

Projektplan

Bornsjöverket

Beslutsunderlag till BP3
(Genomförandebeslut)

Projektnamn: Bornsjöverket

Projektbeställare: Jan Ekvall

Checklista inför beslut, BP3:

	JA	NEJ
Målen för projektet är tydliga och dokumenterade både gällande kostnad/resurser, tid och resultat.		
Effektmålen är dokumenterade samt hur de skall följas upp och av vem.		
Dokumentet Nyttokalkyl finns framtagen och är godkänd av Mottagaren samt bilagd detta dokument.		
Mottagaren av projektets leverans är identifierad och har ett tydligt åtagande för att realisera den förväntade nyttan från projektet.		
Förväntat resultat (leverans) från projektet är tydligt definierat, dokumenterat och kopplat till verksamhetens mål och strategier.		
Risker och osäkerheter i projektet är tydligt dokumenterade i riskanalysen, inklusive en handlingsplan för att hantera dem.		
Projektplanen är tidsatt och resurssatt per fas.		
Projektmedlemmar och ev referensgrupp är utsedda.		
Projektets begränsningar är tydligt definierade och dokumenterade.		
Tidpunkt för leverans är väl vald och förankrad hos mottagaren.		
Juridiska och finansiella aspekter har beaktats.		

JA NEJ Kommentar:

Beslut att starta Genomföra fasen, BP3

Beslut att bordlägga beslutet

Datum:

Underskrift Avdelningschef Investering

Datum:

Underskrift Projektledare

Innehållsförteckning

1. GRUNDLÄGGANDE INFORMATION	5
1.1. Bakgrund/Idé/Syfte	5
2. MÅL	6
2.1. Effektmål	6
2.2. Projekt mål	7
3. KRAV PÅ PROJEKTET	7
3.1. Förutsättningar	7
3.2. Miljö.....	8
3.3. Avgränsningar	8
4. KOPPLING TILL ANDRA PROJEKT OCH VERKSAMHETER	8
5. TIDPLAN	9
5.1. Beslutspunkter.....	9
6. BUDGET	10
6.1. Projektkostnader	10
6.2. Nyttokalkyl.....	10
6.3. Resursplan	10
6.4. Projektfinansiering	10
7. ORGANISATION	11
7.1. Organisationsplan.....	11
7.2. Roller, ansvar och befogenheter	11
7.3. Styrgrupp	12
7.4. Externa kontakter	12
8. KVALITET	12
8.1. Kvalitetsstrategier.....	12
8.2. Granskningar och bedömningar	12
9. RISKANALYS	13
10. LEVERANS OCH ÖVERLÄMNINGSPROCEDUR (BP4).....	13
11. PROJEKTAVSLUT (BP5)	13
12. REFERENSER.....	13
12.1. Referenser	13

Bilageförteckning

1. Bilaga A: Ritningar och bilder över Bornsjön
2. Bilaga B: Miljökonsekvensbeskrivning
3. Bilaga C: Tidplan
4. Bilaga D: Kontaktlista
5. Bilaga E: Riskrapport

1. Grundläggande information

1.1. Bakgrund/Idé/Syfte

Bornsjön är Stockholm Vatten reservvattentäkt. Bornsjön är även av stor betydelse för hela Stockholms län då det är den enda reservvattentäkten av någorlunda storlek som kan försörja länet under en längre tid i den händelse att hela eller delar av Mälaren skulle bli otjänlig för dricksvattenproduktion. För att säkerställa vattenkvaliteten i sjön och leveransen av dricksvatten så att sjön även i framtiden kan användas som vattentäkt behöver problemet med den interna fosforbelastningen åtgärdas.

Bornsjön är till stora delar omgiven av jordbruks och skogsmark samt viss bebyggelse. Den externa belastningen av fosfor i tillrinningsområdet har under 1900-talet varit relativt stor och fosfor har ackumulerats i bottensedimenten i sjön. Från mitten av 1980-talet har Stockholm Vatten arbetat med att minska den externa belastningen av fosfor bl.a. genom att installera enskilda avlopp samt att ta över jordbruket i egen regi. Idag bedöms den externa belastningen ligga på en acceptabel nivå. Den fosfor som tidigare ackumulerats i sedimenten utgör idag det största hotet mot Bornsjön, den så kallade interna belastningen. Både växter och djur förbrukar syre vilket medför att det under den senare delen av växtsäsongen blir syrefattigt vid botten. Sedimenten som till stor del består av järn oxideras vid syrebrist och fosfor som vanligen är bunden i sedimenten frigörs och blir tillgänglig för växter och djur. Detta medför i sin tur mer näring vilket ökar syreförbrukningen och således även frisläppningen av fosfor. En syrefattig näringsrik botten gör att mindre syrekrävande arter kan etablera sig så som blå-gröna alger vilka kan konkurrera ut andra arter. Dessutom kan just blå-gröna alger vara toxinproducerande. Algblomningar kan bli så pass omfattande att stora mängder algtoxin produceras vilket gör sjön olämplig som vattentäkt. I sämsta fall kan syrebristen leda till att sjöbotten dör och därmed även djurlivet. Vattenkvaliteten försämras så pass mycket att den inte går att använda som vattentäkt.

Fosforhalterna i Bornsjön har under senaste åren ökat pga. intern belastningen och en stor frisläppning av fosfor från sedimenten sker under sensommaren. En viss lokal blomning av blå-gröna alger har noterats i sjön de senaste åren. En första översyn över lämpliga metoder för restaurering gjordes 2008 av Christer Lännergren (Lännergren, 2008). Under 2011 gjordes en mer djuplodande utredning med hjälp av en kanadensisk expert på området Gertrud Nürnberg (Nürnberg & LaZeert, 2012) kring den interna belastningens påverkan samt vilka restaureringsmetoder som kan vara aktuella. Utifrån sjöns kondition och dess beskaffenhet som dricksvattentäkt framhålls utpumpning av bottenvatten som den mest lämpliga metoden. Bottenvatten pumpas ut från sjön och på så sätt lakas sedimenten ur. Alternativ för att ta hand om det utpumpade vattnet har utvärderats och det bästa alternativet är att fälla ut fosfor (Häggström, 2009) i ett eget vattenreningsverk. För ritningar och bilder över Bornsjön och Bornsjöverket se Bilaga A: Ritningar och bilder över Bornsjön

2. Mål

2.1. Effektmål

Huvudmålet är att säkra Bornsjön som reservvattentäkt för framtiden genom att åtgärda den interna fosforbelastningen i sjön.

Den direkta effekten är att Bornsjöns ekologiska status förbättras och att sjön även i framtiden kommer att kunna användas som reservvattentäkt och säkra leveransen av dricksvatten. Detta är en del av bolagets övergripande verksamhetsstrategi och del i bolagets arbete med aktiv riskhantering och leveranssäkerhet. Ytterligare effekter är att Bornsjöverket medför en ökad maximal kapacitet för Norsborgs vattenverk samt en flexiblare drift av Norsborgs vattenverk. Därtill kommer en förbättrad dricksvattenkvalitet med avseende på temperatur och alkalinitet. Temperaturen på utgående dricksvatten vid Norsborgs vattenverk ligger stundtals nära och ibland strax över Livsmedelsverkets gränsvärde på 20 grader ett tillskott på 1000 m³/h från Bornsjön skulle kunna sänka temperaturen med knappt en grad under sommarmånaderna. Alkaliniteten ut från Norsborgsverket ligger idag under den rekommenderade gränsen på 60 mg/l. Bornsjöns höga alkalinitet skulle höja denna och på så sätt minska korrosionen på ledningsnätet

Tabell 1 - Effektmål och dess kopplingar till de strategiska målen samt vem och hur uppföljning ska ske.

Nyttan/Effektmål	Strategiskt mål/Nyckeltal	Ansvarig uppföljning	Mätmetod och mätetal	Mätdatum
Minskad mängd fosfor i den fria vattenmassan i Bornsjön	S10- Miljöarbete med hög kvalitet	EC VB/K	Mäta fosforhalten i Bornsjön över åren	Löpande
Förbättra vattenkvaliteten i Bornsjön	S11- Aktiv riskhantering	EC VB	Minska mängden näringsämnen i Bornsjön samt halten av blå-gröna alger	Löpande
Öka maximala kapaciteten vid Norsborgs vattenverk	S11- Aktiv riskhantering	EC VN	Verifiera kapaciteten av Norsborgs verket och Bornsjöverket	2016-06-30
Inga anmärkningar på dricksvattnet vid ordinarie provtagning	S4- Hög kvalitet till lågt pris	EC VN	Temperatur på utgående dricksvatten från Norsborgs vattenverk > 20 grader	Minst 1 g/v
Minskade klagomål på rost i söderort.	S4- Hög kvalitet till lågt pris	EC VN/LU	Höja alkaliniteten på utgående dricksvatten från Norsborgs vattenverk. Antal klagomål på rost	Löpande

2.2. Projekt mål

Efter att projektet är färdigställt skall följande projekt mål ha blivit levererade:

- Bornsjöverket skall färdigt byggt och driftsatt till hösten 2015.
- Bornsjöverket funktion skall vara att rena Borsjön samt vara en reservreservoar till Norsborgs vattenverk
- Verket skall driftsättas och vara godkänt 2015-08-31
- Projektet skall hålla sig inom ramen för projektets kostnad, 117 000 000 SEK

3. Krav på projektet

3.1. Förutsättningar

I vattendomen från 1984 får Stockholm Vatten ta ut 25 000 m³/h för vattenförsörjningsändamål under normala förhållanden i Mälaren (Stockholms Tingsrätt, 1984). Dock måste vi söka bygglov för anläggningen samt tillstånd för utpumpningen och reningen av bottenvattnet. Kontakt har tagits med länsstyrelsen vilka ställer sig positiva till åtgärder för Borsjön. Det slutliga förslaget är inte presenterat men utifrån det kommer krav att ställas på tillstånd för b.la vattenverksamhet, dispens från strandskydd mm. Bornsjöverket kommer att vara placerat i Botkyrka kommun och pumpstationen i Salems kommun vilka gör att det är fler instanser som blir inblandade i bygglovsansökan.

Då den befintliga råvattentunneln från Borsjön ner till Västra Norsborg kommer att användas för det renade vattnet förutsätts det att tunneln är i gott skick samt avställd under mycket korta tider under byggnadsskedet. Även ledningen med tvättvatten från filteranläggningen dras i tunneln vilket även detta förutsätter att inte bara tunneln är i skick för att släppa vatten utan även i så pass bra kondition att det går genomföra arbeten i den. Den befintliga tunneln är genom vilket vatten tas in i Norsborgs vattenverk i det fall Borsjön behöver nyttjas som reservvattentäkt detta ställer stora krav på att minimera tiden då tunneln är obrukbar pga. ledningsdragnig i tunneln etc.

Bornsjöverket ska integreras med Norsborgs Vattenverk varför samma styr- och övervakningssystem krävs av drift- och säkerhetsskäl. Då Bornsjöverket kommer att klassas som dricksvattenanläggning är det även av stor vikt att skalskydd och övervakningssystem byggs upp lika som vid övriga dricksvattenanläggningar och följer Livsmedelsverkets krav. Detta påverkar även bygget då hygienreglerna som gäller för Lovö och Norsborgs Vattenverk måste efterföljas. Även rutiner och regler för HGI (hemlig geografisk information) kan komma att behöva tillämpas. Dessutom måste hänsyn tas till verksamheten vid Norsborgs Vattenverk för att minska påverkan på den ordinarie dricksvattenproduktionen.

För projektets genomförande krävs resurser både från avdelning investering och från linjeorganisationen. Investering ansvarar för genomförande av projektet och linjeorganisationen som beställare och deltagare i styrgrupp och projektgrupp. Linjeorganisationen bistår även med specialkompetens kring drift- och processtekniska frågor samt el/styr och maskin, framförallt i projektets startskede och uppstart av anläggningen.

Bornsjöverket byggs inom Borsjöns vattenskyddsområdet och delar av tillrinningsområdet är naturreservat varför särskilt hänsyn kan komma att behöva tas vid byggnation av verk och pumpstationer samt vid ledningsdragnig.

3.2. Miljö

För detaljer kring miljö se Bilaga B: Miljökonsekvensbeskring utförd av Faveo Projektledning AB.

3.3. Avgränsningar

Projektet ansvarar för att bygga Bornsjöverket. I detta ingår även en ny pumpstation vid Edeby, väg till denna och till Bornsjöverket, erforderligt skalskydd till det nya verket och pumpstationen, ledningar i Bornsjön samt styrning och övervakning från kontrollrummet i Norsborg.

Avgränsning och samplanering mot investeringsprojektet "Säkerhet och skalskydd" behöver göras för att eventuellt lyfta över en del bitar till detta.

Projektet ansvarar inte för att säkerställa att Bornsjötunneln är i gott skick och renovera denna.

Idag regleras nivån i Bornsjön genom en ganska osofistikerad tappning genom Bornsjötunneln, med Bornsjöverket kommer detta att behöva ändras, eventuellt behöver åtgärder göras vid det naturliga utloppet i Vellinge. Detta medför inga större ingrepp men bör has i åtanke då projektet inte ansvarar för dessa.

4. Koppling till andra projekt och verksamheter

Förutom att projektet måste ta hänsyn och samplaneras med den ordinarie driften av Norsborgs Vattenverk finns relationer med följande projekt.

Tabell 2 - Kopplingar mellan projektet, Bornsjöverket och övriga projekt/resurser/processer.

Projekt/resurs/process	Status	Kritiskt beroende
Renovering av Bornsjötunneln	Renovering påbörjad hösten 2013. Är i dagsläget utförd och klart	Ja
Västra verkets snabbfilter	Utredning pågår	Nej dock underlättar det om Bornsjöverket är drifttagat
Västra verkets råvattenledningar	Projektgenomförande planerat till 2014	Delvis, bör ej genomföras då Bornsjötunneln är tagen ur drift
Säkerhet och Skalskydd	Genomförs 2014	Delvis, samplanering bör ske samt gränsdragning för vad vilket projekt som ansvarar för vad
Styr- och reglertekniker på VU	Samplanering bör ske då dessa arbeta dels med FU/AU och i övriga projekt.	Delvis, framförallt under elentreprenadfasen.

UV-västra Nbg	Pågår och skall vara klart hösten 2014	Delvis, projektet medför produktions begränsningar för Nbg och samplanering behövs.
Utvecklingsingenjörer på VP	Samplanering bör ske då flera andra utredningar ligger på VP.	Delvis, tekniskkonsultation behövs framförallt under detaljprojektering och driftsättning.
Ingenjörer på VZ	Samplanering bör ske då dessa ansvarar för flera andra utredningar.	Delvis, tekniskkonsultation behövs framförallt under detaljprojektering.
Produktion Norsborgs Vattenverk	Dricksvattenproduktion ske 24 h årets alla dagar.	Ja

5. Tidplan

För en övergripande tidplanen se Bilaga C: Tidplan

5.1. Besluts punkter

Beslut	Benämning	Kommentar	Datum
BP2	Beslut att starta projektet.	Effektmål och Projektmål har utvecklats med projektets syfte. Projektet är av en strategisk karaktär som gynnar Stockholm Vatten.	2013-11-29
BP3:1	Beslut att fortsätta projekt	Upphandlingen av entreprenader skall vara färdigt. Entreprenaden skall ha utfört detaljprojekteringen och detta skall dokumenteras ner i projektplanen tillsammans med tidplan, kostnads kalkyl samt riskanalys. Enligt TKI arbetssätt.	2014-09-05
BP4	Produkten klar för mottagaren.	Bornsjöverket skall vara färdigt byggt och godkänd för drifttagning. En besiktningsman som agerar som tredje man skall besikta och se till att anläggningen uppfyller kraven som beställaren har beslutat om.	2015-09-21
BP5	Projektet avslutat	En slutrapport skall utformas av Projektledaren och få denna rapport godkänd av projektbeställaren. När detta är uppfyllt bestämmer Projektledaren när projektet skall avslutas.	2015-11-10

Kritiska aktiviteter	Startdatum	Slutdatum	Ansvarig
MKB	2014-02-27	2014-03-13	Miljöutredare
Strandskyddsdispens	2014-02-27	2014-03-20	Projektledare
Prekvalificering	2014-02-28	2014-04-12	Upphandlare
Framtagande av FFU	2014-03-26	2014-04-28	Projektledare
Drifttagning av Bornsjöverket	2015-08-31	2015-08-31	Projektbeställare

6. Budget

6.1. Projektkostnader

Investeringskostnad

Godkänd kostnadsram vid Inriktningsbeslut

Budgetpost	Kostnad	Kommentar
Maskinentreprenad	42 000 000	
VA-, Markentreprenad	33 000 000	
Byggentreprenad	16 000 000	
VVS-entreprenad	3 000 000	
El-/Styrentreprenad	5 000 000	
Projektlledning	18 000 000	
Summa kostnad	117 000 000	

Förslag till reviderad kostnadsram för Genomförandebeslut

Budgetpost	Kostnad	Kommentar
Maskinentreprenad	42 000 000	
VA-, Markentreprenad	43 000 000	
Byggentreprenad	16 000 000	
VVS-entreprenad	3 000 000	
El-/Styrentreprenad	5 000 000	
Projektlledning	18 000 000	
Risikpåslag 10%	13 000 000	
Summa kostnad	140 000 000	

Driftbudget

I det framtagna principförslaget uppgår driftkostnaderna (exkl. avskrivningar) till 4 Mkr/år. Detta bedöms vara något högt räknat då elpriser och personalkostnaderna är lite väl tilltagna. Uppskattningsvis hamnar detta på ca 3,5 Mkr/år omräknat med de elpriser och den lönenivå vi har idag.

6.2. Nyttokalkyl

Projektet klassas som ett strategiskt projekt.

6.3. Resursplan

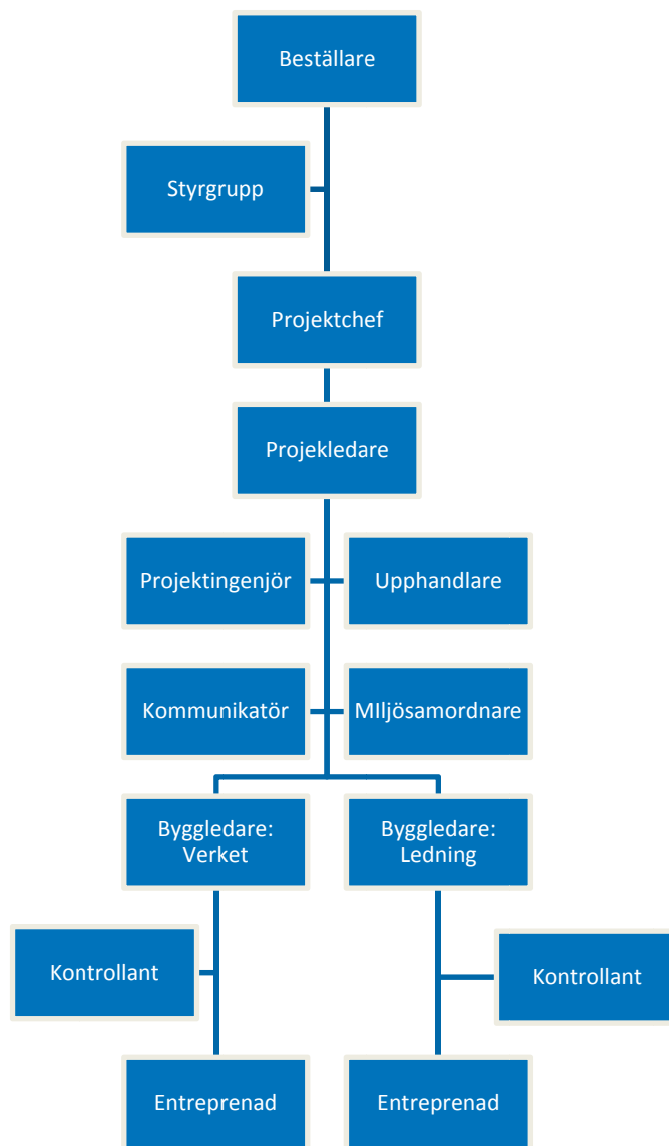
För en resursplan se avsnitt 7.2 Roller, ansvar och befogenheter

6.4. Projektfinansiering

Projektet finansieras helt av Stockholm Vatten.

7. Organisation

7.1. Organisationsplan



7.2. Roller, ansvar och befogenheter

Namn	Roll	Företag
Emma Nilsson	Projektchef	Stockholm Vatten
Stefan Lundström	Projektleddare	Faveo Projektleddning
Awder Rashed	Projektingenjör	Faveo Projektleddning
	Kommunikatör	
	Byggledare: Ledning	
	Byggledare: Verket	
	Kontrollant: EI	
	Kontrollant: Bygg & PBL	
	Kontrollant: Mek	
Sten Jansson	Upphandlare	Affärsconcept
Leif Backlund	Miljöutredare	Faveo Projektleddning

--	--	--

- Ansvar och befogenheter hänvisas till avtalet mellan Stockholm Vatten och de externa parterna samt till Projekthandboken
- För kontakt se Bilaga D: Kontaktlista Kungens Kurva DE01

7.3. Styrgrupp

Projektbeställare: Jan Ekvall

Styrgrupp: Gösta Lindh, Jan Ekvall, Christina Nyberg, Håkan Eklund, Johanna Ansker och Emma Nilsson (sammankallande)

7.4. Externa kontakter

För en Extern kontakter se avsnitt 7.2 Roller, ansvar och befogenheter

8. Kvalitet

8.1. Kvalitetsstrategier

Fler punkter tillkommer efter upphandling.

- Projektering enligt SVABs projektmodell
- Teknisk beskrivning ansluter till SVAMA

8.2. Granskningar och bedömningar

Granskningar/Bedömningar (exempel)	Ansvarig	Slutdatum
Granskning av projektplan till BP3	Projektledare/Styrgrupp	14-08-28
Granskning av budget och tidplan till BP3	Projektledare/Styrgrupp	14-08-28
Granskning av anläggning till BP4	Projektledare med hjälp av referensgrupp	15-09-01
Granskning av slutrapport till BP5	Projektledare	15-11-10

9. Riskanalys

Tillkommer då upphandlingen är klar

10. Leverans och överlämningsprocedur (BP4)

Vattenverket överlämnas till anläggningsägaren för Norsborgs vattenverk (EC för VN, f.n Håkan Eklund). Bornsjöverket driftsätts och sköts av VN från det att överlämnandet skett. VB (Vattenproduktion Bornsjön) ansvarar för att följa vattenkvaliteten i Bornsjön och effekten av utpumpningen av bottenvatten. Ett provtagningsprogram för detta tas fram i samråd med limnologerna på K, laboratoriet på VP och VN. VB är även ansvariga för regleringen av nivån i Bornsjön varför en gemensam strategi för mängderna vatten som pumpas ur Bornsjön skall tas fram för att erhålla bäst effekt på så väl vattenkvalitet i Bornsjön som i dricksvattnet.

11. Projektavslut (BP5)

När projektbeställaren Jan Ekvall har godkänt leverans och överlämningsproceduren är det dags att avveckla projektorganisationen samt avsluta projektet ekonomiskt. Här ska det stämmas av i vilken utsträckning samt på vilket sätt Bornsjöverket har uppfyllt sin uppsatta plan med projektmålen. Styrgruppen skall informeras om detta samt övriga intressenter. En slutrapport skall skapas utav projektledaren Stefan Lundström där målet är att jämföra den ursprungliga planen för Bornsjöverket med det verkliga utfallet samt en effekthemtagningsplan som överlämnas till linjeorganisationen och projektbeställaren. Rapporten syfte är att skapa kunskap och erfarenhetsåterföring till framtida projekt. När slutrapporten och redovisningen är godkänd skall projektet lämnas tillbaka till linjeorganisationen som ska utföra nyttouppföljning och mätning av effektmålen utifrån effekthemtagningsplanen.

12. Referenser

12.1. Referenser

Ansker, J. (den 22 november 2013). Riskanalys Bornsjöverket.

Häggström, P. (2009). *Fosforreduktion i bottenvatten från Bornsjön - fällningsförsök i pilotskala*. VP. Stockholm Vatten.

Lännergren, C. (2008). *Åtgärder för att minska intern belastningen i Bornsjön*. LU. Stockholm Vatten.

Nürnberg, G., & LaZeert, B. (2012). *Evaluation of hypolimnetic withdrawal as possible treatment for the Bornsjön Reservoir internal phosphorus load*. Baysville, Ontario: Freshwater Research.

ProVab. (2013). *Bornsjöverket - Principförslag avssende rening av bottenvatten från Bornsjön samt drift för dricksvattenproduktion*. Sollentuna.

Stockholms Tingsrätt. (den 27 april 1984). DOM DVA 24 VA 63/83. Stockholm.



Vattenproduktion
Johanna Ansker

Styrelsen för Stockholm Vatten VA AB

**Nybyggnation av vattenreningsverk Bornsjöverket för rening av bottenvatten
Inriktningsbeslut**

(1 bilaga – Bornsjöverket - Principförslag inklusive tidplan och ritning)

FÖRSLAG TILL BESLUT

Styrelsen föreslås besluta

- att godkänna projektet för inriktningsbeslut med en investeringsram om 117 miljoner.
- att ge bolaget i uppdrag att fortsätta arbetet med planering och upphandling inför genomförandebeslut samt bevilja 15 miljoner kronor för uppdraget.
- att bemyndiga verkställande direktören att teckna avtal och göra erforderliga beställningar inom av styrelsen godkänd kostnadsram för inriktningsbeslut.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Gösta Lindh".

Gösta Lindh

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jan Ekvall".

Jan Ekvall

ÄRENDET

Sammanfattning

Stockholm Vattens reservvattentäkt lider idag av intern belastning av fosfor. Den mest realistiska och skonsammaste metoden att komma till rätta med problemet är att pumpa ut det fosforrika bottenvattnet. Det utpumpade bottenvattnet renas med avseende på fosfor avskiljning i ett vattenreningsverk, Bornsjöverket, bestående av fällning på kontinuerliga filter samt luftning. Under de månader verket inte renar bottenvatten upptas ett yttligare vatten som förs via Bornsjötunneln till Norsborgs vattenverk för vidare rening till dricksvatten. Norsborgs vattenverk kan på detta sätt öka sin maximala kapacitet samt förbättra dricksvattenkvaliteten med avseende på temperatur och alkalinitet.

Bakgrund

Bornsjön är Stockholm Vattens reservvattentäkt och därmed även av stor betydelse för hela Stockholms län då det är den enda reservvattentäkten av någorlunda kapacitet att försörja länet under en längre tid i den händelse att hela eller delar av Mälaren skulle bli otjänlig för dricksvattenproduktion. För att säkerställa vattenkvaliteten i sjön och leveransen av dricksvatten så att sjön även i framtiden kan användas som vattentäkt, behöver problemet med den interna fosforbelastningen åtgärdas.

Bornsjön är till stora delar omgiven av jordbruks och skogsmark samt viss bebyggelse. Den externa belastningen av fosfor i tillrinningsområdet har under 1900-talet varit relativt stor och fosfor har ackumulerats i bottensedimenten i sjön. Från mitten av 1980-talet har Stockholm Vatten arbetat med att minska den externa belastningen av fosfor bl.a. genom att installera enskilda avloppsanläggningar samt att ta över jordbruket i egen regi. Idag bedöms den externa belastningen ligga på en acceptabel nivå. Den fosfor som tidigare ackumulerats i sedimenten utgör idag det största hotet mot Bornsjön, den så kallade interna belastningen. Bornsjön är näringsrik med ett rikt växt- och djurliv. Både växter och djur förbrukar syre vilket medför att det under den senare delen av växtsäsongen blir syrefattigt vid botten. Sedimenten som till stor del består av järn reduceras vid syrebrist och fosfor som vanligen är bunden i sedimenten frigörs och blir tillgänglig för växter och djur. Detta medför i sin tur mer näring vilket ökar syreförbrukningen och således även frisläppningen av fosfor. En syrefattig näringsrik botten gör att mindre syrekrävande arter kan etablera sig så som blå-gröna alger vilka kan konkurrera ut andra arter. Dessutom kan just blå-gröna alger vara toxinproducerande.

Fosforhalterna i Bornsjön har under de senaste åren ökat pga. intern belastningen och en stor frisläppning av fosfor från sedimenten sker under sensommaren. Lokala blomningar av blå-gröna alger har noterats i sjön de senaste åren. Under 2012 gjordes en utredning kring den interna belastningens påverkan samt vilka restaureringsmetoder som kan vara aktuella.

Den metod som bedömdes vara mest realistisk att på ett skonsamt sätt minska internbelastningen är utpumpning av bottenvatten. Metoden bygger på att man utnyttjar att det under sensommaren/hösten är höga halter av fosfor i vattenmassan närmast botten. Detta vatten pumpas bort och med det fosfor. Metoden är skonsam för sjön då inget tillförs sjön (jmf med fällning i sjön) dock tar det tid att pumpa ut all ackumulerad fosfor. Metoden är därför lämplig för sjöar med stark skiktning och där sjön fortfarande har relativt god status (jmf akut fiskdöd eller kraftigt påverkat allmäntillstånd) samt där åtgärder för den externa belastningen redan gjorts eller genomförs parallellt, kriterier som passar väl in på Bornsjön. Massbalansberäkningar och utredning med hjälp av en av de främsta experterna på metoden visar på att metoden är lämplig för Bornsjön.

Det utpumpade fosforrika bottenvattnet måste renas och tas om hand. I litteraturen är det vanligaste alternativet att man antingen pumpar vattnet till en närliggande sjö som är näringsfattigt alternativt till en våtmark. Dessa alternativ är tyvärr inte realistiska för bottenvattnet från Bornsjön. Kringliggande sjöar är även de näringsrika och förhållandena för att anlägga en våtmark saknas. Alternativet är därför att ta hand om det fosforrika

bottenvattnet i en vattenreningsanläggning. Tidigare försök har visat på att det finns goda förutsättningar att fälla ut fosfor på samma sätt som man gör vid dricksvattenproduktion.

Principförslag

Bottenvattnet innehåller höga halter av fosfor som måste renas och där fällning är det lämpligaste alternativet, motsvarande fällningssteget i dricksvattenproduktionen vid Norsborg. Utredningen har fokuserat på hur bottenvatten kan pumpas ut från Bornsjön och renas på lämpligast sätt avseende miljöpåverkan och kostnadseffektivitet.

Principförslaget (se bilaga) utgår ifrån ett nytt vattenreningsverk, Bornsjöverket, placerat vid Bornsjön. Bornsjöverket är dimensionerat för en kapacitet på 1000 m³/h och kommer att övervakas och skötas av personalen vid Norsborgs Vattenverk. Bornsjöverket består av pumpstation, fällning på kontinuerliga filter samt luftning. Till verket hör även en lamellsedimentering för förtjockning av filterspolvatten som placeras på Norsborgs vattenverk i anslutning till befintlig slamavvattningsanläggning.

Bornsjöverket kommer under höstmånaderna användas för att rena bottenvatten och under resten av året används verket för dricksvattenproduktion från ett ytligare råvattenintag. I det första fallet pumpas det renade bottenvattnet tillbaka till Bornsjön och i det andra fälls vatten för att via tunneln upp till Norsborgs vattenverk vidare gå in i den ordinarie dricksvattenproduktionen. Detta medför en ökad maximal produktionskapacitet samt en flexiblare drift av Norsborgs vattenverk. Därtill kommer en förbättrad dricksvattenkvalitet med avseende på temperatur och alkalinitet. Temperaturen på utgående dricksvatten vid Norsborgs vattenverk ligger stundtals nära och ibland strax över livsmedelsverkets gränsvärde på 20 grader. Vattnet från Bornsjön håller en lägre temperatur och kan därmed sänka dricksvattentemperaturen något. Alkaliniteten ut från Norsborgsverket ligger idag mellan ca 45-55 mg/l vilket är under den rekommenderade gränsen på 60 mg/l. Bornsjöns högre alkalinitet skulle höja denna något och på så sätt minska korrosionen på ledningsnätet.

Mål

Huvudmålet är att säkra Bornsjön som vattentäkt i framtiden genom att åtgärda den interna fosforbelastningen i sjön. Detta görs genom att bortföra fosforrikt bottenvatten till Bornsjöverket där fosfor fälls ut och det renade vattnet återförs till Bornsjön. På detta sätt urlakas sedimenten av fosfor skonsamt och den interna fosforbelastningen minskas.

Den direkta effekten är att Bornsjöns ekologiska status förbättras och att sjön även i framtiden kommer att kunna användas som vattentäkt och säkra leveransen av dricksvatten. Detta är en del i bolagets arbete med aktiv riskhantering och leveranssäkerhet som är en del av bolagets verksamhetsstrategi och övergripande strategiska mål. Ytterligare effekter är att den maximala kapaciteten och flexibiliteten för Norsborgs Vattenverk ökar samt att dricksvattenkvaliteten förbättras.

Genomförande och tidplan

Då förutsättningarna i sjön för utpumpning och rening av det fosforrika bottenvattnet infaller årligen under september till mitten av november bör verket stå klart till augusti 2015. Inklusiv detaljprojektering bör verket kunna stå klart inom 20 månader från startdatum förutsatt att den strama tidsplanen i principförslaget efterföljs samt att erforderliga tillstånd söks och erhålls omgående.

Ekonomi

- Investeringskostnad
Investeringskostnaderna för Stockholm Vatten beräknas i principförslaget till totalt ca 117 miljoner kr.
- Driftkostnader
I det framtagna principförslaget uppgår driftkostnaderna (exkl. avskrivningar) till 4 Mkr/år.

Risker

Riskerna kan delas in i två kategorier

- Risker för sjön om en restaurering inte genomförs
- Risker i projektet

För sjön är den största risken att fosforhalterna fortsätter att stiga vilket kan leda till ökad blomning av blå-gröna alger, övergödning samt ett förändrat djur- och växtliv.

I projektet bedöms förseningar i tidsplanen orsakade av långa handläggningstider för bygglov och tillstånd för vattenverksamhet som de mest kritiska. Osäkra markförhållanden i och kring sjön kan medföra ökade kostnader men detta bedöms som mindre troligt. En förutsättning för att projektet ska kunna genomföras är att Bornsjötunneln (tunneln mellan Bornsjöintaget och Norsborgs vattenverk) är renoverad och i gott skick. Renoveringar kommer att påbörjas i slutet av 2013. Dock är tunneln inte säkrad för starka yttre vibrationer vilket om det behöver sprängas för Bornsjöverket kan innebära att tunneln behöver förstärkas ytterligare.

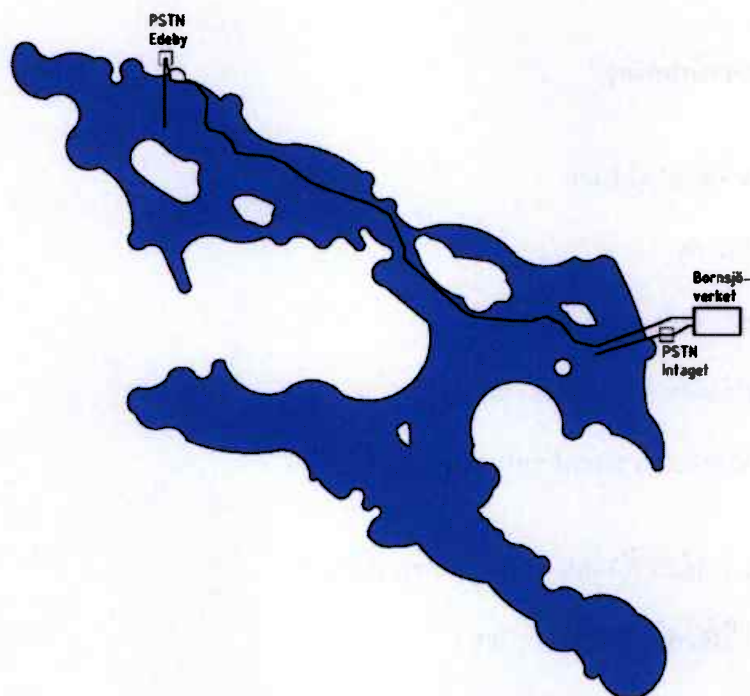
Övriga konsekvenser

En förutsättning för att verket ska kunna övervakas och underhållas är att en ytterligare person anställs på VN (Vattenproduktion Norsborg), vilket är medtaget i driftkostnaderna.

Samråd

Har hållits med SLK (Stadsledningskontoret) 2013-11-27

SLUT



Stockholm Vatten AB

BORNSJÖVERKET

**PRINCIPFÖRSLAG AVSEENDE RENING AV BOTTEN-
VATTEN SAMT FÖR DRICKSVATTENPRODUKTION**

**SÖLLENTUNA 2013-11-14
Projekt nr 13 02 02 268**

Handläggare/telefon

Lennart Martinell/08 – 444 39 32

Datum

2013-11-14

Er Handläggare

Johanna Asker

Uppdragsnummer

13 02 02 268

Er referens

Bornsjön - Reservvatten

INNEHÅLLSFÖRTECKNING**SID**

1.	Orientering	1
2.	Vattenkvalitet	3
2.1	Edeby	3
2.2	Bassäng vid intag	6
2.3	Bassäng vid Skårby	10
2.4	Slutsats vattenkvalitet	13
3.	Utförda försök i laboratorieskala	14
3.1	Utförda försök år 2004	14
3.2	Utförda försök år 2009	14
3.2.1	Försök nr 1	14
3.2.2	Försök nr 2	15
3.2.3	Försök nr 3	15
3.2.4	Försök nr 4	15
3.2.5	Slutsats labbförsök	16
4.	Grunder för dimensionerande data	18
4.1	Dimensionerande reaktionstid	18
4.2	Dimensionerande slamproduktion	18

KRAMFORS
Ringvägen 4
872 30 Kramfors
Tel: 0612-100 55
Fax: 0612-100 56**SOLLEFTEÅ**
Nipan 3
881 52 Sollefteå
Tel: 0620-104 95
Fax: 0620-104 96**UTTERSJÖ**
Uttersjö 111
890 50 Björna
Tel: 0661-240 88
Fax: 0661-240 88**SUNDSVALL**
Skönsbergsvägen 3
856 41 Sundsvall
Fax: 060-15 66 01**ARVIKA**
Strandvägen 2
671 29 Arvika
Tel: 0570-74 94 09
Fax: 0570-74 94 50**STOCKHOLM**
Sjöängsvägen 17
192 72 Sollentuna
Tel: 08-444 39 30
Fax: 08-444 39 39**LINKÖPING**
Brigadgatan 16
587 58 Linköping
Tel: 013-24 41 90
Fax: 013-24 41 99**UMEÅ**
Mariehemsvägen 6A
906 54 Umeå
Tel: 073-087 26 33
Tel: 070-621 39 34**ÖRNSKÖLDSVIK**
Viktoriasplanaden 8A
891 33 Örnsköldsvik
Tel: 072-228 41 21**KRISTIANSTAD**
Nya Boulevarden 10
291 31 Kristianstad
Tel: 072-576 17 88**HÄRNÖSAND**
Järnvägsgatan 2
871 45 Härnösand
Tel: 072-523 84 23

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

FORTS, INNEHÅLLSFÖRTECKNING	SID
5. Dimensionerande data	21
5.1 Råvattenuttag	21
5.2 Filterlinjer (DS-filter)	21
5.3 Filter (DS-filter)	21
5.4 Dosering fällningskemikalie - ALG	22
5.5 Dosering fällningskemikalie - ALS	22
5.6 Dosering fällningskemikalie – PAX XL 100	23
5.7 Luftningstorn	23
5.8 Tvättvattenreservoar	23
5.9 Transportpumpar för tvättvatten	23
5.10 Slamproduktion	24
5.11 Slamseparator	24
5.12 Beredning aluminiumsulfatlösning	24
5.13 Övrigt	25
6. Utformning råvattenpumpstationerna	26
6.1 Råvattenledning	26
6.2 Råvattenpumpstation - Edeby	26
6.3 Överföringsledningar - Edeby	27
6.4 Råvattenpumpstation - Intagsbassäng	27
6.5 Överföringsledningar - Intagsbassäng	28
6.6 Tvättvattenledning	28
6.7 VA-anlutningar	29

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

FORTS, INNEHÅLLSFÖRTECKNING	SID
7. Utformning beredningsanläggning	30
7.1 Driftfall	30
7.1.1 Under perioder med hög fosforhalt i bottenvattnet	30
7.1.2 Övrig tid under året	30
7.2 Råvattenledning/-ar	30
7.3 Dynasandfilter	31
7.4 Luftningskolonner	31
7.5 Utjämningsbassäng	32
7.6 Transportpumpar, för pumpning av vatten till Edebybassängen	32
7.7 Utloppsledning, för överföring av vatten till Intagsbassängen	33
7.8 Utloppsledning, för överföring av vatten till bergtunnel	33
7.9 Utrustning för fällningskemikalie	33
7.10 Tvättvattenbassäng	34
7.11 Transportpumpar, för pumpning av tvättvatten till Norsborgsverket	34
7.12 Utrustning för förtjockning av tvättvatten	34
8. Utformning av elanläggning	35
8.1 Inkommande kraft	35
8.2 Kraftfördelning	35
8.3 Anläggningsskydd	36
8.4 Processtyrning allmänt	36
8.5 Styrskåp	37

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268**FORTS, INNEHÅLLSFÖRTECKNING****SID**

8.6	Pumpstyrningar	37
8.7	Ventilstyrningar	38
8.8	Processinstrument	38
8.9	Kommunikation	39
8.10	Allmänskraft	39
8.11	Larm	39
9.	Byggnadsmässiga åtgärder	40
10.	Beräknad driftkostnad	41
10.1	Förutsättningar - Kemikaliekostnader	41
10.2	Åtgång av ALG	41
10.3	Energiåtgång och kostnad	41
10.4	Personalkostnader	42
10.5	Bedömd driftkostnad	42
11.	Beräknade investeringskostnader	43
12.	Bedömd preliminär tidplan	44

Bilagor: **VA.8 – 02 Processchema, dtd 2013-11-14**

Handläggare / telefon

Lennart Martinell/08 – 444 39 32

Datum

2013-11-14

Uppdragsnummer

13 02 02 268

Er Handläggare

Johanna Asker

Er referens

Bornsjön - Reservvatten

1. Orientering

Stockholm Vatten ansvarar för dricksvattenförsörjningen i Stockholm samt till delar av de angränsande kommunerna Huddinge, Tyresö, Värmdö, Botkyrka, Haninge, Nynäshamn, Salem, Ekerö, Strängnäs, etc, totalt 12 kommuner (inklusive Stockholms kommun). Totalt försörjs ca 1,5 miljoner människor i Stockholmsområdet med dricksvatten som produceras av och levereras från Stockholm Vatten.

Stockholm Vatten producerar sitt dricksvatten vid vattenverken i Lovö och Norsborg. Under år 2012 producerades totalt 143,4 Mm³ varav ca 34,8 Mm³ levererades till 10 grannkommuner. Den normala beredningskapaciteten uppgår vid Lovö vattenverk till ca 150 000 m³/dygn och vid Norsborgs vattenverk till ca 225 000 m³/dygn, dvs totalt ca 375 000 m³/dygn. Den maximala beredningskapaciteten uppgår vid Lovö vattenverk till ca 275 000 m³/dygn och vid Norsborgs vattenverk till ca 380 000 m³/dygn, dvs totalt ca 655 000 m³/dygn.

Av ovan framgår att – i det fall den befintliga råvattentäkten för Norsborgs vattenverk av någon anledning måste tas ur drift – Lovö vattenverk ensam inte kan klara det dricksvattenbehov som föreligger redan idag. Underskottet uppgår således till minst 100 000 m³/d under ett normaldygns dricksvattenbehov.

Bornsjön är en reservvattentäkt för Norsborgs vattenverk varför vattenkvaliteten i sjön är av mycket stor betydelse med avseende på möjligheten att bereda vattnet till ett fullgott dricksvatten.

Bornsjön är till stora delar omgiven av jordbruksmarker och bebyggelse varför avrinningen från dessa marker tillför fosfor till Bornsjön. Detta har medfört att fosfor under åren har ackumulerats i bottensedimenten. Detta medför bland annat att fosfor frigörs från botten-sedimenten med resultat att halten i vattnet under språngskiktet blir hög (ibland mycket hög) under perioder när syrehalten är låg.

Höga fosforhalter i vattnet resulterar, när vattenomblandning sker, i sin tur i en tillväxt av alger som, när de bryts ned, resulterar i en syreförbrukning som därmed i sin tur ökar syre-

KRAMFORS Ringvägen 4 872 30 Kramfors Tel: 0612- 100 55 Fax: 0612-100 56	SOLLEFTEÅ Nipan 3 881 52 Sollefteå Tel: 0620-104 95 Fax: 0620-104 96	UTTERSJÖ Uttersjö 111 890 50 Björna Tel: 0661-240 88 Fax: 0661-240 88	SUNDSVALL Skönsbergsvägen 3 856 41 Sundsvall Fax: 060-15 66 01	ARVIKA Strandvägen 2 671 29 Arvika Tel: 0570-74 94 09 Fax: 0570-74 94 50	STOCKHOLM Sjöängsvägen 17 192 72 Sollentuna Tel: 08-444 39 30 Fax: 08-444 39 39
LINKÖPING Brigadgatan 16 587 58 Linköping Tel: 013-24 41 90 Fax: 013-24 41 99	UMEÅ Mariehemsvägen 6A 906 54 Umeå Tel: 073-087 26 33 Tel: 070-621 39 34	ÖRNSKÖLDSVIK Viktoriaesplanaden 8A 891 33 Örnsköldsvik Tel: 072-228 41 21	KRISTIANSTAD Nya Boulevarden 10 291 31 Kristianstad Tel: 072-576 17 88	HÄRNÖSAND Järnvägsgränd 2 871 45 Härnösand Tel: 072-523 84 23	

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

bristen ytterligare varvid utlösning av fosfor, etc, från bottensedimenten ökar. Det medför att fosforhalten i bottenvattnet under vissa betingelser kan bli mycket hög. Vid vissa tillfällen har reduktionsprocesserna i bottenvattnet resulterat i svavelvätebildning.

Ovan beskrivna problemställning inträffar företrädesvis i de två djuphålur som finns i Bornsjön, nämligen "Edebybassängen" och "Intagsbassängen".

Stockholm Vatten har som målsättning att under kontrollerbara former långsiktigt minska fosforhalten i Bornsjön. Detta genom att både:

- Minska tillförseln av fosfor från omgivande marker vilka Stockholm Vatten till stora delar själva äger.
- Reducera fosforhalten i bottenvattnet och samtidigt minska fosformängden i bottensedimenten.

Den metod som bedöms som mest realistisk för att minska fosforhalten i både bottenvattnet och bottensedimenten är att bygga en beredningsanläggning för fällning och avskiljning av fosfor från vattnet samt en syresättning varefter vattnet återförs till Bornsjön.

Avsikten är att:

- Under de månader när fosfor löses ut från bottensedimenten skall beredningen och återföring av vattnet ske växelvis från de respektive bassängerna, dvs uttag från den ena bassängen och återföring till den andra. Detta betyder att fosforhalten reduceras i sedimenten i den bassäng som uttaget av vatten sker från medan fosfor kvarstår i sedimenten i den bassäng där vattnet återförs.
- Under övriga månader skall beredningsanläggningen leverera vattnet till Norsborgs vattenverk.

Stockholm Vatten har givit ProVAb i uppdrag att ta fram ett principförslag avseende hur den framtida beredningsanläggningen skall utformas för att uppnå avsett mål. Principförslaget skall även inkludera en beräkning av investeringskostnaderna för de erforderliga åtgärderna samt driftkostnader för beredningsanläggningen.

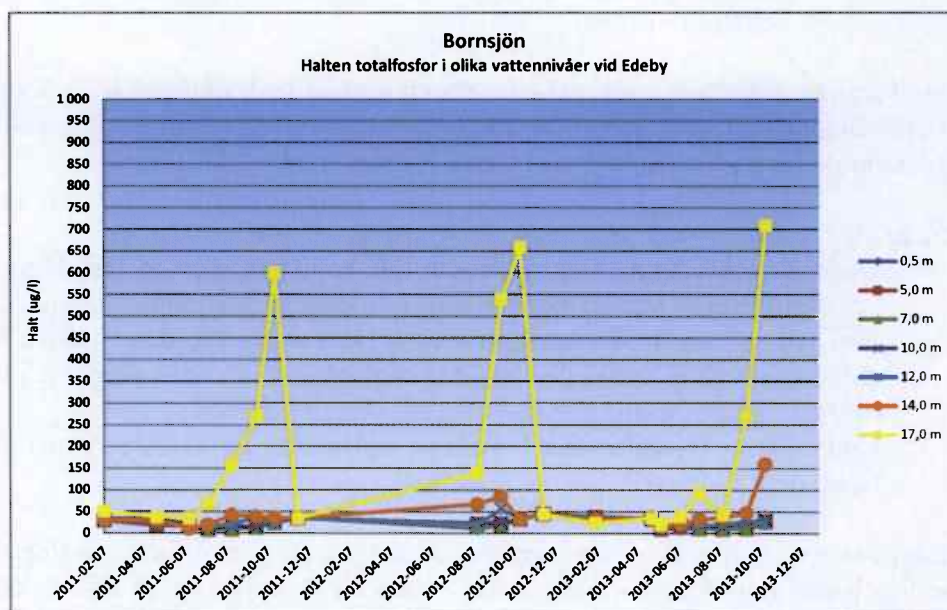
Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

2. Vattenkvalitet

Nedan redovisas hur vattenkvaliteten, med avseende på ett urval av parametrar, utvecklats under perioden 2011-02 – 2013-08 vid de tre provtagningspunkterna "Edeby", "Bassängen vid Intag" och "Skårby".

2.1 Edeby

I figur 2.1.1 framgår att innehållet av Totalfosfor ökar kraftigt under perioden augusti till oktober för att under november åter sjunka till normala nivåer.



Figur 2.1.1: Utveckling Totalfosfor på olika nivåer i vattenprofilen vid Edeby.

Den stora variationen sker på nivån under 14 m djup i vattenprofilen. Under denna period har innehållet av Totalfosfor maximalt uppgått till ca 710 µg/l. Under hösten har innehållet av Totalfosfor i bottenvattnet uppgått till maximalt 1000 µg/l i samband med pilotförsök.

På nivåerna ovanför 14,0 m i vattenprofilen har innehållet av Totalfosfor understigit 50 µg/l under hela perioden. Detta med undantag för nivån 14,0 m där innehållet av Totalfosfor överstigit 50 µg/l vid enbart tre tillfällen.

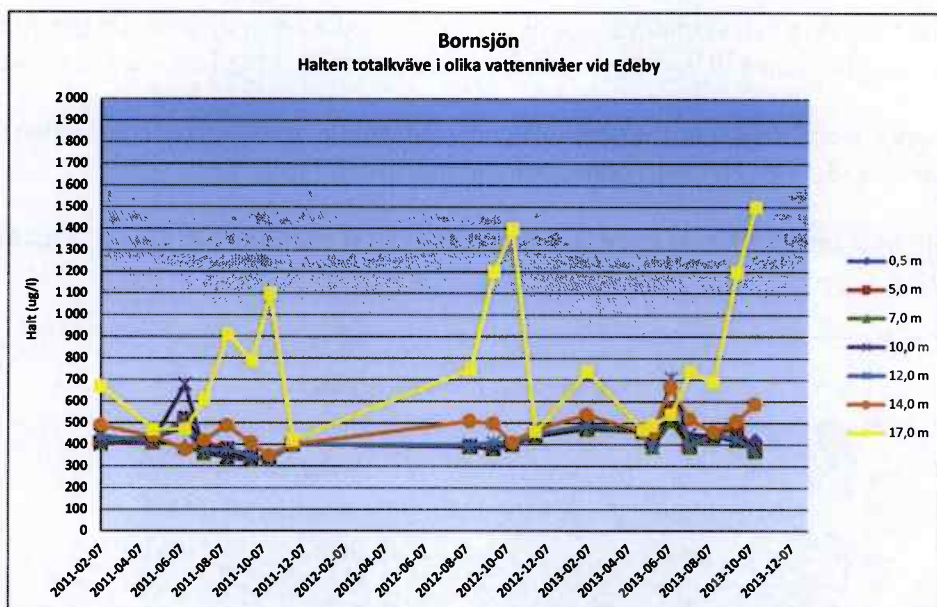
I figur 2.1.2 framgår att innehållet av Totalkväve ökar kraftigt under perioden augusti till oktober för att under november åter sjunka till normala nivåer. Innehållet av Totalkväve följer således samma utveckling som Totalfosfor.

Även för Totalkväve sker den stora variationen på nivån under 14 m djup i vattenprofilen. Under denna period har innehållet av Totalkväve maximalt uppgått till ca 1 500 µg/l.

Datum
2013-11-14

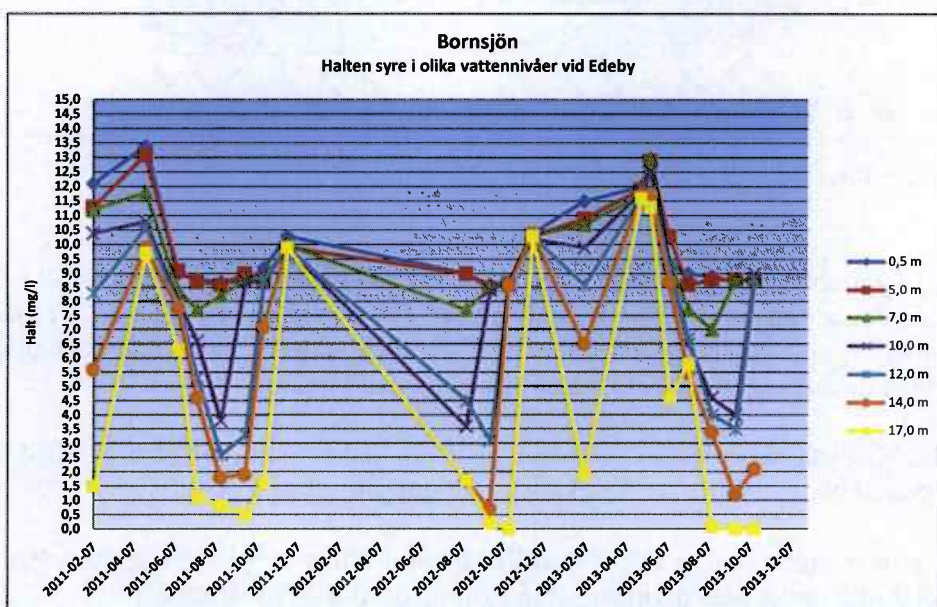
Uppdragsnummer
13 02 02 268

På nivåerna ovanför 14,0 m i vattenprofilen har innehållet av Totalkväve varierat mellan 350 µg/l och 710 µg/l under hela perioden. Den ökning av Totalkväve som inträffar på nivåerna ovanför 14 m inträffar något tidigare än den ökning som sker på nivån under 14,0 m i vattenprofilen.



Figur 2.1.2: Utveckling Totalkväve på olika nivåer i vattenprofilen vid Edeby.

Vad som med intresse kan konstateras är att det även sker en mindre ökning av Totalkväve under februari månad.



Figur 2.1.3: Utveckling Syre på olika nivåer i vattenprofilen vid Edeby.

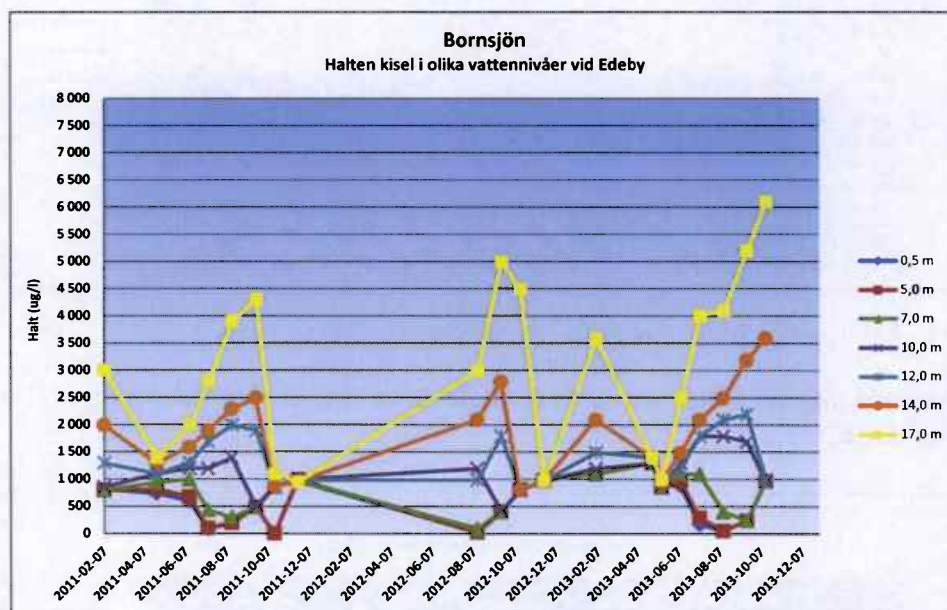
Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

I figur 2.1.3 framgår att innehållet av Syre minskar kraftigt under perioden juni till oktober för att under november åter öka till normala nivåer. Innehållet av Syre har en omvänd utveckling än vad som gäller för Totalfosfor och Totalkväve. Innehållet av Syre avtar även med djupet.

Även för Syre sker den största variationen på nivån under 14 m djup i vattenprofilen. Under denna period har innehållet av Syre som lägst varit nere i 0,0 mg/l varvid svavelväte bildats.

På nivåerna ovanför 14,0 m i vattenprofilen har innehållet av Syre varierat mellan 0,7 mg/l (14,0 m) och 13,1 mg/l (0,5 m) under hela perioden.

Vad som med intresse kan konstateras är att det även sker en minskning av Syre under februari månad.



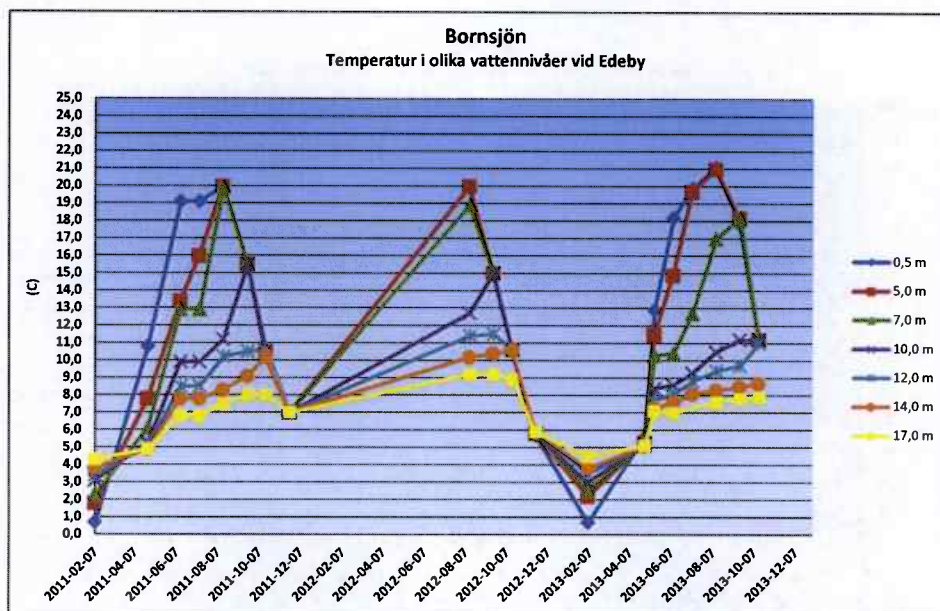
Figur 2.1.4: Utveckling Kisel på olika nivåer i vattenprofilen vid Edeby.

I figur 2.1.4 framgår att innehållet av Kisel ökar kraftigt under perioden juni till september för att under oktober åter sjunka till normala nivåer. Detta med undantag av år 2013 där det ännu ej erhållits någon minskning. Innehållet av Kisel följer således samma utveckling som totalfosfor med undantaget att Kisel "ligger" ca en månad före.

Även för Kisel sker den stora variationen på nivån under 14 m djup i vattenprofilen. Under denna period har innehållet av Kisel maximalt uppgått till ca 6 100 µg/l.

På nivåerna ovanför 14,0 m i vattenprofilen har innehållet av Kisel varierat mellan 0 µg/l och 3 600 µg/l under hela perioden. Den ökning av Kisel som inträffar på nivåerna ovanför 14 m inträffar samtidigt med den ökning som sker på nivån under 14,0 m i vattenprofilen.

Vad som med intresse kan konstateras är att det även sker en kraftig ökning av Kisel under februari månad.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

Figur 2.1.5: Utveckling Temperaturen på olika nivåer i vattenprofilen vid Edeby.

I figur 2.1.5 framgår att vattnet "vänder" två gånger per år. De två senaste "vändningarna" inträffade under november månad, år 2012, och under maj månad, år 2013. I samband med "vändningarna" tillförs syre i hela vattenprofilen även vilket tydligt framgår i figur 2.1.3.

Vidare framgår av figur 2.1.5 att det bildas ett "språngskikt" under perioden juni till och med september som motverkar tillförsel av syre till bottenvattnet med ökande innehåll av fosfor, kväve och bildande av svavelväte som följd.

2.2 Bassäng vid Intag

I figur 2.2.1 framgår att innehållet av Totalfosfor ökar något under perioden augusti till oktober för att under november åter sjunka till normala nivåer. Variationen av Totalfosfor är dock av mindre omfattning än vid Edeby.

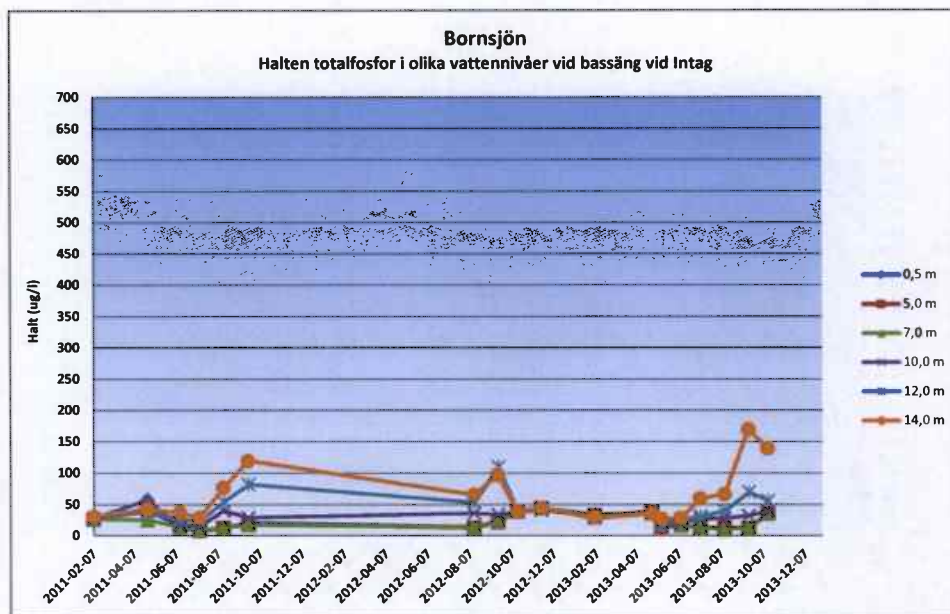
Den lilla variationen av Totalfosfor som sker på nivån 14 m djup i vattenprofilen är att härleda till att bottenvattnet normalt luftas under perioden juli och september i försök att upprätthålla en viss syrenivå och därmed undvika höga halter av fosfor, totalkväve, bildning av svavelväte, etc.

Under denna period har innehållet av Totalfosfor maximalt uppgått till ca 170 $\mu\text{g/l}$.

På nivåerna ovanför 14,0 m i vattenprofilen har innehållet av Totalfosfor understigit 100 $\mu\text{g/l}$ under hela perioden. Detta med undantag för nivån 12,0 m där innehållet av Totalfosfor uppgått till 110 $\mu\text{g/l}$ vid enbart ett tillfälle.

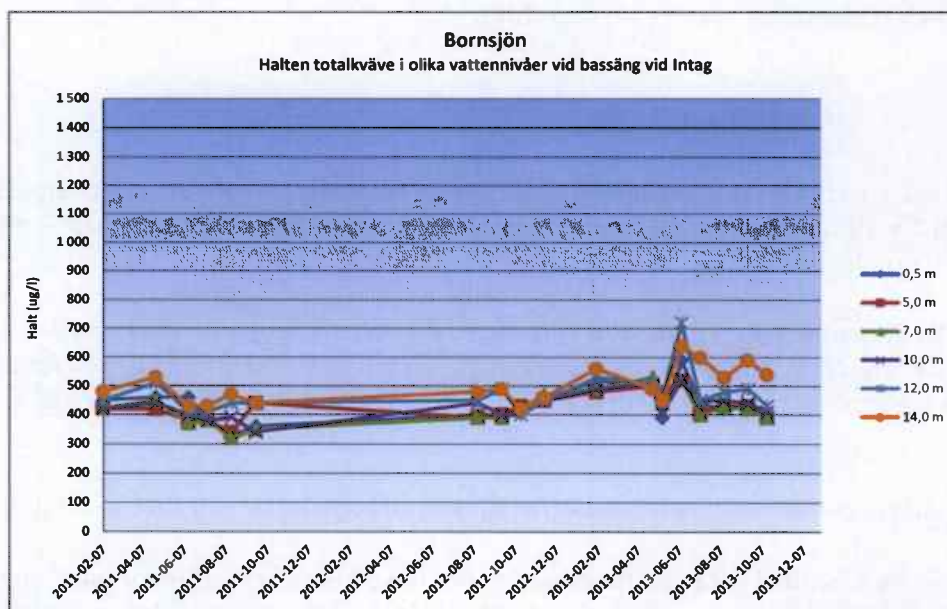
Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268



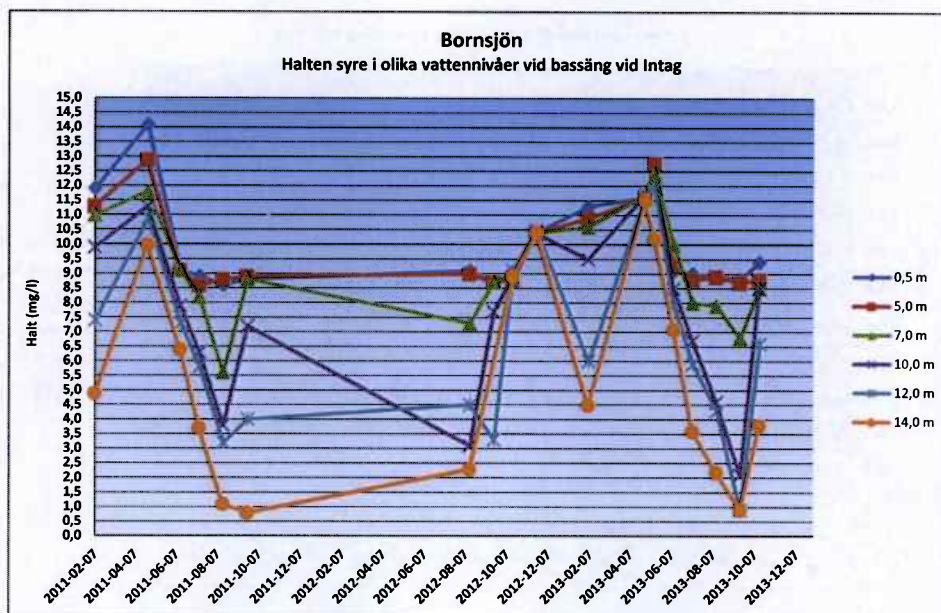
Figur 2.2.1: Utveckling Totalfosfor på olika nivåer i vattenprofilen i bassäng vid Intag.

I figur 2.2.2 framgår att innehållet av Totalkväve är relativt stabilt under året. Mindre ökning av Totalkvävet har inträffat under vårvintern och sommaren. Den mest markanta ökningen av Totalkväve under denna period inträffade under juni månad, år 2013, för att därefter återgå till normala halter. Förklaringen till detta är således den luftning av bottenvattnet som sker under perioden juli och september.



Figur 2.2.2: Utveckling Totalkväve på olika nivåer i vattenprofilen bassäng vid Intag.

Under denna period har innehållet av Totalkväve maximalt uppgått till ca 720 µg/l (nivån 12,0 m).

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

Figur 2.2.3: Utveckling Syre på olika nivåer i vattenprofilen i bassäng vid Intag.

I figur 2.2.3 framgår att innehållet av Syre minskar kraftigt under perioden juni till oktober för att under november åter öka till normala nivåer. Innehållet av Syre har en omvänd utveckling än vad som gäller för Totalfosfor och Totalkväve. Innehållet av Syre avtar även med djupet.

För Syre sker den största variationen på nivån 14 m djup i vattenprofilen. Under denna period har innehållet av Syre som lägst varit nere i 0,8 mg/l trots den syretillförsel som sker under perioderna (juli till september) när bottenvattnet luftas.

På nivåerna ovanför 14,0 m i vattenprofilen har innehållet av Syre varierat mellan 0,9 mg/l (12,0 m) och 14,1 mg/l (0,5 m) under hela perioden.

Vad som med intresse kan konstateras är att det även sker en minskning av Syre under februari månad.

I figur 2.2.4 framgår att innehållet av Kisel ökar under perioden juni till september för att under oktober åter sjunka. Innehållet av Kisel följer således samma utveckling som totalfosfor med undantaget att Kisel "ligger" ca en månad före.

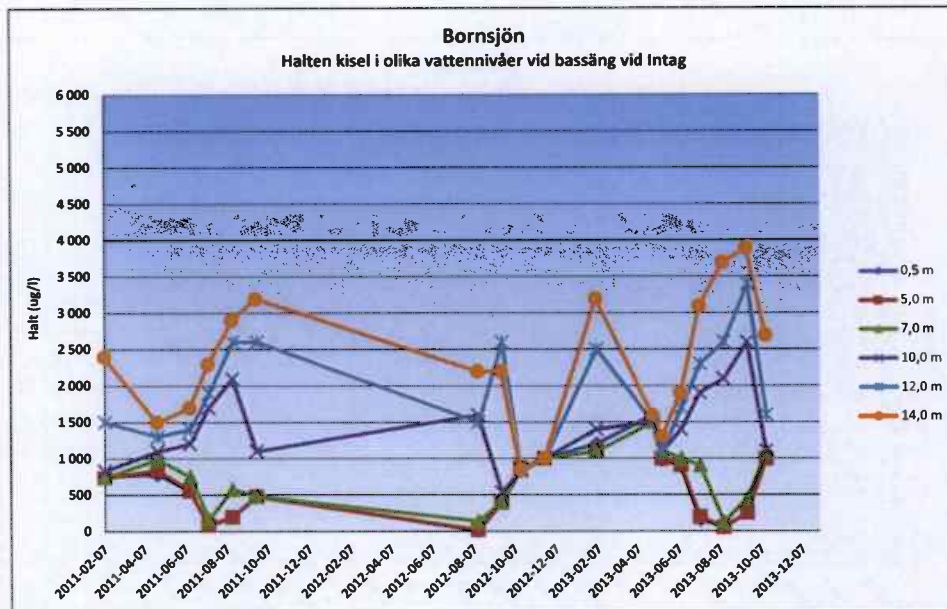
För Kisel sker den stora variationen på nivån 14 m djup i vattenprofilen. Under denna period har innehållet av Kisel maximalt uppgått till ca 3 900 µg/l.

På nivåerna ovanför 14,0 m i vattenprofilen har innehållet av Kisel varierat mellan 0 µg/l och 3 400 µg/l under hela perioden.

Vad som med intresse kan konstateras är att det även sker en kraftig ökning av Kisel under februari månad.

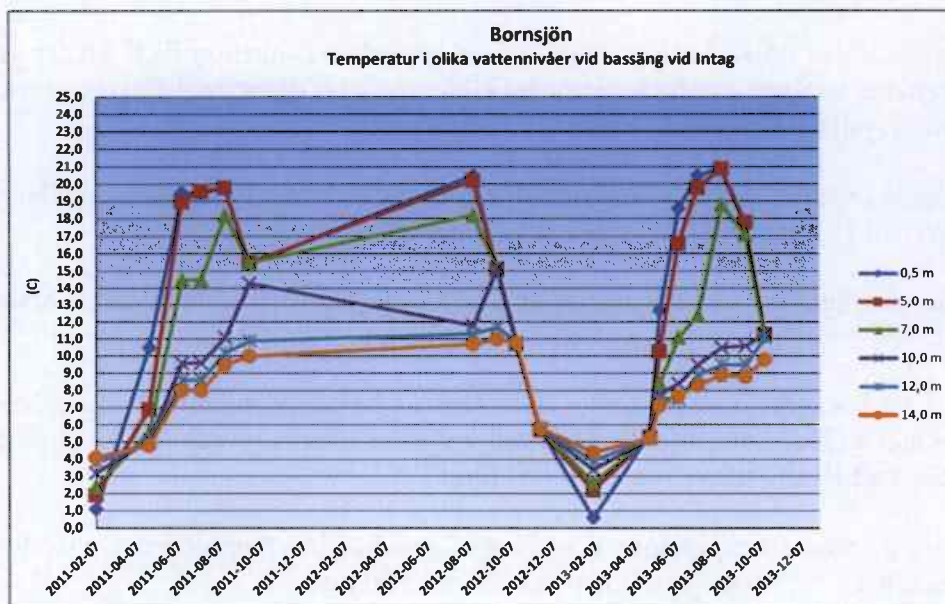
Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268



Figur 2.2.4: Utveckling Kisel på olika nivåer i vattenprofilen i bassäng vid Intag.

I figur 2.2.5 framgår att vattnet "vänder" två gånger per år. De två senaste "vändningarna" inträffade under november månad, år 2012, och under maj månad, år 2013. I samband med "vändningarna" tillförs syre i hela vattenprofilen även vilket tydligt framgår i figur 2.2.3.



Figur 2.2.5: Utveckling Temperaturen på olika nivåer i vattenprofilen i bassäng vid Intag.

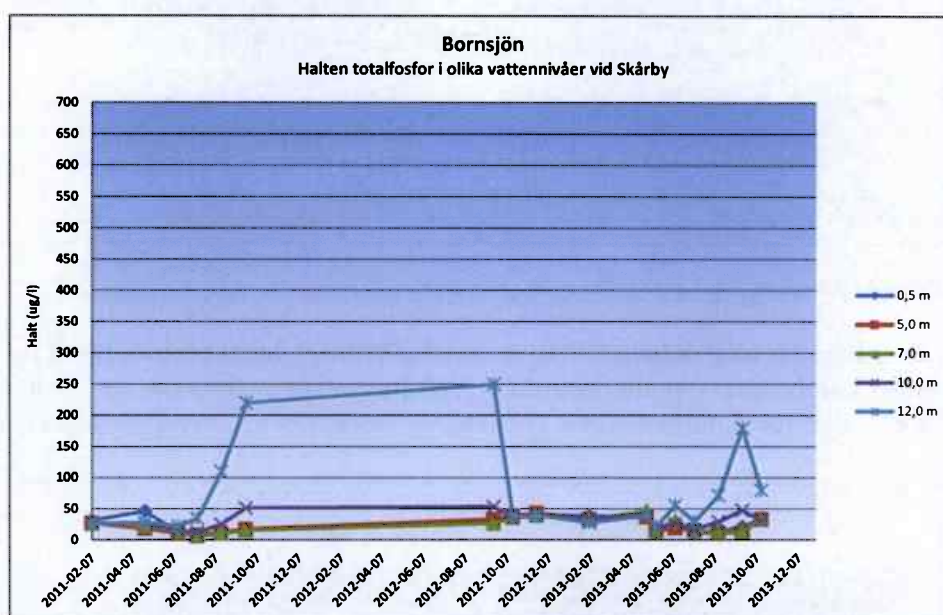
Vidare framgår av figur 2.2.5 att det bildas ett "språngskikt" under perioden juni till och med september som motverkar naturlig tillförsel av syre till bottenvattnet med ökande innehåll av fosfor, kväve och bildande av svavelväte som följd. Detta motverkas dock av den syresättning av bottenvattnet som sker under perioden juli och september.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

2.3 Bassäng vid Skårby

I figur 2.3.1 framgår att innehållet av Totalfosfor ökar något under perioden augusti till oktober för att under november åter sjunka till normala nivåer. Variationen av Totalfosfor är dock av mindre omfattning än vid Edeby.

Den variationen av Totalfosfor som sker på nivån 12 m djup i vattenprofilen är att härleda till att bassängens djup är mindre än vid Edeby varvid syretillförseln bidrar till att minimera innehållet av Totalfosfor.



Figur 2.3.1: Utveckling Totalfosfor på olika nivåer i vattenprofilen vid Skårby.

Under denna period har innehållet av Totalfosfor maximalt uppgått till ca 250 µg/l på nivån 12,0 m.

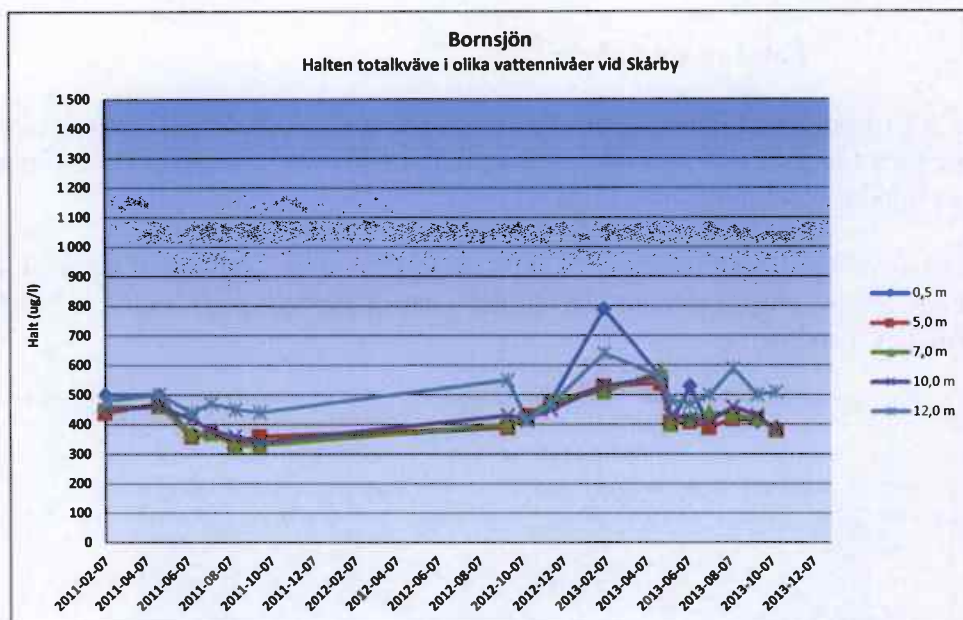
På nivåerna ovanför 12,0 m i vattenprofilen har innehållet av Totalfosfor maximalt uppgått till 50 µg/l under hela perioden.

I figur 2.3.2 framgår att innehållet av Totalkväve är relativt stabilt under året. Mindre ökning av Totalkvävet har inträffat under vårvintern och sommaren. Den mest markanta ökningen av Totalkväve under denna period inträffade under februari månad, år 2013, för att därefter återgå till normala halter.

Under denna period har innehållet av Totalkväve maximalt uppgått till ca 790 µg/l (nivån 0,5 m) vilket inträffade när sjön var isbelagd.

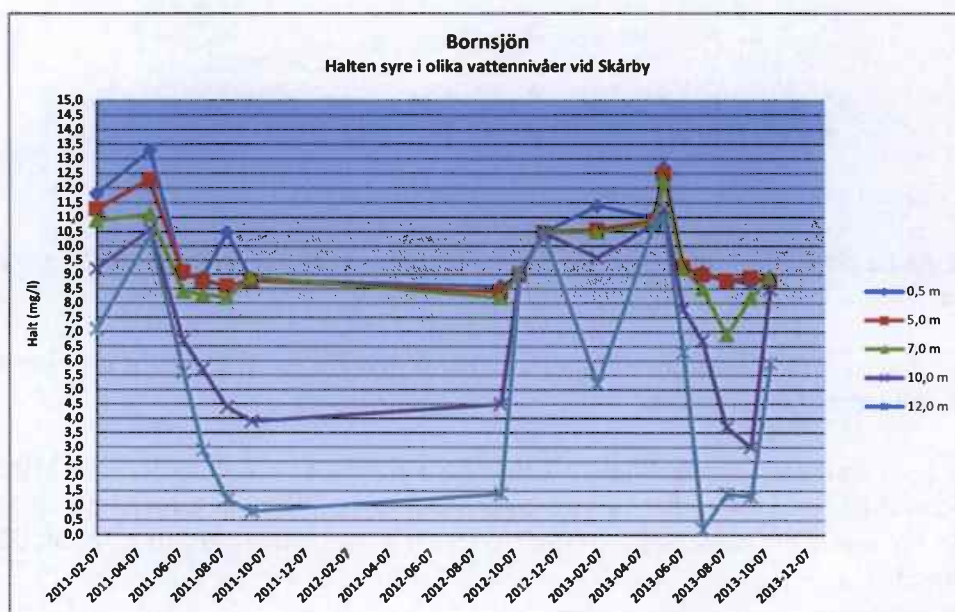
Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268



Figur 2.3.2: Utveckling Totalkväve på olika nivåer i vattenprofilen vid Skårby.

I figur 2.3.3 framgår att innehållet av Syre minskar kraftigt under perioden juni till september för att under oktober åter öka till normala nivåer. Innehållet av Syre har en omvänd utveckling än vad som gäller för Totalfosfor och Totalkväve. Innehållet av Syre avtar även med djupet.



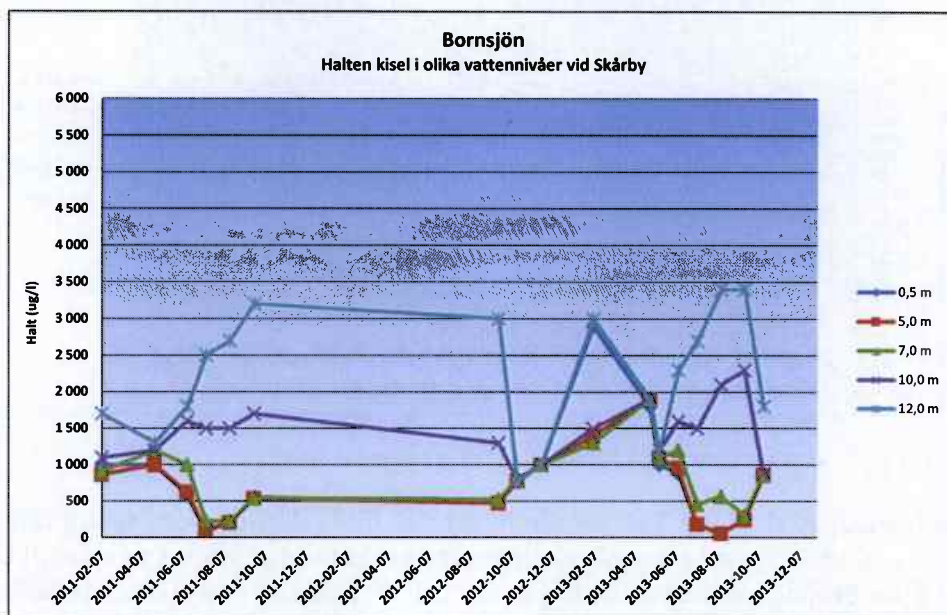
Figur 2.3.3: Utveckling Syre på olika nivåer i vattenprofilen i bassäng vid Skårby.

För Syre sker den största variationen på nivån 12 m djup i vattenprofilen. Under denna period har innehållet av Syre som lägst varit nere i 0,2 mg/l.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

På nivåerna ovanför 12,0 m i vattenprofilen har innehållet av Syre varierat mellan 3,0 mg/l (10,0 m) och 13,3 mg/l (0,5 m) under hela perioden.

Vad som med intresse kan konstateras är att det även sker en minskning av Syre under februari månad på nivån 12,0 m.



Figur 2.3.4: Utveckling Kisel på olika nivåer i vattenprofilen vid Skårby.

I figur 2.3.4 framgår att innehållet av Kisel ökar under perioden juni till september för att under oktober åter sjunka. Innehållet av Kisel följer således samma utveckling som Totalfosfor med undantaget att Kisel "ligger" ca en månad före.

För Kisel sker den stora variationen på nivån 12 m djup i vattenprofilen. Under denna period har innehållet av Kisel maximalt uppgått till ca 3 400 µg/l.

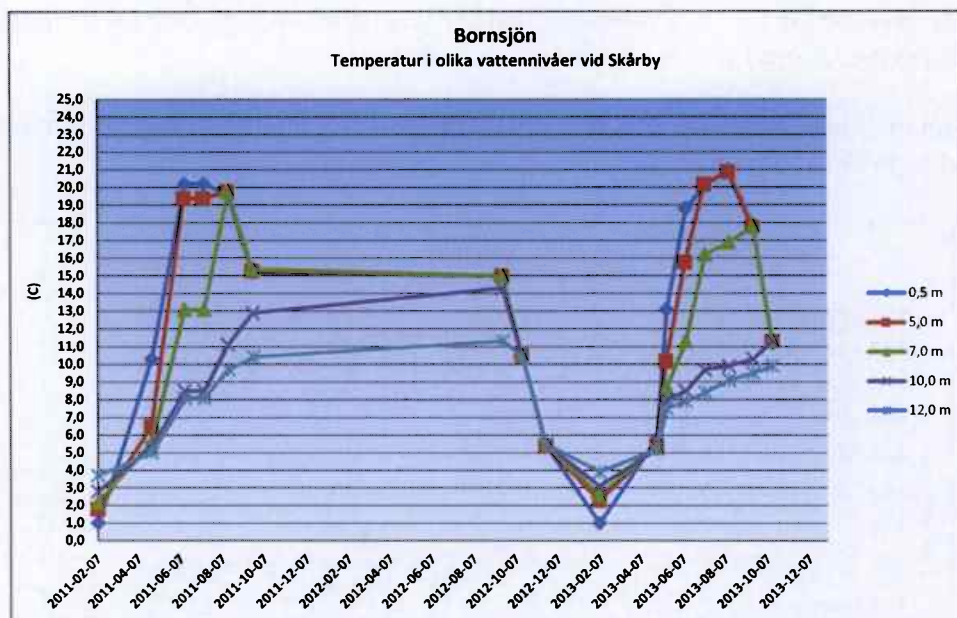
På nivåerna ovanför 12,0 m i vattenprofilen har innehållet av Kisel varierat mellan 61 µg/l och 3 000 µg/l under hela perioden.

Vad som med intresse kan konstateras är att det även sker en kraftig ökning av Kisel under februari månad på nivåerna 10,0 m och 12,0 m.

I figur 2.3.5 framgår att vattnet "vänder" två gånger per år. De två senaste "vändningarna" inträffade under november månad, år 2012, och under maj månad, år 2013. I samband med "vändningarna" tillförs syre i hela vattenprofilen även vilket tydligt framgår i figur 2.3.3.

Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268



Figur 2.3.5: Utveckling Temperaturen på olika nivåer i vattenprofilen vid Skårby.

Vidare framgår av figur 2.3.5 att det föreligger risk för bildande av ett "språngskikt" under perioden juni till och med september som motverkar naturlig tillförsel av syre till bottenvattnet med risk för ökande innehåll av fosfor, kväve och bildande av svavelväte som följd. Detta motverkas dock av den normala syresättning av bottenvatten som sker.

2.4 Slutsats vattenkvalitet

Genomgång av vattenkvaliteten visar att de mest reducerande förhållandena inträffar i djuphålorna vid Edeby (ca 17,0 m djup) och vid Intaget (ca 14,0 m djup).

Vid Intaget sker normalt en luftning av bottenvattnet under perioden juli - september i avsikt att försöka upprätthålla en viss syrehalt och därmed minimera innehållet av Totalfosfor och Totalkväve i vattenfasen. Sannolikt har man genom detta förfarande lyckats hålla nere innehållet av Totalfosfor något. Denna bedömning kan man göra vid jämförelsen med "Skårby" där innehållet av fosfor periodvis stigit till ca 250 µg/l (12,0 m) medan vid Intaget innehållet har uppgått till ca 170 µg/l (14,0 m).

Som lägst har syrehalten vid Edeby varit 0 mg/l (17,0 m) medan halten vid Intaget som lägst har uppgått till ca 0,8 mg/l (14,0 m) och vid Skårby som lägst 0,2 mg/l (12,0 m).

Den luftning av bottenvattnet som periodvis utförs vid Intaget innebär att fosfor fastlägges i sedimenten varvid någon reduktion av fosformängden ej erhålles i denna del av Bornsjön.

I den framtida planerade driften, där det växelvis kommer att inträffa syrebrist i den ena djuphålan och syresättning i den andra djuphålan, kommer långsiktigt att reducera fosforinnehållet i både botten sedimenten och i vattenfasen. Den bästa effekten kommer att uppnås vid nyttjande djuphålorna vid Intaget och Edeby.

Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268

3. Utförda försök i laboratorieskala

Under åren har det utförts två stycken fällningsförsök i laboratorieskala i avsikt att försöka finna ut aluminiumdosens effekt avseende reduktion av fosfor i bottenvattnet från Bornsjön.

Vid båda försökstillfällena togs vatten från Bornsjön och transporterades till laboratorium där fällningsförsöken utfördes. Detta betyder att vattenproverna kan ha förändrats något vilket i sin tur kan betyda att erhållna resultat ej kan omsättas i fullskala i sin helhet. Detta gäller exempelvis om vattnet vid provtagningsstillfället innehåller svavelväte som sedan i provhanteringen lätt avluftas/försvinner från vattnet och/eller oxideras med förändrat pH som följd.

3.1 Utförda försök år 2004

Vid försökstillfället uppgick fosforhalten i bottenvattnet från Bornsjön till drygt 400 µg/l och alkaliniteten uppgick till 86 mg/l. Det framgår ej från vilken djuphåla som vattnet hämtats.

Resultatet av försöken visade att det erfordrades en aluminiumdos (ALG) på ca 180 mmol/m³ (ca 4,86 gr Al³⁺/m³) för att kunna minska fosforhalten från drygt 400 µg/l till drygt 80 µg/l, dvs en reduktion på drygt 80 %. Detta motsvarar en dos ALG på ca 53,4 g/m³.

Eftersom det ej framgår vilket pH som förelåg i bottenvattnet så kan fällnings-pH ej fastställas.

För att erhålla ett innehåll av Totalfosfor understigande 50 µg/l framgår att aluminium-dosen måste ökas ytterligare.

3.2 Utförda försök år 2009

Bottenvattnet hämtades med provhämtare från drygt 17 m djup i djuphålan vid Edeby. Två stycken dunkar på vardera 25-liter fylldes vid vardera tillfälle.

3.2.1 Försök nr 1

Vid första försökstillfället uppgick fosforhalten i bottenvattnet från Bornsjön till 718 µg/l, pH uppgick till 7,4 och alkaliniteten uppgick till 102 mg/l. Fällningsförsöket utfördes med ALG-doserna 60 och 100 gr/m³ och för vardera ALG-dos utfördes två försök. För vardera ALG-dos erhöles följande resultat (som medelvärde för de två försöken):

Tabell 3.2.1: Resultat försök 1.

Dos ALG (g/m ³)	Totalfosfor (µg/l)	pH	Reduktion Totalfosfor (%)
60	46	6,95	93,6
100	38	6,70	94,7

Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268

3.2.2 Försök nr 2

Vid andra försökstillfället uppgick fosforhalten i bottenvattnet från Bornsjön till 718 µg/l, pH uppgick till 7,4 och alkaliniteten uppgick till 102 mg/l. Fällningsförsöket utfördes med ALG samt tre stycken olika PAX-produkter.

Fällningsförsöket baserades på att motsvara en ALG-dos på 60 g/m³, dvs en dos Al³⁺ på 5,46 g/m³. De fyra fällningskemikalier som testades var:

-	ALG	9,1 vikts-% Al ³⁺
-	PAX 16	8,2 vikts-% Al ³⁺
-	PAX XL 60	7,3 vikts-% Al ³⁺
-	PAX XL 100	9,3 vikts-% Al ³⁺

Tabell 3.2.2: Resultat försök 2 (Medelvärde av fyra försök).

Fällningskemikalie	Dos kemikalie (g/m ³)	Totalfosfor (µg/l)	pH	Reduktion Totalfosfor (%)
ALG	60,0	29,3	6,90	95,9
PAX 16	66,6	29,8	7,05	95,8
PAX XL 60	74,8	29,5	7,15	95,9
PAX XL 100	58,7	25,8	7,10	96,4

3.2.3 Försök nr 3

Vid tredje försökstillfället uppgick fosforhalten i bottenvattnet från Bornsjön enbart till 53 µg/l. pH uppgick till 7,7 och alkaliniteten uppgick till 74 mg/l. Fällningsförsöket utfördes med PAX XL 100 vid fyra olika doser.

Tabell 3.2.3: Resultat försök 3.

PAX XL 100 (g/m ³)	Dos Al ³⁺ (g/m ³)	Totalfosfor (µg/l)	pH	Reduktion Totalfosfor (%)
30	2,79	12	7,48	77,4
40	3,72	8	7,35	84,9
50	4,65	9	7,19	83,0
60	5,58	6	7,08	88,7

3.2.4 Försök nr 4

Vid fjärde försökstillfället uppgick fosforhalten i bottenvattnet från Bornsjön enbart till 53 µg/l. pH uppgick till 7,7 och alkaliniteten uppgick till 74 mg/l. Fällningsförsöket utfördes med ALG vid fyra olika doser och i två omgångar.

Tabell 3.2.4: Resultat försök 4 (Medelvärde av två försök).

ALG (g/m ³)	Dos Al ³⁺ (g/m ³)	Totalfosfor (µg/l)	pH	Reduktion Totalfosfor (%)
60	5,46	5,5	6,76	89,6
80	7,28	5,0	6,49	90,6
100	9,10	<5,0	6,23	>90,6
140	12,74	5,5	5,68	89,6

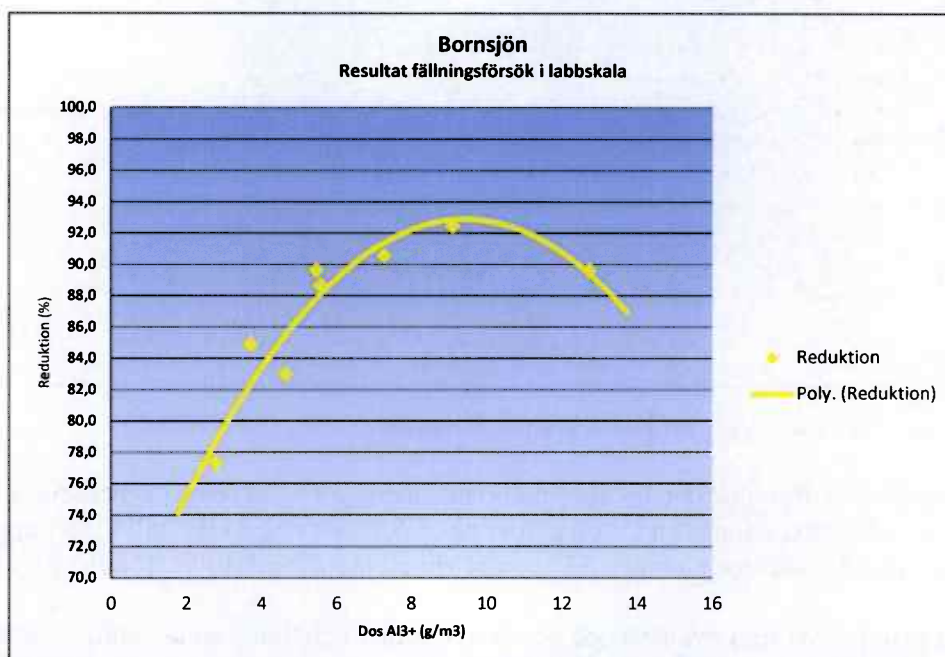
Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

3.2.5 Slutsats labbförsök

Sannolikt är det så att det är svårare att uppnå en hög reduktion av Totalfosfor vid lågt innehåll totalfosfor, högt pH och lägre alkalinitet i råvattnet än om förhållandena är det omvända.

Normalt förhåller det sig även så att resultatet av fällningen i stort är beroende av vilken dos Al^{3+} som nyttjas och vilket fällnings-pH som erhålles. Vid dosering av ALG förbrukas en större mängd OH-joner än vid nyttjande av exempelvis PAX XL 100. Detta resulterar således i olika fällnings-pH vid samma dos Al^{3+} .

Av den orsaken har vi utvärderat de ovan nämnda försöken nr 3 och 4 där ovanstående förhållanden är gällande.



Figur 3.2.5: Al^{3+} -dosens effekt avseende reduktion av Totalfosfor.

Av figur 3.2.5 framgår att dosen Al^{3+} kraftigt påverkar reduktionen av Totalfosfor. För att uppnå en reduktion överstigande 90 % erfordras således en dos på ca 8 g/m^3 . Enligt trendlinjen så erhålles den bästa reduktionen i intervallet ca 8 g/m^3 till knappt 12 g/m^3 .

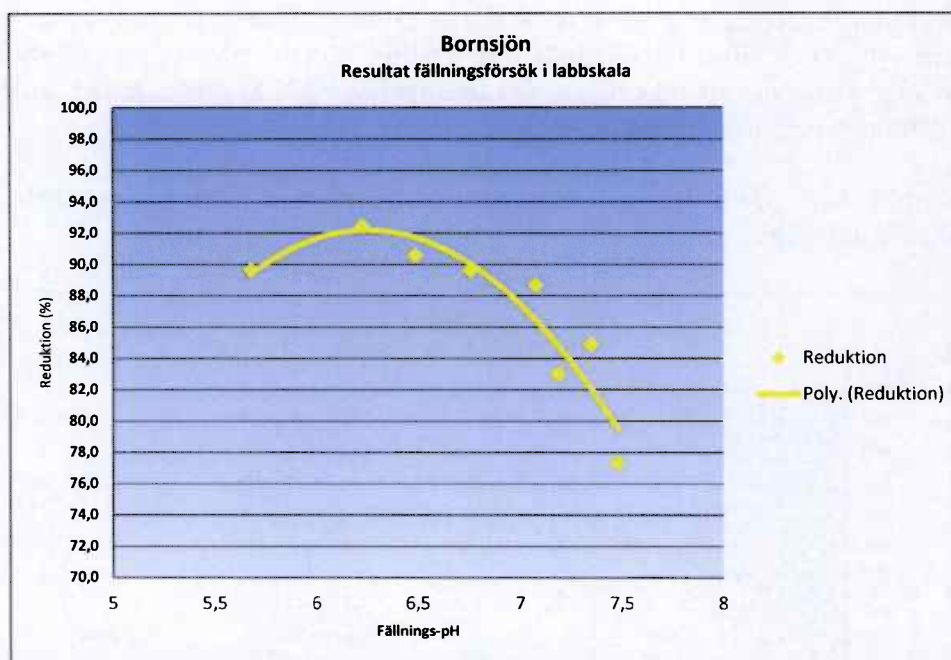
Detta motsvarar en ALG-dos mellan ca 88 g/m^3 till knappt 130 g/m^3 och en dos PAX XL 100 mellan ca 86 g/m^3 till knappt 128 g/m^3 .

Den sannolika orsaken till varför trendkurvan viker av så kraftigt vid doser överstigande 11 g/m^3 är att fällnings-pH vid den Al-dosen uppgick till 5,68. Vid pH understigande 6,0 ökar lösligheten av aluminium vilket i sin tur försämrar aluminiumets fällningsegenskaper. Hade fällnings-pH överstigit 6,0 hade sannolikt trendkurvan asymptotiskt närmat sig 95 – 96 % i reduktion.

Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268

Av figur 3.2.6 framgår att fällnings-pH kraftigt påverkar reduktionen av Totalfosfor. För att uppnå en reduktion överstigande 90 % erfordras således att fällnings-pH ligger inom intervallet ca 5,8 – 6,7. Enligt trendlinjen så erhålles den bästa reduktionen vid ett fällnings-pH på ca 6,4.



Figur 3.2.6: Fällnings-pH's effekt avseende reduktion av Totalfosfor.

Av ovanstående framgår således att vid dimensionering av den framtida beredningsanläggningen bör, som riktvärde, uppnås ett fällnings-pH på ca 6,3 som högst i det fall vi vill uppnå en reduktion av Totalfosfor på minst 92 % även vid ett lägre innehåll av Totalfosfor i bottenvattnet.

Med utgångspunkt från ovanstående bör den framtida beredningsanläggningen således dimensioneras för följande förutsättningar för att erhålla en reduktion av Totalfosfor på minst 92 % (sannolikt > 95 % vid högt innehåll av Totalfosfor):

pH i råvattnet:	7,4	
Alkalinitet i råvattnet:	100	mg/l
Fällnings-pH:	6,3	

ALG

Erforderlig minsta dos:	87,4	g/m ³
Slamproduktion:	23,9	g/m ³

PAX XL 100

Erforderlig minsta dos:	152,7	g/m ³
	112,3	ml/m ³
Slamproduktion:	42,6	g/m ³

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

4. Grunder för dimensionerande data

Som grundläggande krav på den framtida beredningsanläggningen är att den skall klara av att bereda maximalt 1 000 m³/h av det bottenvatten som finns i de två djuphålorna vid nuvarande intag och vid Edeby. Vidare skall beredningsanläggningen kunna leverera kontaktfiltrerat vatten, via befintlig bergtunnel, till Norsborgs vattenverk för slutlig beredning till dricksvatten.

Innan detaljprojektering av den nya beredningsanläggningen skall utföras så kommer pilotförsök att ha utförts vilket eventuellt kommer att påverka dimensioneringen av den framtida anläggningen.

I detta stadium utgår vi ifrån de resultat och underlag som redovisats ovan vilket kan innebära en viss "överdimensionering" som i så fall får "rättas till" vid detaljprojekteringen.

Vid fällning med aluminiumbaserade kemikalier så brukar erfarenhetsmässigt den maximala dosen (sett som ALG) ej överstiga 110 g/m³. Högre doser brukar ej förbättra reningsresultatet utan skapar i huvudsak endast en ökad slamproduktion. Förklaringen till detta är att när råvattenkvaliteten försämras så ökar normalt även turbiditeten vilket förbättrar fällningsegenkaperna väsentligt.

Bottenvattnet i Bornsjön följer samma mönster. Vid ett innehåll av Totalfosfor på 718 µg/l så uppgick turbiditeten till ca 10 FNU medan vid ett innehåll av Totalfosfor på 53 µg/l så uppgick turbiditeten till ca 2,3 FNU.

I detta stadium utgår vi därför ifrån att beredningsanläggningen skall klara en ALG-dos på maximalt 110 g/m³ vilket motsvarar en dos PAX XL 100 på ca 107,6 g/m³ (ca 79,2 ml/m³).

4.1 Dimensionerande reaktionstid

Vid kontaktfiltrering är vattnets temperatur av mycket stor betydelse. Detta eftersom den kraftigt påverkar reaktionstiden för direktfällningsprocessen.

Den dimensionerande dosen fällningskemikalie inträffar under perioden september – oktober när temperaturen i bottenvattnet uppgår till ca 8 °C. Reaktionstiden beräknas uppgå till ca 8 minuter. Vid en hydraulisk belastning på 5 m/h uppgår således flocknings- och avskiljningsområdet till ca 2,1 m i filterbädden. Vid en filterbädd på 2,5 m föreligger det således en marginal på ca 0,4 m vilket är positivt med hänsyn till om vattnets temperatur understiger 8 °C.

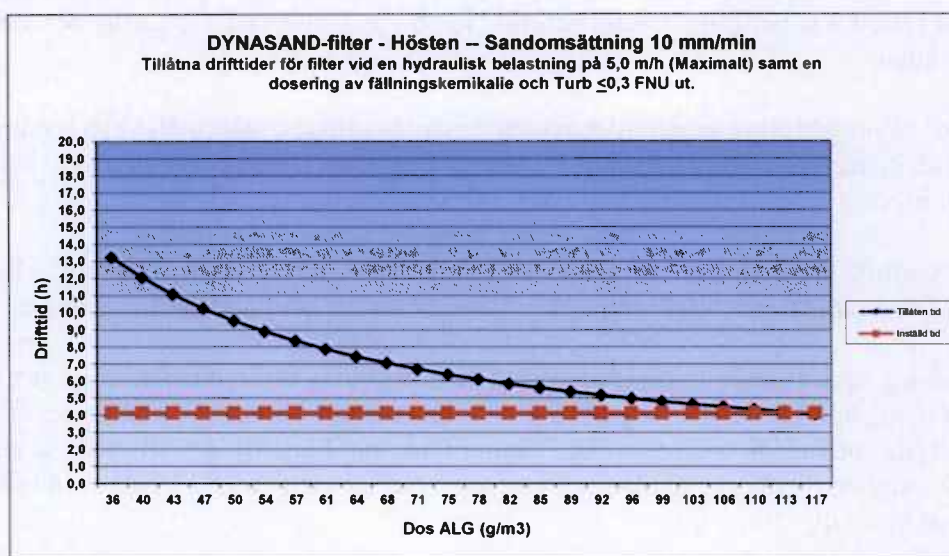
4.2 Dimensionerande slamproduktion

Vid en aluminiumdos på 110 g/m³ produceras ca 30 g/m³ slam vilket skall omhändertas i kontaktfiltren. Vid en hydraulisk belastning på 5 m/h uppgår således slambelastningen till ca 150 g/m² o h.

Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268

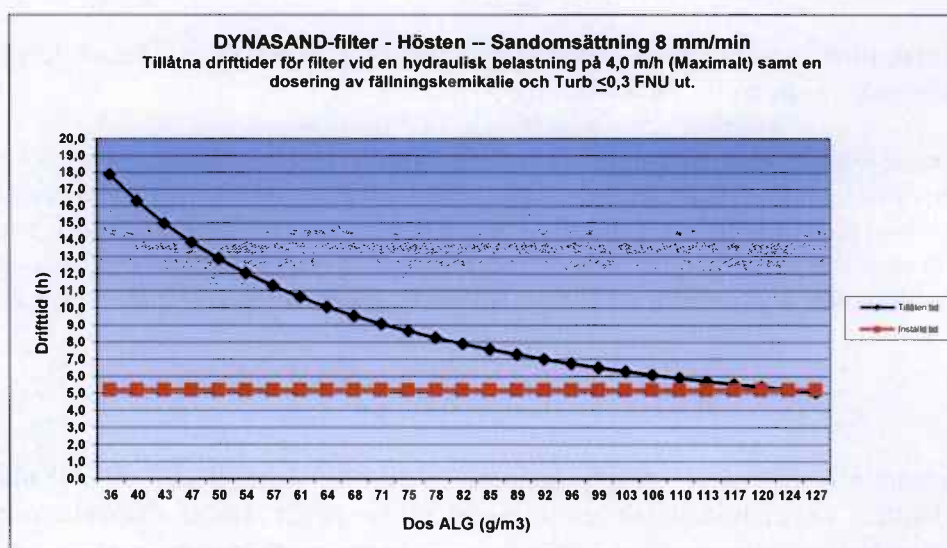
Kontaktfilter, av typ DS-filter tillåter slambelastning på maximalt 500 g SS/m². I och med att det är ett kontinuerligt borttagande av slammet så får det ackumulerade slammet under en sand-omsättning ej överstiga 500 g SS/m². För att klara detta måste sandsättningen i detta fall uppgå till ca 10 mm/min.



Figur 4.2.1: Tillåten drifttid (omsättningstid) i DS-filter vid varierande dos ALG och en hydraulisk belastning på 5,0 m/h.

Som framgår av figur 4.2.1 kan ALG-dosen uppgå till maximalt 110 g/m³ vid en sandsättning på 10 mm/min. Detta gäller således under höstperioden när bottenvattnets temperatur uppgår till minst 8 °C.

Vidare framgår av figur 4.2.1 att den hydrauliska belastningen maximalt får uppgå till 5,0 m/h vid en ALG-dos på 110 g/m³.



Figur 4.2.2: Tillåten drifttid (omsättningstid) i DS-filter vid varierande dos ALG och en hydraulisk belastning på 4,0 m/h.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

Vid lägre doser av ALG (95 g/m^3 eller mindre) kan sandsammansättningen i DS-filtren minskas till ca 8 mm/min. Alternativt kan den hydrauliska belastningen ökas något.

I figur 4.2.2 framgår att vid lägre hydraulisk belastning klarar filtren av en högre dos ALG. I detta driftfall uppgår beredningskapaciteten till $800 \text{ m}^3/\text{h}$.

Som framgår ovan finns det ett antal möjliga driftfall beroende på bottenvattnets kvalitet, temperatur och erforderlig dos fällningskemikalie.

Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268

5. Dimensionerande data

Baserat på ovanstående föreslås följande dimensionerande data på den nya beredningsanläggningen:

5.1 Råvattenuttag

Tillgänglig mängd råvatten (som årsmedel ca 250 l/s):	900	m ³ /h
Normalt råvattenuttag:	19 200	m ³ /dygn
Normal beredningskapacitet (råvatten):	800	m ³ /h
Normal beredningskapacitet (renvatten):	720	m ³ /h
Normalt tvättvattenuttag:	80	m ³ /h
Maximalt råvattenuttag:	24 000	m ³ /dygn
Dimensionerande beredningskapacitet (råvatten):	1 000	m ³ /h
Dimensionerande beredningskapacitet (renvatten):	900	m ³ /h
Dimensionerande tvättvattenuttag:	100	m ³ /h

5.2 Filterlinjer (DS-filter)

Antal filterlinjer:	5	st
Dim. beredningskapacitet per linje (råvatten):	200	m ³ /h
Dim. beredningskapacitet per linje (renvatten):	180	m ³ /h
Normal beredningskapacitet per linje (råvatten):	160	m ³ /h
Normal beredningskapacitet per linje (renvatten):	144	m ³ /h
Antal filter per filterlinjer:	8	st
Total filterarea:	200	m ²
Total filterarea per linje:	40	m ²
Dimensionerande tvättvattenuttag per linje:	20	m ³ /h

5.3 Filter (DS-filter)

Antal filter, totalt:	40	st
Dim. beredningskapacitet per filter (råvatten):	25	m ³ /h
Dim. hydraulisk belastning:	5	m/h
Dim. beredningskapacitet per filter (renvatten):	22,5	m ³ /h
Normal beredningskapacitet per filter (råvatten):	20	m ³ /h
Normal hydraulisk belastning:	4	m/h
Normal beredningskapacitet per filter (renvatten):	18	m ³ /h
Dimensionerande tvättvattenuttag per filter:	2,5	m ³ /h
Sandfraktion:	0,8 – 1,2	mm
Maximal sandsättning:	10	mm/min
Normal sandsättning:	8	mm/min

Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268

5.4 Dosering fällningskemikalie - ALG

Dimensionerande total dos:	110	g/m ³
Dimensionerande total dos:	110	kg/h
Dimensionerande dos per filterlinje:	22	kg/h
Vid 10 vikts-% koncentration (ALG):	220	l/h
Dimensionerande dos per DS-filter:	2,75	kg/h
Dimensionerande förbrukning per dygn:	2,64	Ton
Normal total dos:	88	g/m ³
Normal total dos (800 m ³ /h):	70,4	kg/h
Normal dos per filterlinje:	14,08	kg/h
Vid 10 vikts-% koncentration (ALG):	140,8	l/h
Normal dos per DS-filter:	1,76	kg/h
Normal förbrukning per dygn:	1,69	Ton
Vid 10 vikts-% koncentration (ALG):	16,9	m ³ /dygn

5.5 Dosering fällningskemikalie - ALS

Dimensionerande total dos:	233	g/m ³
	177,7	ml/m ³
Dimensionerande total dos:	233	kg/h
	177,7	l/h
Dimensionerande dos per filterlinje:	46,5	kg/h
	35,5	l/h
Dimensionerande dos per DS-filter:	5,82	kg/h
	4,44	l/h
Dimensionerande förbrukning per dygn:	5,59	Ton
Normal total dos:	186	g/m ³
	142	ml/m ³
Normal total dos (800 m ³ /h):	149	kg/h
	113,7	l/h
Normal dos per filterlinje:	29,8	kg/h
	22,7	l/h
Normal dos per DS-filter:	3,72	kg/h
	2,84	l/h
Normal förbrukning per dygn:	3,58	Ton
	2,73	m ³

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268**5.6 Dosering fällningskemikalie – PAX XL 100**

Dimensionerande total dos:	107,6 g/m ³
	79,1 ml/m ³
Dimensionerande total dos:	107,6 kg/h
	79,1 l/h
Dimensionerande dos per filterlinje:	21,5 kg/h
	15,8 l/h
Dimensionerande dos per DS-filter:	2,69 kg/h
	1,98 l/h
Dimensionerande förbrukning per dygn:	2,58 Ton
	1,90 m ³
Normal total dos:	86,1 g/m ³
	63,3 ml/m ³
Normal total dos (800 m ³ /h):	68,9 kg/h
	50,7 l/h
Normal dos per filterlinje:	13,78 kg/h
	10,13 l/h
Normal dos per DS-filter:	1,72 kg/h
	1,27 l/h
Normal förbrukning per dygn:	1,65 Ton
	1,22 m ³

5.7 Luftningstorn

Antal:	5	st
Total area:	20	m ²
Dimensionerande hydraulisk belastning:	20	m/h
Normal hydraulisk belastning:	16	m/h
Area per luftningstorn:	4,5	m ²
Dimensionerande luftbelastning:	400	m/h
Flätkapacitet per luftningstorn:	1 800	m ³ /h
Total flätkapacitet:	9 000	m ³ /h

5.8 Tvättvattenreservoar

Reservoar, volym:	200	m ³
-------------------	-----	----------------

5.9 Transportpumpar för tvättvatten

Antal pumpar:	2	st
Vardera en kapacitet på:	500	m ³ /h
vid en tryckhöjd på:	19,7	mvp

Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268

5.10 Slamproduktion

Dimensionerande slamproduktion:	30 030	g/h
Dimensionerande tvättvattenkapacitet:	100	m ³ /h
Slamhalt i tvättvattnet:	300,3	g/m ³ (0,03 vikts-%)
Tvättvattenpumpar, antal:	2	st
vardera med kapaciteten:	160	m ³ /h
vid en tryckhöjd på:	30	mvp

5.11 Slamseparator

Slamseparatorerna skall placeras i separat byggnad vid Norsborgs vattenverk.

Antal slamseparatorer:	2	st
Tvättvattenkapacitet, min:	100	m ³ /h
Slamhalt i tvättvattnet:	0,03	vikts-%
Kapacitet slamfas:	10	m ³ /h
Slamhalt i slamfas:	0,3	vikts-%
Total horisontell area:	20	m ²
Total lamellarea:	228	m ²

5.12 Beredning aluminiumsulfatlösning

Antal silos:	1	st
Volym, silo:	50	m ³
Doserare, kapacitet:	200	kg/h
Beredningsvatten, kapacitet:	≥2	m ³ /h
Beredningskärl, antal:	1	st
Volym, beredningskärl:	1	m ³
Förrådstankar, antal:	1	st
Volym, förrådstank:	15	m ³
Dagtankar, antal:	1	st
Volym, dagtank:	1	m ³
Transportpumpar, antal:	2	st
Kapacitet per transportpump:	≥3	m ³ /h

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268**5.13 Övrigt**

I övrigt gäller följande förutsättningar:

- Alla pumpar skall vara frekvensstyrda.
- Alla fläktar skall vara frekvensstyrda.
- Alla doseringspumpar skall vara frekvensstyrda.
- Respektive filterlinje skall kunna ställas av och alternera med övriga filterlinjer.
- Respektive filterlinje skall vara försedd med en flödesmätare för fördelning av flödet mellan och styra dosering av fällningskemikalie till de filterlinjer som är i drift.
- I detta stadium utgår vi från att ALG är den kemikalie som kommer att nyttjas i den framtida beredningsanläggningen.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

6. Utformning råvattenpumpstationerna

6.1 Råvattenledning

I denna utredning har inte någon geoteknik eller georadar för botten av Bornsjön utförts. Detta bör utföras innan en projektering sker så att det är tekniskt möjligt att lägga råvattenledningen på botten av Bornsjön.

Råvattenintaget för Edeby är placerat ca 4 000 meter från beredningsanläggningen och råvattenintaget för Intagsbassäng (Bornsjöintaget) sker i anslutning till beredningsanläggningen. För att transportera vattnet till beredningsanläggning krävs två råvattenpumpstationer.

Råvattenpumpstationerna utförs så att varje station utrustas med två pumpar som klarar hela flödet 1 000 m³/h vid produktion på 100 m³/h är endast en pump i drift.

Pumparna placeras så att deras sugledning hamnar under vattenytan, detta för att inte kavitation skall uppstå.

6.2 Råvattenpumpstation – Edeby

Läggning av intagsledningen sker genom borrhning ca 200 meter från strandkant ut till den nivån som ledningen ska placeras på. Borrhning väljs här för att inte schaktning nära strandkanten ska behöva ske. Schakter nära vatten brukar medföra problem såsom vatteninträngningar från sjön. En annan vinning med att borra är att vatten kvalitén inte påverkas i samma utsträckning som vid traditionell schakt.

Intagsledningen förses med intag, komplett med huvar, på nivåerna 18 m och 14 m. Huvarna styrs pneumatiskt och nyttjas för val av intagsnivå beroende på de driftförutsättningar som gäller.

Ledningar som är förlagda i mark och sjö är av polyeten (PE) 100, SDR17 PN10. Sjöförlagda ledningar belastas med betongvikter för att inte påverkas av ström och vågkrafter samt att de inte ska flyta upp, eftersom PE-ledningar även flyter när de är fyllda. Betongvikter placeras var femte meter på sjöledningen. Ledningen skarvas genom stumsvetsning.

Överbyggnaden utförs i betong 6 meter x 6 meter och underbyggnad har ett mått på 8 meter x 6 meter och en höjd av 5 meter. I underbyggnaden placeras två pumpar med tillhörande utrustning och i överbyggnaden placeras all el och styrutrustning.

Byggnaden utrustas med en avfuktare för att inte materialet ska ta skada.

Inkommande råvattenledning utförs i rostfritt material invändigt i råvattenpumpstation och avslutas med en flänsanslutning en meter utanför byggnad där den ansluts mot utgående PE-ledning.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

Följande utrustning installeras:

- Installation av en råvattenledning med dimension 600 mm, ansluts till inkommande PE-ledning.
- Installation av två stycken fördelningsledningar med tillhörande avstängningsventiler som ansluts till inkommande råvattenledning med en dimension av 300 mm.
- Installation av två stycken frekvensstyrda pumpar som klarar flöden mellan 100 m³/h och 1 000 m³/h. Vid produktion 100 m³/h är endast en pump i drift.
- Installation av två stycken tryckledningar med tillhörande backventiler och regler-ventiler av en dimension 600 mm.
- Ovanstående ledning ansluts till utgående ledning med dimension 600 mm, ledningen avslutas med en flänsanslutning en meter utanför byggnad.
- Pumpstationen utrustas med en bypassledning med tillhörande ventiler.
- Provtagningsventil installeras på inkommande råvattenledning.
- En dräneringspump installeras med tillhörande larm för översvämning.
- Installation av kompressor med tillhörande ventiler och ledningar.

6.3 Överföringsledningar - Edeby

Läggning av överföringsledningen sker genom borrhning ca 200 meter från strandkant ut till den nivå som ledningen skall placeras på. Överföringsledningen läggs på sjöbotten 4 000 meter till beredningsanläggningen som är placerad vid Bornsjöintaget.

Överföringsledningen är av material PE-rör med kvalitén PE100, SDR17 PN10 och en dimensionen 630x37,4. Överföringsledning skarvas med stumsvetsning. Betongvikter placeras var femte meter, där flänsförband används måste dessa förses med stålförband eftersom flänsförband ej tål böjning.

6.4 Råvattenpumpstation – Intagsbassäng

Råvattenintaget för intagsbassäng sker i anslutning till beredningsanläggningen. För att transportera vattnet till beredningsanläggning krävs en råvattenpumpstation.

Råvattenpumpstationen utförs så att två pumpar, som tillsammans klarar hela flödet 1 000 m³/h, placeras under vattenytan. Till denna läggs en ledning från råvattenintaget.

Intagsledningen förses med intag, komplett med huvar, på nivåerna 16 m och 12 m. Huvarna styrs pneumatiskt och nyttjas för val av intagsnivå beroende på de driftförutsättningar som gäller.

Ledningar som är förlagda i mark och sjö är av polyeten (PE) 100, SDR17 PN10. Sjöförlagda ledningar belastas med betongvikter för att inte påverkas av ström och vågkrafter samt att de inte ska flyta upp, eftersom PE-ledningar även flyter när de är fyllda. Betongvikter placeras var femte meter på sjöledningen. Ledningen skarvas genom stumsvetsning.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

Överbyggnaden utförs i betong 6 meter x 6 meter och underbyggnad har ett mått på 8 meter x 6 meter och en höjd av 5 meter. I underbyggnaden placeras två pumpar med tillhörande utrustning och i överbyggnaden placeras all el och styrutrustning.

Byggnaden utrustas med en avfuktare för att inte materialet ska ta skada.

Inkommande råvattenledning utförs i rostfritt material invändigt i råvattenpumpstation och avslutas med en flänsanslutning en meter utanför byggnad där den ansluts mot utgående PE-ledning.

Följande utrustning installeras:

- Installation av en råvattenledning med dimension 600 mm, ansluts till inkommande PE-ledning.
- Installation av två stycken fördelningsledningar med tillhörande avstängningsventiler som ansluts till inkommande råvattenledning med en dimension av 300 mm.
- Installation av två stycken frekvensstyrda pumpar som klarar flöden mellan 100 m³/h och 1000 m³/h.
- Installation av två stycken tryckledningar med tillhörande backventiler och reglerventiler av en dimension 600 mm.
- Ovanstående ledning ansluts till utgående ledning med dimension 600 mm, ledningen avslutas med en flänsanslutning en meter utanför byggnad.
- Pumpstationen utrustas med en bypassledning med tillhörande ventiler.
- Installation av kompressor med tillhörande ventiler och ledningar.
- Provtagningsventil installeras på inkommande råvattenledning

6.5 Överföringsledningar - Intagsbassäng

Läggning av överföringsledningen till beredningsanläggning sker genom traditionell schaktning. Överföringsledningen är av material PE-rör med kvalitén PE100, SDR17 PN10 och dimensionen 630 mm. Överföringsledning skarvas med stumsvetsning. Ledningen avslutas med flänsanslutning en meter utanför beredningsanläggning.

6.6 Tvättvattenledning

Tvättvattenledningen anslutes till två transportpumpar för pumpning av tvättvatten till Norsborgs vattenverk.

Tvättvattenledning utföres med material PE med kvalitén PE100, SDR17 PN10 och en dimension av 280 mm.

Läggning av tvättvattenledning sker med hjälp av borrhjäl ner till tunneln där ledningen monteras på rör stöd i taket och avslutas med en flänsanslutning. Tvättvattenledningen skarvas med flänsar.

Datum
2013-11-14*Uppdragsnummer*
13 02 02 268

6.7 VA-anlutningar

För bortpumpning av spillvatten, etc. från Bornsjöverket installeras en LTA-station med tillhörande tryckavloppsledning. Ledningen ansluts till befintligt spillvattennät vid Norsborgsvägen.

Dricksvattenförsörjning sker via en nyanlagd vattenledning som ansluter till befintligt nät vid Norsborgsvägen.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

7. Utformning av beredningsanläggning

7.1 Driftfall

Beredningsanläggningen är avsedd att nyttjas året runt och för två huvudsakliga driftfall enligt nedan.

7.1.1 Perioder med hög fosforhalt i bottenvattnet

Råvattnet pumpas till Bornsjöverket antingen via Edebybassängens pumpstation eller via Intagsbassängens pumpstation. Vid Bornsjöverket avskiljs fosfor från vattnet via kemisk fällning i en kontaktfilteranläggning bestående av Dynasandfilter med kontinuerlig tvättning av filter-sanden.

Råvattnet kan således tas från två olika djuphålor belägna i olika bassänger, benämnda Edebybassängen och Intagsbassängen. Normalt skiftas driften av de olika intagen enligt exempelvis:

År 1 tas råvatten från Intagsbassängen och leds, efter rening, ut i Edebybassängen.

År 2 tas råvatten från Edebybassängen och leds, efter rening, ut i Intagsbassängen.

År 3 tas råvatten från Intagsbassängen och leds, efter rening, ut i Edebybassängen.

Osv...

Detta driftfall inträffar sannolikt i huvudsak under perioden augusti och september och avser reduktion av fosfor i bottensedimenten.

7.1.2 Perioder med låg fosforhalt i bottenvattnet

Under övrig tid på året avses beredningsanläggningen nyttjas för beredning av vattnet som, via befintlig tunnel och ledning, ledes till befintliga långsamfilter för slutgiltig beredning till färdigt dricksvatten.

Utöver en förstärkning av vattentillgången så kommer detta vatten att resultera i en viss kylning av det övriga dricksvatten som produceras vid Norsborgs vattenverk.

7.2 Råvattenledning/-ar

De ovan nämnda råvattenledningarna, från Edeby- respektive Intagsbassängen, ansluter till en gemensam råvattenledning. På råvattenledningarna installeras erforderliga ventiler för att möjliggöra val av vilken bassäng som råvattnet tas från (val av driftfall).

På den gemensamma ledningen monteras en elektromagnetisk flödesmätare för mätning av råvattenflödet samt en avstängningsventil.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

Följande utrustning installeras:

- Installation av två råvattenledningar komplett med erforderliga avstängningsventiler med dimension 650 mm.
- Installation av en råvattenledning med dimension 650 mm.
- Installation av en elektromagnetisk flödesmätare med dimension 650 mm.
- Installation av två avstängningsventiler med dimension 650 mm.
- Installation av en råvattenledning, med minskande dimension 600-300 mm.

7.3 Dynasandfilter

Vattnet leds till Dynasandfiltren via fem stycken kontaktfilterlinjer. Kontaktfilterlinjerna ansluts till ovan nämnda råvattenledning. På respektive kontaktfilterlinje installeras avstängningsventiler, elektromagnetiska flödesmätare samt reglerventiler.

På ledningarna till respektive filterlinje doseras fällningskemikalie före statiska mixrar för att säkerställa en bra och snabb inblandning på respektive linje. Vattnet leds därefter via en ledning till respektive Dynasandfilter via separata inloppsledningar. På inloppsledningarna installeras avstängningsventiler för att, vid behov, möjliggöra avställning av enskilda Dynasandfilter.

För luftförsörjning av mammutpumparna installeras kompressorer och tillhörande automatikskåp.

För avventilering, av i vattnet periodvis förekommande svavelväte, installeras separata avluftningsstosar som ansluts till en gemensam luftstam med kanalfläkt.

Följande utrustning installeras:

- Installation av fem ledningar, kontaktfilterlinjer, med dimension 300 mm.
- Installation av fem avstängningsventiler med dimension 300 mm.
- Installation av fem elektromagnetiska flödesmätare med dimension 300 mm.
- Installation av fem reglerventiler med dimension 300 mm.
- Installation av fem dospunkter, nipplar med avstängningsventiler, med dimension 25 mm.
- Installation av fem statiska mixrar med dimension 300 mm.
- Installation av fyrtio inloppsventiler.
- Installation av fyrtio Dynasandfilter komplett med automatikskåp, etc.
- Installation av fyrtio utloppsventiler.
- Installation av två kompressorer med tillhörande utrustning.
- Installation av erforderliga provtagningsventiler.
- Installation av tvättvattenledningar från fyrtio Dynasandfilter.

7.4 Luftningskolonner

Efter kontaktfiltrering av vattnet leds det vidare in i luftningskolonner för att höja vattnets syrehalt. Även vattnets pH-värde höjs i luftningen. Luftningskolonnerna består av en kolonn i rostfritt material. Kolonnen fylls med ett biobärarmaterial, typ HUFO-diskar av plast (Hufo 90), eller motsvarande. I luftningskolonnen monteras ett galler som har till uppgift att "bära upp" biobärarmaterialet.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

I toppen, invändigt i kolonnen, monteras en fördelningsanordning som har till uppgift att finfördela vattnet över hela bäddytan. I toppen på kolonnen monteras anslutningsstosen för frånluft och ett luftspjäll. Luften leds via en gemensam luftkanal ut genom byggnadens vägg/tak. På den gemensamma luftkanalen monteras en varvtalsstyrd frånluftsfläkt

Anslutningen för tilluft monteras på luftningskolonnens nedre del, under gallret som bär upp Hufo-diskarna. Luften leds via en gemensam luftkanal till respektive luftningskolonn.

På den gemensamma tilluftskanalen installeras ett partikelfilter med spjäll samt ett spjäll per luftningskolonn. Partikelfiltret är försett med utrustning för mätning av differenstryck.

Luftningskolonnens botten utformas med en volym varifrån utloppsledningar ansluts.

Följande utrustning installeras:

- Installation av fem inloppsledningar med dimension 300 mm.
- Installation av fem avstängningsventiler med dimension 300 mm.
- Installation av fem luftningskolonner.
- Installation av fem utloppsledningar med dimension 300 mm.
- Installation av fem avstängningsventiler med dimension 300 mm.

7.5 Utjämningsbassäng

Från ovan nämnda luftningskolonner leds vattnet via en gemensam ledning till en utjämningsbassäng för avledning/bortpumpning av vatten till respektive bassäng (Intags- eller Edebybassängen).

Bassängen utförs av betong med en volym på ca 200 m³ och med votad botten. I bassängen installeras erforderlig utrustning såsom bräddavlopp, tömningsanordningar, rostfri stege, nivågivare och vipor etc.

7.6 Transportpumpar, för pumpning av vatten till Edebybassängen

Från utjämningsbassängen pumpas vattnet till Edebybassängen via två stycken frekvensstyrda transportpumpar, torrt uppställda centrifugalpumpar. Pumparna förses med erforderliga avstängnings- och backventiler etc.

Följande utrustning installeras:

- Installation av två sugledningar med dimension 650 mm.
- Installation av två avstängningsventiler med dimension 650 mm.
- Installation av två centrifugalpumpar med en kapacitet på ca 500-1000 m³/h.
- Installation av två tryckledningar med dimension 400 mm.
- Installation av två avstängningsventiler med dimension 400 mm.
- Installation av två backventiler med dimension 400 mm.
- Installation av en överföringsledning med dimension 650 mm.
- Installation av en avstängningsventil med dimension 650 mm.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268**7.7 Utloppsledning, för överföring av vatten till Intagsbassängen**

Från utjämningsbassängen leds vattnet till Intagsbassängen via en utloppsledning med dimension 650 mm.

Följande utrustning installeras:

- Installation av en överföringsledning med dimension 650 mm.
- Installation av en avstängningsventil med dimension 650 mm.

7.8 Utloppsledning, för överföring av vatten till bergtunnel

Från utjämningsbassängen leds vattnet till befintlig bergtunnel via en utloppsledning med dimension 650 mm.

Följande utrustning installeras:

- Installation av en överföringsledning med dimension 650 mm.
- Installation av en avstängningsventil med dimension 650 mm.

7.9 Utrustning för fällningskemikalie

För mottagning/lagring och dosering av fällningskemikalie installeras en silo, en doserare, ett beredningskärl, en förrådstank och en dagtank. Vidare installeras två stycken transportpumpar. Från dagtanken pumpas fällningskemikalien via fem doserpumpar till respektive kontaktfilterlinje. Doseringsledningar förläggs i skyddsror.

Följande utrustning installeras:

- Installation av en silo med en total volym på 50 m³ komplett med erforderliga vakter dammfilter, påfyllningsledning, säkerhetslucka, etc.
- Installation av en doserare med en kapacitet på 200 kg/h.
- Installation av ett beredningskärl, komplett med omrörare, med en volym på 1 m³.
- Installation av en förrådstank med en total volym av ca 15 m³ med erforderliga genomföringar för inlopp, utlopp, avlopp, avluftning samt utvändigt nivåror. Tanken är utförd med manlucka på toppen.
- Installation av två stycken transportpumpar med kapaciteten > 3 m³/h.
- Installation av erforderliga ledningar till ovan.
- Installation av erforderliga nivågivare etc.
- Installation av transportpump med erforderliga avstängningsventiler etc.
- Installation av erforderlig ledning mellan mottagning/lagertank och dagtank.
- Installation av dagtank med en total volym av ca 1 m³.
- Installation av fem frekvensstyrda doserpumpar med erforderliga ventiler och doserledningar.
- Installation av fem elektromagnetiska flödesmätare.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268**7.10 Tvättvattenbassäng**

Från kontaktfiltren leds tvättvattnet till en utjämningsbassäng. Bassängen utförs av betong med en volym på ca 200 m³ och utföres med votad botten. I bassängen installeras erforderlig utrustning såsom bräddavlopp, tömningsanordningar, rostfri stege, nivågivare och vippor, etc.

7.11 Transportpumpar, för pumpning av tvättvatten till Norsborgsverket

Från tvättvattenbassängen pumpas tvättvattnet till Norsborgsverkets avvattningsanläggning via två stycken frekvensstyrda transportpumpar, torrt uppställda centrifugalpumpar. Pumparna förses med erforderliga avstängnings- och backventiler, etc.

Följande utrustning installeras:

- Installation av två sugledningar med dimension 250 mm.
- Installation av två avstängningsventiler med dimension 250 mm.
- Installation av två centrifugalpumpar med en kapacitet på ca 160 m³/h.
- Installation av två tryckledningar med dimension 250 mm.
- Installation av två avstängningsventiler med dimension 250 mm.
- Installation av två backventiler med dimension 250 mm.
- Installation av en överföringsledning med dimension 250 mm.
- Installation av en avstängningsventil med dimension 250 mm.

7.12 Utrustning för förtjockning av tvättvatten

Tvättvattnet pumpas över till Norsborgsverket via en överföringsledning förlagd i befintlig tunnel. För förtjockning av tvättvattnet från kontaktfiltren installeras två nya lamellseparatorer med tillhörande polymerutrustning. Utrustningen placeras vid Norsborgsverkets avvattningsanläggning. Slammet leds till befintlig avvattningsbassäng. Dekantatet leds till avlopp.

Följande utrustning installeras:

- Installation av två lamellseparatorer komplett med erforderliga ledningar, ventiler, etc.
- Installation av komplett polymerstation för beredning och dosering av polymer till lamellseparatorerna.
- Installation av två frekvensstyrda doserpumpar med erforderliga ventiler och doserledningar.
- Installation av två elektromagnetiska flödesmätare.
- Installation av två stycken slamledningar.
- Installation av en dekantatledning.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

8. Utformning av elanläggning

Nedan beskrivs i stora drag princip och uppbyggnad av elanläggning för Bornsjöverket. Anläggningsdelarna benämns enligt följande:

- Beredningsanläggning.
- Bornsjöintaget PSTN (pumpstation).
- Edebyintaget PSTN (pumpstation).

8.1 Inkommande kraft

Bornsjösidan

Befintlig anslutningspunkt (trafo 500 kVA) behöver uppgraderas för att tillgodose effektbehovet för kompressor, ny Beredningsanläggning samt pumpstation.

Edebysidan

Ny anslutningspunkt (trafo 315 kVA) behövs för matning av pumpstation vid Edebyintaget.

Anslutningar:

- Beredningsanläggning avsäkras med 600A
- Pumpstation Bornsjöintaget avsäkras med 400A
- Pumpstation Edebyintaget avsäkras med 400A

Anslutningskostnader baseras på att anläggningsdelarna ligger inom en radie på 400 m från aktuell anslutningspunkt.

Nätägare: Vattenfall

8.2 Kraftfördelning

Kraftskåp installeras i elrum för ny Beredningsanläggning. Fördelning sker sedan till Process, och allmänskraft och VVS.

Kraftskåp installeras i respektive pumpstation. Styrskåp i pumpstationer matas från undercentral i kraftskåp.

Följande utrustning installeras:

Beredningsanläggning

- Fack för inkommande kraft med huvudbrytare.
- Fördelningsskåp med erforderligt skensystem för fördelningar till större drifter, styrskåp och undercentraler för processutrustning, VVS samt allmänskraft.
- Utrustning för strömmätning installeras.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268Bornsjöintaget PSTN

- Fack för inkommande kraft med huvudbrytare.
- Fördelningsskåp med erforderligt skensystem för fördelningar till större drifter och undercentraler för processutrustning samt allmänkraft.
- Utrustning för strömmätning installeras.

Edebyintaget PSTN

- Fack för inkommande kraft med huvudbrytare.
- Fördelningsskåp med erforderligt skensystem för fördelningar till större drifter och undercentraler för processutrustning samt allmänkraft.
- Utrustning för strömmätning installeras.

8.3 Anläggningsskydd

Beredningsanläggning samt pumpstationer förses med åskskydd som utförs i enlighet med Elinstallationsreglerna SS 436 40 00. Samordnas med bygg och markentreprenader.

Följande utrustning installeras:

Beredningsanläggning

- Grovskydd med indikering placeras i fack för inkommande matning.
- Mellanskydd med indikering placeras vid inkommande matning till styrskåp.

Bornsjöintaget PSTN

- Grovskydd med indikering placeras i fack för inkommande matning tillsammans med fasvakt.

Edebyintaget PSTN

- Grovskydd med indikering placeras i fack för inkommande matning tillsammans med fasvakt.

8.4 Processtyrning allmänt

Samtliga processrelaterade drifter samt elektriskt manövrerade ventiler förses med omkopplare **Hand-0-Auto** för val av driftsätt.

I läge **Auto** styrs processen av PLC och i detta läge är det möjligt, att via operatörspanel i styrskåp, ställa in driftvillkor för pumpar, ventiler, mm, läsa av processvärden, ställa in börvärden samt läsa av viss driftstatistik (drifttider, antal starter, summerade flöden, mm).

I läge **Hand** styrs objektet lokalt.

Frekvensstyrda pumpar förses här med potentiometrar för inställning av börvärden.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

Styrning av hela anläggningen (beredningsanläggning samt pumpstationer) anpassas så denna kan ske antingen från lokal panel i beredningsanläggning alternativt från överordnat system i Norsborgs VV.

Driftstatistik, trendning samt rapporter hanteras av överordnat system. Anpassningar i överordnat system utförs av kund.

Tillkommande processutrustning som skall placeras vid Norsborgs VV ansluts till befintligt styrsystem. Anpassningar till befintligt system utförs av kund.

8.5 Styrskåp

Styrskåp för processtyrning placeras i elrum för ny beredningsanläggning i anslutning till kraftskåp. Operatörspanel för övervakning placeras i styrskåpets front.

Styrskåp i pumpstationer utrustas med egen PLC samt operatörspanel placerad i skåpets front. PLC-utrustning är av typ Mitsubishi. 24VDC kommer att användas som intern och extern manöverspänning för styrutrustning, startapparater samt viss mätutrustning.

Följande utrustning installeras:

Beredningsanläggning

- Styrskåp med PLC, operatörspanel och erforderlig övrig utrustning.

Bornsjöintaget PSTN

- Styrskåp med PLC, operatörspanel och erforderlig övrig utrustning.

Edebyintaget PSTN

- Styrskåp med PLC, operatörspanel och erforderlig övrig utrustning.

8.6 Pumpstyrningar

Samtliga större pumpar kommer att förses med frekvensomriktare (FRO).

Omkopplare **Hand-0-Auto** samt potentiometer kommer att placeras lokalt i kapsling för respektive FRO. Samtliga FRO förses med kommunikationskort för Profibus DP.

FRO styrs via Profibus DP då driftläge **Auto** är valt.
I läge **Hand** styrs FRO lokalt via potentiometer.

Doserpumpar för kemikaliedosering förses med omkopplare **Hand-0-Auto**.
I läge **Auto** styrs doserpumpar av analog utsignal, 4-20mA, från PLC.
I läge **Hand** styrs dessa via lokal display.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

Följande utrustning installeras:

- Beredningsanläggning. 2 st FRO 75kW för tryckstegringspumpar.
- Beredningsanläggning. 2 st FRO 18.5kW för slampumpar.
- Bornsjöintaget PSTN. 2 st FRO 75kW för råvattenpumpar.
- Edebyintaget PSTN. 2 st FRO 75kW för råvattenpumpar.

8.7 Ventilstyrningar

Filterlinjer Beredningsanläggning

Vattentillförsel till respektive filterlinje regleras av en motorreglerventil av typ RC200 med lägesställare med anslutning för Profibus DP.

Lufttillförsel för respektive filterlinje regleras via huvudventil typ on/off i lokalt ventilschåp som i sin tur styr lufttillförsel för respektive filter i aktuell linje.

Följande utrustning installeras:

- 5 st motoreglerventiler med lägesställare, Profibus DP.
- 5 st ventilschåp inkl. on/off-ventil.

Pumpstationer

Motorreglerventiler av typ RC200 placeras på utgående ledning efter respektive råvattenpump.

Följande utrustning installeras:

- 2 st motoreglerventiler med lägesställare, Profibus DP Bornsjöintaget PSTN.
- 2 st motoreglerventiler med lägesställare, Profibus DP Edebyintaget PSTN.

8.8 Processinstrument

Huvuddelen av processinstrumenten kommunicerar med PLC via Profibus DP. I övriga fall skickas mätvärden till PLC via analog signal 4-20mA.

Matningsspänning 230VAC kommer att användas för transmittar.

Följande utrustning installeras:

- Beredningsanläggning. 6 st flödesmätare typ Siemens MagFlo, matning 230VAC, Profibus DP.
- Beredningsanläggning. 2 st pH-mätare, matning 230VAC, Profibus DP.
- Beredningsanläggning. 2 st turbiditetsmätare, matning 230VAC, Profibus DP.
- Beredningsanläggning. 2 st syremätare, matning 230VAC, Profibus DP.
- Beredningsanläggning. 2 st tryckmätare, signal 4-20mA.
- Beredningsanläggning. 2 st temperaturmätare process, signal 4-20mA.
- Beredningsanläggning. 1 st temperaturmätare filterhall, signal 4-20mA.
- Beredningsanläggning. 1 st temperaturmätare kemrum, signal 4-20mA.
- Bornsjöintaget PSTN. 1 st temperaturmätare rumstemp, signal 4-20mA.
- Edebyintaget PSTN. 1 st temperaturmätare rumstemp, signal 4-20mA.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

8.9 Kommunikation

Fiberanslutning för kommunikation mot Norsborgs VV placeras i elrum i Beredningsanläggning. Fysisk kabel dras mellan elrum i Beredningsanläggning och Bornsjöintaget PSTN.

Följande kommunikationssätt kommer att användas:

- PLC och processutrustning (se punkt 8.8) kommunicerar via Profibus DP.
- PLC och OP-paneler, i Beredningsanläggning samt Bornsjöintaget PSTN, kommunicerar via Ethernet.
- PLC och OP-panel i Edebyintaget PSTN kommunicerar med PLC i Beredningsanläggning via Ethernetradio.
- Styrsystemet för hela anläggningen (Beredningsanläggning samt pumpstationer) kommunicerar via fiber med överordnat system vid Norsborgs VV.

8.10 Allmänkraft

Belysning/kraft

I filterhall placeras armaturer i stråk mot tak längs ytterväggar, i gångstråk mellan filterlinjer samt under gångstråk mellan filterlinjer.

I kemikalierum placeras armaturer i stråk mot tak längs ytterväggar och i gångstråk mellan tankar.

I källare placeras armaturer i jämna stråk mot tak.

Följande utrustning installeras:

- Filterhall. 100 armaturer, 6 kraftuttag 16A.
- Kemrum. 15 armaturer, 2 kraftuttag 16A.
- Källare. 20 armaturer, 2 kraftuttag 16A, 2 kraftuttag 32A.
- Elrum. 5 armaturer.
- Allmänna utrymmen. 10 armaturer.
- Utebelysning. 1 armatur vid varje entré.

8.11 Larm

Hela anläggningen (Beredningsanläggning, Bornsjöintaget PSTN, Edebyintaget PSTN) förses med inbrottslarm samt trygghetslarm kopplat till passersystem som i sin tur integreras med överordnat system.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268**9. Byggnadsmässiga åtgärder**

Dynsandfiltren och luftningstornen med tillhörande utrustning för kemikalidosering, utjämnings- och tvättvattenbassäng med tillhörande pumputrustningar, etc ,etc. installeras i en nyuppförd byggnad.

I byggnaden installeras även erforderliga trappor, gångplan för att möjliggöra en bra tillsyn och möjlighet till underhållsarbeten på ett bra sätt.

I byggnaden installeras även etcentral och personalutrymmen.

Utrustning för förtjockning av tvättvatten installeras i en nyuppförd byggnad vid Norsborgsverket.

Detaljutformning och val av material samt byggteknik, mm, avses studeras mera ingående i samråd med driftledning och personal vid detaljprojektering.

Härvid avses också erforderliga markundersökningar mm utföras. Några särskilt viktiga faktorer vid utformning och val av material är:

- Arbetsmiljö.
- Funktion.
- Beständighet/livslängd.
- Anläggningen skall vara lätt att sköta och hålla ren.
- Material mm. skall vara slitstarka.
- Anläggningen skall vara så underhållsfri som möjligt.
- Anpassning till befintlig miljö.
- Etc.

För att möjliggöra in-/uttransporter till de nya anläggningarna byggs nya vägar anpassade för tung trafik såsom kemikaliebilar, servicefordon etc.

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268

10. Beräknad driftkostnad

I försök att beräkna den framtida kemikalieåtgången och driftkostnaderna har vi utgått från de nedan angivna förutsättningarna.

10.1 Förutsättningar - Kemikaliekostnader

Som grund till beräkning av den årliga åtgången av respektive kemikalie ligger följande förutsättningar:

-	Råvattenuttag:	800	m ³ /h
-	Renvattenproduktion:	720	m ³ /h
-	Internförbrukning, ca:	10	%
-	Dos ALG i medeltal:	88	g/m ³
-	Alkalinitet i råvattnet, medel:	90	mg/l
-	pH i råvattnet, medel:	7,4	
-	pH i fällningssteget:	6,3	
-	Drifttid:	365	dygn/år

Aluminiumsulfat köpes som granuler och transporteras till Bornsjön.

10.2 Åtgång av ALG

Vid ovanstående förutsättningar har den årliga åtgången av aluminiumsulfat beräknats till ca 1,69 ton per dygn vilket motsvarar ca 617 ton per år.

Kostnaden för ALG, fritt Bornsjön, uppgår till SEK 2 035:- per ton.

Den årliga kemikaliekostnaden uppgår således till ca SEK 1 256 000:-.

10.3 Energiåtgång och kostnad

Uppvärmning

För den nya byggnaden har vi räknat med ett maximalt behov på ca 800 000 kWh per år. För respektive pumpstation har vi bedömt ett maximalt behov på ca 10 000 kWh per år.

Grunderna vid beräkning av energiåtgång för uppvärmning baseras på:

- Uppnå en temperatur på 15 °C inne i filterbyggnaden.
- Vattentemperaturen varierar mellan 4 och 14 °C under året.

Den totala energiåtgången för uppvärmning av byggnaderna bedöms maximalt uppgå till ca 820 000 kWh per år.

Datum
2013-11-14

Uppdragsnummer
13 02 02 268

Pumpar

Vid bedömning av energiförbrukningen har vi i detta fall utgått ifrån driftfallet när botten-
vatten pumpas från Edebybassängen och återförs till bassängen vid intaget alternativt till
befintlig bergtunnel.

Råvattenpumpar (2*75 kW):	1 314 000	kWh
Tvättvattenpumpar (1*18,5 kW):	162 100	kWh
Transport- och doseringspumpar (6*0,5 kW):	26 300	kWh
Övrigt:	15 000	kWh
Summa pumpning, ca:	1 517 400	kWh

Fläktar

Till luftningstorn (1*2,5 kW):	21 900	kWh
Avluftning svavelväte (1* 1,0 kW):	1 440	kWh
Summa fläktar, ca:	23 340	kWh

Totalt

Den totala energiåtgången bedöms uppgå (avrundat) till ca 2 360 000 kWh

Vid ett energipris på SEK 1,00:- per kWh uppgår således den årliga energikostnaden till
ca SEK 2 360 000 :-.

10.4 Personalkostnader

Vid bedömning av personalkostnaderna har vi utgått ifrån i medeltal tre mandagar per
vecka under hela året för drift och underhåll. Arbetstiden uppgår därmed till ca 1 095 man-
timmar per år.

Vid en timkostnad på SEK 400:- per timme resulterar detta i en årlig personalkostnad på
ca SEK 438 000:-.

10.5 Bedömd driftkostnad

Baserat på ovanstående bedömda energi-, kemikalie- och arbetstidsåtgång uppgår den bedömda
årliga driftkostnaden till:

Kemikaliekostnad, SEK:	1 256 000:-
Energikostnad, SEK:	2 360 000:-
Personalkostnader, SEK:	438 000:-
Summa årlig driftkostnad, SEK:	4 054 000:-

Datum
2013-11-14Uppdragsnummer
13 02 02 268**11. Beräknade investeringskostnader**

En översiktlig bedömning av kostnader enligt principförslaget har utförts och är beräknade i rådande prisläge (September, år 2013) samt exklusive mervärdesskatt.

I de bedömda kostnaderna för anläggande av beredningsanläggningen, med tillhörande pumpstationer och ledningar, ingår dessutom oförutsedda och ospecificerade kostnader motsvarande 10 % av anläggningskostnaderna.

Kostnaderna är angivna i svenska kronor (SEK).

Maskinentreprenad:	42 000 000:-
VA-, Markentreprenadentreprenad:	33 000 000:-
Byggentreprenad:	16 000 000:-
VVS-entreprenad:	3 000 000:-
El-/Styrentreprenad:	5 000 000:-
Summa anläggningskostnad:	99 000 000:-
Övriga kostnader (Projektering, upphandling, projektledning, etc):	18 000 000:-
Total bedömd investeringskostnad:	117 000 000:-

Datum
2013-11-14*Uppdragsnummer*
13 02 02 268**12. Bedömd preliminär tidplan**

Den bilagda preliminära tidplanen utgår ifrån att alla detaljprojekteringen påbörjas omgående samt att hela projektet genomföres i en följd.

Den totala tidsutsträckningen uppgår i detta fall till ca 20 månader.

ProVAb

Ulf Andersson

Lennart Martinell

Camilla Hellgren

Ulf Persbo

Bilaggt: Bedömd preliminär tidplan, dtd 2013-10-22
VA.8 – 02 Processchema, dtd 2013-11-14

PRELIMINÄR TIDPLAN

Kommun:
Anläggning:
Upprättad av:
Datum: 2013-10-22
Reviderad senast, datum:

Stockholm Vatten AB
Bornsjöverket
Ulf Andersson

ProVAb

Årtal	2013												2014												2015											
Verksamhet/Månad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pilotförsök																																				
Principförslag - färdigställs																																				
Detaljprojektering - Mark/VA-ledningar																																				
Detaljprojektering - Maskin																																				
Detaljprojektering - Bygg																																				
Detaljprojektering - El, styr och regler																																				
Framtagande av förfrågningsunderlag																																				
Upphandling av entreprenader																																				
Startmöte, Entreprenader																																				
Mark/VA-entreprenad																																				
Byggentreprenad																																				
Maskinentreprenad																																				
Elentreprenad (inklusive styr och regler)																																				
Drifttagning, 20130831																																				
Besiktningar																																				
Intrinring																																				
Garantitid																																				t.o.m. sept 2017

