och reningsteknik* [PowerPoint-presentation]. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan, Industriell Bioteknologi
<https://www.havochvatten.se/download/18.44319c4a145d364b8072038/1401261660333/pres-seminarium-lakemedel-i-vattnet%E2%80%93reningsteknik.pdf> [2015-04-06]
- Bondpä, E. (2015). *Läkemedelsrester i vatten kan stoppas*.
<http://www.svt.se/nyheter/regionalt/skane/lakemedelsrester-i-vatten-kan-stoppas> [2015-04-27]
- De Gisi, S., Petta, L., Farina, R., & De Feo., G. (2014). Development and application of a planning support tool in the municipal wastewater sector: The case study of Italy (2014). *Land Use Policy*, 41: 260-273.
- Earle J. R., Blacklocke S., Bruen M., Almeida G. & Keating D (2011). Integrating the implement of the European Union Water Framework Directive and Floods Directive in Ireland. *Water Science & Technology*, 64 (10): 2044-2051.
- Eggen, R. I., Hollender, J., Joss, A., Schärer, M. & Stamm, C. (2014). Reducing the discharge of micropollutants in the aquatic environment: the benefits of upgrading wastewater treatment plants. *Environmental Science & Technology*, 48 (14): 7683-7689.
- EUR-Lex: Access to European Union law (u.å.). *Document L:2014:311:TOC*.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=OJ:L:2014:311:TOC> [2015-04-18]
- European Commission (2015). *The EU Floods Directive*.
http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/index.htm [2015-04-22]
- European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability (2009). *EU Floods Directive*. <http://floods.jrc.ec.europa.eu/eu-floods-directive.html> [2015-04-22]
- Europeiska kommissionen (2014). *Sverige i EU*. http://ec.europa.eu/sweden/about-us/eu-presence/index_sv.htm [2015-03-01]
- Falås, P., Andersen, H.R., Ledin, A. & la Cour Jansen, J. (2012). *Occurrence and reduction of pharmaceuticals in the waste phase at Swedish wastewater treatment plants*. *Water Science and Technology* 66(4): 783-791.

- Fatta-Kassinou D., Merie S. & Nikolaou A. (2011). Pharmaceutical residues in environmental waters and wastewater: current state of knowledge and future research. *Analytical & Bioanalytical Chemistry*, 399 (1): 252, 260-265
- Hansson, E. & Johansson, M. (u.å.). *Avlopp på våra åkrar – en rapport om miljögifter i slam* [rapport]. Stockholm: Naturskyddsföreningen, 5-10.
- Hörsing, M., Wahlberg, C., Falås, P., Hey, G., Ledin, A. & la Cour Jansen, J. (2014). *Reduktion av läkemedel i svenska avloppsreningsverk – kunskapssammanställning* (Rapport 2014-16). Bromma: Svenskt Vatten AB, 12-22.
- Kemikalieinspektionen (KemI) (1994). *Teknisk beskrivning av ämnet: 2,6-Bis(ter-butyl)-4-metylfenol*. <http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/BHT.htm> [2015-04-05]
- Kemikalieinspektionen (KemI) (2012). *Kommissionens beslut för verksamma ämnen i växtskyddsmedel och ämnenas status i Sverige*.
- Kemikalieinspektionen (KemI) (2013a). *Analys av hudnära plagg*. Sundbyberg: Kemikalieinspektionen <http://www.kemi.se/sv/Innehall/Nyheter/Analys-av-hudnara-plagg/> [2015-03-17]
- Kemikalieinspektionen (KemI) (2013b). *Växtskyddsmedel med neonicotinoider dras tillbaka*. <http://www.kemi.se/sv/Innehall/Nyheter/Vaxtskyddsmedel-med-neonicotinoider-dras-tillbaka/> [2015-04-05]
- Klymenko, N., Kozyatnyk, I. & Savchyna, L. (2010). Removing of fulvic acids by ozonation and biological active carbon filtration. *Water Research*, 44: 5316-5322.
- Lidström, V. (2013). *Vårt vatten: Grundläggande lärobok i vatten- och avloppsteknik*. 2. uppl. Stockholm: Svenskt Vatten AB, 16-19, 170-191. ISSN nr: 1654-51117.
- Lindh, K. (2006). *Rent avlopp Hammarby Sjöstad: en studie om avloppsvattnet från den miljöinriktade stadsdelen Hammarby Sjöstad och om information kan påverka hushållens bidrag av främmande ämnen till avloppet* (Rapport 6, Projektpublikation 28). Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan
- Loos R. (2015). *Joint Research Centre SCIENCE AND POLICY REPORT: Analytical methods for possible WFD 1st watch list substances* (Report EUR 27046 EN). Luxemburg: European Commission, 15-28.
- Lou Y., Guo W., Ngo H. H., Nghiem L. D., Hai F. I., Zhang J., Liang S. & Wang X. C. (2014). A review on the occurrence of micropollutants in the aquatic environment and their fate and removal during wastewater treatment. *Science of The Total Environment*, 619-641
- LVFS 2005:4. *Läkemedelsverkets författarsamling*. Stockholm: Läkemedelsverket, 3
- Länsstyrelsen Skåne (2014). *Läkemedelsrester i avloppsvatten* (Tillsynsvägledning 2014:12). 0.

- Länsstyrelsen Skåne (u.å.). *Reglerade kemikalier* (Excel-fil).
http://lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/vattenforvaltning/miljogifter/Reglerade_kemikalier.xls [2015-03-20]
- Länsstyrelsen Örebro län (2002). *Ordlista*.
http://www.lansstyrelsen.se/orebro/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/miljomal/Ordlista_bilagor.pdf [2015-05-13]
- Malmberg, J. (2014). *Reduktion av läkemedelsrester och andra organiska föreningar vid hygienisering av avloppsslam* (Rapport 2014-21). Bromma: Svenskt Vatten AB, 9.
- Miljösamverkan Sverige (u.å. a). *Användningsområden – Vattendirektivsämnen* (Excel-fil).
http://www.miljosamverkansverige.se/miljosamverkansverige/SiteCollectionDocuments/tillsynmknvatten/vattenforvaltning/kemisk%20status/anvomr_vattendirektivsamnen.xls [2015-03-20]
- Miljösamverkan Sverige (u.å. b). *Grundvattensstatus*.
<http://www.miljosamverkansverige.se/Sv/tillsynmknvatten/vattenforvaltning/statusklassificering/Pages/grundvattenstatus.aspx> [2015-04-17]
- Miljösamverkan Sverige (u.å. c) *Lagstiftning och vägledning*.
<http://www.miljosamverkansverige.se/Sv/tillsynmknvatten/verktyglada/Pages/lagstiftning.aspx> [2015-03-01]
- Mitt Sverige Vatten (2014). *Kemisk rening*.
<http://www.mittsverigevatten.se/default.aspx?id=1515&ptid=> [2015-05-13]
- Nationalencyklopedin* (u.å. a). Balmér, P. Biologisk rening.
<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/biologisk-rening> [2015-03-03]
- Nationalencyklopedin* (u.å. b). Balmér, P. Bioslam.
<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/bioslam> [2015-03-03]
- Nationalencyklopedin* (u.å. c). Berg, P.E.O. Mekanisk rening.
<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/mekanisk-rening> [2015-03-03]
- Nationalencyklopedin* (u.å. d). Berg, P.E.O. Reningsverk.
<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/reningsverk> [2015-02-27]
- Nationalencyklopedin* (u.å. e). Gleisner, A-S. Direktiv.
<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/direktiv> [2015-03-01]

Nationalencyklopedin (u.å. f). Gleisner, A-S. EU-rätt.

<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/eu-r%C3%A4tt> [2015-03-01]

Nationalencyklopedin (u.å. g). Jörnvall, H. Konjugation.

<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/konjugation-%28allm-naturvet%29> [2015-03-17]

Nationalencyklopedin (u.å. h). Lundh, B. Metabolit.

<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/metabolit> [2015-03-23]

Nationalencyklopedin (u.å. i). Malmquist, J. & Björn, L. O. Synergism.

<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/synergism> [2015-03-18]

Nationalencyklopedin (u.å. j). Sundquist, B. Biota.

<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/biota> [2015-03-20]

Nationalencyklopedin (u.å. k). Södergren, A. Biomagnifikation.

<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/biomagnifikation> [2015-03-20]

Nationalencyklopedin (u.å. l). Ursing, B. Makrolider.

<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/makrolider> [2015-04-18]

Naturvårdsverket (2008a). *Avloppsreningsverkens förmåga att ta hand om läkemedelsrester och andra farliga ämnen* (Rapport 5794). Stockholm: Naturvårdsverket, 10-38, 93

Naturvårdsverket (2008b). *Övervakning av prioriterade miljöfarliga ämnen listade i Ramdirektivet för vatten* (Rapport 5801). Stockholm: Naturvårdsverket, 19-86.

Naturvårdsverket (2012a). *Kungörelse med föreskrifter om kontroll av utsläpp till vatten- och markrecipient från anläggningar för behandling av avloppsvatten från tätbebyggelse*. <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Rattsinformation/Foreskrifter-allmanna-rad/NFS/1990/SNFS-199014---Kontroll-av-utslapp-till-vatten--och-markrecipient---avloppsvatten/> [2015-03-28]

Naturvårdsverket (2012b). *Kungörelse med föreskrifter om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse*. <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Rattsinformation/Foreskrifter-allmanna-rad/NFS/1994/SNFS-19947---Rening-av-avloppsvatten-fran-tatbebyggelse/> [2015-03-28]

Naturvårdsverket (2013). *Ramdirektiv för vatten*.

<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Rattsinformation/Direktiv/EU-register---forfattningar-inom-miljobalkens-omrade/Vatten/Ramdirektiv-for-vatten/> [2015-03-01]

- Naturvårdsverket & Svenskt Vatten (2013). *Formulering av villkor och krav för utsläpp från avloppsreningsverk – vägledning*. Stockholm: Naturvårdsverket. Stockholm: Svenskt Vatten.
- Naturvårdsverket (2014a). *Avloppsvatten. Rening av avloppsvatten i Sverige* [broschyr]. ISBN 978-91-620-8703-6 <http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/8700/978-91-620-8703-6/> [2015-03-17]
- Naturvårdsverket (2014b). *De viktigaste avloppsreglerna*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2014c). *EU-förordningar och direktiv*. <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Rattsinformation/Direktiv/> [2015-03-01]
- Naturvårdsverket (2014d). *Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2014:xx) om rening och kontroll av utsläpp av avloppsvatten från tätbebyggelse samt ändring i Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2006:9) om miljörappport* (Konsekvensutredning NV-07530-13). 1-6.
- Naturvårdsverket (2014e). *Naturvårdsverkets författarsamling: Naturvårdsverkets föreskrifter om rening och kontroll av utsläpp av avloppsvatten från tätbebyggelse. NFS 2014:X*.
- Naturvårdsverket (2014f). *Tydligare och enklare regler för avloppsreningsverk*. <http://www.naturvardsverket.se/Nyheter-och-pessmeddelanden/Nyhetsbrev/Tillsynsnytt/Artiklar-2014/Tydligare-och-enklare-regler-for-avloppsreningsverk/> [2015-05-05]
- Naturvårdsverket (2014g). *Vägledning om villkor och krav för avloppsreningsverk*. <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Avlopp/Vagledning-om-villkor-och-krav-for-avloppsreningsverk/> [2015-05-05]
- Naturvårdsverket (2014h). *Översyn av nationell akvatisk miljögiftsövervakning 2014: Programområden Sötvatten och Kust och hav* (Rapport 6627). Stockholm: Naturvårdsverket, 46-56, 88-181.
- Naturvårdsverket (2015b). *Avlopp: Vägledningar om avloppsvatten, avloppsplanering, avloppsreningsverk och avloppsslam*. <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Avlopp/> [2015-05-05]
- Naturvårdsverket (2015a). *Kungörelse med föreskrifter om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse*. <http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Organisation/> [2015-03-28]
- Norden (2012). *PPCP monitoring in the Nordic Countries – Status Report* (Rapport TemaNord 2012:519). Köpenhamn: Nordic Council of Ministers, 9, 20-29, 40-45, 111-112, 127.

Norden (u.å. b). *Fakta om Färöarna*. <http://www.norden.org/sv/fakta-om-norden/nordiska-laender-och-faeroearna-groenland-och-aaland/fakta-om-faeroearna> [2015-04-19]

Norden (u.å. a). *Fakta om Grönland*. <http://www.norden.org/sv/fakta-om-norden/nordiska-laender-och-faeroearna-groenland-och-aaland/fakta-om-groenland> [2015-04-19]

Primozone (u.å.). *Removal of micro pollutants such as pharmaceutical residue from waste water*. <http://www.primozone.com/municipal/pharmaceutical-residue#.VSLZe5NifIU> [2015-04-18]

Reungoat, J., Escher, B.I., Macova, M., Argaud, F.X., Gernjak, W. & Keller, J. (2011). Ozonation and biological activated carbon filtration of wastewater treatment plant effluents. *Water Research*, 46: 863-872.

Segesten, K. (2012). Användbara texter. I Friberg, F. (red.) *Dags för uppsats – vägledning för litteraturbaserade examensarbeten*. Lund: Studentlitteratur, 48-55.

SNFS 1990:14. *Statens natursverks författarsamling*. Stockholm: Naturvårdsverket.

SNFS 1994:7. *Statens natursverks författarsamling*. Stockholm: Naturvårdsverket.

SFS 1998:808. *Miljöbalken*. Stockholm: Miljö- och energidepartementet.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) (u.å.). *Vattenförvaltning*. <http://www.sgu.se/grundvatten/vattenforvaltning/> [2015-03-02]

Svenskt Vatten (2012a). *Hjälp oss att få ett renare vatten! Minska företagets utsläpp av miljögifter* [broschyr]. http://www.svensktvatten.se/Global/Avlopp%20och%20milj%C3%B6/Uppstr%C3%B6msarbete/F%C3%B6retagsbroschyr_Svenskt%20Vatten%20nov2012_web.pdf?eps_language=sv [2015-03-17], 4-12.

Svenskt Vatten (2012b). *Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet* (Publikation P95). Stockholm: Svenskt Vatten AB http://www.svensktvatten.se/Documents/Kategorier/Avlopp%20och%20milj%C3%B6/Uppstr%C3%B6msarbete/P95_2010%20rev.%20nov%202012.pdf [2015-03-17], 11-28.

Svenskt Vatten (2014). *Remiss av ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassifisering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten* (Remissvar). Stockholm: Svenskt Vatten AB

Thellmann, P., Köhler, H.R., Rößler, A., Scheurer, M., Schwarz, S., Vogel, H.J. & Triebkorn, R. (2014). Fish embryo tests with *Danio rerio* as a tool to evaluate surface water and sediment quality in rivers influenced by wastewater treatment plants using different treatment technologies. *Environmental Science and Pollution Research International*.

VA SYD (2013a). *Källby avloppsreningsverk Lund - Miljörapport enligt Miljöbalken för år 2013*. Malmö: VA SYD, 57.

- VA SYD (2013b). *Sjölunda avloppsreningsverk Malmö - Miljörapport enligt Miljöbalken för år 2013*. Malmö: VA SYD, 75-114.
- Vattenmyndigheten Bottenhavet (2010). *Förvaltningsplan Bottenhavets vattendistrikt 2009-2015* (Rapport 2010:1). Härnösand: Vattenmyndigheten vid Bottenhavets vattendistrikt vid Länsstyrelsen i Västernorrland län, 199-211.
- Vattenmyndigheterna (u.å. a). *Vattenförvaltningens mål*.
<http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/om-vattenmyndigheterna/vattenforvaltningens-mal/Pages/default.aspx> [2015-03-01]
- Vattenmyndigheterna (u.å. b). *Välkommen till Sveriges fem vattenmyndigheter!*.
<http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/om-vattenmyndigheterna/Pages/default.aspx> [2015-03-01]
- VISS-hjälp (förklarar Vatteninformationsystem Sverige) (u.å. a). *Ekologisk status/potential*. <http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/statusklassning/ekologisk-statuspotential/Pages/ekologisk%20status.aspx> [2015-04-18]
- VISS-hjälp (förklarar Vatteninformationsystem Sverige) (u.å. b). *Ekologisk status och potential*. <http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/miljokvalitetsnormer/Pages/ekologisk-status.aspx> [2015-04-21]
- VISS-hjälp (förklarar Vatteninformationsystem Sverige) (u.å. c). *Kemisk status*.
<http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/statusklassning/kemisk-status/Pages/default.aspx?keyword=kemisk+status> [2015-04-18]
- VISS-hjälp (förklarar Vatteninformationsystem Sverige) (u.å. d). *Kvantitativ grundvattenstatus*. <http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/statusklassning/kvant-grundvattenstatus/Pages/default.aspx> [2015-04-18]
- Wahlberg, C., Björleinius, B. & Paxéus, N. (2010). *Läkemedelsrester i Stockholms vattenmiljö: förekomst, förebyggande åtgärder och rening av avloppsvatten*. Stockholm: Stockholm Vatten AB, 1-10, 45-66, 80-116.
- Östlund H. (2014). Ny teknik renar vatten från läkemedel. *Curie*.
<http://www.tidningencurie.se/22/nyheter/nyheter/2014-09-09-ny-teknik-renar-vatten-fran-lakemedel.html> [2015-02-10]
- Östlundh, L. (2006). Informationssökning. I Friberg, F. (red.) *Dags för uppsats – vägledning för litteraturbaserade examensarbeten*. Lund: Studentlitteratur, 47-65.