



Vattenkvalitet, plankton och vattenväxter i Vallentunasjön 2015

Utvärdering av effekter av biomanipulering samt underlag för fosforbudget



Vattenkvalitet, plankton och vattenväxter i Vallentunasjön 2015
Utvärdering av effekter av biomanipulering och underlag till fosforbudget

Författare: Anna Gustafsson, Mia Arvidsson, Emil Rydin & Ulf Lindqvist
2016-03-02, reviderad 2016-06-23
Rapport 2016:16
Naturvatten i Roslagen AB
Norra Malmavägen 33
761 73 Norrtälje
0176 – 22 90 65

SAMMANFATTNING	5
INLEDNING	6
METODER	7
Sjöprovtagning.....	7
Provtagning och näringstransporter i vattendrag	7
Vattenvegetation	8
RESULTAT & DISKUSSION	10
Vattenföring	10
Näringsämnen i tillflöden och utloppet.....	11
Näringsämnen och plankton i sjön.....	16
Vattenvegetation	26
Ekologisk status med historisk återblick	35
SAMMANFATTANDE SLUTSATSER	38
Vallentunasjöns miljötilstånd	38
Näringsbelastning via tillflöden - åtgärdsbehov.....	39
Effekter av genomförd biomanipulering	40
REKOMMENDATIONER FÖR FORTSATT ARBETE	41
REFERENSER	42

Bilaga 1. Provtagningsstationernas lägen – Vallentunasjön, Ormstaån, Karbyån och utloppet.

Bilaga 2. Lägen för tillkommande provtagningsstationer.

Bilaga 3. Näringsämneshalter i Vallentunasjöns större tillflöden Ormstaån och Karbyån samt utloppet Hagbyån.

Bilaga 4. Översikt över näringsämneshalter vid Ormstaån, Karbyån samt övriga provtagningsstationer i tillflöden och delgrenar 2015.

Bilaga 5a. Vattenflöden och näringsämnestransporter i Vallentunasjöns större tillflöden samt utloppet.

Bilaga 5b. Näringsämnestransporter i Vallentunasjöns fem största tillflöden samt utloppet 2015.

Bilaga 6. Resultat vattenkemiska-fysikaliska variabler Vallentunasjön

Bilaga 7. Växtplankton – taxa och biomassor.

Bilaga 8. Djurplankton – taxa och biomassor.

Bilaga 9. Vattenvegetation – inventering.

Sammanfattning

I syfte att följa effekterna av Vallentunasjöns restaurering genom så kallad biomanipulering har sjöns vattenkemi och planktonsammansättning undersökts med start 2007. Den aktuella biomanipuleringen innebär utfiske av så kallad vitfisk (mört, björkna, braxen m.fl. arter) med målsättningen att driva Vallentunasjön mot ett ekosystem som karakteriseras av klarare vatten, en större andel rovfisk och mer undervattensvegetation på de grunda bottnarna. Biomanipulering av Vallentunasjön inleddes 2010. Övervakning av sjöns miljö tillstånd utfördes liksom tidigare år av Naturvatten AB på uppdrag av Täby och Vallentuna kommuner.

År 2015 uppvisade Vallentunasjön fortsatt en mycket tydlig övergödning i form av höga näringshalter samt symptom på övergödning i form av dåliga siktdjup, stora växtplanktonmängder och tidvis höga andelar cyanobakterier. Precis som tidigare år ökade totalhalterna av fosfor och kväve kraftigt under sommaren. År 2015 registrerades den högsta totalfosforhalten (ca 100 µg/l) redan i juni.

Både vattenkvalitet och plankton uppvisar variationer för aktuell undersökningsperiod (2007-2015), men inte någon generell utveckling i vare sig positiv eller negativ riktning. Troligen är mellanårsvariationerna främst väderbetingade. Glädjande var att cyanobakterier 2015 förekom i mycket blygsamma mängder under juni-augusti samt i mycket liten procentuell andel (ca 5%) under juni-juli. Positivt är även att djurplankton åter förekom i högre mängder under sommaren efter de minskningar som sågs i biomassa 2013 och 2014. Karteringar med hjälp av ekolod bekräftar att undervattensvegetation förekommer mycket sparsamt i Vallentunasjön. Inventeringar genom snorkling indikerar att täckningsgrad och i vissa fall även djuputbredning minskat snarare än ökat i relation till tidigare undersökningar (2009, 2012).

Av ovanstående framgår att den biomanipulering som genomförts 2010-2015 ännu inte gett önskad effekt på vattenkvaliteten. Försök i inneslutningar samt i laboriemiljö tyder på att muddring kan vara en lämplig metod för att åtgärda Vallentunasjöns höga fosforhalter och övergödningsrelaterade problematik. Som underlag för fortsatt åtgärdsarbete, riktat mot både interna och externa fosforkällor, rekommenderas att en budget upprättas över sjöns fosforflöden. Av befintligt underlag framgår att Ormstaån är den största externa fosforkällan och står för en oproportionerligt stor andel av belastningen till Vallentunasjön. En utredning kring åtgärdsalternativ i detta delavrinningsområde syns därför särskilt angelägen.

Inledning

I syfte att följa effekterna av Vallentunasjöns restaurering genom så kallad biomanipulering har sjöns vattenkemi och planktonsammansättning undersökts med start i augusti 2007. Den aktuella biomanipuleringen innebär utfiske av så kallad vitfisk (mört, björkna, braxen m.fl. arter) med målsättningen att driva Vallentunasjön mot ett ekosystem som karakteriseras av klarare vatten, en större andel rovfisk och mer undervattensvegetation på de grunda bottenarna. Reducerade bestånd av mört och braxen minskar predationstrycket på större djurplankton. Tanken är att därigenom uppnå ett ökat betningstryck på växtplankton vilket i sin tur ger ett klarare vatten och andra positiva följd effekter. Troligen är mekanismerna bakom en lyckad biomanipulering mer komplicerade än så.

Biomanipulering genom utfiskning av vitfisk inleddes i Vallentunasjön 2010 med trålfiske under den isfria perioden. År 2012 och framåt fiskades det istället med bottengarn under en mer koncentrerad period från islossning till juni/juli. För ytterligare information om utfiske och fångster hänvisas till årsrapporter från fiskeverksamheten.

Föreliggande rapport redovisar och diskuterar resultat från 2015 års övervakningsprogram och jämför dem med resultat från tidigare år. Undersökningar och utvärdering utfördes liksom tidigare år av Naturvatten AB på uppdrag av Täby och Vallentuna kommuner.

Övervakningsprogram

Övervakningsprogrammet omfattar i sitt grundutförande vattenfysikalisk-kemiska förhållanden samt växt- och djurplanktonsamhällets säsongvariation i Vallentunasjön. Vidare övervakas import och export av näringsämnen via sjöns båda huvudsakliga tillflöden Ormstaån och Karbyån respektive utloppet Hagbyån.

Utöver detta utfördes 2015 även ett standardiserat provfiske samt inventering och kartering av vattenvegetation. Den utökade provtagning av sjöns inlopp som inleddes 2014 fortsatte i de tre tillflöden och sex respektive fem delgrenar av Ormstaån och Karbyån som visat sig vara de mest intressanta sett till näringshalter och belastning. Syftet med denna provtagning är att få underlag för att bedöma näringsbelastningen från en större del av de cirka 40 procent av Vallentunasjöns avrinningsområde som inte avvattnas av Ormstaån och Karbyån. Syftet är också att identifiera tillflöden och delavrinningsområden som utgör betydande källor till näringsbelastning. Tillsammans ger undersökningarna mycket bra information om sjöns näringsdynamik och förklaringsunderlag för bedömningar av orsaker till eventuella förändringar av sjöns miljötillstånd.

Undersökningarna utför också ett värdefullt underlag för att upprätta en fosforbudget. Provfisket redovisas i separat rapport (Lindqvist m. fl. 2016).

Metoder

Sjöprovtagning

För ett representativt vattenprov från sjön användes en integrerad, volymviktad, provtagning enligt Blomqvist (2001). Metoden omfattar fem provtagningsstationer, se bilaga 1, för en sjö av Vallentunasjöns storlek, och innebär att vattenmassan delas upp i enmetersskikt. De olika skiktens bidrag till blandprovet står i proportion till de olika skiktens andel av sjövolymen.

Sjöprovtagningen utfördes med Rambergör. Vattenanalyserna utfördes vid Erkenlaboratoriet, Uppsala universitet, som är ett SWEDAC-ackrediterat laboratorium. Proverna analyserades med avseende på suspenderat material (totalt och organisk andel), ammoniumkväve, nitrit- och nitratkväve, totalkväve, fosfatfosfor, totalfosfor, klorofyll *a*, växtplankton och djurplankton. I den djupaste delen av sjön, station ”VA2”, mättes temperatur, siktdjup, och syrgasprofiler.

Provtagning och näringstransporter i vattendrag

Näringsämneshalten i de två större tillflödena Ormstaån¹ (Inlopp 1) och Karbyån (Inlopp 2) samt i utloppet Hagbyån undersöktes månadsvis. Den utökade provtagningen omfattade ytterligare tre tillflöden samt sex respektive fem delgrenar av Ormstaån och Karbyån. De tre mindre inloppen är alla belägna på Vallentunasjöns västra sida och benämns Kragsta Norra, Lilla Säby Norra och Skålhamra Södra, se karta bilaga 2. Av kartan framgår även läge för stationer i delgrenarna. Provtagning av samtliga dessa tillkommande stationer utfördes vid fyra till sex tillfällen. Beräkning av transporter av näringsämnen baserades på uppmätta halter och uppgifter om veckovattenflöden från SMHIs PULS-modell (<http://vattenwebb.smhi.se>). Ormstaån och Karbyån samt övriga inlopp omfattas inte av SMHIs flödesberäkningar. För de båda huvudsinflödena

¹ Provtagning i Ormstaån sker sedan den 18 oktober 2011 uppströms värmeverket.

och de tre mindre tillflödena beräknades flödet baserat på data för ett närliggande vattendrag (totalt flöde för Hargsån, delavrinningsområde 660793-162259) och uppgifter om respektive delavrinningsområdes yta, se tabell 1. Avrinningsområdena för de tre tillkommande mindre tillflödena avgränsades från karta och bör betraktas som ungefärliga. Transporterade mängder beräknades genom att multiplicera flödet med motsvarande koncentration som i sin tur erhöles genom linjär interpolering av värden från de olika mättillfällena.

Tabell 1. Ytor (km²) för Vallentunasjöns totala tillrinningsområde samt delavrinningsområden för Ormstaån, Karbyån och de mindre tillflöden som här benämns Kragsta Norra, Lilla Säby Norra och Skålhamra Södra.

Totalt	Ormstaån	Karbyån	Kragsta N	Lilla Säby N	Skålhamra S
44,6	12,7	14,3	1,7	1,1	1,5

Vattenvegetation

Efter biomanipulering av Vallentunasjön förväntas ett skifte ske till minskad algbloomning, ökat siktdjup och därmed även ökad täckningsgrad av vattenväxter. Syftet med vattenväxtinventeringen var att undersöka åtgärdernas effekt på vegetationens täckningsgrad vid olika djupzoner och biotoper. Resultat från den aktuella inventeringen jämfördes med den inventering som utfördes 2009 (innan biomanipuleringen genomförts) samt 2012 (under pågående biomanipulering). Utöver detta utfördes kartering av vattenvegetationen med ekolod för att komplettera den manuella inventeringen och få en heltäckande bild av vegetationens utbredning och biovolym i sjön.

Undersökningarna syftar till att förbättra kunskapen om artförekomster, djuputbredning och biovolym samt ge underlag för bedömning av vegetationens värden och funktion för fisk, smådjur, skydd mot resuspension med mera. Uppgifterna utgör ett mycket värdefullt underlag för att påvisa framtida skillnader i vegetationssamhället och tendenser till skifte från den växtplanktondominerade karaktär som nu råder.

Inventering och kartering av vegetation utfördes den 14, 17-19 och 31 augusti, av Mia Arvidsson och Anna Gustafsson. Artbestämning utfördes i fält. Aktuellt vattenstånd mättes mot ett permanent objekt vid vattnet och djupet korrigerades för att motsvara de förhållanden som rådde vid föregående inventeringar år 2009 och 2012.

Täckningsgrad och djuputbredning

Vattenvegetationens täckningsgrad undersöktes i tre områden som valts ut för att representera olika biotoper i sjön. Dessa områden är de samma som vid tidigare inventeringar (2009, 2012). I varje område utfördes inventering längs en virtuell transekt. Vid inventeringen noterades

täckningsgrad av flytblads- respektive undervattensvegetation genom slumpvis utplacering av en 0,5x0,5 meter metallram (en ruta) vid varannan djupdecimeter. Vidare noterades arternas största förekomstdjup.

Antalet rutor som behövs för att detektera en förändring i täckningsgrad beror av hur stor den naturliga variationen är. Därför beräknades antalet rutor som krävs för att detektera en viss förändring i total täckningsgrad. Beräkningen utfördes i fält enligt Håkansson och Peters (1995) genom formeln $n=(1,96*cv/L)^2$.

Kartering av vegetation med ekolod

Karteringen av vattenvegetationen utfördes från båt med skrovmonterad akterspegelgivare (HDI) med 20 graders konvinkel och en Lowrance HDS-7 Gen3 med extern Point 1 GPS antenn. Höjden på vattenvegetationen avläses tillsammans med botten djup och -hårdhet från en akustisk signal (200 kHz) som sparas tillsammans med närmaste GPS-position. Vegetationens höjd, vattendjup och bottenhårdhet avlästes 20 gånger per sekund. Data sparas på minneskort och importeras sedan i det molnbaserade mjukvaruprogrammet ciBioBase (<https://www.cibiobase.com/>) där bland annat vegetationens utbredning och biovolym beräknas baserat på avstånd mellan GPS-punkterna från ekolodet och interpolering mellan mätpunkterna. För vardera koordinaten beräknas alla pingens vegetationshöjddata i programmet till genomsnittlig vegetationshöjd. De koordinater som har en genomsnittlig vegetationshöjd på mindre än 5 procent av vattendjupet betraktas som vegetationsfria för att minimera falska detektioner av till exempel detritus (växtdelar, ”skräp”) i mjukbottenområden.

Biovolymen beräknas genom att avståndet mellan signalen (ekot) från botten och toppen på vegetationen sparas som vegetationshöjd för varje ping. Det är dock mycket viktigt att vara medveten om att biovolymen anges som den andel av vattenpelaren som upptas av vattenvegetation men att denna volym inte kan direkt översättas till vegetationshöjd, eftersom detta är ett genomsnitt av samtliga ping inom en GPS-position.

Metoden tillåter inte kartering av områden grundare än cirka 0,7 meters vattendjup eller områden som täcks av övervatten- eller tät flytbladvegetation. Karteringen omfattade inte heller djupområden där vegetation saknas. Vid loggningen hölls en hastighet av cirka 5 kn och avståndet mellan körsträckorna var maximalt 25 meter. Resultaten av karteringen presenteras bland annat i form av karta och diagram, framställt via ciBiobase (<https://www.cibiobase.com/>). Kartorna har en upplösning på 5 meter med en interpolering av 25 meter.

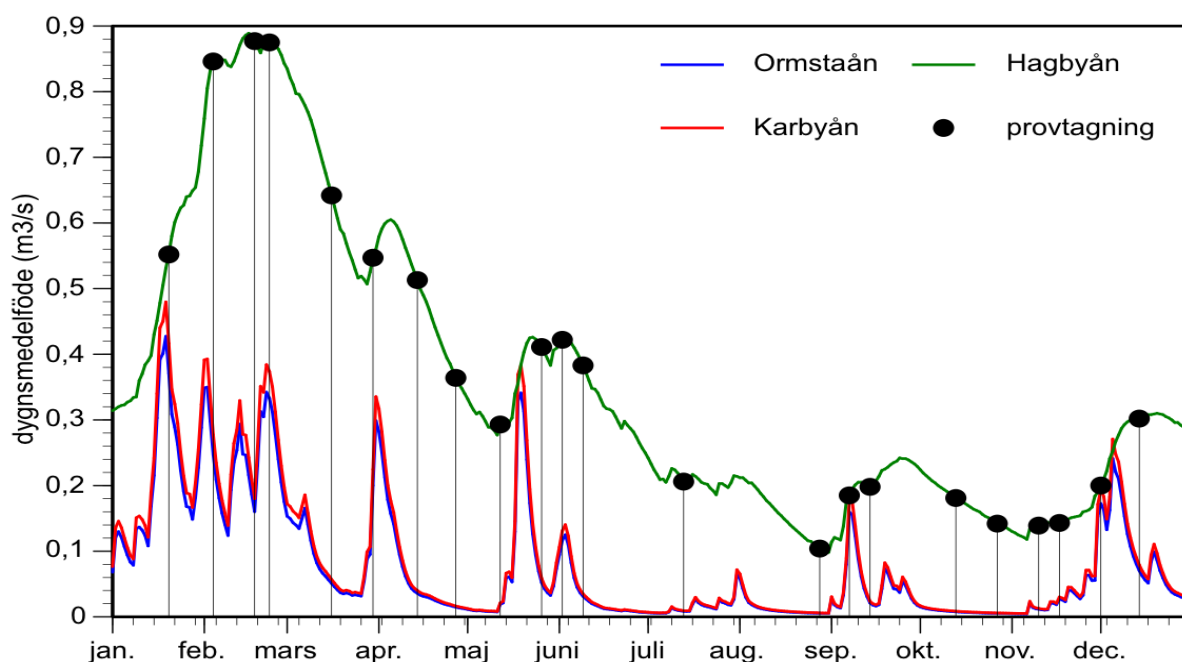
I samband med ekolodskarteringen noterades arter som syntes från båten. Under och efter kartering genomfördes också vegetationseftersök med

kratta, Lutherräfsa samt dropvideo. Utöver detta noterades arter som observerades från båten.

Resultat & Diskussion

Vattenföring

Vintern 2014-2015 var snöfattig och 2015 förelåg inte någon egentlig vårflod till följd av snöavsmältning, se figur 1. I Vallentunasjöns tillflöden Ormstaån och Karbyån var vattenföringen allra högst under mitten av januari med flera flödestoppar in i slutet av februari. Därefter avtog flödet mot slutet av mars. En ny flödestopp kom sedan i april. I utloppet Hagbyån inträffade årets högsta flöde i februari. Nederbörd och avrinning uppvisade ovanligt stora variationer under året med torrperioder i maj, juli och november och flödestoppar i mitten av maj, början av september samt december. I inloppen inföll den lägsta vattenföringen (ca 5 l/s) i början av juli, slutet av augusti och kring månadsskiftet oktober-november.



Figur 1. Vattenföring (m^3/s) i Vallentunasjöns tillflöden Ormstaån och Karbyån samt utflödet Hagbyån 2015. Provtagningsstillfällen visas med punkter och lodräta linjer.

Vattenföringen i Vallentunasjöns utlopp Hagbyån följde i stort dynamiken i inloppen men flödestopparna var till följd av sjöns magasineringseffekt

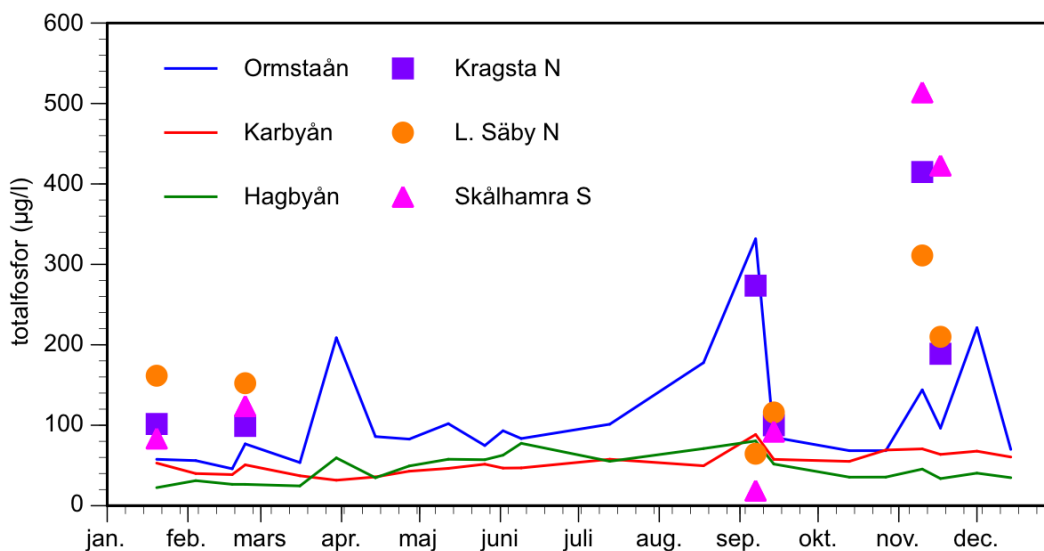
fördröjda och utjämnade. Sett till årsmedelvärden uppgick vattenföringen i Ormstaån och Karbyån till cirka 0,08 m³/s och i Hagbyån till cirka 0,38 m³/s.

Näringsämnen i tillflöden och utloppet

Fosfor- och kvävehalter

Totalfosforhalten var liksom tidigare år (2011-2014) i genomsnitt betydligt högre i Ormstaån än i Karbyån, se figur 2 och bilaga 3, och generellt högre än 2014. Medelvärden för 2015 visar mer än dubbelt så höga halter i Ormstaån (ca 110 µg/l) jämfört med Karbyån (cirka 50 µg/l). Variationen under mätperioden var stor i det norra tillflödet och måttlig i det södra. De högsta halterna (ca 330 µg/l i Ormstaån, ca 90 µg/l i Karbyån) uppmättes i början av september i samband med en flödestopp som inträffade efter en period av lågflöden. I Ormstaån förelåg vid detta tillfälle en större andel av fosfor än normalt i löst oorganisk form (fosfatfosfor). Det indikerar att de förhöjda halterna inte huvudsakligen förklaras av ökad grumlighet till följd av erosion, ytavrinning och/eller resuspension av sedimenterat material. Höga halter (> 100 µg/l) uppmättes i Ormstaån vid ytterligare sex tillfällen, både i samband med högflöden och extrema lågflöden. Lite drygt hälften av fosfor förelåg överlag i form av fosfatfosfor. Halterna av löst oorganisk fosfor, fosfatfosfor, i de båda inflödena uppmättes 2015 till i medeltal 55 µg/l i Ormstaån och 28 µg/l i Karbyån vilket är ungefär samma nivå som 2014. Halternas variation var stor i Ormstaån och måttlig i Karbyån.

Totalfosforhalter i de övriga tre tillflödena framgår av figur 2 samt bilaga 4. Som figuren illustrerar låg halterna i dessa mindre inlopp betydligt högre än både Ormstaån och Karbyån vid fyra av sex provtagningstillfällen. De allra högsta halterna (> 400 µg/l) uppmättes i november i Skålhamra och Kragsta. Fosforhalterna i övriga provtagningspunkter redovisas i bilaga 4. I Ormstaåns avrinningsområde uppmättes de högsta halterna i punkterna Ekeby och Molnby i september (> 400 µg/l) och i Karbyån i punkten Karby 5 (ca 250 µg/l), även där i september.



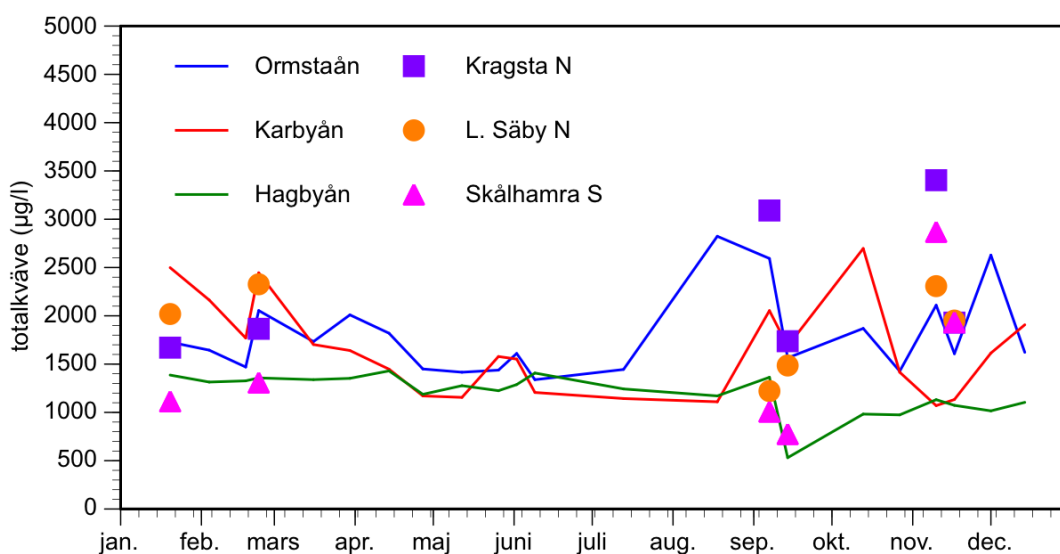
Figur 2. Totalfosforhalter ($\mu\text{g/l}$) i Vallentunasjöns tillflöden Ormstaån och Karbyån, de mindre inloppen Kragsta norra, Lilla Säby norra och Skålhamra södra samt utflödet Hagbyån 2015.

Totalfosforhalterna i utloppet Hagbyån avspeglar haltdynamiken i Vallentunasjön och kan förtjäna lite extra uppmärksamhet. Utloppshalten låg i snitt på $46 \mu\text{g/l}$ och uppvisade en mindre årsvariation än Ormstaån, en större än Karbyån. I början av året låg fosforkoncentrationen kring $30 \mu\text{g/l}$ med en lägsta halt ($20 \mu\text{g/l}$) i slutet av januari. Halterna ökade därefter till en högsta halt av cirka $80 \mu\text{g/l}$ i början av juni. Halten minskade därefter för att åter öka till samma nivå i september. Ett liknande mönster sågs även tidigare år, dock med en ett senare högsta värde och utan en tidig minskning. Till mitten av september hade fosforhalten minskat kraftigt till cirka $50 \mu\text{g/l}$ och minskade därefter ytterligare successivt för att i slutet av året ligga kring ovanligt låga $35\text{--}40 \mu\text{g/l}$. I jämförelse med 2014 var den högsta halten lägre och de höga halterna var mindre ihållande än tidigare år. Precis som tidigare år låg fosforhalterna i utloppet med få undantag under detektionsgränsen och var alltså mycket låga.

Totalkvävehalten i Ormstaån och Karbyån uppmättes till i medeltal $1800 \mu\text{g/l}$ respektive $1650 \mu\text{g/l}$. Halternas variation var förhållandevis låg i båda vattendragen, se figur 3. De högsta halterna ($> 2500 \mu\text{g/l}$) uppmättes i Ormstaån vid högflöden i augusti och december samt lågflöde i augusti, och i Karbyån vid lågflöde i oktober. I båda vattendragen var nitratkväve den dominerande lösta kväveformen och utgjorde knappt 40 respektive 55 procent av den totala kvävehalten. Ammoniumkväve stod i båda tillflödena för mindre än fem procent av totalhalten. Summeras detta framgår att kvävehalterna i Ormstaån liksom tidigare domineras av andra kväveformer än de lösta jonformerna.

I utloppet Hagbyån uppgick totalkvävehalten till i medeltal cirka $1200 \mu\text{g/l}$ vilket är något lägre än 2013 och 2014. Variationen över året var liten och visade ingen samvariation med nitrat- och ammoniumkväve som på

årsbasis stod för enbart cirka 20 procent av totalhalten. Dessa växttillgängliga kväveformer minskade drastiskt i slutet av april/början av maj. Halterna var sedan mycket låga i maj för att öka i början av juni och en kort period åter minska i september.



Figur 3. Totalkvävehalter (µg/l) i Vallentunasjöns tillflöden Ormstaån och Karbyån, de mindre inloppen Kragsta norra, Lilla Säby norra och Skålhamra södra samt utflödet Hagbyån 2015.

Totalkvävehalter i de övriga tre tillflödena framgår av figur 3 samt bilaga 4. Som figuren illustrerar låg halterna i dessa mindre inlopp på ungefär samma nivå som i de båda huvudinloppen, undantaget i november då halterna var högre, särskilt i Kragsta och Skålhamra. Kvävehalter i övriga provtagningspunkter redovisas i bilaga 4. I Ormstaåns avrinningsområde uppmättes de allra högsta halterna i punkten Ekeby i november (ca 5000 µg/l). I Karbyån var de högsta halterna betydligt lägre (ca 3000 µg/l) och uppmättes i flera punkter och vid flera tillfällen.

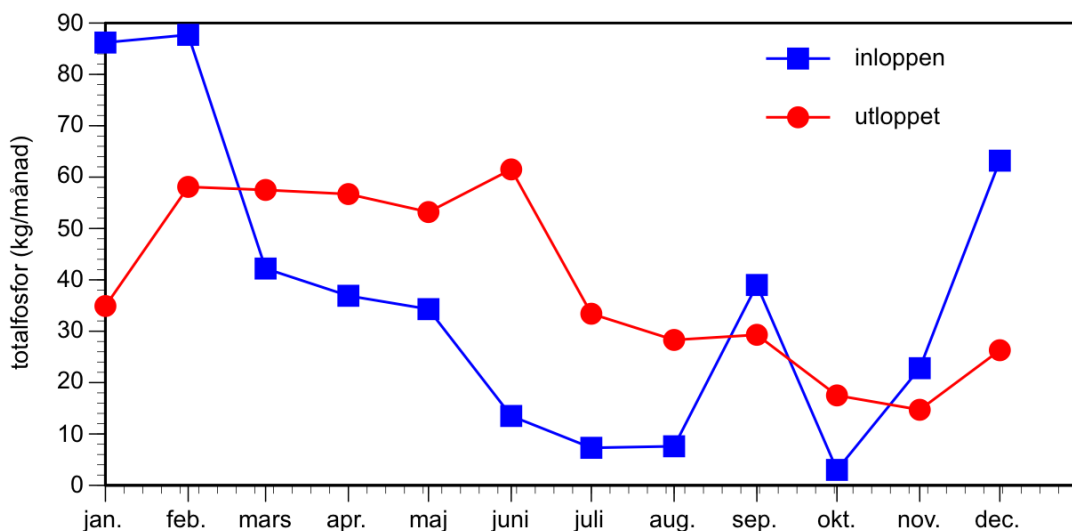
Fosfor- och kvävemängder

Transporten av fosfor och kväve till Vallentunasjön 2015 via Ormstaån och Karbyån visas tillsammans summabelastningen via de tre mindre tillflödena Kragsta norra, Lilla Säby norra och Skålhamra och med exporten via Hagbyån i tabell 2. Transporten av totalfosfor och – kväve visas även i figur 4 och 5 samt i bilaga 5. Observera att de mängder som redovisas visar importen för ett område som representerar cirka 70 procent av Vallentunasjöns tillrinningsområde. Det innebär att övrig kringliggande mark bidrar till ytterligare näringsbelastning.

Tabell 2. Import och export av näringsämnen (mängder i kg) till Vallentunasjön via de två största inloppen Ormstaån och Karbyån, de tre mindre tillflödena Kragsta norra, Lilla Säby norra samt Skålhamra södra ("Övriga inlopp") respektive utloppet Hagbyån 2015. Observera att ytterligare näringsimport sker från de delar av Vallentunasjöns tillrinningsområde som inte avvattas via de vattendrag som redovisas. Retentionen anger hur stora mängder av tillförd belastning som kvarhålls i Vallentunasjön samt vad det motsvarar i andel (%) av tillförd belastning. En negativ retention innebär en nettoexport av näring.

2015	Fosfatfosfor	Totalfosfor	Nitratkväve (kg)	Ammoniumkväve	Totalkväve
Ormstaån (Inlopp 1)	105	229	1861	128	4266
Karbyån (Inlopp 2)	68	133	3241	77	5164
Övriga inlopp	45	82	561	38	1147
Summa inlopp	218	444	5663	243	10576
Hagbyån (Utlopp)	12	471	1437	2731	14250
Retention (kg)	206	-27	4226	-2488	-3673
Retention (%)	95%	-6%	75%	-1023%	-35%

Av den totala fosfortillförseln på cirka 440 kilo stod Ormstaån för drygt hälften. Totalt sett importerades cirka 40 procent under årets januari och februari då flödet var relativt högt, se figur 4. Sett till enskilda månader var den sammanlagda fosforimporten stor även i december (ca 14 %). Att transporterarna var mycket låga under juni-augusti samt oktober är en följd av den låga vattenföring som rådde. I juni var flödet högre, men halterna var relativt låga. Exporten via utloppet uppgick till 470 kilo med drygt hälften av mängden i februari - juni. Det innebär en negativ retention av drygt fem procent. Data indikerar således att Vallentunasjön utgjorde en nettokälla för fosfor och exporterade näring till nedströms liggande vattensystem. En grov uppskattning av den totala fosfortillförseln under antagandet att belastningen var av samma storlek även i de delar av sjöns tillrinningsområde som inte avvattas via Ormstaån och Karbyån och de tre mindre tillflödena tyder tvärtom på att Vallentunasjön totalt sett utgjorde en fälla för totalfosfor under 2015. Detsamma gäller även föregående år under undersökningsperioden. År 2011 och 2013 var enbart de mängder som importerades via de båda inloppen betydligt större än exporten via utloppet vilket innebär att sjön då fungerade som en mycket effektiv fälla för fosfor. Liksom tidigare förbrukades huvuddelen av den växttillgängliga fosfatfosfor i sjön, och exporten uppgick till knappt 5 procent av den mängd som tillfördes via vattendragen.

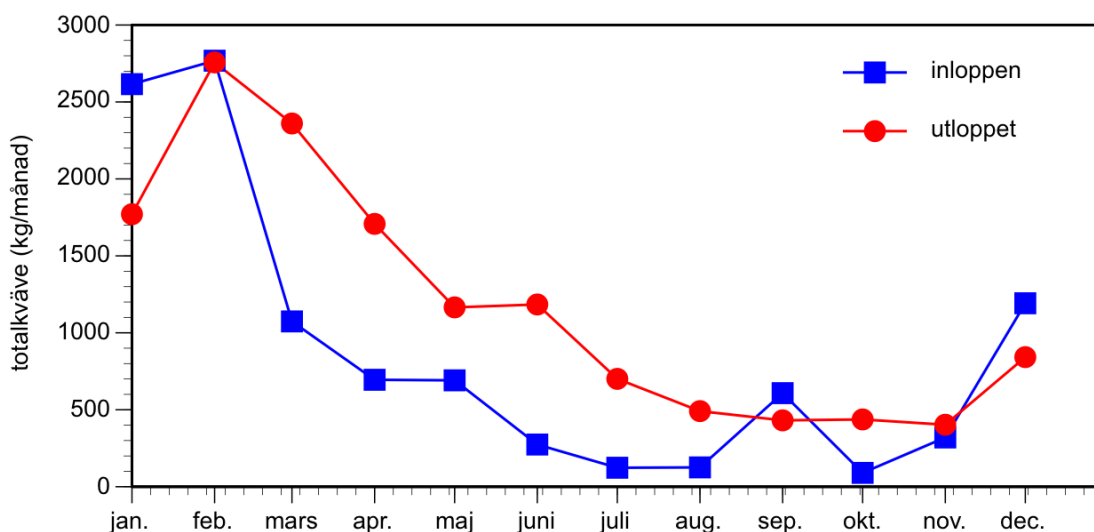


Figur 4. Transporterade totalfosformängder (kg/månad) i Vallentunasjöns inlopp visat som summan av de båda huvudinloppen Ormstaån och Karbyån och de mindre inloppen Kragsta norra, Lilla Säby norra samt Skålhamra södra visas tillsammans med transporter i utloppet Hagbyån 2015.

Den totala kväveimporten via de båda undersökta tillflödena uppgick till cirka 10,6 ton varav nära hälften tillfördes via Karbyån. Precis som för fosfor importerades huvuddelen av kvävet under årets två första månader, se figur 5. Exporten via utloppet uppgick till drygt 14 ton med huvuddelen fördelad till januari – april. Sammantaget tyder data på att Vallentunasjön utgjorde en källa till kväve motsvarande 3,7 ton i vattensystemet. Precis som för totalfosfor tyder dock en uppskattning av den totala kvävetillförseln från hela sjöns tillrinningsområde på att Vallentunasjön totalt sett utgjorde en fälla för totalkväve under 2015. Att så skulle vara fallet är dock mindre tydligt än för fosfor och därmed osäkert. Detsamma gäller även föregående år under undersökningsperioden. År 2011 var enbart de mängder som importerades via de båda inloppen betydligt större än exporten via utloppet vilket innebär att sjön då fungerade som en mycket effektiv fälla för totalkväve.

Importen av nitratkväve 2015 var 5,7 ton vilket är mindre än 2014 men generellt på samma nivå som tidigare. Ammoniumkväve tillfördes i blygsamma 240 kilo, vilket är mer än 2014 men betydligt mindre än tidigare, i synnerhet i jämförelse med 2011 då hela 1,25 ton tillfördes. Att ammoniummängderna legat på en låg nivå de senaste två åren kan bero på minskad extern tillförsel. En tänkbar förklaring kan också vara att ammoniumkvävet i högre utsträckning än tidigare oxiderats till nitratkväve på sin väg mot Vallentunasjön. Av nitratmängderna stod Karbyån för huvuddelen (ca 60 %) medan Ormstaån utgjorde den huvudsakliga källan till ammoniumkväve. Via utloppet lämnade cirka 1,4 ton nitratkväve och 2,7 ton ammoniumkväve sjön. De största mängderna transporterades januari-februari samt för ammoniumkväve även i december. Uttransporten av dessa lösta kväveformer var låg under sommaren, men betydligt högre än tidigare år. De högre halterna och

transporterna av växttillgängligt kväve under sommaren indikerar att fosfat var begränsande näringsämne 2015, åtminstone under början av sommaren. Sammantaget fungerade Vallentunasjön liksom tidigare under undersökningsperioden som en fälla för nitrat men en mycket tydlig källa till ammoniumkväve.



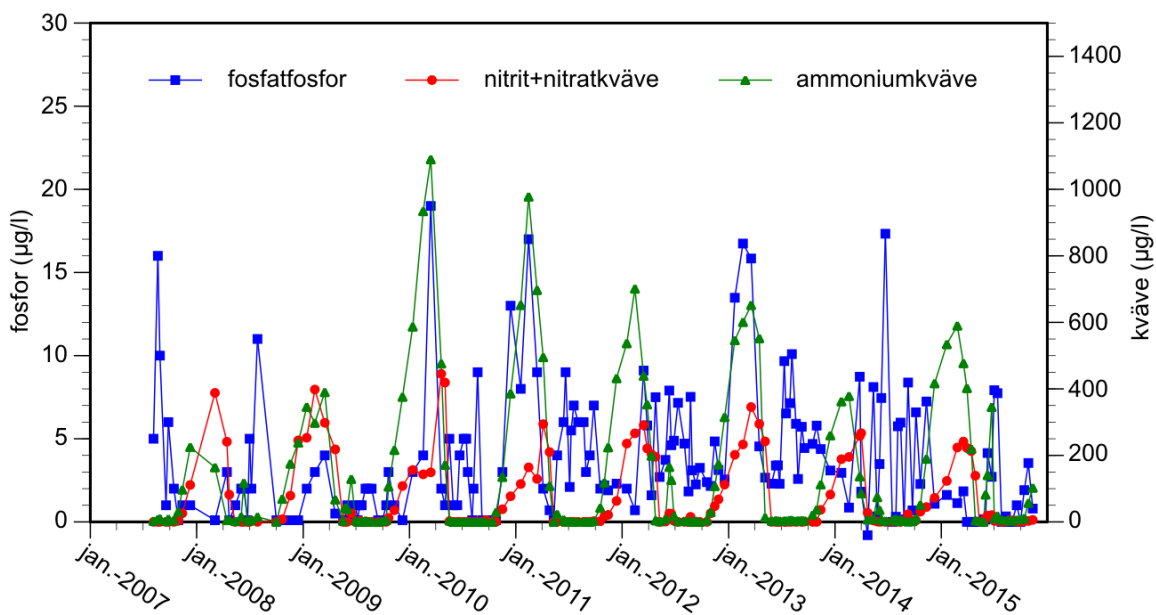
Figur 5. Transporterade totalkvävemängder (kg/månad) i Vallentunasjöns inlopp visat som summan av de båda huvudinloppen Ormstaån och Karbyån och de mindre inloppen Kragsta norra, Lilla Säby norra samt Skälhamra södra visas tillsammans med transporter i utloppet Hagbyån 2015.

Näringsämnena och plankton i sjön

Lösta näringsämnena

Lösta näringsämnena (fosfat, ammonium och nitrat) i vattenmassan ger viktiga indikationer om vilket näringsämne som begränsar primärproduktionen det vill säga tillväxten av fotosyntetiserande organismer som växtplankton, cyanobakterier och även vattenväxter. Mycket låga halter av något av dessa lösta näringsämnena under en period visar att upptaget motsvarar tillförseln, och att ämnet sannolikt begränsar primärproduktionen. Tillförsel av lösta näringsämnena sker via de båda tillflödena, via flera mindre inlopp, via diffus avrinning från kringliggande marker och delvis också via nederbörd på sjöytan. I Vallentunasjön tillförs dock lösta näringsämnena förmodligen huvudsakligen genom den kontinuerliga omsättningen av organiskt material, framförallt växtplankton. Samma näringsämnena kan komma att användas till växtplanktonproduktion flera gånger under en säsong. Organismer som cyanobakterier kan också använda luftkväve för sin produktion och på så vis addera till Vallentunasjöns kväveupplag.

Fosfatfosforhalten var 2015 mycket låg i princip hela året och uppmättes i något högre halter endast i juli, se figur 6 och bilaga 6. Det visar att primärproduktion vanligen var tydligt fosforbegränsad. Liksom 2014 rådde en kraftig algblooming redan i januari och höga klorofyllhalter vidmakthölls hela året trots att mätdata indikerar att fosforförrådet tidigt var uttömt. Att fosfor endast undantagsvis förekom i mätbara halter förklaras av det snabba upptaget av växtplankton. Även lösta kvävehalter nära noll förekom, främst i maj. I början av juni ökade de lösta kvävehalterna, framförallt ammoniumkväve, kraftigt och låg i slutet av månaden kring drygt 350 µg/l. Att så var fallet förklaras förmodligen med att näringsrikt bottenvatten blandats upp i ytvattnet. I en sådan situation är fosfor helt begränsade för planktonproduktionen. Till början av juli hade halterna minskat mycket kraftigt och var mycket låga under slutet av juli till slutet av september. Under dessa förhållanden, med både låga fosfat- och lösta kvävehalter, var primärproduktionen med största sannolikhet sambegränsad på så vis att fosfor och kväve alternerade som begränsande näringsämne. Även tidigare (2007-2010) har Vallentunasjöns primärproduktion varit sambegränsad sommartid. Detta fenomen diskuterades i Rydin m fl. (2010). Under 2011-2013 låg ammonium- och nitratkväve under detektionsgränsen sommartid medan fosfat funnits i mätbara om än mycket låga halter. Detta indikerar en situation där kväve var primärt begränsande för växtplanktonproduktionen. År 2015 tycks primärproduktionen liksom 2014 åter vara sambegränsad under sommaren, medan fosforbegränsning rådde under juni.



Figur 6. Lösta näringsämnen i Vallentunasjöns vattenmassa 2007-2015.

De tendenser till ackumulering av fosfat under vintern som registrerats för vissa tidigare år (2010, 2011, 2013) sågs inte 2015. Så var fallet även föregående år (2014). Att fosfat inte fanns tillgängligt vid denna årstid beror på att en intensiv växtplanktonproduktion fortgick även under

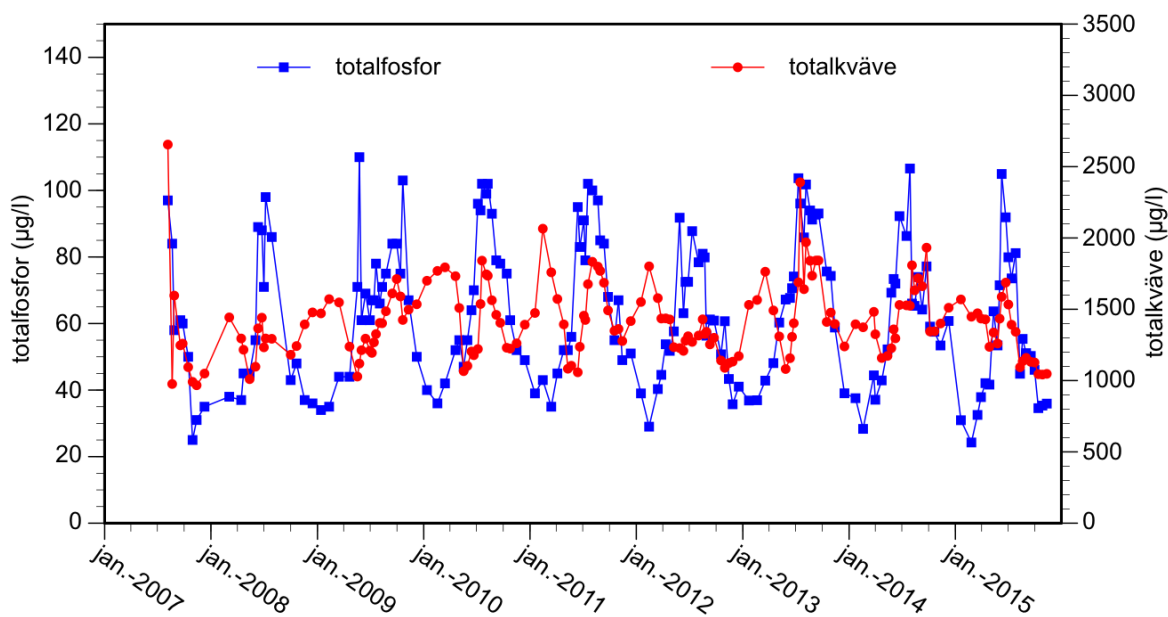
vintern. En viss ökning av halterna av löst kväve sågs dock i början av året då tillförseln var högre och än växtplanktonupptaget. Från slutet av september 2014 till slutet av februari 2015 ökade ammoniumkvävehalten från nära noll till nästan 600 µg/l. Haltökningen förklaras huvudsakligen av att ammonium frisätts vid nedbrytningsprocesser i sjöns botten. Koncentrationsökningen motsvarar cirka 8,7 ton ammoniumkväve i sjöns vattenmassa vilket är betydligt mer än 2013 (5,6 ton) och jämförbart med de mängder som frisattes 2010-2013 (ca 10 ton). Skillnaden i extern tillförsel via de båda huvudinflödena var obetydlig för vinterperioderna 2014 och 2015 (ca 85 kg jämfört med 121 kg) och förklarar inte den mindre haltuppbyggnad som sågs 2014. Anledningen till att ammoniumkväve ackumuleras i vattenmassan under vinterperioden är främst utläckage från bottenarna.

Totalkväve och totalfosfor

Halten av totalkväve och – fosfor visas för perioden 2007-2015 i figur 7. I likhet med tidigare år sågs en uppbyggnad av totalkvävehalten från senhöst (2014) till senvinter (2015). Förklaringen till detta ligger framförallt i de haltökningar som nu sågs av ammoniumkväve (se kapitlet ovan). Föregående år (2014) uteblev detta fenomen, eftersom ammoniumkvävehalten inte uppvisade samma ökning. I slutet av april minskade totalkvävehalten vilket av allt att döma förklaras av att det kväve som tagits upp genom fotosyntes under våren har sedimenterat ut i form av växtplankton. Därefter ökade halten ånyo och årets högsta totalkvävehalt (1700 µg/l) registrerades redan i slutet av juni. Denna högsta halt var betydligt lägre än 2011, 2013 och 2014 men högre än 2010 och 2012. I augusti minskade halten mycket kraftigt, möjligen till följd av utsedimenterande växtplankton, för att resten av året ligga relativt stabilt (kring 1000-1150 µg/l) vilket är betydligt lägre än 2014.

Precis som tidigare undersökningsår, även 2012 som i flera andra avseenden avvek från de generella mönstren, sågs en kraftfull ökning av fosforhalterna från våren till sommaren. År 2015 ökade halten successivt från slutet av februari för att nå ett maximalt värde (105 µg/l) i början av juni. Halten var nästan lika hög som 2014 (107 µg/l) och överskreds den aktuella undersökningsperioden enbart 2009. En skillnad mot huvuddelen av undersökningsåren är att koncentrationstoppen nu kom tidigt under sommaren, i början av juni. En liknande utveckling sågs dock även 2009 och 2012 då totalfosforhalten var allra högst i slutet av maj. Halten låg kvar på en hög nivå ända till början av augusti då den, i likhet med totalkvävehalten, minskade mycket kraftigt, till 45 µg/l. Fosforhalterna var sedan fortsatt relativt låga (35-50 µg/l) året ut. Cyanobakterier har tidigare visats ha en viktig roll i tillförseln av fosfor från Vallentunasjöns sediment till dess vattenmassa (Brunberg 1993). De utläckageförsök som genomfördes under våren 2015 visar att fosfor initialt frisätts som fosfatfosfor från sedimenten, och att de stegrande fosforhalterna alltså inte

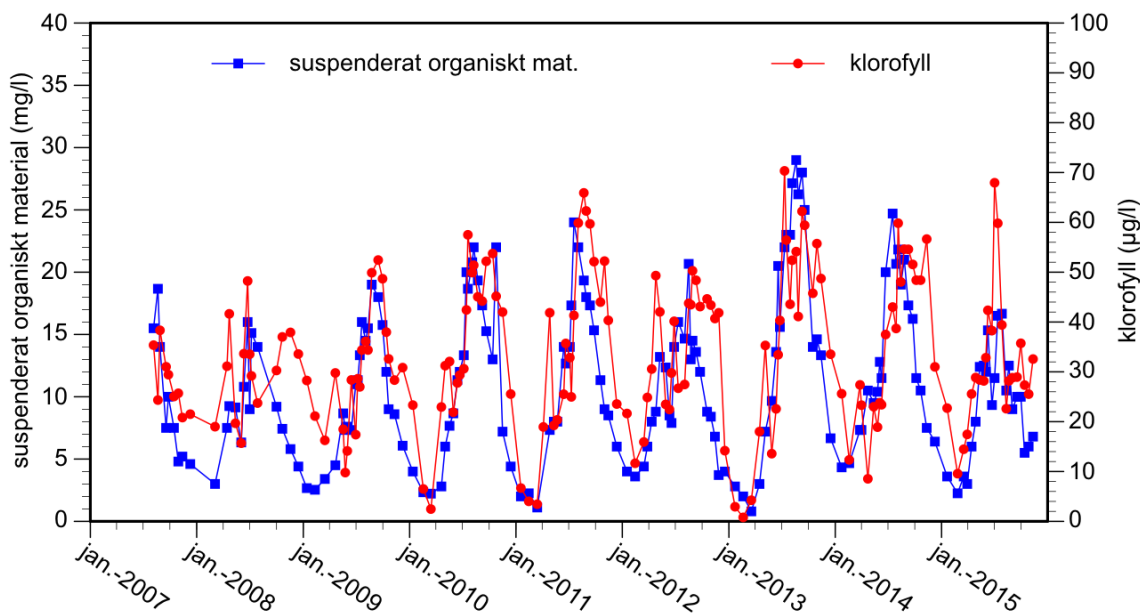
kopplas direkt till cyanobakterier som lämnar bottensedimenten (Gustafsson m.fl. 2015).



Figur 7. Totalhalter (µg/l) av fosfor och kväve i Vallentunasjön 2007-2015.

Klorofyll, organiskt material och siktdjup

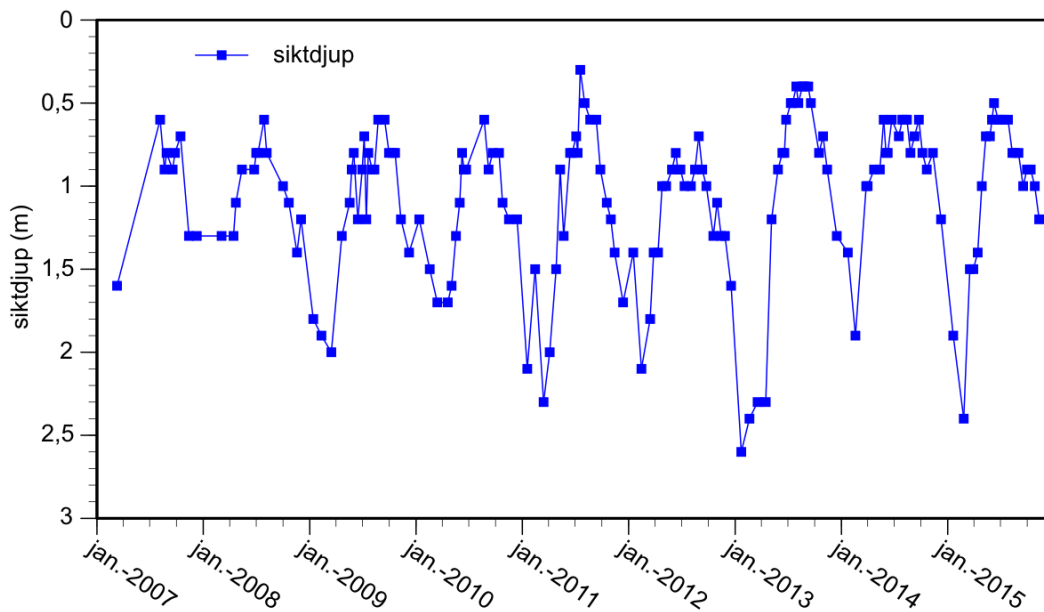
Halten av klorofyll *a* ger ett indirekt mått på växtplanktonmängden och visas tillsammans med mängden suspenderat organiskt material i figur 8. Precis som 2012 och 2014 noterades inga halter lägre än 5 µg/l och växtplanktonproduktionen gick på högvarv hela året. Faktum är att den lägsta klorofyllhalt som registrerades var så hög som 10 µg/l. Denna tillfälliga avmattning sågs i slutet av februari till mitten av mars då fosfatförrådet helt hade förbrukats. Från mitten av april till början av juni låg halten kring 25-30 µg/l och ökade därefter successivt till en högsta halt (68 µg/l) i början av juli. Detta är högre än 2014 och obetydligt lägre än den rekordhöga halt (70 µg/l) som uppmättes 2013. Därefter minskade klorofyllhalten kraftigt i slutet av juli (ca 40 µg/l) och ytterligare till mitten av augusti (ca 20 µg/l). Resterande del av året låg halten kring 30 µg/l.



Figur 8. Klorofyll a ($\mu\text{g/l}$) i Vallentunasjön 2007-2014. För suspenderat organiskt material (mg/l) finns data för 2010-2015.

Suspenderat material ger ett totalt mått på mängden partikulärt material i vattnet och samvarierar ofta med klorofyllhalten, särskilt i näringsrika sjöar, så även i Vallentunasjön, se figur 8. År 2015 var sambandet inledningsvis tydligt. Halten suspenderat organiskt material ökade dock inte alls i samma utsträckning som de högsta klorofyllhalterna under sommaren. Därmed blev de högsta partikelförekomsterna de lägsta som noterats sedan 2008. Att så var fallet kan möjligen förklaras av att cyanobakterier 2015 utgjorde en betydligt mindre andel av biomassan än tidigare under sommaren, och att grönalger istället var tongivande i planktonalgsamhället (se nedan, avsnittet *Växtplankton*).

Klorofyllhalterna och partikelmängderna avspeglar sig i Vallentunasjöns siktdjup, se figur 9, som liksom tidigare år stod i omvänd proportion till dessa variabler. År 2015 bjöd på ytterligheter sett till ljusförhållanden. Det största siktdjupet, hela 2,4 m, registrerades i slutet av februari. Bättre ljusförhållanden har registrerats bara 2013. I mitten av mars hade siktdjupet minskat kraftigt och från mitten av maj till början av september låg det relativt stabilt i intervallet 0,5-0,8 meter. Det minsta siktdjupet (0,6 m) var sämre bara 2011 och 2013.



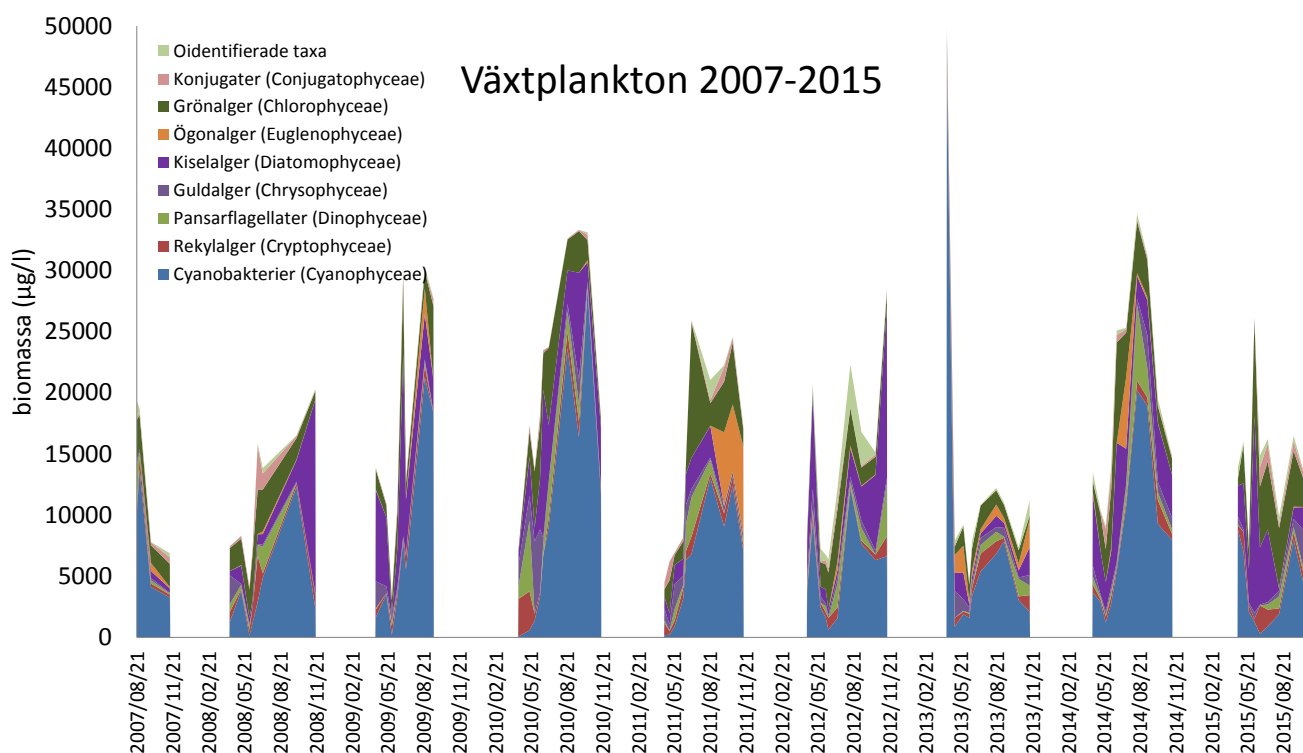
Figur 9. Siktdjup i Vallentunasjön 2007-2015.

Växtplankton

År 2015 förekom växtplankton, mätt som biomassa, i för Vallentunasjön relativt måttliga mängder, se figur 10 och bilaga 7. Mängderna var betydligt mindre än 2014 och 2010 men högre än 2013. Intressant är att cyanobakterierna som normalt sett varit en karakteristisk grupp och dominerat under sommaren, nu förekom i väsentligt mindre mängd och obetydliga andelar under juni och juli. En tänkbar förklaring till detta är att fosfor var tydligt begränsande för primärproduktionen under juni vilket inte gav kvävefixerande cyanobakterier någon konkurrensfördel gentemot andra växtplankton.

Växtplanktonsamhällets vårtopp dominerades av cyanobakterier, och även kiselalger utgjorde en stor andel av den totala biomassen. Till slutet av maj hade biomassen minskat till mindre än hälften och kiselalger var vanligaste grupp följt av cyanobakterier och grönalger. I början av juni registrerades årets högsta biomassa (26 mg/l) i form av en distinkt topp dominerad av kiselalger med grönalger som näst vanligaste grupp. Därefter minskade mängderna kraftigt. Från detta provtagningsstillfälle och fram till och med mitten av juli utgjorde cyanobakterier en obetydlig del av biomassen (2-5%). Tongivande i planktonsamhället var istället kiselalger och grönalger. I början av augusti minskade mängderna ytterligare och grönalger dominerade. Cyanobakterier fanns nu åter i högre andel (ca 20%). I augusti och oktober var biomassen åter högre och cyanobakterier var den vanligaste gruppen, men utan att helt dominera. Dessa månader var även grönalger respektive grönalger och guldalger vanligt förekommande. Årets sista planktonprov togs i november.

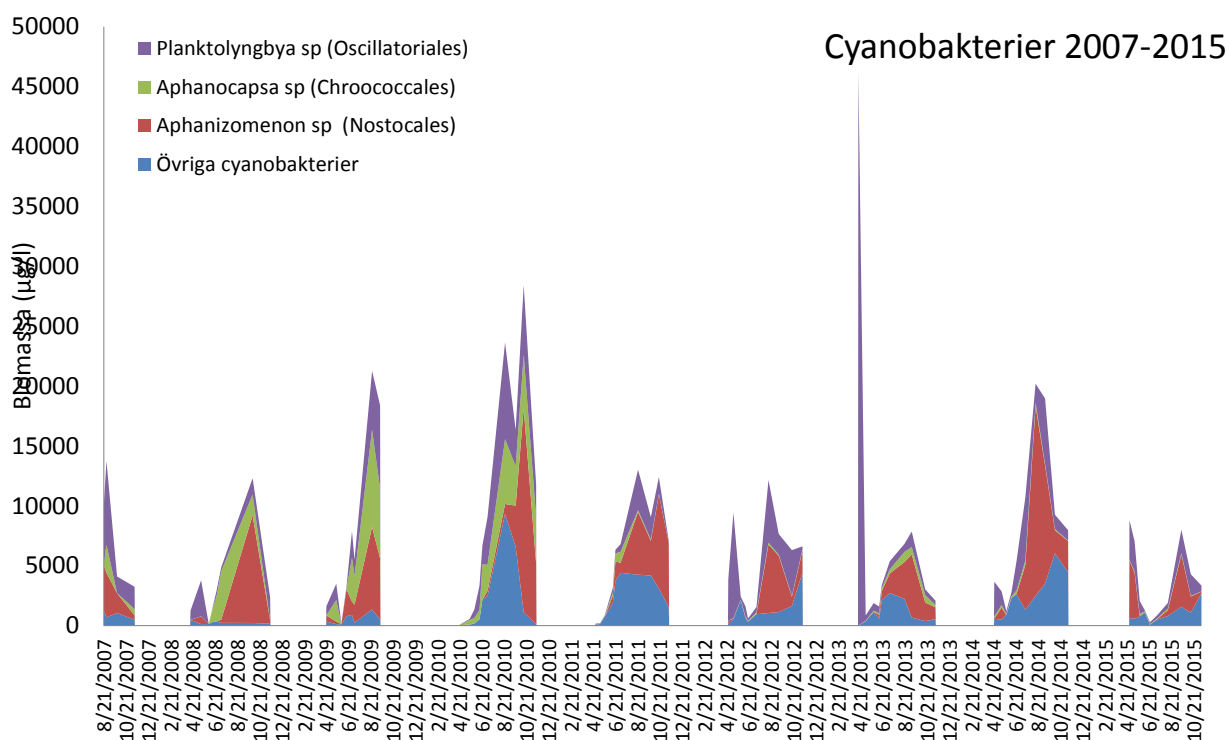
Totalmängden var ungefär densamma som månaderna dessförinnan och kiselalger var vanligast, följt av cyanobakterier och grönalger.



Figur 10. Växtplanktonbiomassa (µg/l) i Vallentunasjön 2007-2015.

Cyanobakterier uppmättes 2015 i generellt betydligt lägre biomassa än tidigare, se figur 11. Den högsta andel som dessa organismer representerade sett till totalbiomassan (63%) var lägre än hela undersökningsperioden undantaget 2012 och 2014. Den smaltrådiga *Planktolyngbya* sp. som normalt har dominerat vårtoppen förekom i april och maj 2015 tillsammans med *Aphanizomenon* sp. som nu var vanligast förekommande släkte. Till slutet av maj hade detta potentiellt toxinbildande och kvävefixerande släkte gått tillbaka mycket kraftigt till förmån för *Planktolyngbya* sp. I juni och juli förekom cyanobakterier i ovanligt låga mängder. Årets lägsta cyanobakteriebiomassa (0,3 mg/l, slutet av juni) underskreds enbart 2009. I början av juni dominerade släktet *Microcystis* i likhet med vad som iakttagits flera tidigare år, och i slutet av månaden tog *Planktolyngbya* över som karakteriserande cyanobakterie. Detta icke-kvävefixerande släkte var tongivande även i juli då andelen och biomassan av cyanobakterier alltså var fortsatt mycket låg. Först i augusti uppträdde cyanobakterier åter i högre andel (20%). I jämförelse med föregående år (2014) var både andel och biomassa fortsatt mycket låg. *Microcystis* spp, *Aphanizomenon* sp. och *Planktolyngbya* sp. stod för ungefär lika stor del vardera av biomassan. I september var den totala biomassan åter högre och cyanobakterier utgjorde nära hälften av mängden. *Aphanizomenon* sp. var i dominans och även *Planktolyngbya* sp. var vanligt förekommande. Vid denna tidpunkt var samhället relativt

mångformigt. I oktober och november stod cyanobakterier för cirka 30 procent av biomassan. Den förstnämnda månaden registrerades *Planktolyngbya* i något högre mängd än *Aphanizomenon*, och vid årets sista provtagning dominerade alger ur den trådformiga gruppen Oscillatoriales som båda dessa släkter tillhör. *Planktothrix* sp. som 2014 dominerade i slutet av året förekom 2015 i blygsamma mängder. Det samma gäller släktet *Aphanocapsa* som 2007-2010 samt 2013 bidrog tydligt till biomassan.



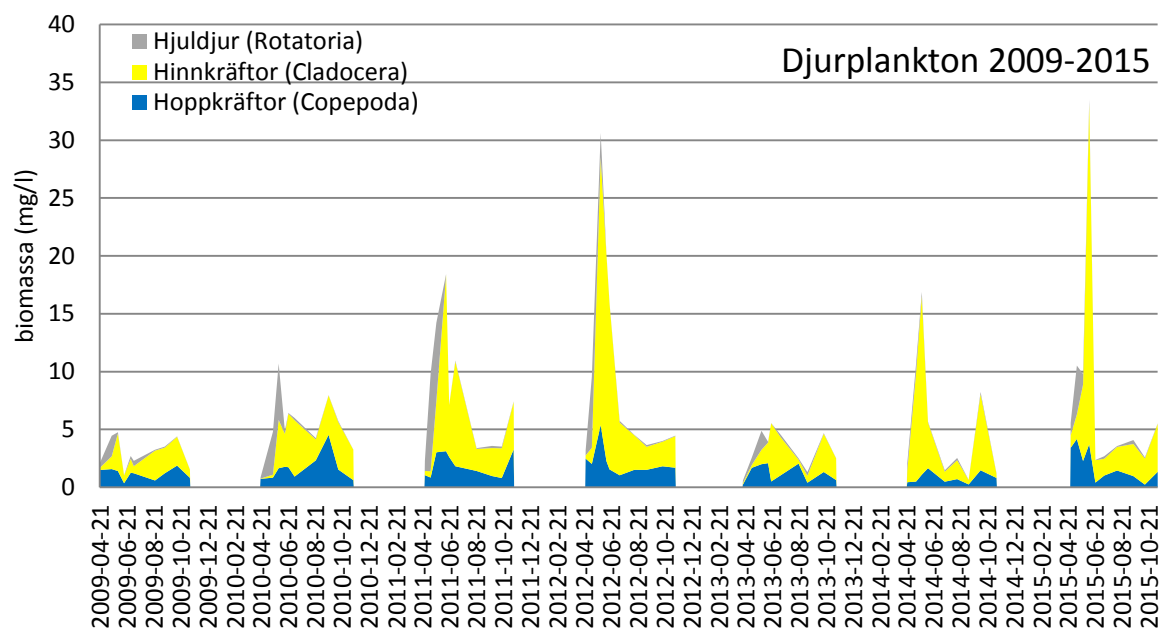
Figur 11. Cyanobakteriebiomassa (µg/l) i Vallentunasjön 2007-2015.

Sammanfattningsvis var årets totala växtplanktonbiomassor relativt måttliga och betydligt mindre än 2010 och 2014, men högre än 2013. Sommarens högsta planktonmängd var relativt hög (ca 25 mg/l) men dominerades av kiselalger och inte som tidigare av cyanobakterier. Glädjande var att cyanobakterier förekom i för Vallentunasjön mycket blygsamma mängder under juni-augusti, maximalt cirka 2 mg/l att jämföra med 20 mg/l föregående år (2014). Den högsta cyanobakterieandelen uppgick till drygt 60 procent (våren) vilket för Vallentunasjön är att betrakta som lågt. Den potentiellt toxinbildande och kvävefixerande *Aphanizomenon* sp. som normalt varit tongivande från augusti och framåt dominerade nu först i september och hade gått tillbaka starkt redan till oktober.

Djurplankton

Djurplanktonsamhället uppvisade inga drastiska förändringar åt vare sig det negativa eller positiva hållet, se figur 12 och bilaga 8. Glädjande är att mängderna under sommaren åter låg på ungefär samma nivå som innan 2014 då sommarens population tycktes förminskad.

Vid den första provtagningen, i slutet av april, var biomassan relativt hög och hoppkräftor ur den mestadels rovlevande gruppen (Cyclopoida) dominerade. Att så var fallet samt att hjuldjur inte förekom med större andel kan bero på att de denna typiska vårgrupp möjligen förekommit i högre mängderna tidigare att de därefter konsumerats av hoppkräftor. Till nästa provtagningstillfälle, i mitten av maj, var biomassan nära den dubbla och både hjuldjur och hoppkräftor hade kraftigt ökat sin biomassa. Återstående del av säsongen förekom hjuldjuren med en andel lägre än tio procent och planktonsamhället dominerades liksom tidigare år av hinnkräftor.

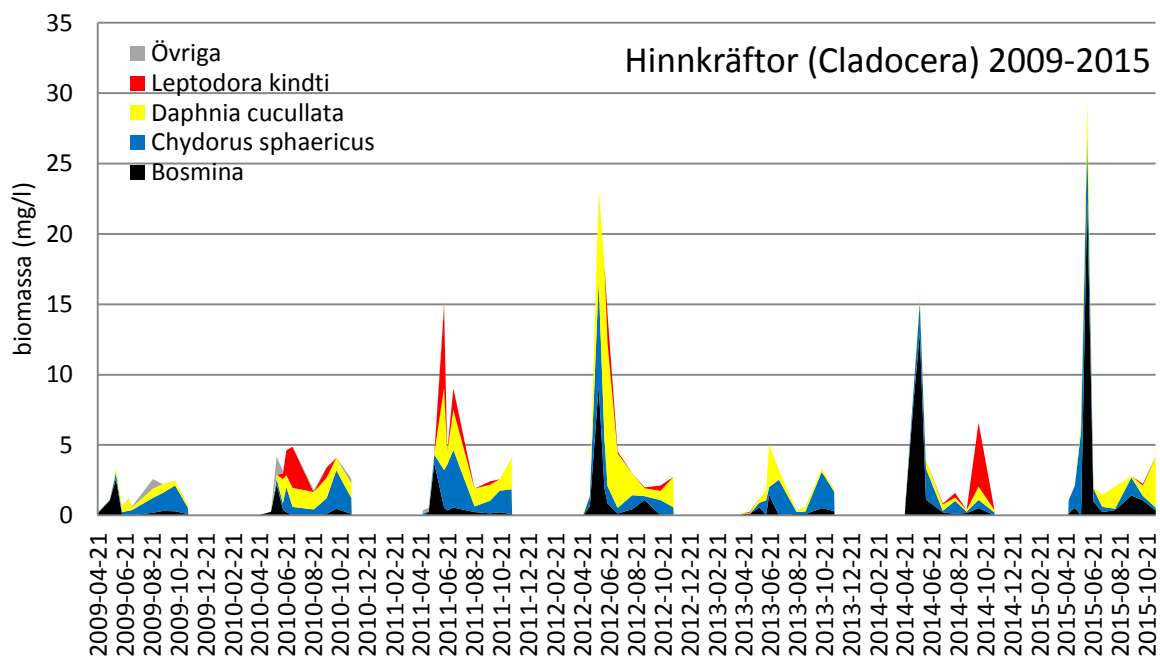


Figur 12. Djurplankton (biomassa, mg/l) i Vallentunasjön 2009-2015.

Säsongens högsta biomassa registrerades början av juni då hinnkräftor liksom föregående år stod för drygt 90 procent av den totala biomassan. Planktonmängderna var vid detta tillfälle de högsta som registrerats sedan undersökningarna inleddes 2009. I slutet av månaden hade de totala mängderna minskat mycket kraftigt till årets lägsta nivå. I mitten av juli låg mängderna på ungefär samma nivå som övriga år, undantaget 2014 då sommarens biomassa var mycket låg. Hinnkräftornas andel hade vid denna tidpunkt minskat till förmån för hoppkräftor som nu utgjorde en betydande del av biomassan. Av hoppkräftor dominerade genomgående den mestadels rovlevande gruppen (Cyclopoida). Hinnkräftorna var dock alltjämnt dominerande. Detta förhållande kvarstod till mitten av september då hoppkräftorna åter minskade på bekostnad av hinnkräftorna.

Hinnkräftorna var därefter i stark dominans vid resterande undersökningstillfällena.

Sett till enbart den generellt dominerande gruppen hinnkräftor dominerade den lilla *Chydorus sphaericus* från slutet av april till slutet av maj, se figur 13. Denna art brukar vara vanligt förekommande under näringsrika förhållanden. Hinnkräftornas biomassa var inledningsvis låg men ökade till mitten av maj tack vare ökad biomassa av *Chydorus* och även arter ur släktet *Bosmina*. Till slutet av månaden ökade biomassan ytterligare och *Chydorus* var helt dominerande. Årets högsta biomassa, rekordhöga 29 mg/l, noterades i början av juni. Vid detta tillfälle dominerade släktet *Bosmina*. Precis som flera tidigare år minskade biomassan därefter mycket kraftigt *Chydorus* och *Bosmina* kom att stå för ungefär lika stora delar av de totala mängderna. I juli och augusti var den karakteristiska sommararten *Daphnia* dominerande. I september utgjorde åter *Chydorus* och *Bosmina* ungefär lika stor andel av biomassan, och i oktober var *Bosmina* följt av *Daphnia* de vanligaste släktena. Vid årets sista provtagning i november dominerade *Daphnia* och biomassan var ungefär dubbelt så hög som under sommaren. Den stora hinnkräftan *Leptodora kindtii* som tidvis förekommit i större mängder noterades 2015 mycket sparsamt och enbart i november. Eftersom denna art i huvudsak livnär sig på andra mindre hinnkräftor är det positivt att den inte förekom i någon större mängd förrän under hösten. På så vis ökar chanserna att ett rikt bestånd av hinnkräftor hinner utbildas som kan beta ner vårens och sommarens växtplankton. Arten är på grund av sin storlek ett begärligt byte för fisk, och dess frånvaro skulle dock kunna indikera ett ökat betningstryck.



Figur 13. Hinnkräftor (biomassa, mg/l) i Vallentunasjön 2009-2015.

Till skillnad från 2013 och 2014 noterades hinnkräftor inte i extremt låg biomassa under sommaren. Vidare förekom ånyo den karakteristiska sommararten *Daphnia* i högre biomassor. Dessa förändringar innebär en avsteg från den till synes negativa utveckling i djurplanktonsamhället som sågs föregående två år.

Vattenvegetation

Inventering av täckningsgrad och djuputbredning

Karta över inventerade delområden och transekter framgår av bilaga 9. Vattenväxternas medeltäckningsgrader visas i tabell 3 tillsammans med det maximala utbredningsdjupet, alltså det största djup där vattenvegetation påträffades. Undervattensvegetation förekom generellt mycket sparsamt. I det östra delområdet hittades ingen vegetation överhuvudtaget. I det norra och västra delområdet förekom vegetation i täckningsgrader upp till 25 procent. I medeltal var täckningen låg i alla djupzoner (maximalt 8 procent).

Tabell 3. Vattenvegetationens medeltäckningsgrad och maximala utbredningsdjup vid de tre provtagningsområdena i Vallentunasjön 2015.

Djup	Norra	Medeltäckningsgrad (%)	
		Västra	Östra
0,2	-	0	0
0,4	-	2	0
0,6	-	4	0
0,8	-	7	0
1,0	-	0	0
1,2	-	-	-
1,4	-	-	-
1,6	0	-	-
1,8	8	-	-
Maximalt utbredningsdjup	1,8	0,9	-

Undersökningsområdet i sjöns norra del (västra Kyrkviken) ligger utanför ett brett bladvassbälte och bottensubstratet bestod av findetritus och lera. Vattendjupet utanför vassbältet var 1,4 meter. Vegetationens täckningsgrad undersöktes på 1,4, 1,6 och 1,8 meters djup. Enstaka plantor av grovnate noterades från 1,5–1,6 meters djup utanför rutorna. Inom rutorna noterades vattenväxter enbart på 1,8 meters djup i en medeltäckningsgrad av 8 procent. Medeltäckningsgraden låg nära men lägre än både år 2009 och 2012, se tabell 4. År 2009 noterades vattenväxter även på 1,6 meters djup. I jämförelse med 2009 uppvisade vegetationens täckningsgrad på detta djup en minskning både till 2012 och 2015. Maximalt utbredningsdjup i området var 1,8 meter vilket är 0,1 meter grundare än 2009 och 2012. Endast grovnate noterades i området.

Tabell 4. Vattenväxternas medeltäckningsgrad och maximala utbredningsdjup i det norra delområdet i Vallentunasjön 2009, 2012 och 2015. Gråmarkerade värden visar djupzoner med en statistiskt säkerställd minskning gentemot föregående år.

Norra Djup	2009	2012	2015
	<i>Medeltäckningsgrad (%)</i>		
1,4	0	0	0
1,6	14	0	0
1,8	15	12	8
Maximalt utbredningsdjup	1,9	1,9	1,8
Siktdjup			

Undersökningen i sjöns västra del (södra Uthamraviken) utfördes i ett grunt område i en skyddad vik omgärdad av breda bälten och flytande ruggar av smalkaveldun. Bottensubstratet bestod av mycket lös findetritus. Vattendjupet utanför smalkaveldunbältet var 0,2 meter. Täckningsgraden undersöktes från 0,2 meters djup och varannan djupdecimeter till en meters djup. Vid det minsta och största djupet hittades ingen vattenvegetation i de 15 rutor som undersöktes per djupintervall, tabell 5. Täckningsgraden mycket låg (2-7 %) vid samtliga övriga djup (0,4, 0,6 och 0,8 m). Vid 0,4 meters djup uppvisade täckningsgraden en signifikant minskning (t-test, $p < 0,01$) jämfört med 2009. Vid 0,6 meters djup var täckningsgraden liknande jämfört med 2012, men mellan åren 2009-2012 sågs signifikant minskat (t-test, $p < 0,001$). Vid 0,8 meters djup hade vegetationen minskat jämfört med 2012 (t-test, $p < 0,01$). Maximalt utbredningsdjup i området var 0,9 meter vilket är oförändrat jämfört med 2009 men 0,2 meter grundare än 2012. Vegetationen dominerades av borstnate med inslag av bläddra, dyblad, gäddnate och andmat på 0,4 meters djup.

Tabell 5. Vattenväxternas medeltäckningsgrad och maximala utbredningsdjup i det västra delområdet i Vallentunasjön 2009, 2012 och 2015. Gråmarkerade värden visar djupzoner med en statistiskt säkerställd minskning gentemot föregående år.

Västra Djup	2009	2012	2015
	<i>Medeltäckningsgrad (%)</i>		
0,2	0	0	0
0,4	8	5	2
0,6	23	3	4
0,8	54	36	7
1,0	0	0	0
Maximalt utbredningsdjup	0,9	1,1	0,9

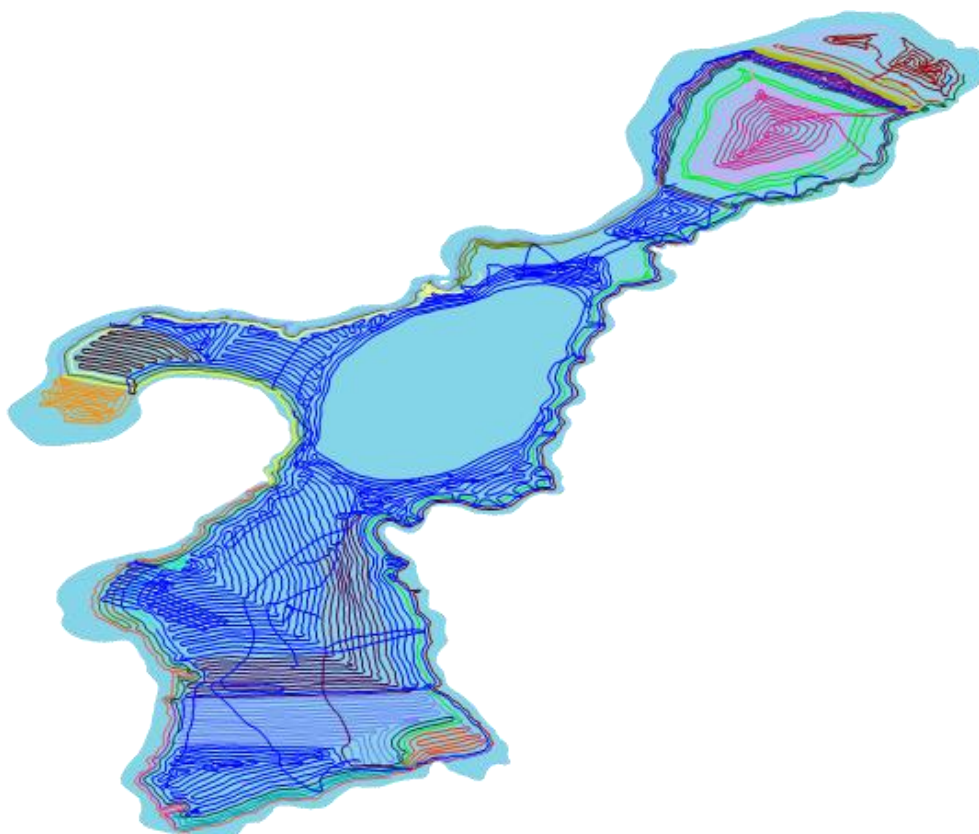
Östra undersökningsområdet i sjön ligger vid en liten badplats, söder om Nygårdsviken. Bottensubstratet bestod av sand och grus ut till ett djup av 0,8 meter och övergick där till findetritus och lera. Täckningsgraden undersöktes vid varannan djupdecimeter från 0,2 till 1,0 meters djup. Inga undervattensväxter hittades, vare sig i rutor eller vid fria eftersök, tabell 6.

År 2009 hittades en planta av borstnate. Läget för detta delområde får anses vara oförändrat.

Tabell 6. Vattenväxternas medeltäckningsgrad och maximala utbredningsdjup i det västra delområdet i Vallentunasjön 2009, 2012 och 2015.

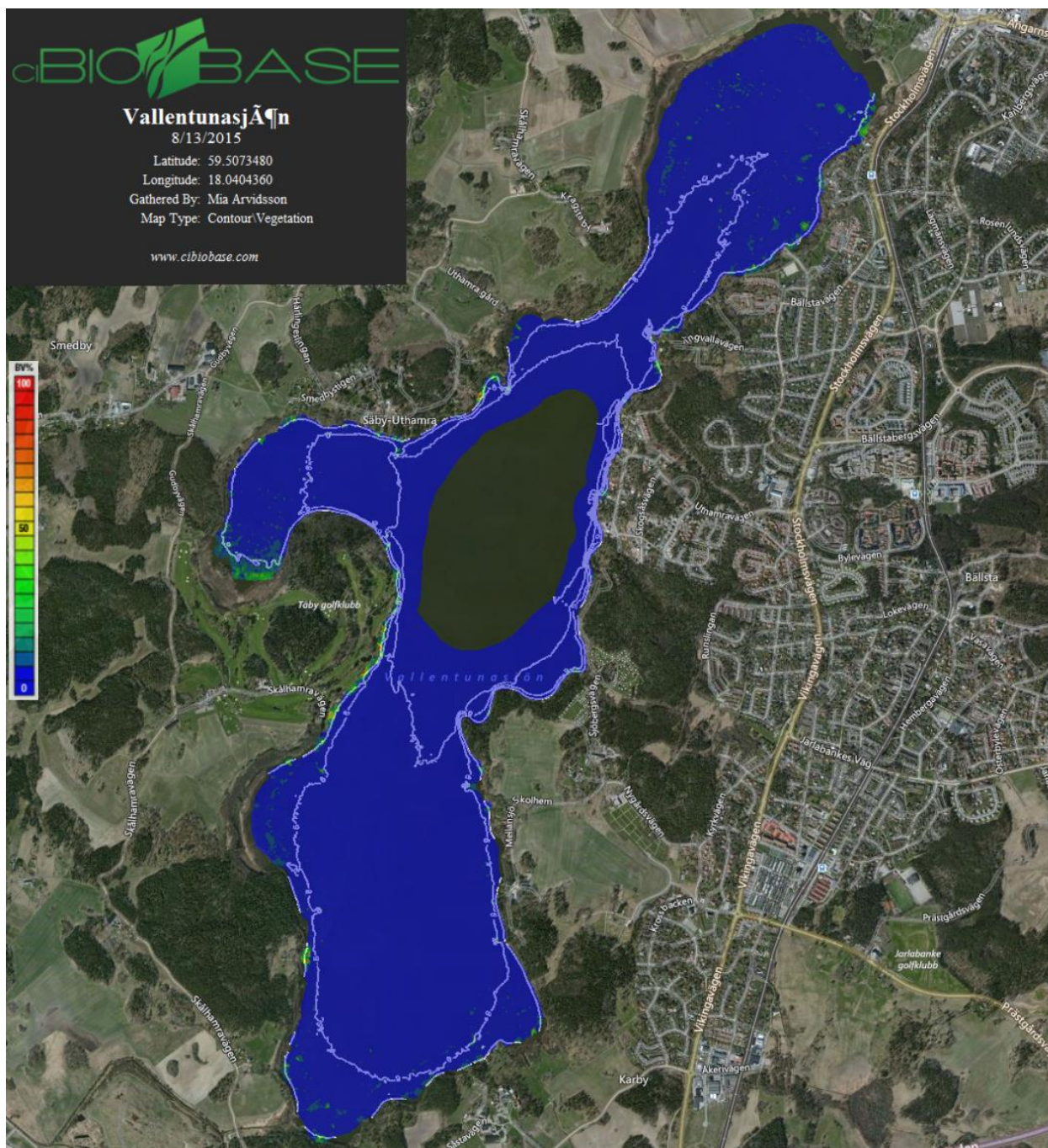
Östra Djup	2009	2012	2015
	<i>Medeltäckningsgrad (%)</i>		
0,2	0	0	0
0,4	0	0	0
0,6	<1	0	0
0,8	0	0	0
1,0	0	0	0
Maximalt utbredningsdjup	0,6	-	-

Kartering av vattenvegetationens utbredning och biovolym
Spår från den ekolodningen som ligger till grund för vegetationskarteringen av Vallentunasjön framgår av figur 14. I några områden nära land och kring sjöns ”midja” framgår inte körningarna av kartan. Totalt karterades 79 procent av sjöns vattenområde vilket motsvarar 483 ha och en körsträcka av 264 km. Medelvattentemperaturen under karteringen var 21,1 °C.



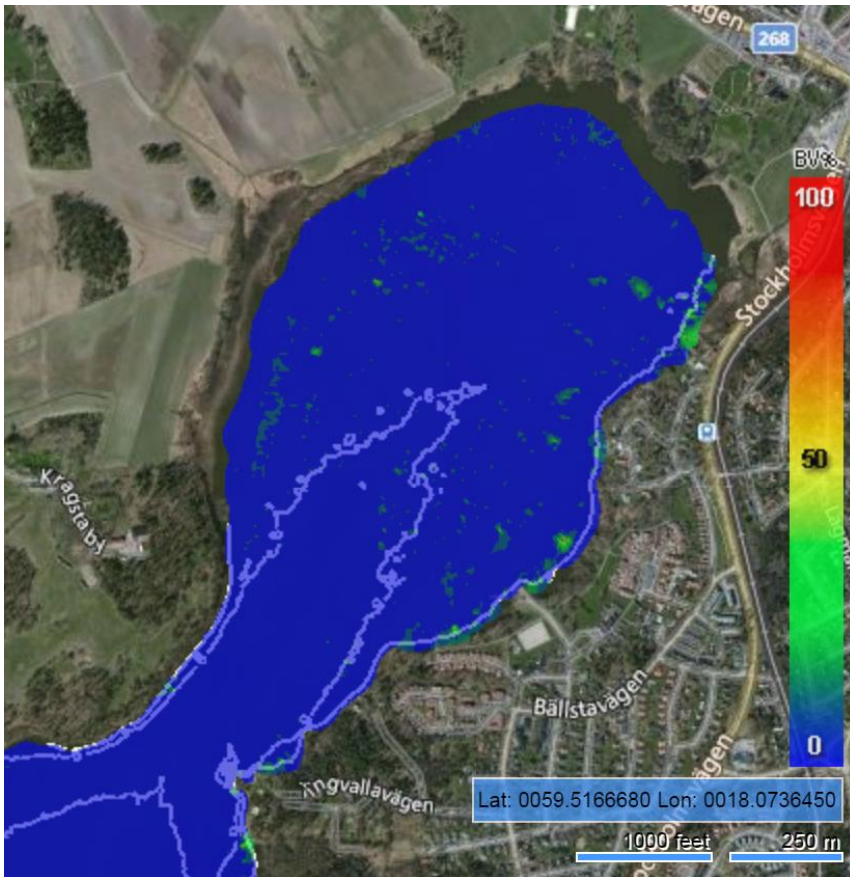
Figur 14. Körlogg (spår) vid vegetationskartering med ekolod i Vallentunasjön 2015.

Karteringen visar att vattenvegetationens utbredning och biovolym var störst i vattenområdet längs den norra stranden i Kyrkviken (heltäckande vegetation mellan spår och strandlinje längs den norra stranden), i södra delen av den västra viken (Uthamraviken) samt längs den västra stranden utanför golfbanan, figur 15. I övrigt förekom vegetation mycket sparsamt.



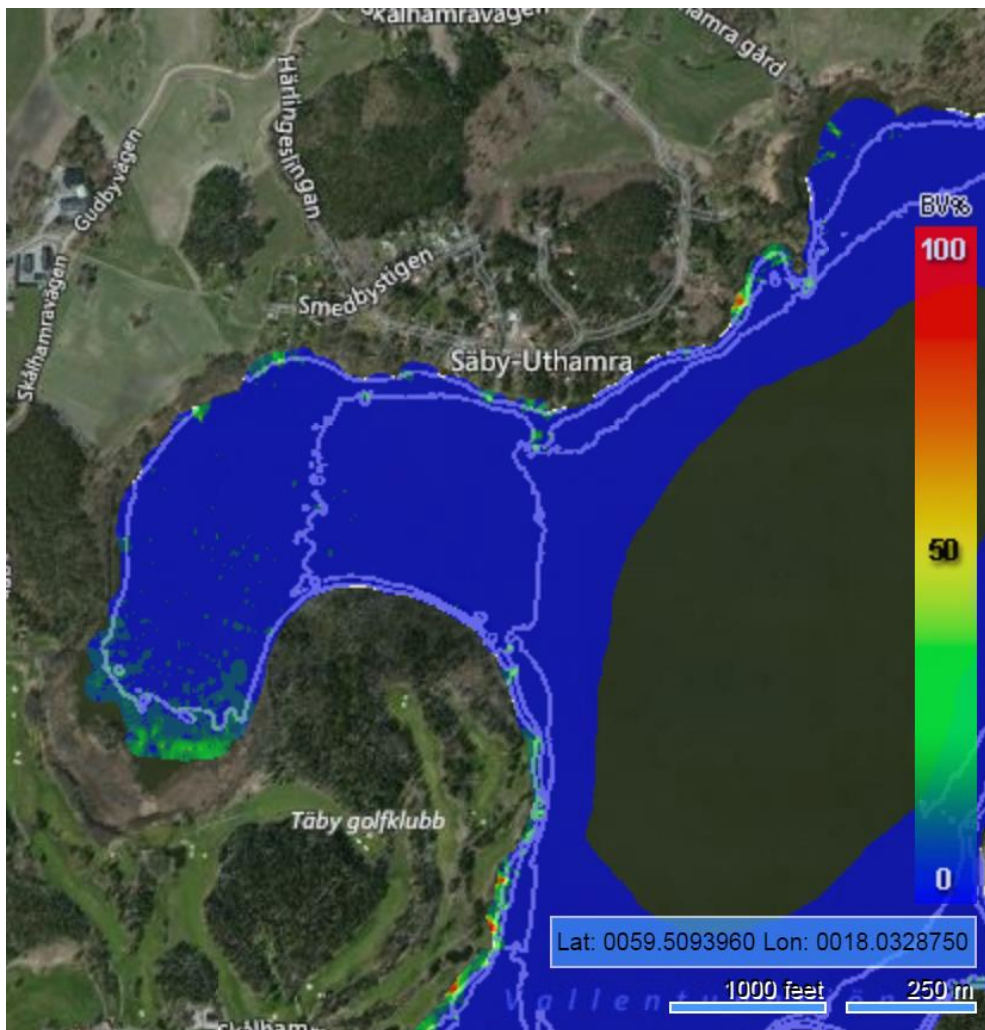
Figur 15. Kartan visar undervattensvegetationens utbredning och biovolym (%) i Vallentunasjön. Kartan har framställts via ciBioBase (rött=100%, gult=50%, blått=0%, ingen vegetation). Områden som inte karterats (se avsnittet *Metoder*) visas med mörkgröna fält (sjöns centrala del samt mindre delområden vid framförallt den norra stranden).

I norra delen av sjön (Kyrkviken) förekom mindre områden tät flytbladsvegetation (vattenpilört och gul näckros) närmast stranden. I samma område växte grovnete ner till cirka 2 meters djup i glesa bestånd med maximalt 25 procent biovolym, figur 16.



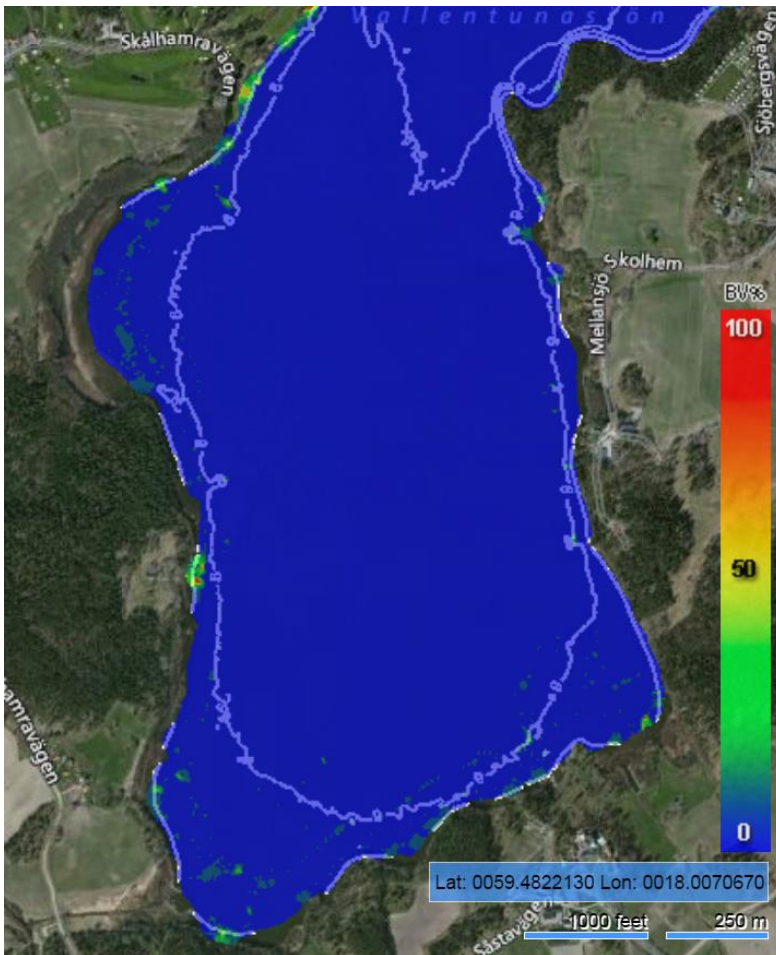
Figur 16. Kartan visar undervattensvegetationens utbredning och biovolym (%) i Vallentunasjöns norra del. Kartan har framställts via ciBioBase (rött=100%, gult=50%, blått=0%, ingen vegetation). Områden som inte karterats (se avsnittet *Metoder*) visas med mörkgröna fält (norra stranden).

I södra Uthamraviken dominerades vegetationen av borstnete med inslag av bläddra i en total biovolym på cirka 25 procent med hög utbredning längst in i viken, figur 17.



Figur 17. Kartan visar undervattensvegetationens utbredning och biovolym (%) i Vallentunasjöns västra vik. Kartan har framställts via ciBioBase (rött=100%, gult=50%, blått=0%, ingen vegetation). Områden som inte karterats (se avsnittet *Metoder*) visas med mörkgröna fält (sjöns centrala del samt mindre delområden vid stränderna i några vikar).

Den södra delen av Vallentunasjön utgörs av relativt stora ytor med grunda bottenar men vegetationen var trots det främst fokuserad till strandnära områden, se figur 18, samt till grynnor. Arter som noterades var ålnate, krusnate och gul näckros, figur 19 och 20.



Figur 18. Kartan visar undervattensvegetationens utbredning och biovolym (%) i Vallentunasjöns södra del. Kartan har framställt via ciBioBase (rött=100%, gult=50%, blått=0%, ingen vegetation). Områden som inte karterats (se avsnittet *Metoder*) visas med mörkgröna fält (mindre delområden vid stränderna i några vikar).



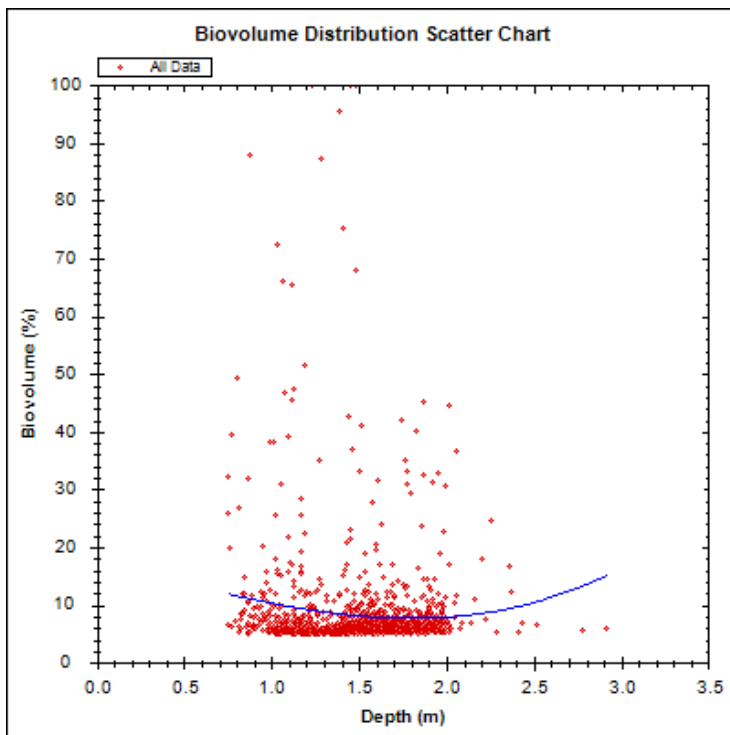
Figur 19 och 20. Grovnate (*Potamogeton lucens*) från den norra delen av Vallentunasjön samt krusnate (*Potamogeton crispus*) upptagen i kanten av näckrosbälte längs den sydöstra delen av sjön.

En sammanställning av resultat från karteringen visas nedan, tabell 7. Tabellen indikerar att endast cirka 6 procent av Vallentunasjöns botten är vegetationstäckt och att biovolymen uppgår till drygt 10 procent i de områden där vegetation förekommer. Sett till hela sjön anges biovolymen till mindre än 1 procent. Tabellen visar också utbredning i procent (PAC) samt genomsnittlig biovolym per djupmeter, inom det djupintervall som ekolodning utfördes (ca 0,7-5,4 m). Vegetationens utbredning och den genomsnittliga biovolymen (Avg BVw) var som störst mellan 0-1 meters djup. Den genomsnittliga biovolymen där vegetation registrerats (Avg BVp) var även den som störst upp till 1 meters djup. BVp ger en bättre uppskattning på vegetationens höjd jämfört med BVw som är ett genomsnitt av biovolymen i ett område där även punkter som saknar vegetation räknas in i volymen. Trots detta kan dock inte värdena av BVp direkt översättas till vegetationshöjd (som procent av vattenpelaren) utan som ett genomsnitt i respektive djupintervall. Resultaten baseras på de cirka 127 000 separata punkter som genererades under körningen.

Tabell 7. Sammanställande resultat av vegetationskartering i Vallentunasjön augusti 2015. PAC (Percent Area Covered) visar hur stor andel av ytan som täcks av vattenvegetation. Avg BVw (Biovolume All water) visar hur stor andel av vattenpelaren som upptas av vattenvegetation oavsett om vegetation finns eller inte. Avg BVp (Biovolume Plant) visar hur stor andel av vattenpelaren som upptas av vattenvegetation i de områden där vegetation förekommer. Djup visar det totala mätområdet som ekolodats och Punkter anger antalet koordinater som använts för att framställa kartan (till varje koordinat hör cirka 20 ping). Biovolymen visas som medelvärde och standardavvikelse.

Djup (m)	PAC (%)	Avg BVw (%)	±STD (%)	Avg BVp (%)	±STD (%)	Punkter
0-1	55,8	8,3	15,5	14,9	18,3	2958
1-2	13,2	1,3	5,8	9,9	13,1	66390
2-3	0,2	0,0	0,7	11,9	9,3	44709
3-4	-	-	-	-	-	13057
4-5	-	-	-	-	-	336
5-6	-	-	-	-	-	11
0,7-5,4	6,5	0,7	5,0	10,7	14,2	127467

Undervattensvegetation förekom i mycket hög biovolym (90-100 %) och därmed i nästan hela vattenpelaren från botten till yta mellan cirka 0-1,9 meters vattendjup, figur 21. Därefter minskade biovolymen med ökat djup ned till maximalt 2,9 meters djup. Vid den manuella vegetationsinventeringen med rutor noterades maximal djuputbredning för kärlväxter till 1,8 meters djup. Detta stämmer väl överens med det maxdjup som erhöles vid karteringen där biovolymen var större än cirka 50 procent och vegetationen därmed förmodligen växte från yta till botten. Djupast noterade art i Vallentunasjön är grovnate var växtsätt avspeglar detta utfall. De större djupangivelser för vegetationen i Vallentunasjön bör beaktas med försiktighet då det framkommit att mycket mjuka botten (som i fallet med Vallentunasjön) kan ge falska utslag av att vara tät och kort vegetation. Detta är delvis kompenserat för i beräkningarna där utslag på "vegetation" som är kortare än 5 procent av vattendjupet utesluts. I Vallentunasjön och med det begränsade siktdjup som råder anses maximalt utbredningsdjup vara cirka 2 meter.



Figur 21. Diagrammet visar biovolym (%) avsatt mot djup för Vallentunasjön 2015. Biovolymen anges som den andel av vattenpelaren som tas upp av vattenvegetation. Den blå linjen indikerar medelvärden för olika djup. Enligt diagrammet förekommer ingen vegetation djupare än 2,9 meter. Manuella eftersök tyder dock på att den maximala djuputbredningen ligger betydligt grundare, kring 2 meter.

Sammanfattande resultat vattenvegetation

Den svagt utvecklade vattenvegetationen i Vallentunasjön uppvisade 2015 minskade täckningsgrader jämfört med 2009 eller 2012, alltså en negativ förändring. Jämfört med 2012 sågs dessutom en minskad djuputbredning av vegetationen i Kyrkviken och Uthamraviken.

Karteringen med ekolod visade inte på några okända områden med välutvecklad vegetation och analyserade data visar på en mycket låg yttäckning och biovolym av vegetation i sjön (6,5 % respektive 0,7 %). Dessa siffror är dock också att betrakta som absoluta maximum då det förmodligen förekommer en del falska detektioner på grund av detritus och andra föremål på botten. Effekten av en stor del av dessa falska detektioner har korrigerats efter omfattande eftersök av vegetation på aktuella bottnar. I de områden där vegetation förekommer var biomassan cirka 10 procent vilket stämmer relativt väl överens med de medeltäckningsgrader som noterades vid vegetationsinventeringen med rutor (2-8 %). Djuputbredningen av vegetationen stämde däremot relativt dåligt överens med de data som finns att tillgå från den manuella vegetationsinventeringen (2,9 m respektive 1,8 m). Däremot stämde maxdjupet relativt väl där biovolymen var något högre (från ca 50 %) vilket var vid cirka 2 meters djup.

Att vattenvegetation förekommer i låg täckningsgrad förklaras sannolikt i huvudsak av det mycket låga siktdjupet vilket i sin tur främst beror på de kraftiga algbloomingar som förekommer. I vissa delar av sjön, exempelvis Uthamraviken, bidrar förmodligen även resuspension (uppvirvling av bottensediment) till den dåliga sikten. I Uthamraviken är det också tänkbart att det lösa substratet försvårar vattenväxternas kolonisering av bottarna och därmed bidrar till låga täckningsgrader. De grunda sandbottarna i det östra undersökningsområdet har dock goda förutsättningar för att kolonieras av vattenväxter, förutsatt att vattenkvaliteten och ljusförhållanden medger detta.

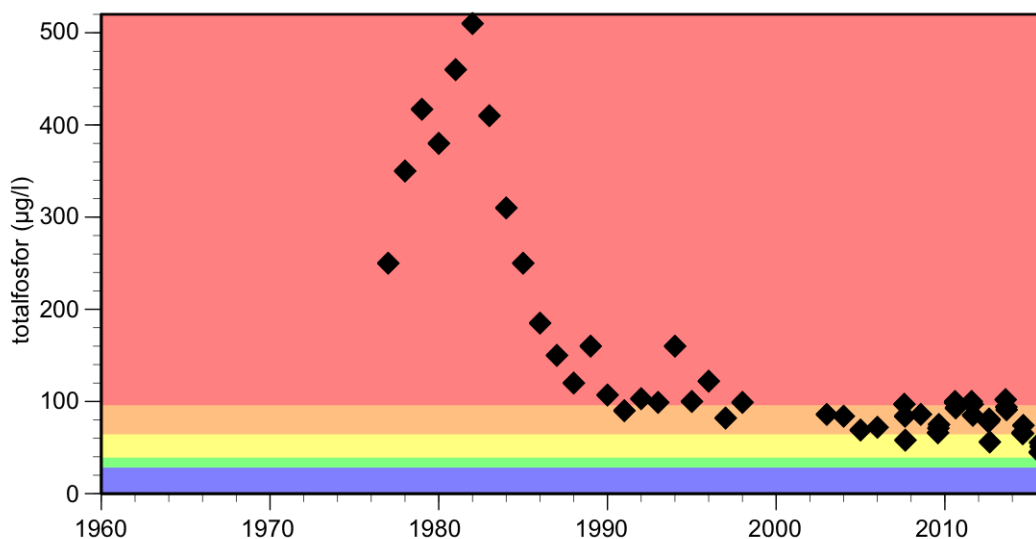
Ekologisk status med historisk återblick

Till föregående årsredovisning sammanställdes uppgifter om vattenkvalitetens utveckling i Vallentunasjön sedan 60-talet (Gustafsson & Rydin 2015). Sammanställningen gjordes i syfte att belysa hur sjöns miljösituation har utvecklats under de senaste fyra decennierna och fram till idag och omfattade data för de tre nyckelvariablerna totalfosfor, klorofyll och siktdjup under sommaren (augusti), se figurer 22–24 (nästa sida). Data kompletterades nu med mätvärden för 2015 och visas mot bakgrund av de intervall som gäller de fem klasserna för ekologisk status enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19). Observera att klassning ska baseras på medelvärden från minst tre år. Vidare får klorofyllhalter enbart användas för statusklassning till hög eller god status. Om bedömningen indikerar sämre status ska klassning istället baseras på växtplanktonbiomassa, andel cyanobakterier och trofiskt planktonindex (TPI). Referensvärden hämtades ur länsstyrelsens dokument *Allmänna förhållanden och klorofyll a i småsjöar 2007-2012*.

För samtliga tre variabler uppvisar Vallentunasjöns miljö tillstånd tydliga förbättringar fram till 2000-talet (Pearsons korrelation, $p < 0,0001$). Därefter kan inga trender beläggas, vare sig positiva eller negativa.

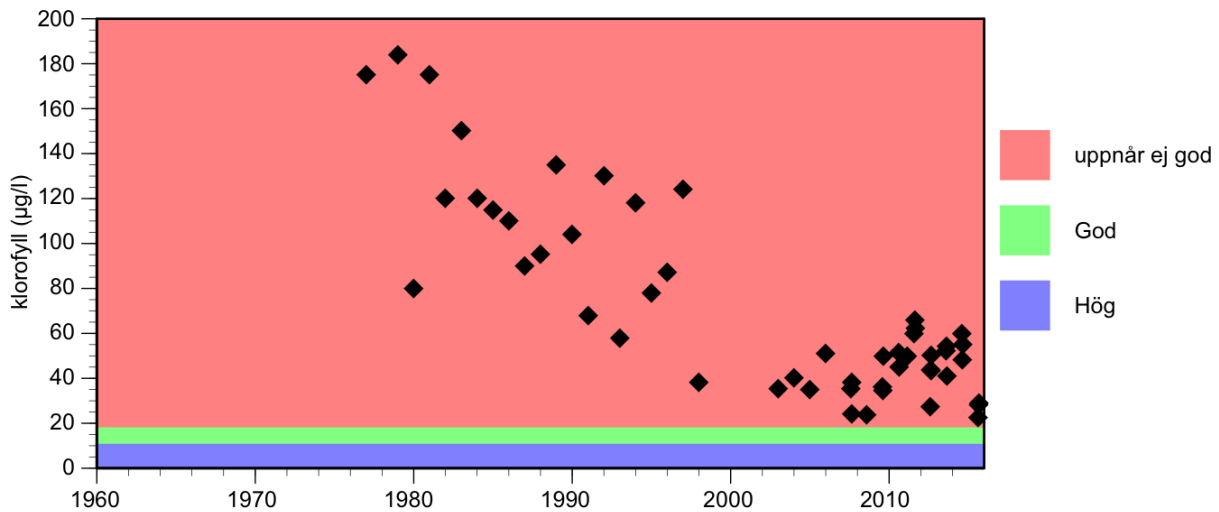
En jämförelse mellan perioderna 1977-1989, 1990-1998 och 2003-2015 visar att medelvärdet för totalfosfor minskat från cirka 330 $\mu\text{g/l}$ till cirka 100 $\mu\text{g/l}$ under 90-talet och slutligen cirka 80 $\mu\text{g/l}$ under den senaste tioårsperioden, se figur 22. Den mycket kraftiga minskningen till trots motsvarar detta inte mer än en utveckling från dålig till dålig-otillfredsställande status. Ett omfattande förbättringsbehov kvarstår således innan Vallentunasjön kan nå miljö kvalitetsnormen god status 2021. Som framgår av figuren var totalfosforhalterna 2015 osedvanligt låga, motsvarande måttlig status. Riktigt så låga halter har tidigare inte noterats, även om halterna 2007 och 2012 ligger i samma härad. Att halterna 2015 var så pass låga är förstås glädjande. Viktigt att notera är att den statusklassning som indikeras i figuren enbart avser halter i augusti. Vid denna tidpunkt hade halterna just minskat kraftigt från att tidigare

under sommaren varit betydligt högre (som mest drygt 100 µg/l). Det innebär 2015 precis som tidigare år uppvisade extremt höga fosforhalter under sommaren och en kraftig haltökning från vår till sommar.



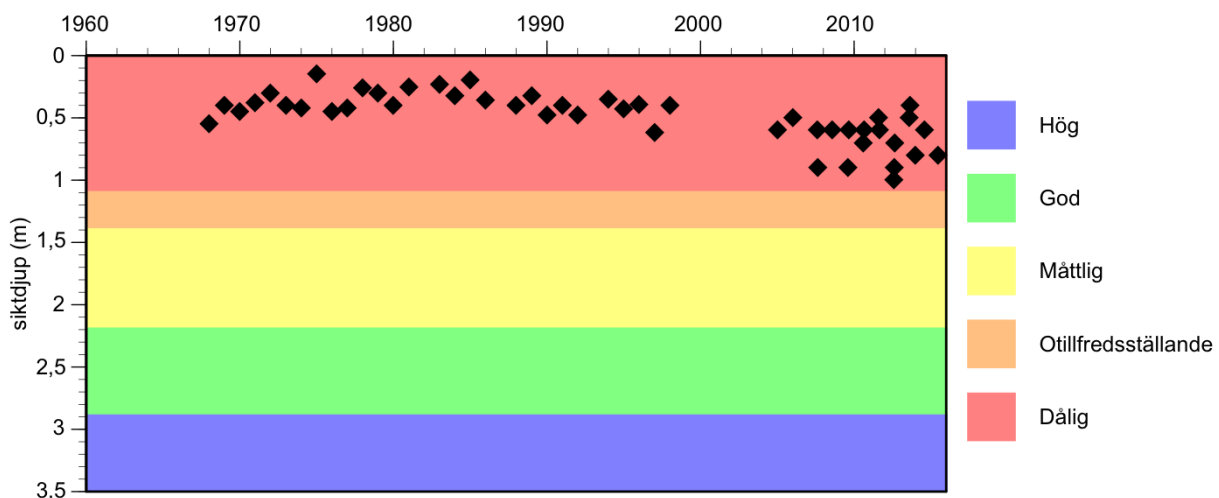
Figur 22. Totalfosfor (µg/l) i Vallentunasjön under augusti 1968-2015 visas mot bakgrund av statusklasser enligt HVMFS 2013:19. För de senare åren visas samtliga värden från de provtagningar som utförts aktuell månad.

Motsvarande jämförelse för klorofyll visar minskningar från i snitt cirka 130 µg/l till cirka 90 µg/l under 90-talet och vidare till 20-40 µg/l den senaste tioårsperioden, se figur 23. Den statusklassning som visas i figuren omfattar, enligt gällande föreskrifter, enbart klasserna hög och god status samt klassen uppnår ej god status (måttlig/otillfredsställande/dålig status) och ska enbart ses som indikativ eftersom data från fullständig växtplanktonanalys krävs om klassen är sämre än god. Baserat på totalbiomassa och andel cyanobakterier tyder data från de senaste tre åren (2013-2015) på att Vallentunasjöns växtplanktonsamhälle motsvarar otillfredsställande status, på gränsen till dålig. Klorofyllhalten uppvisar generellt en stor variation sedan mätningarna inleddes på 70-talet. En statistiskt signifikant minskning liknande den som visats för totalfosfor kan ändå beläggas till och med 1997. Därefter har halten alltså legat kring 20-40 µg/l, och inga trender kan beläggas.



Figur 23. Klorofyll a ($\mu\text{g/l}$) i Vallentunasjön augusti 1968-2015 visas mot bakgrund av statusklasser enligt HVMFS 2013:19. För de senare åren visas samtliga värden från de provtagningar som utförts aktuell månad. Observera att klorofyll enbart får användas för statusklassning till hög eller god status. Om bedömningen indikerar sämre status ska klassning istället baseras på växtplanktonbiomassa, andel cyanobakterier och trofiskt planktonindex (TPI).

För siktdjup är dataunderlaget något större än för övriga två variabler och här jämfördes perioderna 1968-1998 och 2003-2015. Jämförelsen visar att siktdjupet ökat från i snitt 0,37 meter till 0,64 meter, se figur 24. Fortfarande är Vallentunasjöns ljusförhållanden så försämrade jämfört med referenstillståndet att de genomgående klassas som dålig status. Inga trender kan beläggas inom någon av de båda perioderna.



Figur 24. Siktdjup (m) i Vallentunasjön augusti 1968-2015 visas mot bakgrund av statusklasser enligt HVMFS 2013:19. För de senare åren visas samtliga värden från de provtagningar som utförts aktuell månad. Statusklasserna anges med färgerna gul=måttlig, orange=otillfredsställande och röd=dålig.

Sammanfattande slutsatser

Vallentunasjöns miljötillstånd

År 2015 uppvisade Vallentunasjön liksom tidigare för undersökningsperioden (2007-2015) en mycket tydlig övergödning i form av höga näringshalter samt symptom på övergödning i form av dåliga siktdjup, stora växtplanktonmängder och tidvis höga andelar cyanobakterier. Nedanstående punkter sammanfattar läget 2015. Jämförelser relaterar vanligen till undersökningsperioden 2007-2015. För djurplankton finns data för perioden 2009-2015.

- Totalhalterna av fosfor och kväve ökade liksom som tidigare successivt under sommaren. Fosforhalten nådde en mycket hög nivå (105 µg/l) i juni. Den högsta kvävehalten (1700 µg/l) var lägre än två föregående år men låg på ungefär samma nivå som flertalet tidigare undersökningsår.
- Klorofyllhalterna var liksom 2014 ovanligt höga under vinterperioden och en kraftig växtplanktonproduktion pågick hela året. Den högsta klorofyllhalten (68 µg/l) var högre än 2014 och låg på ungefär samma nivå som flertalet tidigare undersökningsår.
- Växtplankton förekom liksom som tidigare i mycket höga mängder, men i mängder som för Vallentunasjön ändå kan ses som relativt måttliga. Glädjande var att cyanobakterier noterades i mycket blygsamma mängder under juni-augusti och under juni-juli i mycket liten procentuell andel (ca 5%). Den högsta andelen cyanobakterier noterades utanför sommarperioden (63% april, 49% september).
- Det potentiellt toxinbildande och kvävefixerande cyanobakteriesläktet *Aphanizomenon* sp. som normalt varit tongivande från augusti och framåt dominerade nu först i september och hade gått tillbaka starkt redan till oktober.
- Växtplanktonproduktionen var fosforbegränsad under våren samt i juni och i övrigt sambegränsad (begränsad av omväxlande fosfor och kväve) under sommaren. Liknande förhållanden rådde under sommaren även 2007-2010 och 2014. År 2011-2013 var produktionen kvävebegränsad.
- Siktdjupet var generellt varken tydligt bättre än sämre än tidigare år och uppvisar inte några trendtendenser.

- Djurplankton förekom åter i högre mängder efter de minskningar som sågs föregående år (2013, 2014) och låg 2015 på ungefär samma eller något lägre nivå som tidigare (2009-2012)
- Karteringar bekräftar att undervattensvegetation förekommer mycket sparsamt i Vallentunasjön. Inventeringar indikerar också att täckningsgrad och i vissa fall även djuputbredning minskat snarare än ökat i relation till tidigare undersökningar (2009, 2012).

Vallentunasjöns miljö tillstånd uppvisar för aktuell undersökningsperiod (2007-2015) en del variationer men inte någon utveckling i vare sig positiv eller negativ riktning. De mellanårsvariationer som kan ses för växtplankton är troligen främst väderbetingade. Att cyanobakterier förekom i låga biomassor och andelar under den första delen av sommaren är glädjande, liksom att djurplankton åter förekom i högre mängder under sommaren.

En historisk återblick visar att Vallentunasjöns miljö tillstånd har förbättrats väsentligt från 60- och 70-talet till dagens datum. Trots detta kvarstår ett stort förbättringsbehov innan sjön uppnår miljö kvalitetsnormen god status 2021. Precis som tidigare uppvisar totalhalterna av fosfor och kväve en mycket kraftig ökning under sommaren. De utläckageförsök som genomfördes våren 2015 visar att fosfor initialt frisätts som fosfatfosfor från sedimenten, och att de stegrande fosforhalterna alltså inte kopplas direkt till cyanobakterier som lämnar bottensedimenten (Gustafsson m.fl. 2015).

Äldre data visar att sommarens växtplanktonproduktion i Vallentunasjön tidigare reglerades av tillgången till kväve, åtminstone i slutet av 70-talet. Det framgår av att halterna av växttillgängligt kväve låg nära noll medan fosfatfosforhalterna var höga och successivt ökade i vattenmassan. Under dessa förhållanden skulle alltså varje tillskott av kväve möjliggöra yttrelikare planktonproduktion. Även i nuläget råder tidvis kvävebegränsning under sommaren (2011-2013, delvis 2015), dock utan höga fosfatfosforhalter som resultat. Vanligare tycks vara en situation av sambegränsning där växelvis fosfor och kväve eller båda dessa näringsämnen reglerar växtplanktonproduktionen (2007-2010, 2014, huvudsakligen 2015). Växtplanktonbiomassorna är alltså mycket höga. Som anges ovan förekom cyanobakterier 2015 dock i blygsamma mängder under juni-augusti och utgjorde i juni-juli enbart en liten andel av de totala mängderna under sommaren.

Näringsbelastning via tillflöden - åtgärdsbehov

De utökade undersökningar som utfördes 2015 av tre mindre tillflöden till Vallentunasjön, utöver Ormstaån och Karbyån, ger kunskap för att

bedöma påverkan från sjöns övriga tillrinningsområde. Av detta underlag framgår att Ormstaån är den största externa fosforkällan och står för lite drygt hälften av den samlande belastningen från dessa fem tillflöden (se avsnittet *Näringsämnen i tillflöden och utloppet* samt bilaga 5). Resultaten visar vidare att Ormstaån i jämförelse med Karbyån står för en oproportionerligt stor andel av belastningen till Vallentunasjön, se tabell 8. Allra högst var fosforbelastningen per yta dock via det mindre tillflödet Lilla Säby Norra. Den ytrelevanta belastningen via Kragsta Norra och Skålhamra Södra förefaller ligga på samma nivå som Ormstaån men dessa tillflöden bidrar med betydligt mindre totala mängder. Karbyån står för en i sammanhanget liten del av belastningen. Enligt Naturvårdsverkets äldre bedömningsgrunder (1999) klassas fosforbelastningen som hög från samtliga delavrinningsområden undantaget Karbyån där den klassas som måttlig, på gränsen till låg.

Sett till kväve var skillnaderna generellt mindre mellan de fem tillflödena. Skålhamra Södra uppvisade dock betydligt lägre kväveförluster än övriga delavrinningsområden. Ormstaån och Karbyån låg högst och stod för ungefär lika stor ytspecifik belastning. Sett i absoluta tal var belastningen störst från Karbyån som representerar störst avrinningsområde. Enligt Naturvårdsverkets äldre bedömningsgrunder (1999) klassas kvävebelastningen som måttlig från samtliga delavrinningsområden. För Skålhamra södra låg förlusterna på gränsen till att vara låga.

Åtgärder som syftar till minskad näringsbelastning bör primärt inriktas mot fosfor som i störst utsträckning reglerar primärproduktionen i Vallentunasjön. Enligt ovan är också fosfor det ämne som uppvisar den tydligast förhöjda ytspecifika belastningen i sjöns avrinningsområde. Mot denna bakgrund syns det särskilt angeläget att utreda möjligheterna till åtgärder som syftar till minskad fosforbelastning, och att fokusera det åtgärdsinriktade arbetet till Ormstaån och möjligen också Lilla Säby Norra.

Tabell 8. Belastning av fosfor och kväve via fem tillflöden till Vallentunasjön redovisad som arealspecifika förluster (kg/ha, år).

2015	Arelspecifika förluster (kg/ha, år)				
	Ormstaån	Karbyån	Kragsta N	L. Säby N	Skålhamra S
Totalfosfor	0,18	0,09	0,18	0,25	0,17
Totalkväve	3,4	3,6	2,9	3,2	2,0

Effekter av genomförd biomanipulering

Enligt vad som framgår ovan står det klart att den biomanipulering som genomförts 2010-2015 inte gett önskad effekt på totalfosforhalter, siktdjup och algbloomingar. Misstankar om att så var fallet fanns även tidigare (Gustafsson m.fl. 2012), framförallt eftersom fosforhalterna i sjöns vattenmassa oförändrat uppvisade en kraftig ökning under sommaren.

Tänkbara orsaker till att åtgärden inte fått avsedd effekt diskuteras i tidigare årsredovisningar. Värt att beakta är dock att det reduktionsfiske som har bedrivits 2010-2015 har medfört att fosfor lyfts ur sjön via den karpfisk som tagits upp. I denna fisk (125 ton) kan fosformängden uppskattas till 1,25 ton (källa: Björn Tengelin, projektledare för Vallentunasjöns biomanipulering). Det motsvarar två till tre års fosforbelastning från Vallentunasjöns tillrinningsområde.

Rekommendationer för fortsatt arbete

Enligt vad som framgår ovan har inte den biomanipulering som genomfördes i fullskala 2010-2015 gett önskad effekt. Eftersom utfisket inte tycks ha uppnått den nivå som anses krävas för att skifta balansen i ekosystemet, se tidigare årsredovisningar, är det inte möjligt att med säkerhet avgöra om biomanipulering är en lämplig metod för restaurering av Vallentunasjön eller ej. Dock har inte heller de inneslutningsförsök som utfördes i sjön 2013 och 2014 gett indikationer på att biomanipulering fungerar som avsett (Lindqvist & Rydin 2015; bilaga till Gustafsson & Rydin 2015).

Inneslutningsförsök har även omfattat muddring och aluminiumbehandling av sediment i syfte att fastlägga fosfor som metoder för att åtgärda de stegrande fosforhalterna under sommaren. Aluminiumbehandlingen gav inledningsvis goda resultat, men tyvärr inte någon varaktig effekt, och resulterade dessutom i mycket höga ammoniumkvävehalter. Möjligen beror detta på att vattenmängden i inneslutningarna var alltför begränsad för att metoden ska lyckas. Frågetecken kvarstår alltjämt kring om aluminiumbehandling lämpar sig för Vallentunasjön. Troligen krävs fullskaleförsök för att ge svar på denna fråga.

Vidare visade inneslutningsförsöken att muddring förmådde bryta försommarens fördubbling av fosforhalten i vattenmassan och alltså föreföll vara en möjlig åtgärdsmetod. I syfte att följa upp dessa resultat samt klarlägga mekanismen bakom den stegring som ses av fosforhalten i Vallentunasjöns vattenmassa under sommaren, utfördes våren 2015 utläckageförsök med sediment i kontrollerad laboratoriemiljö. Försöken visade att det primärt är växttillgänglig fosfatfosfor som läcker från bottarna till vattenmassan och i sin tur driver algblomningen (Gustafsson m.fl. 2015). Försöken visade också tydligt att simulerad muddring till 5 cm sedimentdjup skulle minska den interna fosforbelastningen betydligt.

Som ytterligare underlag för att ta fram lämpliga åtgärdsförslag, både för externa och interna källor, är det önskvärt att en budget upprättas över sjöns fosforflöden. De utökade undersökningar som utfördes 2015 av ett större antal tillflöden till sjön, utöver Ormstaån och Karbyån, ger kunskap för att bedöma påverkan från Vallentunasjöns övriga tillrinningsområde och är ett värdefullt underlag för en näringsbudget för nulägesituationen. Av detta underlag framgår att Ormstaån är den största externa fosforkällan och står för en oproportionerligt stor andel av belastningen till Vallentunasjön. En utredning kring åtgärdsalternativ i detta delavrinningsområde syns därför särskilt angelägen.

Referenser

Blomqvist, P. 2001. A proposed standard method for composite sampling of water chemistry and plankton analyses in small lakes. *Environmental and Ecological Statistics*. 8: 121-134.

Brunberg, A-K., 1993. Microcystis in lake sediment. Its potential role in phosphorus exchange between sediment and lake water. Doktorsavhandling Uppsala Universitet.

Gustafsson, A., U. Lindqvist & E. Rydin. 2012. Vattenkemi och plankton i Vallentunasjön 2011. Fysikalisk-kemiska och biologiska undersökningar. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2012:7.

Gustafsson, A., U. Lindqvist & E. Rydin. 2015. Vallentunasjön – fosforutbyte mellan sediment och vattenmassa. Litteraturstudie och utläckageförsök som underlag för åtgärdsplanering. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2015:22.

Gustafsson, A. & E. Rydin. 2013. Vattenkvalitet, plankton och vattenväxter i Vallentunasjön 2012. Uppföljning av effekter av biomanipulering. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2013:6.

Gustafsson, A. & E. Rydin. 2014. Vattenkvalitet och plankton i Vallentunasjön 2013. Uppföljning av effekter av biomanipulering. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2014:6.

Gustafsson, A. & E. Rydin. 2015. Vattenkvalitet och plankton i Vallentunasjön 2014. Uppföljning av effekter av biomanipulering och historisk återblick. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2015:14.

Havs- och vattenmyndigheten. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2013:19.

Håkanson, L. & R. H. Peters. 1995. Predictive Limnology. Methods for Predictive Modelling. SPB Academic Publishing, Amsterdam.

Lindqvist, U., A. Gustafsson & M. Arvidsson. 2016. Provfiske i Vallentunasjön 2015. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2016:3.

Naturvårdsverket. 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvaliteten. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.

Rydin, E., M. Arvidsson, A. Gustavsson. 2010. Vallentunasjön 2008-2009. Vattenkemi, plankton och undervattensvegetation. Naturvatten i Roslagen AB Rapport 2010:2.

Rydin, E. 2011. Vattenkemi och plankton i Vallentunasjön 2011. Fysikalisk-kemiska och biologiska undersökningar. Naturvatten i Roslagen AB Rapport 2010:2.

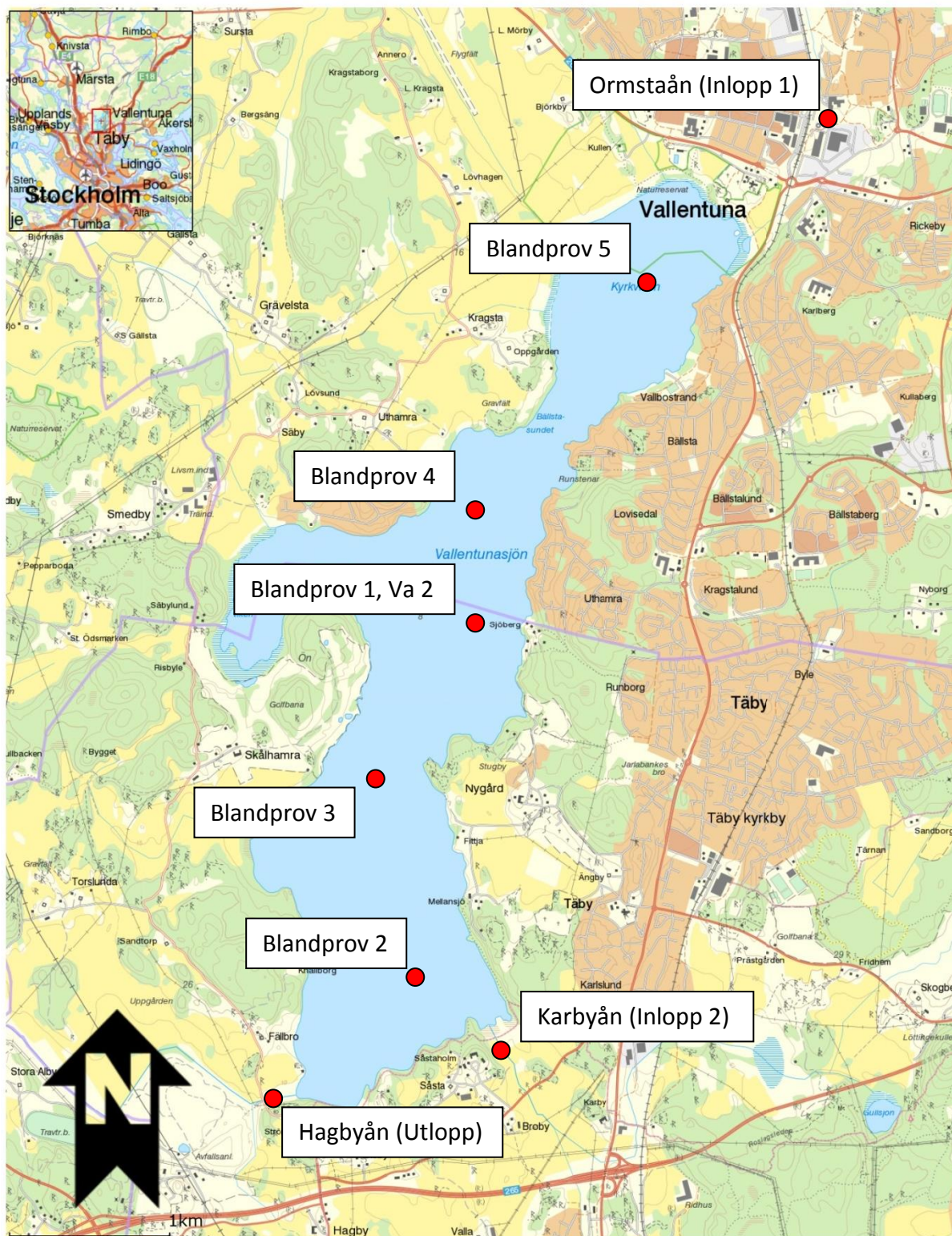
Övriga referenser:

Biobase <https://www.cibiobase.com/>

SMHI <http://vattenwebb.smhi.se>

VattenInformationssystem Sverige. Allmänna förhållanden och klorofyll a i småsjöar 2007-2012 Länsstyrelsen Stockholm, 2013-10-01.
<http://www.viss.lansstyrelsen.se/ReferenceLibrary.aspx?referenceLibraryID=51647>

Bilaga 1. Provtagningsstationernas lägen (vattenprover).

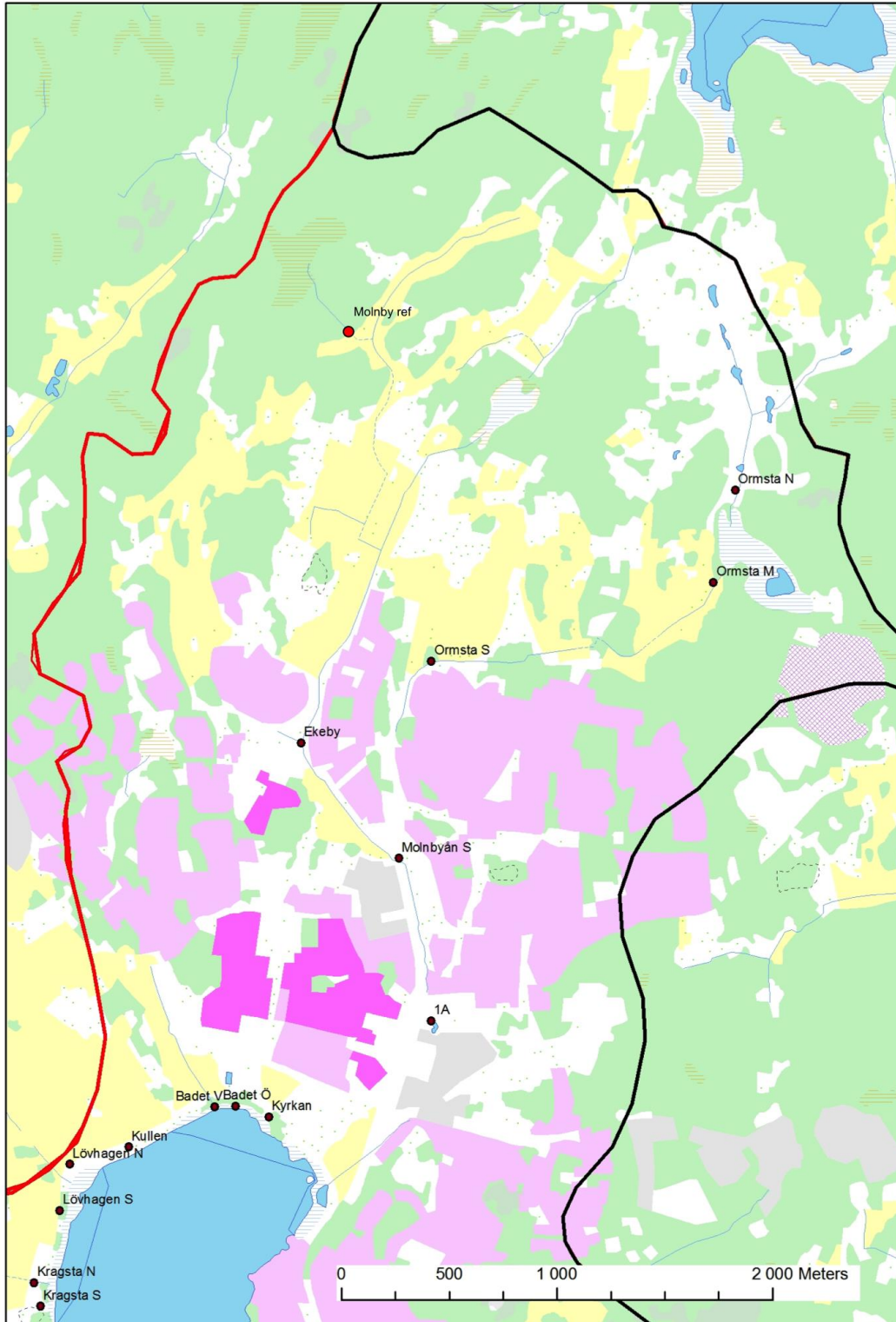


© Länsstyrelsen, Lantmateriet, NVDB, ESRI Inc, RAA, SGU, Sjöfartsverket, SMHI, SVO, SCB, SJV, FM, Bergsstaten, SLU, DIRNAT

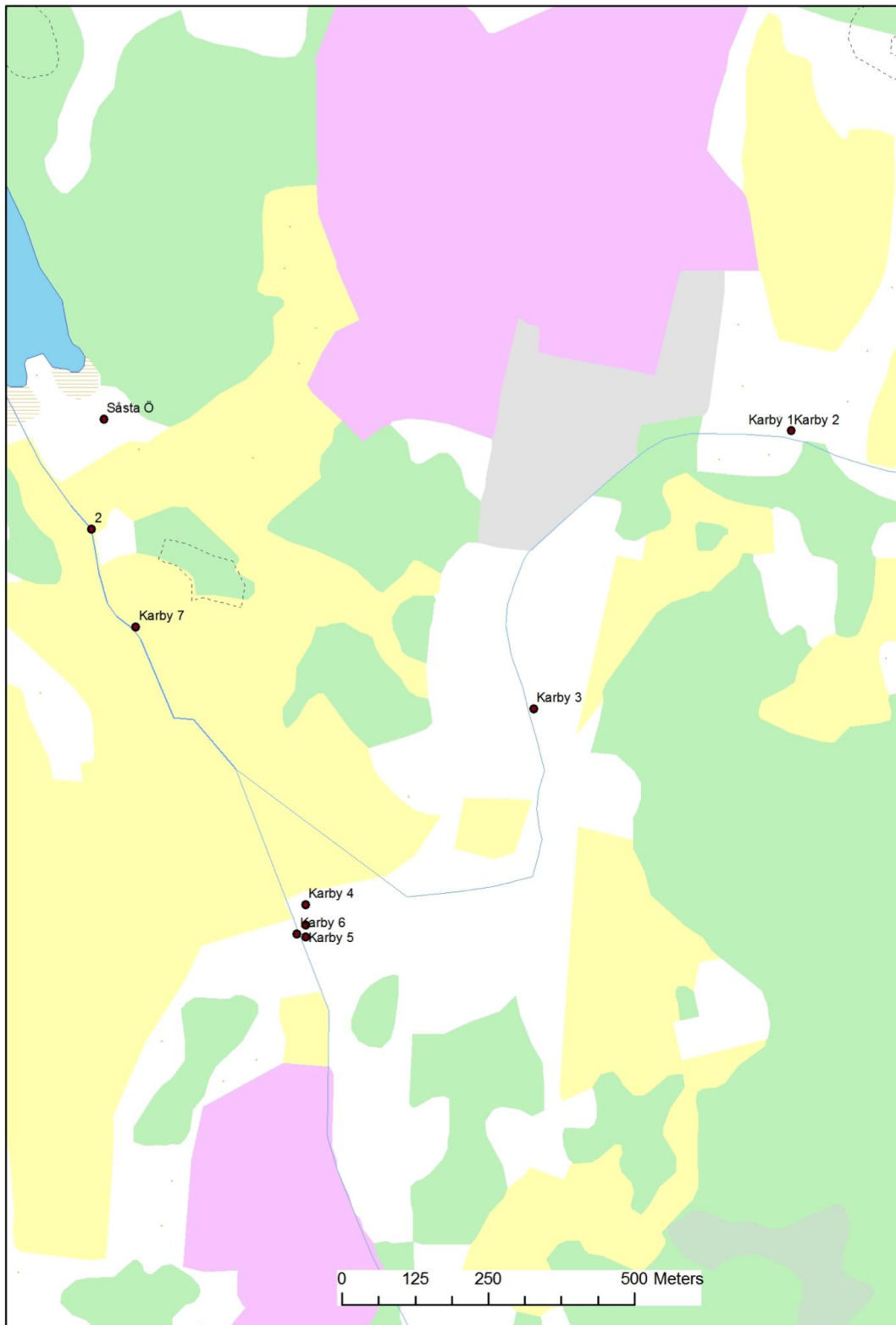
Skala 1:30000

Bilaga 2. Lägen för tillkommande provtagningsstationer 2015.





Ormstaåns delavrinningsområde: Ormsta N, Ormsta M, Ormsta S, Ekeby, Molnbyån S, Molnby ref.



Karbyåns delavrinningsområde: Karbyån 1-2, 4-6

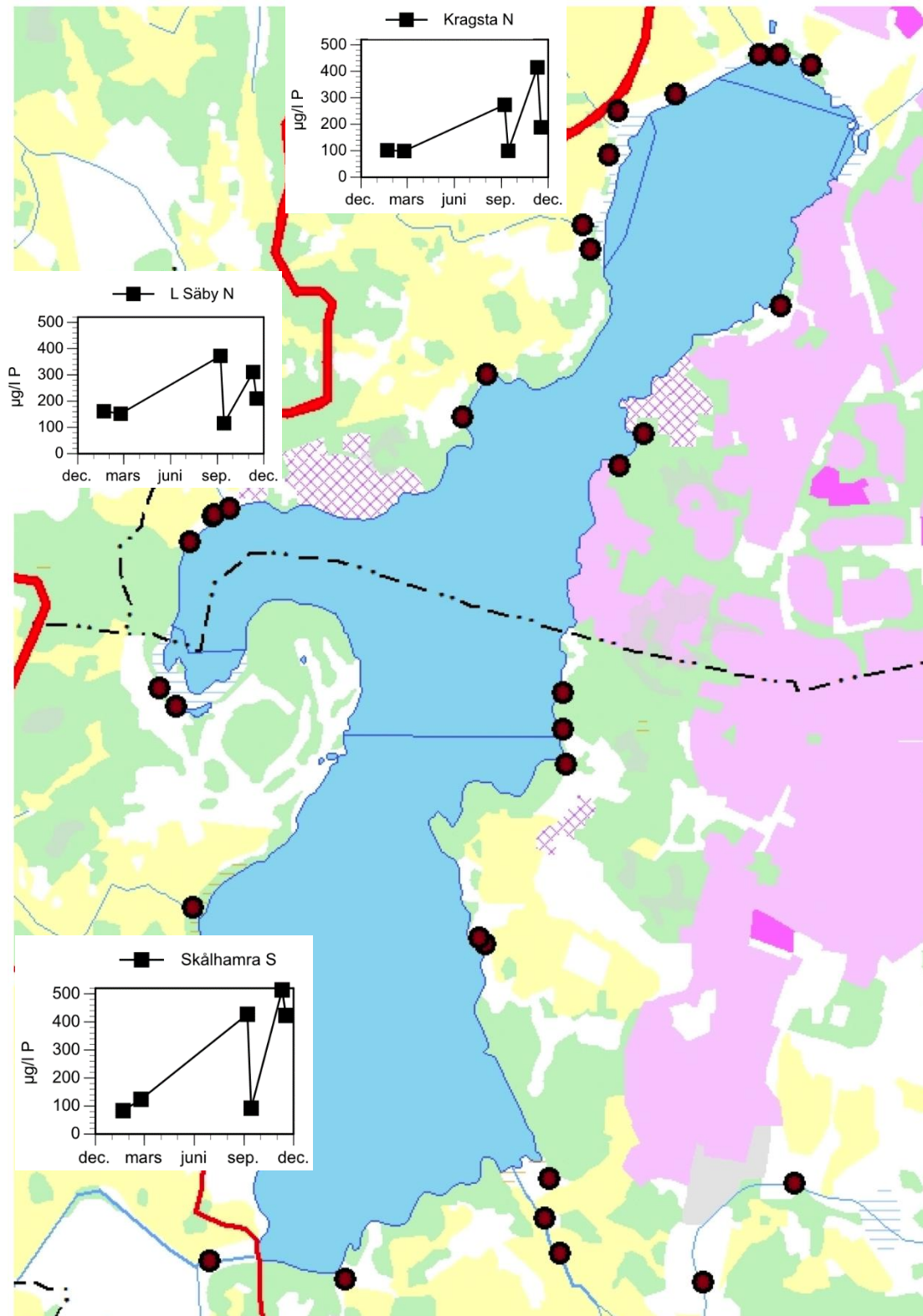
Bilaga 3. Näringsämneshalter i Vallentunasjöns större tillflöden Ormstaån och Karbyån samt utloppet Hagbyån 2015.

Längst ner i tabellen visas medelvärden för perioden 2007-2015.

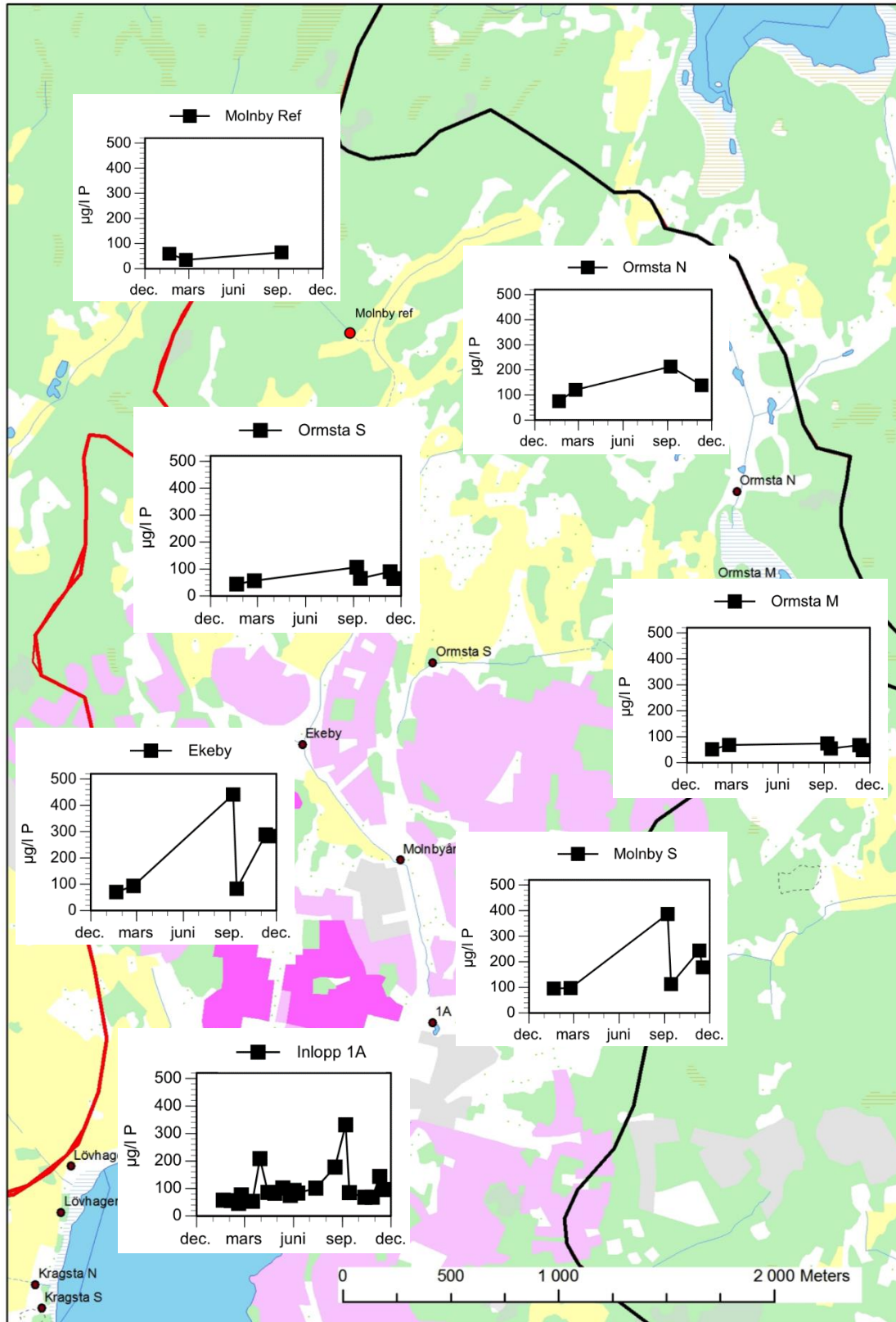
Provtagningsdatum	Ormstaån (Inlopp 1)					Karbyån (Inlopp 2)					Hagbyån (utlopp)				
	Fosfatfosfor	Totalfosfor	Nitrit-nitratkväve	Ammoniumkväve	Totalkväve	Fosfatfosfor	Totalfosfor	Nitrit-nitratkväve	Ammoniumkväve	Totalkväve	Fosfatfosfor	Totalfosfor	Nitrit-nitratkväve	Ammoniumkväve	Totalkväve
	µg/l					µg/l					µg/l				
2015-01-20	25	58	760	35	1728	24	53	1840	34	2499	0	22	133	419	1386
2015-02-04	23	56	905	30	1644	20	40	1350	10	2164	0	31	157	456	1314
2015-02-18	23	46	621	63	1470	21	39	1021	33	1770	2	27	217	416	1327
2015-02-23	33	77	1197	24	2054	25	51	1821	22	2445	2	27	218	398	1357
2015-03-16	31	54	810	109	1733	21	37	967	12	1703	1	25	230	364	1339
2015-03-30	71	209	993	62	2010	21	32	1074	19	1641	0	59	251	383	1353
2015-04-14	50	86	912	145	1820	13	36	722	15	1448	0	35	237	231	1430
2015-04-27	54	83	581	54	1450	14	43	463	3	1171	0	49	165	32	1187
2015-05-12	51	102	423	3	1416	19	46	466	20	1156	0	58	0	5	1277
2015-05-26	31	75	387	14	1438	22	52	768	22	1579	0	57	7	9	1225
2015-06-02	45	93	526	40	1610	20	47	631	14	1552	2	63	22	38	1288
2015-06-09	52	83	457	49	1339	25	47	509	21	1206	3	78	27	69	1407
2015-07-13	83	101	731	55	1445	41	58	542	48	1143	4	55	36	52	1243
2015-08-18	94	178	116	285	2823	38	50	700	14	1110	0	71	13	34	1171
2015-09-07	208	332	1129	36	2594	46	88	1112	20	2053	3	80	19	3	1364
2015-09-14	48	85	446	51	1564	37	58	993	38	1685	1	52	8	5	531
2015-10-13	45	68	275	110	1869	31	55	713	10	2697	1	35	13	32	983
2015-10-27	39	68	225	55	1427	47	69	601	50	1416	0	36	24	90	974
2015-11-10	59	144	1000	50	2109	35	71	487	22	1070	0	46	16	146	1132
2015-11-17	35	96	447	91	1608	37	64	536	39	1133	2	34	58	151	1073
2015-12-01	84	221	1207	57	2628	38	68	966	56	1614	0	40	52	200	1016
2015-12-14	29	70	495	61	1622	30	61	1264	73	1907	3	35	100	230	1104
Årsmedel	Ormstaån (Inlopp 1)					Karbyån (Inlopp 2)					Hagbyån (utlopp)				
	µg/l					µg/l					µg/l				
2015	55	108	666	67	1791	28	53	889	27	1644	1	46	91	171	1204
2014	49	88	626	42	1417	35	62	809	32	1414	4	54	80	144	1329
2013	75	121	641	122	1579	38	68	840	57	1417	5	59	101	198	1348
2012	64	111	550	56	1612	35	64	954	67	1711	4	54	112	153	1276
2011	47	98	698	247	1767	39	71	1152	49	1786	3	51	121	263	1400
2010	30	93	563	463	1874	34	65	1099	57	1689	5	55	109	244	1353
2009	52	118	816	227	1924	40	76	1069	61	1743	3	54	134	135	1317
2008	36	119	672	74	1689	25	68	1344	81	2095	6	47	155	111	1263
2007	30	87	834	110	1390	37	77	888	31	1310	6	38	65	120	1030

Observera att 2007 enbart avser medelvärden sedan september då undersökningarna inleddes.

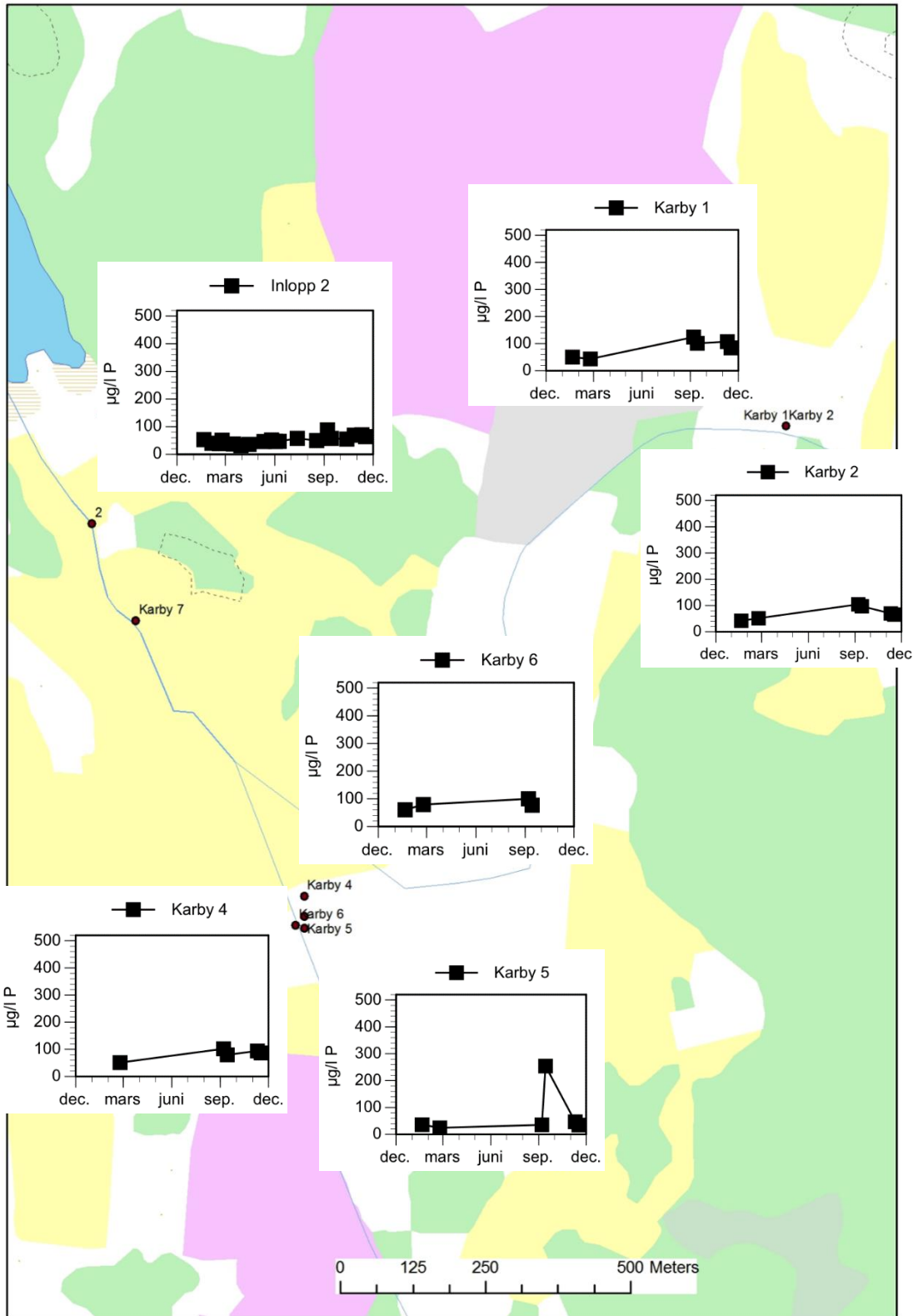
Bilaga 4. Översikt över näringsämneshalter vid Ormstaån, Karbyån samt övriga provtagningsstationer i tillflöden och delgrenar 2015.



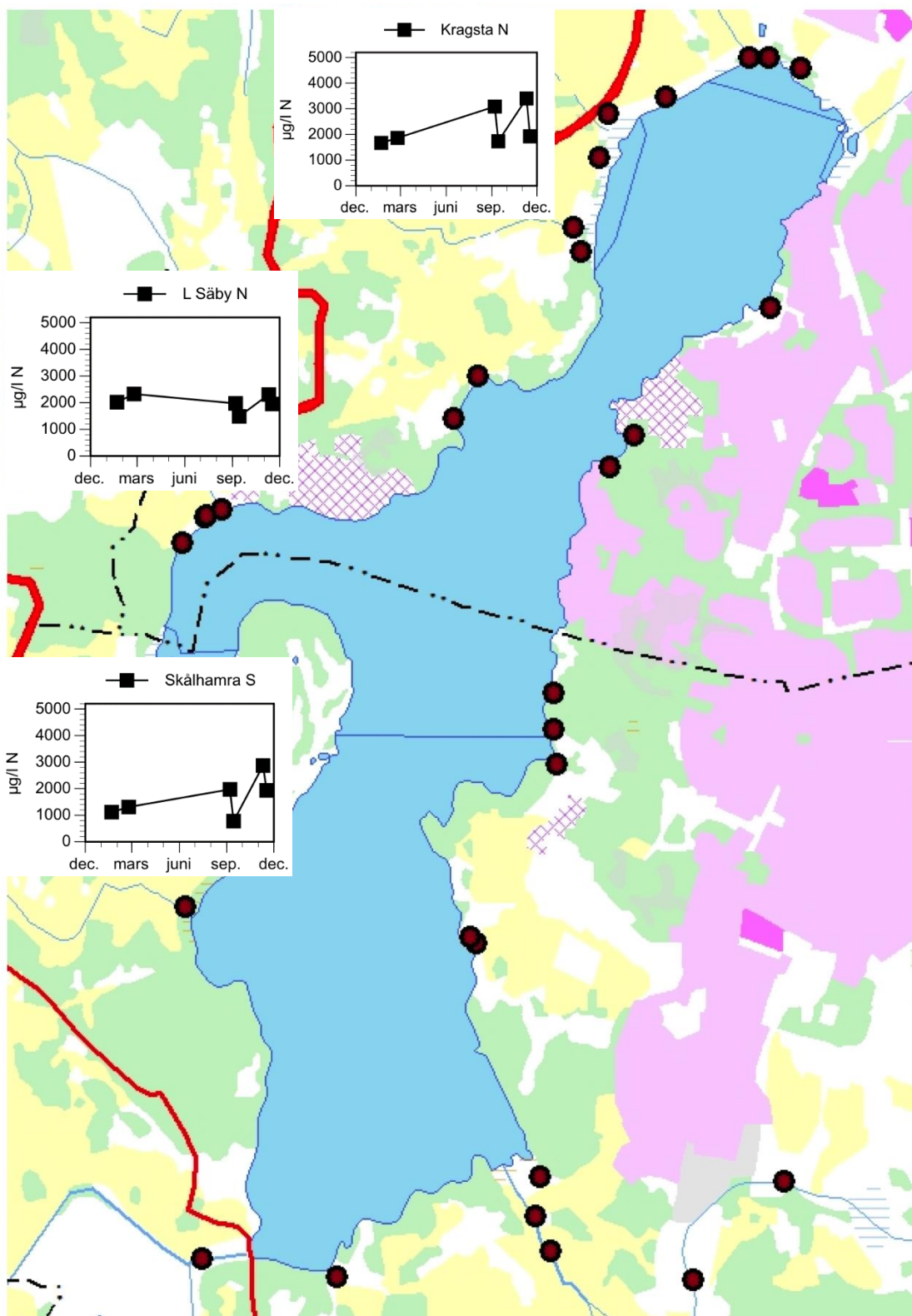
Totalfosforhalter i Vallentunasjöns mindre tillflöden 2015



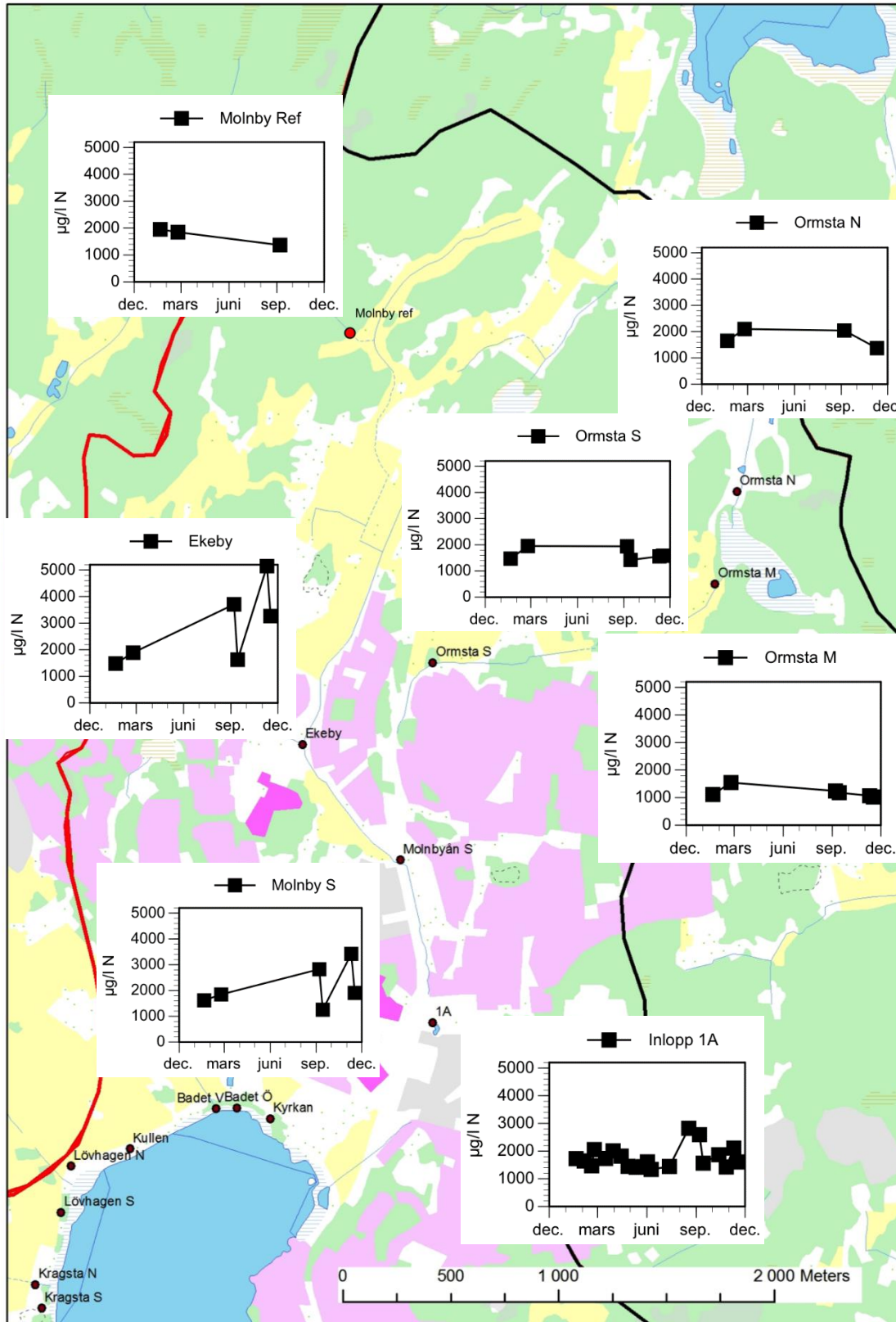
Totalfosforhalter i Ormstaån och dess delgrenar 2015



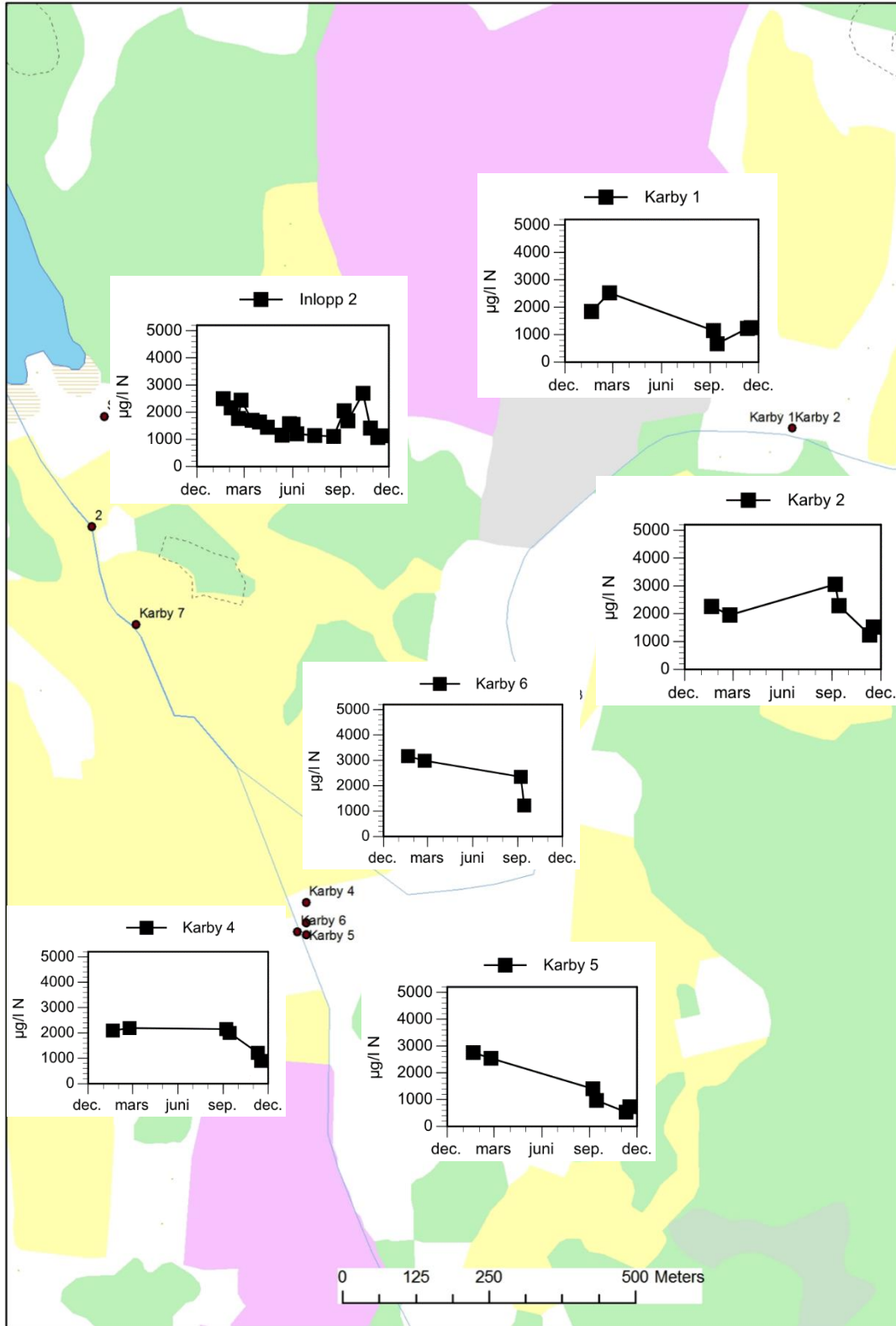
Totalfosforhalter i Karbyån och dess delgrenar 2015



Totalkvävehalter i Vallentunasjöns mindre tillflöden 2015



Totalkvävehalter i Ormstaån och dess delgrenar 2015



Totalkvävehalter i Karbyån och dess delgrenar 2015

Bilaga 5a. Vattenflöden och näringsämnestransporter i Vallentunasjöns större tillflöden samt utloppet 2015.

Längst ner i tabellerna visas medelvärde för flöde och summa för transporter för perioden 2011-2015.

2015	Månadsmedelflöden (m ³ /s)			Fosfat-P (kg/månad)			Total-P (kg/månad)		
	<i>Ormstaån</i>	<i>Karbyån</i>	<i>Utloppet</i>	<i>Ormstaån</i>	<i>Karbyån</i>	<i>Utloppet</i>	<i>Ormstaån</i>	<i>Karbyån</i>	<i>Utloppet</i>
jan	0,20	0,22	0,34	15	14	0	34	31	35
feb	0,24	0,27	0,42	16	14	3	35	28	58
mar	0,09	0,10	0,16	11	6	2	26	11	58
apr	0,07	0,08	0,12	11	3	0	26	7	57
maj	0,08	0,09	0,13	8	5	0	18	11	53
jun	0,03	0,04	0,05	4	2	3	7	4	61
jul	0,02	0,02	0,03	3	2	2	5	3	33
aug	0,01	0,01	0,02	3	1	0	6	2	28
sep	0,05	0,06	0,08	15	6	1	24	10	29
okt	0,01	0,01	0,01	1	1	0	1	1	17
nov	0,03	0,03	0,05	4	3	0	12	6	15
dec	0,10	0,11	0,16	14	10	2	34	18	26
2015	0,08	0,09	0,13	105	68	12	229	133	471
2014	0,07	0,07	0,25	92	77	29	187	136	356
2013	0,07	0,08	0,25	144	82	34	298	205	369
2012	0,10	0,11	0,41	181	122	42	329	215	634
2011	0,08	0,09	0,27	147	105	26	299	225	359

2015	Nitrat-N (kg/månad)			Ammonium-N (kg/månad)			Total-N (kg/månad)		
	<i>Ormstaån</i>	<i>Karbyån</i>	<i>Utloppet</i>	<i>Ormstaån</i>	<i>Karbyån</i>	<i>Utloppet</i>	<i>Ormstaån</i>	<i>Karbyån</i>	<i>Utloppet</i>
jan	403	1005	173	19	19	549	893	1420	1770
feb	529	918	404	24	14	878	1011	1402	2757
mar	240	341	407	18	5	658	471	524	2360
apr	166	177	278	17	3	272	339	307	1708
maj	86	148	24	2	5	12	299	327	1165
jun	42	54	24	4	2	52	123	128	1184
jul	23	26	18	4	2	29	72	52	701
aug	11	25	7	7	1	14	80	44	491
sep	92	145	6	7	4	5	265	282	431
okt	6	17	7	2	1	23	36	52	437
nov	64	61	15	5	4	59	158	112	403
dec	199	325	72	18	20	179	518	514	842
2015	1861	3241	1437	128	77	2731	4266	5164	14250
2014	1800	2480	993	69	64	1323	3488	4010	10071
2013	1743	3130	1211	328	142	1888	4188	4809	10154
2012	1957	3854	1979	174	275	2828	5748	6382	17411
2011	2094	4590	1731	1125	128	2774	5400	6458	11929

Bilaga 5b. Näringsämnestransporter i Vallentunasjöns fem största tillflöden samt utloppet 2015.

månad	Totalfosfor (kg/mån)					Summa inlopp	Utloppet
	Ormstaån	Karbyån	Kragsta N	L. Säby N	Skålhamra S		
januari	34,0	30,9	7,2	7,9	6,2	86,2	34,9
februari	34,8	28,4	7,7	8,5	8,3	87,7	58,1
mars	25,9	10,9	1,8	1,9	1,7	42,2	57,5
april	26,5	6,9	1,2	1,3	0,9	36,9	56,7
maj	18,1	11,5	3,0	0,9	0,8	34,3	53,2
juni	7,4	4,4	1,1	0,3	0,3	13,5	61,5
juli	4,8	2,5	0,0	0,0	0,0	7,3	33,4
augusti	5,5	2,0	0,1	0,0	0,0	7,6	28,3
september	24,4	10,2	2,8	0,9	0,7	39,0	29,3
oktober	1,5	1,4	0,1	0,0	0,0	3,0	17,5
november	11,8	5,5	1,7	1,3	2,5	22,8	14,7
december	33,8	18,2	3,5	4,0	3,7	63,2	26,3
totalt	229	133	30	27	25	444	471

månad	Fosfatfosfor (kg/mån)					Summa inlopp	Utloppet
	Ormstaån	Karbyån	Kragsta N	L. Säby N	Skålhamra S		
januari	14,5	14,3	3,1	5,9	2,8	40,6	0,0
februari	15,5	14,5	3,3	6,4	4,0	43,7	2,5
mars	10,7	6,1	0,8	1,5	0,8	19,9	1,6
april	11,0	3,5	0,5	1,0	0,4	16,4	0,0
maj	8,3	4,9	1,4	0,7	0,3	15,7	0,1
juni	4,2	2,2	0,5	0,3	0,1	7,3	2,5
juli	3,4	1,8	0,0	0,0	0,0	5,2	1,9
augusti	3,2	1,5	0,0	0,0	0,0	4,7	0,4
september	15,0	5,8	1,3	0,7	0,3	23,1	0,7
oktober	0,9	0,8	0,0	0,0	0,0	1,8	0,2
november	4,5	3,1	0,7	0,9	1,1	10,3	0,2
december	13,5	9,8	1,5	3,0	1,7	29,5	1,8
totalt	105	68	13	20	12	218	12

månad	Totalkväve(kg/mån)					Summa inlopp	Utloppet
	Ormstaån	Karbyån	Kragsta N	L. Säby N	Skålhamra S		
januari	893	1420	125	99	79	2616	1770
februari	1011	1402	144	117	95	2768	2757
mars	471	524	32	26	20	1074	2360
april	339	307	20	16	12	695	1708
maj	299	327	39	14	13	691	1165
juni	123	128	14	5	5	274	1184
juli	72	52	0	0	0	123	701
augusti	80	44	1	0	0	126	491
september	265	282	36	13	12	608	431
oktober	36	52	1	0	0	90	437
november	158	112	20	14	16	320	403
december	518	514	65	53	43	1192	842
totalt	4266	5164	496	356	294	10576	14250

månad	Nitritnitratkväve(kg/mån)					Summa inlopp	Utloppet
	Ormstaån	Karbyån	Kragsta N	L. Säby N	Skålhamra S		
januari	403	1005	45	73	29	1555	173
februari	529	918	66	85	43	1640	404
mars	240	341	12	20	7	620	407
april	166	177	6	12	3	365	278
maj	86	148	15	6	1	255	24
juni	42	54	5	2	0	103	24
juli	23	26	0	0	0	49	18
augusti	11	25	0	0	0	37	7
september	92	145	14	5	1	257	6
oktober	6	17	0	0	0	24	7
november	64	61	7	9	6	146	15
december	199	325	30	37	20	611	72
totalt	1861	3241	202	249	110	5663	1437

månad	Ammoniumkväve(kg/mån)					Summa inlopp	Utloppet
	Ormstaån	Karbyån	Kragsta N	L. Säby N	Skålhamra S		
januari	19,0	18,5	6,1	2,6	0,9	47,1	549,4
februari	24,1	14,0	8,4	3,7	1,2	51,4	878,1
mars	18,3	4,6	1,8	0,4	0,3	25,3	658,1
april	17,2	3,2	0,9	0,2	0,1	21,7	272,2
maj	2,4	4,7	0,9	0,7	0,1	8,8	12,0
juni	3,7	1,8	0,3	0,2	0,0	6,1	52,2
juli	4,5	1,8	0,0	0,0	0,0	6,2	28,6
augusti	6,9	0,9	0,0	0,0	0,0	7,8	13,8
september	7,2	3,8	0,9	0,6	0,1	12,6	5,3
oktober	1,8	0,6	0,0	0,0	0,0	2,4	22,8
november	5,1	3,8	1,1	0,3	0,2	10,5	58,9
december	17,5	19,6	3,6	2,0	0,5	43,4	179,5
totalt	128	77	24	11	4	243	2731

Bilaga 6. Resultat vattenkemiska-fysikaliska variabler Vallentunasjön

Datum	Djup m	Temp °C	Syrgas mg/l	%	Datum	Djup m	Temp °C	Syrgas mg/l	%	Datum	Djup m	Temp °C	Syrgas mg/l	%
2015-01-20	0,5	0,5	15	105	2015-06-02	0,5	13,8	9,3	90	2015-09-01	0,5	19,1	8,7	95
	1	1,3	15	106		1	13,8	9,4	91		1	19,1	8,9	98
	2	1,8	10,6	75		2	13,8	9,6	93		2	19,1	9,1	101
	3	2,5	3,6	26		3	13,8	9,8	95		3	19,1	9	100
	4	3,2	2,6	19		4	13,8	10	97		4	18,9	6,2	68
	4,5	3,3	0,9	7		4,5	13,8	10	97		4,5	18,9	5,7	63
2015-02-25	0,5	2,1	14,5	105	2015-06-09	0,5	16,8	9,9	101	2015-09-17	0,5	15,7	9,7	99
	1	2,7	14,7	108		1	16,4	9,9	101		1	15,7	9,7	99
	2	3	3,8	29		2	15,8	9,8	99		2	15,7	9,7	99
	3	3,3	0,8	6		3	15,2	9,2	92		3	15,7	9,7	99
	4	3,7	0,5	4		4	14,7	8,6	84		4	15,7	9,7	98
	4,5	4	0,5	4		4,5	14,7	8,4	82		4,5	15,4	9,5	96
2015-03-18	0,5	3,8	11,3	86	2015-06-23	0,5	18	8,5	91	2015-09-30	0,5	13,7	9,9	94
	1	3,8	11,5	87		1	17,8	8,4	90		1	13,4	10,1	96
	2	3,8	11,8	90		2	17,4	7,3	77		2	13,3	10,1	96
	3	3,8	12,1	92		3	17,2	6,7	70		3	13,2	10,2	96
	4	3,8	12,3	93		4	16,4	1	10		4	13,2	10,2	96
	4,5	3,8	12,3	93		4,5	16,3	0,6	6		4,5	13,2	10,2	96
2015-03-30	0,5	3,9	13,1	103	2015-07-02	0,5	21,4	16,5	184	2015-10-13	0,5	9,1	10,6	90
	1	3,9	13,1	103		1	21,3	16,3	182		1	9,1	10,5	89
	2	3,9	13,1	103		2	20,4	12,4	127		2	9	10,4	88
	3	3,9	13,1	103		3	20	11,8	63		3	8,8	9,7	82
	4	3,9	13	102		4	19,2	5,9	39		4	8,5	9,9	84
	4,5	3,9	13	102		4,5	19,1	3,7			4,5	8,5	9,7	81
2015-04-14	0,5	7,2	12,7	105	2015-07-13	0,5	19,5	10,5	115	2015-10-27	0,5	7,7	10,2	86
	1	7,2	12,7	105		1	19,4	10,2	111		1	7,7	10,1	85
	2	7,2	12,7	105		2	18,8	7,4	80		2	7,7	10,1	85
	3	7,2	12,7	106		3	18,8	7,2	78		3	7,7	10,1	85
	4	7,2	12,7	106		4	18,8	6,5	71		4	7,7	10,1	84
	4,5	7,2	12,7	106		4,5	18,7	5,5	59		4,5	7,7	10,1	84
2015-04-28	0,5		12,6	114	2015-07-27	0,5	18,5	9,2	99	2015-11-11	0,5	6,6	11,2	92
	1		13	117		1	18,5	9,1	98		1	6,6	11,2	93
	2		13,4	121		2	18,5	9,1	98		2	6,6	11,3	93
	3		13,4	121		3	18,5	9	97		3	6,6	11,3	93
	4		13,4	121		4	18,5	8,9	96		4	6,6	11,3	93
	4,5		13,3	121		4,5	18,5	8,9	96		4,5	6,6	11,2	92
2015-05-12	0,5	12,7	10,6	102	2015-08-11	0,5	21,5	9,5	106					
	1	12,7	10,7	103		1	21,5	9,5	106					
	2	12,7	11	106		2	21,5	9,3	104					
	3	12,6	11,2	107		3	21	6,3	70					
	4	12,6	11,3	108		4	20,3	3,3	36					
	4,5	12,6	11,3	108		4,5	20	1,4	15					
2015-05-26	0,5	15,6	11,7	118	2015-08-20	0,5	20,9	9,2	101					
	1	15,5	11,7	118		1	20,8	9,2	100					
	2	15,2	11,6	116		2	20,5	8,5	92					
	3	15,1	11,2	112		3	20,4	8,1	88					
	4	15	11	109		4	20,2	4,7	51					
	4,5	14,2	8,7	85		4,5	20,1	4,1	45					

Bilaga 6, forts.

Längst ner i tabellen visas medelvärden för perioden 2007-2015.

Datum	Siktdjup m	Suspenderat material mg/l	Glödgningsförlust mg/l	Fosfatfosfor µg/l	Totalfosfor µg/l	Nitritnitratkväve µg/l	Ammoniumkväve µg/l	Totalkväve µg/l	Klorofyll a µg/l
2015-01-20	1,9	6,0	3,6	2	31	123	534	1569	23
2015-02-25	2,4	3,5	2,3	1	24	224	590	1448	10
2015-03-18	1,5	5,2	3,6	2	33	242	477	1472	14
2015-03-30	1,5	6,7	3,0	0	38	222	402	1435	17
2015-04-14	1,4	8,7	6,0	0	42	213	219	1429	26
2015-04-28	1,0	10,7	8,0	0	42	139	4	1236	29
2015-05-12	0,7	16,8	12,4	0	64	0	3	1337	28
2015-05-26	0,7	19,0	12,5	0	53	0	0	1260	28
2015-06-02	0,6	24,0	12,0	0	72	11	82	1434	33
2015-06-09	0,5	30,7	15,3	4	105	19	140	1587	42
2015-06-23	0,6	21,3	9,3	3	92	20	346	1687	38
2015-07-02	0,6	18,5	11,5	8	80	3	10	1534	68
2015-07-13	0,6	21,5	16,5	8	74	3	18	1391	60
2015-07-27	0,6	23,3	16,7	0	81	0	6	1342	39
2015-08-11	0,8	12,5	10,5	0	45	1	4	1093	23
2015-08-20	0,8	16,5	12,5	0	55	5	6	1135	28
2015-09-01	0,8	16,0	9,0	0	51	5	4	1159	29
2015-09-17	1,0	12,8	10,0	1	50	1	7	1131	29
2015-09-30	0,9	15,0	10,0	0	46	0	8	1127	36
2015-10-13	0,9	10,5	5,5	2	35	3	12	1045	27
2015-10-27	1,0	8,8	6,0	4	35	3	57	1042	26
2015-11-11	1,2	9,2	6,8	1	36	6	103	1047	33
Årsmedel									
2015	1,0	14	9	2	54	56	138	1315	31
2014	0,9	20	13	4	63	54	86	1463	36
2013	1,0	22	16	6	72	68	135	1575	38
2012	1,2	15	10	4	59	75	139	1321	34
2011	1,1	18	12	5	68	48	180	1490	35
2010	1,0	16	12	4	68	67	178	1441	34
2009	1,1	14	10	2	67	73	109	1389	30
2008	1,0	15	9	3	58	76	60	1279	31
2007	1,0	14	11	6	56	17	44	1316	28

Observera att 2007 enbart avser medelvärden sedan augusti då undersökningarna inleddes.

Bilaga 7. Växtplankton 2015 – taxa och biomassor (µg/l).

Taxon	2015-04-28	2015-05-12	2015-05-26	2015-06-09	2015-06-23	2015-07-13	2015-08-11	2015-09-17	2015-10-13	2015-11-11
	biomassa (µg/l)									
Cyanobakterier (Cyanobacteria)										
Aphanocapsa	46	110	160	76	42	63	121	106	51	23
Chroococcales	11	58	52	52	23	80	58	256	2	105
Chroococcus	31	28		21		22	11	6		
Chroococcus limneticus	88		10	16	17	166	64	694	16	82
Coelosphaerium kuetzingianum	35		301	46				81		
Merismopedia punctata									245	
Microcystis		333	88	97	22	157	253	54		
Microcystis wesenbergii			58	674		61	258	62		
Snowella	11	62	110	35		6	85	285	38	129
Woronichinia	3			163	6			120		
Aphanizomenon	4815	3837	55		15	30	491	4374	1342	141
Dolichospermum		5				11	28		6	
Planktolyngbya	3281	2532	1102	77	155	258	481	1952	1804	485
Oscillatoriales				16					688	2347
Planktothrix	474	61	114						95	28
Pseudanabaena										5
Apanothece			4							
Cyanodictyon	5	21	18	4	6	18	47	15	1	2
Merismopedia warmingiana			1							
Rekylalger (Cryptophyta)										
Cryptomonas	219	1097	317	153	2122	641	302	451	659	792
Cryptomonas sp						530				
Rhodomonas	79	373	205	58	184	167	69	73	98	50
Katablepharis ovalis	63	116	8			50	90	60	75	45
Pansarflagellater (Myzozoa)										
Ceratium									383	
Ceratium hirundinella						426	426			
Gymnodinium	57	9					72		10	
Peridinium							493	425	31	
Guldalger (Haptophyta, Heterokontophyta)										
Chrysochromulina	206		33	43	0	63	188	133	118	14
Dinobryon sociale	17									
Chrysoflagellater	432	4	196	104	70	130	234	284	357	57
Bitrichia		34								
Mallomonas		136		363			29	239	2713	
Goniochloris								9		
Kiselalger (Bacillariophyta)										
Asterionella		5								

Asterionella formosa			83	25		12		43	806	4190
Diatoma tenuis	25									
Fragilaria	776	1385	375	7		62	62	540	240	1457
Stausira berolinensis		42	13	3		27		29	73	21
Tabellaria fenestrata	107		104	70					91	
Aulacoseira		36	96			196		58	139	
Aulacoseira granulata			139					58		
Centrales	1606	2179	1790	16043	4690	5620	57	133	354	310
Rhizosolenia								11	205	
Bacillariophyta	17	124	167					118		
Ögonalger (Euglenozoa)										
Phacus							45	73	19	
Grönalger (Charophyta, Chlorophyta, Chlorophyceae)										
Closterium	60		65	19	716	371	15	42	57	121
Closterium acutum var. variabile			8	32	539	99	4	193	189	187
Cosmarium	6		21		2	314	265	377	43	172
Spondylosium planum				31		251	6	31	43	
Staurastrum	24			53	98	93	16	3	3	
Staurodesmus			100		219	163	45	137	136	
Teilingia granulata						160				
Golenkinia		22						22	19	
Acutodesmus acuminatus		177	2	17				0	0	
Ankistrodesmus fusiformis	25	46	2				1	7	22	10
Coelastrum	2	21	142	10	26	108	223	33	24	
Crucigenia		118			240	226				
Crucigenia quadrata		178	32	42	505	480	1179	142	71	162
Crucigenia tetrapedia				118	56	18	240	842	136	136
Elakatothrix		2	1	10	18	3	7	3	4	2
Elakatothrix gelatinosa				11			6	2	2	5
Kirchneriella contorta					1	3	11	1		2
Monoraphidium	10	4	118	3		12	25	19	179	10
Monoraphidium contortum	98	4	17	3	1	3		2	1	
Monoraphidium komarkovae		19		2		18				
Monoraphidium minutum				5	8	9	22		1	
Parapediastrium biradiatum									375	
Pediastrium	39					73			199	3
Pediastrium duplex	128	398	352	2081	123	508	108	245	34	116
Pseudopediastrium boryanum		391	536	546	1093	485	299	265	46	163
Scenedesmus	37	195	59	623	226	1750	1092	1557	278	163
Selenastrum capricornutum		4								
Selenastrum gracile						10				
Stauridium tetras	95	65	43	32	164	129	121	268	187	161
Tetraëdron caudatum	30	500	123	105	284	26	74	6	74	0
Tetraëdron minimum		240	83	237	168	83	505	59		284
Tetrastrum					377					
Tetrastrum staurogeniaeforme			7	229	176	88				

Chlamydomonas	7				17				8	
Chlorophyceae	41	528	63	2071	1016	1313	841	840	360	32
Chlorophyceae		15								
Nephroselmis						43				
Dictyosphaerium	13	12				2		41	151	132
Dictyosphaerium subsolitarium				11			38	110		
Koliella							8	11		
Koliella longiseta	19	189								
Lagerheimia				7						
Lagerheimia subsalsa			8			88		3		
Oocystis	28	18	69	1688	476	121	112	78	39	28
Stichococcus									1	
Oidentifierade taxa	817	282	200	22	964	361	575	446	211	170

	Biomassa (µg/l)									
Cyanobakterier	8801	7045	2072	1278	286	873	1897	8006	4288	3347
Rekylalger	361	1586	530	211	2306	1389	461	584	833	886
Pansarflagellater	57	9	0	0	0	426	991	425	424	0
Guldalger	656	175	229	510	70	193	450	665	3188	71
Kiselalger	2533	3771	2767	16147	4690	5918	177	933	1909	5978
Ögonalger	0	0	0	0	0	0	45	73	19	0
Gröналger	662	3145	1853	7988	6549	7050	5261	5340	2677	1889
Oidentifierade taxa	817	282	200	22	964	361	575	446	211	170
Summa	13886	16014	7651	26155	14865	16208	9857	16472	13548	12342

	Andel (%)									
Cyanobakterier	63	44	27	5	2	5	19	49	32	27
Rekylalger	3	10	7	1	16	9	5	4	6	7
Pansarflagellater	0	0	0	0	0	3	10	3	3	0
Guldalger	5	1	3	2	0	1	5	4	24	1
Kiselalger	18	24	36	62	32	37	2	6	14	48
Ögonalger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gröналger	5	20	24	31	44	43	53	32	20	15
Oidentifierade taxa	6	2	3	0	6	2	6	3	2	1
Summa	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Bilaga 8. Djurplankton 2015 – taxa och biomassor (mg/m³).

Ordning	Taxonnamn	Taxonkommentar	Våtvikt (mg/m ³)										
			2015-04-28	2015-05-12	2015-05-26	2015-06-09	2015-06-23	2015-07-13	2015-08-11	2015-09-17	2015-10-13	2015-11-11	
Cladocera	<i>Bosmina coregoni</i>		105	103					163	302	1228	1067	346
	<i>Bosmina longirostris</i>		33	444		22405	997	78	67	189			
	<i>Chydorus sphaericus</i>		946	1569	5972	4536	917	371	99	1276	317	211	
	<i>Daphnia</i>				6								
	<i>Daphnia cucullata</i>				581	2430	25	839	1572	86	736	3587	
	<i>Leptodora Kindti</i>										129		
	<i>Sida crystallina</i>				51								
Copepoda	Calanoida	adult		155	479	37							
	Calanoida	adult hanne						39	79			168	
	Calanoida	copepodit		4					24	75		9	
	Calanoida	naupliuslarv	8	37	124	25	8	4	5	3		5	
	Cyclopoida	adult	2262	3812	702	1226	351	493	546	53	177	991	
	Cyclopoida	adult hanne	50					229	385	107			
	Cyclopoida	copepodit		4		38		232	294	271	48	73	
	Cyclopoida	naupliuslarv	797	129	26	121	29	17	34	58	10	94	
	Eudiaptomus	adult	53				17		84	80			
	Eudiaptomus	adult hanne								319			
	Eurytemora	adult		38	938	2275							
	Heterocope	adult	243										
Rotifera/Flosculariacea	<i>Pompholyx sulcata</i>							10	6	74	1		
Rotifera/Ploimida	<i>Asplanchna</i>		1005	4137	757	195							
	<i>Brachionus</i>			2	2								
	<i>Brachionus angularis</i>										1		
	<i>Kellicottia longispina</i>		1	1	9	39	2	0	1	3	0	2	
	<i>Keratella cochlearis</i>		2	11	15	17	5	10	6	24	13	9	
	<i>Keratella cruciformis eichwaldi</i>						0				2		
	<i>Keratella quadrata</i>		32	63	129	144	12	31	4	188	19	23	
	<i>Keratella tecta</i>						0	42	23	38	20		
	<i>Polyarthra</i>		31	2	0,5	4		87	18	9	41	3	
	<i>Synchaeta</i>		0,5	7				36					
	<i>Trichocerca</i>							4	4	0,1	0,5		
	<i>Trichocerca capucina</i>								8	1			
				Våtvikt (mg/m ³)									
Cladocera			1084	2116	6611	29371	1938	1450	2041	2779	2249	4143	
Copepoda			3414	4179	2270	3723	406	1014	1451	966	235	1340	
Rotifera			1073	4224	913	399	20	219	71	338	99	37	
Summa			5571	10519	9794	33493	2365	2684	3563	4083	2583	5521	
			Andel (%)										
Cladocera			19	20	67	88	82	54	57	68	87	75	
Copepoda			61	40	23	11	17	38	41	24	9	24	
Rotifera			19	40	9	1	1	8	2	8	4	1	
Summa			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Bilaga 9. Vattenvegetation - inventering

Täckningsgrad av makrofyter undersöktes vid rödmarkerade områden. Område 1: Vallentuna norra, område 2: Vallentuna västra och område 3: Vallentuna östra.



Koordinater och djup för start- och slutpunkter vid undersökning av täckningsgrad av makrofyter i Vallentunasjön 2009, 2012 och 2015.

Område	Position (RT90)		Djup (m)
	X	Y	
Vallentuna norra: start	6602670	1627150	1,4
Vallentuna norra: slut	6602640	1627325	1,9
Vallentuna västra: start	6600430	1625125	0,2
Vallentuna västra: slut	6600523	1625162	0,9
Vallentuna östra: start	6599575	1626375	0,2
Vallentuna östra: slut	6599556	1626358	1,0

Inmätning av vattenstånd

Inmätning av vattenståndet gjordes mot en spets på ett block vid strandkanten i sjöns nordöstra del vid position X6602262/Y1627800 (RT90). Vid inmätning av vattenståndet i samband med vegetationsinventering den 31 augusti 2015 låg vattenytan 7 cm under spetsen. Vid inventeringen 2012 och 2009 låg vattenytan 2 respektive 11 cm under samma punkt.

