



Avancerad rening för läkemedelsrester – erfarenheter från pågående projekt



Problembild - läkemedel

- Undersökningar visar att läkemedelsrester finns långt ut till havs
- Oklart vilka effekter de har på ekosystem
 - Hormonstörningar, beteendeeffekter, antibiotikaresistens
- Läkemedelsrester och andra mikroföroreningar kan spridas via avloppsreningsverk och små avlopp
 - Åtgärder behövs uppströms & vid reningsverken

Lagar och direktiv

- Vattendirektivet
 - Prioämnesdirektivet
 - Särskilt förorenande ämnen (SFÄ)
 - Bevakningslistan
- Havsmiljödirektivet
- Schweiz har lagstiftat att ARV ska uppgraderas för reduktion av mikroförureningar

Regeringen satsar 32 miljoner

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

Genomförande

- Utlysning tillsammans med Svenskt vatten
- Stöd för planering, genomförande, utvärdering av processer för att reducera utsläppen
- Fokus: minska utsläpp av läkemedelsrester men även andra miljöfarliga ämnen till ytvatten
 - Prioämnesdirektivet och bevakningslistan
 - Smittspridning och antibiotikaresistens
- Fleråriga projekt där förväntad nytta är tydlig



Organisation	Projekt
JTI, SLU, SP	Läkemedel och organiska miljöföroreningar i kretsloppet (LäK)
Tekniska verken i Linköping, IVL	Pilotanläggning för ozonoxidation av läkemedelsrester i avloppsvatten
Högskolan Kristianstad Malmbergs, Krinova, SBVT	Fullskalig rening av mikroföroreningar (FRAM)
IVL Svenska miljöinstitutet Syvab, KTH, Stockholm Vatten	Systemförslag för rening av läkemedelsrester och andra prioriterade svårnedbrytbara ämnen
SWR, NSVA, VA-syd, Lunds universitet, Gryaab, Göteborgs stad, Priomozone, Sweco	Rening av svårnedbrytbara föroreningar i avloppsvatten (RESVAV)
Umeå universitet, KTH, SLU, Göteborgs universitet	Utvärdering av avancerad rening av avloppsvatten i fullskala



Process
Development

Havs
Vatten
myndigheten

Läkemedel och organiska föroreningar i kretsloppet (Läk)

- Öka kunskapen om riskbilden vid spridning av läkemedel i miljön genom kretslopp av källsorterande avloppsfraktioner
- Studera skillnader mellan källsorterande och konventionella avloppssystem m.a.p. miljö och hälsorisker.
- Undersöka möjligheten att begränsa eventuella risker genom olika behandlingstekniker (rötning, våtkompostering och ammoniakbehandling)



Slutsatser (LäK)

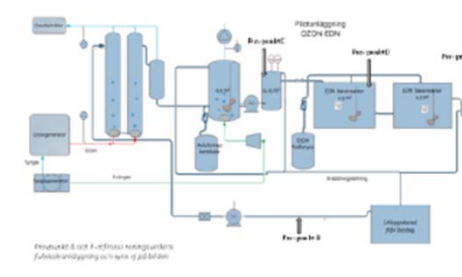
- Högre koncentration i källsorterande fraktioner än avloppsvatten och slam
- God reduktionsgrad vid våtkompostering
- Hög nedbrytning i mark
- Exponering via grödor som växt på jordbruksmark som gödslats med klosettwater är försumbar
- Källsorterande system med återföring till jordbruksmark avlastar vattenmiljön från läkemedelssubstanser

Pilotanläggning för ozonering av läkemedelsrester i avloppsvatten

- Öka kunskap om ozonering
- Utredda konsekvenserna av ett ozonerings steg vid Nykvarns ARV.
 - ekotoxikologiska effekter
 - hormoner, antibiotika, multiresistenta bakterier
- Nytt: Ge underlag för beslut i fullskala
 - energiförbrukning, ozonhalt

NR B | JANUARI 2015 | RAPPORT

Pilotanläggning för ozonoxidation av läkemedelsrester i avloppsvatten



Robert Sehlén, Jonas Malmberg, Christian Baresel, Mats Ek, Jörgen Magnér, Ann-Sofie Allard, Jingjing Yang

Behövs ytterligare reningssteg i Linköping?

Havs
och Vatten
myndigheten

Prioritetslista utifrån screeninganalys

$$\text{Riskkvot} = \text{EC/PNEC}$$

EC - Environmental Concentration

PNEC - Predicted No Effect Concentration

$$\text{PNEC} = \frac{\text{NOEC} * \text{utspädning}}{\text{Säkerhetsfaktor}}$$

NOEC & säkerhetsfaktorer baserade på
FASS & Wikipharmas databas

Genomsnittlig utspädningsfaktor = 27

Mål: Risk kvot < 1

	EC (µg/L)	NOEC (µg/L)	Säkerhets faktor	Utspädning i Stångån	EC/PNEC	
Hög risk	Oxazepam	0.30	1.8	1 000	27	6.3
	Metoprolol	3.09	1	50	27	5.7
	Estrone*	<0.023	0.008	100	27	2.3
	Trimetoprim	0.14	0.29	100	27	1.9
	Ethinylestradiol*	<0.158	0.00003	10	27	1.2
Måttlig risk	Estradiol	<0.146	0.0004	10	27	0.9
	Propranolol	0.13	0.5	50	27	0.5
	Levonorgestrel*	<0.432	0.0008	10	27	0.5
	Diclofenac	0.48	0.5	10	27	0.4
	Amlodipine	0.09	10	1 000	27	0.3
	Carbamazepine	0.57	1	10	27	0.2
	Fluoxetin	0.01	0.029	10	27	0.1
Låg risk	Paracetamol	0.26	30	100	27	0.03
	Estriol*	<0.08	0.075	10	27	0.02
	Koffein	11.63	1000	50	27	0.02
	Furosemide	0.78	142	100	27	0.02
	Naproxen	0.33	32	50	27	0.
	Ciprofloxacin	0.06	1.2	10	27	0.02
	Citalopram	0.30	105	100	27	0.01
	Ibuprofen	0.28	10	10	27	0.01
	Atenolol	2.39	1000	100	27	0.01
	Tetracycline	0.05	310	1 000	27	0.01
Sertraline	0.03	9	50	27	0.01	

* For ethinylestradiol and Levonorgestrel EC 0.1 ng/L was used. For estradiol EC 1 ng/L. For estrone and estriol EC 5 ng/L



pure energy
clean water



Havs
och Vatten
myndigheten

Fullskalig rening av mikroföroreningar - FRAM

- Syfte: utveckla en kompletterande, och kostnadseffektiv metod för rening (filterteknik).
 - Läkemedelsrester, andra mikroföroreningar, resistensbärande gener
- ARV med utsläpp i Hanöbukten
- Kombinerade sandfilter, aktivt kol/biokol i fullskala

Systemförslag för rening av läkemedelsrester och andra prioriterade svårnedbrytbara ämnen

Syfte: bidra till implementering genom att ta fram underlag för val av system för svenska ARV

1. Sammanställa kunskap
2. Utveckla analysmetoder och stöd i val
3. Optimera och utvärdera försök med olika tekniker (MBR, aktivt kol, ozon)
4. Kostnad och miljöpåverkansanalys
5. Presentera systemförslag för olika anläggningstyper

NUMBER B | 2014 | REPORT

Pharmaceutical residues and other priority contaminants in the effluent of sewage treatment plants

Review on concentrations, quantification, behaviour, and removal options



Christian Baresel, Anna Palm Cousins, Maritza Hörning, Mats Ek, Hélène Elhed, Ann-Sofie Allard, Jörgen Magnér, Klara Westling, Cajsa Wahlberg, Uwe Fortkamp, Sara Söhr

Ska resultera i

- Ökad kunskap om olika tekniker/system och varför systemtänkande är viktigt.
- Nya och förbättrade analysmetoder
- Teknikutveckling, anpassad för nu och framtiden
- Hållbarhetsbedömningar (LCA + LCC + system)

Rening av svårnedbrytbara föroreningar i avloppsvatten (RESVAV)



- Syfte: ta fram riktlinjer och dimensioneringskriterier för drift och utbyggnad av olika typer av ARV med ozonering / aktivt kol
- Läkemedel, hormoner, biocider
- Krav på eventuell efterbehandling
- Kostnadsuppskattning och underlag för implementering

Utvärdering av avancerad rening av avloppsvatten i fullskala Knivsta arv

- Undersöka ozonering i fullskala
 1. Ökad praktisk erfarenhet av implementering och drift
 2. Kunskap om skalfaktorer och resursanvändning
 3. Avskiljningsgrad av 120 läkemedel
 4. Recipientprovtagning – effektstudier (hormonstörning, resistensspridning, organförändringar och beteende hos fisk)
 5. Rekommendationer och kostnadsberäkningar för bred implementering i Sverige



Knivsta reningsverk - Sveriges första läkemedelsrening i fullskala

Havs
och Vatten
myndigheten



— 10 000 pe q_{dim} 200m³/h q_{max} 600 m³/h —

Ny SVU-rapport

- Litteraturstudier
- Studieresa till Tyskland och Schweiz
- Avancerad rening i fullskala
 - Drivkrafter
 - Teknikval - nyckeltal
 - Processlösningar
 - Kostnader

Rapport Nr. 2016/04

Havs
och Vatten
myndigheten

Rening från läkemedelsrester och andra mikroföroreningar

En kunskapssammanställning

*Michael Cimbriz
Susanne Timlin
Marinette Hagnan
Ivelina Dimitrova
Gerly Hey
Marit Mases
Niclas Astrand
Jes la Cour Jansen*



Svenskt Vatten Utveckling

Vad har regerings satsning gett?

- Bättre kunskap om läkemedelsrester (prioritering, metoder för att bedöma detta)
- Utveckling av lovande teknik för implementering i Sverige (ozon, aktivt kol, övriga tekniker)
- Kunskap om ev negativa effekter, kostnader och resursanvändning
- 2016 och 2017 kommer bli spännande år.

Vad sker nu ?



- Fyra av projekten fortsätter 2016 och 2017
- Viktigt med samordning och samarbete
- Kunskapsinhämtning från tidigare erfarenheter och andra länder viktig.
- Naturvårdsverket RU att utreda förutsättningarna för avancerad rening ska vara klart 1 maj 2017.

Avslutningsvis

- Tack till projekten
- Länkar till rapporter
- www.tekniskaverken.se
- www.ivl.se & www.hammarbysjostadsverk.se
- http://www.svenskvatten.se/globalassets/rapporter-och-publikationer/2016-04_web.pdf