



Miljötilstånd och näringstransporter i Norrtälje kommuns år 2020

Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Malstaån, Norrtäljeån, Penningbyån, Skeboån och Tulkaströmmen



**Miljötilstånd och näringstransporter i Norrtälje kommuns år 2020
Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Malstaån, Norrtäljeån, Penningbyån, Skeboån och
Tulkaströmmen**

Författare: Mia Arvidsson
Medarbetare: Thomas Jansson, Anna Gustafsson och Ulf Lindqvist
2020-03-29
Rapport 2021:12
Naturvatten i Roslagen AB
Norra Malmavägen 33
761 73 Norrtälje
0176 – 22 90 65

SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	5
METODIK	5
PROVTAGNING OCH ANALYSER.....	5
BERÄKNINGAR OCH BEDÖMNINGAR	7
RESULTAT	8
VATTENFÖRING OCH PROVTAGNINGSTILLFÄLLEN.....	8
TEMPERATUR	10
PH	10
ALKALINITET.....	11
KONDUKTIVITET	12
GRUMLIGHET	13
TOC.....	14
SYRGASHALT OCH -MÄTTNAD	15
NÄRINGSÄMNINGEN.....	16
<i>Fosfatfosfor</i>	16
<i>Totalfosfor</i>	17
<i>Ammoniumkväve</i>	18
<i>Nitrit- och nitratkväve</i>	19
<i>Totalkväve</i>	20
TRANSPORTER AV FOSFOR OCH KVÄVE.....	21
BEDÖMNING AV EKOLOGISK STATUS.....	25
SAMLAD BESKRIVNING OCH BEDÖMNING	27
<i>Bergshamraån</i>	27
<i>Bodaån</i>	28
<i>Broströmmen</i>	29
<i>Malstaån</i>	31
<i>Norrtäljeån</i>	32
<i>Penningbyån</i>	33
<i>Skeboån</i>	34
<i>Tulkaströmmen</i>	35
REFERENSER	37
BILAGA 1. PROVTAGNINGSDATUM.....	38
BILAGA 2. ÅRSMEDELFLÖDE	39
BILAGA 3. VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT	40
BILAGA 4. TRANSPORTER AV NÄRINGSÄMNINGEN	48

Sammanfattning

Rapporten redovisar resultat från 2020 års undersökningar av de större vattensystemen i Norrtälje kommun. Programmet omfattar Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Malstaån, Norrtäljeån, Penningbyån, Skeboån och Tulkaströmmen. Syftet är att få en fortlöpande kontroll av vattenkvaliteten och dess utveckling samt redovisa avrinningsområdenas näringsbelastning till Östersjön. Undersökningarna genomfördes av Naturvatten i Roslagen AB på uppdrag av Bygg- och miljökontoret i Norrtälje kommun.

Vattendragens sammanlagda fosfortransport till havet uppgick under 2020 till 8,1 ton och kvävetransporten till 298 ton. De totala mängderna var för fosfor cirka 30 procent lägre och för kväve cirka 50 procent lägre än föregående år, men jämförbara med transporten året innan (2018). Huvuddelen av fosfor- och kvävetransporterna ägde rum under första kvartalet av 2020 då flödet var som högst. Skeboån respektive Norrtäljeån svarade för de största uttransporterna av fosfor och kväve.

Den ekologiska statusen baserat på näringsämnen (totalfosfor) bedömdes för den senaste treårsperioden (2018-2020) i Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Malstaån och Tulkaströmmen till god ekologisk status. Norrtäljeån, Penningbyån och Skeboån till måttlig ekologisk status. I jämförelse med föregående år innebär bedömningen en oförändrad statusklassificering för samtliga vattendrag.

De undersökta åarna är generellt välbuffrade och har god förmåga att motstå försurning. Alkaliniteten i Bergshamraån uppvisar en tämligen stor variation över året vilket dock kan tyda på viss försurningskänslighet. Under 2020 uppmättes inga pH-värden under 7. Syrgashalterna var tidvis låga (framförallt i Tulkaströmmen) och samtliga år uppvisade höga eller mycket höga halter organiskt material. Vattnet var mest grumligt i Bergshamraån och klarast i Broströmmen. Sett till årsmedelvärden var fosfat- och totalfosforhalten högst i Bergshamraån och lägst i Norrtäljeån respektive Broströmmen. Malstaån uppvisade högst halter av kväve och Broströmmen lägst halt totalkväve och Tulkaströmmen lägst halt av löst kväve. Sett till hela undersökningsperioden (1988-2020) ses för Penningbyån en ökande trend av totalfosfor respektive totalkväve. För Malstaån tycks fosforhalten minska för samma period. Även sett till den senaste tioårsperioden kunde en minskande trend av totalfosfor beläggas för Malstaån och även för Skeboån. För Skeboån kunde det dessutom beläggas en trend för ökande totalkväve för hela undersökningsperioden. Vidare kunde en utveckling mot stärkt buffertkapacitet beläggas för Bodaån, Broströmmen, Norrtäljeån, Penningbyån och Skeboån, sett till hela undersökningsperioden.

Inledning

Denna rapport redovisar resultat från 2020 års undersökningar av de större vattensystemen inom Norrtälje kommun. Programmet omfattar Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Malstaån, Norrtäljeån, Penningbyån, Skeboån och Tulkaströmmen. Syftet är att få en fortlöpande kontroll av vattenkvaliteten och dess utveckling samt redovisa avrinningsområdenas näringsbelastning till Östersjön. Liknande undersökningar har genomförts sedan 1988. Undersökningarna genomfördes av Naturvatten i Roslagen AB på uppdrag av Bygg- och miljökontoret i Norrtälje kommun. Data för Broströmmen, Skeboån och Norrtäljeån erhöles från recipientundersökningar utförda på uppdrag av Norrtälje kommun.

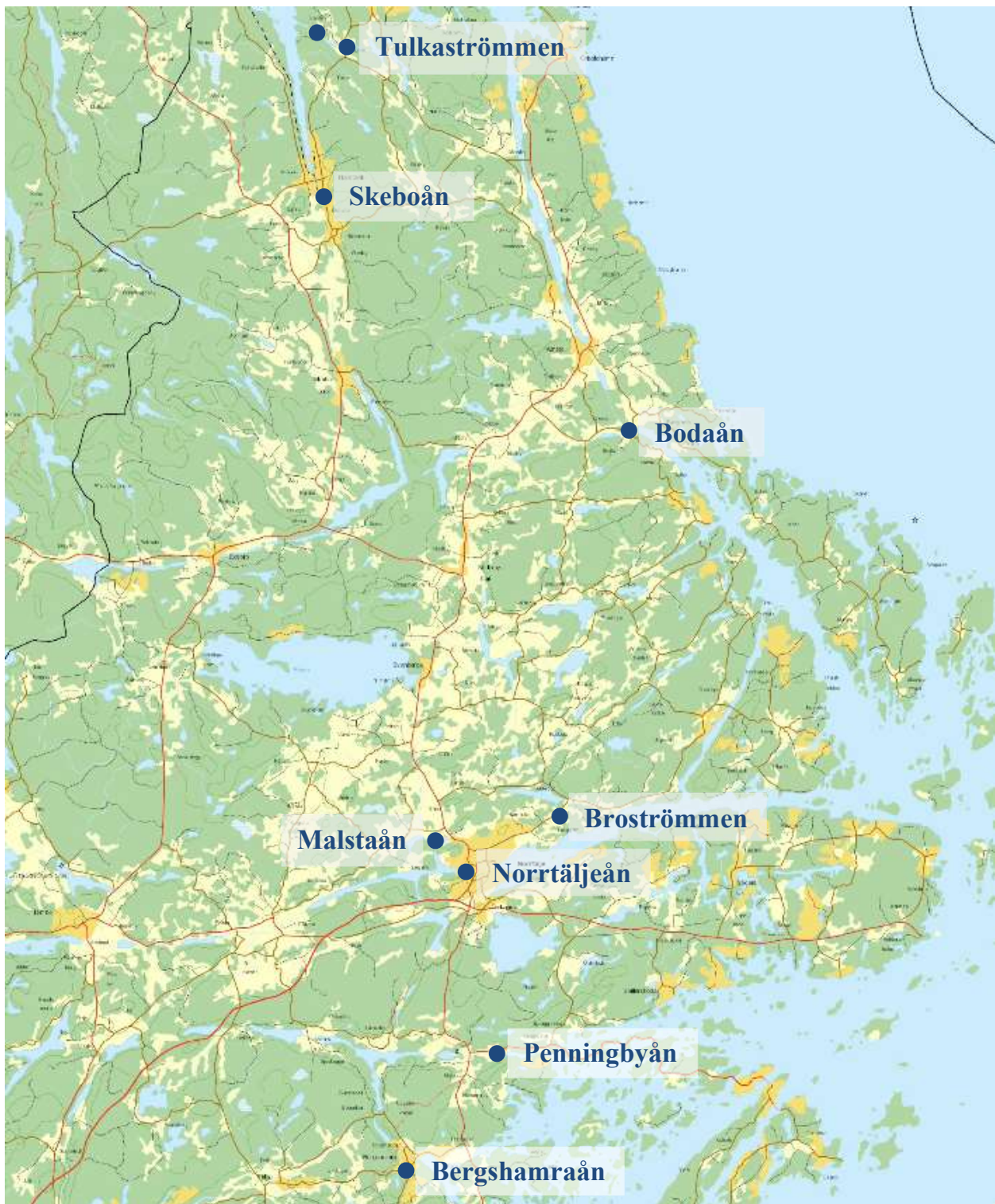
Metodik

Provtagning och analyser

Vattenprovtagning genomfördes av personal vid Naturvatten AB en gång per månad under 2020. Provtagningslokalernas lägen framgår av Tabell 1 och Figur 1.

Tabell 1. Positioner (RT90) för provtagningslokaler i de åtta vattendragen.

Provtagningslokal	Koordinater (SWEREF 99 TM)	
	N	E
Bergshamraån	6616149	704185
Bodaån	6650632	714684
Broströmmen	6632815	711442
Malstaån	6631366	705800
Norrtäljeån	6630166	706795
Penningbyån	6621499	708370
Skeboån	6661823	700100
Tulkaströmmen	6668619	701506
Tulkaströmmen nedströms Örvikssjön	6669345	700194



Figur 1. Provtagningspunkternas lägen för miljöövervakning av åtta vattendrag i Norrtälje kommun. Vid sex tillfällen (januari-juni) togs dubbla prover i Tulkaströmmen, förutom vid ordinarie provpunkt togs även prov närmre utloppet i havet, nedströms Örvikssjön.

Beräkningar och bedömningar

För beräkning av **transporter av näringsämnen** användes S-HYPE-beräknade dygnsvisa flöden som erhöles från SMHI (<http://vattenweb.smhi.se>). Vattenföringen för åarna omräknades genom arealsproportionering till att motsvara provpunkternas lägen i avrinningsområdet. För den reglerade Skeboån erhöles veckovisa flöden via Holmen AB. Veckoflödet baseras på dagliga avläsningar vid Skebodammen vid Närdingen. Flödet vid dammen motsvarar cirka 90 procent av Skeboåns vattenföring vid utloppet till Edeboviken och användes i likhet med tidigare år (sedan 1988) som underlag vid transportberäkningarna. Broströmmen regleras vid Erkens utlopp. Transporter beräknades genom att multiplicera medelflöden per månad och halter. En något mer rättvisande bild av vattendragens näringstransport till havet skulle fås om beräkningarna baserades på flödet vid utloppspunkten istället för flödet vid provtagningspunkten. I syfte att möjliggöra jämförelser med tidigare år redovisas transporter dock fortsatt på samma vis som sedan programmets start, med undantag för Tulkaströmmen som under det första halvåret även provtogs närmre utloppet för att utreda eventuella skillnader i näringstransporten.

Som ett mått på de undersökta parametrarnas **variation** under året och vattendragen sinsemellan användes variationskoefficienten (VK), det vill säga kvoten mellan standardavvikelse och årsmedelvärde angivet i procent.

Samband mellan ett urval av de undersökta variablerna (näringsämnen, grumlighet och TOC) och vattenföring undersöktes med Pearson's korrelation med tillhörande sannolikhetsvärde (p). Statistiskt signifikanta samband anges med tre signifikansnivåer ($p < 0,05$, $p < 0,01$ respektive $p < 0,001$). På motsvarande sätt testades även **trender**, det vill säga miljötillståndets utveckling över tiden.

Bedömning av ekologisk status utfördes enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25). Statusbedömning utförs genom klassning av ett antal kvalitetsfaktorer och fokuserar på de biologiska parametrarna bottenfauna, kiselalger och fisk. Denna typ av undersökningar omfattades inte av det aktuella programmet. En bedömning som utgår från vattenkemiska data kan enligt föreskrifterna utföras med avseende på näringsämnen, syrgas och försurning samt särskilda förorenande ämnen (SFÄ). Vid bedömningen jämförs uppmätta värden mot referensvärden som avser spegla ett opåverkat tillstånd. För näringsämnen (fosfor) tar referensvärdena hänsyn till den ökade bakgrundsbelastning som följer på en hög andel jordbruksmark i tillrinningsområdet. Aktuella referensvärden hämtades från filen LstAB_Referensdokument_nutr_vdrg_2013-2018.xlsx från VattenInformationssystem Sverige

(<https://viss.lansstyrelsen.se/ReferenceLibrary.aspx?referenceLibraryID=54574>) och jämfördes med treårsmedelvärden (2018-2020) av uppmätta totalfosforhalter. I enlighet med vattenmyndighetens vägledning (HVMFS 2019:25) flödesviktades inte medelvärden. Särskilda föreningämnen (SFÄ) bedömdes avseende på ammoniak. Någon bedömning av försurning utfördes inte då åarnas buffertförmåga långt överstiger de högsta gränsvärden som anges i Naturvårdsverkets tidigare bedömningsgrunder (1999), samtliga vattendrag uppvisar mycket god buffertkapacitet.

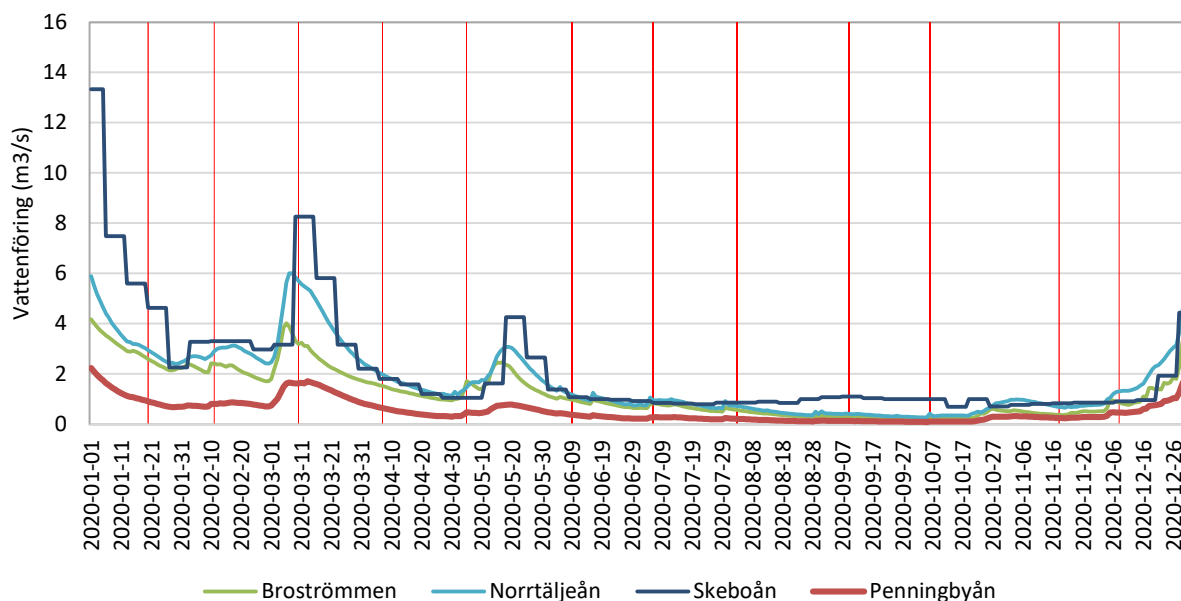
Resultat

Resultatet av årets undersökningar redovisas med uppdelning på vattenföring, vattenkemiska- och fysikaliska variabler samt transporter av näringsämnen. Därefter redovisas en bedömning av ekologisk status baserad på näringsämnen och slutligen ges en sammanfattande beskrivning och bedömning av respektive vattendrag. Provtagningsdatum för samtliga år redovisas i Bilaga 1, vattenföring vid aktuella punkter i Bilaga 2, analysvärden i Bilaga 3 och transporter av näringsämnen i Bilaga 4.

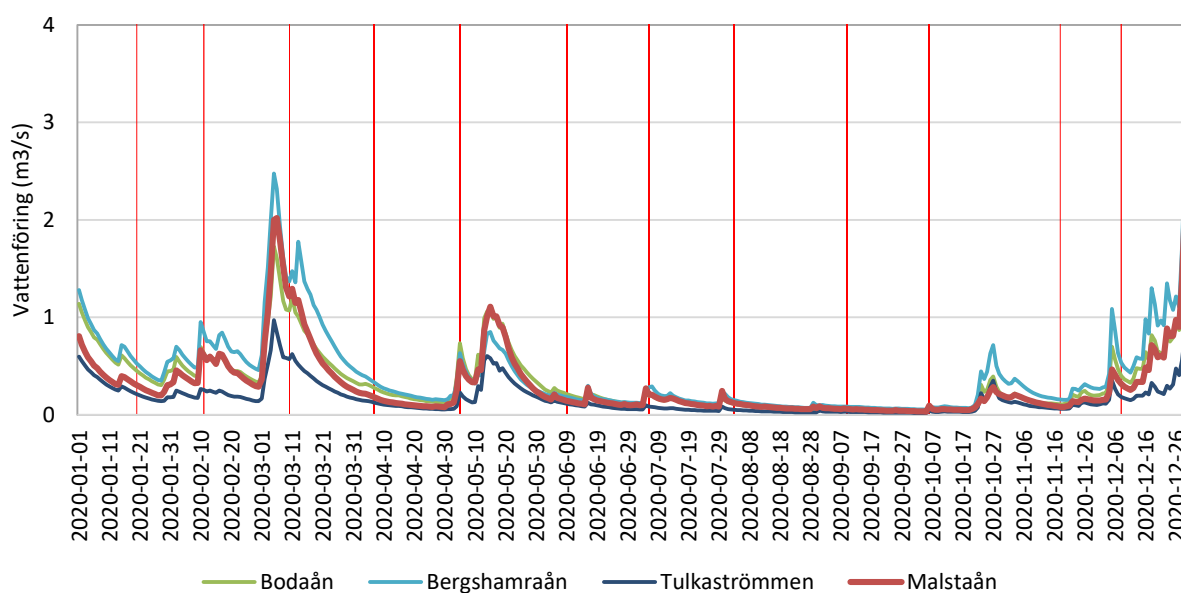
Vattenföring och provtagningsstillfällen

I Bilaga 2 visas vattendragens årsmedelflöde (m^3/s) 1987-2020 vid aktuella provpunkter samt ett medelvärde av årsmedelflödet för hela perioden. Årsmedelvattenföringen 2020 var genomgående mycket lägre än medelvattenföringen för hela undersökningsperioden (utom i Broströmmen där den var likt genomsnittet) och mycket lägre än medelflödena under 2019. Vattenföringskurvor baserade på dygnsflöden 2020 för aktuella provtagningspunkter i de åtta vattendragen visas i Figur 2 (Broströmmen, Norrtäljeån, Skeboån och Penningbyån) respektive Figur 3 (Bergshammraån, Bodaån, Malstaån och Tulkaströmmen). Provtagningsdatum indikeras med vertikala linjer. Broströmmen och Skeboån regleras vid utloppet av Erken respektive Närdingen och följer inte den naturliga vattenregimen. För Skeboån redovisas veckoflöden baserade på tappningen vid dammen nedströms Närdingen. Data erhöles via Hallsta Pappersbruk. Under 2020 förelåg en större vårflod till följd av nederbörd i mars samt en mindre vårflod i maj. Flödena var mycket låga under sommaren för att öka något i mitten av oktober och under början av december. Flödestopparna var till skillnad från 2019 något lägre under första halvan av året och betydligt lägre under hösten. Det högsta

årsmedelflödet uppmättes i Skeboån (2,1 m³/s) och därefter i Norrtäljeån (1,7 m³/s). Det lägsta årsmedelflödet uppmättes i Tulkaströmmen (0,2 m³/s).



Figur 2. Flödet (m³/s) i Broströmmen, Norrtäljeån, Skeboån och Penningbyån 2020. Vertikala linjer indikerar provtagningsdatum.



Figur 3. Flödet (m³/s) i Bergshamraån, Bodaån, Malstaån och Tulkaströmmen 2020. Vertikala linjer indikerar provtagningsdatum.

Temperatur

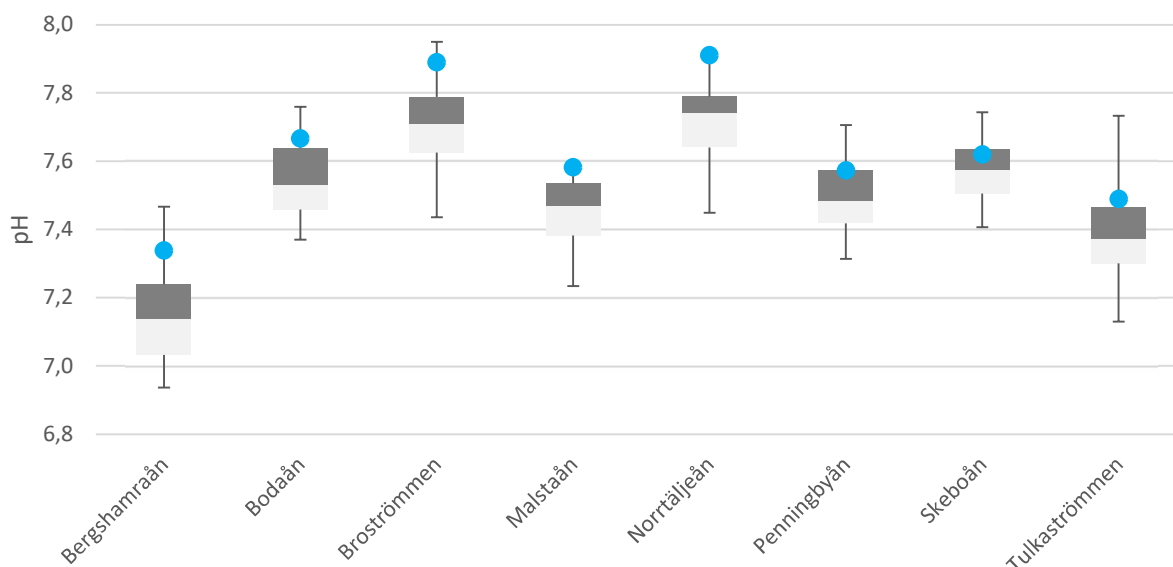
Skillnaden i årsmedeltemperatur mellan vattendragen var ca 1,5 grader med högst temperatur i Norrtäljeån (10,4 °C) och lägst i Tulkaströmmen (8,9 °C). Jämfört med år 2019 var medeltemperaturen mycket högre i samtliga vattendrag. Högst var vattentemperaturen vid provtagningen i augusti och den allra högsta temperaturen uppmättes i Malstaån (20,7 °C) och den lägsta i Tulkaströmmen (1,5 °C) i januari.

Under hela perioden sedan mätningarna startade (1988) har medeltemperaturen i vattnet varit lägst i Bergshamraån (7,2 °C) och högst i Norrtäljeån (9,0°C). Även Broströmmen och Skeboån har något högre medeltemperatur än övriga år. Under 2020 var medeltemperaturen högre i samtliga år jämfört med medeltemperaturen under perioden 1988-2020. Årsmedeltemperaturen (med undantag från Tullkaströmmen) var nästan lika hög som medeltemperaturen under år 2014 och 2018, då samtliga vattendrag hade en årsmedeltemperatur över 9,6 °C. Statistiskt ses från 1988 till 2020 en ökad vattentemperatur för alla vattendrag.

pH

pH-värdet är ett mått på vattnets innehåll av vätejoner eller dess surhetsgrad. Generellt uppvisade pH-värdet en relativt liten variation under året och årsmedelvärden för åarna låg mellan 7,2 (Bergshamraån) och 7,7 (Norrtäljeån och Broströmmen). I samtliga vattendrag låg pH genomgående över 7. Högst pH (8,5) uppmättes i Norrtäljeån i augusti, sannolikt på grund av algblomning i den uppströms belägna sjön Lommaren.

Vid en jämförelse mellan årsmedelvärden från 2020 och hela undersökningsperioden (1988-2020) motsvarade årets snitt i princip medel för hela perioden. Årsmeldvärden för pH varierar mycket lite men under år 2006, 2010 och 2012 låg årsmedel under 7 i Bergshamraån (Figur 4). Sedan undersökningarna inleddes 1988 har de lägsta årsmedelvärden genomgående uppmätts i Bergshamraån, undantaget 1990 då medelvärdet var lägst i Malstaån.

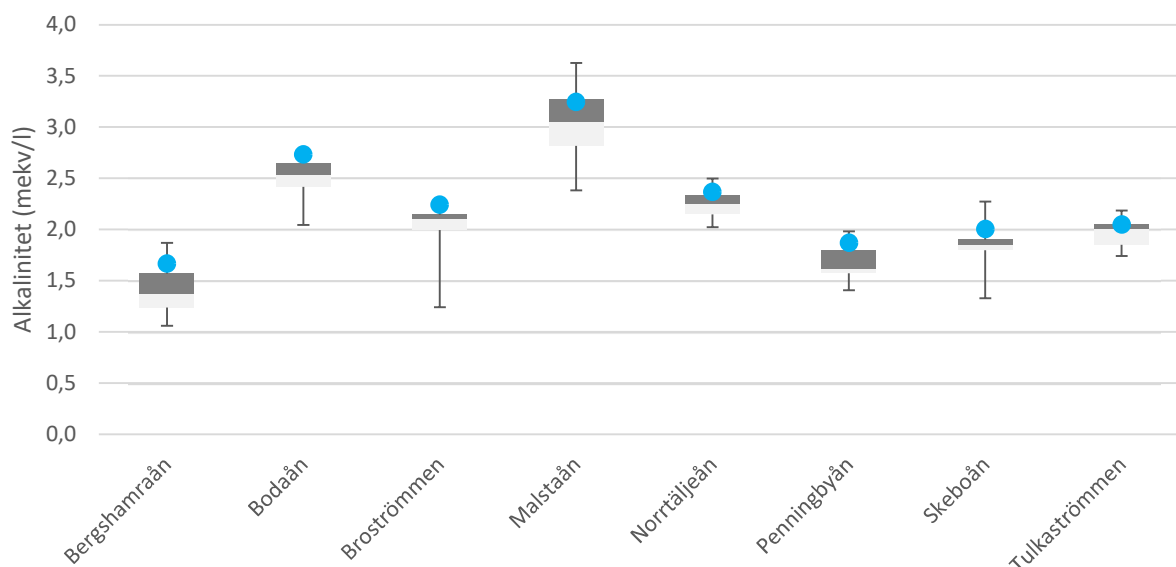


Figur 4. Medelvärden för pH under perioden 1988-2020. Figuren visar andra (ljusgrå) och tredje kvartilen (mörkgrå) där medianvärdet är gränsen mellan de två färgerna. Felstaplarna visar min- och maxvärde. n=33 (Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Norrtäljeån, Penningby och Skeboån), n=31 (Malstaån) och n=32 (Tulkaströmmen). Blåa prickar visar årsmedelvärdet för 2020.

Alkalinitet

Alkaliniteten är ett mått på vattnets förmåga att neutralisera syror, det vill säga förmågan att tåla tillskott av vätejoner utan att reagera med en pH-sänkning. Alkaliniteten var genomgående mycket hög i samtliga undersökta år och visade mycket god buffertkapacitet. Bergshamraån utmärkte sig återigen genom att vid ett tillfälle i mars uppvisa en alkalinitet mindre än 1 mekv/l. Alkaliniteten i detta vattendrag uppvisade också den största variationen vilket är ett tecken på viss försurningskänslighet. Bergshamraån hade också det lägsta årsmedelvärdet (1,7 mekv/l). Det högsta årsmedelvärdet (3,2 mekv/l) uppmättes liksom föregående år i Malstaån. Undantaget Bergshamraån var variationen under året liten.

Vid en jämförelse mellan årsmedelvärden från 2020 och hela undersökningsperioden (1988-2020) motsvarade årets snitt i princip medel för hela perioden. Generellt var likväl årsmedelvärdet något högre för alla år än långtidsmedel. Årsmedelvärden för alkalinitet varierar mycket lite och har aldrig legat under 1 mekv/l (Figur 5). Perioden uppvisar statistiskt säkerställda trender av högre alkalinitet för Bodaån ($p < 0,05$), Broströmmen ($p < 0,001$), Norrtäljeån ($p < 0,05$), Penningbyån ($p < 0,001$) och Skeboån ($p < 0,05$).

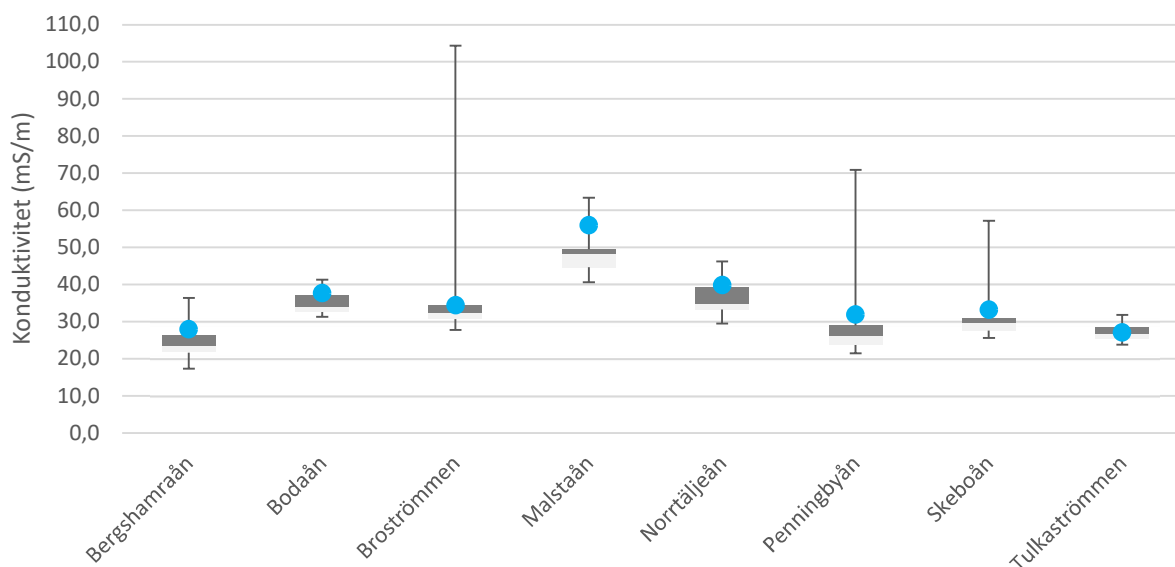


Figur 5. Medelvärden för alkalinitet under perioden 1988-2020. Figuren visar andra (ljusgrå) och tredje kvartilen (mörkgrå) där medianvärdet är gränsen mellan de två färgerna. Felstaplarna visar min- och maxvärde. n=33 (Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Norrtäljeån, Penningby och Skeboån), n=31 (Malstaån) och n=32 (Tulkaströmmen). Blåa prickar visar årsmedelvärdet för 2020.

Konduktivitet

Konduktivitet (vattnets ledningsförmåga) är ett mått på vattnets totala joninnehåll och kan till exempel användas för att spåra föroreningskällor i vattendrag. Sett till årsmedel uppmättes den högsta konduktiviteten (56 mS/m) i Malstaån och den lägsta (27 mS/m) i Tulkaströmmen. Variationen över året var relativt liten utom i Bergshammraån på grund av enstaka mycket höga värden, framförallt i oktober.

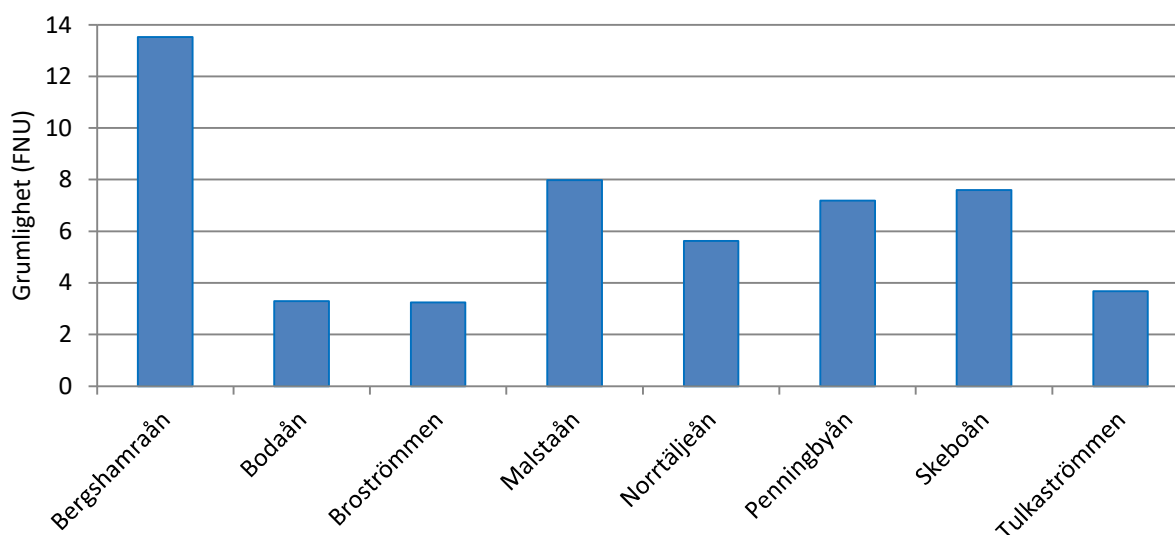
Årsmedelvärdet från 2020 låg för de flesta av åarna något högre än för hela undersökningsperioden (1988-2020). Undantaget var Broströmmen och Tulkaströmmen. Årsmedelvärdena under hela perioden varierar lite men har under enstaka år avvikit relativt mycket (Figur 6). Som högst var årsmedelvärdet för konduktivitet i Broströmmen 2003 (104 mS/m) och därefter i Penningbyån 1996 (71 mS/m). Lågst har konduktiviteten varit i Bergshamraån, sett till medelvärde, median och det enskilt lägsta årsmedelvärdet.



Figur 6. Medelvärden för konduktivitet under perioden 1988-2020. Figuren visar andra (ljusgrå) och tredje kvartilen (mörkgrå) där medianvärdet är gränsen mellan de två färgerna. Felstaplarna visar min- och maxvärde. n=33 (Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Norrtäljeån, Penningby, Skeboån och Tulkaströmmen) och n=31 (Malstaån). Blåa prickar visar årsmedelvärdet under 2020.

Grumlighet

Variabeln grumlighet kvantifierar mängden partiklar i vattnet genom att mäta ljusspridning. Grumlighet anges vanligen i enheten FNU (formazine nephelometric units). Den högsta grumligheten på årsbasis uppmättes i Bergshamraån (13,5 FNU), (Figur 7). De höga årsmedelvärdena för vattendragen indikerar starkt grumligt vatten (Bergshamraån, Malstaån, Skeboån och Penningbyån). Generellt ses högre grumlighet i respektive vattendrag under årets första och sista månader vilket troligen är till följd av ökat flödet under perioden. Klarast var vattnet i Broströmmen (3,2 FNU). Det högsta enskilda värdet (29 FNU) uppmättes i Bergshamraån i september, till skillnad från Broströmmen vars högsta enskilda värde för året var 7,2 FNU (januari). Grumligheten uppvisade generellt en mycket stor variation över året i samtliga vattendrag. För Bodaån ($p < 0,01$, Pearson's korrelation), Broströmmen ($p < 0,001$) och Malstaån ($p < 0,05$) uppvisade grumligheten ett positivt samband med vattenföringen. För dessa vattendrag ökade alltså grumlingen med ökande flöden.

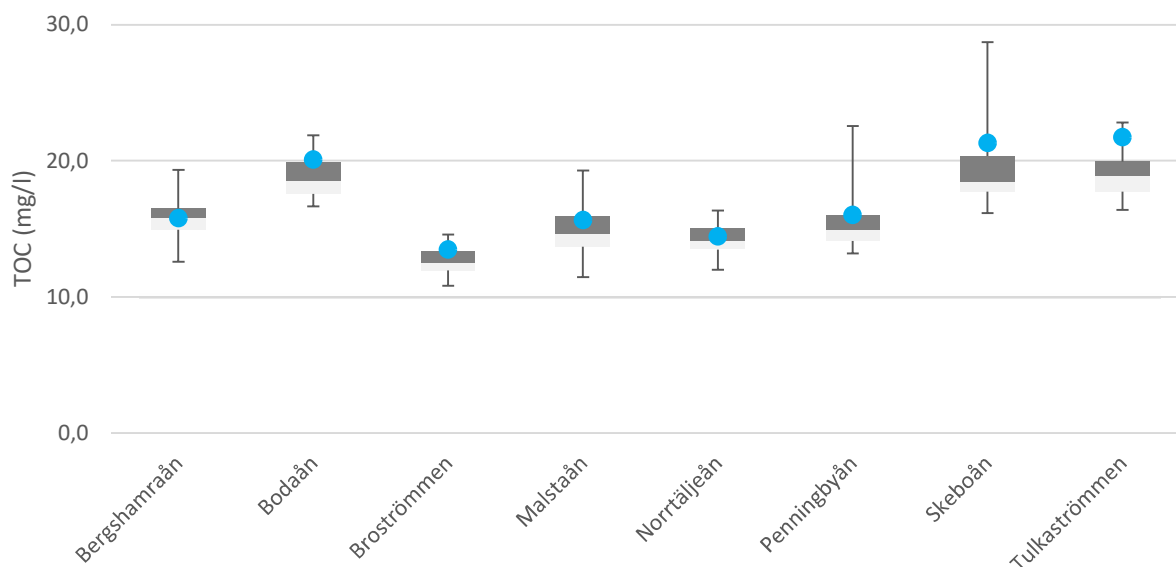


Figur 7. Årsmedelvärden för grumlighet år 2020.

TOC

TOC är en förkortning av totalhalt organiskt kol vilket är ett mått på mängden syretärande organiskt material. Det högsta årsmedelvärdet för TOC (22 mg/l) uppmättes i Tulkaströmmen. Det lägsta (13 mg/l) uppmättes i Broströmmen. Årsmedelhalterna av TOC var höga (TOC 12-16 mg/l) eller mycket höga för samtliga vattendrag. Variationen över året var relativt liten och varierade under året som mest i Norrtäljeån.

Vid en jämförelse mellan årsmedelvärden från 2020 och hela undersökningsperioden (1995-2020) låg beräknade årsmedelvärden för samtliga år utom Bergshamraån högre för 2020 (Figur 8). Statistiskt ses ett positivt samband mellan TOC och vattenföringen under året för Bergshamraån ($p < 0,05$).



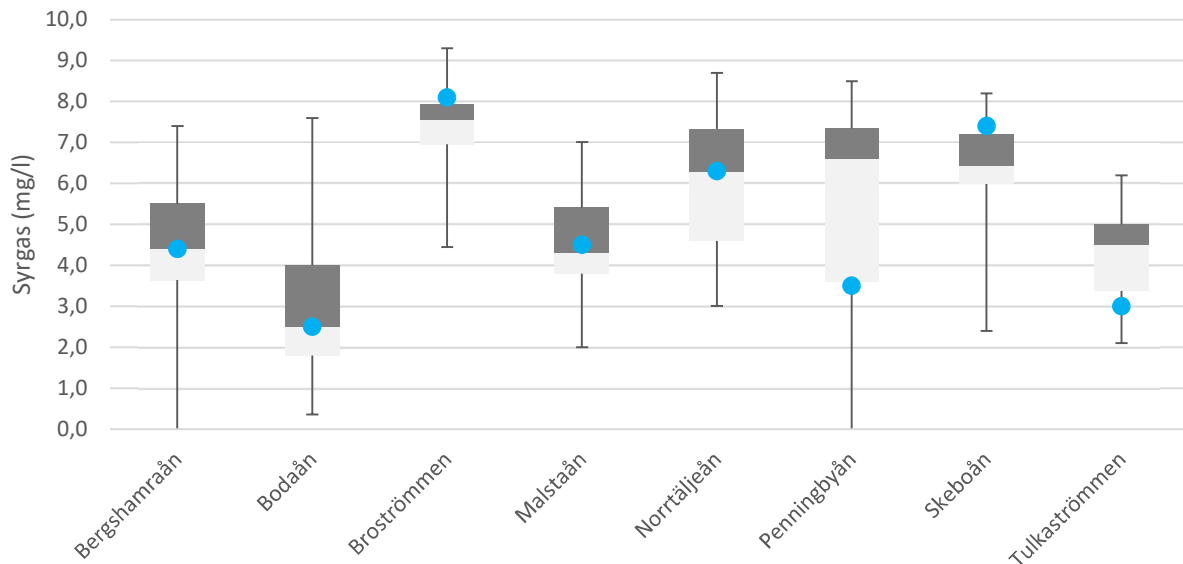
Figur 8. Medelvärden för TOC under perioden 1995-2020. Figuren visar andra (ljusgrå) och tredje kvartilen (mörkgrå) där medianvärdet är gränsen mellan de två färgerna. Felstaplarna visar min- och maxvärde. n=25 (Bergshamraån, Bodaån och Penningby) och n=26 (Broströmmen, Malstaån, Norrtäljeån, Skeboån och Tulkaströmmen). Blåa prickar visar årsmedelvärdet under 2020.

Syrgashalt och -mättnad

Vattnets syrgashalt styrs av abiotiska faktorer som vattentemperatur och vind samt biotiska faktorer som balansen mellan syreproducerande (fotosyntes) och syreförbrukande processer i vattnet. Låga syrgashalter (mindre än 5 mg/l) uppmättes i Bergshamraån (september och oktober), Bodaån (oktober), Penningbyån (oktober) samt i Tulkaströmmen (oktober). Låga syrgashalter i samband med låga flöden kan i vissa fall förklaras av att syrgasfattigt grundvatten utgör stora delar av flödet. En annan förklaring till låga syrgashalter under de varma månaderna är att organiskt material bryts ned i hög takt vilket tär på syrgasförråden. Ofta uppvägs dock detta av den syrgasproduktion som sker genom fotosyntes. I övrigt var syrgashalterna måttliga till höga. De högsta halterna uppmättes under den kalla årstiden då syrgasens löslighet i vatten är hög. Övermättnad av syrgas (>100 procent av mättnadsvärdet) kan ibland förekomma tack vare kraftig planktonproduktion i uppströms liggande sjöar. Övermättnad registrerades i april, maj och augusti i Norrtäljeån. I vattendrag belägna nedströms sjöar är det också vanligt att de högsta syrgashalterna uppträder under våren när vattenmassan cirkulerar i sjöarna och växtplanktonproduktionen är stor. Vattnet syresätts då både genom fysikaliska och biologiska processer.

Årsmedelvärdet av syrgashalt uppvisade en ganska stor variation mellan de olika vattensystemen (7,6 mg/l syrgas i Tulkaströmmen till 10,4 mg/l i Norrtäljeån och Broströmmen). Variationen över året var relativt hög och

högst i Tulkaströmmen och Bodaån där de lägsta halterna under året uppmätts. Vid en jämförelse mellan minimivärden från 2020 och hela undersökningsperioden (1988-2020) var 2020 års minimivärden högre än medel för Bergshamraån, Broströmmen, Malstaån, Norrtäljeån och Skeboån och lägre än medel för övriga år jämfört med hela undersökningsperioden (Figur 9).



Figur 9. Minimivärden för syrgas under perioden 1988-2020. Figuren visar andra (ljusgrå) och tredje kvartilen (mörkgrå) där medianvärdet är gränsen mellan de två färgerna. Felstaplarna visar min- och maxvärde. n=33 (Bergshamraån, Bodaån, Norrtäljeån, Penningby, Skeboån och Tulkaströmmen), n=32 (Broströmmen) och n=31 (Malstaån). Blåa prickar visar årsminimivärdet under 2020.

Näringsämnen

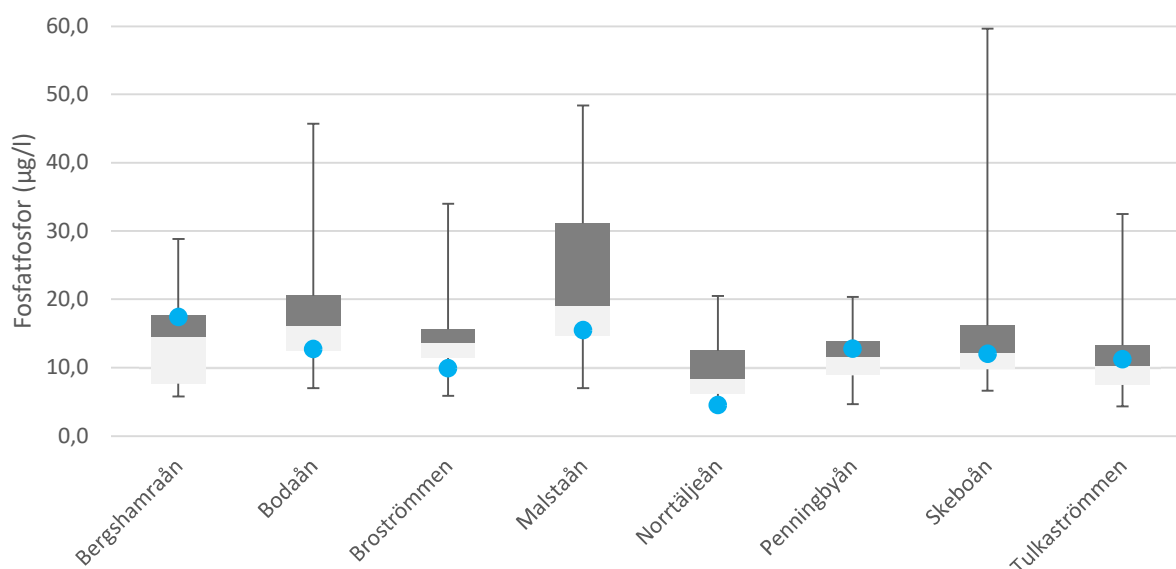
I sjöar och vattendrag reglerar näringsämnena fosfor och kväve växtsamhällenas utveckling. Som regel är fosfor det viktigaste näringsämnet för dessa processer. Dessa näringsämnen finns (förenklat) antingen lösta i vattnet som närsalter eller bundna till organiska (exempelvis alger och humusämnen) eller oorganiska partiklar (lerpartiklar).

Fosfatfosfor

Fosfatfosfor är en oorganisk form av fosfor som är tillgänglig för upptag i växter och alger. Höga fosfatfosforhalter kan orsakas av läckage från kringliggande marker men höga halter kan även uppmätas i samband med låga flöden. Vattendragens årsmedelvärden varierade mellan 5 µg/l i Norrtäljeån och 17,4 µg/l i Bergshamraån. Årets högsta enskilda halt (44 µg/l) uppmättes i Bergshamraån i samband med lågflöde i september.

Variationen över året inom respektive vattendrag var stor. Positiva samband mellan fosfathalt och flöden kunde beläggas för Malstaån och Norrtäljeån ($p < 0,05$ respektive $p < 0,01$, Pearson's korrelation) och ett negativt samband för Penningbyån ($p < 0,05$).

En jämförelse mellan årsmedelvärden från 2020 och hela undersökningsperioden (1988-2020) visar att årsmedelvärdet för fosfatfosfor var högre för Bergshamraån och Penningbyån 2020 (Figur 10). I övriga år var årsmedelvärdet lägre eller lika med långtidsmedlet.



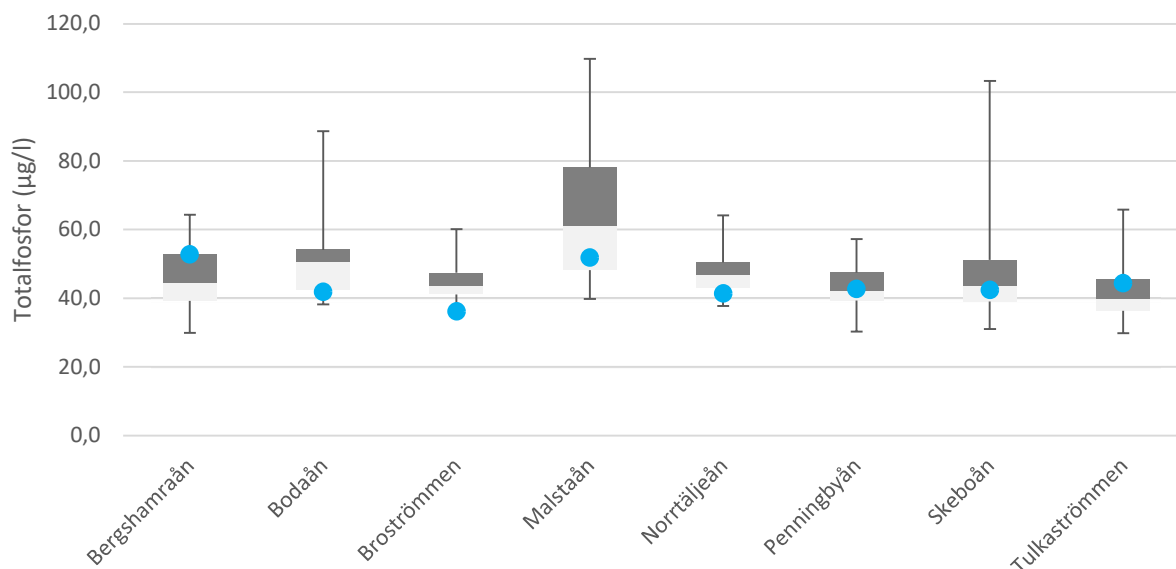
Figur 10. Medelvärden för fosfatfosfor för perioden 1988-2020. Figuren visar andra (ljusgrå) och tredje kvartilen (mörkgrå) där medianvärdet är gränsen mellan de två färgerna. Felstaplarna visar min- och maxvärde. $n=32$ (Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Penningby, Skeboån och Tulkaströmmen), $n=31$ (Malstaån) och $n=33$ (Norrtäljeån). Blå prickar visar årsmedelvärdet för 2020.

Totalfosfor

Denna variabel beskriver vattnets totala fosforinnehåll, det vill säga summan av fosfatfosfor och den organiskt eller oorganiskt bundna fosfor. Åarnas årsmedelvärden av totalfosfor varierade relativt lite (36-53 µg/l), där Broströmmen hade lägst halt och Bergshamraån högst. Variationen under året var som störst i Tulkaströmmen och Penningbyån. Den högsta enskilda fosforhalten (103 µg/l) uppmättes i Penningbyån under oktober. Inga samband mellan totalfosforhalt och flöde kunde beläggas för åarna.

En jämförelse mellan årsmedelvärden från 2020 och hela undersökningsperioden (1988-2020) visar att halten totalfosfor generellt var lägre eller på ungefär samma nivå 2020 (Figur 11). Undantagen var Bergshamraån och Tulkaströmmen där halten var högre. Sett till långtidsserien kan en negativ trend (med minskande halter) beläggas för

Malstaån ($p < 0,05$) och en positiv för Penningbyån ($p < 0,05$) med ökade totalfosforhalter. För det senaste decenniet kan även en trend för minskande halter i Malstaån och Skeboån beläggas ($p < 0,05$ respektive $p < 0,01$). I Malstaån har även årsmedelvärdena varierat mer än i de övriga undersökta åarna.

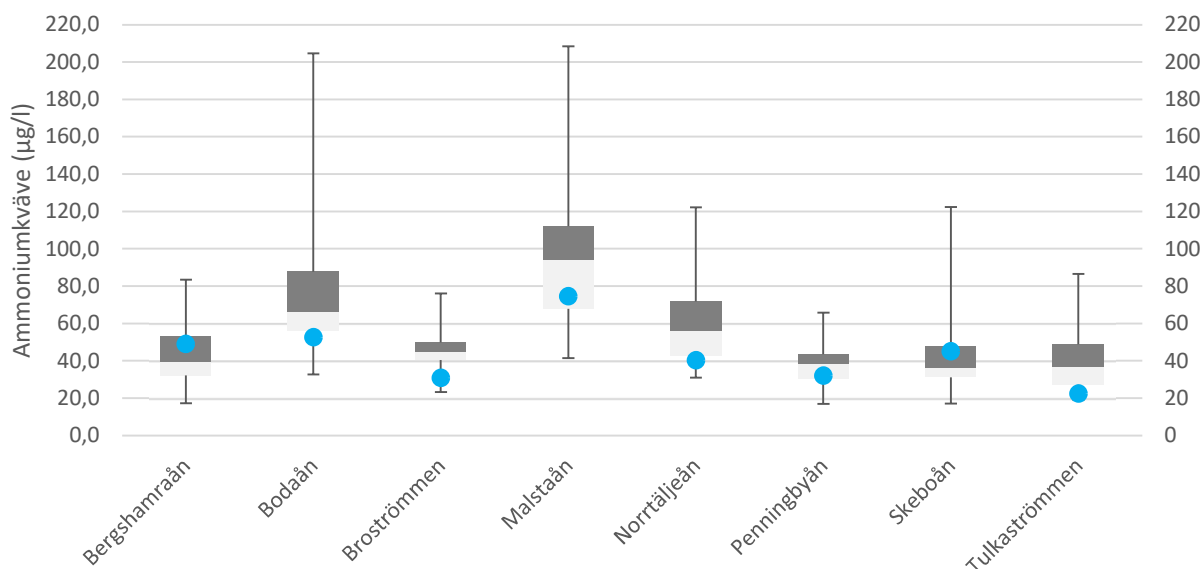


Figur 11. Medelvärden för totalfosfor för perioden 1988-2020. Figuren visar andra (ljusgrå) och tredje kvartilen (mörkgrå) där medianvärdet är gränsen mellan de två färgerna. Felstaplarna visar min- och maxvärde. $n=33$ (Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Norrtäljeån, Penningby, Skeboån och Tulkaströmmen) och $n=31$ (Malstaån). Blåa prickar visar årsmedelvärdet för 2020.

Ammoniumkväve

Ammoniumkväve är en växttillgänglig jonform av kväve som bildas vid nedbrytning. Årsmedelvärdet för ammoniumkväve uppvisade en hög variation mellan åarna, från 23 $\mu\text{g/l}$ i Tulkaströmmen till 75 $\mu\text{g/l}$ i Malstaån. Halternas variation över året var generellt mycket stor, och störst i Skeboån. Årets högsta enskilda halt (275 $\mu\text{g/l}$) uppmättes i Skeboån i november. Statistisk ses ett positivt samband mellan ammoniumkväve och vattenföringen under året för Bergshamraån ($p < 0,05$).

En jämförelse mellan årsmedelvärden från 2020 och hela undersökningsperioden (1988-2020) visar att halten ammoniumkväve var lägre eller betydligt lägre 2020 än medelvärdet för hela perioden i samtliga vattendrag, med undantag för Bergshamraån och Skeboån där halten 2020 var högre jämfört med hela perioden (Figur 12). Medelhalten för hela perioden är högst i Malstaån. Sedan 2014 har halterna i minskat rejält tack vare vattentillförsel från vattenverket.



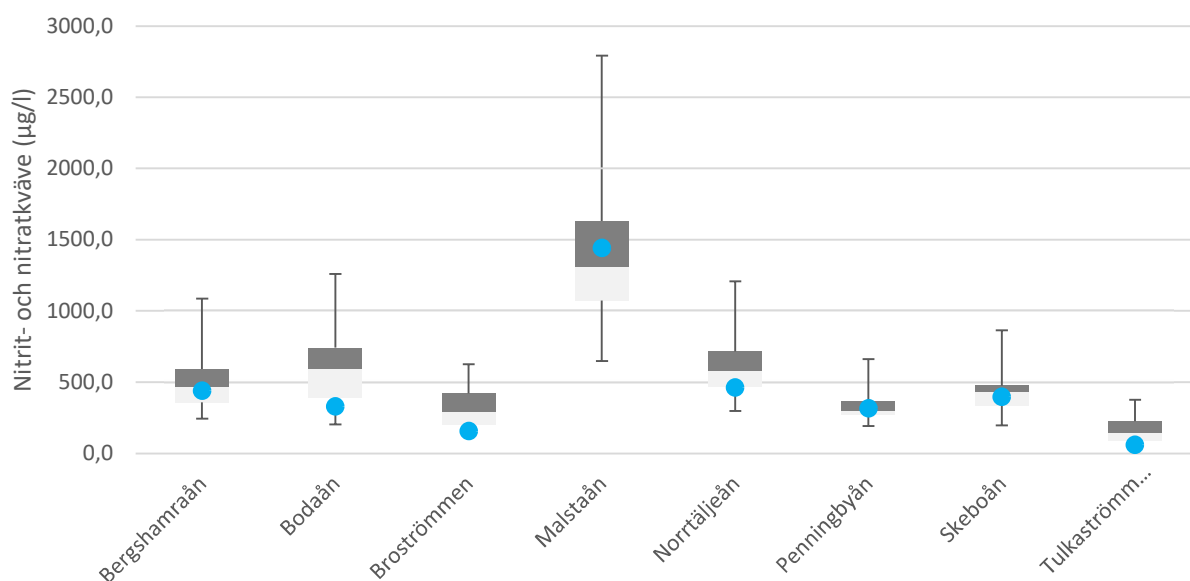
Figur 12. Medelvärden för ammoniumkväve för perioden 1988-2020. Figuren visar andra (ljusgrå) och tredje kvartilen (mörkgrå) där medianvärdet är gränsen mellan de två färgerna. Felstaplarna visar min- och maxvärde. n=33 (Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Norrtäljeån, Penningby, Skeboån och Tulkaströmmen) och n=31 (Malstaån). Blåa prickar visar årsmedelvärdet för 2020.

Nitrit- och nitratkväve

Nitrit- och nitratkväve är andra former av växttillgängligt löst kväve. Dessa kväveformer bildas bland annat genom oxidation av ammoniumkväve och uppträder precis som detta ofta i höga halter i början och slutet av året. Årsmedelvärdet för nitratkväve uppvisade en extrem variation mellan åarna, med de lägsta halterna i Tulkaströmmen (62 µg/l) och de högsta i Malstaån (ca 1400 µg/l). Resultaten indikerar alltså att de största näringsläckagen skedde till Malstaån vars avrinningsområde till stora delar utgörs av öppen mark/jordbruksmark. Halterna varierade generellt kraftigt över året och var ofta höga i samband med högt flöde och stora läckage från avrinningsområdet. Den allra högsta halten (ca 4600 µg/l) uppmättes i Malstaån under december. Under sommarperioden var nitrit- och nitratkvävehalterna i allmänhet låga då upptaget från vegetation både på land och i vatten var stort och flödet var mycket lågt. Ett positivt samband mellan nitrit- och nitrathalt samt flöden kunde beläggas för Bergshamraån, Bodaån, Malstaån, Norrtäljeån och Penningbyån ($p < 0,001$, Pearson's korrelation), Broströmmen ($p < 0,01$) och Tulkaströmmen ($p < 0,05$).

En jämförelse mellan årsmedelvärden från 2020 och hela undersökningsperioden (1988-2020) visar att halten 2020 var lägre än medelvärdet för hela perioden, utom för Malstaån där halten var något högre (Figur 13). Malstaån har generellt sett de högsta årsmedelvärdena

och variationen är också stor i denna å. Under 2020 var dock variationen störst i Norrtäljeån.

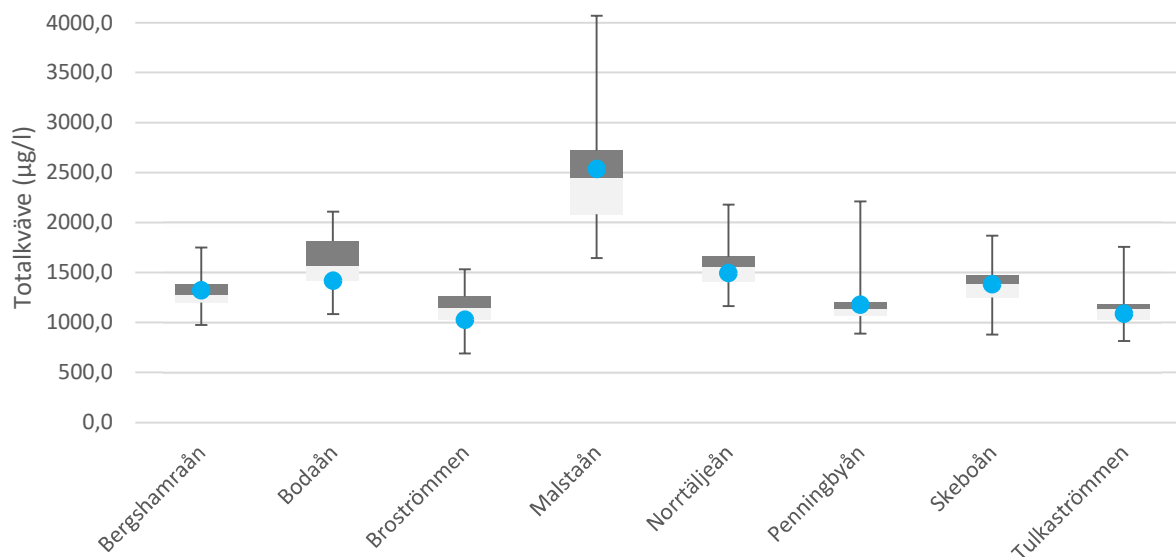


Figur 13. Medelvärden för nitrit- och nitratkväve för perioden 1988-2020. Figuren visar andra (ljusgrå) och tredje kvartilen (mörkgrå) där medianvärdet är gränsen mellan de två färgerna. Felstaplarna visar min- och maxvärde. n=33 (Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Norrtäljeån, Penningby, Skeboån och Tulkaströmmen) och n=31 (Malstaån). Blåa prickar visar årsmedelvärdet för 2020.

Totalkväve

Totalkväve är det totala innehållet av löst och partikelbundet kväve i vatten. Årsmedelvärdet uppvisade relativt stor variation mellan åarna, med de lägsta halterna i Broströmmen (ca 1000 µg/l) och de högsta i Malstaån (2500 µg/l). Variationen över året var relativt hög i de flesta år och högst i Malstaån. Halterna var generellt sett högst under vintern och normalt lägst under sommaren och en bit in på hösten. Precis som för fosfor noterades en anmärkningsvärt låg kvävehalt för Malstaån i augusti och september (<1000 µg/l). Den högsta halten (ca 5200 µg/l) uppmättes i Malstaån i december och sammanföll då med höga nitrat- och nitrithalter. Ett positivt samband mellan totalkvävehalt och flöde kunde beläggas för Bergshamraån och Penningbyån ($p < 0,01$, Pearson's korrelation) samt för Malstaån och Norrtäljeån ($p < 0,001$).

En jämförelse mellan årsmedelvärden från 2020 och hela undersökningsperioden (1988-2020) visar att totalkvävehalten 2020 låg kring medelvärdet eller något under hela perioden (Figur 14). Sett till hela undersökningsperioden uppvisar Skeboån en positiv trend ($p < 0,01$, Pearson's korrelation) med ökande halter av totalkväve under perioden. Sett till den senaste tioårsperioden kunde inga statistiskt säkerställda trender beläggas.



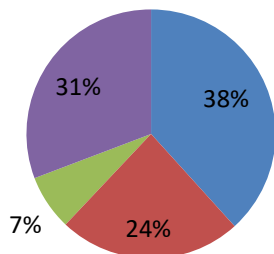
Figur 14. Medelvärden för totalkväve under perioden 1988-2020. Figuren visar andra (ljusgrå) och tredje kvartilen (mörkgrå) där medianvärdet är gränsen mellan de två färgerna. Felstaplarna visar min- och maxvärde. n=33 (Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Norrtäljeån, Penningby, Skeboån och Tulkaströmmen) och n=31 (Malstaån). Blåa prickar visar årsmedelvärdet för 2020.

Transporter av fosfor och kväve

De årliga transporter av fosfor och kväve visar de aktuella vattensystemens bidrag till belastningen på Östersjön. Observera att belastningen (liksom tidigare år) har beräknats för de aktuella provpunkternas geografiska läge och inte åarnas utflöde i havet. I syfte att utreda hur stor påverkan provtagningsstationernas lägen har på belastningsberäkningen har prov tagits nedan Örvikssjön i Tulkaströmmen under årets första hälft. I Bilaga 4 redovisas de olika vattendragens beräknade transporter av fosfatfosfor, totalfosfor samt ammonium-, nitrit-, nitrat- och totalkväve under 2020. Figur 15 och 16 illustrerar totalfosfor- och totalkvävetransporten i de undersökta vattendragen samt den totala belastningen på havet från samtliga vattendrag (exkluderat Malstaån som mynnar i Lommaren och är en delgren av Norrtäljeån). Figuren visar också transporten uppdelat på årets fyra kvartal. Till skillnad från 2019 ägde huvuddelen av fosfor- och kvävetransporterna rum under första kvartalet 2020. Detta beror till stor del på motsvarande skillnad i vattenflöden där flödet var störst under första kvartalet 2020, medan sista kvartalet 2019 bjöd på de största flödena. Lägst flöden var det under årets tredje kvartal, då även lägst mängder kväve och fosfor transporterades. Varje vattendrags procentuella betydelse för belastningen på havet redovisas över respektive diagram. Observera att Malstaån mynnar i Lommaren, vilket betyder att näringstransporten från Malstaån även är inräknad i Norrtäljeåns transport ut i havet.

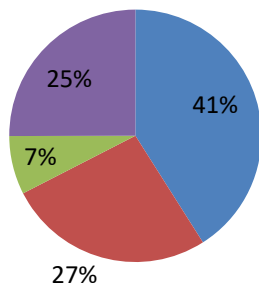
**Bergshamraån 8%
(666 kg fosfor)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



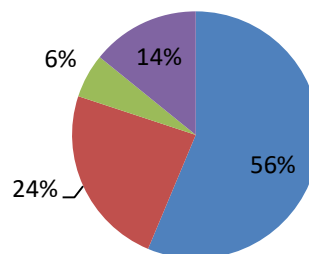
**Bodaån 5%
(433 kg fosfor)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



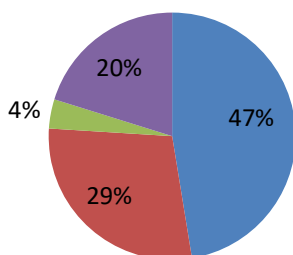
**Broströmmen 19%
(1,5 ton fosfor)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



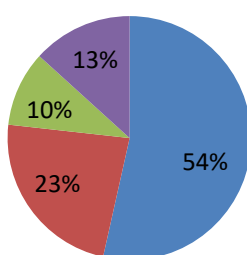
**Malstaån 7%
(553 ton fosfor)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



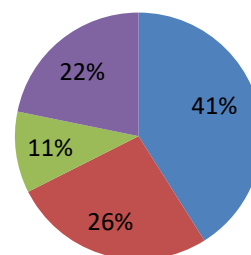
**Norrtäljeån 27%
(2,2 ton fosfor)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



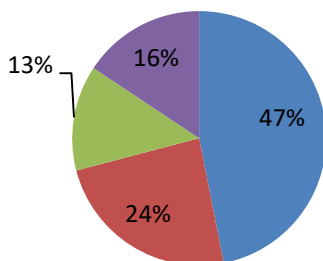
**Penningbyån 7%
(577 kg fosfor)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



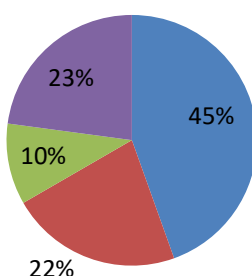
**Skeboån 31%
(2,5 ton fosfor)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



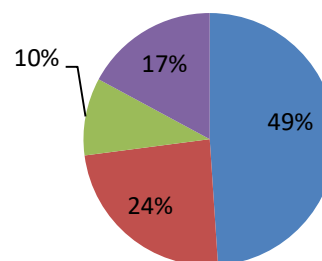
**Tulkaströmmen 3%
(206 kg fosfor)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



**Totalt
(8,1 ton fosfor)**

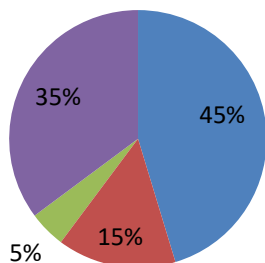
■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



Figur 15. Totalfosfortransport i åtta vattendrag i Norrtälje kommun 2020. Fosfortransporten redovisas uppdelat på årets fyra kvartal.

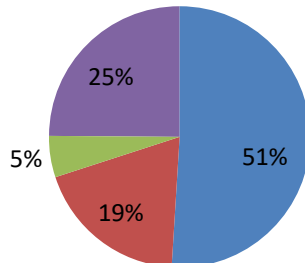
**Bergshamraån 7%
(21 ton kväve)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



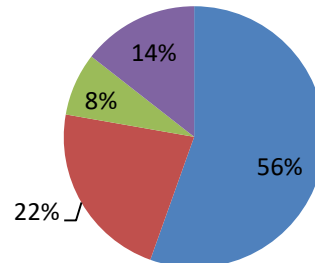
**Bodaån 6%
(17 ton kväve)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



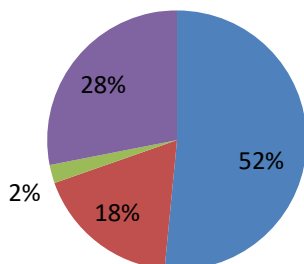
**Broströmmen 14%
(42 ton kväve)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



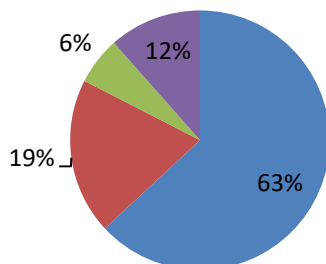
**Malstaån 11%
(34 ton kväve)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



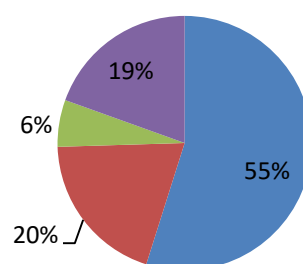
**Norrtäljeån 31%
(93 ton kväve)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



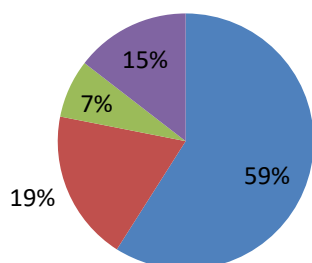
**Penningbyån 7%
(21 ton kväve)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



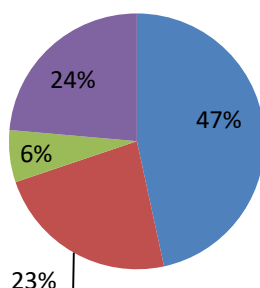
**Skeboån 33%
(99 ton kväve)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



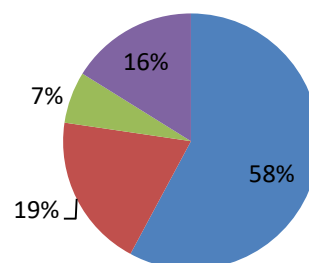
**Tulkaströmmen 2%
(6 ton kväve)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



**Totalt
(298 ton kväve)**

■ jan-mar ■ apr-jun
■ jul-sep ■ okt-dec



Figur 16. Totalkvävetransport i åtta vattendrag i Norrtälje kommun 2020. Kvävetransporten redovisas även uppdelat på årets fyra kvartal.

Vattendragens sammanlagda fosfortransport till havet uppgick under 2020 till 8,1 ton, vilket är jämförbart med 2018 års transport (8,2 ton) men hela 30 procent mindre än 2019 (11,8 ton). Samtliga år hade en kraftigt minskad mängd transporterad fosfor under 2020 jämfört med 2019 men störst var skillnaden i Bodaån, Malstaån och Tulkaströmmen. De bakomliggande orsakerna till skillnaden i belastning står främst att finna i de lägre flöden som erhöles under 2020. Skeboån och Norrtäljeån svarade för de största enskilda uttransporterna av totalfosfor, vilket 2020 innebar 2,5 respektive 2,2 ton motsvarande cirka 30 procent vardera av totaltransporten. Det tredje största vattensystemet, Broströmmens, svarade för en fosfortransport av 1,5 ton motsvarande 19 procent av totaltransporten. För övriga fem vattendrag låg de totala fosformängderna mellan cirka 200 och 600 kilo, motsvarande 3 till 7 procent av totaltransporten.

Vattendragens sammanlagda kvävetransport till havet uppgick till 298 ton, vilket var en halvering av transporten jämfört med 2019 (motsvarande ca 300 ton). Precis som för fosfor stod Skeboån och Norrtäljeån för den största uttransporten av kväve, vilket 2020 innebar 99 respektive 93 ton, motsvarande drygt 30 procent av totaltransporten för vardera vattendrag. Bidraget från det tredje största vattensystemet Broströmmen uppgick till cirka 42 ton, motsvarande 14 procent av de totala mängderna. Som delgren till Norrtäljeån transporterade även Malstaån en betydande mängd kväve (34 ton). Övriga vattendrag svarade för transporter på cirka 6-21 ton motsvarande 2 till 7 procent. Samtliga år transporterade mindre kvävemängder jämfört med 2019 i en omfattning som varierade mellan hela 40 och 70 procent.

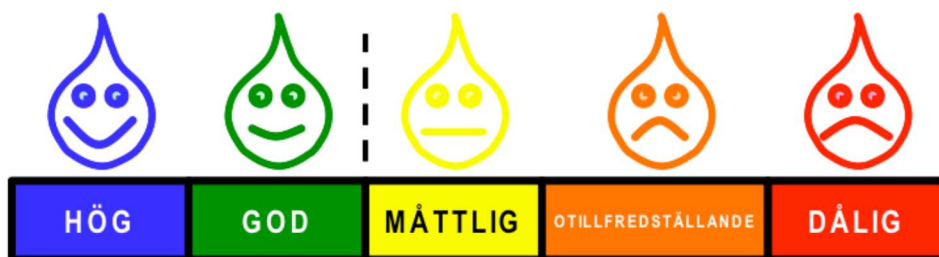
Skillnaden i transport mellan de två provpunkterna i Tulkaströmmen beror till största del på skillnader i uppmätta halter. Vattenföringen är på grund av kompensering av provpunkt nästan 10 procent högre i den nedre delen av ån men den procentuella skillnaden i halt under våren ger en större effekt på transporten än vad skillnaden i vattenföring ger (Tabell 2). Under maj/juni var mängden transporterad fosfor i Tulkaströmmens nedre provpunkt cirka 70-80 procent högre än vad det transporteras enligt beräkningar vid den övre provpunkten. Totalfosforhalten var under dessa tillfällen 26 µg/l (maj) respektive 18 µg/l (juni) lägre i den övre delen av ån, motsvarande ca 60 %. Detta gav en skillnad på hela 30 procent av totalt transporterad fosfor (41 kg). Halterna av totalkväve skiljde sig inte lika mycket under den undersökta perioden och därav blev den totala transporten endast 10 procent (394 kg) större nedan Örviksjön jämfört med beräkningar från punkten ovan. Med avssende på övriga uppmätta parametrar noterades mindre skillnader mellan provpunkterna (Bilaga 3).

Tabell 2. Skillnad i transport av fosfor och kväve till havet, provpunkt Tulkaströmmen jämf. Tulkaströmmen nedströms Örvikssjön.

Månad			Nedströms Örvikssjön		Skillnad	
	Totalfosfor (kg)	Totalkväve (kg)	Totalfosfor (kg)	Totalkväve (kg)	Totalfosfor (%)	Totalkväve (%)
Januari	29	690	33	743	15	8
Februari	19	586	20	647	2	10
Mars	43	1294	47	1297	9	0
April	8	261	10	284	29	9
Maj	29	766	54	953	83	24
Juni	9	255	15	323	70	27
Totalt	137	3852	178	4246	30	10

Bedömning av ekologisk status

I följande avsnitt redovisas en bedömning av de aktuella vattendragens ekologiska status baserat på treårsmedelvärden av totalfosfor enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25) samt med de referensvärden som används av Länsstyrelsen i Stockholms län. I enlighet med vattenmyndigheternas vägledning är halterna inte flödesviktade. Figur 17 visar de fem olika statusklasserna enligt vattendirektivet.



Figur 17. Benämning och färgbeteckning för klassning av ekologisk status enligt vattendirektivet.

Bergshamraån, Bodaån, Broströmmen, Malstaån och Tulkaströmmen bedömdes ha god ekologisk status (Tabell 3). Malstaån var nära klassgränsen mot måttlig status. Norrtäljeån, Penningbyån och Skeboån bedöms ha måttlig ekologisk status. Detta innebär en oförändrad klassificering för samtliga vattendrag i jämförelse med tidigare år. Observera att jämförelsen genomgående baserar sig på icke-flödesviktade medelvärden.

Särskilda förorenande ämnen (SFÄ) bedöms ha god status avseende ammoniak. Ammoniak har inte uppmätts i ytvattenhalter som överskrider det gränsvärde som avser årsmedelhalt. Gränsvärdet för maximalt tillåten halt har inte heller överskridits vid något tillfälle under år 2020.

Tabell 3. Klassning av ekologisk status baserat på totalfosforhalt (2018-2020) för åtta vattendrag i Norrtälje kommun.

Vattendrag	Ekologisk kvot	Status
Bergshamraån	0,58	God
Bodaån	0,56	God
Broströmmen	0,54	God
Malstaån	0,52	God
Norrtäljeån	0,43	Måttlig
Penningbyån	0,37	Måttlig
Skeboån	0,46	Måttlig
Tulkaströmmen	0,65	God

Vid klassning av ekologisk status är det biologiska parametrar som väger tyngst. En bedömning med ledning av totalfosforhalt kan enbart utgöra stöd vid en sammanvägd statusbedömning. Nedan visas vattenmyndighetens klassning av ekologisk status för aktuella vattendrag (Tabell 4). Klassningen avser myndighetens senaste arbetsmaterial sådant det redovisades i VISS 2019-07-05 för alla vattendrag utom Skeboån där materialet är från 2019-11-21. Vattenmyndighetens klassning av den ekologiska statusen motiveras för vattenförekomsterna Bergshamraån och Bodaån av att vattenförekomsten är hydromorfologiskt påverkat vilket används till grund för klassningen. För Broströmmen och Norrtäljeåns ekologiska status motiverar myndigheten klassningen av kvalitetsfaktorn näringsämnen och att vattendragen är näringspåverkade. För Malstaån motiveras kiselalger som den utslagstivande kvalitetsfaktorn för bedömningen av ekologisk status. För Penningbyån bedöms den ekologiska statusen baserat på näringsämnen och påverkan av hydromorfologiska förhållanden. För Skeboån bedöms den ekologiska statusen baserat på kvalitetsfaktorn fisk samt hydromorfologisk påverkan.

Tabell 4. Vattenmyndighetens klassning av ekologisk status (arbetsmaterial enligt VISS, 2019-07-05 för samtliga vattendrag undantaget Skeboån 2019-11-21) samt biologiska kvalitetsfaktorer och totalfosfor för åtta vattendrag i Norrtälje kommun.

Vattendrag	Ekologisk status	Kiselalger	Bottenfauna	Fisk	Näringsämnen
Bergshamraån	Måttlig	God (2014-2017)	Hög (2000-2012)	Måttlig (2013-2018)	God (2013-2017)
Bodaån	Måttlig	God (2018)	-	-	God (2013-2017)
Broströmmen	Måttlig	God (2015)	Hög (2017)	-	Måttlig (2013-2017)
Malstaån	Måttlig	Måttlig (2015)	-	-	God (2013-2017)
Norrtäljeån	Måttlig	-	God (2017)	-	Måttlig (2013-2017)
Penningbyån	Måttlig	Måttlig (2014-2017)	Hög (2008-2010)	-	Måttlig (2013-2017)
Skeboån	Otillfredsställande	Måttlig (2018)	-	Otillfredsställande (2013-2018)	Måttlig (2013-2017)
Tulkaströmmen	God	Måttlig (2015)	-	-	Hög (2013-2017)

Samlad beskrivning och bedömning

I detta avsnitt redovisas en samlad beskrivning av samtliga undersökta vattendrag. I Tabell 5 visas årsmedel-, max- eller minimivärden för vissa undersökta parametrar i samtliga undersökta åar i Norrtälje kommun 2020.

Tabell 5. Årsmedel-, max- eller minimivärden för att antal variabler i de undersökta åarna i Norrtälje kommun 2020.

Parameter	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen
Vattenföring (m ³ /s)	0,42	0,34	1,24	0,30	1,68	0,52	2,12	0,16
Temperatur max (°C)	18,4	19,5	19,4	19,7	20,7	17,9	19,2	16,9
pH	7,34	7,67	7,89	7,58	7,91	7,57	7,62	7,49
Alkalinitet (mekv/l)	1,67	2,73	2,24	3,24	2,37	1,87	2,00	2,05
Konduktivitet (mS/m)	28,0	37,8	34,4	56,0	39,1	31,9	32,2	27,1
Grumlighet (FNU)	13,5	3,3	3,2	8,0	5,6	7,2	7,6	3,7
TOC (mg/l)	16	20	13	16	14	16	21	22
Syrgashalt min (mg/l)	4,4	2,5	8,1	4,5	6,3	3,5	7,4	3,0
Fosfatfosfor (µg/l)	17	13	10	15	5	13	12	11
Totalfosfor (µg/l)	53	42	36	52	41	43	42	44
Ammoniumkväve (µg/l)	49	53	31	75	40	32	45	23
Nitrit/nitratkväve (µg/l)	440	331	156	1442	464	316	399	62
Totalkväve (µg/l)	1321	1418	1028	2534	1496	1176	1383	1089

Bergshamraån

Bergshamraåns avrinningsområde omfattar 86 km² och domineras av skog. Andelen jordbruksmark uppgår till 13 procent och andelen sjöar till tre procent. Årsmedelvattenföringen uppgick 2020 till 0,42 m³/s.

Provtagningslokalen ligger längs en lugnflytande sträcka precis efter en vägtrumma, cirka 2,5 kilometer från utloppet i havet (Figur 18). Närmare havet har ån en slingrande sträckning och strömmande vatten. År 2020 transporterade Bergshamraån ca 670 kilo fosfor och ca 21 ton kväve till Östersjön. Det motsvarar 8 respektive 7 procent av de totala transporter som beräknats för de undersökta vattendragens belastning till havet.

Vattendragets ekologiska status vad gäller näringsämnen bedömdes vara god baserat på den senaste treårsperioden.



Figur 18. Provtagningslokalen i Bergshamraån ligger vid en lugnflytande sträcka precis nedströms en vägtrumma. Längre nedströms provtagningslokalen är Bergshamraån slingrande och bitvis strömmande.

I augusti och september uppmättes den lägsta syrgashalten (4,4 respektive 4,5 mg/l) men var under resten av året överlag måttligt till hög. Åns vatten var starkt grumligt och även den mest grumliga av de undersökta vattendragen. Motståndskraften mot förorening var god även om Bergshamraån hade lägst pH-värde och alkalinitet av alla år. Inga pH-värden under 7 uppmättes under 2020. Tidigare år har lägre pH än 7 uppmätts vilket kan tyda på viss föroreningsskänslighet. Årsmedelhalten syretärande ämnen var mycket hög och sett till årsmedelvärden i övrigt uppvisade ån den högsta fosfat- och totalfosforhalten av samtliga vattendrag och vattnets färg (absorbansen) var näst högst jämfört med övriga vattendrag. För TOC, ammonium-, nitrit/nitrat- och totalkväve kunde ett positivt samband med flödet påvisas. Inga statistiskt säkerställda trender i vattenkvalitetens utveckling kunde påvisas för Bergshamraån.

Bodaån

Bodaåns avrinningsområde omfattar 64 km² och domineras av skog. Andelen jordbruksmark uppgår till 22 procent och andelen sjöar till 4 procent. Årsmedelvattenföringen uppgick 2020 till 0,34 m³/s. Provtagningslokalen ligger längs en svagt strömmande sträcka nedströms en vägtrumma (Figur 19). År 2020 transporterade Bodaån 433 kilo fosfor

och 17 ton kväve till Östersjön. Det motsvarar 5 respektive 6 procent av den totala fosfor- och kvävetransport som beräknats för de undersökta vattendragens belastning till havet. Vattendragets ekologiska status vad gäller näringsämnen bedömdes vara god baserat på den senaste treårsperioden.



Figur 19. Provtagningslokalen i Bodaån ligger vid en svagt strömmande sträcka.

Under oktober uppmättes låga syrgashalter (<5 mg/l) i Bodaån, som under 2020 hade de mest ansträndagande syrgashalten av åarna. Årsmedelhalten syretärande ämnen var mycket hög och vattnet var betydligt grumligt, trots att ån var den näst minst grumliga av de åtta undersökta. Motståndskraften mot försurning var mycket god och inga pH-värden under 7 uppmättes. Sett till årsmedelvärden i övrigt uppvisade ån inga övriga minsta eller högsta värden. Ett positivt samband kunde beläggas mellan flöde och TOC samt nitrit-/nitratkväve, det vill säga höga halter uppmättes vid höga flöden och vice versa. Bodaån uppvisar en trend av stärkt buffertkapacitet ($p < 0,05$) sett till hela undersökningsperioden.

Broströmmen

Broströmmens avrinningsområde omfattar 227 km² och domineras av skog. Andelen jordbruksmark uppgår till 21 procent och andelen sjöar till hela 13 procent. Årsmedelvattenföringen uppgick 2020 till 1,24 m³/s. Vattendraget är reglerat strax nedströms utloppet från Erken. Figur 20 visar provtagningslokalen i Lundaströmmen en dryg kilometer innan

Broströmmens vattensystem mynnar i Norrtäljeviken. År 2020 transporterade Broströmmen 15 ton fosfor och 42 ton kväve till Östersjön vilket motsvarar 19 respektive 14 procent av den totala fosfor- och kvävetransport som beräknats för de undersökta vattendragens belastning till havet. Vattendragets ekologiska status vad gäller näringsämnen bedömdes vara god baserat på den senaste treårsperioden.



Figur 20. Provtagningslokalen i Broströmmen är belägen nedströms en vägbro en dryg kilometer innan vattensystemet mynnar i Norrtäljeviken. Vattendraget har här strömmande karaktär och erbjuder fina lekbottnar för havsöring.

Broströmmen var genomgående syrerik trots höga halter syreförbrukande organiskt material. Vattnet var betydligt grumligt om än det klaraste i jämförelse med de övriga undersökta åarna samt minst färgat vatten. Broströmmen har mycket god motståndskraft mot försurning och pH låg genomgående över 7. Sett till årsmedelvärden hade Broströmmen högst pH tillsammans med Norrtäljeån och i övrigt den lägsta halten TOC, totalfosfor och totalkväve. Även sett till grumlighet samt nitrit- och nitratkvävehalt låg åns värden bland de lägsta årsmedelvärdena. Positiva samband kunde beläggas mellan flöde och grumlighet ($p < 0,001$) och nitrit- och nitratkväve ($p < 0,01$). Broströmmen uppvisar en trend av stärkt buffertkapacitet ($p < 0,001$) sedan undersökningarna startade 1988. Inga andra trender avseende Broströmmens vattenkvalitet går att statistiskt säkerställa.

Malstaån

Malstaåns avrinningsområde omfattar 68 km² och utgör en del av Norrtäljeåns vattensystem som mynnar i Norrtäljeviken. Andelen jordbruksmark och skog i Malstaåns delavrinningsområde uppgår till cirka 40 procent vardera och andelen sjöar till endast en procent.

Årsmedelvattenföringen uppgick 2020 till 0,30 m³/s. Figur 21 visar provtagningslokalen i Malstaån. Provpunkten är belägen vid en träbro cirka 600 meter innan ån mynnar i sjön Lommaren. Ån är kraftigt igenväxt av vass och videbuskage och under sommaren även av bland annat näckrosor. År 2020 transporterade Malstaån 553 kg fosfor och 34 ton kväve till sjön Lommaren. Det motsvarar 7 respektive 11 procent av den totala fosfor- och kvävetransport som beräknats för de undersökta vattendragens belastning till havet. Vattendragets ekologiska status vad gäller näringsämnen bedömdes vara god baserat på den senaste treårsperioden. En trolig orsak till de förbättrade näringsförhållandena är utsläpp av renat Erkenvatten vid Nånö vattenverk.



Figur 21. Provtagningslokalen i Malstaån är belägen vid en gångbro cirka 600 meter innan ån mynnar i sjön Lommaren. Buskvegetation kantar det igenväxande vattendraget.

Syreförhållandena var generellt sett goda, men låga under oktober och hade en hög halt syreförbrukande organiskt material. Vattnet var mycket grumligt. Ån har mycket god motståndskraft mot försurning med pH genomgående över 7. Sett till årsmedelvärden uppvisade Malstaån högst alkalinitet (buffertkapacitet), konduktivitet samt högst halter av

ammonium-, nitrit- och nitratkväve samt totalkväve. Malstaån uppvisade också de enskilt högsta halterna av nitrit- och nitratkväve (december) och totalkväve (december). Extremt höga halter av nitrat- och nitritkväve uppmättes under vintern men bland de lägsta halterna av totalkväve under augusti och september). Positiva samband kunde beläggas mellan flöde och grumlighet ($p < 0,05$), fosfatfosfor ($p < 0,05$), nitrit-/nitratkväve ($p < 0,001$) och totalkväve ($p < 0,001$). Sett till hela perioden från när mätningarna startade 1988 till 2018 samt för den senaste tioårsperioden uppvisar Malstaån en trend av minskande totalfosforhalter ($p < 0,01$ respektive $p < 0,05$).

Norrtäljeån

Norrtäljeåns avrinningsområde omfattar 350 km² och domineras av skog. Andelen jordbruksmark uppgår till 26 procent och andelen sjöar till 7 procent. Årsmedelvattenföringen uppgick 2020 till 1,7 m³/s. Figur 22 visar provtagningslokalen vid Vargbron precis nedströms sjön Lommaren. Ån är här bred och lugnflytande. Nedströms provtagningslokalen passerar ån genom Norrtälje stad och mynnar efter cirka 1,7 kilometer i Norrtäljeviken. År 2020 transporterade Norrtäljeån 2,2 ton fosfor och 93 ton kväve till Östersjön. Det motsvarar 27 respektive 31 procent av den totala fosfor- och kvävetransport som beräknats för de undersökta vattendragens belastning till havet. Vattendragets ekologiska status vad gäller näringsämnen bedömdes vara måttlig baserat på den senaste treårsperioden.



Figur 22. Provtagningslokalen i Norrtäljeån vid Vargbron, strax nedströms sjön Lommaren.

I Norrtäljeån uppmättes den högsta temperaturen (20,7°C). Norrtäljeåns vatten var genomgående syrerikt med syrgashalt över 8 mg/l undantaget juni och oktober, trots att mängden syreförbrukande organiskt material var hög. Ån var betydligt grumlig. Motståndskraften mot försurning var mycket god och pH låg genomgående över 7. Från maj till september uppmättes pH-värden över 8. Sett till årsmedelvärden hade Norrtäljeån

högst pH tillsammans med Broströmmen, högst maxtemperatur och lägst årsmedelhalt av fosfatfosfor. Ett positivt samband kunde beläggas mellan flöde och fosfatfosfor ($p < 0,01$) och nitrit-/nitratkväve samt totalkväve ($p < 0,001$). Norrtäljeån uppvisar en trend av stärkt buffertkapacitet ($p < 0,01$) sett till hela undersökningsperioden.

Penningbyån

Penningbyåns avrinningsområde omfattar 102 km² och domineras av skog. Andelen jordbruksmark uppgår till 16 procent och andelen sjöar till 6 procent. Årsmedelvattenföringen uppgick 2020 till 0,52 m³/s. Figur 23 visar provtagningslokalen i Penningbyån cirka 700 meter innan ån mynnar i havet vid Edsviken. Ån är vid provtagningslokalen svagt strömmande och grund. År 2020 transporterade Penningbyån 577 kilo fosfor och 21 ton kväve till Östersjön. Det motsvarar 7 respektive 7 procent av den totala fosfor- och kvävetransport som beräknats för de undersökta vattendragens belastning till havet. Vattendragets ekologiska status vad gäller näringsämnen bedömdes vara måttlig baserat på den senaste treårsperioden.



Figur 23. Provtagningslokalen i Penningbyån cirka 700 meter innan ån mynnar i havet vid Edsviken.

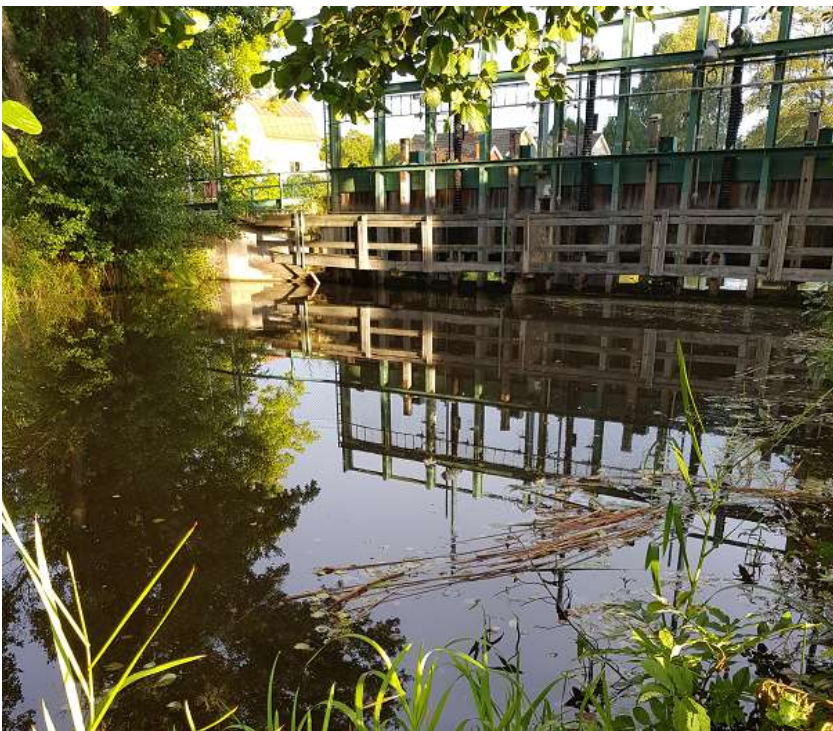
I Penningbyån var vattnet generellt syrerikt trots att mängden syreförbrukande organiskt material var mycket hög. Under oktober uppmättes dock låga syrgashalter i Penningbyån samtidigt som konduktiviteten, fosfor- och totalfosforhalten var mycket hög. Under denna period hade vattenflödet varit mycket lågt under en längre tid vilket kan ha inneburit att saltvatten från Edsviken kan ha trängt upp, alternativt att det kan ha skett något utsläpp längre uppströms. I övrigt var vattnet betydligt grumligt under större delen av året och motståndskraften mot försurning (mätt som buffertkapacitet) var mycket god och pH låg genomgående över 7. Ett negativt samband kunde beläggas mellan flöde

och nitrit-/nitratkväve samt totalkväve ($p < 0,001$ respektive $p < 0,01$). Penningbyån uppvisar en trend av stärkt buffertkapacitet ($p < 0,001$) och ökande totalfosforhalter ($p < 0,05$) sett till hela undersökningsperioden.

Skeboån

Skeboåns avrinningsområde omfattar 483 km² och är således det största av de 8 som undersökts. Liksom övriga avrinningsområden domineras det av skog som utgör 86 procent av markanvändningen. Andelen jordbruksmark uppgår till endast 8 procent och andelen sjöar till 6 procent.

Årsmedelvattenföringen uppgick 2020 till 2,1 m³/s. Figur 24 visar provtagningslokalen i Skeboån cirka en kilometer innan ån mynnar i Edeboviken. Efter dammluckorna på bilden bräddar ån och blir lugnflytande på sin resa mot havet. År 2020 transporterade Skeboån 2,5 ton fosfor och 99 ton kväve till Östersjön. Det motsvarar 31 respektive 33 procent av den totala fosfor- och kvävetransport som beräknats för de undersökta vattendragens belastning till havet. Vattendragets ekologiska status vad gäller näringsämnen bedömdes vara måttlig baserat på den senaste treårsperioden.



Figur 24. Provtagningslokalen i Skeboån ligger uppströms en damm en kilometer innan ån mynnar i Edeboviken. Vattendraget är lugnflytande både uppströms och nedströms dammen.

Skeboåns vatten var genomgående relativt syrerikt trots att mängden syreförbrukande organiskt material var mycket hög. Ån var betydligt grumlig. Skeboån har mycket god motståndskraft mot försurning och pH låg genomgående över 7. Sett till årsmedelvärden hade Skeboån högst

vattenföring. Inga samband kunde beläggas mellan flöde och utvalda parametrar i det reglerade vattendraget. Sett till hela undersökningsperioden uppvisar Skeboån en stärkt buffertkapacitet ($p < 0,05$) och ökande totalkvävehalter ($p < 0,01$) samt för den senaste tioårsperioden minskande totalfosforhalter ($p < 0,05$).

Tulkaströmmen

Tulkaströmmens avrinningsområde omfattar 37 km² och är det minsta av de undersökta systemen. Liksom övriga avrinningsområden domineras det av skog. Andelen jordbruksmark uppgår till endast 12 procent och andelen sjöar till 3 procent. Årsmedelvattenföringen uppgick 2020 till 0,16 m³/s. Figur 25 visar provtagningspunkten som är belägen uppströms en vägtrumma cirka två kilometer från havet innan vattendraget passerat Örviksjön. År 2020 transporterade Tulkaströmmen 206 kilo fosfor och 6 ton kväve till Östersjön. Det motsvarar 3 respektive 2 procent av den totala fosfor- och kvävetransport som beräknats för de undersökta vattendragens belastning till havet. Vattendragets ekologiska status vad gäller näringsämnen bedömdes vara god baserat på den senaste treårsperioden.



Figur 25. Provtagningslokalen i Tulkaströmmen ligger längs en strömsträcka uppströms en vägtrumma två kilometer från havet.

Tulkaströmmen har det lägsta flödet och den lägsta maxtemperaturen av de undersökta vattendragen. Syrgasförhållandena var relativt låga och

under juli, augusti och oktober uppmättes halter under 5 mg/l. Halten av syreförbrukande organiskt material var mycket hög och högst av de undersökta åarna. Vattnet var betydligt grumligt och motståndskraften mot försurning (mätt som buffertkapacitet) var mycket god och pH låg genomgående över 7. Sett till årsmedelvärden i övrigt hade Tulkaströmmen lägst konduktivitet och lägst halt av ammonium-, nitrit- och nitratkväve. Positiva samband kunde beläggas mellan flöde och nitrit-/nitratkväve ($p < 0,05$). Inga statistiskt säkerställda trender i vattenkvalitetens utveckling kunde påvisas för Tulkaströmmen.

Referenser

Arvidsson, M. & U. Lindqvist. 2018. Miljö tillstånd och näringstransporter i Norrtälje kommun 2017. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2018:6.

Arvidsson, M. & U. Lindqvist. 2019. Miljö tillstånd och näringstransporter i Norrtälje kommun 2018. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2019:12.

Gustafsson, A. 2015. Miljö tillstånd och näringstransporter i Norrtälje kommun 2014. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2015:16.

Gustafsson, A. & M. Arvidsson. 2016. Miljö tillstånd och näringstransporter i Norrtälje kommun 2015. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2016:20.

Havs- och vattenmyndigheten. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2013:19.

Hjelm, M. & U. Lindqvist. 2017. Miljö tillstånd och näringstransporter i Norrtälje kommun 2016. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2017:19.

Naturvårdsverket. 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.

Näslund, J., Arvidsson, M. & U. Lindqvist. 2020. Miljö tillstånd och näringstransporter i Norrtälje kommun 2019. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2020:5.

Vattenmyndigheterna. 2013. Kokbok för kartläggning och analys 2013-2014 - Hjälpredda klassificering av ekologisk status. Version IV – utgiven 2013-10-10.

Övriga källor:

SMHI Vattenweb <http://vattenweb.smhi.se>

VattenInformationssystem Sverige (VISS)
<http://www.viss.lansstyrelsen.se/>

Bilaga 1. Provtagningsdatum

Datum	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örviksjön
2020 01 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2020 02 11	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2020 03 10	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2020 04 07	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2020 05 05	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2020 06 09	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2020 07 06	x	x	x	x	x	x	x	x	
2020 08 03	x	x	x	x	x	x	x	x	
2020 09 09	x	x	x	x	x	x	x	x	
2020 10 06	x	x	x	x	x	x	x	x	
2020 11 17			x		x		x		
2020 11 18	x	x		x		x		x	
2020 12 08	x	x	x	x	x	x	x	x	

Bilaga 2. Årsmedelflöde

År	Årsmedelflöde (m ³ /s)							
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norttäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen
1987	0,60	0,60	1,77	0,55	2,75	0,75	4,17	0,35
1988	0,49	0,48	1,40	0,42	2,24	0,63	3,45	0,28
1989	0,34	0,34	0,90	0,31	1,41	0,41	2,11	0,20
1990	0,96	0,79	1,88	0,80	3,60	1,11	5,24	0,46
1991	0,74	0,58	1,74	0,59	3,14	0,95	3,73	0,31
1992	0,57	0,63	1,47	0,54	2,55	0,70	4,01	0,37
1993	0,40	0,33	0,91	0,35	1,74	0,48	2,70	0,20
1994	0,69	0,58	1,27	0,57	2,69	0,84	3,60	0,32
1995	0,55	0,48	1,36	0,47	2,56	0,70	3,58	0,27
1996	0,19	0,20	0,34	0,21	0,83	0,20	1,40	0,14
1997	0,37	0,40	0,79	0,38	1,71	0,45	2,80	0,24
1998	0,59	0,61	1,27	0,57	2,72	0,74	4,24	0,35
1999	0,61	0,53	1,44	0,52	2,69	0,76	3,76	0,30
2000	0,58	0,42	1,09	0,51	2,20	0,63	3,08	0,25
2001	0,60	0,56	1,58	0,52	2,70	0,76	3,99	0,31
2002	0,46	0,39	1,19	0,41	2,11	0,57	3,14	0,23
2003	0,29	0,31	0,70	0,30	1,16	0,32	2,11	0,20
2004	0,42	0,36	1,11	0,37	1,77	0,51	2,70	0,21
2005	0,36	0,30	1,05	0,31	1,53	0,43	2,35	0,17
2006	0,42	0,33	0,86	0,36	1,50	0,45	2,42	0,20
2007	0,41	0,28	0,98	0,33	1,58	0,49	2,12	0,17
2008	0,77	0,69	1,79	0,72	3,00	0,88	4,56	0,41
2009	0,52	0,26	1,64	0,35	2,17	0,46	2,49	0,26
2010	0,60	0,29	1,50	0,44	2,31	0,70	2,64	0,28
2011	0,57	0,44	1,37	0,42	2,18	0,63	2,42	0,24
2012	0,84	0,73	2,28	0,67	3,46	1,04	4,11	0,37
2013	0,49	0,53	0,95	0,38	2,02	0,58	2,92	0,33
2014	0,42	0,40	0,89	0,32	1,68	0,49	2,00	0,22
2015	0,48	0,30	1,13	0,36	1,98	0,58	2,41	0,22
2016	0,34	0,26	0,73	0,26	1,30	0,40	1,49	0,18
2017	0,43	0,41	0,78	0,31	1,50	0,48	1,72	0,21
2018	0,41	0,33	0,85	0,29	1,80	0,53	2,37	0,17
2019	0,77	0,69	1,61	0,62	2,51	0,85	2,72	0,35
2020	0,42	0,34	1,24	0,30	1,68	0,52	2,12	0,16
<i>medel 1987-20</i>	0,52	0,45	1,23	0,44	2,14	0,62	2,96	0,26
<i>2020%/medel</i>	81	76	101	69	79	85	72	62

Bilaga 3. Vattenkemiska analysresultat

Kommentar: Samtliga värden redovisas utan avrundning eller detektionsgräns för att möjliggöra transport- och årsmedelvärdesberäkningar.

Månad	Kalcium (mg/l)									
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms	Örvikssjön
April	31,1	60,6	50,7	92,9	55,9	42,3	52,6	40,5	41,8	
Oktober	55,3	63,9	51,6	61,8	56,1	49,8	52	45,6		

Månad	Magnesium (mg/l)									
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms	Örvikssjön
April	3,13	3,64	4,38	7,75	5,10	3,21	3,85	2,85		
Oktober	5,33	4,11	4,94	6,59	5,48	4,55	3,94	3,80		

Månad	Klorid (mg/l)									
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms	Örvikssjön
April	8,6	11,1	11,0	19,0	17,1	16,8	10,4	9,3	10,2	
Oktober	22,7	12,7	13,2	39,9	21,8	35,0	11,3	15,3		

Månad	Temperatur (°C)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örviksjön
Januari	2,0	2,1	1,7	1,8	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5
Februari	2,1	2,2	1,8	2,2	1,9	2,2	2,0	2,1	1,9
Mars	4,0	3,1	2,9	4,0	3,1	3,8	3,9	4,1	3,1
April	5,4	4,9	4,0	4,8	6,1	6,0	6,4	5,1	6,6
Maj	8,4	10,0	10,5	10,4	10,5	10,2	9,5	9,2	9,3
Juni	18,4	18,0	17,7	18,0	18,6	15,9	17,7	16,9	17,1
Juli	17,1	16,7	19,3	16,8	19,7	16,7	17,1	15,4	
Augusti	18,1	19,5	19,4	19,7	20,7	17,9	19,2	16,9	
September	12,6	14,7	16,0	13,3	16,2	12,8	13,8	11,9	
Oktober	13,1	12,9	13,7	12,1	13,7	12,7	14,0	13,1	
November	7,8	6,9	7,8	7,7	7,7	7,9	7,8	6,9	
December	4,2	3,7	4,3	3,8	3,9	3,8	4,2	3,7	
<i>medel</i>	9,4	9,6	9,9	9,6	10,4	9,3	9,8	8,9	6,6
<i>min</i>	2,0	2,1	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	1,5	1,5
<i>max</i>	18,4	19,5	19,4	19,7	20,7	17,9	19,2	16,9	17,1
VK (%)	66	69	71	67	69	63	65	65	91

Månad	pH								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örviksjön
Januari	7,2	7,5	7,6	7,4	7,7	7,4	7,6	7,5	7,4
Februari	7,2	7,4	7,6	7,4	7,6	7,5	7,5	7,3	7,3
Mars	7,2	7,5	7,7	7,4	7,7	7,5	7,6	7,5	7,5
April	7,5	7,7	7,8	7,6	7,9	7,6	7,7	7,7	7,7
Maj	7,3	8,1	8,2	7,8	8,2	7,8	7,8	7,7	7,7
Juni	7,5	7,8	8,1	7,8	7,8	7,8	7,7	7,6	7,5
Juli	7,5	7,9	8,2	8,0	8,2	7,8	7,4	7,7	
Augusti	7,4	7,7	8,2	7,7	8,5	7,7	7,7	7,4	
September	7,4	7,7	8,0	7,6	8,1	7,6	7,7	7,5	
Oktober	7,4	7,5	7,8	7,4	7,8	7,3	7,6	7,3	
November	7,3	7,6	7,7	7,4	7,8	7,5	7,6	7,3	
December	7,1	7,7	7,8	7,5	7,7	7,5	7,5	7,4	
<i>medel</i>	7,3	7,7	7,9	7,6	7,9	7,6	7,6	7,5	7,5
<i>min</i>	7,1	7,4	7,6	7,4	7,6	7,3	7,4	7,3	7,3
<i>max</i>	7,5	8,1	8,2	8,0	8,5	7,8	7,8	7,7	7,7
VK (%)	2	3	3	3	3	2	1	2	2

Månad	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örvikssjön
Januari	1,1	2,4	2,0	3,0	1,9	1,7	1,7	1,7	2,0
Februari	1,0	2,5	2,0	3,2	2,0	1,6	1,8	1,8	2,1
Mars	0,8	2,1	2,0	2,7	2,1	1,6	1,6	1,8	1,9
April	1,2	2,5	2,1	3,3	2,1	1,7	1,9	2,0	2,1
Maj	1,2	2,6	2,2	3,1	2,2	1,8	2,1	2,0	2,2
Juni	1,8	2,9	2,3	3,8	2,4	2,1	2,1	2,1	2,2
Juli	2,1	3,0	2,4	3,7	2,5	1,8	2,3	2,0	
Augusti	2,0	3,0	2,4	3,2	2,5	1,8	2,1	2,2	
September	2,8	2,9	2,4	3,0	2,6	1,9	2,0	2,2	
Oktober	3,0	2,9	2,4	3,3	2,6	2,5	2,1	2,4	
November	1,7	3,0	2,4	3,5	2,7	2,1	2,3	2,2	
December	1,1	2,9	2,3	3,2	2,7	1,8	2,1	2,1	
<i>medel</i>	1,7	2,7	2,2	3,2	2,4	1,9	2,0	2,0	2,1
<i>min</i>	0,8	2,1	2,0	2,7	1,9	1,6	1,6	1,7	1,9
<i>max</i>	3,0	3,0	2,4	3,8	2,7	2,5	2,3	2,4	2,2
VK (%)	44	11	8	9	12	13	10	9	7

Månad	Konduktivitet (mS/m)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örvikssjön
Januari	21,9	33,8	32,1	55,2	38,5	29,5	29,9	22,8	24,7
Februari	22,0	36,0	32,1	54,6	38,1	29,9	30,5	23,6	26,0
Mars	17,8	32,2	32,5	50,6	39,5	29,2	28,5	24,6	24,9
April	22,2	35,5	32,7	57,9	37,2	29,6	31,7	25,4	26,3
Maj	23,0	36,7	33,3	56,0	37,8	30,0	35,0	26,3	28,0
Juni	26,3	39,2	36,5	59,7	40,2	32,0	33,4	27,2	28,5
Juli	29,5	38,6	36,6	55,0	39,3	29,0	33,6	29,1	
Augusti	33,4	38,3	36,3	50,2	39,2	29,8	32,6	27,2	
September	36,9	37,1	35,9	47,1	40,3	31,9	33,9	28,4	
Oktober	40,3	38,8	35,5	50,6	40,8	40,0	33,1	32,6	
November	33,7	43,5	34,7	66,1	41,5	38,0	37,3	29,3	
December	28,9	43,4	35,6	69,2	46,2	34,1	39,7	28,9	
<i>medel</i>	28,0	37,8	34,5	56,0	39,9	31,9	33,3	27,1	26,4
<i>min</i>	17,8	32,2	32,1	47,1	37,2	29,0	28,5	22,8	24,7
<i>max</i>	40,3	43,5	36,6	69,2	46,2	40,0	39,7	32,6	28,5
VK (%)	25	9	5	12	6	11	9	10	6

Månad	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örviksjön
Januari	7,9	2,8	7,2	7,1	8,6	4,6	4,7	4,0	3,7
Februari	14,8	3,3	4,2	19,5	6,0	5,5	6,8	5,0	4,2
Mars	14,3	7,8	5,7	13,2	9,1	6,0	6,5	3,5	4,4
April	9,7	4,0	4,3	10,4	6,0	5,0	7,2	3,0	3,5
Maj	26,0	5,6	3,0	14,5	3,9	5,8	17,0	2,5	4,0
Juni	14,9	4,3	1,7	6,0	4,7	12,7	9,0	2,0	3,1
Juli	8,5	2,0	1,4	3,2	5,1	7,1	0,8	7,3	
Augusti	3,7	1,4	1,8	1,2	8,4	10,9	5,4	0,8	
September	29,0	1,9	2,7	3,3	6,5	16,0	6,7	1,7	
Oktober	6,7	0,9	2,8	7,9	4,5	5,5	9,9	12,1	
November	10,4	2,0	1,9	2,8	2,2	2,8	6,2	0,9	
December	16,5	3,6	2,3	6,6	2,5	4,4	11,0	1,4	
<i>medel</i>	13,5	3,3	3,2	8,0	5,6	7,2	7,6	3,7	3,8
<i>min</i>	3,7	0,9	1,4	1,2	2,2	2,8	0,8	0,8	3,1
<i>max</i>	29,0	7,8	7,2	19,5	9,1	16,0	17,0	12,1	4,4
VK (%)	56	60	55	69	40	55	52	88	13

Månad	TOC (mg/l)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örviksjön
Januari	16,5	20,8	13,1	16,9	15,7	15,9	22,5	23,7	24,4
Februari	14,9	19,3	12,0	13,9	14,0	14,7	20,6	21,5	21,5
Mars	19,1	19,9	12,7	16,0	15,1	16,9	23,1	22,7	22,3
April	16,9	21,1	13,8	18,2	16,3	18,0	24,2	23,4	23,5
Maj	18,3	20,2	14,5	16,7	15,7	18,3	21,7	23,5	22,9
Juni	16,0	21,9	15,0	20,4	16,7	17,2	23,0	22,1	22,9
Juli	14,2	19,6	14,0	17,0	6,6	17,0	22,1	21,1	
Augusti	12,8	18,2	13,4	13,2	15,9	14,5	19,5	19,7	
September	16,5	19,4	13,7	13,1	16,4	15,0	19,7	22,3	
Oktober	11,5	17,3	13,0	13,5	13,6	16,1	20,0	23,9	
November	15,6	21,1	13,4	14,1	14,1	13,5	19,5	18,5	
December	17,2	22,5	13,5	14,9	13,1	15,2	19,9	18,5	
<i>medel</i>	15,8	20,1	13,5	15,7	14,4	16,0	21,3	21,7	22,9
<i>min</i>	11,5	17,3	12,0	13,1	6,6	13,5	19,5	18,5	21,5
<i>max</i>	19,1	22,5	15,0	20,4	16,7	18,3	24,2	23,9	24,4
VK (%)	14	7	6	14	19	9	8	9	4

Månad	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örviksjön
Januari	10,9	12,2	12,7	11,5	13,1	13,1	13,6	10,9	9,0
Februari	10,4	11,2	11,7	10,7	12,1	12,1	12,7	9,5	8,2
Mars	10,1	11,8	12,6	11,1	12,6	12,1	12,4	11,1	9,9
April	9,7	12,5	13,2	12,8	13,1	11,6	11,6	11,6	11,6
Maj	9,3	11,5	12,0	10,1	11,5	10,4	10,0	9,0	8,5
Juni	7,5	7,8	8,9	8,0	6,3	8,2	7,4	7,1	6,3
Juli	6,4	6,3	8,3	7,4	8,4	8,4	7,7	4,7	
Augusti	6,8	5,2	8,7	7,3	10,4	7,9	7,8	4,5	
September	4,4	6,4	8,4	5,3	9,5	7,8	7,9	5,1	
Oktober	4,5	2,5	8,1	4,5	7,4	3,5	7,9	3,0	
November	9,3	8,5	9,1	6,9	10,5	8,5	9,9	6,8	
December	10,1	11,0	10,9	10,0	10,3	11,8	11,6	8,0	
<i>medel</i>	8,3	8,9	10,4	8,8	10,4	9,6	10,0	7,6	8,9
<i>min</i>	4,4	2,5	8,1	4,5	6,3	3,5	7,4	3,0	6,3
<i>max</i>	10,9	12,5	13,2	12,8	13,1	13,1	13,6	11,6	11,6
VK (%)	28	37	19	30	21	28	23	38	20

Månad	Syrgasmättnad (%)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örviksjön
Januari	78	87	90	82	95	93	97	77	63
Februari	79	84	87	81	91	91	95	71	61
Mars	78	89	95	86	95	93	95	86	74
April	77	98	101	100	106	93	94	91	95
Maj	79	102	98	91	104	93	88	78	75
Juni	79	82	93	85	67	83	78	73	65
Juli	68	65	92	78	94	88	82	47	
Augusti	72	57	94	81	117	84	85	47	
September	42	63	86	52	98	74	77	48	
Oktober	44	24	80	43	73	34	76	28	
November	79	70	77	58	88	73	84	56	
December	77	83	84	76	78	89	88	60	
<i>medel</i>	71	75	90	76	92	82	87	64	72
<i>min</i>	42	24	77	43	67	34	76	28	61
<i>max</i>	79	102	101	100	117	93	97	91	95
VK (%)	19	28	8	22	15	20	9	30	17

Månad	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örviksjön
Januari	11	13	23	28	17	6	10	13	14
Februari	14	10	21	35	11	6	8	12	11
Mars	9	11	11	24	8	4	8	8	9
April	12	3	3	19	3	1	2	3	2
Maj	15	3	0	17	1	4	11	1	2
Juni	20	2	0	15	2	17	6	4	6
Juli	18	16	2	6	2	23	13	16	
Augusti	15	20	0	1	1	21	7	14	
September	44	0	3	8	0	16	8	11	
Oktober	14	27	11	5	3	43	14	42	
November	18	27	25	5	0	6	38	3	
December	19	20	19	23	6	7	19	8	
<i>medel</i>	17	13	10	15	5	13	12	11	7
<i>min</i>	9	0	0	1	0	1	2	1	2
<i>max</i>	44	27	25	35	17	43	38	42	14
VK (%)	51	76	99	69	116	93	76	96	65

Månad	Totalfosfor (µg/l)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örviksjön
Januari	34	33	45	51	44	26	29	39	40
Februari	43	31	39	68	37	27	31	38	35
Mars	40	41	42	58	44	29	33	39	38
April	54	33	30	50	35	31	31	30	35
Maj	79	47	37	82	39	43	62	39	65
Juni	59	46	42	72	46	54	36	32	49
Juli	50	46	24	33	51	45	81	97	
Augusti	42	49	24	22	44	47	31	34	
September	68	33	26	30	44	42	31	43	
Oktober	56	52	40	71	46	103	38	87	
November	51	51	48	35	38	29	61	26	
December	59	40	37	50	29	36	45	30	
<i>medel</i>	53	42	36	52	41	43	42	44	44
<i>min</i>	34	31	24	22	29	26	29	26	35
<i>max</i>	79	52	48	82	51	103	81	97	65
VK (%)	24	19	23	37	14	49	39	51	26

Månad	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örviksjön
Januari	24	68	37	107	86	68	41	23	35
Februari	23	59	31	82	49	20	26	19	25
Mars	14	40	6	40	8	10	13	5	13
April	42	22	10	64	5	21	15	7	5
Maj	31	4	2	35	5	37	13	23	22
Juni	73	42	14	4	71	41	10	16	9
Juli	63	31	10	74	4	31	46	19	
Augusti	29	41	10	40	1	31	13	35	
September	144	21	0	121	2	7	5	11	
Oktober	63	84	39	3	18	3	14	3	
November	53	126	159	145	62	32	275	32	
December	30	92	53	181	173	86	72	77	
<i>medel</i>	49	53	31	75	40	32	45	23	18
<i>min</i>	14	4	0	3	1	3	5	3	5
<i>max</i>	144	126	159	181	173	86	275	77	35
<i>VK (%)</i>	72	66	141	74	129	76	166	89	60

Månad	Nitrit- och nitratkväve (µg/l)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örviksjön
Januari	503	480	469	2528	1245	469	552	156	123
Februari	501	535	375	2770	975	610	590	148	131
Mars	1066	1150	318	2891	1853	746	609	144	136
April	338	385	178	1429	795	349	400	32	1
Maj	506	69	0	2143	256	217	608	4	3
Juni	175	13	6	258	10	107	102	2	2
Juli	140	18	5	9	5	120	11	98	
Augusti	54	47	4	4	0	67	26	17	
September	9	24	4	12	1	54	45	30	
Oktober	6	95	22	0	17	0	69	6	
November	494	419	145	666	59	300	381	5	
December	1484	738	350	4594	349	757	1391	98	
<i>medel</i>	440	331	156	1442	464	316	399	62	66
<i>min</i>	6	13	0	0	0	0	11	2	1
<i>max</i>	1484	1150	469	4594	1853	757	1391	156	136
<i>VK (%)</i>	101	108	113	106	133	86	100	102	106

Månad	Totalkväve (µg/l)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örvikssjön
Januari	1143	1354	1203	3506	2141	1238	1380	914	896
Februari	1347	1574	1136	4051	1984	1416	1600	1145	1150
Mars	1652	2033	1132	4026	2221	1469	1652	1154	1053
April	1203	1539	1067	2941	1797	1240	1436	1031	1020
Maj	1474	1092	827	3239	1221	1084	1611	1020	1153
Juni	1139	1194	899	1621	1207	1064	1115	950	1095
Juli	1100	1100	900	1200	1100	1000	1000	1100	
Augusti	960	1297	958	952	1331	981	1071	1132	
September	1022	1131	890	809	1285	787	911	1134	
Oktober	918	1289	1023	1085	1241	1068	1061	1416	
November	1485	1703	1147	1767	1129	1161	1631	1090	
December	2413	1708	1152	5215	1298	1608	2131	984	
<i>medel</i>	<i>1321</i>	<i>1418</i>	<i>1028</i>	<i>2534</i>	<i>1496</i>	<i>1176</i>	<i>1383</i>	<i>1089</i>	<i>1061</i>
<i>min</i>	<i>918</i>	<i>1092</i>	<i>827</i>	<i>809</i>	<i>1100</i>	<i>787</i>	<i>911</i>	<i>914</i>	<i>896</i>
<i>max</i>	<i>2413</i>	<i>2033</i>	<i>1203</i>	<i>5215</i>	<i>2221</i>	<i>1608</i>	<i>2131</i>	<i>1416</i>	<i>1153</i>
VK (%)	31	21	12	58	28	20	26	12	9

Månad	Absorbans filtrerat (420 nm 5cm)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örvikssjön
Januari	0,244	0,268	0,156	0,208	0,210	0,202	0,288	0,413	0,411
Februari	0,271	0,240	0,112	0,193	0,153	0,202	0,283	0,373	0,353
Mars	0,356	0,298	0,123	0,225	0,166	0,229	0,311	0,368	0,350
April	0,267	0,245	0,116	0,189	0,155	0,215	0,289	0,333	0,323
Maj	0,346	0,183	0,089	0,170	0,112	0,185	0,254	0,253	0,241
Juni	0,237	0,192	0,090	0,172	0,107	0,177	0,213	0,232	0,236
Juli	0,221	0,175	0,096	0,190	0,096	0,242	0,203	0,185	
Augusti	0,193	0,165	0,067	0,086	0,077	0,140	0,177	0,192	
September	0,350	0,147	0,081	0,078	0,093	0,155	0,176	0,186	
Oktober	0,152	0,163	0,075	0,090	0,075	0,213	0,151	0,304	
November	0,224	0,235	0,067	0,102	0,065	0,106	0,150	0,152	
December	0,257	0,238	0,068	0,103	0,070	0,116	0,186	0,140	
<i>medel</i>	<i>0,260</i>	<i>0,212</i>	<i>0,095</i>	<i>0,151</i>	<i>0,115</i>	<i>0,182</i>	<i>0,223</i>	<i>0,261</i>	<i>0,319</i>
<i>min</i>	<i>0,152</i>	<i>0,147</i>	<i>0,067</i>	<i>0,078</i>	<i>0,065</i>	<i>0,106</i>	<i>0,150</i>	<i>0,140</i>	<i>0,236</i>
<i>max</i>	<i>0,356</i>	<i>0,298</i>	<i>0,156</i>	<i>0,225</i>	<i>0,210</i>	<i>0,242</i>	<i>0,311</i>	<i>0,413</i>	<i>0,411</i>
VK (%)	25	22	29	36	40	24	26	36	22

Bilaga 4. Transporter av näringsämnen

Månad	Fosfatfosfor (kg)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örvikssjön
Januari	19	20	177	28	161	19	168	10	12
Februari	23	13	116	40	78	12	67	6	6
Mars	29	24	76	56	87	15	98	9	11
April	8	2	10	7	15	2	9	1	1
Maj	19	4	1	23	6	6	67	1	2
Juni	9	1	0	6	6	15	17	1	2
Juli	8	6	4	2	4	15	29	3	
Augusti	4	4	0	0	1	9	18	1	
September	9	0	2	1	0	5	22	1	
Oktober	7	9	9	1	3	16	32	9	
November	11	12	29	2	0	4	79	1	
December	46	36	65	38	32	13	76	6	
Totalt	191	129	489	203	393	129	684	48	33

Månad	Totalfosfor (kg)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örvikssjön
Januari	59	51	352	52	403	80	507	29	33
Februari	69	38	213	76	257	54	242	19	20
Mars	127	88	292	134	498	103	436	43	47
April	36	18	100	18	153	41	131	8	10
Maj	95	73	165	113	218	65	368	29	54
Juni	27	23	97	27	133	48	107	9	15
Juli	22	17	43	12	112	29	182	15	
Augusti	12	11	26	5	61	20	73	3	
September	13	5	19	4	42	13	84	3	
Oktober	28	16	33	18	53	39	91	18	
November	32	21	57	12	79	21	127	6	
December	145	71	126	81	155	66	178	22	
Totalt	666	433	1522	553	2163	577	2528	206	178

Månad									
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örvikssjön
Januari	41	106	284	108	793	210	722	17	29
Februari	37	73	170	92	343	39	205	10	14
Mars	44	86	44	92	90	34	171	6	16
April	28	12	32	23	21	27	62	2	1
Maj	38	7	7	48	28	57	75	17	18
Juni	33	22	33	2	205	36	30	4	3
Juli	28	11	18	27	9	20	103	3	
Augusti	8	9	11	9	1	13	30	3	
September	28	3	0	17	2	2	15	1	
Oktober	31	26	33	1	20	1	33	1	
November	33	53	187	51	129	23	574	8	
December	75	162	179	298	917	158	284	58	
Totalt	426	570	997	767	2559	620	2304	129	81

Månad	Nitrit- och nitratkväve (kg)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örvikssjön
Januari	881	745	3636	2550	11469	1457	9634	118	102
Februari	812	659	2030	3107	6839	1189	4675	76	74
Mars	3405	2487	2223	6668	20758	2638	7943	162	167
April	226	212	598	508	3420	461	1673	8	0
Maj	611	107	0	2938	1434	331	3600	3	3
Juni	81	7	15	98	29	94	303	1	1
Juli	62	7	9	3	11	76	25	15	
Augusti	16	10	5	1	0	28	61	2	
September	2	4	3	2	1	16	122	2	
Oktober	3	30	18	0	20	0	163	1	
November	313	175	171	236	124	215	797	1	
December	3658	1297	1182	7553	1852	1391	5505	73	
Totalt	10070	5738	9890	23667	45957	7895	34501	462	346

Månad	Totalkväve (kg)								
	Bergshamraån	Bodaån	Broströmmen	Malstaån	Norrtäljeån	Penningbyån	Skeboån	Tulkaströmmen	Tulkaströmmen nedströms Örvikssjön
Januari	2001	2104	9322	3538	19726	3840	24066	690	743
Februari	2185	1936	6146	4545	13912	2760	12679	586	647
Mars	5275	4395	7910	9287	24882	5195	21557	1294	1297
April	804	845	3588	1046	7733	1634	6011	261	284
Maj	1783	1692	3713	4441	6849	1652	9536	766	953
Juni	525	609	2087	618	3456	930	3315	255	323
Juli	490	401	1594	434	2415	637	2247	172	
Augusti	279	280	1055	217	1862	414	2556	109	
September	202	168	634	112	1238	237	2467	80	
Oktober	451	404	845	271	1435	405	2515	299	
November	943	713	1350	627	2365	832	3405	268	
December	5950	3002	3892	8574	6881	2951	8434	735	
Totalt	20887	16550	42138	33713	92756	21488	98788	5516	4246