



# Förstudie av status och åtgärdsförslag för Öringesjön

*Tyresö kommun*



**Förstudie av status och åtgärdsförslag för Öringesjön –  
Tyresö kommun**

Naturvatten AB i samarbete med WRS AB

Författare: Mia Arvidsson, Jenny Näslund, Dmitry Van der Nat & Anna Gustafsson  
2020-04-30  
Rapport 2020:4  
Naturvatten i Roslagen AB  
Norra Malmavägen 33  
761 73 Norrtälje  
0176 – 22 90 65

Bilder omslag: Sommarbilder från Naturvatten i Roslagen AB (Mia Arvidsson) och vinterbild från WRS AB (Jenny Näslund).

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>5</b>
<b>INLEDNING .....</b>	<b>7</b>
<b>METOD .....</b>	<b>7</b>
STATUSKLASSIFICERING .....	7
TRENDANALYS .....	8
PÅVERKANSANALYS .....	8
ACCEPTABEL FOSFORBELASTNING .....	8
BEDÖMNING AV BETING .....	9
<b>ALLMÄN BESKRIVNING .....</b>	<b>9</b>
<b>MARKANVÄNDNING I TILLRINNINGSOMRÅDET.....</b>	<b>11</b>
<b>MILJÖKVALITETSNORMER .....</b>	<b>12</b>
<b>ÖVERSIKT ÖVER STATUS.....</b>	<b>12</b>
EKOLOGISK STATUS.....	14
<i>Biologiska kvalitetsfaktorer.....</i>	14
<i>Fysikalisk/kemiska kvalitetsfaktorer .....</i>	15
<i>Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer .....</i>	18
KEMISK STATUS .....	18
<b>TRENDER .....</b>	<b>19</b>
<b>PÅVERKANSANALYS .....</b>	<b>19</b>
FOSFOR – BELASTNING OCH KÄLLFÖRDELNING .....	19
<i>Schablonberäkning av fosfortillförseln.....</i>	19
<i>Internbelastning.....</i>	24
<i>Acceptabel fosforbelastning.....</i>	24
MILJÖGIFTER.....	25
ÖVRIG PÅVERKAN.....	25
<b>IDENTIFIERADE MILJÖPROBLEM .....</b>	<b>26</b>
<b>FÖRBÄTTRINGSBEHOV/BETING .....</b>	<b>26</b>
FOSFOR.....	26
MILJÖGIFTER.....	27
<b>BEFINTLIGT DAGVATTEN OCH FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER .....</b>	<b>27</b>
ARO1 .....	29
<i>Åtgärd för ARO1A.....</i>	29
<i>Åtgärd till ARO1B .....</i>	31
ARO2 .....	32
ARO3 .....	33
FRAMTIDA SCENARIO .....	36
KOSTNADER OCH KOSTNADSEFFEKTIVITET .....	37
<b>FÖRSLAG TILL FORTSATT UTREDNING SAMT KUNSKAPSHÖJANDE ÅTGÄRDER .....</b>	<b>38</b>
INTERNBELASTNING OCH SEDIMENTENS FOSFORFÖRRÅD .....	38
HYDROMORFOLOGI OCH HISTORISKA FÖRÄNDRINGAR AV SJÖNS TILLSTÅND .....	39
ÅTGÄRDER FÖR BEGRÄNSAD VEGETATIONSUTBREDNING .....	39
<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERENSER .....</b>	<b>42</b>
<b>BILAGA 1. DJUPKARTA .....</b>	<b>44</b>



# Sammanfattning

Föreliggande rapport redogör för miljöproblemen i Öringesjön med avseende på statusklassning, förbättringsbehov och förslag till förbättrande samt kunskapshöjande åtgärder. Utredningen utfördes av Naturvatten AB i samarbete med WRS AB på uppdrag av Tyresö kommun.

Öringesjön är en 35 ha stor sjö på gränsen mellan Nacka och Tyresö kommuner med ett 132 ha stort tillrinningsområde, vilket framförallt domineras av skogsmark i de norra delarna samt av villaområde i söder. Tyresövägen passerar genom områdets södra delar.

I denna utredning bedömdes Öringesjön till måttlig ekologisk och god kemisk status. Denna bedömning överensstämmer tämligen väl med Vattenmyndighetens klassning av enskilda parametrar. Övergödning har därmed identifierats som ett miljöproblem, samt miljögifter med avseende på kvicksilver och bromerade difenyletrar (PBDE) vilka förväntas överskrida fastställda gränsvärden i Öringesjön, liksom i samtliga andra svenska inlandsvatten. Primärproduktionen i sjöar styrs framförallt av fosfor som vid antropogen påverkan kan leda till eutrofiering och till följd därav övergödningssproblem som syrgasbrist och förändrade djur- och växtsamhällen. Det är därmed av stor vikt att begränsa fosforbelastningen till en hållbar nivå för att sjön ska ges förutsättning att uppnå god status.

Den totala externa belastningen av fosfor från sjöns tillrinningsområde beräknades uppgå till 20,8 kg/år. Av detta utgörs ca 78 procent (16,3 kg/år) av antropogen belastning. Utredningen indikerar att fosforhalterna i Öringesjön måste minska med cirka 39 procent. I nuvarande kunskapsläge är det inte möjligt att avgöra hur stor del av sjöns förhöjda näringshalter som kan kopplas till den externa belastningen, från sjöns tillrinningsområde, respektive till den interna belastningen, frisättningen av fosfor från sjöns botten. Om hela reduktionsbehovet (39 %) antas gälla de landbaserade källorna innebär det att fosforbelastningen från tillrinningsområdet måste minska med cirka 8 kg/år. Det kan jämföras med det totala åtgärdsutrymmet som för externa källor beräknas till 12,7 kg/år. Mer långtgående åtgärder än så är inte rimliga, med hänsyn till den naturliga bakgrundsbelastningen och gränsen för betydande påverkan.

För att minska fosforbelastningen till Öringesjön föreslås fyra åtgärder i anslutning till de tekniska delavrinningsområdena där utlopp för dagvatten finns. De åtgärder som främst föreslås att anläggas är våtmark/damm i anslutning till utloppen av befintliga dagvattenledningsnät. Vid anläggning av en våtmark/damm kan en maximal avskiljningsgrad av 50 procent för fosfor uppnås vilket kräver en åtgärdsyta motsvarande 1,5

procent av den reducerade arean (faktisk yta gånger avrinningskoefficienten). Genomförs samtliga föreslagna åtgärder med en maximal avskiljningsgrad kan en mängd motsvarande 6,1 kg P/år avskiljas via våtmark/damm. Vi gör bedömningen att förbättringsbehovet ovan inte går att uppnås med skäligen åtgärder med rimlig kostnadseffektivitet. Kostnaderna per avskilt kilo fosfor varierar från drygt 25 000 kr/kg till knappt 200 000 kr/kg år. Åtgärderna för ARO2 och ARO3 bedöms vara ungefär lika dyra som likadana åtgärdsförslag från andra lokala åtgärdsprogram (t.ex. Drevviken). Förslagen för ARO1 blir beroende på de små mängder fosfor som kan avskiljas alldeles för dyra. Förslagsvis görs en samlad lösning med lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) vid ombyggnation av Tyresövägen som inkludera både vägdagvattnet och dagvattnet från ARO1.

# Inledning

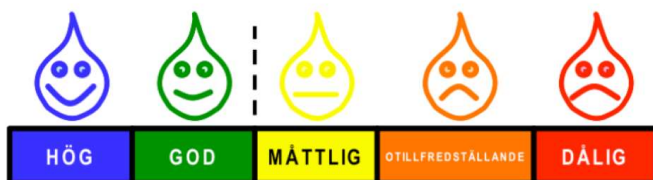
Öringesjön är en skogssjö belägen i de norra delarna av Tyresö kommun. Sjön är inte utpekad som så kallad vattenförekomst och omfattas därför ännu inte av de miljökvalitetsnormer och översiktliga åtgärdsprogram som beslutats av Vattenmyndigheten. Liksom för övriga sjöar och vattendrag omfattas Öringesjön dock av det EU-gemensamma vattendirektivet som syftar till att god ekologisk och kemisk status ska uppnås och upprätthållas.

För att bemöta de önskemål som inkommit genom Tyresöinitiativet angående utredning av sjöns miljöförhållanden, beslutade Tyresö kommun våren 2018 att avsätta medel för undersökning och utredning av sjöns ekologiska status och behovet av miljöförbättrande åtgärder. Under vintern 2019-2020 utförde Naturvatten AB i samarbete med WRS AB en förstudie med avseende på Öringesjöns ekologiska och kemiska status, förbättringsbehov och förslag till miljöförbättrande samt kunskapshöjande åtgärder. Föreliggande rapport redogör för utredningens resultat. Beställare var Tyresö kommun med Per Tholander som kontaktperson.

## Metod

### Statusklassificering

Öringesjöns miljö tillstånd bedöms genom klassificeringar av ekologisk och kemisk status enligt gällande föreskrift (HVMFS 2013:19). Eventuella avvikelser från bedömningsgrunderna beskrivs och motiveras. Ekologisk status bedöms i en skala omfattande klasserna; hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig (Figur 1). Kemisk status klassificeras enligt följande; uppnår god och uppnår ej god. Vissa av de så kallade kvalitetsfaktorer och parametrar som omfattas av klassificeringen har bedömts även av Vattenmyndigheten (källa: VISS). Där så är fallet redovisas myndighetens senaste bedömningar parallellt med de klassificeringar som sammanställts i denna utredning. Skillnader mellan vattenmyndighetens klassningar och klassificeringar redovisade inom detta uppdrag beskrivs och motiveras i text.



Figur 1. De fem möjliga ekologiska statusklasserna enligt ramdirektivet för vatten. Gränsen mellan god och måttlig är viktig då alla vattenförekomster som befinner sig under den gränsen kräver åtgärder.

## Trendanalys

Miljö kvalitets utveckling i Öringesjön analyserades genom icke-parametrisk trendanalys (Mann-Kendall test) med tillgängliga mätdata. Säkerställda tidstrender visas med signifikansnivå (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ ). Syftet med trendanalysen är att ge utökad underlag för bedömning av åtgärdsbehov.

## Påverkansanalys

Den externa fosforbelastningen beräknades uppdelat på bakgrundsbelastning, antropogen belastning (diffus och punktkälla) samt atmosfärisk deposition av fosfor i kg per år. Bakgrundsbelastningen beräknades för alla tillrinnande områden med schablonhalter av fosfor från skogsmark enligt Ugglar och Westling (2003). För de tillrinnande urbana områdena beräknades den totala externa fosforbelastningen med hjälp av StormTac (version 19.4.1) med specifika schablonhalter och avrinningskoefficienter för olika markanvändningar. Den diffusa antropogena belastningen beräknades genom att dra ifrån den beräknade bakgrundsbelastningen från den totala externa belastningen (enligt StormTac) för respektive område. Antropogen belastning i form av punktkälla, hästhållning, beräknades från schablonhalt av fosforläckage från hästfällor enligt Parvage (2015). Atmosfärisk deposition av fosfor beräknades för sjöytan enligt Karlsson och Phil Karlsson (2018).

## Acceptabel fosforbelastning

Som underlag för bedömning av fosforbeting beräknades den högsta fosforbelastning som kan accepteras till sjön, under förutsättning att god status avseende näringsämnen (fosfor) ska uppnås. Den acceptabla fosforbelastningen beräknades utifrån gränsvärdet mellan god och måttlig status (totalfosforhalt  $29,8 \mu\text{g/l}$ , se avsnittet *Acceptabel fosforbelastning under Påverkansanalys*) samt med enkla och vedertagna



massbalansmodeller (Vollenweider med kalibreringar enligt OECD). Beräkningen utmynnar i vilken fosforbelastning (kg/år samt tillrinnande fosforhalt) som kan ses som acceptabel under förutsättning att god ekologisk status ska uppnås med hänsyn till fosfor. Resultat av modellberäkningarna måste i de flesta fall ses som mycket osäkra, inte minst eftersom modellerna inte tagits fram för sjötyper som Öringesjön.

## Bedömning av beting

För näringsämnen baserar sig betinget i grunden på skillnaden mellan uppmätt fosforhalt och gränsvärdet mellan måttlig och god status och bedöms med utgångspunkt i utfall av statusklassificering. Utgångspunkten i bedömningen är att god status ska uppnås samt att inga försämringar får tillåtas av några kvalitetsfaktorer. Beting anges som halt ( $\mu\text{g/l}$ ), andel (%) och mängd (kg/år) och omräknades till mängd (kg/år) utifrån nuvarande belastning och det procentuella betinget samt som skillnaden mot acceptabel belastning. Betinget kan med andra ord förklaras som det förbättringsbehov som minst behövs för att uppnå god status. Vid god eller hög status bedömdes inget beting föreligga.

För fosfor beräknades utöver beting även åtgärdsutrymme. Bedömningen baseras på schablonberäknade data (StormTac). Åtgärdsutrymmet beskriver taket för åtgärdsarbetet, oaktat behovet. Bedömningen utgår från en totalbelastning som motsvarar 1,8 gånger bakgrundsbelastningen, något som i sin tur motsvarar gränsen för betydande näringspåverkan enligt Vattenmyndighetens definitioner. Det innebär att åtgärder som sträcker sig längre än till denna belastning inte ses som rimliga eller motiverade. Åtgärdsutrymmet utgörs av nuvarande modellerad totalbelastning minus belastningen vid gränsen för betydande påverkan och redovisas som andel (%) och mängd (kg/år).

## Allmän beskrivning

Öringesjön är en liten och kustnära sjö som än idag till största del omges av skogsmark, om än med närliggande stora bostadsområden. I den södra delen av sjön gränsar enstaka tomtmarker till vattnet medan sjöns stränder i övrigt är varierade med omväxlande berghällar, smala bårder av övervattensvegetation samt några större vassområden i sjöns grunda vikar. Större tillflöden saknas och utloppet från sjön är beläget i en liten vik vid Östra stranden. En fin liten badplats med brygga och sandstrand ligger vid

sjöns södra strand. Bottnarna i sjön är tämligen likartade och utgörs huvudsakligen av grov- eller findetritus (Arvidsson & Gustafsson 2019). Block och håll förekommer längs vissa avsnitt närmast land, och sand vid badplatsen. I sjöns sydöstra del ligger ett mindre djupområde med en djuphåla på cirka 8 meters djup.

Grunddata för sjön visas nedan (Tabell 1 Tabell 1). Sjöns miljö kvalitet övervakas vid en station (Tabell 2 Tabell 2). Tillrinningsområdets yta beräknas av WRS till 1,32 km<sup>2</sup>. Sjöytan uppgår till 0,35 km<sup>2</sup>. Sjöns teoretiska omsättningstid beräknades med hjälp av flödesstatistik från SMHI (1981-2010) till 1,32 år. Öringesjöns tillrinningsområde ingår i SMHI:s avrinningsområde SE656989-164602 (Rinner mot Erstaviken).

Tabell 1. Grunddata för Öringesjön. Källa: VISS, Myrica AB och SMHI.

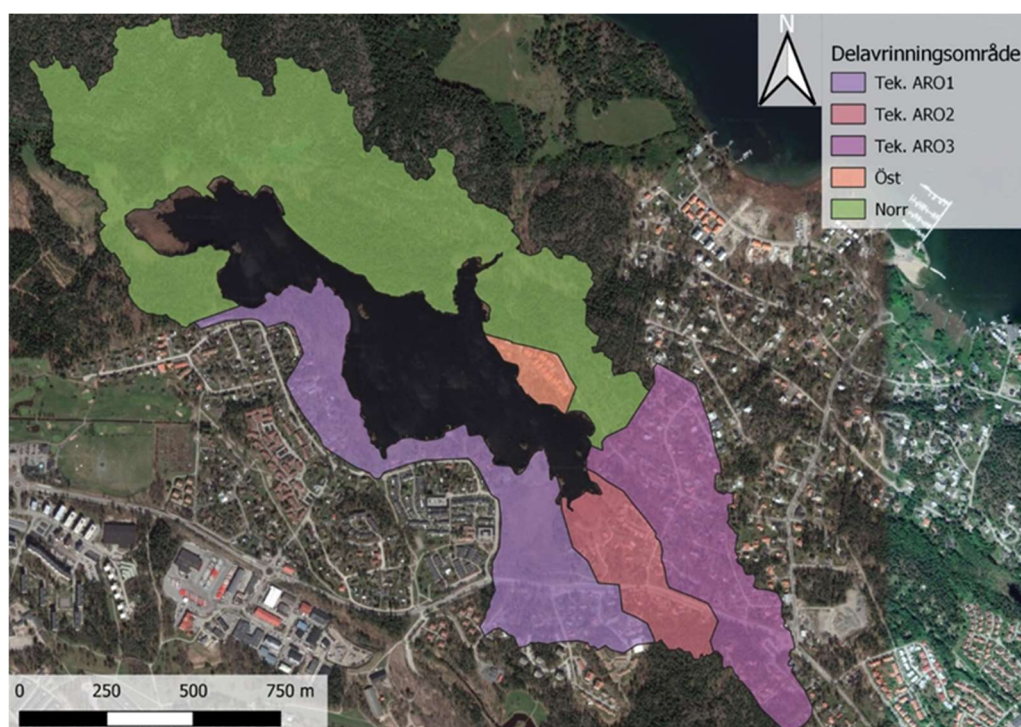
Namn	Öringesjön
EU_CD (VISS)	NW657281-163970
Vattenförekomst	nej
Kommuner	Tyresö, Nacka
ARO (Rinner mot Erstaviken) yta (km <sup>2</sup> )	9,52
Tillrinningsområde yta (km <sup>2</sup> )	1,32
Sjöyta (km <sup>2</sup> )	0,35
Höjd över havet (m)	24,45
Medeldjup (m)	1,9
Maxdjup (m)	7,8
Sjövolym (Mm <sup>3</sup> )	0,678
Djupkarta (år)	ja (2000)
Omsättningstid (år)	1,32
Ombländning (ggr/år)	flera

Tabell 2. Övervakningsstationer för Öringesjön (SE657259-164019). Källa: VISS.

Namn	VISS EU_CD	Kvalitetsfaktor	Startår	Slutår
Öringesjön	SE657259-164019	Växtplankton, ljusförhållanden, försurning, näringsämnen och SFÄ	2000	-

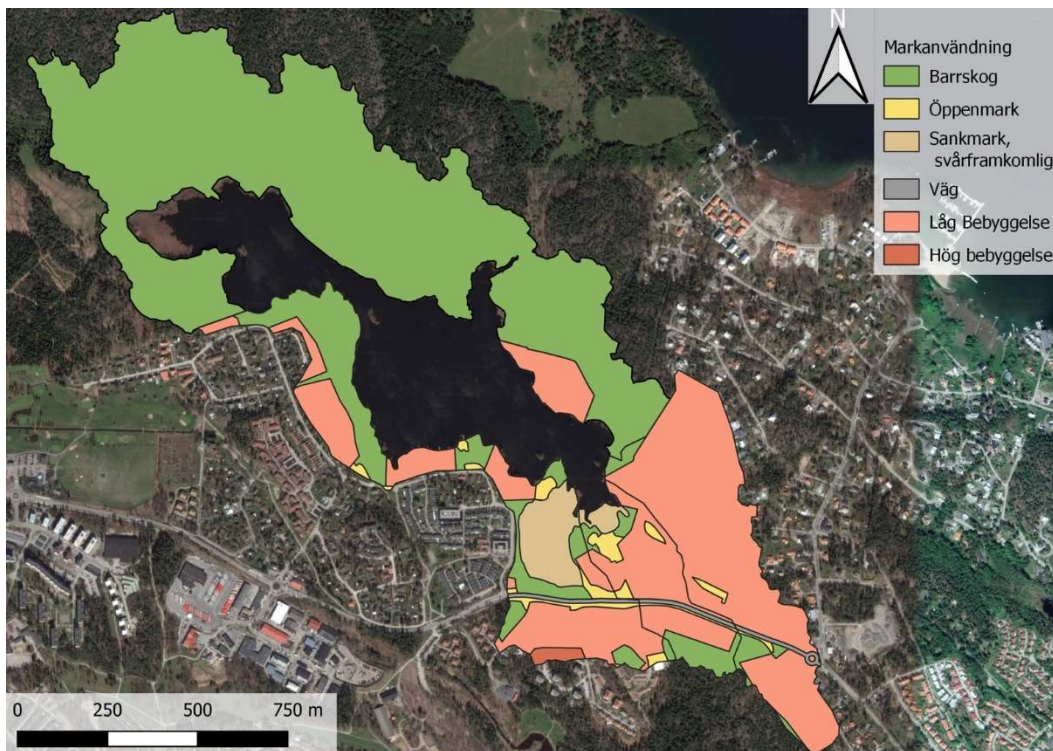
# Markanvändning i tillrinningsområdet

Gränsen för Öringesjöns tillrinningsområde togs fram med hjälp av Scalgo som baseras på den digitala höjdmodellen för Sverige (Scalgo, 2020). Korrigering av det topografiska avrinningsområdet gjordes med hänsyn till befintligt ledningsnät för dagvatten vilket representerar tre tekniska avrinningsområden som kan avvika från den naturliga vattendelaren. Öringesjöns avrinningsområde omfattar enligt utredningen totalt 168 ha där vattenytan utgör 35,6 ha och tillrinnande områden 132 hektar, fördelat på tre tekniska avrinningsområden (Figur 2). Figur 2 visar indelningen av tillrinningsområdets olika delavrinningsområden.



Figur 2. Öringesjöns tillrinningsområde indelat i fem delavrinningsområden.

Skogsmark dominerar i Öringesjöns avrinningsområde och är till stor del beläget i den norra och östra delen, ett mindre villaområde finns även i öster (Figur 3). I avrinningsområdets västra del finns villaområden och lika så söder om sjön. Ett mindre våtmarksområde är beläget i anslutning till sjöns södra del. Tyresövägen passerar även genom avrinningsområdet i söder. För identifiering av markanvändning i området användes Lantmäteriets fastighetskarta (Lantmäteriet, u.å.) samt underlag från kommunen.



Figur 3. Markanvändning inom Öringesjöns tillrinningsområde enligt Lantmäteriets definition. Tyresövägen passerar genom områdets södra del.

## Miljökvalitetsnormer

Öringesjön (NW657281-163970) tillhör den kategori som inom vattenförvaltningen kallas *Övrigt vatten* och omfattas därmed inte av någon beslutad miljökvalitetsnorm.

## Översikt över status

I denna utredning bedöms Öringesjön ha måttlig ekologisk status, med stöd av växtplankton, bottenfauna och näringsämnen. Bedömning av växtplankton är utförd på ett prov vilket skapar en viss osäkerhet, men

med stöd av näringsämnen samt expertbedömning av bottenfauna (strandzon) tyder detta sammantaget på en måttlig status för sjön (Tabell 3). Makrofyter och ljusförhållanden borde även utgöra utslagsgivande parametrar, men klassningarna anses enligt vår bedömning för osäkra och ges ingen tyngd vid den sammanvägda bedömningen, för detaljer se nedanstående avsnitt *Ekologisk status*.

Sammanvägd ekologisk status bedöms inte av Vattenmyndigheten för Öringesjön. Enstaka kvalitetsfaktorer finns dock presenterade och en översikt av dessa visas nedan (Tabell 3). Vattenmyndigheten bedömer att Öringesjön har otillfredsställande status vad gäller växtplankton (mätt som klorofyll), måttlig ekologisk status med avseende på näringsämnen och ljusförhållanden samt hög status avseende försurning och konnektivitet (långsgående konnektivitet).

De bedömningar av ekologisk status som görs i denna utredning är generellt sett överensstämmande med ingående parametrar i Vattenmyndighetens klassning. I denna utredning (till skillnad från vattenmyndigheten) bedöms sjön ha måttlig status avseende växtplankton och förutom fler bedömda kvalitetsfaktorer utförs även en sammanvägd bedömning av ekologisk status för sjön. I nedanstående avsnitt redovisas status för de kvalitetsfaktorer/parametrar som bedömts, med kommentarer kring de bedömningar som görs i denna utredning samt av myndigheten.

Tabell 3. Översikt över ekologisk och kemisk status enligt Vattenmyndighetens senaste bedömning (VISS, 2019-07-18) samt bedömningar enligt gällande föreskrift (HVMFS 2013:19).

Klassning	Förstudie Öringesjön	VISS (2019-07-18)
<b>Ekologisk status</b>	Måttlig	-
<i>Biologiska kvalitetsfaktorer</i>		
Växtplankton	Måttlig (2019)	Otillfredsställande (2013-2018)
Kiselalger	-	-
Bottenfauna, litoral	Måttlig (2019, expertbedömning)	-
Bottenfauna, profundal	God (2019)	-
Makrofyter	Måttlig (2019)	-
Fisk	-	-
<i>Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer</i>		
Näringsämnen	Måttlig (2014-2019)	Måttlig (2014-2018)
Ljushållanden	Måttlig (2019)	Måttlig (2007-2012)
Syrgashållanden	Dålig (2019)	-
Försurning	Hög (2019)	Hög (2013-2018)
<i>Särskilda förorenande ämnen</i>		
Ammoniak	God (2019)	-
Arsenik	God (2019)	-
Koppar	God (2002 och 2019)	-
Krom	God (2019)	-
Zink	God (2019)	-
<i>Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer</i>		
Konnektivitet	-	Hög
Hydrologisk regim	-	-
Morfologiskt tillstånd	-	-
<b>Kemisk status</b>		
Bly	God (2002 och 2019)	-
Kadmium	God (2002 och 2019)	-
Nickel	God (2019)	-

## Ekologisk status

### Biologiska kvalitetsfaktorer

#### *Växtplankton*

I denna utredning bedöms att status sannolikt är måttlig avseende växtplankton. Bedömningen baseras på ett växtplanktonprov (2019) vilket ger en viss osäkerhet i bedömningen, men där samtliga ingående index; klorofyll, totalbiomassa och växtplanktontrofiskt index (PTI), avseende näringsförhållanden bedöms till måttlig status.

Vattenmyndigheten bedömer att sjön har otillfredsställande status avseende växtplankton (VISS 2019-05-08). Bedömningen baseras på en klorofyllhalt av i medeltal 21,8 µg/l (4 mätvärden, 2014–2018) och ett referensvärde av 2,7 µg/l. Klassningen kan betraktas som säker i förhållande till klassgränsen god/måttlig status.

Ingen trend kunde beläggas i haltutvecklingen för klorofyll under perioden 2004–2019 (Mann-Kendall test, se nedanstående avsnitt *Trender*).

#### ***Bottenfauna***

Under 2019 utfördes en undersökning av bottenfaunan i sjöns profundal och litoral (Medins Havs och Vattenkonsulter AB). Resultaten visade på god status i både strandzon och djupbotten efter bedömning av ingående index med avseende på näringsförhållanden (ASPT-index respektive BQI-index) enligt föreskriften (HVMFS 2013:19). Dock tyder faunan i litoralen snarare på en måttlig status med avseende på näringsämnen (enligt expertbedömning) med hänsyn till avsaknad av näringsämneskänsliga arter. En för Sverige ovanlig art noterades, flat kamgälsnäcka (*Valvata cristata*) men som i Mälarenregionen är relativt vanlig.

Vattenmyndigheten redovisar ingen klassning av bottenfauna för Öringesjön.

#### ***Makrofyter***

År 2019 genomfördes en vattenvegetationsinventering i Öringesjön. En klassificering av status baserad på trofiskt makrofytindex (TMI) i den undersökningen indikerar måttlig status. Dock finns indikationer på att bedömningsgrunderna gällande TMI inte fungerar tillfredsställande vid utfallet måttlig status (Larson & Carlsson 2008). Utfallet av klassningen ses därför som osäker och ges ingen tyngd vid den sammanvägda bedömningen. Antalet arter var högt och rödlistade arter som noterats i sjön omfattar två natearter; bandnate (*Potamogeton compressus*) under inventering 1998 (Södertörnsekologerna) och uddnate (*Potamogeton friesii*) 1998 samt 2019 (Naturvatten AB).

Vattenmyndigheten redovisar ingen klassning av makrofyter för sjön.

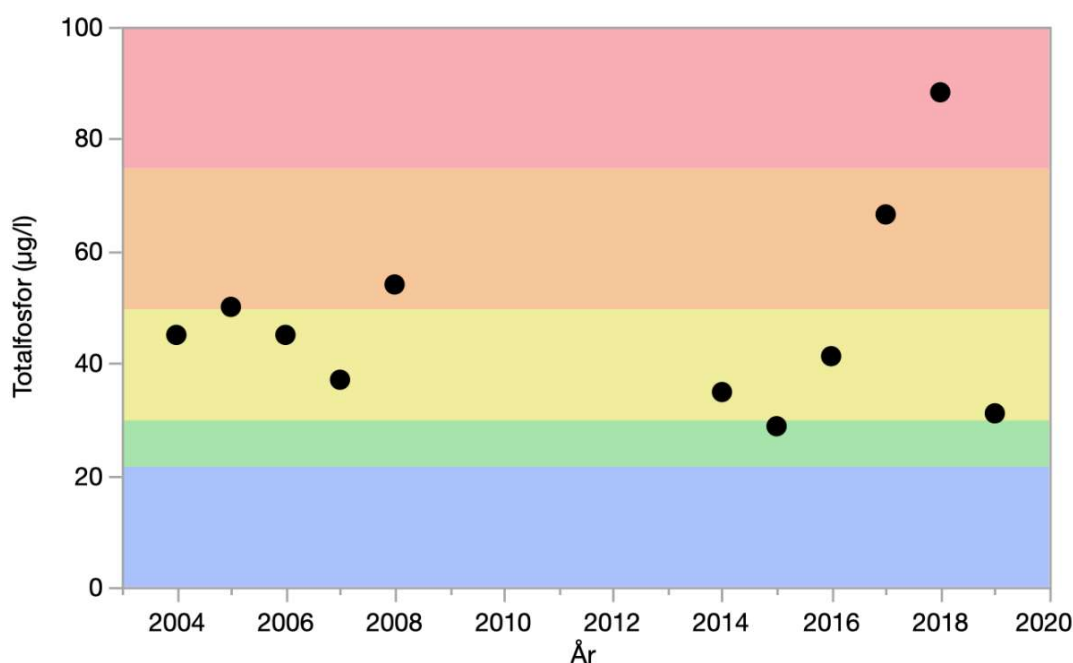
### **Fysikalisk/kemiska kvalitetsfaktorer**

#### ***Näringsämnen – fosfor***

I denna utredning bedömdes status vara måttlig avseende näringsämnen. Bedömningen baseras på en medelhalt av 49,1 µg/l (6 mätvärden, 2014–2019). Bedömningen görs mot referensvärdet beräknat enligt den princip som tillämpats av Länsstyrelsen i Stockholms län för sjöar av Öringesjöns typ.

Vattenmyndigheten bedömer att sjön har måttlig status avseende näringsämnen (VISS 2019-05-07). Bedömningen baseras på en medelhalt av 47,5 µg/l (5 mätvärden, 2014–2018) och ett referensvärde av 14,9 µg/l (Cardoso, 2007). Klassningen kan betraktas som säker i förhållande till klassgränsen god/måttlig status.

Totalfosforhalter visas nedan för perioden 2004–2019 (augusti) mot bakgrund av intervall för statusklasser baserade på det referensvärde som tillämpas av Vattenmyndigheten (Figur 4). Halterna har vanligen legat på en nivå motsvarande måttlig status men har varierat kraftigt vilket medför osäkerheter kring sjöns näringsstatus. År 2015 låg halten på en nivå motsvarande god status, medan halten 2018 motsvarade dålig status. Variationen skulle kunna vara en effekt av en intern fosforbelastning till följd av frisättning av fosfor från sedimenten, men data saknas för att tillförlitligt kunna beräkna denna. Ingen trend kunde beläggas i haltutvecklingen under perioden 2004–2019 (Mann-Kendall test, se nedanstående avsnitt *Trender*).



Figur 4. Totalfosforhalt (µg/l) i Öringesjön under perioden 2004–2019. Data visas mot bakgrund av intervall för statusklasser (referensvärde 14,9 µg/l).

#### *Ljusförhållanden*

I denna utredning bedömdes status vara måttlig avseende siktdjup. Bedömningen baseras på en medelhalt av 6 värden (2014–2019) och indikerar ett siktdjup av 1,6 m. Referensvärdet för siktdjup kan beräknas enligt föreskriften (HVMFS 2013:19) till 4,3 m. Bedömningen av status med avseende på siktdjup anses dock vara osäker, då beräkning av referensvärde enligt föreskriften inte fungerar tillfredsställande enligt vår bedömning. Ingen trend kunde beläggas i siktdjupets utveckling den



senaste tioårsperioden (Mann-Kendall test, se nedanstående avsnitt Trender).

Vattenmyndigheten bedömer att Öringesjön har måttlig status avseende ljusförhållanden (VISS 2015-02-25). Bedömningen avser 2 mätvärden under perioden 2007–2012 och hade till januari 2020 inte uppdaterats med klassificering baserad på data för senare år. Bedömningen är inte säker i förhållande till klassgränsen god/måttlig status.

#### *Syrgasförhållanden*

I denna utredning bedöms att status är dålig avseende syrgas. Klassningen baseras på lägsta uppmätta halt 2019 (0,1 µg/l). Sjön har vid två tillfällen drabbats av fiskdöd (1972 och 2012).

Vattenmyndigheten redovisar ingen klassning av syrgasförhållanden i Öringesjön.

#### *Försurning*

Vattenmyndigheten bedömer att Öringesjön har hög status avseende försurning genom förenklad bedömning baserad på att lägsta pH med säkerhet överstiger 6,5 och/eller att beräknad syraneutraliserande förmåga (ANC) överstiger 0,4 mekv/l. Samma bedömning görs i denna utredning där lägsta uppmätta pH under 2019 var 7,2 och alkaliniteten 0,93 mekv/l.

#### *Särskilda förorenande ämnen (SFÄ)*

De ämnen som i föreliggande undersökning var möjliga att utvärdera överskred inte gällande gränsvärden. Ammoniakhalter i vatten beräknades utifrån högsta uppmätta halt ammoniumkväve i ytvattnet under 2019 enligt bedömningsgrunderna (HVMFS 2013:19) till 0,15 µg/l, och låg därmed långt under gränsvärdet för maximal tillåten koncentration (6,8 µg/l) och årsmedelvärde (1,0 µg/l). Arsenik (0,37 µg/l) klarar gräns mot god status avseende maximal koncentration (7,9 µg/l), samt sett till årsmedelhalt (0,5 µg/l) efter att hänsyn tagits till naturlig bakgrund. Halten koppar och zink (0,49 µg/l respektive 0,2 µg/l) ligger under gränsvärdet för biotillgänglig årsmedelhalt, även utan hänsyn till naturlig bakgrund. Biotillgänglig halt beräknades med Bio-Met v5.0. Koncentrationen är dessutom till stor del baserad på värden vilka understiger detektionsnivån för dessa två ämnen. Halterna av krom låg vid flera mättillfällen under detektionsgränsen (0,05 µg/l) med högsta uppmätta värde på 0,10 µg/l, att jämföra med tillåten högsta årsmedelhalt på 3,4 µg/l. Vad gäller halter i sediment bedömdes koppar uppnå god status, avseende halter från sedimentprovtagning år 2002 (Stockholm Vatten). Efter justering av avvikande kolhalt i sediment samt hänsyn till bakgrundshalt i enlighet med bedömningsgrunderna (HVMFS 2013:19) varierade halten koppar i sjöns sediment mellan 27 och 31 mg/kg TS, att jämföra med gränsvärdet på 36 mg/kg TS.

Vattenmyndigheten bedömer inte sjön med avseende på särskilda förorenade ämnen (SFÄ).

### Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer

Denna utredning omfattar ingen undersökning av sjöns hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. För ytterligare detaljer, se avsnitt *Förslag till fortsatt utredning* samt *kunskapshöjande åtgärder*.

Vattenmyndigheten bedömer att sjön har hög status avseende konnektivitet i sjöar (VISS 2013-11-05). Ingen klassning redovisas för morfologiskt tillstånd eller hydrologiska regim. Sjöns långsgående konnektivitet klassas som hög då sjön saknar vandringshinder i anslutande vattendrag, bedömningen saknar referens. Konnektivitet till närområde och svämplan kring sjöar är inte klassad.

### Kemisk status

Vattenmyndigheten bedömer inte sjön med avseende på kemisk status. I denna utredning bedöms att Öringesjön har god kemisk status avseende bly, nickel och kadmium (ytvatten, 2019) samt bly och kadmium (sediment, 2002). Gränsvärden för bly och nickel avser biotillgänglig halt för jämförelse med årsmedelvärden. Uppmätta halter för dessa ämnen i Öringesjön beräknades med Bio-Met v5.0. Halterna av bly låg vid flera mätillfällen under detektionsgränsen (0,02 µg/l) med högsta uppmätta värde på 0,1 µg/l, att jämföra med maximal tillåten koncentration (14 µg/l). Den biotillgängliga årsmedelhalten (augusti till oktober) av nickel beräknades till 0,14 µg/l med den högsta uppmätta koncentrationen 0,65 µg/l, där gränsen för god status är 4,0 µg/l (biotillgänglig årsmedelhalt) respektive 34 µg/l (maximal tillåten koncentration). De uppmätta halterna av kadmium låg under detektionsgränsen (0,01 µg/l), där gränsen för god status är 0,08 µg/l (årsmedelhalt) respektive 0,45 µg/l (maximal tillåten koncentration). Vidare avser gränsvärdena för halter i sediment (avseende bly och kadmium) sediment med 5 procent organisk kol. Halterna i Öringesjöns sediment korrigerades således i enlighet med bedömningsgrunderna (HVMFS 2013:19). Medelvärden för dessa ämnen; bly (16,5 mg/kg) och kadmium (0,31 mg/kg) låg klart under gränsvärdet för god status (130 mg/kg respektive 2,3 mg/kg).

# Trender

I Tabell 4 redovisas miljökvälitetens utveckling avseende bland andra statusgrundande variabler under perioden 2004-2019. Analysen indikerar en trend av ökande totalkvävehalter. I övrigt kunde inga statistiskt säkerställda trender beläggas.

Tabell 4. Miljökvälitetens utveckling i Öringesjön sedan ytvattenprovtagning startades (2004 till 2019) enligt trendanalys (Mann-Kendall test). Säkerställda tidstrender visas med signifikansnivå (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ ). Inom parentes visas den årliga förändringen där minustecken (-) indikerar avtagande och plustecken (+) ökande trend (enhet  $\mu\text{g/l}$  om inte annat anges). Avsaknad av säkerställd trend visas som ns (non-significant).

Kategori	Parameter	2004-2019
Ekologisk status	Klorofyll	ns
	Totalfosfor	ns
	Siktdjup	ns
Övriga	Absorbans (-)	ns
	Alkalinitet (mekv/l)	ns
	Totalkväve	* (+37,7)

## Påverkansanalys

### Fosfor – belastning och källfördelning

#### Schablonberäkning av fosfortillförseln

Den antropogena fosforbelastningen beräknades för de olika typer av markanvändning som identifierats för Öringesjöns avrinningsområde samt för den enda utpekade antropogena punktkälla; hästhållning. Den naturliga bakgrundsbelastningen samt atmosfärisk deposition av fosfor har också beräknats.

#### *Extern bruttobelastning*

Bakgrundsbelastning avseende fosfor beräknades för Öringesjöns samtliga tillrinnande områden och antaget att samtliga områden är skogbeklätt. Vid beräkning av bakgrundsbelastning till sjön användes arealförlust av totalfosfor från skogsmark med 0,034 kg per ha och år ( $3,4 \text{ kg/km}^2 \cdot \text{år}$ ) (Uggla och Westling, 2003). Referensvärde (median) för arealförlust av

totalfosfor från skogsmark från mellersta Sverige användes (Uggla och Westling, 2003) för att representera området kring Öringesjön. Den totala bakgrundsbelastningen för Öringesjön resulterade i en fosfortillförsel på 4,5 kg/år, se Tabell 5 för arealförlust från respektive område. För det norra skogsområdet (ARO Norr) är den totala externa fosforbelastningen lika med bakgrundsbelastningen.

Tabell 5. Bakgrundsbelastning (kg/år) av fosfor för de fem delavrinningsområdena beräknat enligt Uggla och Westling (2003) med en arealförlust av totalfosfor från skogsmark på 0,034 kg/ha\*år.

	<b>Area</b>	<b>Fosformängd</b>
	<b>ha</b>	<b>kg/år</b>
ARO1	26,4	0,9
ARO2	9,9	0,34
ARO3	23	0,78
ARO Öst	2,6	0,09
ARO Norr	70,4	2,39
Totalt	132	4,5

Schablonhalter för dagvatten från StormTac (version 19.4.1) användes för att beräkna föroreningsmängder (StormTac, 2019) från de tre tekniska avrinningsområdena (ARO1, ARO2 och ARO3) samt villaområdet öster om sjön (Figur 2). För dessa fyra områden motsvarar resultatet av StormTac beräkningen den totala fosforbelastningen som dessa områden årligen tillför Öringesjön. För skogsområdet i norr (ARO Norr) där ingen betydande antropogen påverkan finns motsvarar bakgrundsbelastningen beräknat enligt Uggla och Westling (2003) den totala externa belastningen för området.

För indata i StormTac (Tabell 6) där markanvändning motsvarande villaområde användes Lantmäteriets definition av låg respektive hög bebyggelse. Endast ett litet område identifierades tillhörande hög bebyggelse, området består av mycket grönyta samt en huskropp och skulle enligt StormTac kategori flerfamiljshus överskatta beräkningarna därmed valdes villaområde även för hög bebyggelse. Öppenmark bedömdes till blandad grönyta i StormTac och sankmark till våtmark.

Tabell 6. Indata för StormTac beräkning för fyra delavrinningsområden med markanvändning enligt Lantmäteriets och StormTac definition, volymavrinningskoefficient ( $\phi_v$ ) och reducerad area.

Markanvändning		Area (ha)					Totalt
Lantmäteriet	StormTac	$\phi_v$	ARO1	ARO2	ARO3	ARO Öst	
Väg	Väg (ÅDT 11 000)	0,85	0,4	0,31	0,34		1,1
Låg och hög bebyggelse	Villaområde	0,25	11,6	6	21,3	2,6	41,5
Barrskog	Skogsmark	0,05	9,3	1,9	1,2		12,4
Sankmark, svårframkomlig	Våtmark	0,2	3,7	0,65			4,4
Öppenmark	Blandat grönområde	0,1	1,5	0,97	0,28		2,8
Total area (ha)			26,4	9,9	23,1	2,6	61,9
Red. area (ha)			4,6	2,1	5,7	0,66	13

I StormTac användes en antagen korrigerad nederbörd på 654 mm per år från SMHI (2020) vilket är årsmedelvärde för de senaste 30 åren för området. För Tyresövägen användes en årsmedeldygnstrafik (ÅDT) motsvarande cirka 11 000 fordonpassage per dygn baserat på medelvärde från de två närliggande mätningarna gjorda under 2017 (Trafikverket, 2020).

Den externa fosforbelastningen beräknades för de fem olika områdena som tillrinner Öringesjön. För ARO1, ARO2, ARO3 samt ARO Öst motsvarar den beräknade mängden från StormTac den externa belastningen och där den antropogena delen beräknades genom att dra ifrån den beräknade bakgrundsbelastningen för respektive område, se Tabell 7. Den årliga fosforbelastning för de fyra områdena (ARO1, ARO2, ARO3 och ARO Öst) motsvarar enligt StormTac 17,8 kg/år, där Tabell 7 visar uppdelningen per område. Om bakgrundsbelastningen för varje område dras av blir netto tillförseln från urban markanvändning 15,7 kg per år. För ARO Norr motsvarar den externa belastningen bakgrundsbelastningen på 2,4 kg/år då ingen betydande antropogen påverkan finns i detta område.

Hästhållning kan var en potentiell punktkälla för fosforläckage då fosformängden från träck och urin ackumuleras i hästhagar om uttag inte sker från hagen. Flera faktorer styr hur mycket fosfor en häst avger i täck och urin, dels beror fosformängden av hur mycket hästen äter och om tillskottsfoder ges i form av exempelvis kraftfoder (Steineck m.fl., 2000). Fosforläckaget från hästgård styrs även om hästhagen är upptrampade och saknar vegetation. Fosforläckaget från hästrastfällor i Uppsalaregionen är i genomsnitt 1,1 kg/ha och år (Parvage, 2015). Fosforläckage beräknades för den hästgård med rastfällor som identifierades inom avrinningsområdet med en uppskattning av ytan (genom mätning i ortofoto) till 0,56 ha. Fosforläckaget från hästfällorna uppskattas därmed

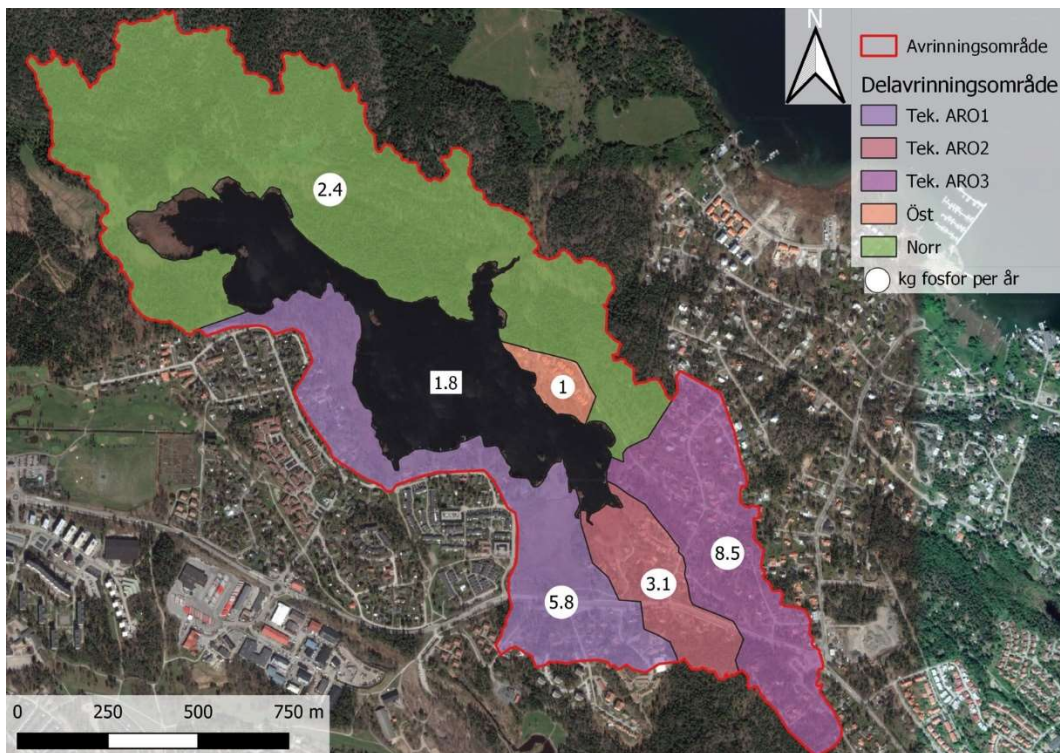
till 0,6 kg fosfor per år, fördelat på ARO1 respektive ARO2 (Tabell 7). Vid ”skomakartorpet” på sjöns nordvästra sida i Nacka identifierades även några sommarhagar. Då hästar ute på sommarbete äter vegetationen som redan finns på platsen utgör hästhagar ingen extern tillförsel av fosfor. Hagarna bedömdes även vara mycket extensiva och sakna spår på erosion. Som en långsiktig åtgärd för minskad läkage från hästhållning rekommenderas en dialog med hästgårdar och incitament för frivilliga åtgärder som till exempel ändrat foderstat och ökad mockning av hagar och rastfällor.

Den atmosfäriska deposition av fosfor beräknades för Öringesjöns sjöyta vilken är cirka 35,6 ha. För den årliga atmosfäriska depositionen av fosfor användes 5 kg/km<sup>2</sup> vilket används inom HELCOM vid beräkning av fosfor depositionen till Östersjön (Karlsson och Phil Karlsson, 2018). Med anledning av att Öringesjön ligger i nära anslutning till Östersjön anses därmed mängden vara representativ för Öringesjön. Den årliga atmosfäriska depositionen av fosfor till Öringesjön beräknades till 1,8 kg/år (Tabell 7). Viktigt att notera är att den atmosfäriska depositionen av fosfor kan variera mycket vilket gör beräkningen osäker. Den totala externa belastningen för samtliga områden från diffusa och punktkällor uppgick till 22,6 kg/år där den antropogena belastningen står för 16,3 kg/år, bakgrundsbelastning 4,5 kg/år och den atmosfäriska depositionen för 1,8 kg/år (Tabell 7). Figur 5 visar fördelningen av den årliga fosfortillförseln från de fem olika tillrinnande områdena där ARO3 bidrar med den största fosforbelastningen och Figur 6 visar total bakgrundsbelastning respektive antropogen bruttobelastning (kg P/år) i procent. Av den antropogena belastningen utgör villaområde den största andelen.

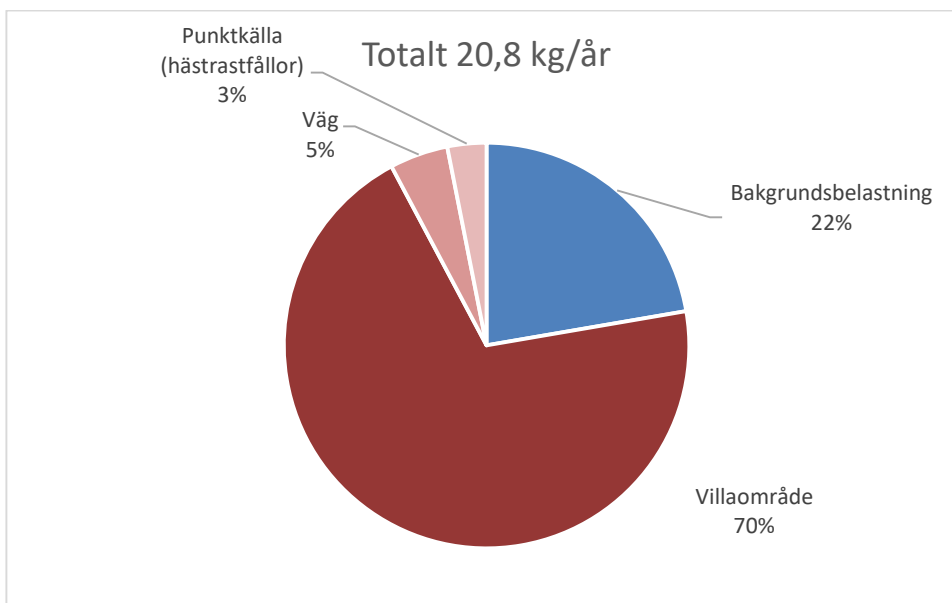
Tabell 7. Externa fosforbelastningen (kg/år) till Öringesjön för respektive område uppdelat på bakgrundsbelastning, antropogen belastning samt atmosfärisk deposition av fosfor och punktkälla från hästrastfällor. Antropogen belastning beräknades för ARO 1–3 samt ARO Öst genom att dra ifrån bakgrundsbelastning från StormTac beräkningen. Observera att punktkälla läggs till den totala belastningen för ARO 1 och 2.

<b>Kg P/år</b>	<b>ARO1</b>	<b>ARO2</b>	<b>ARO3</b>	<b>ARO Öst</b>	<b>ARO Norr</b>	<b>Vattenyta</b>	<b>Totalt</b>
Bakgrundsbelastning*	0,9	0,34	0,78	0,09	2,4		4,5
Diffus antropogen belastning	4,6	2,5	7,7	0,9			15,7
Punktkälla, antropogen belastning (hästrastfällor**)	0,3	0,3					0,6
Atmosfärisk P deposition***						1,8	1,8
<b>Totalt</b>	<b>5,8</b>	<b>3,1</b>	<b>8,5</b>	<b>1</b>	<b>2,4</b>	<b>1,8</b>	<b>22,6</b>

beräknat enligt \*(Ugglå och Westling, 2003), \*\*(Parvage, 2015),\*\*\*(Karlsson och Phil Karlsson, 2018)



Figur 5. Årlig extern fosforbelastning (kg P/år) till Öringesjön är 22,6 kg fosfor per år fördelat på de fem delavrinningsområden. Den atmosfäriska depositionen av fosfor beräknades för sjön till 1,8 kg/år. Se Tabell 7 för indelning av typ av fosforbelastning för respektive område.



Figur 6. Total belastning (kg P/år) från land uppdelat i antropogen (villaområde, väg och punktkälla) och bakgrundsbelastning. Underlag saknas för bedömning av intern fosforbelastning (frisättning av fosfor från sedimenten).

### *Arealspecifik fosforförlust*

En bedömning av avrinningsområdets arealspecifika förlust av totalfosfor kan beräknas genom division av den totala externa belastningen (20,8 kg

P/år) med arean av det lokala avrinningsområdet (132 ha) för en jämförelse enligt Naturvårdsverkets gamla bedömningsgrunder från 1999 (Rapport 4913). Bedömningsgrunden är framtagen för vattendrag, men ger en indikation om förlusterna i markområdet. Bedömningen resulterade en arealspecifik förlust på 0,16 kg P/ha och år, motsvarande måttligt höga förluster, varav en bråkdel (0,03 kg P/ha och år) utgörs av bakgrundsbelastning.

### Internbelastning

Utifrån halter i bottenvattnet är det tydligt att det sker en viss internbelastning av fosfor från sedimenten i Öringesjön. Att så skulle vara fallet indikeras av att fosforhalterna i sjöns bottenvatten var tydligt förhöjda (290 µg/l) vid provtagning i augusti 2019. De höga halterna är ett resultat av att fosfat frisätts från sediment till vattenmassa och ackumuleras i bottenvattnet då sjön är skiktad. När vattenmassan sedan cirkulerar (vår och höst) blandas det näringshaltiga bottenvattnet med ytvattnet vilket bidrar till en ökad näringsbelastning. Normalt sett sker en nettofastläggning (retention) av näringsämnen i sjöars sediment. Efter en lång tids näringsbelastning kan det däremot ha lagrats så stora mängder att sedimenten inte längre förmår upprätthålla den naturligt självrenande funktionen, åtminstone inte under syrgasfria förhållanden. Detta verkar vara fallet i Öringesjöns djuphåla (ca 8 m). Denna är till ytan mycket begränsad och är inte representativ för huvuddelen av sjöns betydligt grundare bottenområden (2-3 m), (Bilaga 1). För att skatta den andel fosfor som frisätts skulle volymviktade fosforhalter i de djupare vattenmassorna (hypolimnion) behövas, vilka sedan kan räknas om till ett läckage per bottenyta. Som underlag för detta krävs att fosforhalten mäts vid flera djup, se även avsnitt *Förslag till fortsatt utredning samt kunskapshöjande åtgärder*.

### Acceptabel fosforbelastning

Genom modellberäkning skattades den acceptabla externa fosforbelastningen till mellan 32 och 40 kg/år (Tabell 8). Beräkningarna baserades på omsättningstid (ca 1,32 år), tillrinning (0,50 Mm<sup>3</sup>/år) och gränsvärdet mellan måttlig och god status (29,8 µg P/l) enligt det referensvärde som beräknats i denna utredning (samt enligt VISS). Mot bakgrund av de osäkerheter som modellberäkningarna innebär, bör enbart det mest restriktiva utfallet beaktas. Det innebär följaktligen en acceptabel fosforbelastning av 32 kg/år, och en högsta tillåten inkommande fosforhalt av cirka 64 µg/l. Om den externa fosforbelastningen till sjön ligger vid denna nivå, eller lägre, ges Öringesjön enligt modelleringen alltså förutsättningar att uppnå och upprätthålla god ekologisk status. Bedömningen måste ses som mycket osäker, inte minst med anledning av



att grunda och kraftigt igenväxta sjöar inte kan anses representativa för det dataunderlag modellerna baseras på.

Tabell 8. Modellerad högsta tillåten fosforbelastning (kg/år) samt högsta tillåtna fosforhalt i tillrinnande vatten (µg/l) vid en totalfosforhalt av 30 µg/l.

Modellvariant	Högsta tillåtna fosforbelastning (kg/år)	Högsta tillåtna fosforhalt (µg/l) i tillrinnande vatten
Vollenweider	32	64
OECD generell	40	79
OECD Norden	38	76

Baserat på data enligt SMED (PLC6) kan den acceptabla fosforbelastningen till sjön istället skattas till 8,1 kg/år, sett till Öringesjöns lokala avrinningsområde. Skattningen baserar sig på att den sammanlagda belastningen från sjöns lokala avrinningsområde får uppgå till högst 1,8\*bakgrundsbelastningen, vilket utgör gränsen för betydande påverkan enligt Vattenmyndighetens definitioner. Eftersom den acceptabla belastning som skattats baserat på PLC6-data är lägre än den som beräknats genom modellering anser vi att den lägre mängden (8,1 kg/år) bör vara vägledande vid förvaltning av sjön.

## Miljögifter

Tänkbara källor till betydande påverkan av metaller och/eller organiska miljögifter är urban markanvändning, jordbruk, skogsbruk samt transport och infrastruktur.

## Övrig påverkan

Förändrat tillrinningsområde på grund av dikesföretag, markavvattning, rensning av utlopp samt sjösänkning kan ha inneburit betydande påverkan på sjön, se även avsnitt *Förslag till fortsatt utredning samt kunskapshöjande åtgärder*.

# Identifierade miljöproblem

I denna utredning identifieras övergödning som miljöproblem för Öringesjön. Detta motiveras av att näringsämnen, växtplankton och bottenfauna (enligt expertbedömning) inte uppnår god ekologisk status.

Hydromorfologiska förändringar identifieras som ett möjligt miljöproblem, motiverat av att sjön troligen påverkats genom sjösänkning.

Miljögifter identifieras som miljöproblem motiverat av att kvicksilver och bromerade difenyletrar (PBDE) kan förväntas överskrida fastställda gränsvärden. Det gäller Öringesjön såväl som samtliga andra svenska inlandsvatten.

## Förbättringsbehov/beting

Förbättringsbehov/beting anges för de parametrar där statusklassificeringar indikerar sämre än god status (ekologisk) eller att god status inte uppnås (kemisk). Behovet anges i form av haltreduktion och belastningsminskning baserat på skillnaden mellan status och gällande miljö kvalitetsnorm (för vattenförekomster).

Betinget bedöms enligt samma principer som tillämpas av Vattenmyndigheten och som bygger på förenklade samband mellan belastning och resulterande halt. Beting beräknas även genom jämförelser mellan beräknad tillförsel (extern belastning) och den belastning som enligt generella modeller kan accepteras under förutsättning att god ekologisk status ska uppnås (acceptabel belastning).

## Fosfor

Övergödning identifieras som miljöproblem för Öringesjön baserat på att växtplankton, bottenfauna och näringsämnen inte uppnår god status. Fosfor är det näringsämne som generellt styr primärproduktionen i sjöar. Antropogen fosforpåverkan kan leda till förhöjda fosforhalter (eutrofiering) och som en effekt av detta övergödningsrelaterad problematik, så som syrgasbrist och förändrade djur- och växtsamhällen.

Av den anledningen ges fosfor särskild uppmärksamhet i åtgärdsprogram, liksom denna utredning. Betinget för fosfor anger hur mycket fosforbelastningen till sjön måste minska för att denna ska ges förutsättning att uppnå god status. Betinget motsvarar med andra ord den mängd fosfor som sjön behöver avlastas från.

Betinget kan anges baserat på mätdata i relation till beräknat gränsvärde för god status. Differensen mellan medelhalten av totalfosfor (49,1 µg/l) för perioden 2014-2019 och gränsvärdet för god status (29,8 µg/l) ger ett beting på 39 procent, motsvarande 8,2 kg/år. Det är mycket tänkbart att den interna fosforbelastningen är del av förklaringen till de förhöjda fosforhalterna i sjön, vilket är ett resultat av historisk belastning från omgivningen (gamla synder). Det innebär i så fall att det nuvarande externa betinget är mindre än vad bedömningen indikerar.

Baserat på modelleringen (Vollenweider och OECD) av acceptabel belastning och den externa belastningen föreligger inget beting, detta eftersom den acceptabla belastningen ligger under nuvarande belastning, enligt detta beräkningssätt. Bedömningen måste ses som mycket osäker, inte minst med anledning av att grunda och kraftigt igenväxta sjöar inte kan anses representativa för det dataunderlag modellerna baseras på.

Det totala åtgärdsutrymmet avseende fosfor beräknades till 12,7 kg/år, motsvarande 61 procent av den externa belastningen. Utrymmet beskriver taket för åtgärdsarbetet och baserar sig på att det inte är rimligt med åtgärder som är mer långtgående än till gränsen för betydande påverkan. Denna gräns definieras av Vattenmyndigheten som 1,8 gånger bakgrundsbelastningen, i Öringesjöns fall 8,1 kg/år.

## Miljögifter

Miljögifter identifieras inte som miljöproblem i Öringesjön och underlag saknas för att kvantifiera förbättringsbehov/beting avseende miljögifter.

## Befintligt dagvatten och föreslagna åtgärder

För att minska den externa fosforbelastningen till Öringesjön föreslås åtgärder i anslutning till de tre tekniska avrinningsområdena (ARO1,

ARO2, ARO3). Sammanlagt föreslås fyra åtgärder. Samtliga åtgärder föreslås att anläggas i anslutning till befintliga dagvattenledningsmynningar för respektive område, se avsnitt nedan. I en övergripande Dagvattenhanteringsplan för Tyresö kommun senast uppdaterad 2011 med syfte att förbättra vattenkvaliteten i Tyresö kommuns vattendrag och sjöar ingår bland annat utredning av åtgärder för Öringesjön (Lagerwall m.fl., 2011). I förslag till åtgärder i denna utredning har bedömning gjorts av tidigare föreslagna åtgärder samt platser från 2011. Vid fältbesök (2020-02-25) besöktes bland annat de tidigare föreslagna platserna från 2011 med bedömningen att några av dessa är rimliga, de föreslagna åtgärderna i denna utredning bygger därmed delvis på de gamla förslagen. Slutligen bedöms även kostnader för de föreslagna åtgärderna och en kostnadseffektivitet utifrån avskild mängd fosfor som potentiellt kan uppnås.

För att uppnå en avskiljningsgrad motsvarande 50 % fosfor vid anläggning av våtmark/damm krävs en yta motsvarande 1,5 % av den reducerade ytan (Pettersson, 1999). En lägre avskiljningsgrad motsvarande cirka 40 % kan uppnås vilket kräver en yta på 1,0 % av den reducerade ytan. För villaområdet i öst finns inget kommunalt dagvattennät, vid fältbesök noterade att nederbörd från hustak leds via utkastare för ytlig avrinning, på carporttak samt miljöhus fanns sedumtak. För detta villaområde föreslås inga åtgärder. Tabell 9 visar behov av åtgärdsyta för respektive område samt den avskiljningsgrad av fosfor som kan uppnås vid anläggning. Om samtliga fyra föreslagna åtgärder genomförs och maximal avskiljningsgrad uppnås för respektive anläggning kan den externa fosforbelastningen till Öringesjön minska med 6,1 kg per år. Även om fokus i denna utredning har varit att reducera fosforbelastningen till sjön är det viktigt att beakta att föreslagna åtgärder även kommer kunna ha en renande funktion av andra ämnen från dagvattnet.

Tabell 9. Reducerad area för de fyra tekniska avrinningsområdena samt den totala fosforbelastningen. För en 50 % fosforavskiljning behövs en yta motsvarande 1,5 % av den reducerade ytan, vid 40 % rening av fosfor krävs en åtgärdsyta motsvarande 1,0 % av den reducerade ytan (Pettersson, 1999). Åtgärdsyta för ARO1A inom parentes visar yta för djuphåla.

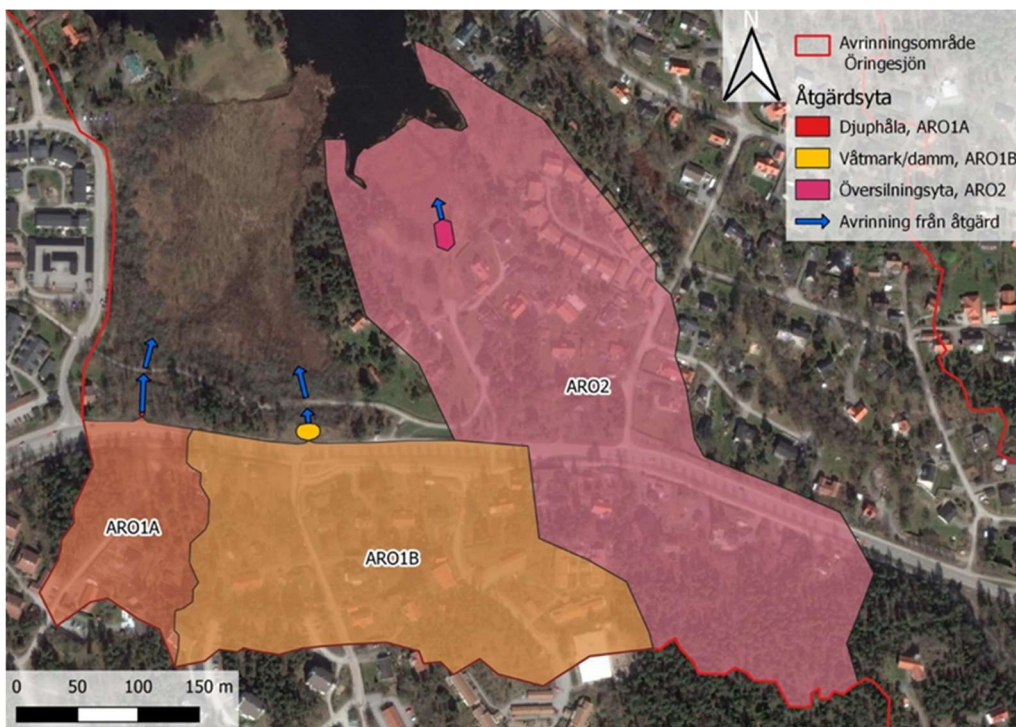
	<b>Red. Area</b>	<b>Åtgärdsyta</b>	<b>Total P belastning</b>	<b>Total P rening</b>
	<b>(ha)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg/år)</b>	<b>(kg/år)</b>
ARO1A	0,4	56(11)*	0,5	0,25*
ARO1B	1,4	210*	2	1,0*
ARO2	2,1	315*	2,8	1,4*
ARO3	5,7	570**	8,5	3,4**
<b>Totalt</b>			<b>13,8</b>	<b>6,1</b>

\*åtgärdsytan motsvarande 1,5 % av den reducerade arean för en 50 % rening av fosfor

\*\*åtgärdsyta motsvarande 1,0 % av den reducerade arean för en 40 % rening av fosfor

## ARO1

Det tekniska avrinningsområdet 1 (ARO1) innefattas till stora delar idag av skogsmark, villaområde samt en våtmark (Figur 3). I ARO1 västra delar avrinner idag dagvattnet diffust ner mot sjön, ett litet villaområde omfattas av ledningsnät för dagvatten med utsläpp ner mot sjön, men då området är litet och föroreningsgraden troligtvis låg anses ingen åtgärd nödvändig att anläggas här. Söder om Tyresövägen (inom ARO1) finns i dagsläget två separata dagvattenledningsnät med utlopp norr om Tyresövägen, vattnet leds sedan till den befintliga våtmarken och slutligen till Öringesjön. I anslutning till utloppet efter Tyresövägen föreslås en åtgärd för respektive område (Figur 7) vilket beskrivs i följande avsnitt. En alternativt gemensam lösning för dessa två områden föreslås vid ombyggnation av Tyresövägen, se nedan.



Figur 7. Placering av åtgärdsförslag vid utlopp av dagvattenledning för ARO1A med en 11 m<sup>2</sup> djuphåla, ARO1B en 210 m<sup>2</sup> våtmark/damm samt översilningsyta motsvarande 315 m<sup>2</sup> för ARO2.

### Åtgärd för ARO1A

ARO1A omfattar 1,6 ha fördelat på villaområde, skogsmark, blandad grönyta och Tyresövägen med den beräknade reducerade ytan enligt StormTac på 0,37 ha (Bilaga 2). Den befintliga dagvattenledningen från området går under Tyresövägen och leder ut i ett betongrör (Figur 8). Vattnet leds därefter i ett smalt öppet dike (Figur 8) vidare under GC-vägen genom ett plaströr innan vattnet når den befintliga våtmarken

och slutligen Öringesjön.



Figur 8. Bild till vänster visar utlopp strax efter vägslänten till Tyresövägen där dagvattnet mynnar ut i ett betongrör och ses i vattenspegelns övre del. Vid dagvattenledningens mynning föreslås djuphålan att anläggas. Bild till höger är taget från GC-väg mot Tyresövägen och visar det smal öppna diket som börjar vid vägslänt och sedan leds under GC-väg. Bild källa: WRS, 2020-02-25.

I anslutning till dagvattenledningens mynning vid vägslänten föreslås att en djuphåla anläggs som skulle fungera som en sedimentficka, den skulle i sin tur behöver vara en femtedel av en dagvattenanläggnings yta. Med en 50 % avskiljningsgrad av fosfor behöver dagvattenanläggningen ha en yta motsvarande 56 m<sup>2</sup> och djuphålan en femtedel av denna yta vilket är 11 m<sup>2</sup> (Tabell 9 och Figur 7). Den 11 m<sup>2</sup> djuphålan föreslås att anläggas i den befintliga dagvattenledningens mynning. Vattnet föreslås sedan ledas som det gör idag under GC-vägen och genom den befintliga våtmarken för ytterligare rening. För att underlätta skötsel av djuphålan är placeringen i anslutning till Tyresövägen därmed också praktisk då fordon lätt kan komma åt och tömma djuphålan vid behov. Den totala fosforbelastningen för ARO1A beräknades enligt StormTac till 0,5 kg/år, med full kapacitet skulle anläggning av en djuphåla därmed kunna avskilja 0,25 kg fosfor per år från ARO1A (Tabell 9). Vid en eventuell framtida ombyggnation av Tyresövägen är det viktigt att dagvattnet från vägen även leds till den föreslagna åtgärden. Vi vill påpeka att den totala tillförseln från ARO1A och därmed avskiljningskapaciteten är väldigt låga. Kostnaderna för fosforavskiljning blir därmed orimlig höga. Vid anläggningen av denna sedimentationsficka bör andra föroreningar samt den framtida breddning av Tyresövägen vägas med i beslutsfattningen. En alternativ lösning är gemensam rening och fördröjning av dagvattnet från ARO1A och ARO1B. Vid ombyggnation av Tyresövägen skulle vägdagvattnet och dagvattnet från ARO1A kunna avledas till den föreslagna åtgärden i ARO1B (se nedan). För att möjliggöra en samlad lösning förutsätts att Tyresövägen höjdsätts till att avleda dagvattnet mot den föreslagna åtgärden i ARO1B. De framtagna riktlinjer för dagvattenhantering i Tyresö kommun ska även följas vid ombyggnation av Tyresövägen med lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) samt krav med rening och

fördröjning (Tyresö kommun, 2009). Enligt känslighetsklassificering som framgår av Tyresö kommuns riktlinjer utgör Öringesjön recipient för dagvatten och tillhör klassen mycket känslig för bland annat tillförsel av närsalter, organiska ämnen, tungmetaller och vattenomsättning. Att recipienten är mycket känslig reglerar i sin tur hur dagvatten ska tas omhand/reningskrav som ställs.

### Åtgärd till ARO1B

ARO1B är 5,7 ha och innefattar idag framförallt villaområde, skogsmark och blandat grönområde och delar av Tyresövägen vilket sammantaget ger en reducerad yta enligt StormTac till 1,4 ha (Bilaga 2). I dagsläget avvattnas området genom befintlig dagvattenledning som mynnar ut norr om slänten till Tyresövägen, vid fältbesök (2020-02-25) hittades inte något rör då området är bevuxet och täckt med stående vatten. GC-vägen norr om området skapar en naturlig barriär/vall som stoppar upp vattnet som sedan leds vidare via plaströr under GC-vägen (ett rör identifierat vid fältbesök) till den befintliga våtmarken (Figur 9).



Figur 9. GC-väg skapar idag en naturlig barriär för dagvattnet och föreslås bevaras. Till höger om GC-vägen i bilden ses den yta dit dagvattnet först ansamlas efter dagvattenledning därefter leds vattnet under GC-väg vidare ut i befintlig våtmark. Bild källa: WRS 2020-02-25.

Mellan Tyresövägen och GC-vägen föreslås en damm/våtmark anläggas för området som avvattnar ARO1B (Figur 7). Området är vid fältbesök

blött och bevuxet (Figur 9) och fungerar redan idag troligtvis bra för rening samt den slutliga reningen i våtmarken närmare Öringesjön. För att få en mer estetisk tilltalande yta och kontrollerad rening med en 50 % avskiljningsgrad av fosfor behövs en yta motsvarande drygt 200 m<sup>2</sup> anläggas (Figur 7), beräknat från 1,5 % av den reducerad ytan (1,4 ha) (Tabell 9). Vattnet föreslås, sedan som det gör idag, att ledas vidare under GC-vägen för ytterligare rening i den befintliga våtmarken. Med anledning av att området redan idag är blött och fungerar som en ansamling av dagvatten är platsen därför lämplig för denna åtgärd samt att det finns gott om plats. Den föreslagna åtgärdens placering är även praktisk ur skötselsynpunkt med nära anslutning till Tyresöväg alternativt GC-väg. Den totala fosforbelastningen från ARO1B är årligen 2 kg fosfor (Bilaga 2), en damm/våtmark med 50 % reningsgrad skulle kunna avskilja 1 kg fosfor per år. Vid en eventuell ombyggnation av Tyresövägen är det viktigt att dagvattnet från vägen även leds till den föreslagna åtgärden som ges för ARO1B. Vid ombyggnation av Tyresövägen skulle denna åtgärd förslagsvis även kunna ta emot dagvatten från vägen samt från ARO1A.

## ARO2

Tekniska avrinningsområde 2 (ARO2) är 9,9 ha stort och domineras av villaområde genom området går även Tyresövägen i övrigt omfattar området av skogsmark och blandat grönyta och närmast Öringesjön finns en våtmark (Tabell 9). Den befintliga dagvattenledningen leds i dagsläget ut vid den befintliga våtmarken/vassområde innan Öringesjön (Figur 10).



Figur 10. Bild till vänster visar våtmarken där dagvattenledningen mynnar ut ett antal meter från brunnsock och stolpen i bild. Bild till höger visar dagvattnets utlopp i våtmarken. Bild källa: WRS, 2020-02-25.

En översilningsyta med fördamm föreslås anslutet till att dagvattnet rinner ut i våtmarken. Därefter leds dagvattnet genom våtmarken, vilket det även gör idag, för ytterligare rening innan det når Öringesjön. Ytan som behövs för en 50 % avskiljningsgrad av fosfor motsvarar 1,5 % av den reducerade ytan (2,1 ha, Tabell 6) vilket ger ett ytbehov på 315 m<sup>2</sup> (Tabell 9). Vid placeringen av den föreslagna åtgärden



finns gott om plats, se Figur 7 i avsnitt ovan. Den totala fosforbelastningen från ARO2 uppgår årligen till 2,8 kg, den föreslagna översilningsytan skulle således kunna avskilja 1,4 kg fosfor per år med en 50 % rening (Tabell 9). Den föreslagna åtgärden motsvarar i stort sett den föreslagna åtgärden från 2011 (Lagerwall m.fl., 2011). Skillnaden från tidigare förslag (2011) är i stort sett att en filtervall inte bedöms lämplig eftersom området är svårframkomligt och skötsel därmed förväntas bli kostsam.

## ARO3

Tekniska avrinningsområde 3 (ARO3) är cirka 23 ha stort med en reducerad area på 5,7 ha (Tabell 6). ARO3 utgörs till största dels av villaområde och i söder passerar Tyresövägen genom området i övrigt finns lite skogsmark och blandat grönområde (Figur 3). Området avvattnas i dagsläget genom flera dagvattenledningar där samtliga ledningar är anslutna till ett öppet dike som avleds ned mot Öringesjön. Det öppna diket börjar strax norr om Vårvägen och leds via diket och trummor (ledning sista biten) till Öringesjön (Figur 11). Sista biten av det öppna diket leds vattnet via ledning för utlopp i direkt anslutning till Öringesjön vid Slumnäsvägen (Figur 12).



Figur 11. Bild till höger visar början av det öppna diket vid Vårvägen. Bild till höger visar det öppna diket passerar genom trumman vid Vårvägen (närhet vid Brittsommargränd). Diket rinner sedan ut i Öringesjön. Bild källa: WRS, 2020-02-25.

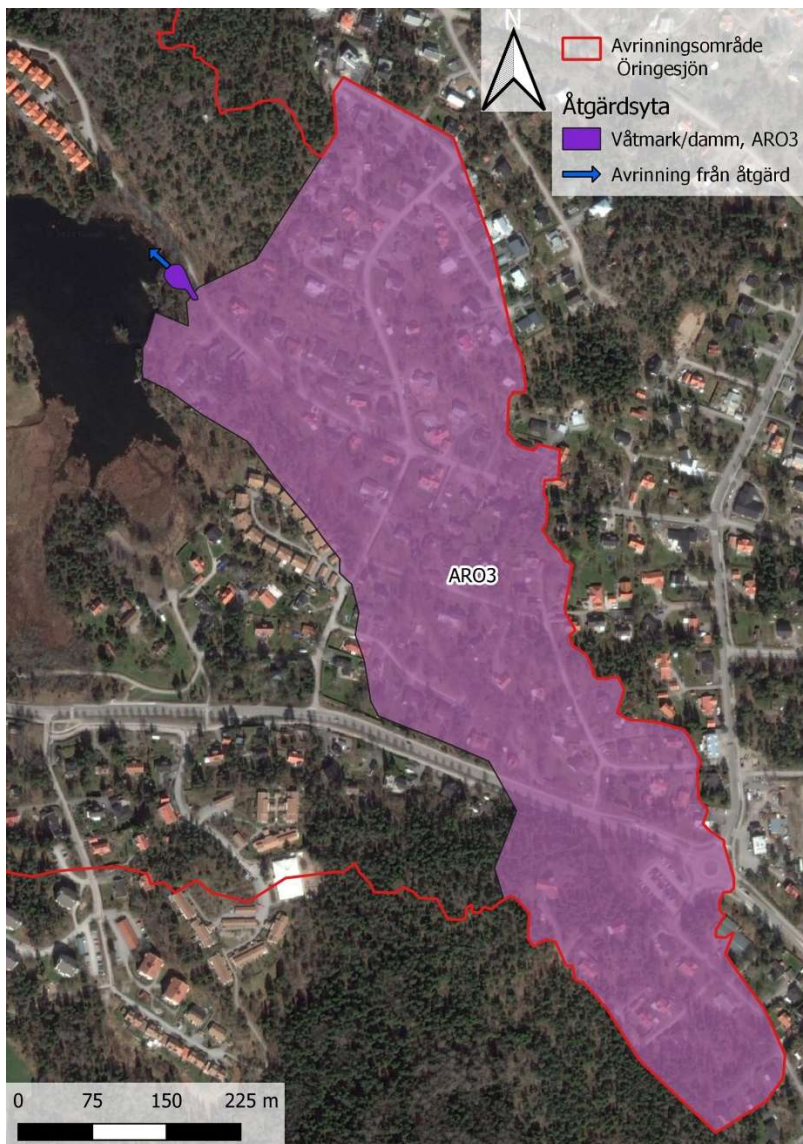


Figur 12. Det öppna dikets leds sista biten till Öringesjön via ledning och mynnar ut vid Slumnäsvägen. Bild källa: WRS, 2020-02-25.

För ARO3 föreslås att en våtmark/damm anläggs i direkt anslutning till det öppna dikets utlopp (ledning sista biten) vid Slumnäsvägen innan det slutligen når Öringesjön. Att placera anläggningen vid dikets mynning till Öringesjön är fördelaktig genom att allt dagvattens som rinner via dagvattenledningar således kan renas via våtmarken/dammen innan det slutligen når Öringesjön.

Anslutningen till Slumnäsvägen möjliggör även för skötsel och underhåll på ett enkelt sätt. För att få en 50 % rening av fosfor krävs en yta motsvarande 1,5 % av den reducerade ytan, med anledning av att området där dagvattnet rinner ut är begränsat finns endast plats för en yta motsvarande 1 % av den reducerade ytan. Detta ger en åtgärdsyta motsvarande 570 m<sup>2</sup> vilket maximalt skulle ge en 40 % rening av fosfor (Tabell 9). För placering av våtmark/damm se Figur 13 och Figur 14. ARO3 beräknades bidra med 8,5 kg fosfor årligen (Tabell 6), den föreslagna åtgärden skulle med en maximal rening på 40 % därmed kunna avskilja 3,4 kg fosfor per år (Tabell 9). Med anledning av att områdets yta delvis är begränsat är det viktigt att kontrollera att det finns tillräckligt med plats för den föreslagna anläggningen samt att den inte placeras för nära Slumnäsvägen vid fortsatt utredning.

Placeringen för detta förslag avviker från tidigare förslag från 2011 som var en torrdamm längre uppströms i diket. Vi bedömer placeringsförslaget från 2011 mindre lämpligt men hänsyn till utrymmet på den platsen samt svår tillgänglighet för drift. Dessutom ökar mängden dagvatten som kan behandlas i anläggningen och därmed avskiljningspotentialen ju längre ner till mynningen den ligger.



Figur 13. Placering av åtgärd vid utlopp av dagvattenledning för ARO3 med en våtmark/damm motsvarande 570 m<sup>2</sup> (1 % av reducerad area) för en 40 % reningsgrad av fosfor.



Figur 14. Yta som föreslås att användas som våtmark/damm för ARO3 i anslutning till Öringesjön. Bild källa: WRS, 2020-02-25.

## Framtida scenario

Ett framtida scenario beräknades med antagandet att Tyresövägen breddas för två körfiler (totalt sex meter bredare än nuläge) samt en antagen ökad trafikintensitet från 11 000 ÅDT till 15 000 ÅDT. För de fyra områdena (ARO1A, ARO1B, ARO2 samt ARO3) som berörs beräknades en ny potentiell fosforbelastning utifrån framtidsscenarioet med hjälp av StormTac. Tabell 10 visar den totala belastningen för de fyra områdena vid ett framtida scenario vilket resulterar i en fosforbelastningsökning på 0,6 kg/år från dessa områden jämfört med nuläget.

Tabell 10. Indata för beräkning av framtida scenario i StormTac för de fyra delavrinningsområden (ARO1A, ARO1B, ARO2, ARO3) med markanvändning enligt Lantmäteriets och StormTac definition, volymavrinningskoefficient ( $\phi_v$ ) och reducerad area. Sista raden i tabellen visar den totala fosforbelastningen i kg per år samt förändringen ( $\pm$ ) från nuläget till framtida scenario.

Markanvändning			Area (ha)				
Lantmäteriet	StormTac	$\phi_v$	ARO1A	ARO1B	ARO2	ARO3	Totalt
Väg	Väg (ÅDT 15000)	0,85	0,15	0,45	0,5	0,51	1,6
Låg och hög bebyggelse	Villaområde	0,25	1	4,4	5,9	21,1	32,4
Barrskog	Skogsmark	0,05	0,4	0,5	1,9	1,2	4
Öppenmark	Blandat grönområde	0,1	0,098	0,38	0,88	0,25	1,6
Sankmark, svårframkomlig	Våtmark	0,2	0	0	0,65	0	0,65
Totalt area (ha)			1,7	5,8	9,9	23	40,3
Reducerad avrinningsyta (ha)			0,41	1,6	2,2	5,8	10
Total P belastning (kg/år) vid framtida scenario			0,56	2,2	3	8,6	14
Förändring (kg/år) av P belastning, nuläge till framtida scenario			0,06	0,2	0,2	0,1	0,6

## Kostnader och kostnadseffektivitet

En schablonmässig investeringskostnad på 0,5 Mkr per 1000 m<sup>2</sup> dammyta har antagits. Det är en kraftig förenkling eftersom de faktiska projekterings- och byggkostnaderna beror både på en rad platsspecifika faktorer och på mer generella sådana. Viktiga kostnadsbärande faktorer är masshanteringen – schaktbehovet och möjligheterna till lokal massbalans alternativt borttransport, och i vissa fall deponering – liksom behov av nya ledningar och omläggning av befintliga, samt eventuellt pumpningsbehov. En kostnad på 0,5 Mkr per 1000 m<sup>2</sup> bedöms med råge rymma kostnader när möjligheter till lokal massbalans finns. Finns det förorenade massor som måste deponeras riskerar kostnaderna öka flera gånger. Då ingen uppgift om förorenad mark på föreslagna platser förekommit har sådan hantering ej medtagits i beräkningarna. Av samma skäl har heller inget användande av geomembran antagits. Avskrivningstiden har i beräkningar av årskostnad och kostnadseffektivitet satts till 25 år.

Drift- och underhållskostnaden har schablonmässigt beräknats baserad på erfarenheter från underhåll på dagvattendammar i Nacka kommun. Sedimenttömnings- och underhållskostnader vart tjugonde år är cirka 7 Mkr/ha eller cirka 35 kr/m<sup>2</sup> år. Anläggningarnas grovsedimentationsdel har antagits motsvara 10 procent av den totala ytan och töms vart femte år till en uppskattad kostnad på 5 Mkr/ha eller 10 kr/m<sup>2</sup> år räknat på anläggningens totala yta. Den delen av driftkostnaderna som baseras på anläggningarnas storlek är därmed 45 kr/m<sup>2</sup> år. Därtill räknas för varje anläggning en fast kostnad för periodisk tillsyn, reparationer och material på 45 000 kr/år. Kostnadseffektiviteten har beräknats genom att slå ut beräknad kostnad på förväntad avskild mängd fosfor. Tabell 11 visar de ingående parametrar vid beräkning av kostnader för de fyra föreslagna åtgärderna samt förväntad kostnad per år för avskild mängd fosfor. Från de fyra föreslagna åtgärderna är kostnadseffektiviteten som störst för åtgärd kopplat till ARO3 där den årliga kostnaden skulle vara 26 200 kr per år för varje avskilt kilo fosfor. Utifrån dessa beräkningar av kostnader anses den mest lämpliga åtgärd, även om den delvis är dyr, vara åtgärd till ARO3 därefter till ARO2 och sedan ARO1B samt ARO1A.

Tabell 11. Kostnader med ingående parametrar för de fyra föreslagna åtgärderna samt kostnadseffektivitet på förväntad avskild mängd fosfor.

	<b>ARO1A</b>	<b>ARO1B</b>	<b>ARO2</b>	<b>ARO3</b>
yta (ha)	0.0056	0.021	0.0315	0.057
Investering (kr)	28 000	105 000	157 500	285 000
Kalkylränta (%)	4	4	4	4
Drift (kr/år)	47 520	54 450	59 175	70 650
Avskrivningstid (år)	25	25	25	25
Årskostnad (kr)	49 000	61 000	69 000	89 000
Avskilda P (kg)	0,25	1	1,4	3,4
Årskostnad/avskild kg P (kr/år kg P)	196 000	61 000	49 300	26 200

Åtgärderna för ARO2 och ARO3 bedöms vara i samma härad som likadana åtgärdsförslag från andra lokala åtgärdsprogram (t.ex. Drevviken). Förslagen för ARO1 blir beroende på de små mängder fosfor som kan avskiljas mycket dyra. Förslagsvis görs en samlad lösning vid ombyggnation av Tyresövägen med LOD där vägdagvatten och dagvatten från ARO1A och ARO1B fördröjs och renas i ARO1B föreslagen åtgärd. Vid ombyggnation av Tyresövägen är det därmed viktigt att vägen höjdsätts för att leda vattnet till den föreslagna åtgärden i ARO1B.

## Förslag till fortsatt utredning samt kunskapshöjande åtgärder

### Internbelastning och sedimentens fosforförråd

Utifrån mätningar av fosfatfosfor på botten i sjöns djuphåla finns tydliga indikationer på att det föreligger en internbelastning i Öringesjön, det vill säga att det sker en betydande frisättning av fosfor från sediment till vattenmassa. Detta tyder på att sedimenten inte binder det överskott av fosfor som tillförts under en övergödningsperiod. Överskottet hinner förmodligen inte heller exporteras nedströms på grund av sjöns långsamma vattenutbyte under de delar av året som internbelastningen är som störst.

I syfte att skatta den interna fosforbelastningens storlek och betydelse rekommenderas att under månaderna april till oktober ta prover vid fler

djup i bottenvattnet för analys av fosfat och totalfosfor. För en mer exakt bedömning av internbelastningen kan även prover tas vid fler provpunkter, i annat fall kan data från djuphålan användas för att uppskatta läckaget från grundare bottnar/transportbottnar.

För att undersöka det interna fosforförrådet, det vill säga mängden fosfor som med tiden kan frisättas till vattenmassan, rekommenderas en sedimentundersökning med fosforfraktionering. Då kan det totala förrådet av läckagebenägen fosfor i bottarna beräknas genom att kvantifiera mängden och formerna av den läckagebenägna sedimentfosfor. Denna undersökning kan även utgöra underlag för att beräkna den mängd aluminium som skulle behövas för att åtgärda fosforläckaget från botten i Öringesjön.

## Hydromorfologi och historiska förändringar av sjöns tillstånd

Sjöns längsgående konnektivitet klassificeras i VISS som hög då sjön saknar vandringshinder i anslutande vattendrag. Denna bedömning saknar referens och anses vara osäker i denna utredning. Konnektivitet till närområde och svämplan kring sjöar är inte klassad, och inte heller morfologiskt tillstånd eller hydrologisk regim.

Historiska förändringar av sjöns vattenstånd är inte utrett. En påverkan genom eventuell sjösänkning är en faktor som i hög grad påverkar och påskyndar sjöars naturliga igenväxning (med till exempel ökad vegetationsutbredning). Om så är fallet med Öringesjön är ännu oklart.

Inför eventuella åtgärdsbeslut bör därför en utredning avseende historiska förändringar av sjöns hydromorfologiska tillstånd utföras. Vidare rekommenderas en utredning av sjöns konnektivitet, dels för att om möjligt bekräfta vattenmyndighetens bedömning av längsgående konnektivitet samt ge underlag för bedömning av sjöns konnektivitet till närområde och svämplan.

## Åtgärder för begränsad vegetationsutbredning

En inventering av Öringesjöns vattenvegetation utfördes under 2019 (Arvidsson & Gustafsson 2019). Ett stort antal arter noterades varav en rödlistad; uddnate (*Potamogeton friesii*). Vid inventeringen konstaterades att vegetationen var mycket tät i sjöns grunda vikar och att stora delar av stränderna i dessa områden kantas av hög övervattensvegetation som vass och smalkaveldun. Vattenvegetationen når ner till ett maxdjup av 3,2 m (hornsärv) och flera arter noterades ner till mer än 2 meters djup

(igelknoppar, kransslinga, kransalger, näckrosor och mossor). Tack vare sjöns grunda medeldjup kan vegetationen ha en hög djuputbredning.

Näringstillgången styr till stor del vegetationssamhällets sammansättning samt utbredning och många av de arter som noterades indikerar näringsrika förhållanden, medan andra arter vanligtvis noteras på magrare bottenar som domineras av grus och sand. Det tar längre tid för vattenvegetationen att svara på förändringar i vattenkvalitet i jämförelse med växtplankton där en skillnad i biomassa och artsammansättning kan ses på bara några veckor. Det innebär att den näring (i sjöar är som regel fosfor det begränsande ämnet) som tillförs vattnet vid till exempel vår- och höstombländning snabbt tas upp av plankton och resulterar i en algblomning, som kan kraftigt försämra siktdjupet och i värsta fall vara toxisk. Har stora delar av den befintliga vegetationen rensats bort påverkar detta bottenarna då vegetationen stabiliserar, minskar resuspension och tar upp näringsämnen från sedimenten. Både växtplankton och vattenvegetation är viktiga i sjöar som producenter av organiskt material, syre och föda men vattenvegetation utgör även viktig föda för fåglar och bottendjur samt för fiskar som lek-, födosök- och uppväxtområden.

Att vikar och sjöar växer igen är en naturlig process som ofta påskyndas av en extern belastning av näringsämnen samt i många fall även av sjösänkningar. Vid minskat vattendjup kan vegetationen få större utbredningsmöjligheter och med ökad belastning sedimenterar mer organiskt material. En möjlighet att få en utökad vattenspegel är därmed att höja sjöns vattennivå, framförallt under våren då vegetationen börjar växa. Vegetationsrensning är oftast en temporär lösning då det är näringsbelastningen som är orsaken till sjöns försämrade status. Några av de arter som noterats i sjön (t.ex. vattenpest och hornsärv) förökar sig dessutom vegetativt, vilket gör dem svåra att få bort och det kan även orsaka större spridning och utbredning om dessa hackas upp i mindre bitar och skingras i vattnet. Vegetationsklippning är i jämförelse med andra åtgärder mindre effektiv och ett kortvarigt ingrepp men skulle näringsbelastningen i sjön åtgärdas genom till exempel dagvattenåtgärder i kombination med åtgärder i sjön (möjligtvis genom restaurering med fosforbindande ämnen, muddring etc.) erhålls ett klarare vatten med minskade algblomningar. Ett ökat siktdjup innebär ett förbättrat förhållande även för vegetationen men med bättre förutsättningar för fler arter som gynnas av mindre näringsrika förhållanden.



# Slutsatser

1. Utredningen indikerar att fosforhalterna i Öringesjön måste minska med cirka 40 procent.
2. I nuvarande kunskapsläge är det inte möjligt att avgöra hur stor del av sjöns förhöjda näringshalter som kan kopplas till den externa belastningen (från sjöns tillrinningsområde) respektive till den interna belastningen (frisättningen av fosfor från sjöns botten).
3. Om hela reduktionsbehovet (40 %) antas gälla de landbaserade källorna innebär det att fosforbelastningen från tillrinningsområdet måste minska med cirka 8 kg/år. Det kan jämföras med det totala åtgärdsutrymmet som för externa källor beräknas till cirka 13 kg/år.
4. Mer långtgående åtgärder än vad som anges av det totala åtgärdsutrymmet på land (ca 13 kg/år) är inte rimliga, med hänsyn till den naturliga bakgrundsbelastningen och gränsen för betydande påverkan.
5. Utredning av sjöns interna fosforförråd ger utökad kunskap om de gamla synder (historisk belastning) som bidrar till sjöns näringsstatus och vilka åtgärder som kan vara rimliga att utföra med avseende på denna internbelastning.

# Referenser

Arvidsson, M. & A. Gustafsson. 2019. Vattenvegetation och växtplankton i Öringesjön 2019. Naturvatten i Roslagen AB. Rapport 2019:30.

Cardoso A. C. et al. 2007. Phosphorus reference concentrations in European lakes. *Hydrobiologia* (2007) 584:3–12.

Havs- och vattenmyndighetens författningssamling. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2013:19 (uppdaterad 2019-01-01).

Havs- och vattenmyndigheten. 2016. Miljögifter i vatten – klassificering av ytvattenstatus. Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:26.

Hytteborn, J., Widén-Nilsson, E., och Tengdelius Brunell, J., 2016. Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet. Havs- och vattenmyndigheten, Myndighetsrapport Nr. 2016:12.

KARLSSON, P.E. och PHIL KARLSSON, G., 2018. Deposition av fosfor till Östersjön. Kunskapsläge och möjligheter till löpande mätningar. Norrköping: SMED, Nr. SMED rapport Nr 18, 2018.

LAGERWALL, T., LARM, T., PIRARD, J., och PRAMSTEN, J., 2011. Dagvattenhanteringsplan för Tyresö Kommun. Tyresö kommun.

LANTMÄTERIET, u.å. GSD-Fastighetskartan vektor.

Larsson, D. & T. Carlsson. 2008. Utvärdering av vattenväxtsamhället i Dalälvens sjöar. Vad säger Bedömningsgrunderna för miljö kvalitet? Miljöenheten Länsstyrelsen Dalarna. Rapport 2008:28.

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

PARVAGE, M.M., 2015. Impact of horse-keeping on phosphorus (P) concentrations in soil and water [internet]. Tillgängligt: <http://pub.epsilon.slu.se/12171/> [Hämtad 2017-8-22].

PETTERSSON, T.J.R., 1999. Stormwater Ponds for Pollution Reduction. Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology.

Sandgathe, M & S. Tytor. 2019. Bottenfauna i Öringesjön, Tyresö 2019  
En undersökning av en profundal och tillhörande litoral. Version: 1.0.  
Projektnummer: 3829.

SCALGO, 2020. Scalgo Live.

SMHI, 2020. Temperatur och nederbördsdata [internet]. LuftWebb.  
Tillgängligt: <http://luftwebb.smhi.se/>.

STEINECK, S., SVENSSON, L., JAKOBSSON, C., KARLSSON, S., och  
TERSMEDEN, 2000. Hästar-gödelhantering. Institutet för jordbruks- och  
miljöteknik -JTI.

STORMTAC, 2019. StormTac Web version 19.4.1.

Svahnberg, A. 2000. Djupkarta och sjömätning. Myrica AB

TRAFIKVERKET, 2020. Kartor med trafikflöden [internet]. Tillgängligt:  
<https://www.trafikverket.se/tjanster/trafiktjanster/Vagtrafik--och-hastighetsdata/Kartor-med-trafikfloden/>.

TYRESÖ KOMMUN, 2009. Riktlinjer för dagvattenhantering i Tyresö  
kommun.

UGGLA, E. och WESTLING, O., 2003. Utlakning av fosfor från brukad  
skogsmark. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Nr. IVL rapport B1549.

Vatteninformationssystem Sverige <http://www.viss.lansstyrelsen.se/>

### **Övrigt:**

Vattenkemidata erhöles från Tyresö kommun.

# Bilaga 1. Djupkarta

## ÖRINGESJÖN

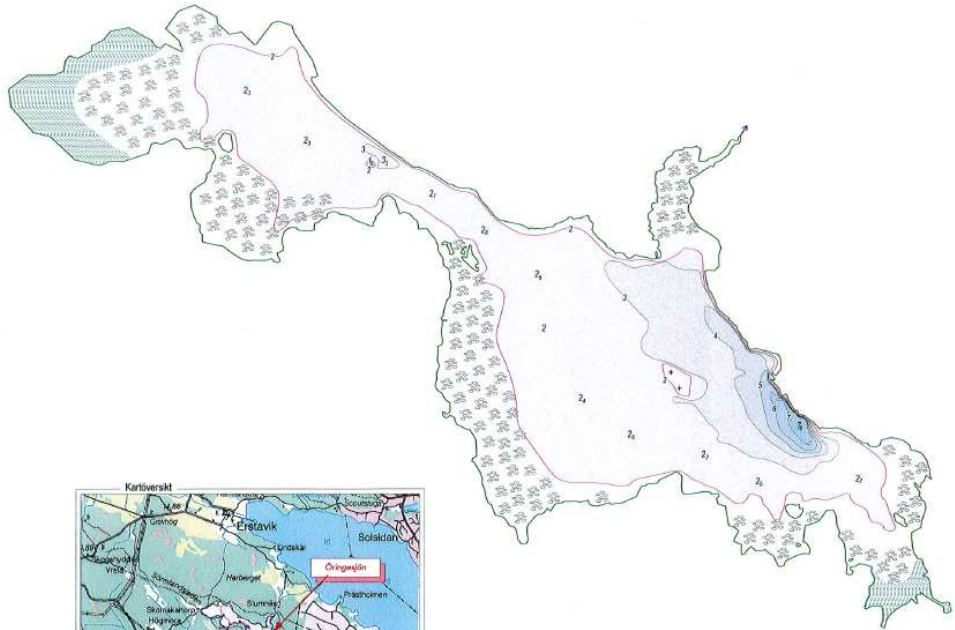
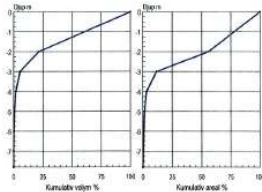
Tyresö kommun, Stockholms län

Topografiskt läroblad: 100 50  
 Djupangivande i meter, referensnivå 98 vattenstånd 24,45 m ö.h. (R100)  
 Övriga höjdheter och avvikelse från angivna djup kan förekomma. Bättre  
 eller värre än på egen risk. Projektion: Gauss, RT 90, 20-grads

Etalierad med bild, 2 635 lockert med individuell GPS (2-m) positionering

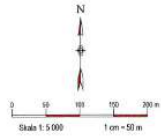
Areal vattenyta	35	Ha
Total sjöyta inkl. öar	35	Ha
Medeldjup	7,8	m
Medelkyp	1,9	m
Medeländri	2,2	m
Volym totalt	0,678	Milj. m <sup>3</sup>
Strandlinjens längd inkl. öar	6 120	m
Strandlinjens längd exkl. öar	3 720	m
Strandfällighet	291	%
Bottenandelen yta överkänder		
vattensyans areal med	0,02	Ha
Antal öar > areal >0,01 ha	0,15	Ha
Are- områdes kvadrat	1,9	Km <sup>2</sup>
Avrinningsstal SMHI 1961-90	7	L/s/km <sup>2</sup>
Årlig avrinning	0,42	Milj. m <sup>3</sup>
Teor. vinn. tid	1,6	Ar
Höjd	24,45	m (R100)

Stämning och layout:  
 Anders Svalberg, Myrica AB, Järnås, 2000.



Skala 1:50 000. © CartaGenius, © Cartavision, © GeoMagnum 2006/2008

- Större område med växter
- Större område med stenar
- Djupangivande i meter
- Sand under ytan
- Djuparna över 2 meter. Övriga djupkurvor  
 markerade med strökskala 1 meter, dock ett 1-  
 metersintervall ej utmärkt.



## Bilaga 2. Indata

Indata för StormTac beräkning för delavrinningsområde ARO1A och ARO1B med markanvändning enligt Lantmäteriets och StormTac definition, volymavrinningskoefficient ( $\phi_v$ ) och reducerad area. Sista raden i tabellen visar den totala fosforbelastningen från ARO1A och ARO1B i kg per år.

Markanvändning			Area (ha)		
Lantmäteriet	StormTac	$\phi_v$	ARO1A	ARO1B	Totalt
Väg	Väg (ÅDT 11000)	0,85	0,094	0,3	0,39
Låg och hög bebyggelse	Villaområde	0,25	1	4,4	5,4
Barrskog	Skogsmark	0,05	0,41	0,5	0,91
Öppenmark	Blandat grönområde	0,1	0,13	0,47	0,6
Totalt area (ha)			1,6	5,7	7,4
Red. area (ha)			0,37	1,4	1,8
Totalt P belastning (kg/år)			0,5	2	