



Bedömning av ekologiska effekter i Halmsjön av anläggningsarbeten vid planerad förlängning av bana 3 vid Arlanda flygplats	Medins Biologi AB Uppdragsnr 2182
Rapport av: Ingemar Abrahamsson, Alf Engdahl	Datum: 2011-03-21

Inledning

Föreliggande rapport har tillkommit på uppdrag av Swedavia med anledning av planerad förlängning av bana 3 vid Stockholm-Arlanda Airport.

Kortfattad beskrivning av företaget

Vid Arlanda flygplats planeras en förlängning av bana 3. Efter analys av flera metoder har anläggning av ett betongdäck med stråk över den västra delen av Halmsjön valts. Överdäckningen över Halmsjön omfattar ca en fjärdedel av sjöytan och utförs med betongdäck som vilar på en fackverkskonstruktion med pålgrupper ned till fast botten. Preliminärt kommer deplacerade pålar att användas vilket innebär att sedimenten trängs åt sidan och uppåt vid pålningen. Undanträngd volym sediment beräknas uppgå till 1950 m³ vilket motsvarar en höjning av sjöbotten under påldäcket med knappt 2 cm. På fast mark planeras rivning av byggnader, schaktning av berg, urgrävning och återfyllning. Byggtiden för banförlängningen beräknas till ca sex år. För att förhindra grumling kommer geotextilgardiner att hängas ut i sjön längs med arbetsområdet.

Avgränsningar

Föreliggande rapport behandlar de ekologiska effekterna av anläggningsarbetena. Endast effekter i Halmsjön diskuteras. De anläggningsarbeten som bedöms medföra påtaglig påverkan i Halmsjön utgörs främst av pålning. Effekter på fauna och flora till följd av pålningsarbetena bedöms huvudsakligen uppstå från grumling och sedimentation av suspenderat material som härrör från bottensediment.



Kortfattad beskrivning av tillståndet i Halmsjön

Halmsjön har en sjöyta på ca 36 ha och en volym på 1,4 milj m³. Medel- och maxdjupen uppgår till 3,6 respektive 5,4 m. Med ett avrinningsområde på ca 590 ha uppgår den teoretiska omsättningstiden till ca 1,2 år. Sjön tillförs dagvatten från ca 64 ha hårdgjord yta. Sjön används även för värmeväxling i kylcentralen. Dagvattnet innehåller vintertid kaliumformiat och glykol som droppat från avisade flygplan.

Swedavia AB undersöker årligen det vattenkemiska och biologiska tillståndet i Halmsjön (ALcontrol 2009, 2010, 2011). Provtagning av fysikalisk-kemiska parametrar sker varannan månad vid djuphålan ca 40 m ut från den nordöstra stranden. Provtagningar av växtplankton, djurplankton och bottenfauna har skett årligen sedan 2003. Nät- och kräftprovfisken utfördes 2004 och 2008.

Under åren 2008-2010 uppvisade Halmsjön måttligt höga fosfor- och kvävehalter (ALcontrol 2009, 2010, 2011). Halterna av organiskt material (TOC) var måttligt höga och vattnet uppvisade svag färg och måttlig grumling. pH-värdena var genomgående höga och buffertförmågan var mycket god. Under vegetationsperioden (maj-okt) var klorofyllhalterna låga medan siktdjupen generellt var måttliga med värden kring ca 5 m. Vissa år uppkommer under vårvintern syrefattiga förhållanden i djuphålan bottenvatten. Åren 2006 och 2009 underskred exempelvis syrgashalten 2 mg/l vid enstaka tillfällen (ALcontrol 2011).

Avsevärt förhöjd halt av PFOS (perfluoroktansulfonat) registrerades i Halmsjöns vatten i oktober 2008 (Hilding 2008a). Den uppmätta halten var 86 ng/l vilket är i storleksordningen 20 ggr högre än de bakgrundshalter som IVL (2006) har uppmätt i sjöar utan punktkällor. Lägsta noterade NOEC (no observed effect concentration) för PFOS uppgår till 22 µg/l (Haeggman 2010), vilket innebär att den registrerade halten i Halmsjön i betydande utsträckning understiger de haltnivåer som har visat sig medföra negativa effekter på toxicitetstestade vattenlevande organismer.

Höga halter av arsenik, koppar, nickel, bekämpningsmedel och PFOS registrerades i ytsediment från Halmsjön vid en provtagning i djuphålan hösten 2009 (Hilding 2011). Halten av arsenik var 31 mg/kg TS medan halterna av DDE, dieldrin och endrin var 13, 44 respektive 87 µg/kg TS. Dessa halter överstiger PEL (probable effect level) angivna av de kanadensiska miljömyndigheterna (CCME 2002). De uppmätta halterna av arsenik, DDE, dieldrin och endrin i Halmsjöns ytsediment är således tillräckligt höga för att ge upphov till negativa effekter på sjöns bottenlevande fauna. Halterna av PFOS var 61 µg/kg TS vilket får betecknas som en anmärkningsvärt hög halt vid jämförelse med de sedimenthalter som redovisas av IVL (2006) och Haeggman (2010) från Mälaren och andra svenska insjöar. Halten av PFOS kan dock inte värderas med avseende eventuella negativa effekter på bottenfauna eftersom underlaget för att bedöma toxiska haltnivåer är bristfälligt.

Under den senaste treårsperioden var medelbiomassan av växtplankton generellt liten under vegetationsperioden maj till oktober (ALcontrol 2009, 2010, 2011). Artsammansättningen



indikerar näringsfattiga till måttligt näringsrika förhållanden. Enligt Naturvårdsverkets (2007) bedömningsgrunder uppvisade sjön hög status med avseende på växtplankton. Risken för långvariga blomningar av blågrönalger bedöms numera som liten. Växtplanktonsammanställningen har varit mycket variationsrik sedan provtagningarna påbörjades 2003. Biomassorna har dock successivt minskat och artantalen har under senare år varit anmärkningsvärt låga.

Vegetationsundersökningar har såvitt känt inte utförts i Halmsjön. Vid kräftprovfisket 2008 observerades dock en riklig förekomst av långskottsväxter, främst i form av vattenpest (*Elo-dea canadensis*) och vårtsärv (*Ceratophyllum submersum*), i sjön (ALcontrol 2009). I jämförelse med situationen vid 2004 provfiske hade vegetationsutbredningen ökat så pass påtagligt att förekomsten av vegetationslösa fasta till hårda bottenar var starkt reducerade.

Biovolymerna av djurplankton har under senare år uppgått till i genomsnitt ca 2 mm³/l vilket kan betecknas som en intermediär till hög täthet (ALcontrol 2009, 2010, 2011). Artsammansättningen, som indikerar måttligt näringsrika förhållanden, och artrikedomen har varit relativt konstanta med 30-35 observerade arter. Larver av vandrarmussla (*Dreissena polymorpha*) har påträffats i proverna sedan provtagningarna påbörjades 2003. Tätheterna av larver var som störst vid 2007 års provtagningar.

Bottenfaunan på de djupare bottenarna i Halmsjön domineras av fjädermygglarver av släktet *Tanytarsus* (ALcontrol 2009, 2010, 2011). Under den senaste treårsperioden var individtätheterna av bottenfauna mycket höga medan artantalen var måttligt höga till mycket höga. Artsammansättningen indikerade måttligt näringsrika förhållanden och måttligt syrerika förhållanden i bottenvattnet. Indexvärdet för BQI uppgick till 3,0 vilket medför att bottenfaunan bedömdes uppvisa en hög status med avseende på påverkan från näringsämnen. År 2007 påträffades för första gången vandrarmusslan (*Dreissena polymorpha*) i bottenproverna från Halmsjön. Musslan påträffades även vid 2008-09 års provtagningar medan endast skalrester noterades 2010. Sedan 2008 års provtagning har mundelsskador på fjädermygglarver noterats i proverna. År 2009 bedömdes 73 % av individerna inom släktet *Tanytarsus* ha gravt missbildade mundelar. År 2010 registrerades en likartad skadefrekvens samt mundelsskador även på individer från två andra släkten inom gruppen Chironomini. De observerade mundelsskadorna bedöms ha orsakats av någon typ av miljögift i sjöns bottensediment.

Vid provfisket 2008 fångades abborre, gädda och mört (ALcontrol 2009). Fångsten per ansträngning var hög och andelen fiskätande individer var hög. Abborrens medelvikt var 236 g vilket kan betecknas som mycket hög. I jämförelse med 2004 års provfiske var skillnaderna påtagliga. Fångsten av mört var halverad medan medelvikten av abborre var ca tre ggr större. Vid provfisket 2008 noterades även ett större siktdjup och mer riklig förekomst av undervattenvegetation än vid 2004 års fiske.

I samband med provfisket 2008 analyserades ett antal fiskar med avseende på halter av PFAS (perfluorerade alkylsulfonater) och OP (organofosfater) i muskel (Hilding 2008a, 2008b). Resultaten visade att fisk från Halmsjön hade förhöjda halter av PFOS (perfluoroktansulfonat) och EHDPP (2-etylhexyl-di-fenylfosfat). Halterna av PFOS ca 100 ggr högre än i fisk från en



4 (7)

opåverkad sjö vid Landvetter på västkusten (Hilding 2008a) och 10-50 ggr högre än de halter i abborre från Mälaren som redovisas av Haeggman (2010).

Signalkräfta introducerades i Halmsjön i början av 1970-talet. Under 1980-talet förekom talrikt med signalkräftor och vid provfisken fångades generellt ca 15 individer per mjärde. I början av 1990-talet skedde en snabb nedgång i individtätheterna och beståndet har inte återhämtat sig sedan dess. Vid 2004 och 2008 års provfisken uppgick fångsterna till 0,54 respektive 0,22 individer per mjärde (ALcontrol 2009).

Effekter på fauna och flora

Påverkansområdets storlek

Utläggning av geotextilgardiner kring pålningsarbetena kan förväntas begränsa påverkansområdet. Om en effektivt skyddande barriär kontinuerligt kan upprätthållas bör påverkansområdet kunna begränsas till den sydvästra delen av Halmsjön.

Bedömning av effekter i påverkansområdet

Halmsjöns botten i anslutning till banförlängningen utgörs av 2-4 m mycket lös gyttja vilken överlagras lös till mycket lös gyttjig eller varvig lera ned till stora djup, i vissa punkter över 15 m (Vectura 2011). Dessutom finns en nord/syd-gående sprängstensutfyllnad som fungerar som ljusramp. Dominansen av lös gyttja och lera bedöms medföra att starkt förhöjda halter av suspenderat material uppkommer till följd av pålningsarbetena. En stark grumling som torde medföra fysisk och fysiologisk påverkan på faunan samt reducerad ljusgenomsläppligheten och reducerade syrgashalter i vattnet. Även sedimentationen bedöms bli relativt betydande. Vilka effekter som erhålls på ekosystemet bestäms av vilka halter av suspenderat material som uppstår, exponeringstidens längd, påverkansområdets storlek, årstiden samt förekommande fauna och flora. Om det suspenderade materialet härrör från förorenade sediment kan även en ökad exponering av miljögifter förväntas.

Den grumling som uppstår kan förväntas påverka ekosystemet negativt. Främst musslor, planktoniska kräftdjur samt fiskägg och fisklarver är känsliga för fysisk och fysiologisk påverkan från höga halter av suspenderat material. Individtätheterna av bottenfauna och djurplankton kan förväntas minska och känsliga arter kan eventuellt slås ut om halterna av suspenderat material blir höga och långvariga. Artdiversiteten och biomassorna av växtplankton kommer troligen att reduceras till följd av främst minskad ljustillgång. Även undervattenväxter och bottenlevande alger, som i grunda klarvatten bidrar till en väsentlig del av primärproduktionen, kommer att påverkas negativt av försämrad ljusgenomsläpplighet och ökad sedimentation. Långvarig grumling reducerar sannolikt utbredningen och tätheterna av såväl påväxtalger som undervattensvegetation. Produktionen av fisk i påverkansområdet kommer att



minska på grund av stress, reducerade syrgashalter, försämrade födotillgång och minskat födo-intag. Fiskens yngre livsstadier är mer känsliga för grumling än vuxen fisk. Letala effekter på fiskägg och fiskyngel kan inte uteslutas om stark grumling uppstår under sommarhalvåret (maj-okt).

Vid resuspension av förorenade sediment kan en ökad vattenlöslighet av metaller och organiska miljögifter uppstå. Arsenik, koppar och nickel är troligen de metaller som medför störst risk för negativa effekter i påverkansområdet. Dessa metaller är mest förhöjda i förhållande till ursprungliga haltnivåer. Av övriga ämnen utgör särskilt PFOS, DDE, dieldrin och endrin en risk med avseende på ekosystempåverkan. En ökad exponering och biotillgänglighet av ovan nämnda ämnen medför en förhöjd risk för toxiska effekter på främst växtplankton, djurplankton, bottenfauna och fisk i påverkansområdet. Vilka halter som kan uppstå och den ökade exponeringens varaktighet är osäkert men det kan inte uteslutas att haltnivåer som medför negativa effekter på tillväxt, reproduktion eller överlevnad kan uppkomma. PFOS, DDE, dieldrin och endrin är långlivade ämnen med starkt bioackumulerande egenskaper. Detta innebär att en ökad biotillgänglighet kan ge upphov till förhöjda halter i vattenlevande organismer, framför allt fisk, även efter det att den ökade exponeringen har upphört.

Sammantaget kan de ovan beskrivna effekterna förväntas uppkomma under den tidsperiod som pålningen pågår. Sannolikt kommer grumlingen att fluktuera under arbetets gång. Grumlingen ökar vid själva pålningen medan den sakta sjunker under tidsperioden mellan varje pålning. När arbetena är slutförda vidtar en sedimentations- och klarningsprocess under uppskattningsvis några månader. Vid sedimentationsprocessen sjunker även halterna av metaller och miljögifter i vattnet. Efter avslutad sedimentation sker en återkolonisation och återhämtning i ekosystemet. De ovan beskrivna effekterna på fauna och flora bedöms vara reversibla om det finns opåverkade refugier i sjön under pålningsarbetet. Genom att avskärma pålningsområdet med geotextilgardiner bör den nordöstra delen av sjön kunna fungera som refugie för känsliga arter. Det skall dock påpekas att en långvarig effekt i form av ökade halter av miljögifter i fisk kan uppstå.

Det färdiga påldäcket kommer att medföra irreversibla effekter på Halmsjön till följd av nytt substrat (betongpålar) och ökad beskuggning. Betongpålarna kan förväntas erbjuda ett mycket bra substrat för kolonisation av vandrarmussla. Om förekomsten av vandrarmussla ökar får det troligen följdverkningar i ekosystemet. Exempelvis i form av reducerade biomassor av växtplankton och djurplankton samt eventuellt även fisk. Kanske kan beståndet av signalkräfta gynnas av ökad tillgång på vandrarmussla. Beskuggningen av ca en fjärdedel av sjöytan reducerar primärproduktionen i Halmsjön. Produktionen, biomassorna och utbredningen av växtplankton, påväxt och makrofyter kommer att minska. Detta medför att födounderlaget för djurplankton och bottenfauna reduceras och därmed även födounderlaget för fisk. Minskad primärproduktion medför att fosfor- och kväveretentionen i sjön reduceras. Minskad solinstrålning och reducerade värmeförluster kan komma att påverka temperaturförhållandena i sjön.



Skadeförebyggande åtgärder

Grumling får allvarligare effekter under sommarhalvåret (maj-okt) än under vinterhalvåret (nov-apr). Under sommarhalvåret är vattentemperaturen högre vilket ökar risken för skador på akvatisk fauna. Under denna tid förekommer också ägg och juvenila livsstadier i sjön som är mer känsliga än adulta individer för grumling och ökad sedimentation. En skadeförebyggande åtgärd är därför att så långt möjligt förlägga starkt grumlande arbeten till vinterhalvåret.

Geotextilgardiner är känsliga för våg- och strömpåverkan. De bör därför förankras noggrant och kontinuerligt övervakas med avseende på barriärfunktion.

Sammanfattande bedömningar

Undersökningarna i Halmsjön visar på ett instabilt ekosystem med förekomst av invandrande och främmande arter (signalkräfta, vandrarmussla, vattenpest). Sjön är ett måttligt näringsrikt klarvatten med låga biomassor av växtplankton och en fiskfauna som under senare år har dominerats av ett storvuxet abborrbestånd. Halmsjön bedöms ha allmänna naturvärden med avseende på plankton, bottenfauna och fisk. Rödlistade eller enligt artskyddsförordningen värnade arter har såvitt känt inte påträffats i sjön. Påverkansgraden på ekosystemets struktur och funktion förefaller vara måttlig med en för sjötypen relativt normal artsammansättning med avseende på plankton, bottenfauna och fisk. Artantalerna av växtplankton är dock anmärkningsvärt låga, och den höga frekvensen av mundelsskador på fjädermyggselarver av släktet *Tanytarsus* visar att det finns en problematik med förorenade bottensediment i sjön. Höga halter av PFOS, persistenta bekämpningsmedel och flera metaller har uppmätts i Halmsjöns ytsediment. Dessutom har starkt förhöjda halter av PFOS registrerats i såväl vatten som fiskmuskulatur.

De planerade anläggningsarbetena bedöms få relativt omfattande konsekvenser för vattenmiljön i påverkansområdet (den västra delen av sjön) till följd av främst grumling av suspenderat material och ökad exponering och biotillgänglighet av miljögifter. Ekosystemet kommer troligen att påverkas negativt med avseende på artdiversitet, individtätheter, produktion och utbredning av fauna och flora. Effekterna kan förväntas vara reversibla och en relativt snabb återhämtning kan förväntas efter avslutade arbeten. En långtidseffekt i form av ökade halter av miljögifter i fisk kan dock uppkomma. Halmsjöns ekosystem är instabilt och relativt stora förändringar har observerats under senare år. Denna instabilitet kommer troligen att förstärkas i samband med att anläggningsarbetena pågår.

Det färdiga påldäcket kommer att medföra irreversibla effekter i Halmsjön, främst i form av reducerad produktion och förändrade temperaturförhållanden, till följd av ökad beskuggning.



Referenser

ALcontrol. 2009. Halmsjön 2008. D-LFV 2009-016130. LFV & ALcontrol Laboratories.

ALcontrol. 2010. Halmsjön 2009. D-LFV 2010-014317. LFV & ALcontrol Laboratories.

ALcontrol. 2011. Halmsjön 2010. D 2011-003564. Swedavia & ALcontrol Laboratories.

CCME. 2002. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

Haeggman, M. 2010. Effekter av PFOS på akvatiska ecosystem I östra Mälaren och Stockholmsområdet. Examensarbete i miljövetenskap, 15 hp. Institutionen för tillämpad miljövetenskap.

Hilding, E. 2008a. PFOS i fisk och vatten från Halmsjön 2008. ALcontrol Laboratories.

Hilding, E. 2008b. Organofosfatestrar i fisk och vatten från Halmsjön 2008. ALcontrol Laboratories.

Hilding, E. 2011. Angående sedimentanalyser i Halmsjön. ALcontrol Laboratories.

IVL. 2006. Results from national screening programme 2005. IVL, rapport B1698.

Naturvårdsverket. 2007. Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. Handbok 2007:4, utgåva 1. Naturvårdsverket.

Vectura. 2011. Arlanda flygplats – förlängning av bana 3. Beskrivning av geoteknik och hydrogeologi. Underlag för samråd. Vectura Consulting AB, 2011-02-03.