

Pilotstudie av tre metoder att bekämpa fjädermyggor i avloppsreningsverk

Leif Sildén



Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten Utveckling (SV-Utveckling) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet.

SV-Utveckling (fd VA-Forsk) initierades gemensamt av Svenska Kommunförbundet och Svenskt Vatten. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvatten
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

SV-Utveckling styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Anders Lago, ordförande	Södertälje Kommun
Olof Bergstedt	Göteborg Vatten
Lena Söderberg	Svenskt Vatten AB
Per Fåhraeus	Varbergs Kommun
Carina Färm	Eskilstuna Energi & Miljö AB
Daniel Hellström	Svenskt Vatten AB
Mikael Medelberg	Roslagsvatten AB
Marie Nordkvist Persson	Sydvatten AB
Lars-Gunnar Reinius	Stockholm Vatten AB
Bo Rutberg	Sveriges Kommuner och Landsting
Ulf Thysell	VA SYD
Susann Wennmalm	Käppalaförbundet
Fred Ivar Aasand	Norsk Vann, adjungerad

Författaren är ensam ansvarig för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB
Box 47 607
117 94 Stockholm
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Pilotstudie av tre metoder att bekämpa fjädermyggor i avloppsreningsverk
Title of the report:	Studies of three methods to control non-biting midges in sewage treatment plants
Rapportnummer:	2009-15
Författare:	Leif Sildén (f.d. Larsson), VA-Ingenjörerna AB
Projektnummer:	26-111
Projektets namn:	Myggproblem på avloppsreningsverk – praktiska försök
Projektets finansiering:	Svenskt Vatten Utveckling, Örebro kommun, VA-Ingenjörerna AB
Rapportens omfattning	
Sidantal:	24
Format:	A4
Sökord:	Fjädermygg, chironomidae, chironomus riparius, avloppsreningsverk
Keywords:	Non-biting midges, chironomidae, Sewage treatment plants
Sammandrag:	Massproduktion av fjädermyggor i reningsverk är ett stort arbetsmiljöproblem. Tre praktiska försök mot fjädermyggor i avloppsreningsverk har genomförts i Örebro kommun. Dosering med BTI har visat sig fungera väl.
Abstract:	Mass production of non-biting midges is a big work environment problem in sewage treatment plants. A study of three methods to control non-biting midges in sewage treatment plants has been implemented in Örebro municipality. Dosage with BTI has shown itself function well.
Målgrupper:	Personal på avloppsreningsverk, beslutsfattare på kommunal och statlig nivå
Omslagsbild:	Flygande fjädermyggor i ett avloppsreningsverk med stor förekomst. Fotograf: Leif Sildén
Rapport:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2009
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB

Förord

Fjädermyggor är ett betydande arbetsmiljöproblem vid avloppsreningsverk i Örebro och andra delar av landet. Problemen accentueras i överbyggda reningsverk. En pilotstudie har utförts av tre metoder att bekämpa fjädermyggor i reningsverk i Örebro. Avgörande för att kunna genomföra försöken har varit den hjälp med design av pilotstudien samt med konstruktiv kritik av texten av Jan O. Lundström, avdelningen för populationsbiologi, Uppsala universitet, den support och erfarenhet som förmedlades av Mark Cleworth, Biachem Ltd i England, identifiering av fjädermyggor utfört av Yngve Brodin, avdelningen för populationsbiologi vid Uppsala universitet, och det genuina stödet och pratiska hjälpen från personalen vid reningsverken i Odensbacken, Brevens bruk, Glanshammar och Fjugesta, samt sist men inte minst all uppmuntran och stöd från Terese Sundvall och övrig personal vid Skebäckverket i Örebro.

Örebro, augusti 2009
Leif Sildén (f.d. Larsson)

VA-Ingenjörerna AB
Trädgårdsgatan 12
702 12 Örebro
Mail: leif.silden@vaing.se

Innehåll

Sammanfattning	6
Summary	7
1 Inledning	8
1.1 Allmänt om fjädermyggor	9
2 Material och metoder	10
2.1 Försöksanläggningar och försökets upplägg	10
2.2 Biologisk bekämpning	11
2.3 Bekämpning med ytskiktshöjande ämne	12
2.4 Bekämpning genom tömning och rengöring	12
2.5 Fångst och identifiering av fjädermyggor	13
3 Resultat	15
3.1 Arter, årstidsvariation och antal populationer	15
3.2 Fjädermyggors temperaturberoende	16
3.3 Biologisk bekämpning	16
3.4 Ytskiktshöjande ämne	17
3.5 Rengöring	17
3.6 Variation inom verk	18
3.7 Summering av resultat	19
4 Diskussion	20
Referenser	23

Sammanfattning

Massproduktion av fjädermyggor förekommer på många avloppsreningsverk i Sverige. Periodvis uppträder fjädermyggor i sådana antal att de blir ett stort arbetsmiljöproblem. De innehåller kraftigt allergena proteiner som frigörs som damm från döda och torkade myggor. Fjädermyggor smutsar ner och lämnar efter sig geléartade äggsamlingar som orsakar att olika typer av gångtytor blir extremt halkiga.

Massproduktion av fjädermyggor på avloppsreningsverk i Örebro kommun har förekommit under många år. Fjädermyggorna förekommer främst under den varma årstiden med en början under maj och kan fortgå fram till november. Fjädermyggorna förekommer periodvis i sådana mängder att de känns direkt påträngande och skapar stora arbetsmiljöproblem.

På flera avloppsreningsverk i Sverige med stora fjädermyggproblem har man testat olika bekämpningsmetoder. Ingen metod har dock gett en tillfredsställande generell lösning på problemet.

Tre praktiska metoder mot fjädermyggor har genomförts vid olika avloppsreningsverk i Örebro kommun. Metoderna har tidigare inte studerats i Sverige. Resultaten av pilotstudien har utvärderats genom insamling och verifiering av antal myggor genom fångst på en typ av fångstplattor. För att även erhålla en godare kunskap om vilken eller vilka arter mygg som förekommer på reningsverken har även identifiering av myggor genomförts.

Den klart bästa och i praktiken enda fungerande metoden av de tre undersökta var behandling med VectoBac (innehållande BTI *Bacillus thuringensis israelensis*). Dosering av BTI är en biologisk behandlingsmetod och fungerar på så vis att substansen är toxisk mot larver av fjädermyggor.

En annan metod som undersöktes var rengöring av avloppsreningsverk vilket innebar att stora delar av ett avloppsreningsverk tömdes och rengjordes. Tanken var att städa bort fjädermyggornas larver. Detta fungerade bra och tog bort förekomsten av fjädermyggor helt under drygt en månad. Därefter återkom fjädermyggorna. Eftersom rengöring av reningsverk är arbetskrävande gjordes inte rengöringen mer än en gång. Metoden kan fungera på vissa väl lämpade avloppsreningsverk men är en arbetskrävande metod.

Den tredje metoden som testades var med ytskiktshöjande ämne. Principen var att förhindra fjädermyggor från att komma upp genom vattenytan genom att lägga ut ett ytskiktshöjande ämne. I detta fall användes vegetabilisk olja. En förutsättning för att metoden ska fungera är att utloppen kan utföras med dämnda utloppsrännor så att inte det utlagda ämnet följer med i utgående avloppsvatten. En minskning av förekomsten av fjädermygg kunde konstateras över bassäng med ytskiktshöjande ämne men då inte samtliga sedimenteringsbassänger kunde utformas med dämnda rännor blev inte resultatet lyckat. Flera problem finns med metoden, dels att det i praktiken kan vara svårt att utföra bassängerna med dämnda utlopp och att dämnda utlopp kan skapa driftproblem genom flytslambildning.

På samtliga avloppsreningsverk förekom endast en myggart nämligen *Chironomus riparius*.

Summary

Mass production of non-biting midges commonly occurs in many Swedish sewage treatment plants. Periodically the quantities of non-biting midges become a major work environment problem. The non-biting midges contain strongly allergenic proteins that are released as dust from dead and dried midges. The non-biting midges are dirty and leave behind gelatinous egg mass making walking areas extremely slippery.

Mass production of non-biting midges in sewage treatment plants in the municipality of Örebro has been a reality in the past years. The non-biting midges are present mainly during the warm period of the year from the month of May until the month of November. The population of midges periodically rises above nuisance level and creates an important work environment issue.

A number of measures to control non-biting midges have been implemented in several Swedish sewage treatment plants. None of the methods has been satisfactory in reducing the problem.

A study of three methods to control non-biting midges in sewage treatment plants has been implemented in Örebro municipality. The results have been evaluated through collection and verification of number of midges caught on a certain type of catch plates. In order to obtain a better knowledge of the species of midges occurring on the sewage treatment plant an identification of midges has been carried out.

Dosage with VectoBac (containing BTI: *Bacillus thuringensis israelensis*) shows the best results and is the only of the three methods that works in practice. It is a biological treatment method since the dosed substance is toxic to non-biting midges.

Another studied method was emptying and cleaning of the sewage treatment plant. The aim was to get rid of the eggs and larvae of the midges. It worked well and the midges were gone during one month. However they returned afterwards. Since the method is a very work consuming operation it wasn't tested more than once. This method can work well on certain types of sewage treatment plants but is as mentioned very laborious.

The third method tested was dosage of a substance that increased surface layer in order to prevent the midges to get through the water surface. The substance used was a type of vegetal oil. A requirement for the method to work is that the different outlets can be performed as dammed outlet channels in order to prevent the substance to follow the effluent. A reduced presence of non-biting midges was stated over settler tanks with vegetal oil, but the result wasn't successful overall since it was impossible to install the right type of outlet on all settler tanks. This method is confronted with several problems. First of all, the dammed outlet channels are impossible to obtain in all tanks in practice and second of all, the dammed outlet channels can create operating problems due to formation of floating sludge.

In all sewage treatment plants only one species of midges was found and it was the *Chironomus riparius*.

1 Inledning

Fjärdermyggor (Diptera: Chironomidae) förekommer i ett mycket stort antal arter och nyttjar många typer av akvatiska miljöer som larvhabitat (Armitage et al. 1995). Den svenska faunan innehåller minst 700 arter vilket motsvarar en högst betydande andel av samtliga arter av alla organismer som är kända från landet (Yngve Brodin, muntligt). De vuxna fjärdermyggorna lever av socker som de "slickar" från ytor som man normalt inte tänker på som särskilt sockerrika – exempelvis blad på träd och buskar som är täckta av sockerrikt exkret "honey dew" från bladlöss. De vuxna fjärdermyggorna är viktig föda för många fåglar, fladdermöss och groddjur som lever av insekter. Dock kan fjärdermyggor också produceras i så stora mängder att de orsakar problem (Lundström & Schäfer 2006).

Många arter av släktet *Chironomus* nyttjar kraftigt övergödda och syrefattiga miljöer som larvhabitat. Deras larver är ofta röda av ett hemoglobinliknande ämne som gör att de kan tillgodogöra sig syre även om syrehalterna är mycket låga. Några av dessa *Chironomus*-arter kan nyttja bassänger i avloppsreningsverk som larvhabitat och larverna påträffas då ofta i avlagringar från det näringsrika avloppsvattnet i olika delar av reningsverken. När stora mängder av vuxna fjärdermyggor lämnar avloppsreningsverkets vattenytor orsakar de flera typer av problem för reningsverkens personal och besökare (Lundström & Schäfer 2006).

Lundström & Schäfer (2006) sammanfattar den relevanta informationen om fjärdermyggor som problem i avloppsreningsverk. Fjärdermyggorna innehåller kraftigt allergena proteiner som frigörs som damm från döda torkade myggor vilket kan bli ett mycket stort problem främst i överbyggda reningsanläggningar. De stora mängderna av döda fjärdermyggor smutsar ner arbetsmiljön och lämnar efter sig geléartade äggsamlingar som orsakar att golv, trappsteg, stegar och andra gångytor blir extremt halkiga vilket är ett arbetsmiljöproblem. De vuxna fjärdermyggornas beteende att flyga mot ansiktet samt klänga sig fast vid hud, hår och kläder är mycket påfrestande. Speciellt upplever många av personalen en obehagskänsla av att dessa myggor har utvecklat i avloppsvatten. Återkommande stora mängder fjärdermyggor är därför ett betydande arbetsmiljöproblem och även ett medicinskt problem då de är allergena.

Massproduktion av fjärdermyggor på avloppsreningsverk i Örebro kommun har förekommit under många år och periodvis uppträder fjärdermyggorna i sådana antal att de blir ett hygien- och arbetsmiljöproblem (Bild 1-1). Mer betydande problem förekommer främst under den varma årstiden med en början under maj och kan fortgå fram till november. Fjärdermyggorna förekommer då i sådana mängder att de känns direkt påträngande och skapar stora arbetsmiljöproblem enligt ovan beskrivning.

Ett flertal åtgärder mot fjärdermyggor har testats (övertäckning av bassänger, användning av uv-fällor, mörkläggning av lokaler, luftavfuktare) men ingen har gett en tillfredställande generell lösning av problemet.



Bild 1-1 Ansamling av döda fjädermyggor. Foto: Leif Sildén.

Lundström och Schäfer (2006) ger dock förslag på några metoder som skulle kunna minska problemen med fjädermyggor inomhus i avloppsreningsverk. Det är heltäckande PVC-duk över bassänger kombinerat med ljusfälla (uv-fälla). Ett alternativt förslag är behandling med Vecto-Bac 12 AS men att vissa klargöranden behövs dessförinnan.

Syftet med denna pilotstudie på olika avloppsreningsverk i Örebro är:

1. att visa den säsongsmässiga förekomsten och kvantiteten av fjädermyggor i reningsverk i Örebro,
2. att identifiera vilken eller vilka arter av fjädermyggor som förekommer i dessa reningsverk, samt
3. att undersöka om ytskiktshöjande ämne på vattenytan, rengöring av bassänger eller behandling med *Bacillus thuringiensis israelensis* (BTI) har någon tydlig minskande effekt på mängden fjädermyggor.

1.1 Allmänt om fjädermyggor

Fjädermyggor utvecklas från ägg, över fyra larvstadier, via puppstadium till vuxen insekt. Generellt lägger fjädermygghonan bara en omgång ägg under sin livstid. Äggen läggs i vatten och omges av ett eller flera gelatinösa material som sväller i vatten. Äggen kläcks oftast inom några dygn till första stadiet larver. De små nykläckta larverna lever fritt i vattnet som plankton och söker sig mot den ljusa vattenytan, vilket gör att de sprider sig kortare eller längre sträckor innan de slår sig ned på ett lämpligt substrat (t.ex. sediment) där den övergår till sina kommande larvstadier. Fjädermyggornas puppstadium är kortvarigt. När de är redo att kläckas till vuxna fjädermyggor simmar eller flyter de snabbt upp till vattenytan. När puppan når vattenytan tar det 30–60 sekunder innan den vuxna fjädermyggan är ute och kan flyga iväg (Lundström & Schäfer 2006).

Födovalat beror på vad som finns tillgängligt, men födan kan upp till 50 % bestå av bakterier (Berg, 1995). Larven lever genom tre av fyra larvstadier i en slags tub vilket innebär att larven äter vad som finns i dess omedelbara omgivning (Berg, 1995). Den partikelstorlek på födan som föredras av *Chironomus riparius*, varierar mellan 1 till 25 μm (Ristola, 1999).

2 Material och metoder

2.1 Försöksanläggningar och försökets upplägg

Försöken utfördes i fyra avloppsreningsverk i Örebro kommun. Samtliga fyra verk har haft mer eller mindre regelbundna problem med massförekomst av fjädermyggor under många år. Avloppsreningsverken i Odensbacken, Brevens bruk, Glanshammar och Fjugesta är relativt små och dimensionerade för 1 000 till 4 171 personekvivalenter, se tabell 2-1. Avloppsreningsverken har mekanisk rening genom rensgaller och sandfång, biologisk rening genom aktivt slam och kemisk rening genom flockning och slutsedimentering. Den fällningskemikalie som används är granulerad järnsulfat vid samtliga avloppsreningsverk samt viss stöddosering med aluminiumsulfat vid Brevens bruk avloppsreningsverk. Slambehandlingen består av någon typ av förtjockning och slamlagring innan borttransport.

Tabell 2-1 Undersökta avloppsreningsverk och dess dimensionering

Avloppsreningsverk	Dim. antal pe	Dim. kg BOD ₅ /d	Dim. m ³ /d
Odensbacken	3 000	204	2 550
Brevens bruk	1 000	70	518
Glanshammar	1 500	105	600
Fjugesta	4 171	292	1 966

Samtliga verk sköts av Tekniska förvaltningen i Örebro kommun (även om Fjugesta avloppsreningsverk ligger i Lekebergs kommun). Noteras bör att samtliga avloppsreningsverk är inomhusverk och med andra ord överbyggda. Samtliga sedimenteringsbassänger är öppna medan samtliga luftningsbassänger är överdäckade med aluminiumprofiler. Flockningsbassänger och utgående kanaler är generellt öppna.

Pilotstudien utfördes för att jämföra effekterna av biologisk bekämpning av fjädermygglarver med BTI (Odensbackens avloppsreningsverk), ytskiktshöjande ämne för att hindra vuxna fjädermyggor att komma upp ur vattnet (Glanshammars avloppsreningsverk), samt tömning och total rengöring av avloppsreningsverk (Brevens bruks avloppsreningsverk). Fjugesta avloppsreningsverk användes som referens och där genomfördes inga bekämpningsåtgärder.

Försöken genomfördes under vecka 14–51 2007 (2 april–21 december). Mängden vuxna fjädermyggor mättes varje vecka i samtliga fyra avloppsreningsverk och avloppsvattentemperaturen registrerades dagligen för att se om detta relaterade till produktionen av fjädermyggor.

Samtliga avloppsreningsverk var mörklägda under hela försöksperioden för att ev. minska ljusets inverkan på myggproduktionen. Endast när personalen var på platsbesök tändes belysningen. Detta inträffade 2–4 ggr per vecka under 0,5–2,0 timmar per tillfälle.

2.2 Biologisk bekämpning

2.2.1 Val av biologisk bekämpningsmetod

Det finns inte många biologiska bekämpningsmetoder mot fjädermyggor. *Bacillus thuringiensis israelensis* (BTI) är det enda kommersiellt tillgängliga biologiska bekämpningsmedel som har effekt på fjädermygglarver. BTI är främst aktivt mot larver av stickmyggor, vilka är mycket känsliga för detta biologiska bekämpningsmedel, men kan även användas mot fjädermygglarver. Betydligt högre dosering krävs då för effekt (Vaughan et al. 2008; Lundström et al 2009). För bekämpning av fjädermygglarver i reningsverk användes VectoBac 12AS som består av torkad och finfördelad kultur av BTI, även benämnt serotyp H-14, som slammats upp i vatten.

Bakterien BTI har en världsomfattande naturlig förekomst i våtmarksområden och förekommer naturligt även i Sverige. Den producerar en proteinkristall som är den aktiva beståndsdel vid bekämpning av mygglarver. För att denna proteinkristall skall vara toxisk mot organismer krävs att proteinkristallen äts, hamnar i en basisk miljö i magtarmkanalen, att det finns enzymer som klipper av proteinkristallen till toxin och att det finns celltyper som toxinerna agerar emot. Dessa förutsättningar uppfylls av stickmygglarver och fjädermygglarver.

2.2.2 Utförande av bekämpning

VectoBac 12AS doserades med ca 1,25 ml/liter inkommande avloppsvatten vilket enligt erfarenheter från England ger tillfredställande kontroll av de aktuella Chironomus-arternas larver. Doseringen av VectoBac 12AS gjordes under ca 15 minuter då ca 30 l doserades till inloppen av mellansedimentering och slutsedimentering. Totalt användes 180 l VectoBac 12AS.



Bild 2-1 Dosering av VectoBac 12AS vid avloppsreningsverket i Odensbacken. Från vänster Mark Cleworth, Stefan Hagman och Per-Håkan Andersson. Foto: Leif Sildén.

Före denna pilotstudie fanns inga kunskaper i artförekomst eller detaljerat säsongsuppträdande. Med erfarenheter från liknande arbeten i England bedömdes att tre bekämpningar under säsongen vore lämpligt.

Av den anledningen utfördes bekämpning med BTI vid tre tillfällen under säsongen vid Odensbackens avloppsreningsverk (Bild 2-1). Varje bekämpning bestod av 2 doseringstillfällen med ca 14 dagars mellanrum. Den första insatsen utfördes 18 juni och 2 juli, andra omgången utfördes 30 juli och 13 augusti samt tredje omgången utfördes 29 augusti och 12 september.

I dagsläget krävs dispens från Kemikalieinspektionen för spridning av BTI eftersom BTI är en biologisk bekämpningsmetod, vilka generellt är förbjudna i Sverige.

2.3 Bekämpning med ytskiktshöjande ämne

2.3.1 Val av ytskiktshöjande medel

När fjädermyggor utvecklas från det sista larvstadiet blir de puppor som flyter upp till vattenytan. Puppen öppnas på ovansidan och den vuxna fjädermyggan kommer snabbt fram, vecklar ut vingarna och flyger iväg. För att förhindra att myggorna tar sig upp genom vattenytan till luften kan olika ytskiktshöjande ämnen appliceras på ytan. I det här fallet har vegetabilisk olja etablerats på ytan för att förhindra att myggorna tar sig upp i luften. Problemet är att det ytskiktshöjande ämnet inte får rinna ut med vattenfasen. Av den anledningen måste bassängerna utformas med dämda utloppsrännor så att utgående avloppsvatten tas underifrån så att ytskiktet blir kvar.

Det ytskiktshöjande ämnet får dessutom inte vara toxiskt eller på något annat sätt vara miljöfarligt mot andra organismer så att det stör reningsverkets biologiska reningssteg eller ger påverkan i recipienten.

2.3.2 Behandling med ytskiktshöjande medel

Vid Glanshammars avloppsreningsverk tillsattes ett ytskiktshöjande ämne i form av vegetabilisk linolja för att på så vis förhindra de nyproducerade fjädermyggorna att komma upp i luften. Vegetabilisk linolja hälldes manuellt ut i slutsedimenteringsbassängen så att det bildades ett sammanhängande skikt, uppskattningsvis ca 1–4 mm tjockt. Oljan höll i ihop i ett sammanhängande skikt relativt väl men efter en tid separerade skiktet speciellt vid inloppet av bassängerna. Hela ytskiktet ”drog sig” mot utloppet varför man var tvungen att regelbundet hälla på mer linolja. Linolja hälldes ut första gången vecka 25 (18 juni) med 140 l. Därefter hälldes ca 2–10 l ut ca 2 ggr i veckan. Ytskiktshöjande vegetabilisk olja applicerades endast i slutsedimenteringen då mellan-sedimentering och kanaler ej kunde utföras med dämnda utlopp.

2.4 Bekämpning genom tömning och rengöring

2.4.1 Metod för rengöring

Rengöring kan vara ett sätt att förhindra uppkomst av stora antal fjädermyggor. Genom att få bort fjädermygglarver som sitter i sediment

på väggar i bassänger och kanaler så kan man minska produktionen av vuxna fjädermygg. Därför skulle rengöring av bassänger och kanaler från sediment och organisk påväxt genom tömning, renspolning och slamsugning kunna vara en effektiv metod mot fjädermygg. Fjädermygghonan lägger ägg i vatten och de kläcks inom något dygn till mycket små larver (första larvstadiet) som lever som plankton i några dagar till de hittar en plats att slå sig ner på. Därefter övergår de till det andra larvstadiet och blir mer bofasta. Det innebär att de små planktoniska förstastadielarverna kan spridas mycket effektivt med vattenflödet i ett avloppsreningsverk.

En fråga var hur ofta måste denna rengöring genomföras för att hindra etablering av nya generationer larver och därmed uppkomsten av fjädermyggproblem. Kan det vara så att rengöring vid ett tillfälle räcker eller måste denna procedur upprepas regelbundet? Eventuellt borde rengöringen appliceras lika många gånger som BTI-doseringen, d.v.s. tre gånger med de erfarenheter av behandling som finns från England. Ska metoden vara applicerbar kan inte proceduren upprepas för ofta då en stor arbetsinsats krävs vid varje tillfälle. Dessutom måste möjligheten att stänga av hela eller delar av avloppsreningsverket finnas under själva rengöringen. Om inte detta går tvingas man eventuellt att brädda avloppsvatten vilket bör undvikas.

2.4.2 Utförande av rengöring

För att förhindra uppkomst av stora antal fjädermygg rengjordes Brevens bruks avloppsreningsverk genom tömning, renspolning och slamsugning. Syftet var att "tvätta bort" larver och på så vis hindra uppkomst av fjädermygg. Vid Brevens bruks avloppsreningsverk genomfördes rengöringen av stora delar av anläggningen (luftningsbassäng, flockning, kanaler, mellansedimentering, slutsedimentering och utloppskanal) vecka 22 (31 maj). Då rengöringen vid Brevens bruks avloppsreningsverk krävde en stor arbetsinsats genomfördes endast en rengöring. Dessutom skulle en eventuell andra rengöring infalla i semestertider då personalstyrkan är minimerad. I samband med rengöringen spredades myggmedel (radar) i lokalen för att levande mygg inte omedelbart skulle lägga nya ägg.

2.5 Fångst och identifiering av fjädermygg

2.5.1 Fångstmetod

Med hjälp av gula fångstplattor (pappskiva 22 x 10 cm med klister på båda sidor) fångades vuxna fjädermygg på alla fyra reningsverken. Dessa fångstplattor är en beprövad metod som ger ett relativt mått på mängden fjädermygg vid jämförelser mellan olika reningsverk. Fångstplattorna placerades på 0,5–1,0 m höjd över vattenytan i fem olika miljöer inom varje verk (Bild 2-2); 1) luftningsbassäng, 2) mellansedimenteringsbassäng, 3) flockningsbassäng, 4) slutsedimenteringsbassäng och 5) utgående kanal. Dessa platser valdes då de enligt uppgifter från personalen ofta har den största förekomsten av fjädermygg.



Bild 2-2 En gul fångstplatta för fångst av fjädermyggor upphängd över en sedimenteringsbassäng. Foto: Leif Sildén.



Bild 2-3 Gul fångstplatta med fångade fjädermyggor. Foto: Leif Sildén.

2.5.2 Utförande av fångst

Fångstplattorna placerades ut under två dygn per vecka från vecka 14 (2 april) till vecka 52 (21 december). När fångstplattorna (Bild 2-3) togs ner efter två dygn räknades antal fjädermyggor som protokollfördes. Antal fångade fjädermyggor räknades sedan om till antal fångade fjädermyggor per m² fångstplatta och dygn.

Temperaturen i avloppsvattnet noterades en gång per vecka för att se om detta påverkade förekomsten av fjädermyggor.

2.5.3 Upplevda myggproblem

För att kvantifiera de upplevda fjädermyggproblemen fick personalen som skötte insektsfångarna notera antalet upplevda myggor i respektive verk på en femgradig skala enligt följande; 1 = inga fjädermyggor (inga problem), 2 = få fjädermyggor (men inga direkta problem), 3 = medelstor mängd fjädermyggor (börjar bli märkbart irriterande antal), 4 = många fjädermyggor (irriterande många och ett betydande problem), samt 5 = väldigt många fjädermyggor (går i princip inte att vistas i lokalen, stora problem).

2.5.4 Identifiering

För att identifiera vilken eller vilka fjädermyggart/er som förekom på avloppsreningsverken fångades 10–20 st. myggor in från respektive verk vid tre tillfällen under säsongen. Dessa konserverades i etanol och skickades till Uppsala universitet för artbestämning.

3 Resultat

3.1 Arter, årstidsvariation och antal populationer



Bild 3-1

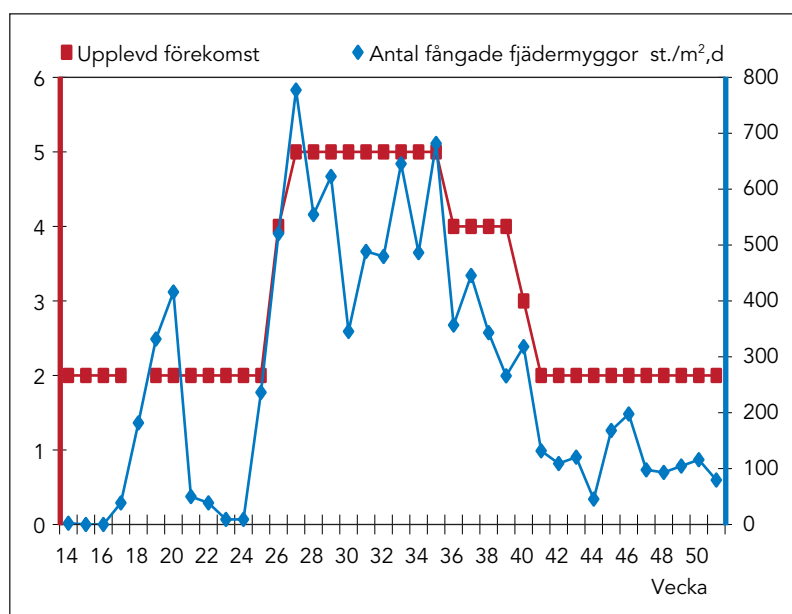
Fjärdermygga av arten *Chironomus riparius*. Foto: Leif Sildén.

Samtliga fjärdermyggor som samlades in från de fyra avloppsreningsverken visade sig tillhöra samma art, *Chironomus riparius* (Bild 3-1). Därför handlar detta arbete om bekämpning av denna art i svenska avloppsreningsverk.

Vuxna *Ch. riparius* uppträdde inom reningsverken under hela tidsperioden maj till november. Deras förekomst visade på ett antal toppar vilket visar på förekomst av flera generationer under säsongen. Den första toppen började under vecka 18–19 i Fjugesta (Figur 3-1) och Odensbacken medan den började vecka 17 i Glanshammar och vecka 20 i Brevens bruk. En anledning till spridningen kan vara variation i vattentemperatur. I Glanshammar var vattentemperaturen högre än på övriga verk medan vattentemperaturen var lägst i Brevens bruk där den första myggtoppen kom sist.

Antal populationstoppar under året var ca 3–5 st. vid de olika avloppsreningsverken, med 6–10 veckors mellanrum. Generellt verkar 6–7 veckors mellanrum mellan topparna vara mest förekommande. Om man studerar myggförekomsten efter rengöring i Brevens bruk ser man att det tog drygt 6 veckor innan populationen åter var märkbar.

Den upplevda förekomsten och antal fångade fjärdermyggor vid referensverket Fjugesta avloppsreningsverk (Figur 3-1) och övriga verk följde varandra väl.



Figur 3-1 Upplevd förekomst samt antal fångade fjärdermyggor per m² fångstplatta och dygn under hela försöksperioden vid Fjugesta avloppsreningsverk.

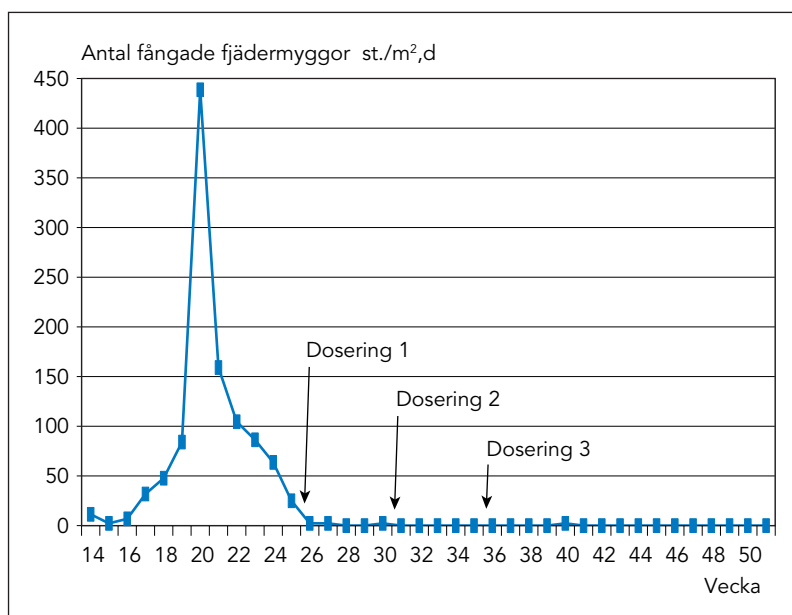
3.2 Fjädermyggors temperaturberoende

Temperaturen i avloppsvattnet varierade från 6–9 °C under vintertid till 15–17 °C under sommartid. Det var först vid en avloppsvattentemperatur vid ca 9,0–9,5 °C som fjädermyggor började uppträda i större antal utom i Fjugesta avloppsreningsverk där ökningen kom först vid dryga 10,0 °C. Vid en vattentemperatur över ca 9,5–10,0 °C tycktes vattentemperaturen generellt spela mindre roll för förekomsten av antal fjädermyggor.

Vid en jämförelse mellan reningsverken i Glanshammar och Brevens bruk så var temperaturen betydligt högre i Glanshammar. Där uppträdde också fjädermyggorna 2–3 veckor tidigare än i Brevens bruk avloppsreningsverk.

3.3 Biologisk bekämpning

Vid Odensbackens avloppsreningsverk genomfördes den biologiska bekämpningen vid tre tillfällen som vardera bestod av två BTI-doseringar med ca 14 dagars mellanrum. Redan efter den första bekämpningen uteblev kläckningen av vuxna fjädermyggor nästan helt (Figur 3-2). Odensbacken hade en populationstopp av *Ch. riparius* i mitten av maj, d.v.s. innan den första bekämpningsinsatsen. Under maj fångades upp till 439 st. fjädermyggor/m² fångstplatta och dygn, men efter bekämpning fångades bara 15 fjädermyggor under totalt 25 fångstveckor. Detta motsvarar ett genomsnitt på 1,3 *Ch. riparius* per m² fångstplatta och dygn efter bekämpning. I referensen Fjugesta avloppsreningsverk fångades upp till 415 fjädermyggor per m² fångstplatta och dygn under maj och upp till 777 fjädermyggor per m² fångstplatta och dygn senare



Figur 3-2 Antal fångade fjädermyggor per m² fångstplatta och dygn vid Odensbackens avloppsreningsverk där BTI doserades vid tre tillfällen.

under säsongen (Figur 3-1). Detta visar att bekämpning med BTI gav en kraftig reduktion av mängden vuxna fjädermyggor.

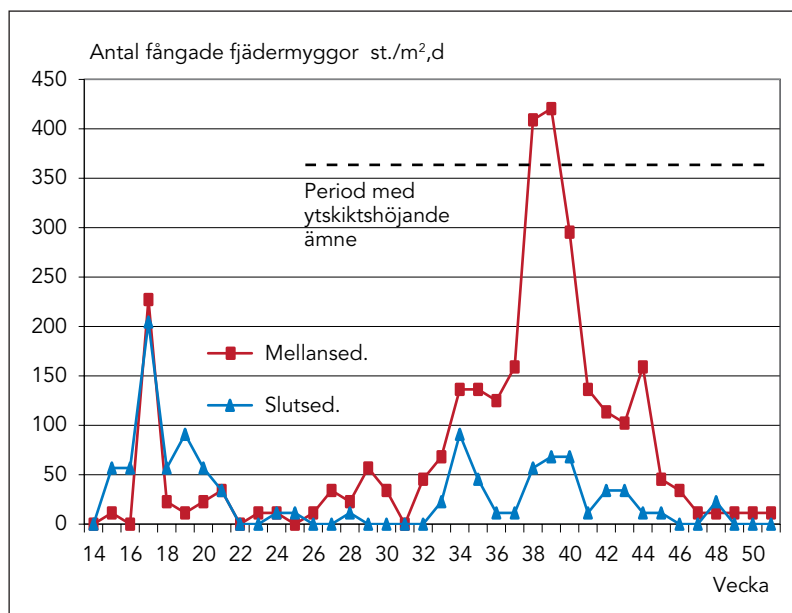
3.4 Ytskiktshöjande ämne

Vid Glanshammars avloppsreningsverk tillsattes ytskiktshöjande ämne i form av vegetabilisk olja för att hindra färdigutvecklade fjädermyggor att komma upp ur vattnet (Bild 3-2). Före tillsats av vegetabilisk olja fångades något fler *Ch. riparius* vid slutsedimentering än vid mellan-sedimentering (Figur 3-3). Efter tillsats av vegetabilisk olja i slutsedimenteringsbassängen fångades betydligt färre fjädermyggor vid denna bassäng än vid mellan-sedimenteringsbassängen. Dessa resultat indikerar att vegetabilisk olja minskade produktionen av vuxna fjädermyggor från slutsedimenteringsbassängen. Om fångade fjädermyggor vid slutsedimenteringen kom från slutsedimenteringen eller om de kom från andra platser i verket framgår ej.



Bild 3-2

Bassäng med ytskiktshöjande vegetabilisk olja på vattenytan för att förhindra nyproducerade fjädermyggor att komma upp i luften. Foto: Leif Sildén.



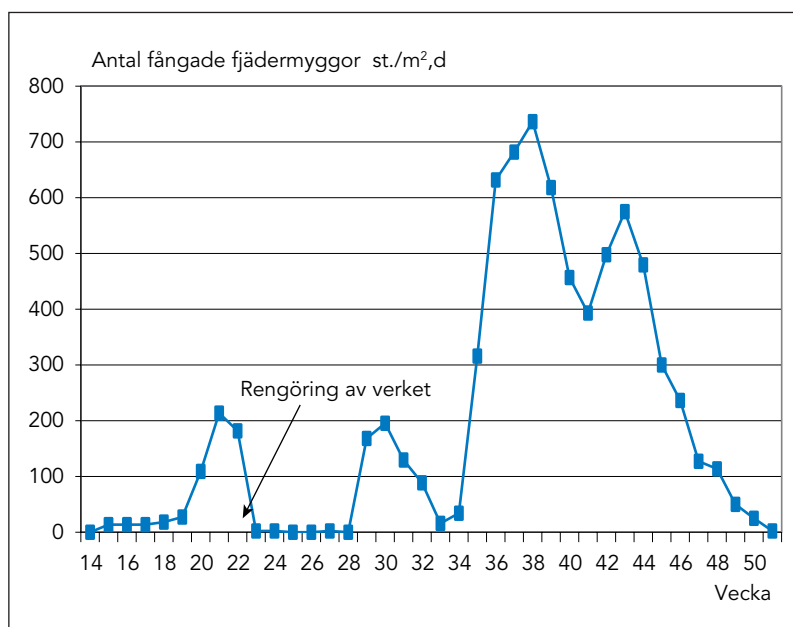
Figur 3-3 Antal fångade fjädermyggor per m² fångstplatta och dygn vid mellan- resp. slutsedimentering i Glanshammars avloppsreningsverk där ytskiktshöjande ämne lades ut i slutsedimenteringen från vecka 25.

För att hålla kvar den vegetabiliska oljan utfördes slutsedimenteringen med dämnda utloppsrännor. Detta innebar att även flytslam blev kvar på ytan och skapade vissa driftproblem med tiden.

3.5 Rengöring

Vid Brevens bruks avloppsreningsverk genomfördes rengöring av verket vecka 22 (31 maj). Mängden fjädermyggor var relativt hög under maj men minskade sedan dramatiskt och under de första 6–7 veck-

orna efter rengöring förekom inga fjädermyggor i fällorna (Figur 3-4). Därefter ökade förekomsten av fjädermyggor kraftigt. Med andra ord skulle rengöring behöva genomföras igen efter ca 6 veckor för att åtgärden skulle vara tillfredsställande.



Figur 3-4 Antal fångade fjädermyggor per m² fångstplatta och dygn vid Brevens bruks avloppsreningsverk där rengöring av verket utfördes vecka 22.

3.6 Variation inom verk

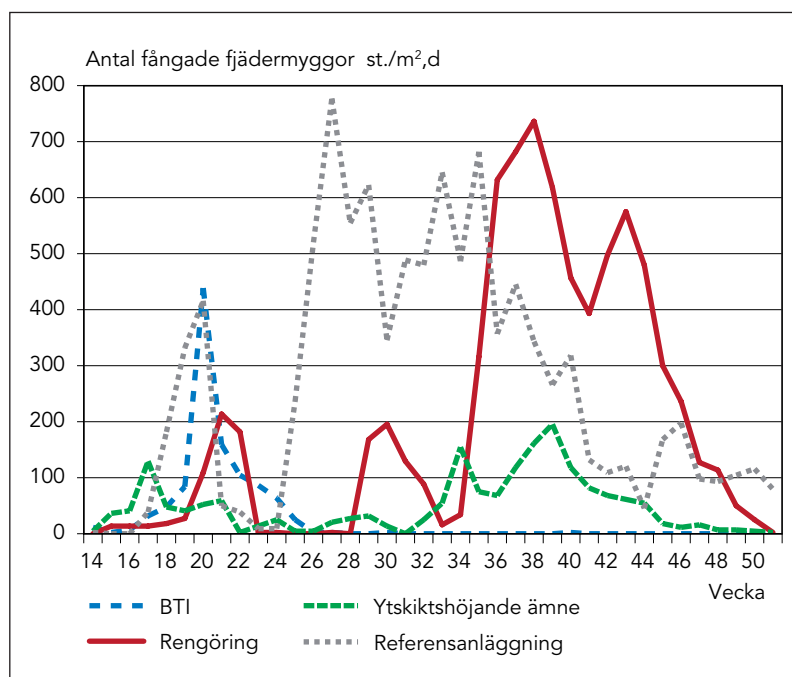
I referensanläggningen Fjugesta avloppsreningsverk var mängden fjädermyggor klart störst vid flockning följt av utgående, mellansedimentering och slutsedimentering (Tabell 3-1). Vid luftningen var mängden fjädermyggor som lägst. I Odensbackens avloppsreningsverk var mängden fjädermyggor störst i slutsedimentering och vid utgående. I Brevens bruks avloppsreningsverk var mängden fjädermyggor störst vid båda sedimenteringarna samt vid utgående. I Glanshammars avloppsreningsverk var mängden fjädermyggor störst vid mellansedimentering följt av utgående.

Tabell 3-1 Antal fångade fjädermyggor per m² fångstplatta och dygn på olika platser i de olika avloppsreningsverken.

Avloppsreningsverk	Luftning	M-sed.	Flockning	S-sed.	Utg.
Fjugesta	7	89	966	84	162
Glanshammar	22	78	47	29	71
Odensbacken	4	16	6	64	51
Brevens bruk	19	322	73	311	257

3.7 Summering av resultat

Den enda bekämpningsmetoden som fungerade totalt sett mot fjädermyggor under hela försöksperioden var dosering med BTI (Figur 3-5).



Figur 3-5 Antal fångade fjädermyggor per m² fångstplatta och dygn med olika bekämpningsmetoder vid de medverkande avloppsreningsverken.

4 Diskussion

Denna pilotstudie ger en tydlig bild av att BTI är den klart mest lämpade av de tre undersökta metoderna för bekämpning av fjädermygglarver (*Ch. riparius*) i överbyggda avloppsreningsverk. Den biologiska bekämpningen gav en mycket kraftig reduktion av mängden vuxna fjädermyggor i alla delar av avloppsreningsverket i Odensbacken och effekten kvarstod under hela försöksperioden. Även de andra två metoderna hade positiv effekt genom att minska mängden vuxna fjädermyggor i lokalerna, men hade en del andra nackdelar jämfört med den biologiska bekämpningsmetoden.

En viss minskning av myggförekomsten erhöles vid utläggning av ytskiktshöjande vegetabilisk olja. Metoden fungerade men det finns många problem med denna metod. Bassängerna måste utformas med dämnda utlopp för att inte det ytskiktshöjande ämnet ska följa med i utgående vatten. Detta kan i sin tur medföra problem med flytslam som då blir kvar i bassängen, vilket skapar processmässiga problem. Ett annat problem är att det knappast i något verk går att erhålla samtliga sedimenterings- och flockningsbassänger samt kanaler med dämnda utlopp så att det går att lägga ut ytskiktshöjande ämnen på ett lämpligt sätt.

Rengöring av avloppsreningsverk som metod för att minska myggförekomsten fungerar väl. Detta framgår tydligt av försöken i Brevens bruks avloppsreningsverk. Problemet med metoden är att det aktuella reningsverket eller delar av verket måste stängas av under tiden för rengöring. Detta kan medföra att bräddning av orenat eller delvis orenat avloppsvatten måste göras. Rengöringen är dessutom arbetskrävande och måste genomföras vid flera tillfällen under säsongen. Vid försöken i Brevens bruk genomfördes rengöring endast vid ett tillfälle vilket resulterade i att fjädermyggorna återkom efter 6–7 veckor. Metoden kan dock lämpa sig väl på vissa verk med rätt förutsättningar.

En osäkerhet som förelåg innan försöken var om spridningen av BTI skulle bli tillräcklig i bassängerna för att ett bra resultat skulle erhållas. Detta blev inget problem i Odensbackens avloppsreningsverk då resultatet blev mycket bra med minimal förekomst av fjädermygg efter dosering av BTI.

Generellt uppträdde fjädermyggorna under perioden maj till november i de olika reningsverken. Vissa variationer förekom i när fjädermyggorna började uppträda. Sannolikt berodde detta på skillnader i vattentemperatur. Fjädermyggorna förekom även med vissa populationstoppar under säsongen. Dessa var ca 3–5 st. med 6–10 veckors mellanrum. Då man nu känner till förekomsten av fjädermyggornas populationstoppar kan man anpassa åtgärder efter dessa för att på så vis optimera åtgärderna mot fjädermyggorna.

Antal fjädermyggor ökade snabbt när temperaturen kom upp i ca 9–10 °C. Innan dess var förekomsten mycket sparsam. Att temperaturen tycks spela in framgår vid en jämförelse mellan t.ex. Glanshammars och Brevens bruks avloppsreningsverk. I Glanshammars avlopps-

reningsverk passerade temperaturen 9,0 °C flera veckor tidigare än i Brevens bruks avloppsreningsverk. Myggförekomsten ökade också 3–4 veckor tidigare i Glanshammars avloppsreningsverk jämfört med Brevens bruks avloppsreningsverk.

Vid dessa försök framgår tydligt varifrån fjädermyggorna kommer i reningsverken. Tyvärr är det inte i någon enstaka bassäng utan det är där det finns relativt lugnt vatten med viss mängd av sediment på bassängväggar eller bottenar. Dessa bassänger kan vara sedimenteringsbassänger eller flockningsbassänger eller någon typ av kanal. Däremot kläcks inte fjädermyggorna i luftningsbassänger av den anledningen att det är alldeles för turbulent vatten där så att fjädermyggorna inte får en chans att ta till vingarna i kläckningsskedet.

I slambehandlingsdelen (slamlager, förtjockare m.m.) sker ingen direkt kläckning enligt driftpersonal på Tekniska förvaltningen i Örebro. Av den anledningen gjordes inga åtgärder där och inga fångstplattor placerades i de delarna av verken.

En fråga som borde studeras vidare är varifrån fjädermyggäggen/larverna kommer ifrån från början. Är det via inläckande dagvatten eller är det via fjädermyggor som flyger in i verket och lägger ägg i den gynnsamma miljön som råder i avloppsreningsverken?

Den fjädermyggart som återfanns på samtliga verk, *Chironomus riparius*, är en fjädermygga som livnär sig på organiskt material och som finns på sedimentytter eller i ytsediment. Vid bekämpning av en art gäller det att hitta ett ämne/substans som är toxiskt mot just den aktuella arten så att den övriga faunan inte påverkas på kort eller lång sikt. I det här fallet får påverkan inte ske i avloppsreningsverkens biologiska reningssteg eller i recipienten.

BTI kan ackumuleras i mark eller sediment då halveringstiden är fyra månader under optimala förhållanden, men vid exponering för solljus, exempelvis på mark eller vegetation, är halveringstiden endast 3,8 timmar. Den relativt korta halveringstiden i jord och sediment och den mycket korta halveringstiden vid exponering för solljus innebär att det inte kan förekomma någon omfattande ackumulering av den aktiva substansen i miljön. Teoretiskt är det möjligt att BTI som sprids i vatten kan följa med vattenströmmar och ackumuleras på sedimentationsbottenar, men dock i mycket begränsad omfattning. Spridning av BTI för kontroll av fjädermygglarver sker endast i sedimenteringsbassänger i avloppsreningsverk och det är klart att ytterst små mängder av detta material riskerar att komma ut i recipienten. För att påverka sedimentationsbottenarnas fauna av Chironomidlarver krävs en kraftig anrikning av BTI inom relativt korta tidsperioder, vilket inte är möjligt med de små mängder BTI som används (Lundström & Schäfer 2006).

Det finns en risk att en mindre del av det tillsatta medlet (BTI) kommer ut i recipienten via utloppet, men i det här fallet handlar det om försumbara mängder. I Odensbackens avloppsreningsverk är reningsgraden för suspenderat material ca 93 % vilket innebär att upp till 7 % av tillsatt BTI kan läcka ut via utloppet. Fjädermygglarvernas konsumtion av det kristallina pretoxinet reducerar denna andel ytterligare.

Uppehållstiden i Odensbackens avloppsreningsverk är ca 16 timmar och genomströmningen är normalt ca 1 100 m³/dygn. Recipienten

Kvismare kanal har ett normalt flöde på 691 000 m³/dygn vilket innebär en kraftig spädningseffekt då utflödet från avloppsreningsverket enbart utgör 0,2 % av flödet i Kvismare kanal. Det innebär att koncentrationen i recipienten blir ca 7 000 ggr lägre än den dos som används mot fjädermygglarver. Sammantaget innebär reningsgraden för suspenderat material, konsumtionen hos fjädermygglarver och spädningseffekten i recipienten att eventuellt läckage inte kan ge de koncentrationer av BTI som krävs för toxisk effekt på de känsligaste av alla levande organismer – larver av stickmyggor. Det betyder i klartext att det inte finns någon risk för negativa effekter på andra organismer. Detta belyses ytterligare av Lundström et al, 2009.

Under försöksperioden har inga försämrade utsläppsresultat noterats i Odensbackens avloppsreningsverk där BTI doserades.

Slutsatsen av denna pilotstudie är att dosering med BTI fungerar klart bäst som metod mot fjädermyggor om man ser till alla aspekter. Det är en relativt enkel metod att utföra trots att den måste utföras vid flera tillfällen under året, medför inga processproblem och om man får en bra spridning av ämnet i anläggningen så fungerar metoden mycket väl. Nackdelen är än så länge att det krävs dispens från Kemikalieinspektionen för att få tillämpa behandlingsmetoden.

Metoden rengöring fungerar väl men kräver en stor arbetsinsats vid flera tillfällen under säsongen. Dessutom måste verket kunna stängas av på ett lämpligt sätt för att inte avloppsvatten ska behöva bräddas ut i recipienten. Ytsiktshöjande ämne har en viss funktion men problem med att utloppen måste vara dämnda försvårar metoden. Dessutom kan dämnda rännor ge processproblem på sikt då flytslam ansamlas i basängerna.

Referenser

- Armitage P., Cranston P.S & Pinder L.C.V., eds. (1995).
The Chironomidae: The biology and ecology of non-biting midges.
London: Chapman & Hall.
- Berg M. B. (1995). Larval food and feeding behaviour.
Kapitel 7:136–168. The Chironomidae. Biology and ecology of
non-biting midges. Chapman & Hall. Redaktörer: Armitage P.D,
Cranston P.S, Pinder L.C.V.
- Lundström J.O & Schäfer M.L. (2006). Fjädermyggor och spindlar
i avloppsreningsverk – problem som kan hanteras. VA-Forsk rapport
Nr. 2006-25.
- Lundström J. O., Schäfer M. L., Petersson E., Persson Vinnersten T.
Z., Landin J. & Brodin Y. (2009). Production of wetland Chironomi-
dae (Diptera) and the effects of using *Bacillus thuringiensis israelensis*
for mosquito control. Bulletin of Entomological Research, under
tryckning – endast tillgänglig via webben.
- Ristola T, Pellinen J, Ruokolainen M, Kostamo A, Kukkonen J.V.K.
(1999). Effect of sediment type, feeding level, and larval density on
growth and development of a midge(*Chironomus riparius*).
Environmental Toxicology and Chemistry 18:756–764.
- Vaughan I. P., Newberry C., Hall D. J., Liggesatt J. S. & Ormerod
S. J. (2008). Evaluating large-scale effects of *Bacillus thuringiensis*
var. *israelensis* on non-biting midges (Chironomidae) in a eutrophic
urban lake. Freshwater Biology 53: 2117–2128.



Box 47607, 117 94 Stockholm
Tel 08 506 002 00
Fax 08 506 002 10
E-post svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se