



# MILJÖRAPPORT 2020

Nacka vatten och avfall AB

Ledningsnät

*Nacka 2021-03-30*

*Nacka vatten och avfall AB* 📄 131 81 Nacka 📞 08-718 90 00

## Miljörapport år 2020

<b>Verksamhetsbeskrivning</b>	<b>3</b>
Verksamhetsområde	3
Lagkrav på verksamheten	4
<b>Resultat 2020</b>	<b>4</b>
Bräddningar på ledningsnätet	4
<i>Bräddningar till följd av höga flöden</i>	4
<i>Bräddningar till följd av planerade åtgärder</i>	5
<b>Betydande åtgärder</b>	<b>5</b>
Genomförda renoveringar på pumpstationer	5
Genomförda åtgärder på ledningsnät	5
Övrigt	5
<b>Undertecknande</b>	<b>6</b>

## Verksamhetsbeskrivning

Bolaget är huvudman för den allmänna vatten- och avloppsanläggningen i Nacka kommun och har som sådan att följa bestämmelserna i lagen (2006:412) om allmänna vattentjänster.

Avdelningen VA ansvarar för det strategiska och operativa, i syfte att fullgöra VA-huvudmannens ansvar enligt vattentjänstlagen och andra interna och externa intressenter. Inom avdelningen samlas grupperna VA-stöd, Miljö- och dagvatten, Investering, Bygg, Underhåll, Anläggning och Ledningsnät. Inom VA-stöd finns VA-handläggare, mättekniker och VA-statistik.

Bortledning av avloppsvatten från Nacka sker till Stockholm vatten och avfall och till Käppalaförbundet.

VD för Nacka vatten och avfall AB har under 2020 varit Mats Rostö.

Verksamhetsansvarig har varit chef för va-avdelningen John Glimtoft.

Ansvarig för pumpstationer har varit gruppchef Anläggningar, Mats Jansson, och ansvarig för ledningsnät har varit gruppchef Ledningsnät, Jörgen Ekman.

Ansvarig för rapportering av resultat och kontakter med myndigheter var Miljö och dagvattengruppen, gruppchef/bitr. VA-chef Katarina Tano.

## Verksamhetsområde

Nackas spillvattennät bortleder spillvatten från större delen av Nacka kommuns bebyggelse.

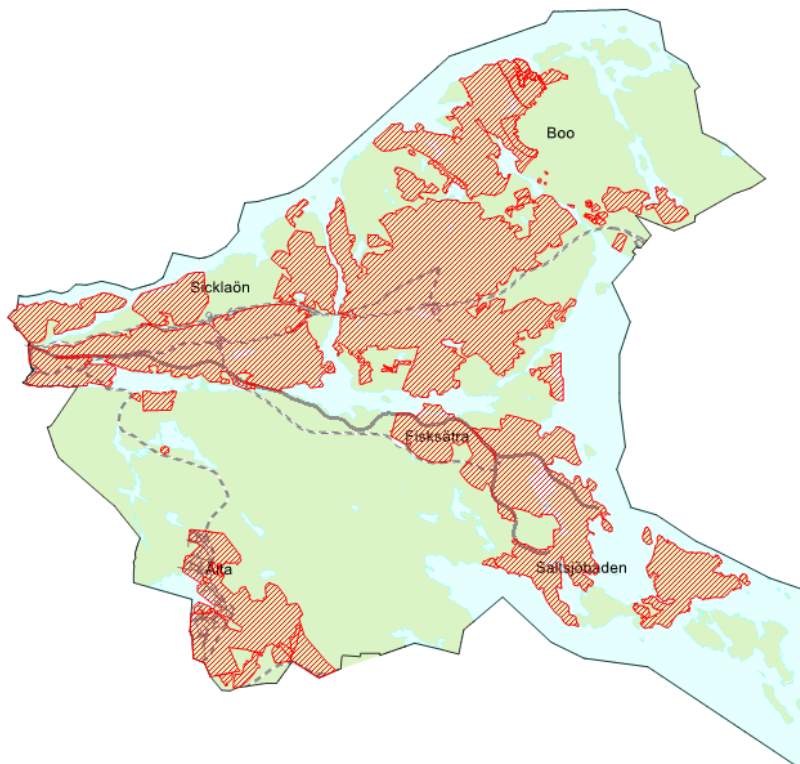


Bild 1. Verksamhetsområde kommunalt avlopp.

Antal anslutna personer till kommunalt avlopp är ca 105 000 st.

## Lagkrav på verksamheten

Från år 2017 gäller krav att lämna miljörapport även för kommuner med enbart ledningsnät. Nacka vatten och avfall AB är därmed enligt Naturvårdsverket föreskrifter 2016:8 - *Föreskrifter om miljörapport*, skyldiga att lämna in miljörapport. Det är obligatoriskt att rapportera in plats för bräddning, totalt antal bräddningar samt totalt bräddad volym. Uppgifterna ska rapporteras in till Svenska miljörapporteringsportalen (smp). Miljörapporten ska lämnas in årligen senast den 31 mars.

Tillsynsmyndighet är Miljöenheten på Nacka kommun.

## Resultat 2020

### Bräddningar på ledningsnätet

Under år 2020 bräddade sex pumpstationer vid fyra tillfällen. Total bräddad volym uppgick till ca 2 400 m<sup>3</sup>. Största delen (ca. 1 300 m<sup>3</sup>) kom från SPU 210, Strandpromenaden Saltsjö-Duvnäs i samband med skyfallsliknande regn. Karta över bräddpunkter hittas i bilaga 1.

Största delen bräddad volym, nästan 2/3 av total volym, skedde i form av strategiskt styrd bräddning i samband med ett skyfall på för att förhindra översvämning på en arbetsplats. Som följd bräddades vid fyra pumpstationer uppströms arbetsplatsen för att minska flödet nedströms.

I övrigt var 2020 ett år utan kraftig nederbörd, vilket innebar mindre belastning i form av inläckage på ledningsnätet.

Det bräddade avloppsvattnet består vid kraftig nederbörd mestadels av tillskottsvatten såsom regn och andelen spillvatten i bräddningarna 2020 uppskattas till ca 30 %. Beräkningar grundas på Svenskt vatten, SVU rapport 2014:1.

År 2019 bräddades till Bastusjön i samband med stopp i spillvattenförande ledning på grund av en fettpropp. En separat utredning är genomförd och delgiven tillsynsmyndigheten. Nacka vatten och avfall genomförde syresättning av sjön fram till sommaren 2020, när syrenivån bedömdes som återställd. Provtagningar genomfördes i sjön återkommande under samma period. Inga ytterligare åtgärder har under 2020 genomförts i Bastusjön, men det har tillsammans med miljöenheten diskuterats behovet av att genomföra fällning av fosfor i Bastusjön. Nacka vatten och avfall har löpande kontroll av den överkoppling på ledningsnätet som orsakade bräddningen inför genomförandet av permanenta åtgärder. Utredningen som helhet finns med som bilaga 2.

### **Bräddningar till följd av höga flöden**

Stationen vid strandpromenaden i Saltsjö-Duvnäs (SPU 172) bräddade i samband med kraftigt regn inklusive inläckage på ledningsnätet, där pumparna inte klarade flödet.

Vid ett tillfällen genomfördes strategiska bräddningar på fyra pumpstationer uppströms Sickla; Vid Nacka Strand, Storängen, Saltängen och i Skuru. Dessa bräddningar genomfördes för att avlasta nedströms ledningar i Sickla för att förhindra en arbetsplatsolycka på grund av översvämning i samband med ett större planerat ledningsarbete vid Nobelberget. Strategin som helhet ledde till att relativt små volymer behövde bräddas, och kunde dessutom styras till mindre känsliga recipienter.

#### **Bräddningar till följd av planerade åtgärder**

Porsmossens pumpstation (SPU 616) bräddade i september på grund av planerat ventilbyte i pumpstationen. Bräddning pågick i 40 minuter innan åtgärder slutförts.

## **Betydande åtgärder**

#### **Genomförda renoveringar på pumpstationer**

Under 2020 har både större renoveringar och ombyggnationer av avloppspumpstationerna skett, men även mindre åtgärder och pumpbyten. Nedan följer en liten sammanfattning kring vilka stationer som har åtgärdats:

SPU804 Sävstigen Ombyggnation av befintliga avloppspumpstation. Entreprenaden har pågått under större delen av 2020 och blir helt klar under februari/mars 2021.

SPU153 Storängen strandväg: Ombyggnation av befintlig avloppspumpstation. Entreprenaden utfördes under våren/sommaren och blev klar i mitten av augusti.

SPU174 Duvnäsudde: Mindre renovering i form av byte av rör, eftersom nya pumpar redan hade utförts under 2019.

SPU 616 Porsmossen: Injustering och ytterligare ”krattor” installerades i grovrenset för att minimera risken för stopp i Porsmossen och därmed också minskar risken för bräddningar genomfördes under 2020.

#### **Genomförda åtgärder på ledningsnät**

Under år 2020 har 1 200 meter ledningar lagts om vilket motsvarade en förnyelsetakt på knappt 0,3%.

I arbetet med syfte att hitta felkopplingar och på så sätt minska mängden tillskottsvatten till spillvattennätet har ca 3 500 meter ledningar röckts.

#### **Övrigt**

En entreprenör har upphandlats för genomförande av rökningar på ledningsnätet. För 2020 genomfördes utredning av ett delområde i Saltsjö-Duvnäs, resterande två etapper kommer att genomföras under 2021.

## Undertecknande

Nacka 2021-03-30

***Katarina Tano***

Bitr. va-chef/Gruppchef Miljö och dagvatten

***Mats Rostö***

VD Nacka vatten och avfall AB

## Karta utsläppspunkter för genomförda bräddningar 2020, NVOA

### Påverkade recipienter

Saltsjön

Järlasjön

Lännerstasunden

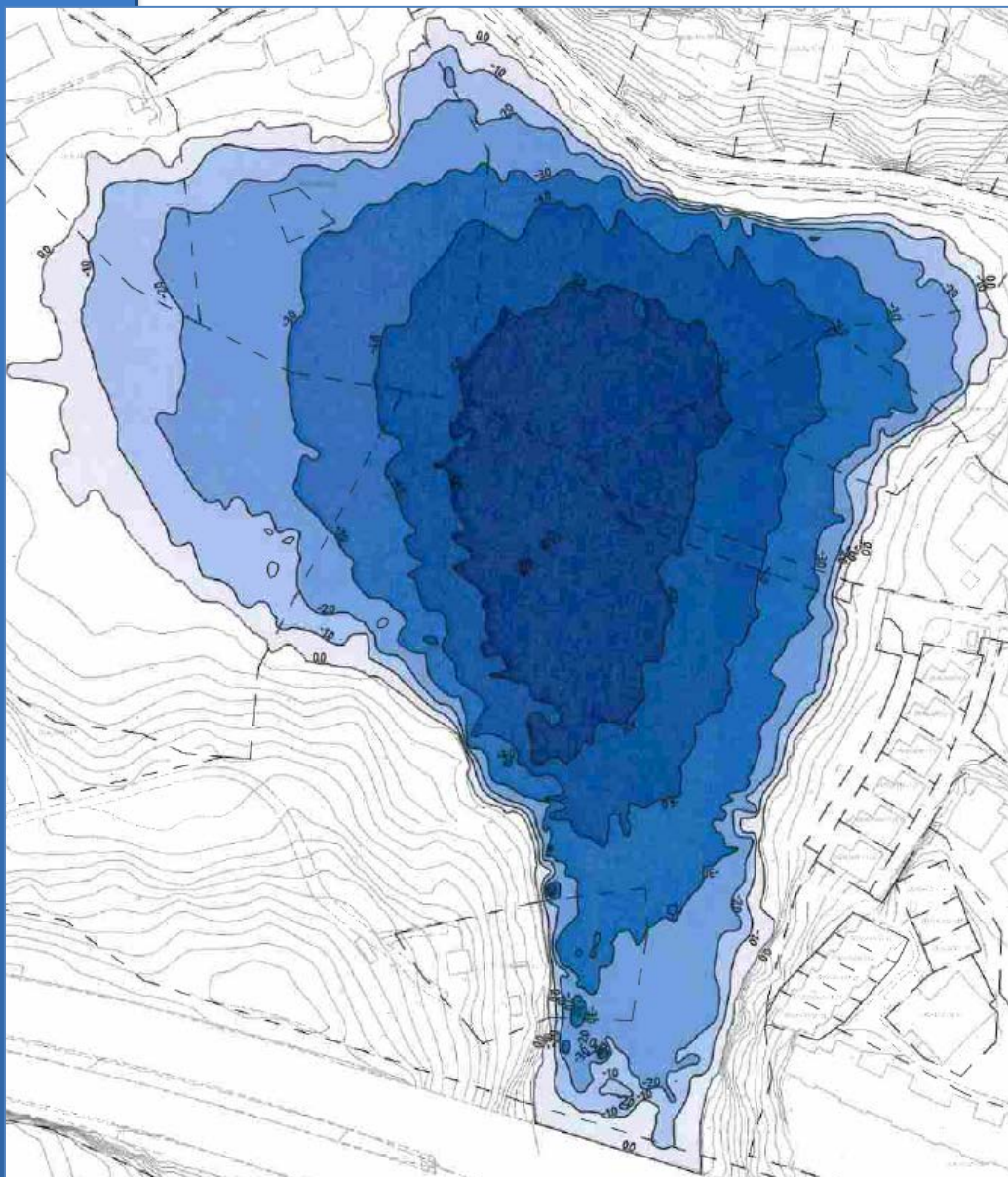
Skurusundet

Höggarnsfjärden



**ACKA  
ATTEN  
VFALL**

# Utvärdering av bräddning av spillvatten till Bastusjön



**NACKA  
VATTEN  
AVFALL**



**Svensk  
Ekologikonsult AB**

2020-03-25



# Rapport

## Utvärdering av bräddning av spillvatten till Bastusjön.

2020-03-25

### Beställare

#### Nacka vatten och avfall AB

Granitvägen 15  
131 81 Nacka

### Utförare

#### Svensk Ekologikonsult AB

[www.svenskekologi.se](http://www.svenskekologi.se)

Org nr. 556840-5889

Skallgångsbacken 4  
163 54 Spånga



### Författare

Fil Dr. Göran Samuelsson

073-9630097

[goran@svenskekologi.se](mailto:goran@svenskekologi.se)

Fil Dr. Erik Mörk

073-9820115

[erik@svenskekologi.se](mailto:erik@svenskekologi.se)

Fil Dr. Gustaf Lilliesköld Sjöö

070-4822953

[gustaf@svenskekologi.se](mailto:gustaf@svenskekologi.se)



## Sammanfattning

Den 12:e oktober 2019 rapporterades ett misstänkt utsläpp av spillvatten till Bastusjön i Nacka kommun. Vid inspektion upptäcktes att bräddning av regnutspätt spillvatten skett från en närbelägen brunn på grund av att fettavlagringar mer eller mindre hade satt igen den efterföljande ledningen mot pumpstation. Vattnet kunde inte föras vidare i systemet och bräddade därför längs en bräddningsledning som installerades under 1990-talet för att skydda närbelägna bostäder från översvämning. Allmänheten anmälde observation på sjön, så som bubblande och illaluktande vatten samt enstaka döda fiskar. Provtagningar av vattenkvaliteten uppvisade ett syrefritt vatten med extremt höga halter av näringsämnen fosfor och kväve, där bland annat ammoniumkvävehalterna var mycket höga. Insatser påbörjades omgående, bl.a. spolning av ledning, slamsugning av kasun och därefter planering för mekanisk syresättning av vattenkolumnen. Succesivt har vattenkvaliteten sedan insatserna påbörjades förbättrats och syrehalten i sjön är i dagsläget inte akut låg.

Bräddningarna bedöms ha inletts första veckan i augusti och sedan antagligen pågått pulsvis fram till den 12:e oktober. Det bräddade spillvattnet har haft möjlighet att döljas under språngskiktet för att sedan komma i dagen i samband med höstomblandningen, vilket gav intryck av att bräddningen skett just i samband med det tillfället.

Med utgångspunkt från data kring Bastusjön, pumpdata, uppmätta halter av fosfor, kväve, BOD7 och syrenivåer, samt schablonvärden för spillvatten, har omfattningen av de bräddade volymerna av spillvatten kunnat modelleras fram. Bräddningen uppskattas till sammanlagt 6 000 kbm spillvatten, vilket korresponderar till ca 12 000 kbm av ett genomsnittligt blandvatten i kommunens spillvattennät.

Det sammanlagda läckaget av fosfor och kväve beräknas ha uppgått till drygt 50 kg fosfor och drygt 400 kg kväve, vilket korresponderar till ett tillskott av 463 µg/l av fosfor och 3709 µg/l av kväve till Bastusjön. Detta motsvarar ett tillskott av 2 µg fosfor/l och 16,5 µ kväve/l beräknat på den efterföljande recipienten, vattenförekomsten Skurusundet, men i praktiken har tillskottet i halt troligen varit mindre eftersom det portioneras ut över en längre tid från Bastusjön. De största negativa effekterna är självklart kopplade till Bastusjön där hela sjöns vattenvolym var så gott som syrefritt där en stor påverkan på fisk blev uppenbar men där även en betydande del av bottenfaunan kan antas ha slagits ut.

Syresättningen har avhjälpt det akuta problemet med syrebrist i sjön men näringsbelastningen är fortfarande hög och eftersom sjöns omsättningstid är drygt 7 månader kvarstår effekten ännu en tid efter att felet avhjälpts. Den milda vintern utan istäcke har troligen varit lyckosamt eftersom det medfört att sjön har sluppit genomgå stratifiering med skiktning vilket troligtvis sker mer eller mindre regelmässigt under år med istäcke. Dock kan den ökade syresättningen eventuellt leda till att fosfor börjar lagras in i sedimentet, vilket senare kan läcka ut vid nästa tillfälle med syrebrist vilket antagligen sker under kommande sommarhalvår. För att snabba på minskningen av näringsämnen och syretärande ämnen och för att motverka omfattande inlagring av fosfor i sedimentet skulle man kunna överväga att tillföra stora mängder rent vatten. I förlängningen kan man även överväga att fälla fosfor med aluminium, för att permanent fastlägga överflödiga fosformängder.



# Innehåll

Sammanfattning .....	3
Introduktion .....	5
Material och metoder .....	6
Pumpstation SPU 226 och bräddningsledningen .....	6
Modell för beräkning av utsläppsmängder och miljöpåverkan .....	6
Ingångdata, data över ekologisk status och vattenomsättningstid .....	7
Resultat och diskussion .....	8
Bastusjön – bakgrundsdata samt resultat från provtagningar .....	8
Pumpvolym, nederbörd och tidslinje .....	12
Modellering av spillvatten och fysikalisk-kemiska variabler .....	18
Syrenivåer .....	18
Näringsämnen – fosfor och kväve .....	18
Sammanfattande analys av ingående och modellerade data .....	18
Bastusjöns status .....	19
Påverkan på recipienten Skurusundet .....	19
Slutsatser .....	21
Referenser .....	22



## Introduktion

Den 12:e oktober 2019 rapporterades misstänkta utsläpp av spillvatten till Bastusjön i Nacka kommun (Figur 1). Vid inspektion upptäcktes att bräddning av regnutspätt spillvatten skett från en brunn via en överkoppling från spillvattennätet till dagvattennätet. Det kunde ske på grund av att fettavlagringar mer eller mindre hade satt igen den efterföljande ledningen mot nästföljande pumpstation (SPU 226). Spillvattnet kunde inte föras vidare i systemet och bräddades för att skydda närbelägna bostäder från översvämning. Effekten på sjön var, enligt beskrivning, iögonfallande med bubblande och avloppsstinkande vatten samt fiskar som kippade efter syre längs strandkanterna. Provtagningar av vattenkvaliteten uppvisade ett syrefritt vatten med extremt höga halter av näringsämnen fosfor och kväve, där bland annat ammoniumkvävehalterna var mycket höga. Insatser sattes omgående in för att motverka de akuta effekterna, bland annat mekanisk syresättning av vattenkolumnen. Succesivt har vattenkvaliteten förbättrats och syrehalten i sjön är i dagsläget inte akut låg.

Larmsystemet i pumpstationen på den aktuella platsen är kopplad till pumparnas funktion och nivå i stationen. Eftersom bräddning av spillvatten inte orsakats av pumphaveri har inget larm utlöst trots att flödesmätare för bräddledning finns, och information om den totala vattenvolymen som bräddat saknas därmed. Syftet med denna utvärdering var att beräkna de volymer av spillvatten som krävts för att skapa den situation och de halter av kemiska ämnen som uppmättes i oktober 2019, tillsammans med de förhöjda halterna från provresultaten i augusti, samt att diskutera vilka typer av kortsiktiga och långsiktiga åtgärder som är rimliga.

Vidare diskuteras kring de ekologiska effekterna av bräddningarna på Bastusjön, och även på Skurusundet som är den efterföljande recipienten från Bastusjön.



Figur 1. Bastusjön (karta från VISS).

## Material och metoder

Inledningsvis presenteras recipienten Bastusjön med de omgivande omständigheterna inklusive data från den aktuella pumpstationen. Data kring recipientens kemiska och fysikaliska situation redovisas tillsammans med dess ekologiska status. Resultatet från datasammanställningen, tillsammans med schablonvärden av spillvattensammansättning, används sedan som ingångsvärden vid den efterföljande modelleringen för att fastställa volymen av det bräddade vattnet. Vidare utvärdering diskuterar halterna av föroreningar och dess effekter på recipienten.

Avslutningsvis kommer Skurusundet, som sekundärt mottager bräddvattnet, också att beröras.

### Pumpstation SPU 226 och bräddningsledningen

Bräddning av spillvatten har skett från en bräddledning som installerades under 1990-talet för att skydda närbelägna bostäder från översvämning. Bräddledningen utgår från en brunn i ledningsnätet uppströms pumpstation SPU 226, och ligger på en högre nivå än ledningen som leder till pumpstationen. Ledningen som passivt leder vatten från brunnen till pumpstationen hade successivt börjat igensättas med fettavlagringar inuti ledningen (fett från matlagning i hushåll är generellt ett stort problem i ledningsnätet), vilket kontinuerligt reducerat dimensionen tills denna inte varit tillräckligt för att föra vidare de mängder av vatten som kommit i ledningen. Larmsystem i pumpstation på den aktuella platsen är kopplade till pumparnas funktion och eftersom bräddning av spillvatten inte orsakats av pumphaveri utlöstes inget larm. Bräddningen av spillvatten uppdagades den 12 oktober 2019 då det tidigare rapporterats av närboende att sjön stank och att det bubblade i vatten, samt fiskar som kippade efter syre. Dagvattenledningen som spillvattnet bräddat genom mynnar någon meter ut i vattnet på ungefär 0,5-1 meters djup beroende på vattenytans höjd. Data över pumpvolymerna från pumpstationen har erhållits från Nacka Vatten och Avfall, NVOA.

För föroreningsinnehåll i spillvatten har schablonmässiga halter använts (Naturvårdsverket 1995) vilket även jämförts med data från NVOA.

### Modell för beräkning av utsläppsmängder och miljöpåverkan

För att beräkna utsläppsmängderna av de kemiska föroreningarna har en modifierad variant av den beräkningsmodell som presenteras av Lännergren (2013) använts. Grundmodellen har reviderats och utökats med bland annat vattenmassornas omsättningstid. Denna modell har utvecklats ytterligare för varje modellering.

I denna version inkluderar modellen följande komponenter: syreförbrukning, kväve, fosfor, till viss del även bakterier, samt volymerna av dels spillvattnet och dels de olika delarna av den mottagande vattenförekomsten. Under perioder med skiktat vatten har vattnet analyserats utifrån ytvatten och bottenvatten, medan sjön har betraktats som en enhetlig vattenmassa under de delar av året då vattnet antas vara omblandat. Modellen har i denna version på ett iterativt sätt använts baklänges eftersom ingående komponenterna som förväntats stoppas in i modellen, såsom mängd spillvatten, i detta fall är den okända variabel vars volym önskas besvaras, medan responsvariabler såsom kväve, fosfor, syre, och till viss del bakterier, finns beskrivet för olika tidpunkter efter att utsläpp skett.



Den primära syreförbrukningen består av nedbrytningen av syreförbrukande organiska ämnen (beräknade som BOD<sub>7</sub>) och oxiderbart kväve, medan den sekundära förbrukningen består av nedbrytning av alger som växt till på grund av näringstillförseln. Liksom i ursprungsmodellen används ett schablonvärde där 70 % av totalfosfor och totalkvävet är löst inorganiskt och tillgängligt för upptag i planktonalger, samt att syreförbrukningen av det lösta kvävet är 4,6 gånger kvävemängden. I ett fosforbegränsat system kan man beräkna att varje gram av den tillgängliga fosfor kan bidra till en algbiomassa innehållande 41 gram kol. I modellen antas det att 50 % av den tillgängliga fosfor landar på botten inbundet i alger som bryts ned och bidrar till syreåtgång. Vid beräkningar av den sekundära syreförbrukningen har siffran 2,67 gram använts som syreförbrukning för att konvertera 1 gram av det sedimenterade, alg-bundna kolet till koldioxid ( $2 \cdot \text{atomvikt syre} / \text{atomvikt kol} = 2 \cdot 16 / 12 = 2,67$ ).

Effekterna av utsläppen fokuserar på Bastusjön, men även för den efterföljande recipienten Skurusundet utförs enklare beräkningar. I utvärderingen av närsalterna kväve och fosfor samt för syrenivåerna modelleras utsläppen dels i relation till hela vattenmassan, från yta till botten, och dels i relation till en stratifierad situation med ett åtskiljande språngskikt där ytvatten och bottenvatten behandlas var för sig när så anses lämpligt.

### Ingångdata, data över ekologisk status och vattenomsättningstid

För modellen och beräkningsarbetet har schablonvärden för blandat spillvatten från Naturvårdsverket (NV 4425, 1995) använts (Tabell 1). Spillvattnet i spillvattennätet är regelmässigt utspädd med dagvatten och har därför normalt sett halter under schablonvärdena men eftersom dagvatteninnehållet gör att halterna varierar kraftigt är det bättre att utsläppsmängderna beräknas och beskrivs i relation till schablonvärdena.

Data kring Bastusjön samt vattenkemi har erhållits från Miljöenheten, Nacka kommun. Nederbördsdata har inhämtats från SHMI:s dataarkiv.

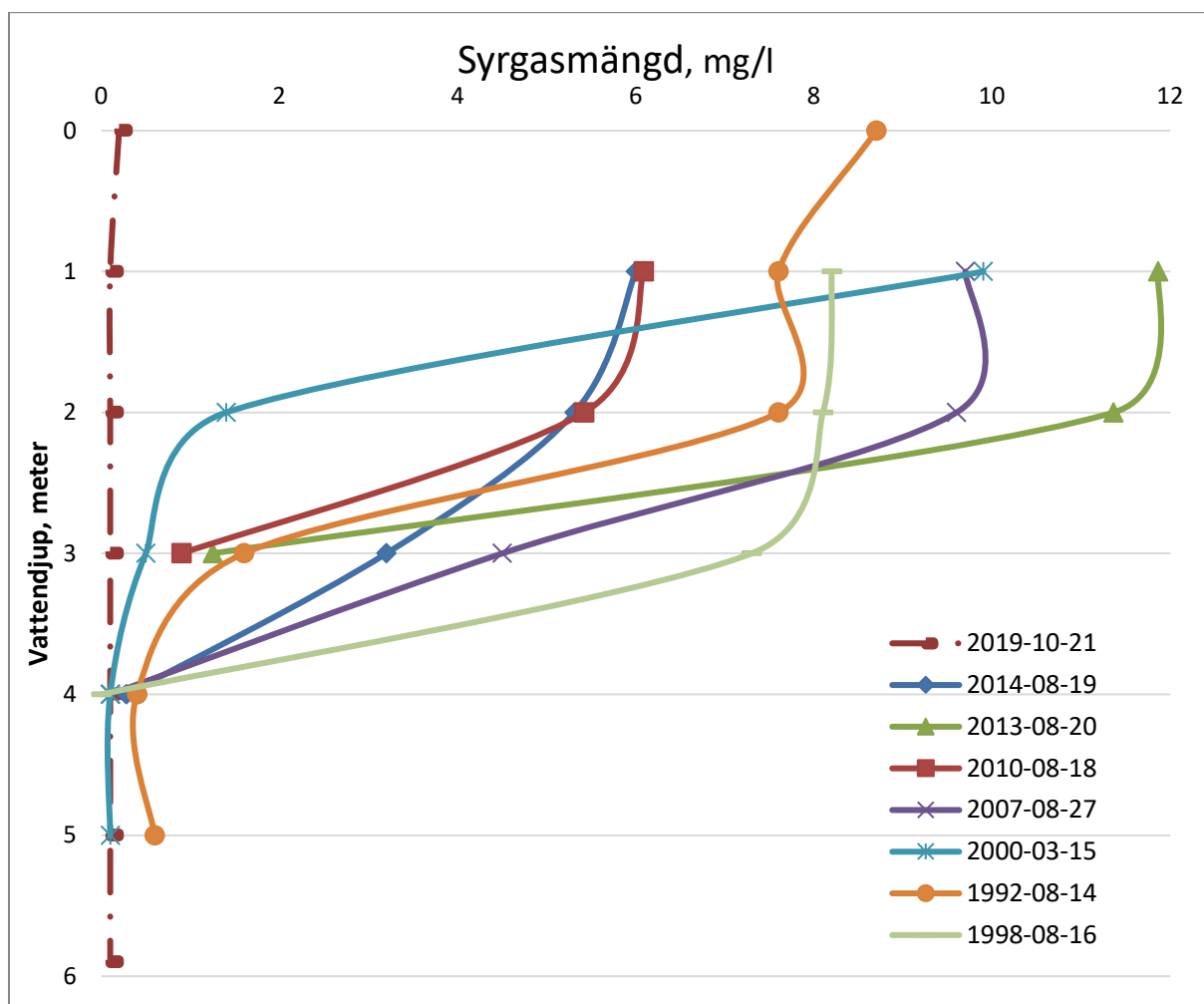
Tabell 1. Spillvattnets sammansättning.

	Spillvatten, NV 4425	Spillvatten Porsmossen
<b>BOD7</b>	240 mg/l	120 mg/l
<b>P-tot</b>	8,5 mg/l	5,9 mg/l
<b>N-tot</b>	68 mg/l	31 mg/l

## Resultat och diskussion

### Bastusjön – bakgrundsdata samt resultat från provtagningar

Bastusjön är ungefär 4 hektar stor, innehåller ca 110 000 m<sup>3</sup> vatten och är relativt grund med ett maximaldjup på ca 5,9 meter och ett medeldjup på ca 2,7-3 meter. Tillrinningsområdet som till stora delar är bebyggt och exploaterat bidrar med ett förorenat dagvatten till sjön. Sjön är sedan länge kraftigt övergödd med återkommande problem med syresättningen i sediment och bottenvatten över en stor del av sjöns botten (Figur 2).



**Figur 2.** Syrgasmätningar i Bastusjön. Observera mätningen den 2019-10-21 med kraftig syrgasbrist i hela vattenkolumnen efter påverkan från bräddat spillvatten.

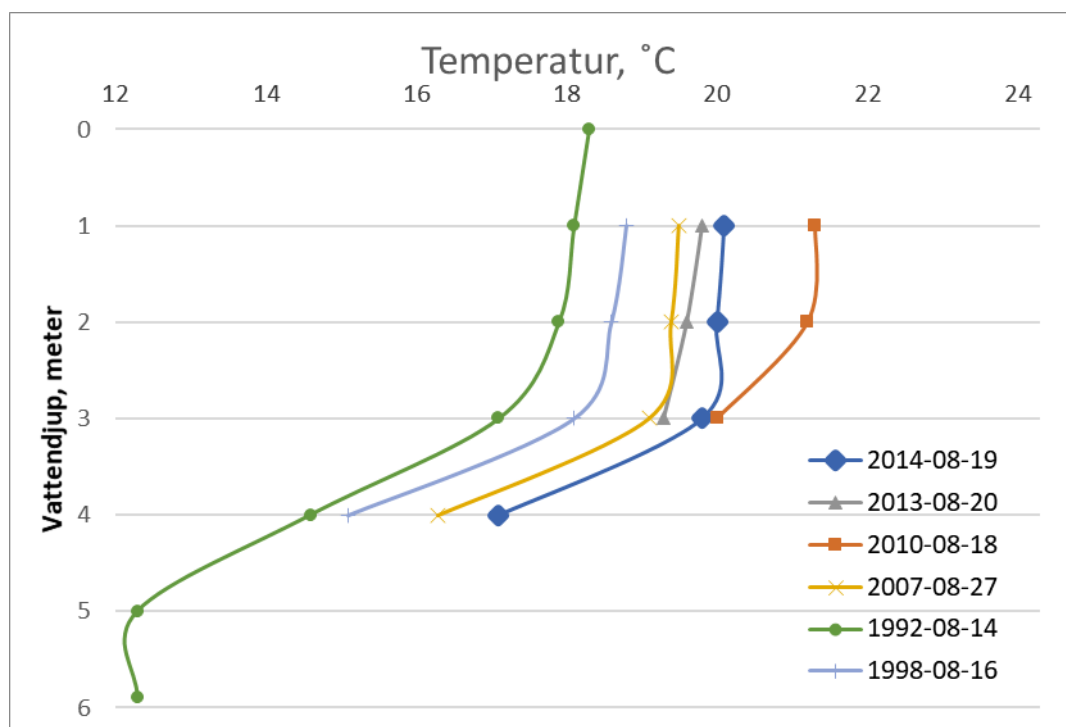
Siktdjupet är sällan mer än 1,5 m. Enligt Nacka kommuns egen bedömning har näringsinnehållet i sjön klassats till "mycket höga halter" av fosfor och "måttligt höga halter" av kväve. Näringsämnena tenderar dock stundtals att ha extremt höga respektive mycket höga halter (Tabell 2). Med tanke på den höga kvävehalten 2016 kan det eventuellt ha skett en bräddning även det året, men antagligen i mindre skala.



**Tabell 2. Resultat från vattenprovtagningar i Bastusjön (utförda under sommartid)**

			2015	2016	2017	2018	2019
<b>Fosfor, Tot</b>	µg/l	ytvatten	39	150	27	46	184
		bottenvatten	46		210	76	1013
<b>Kväve, Tot</b>	µg/l	ytvatten	530	7000	350	1100	1841
		bottenvatten	600		810	1000	7041
<b>Ammoniumkväve</b>	µg/l	ytvatten		16	10	<5	379
		bottenvatten			320	<5	3996
<b>Nitrat+nitrit-kväve</b>	µg/l	ytvatten	1,9	10	100	<5	29
		bottenvatten	1		100	<5	0,9
<b>Alkalinitet</b>	mekv/l	ytvatten	2,31	2	1,8	2	2
		bottenvatten	2,1		1,8	2	2,8
<b>pH</b>		ytvatten	7,7		7,8	8,2	8,1
		bottenvatten	7,4		7,1	7,5	7,04
<b>Konduktivitet</b>	mS/m	ytvatten	72	77	75	93,2	114
		bottenvatten	72		78	93,3	126

Syrgaskurvorna, temperaturkurvorna (Figur 3) och de stundtals stora skillnaderna i halterna av exempelvis näringsämnen i ytvatten jämfört med bottenvatten visar att sjön är skiktad med ett avgränsande språngskikt under sommaren och även vissa vintrar. Temperaturkurvorna indikerar att språngskiktet brukar ligga kring 3 meters djup. Det är svårt att sia om hur förhållandena i sjön hade varit ifall sjön inte hade haft den stora belastning av omkringliggande fastigheter, vägar och andra exploaterade ytor. Det är dock rimligt att anta att näringshalterna hade varit betydligt lägre, med mindre algproduktion, större siktdjup och bättre syresättning av vattnet.



**Figur 3. Vattentemperatur vid syrgasmätningar.**



Provtagningen den 27 augusti 2019 visade på extremt höga värden näringsämnen jämfört med tidigare år, vilket indikerar att bräddningen inletts redan innan detta tillfälle (Tabell 2). Inget bakterieprov finns för detta provtillfälle, men prov taget den 5:e augusti på badplatsen i Bastusjön indikerar ett opåverkat badvatten i början av augusti (E. coli < 1 CFU/100ml).

**Tabell 3.** Syrenivåer efter påbörjad syretillsättning, provtaget i sjöns mitt, (a.) på en nivå ungefär mitt i vattenkolumnen och (b.) vid botten. (DO – dissolved oxygen, löst syre).

a.	21-okt	11-nov	20-nov	04-dec	19-dec	08-jan	10-feb	11-mar	08-apr
DO [mg/l]	0,1	1,04	2,25	4,18	5,33	4,73	4,76	5,87	7,66
DO [%sat]	1	8,1		32,4	40,8	36,3	41,1	49,7	62,2
°C	9,4	4,7	6,2	4,2	4,4	3	4,6	5,6	7,5

b.	21-okt	11-nov	20-nov	04-dec	19-dec	08-jan	10-feb	11-mar	08-apr
DO[mg/L]	0,1	1,06	2,23	4,35	5,58	4,28	4,6	5,73	7,51
DO[%sat]	1	8,3		34,2	43,1	33	40,6	49,1	61,5
°C	9,3	4,8	7,3	4,8	4,8	3,2	5,5	5,73	7,9

Efter att bräddningen upptäckts initieras en provtagningsserie i Bastusjön där syreprovtagning initialt visar på ett sjövattnet praktiskt taget helt utan syrgas (0,1 mg/l) (Tabell 3). Halterna av näringsämnen är vid den tidpunkten (21 okt) extremt höga (Tabell 4).

**Tabell 4.** Vattendata efter bräddning provtaget 2 meter ner i vattenkolumnen mitt i sjön.

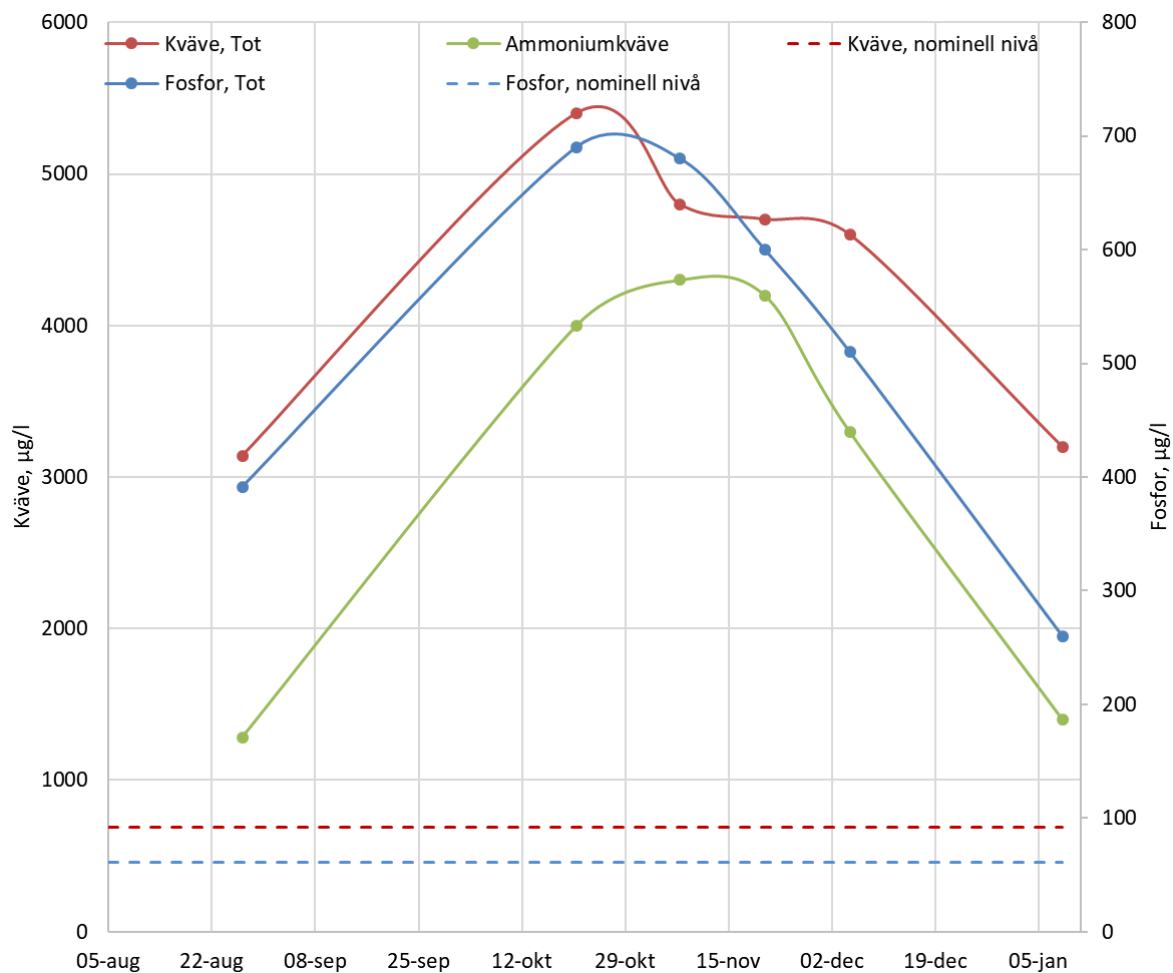
	21 okt	6 nov	20 nov	4 dec	19 dec	08 jan	10 feb
<b>Fosfor, Tot</b> µg/l	690	680	600	510	370	290	240
<b>Kväve, Tot</b> µg/l	5400	4800	4700	4600	3400	3200	2600
<b>Ammoniumkväve</b> µg/l	4000	4300	4200	3300	2300	1400	410
<b>Nitrat+nitrit-kväve</b> µg/l	<3	8,8	110	270	670	1300	1800
<b>Alkalinitet</b> mekv/l	2,4						
<b>pH</b>	7,6	7,9	7,7	7,7	7,8	7,8	7,8
<b>BOD7</b> mg/l		4	4	4		3	< 3,0

Succesivt förbättras syrehalterna i vattnet, antagligen mycket tack vare den mekaniska syresättningen som påbörjades den 22:a november, vilket troligtvis bidragit till att åter syresätta vattnet (Tabell 3) och att i kväve i ammoniumform oxideras till nitrit och nitrat, samt till kväve i gasform som kan avgå till luften. Syrgasnivåerna har under perioden också återgått till en nivå som är acceptabelt även för fiskar, som ofta anses som en av de känsligare organismgrupperna. Även



näringshalterna förbättras under perioden men hade fortfarande den 9e januari en bit kvar till en eller vanligt förekommande nivå, eller "nominell nivå" (Figur 4).

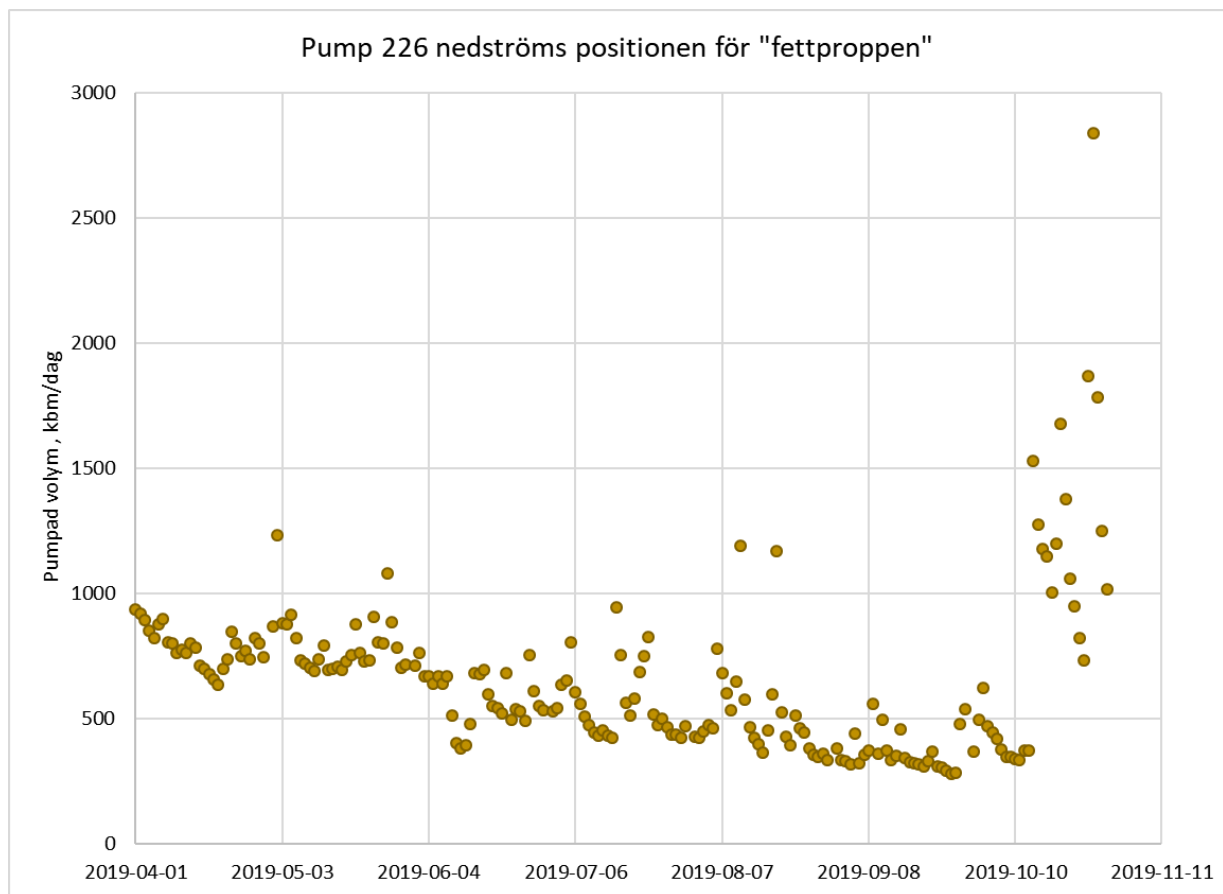
De sänkta halterna från syresättning, nitrifikation och denitrifikation har minskat stressen på fiskar och andra akvatiska djur i sjön. Bakteriehalterna gick under perioden från > 1000 CFU E.coli/100 ml den 21:a oktober till 33 respektive 10 CFU E.coli/100 ml för den 11:e och 20:e november.



**Figur 4.** Kväve- och fosforhalternas utvecklingskurvor efter bräddningens inledning och upphörande. De nominella nivåerna är baserade på geometriska medelvärden från värden i Tabell 2 samt fördelningen mellan volymerna av bottenvatten (under nivån för sprängskikt) och vatten ovan sprängskiktet.

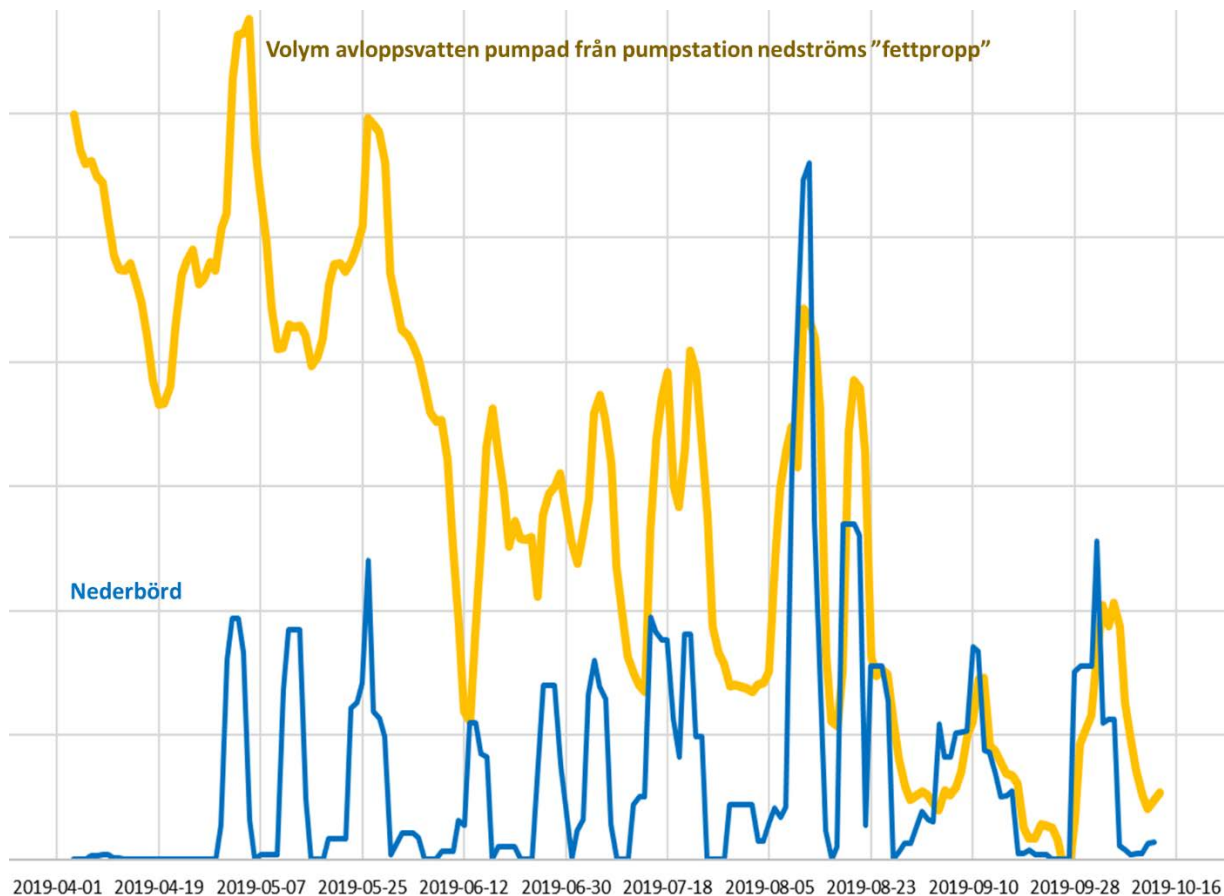
## Pumpolymer, nederbörd och tidslinje

Från pumpdata för pumpstation SPU 226 har den totala pumpade mängden spillvatten sammanställts, inledningsvis för perioden 2019-04-01 till 2019-10-31, och därefter för en utökad period av drygt två år, för perioden 2018-01-01 till 2020-03-19. Ledningen mellan brunnen och pumpstationen är den ledning där "fettproppen" upptäcktes. Pumpdata kan användas för att beskriva hur mycket spillvatten som runnit genom den aktuella ledningen och hur "fettproppen" påverkat genomströmningen över tidsperioden. Det är tydligt att det finns en övergripande trend av minskat flöde från den 1:a april till den 12:e oktober (Figur 5), och att flödet sedan blir avsevärt mycket större efter att "fettproppen" avlägsnats.



**Figur 5.** Volym av spillvatten som runnit till pump SPU226.

Under perioden 9 augusti – 12 oktober 2019 uppvisas en nedgång i pumpade volymer samtidigt som perioden har återkommande kraftiga regn (Figur 6, Figur 7 och Tabell 5), och trots att medelnederbörden är 250% av den i perioden 1 april – 31 maj så ligger alla pumpvärden, förutom tre värden, under det lägsta värdet under perioden april-maj (vilket registrerades under påskveckan när många kan antas ha varit bortresta). Under höstperioden sker en kontinuerlig nedgång i pumpvolym mot 12:e oktober då "fettproppen" upptäcktes.



**Figur 6.** Volym av spillvatten som runnit till pumpstation SPU226 i relation till nederbörden under perioden. (Data presenterat med flytande medelvärde på olika skalor varför dessa inte presenteras och endast den relativa förändringen illustreras).

Nedgången i pumpdata under höstperiod stärker antagandet att bräddning bör ha skett redan i augusti innan provtagningen den 27 augusti. "Fettproppen" kan redan i juli ha tillväxt så pass att genomsnittsarean i ledningen inte varit stor nog för att ta emot normala mängder spillvatten, särskilt inte i kombination med kraftiga regn, men att lägre inflöden på g a semestertider och modesta regnmängder under juli i kombination med växtlighetens goda kapacitet för upptag av måttlig nederbörd inneburit att bräddningarna antagligen startade först i och med den kraftiga nederbörden i augusti, samtidigt som belastningen av spillvatten ökat med "hemvändande" semesterfirare.

Vid larmet om bubblande och avloppsstinkande vatten med drabbade fiskar antogs (förståeligt nog) att bräddningen inträffat i direkt anslutning till det tillfället, men troligen har bräddningen pågått pulsvis under en längre period och att spillvattnet, genom högre densitet än sjövattnet, runnit längs sjöbotten ner under språngskiktet. Där har spillvattnet förblivit dolt på grund av att språngskiktet i en skiktad sjö förhindrar att ytvatten och bottenvatten blandas samt att utbytet av fysikalisk-kemiska parametrar är lågt. Dock kan man observera förhöjda halter av näringsämnen även i ytvattnet vid provtagningen den 27:e augusti. Under språngskiktet hade under tiden det förorenade vattnet (med höga halter av organisk kol och näringsämnen) börjat omvandlas till ammoniak, svavelväte och andra illaluktande ämnen. Språngskiktet upplöses normalt sett omkring oktober och när detta inträffade

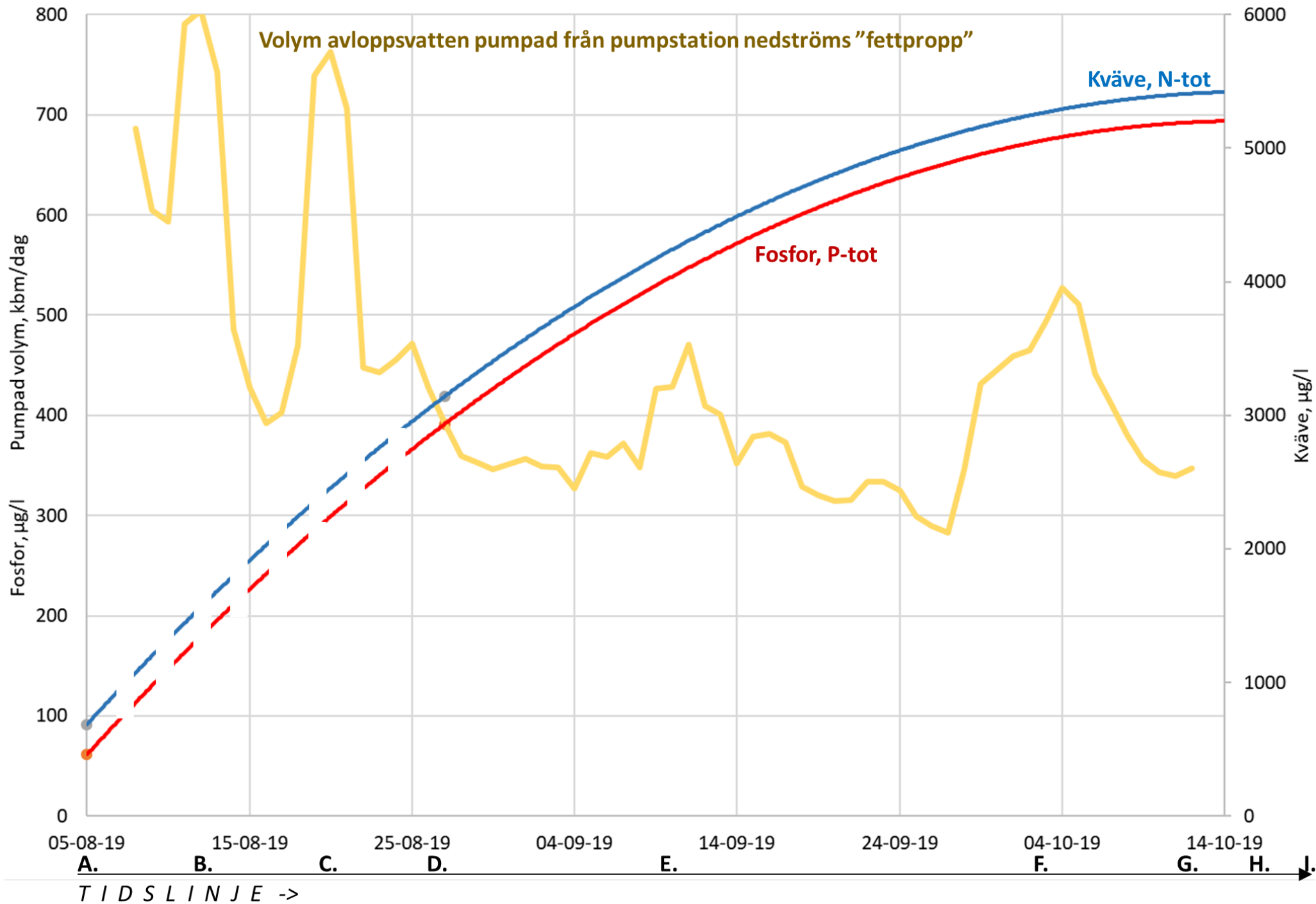
kring den 11-12 oktober och omblandningen av vattnet skedde kom det illaluktande spillvatten-inblandade bottenvattnet i dagen.

Figur 6 illustrerar hur kapaciteten i pumpade volymer minskat vilket inte kan motiveras av nederbördens relativt stabila mönster, med en tonvikt åt större regnmängder under hösten, vilket snarare skulle motivera större pumpvolymer vilket även skedde efter att ledningen renspolats (Figur 5). De två graferna har olika skala varför endast de relativa förändringarna kan illustreras, men tydligt är att kapaciteten minskat under perioden.

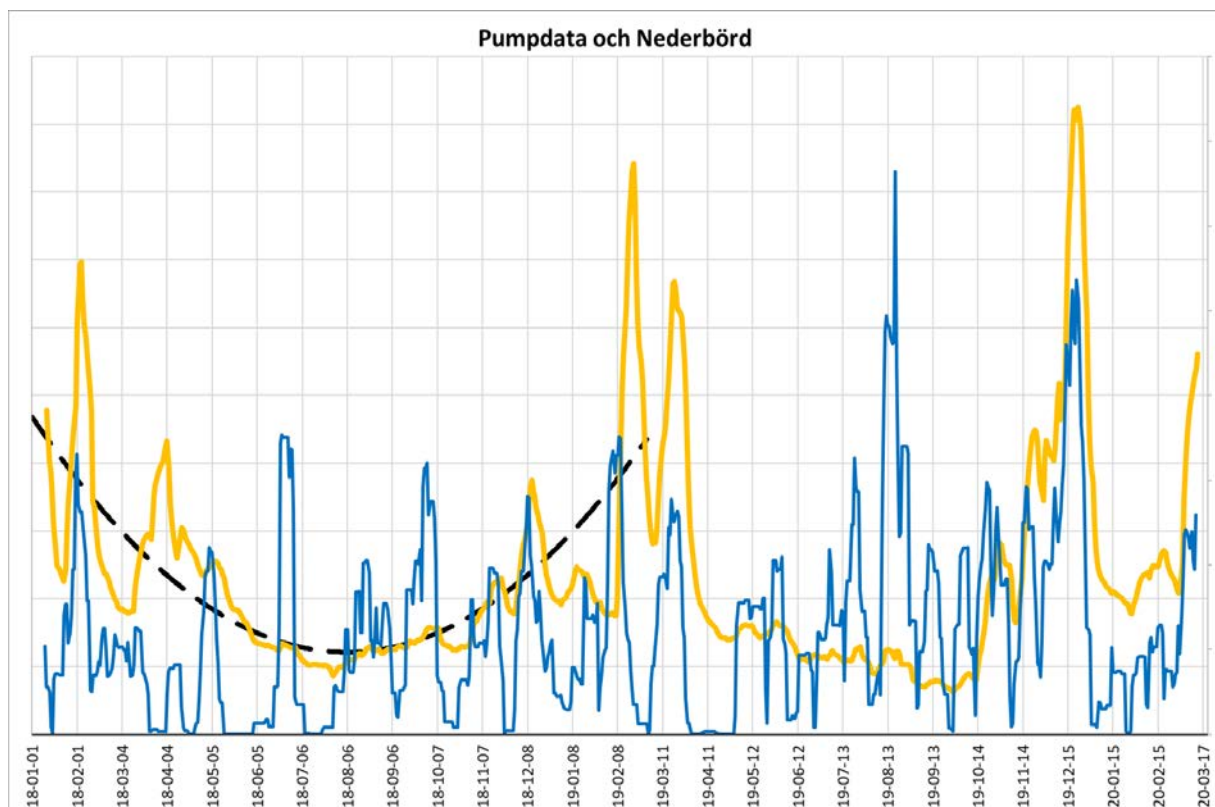
**Tabell 5.** Tidslinje för skeenden i anslutning till bräddning till Bastusjön. Se även **Figur 7**.

TIDSLINJE			
punkt	datum	Beskrivning	Hänvisningar
A.	5 aug	Bakterieprov ( <i>E. coli</i> < 1 CFU/100ml) på badplatsen i Bastusjön indikerar ett oförorenat badvatten.	
B.	9-12 aug	Kraftigt regn, ca 45 mm under fyra dygn.	
C.	18 aug	Kraftigt regn, ca 21 mm under ett dygn.	
D.	27 aug	Årlig provtagning av Bastusjön visar extremt höga halter av näringsämnen. Bräddningen kan antas ha inletts.	<b>Tabell 2</b>
E.	4-11 sep	Ihållande regn, ca 22 mm under en vecka.	
F.	28 sep-2 okt	Relativt kraftigt regn, ca 21 mm under fem dygn.	
G.	12 okt	<b>Bräddning och kraftig påverkan på Bastusjön upptäcks. "Fettpropp" i ledning upptäcks och åtgärdas.</b>	
H.	21 okt	Provtagningsserie påbörjas där syreprovtagning visar på ett sjövatten praktiskt taget helt utan syrgas (0,1 mg/l).	Tabell 4, Tabell 3, (Figur 2)
I.	22 nov	Syresättning av sjön inleds med kraftiga pumpar som förser sjövattnet med 90 kg syrgas/dygn. Syresättningen planeras fortgå under 6 månader.	
B-G.	9 aug-12 okt	Bräddning antas ha skett under pulser som kan ha blivit alltmer tätt återkommande under tidsintervallet.	

**Figur 7.** (Nästkommande sida) Volymer av blandvatten som runnit till pump SPU226 (presenterat med flytande medelvärde vilket jämnar ut toppar och dalar), och uppmätta halter av fosfor och kväve från och med den 27 augusti med projekterade, streckade linjer ner mot nominella värden (beräknade från värden i Tabell 2) till en, antagen, tidpunkt strax innan bräddning (här satt till den 5:e augusti). Under grafen finns en tidslinje med bokstäver som anger skeenden i anslutning till bräddningsperioden (Tabell 5).

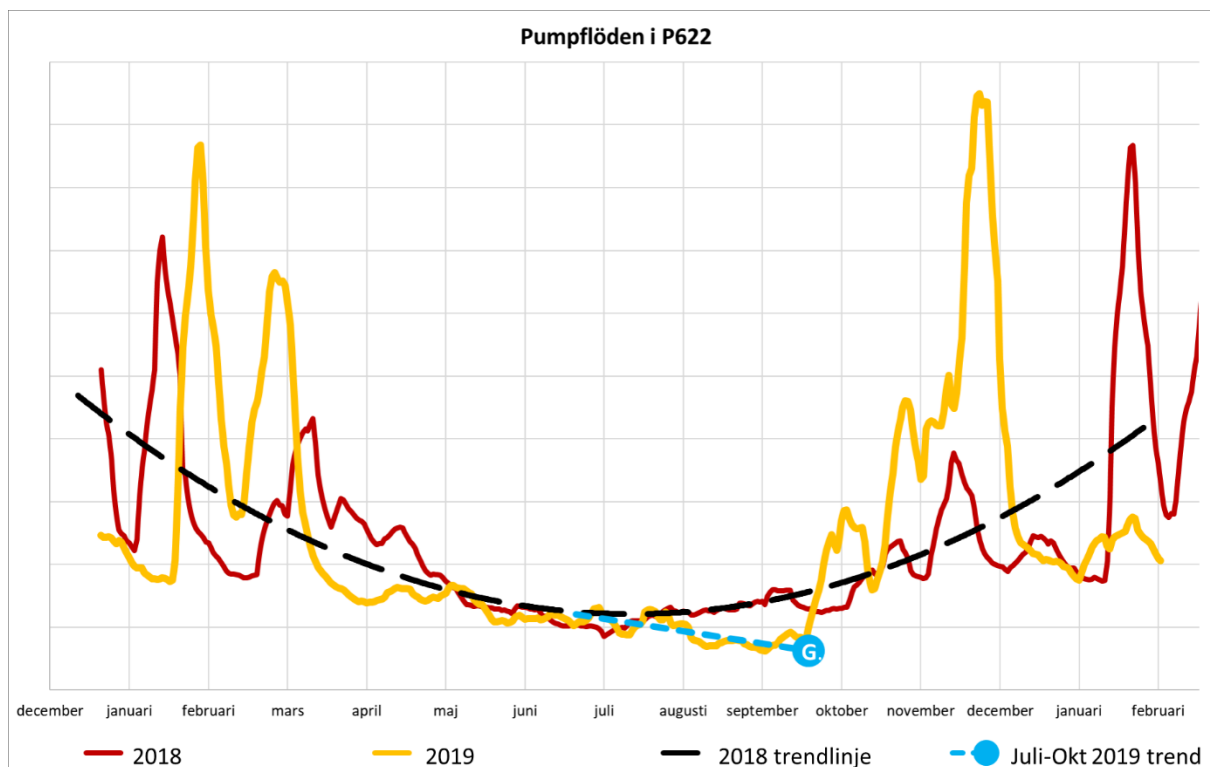


När man observerar pumpdata över en längre tidsperiod, 2018-01-01 till 2020-03-19, tillsammans med nederbördsdata, ser man ett mönster av större pumpvolym under vintermånaderna och mindre volymer under sommaren (Figur 8). I det kortsiktiga perspektivet varierar pumpvolymerna i relation till nederbördsmängderna, men där påverkan av regn är mindre på sommaren och där regn under vintermånader ger stora flöden genom pumpen. I det större perspektivet genererar detta skillnad i pumpvolymerna över året där pumpvolymerna beskriver en parabel, eller en "U"-form, eller en "glad mun". Denna framträder i trendlinjen över pumpvolymerna under kalenderåret 2018. Parabeln som beskriver pumpvolymerna under 2018 får här gälla som modell för ett "normal-år" utan påverkan från "fettproppen".



**Figur 8.** Volymer av spillvatten till pump SPU226, (gul linje) tillsammans med nederbördsdata (blå linje). Trendlinjen för pumpvolym under 2018 (svart streckad linje) uppvisar en parabelformad kurva.

Bidragande till de naturliga förändringarna i pumpvolymerna, vilket skapar parabelmönstret sett över ett kalenderår, hör troligtvis framför allt temperatur och växternas påverkan på vattendynamiken, bland annat genom så kallad evapotranspiration. Denna definieras som den totala avdunstningen (evaporationen) från mark och andra ytor samt transpirationen genom växter. Allt detta vatten avgår som vattenånga. Till detta adderas organismers, framförallt växternas, upptag av vatten som omsätts till och lagras i biomassa. I äldre vattenledningssystem kan detta accentueras genom att växter kan ha letat sina rötter in i ledningssystemet mellan varje skarv av t ex betongrör. Växterna påverkar också nederbördens avrinningshastighet och därmed också flödena till pumpen genom avloppsbrunnar och felkopplade dagvattenledningar. En minskad population under semestertider förstärker det generella mönstret med mindre flöde genom ledningsnätet under sommaren. Snö, is och tjäle under vintern kan också påverka dynamiken.



**Figur 9.** Pumpvolymerna över ett kalenderår för 2018 och 2019. Pumpvolymerna för 2018 används som referens, och dess trendlinje beskriver en parabelkurva kring vilken pumpvolymerna varierar över året. Trendlinjen för juli-okt 2019 beskriver hur pumpvärdena för den perioden avviker från den förväntade parabelkurvan, mot tidpunkten G (se tidslinje Tabell 5 och Figur 7) då problemet upptäcktes.

När man överlappar 2018-års pumpvolymerna med 2019-års pumpvolymerna, tillsammans med dessas trendlinjer (Figur 9), ser man att 2019-års pumpvolymerna börjar avvika från den normala "glad-mun"-parabeln under sommaren. Detta sker i juli-augusti, i det läge som parabeln förväntas börja vända uppåt. Istället för att följa det förväntade mönstret så fortsätter pumpvolymerna stabilt nedåt under hösten 2019, trots att nederbörds mängderna var relativt stora under hösten, tills problemet upptäcktes och röret spolats rent vid tidpunkten "G" (se även tidslinjen Tabell 5 och Figur 7). Vid denna tidpunkt uppmätts pumpvolymerna relativt långt under "normala miniminivåer", vilka dessutom är förknippade med högsommaren och inte med nederbördsrik höst. Efter att ledningen renspolats ökar volymerna kraftigt och återgår till de volymerna som kan förväntas vid stor nederbörd under senhösten när växtsäsongen i stort sett avslutats.

Fettproppen kan ha tillväxt under en lång period utan att visa någon påverkan på pumpflödena, men med tanke på att inga *E. coli*-bakterier kunde detekteras den 5:e augusti, så kan man anta att bräddningarna inte kommit igång (åtminstone inte på någon betydande nivå) vid denna tidpunkt. Avvikelsen nedåt från parabelns "bana" sammanfaller med en större nederbörds puls med 48 mm regn 5-12 augusti, följt av ytterligare en puls med 22 mm den 17-18 augusti. Under dygnet 9e och 18e augusti registreras 23 mm respektive 20,8 mm regn. Trots dessa nederbörds mängder är responsen liten i pumpvolym, varför det är rimligt att anta att de första stora bräddningar sker kring dessa tidpunkter, vilket sedan avspeglas i de fysikalisk-kemiska analyserna från provtagningen den 27e augusti.



## Modellering av spillvatten och fysikalisk-kemiska variabler

### Syrenivåer

Den iterativa modelleringen påbörjades genom att försöka bestämma utsläppsvolymer utifrån de syrenivåer som uppmättes den 21 oktober i Bastusjön. Utifrån uppmätta syrenivåer på 0,1 mg/l och antagande om att medelhalten i sjöns vattenmassa var 5 mg syre/l innan bräddning, uppskattades den bräddade volymen till maximalt 1300 kubikmeter (300-1000 kbm om BOD7-halten uppskattas till att inledningsvis ha befunnits mellan 1-3 mg/l). Beräkningen visade dock att utgångspunkten kraftigt underskattade näringshalterna fosfor och kväve. Genom tillägg av olika halter av inledande och avslutande BOD7-värden i modellen kunde en maximal bräddad volym av 3000 kubikmeter uppskattas fram till den 12 oktober. Dock kunde näringsämnenas kväve och fosfor fortfarande inte beskrivas korrekt och osäkerheterna i flera antagna ingångsvärden var stora.

### Näringsämnen – fosfor och kväve

Modelleringen av fosfor och kväve fokuserades inledningsvis mot att beskriva de bräddningsvolymerna som krävdes för att nå upp till värdena från provtagningen den 27:e augusti. Varianten av modellen som anpassats för stratifierade förhållanden användes i detta fall. Beräkningarna returnerade att minst 1500 kbm, och upp till 4000 kbm, spillvatten bräddat till sjön fram till den 27 augusti.

Därefter modellerades de nivåer som krävdes för att erhålla den kemiska status som uppmättes vid provtagningen den 21:e oktober 2019. Sjöns vatten var vid detta tillfälle väl omblandat och modellen kördes baserat på omblandade förhållanden. Beräkningarna returnerade att den bräddade volymen spillvatten uppskattas till i storleksordningen 6000 kbm totalt, inklusive det som bräddades i augusti. Den totala volymen bräddat blandvatten bör dock ha varit minst dubbel så stor.

Denna modellering framkom som den mest pålitliga för de ingående och de resulterande variablerna. Den resulterande syreskulden på motsvarande drygt 10 mg BOD7/liter ger också ett stort utrymme för en kraftig produktion av illaluktande svavelväte.

De sammanlagda bidragen av fosfor och kväve till Bastusjön beräknas ha uppgått till drygt 50 kg fosfor och drygt 400 kg av kväve, vilket korresponderar till ett tillskott av 463 µg/l av fosfor och 3709 µg/l av kväve till Bastusjön.

### Sammanfattande analys av ingående och modellerade data.

Sammanfattningsvis bedöms bräddningarna ha inletts någon gång under sommaren efter att språngskiktet etablerats, där förhållandena en vecka in i augusti kan anses överensstämma med tillgänglig data och rådande omständigheter. Bräddningen har antagligen inledningsvis pågått pulsvis, vid större regn, där det bräddade spillvattnet har haft möjlighet att döljas under språngskiktet för att sedan komma i dagen när höstomblandningen av sjön skedde, vilket gav intryck av att bräddningen inträffat just i samband med det tillfället. Bräddningen beräknas till sammanlagt 6 000 kbm spillvatten, vilket korresponderar till ca 12 000 kbm av ett genomsnittligt blandvatten i kommunens spillvattennät (Tabell 1) som kan spädas till än större volymer vid kraftiga regn.



## Bastusjöns status

Bastusjön är övergödd och påverkas negativt av ytterligare tillskott av näringsämnen och syretärande ämnen från omgivande bostadsområden. Sjön uppvisar återkommande problem med syresättningen där vattnet under språngskiktet regelbundet blir så gott som syrefritt. Detta leder till bottendöd, minskad bioturbation (bottenfaunans omblandning av sedimentet) och att fosfor läcker ut från sedimentet. Problemet är kopplat till höga halter av näringsämnen som genererar stor produktion av alger som sedermera sjunker ner till botten och bidrar till problemet med syretärande ämnen, vilket resulterar i att en ny puls av fosfor läcker ut från sedimentet, och den onda cirkeln är därmed fullbordad.

Den aktuella bräddningen adderar till det rådande problemet. De största akuta negativa effekterna var kopplade till att hela sjöns vattenvolym var så gott som syrefri (0,1 mg syre /l) där påverkan på fisk var uppenbar men där även en stor del av bottenfaunan kan antas ha slagits ut. Vid förhållanden under 2–3 mg/l kan bottenfauna mer eller mindre elimineras. Generellt brukar fisk utgöra den organismgrupp som är känsligast för låga syrenivåer, och många arter undviker platser där syrenivåerna går ned mot 4 mg/l för att kunna ha ett normalt syreupptag. I Bastusjön har fisken samlats vid ytan för att ”kippa efter andan”, dock har det inte kommit rapporter om stora mängder död fisk.

Syresättningen har avhjälpt det akuta problemet med syrebrist i sjön men belastningen är fortfarande hög och omsättningstiden för sjöns vatten är drygt 7 månader. Den milda vintern utan istäcke har troligen varit lyckosamt eftersom det gör att sjön har sluppit genomgå stratifiering med skiktning vilket troligtvis sker mer eller mindre regelmässigt under år med istäcke. Dock kan den ökade syresättningen eventuellt leda till att fosfor börjar lagras in i sedimentet, vilket senare kan läcka ut vid nästa tillfälle med syrebrist vilket antagligen sker under kommande sommarhalvår. För att snabba på minskningen av näringsämnen och syretärande ämnen och för att motverka omfattande inlagring av fosfor i sedimentet skulle man kunna överväga att tillföra stora mängder färskvatten från dricksvattennätet. Tillförseln skulle lämpligen ske till bottenvattnet i den nordliga änden i så pass stora mängder att stora delar av det befintliga, förorenade, vattnet kan tvingas ut från sjön.

I förlängningen kan man även överväga att fälla fosfor med aluminium (exempelvis aluminiumklorid). Detta kan tillsättas i vattenfasen för att aluminium redan där ska kunna fälla fosfor som sedan kan sedimentera ner till botten där överflödigt fosfor ska bli permanent fastlagd. Som vid alla slags remedieringar bör även denna slags åtgärd föregås av att man eliminerar eller kraftigt reducerar källorna för få god valuta för investeringen, med en långvarig positiv effekt.

## Påverkan på recipienten Skurusundet

Det förorenade vattnet från Bastusjön rinner ut i Skurusundet öster om sjön (Figur 8). Vattenförekomsten Skurusundet (SE591800-181360) inbegriper även ett vattenområde söder om sundet, bland annat Lännerstasundet, och består totalt sett av 248 000 000 kbm vatten. Den ekologiska statusen har bedömts till måttlig (VISS), där halterna av näringsämnen ofta är otillfredsställande. Bidraget från det förorenade vattnet i Bastusjön bidrar med ett sammanlagt tillskott av 2 µg fosfor/l och 16,5 µ kväve/l beräknat på hela vattenförekomsten, vilket motsvarar ca 3,4-4,6 % av de befintliga halterna i Skurusundet. Men i praktiken kommer koncentrationsökningarna



bli mindre i Skurusundet och efterföljande recipienter eftersom näringsämnena kommer att portioneras ut över en längre tid från Bastusjön. Det relativt smala sundet, med tillflödet från Bastusjön, representerar en avsevärt mindre del av den totala volymen, men tillförseln sker mycket långsamt på grund av omsättningstiden i Bastusjön samt att tillförseln framförallt sker under gynnsamma förhållanden när vattnet är omblandat, vilket minskar risken för negativa effekter. Det sker dessutom under en period då syresättningen kan antas vara god samt att förutsättningarna för alg tillväxt är begränsade. Med anledning av detta bedöms påverkan på Skurusundet vara begränsad.



**Figur 10.** Vattenförekomsten Skurusundet med Bastusjön till vänster i kartan invid väg 222. Utloppet från sjön ligger i höjd med Bastusjön i bilden. (Karta från VISS).

## Slutsatser

Bräddningarna bedöms ha inletts ungefär en vecka in i augusti och sedan antagligen pågått pulsvis fram till den 12:e oktober, och där det bräddade spillvattnet har haft möjlighet att döljas under språngskiktet för att sedan komma i dagen när höstomblandningen av sjön skedde, vilket gav intryck av att bräddningen inträffat just i samband med det tillfället.

Med utgångspunkt från data kring Bastusjön, pumpdata, uppmätta halter av fosfor, kväve, BOD7 och syrenivåer, samt schablonvärden av spillvatten, har omfattningen av de bräddade volymerna spillvatten kunnat modelleras fram. Bräddningen beräknas till sammanlagt 6 000 kbm spillvatten, vilket korresponderar till ca 12 000 kbm av ett genomsnittligt blandvatten i kommunens spillvattennät.

Det sammanlagda läckaget av fosfor och kväve beräknas ha uppgått till drygt 50 kg fosfor och drygt 400 kg av kväve, vilket korresponderar till ett tillskott av 463 µg/l av fosfor och 3709 µg/l av kväve till Bastusjön. Detta motsvarar ett tillskott av 2 µg fosfor/l och 16,5 µg kväve/l beräknat på den efterföljande recipienten, vattenförekomsten Skurusundet, men i praktiken har tillskottet i halt troligen varit mindre eftersom det portioneras ut över en längre tid från Bastusjön. De största negativa effekterna är självklart kopplade till Bastusjön där hela sjöns vattenvolym var så gott som syrefritt där en stor påverkan på fisk blev uppenbar men där även en betydande del av bottenfaunan kan antas ha slagits ut.

Syresättningen har avhjälpt det akuta problemet med syrebrist i sjön men belastningen är fortfarande hög och eftersom sjöns omsättningstid är drygt 7 månader kvarstår effekten ännu en tid efter att felet avhjälpes.

Den milda vintern utan istäcke har troligen varit lyckosamt eftersom det gör att sjön har sluppit genomgå stratifiering med skiktning vilket troligtvis sker mer eller mindre regelmässigt under kallare vintrar med istäcke. Dessutom torde syresättningsmaskinerna bidra till en betydande omblandning av vattenmassan som också kan ha motverkat skiktning. Dock kan den ökade syresättningen eventuellt leda till att fosfor börjar lagras in i sedimentet, vilket senare kan läcka ut vid nästa tillfälle med syrebrist vilket antagligen sker under kommande sommarhalvår. För att snabba på minskningen av näringsämnen och syretärande ämnen och för att motverka omfattande inlagring av fosfor i sedimentet skulle man kunna överväga att tillföra stora mängder färskvatten från dricksvattennätet. I förlängningen kan man även överväga att fälla fosfor med aluminium, för att permanent fastlägga överflödiga fosformängder.



## Referenser

Lännergren 2013. Recipienteffekter av bräddningar från avloppspumpstationer i Värmdö kommun.

Naturvårdsverket, 1995. Vad innehåller avlopp från hushåll? Om näring och metaller i urin och fekalier samt i disk-, tvätt-, bad- & duschvatten. Rapport 4425, ISBN 91-620-4425-7.

SMHI, Sveriges Metrologiska och Hydrologiska Institut.

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

VISS, Vatteninformationssystem Sverige.

