



Syrgasförhållanden och skiktning i Vombsjön

Projekt: Fokus Vombsjön

20 september 2021



**: EKOLOGI
GRUPPEN**

Versionshistorik:

26 juni 2020, granskningsversion 1

30 juni 2021, granskningsversion 2, efter synpunkter från Sydsvatten i maj 2021

20 september 2021, slutversion, efter synpunkter från vattenrådet i augusti-september 2021

Framställt av: Ekologigruppen Ekoplan AB

www.ekologigruppen.se

Uppdragsgivare: Kävlingsåns vattenråd

Beställarens kontaktpersoner: Linda Parkefelt, Sydsvatten och Christian Alsterberg,
Kävlingsåns vattenråd

Uppdragsansvarig: Karl Holmström

Kvalitetsansvarig: Torbjörn Davidsson

Internt projektnummer: 8571

Omslag: undersökning av temperatur och syrgasförhållande i Vombsjön, 11 juni
2020, foto Ekologigruppen

Innehåll

Inledning	4
Underlag.....	5
Undersökningar 2014 - 2019.....	5
Uppgifter om väderlek och hydrologi	6
Resultatbehandling	7
Resultat med kommentarer	7
Allmänt.....	7
Resultat från mätningar över djuphålan, stn 2	9
Resultat från övriga delar av sjön.....	12
Orsaker till syrgasbrist och inverkan av väderleken	13
Sammanfattande slutsatser	16
Referenser	17

Bilagor

- 1 - diagram över väderstatistik 2014-2018
- 2 - separat bilaga, excel-fil - Analysdata_O2_temp_Vombsjön_2014_2019_ver1juli2021.xlsx Filen finns hos Kävlingeåns vattenråd och Ekologigruppen

Inledning

Fokus Vombsjön är ett samarbetsprojekt mellan Kävlingeåns vattenråd och Sydvatten och syftar till att föra samman aktörer i området kring Vombsjön för att tillsammans arbeta för en bättre vattenkvalitet i sjön. Som ett led i detta har olika aktiviteter initierats för att förbättra kunskapsunderlaget. En av dessa är att sammanställa mätdata om syrgasförhållanden och temperaturskiktning i Vombsjön från perioden 2014 till 2019. Syrgasförhållandena vid sjöns botten är avgörande faktor för förekomst av så kallad intern fosforbelastning av sjön. Sådan kan förekomma när syrgasbrist uppkommer vid bottensedimentet, vilket innebär att fosfor bundna till sedimentpartiklar kan frigöras till vattenmassan och bidra till övergödning, såsom algbloomning och hög grumlighet. Vilken betydelse uppkomst av temperaturskiktning och syrgasbrist har för vattenkvaliteten avseende vattenkemi och biologi har emellertid inte ingått att behandla i denna studie.

Fokus Vombsjön drivs av en arbetsgrupp med representanter från Sydvatten och Kävlingeåns vattenråd. Denna rapport har sammanställts av Ekologigruppen AB i samråd med Linda Parkefelt på Sydvatten AB och Christian Alsterberg på Kävlingeåns vattenråd.

Kort beskrivning av Vombsjön och sjöns sentida historik

Vombsjön är en slättsjö centralt belägen i Kävlingeåns avrinningsområde i Lunds, Eslövs och Sjöbo kommun. Sjön har enligt SMHI:s sjöregister ett medeldjup på 6,6 m och ett maximalt djup på 16 m. Sjöns yta är cirka 12 km². Sjövolymen uppges till drygt 78 miljoner m³. Sjöns totala avrinningsområde uppgår till 447 km², varav nära 70 % upptas av jordbruksmark.

Sjöutloppet byggdes om redan runt sekelskiftet och sjön har aktivt reglerats sedan början av 1940-talet då Kävlingeåns vattenavledningsföretag 1936 genomfördes. Detta innebar att sjöytan sänktes med cirka 1 meter. Sedan 1943 är Vombsjön en dricksvattentäkt för främst Malmö, där först Malmö stad var huvudman, men sedan 1983 är det Sydvatten som driver dricksvatten-anläggningen vid Vombverket. Den gällande vattendomen är från 1969 och innebär att sjöytan kan regleras inom en amplitud på cirka 3 meter. Idag pumpar Sydvatten cirka 1000 l/s från Vombsjön och infiltrerar i dammar för att producera dricksvatten. Denna vattenmängd utgör i genomsnitt cirka 25 procent av den totala vattenmängden som lämnar sjön. Resterande 75 procent tappas till Kävlingeån.

Vombsjön är mycket näringsrik och omsätter årligen stora mängder fosfor. Kunskapen om näringsförhållanden före 1940-talet är liten och egentliga undersökningar av sjön finns först från slutet av 1960-talet. Den samlade bedömningen är att den årliga externa belastningen av fosfor kunde uppgå till 20-30 ton per år under 1960-1980-talen för att därefter minska till cirka 10 ton per år. Orsaken till den tidigare höga fosforbelastningen var påverkan av dåligt renat avloppsvatten från reningsverk och enskilda avlopp, i kombination med stora växtnäringsförluster från jordbruket. De utgående fosformängderna från sjön, idag cirka 10 ton per år, har inte varierat lika mycket.

Sjösedimentets innehåll av fosfor har beräknats till nära 600 ton, varav knappt 40 % föreligger i sådan form att det kan läcka till vattenmassan. Förhållanden med syrefattigt bottenvatten, som innebär risk för frigörande av fosfat från sedimentet, förekommer tidvis i sjöns djupare områden sommartid. Tidigare beräkningar visar att den interna belastningen, dvs fosforläckage från sedimenten, uppgår till 4-10 ton per år. Denna fosformängd beräknas också omsättas i sjöns biomassa. Om sjön fungerar som fosforkälla eller fosforfälla synes variera mellan olika år under de senaste decennierna.

(Uppgifter från *Vombsjön – faktasammanställning 2017*. Ekologigruppen 2017)

För denna sammanställning har Ekologigruppen utgått från mätdata som tillhandahållits av Sydvatten. Vidare har de bearbetningar av detta material som utförts av Tove Rappmann och den redovisning av materialet som hon gjort i *Analys av profilmätning i Vombsjön* (september 2019, inklusive bilagor) använts som underlag. Arbetet har utförts 2019 som ett projektarbete vid avdelningen för akvatisk ekologi, biologiska institutionen, Lunds universitet, där Linda Parkefelt varit handledare.

Underlag med rådata från Sydvatten, bearbetningar samt diagram för föreliggande redovisning finns i den separata bilaga 2.

Föreliggande rapport är upplagd på så sätt att beskrivningar av underlag och resultatbehandling följs av redovisning av mätresultat från sjön med kommentarer. I ett särskilt kapitel redovisas meteorologiska data och dessas inverkan på syrgas- och temperaturförhållanden i sjön diskuteras. Faktorer såsom syreförbrukande ämnen i sjövattnet och i bottensedimentet, och den betydelse sådana ämnen kan ha för syrgasförhållandena, behandlas inte specifikt i denna sammanställning.

Underlag

Undersökningar 2014 - 2019

Mätningar av temperatur och syrgasprofiler har genomförts av Sydvatten AB och där egen personal utfört mätningarna från båt i Vombsjön. Mätresultat som tillhandhållits och studerats kan sammanfattas enligt följande:

- Profilmätningar för åren 2014 - 2019
- Sex provstationer (stn 1-6), med undantag för 2015, då endast tre provstationer provtogs (stn 2-4) (Figur 1)
- Antalet mättillfällen för temperatur och syrgas har varierat mellan åren; 8-37 mätningar/år (alla stationer)

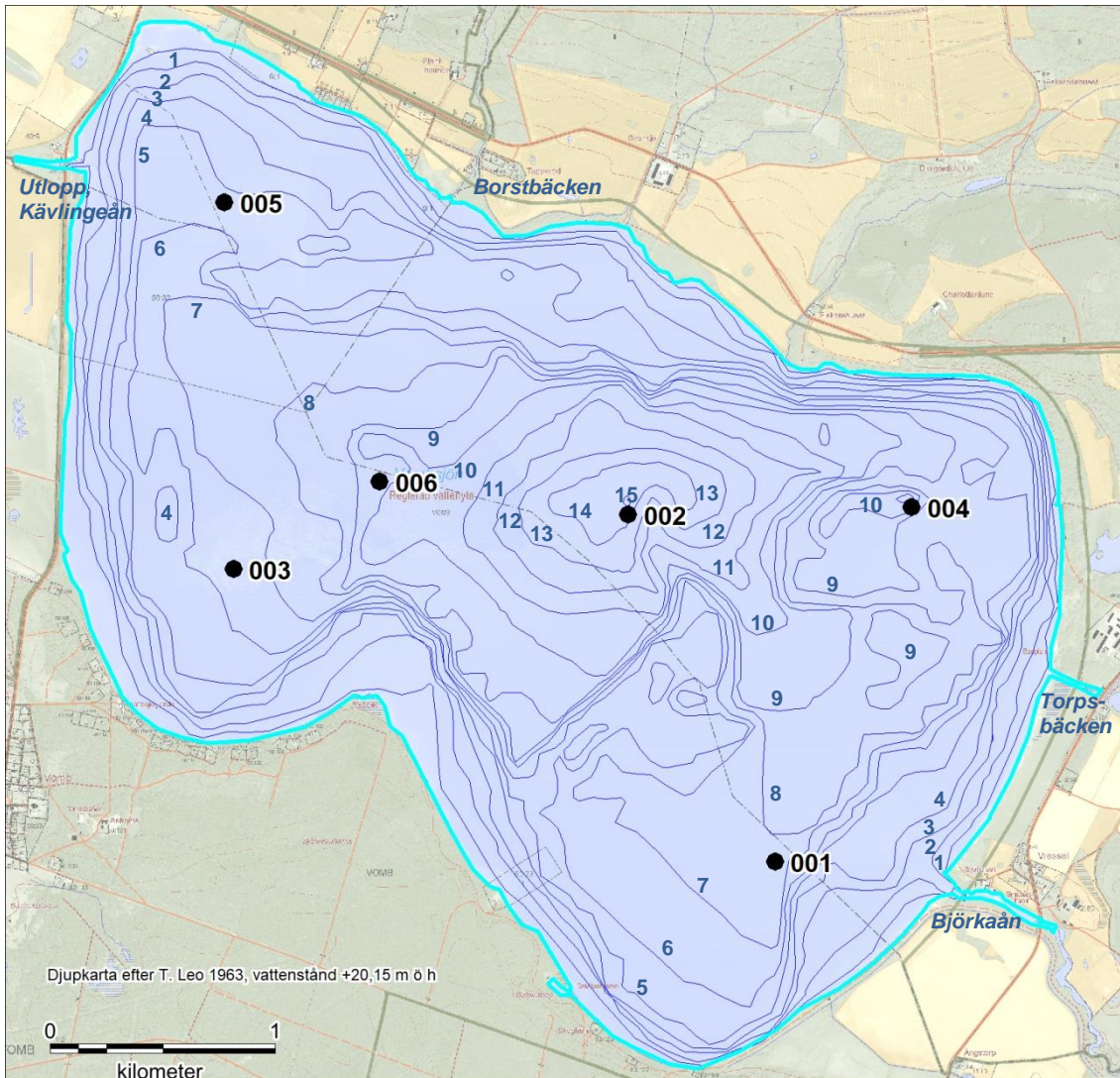
Antalet provtagningar per provstation respektive år 2014 - 2019 redovisas i tabell 1 och 2. För mätningar under 2019 redovisas resultat t o m 22 augusti.

Det totala antalet studerade profilmätningar vid de olika provstationerna uppgår till 656. Flest mätningar har genomförts under sommarmånaderna maj-september. Utanför dessa månader har endast enstaka mätningar utförts. Antal mätningar per profil har varierat mellan 3 (vid stn 5) och 15 (vid stn 2). Profildjupen på de enskilda provstationerna har varierat något beroende vattenstånd (aktuellt vattendjup) och exakt provtagningsposition. Det totala antalet mätningar vid olika djup, provstationer och år uppgår till drygt 5200.

Vid genomförda mätningar av temperatur och syrgashalt i profiler har mätning normalt gjorts varje meter. Mätning registrerad som "Djup (m), 1" representerar då djupintervallet 0-1 m, "Djup (m), 2" intervallet 1-2 m osv. Mätserier med fler värden än djupet på platsen i meter har ej använts vid utvärderingen då det inte gått att bedöma vilka djup mätresultaten representerar.

Vid mätningarna har multiinstrumentet YSI Professional Plus använts med kabellängd 20 m. Sensorhuvudet mäter temperatur, syrehalt, konduktivitet (ledningsförmåga), pH och ORP (redox). Sensorerna kalibreras enligt manual, vilket bland annat innebär kalibrering av syresensor (membran) mot 100 % syremättad luft, kontroll av konduktivitets- och ORP-sensorer mot kalibreringslösningar, trepunktkalibrering av pH-mätare och tempkontroll mot Vombverkets referenstermometer. Resultat från analyser av pH och konduktivitet har inte studerats i detta arbete.

I denna sammanställning är det främst mätningar från djuphålan, stn 2, som bearbetats, men även resultat från övriga provstationer kommenteras översiktligt.



Figur 1. Vombsjön med de sex provstationernas position. Djuplinjer efter karta av T. Leo 1963. Ytterkonturen på sjön bedöms motsvara en vattennivå på cirka +21 m ö h. Bakgrundskarta fastighetskartan, raster, ©Lantmäteriet.

Uppgifter om väderlek och hydrologi

Uppgifter om väderleksförhållanden och hydrologi har inhämtats för åren 2014-2018. Uppgifter från väderleksstationer har hämtats av Tove Rappmann från SMHI (SMHI.se, Data – meteorologi).

Följande väderstationer har använts:

- Lund – solskenstimmar
- Vomb – nederbörd
- Hörby A – lufttemperatur och vind

Kompletterande uppgifter för 2019 har tillförts avseende lufttemperatur och solskenstimmar.

Uppgifter från SMHI har också inhämtats avseende vattenstånd i Vombsjön, vattenföringar vid Vombsjöns utlopp (mätstation 2018) och luft- och vattentemperaturer från modellområde Vombsjöns utlopp (delomr 122, SMHI.se, Data – hydrologi - Vattenwebb).

Resultatbehandling

I denna utvärdering används följande definitioner på temperaturskiktning (språngskikt) och syrgasbrist:

Temperaturskiktning: minst en grads temperaturförändring på en djupmeter

Syrgasbrist: högst 2 mg syre per liter vatten (≤ 2 mg O₂/l)

≤ 2 mg O₂/l motsvarar Naturvårdsverkets (2000, Rapport 4913) tillståndsklass *Syrefattigt tillstånd*. (Stor risk att intern övergödning sker där mobil fosfor finns. Syrgaskoncentration på denna nivå under en längre tid leder till att de flesta djur dör.)

Vid analys av dataserier har Excelverktyget villkorsstyrd formatering använts för att uppmärksamma resultat med syrgashalter ≤ 2 mg/l genom infärgning av celler. Dessa resultat har därefter granskats varvid situationer med negativ redox (OPR) underkänts, eftersom det kan tolkas som att mätsonden varit i kontakt med bottensedimentet (där syrgasbrist råder vilket då orsakar mätfel). Bedömning av eventuellt mätfel har dock gjorts för varje enskilt provtillfälle. Om syrehalten varit mindre än 2 mg/l redan före mätsonden varit i närheten av bottenytan har mätresultat accepterats även om mätning nära botten därefter visat negativ redox. Totalt har ett femtontal mätningar av syrehalten nära bottenytan underkänts vid stn 2 under 2014 – 2019 p g a negativ redox. Flertalet, cirka 10, av dessa var under 2014. Underkännandena bedöms vara motiverade med hänsyn till övriga mätuppgifter och resultat från provtillfällena.

För att sortera fram provtagningstillfällena med temperaturskiktning har temperaturprofilerna tillförts en parallell kolumn i excel där temperaturdifferens mellan närmast föregående mätnivå (en meters skillnad mellan mätnivåer) visas och där temperaturminskning ≥ 1 °C uppmärksammats med cellfärgning genom villkorsstyrd formatering.

Varje mättillfälle där syrgasbrist eller temperaturskiktning registrerats har data granskats och bedömts manuellt.

Resultat med kommentarer

Allmänt

Totala antalet mättillfällen samt mättillfällen där syrgasbrist eller temperaturskiktning registrerats redovisas per provstation och år i tabell 1. För station 2 illustreras också uppgifterna i figur 3. Totala antalet mättillfällen per station och per år visas i tabell 2.

En faktor att beakta vid tolkningen av resultat är att djupen vid de olika stationerna varierar. Detta kan bero på två saker. Vattendjupet förändras med vattenståndet i sjön. Då sjön är reglerad är vattenståndsvariationen i Vombsjön stor och uppgår ofta till två meter under ett år. Exempel på vattenståndsvariation i sjön under ett år (2018) visas i figur 2. Provtagningsdjupen vid provstationerna påverkas direkt av vattenståndet. En annan faktor som påverkar provtagningsdjupet är den exakta provtagningspositionen. Då bottentopografin inom vissa delar av sjön varierar kraftigt innebär detta att även små förskjutningar av provtagningspositionen kan påverka registrerade provdjup. Vattenståndet i sjön påverkar även sjövolym och omsättningstid.

Syrgasförhållanden och skiktning i Vombsjön

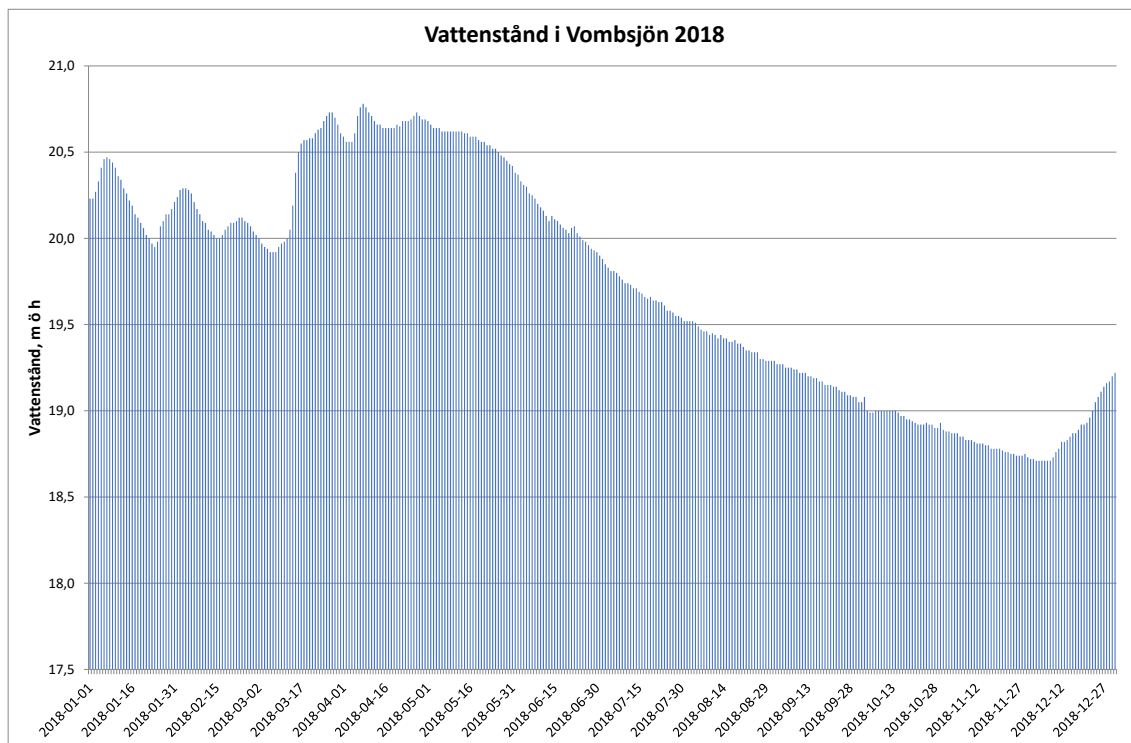
Tabell 1. Antalet mätningar av syrgas- och temperaturprofiler i Vombsjön under åren 2014-2019. Observera att mätperiod och antal prover skiljer sig åt mellan olika år. I tabellen visas också antalet mättillfällen med uppmätt syrgasbrist (rosa) och temperaturskiktning (orange) vid de olika mätstationerna, stn 1-6. Rådata från Sydsvatten AB.

2014		2015		2016		2017		2018		2019	
30 juni - 30 juli		7 juli - 10 augusti		15 juni - 9 augusti		8 juni - 24 augusti		18 april - 13 december		27 februari - 22 augusti	
Syre- brist	Temp. skiktn.	Syre- brist	Temp. skiktn.	Syre- brist	Temp. skiktn.	Syre- brist	Temp. skiktn.	Syre- brist	Temp. skiktn.	Syre- brist	Temp. skiktn.
Stn 1, djup ca 7 m											
					1			3	6		
Totalt antal mättillfällen											
15		0		9		13		37		25	
Stn 2, djup ca 15 m											
3	1	2		2	2			18	18	5	
Totalt antal mättillfällen											
17		6		9		22		37		26	
Stn 3, djup ca 6 m											
1	4	1						3	8		1
Totalt antal mättillfällen											
15		6		10		21		36		26	
Stn 4, djup ca 9 m											
		2		2	1			1			1
18		8		9		19		36		26	
Stn 5, djup ca 5 m											
1					1				5		1
Totalt antal mättillfällen											
15		0		9		20		36		25	
Stn 6, djup ca 10 m											
	1			2	1			9	12		1
Totalt antal mättillfällen											
14		0		9		20		36		26	

Tabell 2. Totala antalet profilmätningar i Vombsjön per mätstation och per år fr o m 2014 t o m 22 augusti 2019. Rådata från Sydsvatten AB.

	Stn 1	Stn 2	Stn 3	Stn 4	Stn 5	Stn 6
Summa mätningar	99	117	114	116	105	105

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Summa mätningar	94	20	55	115	218	154



Figur 2. Vattenståndet i Vombsjön 2018. Data från SMHI.

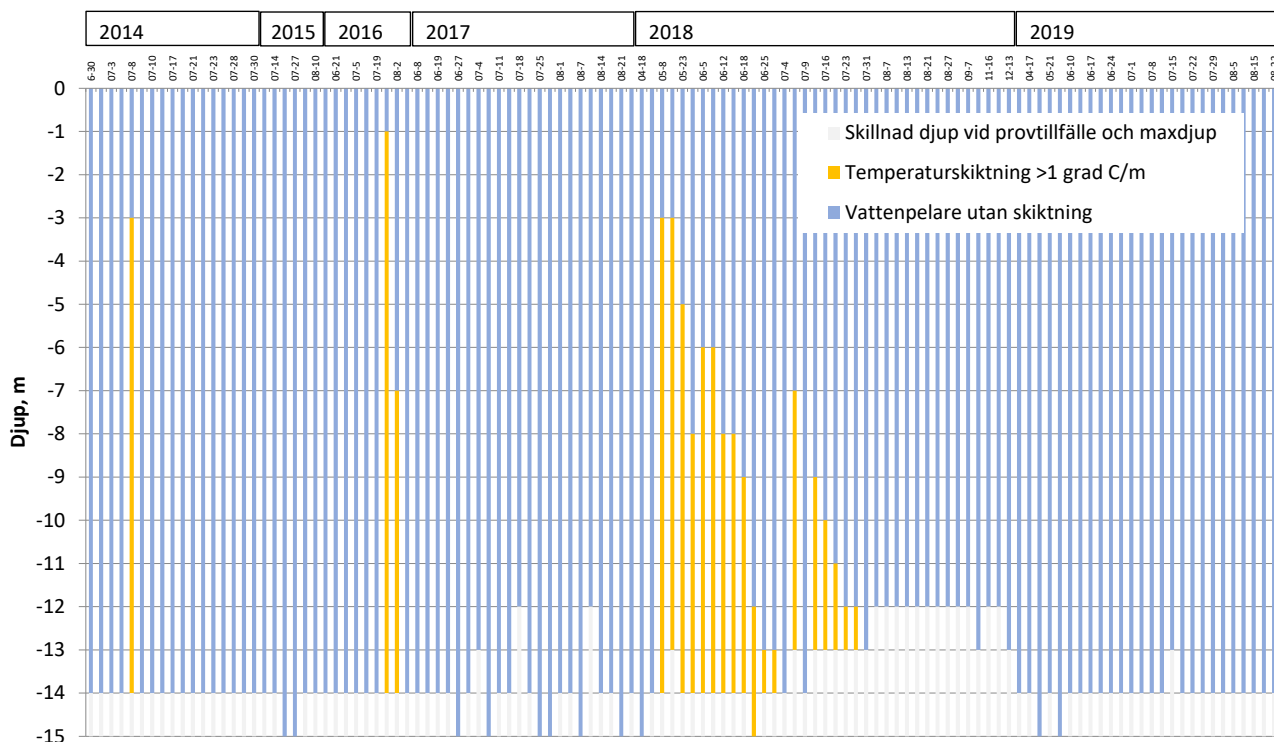
Sambandet mellan vattenstånd och vattenvolym är något osäkert. En förändring av vattenståndet med två meter, vilket kan ske inom tillåtet regleringsintervall, uppskattas ändra sjövolymen med mellan 20 och 30 procent. Vattenståndsvariationen under året påverkar provtagningsdjupet, vilket gör att samband för 2018 kan ses mellan vattenstånd i figur 2 och provtagningsdjup i figur 3.

Resultat från mätningar över djuphålan, stn 2

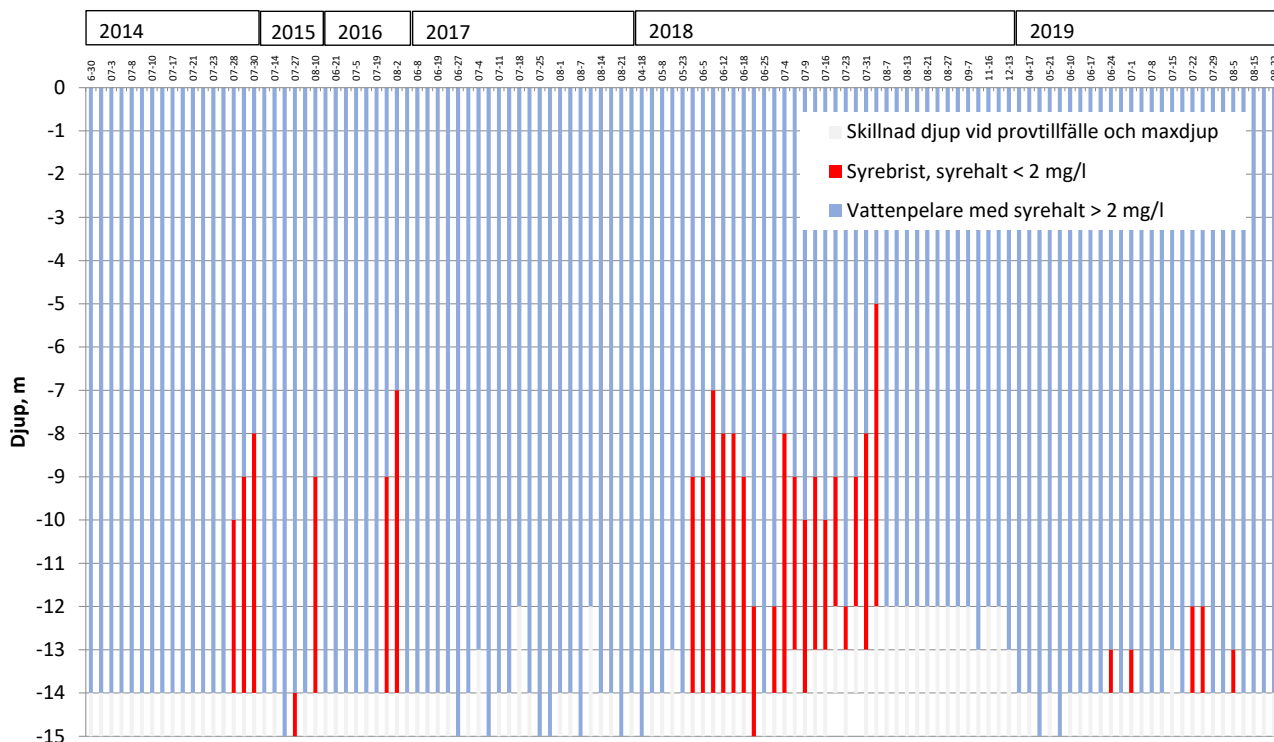
Under korta perioder med få mättillfällen har vid station 2 syrgasbrist registrerats i månadsskiftet juli-augusti 2014, 2015 och 2016 samt juni-augusti 2019. Under 2017 noterades inga situationer med syrgasbrist. Endast under 2018 har en längre sammanhängande period med syrgasbrist registrerats. Denna varade från slutet av maj till början av augusti 2018. I diagrammet i figur 3 visas ett undantag den 25 juni. Resultatet från detta mättillfälle är dock osäkert då mätsonden kan ha varit i kontakt med bottensedimentet (indikerat av registrerad negativ redoxpotential). Vid mättillfället noterades samtidigt en tydlig temperaturskiktning i det djupaste provet, vilket gör det troligt att syrgasbrist i bottenvattnet trots allt förekom även den 25 juni.

För läsning av figur 3 kan kommenteras att y-axeln anger provtagningsdjup samtidigt som den grafiska illustrationen kan lockas till en felaktig tolkning som innebär att bottennivån varierar. Den huvudsakliga förklaringen till skiftande djup är skiftande vattenstånd i sjön. Till mindre del kan exakt provtagningsposition påverka provtagningsdjupet med hänsyn till sjöns växlande bottenpografi (se figur 1).

Temperaturskiktning vid mättilfällena 2014-2019 över djuphålan, Vombsjön



Syrebrist vid mättilfällena 2014-2019 över djuphålan, Vombsjön

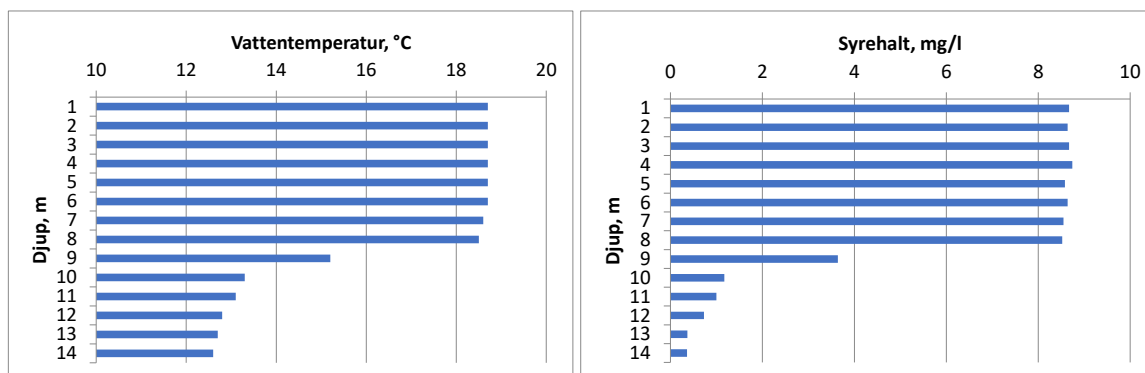


Figur 3. Resultat från syre- och temperaturmätningar i provtagningsprofil över Vombsjöns djuphåla (stn 2). Mätdata från Sydsvatten AB.

Mönstret för temperaturskiktningen liknar den för syrgasbrist men det finns skillnader. Det finns situationer med temperaturskiktning som inte åtföljs av syrgasbrist och omvänt situationer med syrgasbrist utan registrerad temperaturskiktning. Slutsatser kring enskilda mättillfällen ska dock göras med försiktighet då det som visas i diagrammen är resultatet av de tillämpade definitionerna av syrgasbrist och temperaturskiktning (se ovan). Det kan i vissa situationer som klassats som syrgasbrist eller temperaturskiktning alltjämt finnas ett samband mellan parametrarna även om det inte visas i diagrammen. Exempel är om temperaturskiktningen inte uppgått till 1 °C eller om syrgashalten varit låg men högre än 2 mg/l. Vissa syrgasanalyser har också underkänts då mätresultaten samtidigt indikerat kontakt med bottensediment (genom negativ redoxpotential, ORP). Detta behöver inte betyda att syrgasbrist inte förekommit vid mättillfället.

Beträffande 2018 kan ses att temperaturskiktning noterades några veckor före det att det första mättillfället med syrgasbrist registrerades i slutet av maj (figur 3, figur 4). I början av maj, när språngskikt uppstod var vattentemperaturen i ytan drygt 14 °C, och vid botten knappt 11 °C. I slutet av den ansträngda perioden 2018 upphörde temperaturskiktningen ett par veckor före det att årets sista mättillfälle med syrgasbrist noterades i början av augusti. När temperaturskiktningen upphörde i slutet av juli hade hela vattenmassan, från yta till botten, värmts upp till drygt 20 °C.

Vid längre perioder med varmt väder och språngskikt, främst baserat på uppgifter från sommaren 2018, kan språngskiktet börja på några meters djup (början av maj 4 m djup), varefter det förflyttas ner mot botten (se figur 3), allteftersom uppvärmda vattenmassor successivt påverkar allt djupare delar.



Figur 4. Temperatur- och syrgasprofil över Vombsjöns djuphåla den 31 maj 2018. Tydligt temperatursprångskikt ses i djupintervallet 8- 10 m. Syrgasbrist, <2 mg/l, registrerades på djup under 9 m. Mätdata från Sydsvatten AB.

Resultat från övriga delar av sjön

Temperaturskiktning och syrgasbrist har registrerats vid något mättillfälle på alla mätstationer. Värt att notera är dock att man inte mätte på samtliga stationer under 2015.

Bortsett från stn 2 (djuphålan) har registreringar av temperaturskiktning varit vanligare än syrgasbrist. På den grundaste stationen, stn 5 (maxdjup cirka 6 m), har syrgasbrist endast noterats vid ett tillfälle (29 juli 2014).

Undantaget 2018 har situationer med syrgasbrist på flera stationer samtidigt varit fåtaliga;

- Den 29 juli 2014 noterades syrgasbrist på stn 2, stn 3 och stn 5.
- 27 juli 2015 var ett annat sådant mättillfälle med syrgasbrist vid stn 2; stn 3 och stn 4.
- 2016 inföll en liknande situation den 26 juli med syrgasbrist vid stn 2, stn 4 och stn 6.

2017 noterades inga situationer med syrgasbrist eller temperaturskiktning i sjön.

Under 2019 noterades syrgasbrist endast på stationen vid djuphålan (stn 2). Syrgasbrist registrerades vid fem mättillfällen under perioden slutet av juni till början av augusti (figur 3).

Under 2018 förekom utbredd syrgasbrist (minst 3 stationer) vid följande datum och stationer;

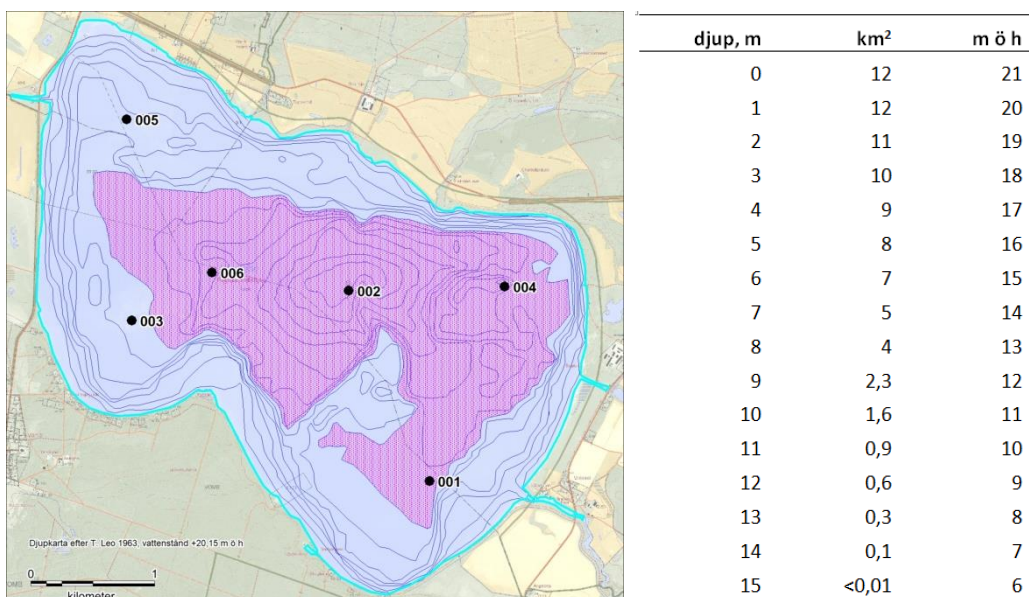
- 8 juni - stn 1, stn 2 och stn 6
- 12 juni - stn 2, stn 3 och stn 6
- 15 juni – stn 2, stn 3 och stn 6
- 26 juli – stn 1, stn 2 och stn 6
- 31 juli – stn 2, stn 4 och stn 6
- 3 augusti – stn 1, stn 2, stn 3 och stn 6

Det kan noteras att det mättillfälle där syrgasbrist registrerades på flest stationer var den 3 augusti 2018. Detta var också det mättillfälle där syrgasbrist nådde högst i provtagningsprofilen över djuphålan – syrgasbrist konstaterades då redan på djupet 5 m vid stn 2.

Beträffande syrgasbrist finns, som nämnt ovan för stn 2, ofta en koppling till temperaturskiktning. För stationerna utom djuphålan (stn 2) är det dock betydligt vanligare med temperaturskiktning än syrgasbrist. Oftast måste temperaturskiktning förekomma en längre tid för att syrgasbrist ska uppstå. Det kan också noteras att temperaturskiktningen kan vara betydligt grundare jämfört med de djup där syrgasbrist förekommer. Detta kan exempelvis observeras den 8 maj 2018 då temperaturskiktning noterades över en stor del av sjön (stn 1, stn 3, stn 5 och stn 6) redan på 2 meters djup. Vid samma tillfälle noterades temperaturskiktning över djuphålan på djupet 4 m. Syrgasbrist noterades vid detta tillfälle inte vid någon station.

Vad gäller utbredningen av temperaturskiktning och syrgasbrist så visar mätningarna att denna inte behöver vara jämn och horisontell över sjöytan. Ofta synes bilden vara den att situationer med både temperaturskiktning och syrgasbrist uppkommer på mindre djup i de grundare delarna av sjön jämfört med över djuphålan.

Hur stora bottenarealer av Vombsjön som kan beröras av temperaturskiktning och syrgasbrist vid olika tillfällen är svårt ange med befintlig data. Under 2018, då syrgasbrist registrerades vid flera provstationer samtidigt, är det troligt att bottenareal med syrgasbrist kan ha sett ut så som den är illustrerad i figur 5. I figuren har bottenytan på vattendjup under 7 meter rasterats, vilket motsvarar drygt 40 % av sjöytan.



Figur 5. Areal sjöbotten som berörs av teoretiskt fall med syrgasbrist i vattenmassan under 7 meters djup. Exakt denna utbredning med jämt horisontellt utbredd syrgasbrist har inte noterats vid mättillfällena men liknande utbredningsområde för syrgasbrist förekom vid flera tillfällen under sommaren 2018. Tabellen visar ungefärliga arealer med olika djup i sjön. Djupet på en viss plats vid ett visst tillfälle avgörs av sjöns vattenstånd vid tillfället. Djuplinjer efter karta av T. Leo 1963. Ytterkonturen på sjön bedöms motsvara en vattennivå på cirka +21 m ö h. Bakgrundskarta fastighetskartan, raster, ©Lantmäteriet.

Orsaker till syrgasbrist och inverkan av väderleken

Den huvudsakliga orsaken till att syrehalten ibland sjunker i bottenvattnet är att det vid nedbrytningen av organiskt material förbrukas syre genom olika bakteriella och kemiska processer. Att syrgasbrist (< 2 mg/l) ofta inte uppstår beror på den vattenomsättning som sker med syrerikare vatten.

Faktorer som påverkar förutsättningarna för syrgasbrist är således bland annat omsättningen av vattenmassorna och uppkomst av temperatursprångskikt. Det senare förhindrar utbyte av vatten över skiktgränsen. Språngskikt uppkommer vid större temperaturskillnader i vattenprofilen mellan yta och botten (SMHI.se, Kunskapsbanken). Samspelet mellan temperatursprångskikt och syrgasbrist i Vombsjön har kommenterats ovan. Vattentemperaturerna bestäms av lufttemperaturerna men sambandet mellan temperaturer i luft och vatten är tidsmässigt förskjutna, då det tar tid att värma upp respektive att kyla av vatten. Kraftiga vindar och vågrörelser motverkar samtidigt uppkomsten av språngskikt.

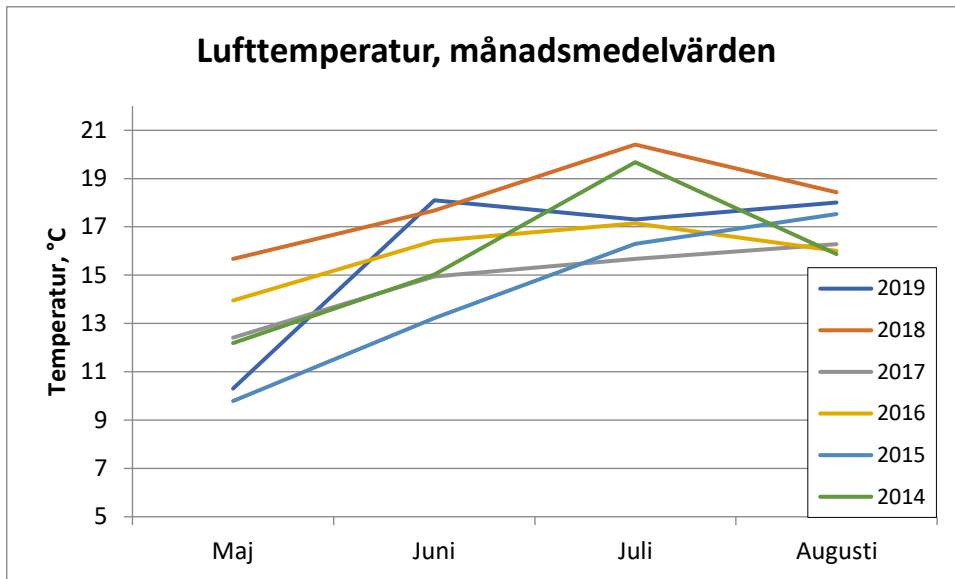
Andra faktorer som påverkar syreförbrukningen och koncentrationen av syre i sjövattnet är vattentemperaturen där ökad temperatur ger ökad bakteriell och kemisk aktivitet. Vattentemperaturen har också en direkt påverkan på hur mycket syre som kan finnas löst i vattnet. Låga temperaturer ökar syrets löslighet i vattnet. Vid en vattentemperatur på 4 °C är vattnet 100 % syremättat vid syrehalten 12,7 mg/l. Vid 23 °C förmår vattnet lösa 8,4 mg syre/l. Detta innebär att i ett varmare vatten riskerar syrebrist att uppstå snabbare beroende på att tillgången till syre är mindre i vattnet.

Vilken betydelse syreförbrukningen har för uppkomst av syrgasbrist i Vombsjön har inte utretts i detta arbete. Det kan emellertid konstateras att temperaturerna även i bottenvattnet kan

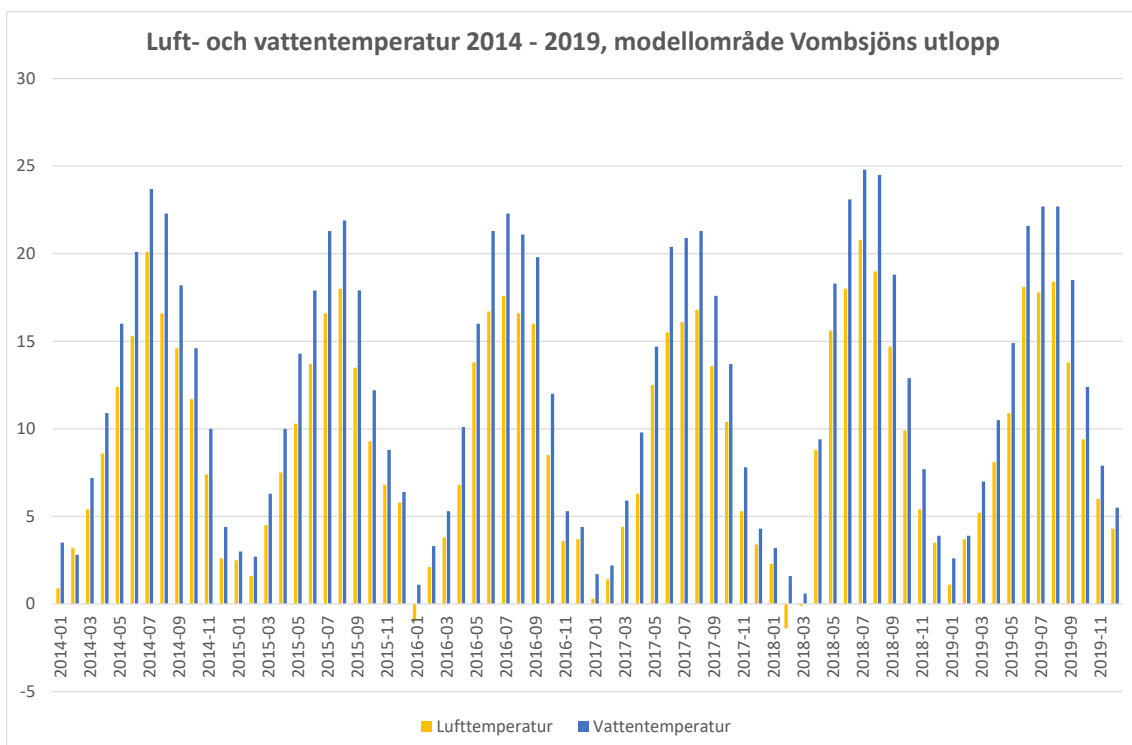
variera kraftigt under ett år. Under det varma året 2018 uppgick vattentemperaturen i bottenvattnet till nästan 23 °C den 10 augusti, medan den senare på året den 13 december sjunkit till knappt 4 °C. Vintertid är botten temperaturer i sjöar på 4 °C vanligt, eftersom det är vid denna temperatur vattnet är tyngst (har högst densitet).

I figur 6 visas medeltemperaturer i luft under månaderna maj-augusti under åren 2014-2019. 2018 utmärker sig med höga temperaturer. Även för antalet solskenstimmar ligger 2018 högt under dessa månader (figur 7). År 2019 var antalet provtillfällen jämförbart med 2018 fram till 10 augusti. Det kan för 2019 noteras att värdena för juni liknar 2018 men att övriga månader hade färre solskenstimmar och lägre lufttemperatur. Den högsta vattentemperaturen, 25 °C, under provperioden noterades i ytvattnet den 3 augusti 2018 på stn 6. Det kan konstateras att höga lufttemperaturer och mycket sol, såsom 2018, kan resultera i uppkomst av temperatursprångskikt och syrgasbrist i bottenvattnet. Andra väderleksfaktorer som kan påverka detta är vindförhållanden och nederbörd (statistik 2014-2018 för lufttemperatur, soltimmar, nederbörd och vindhastighet redovisas i bilaga 1). Mängden regn påverkar i förlängningen också avrinningen av vatten i tillrinningsområdet och hur mycket vatten som tillförs sjön. Skillnaderna mellan åren illustreras genom att visa månadsmedelvärden för vattenföringen vid Vombsjöns utlopp i figur 9. Det kan noteras att vattenomsättningen, mätt som vattenföring i sjöutloppet, var betydligt lägre under sommarmånaderna 2018 jämfört med övriga år i provserien. Beträffande parametrarna vind och nederbörd har inga tydliga samband kunnat göras mellan dessa parametrar och uppkomst av temperaturskiktning.

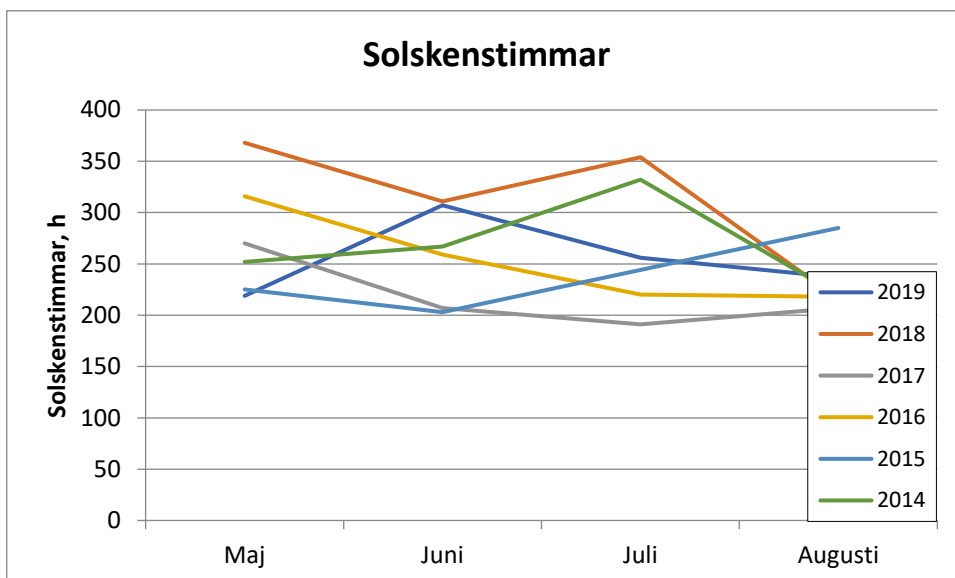
Det kan i denna studie inte anges vilken eller vilka meteorologiska faktorer som är avgörande för uppkomst av syrgasbrist i Vombsjön. Det finns också skäl att undvika att identifiera enskilda bestämmande faktorer då de meteorologiska parametrarna i hög grad påverkar varandra. Exempelvis finns det samband mellan lufttemperatur och solskenstimmar, samt mellan nederbörd och vattenföring, medan andra parametrar står helt eller delvis i motsatsförhållande till varandra, såsom solskenstimmar och nederbörd. Ser man till redovisade mätresultat avseende syrgashalter 2014 – 2019 kan noteras att höga temperaturer och liten omrörning av vattenmassan normalt har stor betydelse för uppkomst av syrgasbrist. Samtliga behandlade meteorologiska parametrar kan påverka uppkomsten av sådana förhållanden, men låga syrgashalter under 2018 sammanfaller till exempel med höga luft/vattentemperaturer, stort antal solskenstimmar och låg vattenföring (figur 6 – 9). För året 2017 gäller det omvända. Det året registrerades inga tillfällen med syrgasbrist samtidigt som lufttemperaturen var låg, antalet solskenstimmar förhållandevis få och vattenföringen tydligt högre än 2018 (figur 6 – 9).



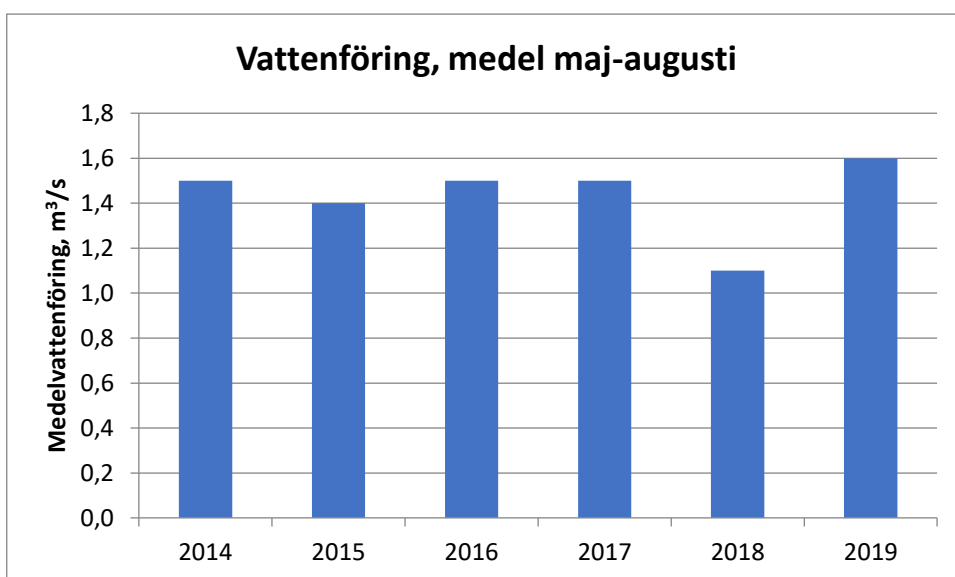
Figur 6. Månadsmedeltemperatur maj-augusti för åren 2014-2019. Data från SMHI, mätstation Hörby A.



Figur 7. Månadsmedeltemperatur i luft och vatten för åren 2014 - 2019 gällande modellområde Vombsjöns utlopp. Data från SMHI, vattenwebb, modelldata per område, delområde 122.



Figur 8. Summa antal solskenstimmar under månaderna maj-augusti för åren 2014-2019. Data från SMHI, mätstation Lund.



Figur 9. Medelvattenföring under perioden maj-augusti för åren 2014-2019 vid Vombsjöns utlopp. Data från SMHI, mätstation nr 2018.

Sammanfattande slutsatser

Vombsjön är en sjö där temperaturskiktning inte sker regelmässigt under sommarhalvåret. Baserat på mätningar på sex olika platser i sjön under åren 2014-2019 kan konstateras att perioder med temperaturskiktning sker och att dessa ibland åtföljs av syrgasbrist. Detta sker inte varje år men dock i 5 av 6 år och under 4 år på flertalet mätstationer. Under den varma sommaren 2018 förekom syrgasbrist i bottenvattnet troligen från slutet av maj till början av augusti.

De problem som följer av syrgasbrist är att syrefattiga miljöer är ogynnsamma för flertalet vattenlevande organismer. Samtidigt innebär låga syrgashalter i bottenvattnet risker för

frisläppande av tidigare lagrad fosfor i sedimentet, så kallad intern fosforbelastning. Sådan fosfortillförsel kan förstärka de övergödningsproblem som råder i sjön¹.

Höga vattentemperaturer kombinerat med låg vattenomsättning ökar sannolikheten för att temperaturskiktning och syrgasbrist i bottenvattnet ska uppkomma under sommarhalvåret i Vombsjön. Med en fortsatt klimatutveckling som leder till varmare vatten sommartid är det troligt att perioder med syrgasbrist vid botten kommer att bli vanligare. Den varma sommaren 2018, med en relativt lång sommarperiod med tydlig temperaturskiktning och syrgasbrist, bedöms kunna användas som exempel på hur effekten av ett varmare klimat (SMHI 2019) kan påverka syrgasförhållanden i Vombsjön och andra sjöar. Längre perioder av syrebrist och temperaturskiktning kommer också leda till att större ytor av sjöbotten berörs av syrebrist. Vilka konsekvenser detta får för intern fosforbelastning i Vombsjön bör utredas närmare då ett varmare klimat kombinerat med en förhöjd fosforbelastning kan ha stora konsekvenser för biologin i sjön.

Referenser

Skriftliga källor

Ekologgruppen 2017. Vombsjön, Faktasammanställning 2017. Kävlingeåns vattenråd.

Naturvårdsverket 2000. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.

SMHI 2019. Sommaren 2018 – en glimt av framtiden? Klimatologi Nr 52

Digitala källor

SMHI.se, Kunskapsbanken – Sveriges sjöar

SMHI. se, Data – meteorologi

SMHI.se, Data - hydrologi (inklusive Vattenwebb)

VISS och Vattenkartan - Vattenmyndigheternas, Länsstyrelsernas och Havs- och vattenmyndighetens gemensamma redovisningsplattform för statusklassningar, miljö kvalitetsnormer, åtgärder mm

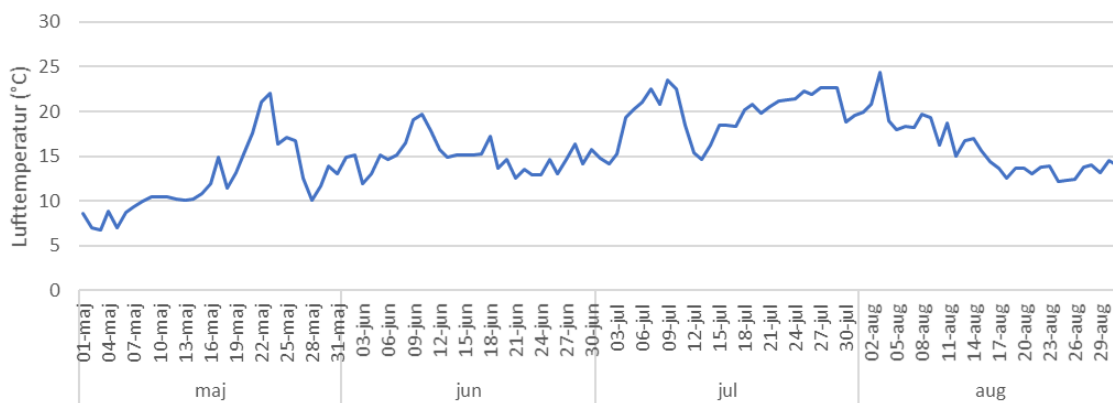
¹ Vombsjöns Ekologiska status inom svensk vattenförvaltning är klassad som *otillfredsställande*, och kommer till uttryck främst i kvalitetsfaktorerna växtplankton och näringsämnen. Vattenmyndigheten m fl i tjänsterna VISS och Vattenkartan (juni 2021).

Bilaga 1 – statistik väderlek

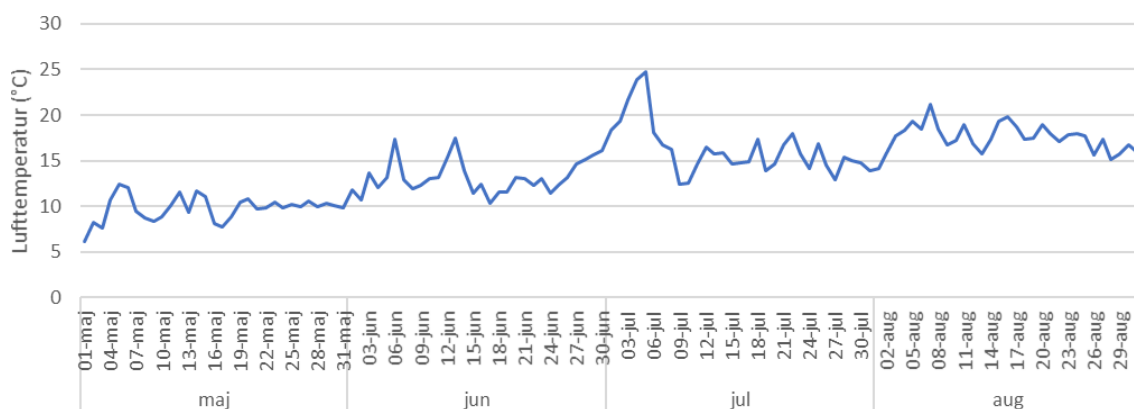
Bilaga 1. Väderleksstatistik 2014-2018 för månaderna maj-augusti

Inhämtning av data från SMHI och framtagande diagram har utförts av Tove Rappmann 2019. Bilagan visar statistik över lufttemperatur, solskenstid, vindhastighet och nederbörd.

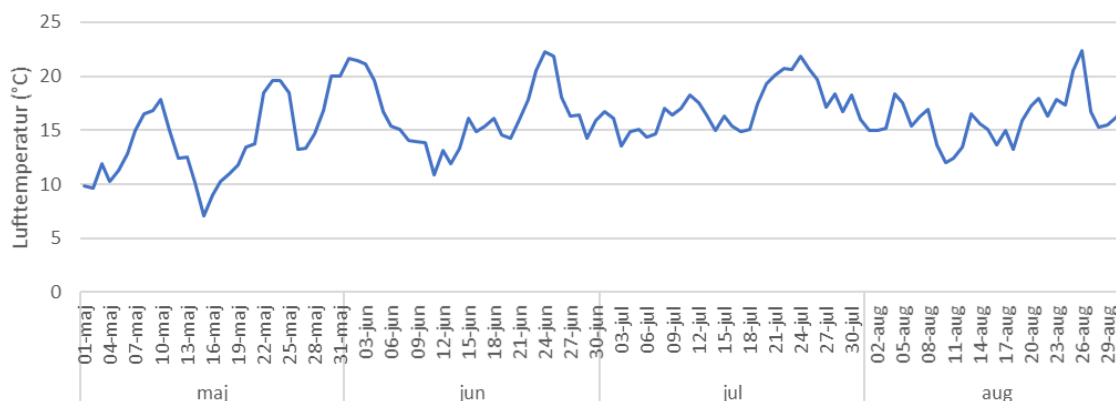
Lufttemperatur Hörby 2014 (dygnsmedel)



Lufttemperatur Hörby 2015 (dygnsmedel)



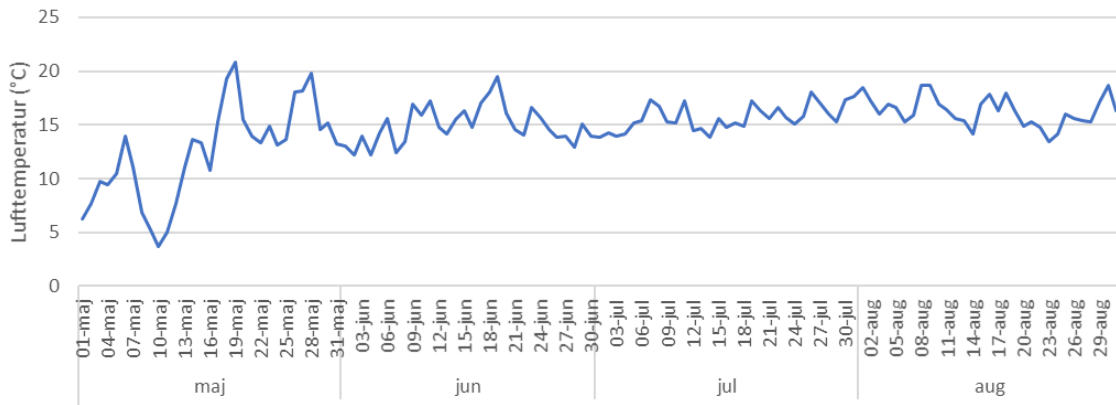
Lufttemperatur Hörby 2016 (dygnsmedel)



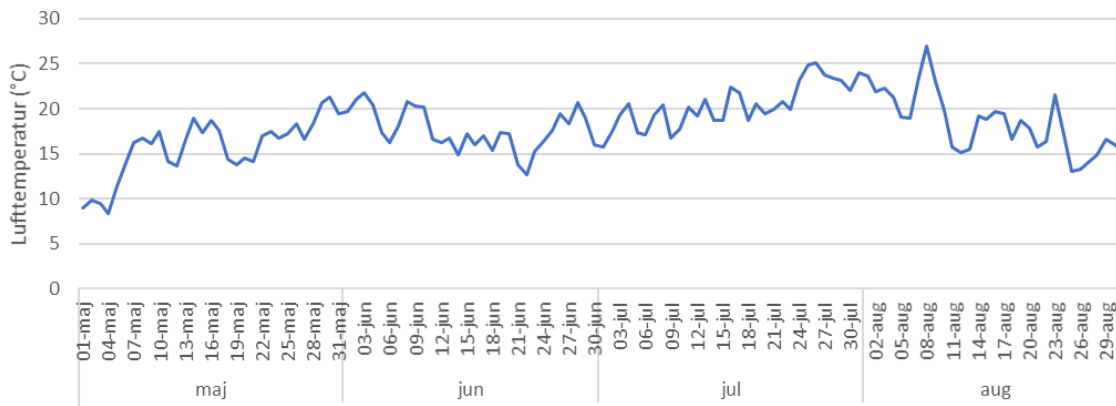
Syrgasförhållanden och skiktning i Vombsjön

Bilaga 1 – statistik väderlek

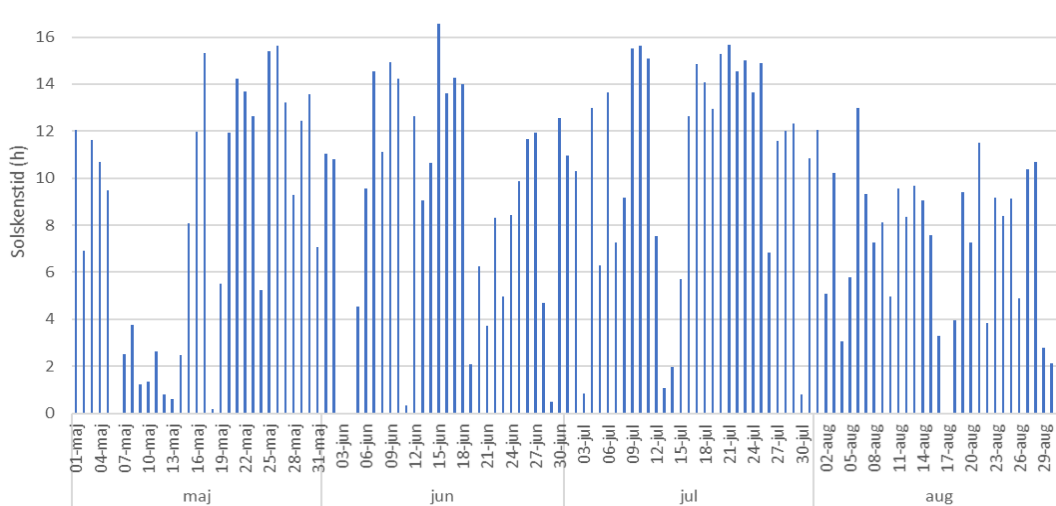
Lufttemperatur Hörby 2017 (dygnsmedel)



Lufttemperatur Hörby 2018 (dygnsmedel)

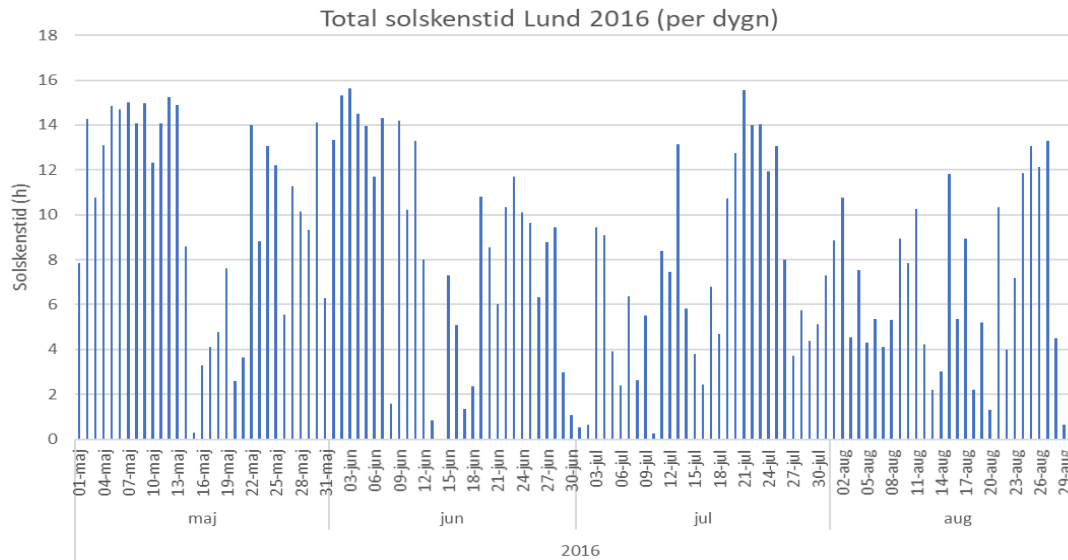
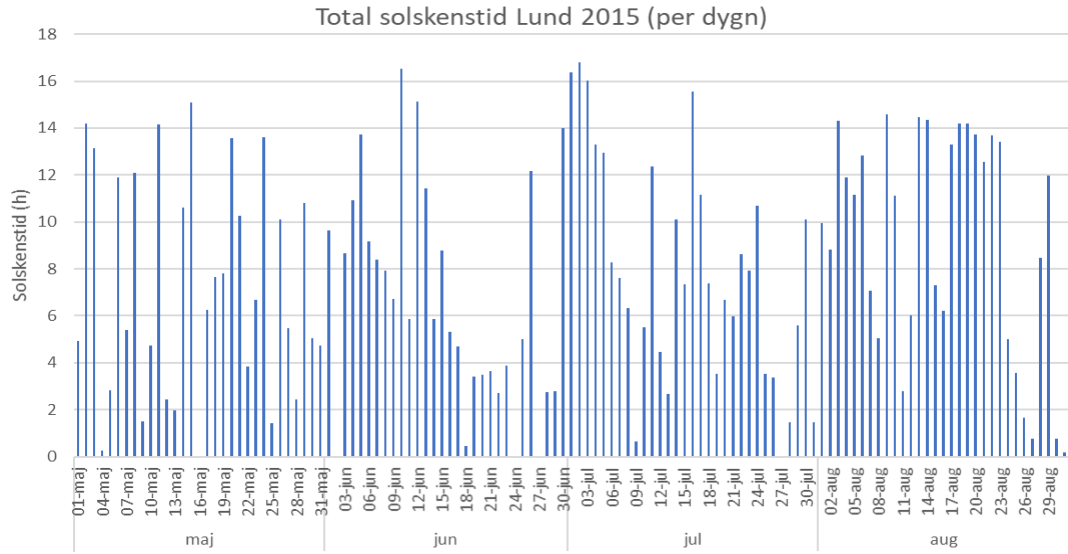


Total solskenstid Lund 2014 (per dygn)



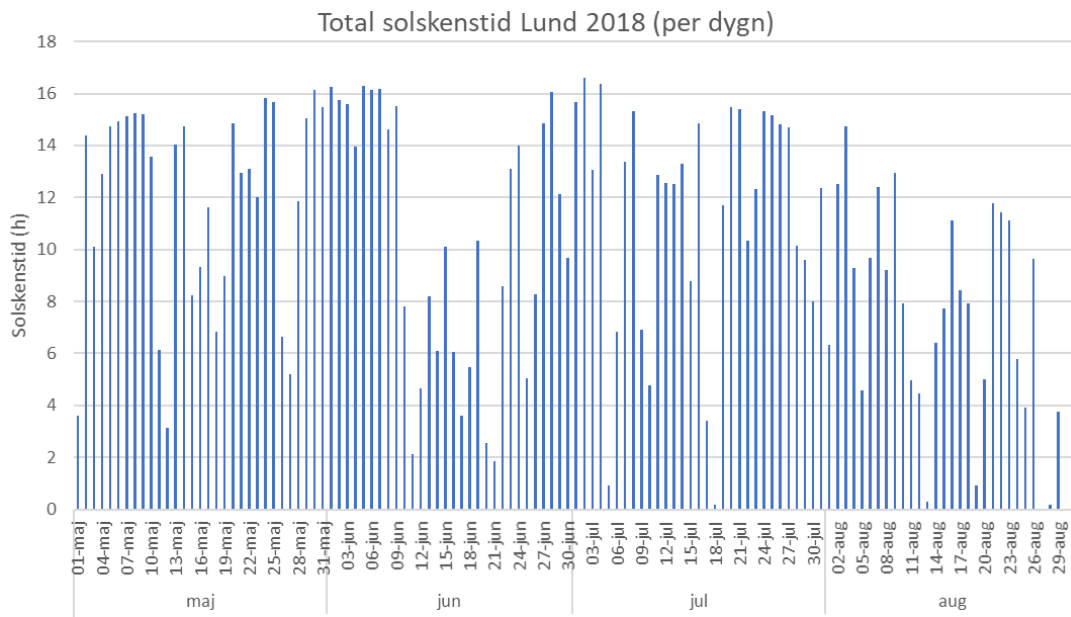
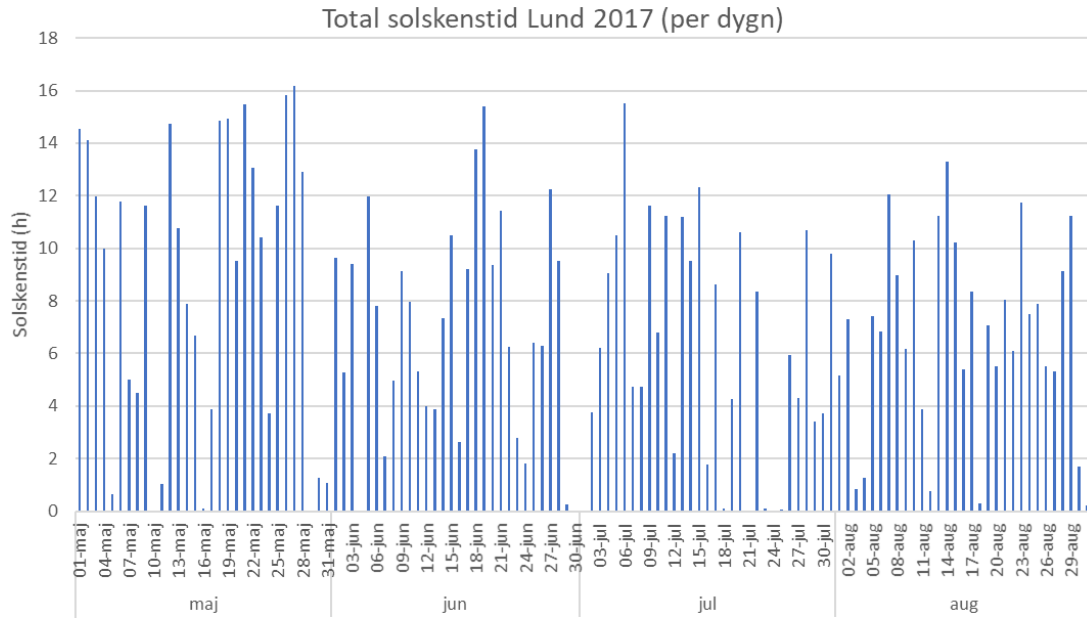
Syrgasförhållanden och skiktning i Vombsjön

Bilaga 1 – statistik väderlek



Syrgasförhållanden och skiktning i Vombsjön

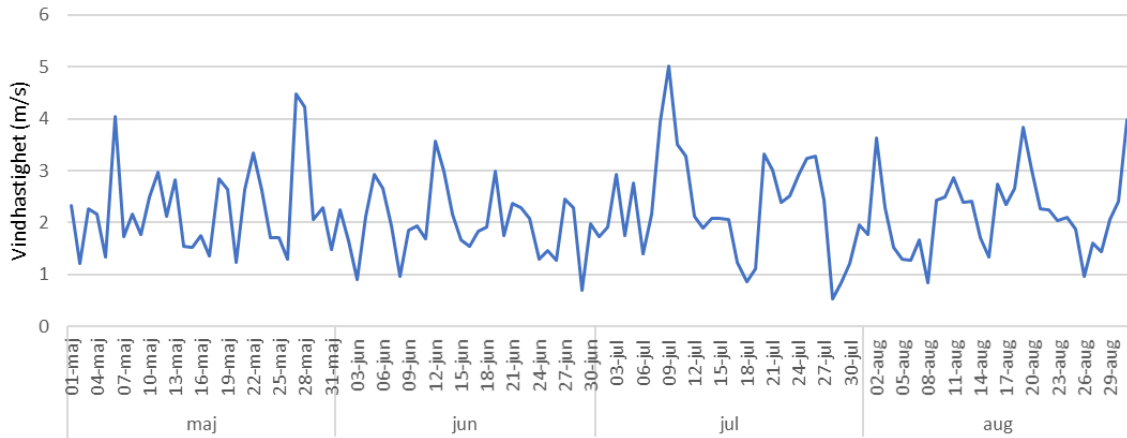
Bilaga 1 – statistik väderlek



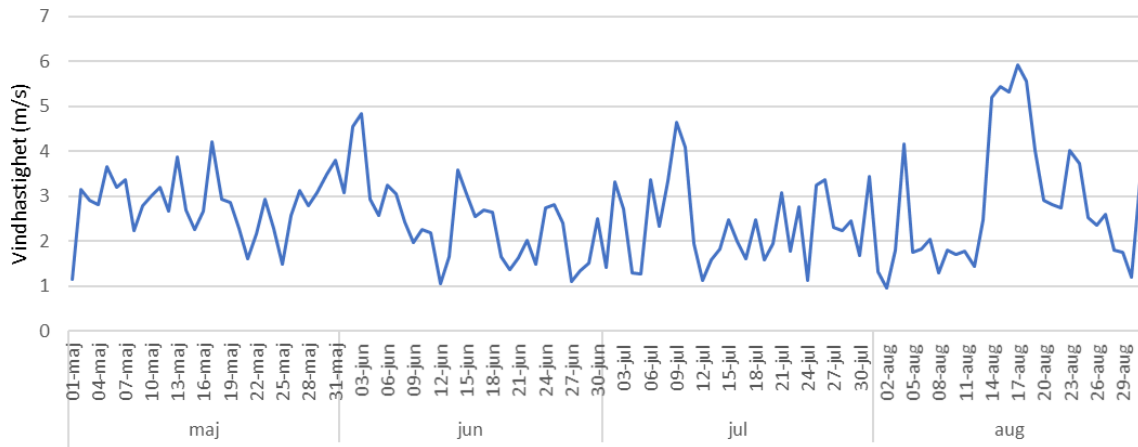
Syrgasförhållanden och skiktning i Vombsjön

Bilaga 1 – statistik väderlek

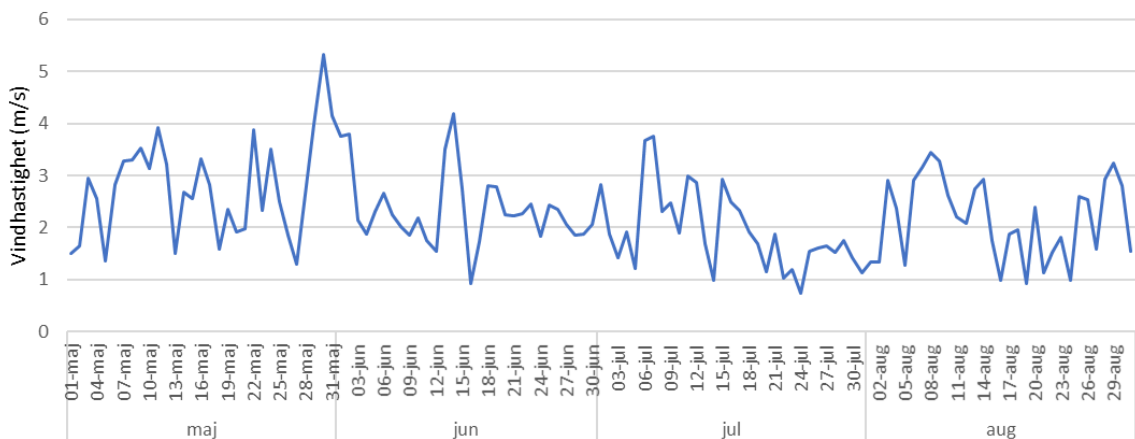
Vindhastighet Hörby 2014 (dygnsmedel)



Vindhastighet Hörby 2015 (dygnsmedel)



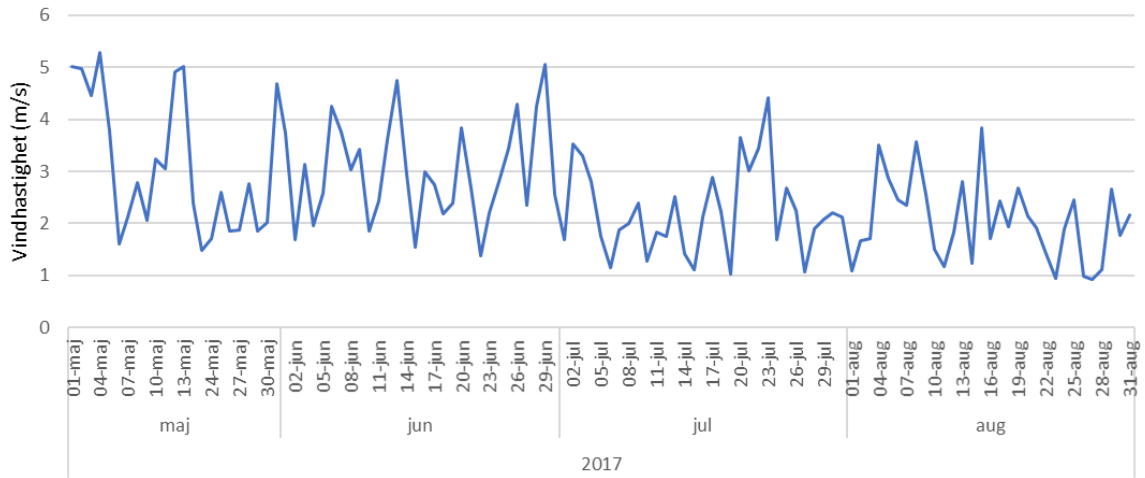
Vindhastighet Hörby 2016 (dygnsmedel)



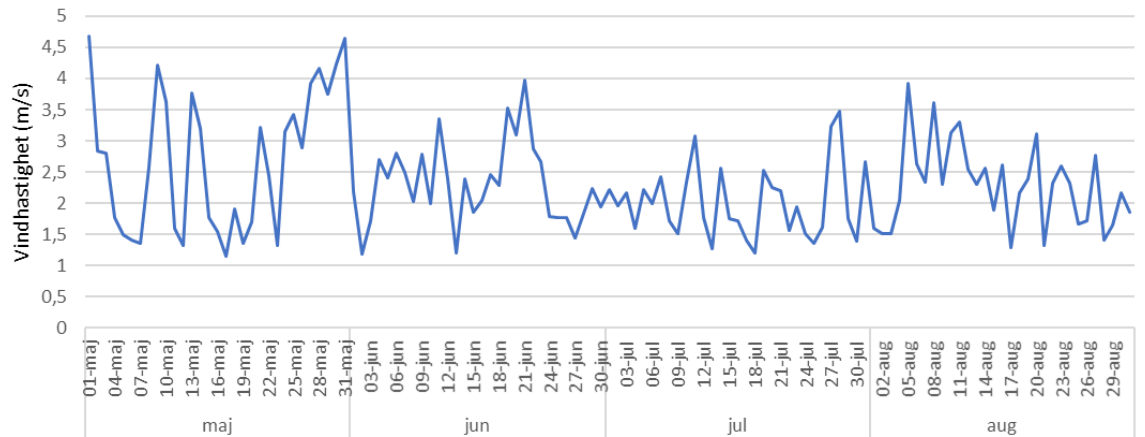
Syrgasförhållanden och skiktning i Vombsjön

Bilaga 1 – statistik väderlek

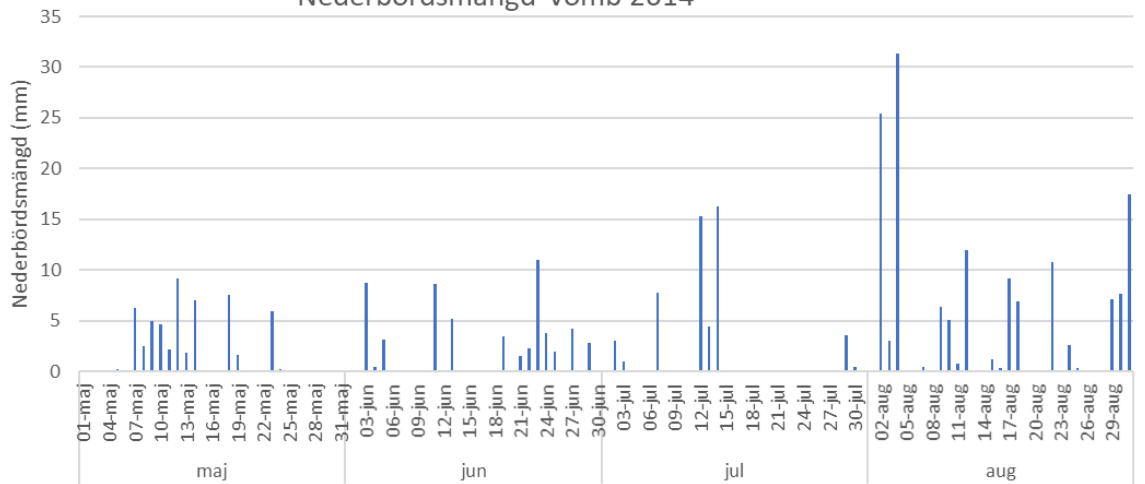
Vindhastighet Hörby 2017 (dygnsmedel)



Vindhastighet Hörby 2018 (dygnsmedel)

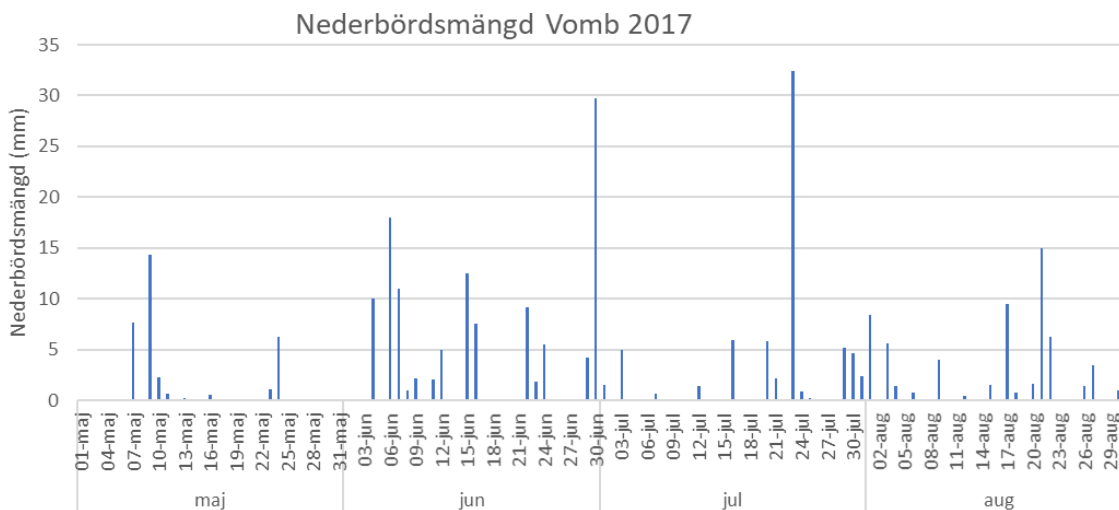
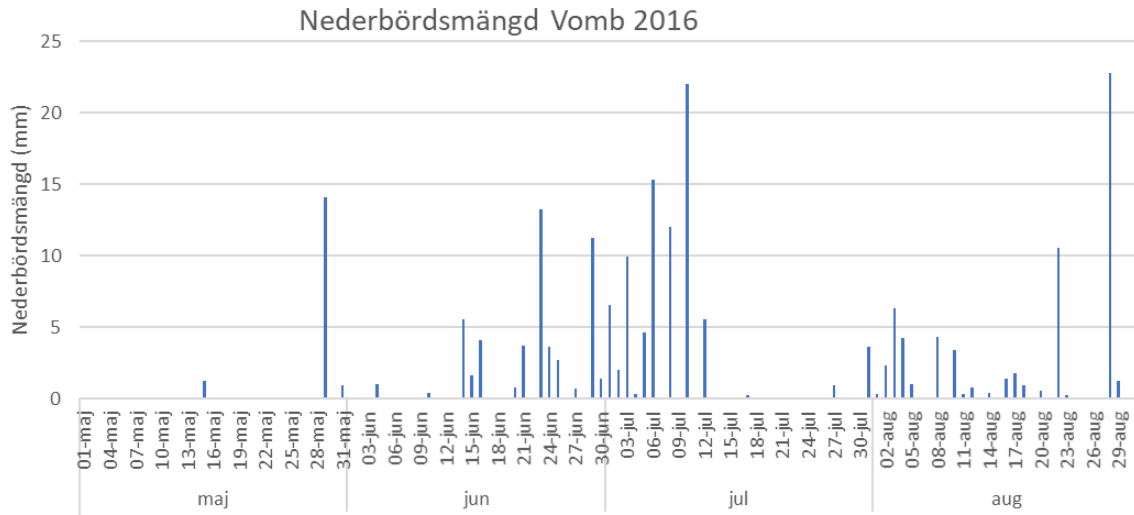
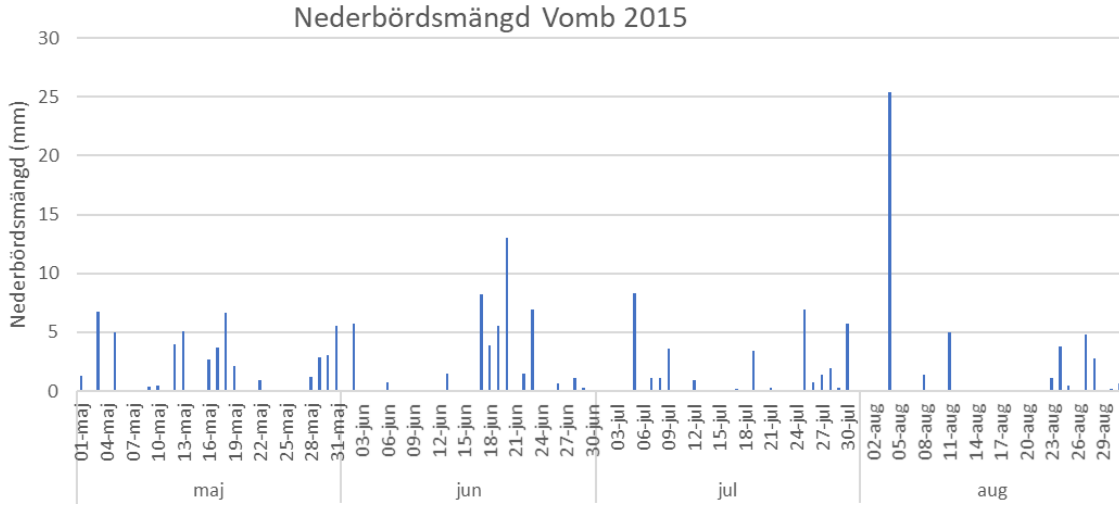


Nederbördsmängd Vomb 2014



Syrgasförhållanden och skiktning i Vombsjön

Bilaga 1 – statistik väderlek



Syrgasförhållanden och skiktning i Vombsjön

Bilaga 1 – statistik väderlek

