

Avtalsbilaga 4

Slutrapport för projekt inom Miljömiljarden, Stockholm stad

Diarienummer för ursprunglig ansökan: 454-2684/2005

Projektets nummer och namn: B 130 Trekanten, tillsättning av dricksvatten

Datum för slutrapporten: 2007-11-13



Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1 Inledning	4
1.1 Beskrivning och syfte	4
1.2 Bakgrund och utgångsläge	4
2 Mål och resultat.....	5
2.1 Projekt mål och deras uppfyllelse.....	5
2.2 Projektets resultat i relation till målen i Stockholms miljöprogram	6
2.3 Projektets pådrivande roll.....	6
2.4 Tekniska lösningar	6
2.5 Attityd- och beteendeförändringar.....	6
2.6 Ej uppnådda mål.....	6
3 Projektekonomi.....	7
3.1 Bidrag och kostnader	7
3.2 Besparingspotential	7
3.3 Löpande kostnader	7
4 Arbetssätt.....	8
4.1 Projektorganisation.....	8
4.2 Samarbete mellan aktörer	8
4.3 Kvalitetssäkring	8
4.4 Kunskapsspridning	8
5 Erfarenheter	9
5.1 Samlade erfarenheter och slutsatser	9
5.2 Framgångsfaktorer	9
5.3 Förvaltning av det genomförda projektet	9
5.4 Projektdokumentation och styrning.....	9
5.5 Följdåtgärder.....	9
5.6 Projektets replikerbarhet.....	9
6 Kontaktuppgifter	9
7 Bilagor	10
Bilaga I – Sammanfattat omdöme	10

Sammanfattning

Trekanten är en liten och relativt grund parksjö i sydvästra Stockholm. Sjöytan är 0,14 km² och det största djupet 7 m. Vattnet är skiktat under sommaren fram till augusti-september. Syrehalterna i bottenvattnet är låga och fosforhalterna höga. Vid höstomblandningen blir näringshalterna höga i ytvattnet med besvärande planktonblomningar som följd, vilket förvärras av vattnets uppehållstid är lång, ca 3 år.

Sedan början av 80-talet har försök gjorts att förbättra vattenkvaliteten genom olika åtgärder – tillsättning av dricksvatten, utpumpning av bottenvatten, luftning och fällning av fosfor. Medel från miljömiljarden erhöles hösten 2005 för att förändra tillsättningen av dricksvatten, från ytlig spridning till utledning under språngskiktet.

Genom tillsättningen av jämförelsevis kallt dricksvatten byts bottenvattnet ut på ungefär två veckor. Syreinnehållet i dricksvattnet, ca 23 kg/d, bedömdes vara mer än tillräcklig för att upprätthålla höga syrehalter i bottenvattnet och på så sätt förhindra utlösningen av fosfor. Därigenom skulle varken utpumpning av bottenvatten, syrsättning eller fällning vara nödvändiga.

En ofullständig uppföljning gjordes 2006 och en mer fullständig 2007. Resultaten blev inte fullt så bra som beräknat, främst pga att syrehalterna i bottenvattnet inte kunde hållas på den förväntade nivån, och fosforhalterna var förhöjda i samband med höstomblandningen men utan att orsaka omfattande planktonblomningar. Under sommaren var vattenkvaliteten bättre än tidigare år vilket sannolikt berodde på att skiktningen förstärktes av det kalla dricksvattnet.

2007-12-17

Datum

Underskrift av ansvarig chef

Åsa Snith

Namnförtydligande

2007-12-17

Datum

Underskrift av projektledare

Christer Lännergren

Namnförtydligande

I Inledning

I.1 Beskrivning och syfte

Dricksvatten har under lång tid tillsatts i Trekanten för att förbättra vattenutbytet. Tillsättningen har gjorts ytligt och har inte förbättrat förhållandena i bottenvattnet, som under hög- och sensommar vanligen innehållit låga syrehalter och höga fosforhalter, ibland även svavelväte.

För att motverka den dåliga kvaliteten på bottenvattnet har tidigare både luftning och pumpning använts. Målsättningen med projektet har i första hand varit att utnyttja tillsättningen av dricksvatten så att kvaliteten på bottenvattnet kan upprätthållas utan energiförbrukning. Det utpumpade vattnet, som var både näringsrikt och syrefattigt, pumpades tidigare ut till Mälaren – med förändrad tillsättning av dricksvattnet upphör denna lokala förorening av Mälaren.

Projektet har omfattat dels utbyggnad av den damm som mottar det tillsatta dricksvattnet och dels utläggning av ett rör från dammen till sjöns djupaste punkt där dricksvattnet sprids i bottenvattnet istället för som tidigare i ytan. En väsentlig del av projektet har också varit att med ett provtagningsprogram utvärdera effekten av den förändrade dricksvattentillsättningen.

I.2 Bakgrund och utgångsläge

Trekanten är en relativt stor parksjö i området Gröndal - Liljeholmen i sydvästra Stockholm. Sjön med omgivning har stort rekreativvärde och används för bad och fiske. Den naturliga tillrinningen till Trekanten är liten. Fyra dagvattenledningar mynnar i sjön. Naturligt utflöde saknas. Fram till 1961 belastades sjön av bräddavloppsvatten.

Vattnet är skiktat under sommaren. Bottenvattnet är syrefattigt och fosforinnehållet är förhöjt. För att öka vattenomsättningen har dricksvatten periodvis tillsatts från Nybohovsreservoaren söder om Trekanten sedan 1982. Tillsättningen har de flesta år motsvarat 50-120 % av sjöns volym. 1983 påbörjades utpumpning av bottenvatten. Vattnet tas från drygt 6 m djup och fördes via en pumpstation norr om Trekanten till Liljeholmsviken i Mälaren. Avsikten med utpumpningen var främst att reducera fosforinnehållet, som tidvis är stort i bottenvattnet pga låga syrehalter. Utpumpningen bedömdes inte ge tillräckligt god effekt. 1991 installerades därför en luftningsanläggning, som också kunde användas för att sprida fällningsmedel för fastläggning av fosfor. Anläggningen har nu tagits ur bruk.

Problemen i Trekanten har vanligen varit störst under sensommar och tidig höst, då det näringsrika bottenvattnet kommit upp i ytvattnet i samband med höstomblandningen. Algmängderna har varit stora, ofta med dominans av kvävefixerande blågröna alger (cyanobakterier) pga stort fosforöverskott samtidigt med underskott av tillgängligt kväve.

Tillståndet förbättrades kraftigt i början av 1980-talet när tillsättningen av dricksvatten påbörjades. Fosforhalterna i ytvattnet i augusti minskade från *extremt höga* (klass 5, >100 µg/L) till *mycket höga* (klass 4, 50-100 µg/L) enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (1999) och har därefter varierat oregelbundet inom eller nära gränserna för denna tillståndsklass. Förbättringarna av siktdjup och klorofyllhalter kom några år senare – i slutet av 1980-talet ökade siktdjupet från <1 m till i allmänhet 2-3 m och klorofyll minskade från *extremt höga* till varierande mellan *måttliga* och *mycket höga* halter.

Eftersom fosforhalterna varit höga även under senare år, har problemen kvarstått även om de blivit mindre. Syreförhållandena i bottenvattnet är de flesta år mycket ansträngda och blågröna alger förekommer fortfarande men mängderna har inte varit så stora att de hindrat bad.

2 Mål och resultat

2.1 Projekt mål och deras uppfyllelse

Målsättningen med den förändrade dricksvattentillsättningen var att upprätthålla en syrehalt av >2 mg/l i Trekantens bottenvatten, för att därigenom göra en stor andel av sjöns volym och bottenyta tillgänglig för fisk och andra vattenlevande organismer samt för att med goda syreförhållanden motverka utlösning av fosfor från sedimenten.

Beräkningsmässigt borde detta mål ha uppfyllts. Volymen dricksvatten som tillsätts är drygt 30 L/s (i projektbeskrivningen antogs volymen vara 40 L/s), vattnet är syremättat och syreinnehållet ca 9 mg/L, vilket ger 23 kg syre/d. Enligt tidigare mätningar är syreförbrukningen i bottenvattnet 5-7 m av storleksordningen 12 kg/d. Temperaturmätningar visade att det tillsatta dricksvattnet som förväntat skiktade in sig nära botten och dricksvattnet borde mer än väl ha räckt till för att hålla en hög syrehalt i bottenvattnet.

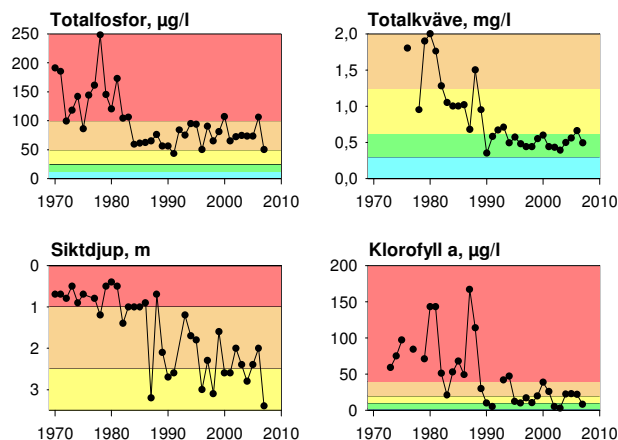
Den verkliga syrehalten var vid två mätningar (av totalt elva) betydligt lägre – på 6 m djup i mitten av juli 0,2 mg/L och i slutet av augusti 1,1 mg/L. Förklaringen till de låga syrehalterna var sannolikt en temperaturskiktning mellan 5 och 6 m djup, som medförde att volymen på det botten nära vattnet var mycket liten i förhållande till bottenytan. Utlösningen av fosfor blev relativt stor och fosforhalterna var förhöjda i september.

Vattenkvalitetsdata från augusti, som är den månad som används vid uppföljningen av utvecklingen i Stockholms sjöar, visar dock att förändringen av dricksvattentillsättningen gav goda resultat, med en måttlig klorofyllhalt, den näst lägsta totalfosforhalten och det största siktdjupet som någon gång registrerats i Trekanten.

Trekanten

ytvatten, augusti

Siktdjup	Halter
Mycket litet	Extremt höga
Litet	Mycket höga
Måttligt	Höga
Stort	Måttligt höga
Mycket stort	Låga



Vattenkvalitetsdata från Trekanten ca 1970 – 2007.

2.2 Projektets resultat i relation till målen i Stockholms miljöprogram

I miljöprogrammet 2002-06 fanns några delmål som med viss ansträngning kunde tillämpas på projektet – 4.5 ”Föroreningar till mark, yt- och grundvatten ska minska”, 4.6 ”Föroreningar i dagvatten ska förebyggas så att föroreningar minimeras” och 4.7 ”En strategi för att minska utsläpp av övergödande ämnen tas fram”; dessutom allmänt hållna målsättningar under Mål 2 ”Säkra varor” och Mål 3 ”Hållbar energianvändning”. Förslaget till miljöprogram 2007-2010 innehåller ett delmål som direkt kan tillämpas – 4.6 ”Den ekologiska statusen i Stockholms sjöar och vattendrag förbättras”. Även det nya programmets mål om energianvändning – 3.1 ”Energianvändningen i stadens egna byggnader och anläggningar minskar med 10 %” – är tillämpligt: tillförseln av dricksvatten, som är lika stor oavsett om vattnet tillsätts ytligt eller på djupet, kräver ungefär 330 000 kWh per år med 30 L/s och tillsättning hela året; energiförbrukningen för luftning och utpumpning uppgick till ca 55 000 kWh per år och besparingen med enbart dricksvattentillsättning utgör ca 15 % av den tidigare sammanlagda förbrukningen.

2.3 Projektets pådrivande roll

Dricksvattentillsättning är inte någon vanlig sjörestaureringsmetod. I Stockholm, med god tillgång på dricksvatten, används den förutom i Trekanten också i Långsjön och periodvis i Igelbäcken. Långsjön är grund och övergödd. Något avskilt bottenvatten finns inte och vattnet kan bara tillsättas ytligt.

Förändringen från ytlig till djup tillsättning kan tillämpas också för annat än dricksvatten. Det är i princip ingen skillnad mellan att bygga en damm för dricksvatten med en ledning till djuppunkten och att göra detsamma utanför en bäck- eller åmynning, dock med förbehållet att temperaturen ska vara lägre i vattendraget än i sjön. Det omvända är inte så ovanligt – att djupvatten förs med en ledning till utloppet.

2.4 Tekniska lösningar

Den teknik som använts i projektet är trivial.

2.5 Attityd- och beteendeförändringar

-

2.6 Ej uppnådda mål

Som beskrevs under punkt 2.1 visade det sig vara omöjligt att genomgående hålla syrehalten över 2 mg/L.

3 Projektekonomi

3.1 Bidrag och kostnader

Tabell A

Beviljat bidrag i kr (avser Miljömiljarden)	Utnyttjat bidrag i kr (avser Miljömiljarden)	Total kostnad i kr (inkl. annan finansiering)
1 000 000	964 225,5	964 225,5

Kommentarer till tabellen: Kostnaden 220 000 under övrigt år 2007 avser ett instrument för mätning av klorofyll och pigment specifika för blågröna alger. Instrumentet beställs först nu när övriga kostnader är klara; det exakta priset torde vara något mindre (ca 216 000 kr).

Tabell B

Post	2004	2005	2006	2007	Totalt
Projektarbete		5 828,0	50 879,0	74 452,0	
lägeskartor					
konsulter			4 000,0	43 400,0	
Entreprenader			153 000,0	182 666,5	
Övrigt			230 000,0	220 000,0	
Summa		5 828,0	437 879,0	520 518,50	964 225,50

3.2 Besparingspotential

Avvecklingen av luftning och av utpumpning av bottenvatten ger en besparing av ca 55 000 kWh per år, ungefär 15 % av den totala energiförbrukningen.

Därtill kommer att användningen av fällningskemikalier upphör liksom kostnaderna för reparationer och allmän skötsel av pumpar och doseringsutrustning.

3.3 Löpande kostnader

Tillsättning av dricksvatten 30L/s, ca 330 000 kWh/år. Med en marginalkostnad för produktionen av dricksvatten av 0,50 SEK/m³ är den totala kostnaden ca 500 000 SEK/år.

4 Arbetsätt

4.1 Projektorganisation

Beställare: Åsa Snith, Stockholm Vatten

Projektledare: Christer Lännergren, Stockholm Vatten

Övrigt: Bo Värnhed, Stockholm Vatten

Ombyggnad av damm och utläggning av ledning utfördes av entreprenörer.

4.2 Samarbete mellan aktörer

Liljeholmens stadsdelsförvaltning informerades om arbetet liksom det informationsprojekt kring Trekanten (bekostat av Miljömiljarden) som pågick under större delen av projektiden.

4.3 Kvalitetssäkring

Effekterna övervakades under 2007 i ett kontrollprogram med provtagningar var eller varannan vecka. En rapport som redovisar resultaten fram till oktober 2007 finns i **Bilaga 2**. Övervakningen kommer att fortsätta som en del av Stockholm Vattens löpande program för Stockholm sjöar, i Trekanten med månadsvisa provtagningar under större delen av året.

4.4 Kunskapsspridning

Resultaten redovisas i en rapport, eventuellt för publicering i någon enklare facktidskrift. Information kommer också att spridas via Stockholm Vattens hemsida.

5 Erfarenheter

5.1 Samlade erfarenheter och slutsatser

Djup tillsättning av svalt och syrerikt vatten till en skiktad recipient ger en förbättring av bottenvattnets kvalitet med avseende på syre- och fosforhalt jämfört med med enbart ytlig tillsättning av dricksvatten. En ökad stabilitet i skiktningen bidrar till att minska upptransporten av näringsrikt vatten till ytan.

Förbättringen var dock mindre än med ytlig tillsättning kombinerad med utpumpning, luftning och kemisk fällning, sannolikt beroende på en underskattning av syretäringshastigheten i bottenvattnet. Tillståndet i Trekanten var dock bra under sommaren och effekterna av tidvis låga syrehalter och de förhöjda fosforhalterna visade sig först i början av hösten genom en mindre blomning av blågröna alger. Med hänsyn till besparingen av resurser och det mindre skötselkravet var försämringen så pass liten att den djupa tillsättningen av dricksvatten bör fortsätta som enda åtgärd för att upprätthålla Trekantens vattenkvalitet.

5.2 Framgångsfaktorer

Enkel teknik, bra samarbete på Stockholm Vatten samt relativt riktig beräkning av effekter.

5.3 Förvaltning av det genomförda projektet

Systemet är utfört i material som kommer att hålla under mycket lång tid. Det innehåller inga delar som kräver underhåll, med undantag av utloppet från dammen till ledningen ut mot djuphålan som rensas av den lokala fiskeföreningen. Effekterna av den förändrade vattentillsättningen kommer att under överskådlig tid följas upp som en del av Stockholm Vattens kontrollprogram för Stockholms sjöar.

5.4 Projektdokumentation och styrning

Dokumentationen återfinns i de handlingar som lämnats till Miljömiljardens kansli.

5.5 Följdåtgärder

-

5.6 Projektets replikerbarhet

De givna förutsättningarna är ganska ovanliga i Trekanten genom kombinationen av tillgången på dricksvatten, skiktade förhållanden och ett bottenvatten med jämförelsevis liten volym. Som beskrivs under punkt 2.3 kan modifikationer av metoden dock användas även under andra förhållanden.

6 Kontaktuppgifter

Christer Lännergren, Stockholm Vatten, 106 36 Stockholm
Telefon 08 5221 2454, christer.lannergren@stockholmvatten.se

Bo Värnhed, Stockholm Vatten, 106 36 Stockholm
Telefon 08 5221 2460, bo.varnhed@stockholmvatten.se

7 Bilagor

Bilaga I – Sammanfattat omdöme

Nr	Påstående	Instämmer				
		Inte alls	I viss mån	Ganska mycket	Helt	Vet ej
1	De uppnådda resultaten överensstämmer med de tidigare angivna målen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Det genomförda projektet medför en positiv påverkan på miljön.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>
3	Projektet bidrar till utvecklingen av ny teknik (t ex genom användningen av sådan teknik).	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Projektet har lett till attityd- och/eller beteendeförändringar.	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Projektet medför minskade kostnader (för drift och underhåll, t. ex. i form av energikostnader).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Samarbetet med andra aktörer inom och utom staden har fungerat väl.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>
7	Projektresultaten kommer till användning inom förvaltningen/bolaget, eller inom andra förvaltningar/bolag.	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Projektet är så bra att det bör upprepas (inte nödvändigtvis i samma förvaltning/bolag).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X