



# Underlag till lokalt åtgärdsprogram för vattenförekomsten Skurusundet

*Ekologisk och kemisk status, fosforbudget samt bedömning av beting*



**Underlag till lokalt åtgärdsprogram för vattenförekomsten Skurusundet  
Statusklassning, fosforbudget och bedömning av beting**

Författare: Anna Gustafsson  
Medarbetare: Emil Rydin och Ulf Lindqvist

2020-05-08  
Rapport 2020:13  
Naturvatten i Roslagen AB  
Norra Malmavägen 33  
761 73 Norrtälje  
0176 – 22 90 65

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>4</b>
<b>INLEDNING</b> .....	<b>5</b>
Uppdragets omfattning .....	5
Skurusundet – allmän beskrivning.....	5
<b>METODIK</b> .....	<b>7</b>
Klassificering av ekologisk och kemisk status.....	7
Läckagebenägen fosfor i sediment .....	8
Upprättande av fosforbudget.....	8
Bedömning av beting .....	9
Modellering av reducerad fosforbelastning - åtgärdsscenarier .....	10
<b>MILJÖKVALITETSNORMER</b> .....	<b>10</b>
<b>ÖVERSIKT ÖVER STATUS</b> .....	<b>11</b>
Ekologisk status .....	12
Kemisk status .....	21
<b>BEGRÄNSANDE NÄRINGSÄMNE</b> .....	<b>23</b>
<b>FOSFORBUDGET</b> .....	<b>25</b>
Extern lokal belastning - fosfor från Skurusundets tillrinningsområde samt atmosfärisk deposition .....	26
Intern belastning - fosforutbyte mellan Skurusundets sediment och vattenmassa .....	27
Fosforutbyte med angränsande havsområden .....	28
<b>FOSFORHALTER I SKURUSUNDET</b> .....	<b>29</b>
Vad styr fosforhalterna i Skurusundet? .....	31
<b>BETING</b> .....	<b>33</b>
Fosfor .....	33
Kväve .....	37
Miljögifter.....	38
<b>REFERENSER</b> .....	<b>40</b>

# Sammanfattning

Föreliggande rapport utgör en del i den utredning som utgör underlag för beslut om lokalt åtgärdsprogram för vattenförekomsten Skurusundet, Nacka kommun. Utredningen syftar till att ge ett väl underbyggt underlag som gör det möjligt att på lokal nivå prioritera åtgärder i arbetet mot god ekologisk och kemisk status. Utredningen utfördes av Naturvatten AB i samarbete med KEAB och WRS AB på uppdrag av Nacka kommun.

Vattenförekomsten Skurusundet har beslutad miljö kvalitetsnorm god ekologisk status 2027 samt god kemisk status. Vattenmyndigheten bedömer att Skurusundet har måttlig ekologisk status. Näringsämnen indikerar otillfredsställande status. Skurusundet bedöms inte uppnå god kemisk status avseende kadmium, bly, antracen och tributyltenn (TBT). God kemisk status bedöms inte heller uppnås avseende bromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver.

Den fosforbudget som upprättats inom utredningen visar att vattenutbytet med angränsande havsområden – Askrikefjärden och Baggensfjärden – står för de största fosforflödena och därmed lägger grunden för Skurusundets fosforhalter. Utbytet resulterar dock i ett nollsummespel där export och import beräknas till 15 ton årligen vardera. Fosforbelastningen från tillrinningsområdet beräknas uppgå till cirka 400 kg/år och den atmosfäriska depositionen till drygt 10 kg/år. Fosforutbytet mellan vikens bottnar och vattenmassa beräknas innebära en årlig deposition av 1 ton och ett återläckage av cirka 300 kg/år. Denna mängd som frisätts till vattenmassan utgör den så kallade interna fosforbelastningen.

Om Skurusundet ska ges förutsättningar att uppnå god ekologisk status måste totalfosforhalterna minska. Ett viktigt steg på vägen är åtgärder som reducerar fosforbelastningen från Skurusundets tillrinningsområde. Betinget för landbaserade källor bedöms ligga kring 25-40 procent, motsvarande cirka 100-150 kg/år. Åtgärder mot den förhållandevis låga internbelastningen rekommenderas inte i detta läge eftersom effekten väntas bli mycket begränsad och dessutom kortsiktig. De beting som beskrivs ovan innebär att ansvar tas för den lokala påverkanssituationen. Om åtgärderna ska leda fram till god status krävs även att fosforhalten i angränsande Askrikefjärden minskar med cirka 30 procent.

Reduktionsbehovet för koppar, kadmium och bly bedöms ligga i storleksordningen 25-30 procent. För de organiska miljögifterna antracen och tributyltenn (TBT) indikeras mer omfattande beting. Beting för miljögifter måste ses som mycket osäkra, bland annat då mätdata inte representerar vattenförekomsten som helhet och eftersom sambandet mellan uppmätta halter och nuvarande påverkan är osäkert.

# Inledning

Sveriges kommuner har en nyckelroll i att genomföra och driva på arbetet med att uppnå och upprätthålla beslutade miljö kvalitetsnormer i enlighet med EUs ramdirektiv för vatten. De åtgärdsprogram som tagits fram av Vattenmyndigheten är dock alltför övergripande för att arbetet ska kunna konkretiseras på lokal nivå. Föreliggande rapport utgör en del i den utredning som utgör underlag för beslut om lokalt åtgärdsprogram för vattenförekomsten Skurusundet, Nacka kommun. Utredningen syftar till att ge ett väl underbyggt underlag som gör det möjligt att på lokal nivå prioritera åtgärder i arbetet mot god ekologisk och kemisk status.

Utredningen utfördes av Naturvatten AB i samarbete med KEAB och WRS AB. Naturvatten AB svarade för statusklassificering och undersökning av läckagebenägen fosfor i sediment samt bedömning av beting/förbättringsbehov. Magnus Karlsson vid KEAB svarade för modellberäkningar av fosforflöden till och från angränsande havsområden samt upprättande av fosforbudget (Karlsson 2020). Fristående från denna delutredning upprättade WRS AB åtgärdsförslag för dagvatten i Skurusundets lokala tillrinningsområde (Jönsson m.fl. 2020). Beställare var Nacka kommun med Brigitta Held-Paulie som kontaktperson.

## Uppdragets omfattning

Utredningen som redovisas i denna rapport omfattade följande moment:

- Sammanställning av miljödata
- Klassificering av ekologisk och kemisk status
- Undersökning av läckagebenägen fosfor i sediment
- Upprättande av fosforbudget
- Bedömning av beting i syfte att uppnå beslutade miljö kvalitetsnormer

## Skurusundet – allmän beskrivning

Havsområdet som utgör vattenförekomsten Skurusundet kallas vanligen Lännerstasunden och är beläget i Stockholms inre skärgård (kustvattentyp 24) (Tabell 1, Figur 1). Åt norr förbinds vattenförekomsten med Askrikefjärden och åt öster med Baggensfjärden. Skurusundet och dess tillrinningsområde ligger i sin helhet inom Nacka kommun. Havsområdet har en yta av 2,4 km<sup>2</sup> och ett maxdjup av 26 meter. Modellberäkningar indikerar en genomsnittlig omsättningstid på 17 dygn för ytvatten, och 124 dygn för bottenvatten (SMHI). Skurusundets miljö kvalitet övervakas av Svealands kustvattenvårdsförbund och Stockholm Vatten AB vid stationen

Skurusundet (VISS EU\_CD: SE657787-163765). Övervakningen omfattar vattenkvalitet, växtplankton och bottenfauna.

Tabell 1. Grunddata för vattenförekomsten Skurusundet. Källa: VISS, SMHI Vattenweb, WRS AB. Nacka kommun anger en något större yta för havsområdet (2,56 km<sup>2</sup>).

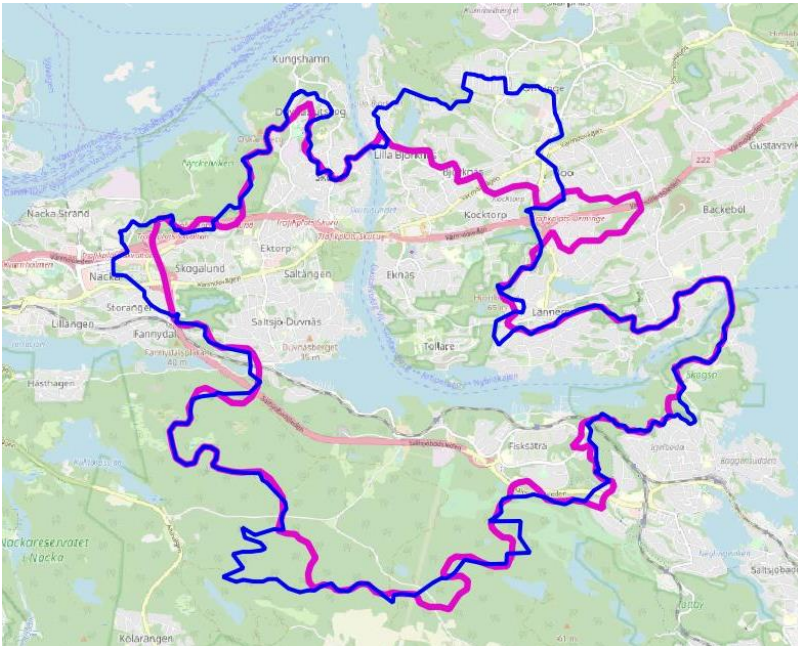
Namn	Skurusundet
MS_CD (VISS)	WA36243146
EU_CD	SE591800-181360
Kustvattentyp	24
Kommun	Nacka
Yta (km <sup>2</sup> )	2,43
Maxdjup (m)	26,0
Volym (km <sup>3</sup> )	0,02
Omsättningstid ytvatten (dygn)	17
Omsättningstid bottenvatten (dygn)	124
ARO yta (km <sup>2</sup> )	(WRS)



Figur 1. Vattenförekomsten Skurusundet är belägen i Nacka kommun och gränsar åt norr mot Askrikefjärden och åt öster mot Baggensfjärden. Rosa punkter indikerar mätstationer (SMHI Sharkweb). Inklippt kartbild visar Skurusundets läge i ett större perspektiv.

Skurusundets tillrinningsområde omfattar 20,6 km<sup>2</sup> och utgörs huvudsakligen av skogsmark (50%) följt av bostadsbebyggelse (38%) (källa: WRS). Markerna norr om Skurusundet domineras av bostadsområden (Saltsjö-Duvnäs, Lännersta, Eknäs), medan de södra karakteriseras av skogsmarker och i mindre utsträckning utgörs av bebyggelse (Fisksätra, Båthöjden). Ett flertal småbåtshamnar är belägna i Skurusundet. Här finns också två kommunala badplatser; Fisksätrabadet

och Boobadet. Havsområdets ursprungliga, naturliga tillrinningsområde uppgår till 18,3 km<sup>2</sup> och är således något mindre än det nuvarande tekniska. De båda tillrinningsområdenas omfattning och gränser framgår nedan (Figur 2).



Figur 2. Skurusundets nuvarande tillrinningsområde uppgår till 20,6 km<sup>2</sup> (blå linje). Det ursprungliga, naturliga tillrinningsområdet är något mindre, 18,3 km<sup>2</sup> (rosa linje). Kartframställning: WRS AB.

## Metodik

### Klassificering av ekologisk och kemisk status

Statusklassning utfördes i enlighet med Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19 för kustvattentyp 24, Stockholms inre skärgård. Det innebär bland annat att bedömning av status för växtplankton, näringsämnen och siktdjup görs mot referensvärden som varierar med salthalt och därför beräknas för varje enskilt mättillfälle. Det i sin tur innebär att fasta gränsvärden mellan god och måttlig status inte kan anges som halt. Statusklasser kan därför enbart utläsas korrekt ur figurer som visar ekologisk kvot och speglar skillnaden mellan observerade halter och referensvärde.

Klassningen baserades på data för perioden 2013-2018 och stationerna Lännerstasundet och S81 Duvnäsvisken samt stationen Drevingegård 5, 10 respektive 20 m (bottenfauna). Data hämtades ur SMHIs databas Shark

(<https://sharkweb.smhi.se/>). Bedömningar av klorofyll och näringsämnen baserade sig på perioden juli-augusti och data för ytvatten (0-0,5 m). Data från närmast liggande djup (4 m) exkluderades ur underlaget eftersom vattenmassorna ofta var skiktade ovan detta djup. Ovanstående gäller med undantag för stationen Lännerstasundet där klorofyllprover tagits integrerat i djupintervallet 0-5 m. Data saknas för klassning av näringsstatus under vintern. Status avseende syrgas bedömdes baserat på data från 20 samt 23 meters djup och samtliga mättillfällen under året (april-november). Miljögiftsdata erhöles via Länsstyrelsen i Stockholms län och IVL. En sökning gjordes också hos nuvarande och tidigare nationell datavärd (SGU respektive IVL), dock utan resultat.

## Läckagebenägen fosfor i sediment

En undersökning av läckagebenägen fosfor i sediment utfördes som underlag för upprättande av fosforbudget för Skurusundet. Resultat av undersökningen utgör även underlag för åtgärdsplanering. Undersökningen utfördes inom ramen för denna utredning och redovisas i separat rapport (Rydin & Gustafsson 2020).

## Upprättande av fosforbudget

En fosforbudget för Skurusundet upprättades genom sammanställning av kunskap om fosforflöden från vikens tillrinningsområde och botten samt de flöden som blir effekten av vattenutbytet med angränsande Askrikefjärden och Baggenfjärden. De delutredningar som ligger till grund för uppgifterna har utförts inom ramen för detta uppdrag och beskrivs i detalj i tre separata rapporter (Jönsson m.fl. 2020; Rydin & Gustafsson 2020; Karlsson 2020).

En fosforbudget för Skurusundet upprättades genom sammanställning av kunskap om fosforflöden från vikens tillrinningsområde och botten samt de flöden som blir effekten av vattenutbytet med angränsande Askrikefjärden och Baggenfjärden. Budgeten upprättades av Magnus Karlsson, KEAB (Karlsson 2020). De delutredningar som ligger till grund för uppgifterna har utförts inom ramen för detta uppdrag och beskrivs i detalj i tre separata rapporter (Karlsson 2020, Jönsson m.fl. 2020, Rydin & Gustafsson 2020).

Fosforbelastningen från Skurusundets tillrinningsområde beräknades av WRS AB med hjälp av schabloner (StormTac) samt med hänsyn till retention i tillrinningsområdet sjöar och redan vidtagna åtgärder i syfte att minska näringsbelastningen (Jönsson m.fl. 2020). Till grund för att bedöma den interna fosforbelastningen - fosforfrisättningen från vikens botten – utförde Naturvatten AB en sedimentundersökning med analys av läckagebenägen fosfor och datering av sedimentkärnor (Rydin &



Gustafsson 2020). Fosforutbytet mellan havsområdena beräknades av KEAB med hjälp av en modell som i grunden baserar sig på skillnader i vattenmassornas salthalt (Karlsson 2020).

## Bedömning av beting

Utgångspunkten i bedömningen av beting är att god status ska uppnås. Bedömningen gjordes generellt med utgångspunkt i utfall av statusklassificering. Bedömning av förbättringsbehov avseende hydromorfologi omfattades inte av uppdraget.

### Fosfor

Fosforbeting bedömdes med utgångspunkt i utfall av statusklassificering och fosforbelastning. Beting anges som halt ( $\mu\text{g/l}$ ), andel (%) och mängd ( $\text{kg/år}$ ). Bedömningen baserar sig på samma förenklade metodik som tillämpas av Vattenmyndigheten och som innebär att behovet av haltreduktion i vattenförekomsten översätts till motsvarande behov av belastningsminskning från tillrinningsområdet.

I syfte att bedöma hur stor effekt olika åtgärder kan förväntas ha på Skurusundets fosforhalter och näringsstatus prövades ett antal åtgärdsscenarioer genom modellering. De olika scenarioer som testades beskrivs i avsnittet *Modellering av reducerad fosforbelastning - åtgärdsscenarioer*.

### Kväve

Kvävebeting bedömdes med utgångspunkt i utfall av statusklassificering och anges som reduktionsbehov sett som halt ( $\mu\text{g/l}$ ) och andel (%).

### Miljögifter

Beting för särskilda förorenande ämnen och prioriterade ämnen anges som reduktionsbehov sett som halt ( $\text{mg/kg TS}$ ) och andel (%). Bedömningarna av beting måste i de flesta fall ses som mycket osäkra och indikativa; detta då mätdata ofta representerar endast specifika delar av Skurusundet snarare än viken som helhet, samt då sambandet mellan status och nuvarande påverkan ofta är osäkert.

## Modellering av reducerad fosforbelastning - åtgärdsscenarier

I syfte att undersöka hur Skurusundets totalfosforhalt skulle förändras vid minskad fosforbelastning modellerades ett antal scenarier av reducerad fosforpåverkan från olika källor. Utfallet av de olika scenarierna beskrivs som resulterande fosforhalt i Skurusundet under sommaren (juli-augusti) och relateras till gränsvärdet mellan god och måttlig status (16,3 µg/l). Följande scenarier modellerades:

1. Minskad fosforbelastning på lokal nivå.
  - a. Den externa fosforbelastningen minskar med 50 procent.
  - b. Den interna fosforbelastningen minskar med 100 procent.
  - c. Fosforbelastningen minskar enligt a och b.
2. Minskad fosforbelastning från angränsande havsområden som i detta scenario har fosforhalter motsvarande god status. Det innebär under sommaren (juli-augusti) följande totalfosforhalter:

Askrikefjärden	15,9 µg/l
Baggensfjärden	14,0 µg/l
3. Hur stort är haltbetinget (%) i angränsande havsområden om reduktioner enligt punkt 1 ska leda till god status i Skurusundet?

Modellering utfördes av Magnus Karlsson, KEAB. Indata i form av referensvärden för totalfosforhalt hämtades från VISS och räknades om till gränsvärden mellan god och måttlig status. Reduktionsnivåer enligt punkt 1 beslutades efter vad som med långtgående åtgärder bedömdes möjligt.

## Miljö kvalitetsnormer

Skurusundet (WA36243146) utgör en vattenförekomst med beslutad miljö kvalitetsnorm god ekologisk status 2027 samt god kemisk status. Tidsfristen för ekologisk status avser näringsämnen och biologiska kvalitetsfaktorer som indikerar näringsämnespåverkan.

Vattenmyndigheten motiverar tidsfristen med att över 60 procent av den totala tillförseln av näringsämnen kommer från utsjön, något som innebär att god ekologisk status inte kan uppnås till 2021. Myndigheten anger

vidare att åtgärder för vattenförekomsten behöver genomföras till 2021 för att god ekologisk status ska kunna nås till 2027. Miljökvalitetsnorm god kemisk status gäller med undantag för bromerade difenyletrar och kvicksilver då dessa ämnen generellt överskrider gällande gränsvärden i svenska kust- och inlandsvatten.

## Översikt över status

En översikt över Vattenmyndighetens klassning av ekologisk och kemisk status för vattenförekomsten Skurusundet visas nedan parallellt med klassningar som gjorts inom denna utredning (Tabell 2).

Myndigheten bedömer att vattenförekomsten har måttlig ekologisk status. Bedömningen baserar sig på status avseende övergödning, miljögifter och morfologiska förändringar och kontinuitet samt flödesförändringar (fysisk påverkan). Näringsämnen indikerar otillfredsställande status. Vattenmyndigheten bedömer att vattenförekomsten ej uppnår god kemisk status avseende kadmium, bly, antracen och tributyltenn. God kemisk status bedöms inte heller uppnås avseende bromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver, ämnen som i Sverige generellt överskrider miljökvalitetsnormerna.

De bedömningar av status som görs i denna utredning är generellt sett samstämmiga med Vattenmyndighetens klassning. I denna utredning bedöms att vattenförekomsten har dålig status avseende bottenfauna. Denna kvalitetsfaktor ges inte någon utslagsgivande roll; detta eftersom det är osäkert hur stor del av vikens botten som skulle vara påverkade av syrgasbrist även under naturliga förhållanden. Eftersom faunan är tydligt utarmad och uppvisar dålig status även på vikens grunda botten (5 m) kan det enligt vår mening finnas skäl att anse att sammanvägd status är sämre än måttlig.

I nedanstående avsnitt redovisas status för kvalitetsfaktorer/parametrar med kommentarer kring de bedömningar som görs av myndigheten samt i denna utredning.

Tabell 2. Översikt över ekologisk och kemisk status för Skurusundet enligt Vattenmyndighetens senaste bedömning (VISS, 2020-03-05) samt enligt bedömningar inom denna utredning.

Klassning	VISS (2020-03-05)	LÅP (2020-03-17)
<b>Ekologisk status</b>	<b>måttlig</b>	<b>måttlig</b>
<i>Biologiska kvalitetsfaktorer</i>		
Växtplankton (klorofyll)	måttlig (2013-2018)	måttlig (2013-2018)
Bottenfauna, BQI	-	dålig (2014, 2016, 2018)
<i>Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer</i>		
Näringsämnen, sammanvägd	otillfredsställande (2013-2018)	otillfredsställande (2013-2018)
Totalfosfor, sommar	otillfredsställande (2013-2018)	otillfredsställande (2013-2018)
Totalkväve, sommar	otillfredsställande (2013-2018)	otillfredsställande (2013-2018)
Ljusförhållanden	-	måttlig (2013-2018)
Särskilda förorenande ämnen:		
Koppar	måttlig (2009-2016)	måttlig (2009-2016)
<i>Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer</i>		
Konnektivitet	otillfredsställande	otillfredsställande
Hydrografiska villkor	otillfredsställande	otillfredsställande
Morfologiskt tillstånd	otillfredsställande	otillfredsställande
<b>Kemisk status</b>	<b>uppnår ej god</b>	<b>uppnår ej god</b>
Antracen	uppnår ej god (2011)	uppnår ej god (2011)
Bly	uppnår ej god (2009-2011)	uppnår ej god (2009-2011)
Kadmium	uppnår ej god (2009-2011)	uppnår ej god (2009-2011)
Fluoranten	god (2011)	god (2011)
Tributyltenn, TBT	uppnår ej god (2011)	uppnår ej god (2011)
Bromerade difenyletrar, PBDE	uppnår ej god	uppnår ej god
Kvicksilver	uppnår ej god	uppnår ej god

## Ekologisk status

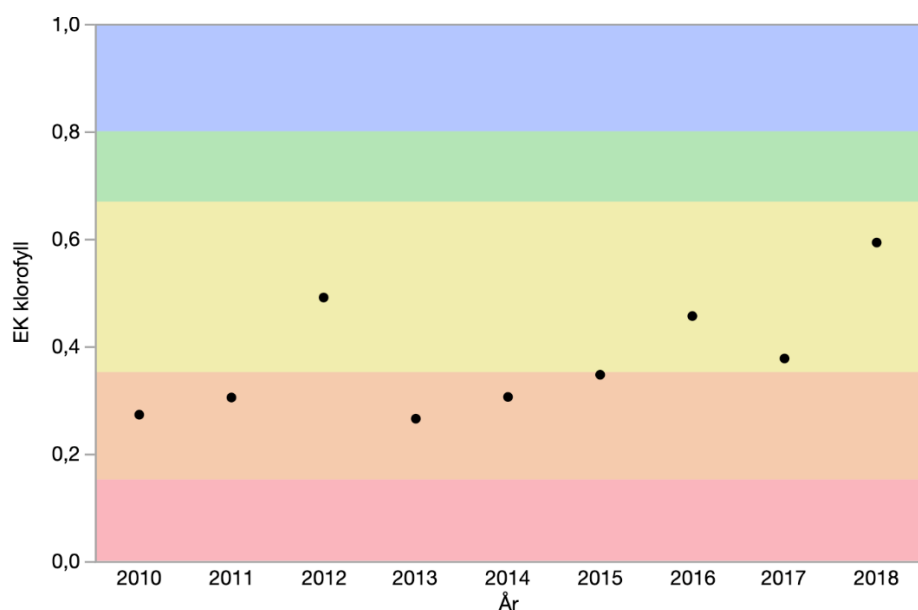
### Biologiska kvalitetsfaktorer

#### Växtplankton

Vattenmyndigheten bedömer att vattenförekomsten har måttlig status avseende växtplankton (VISS 2020-03-05). Bedömningen baseras på en klorofyllhalt av i medeltal 7,7 µg/l (20 mätvärden, 2013–2018, stationerna Lännerstasundet, S81 Duvnäsvisken) och ett referensvärde av i medeltal 2,1 µg/l (EK 0,35).

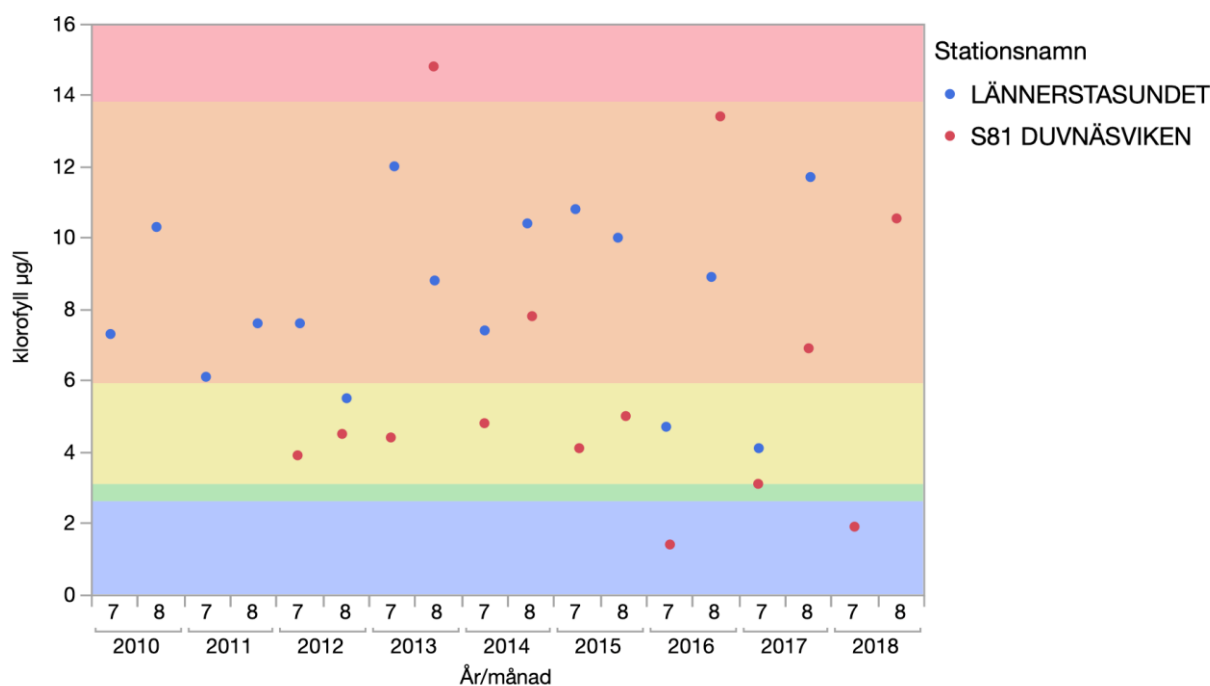
Även bedömningar i denna utredning indikerar måttlig status. Bedömningen baseras på en klorofyllhalt av i medeltal 7,5 µg/l (22 mätvärden, 2013–2018, stationerna Lännerstasundet, S81 Duvnäsvisken)

och ett referensvärde av i medeltal 2,1 µg/l (EK 0,39). Status avseende klorofyll visas nedan för perioden 2010–2018 som ekologisk kvot mot bakgrund av intervall för statusklasser enligt gällande föreskrift (Figur 3). Den ekologiska kvoten låg under perioden på en nivå motsvarande otillfredsställande eller måttlig status.



Figur 3. Ekologisk status avseende klorofyll visas som årsmedelvärde av ekologisk kvot (EK) för stationerna Lännerstasundet och S81 Duvnäsvisken, Skurusundet juli och augusti 2010-2018. Data visas mot bakgrund av intervall för statusklasser enligt gällande föreskrift (HVMFS 2013:19).

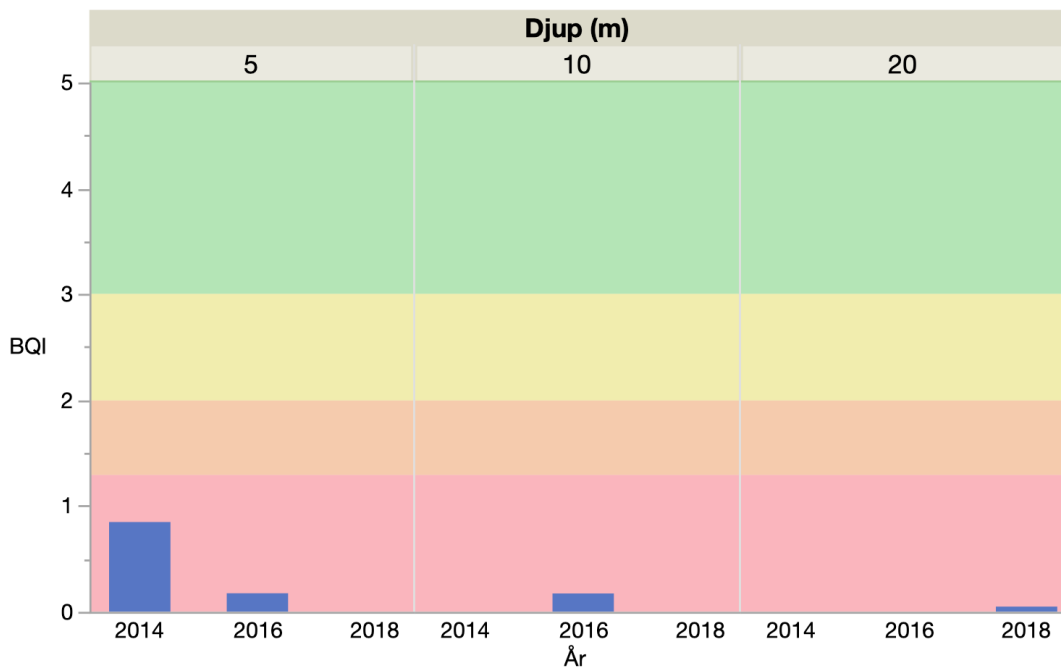
Mätdata för samtliga stationer och sommarmånader (juli, augusti) visas nedan för samma period (2010-2018) (Figur 4). Halterna visas mot bakgrund av statusklasser baserat på ett referensvärde av i medeltal 2,1 µg/l. Syftet med redovisningen är att ge en bild av Skurusundets klorofyllhalter och halternas variation. Observera att de klassgränser som redovisas måste ses som indikativa i och med att referensvärdet är salthaltsberoende och därmed varierar från mellan mättillfällena, något som innebär att även klassgränserna varierar. Av den anledningen är det inte alltid möjligt att utläsa korrekt status för enskilda mätvärden ur figuren. Halterna uppvisar stora variationer både mellan månader, år och stationer och pendlar mellan att i extremfallen motsvara hög respektive dålig status. Ingen trend kan beläggas i haltutvecklingen (Mann-Kendall test).



Figur 4. Klorofyllhalt ( $\mu\text{g/l}$ ) i Skurusundet 2010–2018 vid stationerna Lännerstasundet och S81 Duvnäsvisken, juli och augusti 2010-2018. Data visas mot bakgrund av intervall för statusklasser, baserade på ett medelreferensvärde av  $2,1 \mu\text{g/l}$ . Referensvärdet är salthaltsberoende och varierar därför mellan mättillfällena, något som innebär att klassgränserna enbart kan ses som indikativa.

## Bottenfauna

Vattenmyndigheten redovisar ingen klassning av bottenfauna. Bedömningar inom denna utredning indikerar dålig status avseende Skurusundets bottenfauna, såväl på grunda som djupare bottnar (Figur 5). Bottenfaunaundersökningar år 2014, 2016 och 2018 visar på ett art- och individfattigt samhälle som på 5-20 meters djup representeras av enstaka exemplar av fjädermygglarver (Chironomidae), fåborstmaskar (Oligochaeta) samt havsborstmasken *Marenzelleria neglecta* (datakälla: SMHI Sharkweb). De båda förstnämnda grupperna tillhör de allra mest tåliga mot syrgasbrist och belastning av organiskt material. Även havsborstmasken - en främmande art som numera har mycket stor spridning i Östersjön – är att betrakta som tålig. Vid de båda första undersökningarna (år 2014, 2016) påträffades inga djur på 20 meters djup. Fauna hittades dock vid båda tillfällena i det grundaste provet (5 m), samt år 2016 även på något djupare (10 m). Vid den senaste undersökningen, år 2018, hittades en fjädermygglarv i det djupaste provet, medan djur helt saknades i de båda grundare proven (5, 10 m); ett resultat som får ses som något förvånande.



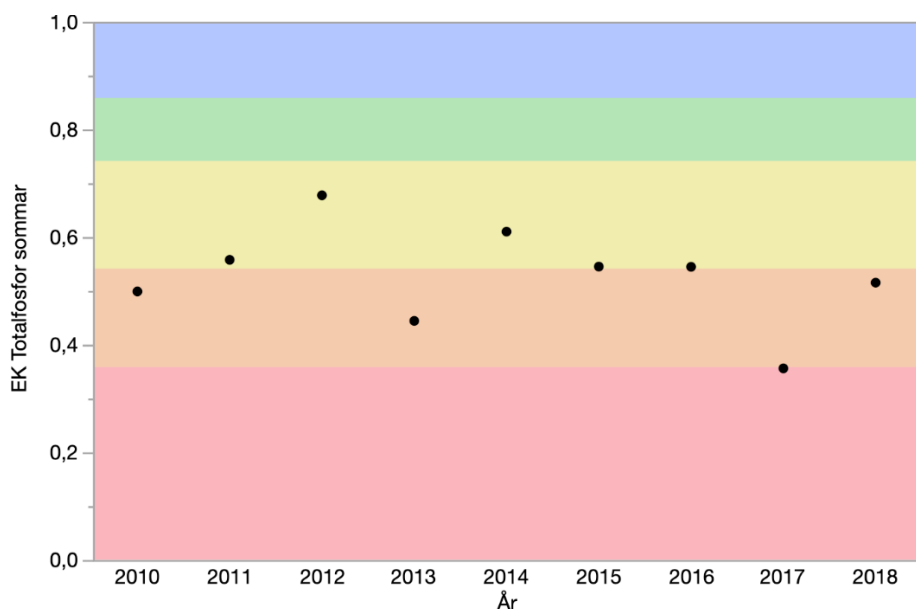
Figur 5. Bottenfauna (BQIm) i Skurusundet 2014, 2016 och 2018 vid 5, 10 respektive 20 meters djup visas mot bakgrund av intervall för statusklasser enligt gällande föreskrift (HVMFS 2013:19).

## Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer

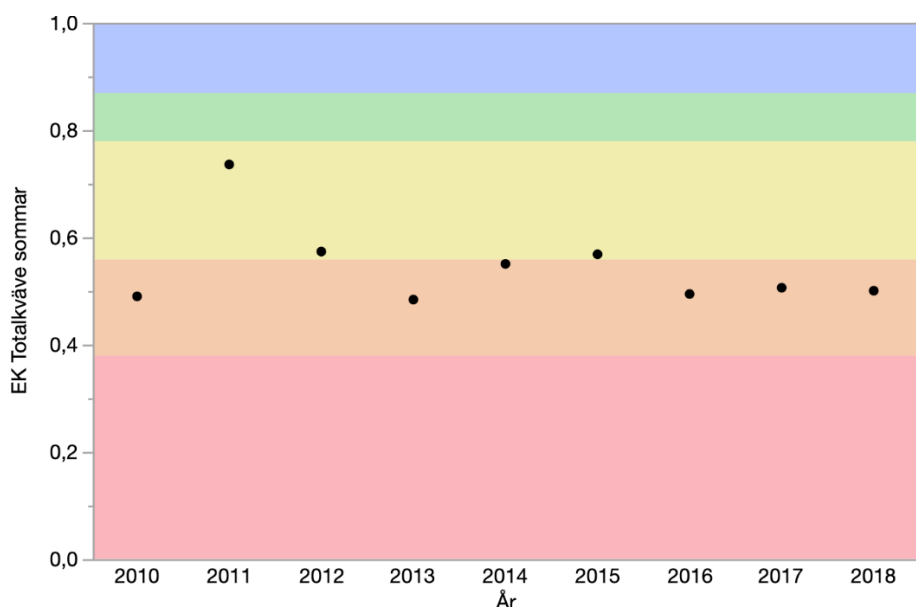
### Näringsämnen

Vattenmyndigheten bedömer att Skurusundet har otillfredsställande ekologisk status avseende näringsämnen (VISS 2020-03-05). Bedömningen avser sommaren och baseras på data för perioden 2013–2018 från stationerna Lännerstasundet och S81 Duvnäsvisken (20 mätvärden). Vattenmyndighetens bedömning avseende totalfosfor baserar sig på en medelhalt av 25,9 µg/l (20 mätvärden) och ett referensvärde av i medeltal 12,1 µg/l (EK 0,50). Myndighetens bedömning av totalkväve baserar sig på en medelhalt av 547 µg/l (20 mätvärden) och ett referensvärde av i medeltal 265 µg/l (EK 0,49).

Även bedömningar i denna utredning indikerar otillfredsställande status avseende näringsämnen (sammanvägt numeriskt värde 0,36). Bedömningen avseende totalfosfor baserar sig på en medelhalt av 25,9 µg/l (24 mätvärden) och ett referensvärde av i medeltal 12,1 µg/l (EK 0,50). Bedömningen av totalkväve baserar sig på en medelhalt av 516 µg/l (24 mätvärden) och ett referensvärde av i medeltal 265 µg/l (EK 0,52). Status avseende totalfosfor och totalkväve visas nedan för perioden 2010–2018 som ekologisk kvot mot bakgrund av intervall för statusklasser enligt gällande föreskrift (Figur 6 och 7). Den ekologiska kvoten för såväl fosfor som kväve låg under perioden på en nivå motsvarande måttlig till otillfredsställande status. För fosfor noterades år 2017 en ovanligt låg ekologisk kvot, på gränsen mot dålig status.



Figur 6. Ekologisk status avseende totalfosfor visas som årsmedelvärde av ekologisk kvot (EK) för stationerna Lännerstasundet och S81 Duvnäsvisken, Skurusundet juli och augusti 2010-2018. Data visas mot bakgrund av intervall för statusklasser enligt gällande föreskrift (HVMFS 2013:19).

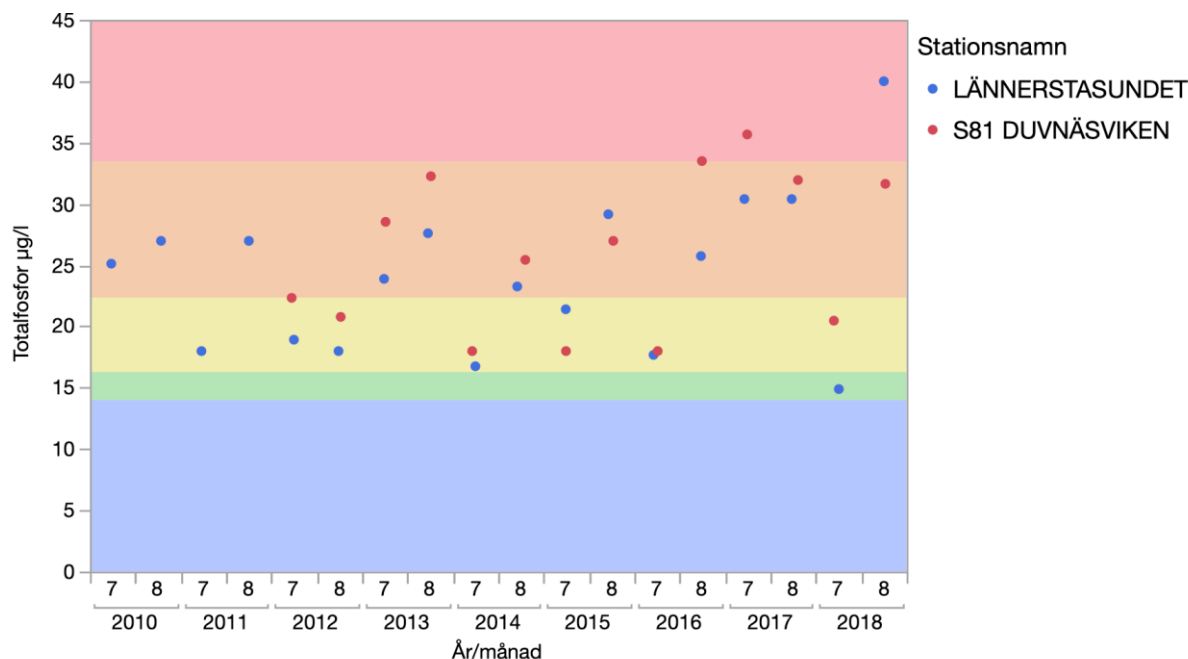


Figur 7. Ekologisk status avseende totalkväve visas som årsmedelvärde av ekologisk kvot (EK) för stationerna Lännerstasundet och S81 Duvnäsvisken, Skurusundet juli och augusti 2010-2018. Data visas mot bakgrund av intervall för statusklasser enligt gällande föreskrift (HVMFS 2013:19).

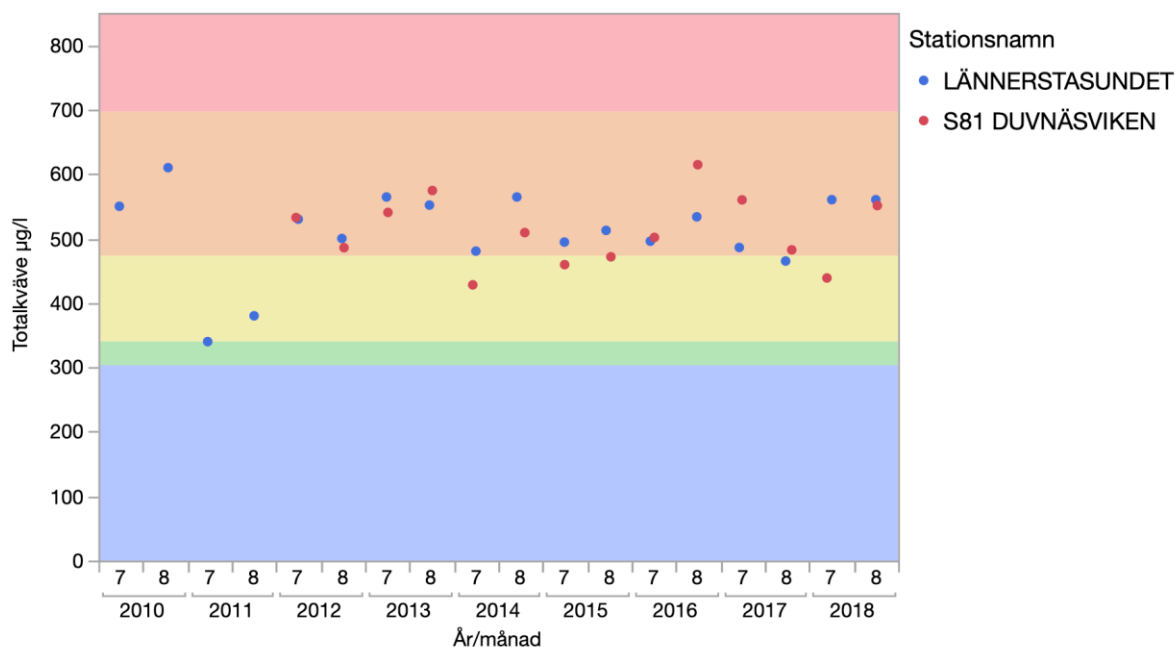
Mätdata för samtliga stationer och sommarmånader (juli, augusti) visas nedan för samma period (Figur 8 och 9). Halterna visas mot bakgrund av statusklasser baserat på de medelreferensvärden som beräknats enligt ovan. Syftet med redovisningen är att ge en bild av Skurusundets näringshalter och halternas variation. Observera att de klassgränser som redovisas måste ses som indikativa i och med att referensvärdena är salthaltsberoende och därmed varierar från mellan mätillfällena, något som innebär att även klassgränserna varierar. Av den anledningen är det inte alltid möjligt att utläsa korrekt status för enskilda mätvärden ur figuren.



För i synnerhet fosfor uppvisar halterna stora variationer både mellan månader, år och stationer. Fosforhalterna pendlar mellan att i extremfallen motsvara god respektive dålig status. För kväve är variationerna mindre och halterna motsvarande genomgående måttlig till otillfredsställande status. Ingen trend kan beläggas i haltutvecklingen för något av ämnena (Mann-Kendall test).



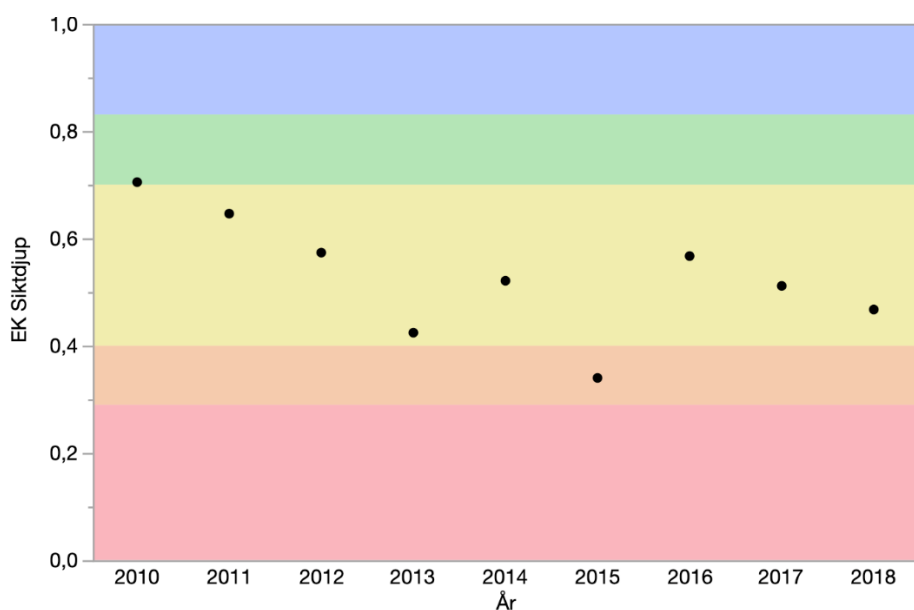
Figur 8. Totalfosforhalt (µg/l) i Skurusundet vid stationerna Lännerstasundet och S81 Duvnäsvisken, juli och augusti 2010-2018. Data visas mot bakgrund av intervall för statusklasser, baserade på ett medelreferensvärde av 12,1 µg/l. Referensvärdet är salthaltsberoende och varierar därför mellan mätillfällen, något som innebär att klassgränserna enbart kan ses som indikativa.



Figur 9. Totalkvävehalt (µg/l) i Skurusundet vid stationerna Lännerstasundet och S81 Duvnäsvisken, juli och augusti 2010-2018. Data visas mot bakgrund av intervall för statusklasser, baserade på ett medelreferensvärde av 265 µg/l. Referensvärdet är salthaltsberoende och varierar därför mellan mätillfällen, något som innebär att klassgränserna enbart kan ses som indikativa.

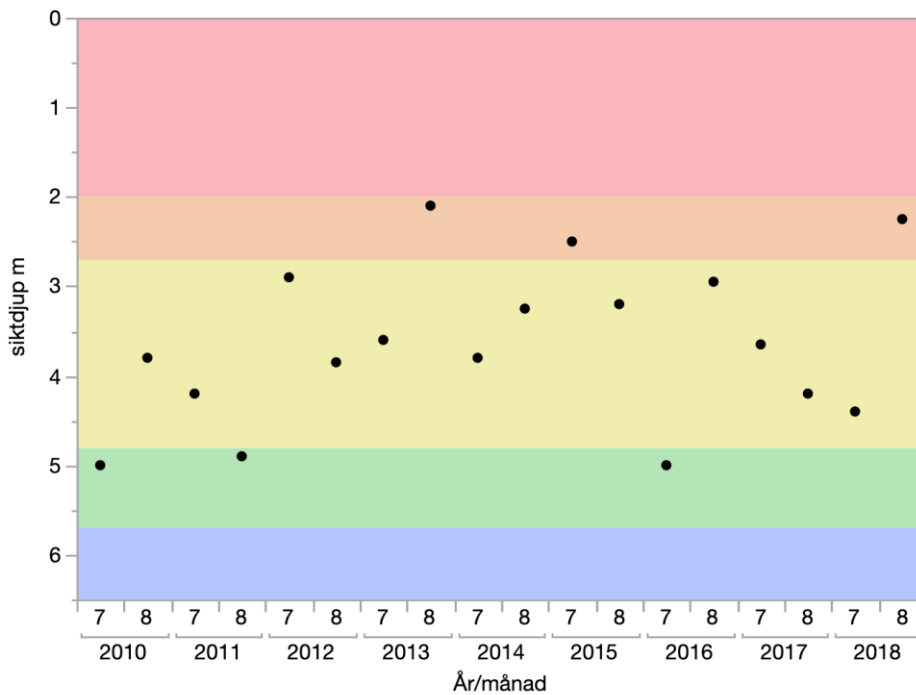
## Ljusförhållanden

Vattenmyndigheten redovisar ingen klassning avseende ljusförhållanden. Bedömningar inom denna utredning indikerar måttlig status avseende ljusförhållanden. Bedömningen baserar sig på ett siktdjup av i medeltal 3,4 meter (23 mätvärden) och ett referensvärde av i medeltal 7,0 meter (EK 0,47). Status avseende ljusförhållanden visas nedan för perioden 2010–2018 som ekologisk kvot mot bakgrund av intervall för statusklasser enligt gällande föreskrift (Figur 10). Den ekologiska kvoten för siktdjup låg under perioden på en nivå som vanligen motsvarande måttlig status. År 2010 och 2015 utgjorde undantag då kvoten motsvarade god respektive otillfredsställande status.



Figur 10. Ekologisk status avseende ljusförhållanden/siktdjup visas som årsmedelvärde av ekologisk kvot (EK) för stationerna Lännerstasundet och S81 Duvnäsvisken, Skurusundet juli och augusti 2010-2018. Data visas mot bakgrund av intervall för statusklasser enligt gällande föreskrift (HVMFS 2013:19).

Mätdata för samtliga stationer och sommarmånader (juli, augusti) visas nedan för samma period (Figur 11). Siktdjupet visas mot bakgrund av statusklasser baserat på det medelreferensvärden som beräknats inom denna utredning. Syftet med redovisningen är att ge en bild av Skurusundets siktdjup och dess variation. Observera att de klassgränser som redovisas måste ses som indikativa i och med att referensvärdena är salthaltsberoende och därmed varierar från mellan mättillfällena, något som innebär att även klassgränserna varierar. Av den anledningen är det inte alltid möjligt att utläsa korrekt status för enskilda mätvärden ur figuren. Siktdjupet uppvisar stora variationer både mellan månader, år och stationer och pendlar mellan att i extremfallen motsvara god respektive dålig status. Ingen trend kan beläggas i siktdjupets utveckling (Mann-Kendall test).



Figur 11. Sikt djup (m) i Skurusundet vid stationerna Lännerstasundet och S81 Duvnäsviden, juli och augusti 2010-2018. Data visas mot bakgrund av intervall för statusklasser enligt gällande föreskrift (HVMFS 2013:19). Referensvärdet är salthaltsberoende och varierar därför mellan mätstillfällena, något som innebär att klassgränserna enbart kan ses som indikativa.

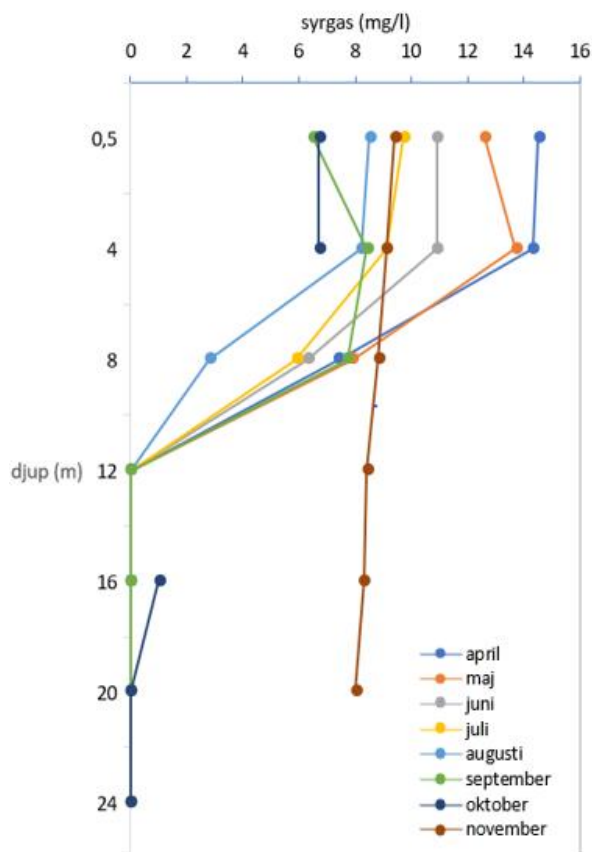
## Syrgasförhållanden

Vattenmyndigheten redovisar ingen klassning avseende syrgasförhållanden. Mätdata för åren 2010-2018 visar att det trösklade havsområdet lider av flerårig syrgasbrist där syrgashalter kring noll och svavelvätebildning råder vid bottarna under långa perioder. Syrgasförhållandena förbättras då sundets skiktning tidvis bryts upp, företrädesvis under hösten. Under aktuell period var bottenvattnet (20 m) syresatt endast i november 2013, oktober 2016 till maj 2017 samt i november 2018. Under övriga tider rådde svår syrgasbrist vid bottarna. Under dessa syrgasfria perioder byggs ett förråd av svavelväte upp. Då vattenmassan omblandas åtgår syre inledningsvis för att oxidera det svavelväte som bildats, och det ackumulerade svavelväteförrådet kan alltså beskrivas som negativt syre.

Nedan visas ett profildiagram över syrgashalter från yta till botten i april-november år 2018 (Figur 12). Som framgår av figuren minskade syrgashalten vanligen drastiskt från 4 meters djup och låg vid 12 meters djup kring noll. Detta gällde med undantag för november då vattenmassan var omblandad och syrgashalterna låg kring 8-9 mg/l i hela vattenpelaren.

Av ovanstående framgår att syrgasförhållandena i Skurusundet är mycket ansträngda. För havsområden som lider av flerårig syrgasbrist baseras statusklassning på hur stor andel av bottarna som drabbats av syrgasbrist. Eftersom denna typ av uppgifter saknas kan ingen slutlig bedömning göras

av status avseende syrgasförhållanden. Att bottenfaunan är kraftigt utarmad eller till och med saknas även på vikens grunda bottnar (5 m) indikerar dock att syrgasbristen är mycket utbredd. Om mer än hälften av bottnarna är drabbade av syrgasbrist bedöms status vara dålig. Att så skulle vara fallet får tyvärr ses som sannolikt.



Figur 12. Syrgashalt (mg/l) i Skurusundets vattenpelare månaderna april- november år 2018, provpunkt Lännerstasundet. Vattenmassan var syrgasfri från 12 m djup under samtliga månader utom november.

### Särskilda förorenande ämnen (SFÄ)

Särskilda förorenande ämnen (SFÄ) är ämnen som belastar en vattenförekomst med så betydande mängder att det finns risk att ekologisk status inte uppfylls. Bedömning av ekologisk status görs genom jämförelser av uppmätta halter mot gränsvärden enligt föreskrift HVMFS 2013:19. Om halterna är lägre än gränsvärdet är bedömningen god ekologisk status, om gränsvärdet överskrids är bedömningen måttlig ekologisk status. Av de 31 ämnen/ämnesgrupper i kategorin SFÄ som omfattas av gällande föreskrift (HVMFS 2013:19) finns för Skurusundet mätdata för koppar. Data avser enbart halter i sediment. Vattenkvalitetsdata saknas enligt vår kännedom. Ammoniak som utgör en SFÄ beräknas ur ammoniumhalt, temperatur och pH. Eftersom pH-data saknas kan ingen beräkning eller klassning göras för detta ämne.

Vattenmyndigheten bedömer att den sammanvägda statusen för särskilt förorenade ämnen (SFÄ) är måttlig med anledning av förhöjda halter av koppar. Samma bedömning görs i denna utredning. Koppar uppmättes år 2009-2016 i en medelhalt av 202 mg/kg TS (11 mätvärden, ytsediment). Efter normalisering till 5 procents kolhalt och med hänsyn till bakgrundshalt (35 mg/kg) överskrider alltså den beräknade medelhalten (77 mg/kg TS) aktuellt gränsvärde (52 mg/kg TS) och status bedömdes därför vara måttlig. Av de elva stationer bedömningen baserar sig på överskreds gränsvärdet vid sex. Fem av dessa stationer är belägna i vattenförekomstens södra del, vid Fisksätra marina. Marinans strandnära områden uppvisade de allra högsta halterna, ca 200 mg/kg TS, efter normalisering och hänsyn till bakgrundshalt. I övrigt överskreds gränsvärdet enbart vid en station i själva Skurusundet. Mätdata från centrala Lännerstasundet låg med god marginal under gällande gränsvärde. Så var fallet även vid en badplats i vikens norra del, vid Lännersta. Statusbedömningen har hög tillförlitlighet.

#### Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer

Vattenmyndigheten bedömer att vattenförekomsten har otillfredsställande status avseende konnektivitet, hydrografiska villkor och morfologiskt tillstånd. Åtgärdsprogrammet omfattar inte dessa delar varför ingen närmare beskrivning lämnas för dessa kvalitetsfaktorer och underliggande parametrar.

## Kemisk status

Klassificering av kemisk ytvattenstatus baseras på så kallade prioriterade ämnen som är beslutade för åtgärder då de utgör en risk för ytvattenmiljön och/eller finns uppmätta i ytvatten inom EU. Prioriterade ämnen har EU-gemensamma gränsvärden som motsvarar miljökvalitetsnormen för kemisk status. Om miljökvalitetsnormen överskrids uppnås inte god kemisk status i vattenförekomsten och åtgärder måste vidtas. Av de 50-tal prioriterade ämnen som omfattas av gällande föreskrift (HVMFS 2013:19) finns för Skurusundet bedömningsgrundande mätdata för fem ämnen. Data avser enbart halter i sediment. Vattenkvalitetsdata saknas enligt vår kännedom.

Vattenmyndigheten bedömer att vattenförekomsten ej uppnår god kemisk status avseende kadmium, bly, antracen och tributyltenn för vilka uppmätta halter överskrider fastställda gränsvärden. God kemisk status bedöms inte heller uppnås avseende bromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver, ämnen som i Sverige generellt överskrider miljökvalitetsnormerna. Fluoranten bedömdes ha god status. Samma bedömning görs i denna utredning. En sammanställning av uppmätta medelhalter, i förekommande fall normaliserade till 5 procent kolhalt och justerade för naturlig bakgrundshalt, visas nedan tillsammans med

gällande gränsvärde (Tabell 3). Mätdata avser perioden 2009-2016. I avsnitten nedan lämnas mer detaljerad information om läget avseende respektive ämne.

Tabell 3. Uppmätta medelhalter av prioriterade ämnen, i förekommande fall normaliserade till 5 procent kolhalt och justerade för naturlig bakgrundshalt, visas tillsammans med gällande gränsvärde (HVMFS 2013:19). Statusklass indikeras med färg där röd=uppnår ej god kemisk status, grön=god kemisk status. Skurusundet, år 2009-2016.

Ämne	Uppmätt	Gränsvärde
Kadmium	3,04	2,3
Bly	166	120
Antracen	55	24
Fluoranten	534	2000
Tributyltenn	59	1,6

**Kadmium** uppmättes år 2009-2011 i en medelhalt av 1,6 mg/kg TS (10 mätvärden, ytsediment). Medelhalten underskrider aktuellt gränsvärde (2,3 mg/kg TS). Vid en av stationerna – strandnära i Fisksätra marina – överskred dock halten (3,4 mg/kg TS) gränsvärdet, även efter hänsyn till bakgrundshalt (0,37 mg/kg TS). Skurusundet bedöms därför ej uppnå god kemisk status avseende kadmium. Bedömningen till statusklass uppnår ej god kemisk status har låg tillförlitlighet.

**Bly** uppmättes år 2009-2011 i en medelhalt av 186 mg/kg TS (10 mätvärden, ytsediment). Även efter hänsyn till bakgrundshalt (20 mg/kg TS) överskred medelhalten (166 mg/kg TS) aktuellt gränsvärde (120 mg/kg TS). Gränsvärdet överskreds vid fyra av de tio stationer bedömningen baserar sig på. Tre av fyra stationer med förhöjda halter är belägna i Fisksätra marina, den fjärden ligger i själva Skurusundet. Bedömningen till statusklass uppnår ej god kemisk status har medelgod tillförlitlighet.

**Antracen** uppmättes år 2011 i en medelhalt av 55 µg/kg TS (6 mätvärden, ytsediment) efter normalisering till 5 procent kolhalt och överskrider gällande gränsvärde (24 µg/kg TS). Gränsvärdet överskreds vid fyra av de sex stationer bedömningen baserar sig på. Bedömningen till statusklass uppnår ej god kemisk status har medelgod tillförlitlighet.

**Tributyltenn** uppmättes år 2011 i en medelhalt av 58,6 µg/kg TS (5 mätvärden, ytsediment) efter normalisering till 5 procent kolhalt och överskrider vida gällande gränsvärde (1,6 µg/kg TS). Samtliga undersökta stationer är i Fisksätra marina och samtliga mätvärden överskred gränsvärdet. Allra högst halt (205 µg/kg) noterades i marinans strandnära område. Bedömningen till statusklass uppnår ej god kemisk status har hög tillförlitlighet.

**Kvicksilver** har tidigare uppmätts i kraftigt förhöjda halter i Skurusundets botten till följd av verksamhet vid Tollare pappersbruk (1922-1964). Kvicksilvermängden i de fiberbankar som bildats över botten, främst i

området mellan Tollare och Mårtens holme, bedömdes uppgå till hela 70-90 kg. Som en åtgärd för att undvika att människor och djur exponeras för föroreningen samt för att hindra vidare spridning i ekosystemet täcktes fiberbankar ner till åtta meters djup över med krossmaterial. På djupare bottnar täcks bankarna med tiden över genom naturlig utsedimentation. Undersökningar utförda år 2002 tyder på att tillförseln av kvicksilver från bottnarna är av samma storleksordning som bakgrundsvärden för Stockholmsområdet. Markområdet är sanerat. Uppgifterna ovan lämnades av Birgitta Held-Paulie, Nacka kommun.

**Fluoranten** uppmättes år 2011 i en medelhalt av 534 µg/kg TS (8 mätvärden, ytsediment) efter normalisering till 5 procents kolhalt och underskrider med god marginal gällande gränsvärde (2000 µg/kg TS). Gränsvärdet överskreds inte vid någon av de åtta stationer bedömningen baserar sig på. Bedömningen till statusklass uppnår god kemisk status har hög tillförlitlighet.

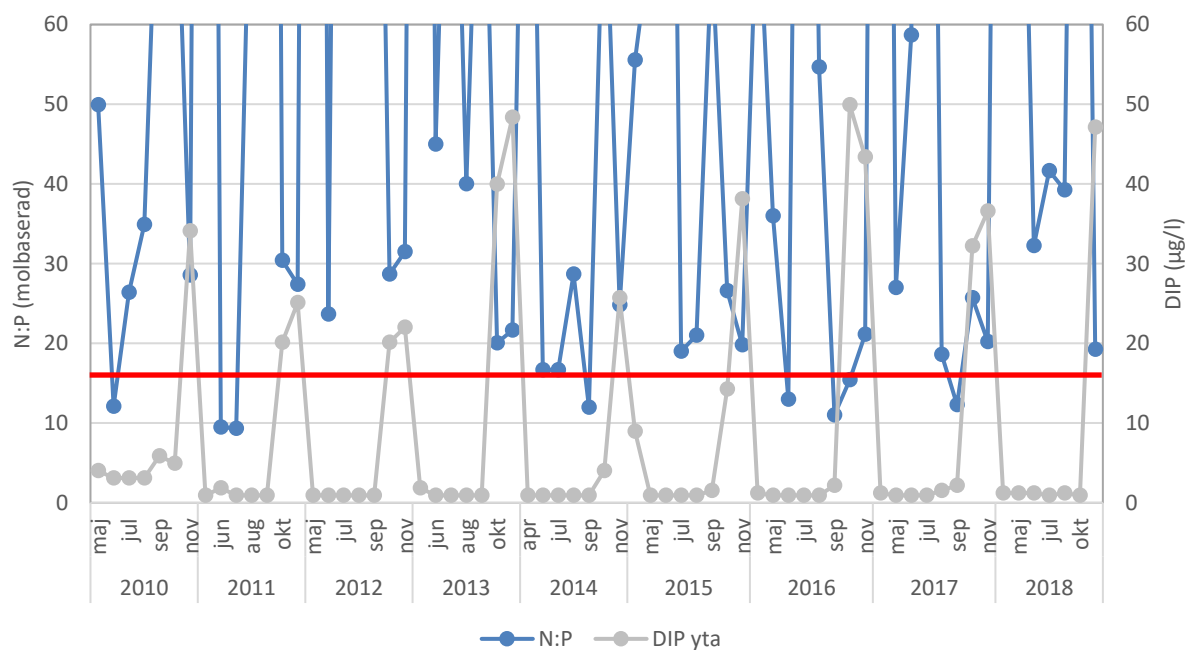
## Begränsande näringsämne

Som underlag för åtgärdsplanering undersöktes om fosfor eller kväve i huvudsak är begränsande för Skurusundets växtplanktonproduktion (primärproduktion). Denna kunskap är viktig för att avgöra vilket av dessa näringsämnen som bör vara i fokus för åtgärder som syftar till att komma tillrätta med vikens övergödningssproblematik. Primärproduktionen bestäms av mängden tillgängliga näringsalter, särskilt fosfat och löst oorganiskt kväve; nitrat och ammonium. Vid hög planktonproduktion förbrukas närsalterna snabbt och när halten av ett visst näringsämne nått en undre kritisk nivå begränsas fotosyntesen och kan helt avstanna. Det näringsämne som först förbrukas, och där nytillskott åter stimulerar produktionen, sägs vara begränsande. I allmänhet anses fosfor, eller snarare den växttillgängliga jonformen fosfat, utgöra det begränsande näringsämnet i såväl sjöar som i regionens kustvatten.

Att fosfor är begränsande för primärproduktionen även i Skurusundet framgår av mätdata för perioden 2010-2018, ytvatten, station Lännerstasundet (Figur 13). Bedömningen baserades på kvoten mellan löst oorganiskt kväve (DIN) och fosfor (DIP). Förhållandet mellan dessa båda näringsämnen hos nyproducerade växtplanktonceller har visat sig vara relativt konstant och beskrivs av den så kallade Redfield-kvoten som ett N:P förhållande om 16:1 på molbasis. Vid kvoter över 16 anses fosfor vara begränsande ämne, och understiger kvoten detta värde betraktas kväve som begränsande. Redfield-kvoten i Skurusundet låg vanligen tydligt

över detta biologiska gränsvärde. Vid åtta av totalt 66 mätillfällen underskred kvoten 16, något som alltså indikerar kvävebegränsning. Vid fyra av dessa tillfällen (juni, juli 2011, september 2014, juni 2016) låg halterna nära noll avseende både fosfor och kväve. Under dessa förhållanden är det sannolikt att kvävefixerande cyanobakterier nyttjade den fosfor som efter hand blev tillgänglig i vattenmassan och fixerade luftkväve efter behov. Det innebär alltså att fosfor även vid dessa tillfällen sannolikt var begränsande ämne. Vid ytterligare tre mätillfällen (juni 2010, september 2016 och 2017) var fosfathalterna mycket låga, även om tillgången till fosfor relativt sett var bättre än kvävetillgången. Det är tänkbart att primärproduktionen även vid dessa tillfällen upprätthölls av cyanobakterier. Att så skulle ha varit fallet får betraktas som mer osäkert. Kvarstår gör ett tillfälle då Redfield-kvoten låg strax under den gräns som indikerar kvävebegränsning. Vid detta tillfälle, i oktober 2016, var halterna av växttillgänglig fosfor mycket höga (ca 50 µg/l) som en följd av att vattenmassorna omblandats och varvid fosforrikt bottenvatten förts upp i ytskiktet.

Sammanfattningsvis indikerar både nuvarande kunskapsläge om regionens kustvatten och mätdata att primärproduktionen i Skurusundet huvudsakligen begränsas av fosfor. Slutsatsen av det är att åtgärder som syftar till att komma tillrätta med Skurusundets övergödningssproblematik och uppnå miljö kvalitetsnormen god ekologisk status 2027 bör inriktas primärt mot att minska tillgången till fosfor, och särskilt den växttillgängliga formen fosfat.



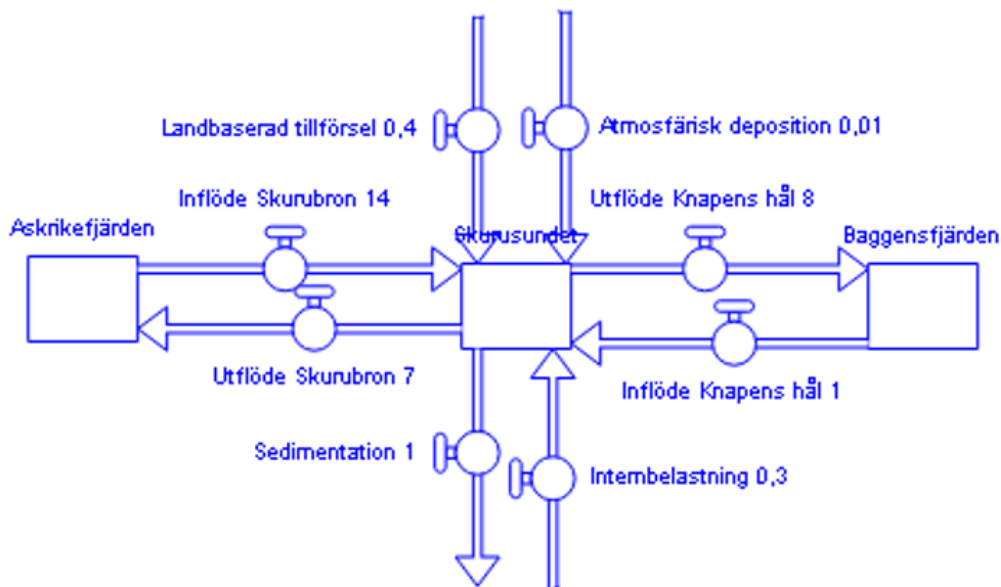
Figur 13. Den så kallade Redfield-kvoten (molbaserad) visas tillsammans med fosfathalt (µg/l) år 2010-2018, station Lännerstasundet. Redfield-kvoten beskriver förhållandet mellan löst organiskt kväve (ammonium-, nitrit- och nitratkväve) respektive fosfor (fosfatfosfor). Vid kvoten över 16 anses fosfor vara begränsade för växtplanktonproduktionen. Detta biologiska gränsvärde visas med röd linje.



# Fosforbudget

I detta avsnitt presenteras en beskrivning och kvantifiering av fosforflöden till och från Skurusundet. Fosforbudgeten upprättades som underlag för bedömning av beting och åtgärdsförslag på lokal nivå samt i syfte att ge en förståelse för vad som styr vikens fosforhalter. Fokus i utredningen ligger på att kvantifiera och beskriva lokala fosforkällor, såväl externa som interna. Därtill beskrivs de fosforflöden till och från viken som blir effekten av vattenutbytet med angränsande Askrikefjärden och Baggensfjärden. Fosforbelastningen från Skurusundets tillrinningsområde, fosforfrisättningen från vikens botten samt utbytet mellan havsområdena beskrivs i detalj i tre separata rapporter (Jönsson m.fl. 2020; Rydin & Gustafsson 2020; Karlsson 2020).

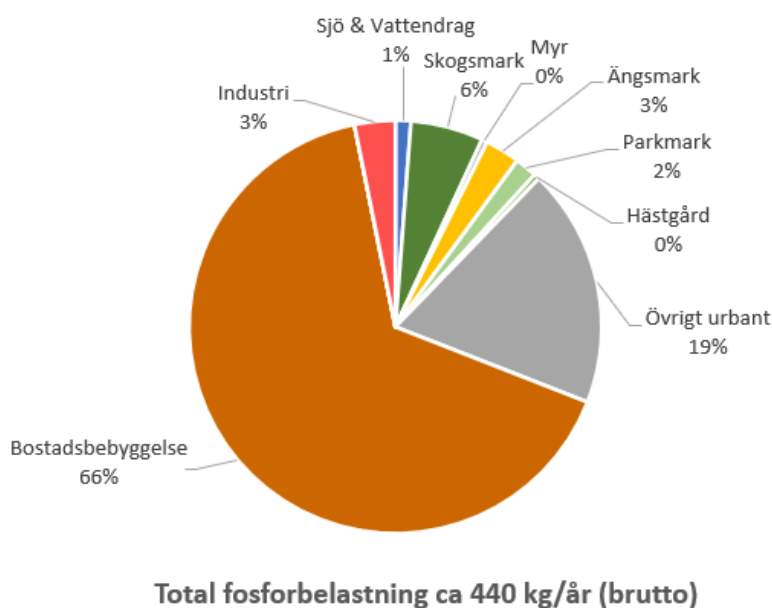
En översikt över Skurusundets fosforbudget visas nedan (Figur 14; ur Karlsson 2020). Sammanfattningsvis står vattenutbytet med angränsande havsområden för de största fosforflödena, men resulterar i ett nollsummespel där export och import beräknas till 15 ton vardera. Av den lokala externa belastningen beräknas den landbaserade tillförseln till 400 kg/år och den atmosfäriska depositionen till 14 kg/år. Fosforutbytet mellan vikens botten och vattenmassa beräknas innebära en initial fastläggning av 1 ton/år. Av denna mängd beräknas 310 kg/år läcka tillbaka till vattenmassan. Denna mängd utgör den så kallade interna fosforbelastningen. I nedanstående avsnitt lämnas mer detaljerad information om fosforflöden via de olika källorna.



Figur 14. Fosforbudget för vattenförekomsten Skurusundet. Modellen beskriver fosforflöden (ton/år) från Skurusundets tillrinningsområde (landbaserad tillförsel), atmosfärisk deposition samt utbytet med angränsande havsområden (Askrikefjärden och Baggensfjärden) och vattenförekomstens sediment och vattenmassa. Figur ur Karlsson 2020.

## Extern lokal belastning - fosfor från Skurusundets tillrinningsområde samt atmosfärisk deposition

Fosforbelastningen från Skurusundets tillrinningsområde har beräknats av WRS och redovisas i detalj i separat rapport (Jönsson m.fl. 2020). Uppgifterna baseras på schablonberäkningar (StormTac) för delavrinningsområden inom Skurusundets tekniska tillrinningsområde och summeras till 444 kg/år brutto. Bostadsbebyggelse beräknas utgöra den dominerande källan (66%) och följs av övrig urban markanvändning (19%) samt skogsmark (6%) (Figur 15). Övriga källor står för mindre än fem procent av belastningen. Med hänsyn till redan vidtagna åtgärder (dagvattendammar, minus 30 kg/år) och retention i tillrinningsområdets sjöar (minus 10 kg/år) beräknar WRS nettobelastningen till 404 kg/år.



Figur 15. Total fosforbelastning (kg/år), brutto med källfördelning (%) från Skurusundets tekniska tillrinningsområde (källa: WSR).

Beräkningar som tagits fram av SMED (PLC6.5) anger en nettobelastning identisk med den som redovisas ovan (404 kg/år). En betydligt lägre mängd, 260 kg/år, anges av SMHI (S-HYPE), efter retention i mark och grundvatten. Den förstnämnda modellen användes av Vattenmyndigheten vid den senaste bedömningen av betydande påverkan samt beting för sjöar och vattendrag. Den senare modellen användes vid de bedömningar som gjordes för kustvattenförekomster i föregående förvaltningscykel. Då denna rapport författades hade ännu inte några nya beting meddelats för kustvattenförekomster. Beräkningar som utförts av SMED och SMHI baserar sig på Skurusundets ursprungliga, naturliga tillrinningsområde (18,3 km<sup>2</sup>). Det är av samma storleksordning som det tekniska (20,6 km<sup>2</sup>), men skiljer sig från detta framförallt vad gäller de delar som är belägna norr om Skurusundet. En väsentlig skillnad jämfört med WRS beräkningar är att de båda dataunderlagen som tagits fram med nationell täckning

redovisar en omfattande fosforbelastning från enskilda avlopp, nämligen 70-85 kg/år. Eftersom anslutningsgraden till det kommunala spillvattennätet är hög inom tillrinningsområdet och endast cirka 20 enskilda avlopp beräknas vara kvar efter pågående VA-utbyggnad bedöms enskilda avlopp inte bidra till belastningen på viken, enligt WRS beräkningar.

Delar av den fosforbelastning som redovisas ovan utgörs av naturlig bakgrund, det vill de säga fosforflöden som skulle råda i en av människan opåverkad situation. Denna bakgrundsbelastning beräknas av WRS till 150 kg/år (Jönsson m.fl 2020). Det innebär att cirka 295 kg/år motsvarande drygt 65 procent beräknas ha antropogent ursprung, enligt WRS beräkningar (brutto). Med skillnaderna i tillrinningsområde i åtanke kan det ändå vara värt att notera att de bakgrundsbelastningar som anges av SMED och SMHI (102 respektive 91 kg/år) resulterar i en antropogen andel av 75 respektive 65 procent.

Till den belastning från tillrinningsområdet som redovisas ovan kommer ett fosfortillskott via atmosfärisk deposition, det vill genom fosfordnedfall direkt till Skurusundets yta. Denna källa beräknas av SMHI stå för 14 kg/år.

**Sammanfattning:** Fosforbelastningen från Skurusundets tillrinningsområde beräknas uppgå till 404 kg/år (netto). Till detta kommer en atmosfärisk deposition på 14 kg/år. Sammantaget beräknas dessa båda källor stå för ett årligt fosfortillskott av 418 kg.

## Intern belastning - fosforutbyte mellan Skurusundets sediment och vattenmassa

Av den fosfor som sedimenterar till Skurusundets botten kommer en andel begravas permanent, och resterande fosfor återcirkuleras till vattenmassan. Sedimentundersökningen som år 2020 genomfördes inom ramen för detta uppdrag syftar till att identifiera och kvantifiera den fosfor som tillförs, omsätts och delvis frigörs från vattenförekomstens botten. Undersökningen ger underlag för beskrivning av Skurusundets fosforbudget samt för åtgärdsplanering, och redovisas i sin helhet i separat rapport (Rydin & Gustafsson 2020).

Sedimentundersökningen indikerar att det totala förrådet av läckagebenägen fosfor i Skurusundets botten uppgår till 4,0 ton och omsätts under en period av i snitt 17 år. Av denna fosformängd är huvuddelen (ca 85%) organiskt bunden och resterande del bunden till järn. Sett på årsbasis beräknas 1,0 ton fosfor sedimentera till bottenarna. Av denna mängd begravs nära 70 procent permanent och är därmed att betrakta som inert i ekosystemet. Resterande del, motsvarande 310 kg/år, frigörs till vattenmassan som fosfat. Denna fosformängd representerar den

så kallade interna fosforbelastningen, och får betraktas som förhållandevis liten. För angränsande Baggensfjärden indikeras en fosforfrisättning av 4,4 ton/år (Rydin & Arvidsson 2019). Det innebär en internbelastning som är nära tre gånger så hög som i Skurusundet, räknat per ytenhet (bottenyta).

## Fosforutbyte med angränsande havsområden

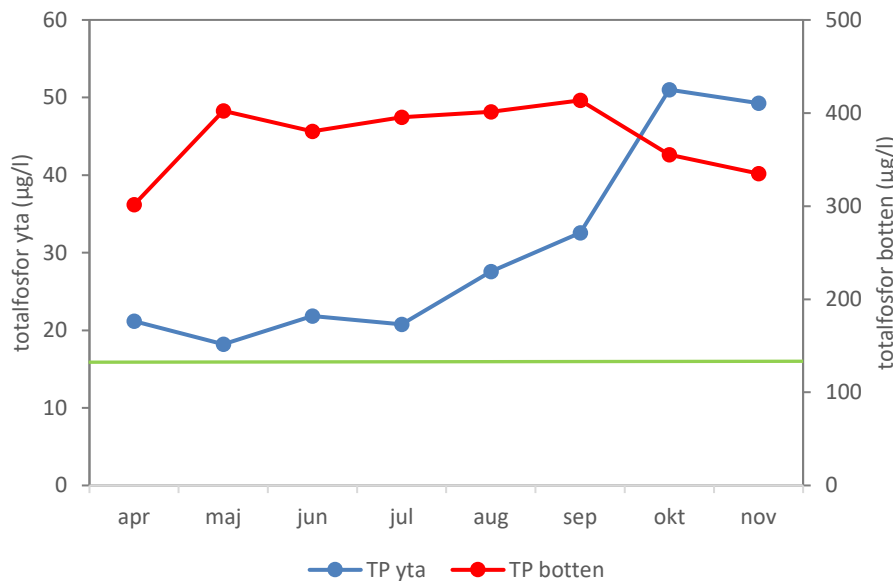
Utöver den landbaserade fosforbelastningen och den interna belastning som redovisas ovan påverkas Skurusundets miljö kvalitet av fosforutbytet med de angränsande havsområdena Askrikefjärden och Baggensfjärden. Dessa flöden har modellerats av Magnus Karlsson, IVL. Indata hämtades från befintliga miljöövervakningsprogram (Stockholm Vatten, Svealands kustvattenvårdsförbund). För ytterligare information hänvisas till separat rapport (Karlsson 2020).

Modelleringen indikerar en vattengenomströmning som huvudsakligen går i nordsydlig riktning från Askrikefjärden till Skurusundet och vidare till Baggensfjärden. I samband med vattenståndsvariationer kan dock flödet tidvis växla riktning och strömma in från Baggensfjärden genom Baggensstaket genom ett fenomen som kallas barotrop pumpning. Via dessa flöden importerar Skurusundet årligen 14 ton fosfor från Askrikefjärden. Importen från Baggensfjärden är betydligt lägre och beräknas till 1 ton/år. Summerat innebär detta att fosforimporten till Skurusundet uppgår till 15 ton/år. Utbytet innebär vidare att 7 ton fosfor årligen exporteras till Askrikefjärden genom tillbakaflödesprocesser. Exporten till Baggensfjärden, det vill säga i den huvudsakliga strömriktningen, beräknas uppgå till 8 ton/år. Summerat är exporten från Skurusundet 15 ton/år. Sammantaget innebär vattenutbytet med angränsande havsområden alltså ett nollsummespel, där Skurusundet vare sig utgör nettoimportör eller nettoexportör, utan endast utgör en passage för en vidaretransport av 7 ton fosfor per år från Askrikefjärden till Baggensfjärden.

Nämnvärt är att Skurusundet åtminstone sommartid har något högre fosforhalt än angränsande havsområden, nämligen i medeltal 26 µg/l jämfört med i snitt 23 µg/l i Askrikefjärden och Baggensfjärden (källa: VISS). I Lilla Värtan som gränsar till Askrikefjärden är halterna tydligt högre halter än övriga områden, nämligen 30 µg/l. Jämförelsen baserar sig på halter som avser hela vattenförekomster, inte enskilda stationer.

# Fosforhalter i Skurusundet

Den generella fosforhaltutvecklingen sett över mätsäsongen visas nedan (Figur 16). Data avser totalfosforhalt i Skurusundets yt- och bottenvatten för samtliga undersökta månader och visas som medelvärde för år 2010-2018 (station Lännerstasundet, yta 0-0,5 m, botten 23-24 m). Gränsvärdet för god ekologisk status (16 µg/l) indikeras med grön linje. Observera att detta gränsvärde endast gäller sommarperioden (juli, augusti). Som figuren visar var ytvattenhalterna generellt lägst perioden april-juli och låg då relativt stabilt kring 20 µg/l. Från juli till september ses en successiv haltökning till drygt 30 µg/l, och därefter en drastiskt stegrad fosforhalt till hela 50 µg/l i oktober. Den kraftiga haltökningen under hösten hänger samman med att Skurusundet vissa år omblandas varvid fosforrikt bottenvatten förs upp i ytvattnet. De förhöjda halterna är troligen också en följd av att motsvarande processer medför förhöjda halter i angränsande havsområden. Förklaringen till den haltökning som ses redan från juli kan också tänkas vara att fosfor i viss mån diffunderar från bottenvatten mot ytan utan att omblandning sker, både i Skurusundet och i angränsande havsområden. En haltökning i ytvattnet kan också ske om språngskiktet under sommarens senare del trycks ner mot de grundare bottnar av transportkaraktär från vilka viss fosforfrisättning sker.

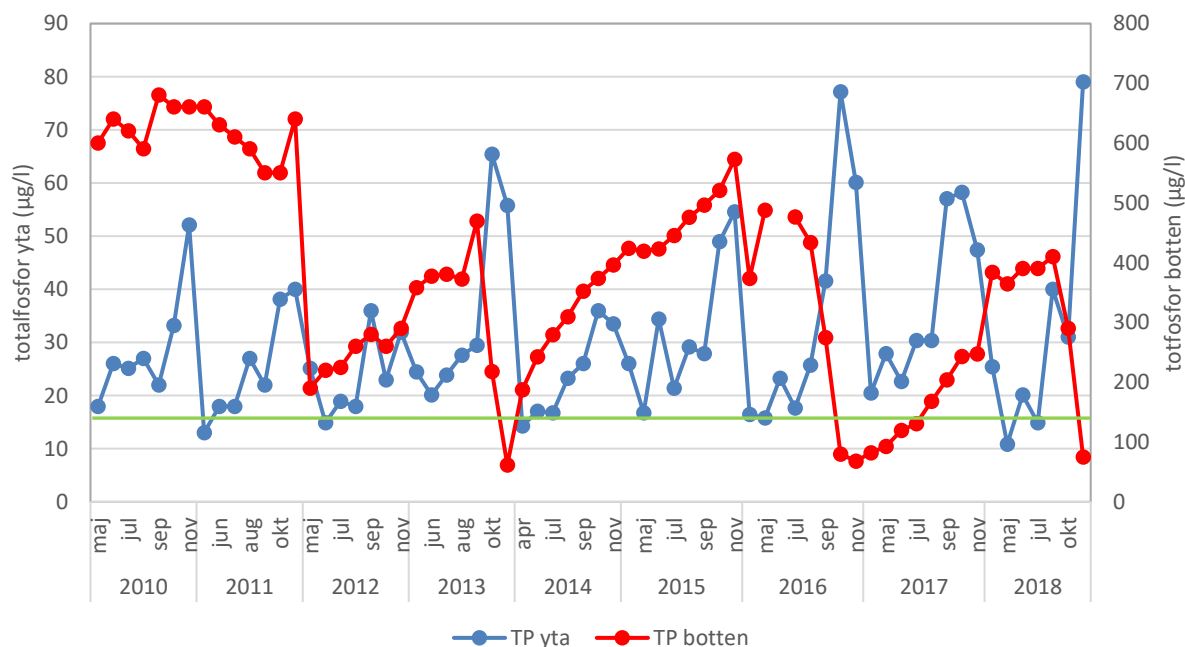


Figur 16. Totalfosforhalt (µg/l) i ytvatten (0-0,5 m) samt bottenvatten (23-24 m), medelvärden för station Lännerstasundet, Skurusundet 2010–2018. Gränsvärdet för god ekologisk status (16 µg/l) indikeras med grön linje.

Totalfosforhalten i Skurusundets yt- och bottenvatten visas nedan för samtliga undersökta tillfällen år 2010-2018 (station Lännerstasundet, yta 0-0,5 m, botten 23-24 m) (Figur 17). Gränsvärdet för god ekologisk status (16 µg/l, sommar) indikeras med grön linje. Som framgår av figuren uppvisar ytvattenhalterna stora variationer under perioden. Allra lägst var halten i maj 2018, cirka 10 µg/l, och allra högst i november samma år,

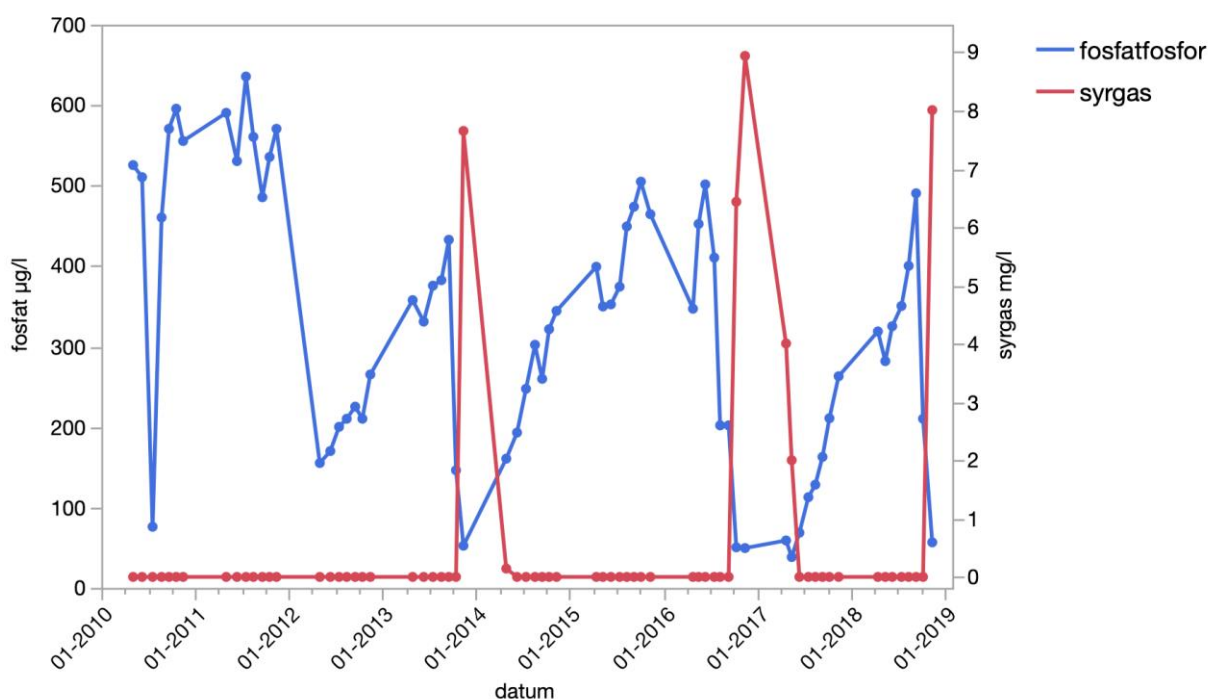
cirka 80 µg/l. Av data framträder ett mönster där ytvattenhalterna generellt är lägst under våren och ökar mot hösten, en utveckling som framgår än tydligare av medelhalter för perioden (se ovan, Figur 16).

Fosforhalterna i Skursundets bottenvatten är betydligt högre än de i ytan och varierar mellan en lägsta halt av cirka 60 µg/l i november 2013 och en högsta halt av cirka 700 µg/l i september 2010 (Figur 17). De höga halter som vanligen råder vid bottarna är en följd av fosforläckage från sediment till vattenmassa (se avsnittet *Intern belastning*). Då Skurusundets vattenmassa är skiktad till följd av skillnader i temperatur och salthalt blir bottenvattnet stillastående. Vid nedbrytning av organiskt material i sedimentet frisätts fosfor samtidigt som syrgas konsumeras. Då syrgasförråden i det stagnanta bottenvattnet förbrukats frisätts fosfor även genom reduktion av järn som inte längre förmår binda fosfor. Fosfor som frisätts genom dessa processer ackumuleras i bottenvattnet under skiktade förhållanden. I samband med episodisk omblandning av sundets vattenmassor sjunker fosforhalten vid bottarna och det fosforrika bottenvattnet späds ut med ytvatten. Dessa processer även att fosforhalterna i ytvattnet ökar dramatiskt. Så var fallet då skiktningen bröts upp under hösten år 2013, 2016 och 2018. Att motsvarande effekt inte framgår av mätdata i samband med omblandning kring årsskiftet 2011-2012 förklaras med största sannolikhet av att omblandningen ägde rum perioden december-april då ingen miljöövervakning utfördes, och att ytvattenhalterna hunnit sjunka till mättilfället i maj. Enligt ovan kan förhöjda fosforhalter i ytvattnet sommartid även vara en effekt av fosforläckage från bottarna i angränsande havsområden, samt av att fosfor diffunderar från bottenvatten till yta utan att omblandning sker.



Figur 17. Totalfosforhalt (µg/l) i ytvatten (0-0,5 m) samt bottenvatten (23-24 m), station Lännerstasundet, Skurusundet 2010–2018. Gränsvärdet för god ekologisk status (16 µg/l, sommar) indikeras med grön linje.

Halterna av fosfat (oorganiskt löst fosfor) i Skurusundets bottenvatten visas nedan tillsammans med syrgashalt för perioden 2010-2018 (Figur 18). Som framgår av figuren är bottenvattnet stagnant och syrgasfritt långa perioder, varvid fosfatfosfor byggs upp i allt högre halter till följd av utläckage från sedimenten. Figuren visar fem episoder av drastiskt minskade fosfathalter; detta till följd av att det vanligen stillastående bottenvattnet omblandats. Haltminskningen förklaras framförallt av utspädning, men troligen i viss mån även av tillfälligt ökad fosforbindande förmåga hos järn då det oxideras. Trots omblandning låg syrgashalterna oförändrat kvar kring noll för de första två av tillfällena (juli 2010, maj 2012). Att så var fallet förklaras troligen i det första fallet av att omblandningen inte var fullständig och att det syre som tillfördes inte räckte till för att oxidera det förråd av svavelväte som byggs upp över tid. En tänkbar förklaring till att den positiva effekten på syrgastillståndet tycks ha uteblivit vid det andra tillfället är att halterna åter hunnit minska till mättillfället i maj.



Figur 18. Halter av fosfat (löst oorganisk fosfat, µg/l) och syrgashalter (mg/l) i Skurusundet i bottenvatten (20-24 m), april-november 2010-2018, station Lännerstasundet. Bottenvattnet är vanligen syrgasfritt och håller höga halter fosfor till följd av utläckage från sedimenten.

## Vad styr fosforhalterna i Skurusundet?

Fosforhalterna i Skurusundet styrs i mycket stor utsträckning av vattenutbytet med angränsande fjärdar. Resulterande fosforflöden lägger genom sin storlek och kontinuerliga påverkan grunden för Skurusundets näringshalter.

Den interna fosforbelastningen i själva Skurusundet är enligt ovan tämligen begränsad och har normalt sett inte någon större påverkan på fosforhalterna i ytvattnet under sommaren, det vill säga de halter som ligger till grund för statusklassning. Viss påverkan på augustihalterna ses dock till följd av internbelastningen i Skurusundet och/eller angränsande havsområden. Den interna fosforpåverkan bidrar även till vattenförekomstens dåliga syrgasförhållanden och utarmade bottenfaunasamhälle. Vid omblandning under hösten ger kombinationen av höga fosforhalter och cirkulerande vattenmassa goda förutsättningar för kraftiga kiselalgbloomningar. Dessa organismer är en viktig del i näringsväven men kommer till stor del sjunka till botten då omblandningen avstannar. På så vis återförs stora delar av den fosfor som frisätts från sedimenten, och kiselalgbiomassan bygger ytterligare upp bottenarnas förråd av organiskt material. Då algerna så småningom bryts ner åtgår syre, varvid syrgasbrist uppstår vid bottenarna och fosfor åter frisätts från sedimenten. Nämnvärt är också att den interna fosforbelastningen sker i form av fosfat, en fosforform som är hundra procentigt och direkt tillgänglig för upptag av fotosyntetiserande organismer (växtplankton, trådalger, vattenväxter), detta till skillnad från den fosfor som tillförs från Skurusundets tillrinningsområde och som delvis är inert.

Den största påverkan från Skurusundets tillrinningsområde kan väntas i samband med hög markavrinning, det vill säga vid kraftigt och/eller långvarigt regn eller snösmältning. Den största påverkan från omgivande marker kan därmed väntas ske under perioden november-april. Till skillnad från den interna fosforbelastningen har de landbaserade fosforkällorna en direkt påverkan på fosforhalterna i sundets ytvatten. Beroende på när tillförseln sker kan fosfor tas upp av fotosyntetiserande organismer eller till stor del exporteras till utanför liggande havsområde. Belastningen från land utgörs av olika fosforformer varav vissa blir växttillgängliga först med tiden, och ytterligare andra är inerta och kommer överhuvudtaget inte att bidra till vikens primärproduktion. Provtagningsstillfällena under höglödesperioden är begränsade till november och april. De kraftigt förhöjda fosforhalterna som ses under hösten kan enligt ovan kopplas till fosforläckage från bottenarna. I april då fosforfrisättningen från bottenarna är mycket begränsad samtidigt som avrinningen från land kan väntas vara hög, ses inte några förhöjda halter i Skurusundet.



# Beting

Beting anges för de ämnen där statusklassningar indikerar sämre än god status och att god status inte uppnås. Beting anges som förbättringsbehov i form av haltreduktion och belastningsminskning baserat på skillnaden mellan status och miljökvalitetsnorm. Behovet av belastningsreduktioner bedöms enligt samma principer som tillämpas av Vattenmyndigheten, och som bygger på förenklade samband mellan belastning och resulterande halt. För fosfor redovisas även resultat av modellerade åtgärdsscenarioer som stöd för den slutliga bedömningen.

## Fosfor

Baserat på skillnaden mellan uppmätt fosforhalt år 2013-2018 (25,9 µg/l) och gränsvärdet mellan god och måttlig status (16,3 µg/l) kan fosforbetinget beräknas till 37 procent. Bedömningen baserar sig på data avseende sommarperioden (vinterdata saknas). Enligt den förenklade bedömningsmetod som tillämpats av Vattenmyndigheten indikerar det motsvarande behov av lokalt minskad fosforbelastning för att skapa förutsättningar att nå god status. Som framgår av ovanstående avsnitt (*Fosforbudget; Fosforhalter i Skurusundet*) är kopplingen svag mellan lokal fosforpåverkan och Skurusundets fosforhalter. I syfte att finna en rimlig nivå för lokala åtgärder förs därför resonemanget om beting även utifrån andra utgångspunkter.

### Lokala externa källor

Baserat på de beräkningar som utförts av WRS indikeras en fosforbelastning från tillrinningsområdet på cirka 400 kg/år, netto (se Tabell 4 samt avsnitt *Extern lokal belastning*). Det innebär att det skulle krävas en reduktion motsvarande 150 kg/år för att uppnå ett beting av cirka 40 procent. Det ger en resulterande belastning från tillrinningsområdet på 250 kg/år. En bedömning baserad på SMED-data ger samma utfall (Tabell 4). Om bedömningen istället skulle baseras på den betydligt lägre totalbelastning som redovisas av SMHI (260 kg/år, S-HYPE) är utfallet ett beting på cirka 95 kg/år, och en resulterande belastning av cirka 165 kg/år.

Tabell 4. Fosforbeting (kg/år) för Skurusundet baserat på skillnaden mellan uppmätta halter och gränsvärdet mellan god och måttlig status (37%) samt beräknat utifrån olika belastningsunderlag.

Datakälla	Total nuläge (kg/år)	Beting (kg/år)	Total efter åtgärd (kg/år)
WRS (StormTac)	404	150	254
SMED (PLC6.5)	399	148	251
SMHI (S-HYPE)	260	96	164

Eftersom den interna fosforpåverkan i Skurusundet och/eller angränsande havsområden tycks få visst genomslag på fosforhalterna i augusti kan ett alternativ vara att basera bedömningar av lokala externa beting på fosforhalterna i juli. Möjligheten att basera betinget på vinter- eller vårhalter finns inte då mätdata saknas för den förstnämnda säsongen, och då gällande föreskrift inte omfattar gränsvärden för den andra. Baserat på skillnaden mellan uppmätt fosforhalt i juli år 2013-2018 (22,0 µg/l) och gränsvärdet mellan god och måttlig status (16,3 µg/l) kan ett alternativt fosforbeting beräknas till 26 procent. Baserat på den belastning som beräknats av WRS ger detta ett mängdbeting av 104 kg/år.

Som framgår av ovanstående avsnitt (*Fosforbudget; Fosforhalter i Skurusundet*) är kopplingen svag mellan lokal fosforpåverkan och Skurusundets fosforhalter. En omfattande reduktion, cirka 40 procent enligt ovan, ter sig rimlig mot bakgrund av att belastningen från land är kraftigt förhöjd, till en nivå motsvarande mellan tre och fyra gånger bakgrundsbelastningen, det vill säga den belastning som skulle råda i en situation opåverkad av människan. En omfattande belastningsreducering från lokala externa källor kan också motiveras av att den relativa belastningen till Skurusundet, beskriven som fosforbelastning från tillrinningsområdet per volymsenhet (tkg/km<sup>3</sup>), ter sig hög. Att så skulle vara fallet framgår av en jämförelse med angränsande havsområden, där den relativa belastningen till Skurusundet (20 tkg/km<sup>3</sup>) överskrider den till Askrikefjärden (15 tkg/km<sup>3</sup>) och Baggensfjärden (2 tkg/km<sup>3</sup>) (Tabell 5). Skillnaden mot Askrikefjärden blir än tydligare om påverkan från Käppala avloppsreningsverk exkluderas (8 tkg/km<sup>3</sup>). Av de vattenförekomster som jämförelsen baserar sig på indikeras en högre relativ belastningen endast för Brunnsviken (37 tkg/m<sup>3</sup>) som nu omfattas av ett långtgående lokalt åtgärdsprogram. Data baseras på nettobelastning enligt SMED (PLC6.5) och vattenförekomsternas volym enligt SMHI. Att på detta sätt beskriva den relativa belastningen är inte vedertaget, men ger en indikation på belastningsnivåerna. Nämnvärt är att bedömningen av beting för landbaserade källor inte tar hänsyn till att delar av den fosfor som tillförs Skurusundet via tillrinning kan väntas vara inert och inte är, eller kommer att bli, tillgänglig för biologisk produktion.

Tabell 5. Relativ fosforbelastning från tillrinningsområdet (tkg/km<sup>3</sup>) för Skurusundet och angränsande havsområden, samt ytterligare ett antal vattenförekomster i närområdet. Data baseras på nettobelastning enligt SMED (PLC6.5) och vattenförekomsternas volym enligt SMHI.

Vattenförekomst	TP tkg/km <sup>3</sup>
Skurusundet	20
Askrikefjärden	15
Askrikefjärden exkl ARV	8
Baggensfjärden	2
Stora Värtan	5
Lilla Värtan	1
Brunnsviken	37
Edsviken	16

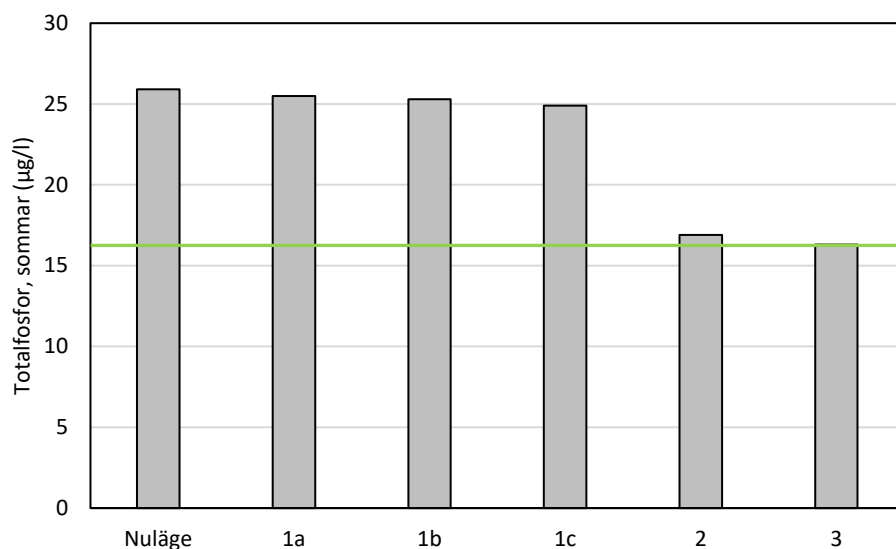
### Interna källor

Den interna fosforbelastningen beräknas till cirka 300 kg/år och kan i sammanhanget betraktas som förhållandevis liten (se avsnitt *Intern belastning*). Åtgärder mot den interna fosforbelastningen kan initialt väntas medföra en snabb och tydlig minskning av fosforhalterna i Skurusundets bottenvatten. Troligen väntas inte någon mätbar effekt på ytvattenhalterna, annat än möjligen i augusti. Utan en kraftigt minskad fosforhalt i angränsande Askrikefjärden ger åtgärder mot internbelastning en kortsiktig effekt, eftersom sedimentens fosforförråd då åter kommer byggas upp och ånyo frisätta fosfor till vikens vattenmassa. Vidare är anledningen till att den interna belastningen är förhöjd främst påverkan från angränsande havsområden och inte den lokala externa fosforbelastningen, även om även denna bidrar i viss mån. Mot denna bakgrund rekommenderas inte att åtgärder av Skurusundets interna fosforbelastning genomförs. Frågan bör i detta läge snarare hanteras i ett regionalt perspektiv.

### Modellering av reducerad fosforbelastning – åtgärdsscenarioer

Utfallet av de modelleringar som gjorts av minskad fosforbelastning visas nedan som resulterande fosforhalt i Skurusundet under sommaren i förhållande till gränsvärdet mellan god och måttlig status (Figur 19 och Tabell 6, data enligt Karlsson 2020). Här visas även totalfosforhalt i nuläget (år 2013-2018).

Modelleringen visar att även omfattande åtgärder på lokal nivå endast ger marginella effekter på Skurusundets totalfosforhalt. Om fosforbelastningen från tillrinningsområdet minskar till hälften, från 400 kg/år till 200 kg/år, och den interna belastningen minskar från 310 kg/år till noll, beräknas vattenförekomstens fosforhalt minska med blygsamma 1 µg/l (alt 1c). Det innebär att halten fortsatt ligger högt över gränsvärdet mot god status. Vid ett scenario där inga lokala åtgärder vidtas, men god status uppnås i angränsande havsområden Askrikefjärden och Baggensfjärden uppnås god status i det närmaste även i Skurusundet (alt 2). Slutligen indikerar modelleringen att om god status ska uppnås i Skurusundet även vid långtgående lokala åtgärder måste fosforhalten i Askrikefjärden minska med ungefär en tredjedel från dagens läge (alt 3). Resultaten visar att god status avseende totalfosforhalt kan uppnås i Skurusundet först då i princip motsvarande halt råder i Askrikefjärden.



Figur 19. Totalfosforhalt (µg/l, sommar) i Skurusundet i nuläge (2013-2018) samt enligt utfall av modellering av olika scenarier där 1a. Fosforbelastningen från Skurusundets tillrinningsområde minskar med 50 procent, 1b. Den interna fosforbelastningen från Skurusundets bottnar minskar med 100%, 1c. Kombination av 2a + 2b, 2. Inga lokala åtgärder men god status i angränsande havsområden, 3. Lokala åtgärder enligt 1c samt fosforhalten i Askrikefjärden minskar med cirka 30 procent. Gränsvärdet för god ekologisk status (16,3 µg/l) indikeras med grön linje.

Tabell 6. Totalfosforhalt (µg/l, sommar) i Skurusundet i nuläge (2013-2018) samt enligt utfall av modellering av olika scenarier där 1a. Fosforbelastningen från Skurusundets tillrinningsområde minskar med 50 procent, 1b. Den interna fosforbelastningen från Skurusundets bottnar minskar med 100%, 1c. Kombination av 2a + 2b, 2. Inga lokala åtgärder men god status i angränsande havsområden, 3. Lokala åtgärder enligt 1c samt fosforhalten i Askrikefjärden minskar med cirka 30 procent. Gränsvärdet för god ekologisk status (16,3 µg/l) visas längst ner i tabellen.

Scenario	Totalfosfor (µg/l)
Nuläge	25,9
1a	25,5
1b	25,3
1c	24,9
2	16,9
3	16,3
Gränsvärde	16,3

### Sammanfattande slutsatser kring fosforbeting

Av ovanstående framgår att vattengenomströmningen från Askrikefjärden till Baggensfjärden genom sin storlek och kontinuerliga påverkan lägger grunden för Skurusundets fosforhalter. Det innebär att den lokala fosfortillförseln från land och den interna fosforbelastningen har begränsad betydelse för havsområdets vattenkvalitet.

Sedimentundersökningen indikerar att Skurusundets bottnar har förmåga att årligen binda 700 kg fosfor. Även om denna mängd är större än den externa lokala belastningen, 400 kg/år, finns starka argument för att kraftigt minska fosfortillförseln från tillrinningsområdet. Dels visar beräkningar att denna belastning är förhöjd med 3-4 gånger bakgrundsnivåerna till följd av mänsklig verksamhet. Dels visar en jämförelse med närliggande vattenförekomster att den relativa

belastningen till Skurusundet är hög. Ytterligare ett argument för reducerad fosforbelastning från tillrinningsområdet är att Skurusundet, liksom angränsande kustvattenförekomster, har en viktig funktion i att permanent binda fosforöverskottet från Mälaren och på så vis förhindra vidaretransport till utanförliggande områden och en fortsatt övergödning av utsjön. De 700 kg fosfor som Skurusundet årligen klarar av att binda bör således till stor del ses som vikta för detta syfte.

I denna utredning rekommenderas att åtgärder genomförs i syfte att reducera fosforbelastningen från landbaserade källor. Även om belastningen från Skurusundets tillrinningsområde kan tyckas liten i sammanhanget är det just den förhöjda belastningen från land som är grunden till dagens problematik, med övergödningsdrabbade kustvatten och botten som inte längre klarar av att binda fosfor utan istället läcker näring till vattenmassan. Åtgärdsbehovet för de landbaserade källorna bedöms ligga kring 25-40 procent, motsvarande cirka 100-150 kg/år.

De åtgärder som beskrivs ovan innebär att ansvar tas för den lokala påverkanssituationen. Om åtgärderna ska leda ända fram till god status krävs även att fosforhalten i framförallt Askrikefjärden minskar med cirka 30 procent. Om inte fosforhalterna reduceras avsevärt i detta havsområde kan god ekologisk status inte heller uppnås i Skurusundet.

## Kväve

Mätdata visar att Skurusundets primärproduktion är fosforbegränsad större delen av året, även om också halterna av löst kväve tidvis är låga. Mot denna bakgrund bedömer vi att åtgärder bör riktas primärt mot fosfor, och att särskilda eller kompletterande åtgärder för att minska belastningen av kväve inte är nödvändiga. Effekten av en reducerad fosforbelastning till Skurusundet och angränsande havsområden skulle vara en än mer uttalad fosforbegränsning. Det skulle kunna innebära en större export av löst kväve till angränsande fjärdar, framförallt till följd av att mindre kväve binds in i vår- och höstblommande växtplankton som sedimenterar till vikens sediment. Detta skulle å andra sidan innebära att mindre kvävemängder (ammonium) frigjordes från bottenarna då planktonmaterialet bryts ned. Mot denna bakgrund är det svårt att bedöma vad kväveomsättningen i Skurusundet får för nettoeffekt på exporten till fjärdarna. Kvävehalterna i såväl Skurusundet som fjärdarna påverkas också av kvävefixering och denitrifikation vilket komplicerar bedömningen.

Baserat på skillnaden mellan uppmätt kvävehalt och gränsvärdet mellan god och måttlig status kan betinget beräknas till 38 procent, det vill säga samma omfattning som för fosfor (se avsnittet ovan). Förenklat indikerar detta motsvarande behov av minskad kvävebelastning. I enligt

resonemanget ovan ser vi dock inte att riktade åtgärder mot reducerad kvävebelastning är motiverade.

## Miljögifter

Miljögifter i kategorin särskilda förorenande ämnen (SFÄ) och prioriterade ämnen som överskrider fastställda gränsvärden i Skurusundets sediment är koppar, kadmium, bly, antracen och tributyltenn (TBT). Statusklassningen baserar sig på ett fåtal mätstationer där Fisksätra marina är överrepresenterad. Att utifrån denna ofullständiga kunskap bedöma beting för Skurusundet som helhet medför mycket stora osäkerheter. Därtill är sambandet mellan status och nuvarande påverkan ofta oklart. Sammantaget innebär detta att de beting som presenteras måste ses som mycket osäkra och enbart indikativa.

En sammanställning av uppmätta halter, gränsvärden och indikativa beting visas nedan (Tabell 7). Redovisningen omfattar även beräknad belastning i nuläget och förindustriell tid (Jönsson m.fl. 2020). För koppar, kadmium och bly indikeras ett beting i storleksordningen 25-30 procent. Ett sådant beting innebär att resulterade belastning skulle ligga på en nivå ungefär dubbelt så hög som under förindustriella förhållanden. För de organiska miljögifterna antracen och tributyltenn (TBT) indikeras mer omfattande beting. Reduktionsbehovet bedöms vara allra störst, hela 97 procent, för TBT som kraftigt överskrider gränsvärdet. För antracen beräknas betinget till cirka 55 procent. Uppgifter som avser belastning och beting i mängd måste ses som särskilt osäkra vad gäller dessa ämnen till följd av osäkra indata i beräkningsmodellen StormTac.

Tabell 7. Uppmätta halter, gränsvärden och indikativa beting för miljöstörande ämnen i kategorierna särskilda förorenande ämnen (SFÄ) och prioriterade ämnen. Lokal belastning i nuläget och förindustriell tid har beräknats av WRS (Jönsson m.fl. 2020). Uppgifterna måste ses som mycket osäkra för antracen och tributyltenn, TBT (rödmarkerade siffror).

	Koppar	Kadmium	Bly	Antracen	TBT
Uppmätt halt (µg/kg TS)	77000	3,04	166	55	59
Gränsvärde (µg/kg TS)	52000	2,30	120	24	1,6
Beting (µg/kg TS)	25000	0,74	46	31	57
Beting (%)	32	24	28	56	97
Lokal belastning (kg/år)	58	1,30	30	0,037	0,013
Beting (kg/år)	19	0,32	8,3	0,021	0,013
Resulterande belastning (kg/år)	39	0,98	22	0,016	0,000
Förindustriell belastning (kg/år)	22	0,45	13	0,019	0,005

För tributyltenn (TBT) indikeras enligt ovan ett mycket omfattande beting. En undersökning av TBT i sediment från fjärdarna kring Stockholm och utanför liggande skärgårdar visar genomgående på mycket höga halter som överskrider gränsvärdet vid samtliga stationer, undantaget en i det yttersta kustbandet (Jonsson 2015). Betydligt högre halter än de i Skurusundet redovisas för bland annat Strömmen, Lilla Värtan och Askrikefjärden.

Vidare visar undersökningen generellt på avsevärt lägre halter i de djupare sediment som representerar en tidigare påverkanssituation. Av ovanstående framgår att problemet med TBT är mycket omfattande, sett till både påverkansområden och reduktionsbehov.

Utöver de ämnen som redovisas ovan överskrider Skurusundet fastställda gränsvärden för polybromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver. Dessa ämnen överskrider generellt gränsvärdena i svenska vatten och omfattas därför av nationella undantag i form av mindre stränga kvalitetskrav. Undantaget innebär dock alltså en skyldighet att vidta belastningsminskande åtgärder för lokala källor.

# Referenser

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. 2018. Metaller och miljögifter - Effektbaserade bedömningsgrunder och indikativa värden för sediment. Kunskapssammanställning baserad på ämnesrapporter framtagna inom vattendirektivsarbetet. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2018:31.

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

Herbert, R., L. Björkvald, T. Wällstedt & K. Johansson. 2009. Bakgrundshalter av metaller i svenska inlands- och kustvatten. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 2009:12.

Jonsson, P. 2015. Miljögifter i sediment i Stockholms skärgård och östra Mälaren 2013. Länsstyrelsen i Stockholms län, 2015:3.

Jönsson, R., D. Stråe & S. Åkerman. 2020. Åtgärder för förbättrad rening av dagvatten från bebyggda områden inom Skurusundets tillrinningsområde, Nacka. WRS, Rapport 2019-1481-A, pågående utredning.

Karlsson, M. 2020. Fosforbudget, åtgärdsscenarioer. KEAB, pågående utredning.

Rydin, E. & M. Arvidsson. 2019. Fosforomsättningen i Baggensfjärdens sediment. Naturvatten AB, Rapport 2019:20.

Rydin, E. & A. Gustafsson. 2020. Fosforomsättningen i Skurusundets sediment. Läckagebenägen fosfor – totala mängder och årlig frisättning. Naturvatten AB, Rapport 2020:14.

## Övriga källor:

SMHI Vattenwebb <https://www.smhi.se/data/hydrologi/vattenwebb>

VISS Vatteninformationssystem Sverige <https://viss.lansstyrelsen.se/>



**Personlig kommunikation:**

Birgitta Held-Paulie, Nacka kommun

Håkan Johansson, Länsstyrelsen i Stockholms län.

Magnus Karlsson, IVL Svenska Miljöinstitutet.