

2018-11-29

Reduktion av mikroplast i spillvatten

Kartläggning av dagens
reningsteknik samt innovationer för
avloppsreningsverk

Litteraturstudie

Ren kustlinje – ett projekt med stöd från
Interreg

Ann Johansen
VA STRÄVLIDEN



Stenungsunds
kommun

Innehåll

Sammanfattning.....	2
Innehåll.....	3
1. Inledning.....	4
1.1. Syfte med studien samt avgränsningar.....	4
1.2. Bakgrund.....	4
1.2.1 Ren kustlinje.....	4
1.2.2 Historik.....	5
1.2.3 Mikroplast och mikrokröp.....	5
1.2.4 Källor och transportvägar.....	5
1. Metod.....	6
2. Rapporter.....	6
3.1 Mikroskopiska skräppartiklar i vatten från avloppsreningsverk.....	6
3.2 Mikrokröp i avloppsreningsverk från tre norska avloppsreningsverk.....	7
3.3 Microlitter in sewage treatment systems – A Nordic perspective on wastewater treatment plants as pathways for microscopic anthropogenic particles to marine systems.....	7
3.4 Tekniska lösningar för avancerad rening av avloppsvatten.....	8
3. Slutsats/Diskussion.....	9
Litteraturlista.....	11
Bilaga 1 - Ordlista.....	13

Sammanfattning

I litteraturstudien sammanställs helt kort information från rapporter, där resultatet beskrivs av olika avloppsreningsverks inkommande och utgående avloppsvatten vilka har analyserats med avseende på mikroplast eller mikrokräp. Studien skrivs som en del i Ren Kustlinjes WP6, dvs. arbetsgrupp nummer 6, som har fokuserat på reduktion av tillförsel av nytt avfall. Avloppsreningsverk är en transportväg för mikrokräp från hushåll via avloppsreningsverk och ut i havet. Hur mycket mikroplast som släpps ut i havet beror på hur hårt spillvattnet nedsmutsas och på processen på avloppsreningsverket. Med dagens rening sker en god avskiljning av mikrokräp vid de flesta av de verk som studerats, även om olika teknik fungerar mer eller mindre effektivt. Ultrafiltrering ger den i särklass bästa avskiljningen, av den teknik som använts på de verk som studerats. Dock saknas idag standardiserade metoder för provtagning och analys av mikroplaster till en rimlig kostnad, vilket behövs för att kunna få en mer heltäckande bild av belastning och reningsgrad på avloppsreningsverken.

Innehåll

Sammanfattning.....	2
Innehåll.....	3
1. Inledning.....	4
1.1. Syfte med studien samt avgränsningar	4
1.2. Bakgrund	4
1.2.1 Ren kustlinje	4
1.2.2 Historik	5
1.2.3 Mikroplast och mikrokräp.....	5
1.2.4 Källor och transportvägar	5
1 Metod.....	6
2 Rapporter	6
3.1 Mikroskopiska skräppartiklar i vatten från avloppsreningsverk	6
3.2 Mikrokräp i avloppsreningsverk från tre norska avloppsreningsverk	7
3.3 Microlitter in sewage treatment systems – A Nordic perspective on wastewater treatment plants as pathways for microscopic anthropogenic particles to marine systems	7
3.4 Tekniska lösningar för avancerad rening av avloppsvatten	8
3 Slutsats/Diskussion.....	9
Litteraturlista	11
Bilaga 1 - Ordlista	13

1. Inledning

Rapportens syfte, samt en generell bakgrundsbeskrivning till projektet.

1.1. Syfte med studien samt avgränsningar

Denna litteraturstudie syftar huvudsakligen till att helt kort söka och sammanställa litteratur över existerande reningsteknik och innovationer som reducerar mikroplast från hushållspillvatten i avloppsreningsverk i Sverige, Norge och Danmark.

Studien begränsas till det spillvatten som kommer in till avloppsreningsverk och de processer som avskiljer mikroplast från vatten samt verkens belastning på recipienter. Avloppsreningsverk är inte en källa utan en transportväg för mikroplast, på plastens väg från hushåll och avrinningsytor till recipient.

Studien behandlar inte uppströmsarbete, det vill säga de egentliga källorna med hushåll och verksamheter samt eventuellt dagvatten från avrinningsytor som tillför makro- och mikroplast till avloppsvattnet. Ej heller behandlas bräddning av orenat avloppsvatten på röret. Och slutligen behandlas inte heller vad som händer med mikroplaster i det slam som avskilts.

Slutligen så redovisas endast hur olika tekniker avskiljer partiklar, och inte hur mycket mikroplast som verket och recipienten belastas av.

1.2. Bakgrund

Om samarbete och marint plastavfall i Öresund, Kattegatt och Skagerack.

1.2.1 Ren kustlinje

De nordiska miljöministrarna möttes i Helsingfors i slutet av april 2016, och i ett pressmeddelande från den svenska regeringen kunde följande läsas: "Deklarationen vi enats om idag ger oss en hävstång i arbetet mot mikroplaster och allmänt plasticskräp i marina miljöer som finns i FN:s nya hållbarhetsmål". (Regeringskansliet, 2016-04-27).

Detta passade särskilt bra att läsa strax efter uppstarten av det INTERREG bekostade projektet *Ren Kustlinje*, där tre av fem nordiska länder är representerade. På projektets hemsida kan läsas: "Marint avfall är en gemensam utmaning för länderna runt KASK(Kattegatt/Skagerrak) regionen. Projektet Ren kustlinje har som syfte att etablera innovativa samarbeten mellan forskningsinstitutioner och offentliga förvaltningar. Ett samarbete mellan Sverige, Norge och Danmark". (Ren kustlinje, 2016)

Vid projektets Kickoff i Smögen den 2–3 mars 2016 träffades projektdeltagare som skulle arbeta med olika delprojekt, som alla fokuserar på att vår gemensamma kustlinje skall bli renare. Projektet är organiserat i 6 olika "Work Packages" (WP) med kompletterande fokus. En styrgrupp och projektledning (WP1) styr projektet övergripande. För kommunikation och event svarar WP2. WP3 studerar tillämpad forskning och modellutveckling kring förekomst och spridning av marint avfall. I WP4 arbetas med att minska existerande marint avfall på stränder och i havet. Grupp WP5 inriktar sig på hantering och bortskaffande av insamlat marint avfall. Och slutligen WP6 som fokuserar på att reducera tillförsel av nytt avfall, metod- och teknikutveckling, med mål om att reducera utsläpp av makro- och mikroavfall. (www.renkustlinje.se)

Då arbetet inom WP6 fördelades antog Stenungsunds kommun ansvaret att fokusera på aktiviteten att *”Reducera avfall från spillvatten – Kartläggning av reningsteknik och innovationer för anläggningar”*. Projektet skall pågå i tre år. Först skall denna litteraturstudie sammanställas, som skall kartlägga existerande teknik för att minimera tillförsel av mikroplast från avloppsreningsverk.

1.2.2 Historik

Då plast är mångsidigt material som är lätt att forma samt beständigt och förhållandevis billigt, så är det praktiskt att använda för de mest varierande syften. Därför används plast till förpackningar, textil, byggmaterial, hygienartiklar, leksaker, fordon och mycket annat. Plasten bryts ner mycket långsamt. Det kan ta hundratals år för att bryta ner skräp av plast, och ofta är plasten inte fullständigt nedbruten ens efter denna tid. Samtidigt tillförs stora mängder plastskräp, som då ackumuleras över tid. (Naturvårdsverket, 2017)

Nedskräpning av havsmiljön har länge ansetts vara ett allvarligt internationellt miljöproblem. Men problemet med mikrokräp, och därmed mikroplast, har inte varit i fokus mer än det senaste decenniet. I artikeln: *Lost at Sea: Where is all the Plastic?* redovisas att plankton tar upp mikroplast. Författarna konstaterar även att mer mycket arbete krävs för att fastställa omfattning samt miljömässiga risker och konsekvenser av detta. (Magnusson & Norén, 2014. Thompson *et al.*, 2004)

I det internationella arbetet med mikroplaster har Sverige, inom den regionala havsmiljökonventionen OSPAR, åtagit sig att genom regionala handlingsplaner särskilt bidra till att identifiera källor samt gällande teknik för avlopps och dagvattenrening. (Naturvårdsverket, 2017)

1.2.3 Mikroplast och mikrokräp

Med mikroplast menas små bitar av olika plastmaterial som kan vara av skilda former, exempelvis fibrer, flagor eller korn. Men det saknas idag en generell vetenskaplig definition av vad som avses med begreppet ”mikroplast”. I Naturvårdsverkets rapport avgränsas storleken från 1 nm till 5 mm. Och med plast avses där polymerer som är mänskligt producerade av petrokemiska produkter eller biologisk råvara, samt naturgummi. (Naturvårdsverket, 2017)

Mikroplast kan delas in i primär respektive sekundär mikroplast. Primär mikroplast avser plast som är framställd som korn eller granulat, exempelvis till polerande tandkräm eller råvaran plastpellets för industriell framställning av plastprodukter. Med sekundär mikroplast menas att större föremål av plast splittrats i miljön, exempelvis genom slitage eller solstrålning. (Naturvårdsverket, 2017)

Mikroskräp innefattar mikroplast samt även icke-syntetiska antropogena fibrer. (Magnusson & Wahlberg, 2014)

1.2.4 Källor och transportvägar

Varje år transporteras uppskattningsvis 200–2000 ton mikroplaster från hushåll och avrinningsytor till avloppsreningsverken i Sverige, och efter reningsprocess leds omkring 8-70 ton mikroplaster till recipient. Från hushållen kommer mikroplaster främst som fibrer som lossat vid tvätt av kläder, men även från kosmetik och hygienprodukter samt damm. Detta kan sättas i relation till den största källan som är trafiken där omkring 13 500 ton per år avleds och konstgräsplaner som avger 2000–4000 ton mikroplaster varje år. (Svenskt Vatten, 2016)

1 Metod

Detta är en ren litteraturstudie, som baseras på studier inom ämnet. Eftersom mycket har hänt inom ämnet på kort tid, så är det endast relativt nya artiklar och rapporter som ligger till grund för denna litteraturstudie. Under arbetets gång har många nya studier framkommit, då fokus på ämnet tilltagit. I litteraturlistan ingår flest svenska studier.

2 Rapporter

Av de 25 rapporter och andra referenser som ingår i denna studie, är det enbart fyra stycken som är möjliga att använda för att jämföra processteknik för avskiljning av mikroplast.

3.1 Mikroskopiska skräppartiklar i vatten från avloppsreningsverk

I studien ingick tre avloppsreningsverk (ARV) samt en försöksanläggning, belastade med olika antal personekvivalenter (pe) och med följande processteknik:

- *Henriksdals reningsverk (750 000 pe): Stockholm:* Mekanisk, kemisk och biologisk rening samt sandfilter
- *Ryaverket, Göteborg(740 000 pe):* Mekanisk, kemisk och biologisk rening samt skivfilter med 15 µm porstorlek.
- *Långeviksverket, Lysekil(12 000 pe):* Mekanisk, kemisk och biologisk rening
- *Hammarby Sjöstadsverket, IVL pilotanläggning:* Membranbioreaktor (MBR)

Resultat:

Mikroskräp >300 µm samt >20 µm analyserades i inkommande samt utgående vatten.

Koncentrationen av mikroplast i inkommande avloppsvatten var högre i Henriksdals ARV.

70–100% av partiklarna avskildes

Partiklar > 300 µm reducerades i högre grad än partiklar <300 µm

Sandfilter, Henriksdal: Ingen mätbar reduktion av mikroskräp

Skivfilter, Ryaverket: Partiklar >300 µm reducerades kraftigt i jämförelse med Henriksdal och Långeviksverket. Ingen mätbar reduktion av partiklar <300 µm

MBR, Hammarby sjöstadsverk: Reducerade skräppartiklar >20 µm 90 % bättre reduktion än övrig ARV (Magnusson & Wahlberg, 2014)

3.2 Mikroskräp i avloppsreningsverk från tre norska avloppsreningsverk

I studien ingick tre avloppsreningsverk (ARV) belastade med olika antal personekvivalenter (pe) och med följande processteknik:

- *VEAS (700 000 pe)*: Kemisk och biologisk rening
- *Tönsberg (185 000 pe)*: Kemisk rening.
- *Fuglevik (85 000 pe)*: Kemisk rening

Resultat:

Mikroskräp >300 µm samt >20 µm analyserades i inkommande samt utgående vatten.

Koncentrationen av mikroplast i inkommande avloppsvatten var 2 till 15 gånger högre per pe för VEAS än för Tönsberg och Fuglevik.

VEAS & Fuglevik reducerade 99 % av partiklar >300 µm samt 90–97 % av partiklar >20 µm

Tönsberg visade lägre avskiljning med reducerade 97 % av partiklar >300 µm samt 87 % av partiklar >20 µm

För partiklar >300 µm reducerades fibrer generellt i högre grad än fragment och flagor av plast. Skillnaden kunde inte observeras för partiklar <300 µm

Få provtagningstillfällen medför osäkert resultat.

(Magnusson, 2014)

3.3 Microlitter in sewage treatment systems – A Nordic perspective on wastewater treatment plants as pathways for microscopic anthropogenic particles to marine systems

Svenska och finska ARV med mekanisk, kemisk och biologisk rening av avloppsvatten reducerade 99,7% av mikroskräppartiklar >300µm.

Isländska ARV renar endast mekaniskt vilket ger marginell reduktion av mikroskräp.

(Magnusson *et al.*, 2016)

3.4 Tekniska lösningar för avancerad rening av avloppsvatten

I studien jämförs olika processtekniker, med avseende på mikroplast men även avseende läkemedelsrening.

Teknik med väsentlig reningseffekt, tillgänglig 2018:

- *Ultrafiltrering (UF), membranfilter, ner till ca 10 µm:* Mikroplast kan avlägsnas mer eller mindre fullständigt.
- *Granulerat aktivt kol (GAK) i filterbäddar:* Mikroplast avskiljs inte effektivt, dock kan viss reduktion förekomma.
- *Pulveriserat aktivt kol (PAK) i filterbäddar:* Mikroplast avskiljs inte effektivt, dock kan viss reduktion förekomma då PAK avskiljs från vattenfasen.
- *Biologiskt aktivt filter (BAF) i sandbäddar, GAK, våtmark etc.:* Viss filterverkan, men återförs vid eventuell backspolning.
- *Ozonering, O₃:* Mikroplast påverkar inte mängden, möjligen kan kemikalier som mjukgörare frigöras.
- *Kombination av PAK & UF inkl. PAK & MBR:* Mikroplast kan avlägsnas effektivt.
- *Kombination av O₃ & BAF/GAK:* Mikroplast renas signifikant.
- *Kombination av UF & BAF/GAK inkl. MBR & BAF/GAK:* Mikroplast avskiljs komplett.

Teknik under utveckling:

- *Nanofiltrering, NF & omvänd osmos RO:* Mikroplast renas effektivt.
- *Avancerade oxidativa processer, AOP:* Mikroplast påverkar inte mängden, möjligen kan kemikalier som mjukgörare frigöras.
- *Biologiskt aktivt kol, enzymering, fungi, fenton elektrokemiska avancerade oxidativa processer (EAOP):* Mikroplaster nämns inte, utan dessa metoder utvecklas främst med avseende på läkemedelsrening etc.

Resultat:

Endast UF reducerar mikroplaster fullständigt.

(Barésel *et al.*, 2016)

3 Slutsats/Diskussion

- Ovanstående rapporter visar hur väl olika processtekniker kan avskilja mikroplast.
 - Endast mekanisk rening ger marginell avskiljning.
 - En kombination av mekanisk, kemisk och biologisk rening ger en relativt god avskiljning.
 - Ett efterföljande poleringssteg med sandfilter bidrar inte med ytterligare reduktion, vilket däremot mikrofiltrering med porstorlek <15 µm gör.
 - För att få riktigt god avskiljning bör ultrafiltrering (UF) eller membranbioreaktor (MBR) användas.
- Enligt resultat konstateras att mängden mikroplaster redan idag reduceras i hög grad i avloppsreningsverkens process, men att det ändå blir stora mängder plast eftersom tillförseln sker kontinuerligt. Dessutom är det tekniskt rimligt att rena det vatten som passerar avloppsreningsverken från mikroplast, medan mer diffusa flöden av mikroplast är mer komplicerat att åtgärda.
- Avloppsreningsverk är idag designade för att reducera makroskräp, biologiskt material, fosfor samt eventuellt kväve till givna nivåer. Allt annat som reduceras är endast en bonus. Dessa reningssteg har utvecklats allteftersom olika miljöproblem har blivit uppenbara i recipienter för avloppsvatten. Avloppsvattnet renas för att bli tillräckligt rent för att släppas ut med hänseende till de krav som lagar, tillstånd och politiska beslut avser. Dagens uppmärksamhet på de skador som mikroskräp förorsakar, kan därmed förväntas skapa förutsättningar för förändringar gällande tillstånd och politiska beslut med avseende på reningsprocesser och utsläppsvärden för mikroskräp.
- Tekniskt sett kan idag avloppsreningsverk med avancerad filtreringsteknik få vattnet helt rent. Detta innebär en ökad kostnad för VA-kollektivet, men även en ökad miljöbelastning exempelvis med avseende på energiförbrukning, kemikalieanvändning samt transport och behandling av restprodukter. Hänsyn till helheten bör tas i beaktande så att inte miljöbelastningen flyttas från ett område till ett annat.
- Dagens analysmetoder för mikroplast skiljer sig åt i olika rapporter, både gällande hur proverna filtreras och hur de sedan analyseras. Detta ger svårigheter att jämföra olika resultat. Dessutom är samtliga rapporter utförda på stickprov från ett mycket begränsat antal tillfällen, och då såväl halter av inkommande mikroskräp, inkommande flöden och processens funktion kan antas variera över tid, så kan inte kvantifieringen ses som fakta utan mer som en fingervisning över vad som behöver göras. Vilket är ett viktigt första steg. Men först då standardiserade metoder för provtagning och analys finns tillgängligt, till en rimlig kostnad, kan provtagning tas i sådan utsträckning att en helhetsbild av belastning och reningsgrad fastställas.

- För att göra förnuftiga val krävs utökad kunskap. Med detta i medvetandet kan bästa möjliga tillgängliga teknik väljas, för utrustning som reducerar mikroplast och bidrar till en Ren kustlinje.

Litteraturlista

1. Norén, F. & Norén, K., 2014. *Marint mikroskopiskt skräp: Undersökning längs svenska västkusten 2013 & 2014*. IVL Svenska Miljöinstitutet för Länsstyrelsen i Västra Götalands län, vattenvårdsenheten, Rapport nr 2014:52
2. Magnusson, K. & Wahlberg, C., 2014. *Mikroskopiska skräppartiklar i vatten från avloppsreningsverk*. IVL Svenska Miljöinstitutet, Rapport B 2208.
3. Magnusson, K., 2014. *Mikroskräp i avloppsvatten från tre norska avloppsreningsverk*. IVL Svenska Miljöinstitutet, Rapport C 71.
4. Magnusson, K. & Norén, F., 2011. *Mikroskopiskt skräp i havet – metodutveckling för miljöövervakning*. N-research för Naturvårdsverket, Augusti 2011.
5. Thompson, R.C., Olsen, Y., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W.G., McGonigle, D. & Russel, A.E., 2004. *Lost at Sea: Where is all the Plastic?* Science 304, 838
6. Magnusson, K. & Norén, F., 2014. *Screening of microplastic particle in and down-stream a wastewater plant*. IVL, Swedish Environmental Research Institute. Report C 55
7. Regeringskansliet, 2016. *Nordisk ministerdeklaration mot plastskräp i haven*. Pressmeddelande, Regeringen.se, 2016-04-27.
8. Ren Kustlinje, www.renkustlinje.se
9. Nerland, I.L., Halsband, C., Allan, A. & Thomas, K.V., 2014. *Microplastics in Marine Environments: Occurrence, distribution and effects*. NIVA, Norwegian Institute for Water Research – an institute in the Environmental Research Alliance of Norway, Report No. 6751-2014
10. GESAMP reports and studies No 90. *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: A global assessment*.
11. Wilén Britt-Marie., Johansen, Ann. Mattsson, Ann. 2012. *Assessment of sludge particle removal from wastewater by discfiltration*. Water Practice & Technology Vol 7 No 2, IWA Publishing 2012
12. Magnusson, Kerstin, Eliasson, Karin. Fråne, Anna. Haikonen, Kalle. Hultén, Johan. Olshammar, Mikael. Stadmark, Johanna. Voisin, Anais. 2016. *Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment. A review of existing data*. IVL Svenska Miljöinstitutet, Rapport C 183.
13. Industry agenda, World Economic Forum. 2016. *The new plastics economy: Rethinking the future of plastics*
14. Sherrington, Chris. Darrah, Chiara. Hann, Simon. Cole, George. Corbin, Mark. 2016. *Study to support the development of measures to combat a range of marine litter sources*. Eunomia, Report for European Commission DG Environment.

15. Norén, Fredrik. 2010. *Survey of microscopic anthropogenic particles in Skagerrak*. Klima og forurensningsdirektoratet.
16. Marine Pollution Bulletin. 2015. *A comparison of microscopic and spectroscopic identification methods for analysis of microplastics in environmental samples*.
17. Roex, E., 2016. *Removing microplastics in sewage treatment plants*.
18. Tagg, A.S., Sapp, M., Harrison, J.P., & Ojeda, J.J., 2015. *Identification and quantification of Microplastics in wastewater using focal plane array-based reflectance micro-FT-IR imaging*.
19. Hav i balans samt levande kust och skärgård: Vad görs för att nå miljökvalitetsmålet?
<http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/10-Hav-i-balans-samt-levande-kust-och-skargard/vad-gors/Vad-gors-2016/>
20. Talvitie, J. & Heinonen, M., 2014. *HELCOM, BASE project 2012-2014: Preliminary study on synthetic microfibers and particles at a municipal waste water treatment plant*. P16
21. Van Beelen, E.S.E., 2007. *Municipal waste water treatment plant (WWTP) Effluent – a concise overview of the organic substances*. RIWA, Rhine Water Works, the Netherlands, p 34.
22. Magnusson, K., Jörundsdóttir, H., Norén, F., Lloyd, H., Talvitie, J & Setälä, O. 2016. *Microplastic in sewage treatment systems - A Nordic perspective on waste water treatment plants as pathways for microscopic anthropogenic particles to marine systems*. IVL Swedish Environmental Research Institute. Report C 194
23. Naturvårdsverket Rapport 6772 – Juni 2017. *Mikroplaster – Redovisning av regeringsuppdrag om källor till mikroplaster och förslag på åtgärder för minskade utsläpp i Sverige*.
24. Baresel, C., Magnér, J., Magnusson, K. & Olshammar, M. 2017. *Tekniska lösningar för avancerad rening av avloppsvatten*. IVL Swedish Environmental Research Institute. Report C 235
25. Svenskt Vatten. 2016. *Mikroplaster – källor och uppströmsarbete samt möjligheter till rening vid kommunala reningsverk*.

Bilaga 1 - Ordlista

Följande ordlista innefattas endast av nyckelord, som kan antas vara bra att veta för att undvika missförstånd. Meddela gärna om ytterligare ord som kan vara bra att ha på denna lista.

Engelska	Svenska	Norska	Danska
Marin pollution	Marin nedskräpning	Marin forsøpling	
Waste water treatment plant	Avloppsreningsverk	Renseanlegg	