

Skötselplan för Bornsjön

2009-03-12 – reviderad 2014-12-19

Skötselplan för Bornsjön

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Inledning – Allmänt om vattenskydd..... | 3 |
| 1.1. | Historia..... | 5 |
| 1.2. | Bornsjöns geografi | 6 |
| 1.2.1. | Markanvändning..... | 7 |
| 1.3. | Bornsjöns status i vattensystemet..... | 8 |
| 1.3.1 | Kapacitet..... | 9 |
| 1.3.2 | Vattenkvalitet | 12 |
| 2. | Nuvarande förvaltning | 16 |
| 2.1 | Historik | 16 |
| 2.1.1 | Jordbruk | 16 |
| 2.1.2 | Skogsbruk | 17 |
| 2.1.3 | Vattenvård | 18 |
| 2.2. | Viltvård och friluftsliv..... | 18 |
| 2.3 | Förslag på inriktning för växtodlingen..... | 19 |
| 2.4 | Ändrad inriktning för förvaltning av Bornsjön..... | 25 |
| 3. | Krav på vattenkvalitet och tillgänglighet | 26 |
| 3.1. | Skydd mot extern påverkan..... | 27 |
| 3.2. | Aktiv rening av Bornsjön | 27 |
| 4. | Förutsättningar och metoder för en framtida skötselplan av Bornsjöområdet..... | 28 |
| 4.1. | Grundläggande principer för skötsel av Bornsjön | 28 |
| 4.2. | Upprättande av ny skötselplan för Bornsjöområdet | 28 |
| 4.3. | Grundprinciper, skötselplan skogsbruk | 28 |
| 4.4. | Grundprinciper, jordbruk | 29 |
| 4.5. | Grundprinciper, skötselplan viltvård och friluftsliv | 30 |
| 4.6. | Alternativa förvaltningsmodeller | 30 |
| 4.7. | Förslag till förvaltningsmodell..... | 32 |
| 5. | Organisatorisk lösning..... | 33 |
| 6. | Ekonomi | 33 |
| | Referenser | 34 |

1. Inledning – Allmänt om vattenskydd

Möjligheterna att skapa vattenskydd regleras i Miljöbalken kapitel 7 § 21-24. Beslut om vattenskyddsområden kan tas antingen av länsstyrelsen eller av en kommun. Ansökan om vattenskydd framställs normalt av vattentäktens huvudman, men även kommun och länsstyrelse har möjlighet att initiera ett vattenskydd. Naturvårdsverket har som vägledning gett ut en handbok med allmänna råd avseende vattenskyddsområden (2003:6).

Vattenförsörjningen är ett av flera kommunala och regionala intressen och ska vägas samman med dessa. Det är naturligt att det är i sådana avväganden infaller intressekonflikter, där vattenförsörjningen kan ställas mot andra viktiga samhällsfunktioner. Behovet att skydda dricksvattentäkter bör också vägas samman med andra miljöhänsyn och beaktas med hänsyn till säkerhetsfrågor och kommande klimatförändringar.

Enligt de allmänna råden (NFS 2003:16) bör länsstyrelse och kommun verka för att vattenskyddsområden skapas för åtminstone samtliga allmänna vattentäkter och större enskilda egna eller gemensamma vattentäkter. Även grund- och ytvattentillgångar, som kan antas komma att utnyttjas för vattentäkt, bör skyddas. Enligt de av riksdagen antagna miljömålen ska skydd finnas för ytvattentäkter år 2009 och för grundvattentäkter år 2010. I dagsläget har endast ett fåtal ytvattentäkter skydd, på grundvattensidan är det fler som har fastställda skydd. Bornsjöns vattenskyddsområdes nuvarande regler fastställdes 2006.

Även i det nya EU-direktivet om vatten (det s.k. Ramdirektivet för vatten) ställs krav på skydd av vattenresurser. Vattenmyndigheten ska upprätta register över vattenskydd och rapportera detta till EU.

Eventuella ersättningsfrågor prövas av Miljödomstolen (enligt Miljöbalken 31 kapitel). Ersättning utgår endast om pågående markanvändning avsevärt försvåras. Någon ersättning lämnas inte om fastighetsägaren ändå måste tåla inskränkningar för vattenskyddsområdet p.g.a. de allmänna hänsynsreglerna (i Miljöbalken 2 kapitel). De skyddsföreskrifter som normalt behövs inom ett vattenskyddsområde utgörs till övervägande del av sådana inskränkningar som verksamhetsutövaren är skyldig att tåla utan ersättning. Nu finns ett flertal fall prövade, ersättning har endast betalats ut i ett fåtal av dessa. Miljödomstolens dom kan överklagas hos Miljööverdomstolen.

Lagen om allmänna vattentjänster, som trädde i kraft den 1 januari 2007, befäster den svenska traditionen att vattenförsörjning och avloppshantering är en allmän angelägenhet, som ska tillgodoses genom politiskt styrda organisationer.

Lika väl som stockholmsregionens nuvarande väl fungerande vattenförsörjningssystem är ett resultat av långsiktig planering, krävs fortsatt långsiktig planering för att säkerställa vattenförsörjningen i framtiden. Det yttersta ansvaret för denna planering ligger hos varje kommun.

Vattenförsörjningen är ett av flera kommunala och regionala intressen och ska vägas samman med dessa. Det är naturligt att det i sådana avväganden infaller intressekonflikter, där vattenförsörjningen kan ställas mot andra viktiga samhällsfunktioner, exempelvis transporter, bebyggelse, råvarutillgång, näringsliv m.m. Beslut i dessa frågor kan få konsekvens för lång tid framåt – i vissa fall fram till nästa istid – och det är inte någon lätt uppgift att sätta sig in i de komplexa frågeställningarna.

Någon måste ibland fatta ett obekvämt beslut till förmån för ett intresse på bekostnad av ett annat. I många fall behöver vattenförsörjningens strategiska betydelse gå före både enskilda och allmänna intressen. I vissa fall måste givetvis alternativ vattenförsörjning ordnas för att också andra behov i samhället ska kunna tillgodoses. Ett sådant beslut måste grunda sig på tillräckligt bra underlag och fattas med insikt om dess strategiska betydelse. I praktiken är det inte möjligt att stå helt oberoende i förhållande till så centrala intressen som vattenförsörjning, transport och kommunal ekonomi.

Det är en grundläggande princip i Miljöbalken att den som genom sin verksamhet riskerar att förorena miljön är skyldig att acceptera inskränkningar och bekosta skyddsåtgärder. Viljan att acceptera detta är inte en självklarhet hos privatpersoner eller verksamhetsutövare, även om behovet av rent vatten är en självklarhet för alla. Intresset är givetvis större om vattentäkten är i bruk och försörjer närsamhället. Om skyddet avser framtida vattenförsörjning eller andra brukare, t.ex. en industri, är det naturligt att intresset minskar.

När det gäller skydd av vattentäkter krävs ett långsiktigt perspektiv, och det är viktigt att skapa kunskap och förståelse för detta i samhället. Det finns sällan möjlighet att finansiera skyddsåtgärder på något annat sätt än genom den verksamhet som står för föroreningen. I undantagsfall måste det givetvis vara möjligt att lämna bidrag från region, staten eller EU för att undvika orimliga konsekvenser för den enskilde.

Reservvattentäkter

Maximal kapacitet m³/dygn (avbrott 1 månad)

| | |
|--------------------------------|----------------|
| Bornsjön | 162 000 |
| Norrvattens grundvattenbrunnar | 13 300 |
| Botkyrka – Tullinge | 7 500 |
| Botkyrka Segersjö | 4 300 |
| Värmdö – Ingarö | 2 000 |
| Haninge – Hanveden | 4 500 |
| Haninge – Pålamalm | 4 500 |
| Haninge – Kolartorp | 1 100 |
| Ekerö – Stenhamra | 2 000 |
| TOTALT | 201 200 |

1.1. Historia

Stockholms första vattenreningsverk låg vid Årstaviken, i utkanterna av Södermalm. Råvattnet genomgick en enkel rening innan det pumpades ut i stadens nyanlagda ledningsnät. Vattenkvaliteten i vattentäkten försämrades dock alltmer under slutet av 1800-talet och ett intensivt sökande inleddes efter en ny vattentäkt med tillgång på rent och bra råvatten.

I första hand sökte man efter en grundvattentäkt i grusåsarna runt staden men provborrningarna gav ett kient resultat. Därför började man söka efter en ytvattentäkt och valde Bornsjön som från början hade bra vattenkvalitet och ligger i ett område med stora mängder grundvatten. Dessutom, vilket var viktigt, var området runt sjön till stora delar obebyggt och låg relativt nära Stockholm. För att säkerställa vattnets framtida kvalitet beslöt man samtidigt att förvärva inte bara den mark som gränsade till sjön utan även marken i sjöns tillrinningsområden. Tanken var att förhindra all etablering av verksamheter som kunde leda till föroreningar i sjön. År 1899 inköptes marken runt sjön och man började samtidigt planera på ett nytt vattenverk i Norsborg som skulle ta sitt råvatten från Bornsjön. Norsborg låg också bra till i Mälaren då området inte påverkades av saltvatteninträngning från Östersjön som kunde ske i Riddarfjärden och även ibland längre in i Mälaren.

Huvuddelen av marken inköptes 1899, men köpen fortsatte och 1920 ägde Stockholm Vatten ca 85 % av nederbördsområdet. Genom löpande småköp fram till idag har ägandet utökats till 90 % av nederbördsområdet.

1904 stod det vattenverket klart och man kunde börja pumpa vatten till reservoaren vid Trekanten och vidare till stadens invånare.

1909 planerades en kraftig utbyggnad av Norsborgsverket till en kapacitet av 75 000 kubikmeter per dygn, en dubbling av huvudledningen till Trekantsreservoaren samt en ny reservoar i Vanadislunden. Redan 1923 var behovet av vatten så stort att man beslöt att ta råvatten från Mälaren och låta Bornsjön bli stadens enda reservvattentäkt.

Efter att ha varit vattentäkt för Stockholm med Mälaren som reserv är Bornsjön numera den enda reservvattentäkten för hela storstockholm.

Under åren har två bärande tankar i Stockholm Vattens syn på vattenhantering utkristalliserats; helhetssynen och kretsloppstanken.

Helhetssynen innebär att Stockholm Vatten har det samlade ansvaret för vattnet på hela dess väg från vattentäkterna till kunderna i stockholmsområdet och därifrån till recipienten, det vill säga skärgården och Östersjön. Vidare innebär det att man har en detaljerad kontroll över all hantering av vattnet, val av processer, metoder och material. Därigenom kan det mest effektiva metoderna väljas samtidigt som risken för negativa effekter senare i systemet eller ute i recipienten minimeras.

1.2. Bornsjöns geografi

Bornsjön har en yta på ca 660-670 ha beroende på vattenståndet och är belägen väster om Salem. Sjön är klassad som ett vattenskyddsområde och utgör Stockholms och regionens enda reservvattentäkt av betydelse. Undersökningar har visat att den har måttligt höga närsalter och kväve och fosfor i balans. Sjön är relativt djup med ett medeldjup på 10 meter och har ett relativt stort siktdjup.

Bornsjön är en utpräglad förkastningssjö som ligger i ett kuperat sprickdalslandskap. Sjöns stränder är ofta branta. I sjön finns sju öar och sjöytan ligger elva meter över havsytan vid normalvattenstånd. Två stora halvöar, Männö och Bornö, delar in sjön i tre delbassänger med grundare trösklar emellan.

Nordvästra bassängen uppvisar sjöns största djup, ca 19 meter. En bäck tillför sjön vatten från Dalkarlsäng med omgivande skogsmark. Huvuddelen av tillflödet till sjön kommer via Oxelby-Eksättradiket och Salemsdiket där även huvuddelen av bebyggelsen ligger. Vid Vällinge ligger sjöns naturliga utlopp.

Östra bassängen är den minsta och den har även minst tillrinningsområde. Bassängen omges av branta höjder och största djup ligger på 16 meter. Vid östra stranden ligger intaget till vattenverket i Norsborg.

Största bassängen sträcker sig från Salems kyrka till Bergaholmsviken. Denna bassäng har största area och minst vattendjup. I Bergaholmsviken mynnar det flöde som avvattnar två tredjedelar av sjöns tillrinningsområde, inklusive huvuddelen av jordbruksmarken.

Bornsjöns näringsstatus anses vara mesotrof med måttligt höga halter av både fosfor och kväve. Medelsiktsdjupet har uppmätts till ca 5 meter vilket uppfyller kriterierna för stort siktdjup. Bornsjön har varit fridlyst mot beträdande sedan 1919. Enligt de nya vattenskyddsområdesbestämmelserna får endast vattenvårdsverksamhet förekomma på och i sjön.

1.2.1. Markanvändning

Sjöyta: 6,8 km²

Områdesyta: Av Stockholm Vatten ägd areal uppgår till ca 4600 ha (varav åkermark 800 ha och produktiv skogsmark 2250 ha)

Antal gårdar och torp: ca 90

Arrenden

| Arrende utgång | Gård | Arrendeintäkt | Åker ha | Varav sämre arrondering | Bete | Övrig mark |
|----------------|------------------|------------------|------------|-------------------------|-----------|------------|
| 2013+10år | Ladvik | 250 000 | 195 | 17 | 0 | 0 |
| 2013+10år | Bergholm | 220 000 | 80 | 40 | 17 | 20 |
| | Summa | 470 000 | 275 | 57 | 17 | 20 |
| | 2 gårdar | | | | | |
| 2012-13 | Hästhagen | 105 000 | 108 | 15 | 0 | 0 |
| 2012-13 | Sturehov | 246 000 | 204 | 56 | 0 | 0 |
| 2012-13 | Fågelsta | 228 000 | 215 | 40 | 16 | 0 |
| | Summa | 570 000 | 527 | 111 | 16 | 0 |
| | 3 gårdar | | | | | |
| | Total | 1 049 000 | 802 | 168 | 33 | 20 |
| | Summering | | | | | |

1.3. Bornsjöns status i vattensystemet

Hydrologiska uppgifter:

Sjöns beräknade yta är 6,8 km² vid vattenståndet +10,46 meter.

Sjöns beräknade volym är då 64,8 Mm³.

Maxdjup ca 18 meter.

Bornsjöns nederbördsområde är på ca 48 km² (4800 ha) vilket utgör den yta som är beläget inom ytvattendelaren kring sjön. Inom detta område finns sjöarna Tullan, Bergsjön, Getasjön, Acksjön och Igelsjön.

Sjöarnas utlopp går samman i ett gemensamt tillflöde till Bornsjön mynnande norr om Bergaholms gård.

Statiska medelavrinningen från dessa 48 km² i östra Svealand är ung. 6 l/s km².

Det ger 288 l/s eller 25000 m³/dygn eller totalt per år ca 10 Mm³.

Ett genomsnittligt kontrollerat uttag från sjön om 1000 m³/h skulle kontinuerligt kunna tas ut utan att nivån skulle påverkas nämnvärt vid denna tillrinning.

Det finns uppgifter om en större tillrinning än detta. Isälvsavlagringar förekommer i ett nord-sydligt stråk öster om sjön. Grundvatten strömmar ut från åsen genom en källa vid stranden ca 500 meter öster om Salems kyrka.

Enligt en år 1972 vid Uppsala universitet utförd undersökning anses inte någon direkt strömning av vatten från den 7 meter högre närbelägna sjön Aspen äga rum trots det smala näset mellan sjöarna.

Sjön Uttran och dess östra del Utterkalven vilken ligger intill samma grusås 6 meter högre än Bornsjön bidrar troligen till grundvattentillrinningen.

Utbytestiden för vattnet är ganska lång, 6 år. Jämför med Mälarens 3 år.

Nivåsystem:

Stockholms kommuns höjdsystem sammanfaller med rikets höjdsystem 1900 sedan år 1940. Nollplanet i höjdsystem 1900 är beläget 3,842 meter över slusströskeln.

Slusströskeln var Stadens nollplan före 1940.

(anm. Höjdsystemet 1900 är numera ersatt av Höjdsystem 1970 vilket tar hänsyn till rikets olika landhöjningar).

Bornsjöns karateristiska vattenstånd i meter:

| | Från nollplan Höjdsystem 1900 |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Högsta högvattenyta, | +11,61 |
| Högvattenyta | +11,46 |
| Medelvattenyta | +10,65 |
| Lågvattenyta | +9,41 |
| Lägsta lågvattenyta*) | +8,41 |
| Exceptionellt fall lägsta nivå**) | +6,0 |

*) motsvarar tröskelnivån i tunnelinloppet.

***) Mälurvattnet otjänligt.

1.3.1 Kapacitet

Lagligförklaring av ytvattentäkten i Bornsjön:

Enligt dom 1984-04-27, Stockholms tingsrätt avd. 5 Vattendomstolen har följande lagligförklarats:

Tillstånd:

- a) 25 000 m³/dygn i medeltal per år, dock högst 150 000 m³ under ett och samma dygn.
- b) eller för det fall att råvatten i Mälaren är otjänligt för framställning av konsumtionsvatten, högst 200 000 m³ under ett och samma dygn och högst 30 Mm³ per år.

Villkor:

- journalföring av bortledd vattenmängd
- anmälan till länsstyrelsen vid otjänligt Mälurvatten och det större uttaget.

Kommentarer till tillståndet:

- a) 25 000 m³/dygn ger ett maximalt årsuttag på 9,125 Mm³ d.v.s. lite under den beräknade ytvattentillrinningen.

Med ett kontinuerligt uttag av 150 000 m³/dygn (6250 m³/tim) räcker den stipulerade mängden i ca 60 dagar.

9,125 Mm³ motsvarar en nivå-sänkning i sjön från HVY +11,46 meter med ca 1,35 meter till ca +10,11 meter (tillrinningen exkluderad).

- b) 200 000 m³/dygn (8300 m³/tim) är vad som maximalt teoretiskt skulle kunna tas ut från sjön vid HVY +11,46 (15,30) meter. Då utnyttjas alla möjligheter vid vattenverket. För att kunna utnyttja hela den tillåtna mängden uttag (30 Mm³ per år) så måste extraordinära åtgärder nyttjas. Möjligheten att pumpa sjövattnet till tunneln har utretts och ett färdigt förslag finns men har aldrig provats. VBB har lämnat ett koncept 1990-08-22 nr R4174-001.

Uthålligheten skulle då kunna bli ca 150 dygn (5 månader). Sjöns vattenvolym skulle då i det närmaste ha halverats (tillrinningen exkluderad).

Befintliga anordningar för vattenuttag till Norsborgs vattenverk:

Intaget är beläget i Bornsjöns nordöstra strand. Två intag finns till tilloppskammaren. Ett djupintag bestående av ett 30 meter långt nitat plåtrör med diametern 1000 mm. Inloppsmynningen rörhjassa, +4,68 meter, är försedd med en tratt som galler, +5,08 meter. Vid inloppet till silkammaren finns en vridskiveventil (1000 mm) för avstängning.

Det andra intaget till silkammaren, det s.k. 3-metersintaget, är också försedd med en ventil med diam. 1000 mm. Intaget mynnar ut i sjön där ett galler skyddar. Rörhjässan mynnar mot sjön på djupet +8,5 meter (tunnelns tröskelnivå +8,41).

I silkammaren finns en silduk på ram med maskvidden 4 mm. En reservsil finns alltid rengjord och hängd i en travers. Silarna skiftas och rengöres manuellt vid behov. Silkammaren kan avstängas från tunneln medelst träsättar.

Med självfall leds vattnet från silkammaren till vattenverkets intagskammare, kallat mätkammare, via en 837 lång ledning. Första delen, 626 meter, är en bergtunnel. Andra delen, 211 meter, består av en byggd jordtunnel som åtföljs av en 288 meter lång ledning i armerad betong.

Bergtunnelns max. bredd och höjd är 2,2 meter, genomsnittsarea ca 4 m². På vissa ställen där berget är svagt finns förstärkningsmurningar med betongsten som sedan putsas.

Jordtunneln har en portalformad genomsnittsprofil uppbyggd av betong och sten. Genomsnittsaren ca 2,3 m².

Den markförlagda betongledningens diameter är 1300 mm arean 1,3 m².

I mätkammaren där betongledningen mynnar ut finns en intagskammare vars överkant ligger jäms med överkant på högsta golvplanet inne i kammaren. Golvplanet ligger ca 1 meter över Bornsjöns högvattenstånd. Från kammaren går det att avleda vatten till vattenverkets dagvattenavlopp.

Normalt står denna avledning öppen så mycket att tunnelvattnet blir omsatt så pass att inkoppling av Bornsjövatten omedelbart kan ske till vattenverket.

Vattenuttag från intagskammaren till Västra (Östra) Norsborgsverket sker genom två s.k. mätrör.

Mätrören, vardera med en diameter på 1000mm, är försedda med flödesmätare av venturityp och automatiserade reglerventiler av vridspjälltyp.

Mätrören mynnar ut i en fördelnings-/bräddningskammare varifrån vattnet strömmar ut mot Västra verkets snabbfiltratledningar i långsamfiltergatan.

Bräddningskammaren kan dräneras på vatten mot ett öppet dike med utlopp i Mälaren.

Bornsjöns nivå kan regleras genom de två ovan beskrivna dräneringarna.

Bornsjövattnet tillförs normalt direkt till långsamfiltrena vid v:a Norsborgsverket vilket innebär en mer begränsad rening än det Mälervattnet genomgår.

Vid de tillfällen Bornsjövatten används i vattenproduktionen krävs därför mycket tätare intervaller av långsamfilterrensningar.

Beräkningar rörande möjliga uttagsmängder till Norsborgs vattenverk:

Praktiskt provade kapaciteter:

Västra verkets långsamfilter har enligt drifrapporter varit i drift med ca 149 000 m³/dygn (6 200 m³/h) under kortare perioder sommaren -81 och vinter -82. Vattenståndet var då i Bornsjön ung. +10,86 meter.

Östra verkets har vid ett försök 18-23 april 1993 fällt enbart Bornsjövatten. Maximalt möjligt uttag under givna betingelser bedömdes till 3 200 m³/h. Begränsningen för större uttag var ett kort anslutningsrör mot Västras markförlagda råvattenrör 2. Tryckfallet orsakade bräddning i fördelningsschaktet efter Bornsjö-mätkammaren.

Enligt en promemoria CG Salvén 1982-09-16 gällande *teoretiskt möjliga uttag från Bornsjön* har följande slutsats dragit:

- Att maximala flödet till Västra långsamfilter som kan transporteras från Bornsjön vid högsta vattenståndet HVY +11,46 är ca 200 000 m³/dygn (8300 m³/h) om alla vid vattenverket tillgängliga möjligheter utnyttjas, låga filternivåer tillåts och Bornsjöledning 3 utnyttjas till fullo.

- Att vid samma sjönivå högsta flödet skulle bli ca 162 000 m³/dygn (6750 m³/h) med normala filternivåer och Bornsjöledning 3 stängd.

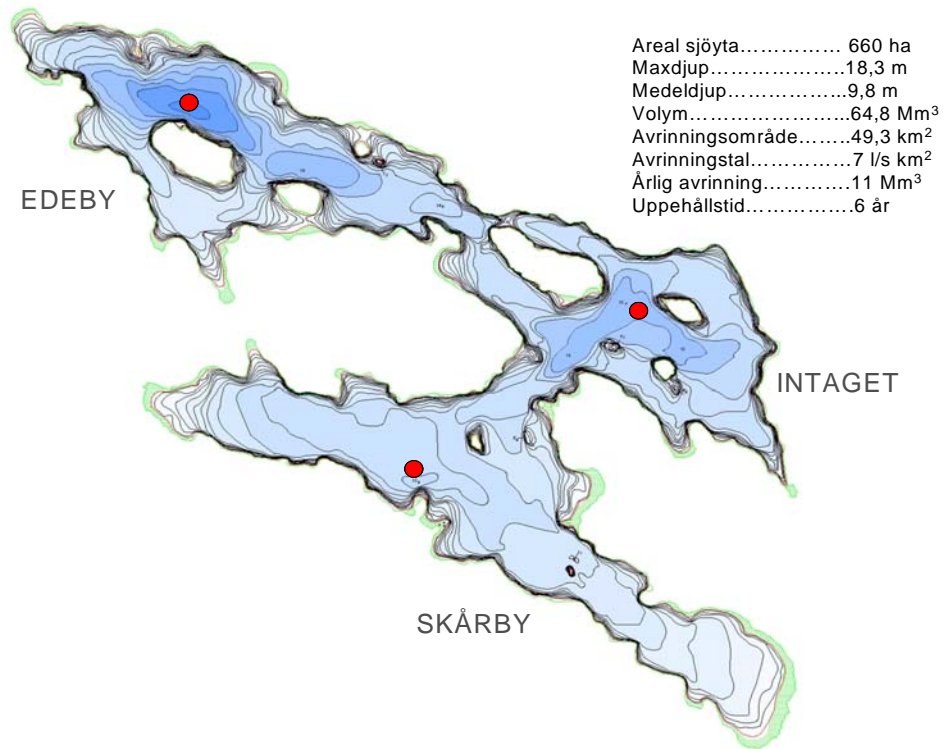
- Att om sjönivån sjunker 1 meter, till +10,46, så minskar kapaciteten i det senare fallet till ca 146 000 m³/dygn (6000 m³/h).

Investeringar kommer under 2009-2010 att göras för att även i praktiken ta ut flöden svarande mot vad som är teoretiskt möjligt.

1.3.2 Vattenkvalitet

Bornsjön är indelad i tre bassänger. De två norra är djupa, 16 resp. 18 m, medan största djup i den södra bassängen är ca 13 m. Under sommaren är vattnet starkt skiktat och syrehalterna är låga i bottenvattnet (Fig. 1). Den teoretiska omsättningstiden är lång, ungefär 6 år.

Tillförseln av näringsämnen är relativt stor p.g.a. jordbruk och bostäder med enskilda avlopp i tillrinningsområdet. Arealförlusterna i de två huvuddikena, Oxelbydiket och Bergaholmsdiket, är ca 0,2 kg fosfor och 3-4 kg kväve per ha och år, vilket motsvarar höga förluster (klass 4) enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (1999). Den totala tillförseln av fosfor och kväve har beräknats till 0,8 resp. 13 ton/år med stora variationer från år till år beroende på nederbörd och flöden.



Figur 1. Bornsjön. Djup (1 m ekvidistans) och provpunkter.

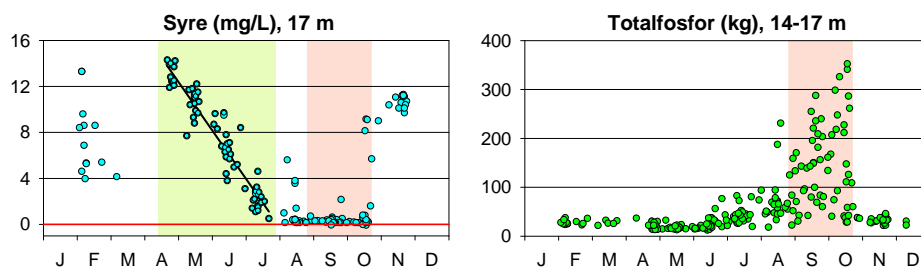
De vanligaste modellerna för att beräkna sambandet mellan tillförsel och halter i sjövattnet är de som har presenterats av Vollenweider (1975) och OECD (1982) - den senare en modifikation av den förra.

$$\text{Vollenweider (1975): } (L(P)/z/t_w) / (1+t_w^{0,5})$$
$$\text{OECD (1982): } 1,81 * [(L(P)/z/t_w) / (1+t_w^{0,5})]^{0,81}$$

$L(P)$ = mg P/m² sjöyta/år, z = medeldjup (m), t_w = uppehållstid (år)

Med de sambanden skulle fosforhalten i Bornsjöns vatten vara ca 20 µg/L. I verkligheten är halten ca 30 µg/L vid totalomblandning i februari-mars, vilket innebär att den verkliga tillförseln snarare är 1,2 ton/år. Skillnaden utgörs sannolikt av fosfor som frigörs från sedimenten, s.k. internbelastning, som i den djupa nordvästra bassängen uppgår till ungefär 400 kg/år (Fig. 2). Internbelastningen i den nordöstra bassängen har varit liten p.g.a. luftning av bottenvattnet (se nedan) och är liten i den södra bassängen där syrehalterna aldrig blir särskilt låga p.g.a. det begränsade djupet.

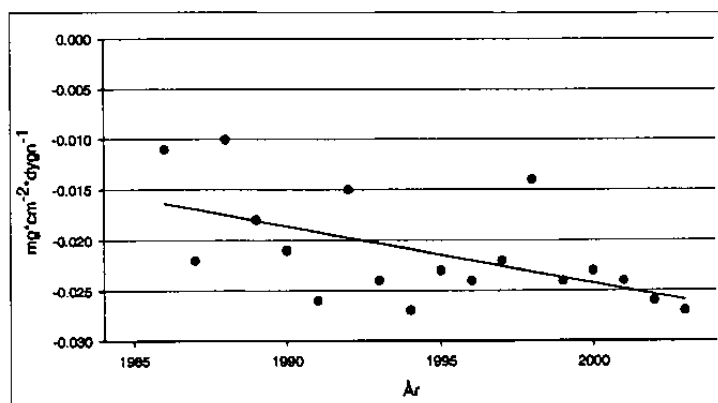
Sedan år 2000 har fosformängden efter höstomblandningen i de två norra bassängerna ökat från ca 1500 till ca 2000 kg (Fig. 3). Orsaken är sannolikt en förlängning av den skiktade perioden p.g.a. högre temperaturer i ytvattnet som medfört en stabilare skiktning under hösten. Eftersom omsättningstiden är lång, kvarstår de stora mängderna till våren vilket orsakar större vårbloomingar och



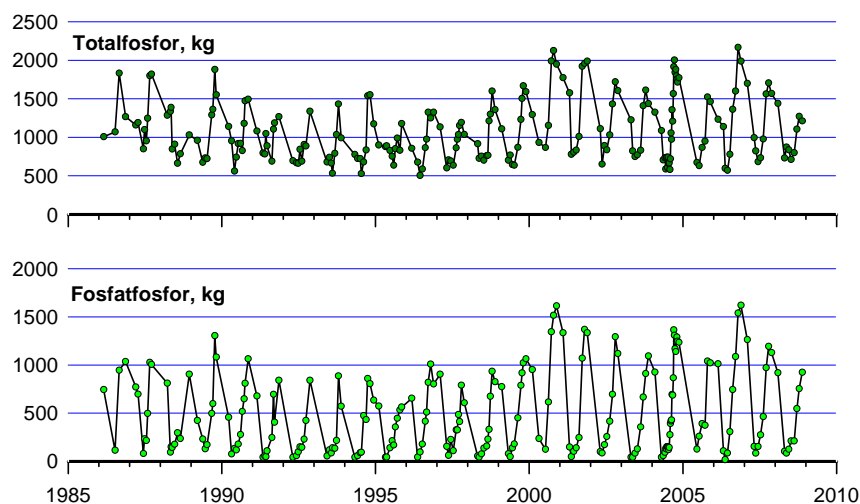
Figur 2. Syrehalter på 17 m djup och fosformängder på 14-17 m vid Edeby i den nordvästra bassängen.

ökad syreförbrukning i bottenvattnet när algerna sjunker till botten.

Enligt näringsparametrarna, siktdjup och klorofyll klassificeras sjön som mesotrof, och befinner sig i klass 2-3 på en femgradig skala. Kriterierna för syre (O_2) indikerar däremot betydligt sämre status i och med att sjön tidvis har syrefria eller nästan syrefria förhållanden i bottenvattnet.



Figur 2. Syrgasminskning under juni–augusti på 12–17 m djup i nordvästra bassängen, 1986–2003. Den heldragna linjen motsvarar en syrgaskonsumtion som årligen ökar med $0,0006 \text{ mg } O_2 \text{ cm}^{-2} \text{ dygn}^{-1}$. Trenden är signifikant ($p < 0,05$).



Figur 3. Total- och fosfatfosfor i hela vattenmassan i de två norra bassängerna 1986-2008.

Den ökande internbelastningen gör alltså att Bornsjön hamnar i en ond cirkel, med allt snabbare syreförbrukning och större fosformängder som frigörs från bottenarna, ännu snabbare syreförbrukning osv.

Det är viktigt med en noggrann uppföljning under kommande år av förhållandena både i sjön och i tillrinningsområdet. En förutsättning för att kunna minska internbelastningen är att externbelastningen på sjön minimeras.

2. Nuvarande förvaltning

2.1 Historik

Stockholms stad har sedan införförskaffandet av Bornsjöområdet fram till 1993 ägt och förvaltat området. Bornsjöområdet överfördes 1993 till Stockholm Vatten. Under stadens förvaltning sköttes området i likhet med många andra av staden ägda områden på så sätt att skogsbruket sköttes i egen regi medan jordbruken arrenderades ut. Sedan Stockholm Vatten tagit över området har förvaltningen av området allt mer fokuserats på att stödja Bornsjön som reservvattentäkt. Bornsjöområdet blev naturskyddsområde 1995. Vattenskyddsområdet Bornsjön etablerades 1988. År 1995 inrättades ordningsföreskrifter för Bornsjön som bl.a. innebär en anpassning till miljöbalken. Bornsjöområdet berörs också av skyddsområdet för östra mälaren som inrättades 2008. Förutom införandet av skyddsområden har Stockholm Vatten inte, med undantag för skogsbruket, i någon större utsträckning aktivt arbetat med att påverka tillrinningsområdet för att på så sätt bidra till en förbättring av vattenkvaliteten i Bornsjön. I slutet av 80-talet infördes dock begränsningar av gödselanvändningen och skyddszoner anlades kring huvudflödena. Åtgärderna har dock inte inneburit några angörande minskningar av tillförseln av näringsämnen i tillflödena sedan mitten av 80-talet.

2.1.1 Jordbruk

Jordbruket har en väsentlig betydelse för vilka näringsämnen som förs till sjön. Man kan ha olika modeller för hur man ska driva jordbruken. Av historiska skäl har det alltid varit arrendatorer som drivit jordbruken kring Bornsjön beroende på att staden inte har haft egna bönder eller kunskaper att självs sköta marken. Det har vid ett flertal gånger övervägs att Stockholm Vatten ska sköta driften för att garantera bättre kontroll över näringsläckaget.

Har man arrendatorer så gäller arrendelagen där jordägaren har många skyldigheter men inte så många rättigheter. Arrendatorn har framför allt rätt att själv välja odlingsätt och brukningsmetoder. Det kan därför vara en nackdel.

Stockholm Vattens bedömning vad gäller extern tillförsel av fosfor är att cirka 60 % av fosfor kommer från jordbruksdrift 30 %, från människan och ca 10 % från skogsmark beroende på de insatser som har gjorts under en lång tid, det är dock inte möjligt att säga exakt hur det förhåller sig.

Den totala mängden näringsämnen till sjön har minskat något lite jämfört med för tjugo år sedan, dock inte mängden fosfor vilket inte är tillfredsställande. Ett omfattande försök pågår i samarbete med SLU för att undersöka utsläpp från jordbruket vid olika brukningsmetoder och grödval.

2.1.2 Skogsbruk

Skogsbruket har som mål att producera en förnyelsebar resurs. Stockholm Vatten bedriver en ekonomisk långsiktig hantering vilket innebär kort att man inte ska avverka mer än vad som växer till. Det betyder att planeringshorisonten är fler hundra år. En jämn tillväxt över tiden eftersträvas och kan då inte avverka all gammal skog på en gång utan måste se till att det finns skog av olika ålder.

Det finns en ekonomisk- och en bevarandemålsättning som går ihop till en enhet. Nummer ett är alltid vattenvården och för den har Stockholm Vatten klara mål på hur vi skall arbeta för att klara vattenkvaliteten. När det gäller skogen är målet att minimera läckaget från skogsmark. Det finns därför inga stora behandlingsytor, inga avverkningar större än tre hektar sammanhängande. Om ett bestånd på tio hektar ska avverkas tas i första omgången tre hektar vartefter men väntar i tio år för att det ska komma upp ny skog och därefter avverkar tre hektar och efter ytterligare tio år slutavverkar vi området. Då har vi fått ny skog efter första omgången som binder marken och hindrar näringsämnen att rinna ut i sjön.

2.1.3 Vattenvård

Allt arbete och alla insatser som Stockholm Vatten gör i området har vattenvården som huvudmål. Vattenvård är genomförandet av alla olika verksamheter som alla har vattenvården som ledstjärna. Den består bland annat av ett kontrollprogram med provtagning i alla tillflöden till sjön och i sjön, återskapande av våtmarker, använda översilningsytor, få kontroll över de höga flödena, (50 % av näringstillförseln kommer under 5 % av tiden) minimera tillförseln av näringsämnen bland annat genom att anlägga skyddszoner, göra markkartering för att kontrollera fosfortillgången i åkermarken, förbättra och bygga om avloppsanläggningar, sköta skog och åkermark på rätt sätt.

Åkermarken i tillrinningsområdet arrenderas ut av ägaren. Arbetet med att minska belastningen av P från åkermarken sker i samarbete med lantbrukarna. I slutet av 80-talet infördes begränsningar av gödsel användningen och skyddszoner anlades kring huvudflödena. Totalt finns ca 100 enskilda avlopp i hela tillrinningsområdet. Av de båda huvudtillflödena avvattnar Oxelbydiken fler hushåll än Bergaholmsdiken och har dessutom en betydligt större andel enskilda avlopp utan tillfredställande rening. Generellt har halterna TotP varit högre där än i Bergaholmsdiken. Standarden är på några av de enskilda avloppen har förbättrats efter år 2000 inom projektet "Bra Små Avlopp vid Bornsjön" (Hellström & Jonsson, 2004). Halterna TotP i de båda huvudtillflödena, Oxelbydiken och Bergaholmsdiken, indikerar dock ganska oförändrade halter i tillflödena sedan mitten av 1980-talet.

2.2. Viltvård och friluftliv

Precis som allt annat på Bornsjön så försöker vi när det gäller viltvården ha en helhetssyn. Vi följer viltets utveckling, tar bort när det blir för mycket och skyddar arter som har svårt att överleva.

Bornsjöområdet är idag ett av stockholmstraktens finaste rekreationsområden. Det första man slås av som besökare är den vackra naturen med sjön, skogen, ängarna och åkrarna. Här finns stora strövområden med riklig förekomst av älg, rådjur, vildsvin men också rariteter som storlom och fiskgjuse, där vi har ca 6-7 häckande par i området. Vattenskyddsområdet är en unik förutsättning för framgångsrika häckningar.

Stockholm Vatten har, samtidigt som det finns besöksrestriktioner när det gäller sjön, öppnat området och underlättat för friluftslivet genom att bland annat anlägga vandringsleder genom de vackraste delarna av området. Väldigt många besöker Bornsjön och utnyttjar de anlagda parkeringsplatserna och rastställena.

Den stora besöksfrekvensen innebär också förslitning och nedskräpning. Tyvärr finns det människor som ser rastplatser och parkeringar som skräppupplag och drar sig inte för att tippa av ett lass byggnadsmateriel eller ställa av en gammal skrotbil och för säkerhets skull även tända eld på densamma för att därigenom följa ägarens namn.

2.3 Förslag på inriktning för växtodlingen

Den inriktning som vi föreslår här har vi anpassat dels efter hur lönsamhet och marknad ser ut i dagsläget och dels efter möjlighet till odlingssystem som vi anser är väl anpassat till miljökraven som ställs vid odling i närheten av Bornsjön. Gödsling om den skall bör ske företrädesvis med mineralgödselmedel eftersom det är lättare att styra gödselgivan med dessa gödselmedel, både med avseende på tid och plats, jämfört med stallgödsel och slam. Detta minskar risken för lokala förhöjda utlakningsnivåer av växtnäringsämnen vilket kan vara lätt hänt med stallgödsel eller slam. Nivå på gödselgivorna anpassas efter Jordbruksverket rekommendationer och förväntade marknadspriser på avsalugrödorna. De grödor/växtföljd som vi föreslår finns presenterade i Tabell 1. Vall är en bra gröda med avseende på risk för växtnäringsläckage. Odling av vall på dessa gårdar förutsätter antingen möjlighet till försäljning av hö till häst/nötdjursägare i närheten eller vallodling för fröproduktion. En lyckad vallfröodling kan ge ett bra ekonomiskt netto. Vid sidan av vall så odlas en blandning av vårsådda och höstsådda grödor. Växtföljden presenterad i alternativ 1 kan ses som en modell för vilka grödor som är lämpliga för att minimera växtnäringsläckaget, ur praktiskt och ekonomiskt hänseende är det troligt att andelen höstvetete blir större (alternativ 2 och 3). Bekämpning av skadeinsekter och svampar med lämpligt växtskyddsmedel bör undvikas men om det skall ske bör det ske efter bedömt behov grundat på prognoser och rådgivning från Växtskyddscentralen eller lokal gradering av skadegörare i fält.

Jordbearbetningen anpassas efter gröda och förhållanden i fält. Plöjning sker efter vallbrottet, i övrigt så kan såberedning ske genom direktsådd eller reducerad bearbetning. Gräsbesådda skyddszoner anläggs utmed platser på fälten där det finns risk för ytavrinning och erosion. Kontinuerlig uppföljning och växtodlingsrådgivning inom områdena gödsling, växtskydd och skiftesvis grödval/växtföljd ger ett bra stöd dels för att uppnå önskat resultat men även för en bra dokumentation av driften. Inom vissa områden är en korrekt dokumentation lagstadgad, som t.ex. växtskydd.

Tabell 1. Förslag till växtföljd på markerna vid Sturehov, Fågelsta och Hästhagen.

| År | Alternativ 1 | Alternativ 2 | Alternativ 3 |
|----|-------------------------|-----------------|-----------------------------|
| 1 | Höstvete (bröd) | Höstvete (bröd) | Höstvete (bröd) |
| 3 | Korn (foder eller malt) | Korn (malt) | Oljeväxter (höst eller vår) |
| 4 | Gräsvall I | Ärter | Höstvete (bröd) |
| 5 | Gräsvall II | Höstvete | Korn (malt) |
| 6 | Gräsvall III | Havre (gryn) | |
| 7 | Höstraps | Höstvete (bröd) | |
| 8 | | Korn (malt) | |

Varför en åtgärds katalog?

Diskussioner kring övergödning av yt- och grundvatten har förekommit i Sverige sedan 60-talet. Till en början var den i hög grad kopplad till fosfor och avloppsvatten. De kommunala reningsverken hade ännu inte fått reningssteg för fosfor varför tätorternas bidrag till övergödningen med fosfor var betydande. Bidraget från jordbruksmarken sågs i det perspektivet som mindre betydelsefullt. En relativt snabb och omfattande utbyggnad av fosforreningssteg i kommunala reningsverk kom dock till stånd vilket medförde att jordbruksmarkens relativa bidrag av fosfor till recipienterna ökade. I detta tidiga skede var fokus på frågor som när under året stallgödsel och rötslam kunde tillföras åkermarken utan olägenheter. Under intrycket av den ökade intensifieringen av jordbruket tog frågorna kring jordbrukets bidrag till övergödningen förnyad fart under 70-talet och fokus riktades nu mot kväve.

Detta hade sin orsak i att man observerade att kväveinnehållet i större vattendrag ökade och då speciellt i vattendrag som hade ett betydande jordbruksinslag i sina avrinningsområden. Oenigheten var emellertid stor när det gäller orsaken till dessa rön och avsaknaden av data rörande jordbruks- och skogsmarkens specifika bidrag till vattensystemens näringsanrikning gjorde frågan än mer infekterad. Detta gällde inte minst den eventuella kopplingen mellan den starkt tilltagande användningen av handelsgödselkväve och de observerade höga nitrathalterna i yt- och grundvatten. Under 80-talet och framåt har även fynd av kemiska bekämpningsmedel i naturliga vatten varit föremål för en livlig diskussion. Eftersom användningen av dessa framför allt sker inom jordbruket har blickarna riktats dit, och program för att minska användningen av bekämpningsmedel inom jordbruket har genomförts och strävanden i den riktningen pågår fortfarande.

Idag gäller att nästan hälften av kvävet och fosfor som belastar våra hav via transporten i vattendragen kommer från jordbruket. Att bearbeta marken, gödsla den och använda olika grödor som avlöser varandra leder till ökat läckage i vårt klimat där vatten varje år finns i överskott. Att åtgärda det diffusa läckaget från jordbruksmarken är betydligt svårare än att angripa punktutsläpp, som den ovan nämnda fosforreningen i kommunala reningsverk. Man har länge arbetat med åtgärder inom jordbruket och det har gett gott resultat. Enligt de miljömålsuppföljningar som gjorts under senare år har läckaget från jordbruksmarken minskat i södra Sverige genom bl.a. förbättrat växnäringsnyttjande, bättre stallgödselhantering, mer vinterbevuxen mark och ändrad jordbearbetning. Arbetet får emellertid inte avstanna. Statusbedömningen som gjorts av våra vattenförekomster inom vattenförvaltningarna i Sverige visar tydligt att jordbruket kommer att få en viktig roll i de åtgärdsprogram som tas fram för att nå en god ekologisk status för våra vatten. Det bästa sättet att komma framåt i det sammanhanget är genom riktade motåtgärder och miljöstöd som ger både bäst träffsäkerhet och kostnadseffektivitet.

Med denna åtgärds katalog vill vi visa på de möjliga åtgärder som finns för minskade kväve- och fosforförluster från jordbruket till vattenmiljön, hur de fungerar och var de kan tillämpas för att få en bra effektivitet.

Fosfortransport från mark till vatten

Fosfor förloras från åkermarken i olika former och på olika vägar. För kväve finns relativt enkla samband mellan gödsling och förluster. Finns det oorganiskt kväve i form av nitrat kvar i marken och ett överskott av vatten som rinner iväg så följer kvävet med. För fosfor finns inte lika tydliga samband. Mekanismerna bakom fosforförlusterna är mycket mer komplexa.

Åkermarkens totala fosforinnehåll kan variera mellan 200 och 800 mg P/kg jord vilket motsvarar mellan 900 och 3600 kg fosfor per hektar matjord. I genomsnitt innehåller matjorden i svensk åkerjord 2000 kg fosfor per hektar. I alven är jordens fosforinnehåll oftast mindre men den har ändå stor betydelse för grödan eftersom det oftast finns växtrötter även där. Innehållet av totalfosfor ökar vanligen med lerhalten och halten organiskt material. Nästan all fosfor föreligger dock i bunden form och totalhalten i marklösningen utgör endast 0,1-1 mg/liter, vilket ofta motsvarar mindre än ett kg fosfor per hektar.

Bortförseeln av fosfor med olika skördeprodukter är vanligen 10-20 kg P/ha, men kan i vissa fall vara större. Genomsnittlig bortförseel av fosfor från svensk jordbruksmark är 12 kg P/ha och år. Grödans upptag är större än så men resten återförs till marken med skörderesterna.

Fosfor förloras från åkermarken genom att den frigörs och transporteras iväg med avrinnande vatten. Vattnet kan i princip bara ta två vägar. Antingen rinner det horisontellt på markytan alternativt ovanpå en tät plogsula, till ett dike eller vattendrag, eller också tar det sig ner genom marken till dräneringsledningarna. Ytavrinning kan leda till erosion av stora och små partiklar, men vattnet innehåller även lösta fosfater (*löst reaktiv fosfor*) och organiska fosforföreningar som jorden och växttäcket lämnar ifrån sig. Till dräneringsledningarna kan vattnet ta sig på två sätt. Antingen är det ett flöde på bred front, ofta kallat "matrixflöde", genom markprofilen. Detta är det normala på lättare jordar. Vid ett sådant flöde är det i stort sett bara den *lösta reaktiva fosfor* som kan följa med vattnet och det uppstår en utlakning av fosfor. På alla *aggregerade* jordar (jordar där de enskilda partiklarna sitter ihop i små och stora aggregat) sker däremot huvuddelen av vattentransporten i större kanaler mellan aggregaten, ofta kallad *makroporflöde*. Vid denna transport kan även *partikelbunden fosfor* följa med vattnet ner till dräneringssystemet. Den snabba förbindelsen mellan markytan och diket där dräneringen mynnar ut innebär att ett makroporflöde kan liknas vid ytavrinning. Det snabba flödet kan också leda till att partiklar slits med från porernas väggar, s.k. inre erosion. Vatten som når dräneringen via ytvattenbrunnar kan också betraktas som ytavrinning.

Vatten kan naturligtvis också ta sig från åkern ned till grundvattnet och sedan vidare ut till vattendragen. I praktiken kan man bortse från denna transportväg

eftersom vatten som har förflyttat sig i marken under så lång tid normalt kommer i kontakt med jordlager som binder fosfor. Fosforhalten i grundvatten är vanligen mycket låg. I miljöövervakningen av grundvattnet och SGU:s grundvattennät ligger medianvärdet på 6 µg fosfor per liter.

Kvävetransport från mark till vatten

I våra åkerjordar finns det gott om kväve. Det rör sig ofta om 5-6 ton kväve per hektar eller ännu mer. Nästan allt kväve finns i matjorden, bundet i markens organiska material. Endast en mycket liten andel (<100 kg/ha) finns i mineralform, d.v.s. i form av nitrat-, nitrit- eller ammoniumkväve som är växttillgängligt. Andelen nitrit är ofta försumbar. Det organiska materialet, som har en stor variation i sammansättning, ålder och beständighet, är en viktig resurs i marken. Det har stor betydelse inte bara för markens struktur, mikrobliv och vattenhållande förmåga utan utgör också en viktig källa för grödornas försörjning av kväve och andra näringsämnen. Man brukar räkna med att ungefär 1-2 % av kvävet i markens organiska material, 60-100 kg/ha, frigörs i växttillgänglig form varje år genom mikrobiella nedbrytningsprocesser i marken. Ammoniumkvävet som bildas vid denna s.k. kvävemineralisering omvandlas sedan snabbt till nitratkväve i marken. Grödornas upptag av kväve varierar. En spannmålsgröda brukar ta upp till 100-200 kg kväve/ha varav ungefär hälften förs bort med kärnskorpen.

I Sverige har vi ett fuktigt klimat, med ett nederbördsöverskott under vinterhalvåret i stort sett varje år. Nederbörden är nämligen större än den avdunstning som sker från mark och gröda och det är förutsättningen för att avrinning från rotzonen uppstår, som kan föra med sig ämnen till grund- eller ytvatten. Den årliga avrinningen (100-600 mm/år) varierar med nederbördsfördelningen och det avrinnande vattnet kan ta olika vägar. Horisontellt flöde på markytan eller längs en plogsula eller andra täta markskikt är en väg. Flöde nedåt i marken till grundvattnet eller till dräneringsledningar för vidare transport ut i vattendrag är andra. Flödena genom marken kan vara mer eller mindre kanaliserade i mer genomsläppliga partier med porer och sprickor.

När det gäller kväveförluster är det utlakning av nitratkväve till vattendrag eller grundvatten som den mest betydelsefulla förlustvägen till vatten. Ungefär 90 % av det utlakade kvävet från åkermark föreligger i nitratform. Resten är organiskt bundet kväve och en liten del i form av ammonium. Hur stor utlakningen är beror främst på tre faktorer:

1. Hur stor avrinningen är från marken
2. Hur mycket av ämnet som finns tillgängligt för utlakning
3. Hur effektivt ämnet transporteras genom marken eller binds på vägen

I medeltal utlakas varje år 22 kg kväve/ha från Sveriges åkerjordar men variationen är väldigt stor beroende på bland annat de naturgivna förutsättningar som råder, men också på odlingen. Under torra år läcker vissa jordar i stort sett ingenting, medan läckaget kan bli större än 100 kg/ha då flera omständigheter som gynnar läckage samverkar. När det gäller avrinningen är det inte så mycket vi kan göra för att påverka situationen. Utlakningen av kväve kommer exempelvis alltid att vara ett större problem i västra Sverige än i östra delen av landet. Transporten av kväve genom markprofilen är också svårt att påverka. På jordar som effektivt genomflödas av vatten sker ett läckage om nitrat finns tillgängligt. Det gäller främst jordar med svag eller ingen struktur alls, som mo- och sandjordar. Det kan kanske tyckas lite konstigt eftersom sand till exempel används i vattenverk för att filtrera vatten från föroreningar. I de fall ämnen binds till partiklar fungerar det ofta utmärkt, men nitratjonen (NO_3) som är negativt laddad binds inte alls utan försumligt när vattnet flödar genom marken. På lerjordar däremot kan nitrat bli kvar i markzoner där vattenflödena går långsamt, och utlakningen blir då liten. En del av kvävet kan på det viset finnas kvar i lerjorden efter vintern, vilket sällan är fallet på lätta jordar. En annan anledning till att utlakningen från lerjordar ofta bara är hälften så stor som från lätta jordar, eller ännu mindre, är denitrifikationen. Till skillnad från fosfor har kvävet nämligen en förlustväg i gasform. Denitrifikation är en bakteriell omvandling av nitratkväve till kvävgas och sker då syretillgången är låg i marken.

Hur kan vi då påverka utlakningen? Det vi kan göra genom odlingen är främst att försöka minimera mängden nitratkväve i marken under tiden när avrinning förväntas, vilket oftast är under perioden oktober till april i södra Sverige. Det handlar om att:

- 1) Inte tillföra gödsel som innehåller ammonium- eller nitratkväve inför avrinningssäsongen
- 2) Att om möjligt begränsa kväveminaliseringen när ingen gröda växer
- 3) Att hålla marken bevuxen så länge som möjligt för att ta hand om det mineralkväve som blivit kvar eller som bildas i marken under hösten.

Det är kring dessa tre punkter som åtgärder mot kväveutlakning på olika sätt kretsar. Det handlar om gödslingsstrategier, jordbearbetningsstrategier och grödornas växtsäsong.

2.4 Ändrad inriktning för förvaltning av Bornsjön

Med beaktande att vattenkvaliteten i Bornsjön försämras i en allt ökande takt samtidigt som sjöns betydelse för en säker vattenförsörjning i stockholmsregionen ökar finns behov av att ompröva nuvarande ordning vad gäller skötsel och förvaltning av Bornsjön och dess tillrinningsområde. Att bibehålla nuvarande ordning är på sikt inte hållbart om Bornsjön i framtiden skall kunna vara ett högkvalitativt reservvattenmagasin. Bornsjöns utomordentliga betydelse för vattenförsörjningen motiverar att andra intressen av samhällelig eller ekonomisk art bör stå tillbaks för säkerställandet av Bornsjön som reservvattenmagasin. Inrättandet av naturvårdsområdet liksom vattenskyddsområdena ger administrativt stöd för en sådan ordning. Att all verksamhet i Bornsjöområdet utgår från att säkerställa sjöns kvalitet är dessutom väl förenligt med andra bevarandevärden i området som bevarande av kulturlandskap, friluftsliv och fastighetsminnen.

Det övergripande målet för den framtida förvaltningen av Bornsjöområdet bör vara att all verksamhet i området som direkt eller indirekt påverkar vattenkvaliteten i områdets sjöar skall utgå från att säkerställa en vattenkvalitet som möjliggör att Bornsjön kan användas som reservvattenmagasin. Därutöver skall de regler som anges i länsstyrelsens beslut om naturvårdsområde och vattenskyddsområden beaktas.

3. Krav på vattenkvalitet och tillgänglighet

Vattenkvaliteten i Bornsjön är i dag tillräckligt bra som reservvattentäkt men beroende på innehållet av syreförbrukande material har sjön inte alltid den kvalitet som är nödvändig för att kunna utgöra ett reservvattenmagasin.

Bornsjön är en sjö med en lång teoretisk omsättningstid av sitt vatten, 6 år. Det gör att sjön blir extra känslig för internbelastning, av den uppskattade totalbelastningen av fosfor på 1,2 ton bidrar internbelastningen med 1/3 d.v.s. 400 kg och 800 kg kommer genom tillflöden (extern belastning). Idealt och utan internbelastning skulle halten totalfosfor i en helt omblandad (homogen) vattenmassa vara 20 ug fosfor, men den är 30 ug. Det långsiktiga målet för Bornsjön bör vara att nå en halt av 20 ug fosfor per liter. Det kräver insatser både för att minska extern- och internbelastning.

Nederbördsområdet för Bornsjön är 48,5 km² varav ca 7,5 km² odlad mark. Den största delen av tillflödet kommer via två huvuddiken, från Oxelbydicket (med dess tre grenar – Bergsjödiket, Eksättradiket, och Acksjödiket) från västra delen av tillrinningsområdet och Bergaholmsdicket (med dess två uppströms förgreningar – Tullandiket och Salemdiket). Arealförlusterna från de bägge huvuddikena är ca 0,2 kg fosfor och 3-4 kg kväve per ha och år vilket enligt gällande bedömningsgrunder kan klassas som höga. Externbelastningen uppvisar mycket stora årsvariationer beroende på nederbördsmönster.

Bornsjön är enligt gällande bedömningsgrunder (ramdirektivet för vatten), klassad som grön d.v.s. en god status som skall bibehållas, vattenkvaliteten hänger på en skör tråd, ett par år med ogynnsamt klimat kan snabbt ändra Bornsjöns status till det sämre. Insatser måste därför göras för att öka "säkerhetsmarginalen". Att nå 20 ug fosfor (se ovan) per liter inom en 10-årsperiod är troligen inte möjligt beaktande trögheten i de naturliga systemen. Däremot är 25 ug en mycket önskvärd och nödvändig ambitionsnivå.

10-års mål:

Fosforhalt i Bornsjön (totala vattenmassan) 20 ug/l

Genomsnittlig arealförlust minskar med 25 % till 0,15 kg fosfor/ha

Total externbelastning minskar med i snitt 200 kg/år till 600 kg fosfor

Internbelastningen måste på sikt minskas så att fosforhalten och syrehaltererna i sjön kan hållas inom ramen för de långsiktiga målen.

3.1. Skydd mot extern påverkan

Extern påverkan på Bornsjön kommer främst från jord- och skogsbruk, enskilda avlopp, friluftsliv och trafik. Filosofin att all verksamhet i Bornsjöområdet skall vara inriktad på att säkerställa sjöns vattenkvalitet ställer stora krav på de verksamheter som ger extern påverkan på sjön.

Vad gäller målsättningen för de externa verksamheter i Bornsjöområdet som är påverkbara av Stockholm Vatten bör den vara att verksamheterna skall bedrivas utifrån de behov som emanerar från Bornsjöns status som reservvattenmagasin.

3.2. Aktiv rening av Bornsjön

Olika metoder för aktiv rening av Bornsjön i syfte att minska sjöns internbelastning har studerats av Stockholm Vatten. De olika metoder som idag finns tillgängliga för att minska internbelastningen och då främst fosforinnehållet i bottenvattnet är; fosfor fälls och fastläggs i botten sedimenten, ökning av syrenehållet i bottenvattnet, utpumpning av bottenvatten eller muddring. Fällning av aluminium ger goda resultat men är en irreversibel metod då fosfor binds i botten slammet för all framtid med risk för ev. framtida fosforläckage. Muddring torde heller inte vara en lösning på problemet då en muddring dels grumlar vattnet dels frigör ämnen från botten sedimenten som kan orsaka störningar i ekosystemet.

För att aktivt rena främst bottenvattnet i Bornsjön från fosfor bör framgent någon av följande metoder väljas; luftning alternativt utpumpning av bottenvatten som aktivt renas innan det släpps till recipient eller tillbaka till Bornsjön. Metoder som binder föroreningar, som t.ex. fosfor, i sjön bör undvikas.

4. Förutsättningar och metoder för en framtida skötselplan av Bornsjöområdet

4.1. Grundläggande principer för skötsel av Bornsjön

Den grundläggande principen för skötsel och förvaltning av Bornsjöområdet bör utgå från en helhetssyn på verksamheten baserat på Bornsjöns roll som reservvattenmagasin. Alla delverksamheter skall anpassas till och utgå från de krav på vattenkvaliteten som behövs för att Bornsjön skall kunna utgöra ett reservvattenmagasin. Andra intressen som kan förekomma i området får stå tillbaka för vattenvårdskraven. Kraven formulerade i reglerna för naturskyddsområde och vattenskyddsområde skall naturligtvis beaktas.

4.2. Upprättande av ny skötselplan för Bornsjöområdet

En sammanhållen övergripande skötselplan för Bornsjöområdet där alla faktorer som påverkar Bornsjön inbegripits har inte funnits tidigare bl.a. på grund av att ansvaret för området varit splittrat. Stockholm Vattens tillsynsorganisation har handhaft skogsbruk, natur- och viltvård, fastighetsskötsel och allmän tillsyn av friluftsliv medan jordbruksarrendatorerna självständigt bedrivit jordbruket i området. En sammanhållen övergripande skötselplan för Bornsjöområdet bör framgent upprättas. Skötselplanen bör upprättas som ett MQ-dokument och revideras minst vart annat år. I skötselplanerna skall ingå bl.a. nedanstående grundprinciper.

4.3. Grundprinciper, skötselplan skogsbruk

Grundprinciperna skall minst inbegripa nedanstående punkter, särskilt gäller att samråd med vattenkvalitetsansvarig skall ske inför alla skogliga åtgärder.

Därutöver gäller

- kraven för FSC-märkning (FSC®-C007169) och skogsvårdslagen och naturvårdbestämmelserna uppfylls vid planering och utförande
- hänsyn tas till fornminnen, nyckelbiotoper och information i Salems Naturbank
- läckaget av näringsämnen minimeras
- kulturmiljöer bevaras, eventuellt förbättras vid behov
- möjligheter ges för en art- och individlik flora och fauna
- ingen skogsgödsling sker
- inga kalavverkningar sker och att skyddszoner lämnas mot stränderna
- kontroll med ekonomiska kartan, samråd med länsstyrelsens kulturmiljöenhet och Riksantikvarieämbetet för att bevarande av fornminnen sker
- samråd med Länsstyrelsens Naturvårdsenhet, Skogsstyrelsen och kommunekologerna vid Salem, Södertälje eller Botkyrka kommun sker
- entreprenörer som anlitas för skogsbruket uppfyller FSC-krav och lagstiftning. Traktdirektiv ges till entreprenören samt generell arbetsinstruktion
- rapportering från entreprenörer tas in
- Avverkningar och gallring >50 % på ytor större än ½ ha anmäls till Skogsstyrelsen
- Särskild hänsyn tas till vattenkvaliteten vid genomförande av skogsvårdsåtgärder

Skogsbruket är certifierat och granskas årligen av FSC.

4.4. Grundprinciper, jordbruk

Särskilt gäller att alla åtgärder inom jordbruket skall föregås av samråd med vattenkvalitetsansvarig för Bornsjön.

Grundprinciperna skall utgå från att arealförlusterna från jordbruket skall uppgå högst till 0,15 kg fosfor/ha. Därvid skall följande iakttas

- Gödsling skall om möjligt undvikas, om gödsling av något skäl anses absolut nödvändig skall en gödslingsplan upprättas som omfattar hela Bornsjöområdet
- Växtföljder skall väljas så att tillförseln av näringsämnen till Bornsjön minimeras
- Bekämpning av skadegörare/ogräs bör ske genom val av odlingsmetoder och växtföljder, kemiska bekämpningsmedel bör undvikas
- Jordbearbetningen bör ske så att läckaget av växtnäring till Bornsjön minimeras, särskilt bör öppna plöjen undvikas under vinterhalvåret
- Markerna skall ha väl fungerande dränering
- Valfungerande skyddszoner skall finnas vid alla sjöar och vattendrag.

4.5. Grundprinciper, skötselplan viltvård och friluftsliv

Viltvården skall, i likhet med all annan verksamhet i Bornsjöområdet, bedrivas med utgångspunkt från sjöns behov av skydd som reservvattenmagasin.

Viltvården skall bidra till att naturskyddsområdet innehåller för området typisk vilt i en omfattning som upplevs som tillfredsställande ur både biotop-, vattenvårds- och naturskyddssynpunkt. All den stund viltet hålls på en för regionen normal nivå är påverkan på vattenkvaliteten inte särskilt påtaglig.

Stockholm Vattens ansvar för att friluftsliv kan bedrivas i Bornsjöområdet skall bedrivas med utgångspunkt i bestämmelserna för naturskydds- och vattenskyddsområdet.

4.6. Alternativa förvaltningsmodeller

För att uppnå målen för förvaltningen av Bornsjön kan olika förvaltningsmodeller väljas. Begränsande faktorer i sammanhanget är dels de kortsiktiga omläggningar av verksamheten som kan orsakas av ändrad status i sjön dels att en optimal förvaltning av reservvattenmagasinet innebär begränsad lönsamhet för jord- och skogsbruk. Skogsbruket som idag är anpassat till skyddet av vattentäkten ger en förhållandevis blygsam avkastning relativt ett strikt kommersiellt skogsbruk. En anpassning av jordbruket i området till ett jordbruk, som inte bidrar till en försämring utan förbättrar sjöns vattenkvalitet, med stort inslag av ekologisk odling kan ge en minskning av skördarna relativt idag med upp till 40 %.

Det torde finnas fyra realistiska förslag till framtida förvaltning av Bornsjön.

- Förvaltningen fortsätter enligt nuvarande modell. Konsekvenserna av nuvarande modell framgår ovan. Koncentrationerna av kväve och fosfor i sjön är höga och har under senare år visat sig stiga. Under vissa omständigheter är syrehalten i vattnet så låg att problem kan uppstå vid utnyttjande av Bornsjön som reservvattenmagasin ett problem som kommer att kvarstå eller accentueras.
- Förvaltningen fortsätter enligt nuvarande modell men krav på jord- och skogsbruk sätts utifrån Bornsjöns behov. Lönsamheten för skogsbruket påverkas i mindre omfattning, lönsamheten försämras något. Förutsättningarna för jordbruksarrendatorerna påverkas i stor omfattning då valet av gröda brukningsmetoder inte längre är fritt. Utbytet av jordbruket kan minska med upp till 40 %. Förutsättningar finns för att förbättra vattenkvaliteten i Bornsjön.
- Stockholm Vatten tar över förvaltningen av hela området. Jordbruksarrendena avvecklas i takt med att arrendatorerna uppnår pensionsåldern. Förvaltningen av området går stegvis över till att i sin helhet gynna vattenkvaliteten i Bornsjön. Alla förutsättningar finns för att långsiktigt bevara Bornsjön som reservvattentäkt och på sikt uppnå status som reservvattenmagasin. Intäkterna från jord- och skogsbruk, uthyrning av bostadshus och ekonomibyggnader kommer att överstiga nuvarande intäkter från skogsbruk, jordbruksarrenden och husuthyrning.
- Ett alternativ är att hela skötseln av Bornsjöområdet läggs ut på entreprenad. En sådan lösning torde innebära att insyn påverkan och kontroll över verksamheten skulle minska vilket ökar risken för negativ påverkan på vattenkvaliteten i Bornsjön.

4.7. Förslag till förvaltningsmodell

Nuvarande förvaltningsmodell för Bornsjöområdet som i princip gällt sedan området förvärvades för ca 100 år sedan har visat sig fungera bra under perioder med extensivt jord- och skogsbruk och lågt tryck på området i övrigt. I takt med att exploateringar kommer allt närmare och stundtals i konflikt med vattenskyddsområdet samtidigt som skogs- och jordbruk effektiviseras med ökade krav på avkastningar per ha visar sig nuvarande förvaltning av området otillfredsställande. Detta visar sig bl.a. genom ökade halter av gödningsämnen i sjön samt förekomster av bekämpningsmedel i grundvattnet. För framtiden bör därför en förvaltningsmodell väljas där allt fokus sätts på bevarande och förbättrande av vattenkvaliteten i sjön, alla andra intressen får stå tillbaka för detta. Ett modernt lönsamt skogs- och jordbruk inte är förenligt med de arealförluster som krävs för att säkra Bornsjön som reservvattenmagasin. Att anpassa skogs- och jordbruket till de krav på arealförluster som är acceptabla innebär en radikal omläggning av främst jordbruket med minskad lönsamhet som följd. När kravet på styrning och kontroll över jordbruket blir så stor att kommersiellt jordbruk ej längre kan bedrivas är det tveksamt om jordbruket skall vara föremål för utarrendering. Den nuvarande förvaltningsmodellen är således inte längre lämplig.

Med utgångspunkt i att vi äger och förvaltar Bornsjöområdet enbart för att skydda Bornsjön från påverkan bör vi i realiteten också förvalta området i konsekvens med detta. Stockholm Vatten bör således välja den förvaltningsmodell som innebär att Stockholm Vatten AB svarar för förvaltningen av hela området inklusive skogs- och jordbruk. Arrendejordbruken avvecklas i takt med att arrendatorerna uppnår pensionsålder och jordbruket ställs om med huvudmål att skydda sjön och dess vatten. En utredning om de legala aspekterna, m.m. kring en avveckling av arrendejordbruken i Bornsjöområdet redovisas i bilaga 1.

5. Organisatorisk lösning

Ett flertal olika organisatoriska lösningar kan väljas för förvaltningen av Bornsjöområdet. Bornsjöns stora betydelse för regionens reservvattenförsörjning och Stockholm Vattens helhetsyn på verksamheten kräver att förvaltningen av området sker i mycket nära samarbete med Norsborgs vattenverk och den överordnade samordningen av Stockholm Vattens vattenförsörjning. Det finns därför inget skäl att ändra på nuvarande organisatoriska lösning för förvaltningen av Bornsjöområdet där förvaltningen utgör en del av avdelningen Vattenproduktion. Eventuella personalförstärkningar med anledning av ökat ansvar för jordbruksdriften får tas inom ramen för befintlig personalstyrka i Stockholm Vatten.

6. Ekonomi

En förändrad skötselplan har relativt marginell påverkan på Stockholm Vattens ekonomi. Utredningar gjorda av Hushållningssällskapet indikerar att eventuella förlorade arrendeintäkter och ökade kostnader för personal kompenseras mer än väl av ökade hyresintäkter för bostadshus och ekonomilokaler samt intäkter från försäljning av jordbruksprodukter. De ökade intäkterna kompenseras också för ev. minskade intäkter i skogsbruket.

Referenser

Engquist M, Eriksson M, Levenfors J 2009 Brukningsmetoder och grödovals påverkan på Bornsjön ur ett vattenvårdsperspektiv. Hushållningssällskapet

Josefsson M, m.fl. 2009 Jordbruk vid Bornsjön, Promemoria angående vissa arrenderättsliga förutsättningar för begränsning av föroreningar, Mannheimer Swartling Advokatbyrå.

Lanfors J 2007 Utredning angående Stockholm Vatten AB:s drift av Bornsjöegendomarna i egen regi. Hushållningssällskapet

Lindvall A, Ulén B 2005 Bortpumpning av sjöars bottenvatten för att minska internbelastningen av fosfor. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU.

Lännergren C 2008 Åtgärder för att minska internbelastningen i Bornsjön. Stockholm Vatten AB

Nyberg P 2005 Bornsjöns gårdar och torp. Stockholm Vatten AB.

Nyberg p 2007 Bornsjön, Natur- och vattenvård. Stockholm Vatten AB.

Ulén B, Aronsson H, Bergström L 2008 Åtgärds katalog för minskade fosfor och kväveförluster från jordbruk till vatten. Institutionen för Mark & Miljö, SLU