

Biologisk fosforrening i Sverige – Erfarenhetsutbyte i nätverk

Anna Maria Borglund

Käppalaförbundet, Box 3095, 181 03 Lidingö, annamaria.borglund@kappala.se

Sammandrag

I Sverige har vi en långvarig tradition med kemisk rening för att rena avloppsvattnet från fosfor. De höga reningskraven på utgående fosforhalt till recipienten medför att användningen av fällningskemikalier är omfattande. I samband med att allt fler kommuner vill driva sina reningsverk med så liten miljöpåverkan som möjligt har det blivit aktuellt att titta på åtgången av energi och kemikalier i reningsprocessen. I och med att många reningsverk byggdes ut för biologisk kväverening på 80-talet byggdes många samtidigt om för att kunna drivas med biologisk fosforrening. VA-teknik vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) har under drygt 10 års tid bedrivit forskning kring bio-P-processen och har varit en drivande part vid implementeringen av bio-P-processen på svenska reningsverk .

Under år 2000 gjorde LTH en kartläggning av svenska reningsverk som drevs som bio-P-anläggningar. Studien resulterade i en databas med ett 30-tal anläggningar. Det är denna databas som legat till grund för uppstarten av ett svenskt bio-P-nätverk under år 2003. Nätverket drivs inom ramen för ett 5-årsprojekt med målsättningen att ha minst tio stycken fungerande bio-P-verk i drift i Sverige vid projektets avslutande. I dagsläget består nätverket av 19 kommuner/reningsverk samt representanter från institutionen för VA-teknik på LTH och branschorganisationen Svenskt Vatten. Fokus inom nätverket är att ha ett fungerande erfarenhetsutbyte med en tydlig koppling mellan teori och praktik. Aktiviteterna inom nätverket består av seminarier, studiebesök, gemensam hemsida, gemensamma projekt, kursverksamhet och standardisering av metoder för processutredning.

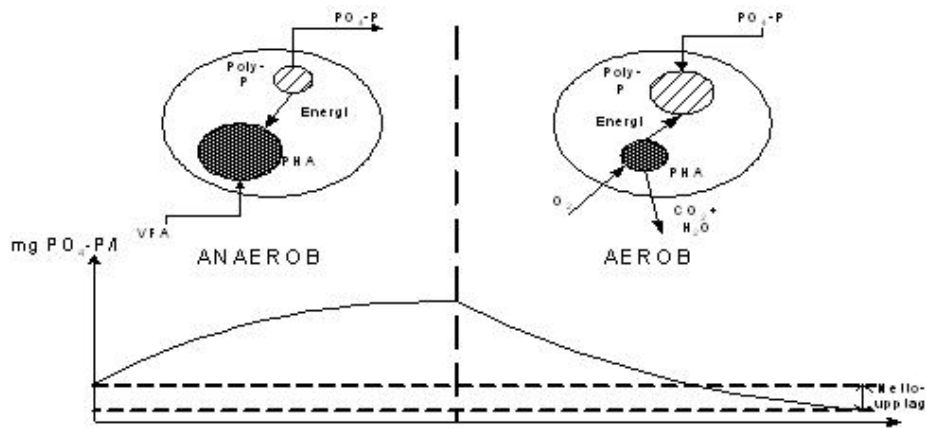
Reningskraven m a p fosfor är så höga i Sverige att ett realistiskt mål för bio-P-verken är att minska doseringen av fällningskemikalie, snarare än att helt upphöra med den. Det är vanligt att driva en kombinerad kemisk och biologisk fosforrening, det är endast två av reningsverken i bio-P-databasen där man inte har någon tillsats av kemikalie överhuvudtaget. Begränsande faktorer för bio-P-processen är ofta tillgången på organiskt material i inkommande vatten i förhållande till inkommande fosfathalt. Ett sätt att stabilisera processen är att ha en intern produktion av kolkälla genom antingen primärslamhydrolys eller returslamhydrolys, vilket blir allt vanligare på Sveriges bio-P-verk.

I Skandinavien är det bara i Danmark som bio-P-processen fått genomslag. Det är vanligt att danska reningsverk drivs med en kombinerad kemisk och biologisk rening. Starka drivkrafter för att utveckla processen är här en reducering av driftskostnader, en minskning av slammängderna och det faktum att de har utsläppsavgifter på fosfor, kväve och organiskt material. I övriga Europa ser man ett ökande intresse för bio-P i Tyskland och i Holland har man utvecklat bio-P-processen på många reningsverk sedan i början av 90-talet .

Introduktion om biologisk fosforrening

Utvecklingen av biologisk fosforrening, bio-P, startade redan på 1960-talet då man på olika håll observerade ett nettoupptag av fosfor i aktivslamprocessen under vissa processbetingelser. Forskning bedrevs på flera håll under 60- och 70-talen och med tiden kom forskarna fram till att man genom att ha omväxlande anaeroba och aeroba zoner i en aktivslamprocess stimulerar tillväxten av bio-P-bakterier som bidrar till en biologisk fosforrening (Janssen et al., 2002). Utvecklingen av bio-P-processen har sedan fortsatt under flera decennier, såväl inom forskarvärlden och genom praktiska erfarenheter på reningsverk runt om i världen.

I figur 1 visas en principskiss över bio-P-processen. En nödvändig betingelse för en bio-P-process är att det finns både en anaerob och en luftad zon. I den anaeroba zonen sker ett fosforläpp från bio-P-bakterierna till vattenfasen samtidigt som bakterierna tar upp lättillgängligt organiskt material som de lagrar som energiupplag i sina celler. Denna upplagrade energi används sedan som kolkälla i den luftade zonen för att ta upp fosfor från vattenfasen. Fosfor som tagits upp lagras i bakteriecellen som poly-fosfat (poly-P). Det är denna poly-P som sedan används som energi vid upptaget av organiskt material vid upptaget av organiskt material i anaerobzonen. Sett över hela biosteget erhålls ett nettoupptag av fosfat eftersom upptaget i aerobzonen är större än släppet i anaerobzonen. Detta nettoupptag av fosfor tas ut ur systemet med det slam som förs vidare till slambehandlingssteget, en fosforreduktion har uppnåtts.



Figur 1. Principskiss över bio-P-processen.

Begränsande faktorer för bio-P-processen är ofta tillgången på organiskt material i inkommande vatten i förhållande till inkommande fosfathalt. Bio-P-bakterierna utnyttjar det allra mest lättillgängliga kolet i inkommande avloppsvatten, nämligen det kol som finns i form av korta fettsyror, VFA. Ett sätt att stabilisera processen är att ha en intern produktion av kolkälla genom antingen primärslamhydrolys eller returslamhydrolys.

I Skandinavien är det bara i Danmark som bio-P-processen fått genomslag. Det är vanligt att danska reningsverk drivs med en kombinerad kemisk och biologisk rening. Starka drivkrafter för att utveckla processen är här en reducering av driftkostnader, en minskning av slammängderna och det faktum att de har utsläppsavgifter på fosfor, kväve och organiskt material. I övriga Europa ser man ett ökande intresse för bio-P i Tyskland, och i Holland har man utvecklat bio-P-processen på många reningsverk sedan man i början av 90-talet drog igång två större rikstäckande forskningsprogram efter nya krav på kväve- och fosforrening (Jansen, 2003; Janssen et al., 2002).

Biologisk fosforrening i Sverige

I Sverige har vi en långvarig tradition med kemisk rening för att rena avloppsvattnet från fosfor. De höga reningskraven på utgående fosfornivå till recipienten medför att användningen av fällningskemikalier är omfattande. I samband med att allt fler kommuner vill driva sina reningsverk med så liten miljöpåverkan som möjligt har det blivit aktuellt att titta på åtgången av energi och kemikalier i reningsprocessen. Användningen av fällningskemikalier ger negativa effekter på miljön vid tillverkning och transport och är dessutom förknippade med en betydande kostnadspost rörande kemikalieinköp och ökade slammängder. Om det blir aktuellt att återvinna fosfor ur slammet är det dessutom en nackdel om det är bundet kemiskt.

I och med att många reningsverk byggdes ut för biologisk kväverening på 80-talet byggdes många samtidigt om för att kunna drivas med biologisk fosforrening. VA-teknik vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) har under drygt 10 års tid bedrivit forskning kring bio-P-processen och har varit en drivande part vid implementeringen av bio-P-processen på svenska reningsverk. Sedan tre år tillbaka driver VA-teknik på LTH ett VA-Forsk-finansierat projekt, Biologisk Fosforavskiljning i Sverige, med syftet att utveckla bio-P-processen på svenska reningsverk. Projektet består av tre faser, "Karakterisering, kartläggning och implementering", "Uppstart och förutsättningar för drift med bio-P" samt "Implementering av bio-P i stor skala". Fas Ett är nu avslutad och presenteras i VA-Forskrapport nr B 2004-102 (Jansen, J. la Cour et al., 2004).



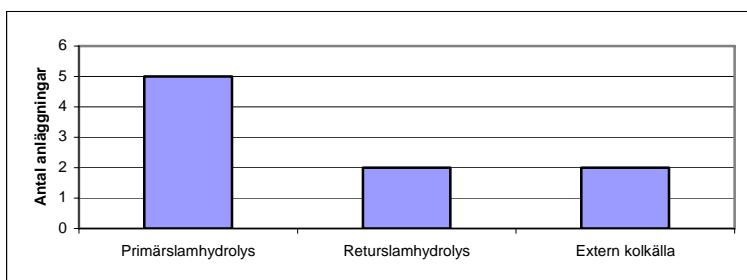
Under år 2000 gjordes en kartläggning av svenska reningsverk som drevs som bio-P-anläggningar eller körde försök i pilotskala (Tykesson E., et al., 2001). Studien resulterade i en databas med ett 30-tal anläggningar. Det är denna databas som legat till grund för uppstarten av ett svenskt bio-P-nätverk. I databasen finns uppgifter rörande kontaktpersoner, anläggningarnas dimensioner, utformning och utsläppskrav. Utöver detta finns data rörande avloppsvattnets sammansättning, omfattningen av bio-P respektive kemisk fällning samt möjlighet att redovisa vilka försök man gjort för att kartlägga sin bio-P-process. I dag finns databasen endast tillgänglig för bio-P-nätverkets medlemmar.

I augusti 2004 bestod databasen av 24 st anläggningar varav 19 st har bio-P-utformning. Majoriteten av bio-P-anläggningarna ligger i södra Sverige, se karta i figur 2. Av de 19 bio-P-verken driver 12 st bio-P-processen på hela vattenflödet. Sammanlagt renas avloppsvatten från uppskattningsvis 430 000 p.e med bio-P inom nätverket. Reningskraven m a p fosfor är så höga i Sverige att ett realistiskt mål för bio-P-verken är att minska doseringen av fällningskemikalie, snarare än att helt upphöra med den. Det är vanligt att driva en kombinerad kemisk och biologisk fosforrening, det är endast två av reningsverken i bio-P-databasen där man inte har någon tillsats av kemikalie överhuvudtaget. Av de verk med viss kemisk fällning är det vanligt att ha en efterfällning alternativt en stöddosering till biosteget (simultanfällning).

Figur 2. Karta över svenska bio-P-anläggningar.

Vid anläggningar som kör en aktivslamprocess med efterföljande rötning kan bio-P-processen leda till en ökad internbelastning av fosfat. Detta beror på att en del av den biologiskt bundna fosfor släpper i den anaeroba miljön i rötkammaren och recirkuleras till reningsprocessen med rejektvattnet. Hur stor del av fosfor som släpper beror på processutformning, slamegenskaper och metallinnehåll (Wild et al., 1997). Detta är en av anledningarna till att det är vanligt att driva en kombinerad kemisk och biologisk fosforrening, den frigjorda fosfaten binds upp med metaller som finns tillgängliga i röttningsprocessen. Av de 12 reningsverk i bio-P-databasen som uppgett att de driver bio-P-processen på hela det inkommande avloppsvattnet är det bara tre som har en efterföljande rötning.

Vid sju av reningsverken i databasen har man en intern VFA-produktion, se figur 3. Den vanligaste processen är primärslamhydrolys, där man frigör lättillgängligt organiskt material ur primärslammet genom att ha en rundpumpning av primärslam i försedimenteringsbassängen. På två verk har man returslamhydrolys som för övrigt är en vanligt förekommande process i Danmark. Denna process kräver ofta större volymer och uppehållstider än primärslamhydrolys, eftersom returslammet är mer stabiliserat än primärslammet. Vid två verk använder man sig av extern kolkälla för att stabilisera bio-P-processen.



Figur 3. Antal verk i bio-P-databasen som har intern produktion av kolkälla alternativt tillsats av extern kolkälla.

Det reningsverk som kommit längst i utvecklingen av sin bio-P-process är Öresundsverket i Helsingborg. Här har man haft en bio-P-process i drygt 10 år. Idag har man reducerat användningen av fällningskemikalie till motsvarande 0,9 ton Fe/ton P renad.

Erfarenhetsutbyte i nätverk

Bio-P-nätverket bildades under år 2003 på initiativ av LTH och ett bio-P-projekt som drevs på Käppalaverket (Borglund, A M., 2004). En mailgrupp startades och i oktober 2003 hölls ett uppstartsmöte i Halmstad. Det beslutades att nätverket skulle drivas inom ramen för ett 5-årsprojekt med målsättningen att ha minst tio stycken fungerande bio-P-verk i drift i Sverige vid projektets avslutande¹. I dagsläget består nätverket av 19 kommuner/reningsverk samt representanter från institutionen för VA-teknik på Lunds Tekniska Högskola (LTH) och branschorganisationen Svenskt Vatten.

Nätverket har en styrgrupp bestående av tre personer. Styrgruppens uppgift är att driva nätverkets arbete framåt och verka sammankallande till nätverksaktiviteter.

Nätverkets aktiviteter består av:

- Seminarier
- Träffar/studiebesök
- Gemensam hemsida
- Gemensamma projekt
- Kursverksamhet
- Erfarenhetsutbyte
- Standardisering av metoder för processutredning

Med hjälp av erfarenhetsutbyte inom nätverket är det lättare att få fler bio-P-verk i Sverige och även att optimera befintliga bio-P-processer. Hemsidan är central för erfarenhetsutbytet inom nätverket. Här samlas all information som kan komma nätverkets medlemmar till nytta. Tanken är att man på hemsidan ska kunna hitta information om bio-P-processen, metodbeskrivningar, tips på litteratur, information om gemensamma projekt, möten och seminarier, rapporter från andras utredningar e t c. Dessutom finns ett diskussionsforum på nätverkets interna sida som är lösenordsskyddad. Hemsidan är konstruerad med hjälp av en mall som Institutet för Ekologisk Hållbarhet, IEH, tagit fram. En person i nätverket har tagit på sig att administrera hemsidan vars innehåll byggs upp av olika personer i nätverket. Hemsidan nås på internetadressen www.ieh.se/biop.

Inom nätverket anordnas träffar 1-2ggr/år. Mötena har varit i seminarieform med förberedda inlägg varvat med gruppdiskussioner rörande driftserfarenheter och nätverkets utformning. Det är kostnadsfritt att delta i nätverket, vid träffarna har deltagarna ibland fått betala för lokalhyra och mat.

Nätverket främjar utbytet av kontakter mellan den akademiska världen och kommunerna som besitter mycket praktisk erfarenhet. En av huvudidéerna med nätverket är att det ska finnas en tydlig koppling mellan teori och praktik. Genom att bedriva gemensamma projekt inom nätverket kan forskningen bli direkt tillämpbar på befintliga processer ute på anläggningarna.

En kurs för driftingenjörer i nätverket planeras under ledning av VA-teknik på LTH och i maj 2004 anordnades en gemensam kurs om mikroskopering till självkostnadspris. Mikroskoperingskursen vände sig till verkspersonal med intresse för – och kunskap om mikrobiologi och anordnades som ett samarbete mellan ANOX AB i Lund och LTH. Linda Blackall från University of Brisbane, Australien, som är gästprofessor vid VA-teknik och Bioteknik i Lund under perioden april t o m september 2004, medverkade vid kursen som var fulltecknad. De 17 deltagarna fick många praktiska tips om hur de kan använda mikroskopering för att följa upp och optimera reningsprocessen på sina verk.

Nätverket har sökt forskningsbidrag för gemensamma projekt. Man har erhållit pengar från VA-Forsk för ett gemensamt projekt rörande skillnad i avvattningsbarhet mellan ett simultanfällt slam och ett bio-P-slam. I projektet är det LTH som sköter ekonomi och avrapportering. Öresundsverket i Helsingborg har visat att slam från processlinjer drivna med bio-P har betydligt bättre sedimentationsegenskaper

¹ Ett bio-P-verk kan här anses vara en anläggning som drivs med en dokumenterad bio-P-aktivitet. Kemikalier får användas, men givetvis i mindre omfattning än hos konventionella anläggningar.

och avvattningssegenskaper jämfört med slam från linjer där man har stöddoserat med järn. Erfarenheter från Holland verkar också bekräfta att bio-P kan vara gynnsamt för både sedimentering och avvattning (Janssen et al., 2002). Dessa erfarenheter strider dock mot resultat från vissa anläggningar där införandet av bio-P har inneburit sämre slamegenskaper. Projektet kommer att innebära att ett antal av nätverkets anläggningar följer slamegenskapernas utveckling och kartlägger vilka ändringar som påverkar slamegenskaperna och vilka konsekvenser det ger för kapaciteten av anläggningens slambehandling.

Diskussion och slutsats

Biologisk fosforrening introducerades i Sverige i större skala för drygt 10 år sedan. Sedan dess har antalet anläggningar med dokumenterad erfarenhet av bio-P-drift stadigt ökat. Mycket av utvecklingen av bio-P-processen har letts av forskare från avdelningen för VA-teknik på Lunds Tekniska Högskola vilket förklarar varför antalet bio-P-anläggningar är störst i södra Sverige. Införandet av biologisk kväverening på 80-talet medförde att man på många håll även byggde om för att kunna driva en bio-P-process. Nu när drift- och processingenjörer på landets reningsverk vant sig vid biologisk kväverening är steget att övergå från en rent kemisk rening av fosfor till biologisk fosforrening inte lika stort. Användningen av fällningskemikalier är förknippade med en belastning på miljön vid tillverkning och transporter, liksom kostnader för inköp och omhändertagandet av extra slammängder. Sveriges kommuner har stränga fosforreningskrav vilket medför att användningen av fällningskemikalier ofta är oundvikligt. Det bör finnas en balans mellan miljöaspekterna att dels skydda recipienten från övergödning, och dels bidra till en belastning på miljön genom användningen av kemikalier. På senare år har medvetenheten ökat på kommunerna och man har börjat titta mer på sitt användande av energi och kemikalier. Här kan bio-P-processen komma in som ett alternativ till en rent kemisk fosforreningsprocess.

Tittar man på bio-P-processens utbredning i övriga Europa och världen ser man att länder med stark forskartradition, som till exempel Holland, Sydafrika, Australien och Kanada har satsat på bio-P i större skala (Jansen, J. la Cour, 2003). I Skandinavien är det bara i Danmark som man utvecklat bio-P-processen på bred front med reducerade driftskostnader som drivkraft. I och med att antalet bio-P-verk ökar och samarbetet mellan kommuner och högskolor blir bättre kan man tänka sig att bio-P-processen får fäste även i Sverige på sikt. I ett scenario där fällningskemikalier blir dyrare än idag och/eller återvinning av fosfor ur slam blir verklighet finns det mycket att vinna på att driva en bio-P-process.

Bio-P-nätverket som bildades under år 2003 har en central roll för erfarenhetsutbytet mellan bio-P-aktörer i Sverige. En nackdel med bio-P-processen jämfört med kemisk rening är att den är mer komplex och därmed kräver mer tillsyn och större engagemang från driftspersonalen. Genom att använda bio-P-nätverkets kunskap och samlade erfarenhet blir driften lättare och kanske mer stimulerande. Nätverkets hemsida spelar en viktig roll när det gäller att knyta ihop nätverkets samlade aktiviteter och projekt och förhoppningen är att det ska öka dialogen mellan nätverkets deltagare ytterligare.

Referenser

Borglund, A. M., 2004. "Kombinerad kemisk och biologisk fosforrening på Käppalaverket, Lidingö – En studie ur ett processtekniskt, mikrobiologiskt och ekonomiskt perspektiv". VA-Forskrappport nr 2004-06.

Jansen, J. la Cour, 2003. *Bio-P-seminarium på Käppalaverket, Lidingö*, april 2003.

Jansen, J. la Cour, Särner, E., Tykesson, E., Jönsson, K., 2004. "Biologisk fosforavskiljning i Sverige – karakterisering, kartläggning och planering". VA-Forskrappport nr B 2004-102.

Janssen, P.M.J., Meinema, K., och Roest, H.F. van der., 2002. Biological Phosphorus Removal - Manual for design and operation, STOWA Report, IWA Publishing.

Tykesson, E., Jansen, J. la Cour. och Särner, E. 2001. "Bio-P på mindre svenska anläggningar". Nordiskt seminarium, Köpenhamn, januari 2001.

Wild, D., Kisliakova, A. och Siegrist, H., 1997. "Prediction of recycle phosphorus loads from anaerobic digestion". Water resource, 31(9), s 2300-2308.