

SVALÖVS KOMMUN


**BT KEMI – EFTERBEHANDLING**  
**Skede: Genomförande**

**Redovisning av försök med behandling av  
dräneringsvatten med ozon**

**Malmö 2009-03-30**  
**Sweco Environment AB**  
**Södra regionen**

  
Kenneth M Persson

**Granskad**

  
Peter Englov

**Godkänd**

  
Lars Bevmo

Uppdragsnummer 1270093

**Innehåll**

<b>1</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Vattenhantering och -mängder</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Utformning av ozoneringsförsök</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Driftsresultat</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>9</b>
	<b>Referenser</b>	<b>10</b>

## 1 Bakgrund

För att säkerställa att förorenat grundvatten inte läcker ut i Braån finns sedan slutet av 1970-talet ett dräneringssystem som omsluter det norra området. Detta system samlar upp grundvatten, som där- efter har pumpats upp till en damm inom norra området. Från denna har vatten pumpats till en överföringsledning för spillvatten till Landskronas avloppsreningsverk.

Systemet har fungerat i stort sett bra under årens lopp, och syftet att skydda Braån har uppfyllts. Undersökningar utförda under slutet av 1990-talet indikerade dock att visst utläckage av förorenat vatten till Braån sannolikt ägde rum. Dessa bedömningar verifierades under huvudstudien (SWECO VIAK, 2004). Under förberedelseskedet för efterbehandlingen av det norra området byggdes därför delar av dräneringssystemet om och en ny pumpstation anlades. Pumpstationen utfördes som en kombinerad station med en del avsedd för uppsamling och pumpning till dammen och en del för pumpning av vatten från dammen till den ovan nämnda överföringsledningen. Pumpstationen försågs med vattenmätare och mer funktionell styrutrustning än vad som använts tidigare. Ombyggnaden utfördes under 2005.

Under efterbehandlingen av norra området beslutade projektledningen att inleda försök med behandling av dräneringsvattnet. Syftet var att klarlägga om dräneringsvattnet kan behandlas, så att det kan avledas till Braån och inte ledas till Landskrona. Visserligen har efterbehandlingen som mål att reducera föroreningsmängden inom norra området så långt att pumpning och behandling av dräneringsvatten helt kan upphöra, men detta har bedömts inte kunna ske under säkra förhållanden direkt efter genomförd efterbehandling.

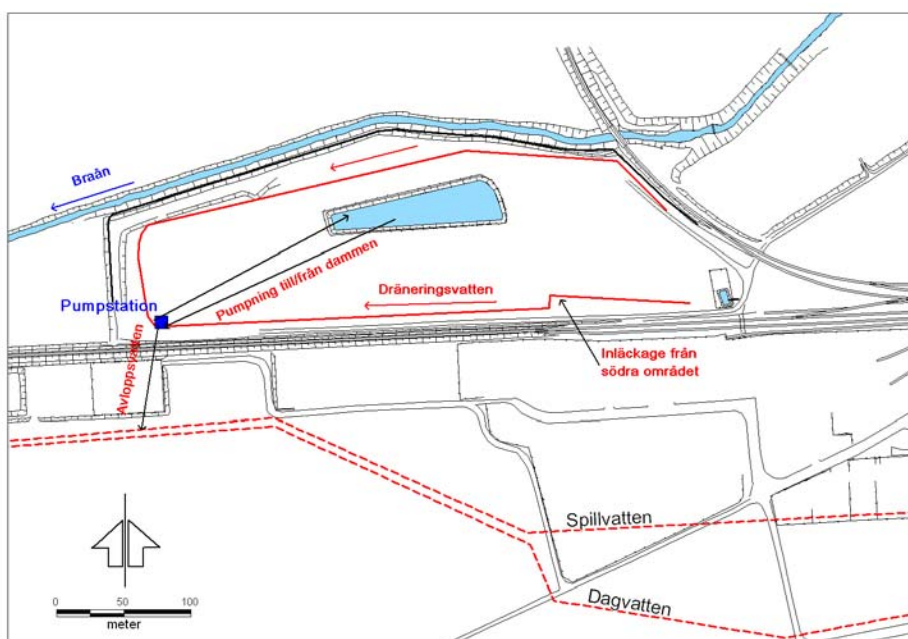
Som behandlingsmetod valdes ozonering. Skälet för detta är att ozon har dokumenterat goda förutsättningar att bryta ner de typiska BT Kemi-föroreningarna (fenoxysyror, klorfenoler, klorkresoler och dino- seb). Försöken pågick under 12 maj – 5 december 2008, med några kortare avbrott på grund av modifikationer i utrustningen, elfel och liknande. Anläggningen stängdes av och försöken avbröts under december 2008 på grund av ett pumphaveri.

Denna rapport beskriver vattenhanteringen inom området samt för- sökets utformning och de uppnådda resultaten.

## 2 Vattenhantering och -mängder

Fram till april 2008 samlades allt dräneringsvatten i den öppna dammen för mellanlagring, varefter det leddes till Landskrona i separat ledning för slutlig behandling (Figur 1).

Under försöksperioden maj - november 2008 avstängdes den pump som tidigare överförde dräneringsvattnet till dammen. En annan pump sänktes ner i dräneringsbrunnen, och dräneringsvattnet överfördes direkt till ozonanläggningen som placerades i avloppsbrunnen i pumphuset. Den ursprungliga pumpen till dammen användes endast under de korta perioder när ozonanläggningen stod stilla, och dammen användes således främst för uppsamling av länshållningsvatten.



Figur 1. Vattenhantering fram till april 2008, principskiss.

Flödet till Landskrona varierar men uppgick under åren 2006 – 2008 i genomsnitt till ca 120 – 160 m<sup>3</sup>/d (se Tabell 1).

Tabell 1. Flöden av dräneringsvatten till dammen och avloppsvatten från området till Landskrona ARV. Siffrorna avser medelflöden (m<sup>3</sup>/d) under aktuell period. Enligt SWECO Environment (2009).

Period	Dräneringsvatten	Avloppsvatten
Årsmedel 2006	104	121
Årsmedel 2007	198	159
Årsmedel 2008	49*)	131

\*) Under 12 maj – 5 december 2008 pumpas (med undantag av en kortare period i augusti) allt dräneringsvatten till ozonanläggningen och därifrån direkt till den utgående avloppsledningen och således inte till dammen. Denna pump har ingen vattenmätare. Flöden styrs av en strypventil.

Dräneringsvattnet enligt Tabell 1 avser det vatten som pumpas upp från dräneringssystemet inom norra området till dammen och avloppsvatten den vattenmängd som avleds till Landskronas ARV. Från och med december 2008 (efter det att ozonförsöket avslutades) ingår i dräneringsvattnet även länshållningsvatten från det södra BT Kemi-området.

Den totala grundvattenbildningen inom dräneringssystemets tillrinningsområde bedömdes i huvudstudien (SWECO VIAK, 2004) uppgå till ca 22 000 m<sup>3</sup>/år (ca 60 m<sup>3</sup>/dygn). Att volymen vatten (avloppsvatten) som bortförs från området väsentligt överstiger grundvattenbildningen beror på ökat inläckage från omgivningen, framför allt från Braån, till följd av att dräneringen är effektivare efter av ombyggnaden av dräneringssystemet, men också lägre dräneringsnivåer.

### 3 Utformning av ozoneringsförsök

Inledande försök med ozonrening av vatten från BT Kemi-området utfördes i februari 2007 av O3-Technology AB i Malmö (Jan Arlemark). Två olika typer av dräneringsvatten och tre behandlingstider (1, 5 respektive 60 minuter) testades på laboratorium. Resultaten (SWECO VIAK, 2007) visade på mycket god behandlingseffekt med avseende på fenoxisyror, klorfenoler och klorkresoler, med en optimal behandlingstid på ca 5 minuter.

Som nämnts inledningsvis, utfördes fullskaleförsök med ozonering av dräneringsvatten under perioden 12 maj – 5 december 2008. Försö-

ken utfördes av O3-Technology AB med hjälp av åtta ozongeneratorer som producerar ozon till fyra reaktorer placerade i pumpbrunnen i för dräneringsvatten. Följande tekniska data för anläggningen har lämnats av O3-Technology AB (Jan Arlemark):

Ozonkapacitet:	Max 160 g/h
Ozonkoncentration:	10 %
4 reaktortuber med:	40 g/h,tub
Reaktortublängd, brutto:	5 m
Diameter:	160 mm
Reaktorvolym, netto:	4 m x 17 l/m = 68 l
Uppehållstid / tub:	1 min
Processflöde:	Max 100 l/m
Normalflöde:	60 l/min
Total uppehållstid:	4 min
Total effekt:	ca 2,5 kW

All ozonkapacitet användes inte under försöket. Då producerades endast 120 g/h ozon. Reaktorrören kopplades i serie, där det sista reaktorröret bara användes vid högbelastning.

Varje reaktortub fylldes med processvatten från toppen och dränerades i botten. Ett stigarrör ledde vattnet till toppen på nästa reaktorrör. Fyra lika reaktorrör var placerade i pumpstationen.

Vid botten av varje reaktorrör satt en diffusor med porstorlek 5 µm. Ozon strömmade upp med gasbubblorna från botten av varje reaktorrör. Till varje reaktorrör fanns två av varandra helt oberoende ozongeneratorer med vardera 20 g/h i ozonkapacitet så att varje reaktorrör tillfördes 40 g/h. Det innebar också ett tillfört gasflöde om ca 5 l/min i varje tub. Restgaser leddes ut från varje reaktortubs topp. Speciell avgasning skedde för att undvika att restozon samlades i pumphuset. Eftersom varje diffusor matades med två ozongeneratorer, fanns alltid minst 20 g/h ozon i reaktorröret, även om en generator föll ifrån.

Dosering skedde genom att 2 g ozon doserades i 60 liter dräneringsvatten (33 mg/l ozon). Uppehållstiden var fyra minuter.

Ozonlarm fanns i pumpstationen och styrning skedde via en mindre PLC där varje ozongenerator reglerades individuellt. Felsignal sändes via mobiltelefon om fel uppstod ute i pumpstationen.

Resultat av försöken redovisas i kapitel 4.

## 4 Driftsresultat

Under försöksperioden togs vattenprov på dräneringsvatten och behandlat dräneringsvatten vid totalt 10 tillfällen. Vid två av dessa tillfällen var inte ozonanläggningen i drift, och prov på behandlat dräneringsvatten uttogs i mer eller mindre stillastående vatten.

Fram till september 2008 togs prov på behandlat dräneringsvatten direkt i brunnen där även en självfallsledning från dammen mynnar. Efter ombyggnad av anläggningen under oktober 2008 ändrades provtagningspunkten, och vattnet togs direkt i anläggningens utloppsledning. Detta innebär att fram till september 2008 kan prov benämnda "dräneringsvatten behandlat" delvis ha påverkats av tillflöden från dammen. Efter ombyggnaden i oktober 2008 bedöms sådan inblandning av icke ozonbehandlat vatten inte kunnat ske.

Resultat av fältmätningar av syre, redox, konduktivitet och pH redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Fältanalyser av syre, redox, konduktivitet och pH. \*) - Ozonanläggning inte i drift.

Datum	Dräneringsvatten				Dräneringsvatten behandlat			
	Syre mg/l	Redox mV	Kond mS/m	pH	Syre mg/l	Redox mV	Kond mS/m	pH
08-05-14	1,5	-136	158	7,1	38	140	175	7,1
08-05-28	1,3	-110	172	6,8	36	810	186	6,6
08-06-16*)	2,1	25	196	7,1	42	182	189	7,3
08-07-08	0,8	7	194	6,7	18	78	209	6,8
08-07-24	1,7	-46	160	7,1	35	78	169	7,0
08-08-06*)	3,1	-84	177	7,3	22	22	171	7,5
08-10-13	3,6	-39	175	7,1	30	850	175	7,1
08-10-28	0,5	-55	114	7,1	23	794	114	7,1
08-11-12	0,6	-11	95	7,4	26,4	897	105	7,2
08-11-25	1	-45	119	7,1	27,4	935	129	7,1

Av tabellen framgår att dräneringsvattnet karaktäriserades av låga syrehalter och låg redoxpotential samt neutralt pH. Det behandlade vattnet kännetecknades av mycket höga syrehalter och hög redox-

potential. Höga syrehalter i vattnet uppmättes även vid de tillfällen när pumpen och ozonanläggningen inte var i drift. Konduktivitet och pH påverkades endast marginellt av behandlingen.

Fysikalisk-kemiska analyser av dräneringsvattnet utförs två gånger om året. I Tabell 3 redovisas resultat av provtagningar utförda under 2007-2008 (SWECO Environment 2008; SWECO Environment 2009).

Tabell 3. Fysikalisk-kemiska analyser av dräneringsvatten, 2007-2008. Halter i mg/l om inte annat anges.

Ämne	07-04-12	07-10-24	08-06-16	08-11-25
Turbiditet (FNU)	1,2	1,1	7,0	13
COD-Mn	7,0	5,9	6,0	4,5
TOC	10	7,8	7,9	6,3
pH	7,3	8,1	7,1	7,1
Alkalinitet (mg HCO <sub>3</sub> /l)	590	540	620	490
Konduktivitet (mS/m)	195	148	180	120
Hårdhet total (°dH)	29	20	28	25
Ammonium-kväve	1,0	0,69	0,51	0,53
Nitrat-kväve	<0,1	<0,1	<0,1	0,10
Nitrit-kväve	0,002	0,025	0,008	0,002
Fosfatfosfor	0,022	0,10	0,16	0,071
Klorid	180	120	210	57
Sulfat	440	280	240	200
Järn	3,1	0,82	2,4	1,9
Mangan	1,0	0,76	0,86	1,0

Totalhalten fenoxysyror, klorfenoler, klorkresoler och dinoseb analyseras regelbundet i vatten. Halterna i dräneringsvattnet för perioden maj-november 2008 redovisas i Tabell 4.



Tabell 4. Totalhalter fenoxisyror, klorfenoler, klorkresoler och dinoseb i dräneringsvatten. Halter i µg/l.

Datum	Fenoxisyror	Klorfenoler	Klorkresoler	Dinoseb	Summa
2008-05-14	59	1,3	9,9	<0,05	70
2008-05-28	160	2,3	12	0,05	170
2008-06-16	650	1,9	1,6	0,1	650
2008-07-07	160	3,5	35	0,2	190
2008-07-24	15	2,6	2,4	<0,05	20
2008-08-06	6,7	1,8	0,7	0,4	9,5
2008-09-01	5,1	1,0	0,4	0,3	6,9
2008-10-13	5,2	1,3	0,5	<0,05	7,0
2008-10-28	6,2	0,2	1,2	<0,05	7,5
2008-11-12	4,1	0,7	2,0	<0,05	6,8
2008-11-25	120	4,0	32	<0,01	150

Av Tabell 4 framgår att totalsumman fenoxisyror, klorfenol och klorkresol i dräneringsvattnet varierade kraftigt under försöksperioden, från ett maximivärde på 650 µg/l i juni 2008 ner till halter under 10 µg/l under augusti-november 2008.

Den dominerande ämnesgruppen (i medeltal omkring 80 % av totalsumman) var fenoxisyror som i sin tur dominerades av mekoprop, åtföljt av 4-CPP [2(4-klorfenoxi)propionsyra]. Klorfenoler och klorkresoler utgjorde vid enstaka tidpunkter upptill 20-30% av totalhalten. Klorfenolerna dominerades av monoklorfenoler, åtföljda av tri- och diklorfenoler. Klorkresolerna dominerades av 4-klor-2-metylfenol (ca 80%). Dinoseb förekom i halter på högst 0,4 µg/l.

Halterna i det behandlade vattnet redovisas i Tabell 5.

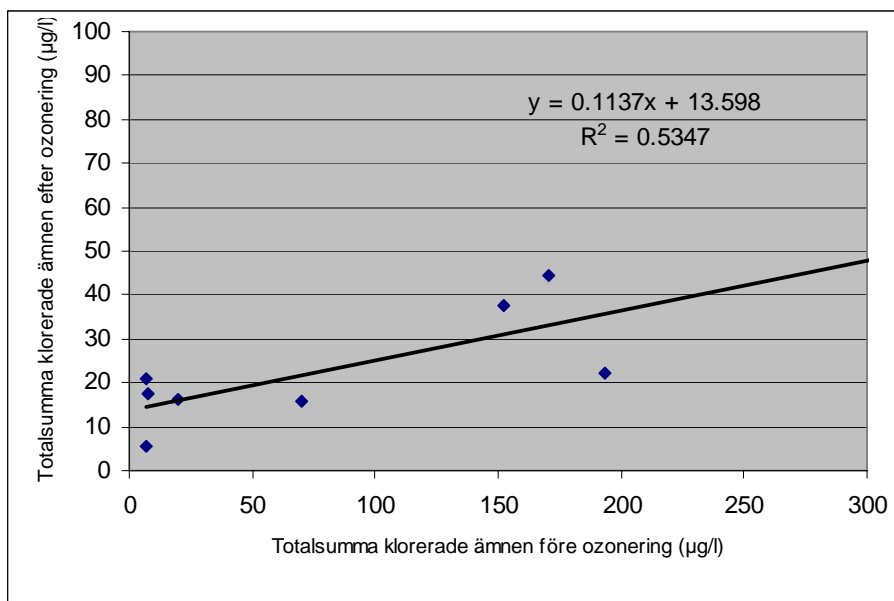
Tabell 5. Totalhalter fenoxisyror, klorfenoler, klorkresoler och dinoseb i behandlat dräneringsvatten. Halter i µg/l. \*) - Ozonanläggningen inte i drift.

Datum	Fenoxisyror	Klorfenoler	Klorkresoler	Dinoseb	Summa
2008-05-14	9,1	3,2	3,4	<0,05	16
2008-05-28	30	5,7	9,2	<0,10	45
2008-06-16*)	0,2	0,19	0,4	<0,01	0,8
2008-07-08	9,8	1,4	11	<0,05	22
2008-07-24	9,8	3,0	3,3	<0,05	16
2008-08-06*)	6,0	0,0	0,13	<0,05	6,1
2008-10-13	14	2,9	4,0	<0,05	21
2008-10-28	17	0,41	0,52	<0,05	18
2008-11-12	4,5	0,64	0,52	<0,05	5,6
2008-11-25	34	1,6	1,5	<0,01	37

Av Tabell 5 framgår att totalhalterna föroreningar i ozonerat vatten varierade mellan 1 och 50 µg/l. Den dominerande ämnesgruppen var även här fenoxisyror som vanligtvis svarade för mer än 70% av totalhalten. Fenoxisyrorerna dominerades i detta fall av 4-CPP, åtföljt av mekoprop och 2,4-DP. Vid ca vartannat mätillfälle utgjorde klorkresoler den andra dominerande gruppen, med 4-klor-2-metylfenol som det klart dominerande ämnet. Klorfenolernas andel var oftast låg, som högst omkring 20 % vid tre tillfällena med monoklorfenoler som den klart dominerande gruppen. Dinoseb har inte rapporterats vid något tillfälle.

Vid jämförelse av data i Tabell 4 och Tabell 5 kan man notera att totalsummorna vid fem av totalt tio tillfällena sjönk med minst 70 %. Under perioden med låga totalhalter i dräneringsvatten var dock skillnaden lägre, 20-35 % vid tre tillfällena, och vid två tillfällena ökade totalhalterna istället.

Sambandet mellan totalhalten klorerade ämnen (fenoxisyror, klorfenoler och klorkresoler) och dinoseb i det obehandlade respektive det behandlade vattnet visas i Figur 2.



Figur 2: Reningseffekt av ozonbehandling. Totalhalt (µg/l) klorerade ämnen efter ozonering redovisas som funktion av totalhalten före ozonering. De provtagningstillfällena då ozonanläggningen inte var igång har utelämnats.

Av Figur 2 framgår att ozonbehandlingen minskade totalhalten av klorerade ämnen med i genomsnitt nästan 90%. Vid initialt låga totalhalter var dock reduktionen lägre eller nästan obefintlig. Totalhalten i det behandlade vattnet understeg endast sällan 15-20 µg/l.

## 5 Diskussion

Försöken visar att ozonbehandlingen har haft klar effekt på den totala halten klorerade ämnen, främst vid de tillfällen när halterna av dessa ämnen var höga i det obehandlade dräneringsvattnet. Halten klorerade ämnen som återstod efter behandling var vid samtliga mätillfällen lägre än 50 µg/l. Dinoseb påvisades inte i det behandlade vattnet.

Som nämnts tidigare kan prov benämnda "dräneringsvatten behandlat" delvis ha påverkats av tillflöden från dammen fram till september 2008. Inblandningen är dock troligen måttlig, vilket framgår av konduktivitetsdata. Dammvattnet uppvisade under maj – november 2008 klart högre konduktivitet än dräneringsvattnet (omkring 230-250 jämfört med ca 100 - 200 mS/m i dräneringsvattnet), troligen främst som ett resultat av påverkan från länshållningsvatten, som pumpades från schaktgropar till dammen under saneringen av det norra området.

Konduktiviteten i "dräneringsvatten behandlat" var i medeltal ca 4% högre än i "dräneringsvatten" (Tabell 2). Denna ökning skulle kunna förklaras med ca 5-10% inblandning av dammvattnet, vilket i sin tur skulle kunna medföra ökning av totalhalten klorerade ämnen i det behandlade vattnet med 10-20 µg/l. Detta halttillskott är i nivå med vad som noterats som resthalter i det behandlade vattnet. Emellertid har halter i utgående vatten upp till 20 - 40 µg/l påvisats även efter ombyggnaden, vilket betyder att fullständig nedbrytning inte uppnåtts under denna försöksperiod. Syrehalten och redox-talet, som är ett mått på ozonöverskottet, är dock samtidigt mycket höga. Detta tyder på potential för fortsatt nedbrytning, vilket i sin tur kan indikera att provtagning skett i en punkt alltför nära ozongeneratorerna. Den uppmätta reningsgraden kan därför vara lägre än den faktiska.

## Referenser

SWECO VIAK, 2004: Svalövs kommun. BT Kemi. Huvudstudie. Version 3. Rapport daterad 2004-07-30.

SWECO VIAK, 2007. Resultat av behandlingsförsök med ozon. PM daterat 2007-05-04.

SWECO Environment, 2008. Förändringar i dräneringsvattnets och Braåns beskaffenhet under perioden 2005 – 2008. Rapport daterad 2008-10-14.

SWECO Environment, 2009. BT Kemi Efterbehandling. Skede: *Genomförande*. Redovisning av miljökontroll - vatten. Rapport daterad 2009-01-16.