

Hävdens betydelse för mängden översvämningsmyggor i nedre Dalälvsområdet

Örjan Östman & Åsa Wengström

Institutionen för Ekologi & Genetik/Populations- och naturvårdsbiologi
Uppsala universitet
Norbyvägen 18D
752 36 Uppsala

orjan.ostman@ebc.uu.se
asa.wengstrom@gmail.com

På uppdrag från 'Regionala landskapsstrategin Människor, mygg och natur vid Nedre Dalälven', Länsstyrelserna i Dalarna, Gävleborg, Uppsala och Västmanlands län.



Länstyrelsen
Gävleborg

Dnr 500-1300-2012

Förord

Den här rapporten har tagits fram som underlag inom den regionala landskapsstrategin Människor, mygg och natur vid Nedre Dalälven. En regional landskapsstrategi är ett arbetssätt för att bevara och hållbart bruka naturresurser utifrån en helhetssyn på landskapsnivå. Projektet startades våren 2011 på uppdrag av regeringen och har som långsiktigt mål att begränsa massförekomsten av översvämningsmygg på längre sikt, samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras. Landskapsstrategin är ett samarbete mellan länsstyrelserna i Gävleborg, Uppsala, Dalarnas och Västmanlands län.

Arbetet syftar till att i samarbete med allmänheten ta fram förslag på vilka åtgärder som skulle kunna användas för att hantera myggproblemet på lång sikt. Detta görs inom ramen för tre delprojekt: Öppna landskap, Strömmande vatten samt Andra myggbegränsningsmetoder. Deltagarnas idéer har formulerats till undersökningar eller forskningsuppdrag eftersom det är angeläget att samla in kunskap om vad som orsakar massförekomsterna av översvämningsmygg och hur man kan förebygga detta. Det akuta myggproblemet hanteras idag med det biologiska bekämpningsmedlet Bti. De långsiktiga lösningarna är något som på sikt kan minska behovet av denna bekämpning.

Syftet med forskningsstudien som redovisas i denna rapport var att jämföra mängden mygglarver som fanns på marker som sköts genom bete eller slåtter med närliggande likvärdiga områden som inte hävdas. Författarna ansvarar själva för innehållet i rapporten.

Alla rapporter som tas fram inom strategin och på uppdrag av de berörda länsstyrelserna ingår i underlaget inför den slutrapport som ska överlämnas till regeringen den 1 december 2013. I och med detta avslutas strategins första fas. I slutrapporten kommer länsstyrelserna att presentera en sammanlagd bedömning av vilka åtgärder som beskrivs i underlagen som skulle kunna vara delar av en möjlig långsiktig lösning av myggproblemen vid Nedre Dalälven. Slutrapporten kommer även att innehålla bedömningar av de föreslagna åtgärdernas konsekvenser samt förslag till i vilken form strategiarbetet bör genomföras efter 2013.

Länstyrelsen riktar ett stort tack till deltagarna i arbetsgrupperna, deltagarna i projektets referensgrupp samt alla andra som på olika sätt medverkar arbetet i den regionala landskapsstrategin.

Landshövding Barbro Holmberg, Gävle januari 2013

Innehåll

Sammanfattning	7
Bakgrund	8
Material och Metoder	9
Resultat	14
Diskussion	19
Tack	22
Litteratur	23
Appendix 1	25
Appendix 2	27

Sammanfattning

I denna studie har vi i nedre Dalälvsområdet undersökt om mängden mygglarver skiljer sig mellan översvämmade gräsmarker som hävdas genom slåtter eller bete med jämförbara ohävdade gräsmarker. Under 2012 översvämmades Dalälven dels i samband med vårfloden i maj och dels i samband med en period med hög nederbörd i juli. Vi använde så kallad 'dippning', antalet mygglarver räknas i en skål som sitter på ett skaft som man föser upp vatten med, för att mäta mängden mygglarver i gräsmarkerna. För att undersöka skillnader i antal mygglarver mellan hävdade och ohävdade gräsmarker använde vi oss av en parad design, det vill säga att en hävdad gräsmark var ihopparad med en liknande gräsmark i närheten med en liknande vattenregim som inte var hävdad. Vid båda översvämningstillfällena studerade vi mängden mygglarver i åtta olika par av hävdade och ohävdade gräsmarker. På varje gräsmark tog vi fem slumpmässiga prov vardera längs två transekter från strandkant ut mot permanent vatten. Varje prov bestod av 10 dipp i maj och fem dipp i juli. I juli tog vi dessutom tio riktade prover om fem dipp vardera längs med strandkanten där mängden larver var som högst. Utöver mängden larver mätte vi vattendjup, temperatur, andel öppen vattenspegel runt provytan, näringshalt i mark och vatten samt mikrotopografisk variation (tuvighet).

Vid båda översvämningstillfällena var mängden mygglarver från hävdade ytor signifikant lägre än vid respektive ohävdad referensyta. I maj var det i genomsnitt 70 % färre och i juli 45 % färre mygglarver på de hävdade ytorna jämfört med referensytorna. Men variationen i skillnaden mellan hävdade och ohävdade ytor var stor mellan olika par, från endast några procent av mängden på ohävdad mark till ungefär lika mycket. I maj kunde en del av denna variation mellan par förklaras med skillnader i vattentemperatur och näringshalt, speciellt fosforhalt, och tuvighet. Skillnader i vattendjup och öppen vattenspegel samt tuvighet förklarade främst skillnader i mängden mygglarver mellan par under översvämningen i juli. Resultaten från denna studie visar på en tydlig minskad mängd mygglarver på hävdade gräsmarker både under översvämningar i samband med vårflod och sommarregn. Resultaten antyder att hävd främst skulle kunna ha störst effekt på mygglarvsproduktionen efter översvämningar i framför allt näringsrika gräsmarker med mycket tuvor.

Bakgrund

Så kallade översvämningsmygg, myggarter där adult honor har däggdjur som huvudsaklig värd och lägger ägg i en huvudsaklig terrester med flera generationer per år, gynnas av flera översvämningsmygg per år (Schäfer et al. 2004). Dessa myggarter kan under vissa betingelser uppträda i mycket stora antal (Schäfer et al. 2008, Becker et al. 2010). Lokalt kan de förekomma i sådan massförekomst att människor och husdjur kan behöva vistas inomhus. Nedre Dalälvsområdet, som är Dalälvens vattenflöde mellan Avesta i öster och mynningen i Östersjön vid Skutskär, kännetecknas av ett flackt landskap med stora ytor som översvämmas ofta årligen, men ibland även flera gånger per år. I samband med översvämningsmygg i nedre Dalälvsområdet kläcks ofta stora mängder översvämningsmygg som blir en plåga för både människor och husdjur (se t.ex. Nilsson & Renöfält 2009).

Sedan 2002 har det bedrivits bekämpning vid höga tätheter av mygglarver med den biologiska larv-insekticiden *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) på de översvämmade markerna för att minska antalet mygg som kläcks och därmed myggplågan i området. Denna metod tar effektivt död på de flesta mygglarverna (Boisvert & Boisvert 2000) och reducerar mängden mygglarver i de bekämpade områdena runt nedre Dalälven med över 98 % (Jan Lundström, personlig kommunikation). Denna typ av bekämpning kostar dock en hel del. Eftersom det rör sig om så stora ytor som måste bekämpas med helikopter så kan kostnaderna för bekämpning vara betydande, och behandlingen måste upprepas vid varje översvämning. Stora arealer inom området är också klassade som värdefulla naturområden. Även om *Bti* bekämpningen i området inte tycks ha någon mätbar effekt på andra organismer än mygglarver (Lundström et al. 2010, Vinnersten-Persson et al. 2010), annat än indirekt på mikroorganismer som utgör mygglarvernas föda (Östman et al. 2008), så finns det farhågor att *Bti* bekämpningen kan påverka andra delar av ekosystemet i de värdefulla miljöerna runt nedre Dalälven (se Nilsson & Renöfält 2009).

Problemet med stora mängder mygg är inte nytt eller unikt för nedre Dalälvsområdet. Det finns förmodligen flera olika orsaker till varför problemen med översvämningsmygg blivit betydande just här, men en viktig orsak tycks vara den flacka miljön med återkommande översvämningsmygg under växtsäsongen (Schäfer et al. 2008, Schäfer & Lundström 2009, Becker et al. 2010). En orsak som kan ha bidragit till att förvärrat situationen, som vi speciellt kommer att studera här, kan vara den stora utbredningen av helt eller delvis igenvuxna ohävdade gräsmarker som kan ge gynnsamma förutsättningar för stor mygglarvsproduktion. Igenväxning och tuvbildning på gräsmarker kan leda till mer stillastående vatten som dels förhindrar eller försvårar för predatorer till mygglarver i form av fisk, zooplankton och rovinsekter (t.ex. larver till trollsländor och jungfrusländor) att födosöka på de översvämmade markerna (Louca et al. 2009, Roberts 2012, Griffin & Knight 2012). Dels kan stora öppna vattenytan utan vegetation skapa en olämplig miljö för larverna som föredrar vegetation i vattnet där de kan gömmas sig och söka föda. Dessutom kan det stillastående vattnet bli varmare och mer syrefattigt vilket kan gynna kläckningen av mygglarver (Becker et al. 2003). Hävd av gräsmarker forslar dessutom bort näringsämnen från gräsmarken som blir mindre produktiv vilket kan minska mygglarvsproduktionen (Leishnam et al. 2005). Slutligen kan

man tänka sig att hävden i sig, speciellt om den bedrivs med kreatur, kan orsaka att ägg trycks ned i marken och aldrig får chans att kläcka vid en översvämning.

Experimentella och korrelativa studier antyder att hävd med slätter av vegetation eller bete kan minska förekomsten av vissa myggarter (av främst släktena *Culex* och *Anopheles*), men resultaten är långt ifrån entydiga (Grieco et al. 2005, Giannino & Walton 2004, de Szalay et al. 1996, Lawler et al. 2007). Dessa studier är dock utförda på små och isolerade gräsmarker eller våtmarker, och det finns inga vetenskapliga studier på områden med stora öppna gräsmarker som översvämmas som är relevanta för nedre Dalälvsområdet. Så vilken betydelse förekomsten av ohävdade gräsmarker har för myggproduktionen i Nedre Dalälvsområdet är okänt.

I denna studie har vi under 2012 studerat mygglarvsproduktionen, framför allt av *A. sticticus* och andra översvänningsmyggor, mellan befintliga hävdade gräsmarker och idag ohävdade gräsmarker. Vi har använt oss av en parad design så att mängden mygglarver i en hävdad gräsmark har jämförts med en liknande gräsmark i närheten med en liknande vattenregim för att minska variationen i andra faktorer. För att också kunna studera vad som kan tänkas orsaka skillnader i mygglarvsproduktion mellan olika gräsmarker har vi mätt näringshalt, vegetationsstruktur, och mikrotopografi på de studerade områdena.

Målet med denna studie är att se om produktionen av mygglarver, och då framför allt översvänningsmygg, på översvämmade gräsmarker och andra öppna ytor är lägre på marker som betas eller slås mekaniskt. I sådana fall, hur stor är denna reduktion? Slutligen är målet att få en bättre förståelse för hur mygglarvsproduktion beror på näringshalt, vegetation och mikrotopografi, både i hävdade och ohävdade gräsmarker.

Material och Metoder

Försöksområden

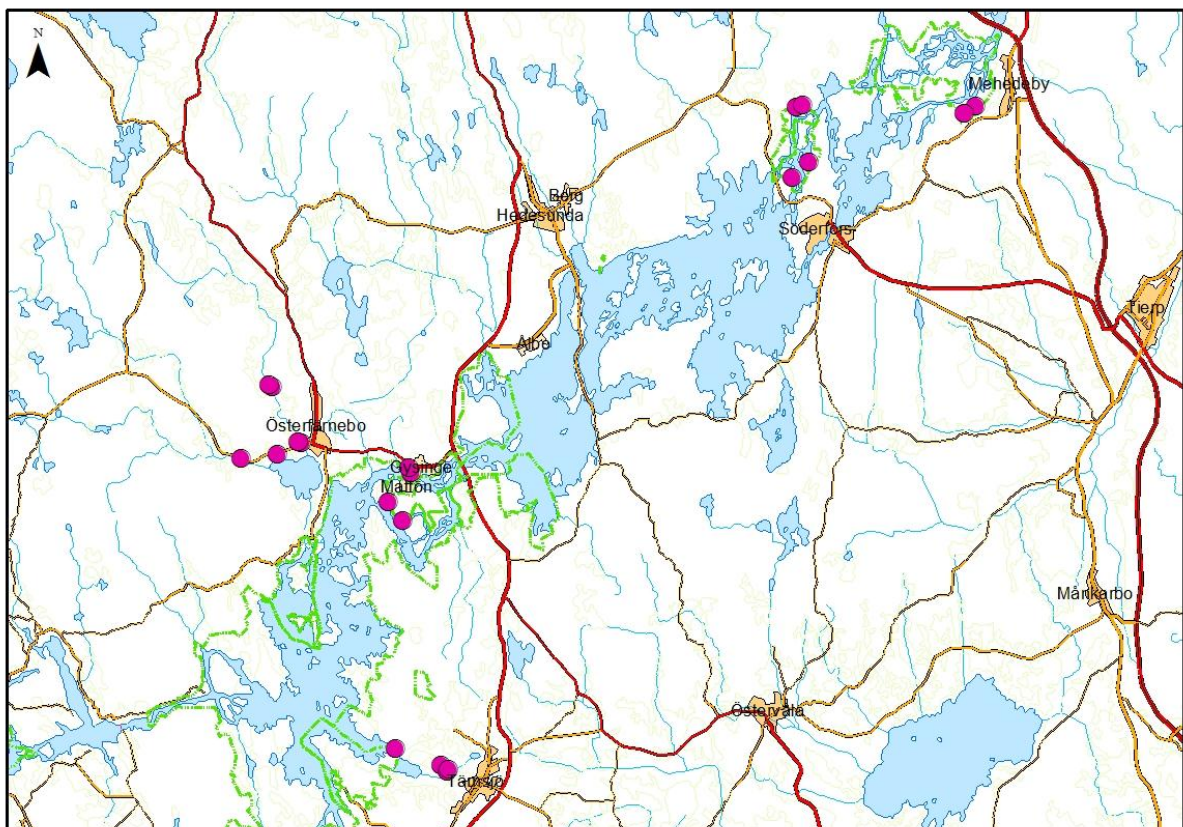
Vilka ytor som hävdas med antingen slätter eller betesdjur kommer från Länsstyrelserna runt Nedre Dalälven och bygger på marker som får stöd för hävd eller genom personlig kontakt med markägare. Information om tänkbara ohävdade referensytor till dessa kommer från flygbilder och olika inventeringar av landskapet i regionen. Alla potentiella hävdade ytor från Färnebofjärden till Mehedeby (Fig. 1) besöktes så att de verkligen var ordentligt hävdade och kan anses vara en yta med risk för betydande översvämningar från angränsande vatten. Inom en 500 meters radie från en hävdad gräsmark besökte vi tänkbara ohävdade gräsmarker för att se om de var: 1) i huvudsak öppna gräsmarker, d.v.s. inte i trädbevuxna utan som allra mest buskbevuxna (med till exempel *Salix*-arter), 2) skulle kunna ha en liknande översvänningsregim som den hävdade gräsmarken. I huvudsak höll vi oss av logistiska skäl till ohävdade våtmarker inom 100 meter från farbar väg. Totalt identifierade vi tio par av hävdade och ohävdade gräsmarker (Fig. 1). På grund av praktiska skäl som begränsningar i hur många ytor som hinns med under en dag och vilka marker som svämmade över använde

vi åtta par vid vardera översvämningen i maj och juli, men dessa var inte dessamma (sex par användes vid båda översvämningarna).

Översvämningar

Under 2012 skedde två större översvämningar i området. I samband med vårfloden som kom i runt 10 maj översvämmades gräsmarkerna med i genomsnitt upp till cirka 30 cm vatten, men översvämningar upp till 100 cm uppmättes (Appendix 1). Detta vatten var ganska kallt i början (< 10°C) men blev snabbt varmt, i vissa fall upp mot 25°C (Appendix 1). Gräset var i allmänhet inte speciellt högt men visset fjolårsgräs låg ofta kvar. Mygglarvsantalet följdes fram tills det att en yta bekämpades med *Bti* cirka 7-10 dagar efter att mygglarver först uppträtt i en gräsmark.

En andra översvämning skedde i mitten av juli efter en period av mycket nederbörd. Vattnet var nu i allmänhet varmare, runt 15-20 grader och gräset betydligt högre än tidigare (Appendix 2). Även på gräsmarker som slåtrades var gräset ganska högt eftersom slåtter inte hann ske innan översvämningen. Antalet mygglarver följdes fram tills en gräsmark bekämpades med *Bti* (ofta < 5 dagar efter att mygglarver först uppträtt) eller försvann genom förpupning och kläckning eller död (7-10 dagar efter att mygglarver först uppträtt).



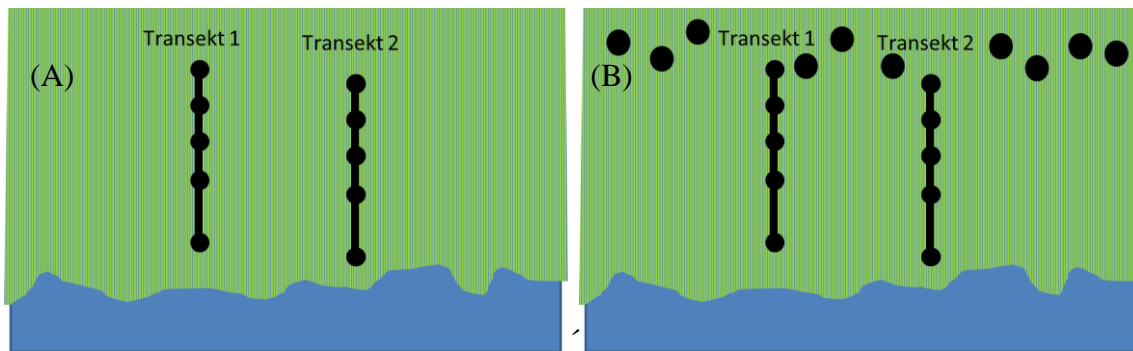
Figur 1: Karta över de tio par gräsmarker som använts som studieområden, lilla prickar, i nedre Daälvsområdet. Karta Länsstyrelsen/Lantmäteriet©.

Provtagning

Vi använde ”Dippning” (Service 1995) för att mäta mängden mygglarver på varje enskild gräsmark. Ett 25 cl kärl på en trästång doppades ned i vattnet och skopar upp vatten, och antalet uppskopade mygglarver räknas i provet. Upp till 30 larver per prov (dipp) räknades varje larv individuellt. Vid högre antal uppskattades tätheten till närmsta femtal. Vi valde att använda denna metod eftersom den ganska snabbt möjliggör provtagningar över stora ytor. Eftersom vattnet rör sig och larver anhopas kan förekomst och kläckningen av mygg ske aggregerat, och därför har vi valt bort att använda så kallade kläckfällor eftersom ett stort antal fällor skulle behövas på varje gräsmark vilket skulle omöjliggöra provtagning på flera gräsmarker.

På grund av att fördelningen av mygglarver på gräsmarker kan vara koncentrerad till specifika ytor (aggregerad) och dessutom röra sig med vattenmassorna bestod varje enskilt prov under översvämningen i maj av tio så kallade dippningar för att få en hyfsat säker uppskattning vid varje provtagningspunkt. I maj tog vi för varje enskild gräsmark tio sådana prover (om tio dipp) per provtagningsstillfälle för att täcka in en större yta av varje enskild gräsmark. De tio proverna togs längs två transekter om fem stycken prov (Fig. 2a). Transekterna gick vinkelrätt från strandkant med mer terrester miljö ut mot den mer permanenta akvatisk miljön (max 1 m djup). Transekterna var alltså desamma mellan provtagningsstillfällena medan själva provtagningspunkterna varierade med vattenståndet. Detta gjordes för att mygglarver kläcker i zoner där miljön är gynnsam, det vill säga att vattnet är tillräckligt djupt för att det ska bli syrefritt men grunt nog för att bli tillräckligt varmt, vilket på förhand är omöjligt att förutsäga var det kommer ske. Efter kläckningen smetar mygglarverna visserligen ut sig över större områden men genom att lägga prover i transekter ökar chansen att hitta de ytor där mygglarverna befinner sig.

Under översvämningen i juli använde vi ett annorlunda upplägg. Eftersom färre mygglarver fångades i de sista dippen av ett prov så reducerade vi antalet dipp till fem stycken per prov i de två transekterna från strand mot permanent vatten (fortfarande med 5 prov per transekt). I gengäld tog vi tio stycken prover per gräsmark och tillfälle, längs med stranden där mygg påträffades (Fig. 2b). Det vill säga, dessa 10 prover var inte slumpmässiga utan koncentrerades till områden med relativ hög täthet av mygglarver. De slumpvisa proverna längs transekterna syftade till att studera skillnader i förekomst och täthet över hela gräsmarken, medan de riktade proverna syftade till att studera skillnader i täthet inom ytor där mygglarver verkligen förekommer.



Figur 2: Schematisk bild över provtagningpunkter vid en översvämmad gräsmark (grönt) i maj (A) och i juli (B). I maj togs tio prov om tio stycken s.k. dipp uppdelat på två transekt från strandkant ut mot vattnet (blått). Transekterna var desamma mellan olika tillfällen men punkterna låg lite olika längs transekterna beroende på vattenstånd. I juli tog vi fem dipp per prov längs transekterna men också i tio stycken prov i en zon längs med strandkanten där det fanns relativt mycket mygglarver.

Prover togs från cirka tre dagar efter översvämning, för att verkligen få med de allra första larverna som kläcks och sedan med två till tre dagars mellanrum tills området bekämpades med *Bti* eller mygglarverna förpuppades och kläcktes. När ett område skulle bekämpas med *Bti* (alla provytor i maj och hälften av provytorna i juni) tog vi alltid sista provet samma dag eller dagen innan bekämpning med *Bti* för att få med så höga tätheter som möjligt. Provtagning skedde alltid på samma dag på gräsmarker i samma par. Om vattnet drog sig tillbaka från en gräsmark i ett par togs heller inga prover från den andra gräsmarken i paret för att undvika att skillnader i vattenföring skulle påverka resultaten.

Eftersom vi använde dippning för att mäta täthet av mygglarver kunde vi inte artbestämma mygglarver till art. I princip är det enbart översvämningsmygg som *A. vexans* och *A. sticticus* som kläcker under återkommande översvämnningar i sommaren (Schäfer et al. 2004), det vill säga under juli-översvämningen i denna studie. Vid översvämningen i maj kläcker förutom de så kallade översvämningsmyggen även andra myggarter (Schäfer et al. 2004). För att se vilka arter som verkligen fanns samlade vi i maj in larverna från ett prov per provtillfälle (det vill säga ett prov per gräsmark och provtagningsdag) i sprit för senare artidentifiering. Många (> 75 %) av dessa insamlade larver var för dock för unga för att kunna art identifieras. Men anledningen till att få kunde artbestämmas var att gräsmarkerna bekämpades med *Bti* mot just översvämningsmyggor. Under översvämningen i maj ingår säkerligen en del andra arter än översvämningsmygg men översvämningsmygg utgjorde huvuddelen av det uppmätta antalet mygglarver.

Vattentemperatur och vattenhöjd

Vid varje provyta (alltså set om tio eller fem dippningar) mättes vattentemperatur med termometer och andel av ytan inom tre meters radie (knappt 30 kvadratmeter) som utgjordes av öppen vattenyta uppskattades visuellt, (härefter kallad "Vattenspegel"). För varje översvämmad gräsmark och provtillfälle räknade vi ut vattnets medeltemperatur från de 10

provytorna längs med transekterna. För vattenspiegel räknade vi också ut medelvattenspiegel över alla prov längs transekterna, samt minimum och maximum av uppskattad vattenspiegel längs transekterna. På varje gräsmark mätte vi också vattendjup på den översvämmade gräsytan med en linjal/tumstock från fem slumpvisa punkter och beräknade medelvattendjup på gräsmarken vid varje tillfälle.

Näringshalt

Från varje våtmark tog vi ett jordprov under perioden 25-30 juni för näringshaltsanalys för att kunna studera om skillnader i näringshalt mellan hävdade och ohävdade våtmarker har någon betydelse för mängden mygglarver. Prov togs bara från den översta delen av jordprofilen och vi rensade bort gamla växtdelar för att skillnader i mängd förna inte skulle påverka resultatet. Varje prov bestod av fem delprover av ungefär samma mängd som blandades ihop till ett prov. På så vis minskar risken för lokalt avvikande prov och att värdena är representativa för gräsmarken som helhet. Prover analyserades för andel torrsubstans (%TS), totalt kol (%C av TS), totalkväve (%N av TS), pH, totalfosfor (P, mg/100mg TS), samt tillgängligt fosfor (P-Till, mg/100g TS).

Vid slutet av översvämningen i juli tog vi ett vattenprov från åtta översvämmade marker (fyra par: Tärnsjö 1 och 2, Bredforsen, och Båtforsen). Vi analyserades mängden total fosfor (P_{H₂O}), total kväve (N_{H₂O}) samt organiskt kol (C_{H₂O}). Mängden fosfor och kväve uppskattades från två replikat medan organiskt kol uppskattades från tre replikat (av samma prov).

Topografi och vegetation

Vi uppskattade tuvighet, mikrotopografisk variation, genom att använda en ”rising-plate-meter” (Corell et al. 2003) under perioden 12-20 juni. Detta är en centimetergraderad stålstav med en kvadratisk 25×25 cm skiva av masonit som släpps ned för att mäta höjd på vegetationen. Egentligen används den för att uppskatta biomassa av vegetation givet höjden för olika växtarter, men de undersökta gräsmarkerna hade varierande växtsammansättning. Så här använde vi den uteslutande för att mäta variationen i höjden på vegetationen inom ett område. Staven sattes alltid ned på den lägsta punkten inom en kvadratmeter, d.v.s. aldrig på tuvor, och mätte höjden på vegetationen. Ett högt värde kan alltså fås både av hög vegetation eller tuvor. På varje gräsmark tog vi 50 slumpvisst utvalda mätpunkter. Som mått på mikrotopografisk variation använde vi medelvärdet av höjden från de 50 proven, det vill säga att ett lågt värde indikerar få eller låga tuvor medan ett högt värde indikerar många och höga tuvor.

Statistik

Varje enskilt prov består av summan av alla mygglarver från tio eller fem olika dippningar i maj respektive juli. I de statistiska analyserna har vi bara använt oss av prov som tagits samma dag på både hävdad och ohävdad gräsmark i ett par och där mygglarver kunde hittas på åtminstone den ena av de parade gräsmarkerna.

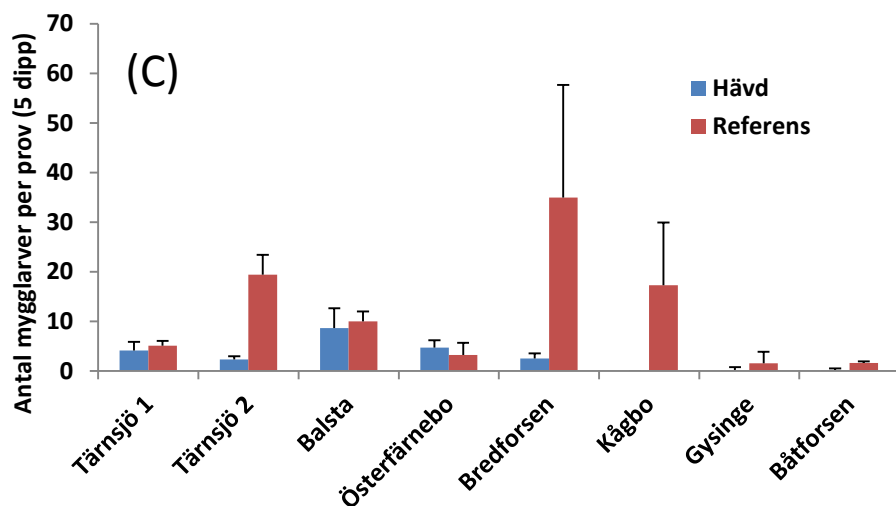
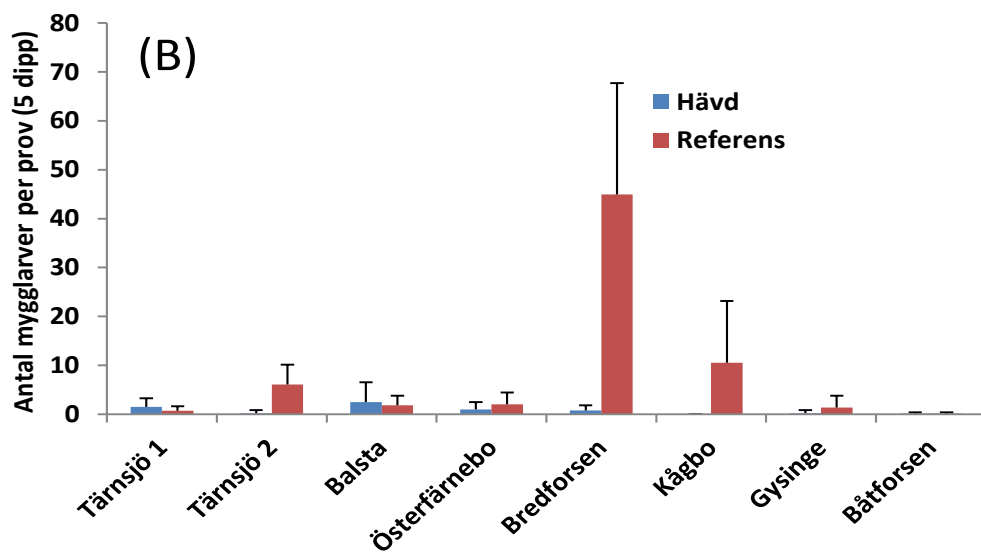
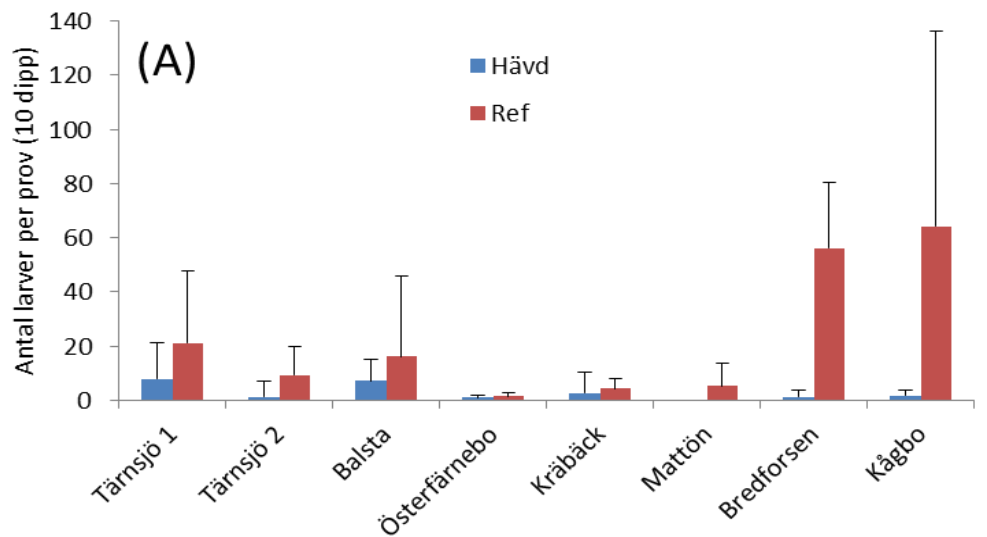
Först jämförde vi skillnader i mängden mygglarver mellan hävdade och ohävdade gräsmarker med en 'upprepad' (repeated measure) ANOVA med antalet larver i ett prov som beroende variabel och hävdad/ohävdad som en oberoende klassvariabel i en mixed model i lmer-funktionen i R 2.13.0 (R-project 2011). För att ta hänsyn till den parade designen använde vi par (en hävdad och en ohävdad gräsmark) som en så kallad slumpfaktor (random effect), det vill säga att vi antar att de olika paren är oberoende av varandra men att det finns en kovariation i antal mygglarver över tiden mellan gräsmarker inom par. För att testa om mängden mygglarver skiljde sig inom transekter satte vi prov på transekt som en kontinuerlig variabel mellan 1 (strandnära förhållanden) och 5 (nära permanent vatten). Antalet larver per prov var $\ln(x+1)$ -transformerade. Totalt hade vi 380 prover från gräsmarker i maj, d.v.s. från 38 provtagningar (Appendix 1). I juli tog vi 220 prov från 22 provtagningar (Appendix 2).

För att studera hur antalet mygglarver berodde på andra variabler såsom temperatur, vattendjup, vattenspiegel, näringshalt och tuvighet använde vi linjära mixade modeller i lmer-funktionen i R 2.13.0 (R-project 2011). Igen använde vi par av gräsmark som slumpfaktor i den statistiska modellen. Hävdade och ohävdade våtmarker sattes som en oberoende klassvariabel och de andra variablerna som linjära kovariater. Här har vi bara använt de par där vi hade mätningar på näringshalt i jord, vilket gav samma sex par vid båda översvämningstillfällen (Tärnsjö 1, 2, Balsta, Österfärnebro, Kågbo, & Bredforsen är de par som använts i de linjära analyserna). Under översvämningen i maj togs totalt 320 prover och under juli togs 150 prover i dessa sex par, det vill säga 32 respektive 15 provtagningar av hela gräsmarker.

För att studera om näringshalt, mikrotopografi, vattentemperatur och dag på säsongen var relaterat till produktionen av mygglarver sattes dessa som linjära kovariater i de mixade modellerna beskrivna ovan. Dessa plockades dock bort om de tycktes vara betydelselösa ($P > 0.1$). Vi gjorde en separat analys av mängden mygglarver i maj och juli, och för juliproverna gjorde vi separat analyser för de slumpvisa proverna längs transekterna och de riktade proverna längs strandkanten.

Resultat

Vid översvämningen i maj var antalet larver signifikant färre på hävdade ytor ($F = 135$; $p < 0.001$, Fig. 3a). I genomsnitt var det 71 % (SD = 28 %) färre mygglarver i prover från hävdade ytor jämfört med motsvarande ohävdad referensområde. Det var generellt fler larver i proven närmare strandkanten ($F = 46$, $p < 0.001$), men ingen signifikant interaktion mellan prov på transekt och hävd/referens ($F = 0.01$, $p = 1$), det vill säga fördelningen av mygglarver längs transekterna skiljde sig inte mellan hävdade och ohävdade gräsmarker. Under översvämningen i juli var det också färre mygglarver längs transekterna på hävdade gräsmarker jämfört med motsvarande ohävdad referensyta ($F = 84$, $P < 0.001$, Fig. 3b). I



Figur 3: Medelantal mygglarver per prov under översvämningarna i maj (A) och juli längs de två transekterna (B) och riktade prov längs strandkanten (C) uppdelat på varje par om hävdad mark och en ohävdad referensyta. Felstaplar är standardavvikelse.

genomsnitt var det 35 % (SD = 79 %) färre mygglarver på de hävdade markerna relativt de ohävdade referensytorna. Även i de riktade provpunkterna längs stränderna var det färre mygglarver på hävdade ytor jämfört med referensytor ($F = 76$, $p < 0.001$, Fig. 3c), i genomsnitt var det 56 % (SD = 54 %) färre mygglarver i punkterna på hävdade gräsmarker. Återigen minskade antalet larver med avstånd från strandkanten ($F = 21$, $p < 0.001$) och det var ingen signifikant interaktion med typ av gräsmark ($F = 1.3$, $p = 0.3$).

Under översvämningen i maj var det ingen signifikant skillnad i antalet mygglarver mellan ytor som hävdades med bete eller slåtter ($F = 0.4$, $p = 0.5$). I juli var det dock i genomsnitt fler mygglarver på gräsmarker som hävdades genom slåtter än genom bete (0,6 per prov i betade marker mot 1,86 i slåtrade marker; $F = 10$, $p = 0.004$). Men det är viktigt att påpeka att de betade och slåtrade gräsmarkerna inte var ihopparade i par, vilket gör det svårare att utesluta att skillnader i andra faktorer orsakat denna skillnad mellan betade och slåtrade gräsmarker.

Även med miljövariabler som kovariater hade hävd eller inte hävd så var det en signifikant skillnad i antal mygglarver per prov i maj ($z = 9.6$, $p < 0.001$). Också under översvämningen i juli var skillnaden mellan hävdade och ohävdade gräsmarker signifikant när man tagit hänsyn till miljövariabler även om sambandet var svagare än under vår översvämningen ($z = 3.7$, $p < 0.001$).

Vattentemperatur och vattenhöjd

Under översvämningen i maj hade vattentemperatur ($z = 1.4$), vattenspegel ($z = 0.9$) och vattendjup ($z = 0.2$) ingen signifikant relation till antalet mygglarver i proven. I juli däremot så minskade antalet larver per prov i transekterna med ökad vattenspegel ($z = -3.1$, $p < 0.001$, Fig. 4a) och ökande vattendjup ($z = -4.3$, $p < 0.001$, Fig. 4b), men det är främst på de ohävdade markerna detta samband är tydligt eftersom mygglarvsförekomsten var generellt lägre på hävdade marker. Vattentemperaturen hade ingen betydelse för antalet mygglarver per prov ($z = -0.4$) i juli.

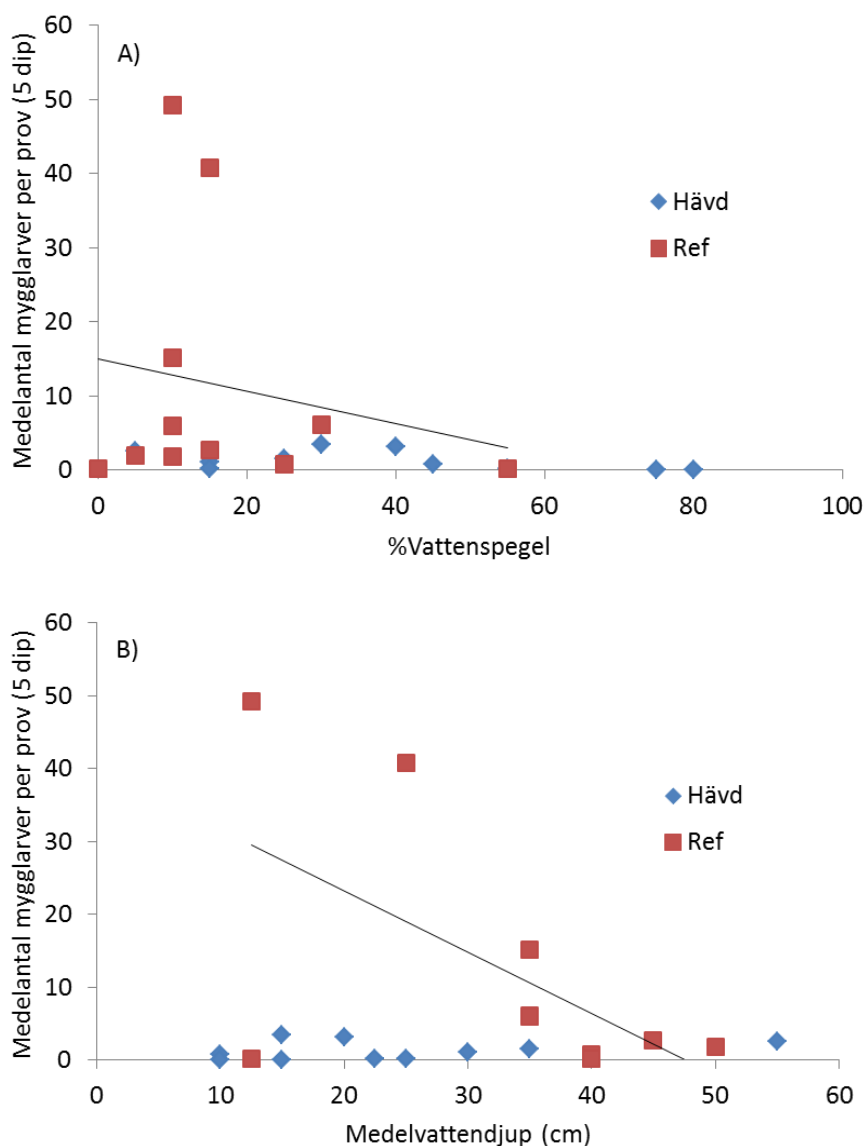
Näringshalt

I genomsnitt fanns det ingen skillnad i jordens näringshalt mellan hävdade och ohävdade gräsmarker (Tabell 1). Andel torrsubstans (%TS), totalt kol (TC) och totalkväve (TN) var i hög grad korrelerade till varandra ($r > 0.97$), medan mängden totalfosfor (P) och tillgängligt fosfor (P-Till) var i sin tur korrelerade till varandra ($r = 0.89$). Inte heller fanns det några systematiska skillnader av fosfor, kväve och organiskt kol i det översvämmade vattnet mellan hävdade och ohävdade gräsmarker i slutet av översvämningen i juli. I vattenproverna var totalkol och totalkväve korrelerade ($r = 0.92$), och halten fosfor och kväve var korrelerade mellan jord och vattenprov för respektive ämne ($r = 0.62$, respektive $r = 0.65$) medan totalkol inte var speciellt korrelerade mellan jord- och vattenprov ($r = 0.34$). I princip alla näringsämnen utom mängd torrsubstans, mark-pH och organsikt kol i jordprover var positivt korrelerat med uppmätt medelvegetationshöjd (d.v.s., tuvighet, $r > 0.5$).

Tabell 1: Resultat från ANOVA av skillnader i näringshalt i jorden samt vatten mellan par och hävdade eller ohävdade gräsmarker. Se metod för definitioner av de olika näringsämnena. $P > 0.1$ för all värden.

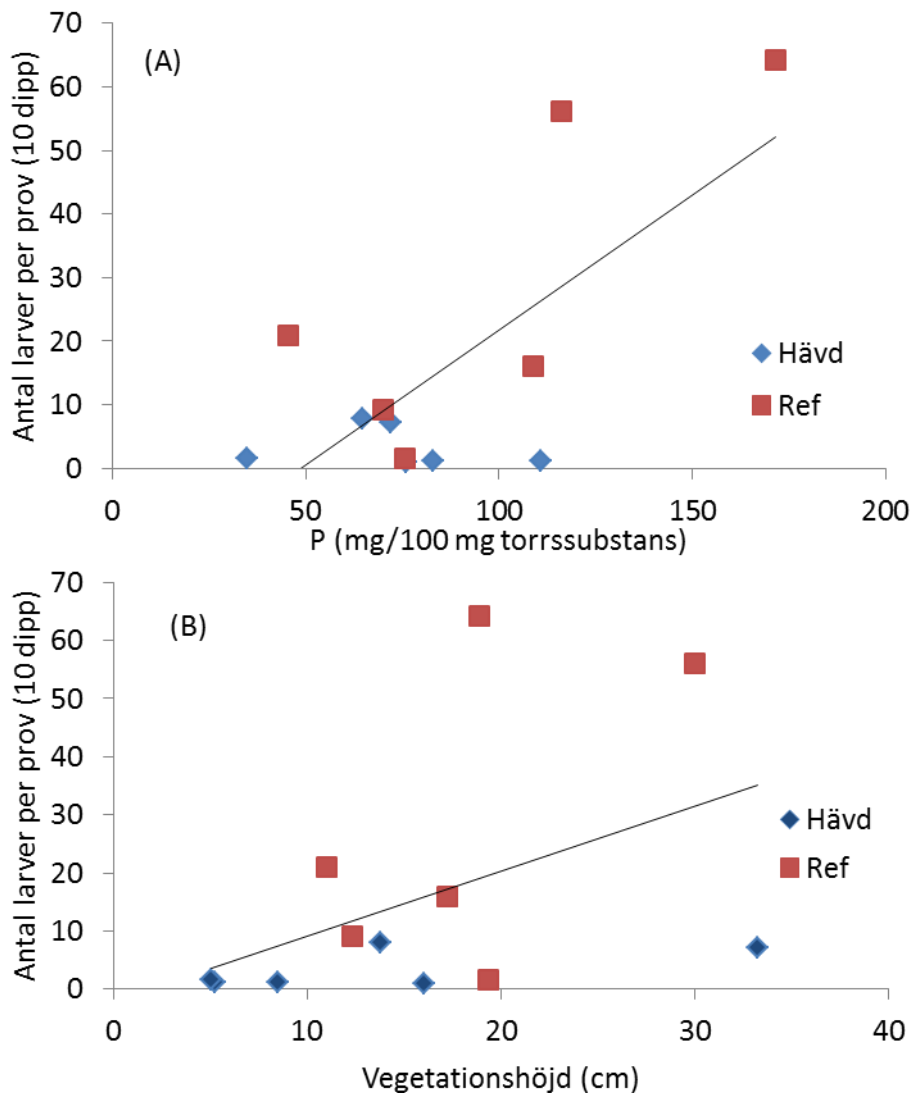
	%TS	TC	TN	pH	P	P-Till	P_H ₂ O	N_H ₂ O	C_H ₂ O
Par	F _{6,8} =0.9	F _{6,8} =1.1	F _{6,8} =1.0	F _{6,8} =2.6	F _{6,8} =0.5	F _{6,8} =1.1	F _{3,3} =0.4	F _{3,3} =0.4	F _{6,8} =1.1
Hävd	F _{1,8} =0.1	F _{1,8} =0.1	F _{1,8} =0.1	F _{1,8} =1.4	F _{1,8} =1.1	F _{1,8} =1.7	F _{1,3} =0.1	F _{1,3} =0.1	F _{1,8} =1.7

Under översvämningen i maj var det framför allt fosforhalten som visade ett positivt samband med antalet mygglarver ($z = 3.6$, $p < 0.001$, Fig. 5a). Det var framför allt några ohävdade gräsmarker med hög fosforhalt som hade höga tätheter av mygglarver (Fig. 4a) som stod ut. Inga vattenprover togs för näringsanalys i samband med den första översvämningen i maj.



Figur 4: Medelantal mygglarver per prov under översvämningen i juli från minskade med ökande vattenspegel (A) och ökande vattendjup (B). Det är främst inom ohävdade gräsmarker antalet mygglarver minskar med ökande vattenspegel och vattendjup (heldragna linjer).

Sambandet mellan fosforhalt och antalet mygglarver var betydligt svagare under översvämningen i juli ($z = 0.2$, $p = 0.8$, Fig. 6a). Inte heller de andra variablerna av jordnäringshalter visade någon tydligt samband med antalet mygglarver ($z < 1.2$, $p > 0.25$ för alla andra variabler). Näringshalt i vattnet var bara provtaget på åtta av gräsmarkerna men visade heller inga tydliga samband med antalet mygg i proverna från gräsmarkerna ($z < 1.8$, $p > 0.1$).



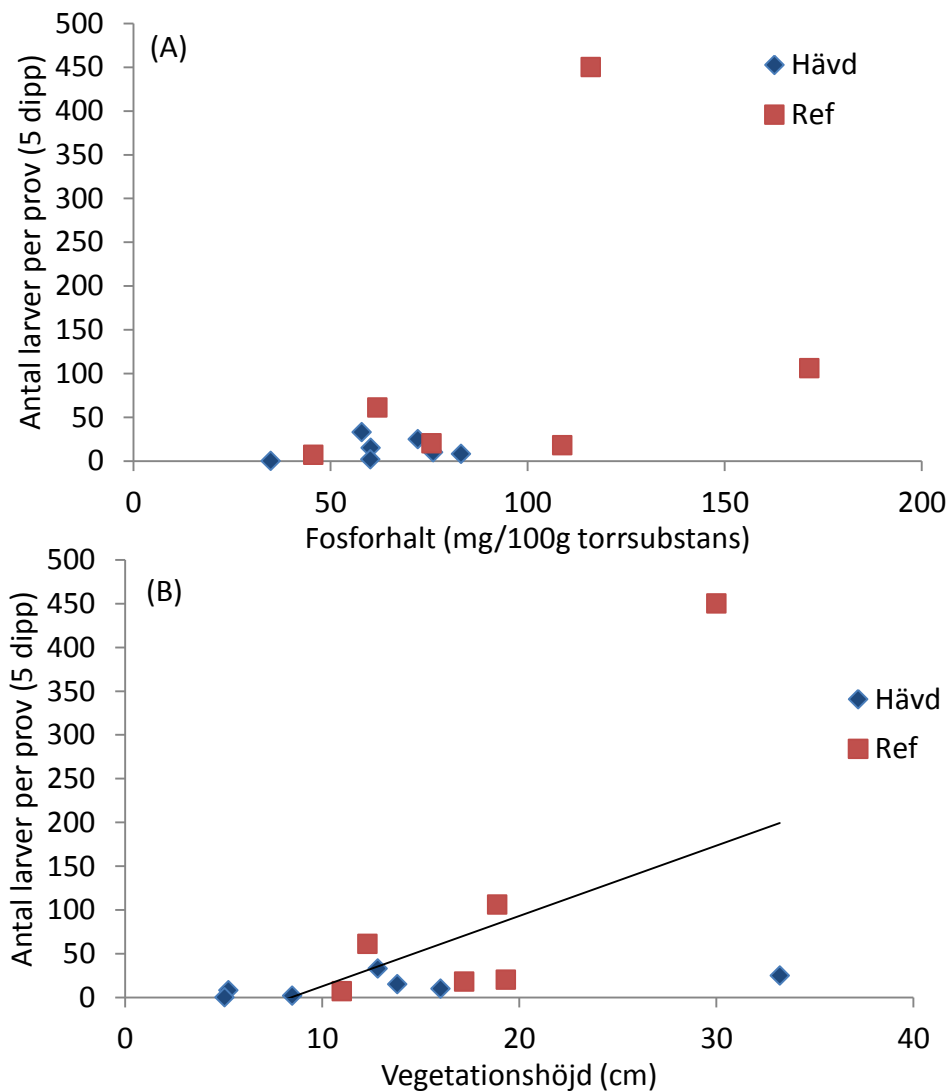
Figur 5: Medelantal mygglarver per gräsmark i relation till fosforhalt (A) och tuvighet (B, mätt som vegetationshöjd) under översvämningen i maj. Data är uppdelat på hävdade och referensytor men regressionslinjen är anpassad till båda typer av gräsmarker ihopslagna.

Topografi och vegetation

Vid översvämningen i maj fanns det ett positivt samband mellan antalet mygglarver per prov i transekterna och vegetationshöjd inklusive tuvor ($z = 10.6$, $p < 0.001$, Fig. 5b). Även under översvämningen i juli fanns det ett positivt samband mellan tuvighet och antalet mygglarver längs transekterna ($z = 2.7$, $p = 0.01$, Fig. 6b).

Diskussion

Resultaten visar på ett lägre antal mygglarver på översvämmade gräsmarker som hävdas genom slåtter eller bete jämfört med en motsvarande ohävdad referensområde. Skillnaden i mängden mygglarver mellan hävdade och ohävdade gräsmarker är statistiskt säkerställd vid båda översvämningsperioderna 2012. Vid översvämnningen i maj var det 70 % färre mygglarver på de hävdade ytorna medan det i juli var runt 45 % (35 % -55 % med de olika provtagningsmetoderna) färre mygglarver på hävdade ytor relativt referensytorna. Under översvämnningen i juli visade de två olika provtagningsmetoderna, slumpmässig eller riktad, på kvalitativt liknande resultat. Det vill säga att skillnaderna i de slumpvisa proven mellan hävdade och referensytor berodde inte på en omfördelning av mygglarver utan även där det fanns som mest larver var det betydligt färre mygglarver på hävdade marker. Dock ska det påpekas att skillnaden mellan par var stor, från ingen tydlig skillnad till tiotals gånger fler mygglarver på referensytor. Betydelsen av hävd för mängden mygglarver är därmed också delvis beroende på lokala skillnader på gräsmarker, så som vattenregim, tuvighet och näringshalt.



Figur 6: Medelantal mygglarver per gräsmark i relation till fosforhalt (A) och tuvighet (B, mätt som vegetationshöjd) under översvämningen i juli. Data är uppdelat på hävdade och referensytor men regressionslinjen är anpassad till båda typer av gräsmarker ihopslagna.

Vi fann inte någon signifikant skillnad i mängden mygglarver mellan gräsmarker som hävdades med bete eller slåtter i maj. Men under översvämningen i juli så var det i genomsnitt fler mygglarver på marker som hävdades med slåtter än med bete. Denna skillnad fanns trots att en betesmark inte hade betats och hade lika mycket mygglarver som sin referensyta (Balsta), men i de övriga fyra betade markerna var antalet mygg i genomsnitt mindre än en larv per dipp. En orsak till denna skillnad mellan betade och slåtrade ytor är nog att de slåtrade markerna inte var slagna innan den andra översvämningen i juli och därför hade högre gräs än de betade markerna. Vi kan inte heller utesluta att trampandet från betesdjur förstör eller påverkar kläckningen av myggägg. Men det är viktigt att påpeka att betade och slåtrade marker inte var ihop-parade här så skillnaden kan bero på andra faktorer så som skillnader i näringshalt och vegetationsstruktur. Men det verkar inte så orimligt att vegetationen bör vara så kort som möjligt vid en översvämning för att minimera mängden mygglarver eftersom det både minskar födoresurser och ökar möjlighet för predation.

Vattentemperatur och vattenstånd

Vid översvämningen i maj hade vattentemperatur, vattendjup och vattenspegel ingen signifikant betydelse för hur mycket mygglarver vi hittade. I juli var vattendjup och hur stor andel av vattenytan som utgjordes av öppen vattenspegel, relaterade till mängden mygglarver. Vid ett vattendjup mellan 30-40 cm så skedde det en kraftig minskning i antalet mygglarver (Fig. 4b). Dels är det troligt att det kläcks färre mygglarver om det råder djupt vatten över hela gräsmarken då det ofta är svalare och inte så lätt blir syrefattigt, dels kan det underlätta för predatorer, kanske framför allt fisk, att predera på mygglarver. Liknande faktorer kan bidra till den minskade mängden mygglarver i juli med ökande vattenspegel (Fig. 3a), det finns färre platser som mygglarverna kan gömma sig i vegetationen från predatorer, och dels kan nog mer vegetation ge en större produktion av mikroorganismer som utgör deras huvudsakliga föda. Med vårt upplägg på studien kan inte vi dock inte säga om skillnaderna mellan olika områden beror på mängden kläckta mygglarver eller om det beror på skillnad i överlevnad.

I figur 3 syns det att det är framför allt på de ohävdade referensytorna som antalet mygglarver skiljer sig med vattendjup och andelen vattenspegel, vid djupa och öppna vattenytor är det ingen större skillnad mellan hävdade och ohävdade gräsmarker. Inte heller är det så att alla ohävdade gräsmarker med lågt vattendjup och liten öppen vattenspegel får mycket mygglarver, det vill säga att det finns andra orsaker som kan hindra eller trigga en hög förekomst av mygglarver. Snarare ska resultaten nog tolkas som att det vid lågt vattendjup och lite öppna vattenspeglar så finns det risk för stora mängder mygglarver, och hävd tycks kunna minska denna risk.

Näringshalt

Även näringshalten i jorden på gräsmarkerna visade samband med antalet mygglarver på en gräsmark, och då framför allt fosforhalten under översvämningen i maj. Att det blir mer mygglarver (av översvämningsmygg) med ökande halt av fosfor eller kväve är inte så förvånade. Det har dock tidigare mest visats för mer små isolerade och konstruerade våtmarker (Mercer et al. 2005; Walton 2012), medan Rydzanicz et al. (2011) inte kunde hitta något entydigt samband mellan näringshalt och antal myggägg i översvämmade fält i Polen.

Trots att det inte fanns någon systematisk skillnad i markfosfor (eller för något annat mätt näringsämne heller för den delen) mellan hävdade och ohävdade så var de gräsmarker som hade särskilt hög fosforhalt och mycket mygglarver alla ohävdade (Fig. 5). Så en hel del av den stora skillnaden i förekomst av mygglarver mellan hävdade och ohävdade gräsmarker i Kågbo och Bredforsen beror nog på betydligt mer fosforrika jordar i de ohävdade gräsmarkerna. Samtidigt måste det påpekas att hävdade ytor med högre fosforhalt (> 75 mg/100 mikrogram torrs substans, Fig. 5a) inte alls uppvisade någon tydlig förhöjd myggförekomst jämfört med andra hävdade gräsmarker. Återigen tycks hävd dämpa risken för stora mängder mygglarver i annars bra miljöer för mygglarver.

Under översvämningen i juli var det inte samma starka samband mellan mängden mygglarver och näringshalt. Det kan tolkas som att andra förutsättningar, till exempel, vattendjup och andel öppen vattenspegel hade större betydelse. Jordproverna var tagna mellan de två översvämningarna och det är möjligt att mer av näringen fanns bunden i vegetationen vid den andra översvämningen och därför en lägre påverkan på förekomsten av mygglarver.

Mikrotopografi

Det fanns fler mygglarver i gräsmarker som hade större mikrotopografisk variation, det vill säga var tuviga. Om det beror på högre kläckning i tuviga marker som kanske ger högre fuktighet på en liten skala, mellan tuvorna, eller minskad predation på grund av att predatorer får svårt att hitta larverna och ta sig fram bland tuvor kan vi inte avgöra här. Sambandet var starkare under översvämningen i juli, vilket i och för sig berodde mycket på den ohävdade gräsmarken i Bredforsen. Så slutsatsen är att en hög mikrotopografisk variation tycks kunna skapa goda förutsättningar för kläckning av stora mängder mygglarver och att hävd minskar tuvigheten och därmed risk för stora mängder mygglarver i en gräsmark.

Begränsningar

Studien bygger helt på jämförande samband och även om vi har försökt att minimera variationen mellan gräsmarker inom par så fanns det betydande skillnader. Det gör det svårt att uppskatta hur stor reduktionen i myggproduktion införande av hävd faktiskt skulle ha. Vi har också designat studien för att jämföra gräsmarker med varandra. Även om hävd kan reducera mängden mygglarver avsevärt kan en gräsmark fortfarande producera ett stort antal mygg men om reduktionen är tillräckligt stor för att lindra myggplåga i omgivande miljöer går inte att säga utifrån denna studie. Reduktioner på upp till 98 % av antalet mygglarver kan krävas vid höga tätheter av mygglarver för att hålla den adulta myggpopulationen på en dräglig nivå (Jan Lundström, personlig kommentar). I vissa av paren var skillnaden mellan

hävdade och ohävdade i denna storleksordning (Fig. 3), men långt i från i alla par och mer experimentella studier krävs för att få en bättre uppskattning av storleken på mygglarvsreduktion från hävd av gräsmarker.

Flera av de variabler vi använt oss av är korrelerade till varandra vilket gör det svårt att statistiskt särskilja olika samband från varandra. För detta krävs mer experimentella studier. Experimentella studier kan också ge indikationer på mekanismerna som orsakar skillnaderna i mygglarvsförekomst mellan hävdade och ohävdade gräsmarker. Vi vet inte hur stor del av skillnaden mellan hävdade och ohävdade gräsmarker som beror på skillnader i kläckningsfrekvens och hur stor del som beror på skillnader i överlevnad eller predation. En viktig faktor i sammanhanget är till exempel hur honorna väljer var de ska lägga sina ägg. Om honorna väljer att lägga ägg i ohävdade gräsmarker kan ganska stora ytor behöva hävdas för att få någon effekt på mängden adulta översvämningsmyggor.

Sammanfattning

Denna studie visar att det både vid en våröversvämnning och en sommaröversvämnning var det betydligt färre mygglarver på de gräsmarker som hävdades, i genomsnitt cirka 70 % under våröversvämnningen och 45 % under sommaröversvämnningen. Dock var det en stor variation i skillnaden av antal mygglarver på hävdade och ohävdade gräsmarker mellan de olika paren av våtmarker. Det tycks inte vara en enda faktor som förklarar denna skillnad mellan paren utan tycks bero på flera samverkande faktorer. Höga tätheter av mygglarver hittades framför allt i gräsmarker med hög näringshalt (speciellt fosforhalt), mycket tuvor och högt gräs, och lågt vattendjup. Men klart är i alla fall att hävd av gräsmarker tycks förhindra riktigt höga tätheter av mygglarver även när förutsättningarna annars är goda (lågt vatten, näringsrik miljö). Det vill säga att hävd förmodligen skulle ha störst effekt på idag ohävdade gräsmarker som är näringsrika och/eller tuviga.

Tack

Ett stort tack till alla markägare i området som tillät oss provta mygglarver på deras marker. Ingemar Lindquist på Länsstyrelsen i Uppsala Län hjälpte till att ta fram lämpliga studieområden. Jan Lundström på Uppsala universitet

Litteratur

- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Mandon, M., Dahl, C. & Kaiser, A. 2010. Mosquitoes and their control. 2nd ed. Springer, Berlin. 577 pp.
- Boisvert, M. & Boisvert, J. 2000. Effects of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* on target and non-target organisms: a review of laboratory and field experiments. *Biocontrol Science and Technology* 10: 517-561.
- Correll, O., Isselstein, J. & Pavlu, V., 2003. Studying spatial and temporal dynamics of sward structure at low stocking densities: the use of an extended rising-plate-meter method. *Grassland Forage Science* 58: 450-454.
- de Szalay, F.A., Batzer, D.P., & Resh, V.H. 1996. Mesocosm and macrocosm experiments to examine effects of mowing emergent vegetation on wetland invertebrates. *Environmental Entomology* 25: 303-309.
- Grieco, J.P., Vogtsberger, R.C., Achee, N.L., Vanzie, E., Andre, R.G., Roberts, D.R. & Rejmankova, E. 2005. Evaluation of habitat management strategies for the reduction of malaria vectors in northern Belize. *Journal of Vector Ecology* 30: 235-243.
- Griffin, L.F. & Knight, J.M. 2012. A review of the role of fish as biological control agents of disease vector mosquitoes in mangrove forests: reducing human health risks while reducing environmental risk. *Wetland Ecology and Management* 20(S1): 243-252. DOI: 10.1007/s11273-012-9248-4
- Jiannino, J.A. & Walton, W.E. 2004. Evaluation of vegetation management strategies for controlling mosquitoes in a southern California constructed wetland. *Journal of the American Mosquito Control Association* 20: 18-26.
- Lawler, S.P., Reimer, L., Thiemann, T., Fritz, J., Parise, K., Feliz, D. & Elnaiem, D.E. 2007. Effects of vegetation control on mosquitoes in seasonal freshwater wetlands. *Journal of the American Mosquito Control Association* 23: 66-70. DOI: 10.2987/8756-971X(2007)23[66:EOVCOM]2.0.CO;2
- Leishnam, P.T., Slaney, D.P., Lester, P.J. & Weinstein, P. 2005. Increased larval mosquito densities from modified landuses in the Kapiti region, New Zealand: Vegetation, water quality, and predators as associated environmental factors. *EcoHealth* 2: 313-322.
- Louca, V., Lucas, M.C., Green, C., Majambere, S., Fillinger, U. & Lindsay, S.W. 2009. Role of fish as predators of mosquito larvae on the floodplain of the Gambia River. *Journal of Medical Entomology* 46: 546-556. DOI: 10.1603/033.046.0320
- Lundström, J.O. 1999. Mosquito-borne viruses in Western Europe: a review. *Journal of Vector Ecology* 24:1-39.
- Lundström, J.O., Schäfer, M.L., Petersson, E., Vinnersten, T.Z.P., Landin, J. & Brodin, Y. 2010. Production of wetland Chironomidae (Diptera) and the effects of using *Bacillus thuringiensis israelensis* for mosquito control. *Bulletin of Entomological Research* 100: 117-125.
- Mercer, D.R., Sheeley, S.L. & Brown, E.J. 2005. Mosquito (Diptera : Culicidae) development within microhabitats of an Iowa wetland. *Journal of Medical Entomology* 42: 685-693. DOI: 10.1603/0022-2585(2005)042[0685:MDCDWM]2.0.CO;2

- Nilsson, C. & Renöfält, B. 2009. Mygg och Bti i nedre Dalälven - Utvärdering av ett vetenskapligt uppföljningsprogram. *Naturvårdsverket rapport 6305*, Stockholm. ISSN 0282-7298.
- Östman, Ö., Lundström, J.O. & Persson Vinnersten, T.Z. (2008) Effects of mosquito larvae removal with *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) on natural protozoan communities. *Hydrobiologia* 607: 231-235.
- Roberts, D. 2012. Responses of three species of mosquito larvae to the presence of predatory dragonfly and damselfly larvae. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 145: 23-29. DOI: 10.1111/j.1570-7458.2012.01300.x
- Rydzanicz, K., Kacki, Z. & Jawien, P. 2011. Environmental factors associated with the distribution of floodwater mosquito eggs in irrigated fields in Wroclaw, Poland. *Journal of Vector Ecology* 36: 332-342. DOI: 10.1111/j.1948-7134.2011.00173.x
- Schäfer M.L. & Lundström, J.O. 2009. The present distribution and predicted geographic expansion of the floodwater mosquito *Aedes sticticus* in Sweden. *Journal of Vector Ecology* 34: 141-147.
- Schäfer, M.L., Lundström, J.O., Pfeffer, M., Lundkvist, E., Landin, J. 2004. Biological diversity versus risk for mosquito nuisance and disease transmission in constructed wetlands in southern Sweden. *Medical and Veterinary Entomology* 18: 256-267.
- Schäfer, M.L., Lundström, J.O. & Petersson, E. (2008) Comparison of mosquito (Diptera: Culicidae) faunas by wetland type and year in the lower River Dalälven region, central Sweden. *Journal of Vector Ecology* 33: 150 – 157.
- Service, M.W. 1995. *Mosquito ecology: field sampling methods*. London, United Kingdom, Chapman & Hall.
- Vinnersten-Persson, T.Z., Lundström, J.O., Schäfer, M.L., Petersson, E. & Landin, J. 2010. A six-year study of insect emergence from temporary flooded wetlands in central Sweden, with and without Bti-based mosquito control. *Bulletin of Entomological Research* 100: 715-725.
- Walton, W.E. 2012. Design and management of free water surface constructed wetlands to minimize mosquito production. *Wetland Ecology and Management* 20(SI): 173-195. DOI: 10.1007/s11273-011-9243-1
- Willams, D.C., Meek, C.L. & Wright, V.L. 1983. Abundance of mosquito eggs in a permanent pasture and effects of cattle movement and hoofprint density on egg distribution. *Southwestern Entomologist* 8: 273-278.

Appendix 1: Medelantal mygglarver per gräsmark och provtillfälle från översvämningen i maj samt miljövariabler. Notera att vegetationshöjd och näringshalt är de samma mellan provtillfällena eftersom detta mättes efter själva översvämningen. Ett undantag är ,Tärnsjö 2 där transekterna ändrades så mycket att vi tog jordprov från två olika ställen för varje gräsmark.

Plats	Hävd	Datum	Mygg-larver	Temp	Vattenspegel (%)	Vattendjup (cm)	Vegetationshöjd (cm)	Torrsubstans (%)	Total-kol	Total-kväve	pH	Total-fosfor	Tllgängli g fosfor
Tärnsjö 1	Slätter	20-maj	7.4	20	50	13.5	13.8	95.82	9.06	0.814	5.51	60.1	2.4
Tärnsjö 1	Slätter	22-maj	8.4	25	45	11	13.8	95.82	9.06	0.814	5.51	60.1	2.4
Tärnsjö 1	Ref	20-maj	20.9	19	55	21	11	96.89	6.82	0.591	5.58	45.6	1.7
Tärnsjö 1	Ref	22-maj	20.4	24	45	11	11	96.89	6.82	0.591	5.58	45.6	1.7
Tärnsjö 2	Slätter	11-maj	0	10	50	15	8.48	89.74	43.24	3.254	5.21	110.9	8.9
Tärnsjö 2	Slätter	14-maj	0	11	77.5	35	8.48	89.74	43.24	3.254	5.21	110.9	8.9
Tärnsjö 2	Slätter	20-maj	0.4	20	55	5	8.48	96.20	10.50	0.76	5.36	60.1	1.4
Tärnsjö 2	Slätter	22-maj	4.4	17	50	11	8.48	96.20	10.50	0.76	5.36	60.1	1.4
Tärnsjö 2	Ref	11-maj	1.4	7	20	6	12.3	89.92	46.15	3.27	5.12	78.3	5.6
Tärnsjö 2	Ref	14-maj	0.9	10	35	20	12.3	89.92	46.15	3.27	5.12	78.3	5.6
Tärnsjö 2	Ref	20-maj	17.2	18	45	21	12.3	96.81	6.87	0.55	5.16	61.9	2.6
Tärnsjö 2	Ref	22-maj	17.9	15	50	21	12.3	96.81	6.87	0.547	5.16	61.9	2.6
Balsta	Bete	11-maj	1.7	11	90	40	33.22	95.30	7.93	0.715	5.34	72.1	2.9
Balsta	Bete	14-maj	3.4	11	60	22.5	33.22	95.30	7.93	0.715	5.34	72.1	2.9
Balsta	Bete	17-maj	12	16	50	15	33.22	95.30	7.93	0.715	5.34	72.1	2.9
Balsta	Bete	18-maj	11.7	16	65	30	33.22	95.30	7.93	0.715	5.34	72.1	5.8
Balsta	Ref	11-maj	0	10	60	23.5	17.2	91.72	27.04	2.126	5.28	108.8	5.8
Balsta	Ref	14-maj	0.7	11	60	30	17.2	91.72	27.04	2.126	5.28	108.8	5.8
Balsta	Ref	17-maj	40.2	15	60	15	17.2	91.72	27.04	2.126	5.28	108.8	5.8
Balsta	Ref	18-maj	24.1	15	60	17.5	17.2	91.72	27.04	2.126	5.28	108.8	5.8
Österfärnebo	Slätter	17-maj	0.2	21	50	10	16	95.83	6.74	0.599	5.5	76.1	1.7
Österfärnebo	Slätter	18-maj	1.7	18	55	17.5	16	95.83	6.74	0.599	5.5	76.1	1.7
Österfärnebo	Ref	17-maj	0.5	16	52.5	17.5	19.32	96.12	6.4	0.627	5.7	75.6	2.9
Österfärnebo	Ref	18-maj	2.5	19	55	22.5	19.32	96.12	6.4	0.627	5.7	75.6	2.9
Kräbäck	Slätter	14-maj	0	11	50	20	12.82	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Kräbäck	Slätter	17-maj	5.4	18	45	10	12.82	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Kräbäck	Ref	14-maj	1.8	11	50	35	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Kräbäck	Ref	17-maj	6.8	14	50	40	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Mattön	Slätter	20-maj	0	21	85	37.5	16.44	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Mattön	Ref	20-maj	10.2	19	50	27.5	17.24	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bredforsen	Bete	21-maj	1.4	23	45	16	5.24	93.2	22.53	1.588	4.91	83.1	5.3
Bredforsen	Bete	24-maj	1.1	16	60	15	5.24	93.2	22.53	1.588	4.91	83.1	5.3
Bredforsen	Ref	21-maj	62.2	18	25	100	30	92.9	22.71	1.808	5.24	116.1	9.7
Bredforsen	Ref	24-maj	50	22	20	10	30	92.9	22.71	1.808	5.24	116.1	9.7
Kågbo	Bete	21-maj	1.1	17	65	8.5	5.04	97.71	2.56	0.269	5.38	34.8	2
Kågbo	Bete	24-maj	2	14	80	11	5.04	97.71	2.56	0.269	5.38	34.8	2
Kågbo	Ref	21-maj	71.7	19	45	28.5	18.88	96.6	5.23	0.431	6.36	171.5	33.4
Kågbo	Ref	24-maj	56.8	15	35	32.5	18.88	96.6	5.23	0.431	6.36	171.5	33.4

Appendix 2: Medelantal mygglarver per gräsmark och provtillfälle från översvämningen i juli samt miljövariabler. Notera att vegetationshöjd och näringshalt är de samma mellan provtillfällena eftersom detta mättes efter själva översvämningen.

Plats	Hävd	Dag	Mygglarver Transekt	Mygglarver Punkt	Temp	Vattenspegel (%)	Vattendjup (cm)	Vegetationshöjd (cm)	Torrsubstans (%)	Total- kol	Total- kväve	pH	Total- fosfor	Tllgänglig fosfor
Tärnsjö 1	Hävd	21-jul	1.5	4.1	18.9	25	35	13.8	95.8	9.1	0.8	5.51	60.1	2.4
Tärnsjö 1	Ref	21-jul	0.7	5.1	14	25	40	11	96.9	6.8	0.6	5.58	45.6	1.7
Tärnsjö 2	Hävd	21-jul	0.2	2.3	NA	NA	NA	8.48	96.2	10.5	0.8	5.36	60.1	1.4
Tärnsjö 2	Ref	21-jul	6.1	19.4	15.5	30	35	12.3	96.8	6.9	0.5	5.16	61.9	2.6
Balsta	Hävd	18-jul	2.5	8.6	NA	5	55	33.22	95.3	7.9	0.7	5.34	72.1	2.9
Balsta	Ref	18-jul	1.8	10.0	NA	10	50	17.2	91.7	27.0	2.1	5.28	108.8	5.8
Österfärnebo	Hävd	19-jul	1.0	4.7	19.3	15	30	16	95.8	6.7	0.6	5.5	76.1	1.7
Österfärnebo	Ref	19-jul	2.0	3.2	16.8	5	NA	19.32	96.1	6.4	0.6	5.7	75.6	2.9
Kräbäck	Hävd	19-jul	3.1	9.2	13.7	40	20	12.82	96.1	5.5	0.6	5.29	57.9	2.0
Kräbäck	Hävd	24-jul	3.5	5.3	16.2	30	15	12.82	96.1	5.5	0.6	5.29	57.9	2.0
Bredforsen	Hävd	26-jul	0.8	2.5	21.5	45	10	5.24	93.2	22.5	1.6	4.91	83.1	5.3
Bredforsen	Ref	23-jul	40.7	35.5	NA	15	25	30	92.9	22.7	1.8	5.24	116.1	9.7
Bredforsen	Ref	26-jul	49.2	34.4	19.2	10	12.5	30	92.9	22.7	1.8	5.24	116.1	9.7
Kågbo	Hävd	23-jul	0	0	17.5	80	15	5.04	97.7	2.6	0.3	5.38	34.8	2.0
Kågbo	Hävd	26-jul	0	0	26.9	75	10	5.04	97.7	2.6	0.3	5.38	34.8	2.0
Kågbo	Ref	23-jul	15.2	26.2	16.5	10	35	18.88	96.6	5.2	0.4	6.36	171.5	33.4
Kågbo	Ref	26-jul	5.9	8.4	20.8	10	35	18.88	96.6	5.2	0.4	6.36	171.5	33.4
Gysinge	Hävd	22-jul	0.2	0.1	18	55	22.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Gysinge	Ref	22-jul	2.7	3.0	14.2	15	45	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Båtfors	Hävd	24-jul	0.1	0.2	18.3	15	25	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Båtfors	Ref	24-jul	0.1	1.6	17	55	40	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA