

# Kvävestatus och -tolerans i vattenförekomsten Orlången

*Förutsättningar för påverkan av länshållningsvatten från  
Tvärförbindelse Södertörn*

**Kvävestatus och -tolerans i Orången**  
**Förutsättningar för påverkan av länshållningsvatten från Tvärförbindelse Södertörn**

Författare: Anna Sjöberg  
Medarbetare: Ulf Lindqvist  
2024-03-13  
Rapport 2024:10  
Naturvatten i Roslagen AB  
Norra Malmavägen 33  
761 73 Norrtälje  
0176 – 22 90 65

## Innehåll

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>4</b>
<b>INLEDNING .....</b>	<b>5</b>
FÖRUTSÄTTNINGAR.....	5
OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING .....	5
<b>METODIK.....</b>	<b>6</b>
UNDERLAG FÖR BEDÖMNING .....	6
BERÄKNING AV AMMONIAKKVÄVEHALT .....	8
KLASSIFICERING AV KVÄVESTATUS .....	8
BEDÖMNING AV KVÄVETOLERANS .....	9
<b>ORLÅNGENS KVÄVESTATUS.....</b>	<b>9</b>
NITRAT .....	9
AMMONIAK.....	9
<b>KVÄVETOLERANS .....</b>	<b>10</b>
NITRAT .....	10
AMMONIUM .....	11
OSÄKERHETER OCH REKOMMENDATIONER .....	18
<b>REFERENSER.....</b>	<b>19</b>

# Sammanfattning

Denna utredning redovisar en klassificering av kvävestatus för Ornlången, och en bedömning av vattenförekomstens tolerans för ytterligare extern kvävepåverkan med hänsyn till beslutade miljökvalitetsnormer (MKN). Utredningen syftar till att utgöra underlag för ansökan om tillstånd till vattenverksamhet inom projekt Väg 259, Tvärförbindelse Södertörn och utfördes av Naturvatten AB på uppdrag av Trafikverket.

Statusklassificeringen baserades på vattenkemiska data år 2020-2023 och speglar de förhållanden som rådde efter år 2019 då Ornlångens botten aluminiumbehandlades i syfte reducera läckaget av fosfor från sediment till vattenmassa och komma tillrätta med sjöns påtagliga övergödningsproblematik. Ornlången uppvisar god ekologisk status avseende både nitrat och ammoniak, sett till MKN för årsmedelhalt och maximal tillåten koncentration.

Utredningen visar att ytterligare tillförsel av nitrat kan accepteras med hänsyn till miljökvalitetsnormer. Ornlången bedöms också klara ytterligare extern belastning av ammonium, även om toleransen är liten under sommaren. Som grundprincip bör ytterligare ammoniumtillförsel till Ornlången betraktas restriktivt vid pH-värden över 8 eftersom det då finns en risk för höga ammoniakhalter och överskridande av MKN för maximal tillåten koncentration. De mängder som redovisas i utredningen ger en fingervisning om sjöns kvävetolerans, och måste betraktas som ungefärliga.

Planerad verksamhet beräknas även vid den högsta ammoniumtillförsel som anges av Trafikverket (worst case-scenario) klara MKN för maximal tillåten ammoniakkoncentration. För den tillförsel som planeras till Flemingsbergsvikens inre del väntas medelhalterna ligga kring gränsvärdet för årsmedelhalt, detta till följd av beräknat förhöjda ammoniakhalter i juni.

# Inledning

Trafikverket avser att ansöka om tillstånd för vattenverksamhet inom projekt Väg 259, Tvärförbindelse Södertörn. En förutsättning för tillståndet är att verksamheten inte ger upphov till påverkan som äventyrar möjligheten att upprätthålla eller uppnå status eller potential enligt beslutade miljökvalitetsnormer (MKN).

Denna utredning fokuserar på klassificering av kvävestatus för Ormlången, och bedömning av vattenförekomstens tolerans för ytterligare extern kvävepåverkan. Utredningen utfördes av Naturvatten AB på uppdrag av Trafikverket och syftar till att utgöra bedömningsunderlag för kvävepåverkan via länshållningsvatten från byggarbetsplatser.

## Förutsättningar

År 2019 aluminiumbehandlades Ormlångens botten i syfte minska den interna fosforbelastningen - läckaget av fosfor från sediment till vattenmassa - och komma tillrätta med sjöns påtagliga övergödningsproblematik. Behandlingen utfördes perioden augusti-oktober och omfattade djup större än 4,5 meter och drygt hälften av sjöns bottenyta. Åtgärden resulterade i reducerade fosforhalter i yt- och bottenvatten (Tyréns AB 2021), något som också bör ha medfört en mindre intensiv planktonproduktion och därmed minskad risk för kraftigt förhöjda pH-värden. Eftersom lägre pH-värden innebär minskad risk för höga ammoniakhalter omfattar bedömningarna perioden såväl innan som efter den interna åtgärden.

## Omfattning och avgränsning

Uppdraget omfattade klassificering av ekologisk status med avseende på ammoniak- och nitratkväve perioden innan och efter Ormlången aluminiumbehandlades år 2019. Vattenförekomstens tolerans för ytterligare extern kvävepåverkan bedömdes för perioden efter intern åtgärd.

# Metodik

## Underlag för bedömning

Dataunderlag inhämtades via nationell datavärd (Miljödata MVM, SLU) och Huddinge kommun (personlig kommunikation, Kristin Lundvall) för perioden 2016-2023. Mätstationer som kan anses representera direkt påverkan av punktkällor valdes bort, liksom data från sjöns utlopp. Läge för de 5 mätstationer som dataunderlaget därefter omfattade visas nedan (Figur 1).

Löpande miljöövervakning (RMÖ, KÖ) och recipientkontroll i Ormlången sker i extensiva program där provtagning utförts vid ett (aug) eller två (feb/mars/apr samt aug) tillfällen per år (Tabell 1). Via EU-projektet Life IP Rich Waters finns för 2019 och 2020 ett större dataunderlag att tillgå, med provtagning april-november vid stationen Karlsborg. Utökad övervakning utfördes för samma station även år 2023, genom KÖ Huddinge kommun.

Dataunderlaget omfattar yta (0,5 m) och botten, undantaget den grunt belägna stationen Flemingsberg där enbart ytvatten undersökts (Tabell 2). Vid stationerna Karlsborg och Vidja har vattenkvalitetsundersökningarna omfattat även ett eller två ytterligare provtagningsdjup. Då sjöns vattenmassa varit omblandad under vår och/eller höst har provtagning i vissa fall skett enbart vid yta och botten, och uteslutit mellanliggande djup.



Figur 1. Stationer för miljöövervakning, Ornlången. Stationen Karlsborg visas med de två nordkoordinater som anges i underlaget, men avser av allt att döma en och samma provtagningsposition. Källa: Källa: Miljödata MVM samt Huddinge kommun.

Tabell 1. Provtagningsfrekvens vid miljöövervakning av Ornlången, med redovisning per station. Källa: Miljödata MVM, Huddinge kommun.

År	Ornlången	Vidja	Sundby	Flemingsberg	Karlsborg
2016	aug	mar, aug	mar, aug	mar, aug	
2017	aug	mar, aug	mar, aug	mar, aug	
2018	aug	mar, aug	mar	mar, aug	
2019	aug	mar	mar, aug	aug	apr-nov
2020	aug	sep	sep	sep	apr-nov
2021	aug	apr, aug	apr, aug	apr, aug	
2022	aug	feb, aug	feb, aug	feb, aug	
2023	aug	mar, aug	mar, aug		apr-nov

Tabell 2. Provtagningsdjup (m) vid miljöövervakning av Ornlången, med redovisning per station. Källa: Miljödata MVM, Huddinge kommun. Djup inom parentes har vid enstaka tillfälle ersatt ordinarie provtagningsdjup.

Skikt	Ornlången	Vidja	Sundby	Flemingsberg	Karlsborg
yta	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		5 (4,5)			4
					7
botten	6	8,5 (9)	4,5		9

## Beräkning av ammoniakkvävehalt

Ammoniakkvävehalt beräknades baserat på mätdata för temperatur, pH och ammoniumkvävehalt enligt nedan (ur HVMFS 2019:25).

Halt NH <sub>3</sub> -N = fraktion NH <sub>3</sub> -N * halt NH <sub>4</sub> -N Fraktion NH <sub>3</sub> -N = $1/(10^{(pKa-pH)+1})$ $pKa = 0,0901821 + 2729,92 / T$ (T = temperatur uttryckt i Kelvin)
--

Ammoniumhalter under rapporteringsgränsen (<10 µg/l) ersattes av värden motsvarande denna gräns. Förfarandet innebär att en viss säkerhetsmarginal byggs in i bedömningen, detta eftersom högre värden för samtliga variabler medför högre ammoniakhalt.

## Klassificering av kvävestatus

Status avseende ammoniak och nitrat klassificerades baserat på data från ytvattenskiktet (epilimnion), vilket för flertalet stationer representerades enbart av 0,5 metersprovet. För Karlsborg inkluderades även data från 4-metersprovet i ytvattenskiktet. Bedömningen av vilket djupintervall som representerar epilimnion baserades på data för temperatur, syrgashalt och/eller syrgasmättnad. För Vidja skulle ytvattenskiktet vid några tillfällen kunna tänkas omfatta även data från 5 meter (aug 2017, sept 2020, apr 2021, aug 2023), men eftersom underlaget är något knapphändigt (fullständiga djupprofiler saknas) och bedömningen därför blir något osäker uteslöt resultat från dessa prover genomgående.

Status redovisas för perioden före respektive efter aluminiumbehandling, uppdelat på perioderna 2016-2019 samt 2020-2023. Klassificering gjordes mot gränsvärden för årsmedelhalt och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrift 2019:25 (Tabell 3). Klassificering mot MKN för årsmedelhalt baserar sig på data från 2019 och 2020 respektive 2023 där provtagning utförts vid åtta-nio tillfällen per år (mars/april-november), och månadsmedelvärden för data från samtliga stationer.

Maximal halt för ammoniak och nitrat baserar sig på all tillgänglig ytvattendata från respektive period. Syftet med MKN för maximalt tillåten halt är att spegla risken för akuttoxicitet, vilket innebär att all data som kan ses som representativ för miljötillståndet i sjön beaktats.



Tabell 3. Gränsvärden för god ekologisk status avseende årsmedelhalter och maximal tillåten koncentration för ammoniak- respektive nitratkväve (HVMFS 2019:25).

MKN	Ammoniak-N	Nitrat-N
Årsmedel	1,0	2200
Max	6,8	11000

## Bedömning av kvävetolerans

Bedömningar av Ornlångens tolerans för ytterligare kvävepåverkan utan överskridande av miljö kvalitetsnormer för årsmedelhalt eller maximal tillåten koncentration baserades på mätdata och tillrinning samt vattenvolym i ytvattenskiktet. Tillvägagångssättet beskrivs ytterligare i resultatavsnitten nedan.

## Ornlångens kvävestatus

### Nitrat

Beräknade nitratkvävehalter redovisas nedan tillsammans med median, medelvärde, geometriskt medelvärde och maxvärde för perioderna före och efter aluminiumbehandling; 2016-2019 respektive 2020-2023 (Tabell 4). Ornlången uppnår god status avseende nitratkväve, sett till båda perioderna (2016-2019 resp. 2020-2023) och avseende både årsmedelhalt och maximal tillåten koncentration (Tabell 4). Uppmätta halter låg i samtliga fall med mycket god marginal under gränsvärden för årsmedelhalt (2200 µg/l) och maximal tillåten halt (11000 µg/l).

Tabell 4. Nitratkvävehalt (µg/l) vid mätstationer i Ornlången 2016-2023. Grönmarkering indikerar god ekologisk status, gulmarkering måttlig ekologisk status. Klassificeringen gjordes mot gränsvärden för årsmedelhalt (2200 µg/l) respektive maximal tillåten halt (11000 µg/l) enligt HVMFS 2019:25.

Period	Median	Medel	Geomedel	Max
2016-2019	10	56	19	620
2020-2023	52	145	64	640

### Ammoniak

Beräknade ammoniakkvävehalter redovisas nedan tillsammans med median, medelvärde, geometriskt medelvärde och maxvärde för

perioderna före och efter aluminiumbehandling; 2016-2019 respektive 2020-2023 (Tabell 5). Ornlången bedöms ha måttlig ekologisk status avseende ammoniak perioden innan intern åtgärd, detta då gränsvärdet för maximal tillåten halt (6,8 µg/l) överskrids. Överskridande halter beräknas för stationerna Vidja och Sundby i augusti 2016 och/eller 2017 (Bilaga 1). Perioden efter åtgärd (2020-2023) låg de högsta ammoniakhalterna vid samtliga mättillfällen och stationer under gränsvärdet vilket innebär att god status uppnåddes. God ekologisk status uppnåddes även sett till årsmedelhalt (gränsvärde 1,0 µg/l), och då för båda perioderna. Utfallet är god status oavsett om bedömningen baseras på aritmetiska eller geometriska medelvärden, eller medianvärde enligt den princip som tillämpades av länsstyrelsen vid den senaste statusklassificeringen (personlig kommunikation, Jonas Hagström, Länsstyrelsen Stockholm).

Tabell 5. Ammoniakkvävehalt (µg/l) beräknad från mätdata för temperatur, pH och ammoniumkvävehalt vid mätstationer i Ornlången perioden 2016-2019 samt 2020-2023. Grönmarkering indikerar god ekologisk status, gulmarkering måttlig ekologisk status. Klassificeringen gjordes mot gränsvärden för årsmedelhalt (1,0 µg/l) respektive maximal tillåten halt (6,8 µg/l) enligt HVMFS 2019:25.

Period	Median	Medel	Geomedel	Max
2016-2019	0,23	0,27	0,21	14
2020-2023	0,40	0,45	0,33	1,2

## Kvävetolerans

Efter åtgärd mot intern fosforbelastning år 2019 uppnår Ornlången god status inte bara avseende nitrat, utan även ammoniak, att döma av miljöövervakningsdata år 2020-2023. Utfallet visar att det finns utrymme för ytterligare tillförsel av dessa båda kvävefraktioner utan påverkan på miljökvalitetsnormer för kväve.

## Nitrat

För nitratkväve skattades den mängd som årligen skulle kunna tillföras utan att MKN överskrids till 17500 kg (Tabell 6, nästa sida). Beräkningen baserar sig på differensen mellan medelvärdet av uppmätta halter 2020-2023 och gränsvärdet för årsmedelhalt (MKN-AA; 2200 µg/l), samt ett antagande om att tillförda mängder späds ut i sjöns ytvattensskikt (0-4 m), definierat som de översta 0-4 m enligt

indikationer i mätdata (2016-2023). Ytvattenskiktet enligt denna definition motsvarar 70 procent av den totala sjövolymen om 12,3 Mm<sup>3</sup> (Myrica 2001). På samma vis beräknades den mängd som kan tillföras utan överskridande av maximal tillåten koncentration till 89000 kg/år, men då relaterat till differensen mellan maximal halt 2020-2023 och gränsvärdet för maximal tillåten koncentration (MKN-MAC; 11000 µg/l). Redovisade mängder måste betraktas som mycket ungefärliga.

Tabell 6. Halter av nitratkväve (µg/l) i Ornlångens ytvattenskikt år 2020-2023, samt beräknade mängder som kan tillföras utan att MKN överskrids sett till gränsvärde för årsmedelhalt (MKN-AA; 2200 µg/l) och maximal tillåten koncentration (MKN-MAC, 11000 µg/l). Mängderna beräknades utifrån antagandet att tillförda mängder späds ut i ytvattenskiktet (0-4 m), volym 8,6 Mm<sup>3</sup>.

Period	Nitratkväve (µg/l)		Acceptabel tillförd mängd (kg/år)	
	Medel	Max	MKN-AA	MKN-MAC
2020-2023	145	640	17500	89000

## Ammonium

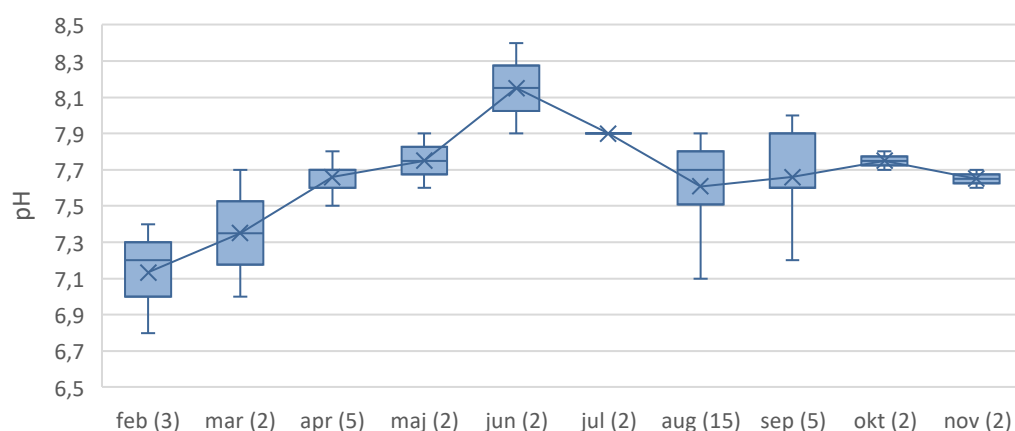
Bedömningen av Ornlångens tolerans för ytterligare tillförsel av ammonium kompliceras av att det inte främst är ammoniumhalterna i sig som medför risk att MKN för ammoniak överskrids, utan snarare kopplingen till den allmänna övergödningssituationen i Ornlången, med perioder av intensiv fotosyntes som medför extremt höga pH-värden. I sådana situationer medför även låga ammoniumhalter i recipienten en påtaglig risk för höga ammoniakhalter och överskridande av MKN.

Varma dagar då pH är förhöjt till följd av intensiv fotosyntes är de mest kritiska sett till risk för höga ammoniakhalter. Vid förhållanden motsvarande extremvärden år 2020-2023 – pH 8,4 och vattentemperatur 23°C – medför ammoniumkvävehalter högre än 68 µg/l ett överskridande av miljö kvalitetsnormen för maximal tillåten ammoniakkvävekoncentration (6,8 µg/l). Vid pH-värde 8 kan en ammoniumkvävehalt på drygt 175 µg/l i recipienten tolereras utan att gränsvärdet för maximal halt överskrids vid temperaturen 20°C. Vid 10°C klaras samma gränsvärde även vid en ammoniumkvävehalt av drygt 350 µg/l.

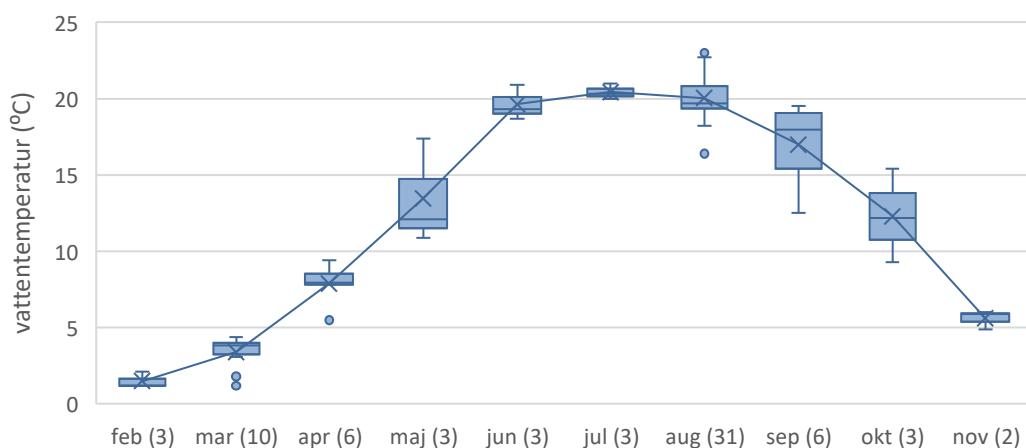
Förutsättningarna för ytterligare tillförsel av ammoniumkväve bedömdes baserat på övre kvartilen (75:e percentilen) av mätdata för pH och ammoniumkväve från Ornlångens ytvattenskikt (0-4 m) perioden 2020-2023. I syfte att erhålla ett större bedömningsunderlag inkluderades för vattentemperatur även perioden innan aluminiumbehandling (2016-2019). En sammanställning av data visar

att pH vanligen legat under 8 och indikerar att de högsta värdena infaller i juni och de lägsta i februari och mars (Figur 2).

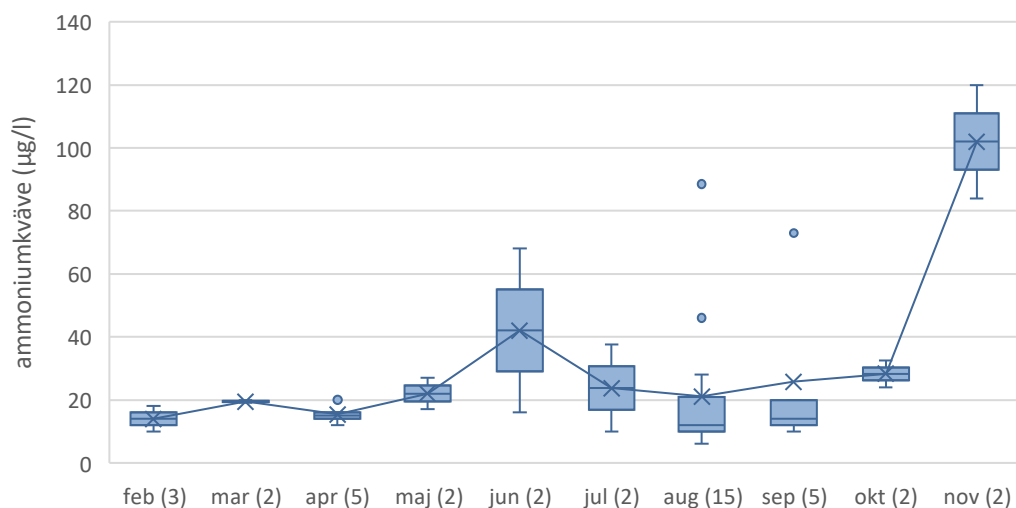
Vattentemperaturen var föga förvånande högst under sommaren och noterades till som högst 23°C i augusti (Figur 3). Ammoniumkväve uppmättes generellt i låga halter, kring 20 µg/l eller därunder, och låg under sommaren ofta under rapporteringsgränsen (<10 µg/l) som en effekt av växtplanktonupptag (Figur 4). I november var halterna tydligt förhöjda till följd av att ammonium som frisatts genom mineralisering i sedimenten och ackumulerats i bottenvattnet under sommarens skiktningstid blandades upp i hela vattenmassan i samband med höstcirkulation. De relativt höga halter som ses i juni förklaras av att skiktningen brutits upp år 2020 och att höga bottenvattenhalter fått genomslag i ytvattenskiktet.



Figur 2. pH-värde i ytvattenskiktet (0-4 m) vid mätstationer i Örlången feb-nov år 2020-2023. Siffran inom parentes anger antal data. Mätdata visas som boxplot där boxens övre och undre del anger den första (25%) respektive tredje (75%) kvartilen, strecket genom lådan visar medianvärdet, krysset medelvärde och spröten min- och maxvärde. Eventuella outliers visas med ring.



Figur 3. Vattentemperatur (°C) i ytvattenskiktet (0-4 m) vid mätstationer i Örlången feb-nov år 2020-2023. Siffran inom parentes anger antal data. Mätdata visas som boxplot där boxens övre och undre del anger den första (25%) respektive tredje (75%) kvartilen, strecket genom lådan visar medianvärdet, krysset medelvärde och spröten min- och maxvärde. Eventuella outliers visas med ring.



Figur 4. Ammoniumkvävehalt ( $\mu\text{g/l}$ ) i ytvattenskiktet (0-4 m) vid mätstationer i Östergötland feb-nov år 2020-2023. Siffran inom parentes anger antal data. Mätdata visas som boxplot där boxens övre och undre del anger den första (25%) respektive tredje (75%) kvartilen, strecket genom lådan visar medianvärdet, krysset medelvärde och spröten min- och maxvärde. Eventuella outliers visas med ring.

Med det underlag som beskrivs och illustreras ovan överskrider de beräknade ammoniakhalterna gränsvärdet för årsmedelhalt ( $1,0 \mu\text{g/l}$ ) i juni (Tabell 7). MKN för maximal tillåten halt ( $6,8 \mu\text{g/l}$ ) klaras för samtliga månader. Ammoniumhalter i recipienten som under dessa förhållanden kan tolereras utan överskridande av MKN för årsmedelhalt beräknades till 14-530  $\mu\text{g/l}$  med den högsta halten i februari och de lägsta under sommaren (Tabell 7). På motsvarande vis beräknades den acceptabla halten med hänsyn till MKN i recipienten för maximal tillåten koncentration till cirka 100-3600  $\mu\text{g/l}$ .

Tabell 7. Mätdata från Östergötlands ytvattenskikt (0-4 m) år 2020-2023 visas med övre datakvartilen (75:e percentilen). Ammoniakkvävehalt ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\mu\text{g/l}$ ) beräknades från pH, vattentemperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) och ammoniumkvävehalt ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\mu\text{g/l}$ ). Till höger visas beräknade ammoniumhalter som under dessa förhållanden kan tolereras utan att gränsvärden för årsmedel (MKN-AA) respektive maximal tillåten halt (MKN-MAC) överskrids. Gulmarkering indikerar halter över gränsvärdet för årsmedelhalt ( $1,0 \mu\text{g/l}$ ) och acceptabla halter lägre än mätdata. Mätdata saknas för januari och december.

Månad	Östergötland år 2020-2023				Acceptabel $\text{NH}_4\text{-N}$ ( $\mu\text{g/l}$ )	
	pH	Temp ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\text{NH}_4\text{-N}$ ( $\mu\text{g/l}$ )	$\text{NH}_3\text{-N}$ ( $\mu\text{g/l}$ )	MKN-AA	MKN-MAC
feb	7,3	1,7	16	0,03	531	3612
mar	7,5	4,0	20	0,08	261	1776
apr	7,7	8,5	16	0,13	122	828
maj	7,8	14,8	25	0,43	57	387
jun	8,3	20,1	55	3,84	14	97
jul	7,9	20,7	31	0,98	31	213
aug	7,8	20,8	21	0,54	39	264
sep	7,9	19,1	20	0,57	35	238
okt	7,8	13,8	30	0,44	68	465
nov	7,7	6,0	111	0,70	158	1075

Mot bakgrund av att Östergötlands ammoniumtolerans varierar över året beräknades acceptabel tolerans för ytterligare tillförsel av per månad.

Beräkningen baserades på att tillförd ammonium späds ut i hela Orångens sjöns ytvattenskikt (epi), definierat som de översta 0-4 m enligt indikationer i mätdata (2016-2023), samt på differensen mellan acceptabel ammoniumhalt och 75:e percentilen av mätdata 2020-2023 (Tabell 7, ovan). Ytvattenskiktet enligt denna definition motsvarar 70 procent av den totala sjövolymen om 12,3 Mm<sup>3</sup> (Myrica 2001). Som försiktighetsåtgärd tillämpades samma volym även månader då sjön vanligen är omblandad (apr, okt, nov). I övrigt baserades beräkningen på haltdifferenser enligt den princip som beskrivs ovan. Den volymbaserade beräkningen indikerar att toleransen för ytterligare ammoniumtillförsel uppgår till 4-30 ton i februari (Tabell 8). Under den enligt mätdata mest kritiska månaden juni är toleransen för ytterligare ammoniumpåslag noll med hänsyn till MKN årsmedelhalt (1,0 µg/l). Eftersom MKN avser medelvärden över ett år kan viss tillförsel tillåtas även denna månad; enligt beräkningen 365 kg utan överskridande av MKN för maximal tillåten koncentration (6,8 µg/l). Utfallet ger en fingervisning om hur stora mängder som kan tillföras enskilda månader, förutsatt fullständig omblandning i Orångens ytvattenskikt. Angivna mängder kan inte summeras till årstolerans.

Tabell 8. Orångens tolerans för ytterligare tillförsel av ammoniumkväve (kg) baserat på utspädning i sjöns ytvattenskikt (epi), definierat som de översta 0-4 m; volym 8,6 Mm<sup>3</sup> (Myrica 2001), och differensen mellan acceptabel ammoniumhalt och 75:e percentilen av mätdata 2020-2023. Beräkningen avser de mängder ammonium (NH<sub>4</sub>-N, kg) som kan tillföras utan att överskrida gränsvärden för ammoniak (NH<sub>3</sub>-N), avseende årsmedel (MKN-AA) respektive maximal tillåten halt (MKN-MAC). I juni kan ingen ytterligare ammoniumtillförsel ske med hänsyn till gränsvärdet för MKN-AA (1,0 µg/l) denna enskilda månad. Eftersom MKN avser årsmedelhalt är ytterligare tillförsel dock möjlig upp till gränsen för MKN-MAC (6,8 µg/l). Mängderna avser tillförsel enskilda månader och kan inte summeras. Värdena har inte avrundats men bör ses som mycket ungefärliga. Mätdata saknas för januari och december varför inga mängder anges för dessa månader.

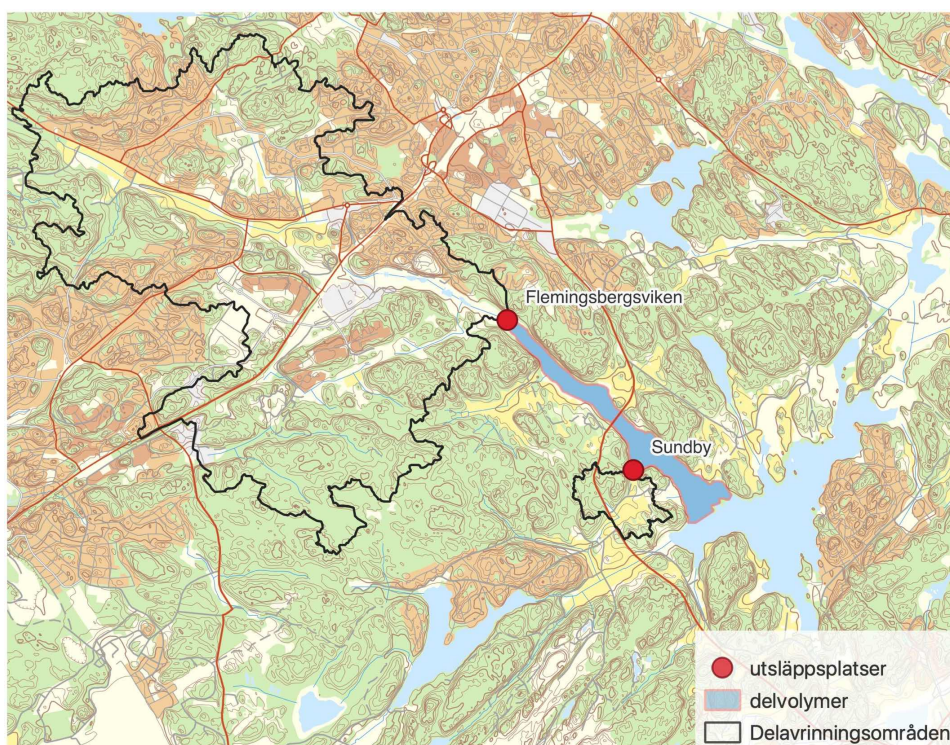
Månad	NH <sub>4</sub> -N (kg)	
	MKN-AA	MKN-MAC
feb	4435	30959
mar	2078	15117
apr	911	6991
maj	279	3120
jun	-	365
jul	6,1	1571
aug	153	2089
sep	130	1879
okt	328	3744
nov	406	8304

En beräkning utfördes också för att spegla vilka ammoniakhalter som kan väntas bli resultatet av den tillförsel som planeras i samband med byggarbeten. Samtliga uppgifter om den planerade verksamheten lämnades av Fredrik Kronfeldt, Trafikverket (mail 2024-03-12).

Tillförsel planeras ske med utsläpp till Flemingsbergsvikens inre del där ett vattendrag mynnar till viken, samt till området vid Sundby (Figur 5). Som maximala mängder (worst case-scenario) anger Trafikverket en månatlig tillförsel av 23,4 kg ammoniumkväve och ett flöde av 4500 m<sup>3</sup>, till lika delar fördelat till de båda utsläppspunkterna.

Tillrinningsområdet för utsläppspunkten Flemingsbergsviken uppgår till 13,0 km<sup>2</sup> (SMHI), och för Sundby till 0,56 km<sup>2</sup>, enligt avgränsning definierad med hjälp av Scalgo. Flöde för tillrinningsområdet till Flemingsbergsviken hämtades via SMHI, och beräknades för Sundby genom arealsproportionering.

Utspädning av tillförda ammoniummängder antas ske i hela vattenvolymen i det område som för utsläppspunkten Flemingsbergsviken sträcker sig från vikens inre del till Lännavägen (väg 259), och för Sundby i den del av viken som åt nordväst avgränsas av Lännavägen och åt sydost av vikens mynning, i höjd med Balingstaholmen och Sundbyholmen (Figur 5). Med ledning av sjöns djupkarta skattades de båda områdenas medeldjup till 2 respektive 4 m, något som gav en total volym av 0,6 Mm<sup>3</sup> för vikens inre del och 1,9 Mm<sup>3</sup> för den yttre.



Figur 5. Planerade utsläppspunkter för länshållningsvatten med tillrinningsområden. Utspädning antas ske i hela vattenvolymen i det område som för utsläppspunkten Flemingsbergsviken sträcker sig från vikens inre del till Lännavägen (väg 259), och för Sundby i den del av viken som åt nordväst avgränsas av Lännavägen och åt sydost av vikens mynning, i höjd med Balingstaholmen och Sundbyholmen.

**För utsläppspunkt Flemingsbergsviken** beräknades resulterande kvävehalter i det vattendrag/dike som mynnar till viken nedströms Flemingsbergs våtmarksanläggning (Tabell 9). Mätdata avser utloppet ur anläggningens nedre damm 2020-2022, och halter och flöden avser den högsta tillförsel Trafikverket anger enligt ovan. Påslaget efter planerad högsta tillförsel motsvarar 13-82 procent av den totala ammoniumhalten. Temperatur och pH-värden saknas i mätdata och ammoniakkvävehalter beräknades baserat på mätdata enligt ovan (Tabell 7). För januari och december saknas mätdata (gråmarkerat, Tabell 9), och förhållandena antogs då vara desamma som i februari respektive november. Beräkningarna indikerar att ammoniakkvävehalterna i tillrinnande vattendrag, vid utsläppspunkten, överskrider 6,8 µg/l i juni och juli i samband med låga flöden, samt att årsmedel sett som både aritmetiskt och geometriskt medelvärde och median, överskrider 1,0 µg/l (gulmarkerat, Tabell 9).

Ammonium- och ammoniakkvävehalt i recipienten Flemingsbergsviken efter tillförsel av länshållningsvatten beräknades med hänsyn till mätdata för Ornlången (2020-2023) och med antaganden enligt ovan. En månadsvis beräkning indikerar att MKN för årsmedelhalt överskrids sett som aritmetiskt medelvärde, detta till följd av en förhöjd halt i juni. MKN för årsmedelhalt klaras dock då beräkningarna baseras på geometriskt medelvärde eller medianvärde, i enlighet med de principer som tillämpas av Länsstyrelsen i Stockholms län. Beräkningarna pekar på att MKN för maximal tillåten koncentration klaras för samtliga månader.

Motsvarande beräkning av utfördes också under antagandet att tillförd ammonium ackumuleras i recipienten perioden januari-mars samt oktober-december. För den första perioden antogs att hela mängden från föregående månad kvarstod till nästa, och för den senare att hälften av den tillförda mängden låg kvar. För övriga månader, april-september, antogs att tillförd ammoniumkväve förbrukats till nästkommande månad genom upptag av fotosyntetiserande organismer och/eller genom nitrifikation. Antagandet baserades delvis på månadsvisa mätdata från Vallentunasjön 2009-2019. Beräkningarna för Ornlången indikerar även i detta fall att MKN för årsmedelhalt överskrids sett som aritmetiskt medelvärde till följd av en förhöjd halt i juni, samt att MKN för årsmedelhalt klaras om bedömningen baseras på geometriskt medelvärde eller medianvärde.

Tabell 9. Beräknade effekter av ammoniumtillförsel vid utsläppspunkt Flemingsbergsviken. Till vänster visas flöden i det vattendrag som mynnar till viken (Mm<sup>3</sup>, 2013-2022), vattendragets ammoniumkvävehalter (µg/l) efter den högsta



tillförsel Trafikverket anger (worst case-scenario), tillförselns andel av vattendragets totala ammoniumkvävehalt (TRV %) och resulterande ammoniakkvävehalter ( $\mu\text{g/l}$ ). Under recipient visas resulterande ammonium- och ammoniakhalter i Flemingsbergsviken. Till höger visas motsvarande uppgifter beräknade under antagandet att ammoniumkväve ackumuleras i recipienten under jan-mar samt okt-dec. Gråmarkering indikerar att mätdata för recipienten saknas och har antagits vara densamma som närliggande månad. Gulmarkering indikerar överskridande av MKN.

Månad	Utsläppspunkt Flemingsbergsviken				Recipient		Recipient, ackumulering	
	MQ	NH4-N	TRV	NH3-N	NH4-N	NH3-N	NH4-N	NH3-N
	Mm3	$\mu\text{g/l}$	%	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
jan	0,42	139	20	0,26	35	0,07	35	0,07
feb	0,47	129	19	0,24	35	0,07	54	0,10
mar	0,33	111	32	0,42	39	0,15	77	0,30
apr	0,20	109	53	0,89	35	0,29	35	0,29
maj	0,14	130	64	2,3	44	0,77	44	0,77
jun	0,09	183	75	13	74	5,2	74	5,2
jul	0,06	322	64	10	50	1,6	50	1,6
aug	0,08	195	74	5,0	40	1,0	40	1,0
sep	0,10	149	82	4,2	39	1,1	39	1,1
okt	0,20	260	22	3,8	50	0,72	59	0,86
nov	0,33	143	25	0,90	130	0,82	145	0,91
dec	0,46	199	13	1,26	130	0,82	166	1,1
medel				3,5		1,1		1,1
geomedel				1,7		0,54		0,62
median				1,8		0,80		0,89
max				13		5,2		5,2

**För utsläppspunkt Sundby** beräknades kvävehalterna baserat på flödet i punktens tillrinningsområde med påslag för de flöden som anges av Trafikverket. Beräkningarna utfördes i övrigt på samma vis som ovan. Beräkningarna indikerar att ammoniakkvävehalterna i utloppspunkten överskrider  $6,8 \mu\text{g/l}$  under perioden maj-oktober, samt att även  $1,0 \mu\text{g/l}$  överskrids (Tabell 10). Det ska understrykas att data representerar en tilltänt utsläppspunkt, och inte något naturligt vatten.

Ammonium- och ammoniakkvävehalt i recipienten yttre Flemingsbergsviken efter tillförsel av länshållningsvatten beräknades enligt samma princip som ovan, med hänsyn till mätdata för Orlången (2020-2023), samt utan och med antagande om ackumulering under höst-vinter. Beräkningarna indikerar att MKN för årsmedelhalt klaras, liksom även MKN för maximal tillåten koncentration.

Tabell 10. Beräknade effekter av ammoniumtillförsel vid utsläppspunkt Sundby. Till vänster visas flöden från tillrinningsområdet (Mm3, 2013-2022), ammoniumkvävehalter ( $\mu\text{g/l}$ ) efter den högsta tillförsel Trafikverket anger (worst case-scenario), samt resulterande ammoniakkvävehalter ( $\mu\text{g/l}$ ). Under recipient visas resulterande ammonium- och ammoniakhalter i den yttre delen av Flemingsbergsviken. Till höger visas motsvarande uppgifter beräknade under antagandet att ammoniumkväve ackumuleras i recipienten under jan-mar samt okt-dec. Gråmarkering indikerar att mätdata för recipienten saknas och har antagits vara densamma som närliggande månad. Gulmarkering indikerar överskridande av MKN.

Månad	Utsläppspunkt Sundby			Recipient		Recipient, ackumulering	
	MQ Mm3	NH4-N $\mu\text{g/l}$	NH3-N $\mu\text{g/l}$	NH4-N $\mu\text{g/l}$	NH3-N $\mu\text{g/l}$	NH4-N $\mu\text{g/l}$	NH3-N $\mu\text{g/l}$
jan	0,02	530	1,0	22	0,04	22	0,04
feb	0,02	553	1,0	22	0,04	28	0,05
mar	0,02	561	2,1	26	0,10	38	0,14
apr	0,02	773	6,4	22	0,18	22	0,18
maj	0,01	1170	21	31	0,54	31	0,54
jun	0,01	1518	106	61	4,26	61	4,26
jul	0,00	2461	79	37	1,17	37	1,17
aug	0,00	3119	80	27	0,70	27	0,70
sep	0,00	2938	84	26	0,74	26	0,74
okt	0,01	1658	24	36	0,53	39	0,58
nov	0,01	1056	6,7	117	0,74	122	0,77
dec	0,02	587	3,7	117	0,74	128	0,81
medel			35		0,82		0,83
geomedel			12		0,39		0,42
median			14		0,62		0,64
max			106		4,3		4,3

## Osäkerheter och rekommendationer

Skattningarna av kvävetolerans som redovisas ovan baserar sig på de vattenkemiska förhållanden som rådde åren efter genomförd aluminiumbehandling (2020-2023). Dataunderlaget är begränsat och omfattar för flertalet av månaderna enbart två år samt data från två stationer, något som medför en osäkerhet i bedömningarna. Även om dataunderlaget pekar på att relativt stora ammoniummängder kan tillföras i april är det fullt möjligt att väderbetingelser och skiktningförhållanden under kommande vårar skulle innebära att MKN överskrids även utan ytterligare extern kvävepåverkan. En sådan situation skulle kunna uppstå till följd av varmt och soligt väder i samband med vårcirkulation, då fosfor- och kväverikt bottenvatten tillgängliggörs i ytvattenskiktet och driver en kraftfull, pH-höjande fotosyntes.

Skattningarna av kvävetolerans förutsätter att tillförda mängder späds ut i tillrinnande volymer eller ytvattenskiktet, beroende på beräkningsmetod. Högst sannolikt sker tillförseln på så vis att en haltplym bildas, med ofullständig omblandning och betydligt högre halter närmast utsläppspunkten.

Beräkningarna tar endast delvis hänsyn till effekten av växtplanktonupptag eller kväveomvandling via nitrifikation och denitrifikation. Upptaget av ammonium i växtplankton kan i synnerhet under sensår och sommar väntas vara snabbt så länge växttillgänglig fosfor finns att tillgå. Nitrifikationsprocesser, genom vilka ammonium omvandlas till nitrat, gynnas av hög temperatur och god syretillgång. Under den varma årstiden är det rimligt att anta att ammoniumhalter i Ornlången reduceras påtagligt inom en period av några dagar som en summaeffekt av upptag av fotosyntetiserande organismer och genom nitrifikation.

Som grundprincip bör ytterligare ammoniumtillförsel till Ornlången betraktas restriktivt vid pH-värden över 8 eftersom det då finns en risk för höga ammoniakhalter och överskridande av MKN för maximal tillåten koncentration. Utredningen pekar dock mot att MKN för maximal tillåten koncentration klaras även under sommaren vid höga pH-värden (pH 8,3) och hög temperatur, räknat på de ammoniummängder som enligt Trafikverket kan komma att tillföras i ett worst case-scenario.

## Referenser

Havs- och vattenmyndighetens författningssamling. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25.

Tyréns. 2021. Fosforfällning i Ornlången. Koncept 2022-10-07.

### Övriga källor:

Myrica. 2001. Djupkarta över Ornlången.

SLU, Miljödata MVM <https://miljodata.slu.se/mvm/>

SMHI vattenwebb <https://vattenwebb.smhi.se/svarwebb/>

### Personlig kommunikation:

Jonas Hagström, Länsstyrelsen i Stockholms län

Kristin Lundvall, Huddinge kommun

# Bilaga 1

Tabell 1. Nitratkvävehalt ( $\mu\text{g/l}$ ) vid mätstationer i Orången 2016-2023. Grönmarkering indikerar god ekologisk status, gulmarkering måttlig ekologisk status. Klassificeringen gjordes mot gränsvärden för årsmedelhalt (2200  $\mu\text{g/l}$ ) respektive maximal tillåten halt (11000  $\mu\text{g/l}$ ) enligt HVMFS 2019:25.

År	Månad	Orlången	Vidja	Sundby	Flemingsberg	Karlsborg	Medel	
2016	3		290	210	63		188	
	8	3	10	10	10		8	
2017	3		160	220	10		130	
	8	3	10	10	10		8	
2018	3		620		390		505	
	8	4	10	10	10		9	
2019	3		360	290			325	
	4					110	110	
	5					10	10	
	6					10	10	
	7					10	10	
	8	1	10	10	10	10	8	
	9					11	11	
	10					10	10	
	11					10	10	
	2020	4					520	520
		5					455	455
6						275	275	
7						18	18	
8		1				10	6	
9			10	10	10	10	10	
10						10	10	
11						67	67	
2021	4		620	640	120		460	
	8	1	10	10	24		11	
2022	2		270	240	250		253	
	8	1	10	10	10		8	
2023	3		230	160			195	
	4					387	387	
	5					193	193	
	6					62	62	
	7					51	51	
	8	1	10	10	10	51	16	
	9					51	51	
	10					51	51	
	11					78	78	
	Median 2019							10
	Medel 2019							56
Geomedel 2019							19	
Max 2016-2019							620	
Median 2020, 2023							52	
Medel 2020, 2023							145	
Geomedel 2020, 2023							64	
Max 2020-2023							640	

Tabell 2. Ammoniakkvävehalt ( $\mu\text{g/l}$ ) beräknad från mätdata för temperatur, pH och ammoniumkvävehalt vid mätstationer i Ornlången perioden 2016-2019 samt 2020-2023 (efter aluminiumbehandling av sediment). Grönmarkering indikerar god ekologisk status, gulmarkering måttlig ekologisk status. Klassificeringen gjordes mot gränsvärden för årsmedelhalt ( $1,0 \mu\text{g/l}$ ) respektive maximal tillåten halt ( $6,8 \mu\text{g/l}$ ) enligt HVMFS 2019:25.

År	Månad	Ornlången	Vidja	Sundby	Flemingsberg	Karlsborg	Medel	
2016	3		0,61	0,21	2,77		1,20	
	8	0,39	7,95	5,01	0,63		3,50	
2017	3		0,29	0,05	0,28		0,21	
	8	2,11	7,5	13,7	2,55		6,48	
2018	3		0,05		0,01		0,03	
	8	0,34	0,75	0,93	0,47		0,62	
2019	3		0,03	0,08			0,05	
	4					0,27	0,27	
	5					0,23	0,23	
	6					0,21	0,21	
	7					0,45	0,45	
	8	0,28		0,48	0,25	1,35	0,59	
	9					0,45	0,45	
	10					0,08	0,08	
	11					0,11	0,11	
	2020	4					0,14	0,14
		5					0,10	0,10
6						1,05	1,05	
7						0,87	0,87	
8		0,35				0,80	0,58	
9			1,03	0,18	0,07	0,24	0,38	
10						0,31	0,31	
11						0,80	0,80	
2021	4		0,11	0,12	0,13		0,12	
	8	0,32	0,22	0,21	0,05		0,20	
2022	2		0,03	0,02	0,01		0,02	
	8	0,24	1,11	0,67	0,16		0,55	
2023	3		0,02	0,11			0,07	
	4					0,08	0,08	
	5					0,48	0,48	
	6					1,19	1,19	
	7					0,33	0,33	
	8	0,16	0,29	0,19	0,05	0,34	0,21	
	9					0,28	0,28	
	10					0,33	0,33	
	11					0,45	0,45	
	Median 2019							0,23
	Medel 2019							0,27
Geomedel 2019							0,21	
Max 2016-2019							13,7	
Median 2020, 2023							0,40	
Medel 2020, 2023							0,45	
Geomedel 2020, 2023							0,33	
Max 2020-2023							1,19	