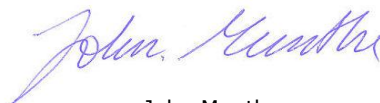


Fallstudie – Avgiftssystem fosfor och kväve för kommunala avloppsreningsverk

Olshammar M Malmaeus M Ek M Åmand L Baresel C
B2050
April 2012

Rapporten godkänd:
2012-04-17



John Munthe
Forskningschef

Organisation IVL Svenska Miljöinstitutet AB	Rapportsammanfattning Projekttitel Fallstudie – Avgiftssystem fosfor och kväve för kommunala avloppsreningsverk Anslagsgivare för projektet Svenskt Vatten Utveckling, Svenskt Vatten AB och Stiftelsen Institutet för Vatten och Luftvårdsforskning
Adress Box 21060 100 31 Stockholm	
Telefonnr 08-598 563 00	
Rapportförfattare Olshammar M Malmaeus M Ek M Åmand L Baresel C	
Rapporttitel och undertitel Fallstudie – Avgiftssystem fosfor och kväve för kommunala avloppsreningsverk	
Sammanfattning <p>I denna studie undersöks effekter av ett avgiftssystem för utsläpp av kväve och fosfor från avloppsreningsverk som bygger på samma principer som det svenska NO_x-systemet för förbränningsanläggningar, vilket innebär att en avgift tas ut per kg utsläppt fosfor och kväve. Pengar betalas sedan tillbaka till avloppsreningsverken utifrån en återföringsnyckel. Avgiftssystemet utvärderades i Mälarens och Mörrumsåns avrinningsområden, samt vid utvalda avloppsreningsverk. Studien baseras till största delen på kontakter med ett 20-tal kommunala avloppsreningsverk där frågor om verkens teknik och aktuella data diskuterades. Ett syfte har varit att teoretiskt jämföra effekten av avgiftssystemet vid olika avgiftsnivåer med Baltic Sea Action Plan-betinget för Sveriges havsbassänger genom att skala upp resultaten inom Norra Östersjöns vattendistrikt.</p> <p>Resultaten i studien talar för att en avgift på 200 kr/kg kväve med bred marginal skulle uppfylla BSAP-målet att minska belastningen på havet med 3 000 ton årligen. Kostnaden för detta skulle emellertid bli likartad ett system med generella reningskrav och denna avgiftsnivå skulle innebära stora investeringar för många reningsverk. Vid en avgift på 75 kr/kg N skulle en kvävereduktion på ca 2 100 ton kväve/år kunna nås – dvs. ca 70 % av målet. I kombination med omprövningar av tillstånd som ändå kommer att ske för vissa reningsverk, för att klara vattenförvaltningens krav på god ekologisk status i recipienterna, är sannolikt ett system med en avgift på 75 kr/kg N ett kostnadseffektivt sätt att uppnå såväl BSAP som övriga miljömål. För fosfor är det troligt att man redan idag utan ytterligare åtgärder kommer att klara det uppsatta målet att minska utsläppen med minst 15 ton/år.</p>	
Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren Kväve, fosfor, avgiftssystem, avloppsvattenrening, åtgärds kostnader	
Bibliografiska uppgifter IVL Rapport B2050	

Rapporten beställs via

Hemsida: www.ivl.se, e-post: publicationservice@ivl.se, fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm

Summary

The objective of this study was to investigate effects of a refunded emission payment system for nitrogen and phosphorus applied in municipal wastewater treatment plants. The system has been suggested by The Swedish Water & Wastewater Association and is inspired by the Swedish NO_x abatement system for combustion plants where taxes are fully refunded to the polluting firms in proportion to market shares. In the investigated system for nutrients, the refunding is based on the number of persons connected to each plant. The exact refunding scheme was one of the key challenges in the project with new insights provided by discussions with potential participants. The emission payment system was evaluated in two catchments with different characteristics; the relatively dense populated catchment of Lake Mälaren and the more sparsely populated catchment area of River Mörrumsån, plus a small number of selected water treatment plants. One intention was also to theoretically compare the effect of the emission payment system with the Swedish commitment according to the Baltic Sea Action Plan (BSAP), by scaling up the results within the administrative region of Northern Baltic Proper including plants > 2 000 pe. The project also investigated how retention, *i.e.* reduction of the amount of nitrogen and phosphorus between the source and the sea, may affect the design of the system.

The study was largely based on contacts with around 20 municipal wastewater treatment plants, where issues about treatment technology and monitoring data were discussed. Questions regarding possible new technologies and costs of construction and operation were superficially investigated for some plants and more in depth for other plants. In this way cost-effective measures at the plants at certain payment levels were identified. The estimated reduction of nitrogen and phosphorus in an applied emission payment system were further used to scale up the results to national estimates for the Kattegat and the Baltic Proper for comparison with environmental goals and specifically with the Swedish commitment within the BSAP. An emission payment system is more likely to come into existence for nitrogen, and it was found that payment level of 200 SEK/kg N would obtain the target to reduce the annual nitrogen load to the sea by 3 000 tonnes per year (compared with 2006) with a broad margin. This reduction corresponds to the requirements on the Swedish wastewater treatment plants before 2021 related to the BSAP signed by the Swedish government. The cost for this reduction would however be similar to a system with general requirements (for all plants), and it would involve large investments for many plants. With a payment level of 75 SEK/kg N, a nitrogen reduction by 2 100 tonnes could be obtained – *i.e.* 70% of the target. Combining a 75 SEK/kg N payment level with renegotiations of existing regulations for selected wastewater treatment plants necessary to achieve good ecological status according to the Water Framework Directive (WFD) may be a more cost-efficient way to achieve BSAP as well as other environmental goals.

For phosphorus it is likely that the established goal to reduce annual emissions by at least 15 tonnes (compared with 2006) will be achieved without further measures. For this reason, further reductions will likely be motivated by local requirements according to the WFD. With a general emission payment system a cost of around 3 000 SEK/kg P would be required to achieve significant emission reductions according to this study.

There are probably advantages with an emission payment system compared with permit regulations, both regarding costs and performance. Importantly, administrative costs seem to be lower on a societal level. At the below mentioned workshop several participants question if it would even be possible to renegotiate all relevant existing permit regulations within the time frame of BSAP. In contrast, an emission payment system could be applied shortly and rapidly

deliver process optimization and better use of the existing capacity in treatment plants. In addition, it is likely that the acceptance for such a system would be greater among participants than for general regulation of emissions by new requirements or renegotiations of existing permits, which is a non-trivial factor for reaching the goal.

In a workshop concerning economic policy instruments arranged by IVL together with the Swedish Environmental Protection Agency and The Swedish Water & Wastewater Association in connection with this project, a principle was discussed in which an emission payment system could be designed so that the participating treatment plants may claim quantifiable measures in the recipients such as nitrogen and phosphorus uptake by cultivating mussels or tunicates.

Sammanfattning

Syftet med denna studie har varit att utveckla och undersöka effekten av det avgiftssystem för utsläpp av kväve och fosfor från avloppsreningsverk som branschorganisationen Svenskt Vatten föreslagit. Det föreslagna avgiftssystemet bygger på samma principer som det svenska NO_x-systemet för förbränningsanläggningar, vilket innebär att en avgift tas ut per kg fosfor och kväve som släpps ut till recipient. Pengar betalas sedan tillbaka till avloppsreningsverken utifrån en återföringsnyckel. Utformningen av denna återföringsnyckel har varit en av projektets största utmaningar, och nya insikter har vuxit fram under projektets gång i dialog med branschen. Avgiftssystemet utvärderades i två olika typer av avrinningsområden; ett storstadsområde med stor befolkning, Mälarens avrinningsområde, och ett med lägre befolkningstäthet, Mörrumsåns avrinningsområde, samt vid utvalda avloppsreningsverk. Ett syfte har också varit att teoretiskt jämföra effekten av avgiftssystemet med BSAP-betinget för Sveriges havsbassänger genom att skala upp resultaten inom Norra Östersjöns vattendistrikt för verk större än 2 000 pe. I projektet undersöks även tillämpning av retention, dvs. avskiljning av N och P från källan till havet, i relation till avgiftssystemets utformning.

Studien baseras till största delen på kontakter med ett 20-tal kommunala avloppsreningsverk där frågor om verkens teknik och aktuella data diskuterades. Frågor kring eventuell ny teknik och kostnader för utbyggnad och drift undersöktes översiktligt för vissa reningsverk och mer detaljerat för andra reningsverk. På så sätt kunde lönsamma åtgärder vid verken vid olika avgiftsnivåer identifieras. Den sålunda beräknade reduktionen av kväve och fosfor med ett tillämpat avgiftssystem användes vidare för att skala upp resultaten till nationella siffror för Kattegatt och Egentliga Östersjön i syfte att jämföra resultaten med de miljömål som finns, i synnerhet de svenska åtagandena inom BSAP. Mycket talar för att det främst är aktuellt med ett avgiftssystem för kväve och att en avgift på 200 kr/kg kväve med bred marginal skulle uppfylla målet att minska belastningen på havet med 3 000 ton årligen (jämfört med 2006). Denna nivå på reduktionen är det beting som de svenska reningsverken ska uppfylla till år 2021 enligt Baltic Sea Action Plan som Sverige skrivit under. Kostnaden för en sådan reduktion skulle emellertid bli likartad ett system med generella krav, och det skulle innebära stora investeringar för många reningsverk. Vid en avgift på 75 kr/kg N skulle en kvävereduktion på ca 2 100 ton kväve/år kunna nås – dvs. ca 70% av målet. I kombination med omprövningar som ändå kommer att ske för vissa reningsverk för att klara vattenförvaltningens krav på god ekologisk status i recipienterna är det sannolikt att ett system med en avgift på 75 kr/kg N är ett mer kostnadseffektivt sätt att uppnå såväl BSAP som övriga miljömål.

För fosfor är det troligt att man redan idag utan ytterligare åtgärder kommer att klara det uppsatta målet att minska utsläppen med minst 15 ton/år (jämfört med 2006). Ytterligare minskade utsläpp kommer därför att snarast baseras på lokala krav enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Med ett generellt avgiftssystem skulle avgifter kring 3 000 kr/kg P krävas för en signifikant minskning av utsläppen.

Det finns sannolikt fördelar med att införa ett avgiftssystem jämfört med tillståndsbegränsade åtgärder, både avseende kostnader och utförande. Inte minst blir med stor sannolikhet administrationen billigare på samhällsnivå. Även långvariga processer med omprövning av tillstånd i stor skala skulle antagligen undvikas. Vid den nedan nämnda workshopen ifrågasatte flera deltagare om det ens vore möjligt att genomföra omprövning inom tidsramen för BSAP. Ett avgiftssystem skulle däremot kunna tillämpas på kort sikt och snabbt leda till processoptimeringar och bättre utnyttjande av befintliga volymer i verken. Dessutom visar resultatet av studien att branschen har större acceptans för ett avgiftssystem än för generell reglering av utsläpp genom

föreskrifter eller allmän omprövning av avloppsreningsverkens tillståndsvillkor. Acceptans kan vara en viktig faktor för att nå målet.

På en workshop om ekonomiska styrmedel som anordnades tillsammans med Naturvårdsverket och Svenskt Vatten i anslutning till projektet framkom även principen om att avgiftssystemet bör kunna utformas så att ett reningsverk även ska kunna tillgodoräkna sig insatser i recipienten som reningsverket finansierar och som lätt kan kvantifieras, exempelvis kväve- och fosforupptag via odling av musslor eller sjöpunng.

Innehållsförteckning

Summary	4
Sammanfattning.....	6
Innehållsförteckning	8
Inledning.....	9
Bakgrund	9
Syfte.....	11
Nytta av projektresultatet.....	13
Teori och metod.....	13
Avgiftssystem med återföring.....	13
Utformning av avgiftssystem för svenska avloppsreningsverk	13
Utformning av återföringsnycklar.....	14
Fallstudie för svenska avloppsreningsverk	15
Uppskalning och kostnadsjämförelse.....	16
Genomförande och resultat.....	16
Utfall av fallstudie.....	16
Uppskalning och jämförelse mot miljömål.....	21
Kostnadsjämförelse med generella krav på reningsverk	22
Retention	24
Diskussion och slutsatser	26
Referenser.....	30
Bilaga 1 - Föreslagen beräkningsalgoritm för avgift och återföring.....	31
Bilaga 2 - Enkät som grund för bedömning av möjligheter för ökad avskiljning av närsalter.....	33
Bilaga 3 - Reningsverk med utsläpp till känsliga vattenförekomster.....	36
Bilaga 4 - Workshop – Nya styrmedel för kommunala avloppsreningsverk för att uppnå BSAP-betingen.....	39

Inledning

Bakgrund

Sverige har inom ramen för HELCOM-samarbetet och den så kallade Baltic Sea Action Plan (BSAP) åtagit sig att till år 2021 minska tillförseln av näringsämnen kväve och fosfor till Östersjön. I en politisk överenskommelse mellan Östersjöstaterna har man beslutat hur mycket varje land skall minska sina utsläpp i syfte att uppnå en acceptabel ekologisk status med avseende på näringsnivåerna i Östersjöns ekosystem. Sveriges beting för utsläppsreduktioner har preliminärt bestämts till 20 800 ton kväve/år respektive 290 ton fosfor/år. Åtgärderna skall minska belastningen på Egentliga Östersjön, Öresund och Kattegatt och berör således ej verksamheter med utsläpp till Bottenhavet, Bottniska viken eller Skagerrak. Regeringen har i en skrivelse till riksdagen (Skr. 2009/10:213) presenterat en handlingsplan där åtgärder för att uppnå målen föreslagits (**Tab. 1**)

Tabell 1. Summering av Sveriges preliminära åtagande, insatser som genomförts, bedömd potential i ytterligare åtgärder samt hur mycket som bedöms återstå för att uppnå åtagandet enligt HELCOM:s aktionsplan. Från Skr. 2009/10:213. Angivna mängder gäller utsläpp till hav, alltså inklusive retentionen.

	Kväve (ton/år)	Fosfor (ton/år)
Sveriges minskningsåtagande	20 800	290
Åtgärder och minskningar som kan tillgodoräknas	6 300	70
Ytterligare åtgärder		
• Ytterligare rening i reningsverk	3 000	15
• Förbud mot fosfat i maskindiskmedel		5
• Ytterligare minskning av utsläppen från jordbruket 2010-2016	3 500- 6 250	40
• Åtgärder inom pappers- och massaindustrin	200	10
• Vattenmyndigheternas åtgärdsprogram	2 000	100
• Prognos till 2020 för jordbrukets utsläpp	2 500	55
Återstår	550- 3 300	0

Sedan 2006 då BSAP antogs har utsläppen av både fosfor och kväve minskat något, vilket gör i synnerhet målet för reduktion av fosfor lättare att uppnå. EU:s ramdirektiv för vatten sätter kraven att samtliga definierade vattenförekomster ska uppnå och bibehålla minst god ekologisk och kemisk status eller potential. Därmed behöver möjliga åtgärder ta hänsyn till både BSAP och EU:s ramdirektiv (kallat Vattenförvaltningsförordningen, VFF, i svensk lagstiftning), vilket innebär att man hanterar retention av närsalter längs transportvägarna. Vattenförvaltningen omfattar enligt "Prissatt vatten?" (SOU 2010:17) cirka 26 500 vattenförekomster, varav cirka 7 200 sjöar, cirka 15 600 vattendrag, cirka 600 kust- och övergångsvatten och cirka 3 000 grundvattenförekomster. Vattenförekomsterna utgör över 90 % av den totala vattenytan men endast cirka 10 procent av antalet vatten i Sverige. I hela landet finns drygt 100 000 sjöar större än ett hektar. Tillsammans täcker de en yta på 40 000 km², eller drygt 9 % av landets yta (www.smhi.se).

Den första vattenförvaltningscykeln inom ramdirektivet för vatten avslutades år 2009 och nästa cykel löper under år 2010-2015. Miljökvalitetsnormer som anger vilken statusnivå som ska uppnås har Vattendelegationerna beslutat om för vattenförekomsterna i vattenförvaltningsplanerna, som i sin tur har rapporterats till EU. Vattenförekomsterna har klassats baserat på de ingående kvalitetsfaktorerna och underliggande parametrar för sjöar,

vattendrag och kustvatten samt grundvatten. Åtgärdsplaner har utarbetats och rapporterats till EU för de vatten som riskerar att inte bibehålla eller uppnå miljö kvalitetsnormen till år 2015. Inom åtgärdsplanerna ingår åtgärder mot övergödning i många vattenförekomster.

Dessutom visar uppföljningen av det svenska nationella miljömålet "Ingen övergödning", och därunder liggande delmål om minskade utsläpp av fosfor- och kväveföreningar till vatten, att målen inte kommer att uppnås inom utsatt tid till år 2010 (www.miljomal.nu) för många sjöar, vattendrag eller kustområden. Däremot konstateras trender med minskade utsläpp som dock inte varit tillräckliga hittills.

Även om EU:s ramdirektiv för vatten troligtvis kommer att bli det dominerande kriteriet för högre utsläppskrav på svenska reningsverk krävs en samsyn mellan de olika åtagandena. För att Sverige ska klara sina åtaganden enligt Baltic Sea Action Plan (BSAP) och EU:s ramdirektiv för vatten samt det nationella miljömålet "Ingen övergödning", krävs kraftfulla åtgärder för att minska utsläppen av kväve och fosfor. Det har därför diskuterats att någon form av kostnadseffektivt avgiftssystem för utsläpp av kväve och fosfor borde införas i Sverige. De sektorer som främst skulle beröras av systemen är avloppsreningsverk. Andra styrmedel diskuteras för jordbruket samt massa- och pappersindustrin.

Regeringen har aviserat följande uppdrag till Naturvårdsverket inom havsmiljöskrivelsen 2009/10:213 *"Genom att införa rening på minst 80 procent för kväveföreningar i de kommunala reningsverk som har en belastning på minst 10 000 personekvivalenter kan kvävebelastningen till havet kunna minska med drygt 3 000 ton per år. Genom att öka doseringen av fällningskemikalier i vissa reningsverk som belastar egentliga Östersjön och har en utgående halt över 0,2 milligram fosfor per liter kan fosforbelastningen minska med motsvarande ca 15 ton fosfor. Reningen av kväve- och fosforföreningar från kommunala reningsverk bör förbättras ytterligare. Vi avser att ge Naturvårdsverket i uppdrag att föreslå hur reningen kan förbättras så att ovanstående minskning av kväve- och fosforföreningar kan nås. I uppdraget bör det ingå att efter samråd med branschen se om det finns andra möjligheter att uppnå motsvarande belastningsminskning från reningsverken än genom generella krav på reningsverken."* De andra möjligheter som efterfrågas kan till exempel vara införande av ett avgiftssystem som kan öka åtgärdernas kostnadseffektivitet.

Naturvårdsverket har i två regeringsuppdrag tagit fram förslag på ett avgifts- och handelssystem för att minska kväve- och fosforbelastningen till havet ("Förslag till avgiftssystem för kväve och fosfor" 2008 och "Vidareutveckling av förslag till avgiftssystem för kväve och fosfor" 2010). Det första uppdraget resulterade i ett förslag till ett sektorsövergripande avgiftssystem med möjlighet till handel som inkluderade verksamheter med påverkan på kväve- och fosforutsläpp till vatten. I det senare uppdraget, en vidareutveckling av det föreslagna avgiftssystemet, utreddes juridiska, ekonomiska och naturvetenskapliga aspekter ytterligare.

Efter synpunkter från de i systemet föreslagna branscherna och genom Svenskt Vattens förslag till ett avgiftssystem med full återföring inom branschen har regeringen gett Naturvårdsverket ett nytt uppdrag "Styrmedel för kommunala avloppsreningsverk", vilket ska slutrapporteras i oktober 2012.

Naturvårdsverket ska i detta uppdrag undersöka följande styrmedel:

1. Optimerad befintlig prövning och tillsyn
2. Skärpta kravnivåer i befintlig rätt
3. Särskild prövning av fosfor och kväve (utan omprövning av "hela" tillståndet för verksamheten)
4. Avgifts- och handelssystem med handel med belastningsrätter inom sektorn
5. Avgiftssystem med olika system för återföring till sektorn

Tabell 2. Avloppsreningsverk som ingår i denna studie och angiven belastning.

Avloppsreningsverk	Belastning
Mälaren+kustverk	Angiven [pe]
Henriksdal, Stockholm	736 600
Käppala, Lidingö	481 000
Himmerfjärdsverket, Botkyrka	330 000
Bromma, Stockholm	303 400
Kungsängen, Uppsala	135 000
Skebäcksverket, Örebro	115 000
Kungsängen, Västerås	122 000
Ekebyverket, Eskilstuna	84 254
Ekebyhov, Ekerö	24 000
Strängnäs	24 500
Mariefred, Strängnäs	4 350
Kungsör	4 160
Storvreta, Uppsala	2 520
Mörrumsån	
Växjö	60 770
Alvesta	8 000
Mörrum, Karlshamn	3 320
Ryd, Tingsryd	2 700
Rottne, Växjö	2 540
Vislanda, Alvesta	2 450
Moheda, Alvesta	2 250

Områdena valdes med syftet att utreda effekten av avgiftssystem för stora reningsverk >100 000 pe, mellanstora >10 000 pe respektive mindre reningsverk >2 000 pe samt för att belysa skillnader i BSAP-beting i olika områden och effekten av om retention (avskiljning vid vattendragens transport från källan till havet) beaktas i avgiften. Syftet är också att teoretiskt jämföra effekten av avgiftssystemet med BSAP betinget för Sveriges havsbassänger genom att skala upp resultaten inom Norra Östersjöns vattendistrikt för verk >2 000 pe.

Tillskottsvatten på nätet kan i vissa fall kraftigt påverka verkens drift och utsläpp av både kväve och fosfor. Åtgärder för att minska mängden tillskottsvatten tas inte upp i rapporten. Det beror delvis på att det inte varit en åtgärd som nämnts av de tillfrågade verken, liksom inte heller andra uppströmsåtgärder som källsortering. Det är också svårt att göra generaliseringar för denna typ av åtgärder, då andelen tillskottsvatten varierar mycket mellan olika verk och år.

Särskilt för utsläpp av fosfor kan bräddningar på nätet eller i olika steg på verket ha stor betydelse. På samma sätt som för tillkommande vatten är det svårt att ta fram generella kostnader för åtgärder mot eller på bräddvatten, förutsättningarna är väldigt olika för olika verk. Bräddvattenhanteringen vid Ryaverket visar att potentialen kan vara stor på vissa verk. Åtgärder mot utsläpp av fosfor i bräddvatten kan finnas med i de fall verken själva har gjort kostnadsberäkningen, men de har inte lagts på som generell metod för verk som inte har angivit metoder eller kostnader.

Målet med studien är att:

- klargöra vilka åtgärder som skulle genomföras vid verken vid olika nivåer av avgifter samt vad dessa åtgärder ger för effekt i form av minskade utsläpp från verken av totalfosfor och totalkväve.

- uppskatta kostnadsbesparingen för branschen vid införande av ett avgiftssystem istället för begränsade utsläppsnivåer.
- beräkna hur mycket av förändringen i utsläpp från verken som når havet på grund av retention och beräkna hur stor del av Sveriges BSAP-beting som uppnås genom avgiftssystemets effekter.
- testa en ansats av en differentierad avgift baserat på skillnader i retention till havet för olika verk samt beskriva osäkerheten i en sådan ansats.
- beskriva hur ett avgiftssystem utformat för att uppnå kraven enligt BSAP skulle inverka på åtgärdsplanerna enligt EU:s ramdirektiv.

Nytta av projektresultatet

Projektet förväntas ge värdefull information till aktuell debatt mellan myndigheter, forskare och näringsliv om effekten av ett eventuellt införande av avgiftssystem på utsläpp av kväve och fosfor för att uppnå minskade utsläpp till vatten.

Projektet startade innan Naturvårdsverket fick sitt regeringsuppdrag "Styrmedel för kommunala avloppsreningsverk". Projektgrupperna har haft ett tätt samarbete under genomförandet och även arrangerat en gemensam workshop kring ekonomiska styrmedel med Svenskt Vatten och ca 10 reningsverk, vilket har gynnat båda parter.

Teori och metod

Avgiftssystem med återföring

Marknadsbaserade styrinstrument för utsläppskontroll brukar generellt anses mer effektiva ur ekonomisk synvinkel än traditionell tillståndsreglering (Hahn & Stavins, 1991). Avgiftssystem med återföring är en typ av marknadsbaserade instrument där en del av intäkterna från skatter eller avgifter på utsläpp återförs till förorenarna. Det svenska NO_x-systemet utgör ett specialfall i denna kategori där hela summan av intäkter återförs till de ingående verksamhetsutövarna i proportion till deras marknadsandelar (Stern & Höglund Isaksson, 2006). I normalfallet är full återföring av avgifterna inte optimalt ur en strikt ekonomisk synvinkel (Gersbach & Requate, 2004), men det svenska NO_x-systemet har i utvärderingar visat sig både populärt och framgångsrikt. Med full återföring har det visat sig att relativt höga avgifter som främjar åtgärder och teknisk utveckling upplevs som acceptabla för de verksamheter som ingår i systemet. Närmare 400 enheter ingår i systemet. Mellan 1992 och 2000 minskade NO_x-utsläppen i Sverige med 40 % i genomsnitt. Utsläppsminskningarna omfattade alla typer av anläggningar (Naturvårdsverket, 2003; Stern & Höglund Isaksson, 2006) och betydande teknisk utveckling skedde vilket delvis tillskrivs avgiftssystemet (Stern & Turnheim, 2009).

För närvarande avsätts fem årsarbetskrafter för administration och uppföljning av NO_x-systemet. Förutom granskning av deklARATIONERNA gör "NO_x-gruppen" årligen ett antal besök på olika anläggningar och genomför revisioner. Kostnaden uppges till 3,3–3,8 miljoner SEK per år, eller ca 0,7 % av totala avgiftsbeloppet (Naturvårdsverket, 2003).

Utformning av avgiftssystem för svenska avloppsreningsverk

Liksom för det svenska NO_x-systemet, bygger det avgiftssystem som studerats i detta projekt på att en avgift tas ut per kg utsläppt belastande ämne, men nu totalfosfor och totalkväve. Pengar betalas sedan tillbaka till avloppsreningsverken utifrån en återföringsnyckel. En bärande tanke är

att verk som presterar sämre än genomsnittet avseende utsläpp vid källan ska vara nettobetalare in till systemet medan de som presterar bättre än genomsnittet ska få nettoutbetalningar från systemet. För att beräkna dessa brytpunkter hämtade projektet in utsläppsuppgifter från Svenska Miljörapporteringsportalen och de där lagrade emissionsdeklarationerna för 2009 års utsläpp. Dessa uppgifter kompletterades och uppdaterades via uppgifter från den enkät som skickades ut (se nedan) och genom dialog med verken som varit en mycket viktig del i projektet.

Utformning av återföringsnycklar

Utformningen av återföringsnyckel har varit en av projektets största utmaningar och nya insikter har växt fram under projektets gång i dialog med branschen. I enlighet med projektbeskrivningen har beräkning av återföring i detta projekt baserats på hur många personer som är anslutna till reningsverken. Eftersom uppgifter om antalet fysiska personer inte fanns tillgängligt för flera verk, vare sig i miljörapporter eller genom kontakt direkt med verken, använde projektet den rapporterade totalbelastningen [pe] som i många fall motsvarade den beräknade belastningen utifrån inkommande BOD (70 g/p, dag). Det framgick också av den statistik som samlades in att flera verk som angivit faktisk befolkning hade tagit fram uppgiften på detta sätt.

Beräkningarna för återbetalning gjordes alltså i ett mycket tidigt skede utifrån BOD-belastning räknat som pe/dygn. Senare i projektet framkom tydligt flera nackdelar med att använda BOD (pe/dygn) för att beräkna återbetalningen. Detta bekräftades tydligt vid den workshop som hölls 29-30 september 2011 tillsammans med reningsverken, Svenskt Vatten, Naturvårdsverket och IVL. Detta projekt har inte haft resurser eller tillgängliga data att i ett senare skede räkna om återbetalningen med de betydligt bättre återbetalningsfaktorerna inkommande kväve, procentuell kväverening eller antalet fysiska personer. Det är av denna anledning som återbetalningsfaktorn BOD (pe/dygn) fortfarande står kvar som grund i beräkningarna.

Diskussioner fördes också på workshopen 29/30 september 2011 om möjligheten att redan från start försöka göra det tydligt vad ett reningsverk får tillbaka om en åtgärd genomförs. En idé som kom fram vid en av gruppdiskussionerna på workshopen var att återbetalningsnyckeln skulle styra mot att alla verk ska sträva mot 80% kväverening (vid antagandet att man då når betinget 3000 ton). Återbetalningen till reningsverket bygger sedan på om man ligger under eller över 80% kväverening. Diskussionen kom inte fram i detalj hur detta skulle lösas men idén är intressant och borde kunna utredas närmare inom ramen för Naturvårdsverkets regeringsuppdrag.

Den centrala frågeställningen i denna studie gäller vilken effekt ett avgiftssystem skulle få för utsläppen av totalfosfor och totalkväve från de svenska avloppsreningsverken (över 2 000 pe) vid avgifter på följande nivåer:

- a. 300 kr per kg fosfor
- b. 1 000 kr per kg fosfor
- c. 3 000 kr per kg fosfor
- och
- d. 25 kr per kg kväve
- e. 75 kr per kg kväve
- f. 200 kr per kg kväve

De tre nivåerna för avgifter per kg kväve och per kg fosfor är nivåer som kan ge både en bredd och en tillräckligt bra bild av vilken minskning av fosfor och kväve från svenska reningsverk som avgifterna skulle medföra - jämfört med de svenska åtagandena i Baltic Sea Action Plan. Avgiftsintervallen baseras på tidigare uppgifter om marginalkostnaden för att rena bort ytterligare ett kg fosfor eller kväve vid reningsverk (Ek m.fl. 2009). Kväveavgifterna är satta på en relativt

låg nivå för att styra mot andra metoder för nitratrening än sådana med mycket hög extern energianvändning (dvs med en mycket stor användning av extern kolkälla).

Det är av intresse att studera vilka effekter som ett sådant system skulle ge inom en tidsperiod på 5 år respektive 10 år efter avgiftssystemets införande. Ett system med ovanstående förslag till avgifter skulle få en årlig omsättning i intervallet 350 Mkr – 3 000 MSEK för hela Sverige. En mindre summa behålls av administrativ myndighet (för NO_x-systemet är administrativ myndighet Naturvårdsverket) för att täcka sina administrativa kostnader, ca 0,5-2%.

Effekten som ska mätas är beräknat utsläpp vid införande av avgift och vilka faktorer som styr genomförandet av åtgärder för de enskilda VA-verken.

I detta projekt undersöks även tillämpning av retention, dvs. naturlig avskiljning i sjöar och vattendrag av N och P från källan till havet, i relation till avgiftssystemets utformning. Retentionen är stor i till exempel sjöar med lång uppehållstid och medverkar till att utsläppen inte helt belastar havet. I det undersökta avgiftssystemet inkluderas retentionen i beräkning av återföringen för att uppnå BSAP mer kostnadseffektivt. Retentionen bygger på modellberäkningar och är svår att mäta. Retentionen har beräknats för hela Mälarens avrinningsområde inom PLC5-arbetet (femte rapporteringen till Helsingforskonventionen rörande Sveriges närsaltsbelastning på havet) och är cirka 45 % för N och cirka 65 % för P. I uppdraget undersöks också om retentionen bör beräknas mer noggrant i delar av området, med indelning av Mälarens naturliga sex bassänger, och med angivelse av osäkerhetsmått. Skillnaderna medför en stor gradient i effekt av åtgärder på belastningen på Östersjön och BSAP målen. Medelvärden i retention för reningsverken avseende fosfor beräknades i PLC5 till 30 % på grund av att de största utsläppen ligger direkt till kusten. Eftersom fosfor är den viktigaste orsaken till övergödning i sötvattensystem och kväve främst är tillväxtbegränsande i marina system bestämdes att projektet enbart skulle inkludera retention i återföringsnyckeln för kväve. På detta sätt minskar risken att avgiftssystemet leder till fel styrning i relation till de åtgärdsplaner och miljö kvalitetsnormer som vattenmyndigheterna tagit fram inom ramdirektivsarbetet.

Efter att detta projekt påbörjats fick SMHI i uppdrag av Naturvårdsverket att ta fram uppdaterade kväveretentionsuppgifter för samtliga BSAP-verk, vilka levererades i oktober 2011. Projektet har utifrån dessa data gjort en jämförande studie för att se hur de nya retentionssiffrorna påverkar enskilda verks belastning på havet och därmed deras nettokostnad.

Fallstudie för svenska avloppsreningsverk

Ett elektroniskt brev med förfrågan om att delta i fallstudien skickades ut från IVL via Svenskt Vatten till totalt 31 verk. Det innehöll en beskrivning av frågeställningen och en enkät kring verkens teknik och aktuella data för 2009. Totalt 20 av dessa verk var aktiva och hade mer än 2 000 pe, räknat som belastning av BOD. Enkäten finns i Bilaga 2.

Efter att huvuddelen av de tillfrågade svarat genom att skicka in enkäten sammanställdes materialet så att varje verk kunde se hur de låg till i utsläpp jämfört med andra verk. Sedan togs telefonkontakt med varje verk för diskussioner kring eventuell ny teknik för att minska utsläppen av närsalter, och kostnaderna för utbyggnad och drift.

I möjligaste mån har projektet använt 6 % ränta, 10 års avskrivning på maskiner och 30 år på byggnation, 4 kr/kg BOD i extern kolkälla och 1 kr/kWh el. Detta var data som använts av flera stora verk i deras kostnadsberäkning av olika åtgärder. Kostnader för extra personal ingår i en del underlag från verken, men saknas i andra fall. Den felkällan är antagligen inte avgörande med tanke på andra osäkerheter i kostnader och effekter av åtgärderna. Eftersom avskrivningen i de

flesta fall är en liten del av den totala årskostnaden har det inte heller någon större inverkan om den årliga räntan antas ligga på 4, 6 eller 7 %, fortfarande jämfört med andra osäkerheter.

Uppskalning och kostnadsjämförelse

År 2006 var de samlade utsläppen från reningsverk över 2 000 personer = 362 ton fosfor samt 18 347 ton kväve (SCB 2006). Alla underlagsdata såsom utsläpp, pe per verk och tillämpade tekniker vid verk finns tillgängligt inom konsortiet SMED (Svenska Miljöemissions Data) där IVL ingår.

Den teoretiskt beräknade reduktionen av kväve och fosfor med ett tillämpat avgiftssystem kan användas för att skala upp resultaten till nationella siffror. Detta har gjorts för Kattegatt (inklusive Öresund) och Egentliga Östersjön i syfte att jämföra resultaten med de miljömål som finns, i synnerhet de svenska åtagandena inom BSAP. Den framräknade reduktionen vid de studerade verken har därvid antagits representera hela populationen av verk som belastar havet.

IVL har i ett parallellt projekt (se IVL, 2011) tagit fram en åtgärdsdatabas för svenska reningsverk som belastar Kattegatt och Egentliga Östersjön. Databaserna bygger på reningsteknik och reningsgrad i respektive verk och anger med vilka åtgärder och till vilken kostnad reningen kan uppnå 80 % reduktion av totalkväve och en utgående fosforhalt på 0,2 mg/l. Dessa åtgärder räcker med marginal till för att uppnå målen 3 000 ton reducerat kväve och 15 ton reducerat fosfor till hav. Kostnaden för att genomföra dessa åtgärder har beräknats i databasen och kan jämföras mot de kostnader som beräknats i detta projekt.

Förutom åtgärdskostnader behöver även transaktionskostnader för att hantera ett avgiftssystem respektive ett system med tillsyn och tillståndsprövning jämföras. I detta fall har vi möjlighet att jämföra med administrativa kostnader för det närbesläktade NO_x-systemet. Kostnader för tillsyn och provning av vattenverksamheter har uppskattats av Naturvårdsverket (2009).

Genomförande och resultat

Utfall av fallstudie

I **Tabell 3** nedan redovisas aggregerad statistik för projektverk, avrinningsområde och vattendistrikt. De framräknade brytpunkterna N-netto/pe för Norra och Södra Östersjön och P-brutto/pe för Norra och Södra Östersjön har sedan använts i formlerna för beräkning av verkens nettokostnader, se Bilaga 1.

Tabell 3. Aggregerad statistik för ingående projektverk och samtliga verk i Mälarens och Mörrumsåns avrinningsområde. N-netto avser kvävebelastning efter retention.

	pe	N-brutto	P-brutto	N-netto	Medelretention kväve
	[kg/år]				
Projektverk belastning					
Mälarens avrinningsområde	150 534	265 981	3 187	147 087	0.45
Total belastning Mälarens avrinningsområde	168 000	339 248	3 736	187 604	0.45
Projektverk belastning					
Mörrumsån	75 540	199 381	1 048	118 353	0.41

Total belastning Mörrumsån	84 178	228 264	1 396	131 715	0.42
Projektverk belastning Norra Östersjöns vattendistrikt	2 131 396	3 037 789	44 933	2 399 877	0.21
Total belastning Norra Östersjöns vattendistrikt	2 659 161	4 713 984	65 323	3 444 823	0.27
Projektverk belastning Södra Östersjöns vattendistrikt	75 540	199 381	1 048	118 353	0.41
Total belastning Södra Östersjöns vattendistrikt	2 314 178	3 812 871	62 984	2 911 040	0.24
N-brutto /pe för Norra och Södra Östersjön	1.71				
N-netto /pe för Norra och Södra Östersjön	1.28				
P-brutto/pe för Norra och Södra Östersjön	0.026				

Flera av de större verken hade redan beräkningar på kostnader för olika typer av utbyggnad, men de var baserade på att nå vissa utsläppsgränser, och inte hur mycket man skulle göra vid en viss nivå på avgift. Det har gjort att man fått en specifik kostnad för en viss åtgärd som oftast legat någonstans mellan de föreslagna avgiftsnivåerna. Mellanstora och små verk hade sällan gjort några detaljerade beräkningar. Här användes de rapporterade uppgifterna om teknik, grad av nitrifikation o.s.v. som en grund för att i samråd med verkens representanter föreslå möjliga åtgärder. Kostnadsberäkningarna kommer då antingen från verket, eller via schabloner som användes i rapporten U2528 till Naturvårdsverket (Ek m.fl. 2009).

Där tillräckliga data för specifika åtgärder saknades (små verk utan kväverening) användes schabloner för ny utbyggnad till 80 % kväverening. I flera fall var kostnaderna då mer än 200 kr/kg N, och ingen åtgärd föreslogs. Just 80 % kväverening valdes för att man med de flesta vatten kan nå dit med normal recirkulation och eventuell tillsats av kolkälla i fördenitrifikationen.

De billigaste åtgärderna på kvävesidan var ofta en ny eller utökad tillsats av kolkälla i befintlig fördenitrifikation eller efterdenitrifikation. Även installation av ny efterdenitrifikation ryms ofta inom 200 kr/kg N, särskilt vid lite större verk som då kan minska sina utsläpp mycket.

I ett par fall hade man redan långtgående nitrifikation men mycket begränsad denitrifikation på grund av sina villkor. Detta gäller när recipienten är syrefattig och ett tillskott av nitrat har bedömts vara positivt. För den här fallstudien har vi dock räknat med denitrifikation av nitratet, vilket då kunde göras till en relativt låg kostnad.

Andra mer platsspecifika åtgärder var förbättrad åtskillnad mellan luftade och icke-luftade zoner, bättre pluggflöde och förbättrad styrning. I ett par fall krävdes separat kväverening i rejecktvattnet för att nå låga utsläpp. I minst ett fall räknade man med att förbättra slamegenskaperna med ett vacuumtorn för avgasning av slam.

De viktigaste åtgärderna för att minska utsläppet av fosfor var ökad eller förbättrad efterfällning och bättre partikelavskiljning. För fosfor antogs att det var svårt att stadigt ligga under 0,1 mg P/l i utsläpp. Vidare antogs att man för att nå 0,1 mg P/l måste ha både efterfällning och någon typ av partikelfilter eller våtmark som polering. Bland de små verken fanns det emellertid många som

hade utsläppshalter under 0,1 mg P/l utan någon polering efter fällningen. Det kan vara en följd av att verken byggdes med marginal från början, och särskilt vattenflödet sedan minskat och givit väl tilltagen slutsedimentering. För många av de stora verken har belastningen ökat i stället. Korta perioder med bräddning och slamflykt kan ha stor inverkan på det totala utsläppet av fosfor.

Som nämnts under Syfte har inte åtgärder mot tillskottsvatten, liksom ökad hydraulisk kapacitet eller utjämningsvolym, analyserats i projektet. Detsamma gäller i de flesta fall även direkta åtgärder för behandling av normalt förekommande bräddvatten. Denna projektavgränsning motiveras främst av svårigheten att hitta kostnadsschabloner för denna typ av åtgärder.

I tabell 4a och 4b visas den beräknade reduktionen av kväve respektive fosfor vid de ingående verken vid olika avgiftsnivåer. Den faktiska kostnaden för dessa åtgärder redovisas också. Åtgärds-kostnaden per kg ligger definitionsmässigt lägre än avgiften per kg, eftersom detta är en förutsättning för att verken väljer att genomföra åtgärderna. Minskad belastning till hav efter retention är också beräknad och redovisad i tabellerna. Ambitionen att bedöma utfallet på 5 respektive 10 års sikt visade sig däremot svår att fullfölja i denna studie.

Tabell 4a Belastning, retention och teoretiskt beräknad reduktion av kväve vid olika avgiftsnivåer, samt reduktionskostnad.

Verk	Belastning pe	Retention PLC5 N	Utsläpp vid verk	Utsläpp till hav	Teoretisk minskning vid ARV			Teoretisk kostnad i intervall			Teoretisk minskning till hav		
			2009 N ton	2009 N ton	N 25 kr ton N/år	N 75 kr ton N/år	N 200 kr ton N/år	N 25 kr kkr/år	N 75 kr kkr/år	N 200 kr kkr/år	N 25 kr ton N/år	N 75 kr ton N/år	N 200 kr ton N/år
Henriksdal	736 600	0	640	640	64	96	285	1 600	3 072	46 707	64	96	285
Käppala	481 000	0	420	420	21	102	218	567	7 686	43 680	21	102	218
Himmerfjärdsverket	330 000	0	330	330	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bromma	303 400	0	530	530	53	53	355	1 431	1 431	65 002	53	53	355
Uppsala	135 000	0.45	230	127	0	132	132	0	7 129	7 129	0	73	73
Skebäcksverket Örebro	115 000	0.79	390	82	149	230	294	Krav*	17 213	58 740	31	48	62
Kungsängen Västerås	122 000	0.45	170	94	0	34	34	0	2 040	2 040	0	19	19
Ekebyverket Eskilstuna	84 254	0.45	219	120	0	131	131	0	7 204	7 204	0	72	72
Ekebyhov	24 000	0.45	16	8.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strängnäs	24 500	0.45	49	27	14	35	35	341	1 744	1 744	8	19	19
Mariefred	4 350	0.45	18	10	0	0	13	0	0	1 412	0	0	7
Kungsör	4 160	0.45	19	10	0	0	13	0	0	1 774	0	0	7
Storvreta	2 520	0.45	17	9.4	0	9	9	0	315	315	0	5	5
Växjö	60 770	0.45	121	67	0	51	76	0	2 601	7 220	0	28	42
Vislanda	2 450	0.45	7.5	4.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alvesta	8 000	0.45	30	17	0	23	23	0	1 170	1 170	0	13	13
Mörum	3 320	0	17	17	0	0	13	0	0	1 421	0	0	13
Ryd Tingsryd	2 700	0.39	5.7	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rottne	2 540	0.65	5.5	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moheda	2 250	0.45	6.6	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summa			3 241	2 521	301	896	1 631	3 939	51 604	245 558	177	528	1 189

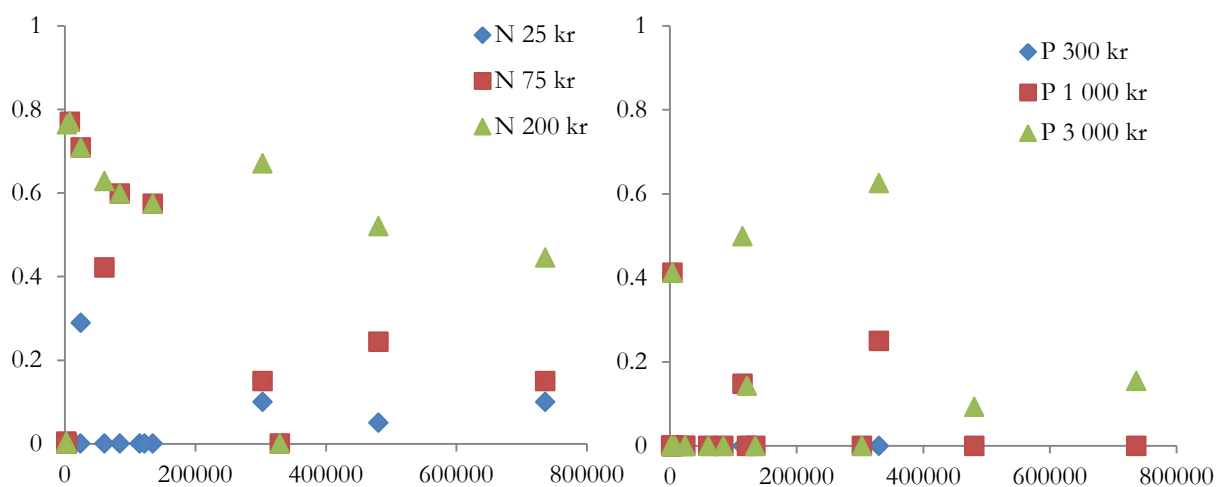
* Skebäcksverket har fått krav på utbyggnad till 15 mg N/l 1/7 2012. Det innebär en minskning med 149 ton N/år vid verket. Någon kostnad för den minskningen har inte räknats in eftersom det ligger utanför effekter av ett avgiftssystem.

Tabell 4b Belastning, retention och teoretiskt beräknad reduktion av fosfor vid olika avgiftsnivåer, samt reduktionskostnad.

Verk	Belastning pe	Retention PLC5 P	Utsläpp vid verk	Utsläpp till hav	Teoretisk minskning vid ARV			Teoretisk kostnad i intervall			Teoretisk minskning till hav		
			2009 P kg	2009 P kg	P 300 kr kg P/år	P 1 000 kr kg P/år	P 3 000 kr kg P/år	P 300 kr kr/år	P 1 000 kr kr/år	P 3 000 kr kr/år	P 300 kr kg P/år	P 1 000 kr kg P/år	P 3 000 kr kg P/år
Henriksdal	736 600	0.03	10 500	10 185	0	0	1620	0	0	4 860 000	0	0	1 571
Käppala	481 000	0.01	10 000	9 900	0	0	928	0	0	2 784 000	0	0	919
Himmerfjärdsverket	330 000	0.06	10 000	9 400	0	2 500	6 250	0	2 500 000	18 750 000	0	2 350	5 875
Bromma	303 400	0.01	4 200	4 158	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uppsala	135 000	0.66	1 900	646	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Skebäcksverket Örebro	115 000	0.91	3 200	288	0	472	1 595	0	471 500	4 785 000	0	42	144
Kungsängen Västerås	122 000	0.66	2 600	884	0	0	371	0	0	700 000	0	0	126
Ekebyverket Eskilstuna	84 254	0.66	1 760	598	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ekebyhov	24 000	0.66	80	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strängnäs	24 500	0.66	292	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mariefred	4 350	0.66	65	22	27	27	27	5 380	5 380	5 380	9	9	9
Kungsör	4 160	0.66	175	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Storvreta	2 520	0.66	46	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Växjö	60 770	0.17	580	481	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vislanda	2 450	0.17	51	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alvesta	8 000	0.17	70	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mörnum	3 320	0.02	13	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ryd Tingsryd	2 700	0.45	20	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rottne	2 540	0.19	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moheda	2 250	0.17	24	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summa			45 589	36 919	27	2 998	10 791	5 380	2 976 880	31 884 380	9	2 402	8 644

Uppskalning och jämförelse mot miljömål

Fallstudien av de ingående kommunala avloppsreningsverken ger detaljerad information om förutsättningarna för att genomföra åtgärder vid de enskilda verken, inklusive en kostnadsuppskattning för dessa åtgärder (tabell 4a, b ovan). Kostnaden för åtgärder är i många fall väsentligt lägre per kg än de avgifter som föreslås, dvs de kan ligga en bit ner i intervallen 25-75 resp. 75-200 kr/kg N. Fallstudien visar att förutsättningarna för att genomföra åtgärder skiljer sig väsentligt mellan olika verk. Det finns till synes inget enkelt samband mellan storleken på verk och storleken på lönsamma åtgärder vilket visas av nedanstående diagram (**Fig. 2**) för kväve och fosfor.



Figur 2 Relativ reduktion (andel av totalutsläpp, vertikal axel) för kväve och fosfor vid olika nivåer på avgift, som funktion av antal personekvivalenter vid respektive verk (horisontell axel).

För att uppskatta åtgärdspotentialen i enskilda verk behövs detaljerad information om driftdata, tidigare åtgärder och andra faktorer. För en uppskattning av den totala regionala reduktionspotentialen verkar en linjär uppskalning ligga nära till hands. Genomsnittliga reduktionsfaktorer uppskattat från fallstudien visas nedan (**Tab. 5**).

Tabell 5. Genomsnittlig relativ reduktion (andel av totalutsläpp) för kväve och fosfor vid olika avgiftsnivåer.

Kväve		Fosfor	
Avgift	Reduktion	Avgift	Reduktion
25 kr	0.05	300 kr	0.02
75 kr	0.24	1 000 kr	0.04
200 kr	0.43	3 000 kr	0.10

Med information om nuvarande utsläpp (2010) från kommunala reningsverk med Egentliga Östersjön och Kattegatt som slutrecipient (IVL, 2011), samt uppskattning av retentionen, kan den sammanlagda reduktionen vid olika avgiftsnivåer beräknas (**Tab. 6**).

Tabell 6. Beräknad total reduktion av kväve och fosfor till Kattegatt (inklusive Öresund) och Egentliga Östersjön vid olika avgiftsnivåer, efter retention. Beräknat på 2010 års utsläpp.

	Kväve (ton)			Fosfor (ton)		
	25 kr	75 kr	200 kr	300 kr	1 000 kr	3 000 kr
	Egentliga Östersjön	220	1 150	2 060	1.7	3.4
Kattegatt	182	947	1 697	2.7	5.5	14
Totalt	402	2 097	3 758	4.4	8.9	22

Som synes ser målet om att minska kväveutsläppen från VA-sektorn med 3 000 ton till Egentliga Östersjön och Kattegatt ut att nås med bred marginal vid en avgift på 200 kr/kg. Det uppnådda resultatet 3 758 ton är 25 % högre än målet för reningsverken. Men vid en avgift på endast 75 kr/kg N uppnås en kvävereduktion på 2 097 ton kväve, dvs hela 70% av målet. För fosfor nås målet att minska utsläppen med minst 15 ton vid en avgift på 3000 kr/kg. Det förtjänar att påpekas att utsläppen av både fosfor och kväve i verkligheten har minskat sedan 2006 då BSAP antogs, och att fosformålet i praktiken redan är uppfyllt.

Kostnadsjämförelse med generella krav på reningsverk

En överslagsbedömning av kostnaden för att uppnå de reduktioner som anges i tabell 6 ovan kan göras genom specifika kostnader schablonberäknade utifrån denna fallstudie. Vi gör här enbart beräkningar för de två högre avgiftsnivåerna eftersom endast dessa är i närheten av regeringens reduktionsmål. Den sammanlagda kostnaden för att reducera kväveutsläppen med totalt 1 631 ton vid de 20 ingående verken beräknades till 246 MSEK/år vilket ger en specifik kostnad på ca 151 kr/kg N. Motsvarande kostnad för fosfor (32 MSEK/år dividerat med 10791 kg) uppgår till ca 2 960 kr/kg P. Vid en lägre kostnad för kväve (75 kr/kg) fås en specifik kostnad på ca 58 kr/kg N (52 MSEK/år dividerat med 896 ton). Om dessa schabloner appliceras på den totala åtgärdsvolym som anges i tabell 6 fås den totala åtgärds-kostnaden. Beräkningen måste dock i detta fall göras före retention, vilket innebär 4 682 ton kväve (2 613 vid 75 kr/kg N) och 27 ton fosfor. Sammanlagd åtgärds-kostnad blir då 705 MSEK/år för kväve och 80 MSEK/år för fosfor. Vid en avgiftsnivå på 75 kr/kg N blir den totala åtgärds-kostnaden istället 150 MSEK. För kväve kan man tänka sig en uppdelning på stora verk (>100 000 pe) och övriga vilket i så fall ger en specifik kostnad på 169 kr/kg N för stora verk och 71 kr/kg N för övriga. Den sammanlagda åtgärds-kostnaden blir då mindre, nämligen 539 MSEK/år. Vid 75 kr/kg N som avgift blir skillnaden mindre – totala åtgärds-kostnaden sjunker då till 145 MSEK. Motsvarande förfarande är inte meningsfullt för fosfor då endast ett fåtal verk alls är aktuella för åtgärder.

Uppgifter från den åtgärdsdatabas som IVL tagit fram i ett parallellt projekt (IVL, 2011) sammanfattas i **Tabell 7** nedan. Beräkningar med 4 % och 7 % ränta anges. I normalfallet räknar Naturvårdsverket med 4 % ränta i samhällsekonomiska analyser och 7 % i privatekonomiska analyser.

Tabell 7. Beräknad reduktion av kväve och fosfor till Egentliga Östersjön och Kattegatt (antaget 80 % N-reduktion vid verk och en utgående fosforhalt på max 0,2 mg/l), samt total kostnad för att genomföra detta, enligt IVL:s åtgärdsdatabas (IVL, 2011).

	Kväve		Fosfor			
	Reduktion ton/år	Kostnad 4 % ränta MSEK/år	Kostnad 7 % ränta MSEK/år	Reduktion ton/år	Kostnad 4 % ränta MSEK/år	Kostnad 7 % ränta MSEK/år
Egentliga Östersjön	1 717	240	263	30	128	135
Kattegatt	1 683	138	152	69	51	54
Totalt	3 400	378	415	99	179	189

För kväve ligger åtgärdspotentialen enligt denna uppskattning (3 400 ton) ganska nära den som erhållits i den fallstudie (med avgiften 200 kr/kg N) som denna rapport beskriver, dvs. en bit över de 3 000 ton som är målet enligt regeringens strategi. Kostnaden för detta är lägre än i fallstudien, åtminstone för de högsta avgifterna som ger en jämförbar reduktion. För fosfor ger åtgärderna enligt databasen avsevärt större reduktion (99 ton) än de 15 ton som var målet.

En kostnadsjämförelse mellan de två studierna – dvs. denna studie och IVL (2011) – kan exempelvis göras genom att normalisera åtgärder och kostnader till exakt 3 000 ton kväve och 15 ton fosfor. Detta skulle ge totalt 560 (alternativt 430) MSEK/år för åtgärderna i fallstudien och 334 till 366 MSEK/år för åtgärder i databasen (beroende på räntesats). För fosfor blir kostnaden i fallstudien omkring 54 MSEK/år och 27 eller 29 MSEK/år enligt åtgärdsdatabasen. En alternativ beräkning är att endast räkna med åtgärder för verk större än 100 000 pe för fosfor i databasen. Detta ger 68 ton fosforreduktion till hav för en kostnad mellan 31 och 34 MSEK/år, dvs. avsevärt lägre än fallstudien.

Det är osäkert att jämföra resultat på detta sätt, i synnerhet som båda studierna använder schablonberäkningar och extrapolerar beräkningar från ett mindre antal verk. Märk dock att beräkningen enligt databasen (IVL 2011) till större delen är baserad på schabloner, medan data i fallstudien mer har tagit hänsyn till lokala begränsningar och extra kostnader vid verken. För kväve verkar kostnaden för åtgärderna enligt fallstudien med avgiftssystem respektive generella åtgärder enligt databasen att generera aggregerad reduktion i samma storleksordning till jämförbara kostnader. För fosfor är skillnaderna större mellan systemen. Jämförelserna ger inget stöd för att de åtgärder som genomförs med avgiftssystemet som styrning skulle vara billigare än de generella åtgärderna.

Däremot kan det vara så att de administrativa kostnaderna skiljer sig åt mellan ett avgiftssystem och ett system med generella krav. I avgiftssystemet kan kostnaderna för enskilda verk bli betydande i form av inbetalda avgifter. För systemet som helhet blir dock kostnaden begränsad till de administrativa kostnaderna eftersom större delen av avgifterna återförs till branschen. I det jämförbara avgiftssystemet för NO_x-utsläpp uppgår Naturvårdsverkets administration till cirka 4 miljoner kronor per år. Detta innebär att mer än 99 procent av den inbetalade avgiften återförs till de avgiftspliktiga anläggningarna genom tillgodoföringen (Naturvårdsverket, 2004).

Omsättningen i det utredda avgiftssystemet skulle vid en avgift på 200 kr/kg kväve och 3 000 kr/kg fosfor bli omkring 3 miljarder kronor. Om det antas att en procent av detta går till administration skulle systemet kosta omkring 30 MSEK/år. Om istället de lägre avgifterna (25 kr respektive 300 kr/kg) antas skulle en procent av detta kosta 4 MSEK/år, alltså ungefär som NO_x-systemet. I praktiken är det svårt att se att högre avgifter skulle ge upphov till mer administration, och antalet anläggningar är ungefär detsamma som i NO_x-systemet (omkring 250 jämfört med 400 i NO_x-systemet). Detta talar för att kostnaden för administrationen borde ligga närmare 4 än 30 MSEK.

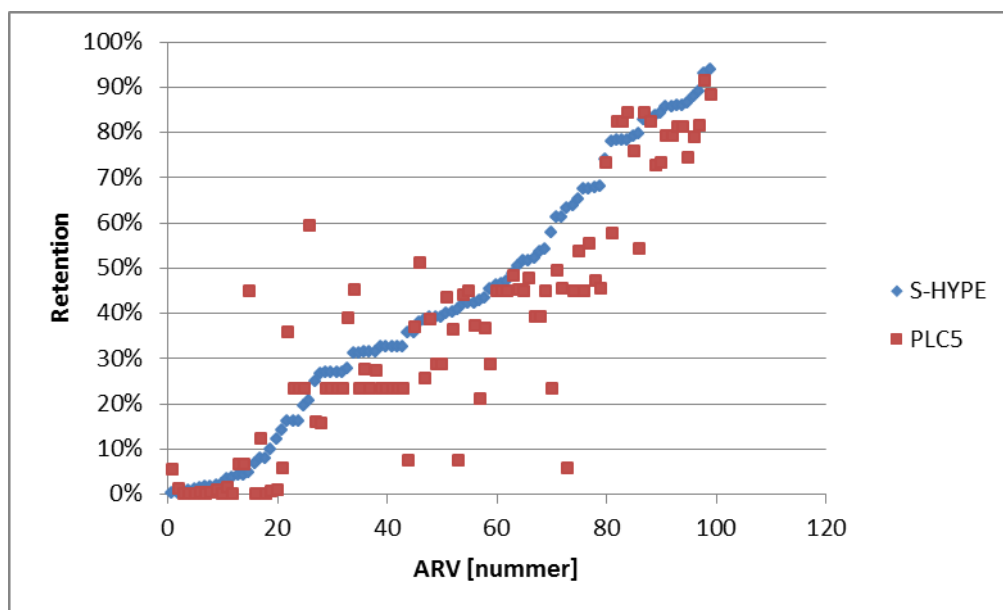
Enligt ett PM från Naturvårdsverket (2009) uppgår kostnaderna för tillståndsprövning och tillsyn av vattenverksamheter till drygt 53 MSEK/år, varav ca ¼ täcks av intäkter från avgifter. Tillsynen motsvarar enligt denna uppskattning ungefär intäkterna. Även i ett avgiftssystem kommer tillsyn att behövas. En omfattande omprövning av många verk för att uppnå BSAP-målen skulle troligen betyda högre kostnader. Slutsatsen blir att ett avgiftssystem är billigare i den administrativa delen.

Som erfarenheter från det svenska NO_x-systemet visar kan man även förvänta sig att ett avgiftssystem med full återföring kan bli både populärt och framgångsrikt i och med att även relativt höga avgifter som främjar åtgärder och teknisk utveckling troligtvis kommer att upplevas som acceptabla för de reningsverk som ingår i systemet.

Retention

Retentionsuppgifter använda i detta projekt och i PLC5 är beräknade på så kallade rapporteringsområden, vilket utgör ca 1 100 områden i Sverige. Mälaren utgör i dessa beräkningar t ex bara en bassäng med ett retentionsvärde, vilket är för grovt för att kunna användas för att beräkna återföring i ett skarpt avgiftssystem. När detta projekt startade fanns dock inga bättre nationella retentionsuppgifter varför PLC5-retentionsvärden använts. Under 2011 gav dock Naturvårdsverket SMHI i uppdrag att beräkna kväveretention för alla avloppsreningsverk i södra Sverige med modellen S-HYPE (SMHI, Rapport Nr 2011-57).

I **Figur 3** nedan plottas den nya S-HYPE-retentionen för kväve mot PLC5-retentionen för beräknade verk. Medelretention med den nya beräkningen bland alla verk blir 4 % högre och om enbart verk som inte har direktutsläpp till havet tas med blir retentionen 5,5 % högre. Motsvarande medianvärden blir 1 % och 4,5 %.



Figur 3 Retentionsfaktorer i den nya S-HYPE jämfört med beräkningar enligt PLC5.

För verk inom Mälarens huvudavrinningsområde (kod 61 000) innebär de nya retentionsberäkningarna störst skillnad jämfört med PLC5, då Mälaren nu är uppdelad i 39 olika bassänger med separat beräknad retention, se **Tabell 8** nedan.

Tabell 8. Kväveretention för Mälarens huvudavrinningsområde (61000) beräknad med S-HYPE och PCL 5.

Anläggningsnummer	Anläggning	S-HYPE	PLC5	Skillnad	Delar05
0125-50-001	Ekebyhov arv	5%	45%	-40%	658030-162760
0381-50-015	Enköpings arv	42%	45%	-3%	661211-157162
0305-50-005	Bålsta arv	46%	45%	1%	658030-162760
1981-50-001	Sala arv	46%	45%	2%	664394-154595
0486-050-008	Strängnäs arv	47%	45%	2%	658030-162760
1881-50-004	Kumla arv	86%	81%	4%	656153-146434
1861-50-002	Hallsbergs arv	86%	81%	5%	655331-146202
1860-50-003	Laxå arv	94%	88%	5%	654382-143098
1880-50-023	Örebro arv (Skebäck)	85%	79%	6%	657255-146676
1861-50-008	Sköllersta arv	86%	79%	6%	656150-147729
0330-50-040	Knivsta arv	51%	45%	7%	662298-161188
2085-50-002	Ludvika arv (Gonäs)	89%	81%	7%	667112-146429
0380-50-080	Uppsala arv (Kungsängen)	54%	45%	9%	663767-160351
1864-50-003	Bångbro arv	84%	73%	11%	663692-145840
2061-50-001	Bylandets arv	84%	73%	11%	666276-148655
1983-50-001	Norsa arv	67%	55%	12%	659797-151221
2085-50-001	Gärlångens arv	86%	74%	12%	667163-146866

0484-050-003	Eskilstuna Arv	61%	45%	16%	658513-153742
1980-50-001	Västerås arv (Kungsängen)	64%	45%	19%	658030-162760
1885-50-005	Lindesbergs arv	78%	58%	20%	660757-146846
1961-50-001	Mölntorp arv	68%	45%	22%	660172-152589
1984-50-001	Arboga arv	67%	45%	23%	658643-150466
1982-50-001	Fagersta arv (Aspen)	80%	54%	26%	664975-150476

Retentionsberäkningarna som användes i denna fallstudie ligger generellt på den säkra sidan, dvs använd retention är något lägre än den som nu tagits fram med S-Hype. I denna förstudie har heller inte retentionen någon direkt betydelse för slutsatserna kring ett eventuellt avgiftssystemet.

Diskussion och slutsatser

Under arbetets gång har det noterats att verken varit intresserade av frågan om avgiftssystem, inte minst då de ekonomiska konsekvenserna av eventuellt kommande system, för det individuella reningsverket, kan vara betydande. Vad det gäller nivån på avgiften var ursprungstanken att den skulle vara tillräckligt hög för att leda till processoptimeringar och investeringar för att nå ca 80 % kväverening och 0,2 mg fosfor/l i utgående vatten. Det skulle med marginal klara BSAP-målen. Kraftigare krav skulle leda till hög energiåtgång och större behov av extern kolkälla, och därmed påverka andra miljömål negativt. Med efterdenitrifikation går det bra att nå ner mot 3 mg/l kväve, men för att komma klart under 2 mg/l kväve krävs helt nya reningssystem, som t ex användning av omvänd osmos. Det beror på löst organiskt kväve och svårigheter att styra processen till riktigt låga utsläpp av nitrat utan att överdosera kolkälla. Avgifterna får inte sättas så högt att de leder till extrema åtgärder som riskerar att ge betydligt större negativ miljöeffekt genom ökad användning av energi, kemikalier och andra resurser. En aktuell amerikansk studie (Falk et al. 2011) beräknade den totala miljöpåverkan vid ett antal olika nivåer på utsläppskrav för N och P. Vid nivån 3 mg N/l och 0,1 mg P/l fann man en viss total negativ miljöpåverkan, och vid mindre än 2 mg N/l och 0,05 mg P/l var andra negativa miljöeffekter betydligt högre än vinsterna med de minskade utsläppen av närsalter.

Projektdialogen ledde fram till slutsatsen att huvudsyftet med ett avgiftssystem är att snabbt optimera driften i befintliga anläggningar och att eventuell överkapacitet där utnyttjas tillfullo p.g.a. ekonomiska incitament. Enligt branschföreträdare skulle sannolikt avgiftscyklar med inbetalning och återföring på fyra års sikt vara optimalt. Höga avgifter i kombination med en återföring som till en del styrs av retentionen till havet kan också leda till att investeringarna sker på fel ställen utgående ifrån de miljö kvalitetsnormer som vattenmyndigheterna tagit fram för definierade kustvattenförekomster enligt EU:s ramdirektiv för vatten. I detta projekt visade det sig att relativt höga avgiftsnivåer visserligen krävdes för att nå hela vägen fram till BSAP-målen, men att en medelhög avgift på 75 kr/kg N var tillräcklig för att uppnå 70 % av målet.

En av de viktigaste slutsatserna från den workshop med branschdeltagare som anordnades inom detta projekt var att avgiften bör läggas på en sådan nivå att den snabbt driver fram processoptimeringar – däremot ska avgiften inte läggas så högt att den medför att större investeringar genomförs på reningsverken. Anledningen till att inte driva fram investeringar vid reningsverken är att risken är stor att utbyggnaden inte sker vid rätt reningsverk för att samtidigt klara god ekologisk status enligt vattenförvaltningen. Risken blir med andra ord stor för suboptimeringar i systemet om avgiften sätts så hög att även större investeringar vid reningsverken initieras. En möjlig tolkning av våra resultat i ljuset av detta är att en avgiftsnivå för kväve på 75 kr/kg är lämplig för att åstadkomma snabba processoptimeringar. Det är troligt att andra krav enligt vattenförvaltningen för att uppnå god ekologisk status i speciellt belastade kustområden också kommer att bidra till att nå återstoden av BSAP-betinget för den svenska VA-sektorn.

Projektet och referensgruppen är ense om att i ett praktiskt fungerande avgiftssystem är inte inkommande BOD en bra bas för återföring, då det kan leda till felaktig styrning av verket och det skulle även kunna påverka uppströmsarbetet på ett negativt sätt. De alternativa återföringsnycklar som framstår som mest lovande är N-in och fysisk befolkning. Eftersom det i nuläget inte verkar troligt med ett avgiftssystem inom VA-branschen för fosfor, givet att BSAP-målen med stor sannolikhet kommer uppnås ändå, återstår ett ekonomiskt styrmedel för kväve. Därmed är det också rimligt att även återföringen baseras på inkommande kväve. För att detta ska vara rättsäkert krävs förbättrad mätning jämfört med idag. En erfarenhet från arbetet med NO_x-systemet har varit att detta lett till noggrannare mätningar av utsläppen. Några verk kan också behöva byggas om så att man mäter på ”rätt” vatten med hänsyn tagen till rejektvatten och externslam.

Att använda fysisk befolkning som en faktor i återföringen har fördelen att uppströmsarbete som urinseparering gynnas ekonomiskt. Det är dock viktigt att den fysiska befolkning som belastar verken kan mätas på ett konsekvent och verifierbart sätt vid alla verk och för att inte systemet ska bli orättvist måste turist- och pendlingskommuner kompenseras på något sätt, vilket kan göra systemet komplicerat och svårbegripligt. Fysisk befolkning har fördelen att den inte varierar mycket mellan olika år, i motsats till belastningen av BOD och N.

Tanken med att inkludera retentionen i avgiftssystemet är att styra åtgärder till områden med så stor påverkan på havet som möjligt. Retentionen bör dock inte avgöra om ett verk blir nettobetalarare eller inte, utan enbart nivån på återföringens storlek. En säker och transparent beräkning av retentionen är i varje fall av stor betydelse. Jämförelsen mellan HYPE och PLC5-beräkningarna visade på viss osäkerhet främst beroende på skillnad i geografisk upplösning. HYPE beräknar bara retention för oorganiskt och organiskt kväve och väger inte in oxidationstillstånd, så för den beräknade retentionen, som skulle användas i ett avgiftssystem, så spelar det ingen roll om ett verk släpper ut ammonium eller nitrat. Retentionen i HYPE är koncentrationsberoende, vilket inte kan hanteras i ett avgiftssystem där samma brytpunkt och retention måste behållas under en avgiftscykel. Sjöns storlek (volym) och vattnets omsättningstid är andra styrande parametrar.

Vid avgifter upp emot 200 kr/kg kväve kan kompensatoriska åtgärder, om de tillåts i systemet, bli mycket kostnadseffektiva. Försök med odling av sjöpunng visar t ex på kostnader kring 20 kr/kg¹ för att ta bort kväve ur havsvatten. Dessa metoder är dessutom mindre energikrävande än höggradig rening, vilket kräver stor energiinsats i form av kolkälla och el för luftning och pumpning. Andra undantag som diskuterats under arbetet är de tillståndskrav som idag föreligger att släppa nitrat i en syrefattig recipient i södra Sverige för att kompensera syrebristen. På den workshop om ekonomiska styrmedel som anordnades tillsammans med Naturvårdsverket och Svenskt Vatten framhölls principen om att avgiftssystemet bör kunna utformas så att ett reningsverk även ska kunna tillgodoräkna sig insatser i recipienten som reningsverket finansierar och som lätt kan kvantifieras, exempelvis kväve- och fosforupptag via odling av musslor eller sjöpunng.

Inför den tidigare nämnda workshopen som ordnades hade Naturvårdsverket för illustration tagit fram beräkningar baserade på tidigare uppskattade åtgärds-kostnader som antydde att betydande kostnadsbesparingar fanns att hämta på åtgärdssidan genom att utnyttja ekonomiska styrmedel jämfört med uniforma begränsningsvärden. Denna studie tyder på att det inte självklart är på det viset. En orsak kan vara att de billiga åtgärder som kan förväntas finnas på stora verk i praktiken redan är genomförda, varför denna förväntade kostnadsbesparing inte inträffar i systemet.

Möjligt skulle man se en större skillnad mellan tillståndsprövning och avgiftssystem om man utformade systemet mer mot processoptimering och applicerade lägre avgiftsnivåer, vilket antydde för fallet med 75 kr/kg N. Om avgiftssystemet ”endast” skall bidra med att se till att verk processoptimerar (och därmed har lägre avgiftsnivåer) så finns dock en möjlig risk att man överskattar kostnader för åtgärder inom systemet. Dessutom kommer man med ett avgiftssystem med en lägre avgift inte att uppnå de 3 000 ton som behövs, utan kvarvarande ton kommer behöva hanteras vid omprövning av tillstånd för att uppnå miljö kvalitetsnormer där så behövs. Därmed blir det inte helt rättvisande att jämföra totala kostnaden för avgiften 200 kr/kg N med kostnader för att genomföra 80 % N-red enligt åtgärdsdatabasen.

Sammanfattningsvis konstateras att de åtgärder som skulle genomföras vid de högre avgiftsnivåerna sannolikt skulle vara tillräckliga för att nå BSAP-målen. Mycket talar för att det främst är aktuellt med ett avgiftssystem för kväve och att en avgift på 200 kr/kg skulle uppfylla kraven med bred marginal. Det är troligt att ett system med en avgift kring 75 kr/kg N inklusive kommande omprövningar för vissa reningsverk för att klara vattenförvaltningens krav på god ekologisk status skulle klara långt mer än 70% av betinget.

Det finns sannolikt fördelar med att införa ett avgiftssystem jämfört med tillståndsbegränsade utsläpp både avseende kostnader och utförande. Den sammanlagda kostnaden för att uppnå hela BSAP-betinget blir visserligen likartat mellan systemen, men vid en avgift på 75 kg/kg N som uppnår ca 70 % av betinget blir kostnaden betydligt lägre. Vidare blir med stor sannolikhet samhällskostnaden lägre p.g.a. att avgiftssystemet bedöms generera lägre transaktionskostnader än ett tillståndssystem. Dessutom kan ett avgiftssystem med full återföring förväntas bli accepterat av reningsverk i större

¹ Fredrik Norén, N-research

utsträckning än tillståndsbegränsade utsläpp, vilket även kan leda till snabbare minskning av utsläppen.

Naturvårdsverket kommer i sitt pågående uppdrag utreda transaktionskostnaderna för de olika styrmedlen. Man skulle i ett avgiftssystem även undvika långvariga processer med omprövning av tillstånd i stor skala. Det är tveksamt om det ens vore möjligt att genomföra detta inom tidsramen för BSAP (god ekologisk status år 2021), trots att Naturvårdsverket vill utreda möjligheten till snabbare omprövning av enbart närsaltsutsläppen. Ett avgiftssystem skulle däremot efter införande kunna tillämpas på kort sikt.

Slutsatsen att det med föreslagna åtgärder vore möjligt att uppnå önskad reduktion till havet gäller inklusive retention i sjöar och vattendrag. Den faktiska utsläppsminskningen vid verken är de facto större än vid havet. En detaljerad undersökning om huruvida åtgärderna också leder till uppfyllande av mål och miljö kvalitetsnormer i inlandet och i kustvatten ligger emellertid utanför ramen för denna studie.

Referenser

- Ek, M., Olshammar, M. & Bergström, R.: ”Utsläpp av kväve och fosfor till Östersjön – Kostnader för ytterligare minskning från kommunala avloppsreningsverk”, Uppdragsrapport till Naturvårdsverket, U2528, 2009.
- Falk M.W., Reardon D.J. & Neethling J.B., 2011. Striking a Balance Between Nutrient Removal and Sustainability. Proceedings from WERF Conference on Nutrient Recovery and Management 2011, p. 617-637.
- Gersbach H. & Requate T., 2004. Emission taxes and optimal refunding schemes. Journal of Public Economics 88, 713-725.
- Hahn R.W. & Stavins R.N., 1991. Incentive-based Environmental Regulation: a New Era from an Old Idea? Ecology Law Quarterly 18:1-42.
- IVL, 2011. Åtgärdskostnader – Kommunala avloppsreningsverk. IVL Rapport för Naturvårdsverket. U3541.
- Naturvårdsverket, 2003. Kväveoxidavgiften – ett effektivt styrmedel. Utvärderingen av NOx-avgiften. Naturvårdsverket Rapport 5335.
- Naturvårdsverket, 2004. Förslag för kostnadseffektiv minskning av kväveoxidutsläpp. Kväveoxidavgift och handelssystem för utsläppsrätter. Slutrapportering av regeringsuppdrag gällande översyn av kväveoxidavgift för stationära förbränningsanläggningar m.m. Naturvårdsverket Rapport 5356.
- Naturvårdsverket, 2009. Statens kostnader och intäkter år 2008 för tillståndsprövning och tillsyn av vattenverksamheter. PM 2009-07-01 Dnr 526-197-09.
- Sternier T. & Höglund Isaksson L., 2006. Refunded emission payments theory, distribution costs, and Swedish experience of NOx abatement. Ecological Economics 57, 93-106.
- Sternier T. & Turnheim B., 2009. Innovation and diffusion of environmental technology: Industrial NOx abatement in Sweden under refunded emission payments. Ecological Economics 68, 2996-3006.

Bilaga 1 - Föreslagen beräkningsalgoritm för avgift och återföring

Nedanstående tabeller visar vilka nettokostnader som skulle uppstå för de avloppsreningsverk som ingår i projektet vid införandet av ett avgiftssystem med avgiften 75 respektive 175 kr/kg kväve. Det förtjänar att påpekas att beräkningarna för återföring i ett tidigt skede gjordes utifrån BOD₇ belastning räknat som pe/dygn. Senare i projektet framkom flera nackdelar med att använda BOD₇ (pe/dygn) för att beräkna återföringen. Det fanns dock i detta läge vare sig beräkningsunderlag eller arbetstid kvar i projektet för att kunna göra om beräkningarna med någon av de andra fördelningsnyckelarna som diskuterats i projektet (inkommande kväve och fysisk befolkning). Nedan föreslagen beräkningsalgoritm kan dock enkelt anpassas till annan återföringsnyckel.

	Retention		Utsläpp vid verk 2009	Utsläpp till hav 2009	Avgiftssystem kväve			
	Belastning	PLC5			N	N		
Verk	pe	N	ton	ton				
	ent. 70 g/d							
					Avgift	Återföring	Netto ej korr.	Netto korr.
Henriksdal	665 362	0	640	640	48 000 000	63 774 310	-15 774 310	-39 634 115
Käppala	481 409	0	420	420	31 500 000	46 142 589	-14 642 589	-31 905 860
Himmerfjärdsverket	266 145	0	330	330	24 750 000	25 509 724	-759 724	-10 303 646
Bromma	168 297	0	530	530	39 750 000	16 131 149	23 618 851	17 583 724
Kungsängen Uppsala	133 464	0.45	230	127	17 250 000	7 035 807	10 214 193	7 581 895
Skebäcksverket Örebro	115 068	0.79	390	82	29 250 000	2 316 133	26 933 867	26 067 335
Kungsängen Västerås	90 020	0.45	170	94	12 750 000	4 745 559	8 004 441	6 228 991
Ekebyverket Eskilstuna	84 266	0.45	219	120	16 425 000	4 442 256	11 982 744	10 320 768
Ekebyhov	24 344	0.45	16	8.7	1 192 500	1 283 364	-90 864	-571 008
Strängnäs	13 855	0.45	49	27	3 690 000	730 403	2 959 597	2 686 332
Mariefred	5 988	0.45	18	10.0	1 357 500	315 683	1 041 817	923 711
Kungsör	4 149	0.45	19	10.2	1 395 000	218 708	1 176 292	1 094 467
Storvreta	3 327	0.45	17	9.4	1 275 000	175 379	1 099 621	1 034 006
Växjö	55 147	0.45	121	67	9 075 000	2 907 171	6 167 829	5 080 173
Vislanda	5 440	0.45	7.5	4.1	565 500	286 797	278 703	171 404
Alvesta	4 892	0.45	30	16.7	2 280 000	257 911	2 022 089	1 925 597
Mörum	2 935	0	17	16.5	1 237 500	281 357	956 143	850 879
Ryd Tingsryd	2 661	0.39	5.7	3.5	427 500	155 609	271 891	213 673
Röttne	2 270	0.65	5.5	1.9	412 500	76 154	336 346	307 855
Moheda	2 035	0.45	6.6	3.6	491 250	107 291	383 959	343 818
					243 074 250	176 893 355	66 180 895	0.000
Medel Östersjön								
						Korrektionsfaktor	1.374	
						N-netto /Pe för Norra och Södra Östersjön	1.278	

A	F	AK	AQ	AS	AY	AZ	BA	BB	
1		Retention	Utsläpp vid verk 2009	Utsläpp till hav 2009	Avgiftssystem kväve				
2	Belastning	PLC5	N	N	Avgift (kr/kg)	175			
3	Verk	N	ton	ton					
4	ent. 70 g/d								
5					Avgift	Återföring	Netto ej korr.	Netto korr.	
6	Henriksdal	665 362	0	640	640	112 000 000	148 806 723	-36 806 723	-92 479 602
7	Käppala	481 409	0	420	420	73 500 000	107 666 041	-34 166 041	-74 447 006
8	Himmerfjärdsverket	266 145	0	330	330	57 750 000	59 522 689	-1 772 689	-24 041 841
9	Bromma	168 297	0	530	530	92 750 000	37 639 348	55 110 652	41 028 689
10	Kungsängen Uppsala	133 464	0.45	230	127	40 250 000	16 416 883	23 833 117	17 691 089
11	Skebäcksverket Örebro	115 068	0.79	390	82	68 250 000	5 404 310	62 845 690	60 823 782
12	Kungsängen Västerås	90 020	0.45	170	94	29 750 000	11 072 971	18 677 029	14 534 312
13	Ekebyverket Eskilstuna	84 266	0.45	219	120	38 325 000	10 365 264	27 959 736	24 081 793
14	Ekebyhov	24 344	0.45	16	8.7	2 782 500	2 994 516	-212 016	-1 332 351
15	Strängnäs	13 855	0.45	49	27	8 610 000	1 704 275	6 905 725	6 268 107
16	Manfred	5 988	0.45	18	10.0	3 167 500	736 593	2 430 907	2 155 326
17	Kungsör	4 149	0.45	19	10.2	3 255 000	510 320	2 744 680	2 553 755
18	Storvreta	3 327	0.45	17	9.4	2 975 000	409 218	2 565 782	2 412 681
19	Vaxjö	55 147	0.45	121	67	21 175 000	6 783 398	14 391 602	11 853 737
20	Vislanda	5 440	0.45	7.5	4.1	1 319 500	669 193	650 307	399 943
21	Alvesta	4 892	0.45	30	16.7	5 320 000	601 792	4 718 208	4 493 060
22	Mörnum	2 935	0	17	16.5	2 887 500	656 500	2 231 000	1 985 384
23	Ryd Tingsryd	2 661	0.39	5.7	3.5	997 500	363 088	634 412	498 570
24	Rottne	2 270	0.65	5.5	1.9	962 500	177 693	784 807	718 327
25	Moheda	2 035	0.45	6.6	3.6	1 146 250	250 345	895 905	802 243
26						567 173 250	412 751 161	154 422 089	0.000
27	Medel Östersjön								
28							Korrektionsfaktor	1.374	
29							N-netto /Pe för Norra och Södra Östersjön	1.278	

Beräkningsalgoritm:

- Avgiften för kväve beräknas som **utsläpp av kväve vid verket *avgiften**, ex $\$AZ\$2* AQ6*1000$
- Återföring beräknas som **avgiften * N-netto/pe för verk i Norra och södra östersjön *Belastningen * (1-retentionen)**, ex $\$AZ\$2*\$BA\$29*F6*(1-AK6)$.
- Korrektionsfaktorn beräknas som **1+summa netto ej korrigerat/summa återföring**, ex $1+BA26/AZ26$ och syftar till att skapa ett system med full återföring. Vi tar här inte hänsyn till administrativa kostnader men räknar med att dessa kommer utgöra en mycket liten andel av omsättningen i systemet.
- Den nettokorrigerade kostnaden för verken beräknas enligt formeln **kväve vid verket *avgiften*1000 - korrektionsfaktor*avgiften* N-netto/pe för verk i Norra och södra östersjön*Belastningen*(1-retentionen)**, ex $\$AZ\$2* AQ6*1000 \$BA\$28*\$AZ\$2*\$BA\$29*F6*(1-AK6)$

Bilaga 2 - Enkät som grund för bedömning av möjligheter för ökad avskiljning av närsalter

Nedanstående frågor skickades via Svenskat Vatten ut till samtligt ”projektverk” varav 21 svarade.

Kontaktperson:

Telefon:

e-post:

Verkets namn:

Anläggningsnummer:

Uppgifter från 2009

Belastning pe:

Belastning m³/år:

Belastning COD ton/år:

Belastning BOD ton/år:

Belastning N kg/år:

Varav internt från slamhantering kg N/år:

Belastning P kg/år:

Varav internt från slamhantering kg P/år:

Utsläpp COD ton/år:

Utsläpp BOD ton/år:

Utsläpp total-N kg/år:

Utsläpp NH₄-N kg/år:

Utsläpp NO₃-N kg/år:

Utsläpp total-P kg/år:

Utsläpp PO₄-P kg/år:

Utsläpp suspenderat material ton/år:

Har ni förfällning?

Vid Ja, medel och dos:

Typ av biologisk rening

Aktivt slam?

Med bärarmaterial?

SBR?

Biobädd?

Kväverening?

Bio-P?

Annat?

Simultanfällning?

Vid Ja, typ och dos:

Om ni har kväverening i huvudlinjen (inte på rejektvatten), vilken typ?

Fördenitrifikation?

Recirkulationsflöde, x Q?

Extern kolkälla, typ och ton/år?

SBR?

Extern kolkälla, typ och ton/år?

Simultan?

Extern kolkälla, typ och ton/år?

Efterdenitrifikation?

Extern kolkälla, typ och ton/år?

Om ni har kväverening av rejektivatten separat, vilken typ?

SBR?

Extern kolkälla, typ och ton/år?

Annat system, vilket?

Extern kolkälla, typ och ton/år?

Har ni efterfällning av fosfor?

Om Ja, medel och dos?

Avskiljning med sedimentering?

Avskiljning med flotation?

Avskiljning på filter?

Har ni slutpolering av vattnet?

Om Ja, vilken typ?

Slamhantering

Egen slamrötning?

Annan egen stabilisering?

Rötning på annat verk?

Total N kg/år som tas in som externt organiskt material (fett, extern slam, matavfall m m)

Total P kg/år som tas in som externt organiskt material (fett, extern slam, matavfall m m)

TS på slam som lämnar verket?

Total N kg/år som lämnar reningsverket i form av slam

Total P kg/år som lämnar reningsverket i form av slam

Halter i interna strömmar (dygnsmedelvärde, ange årstid)

mg/L	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total N	PO ₄ -P	Total P
In till försedimentering					
Ut från försedimentering/fällning					
Ut från mellansedimentering					
Ut från verket					
I rejektivattnet/internbelastningen					

Förändringar sedan 2009 som har påverkat utsläppen?

Tankar kring eller planer på utbyggnad/förändringar som kan minska utsläppen av närsalter?

(Det kan vara allt från första funderingar till offertförfrågningar på teknik, ökad eller minskad anslutning, överföring till annat verk eller platsbrist för utbyggnad)

Med hjälp av de här uppgifterna och direkta diskussioner är det meningen att vi tillsammans ska kunna avgöra vid vilka utsläppspriser på N och P som det just i ert fall skulle löna sig att ändra processen. Skulle det med t.ex. en avgift på 50, 75, 200 kr/kg tot-N

och 300, 1 000, 3 000 kr/kg tot-P löna sig att justera, processoptimera eller till och med bygga om, jämfört med att betala avgiften?
Resultatet ska bara användas som exempel på hur olika avgifter skulle slå på utsläppen från ARV. Det har ingenting med krav i någon riktning att göra. För att vi ska kunna beräkna effekten på ett större avrinningsområde är det viktigt att så många som möjligt av de 31 tillfrågade verken kan ställa upp på det här!

Svar och eventuella frågor ställs så snart som möjligt till

Mats Ek mats.ek@ivl.se
IVL Svenska Miljöinstitutet AB tel. 08 598 563 84
Box 210 60
100 31 Stockholm

Bilaga 3 - Reningsverk med utsläpp till känsliga vattenförekomster

I tabellen nedan redovisas reningsverk med utsläpp till kustvattenförekomster eller inom tillrinningsområden till vattenförekomster (vattendrag och sjöar) som har Dålig, Otillfredsställande eller Måttlig status avseende närsalter, vilket utgör totalt 106 st. Eftersom utsläppskoordinaterna inte alltid är tillförlitliga i SMP finns det viss osäkerhet kring vilka verk som ligger i känsliga områden. Tabellen visar inte heller verk som ligger uppströms känsliga områden eller med utsläpp till närliggande kustområden

Anlaggningsnamn	Anlaggsnummer	Vattenförekomststyp	Status	EU-kod
Almvik	0883-003	Kust	O	SE575150-162700
Alvesta avloppsreningsverk	0764-50-001	Vattendrag	M	SE630725-141985
Arkelstorp	1290-50-001	Sjö	M	SE621816-140914
Bergkvara	0834-005	Kust	M	SE562050-160820
Bettna avloppsreningsverk	0482-050-001	Sjö	O	SE652364-156455
Bjursås	2080-50-004	Sjö	M	SE673424-147881
Björna reningsverk	2284-50-281	Vattendrag	M	SE705265-163913
Blankaholm	0883-029	Kust	M	SE573500-163500
Boda	0862-005	Vattendrag	M	SE628616-149707
Bodbyns avloppsreningsverk	2480-131-17	Vattendrag	M	SE710127-172820
Bodums reningsverk	2284-50-081	Kust	M	SE631460-185000
Borgholm	0885-001	Kust	M	SE565400-163600
Bottnaryd	0680-K230	Vattendrag	M	SE640612-137881
Bredaryd	0683-50-003	Vattendrag	M	SE634350-137615
Bullmark avloppsreningsverk	2480-131-11	Vattendrag	M	SE710995-172915
Buskhyttans avloppsreningsverk	0480-050-003	Kust	M	SE583970-170280
Byxelkrok	0885-013	Kust	M	SE570900-164501
Bäckebo	0881-012	Vattendrag	M	SE630796-151644
Djurhamn avloppsanläggning	0120-50-002	Kust	M	SE592000-184700
Edstorpstaviks avloppsreningsverk	0480-050-021	Sjö	O	SE652364-156455
Ellenö avloppsreningsverk	1439-10005	Sjö	D	SE649255-127344
Eriksmåla	0862-0061	Vattendrag	O	SE628282-147941
Finnhamns avloppsreningsverk	0117-51-012	Kust	M	SE592640-184500
Frövi avloppsreningsverk	1885-50-003	Sjö	M	SE658942-147869
Gamleby	0883-019	Kust	O	SE575150-162700
Granskärs avloppsreningsverk	2182-001	Kust	M	SE611676-171000
Gravmark avloppsreningsverk	2480-131-18	Vattendrag	M	SE710995-172915
Gräsmyr	2401-131-08	Vattendrag	M	SE707384-169697
Gullabo	0834-002	Vattendrag	O	SE626009-149915
Hasselfors avloppsreningsverk	1860-50-002	Sjö	M	SE655681-143519
Hasslö avloppsreningsverk	1080-50-003	Kust	M	SE560775-153055

Himmerfjärdsverket	0127-50-001	Kust	O	SE590000-174400
Hishult	1381-50-011	Vattendrag	M	SE625864-134890
Hjälmsätters avloppsreningsverk	0483-051-006	Sjö	O	SE657240-152792
Hultsfred	0860-001	Sjö	M	SE636866-150376
Håknäs	2401-131-05	Vattendrag	M	SE707157-168741
Hällekis avloppsreningsverk	1471-509	Sjö	O	SE650392-136325
Hässleholms avloppsreningsverk	1293-50-005	Sjö	O	SE622731-136920
Höganäs avloppsreningsverk	1284-50-001	Kust	M	SE561030-122821
Hökön	1273-50-001	Vattendrag	M	SE624587-140218
Hörja avloppsreningsverk	1293-E3	Vattendrag	M	SE623645-135861
Johansfors	0862-008	Vattendrag	M	SE628479-148432
Kiviks avloppsreningsverk	1291-50-008	Kust	M	SE554800-142001
Knorthems reningsverk	2284-50-084	Kust	O	SE631610-184500
Kosta avloppsreningsverk	0761-50-002	Vattendrag	O	SE629897-147666
Kristianstad	1290-50-011	Sjö	O	SE620406-140165
Kristinehamns	1781-003	Sjö	O	SE657890-140136
Kulltorps	0617-50-004	Vattendrag	M	SE634350-137615
Kungsängens reningsverk	1980-50-001	Sjö	M	SE660825-154247
Kungsörs avloppsreningsverk	1960-50-001	Sjö	O	SE659356-152200
Kvidinge avloppsreningsverk	1277-50-002	Vattendrag	M	SE623033-132783
Landeryd	1315-50-005	Vattendrag	M	SE633956-134984
Lanna	0683-50-012	Vattendrag	M	SE634350-137615
Linanäs. avloppsanläggning	0117-50-005	Kust	M	SE592790-183000
Loftahammar	0883-018	Kust	M	SE575370-164220
Lundåkraverket	1282-50-001	Kust	M	SE554810-125240
Lunger	1984-K930	Sjö	O	SE657240-152792
Långasjö	0862-009	Sjö	M	SE627100-148506
Långshyttans	2083-50-002	Sjö	O	SE670007-150866
Lönsboda avloppsreningsverk	1273-50-003	Vattendrag	M	SE625507-140834
Margretelund; avloppsanläggning	0117-50-006	Kust	M	SE592605-182310
Molkom avloppsreningsverk	1780-006	Sjö	D	SE660666-138102
Målerås	0881-015	Vattendrag	M	SE630690-148542
Mönsterås	0861-001	Kust	O	SE570080-163430
Nogersunds avloppsreningsverk	1083-50-004	Kust	M	SE554800-142001
Norsa avloppsreningsverk	1983-50-001	Sjö	O	SE659631-151422
Nyköpings avloppsreningsverk	0480-050-008	Kust	D	SE584435-170450
Nylidens reningsverk	2284-50-285	Vattendrag	M	SE706977-163227
Nysättra avloppsanläggning	0188-50-013	Kust	M	SE595000-185600
Ormanäs avloppsreningsverk	1267-50-001	Sjö	D	SE620062-135224
Osby avloppsreningsverk	1273-50-004	Sjö	D	SE624815-138826
Oskarshamn	0882-001	Kust	M	SE571552-162848

Ramsbergs avloppsreningsverk	1885-50-007	Vattendrag	M	SE663083-147032
Rosvik	2581-40	Vattendrag	M	SE727153-177328
Röke avloppsreningsverk	1293-E1	Vattendrag	M	SE623645-135861
Sanda	1080-50-013	Kust	M	SE560810-153980
Sandvik	0885-011	Kust	M	SE570900-164501
Sandvik	0563-50-003	Kust	M	SE581000-164020
Segmons avloppsreningsverk	1764-003	Sjö	O	SE657368-134114
Sibbhult avloppsreningsverk	1256-50-007	Vattendrag	M	SE624587-140218
Sjölunda avloppsreningsverk	1280-50-001	Kust	M	SE554040-125750
Sjötofta	1452-K680	Vattendrag	M	SE636035-134800
Skorpeds reningsverk	2284-50-185	Vattendrag	M	SE702733-161452
Skärgårdsstad reningsverk	0117-51-004	Kust	M	SE592650-182815
Skärkind	0581-E4	Sjö	M	SE648779-150974
Starby	1292-K545	Vattendrag	M	SE623033-132783
Sävar avloppsreningsverk	2480-131-05	Vattendrag	M	SE710995-172915
Södra vi	0884-004	Sjö	O	SE640446-149870
Sövde	1265-K466	Sjö	D	SE616415-136415
Sövestad	1286-K520	Sjö	O	SE615375-137087
Timmernabben	0861-004	Kust	M	SE565800-163000
Timmersdala avloppsreningsverk	1496-502	Sjö	O	SE649177-137968
Tingsryds avloppsreningsverk	0763-50-007	Sjö	M	SE626085-144795
Tjustvik reningsverk	0120-50-003	Kust	M	SE591760-181955
Torhamn	1080-50-014	Kust	D	SE560700-155801
Torna hällestad	1281-K501	Sjö	M	SE617797-135339
Torup	1315-50-002	Vattendrag	D	SE631779-133350
Tvärålands avloppsreningsverk	2404-131-04	Vattendrag	M	SE711599-168878
Täfteå avloppsreningsverk	2480-131-07	Kust	M	SE634950-202940
Utö avloppsreningsverk	0136-51-006	Kust	M	SE585797-181090
Vislanda avloppsreningsverk	0764-50-006	Vattendrag	M	SE629623-141900
Vrena avloppsreningsverk	0480-050-019	Sjö	O	SE652364-156455
Västervik	0883-001	Kust	M	SE574560-163950
Växjö avloppsreningsverk	0780-50-011	Sjö	D	SE630480-143556
Älghults avloppsreningsverk	0760-50-012	Vattendrag	M	SE632279-148683
Örsjö	0881-007	Vattendrag	M	SE628616-149707
Östhammars avloppsreningsverk	0382-50-096	Kust	D	SE601300-182880

Bilaga 4 - Workshop – Nya styrmedel för kommunala avloppsreningsverk för att uppnå BSAP-betingen

En workshop i samarbete mellan Naturvårdsverket, Svenskt Vatten och IVL Svenska Miljöinstitutet.

När: 12.00 29 september – 12.00 30 september

Var: Scandic Foresta, Lidingö ([webblänk](#))

Hur: Naturvårdsverket och Svenskt Vatten erbjuder kostnadsfri övernattning och middag.

Bakgrund

Naturvårdsverket har fått i regeringsuppdrag att utreda och föreslå nya styrmedel med mål att uppnå reningsverkens BSAP-beting. Det innebär att kväve- och fosforutsläppen ska minska med 3 000 respektive 15 ton jämfört med 2006 års nivå till 2021. Naturvårdsverket ska till regeringen presentera ett färdigt förslag på nya styrmedel som kan införas till 2016. Svenskt Vatten förespråkar ett avgiftssystem med återföring, vilket är ett av de styrmedel som Naturvårdsverket utreder. IVL Svenska Miljöinstitutet utvärderar i ett pågående samfinansierat projekt tillsammans med Svenskt Vatten effekten av ett avgiftssystem med återföring.

Syfte med workshopen

Att tillsammans med beslutsfattare vid svenska reningsverk analysera och inhämta synpunkter på de styrmedel som Naturvårdsverket analyserar i regeringsuppdraget samt på den förstudie av ett avgiftssystem som IVL genomför tillsammans med Svenskt Vatten.

Mål med workshopen

- att genom diskussioner och jämförande experiment med beslutsfattare vid reningsverk bättre förstå hur olika styrmedelsförslag kan fungera i praktiken och hur de kan påverka beslut om rening av kväve och fosfor på reningsverken
- att diskutera och få en uppfattning om när enklare processoptimeringar respektive större ekonomiska investeringar kommer att genomföras i de kommunala reningsverken

Agenda

29/9

- 12.00-13.00 Lunch
- 13.00-13.15 BSAP-mål och beting. Bakgrund till införande av nya styrmedel 2016 för att minska reningsverkens kväve- och fosforutsläpp, Naturvårdsverket
- 13.15-13.45 Presentation av de styrmedel som Naturvårdsverket analyserar i sitt uppdrag att till regeringen föreslå och utveckla nya styrmedel till 2016, Naturvårdsverket
- 13.45-14.15 Hur kan dagens administrativa styrmedel förändras och förbättras?, Naturvårdsverket
- 14.15-14.30 Varför Svenskt Vatten vill ha ett avgiftssystem med återföring, Svenskt Vatten
- 14.30-15.00 Förstudie avgiftssystem fosfor och kväve, IVL
- 15.00-15.30 Fika
- 15.30-16.00 Introduktion till beräkningsövningar på Handelssystem, IVL och Naturvårdsverket
- 16.00-17.00 Beräkningsövning för handelssystem IVL och Naturvårdsverket

30/9

- 08.30-09.00 Reflektioner dag 1, Naturvårdsverket och SV
- 09.00-09.30 Introduktion till beräkningsövningar på avgiftssystem, IVL och Naturvårdsverket
- 09.30-10.00 Beräkningsövning för avgiftssystem, IVL och Naturvårdsverket
- 10.00-10.30 Fika
- 10.30-11.00 Beräkningsövning för avgiftssystem, IVL och Naturvårdsverket
- 11.00-11.30 Diskussion om avgiftssystem, IVL och Naturvårdsverket
- 11.30-12.00 Sammanfattning av resultat från workshopen, Naturvårdsverket och SV
- 12.00- Lunch