

PM

UPPDRAG Effektstudier Blaiken	UPPDRAGSLEDARE Uno Strömberg	DATUM 2019-09-17
UPPDRAGSNUMMER 13003352	UPPRÄTTAD AV Åsa Kestrup och Peter Rivinoja GRANSKAD AV Andreas Aronsson	

Undersökningar av kiselalger 2018 och metaller i fisk 2019 vid Blaikengruvan

Uppdrag och syfte

Våren 2017 fick Sweco uppdraget av Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) att utföra biologiska undersökningar under åren 2017–2020 i området runt Blaikengruvan, Storumans kommun. Syftet med undersökningarna är att följa upp hur det akvatiska ekosystemet i omgivningarna påverkas under och efter den sanering av gruvområdet som utförs i regi av SGU.

Provtagningsprogrammet i sin helhet omfattar provtagning av kiselalger, bottenfauna samt undersökning av fisksamhället i Juktån och mindre vattendrag som rinner genom eller i närområdet för den nedlagda gruvan, samt provtagning av kiselalger i tre lokaler i Storjuktan i anslutning till tillrinnande vattendrag. År 1 och 4 (dvs. 2017 och 2020) omfattar den årliga provtagningen samtliga biologiska parametrar. År 2 och 3 (dvs. 2018 och 2019) omfattar provtagningen endast kiselalgsamhället.

Denna rapport redovisar resultaten av de biologiska undersökningar av kiselalgsamhället som utfördes 2018, samt en extra undersökning av fisk i Storuman och Storjuktan som utfördes i juni 2019. Denna extra undersökning omfattade insamling och provtagning av fisk från Storuman och Storjuktan för analys av metallhalt i fiskmuskel. Syftet med provtagningen av fisk var att göra en riskbedömning av att äta fisk från de båda sjöarna med avseende på metallintag.

Kiselalger

Provtagningslokaler

De provtagningsstationer där biologiska undersökningar genomförts med avseende på kiselalger redovisas i figur 1 och tabell 1, totalt fem lokaler i fyra olika vattendrag och tre lokaler i sjön Storjuktan. Lokalerna i Blaisjöbacken och Juktån (Juktån övre och Juktån nedre) påverkas av läckage från Blaikengruvan. Lokalerna i Närtabacken och Stabburbäcken utgör referenslokaler för övriga påverkanslokaler. Hela vattensystemet ingår i avrinningsområdet för Juktån som så småningom mynnar i Umeälven.



Figur 1. Provpunkter för undersökning av kiselalger (röda punkter).

Tabell 1. Koordinater för provtagningslokaler för biologiska undersökningar vid Blaikengruvan.

Lokal	Benämnd	Vattendrag/sjö	Typ	Koordinater (Sweref 99TM)	
Närtabäcken	Närta	Vattendrag	Referens	7265332	586028
Stabburbäcken	Stabb	Vattendrag	Referens	7254839	594940
Blaiksjöbäcken	Blaik	Vattendrag	Påverkad	7246373	606796
Juktån övre	Jukt ned1	Vattendrag	Påverkad	7240857	611685
Juktån nedre	Jukt ned2	Vattendrag	Påverkad	7236494	619209
Storjuktan Stabburbäcken	Stor Stabb	Sjö	Referens	7254983	595259
Storjuktan Smakaarbäcken	Stor Smaka	Sjö	Påverkad	7251191	601256
Storjuktan Blaiksjöbäcken	Stor Blaik	Sjö	Påverkad	7246827	607150

Provtagning

Provtagningen av påväxtalger utfördes enligt standardmetoden Påväxt i sjöar och vattendrag (standard SS-EN 13946:2014). Metoden finns beskriven i Handbok för miljöövervakning – Undersökningstyp påväxt i sjöar och vattendrag– kiselalgsanalys (utg. 2016-01-20) och finns att hämta på Havs- och vattenmyndighetens hemsida. Provtagningen genomfördes av Peter Rivinoja, Sweco, den 28 augusti 2018.

Analys och utvärdering

Kiselalgsanalyser, beräkning av kiselalgsindex, klassindelning, tolkning av resultat och rapportskrivning utfördes av Eva Herlitz, Institutionen för vatten och miljö, SLU i Uppsala. Analyserna utfördes enligt metod SS-EN 14407 (SIS 2014) och Handledning för miljöövervakning (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Klassning av kiselalgsresultaten gjordes enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (Havs- och vattenmyndigheten 2013). Bedömning gjordes även med hjälp av det nya hjälpindexet "Preliminär screeningindikator" enligt "Utveckling av en miljögiftsindikator – kiselalger i rinnande vatten" (Kahlert 2012). Det nya hjälpindexet grundar sig främst på andelen missbildade kiselalgsskal och antalet taxa. Bedömningen utgår från andelen av vissa toleranta taxa, en tendens till tydliga och sällsynta deformationer samt diversiteten i ett prov.

Resultat

Artlistor och PM från SLU finns redovisade i bilaga 1. Nedan följer en sammanfattning av resultaten.

I 90 % av alla svenska vattendrag påträffas mellan 20 och 80 kiselalgstaxon vid analys enligt standardmetoden (Kahlert 2011). I denna studie var antalet taxon normalt (27–60) på alla

stationer utom Storjuktan - Smakarbäcken och Blaiksjöbäcken där endast 16 respektive 15 taxon påträffades (tabell 2). Diversitetsindex, som i 90 % av alla svenska vattendrag är mellan 1,5 och 5, var också låg på dessa stationer, särskilt Storjuktan – Smakarbäcken. Även andelen missbildade skal var över gränsvärdet för vad som kan indikera en påverkan av metaller eller miljögifter på dessa två stationer. Andelen kiselalgsskal som hör till taxon toleranta mot tungmetaller och bekämpningsmedel var förhöjd eller svagt förhöjd på alla åtta stationer.

Tabell 2. Preliminär screeningmetod. Taxaantal, diversitet, andel deformerade skal och andel taxa toleranta mot bl.a. miljögifter. Resultaten kan användas som en screening för miljögifter ("höga eller måttligt höga" halter av tungmetaller (Cu, Zn, Cd, Pb) eller förekomst av bekämpningsmedel). En asterisk () markerar att en påverkan kan föreligga; värden markerade med två asterisker (**) ligger nära en gräns att visa påverkan.*

Lokal	Antal taxa	Diversitet	Deformerade skal (%)	Taxa toleranta mot miljögifter (%)
Närtabäcken, ref	27	2,6	0,75	76*
Stabburbäcken, ref	29	2,9	0,25	75*
Blaiksjöbäcken	15*	2,4	3*	83*
Juktån övre	37	3,7	0	63*
Juktån nedre	36	3,1	0,75	69*
Storjuktan - Stabburbäcken	60	4,1	0,5	51*
Storjuktan - Smakarbäcken	16*	1,5*	1*	94*
Storjuktan - Blaiksjöbäcken	33	2,8	0,25	75*

Statusklassning görs utifrån värden på kiselalgindex IPS samt stödindexen TDI och %PT. Dessa index visar på belastning av näringsämnen och/eller organiskt material. Samtliga lokaler bedöms utifrån dessa indexvärden ha *Hög Ekologisk Status*, tabell 3, vilket tyder på en låg koncentration av näringsämnen, framförallt av fosfor, och ingen organisk förorening.

Surhetsindexet ACID indikerar att vattnet är nära neutralt eller alkaliskt på alla lokalerna. I Juktån övre och Storjuktan - Stabburbäcken ligger värdena nära gränsen till måttligt surt och i Storjuktan – Blaiksjöbäcken nära gränsen till alkaliskt, tabell 4. Någon risk för försurning verkar inte föreligga.

Tabell 3. Ekologisk statusklass och ingående index för de undersökta vattendragen baserat på kiselalgssammansättningen (bedömning av närings- & organisk påverkan). Plustecken (+) markerar att screening för miljögifter indikerar lägre status eller möjligtvis lägre status (++). En asterisk (*) markerar osäker bedömning.

Lokal	IPS	IPS klass	TDI	TDI klass	%PT	%PT klass	Ekologisk status
Närtabäcken, ref	19,7	1	22,0	1	0,5	1/2	Hög
Stabburbäcken, ref	19,7	1	22,5	1	0,5	1/2	Hög
Blaiksjöbäcken	19,6	1	19,4	1	0	1/2	Hög*
Juktån övre	19,4	1	18,2	1	0	1/2	Hög
Juktån nedre	19,8	1	21,1	1	0,3	1/2	Hög
Storjuktan - Stabburbäcken	19,5	1	20,9	1	0	1/2	Hög
Storjuktan - Smakarbäcken	19,8	1	20,2	1	0	1/2	Hög*
Storjuktan - Blaiksjöbäcken	19,6	1	21,3	1	0	1/2	Hög

Tabell 4. Surhetsgruppering samt risk för försurning och ingående index för de undersökta vattendragen baserat på kiselalgssammansättningen. En asterisk (*) markerar värden som ligger nära en gräns, alternativ surhetsgrupp i angränsande kolumn.

Lokal	ACID	Surhets-grupp	Alternativ surhetsgrupp (± 10 %)	Risk för försurning
Närtabäcken, ref	6,7	nära neutralt		nej
Stabburbäcken, ref	6,7	nära neutralt		nej
Blaiksjöbäcken	6,5	nära neutralt		nej
Juktån övre	5,8*	nära neutralt	måttligt surt	nej
Juktån nedre	7,5*	alkaliskt	nära neutralt	nej
Storjuktan - Stabburbäcken	6,0*	nära neutralt	måttligt surt	nej
Storjuktan - Smakarbäcken	7,6*	alkaliskt	nära neutralt	nej
Storjuktan - Blaiksjöbäcken	6,9*	nära neutralt	alkaliskt	nej

Sammantaget kan sägas att den preliminära screeningindikatorn bekräftar att halterna av tungmetaller är förhöjda i framför allt Blaiksjöbäcken och Storjuktan - Smakarbäcken. Såväl antalet taxon som andelen missbildade skal och andelen toleranta skal tyder på det men även diversitetsindex, särskilt på Storjuktan – Smakarbäcken.

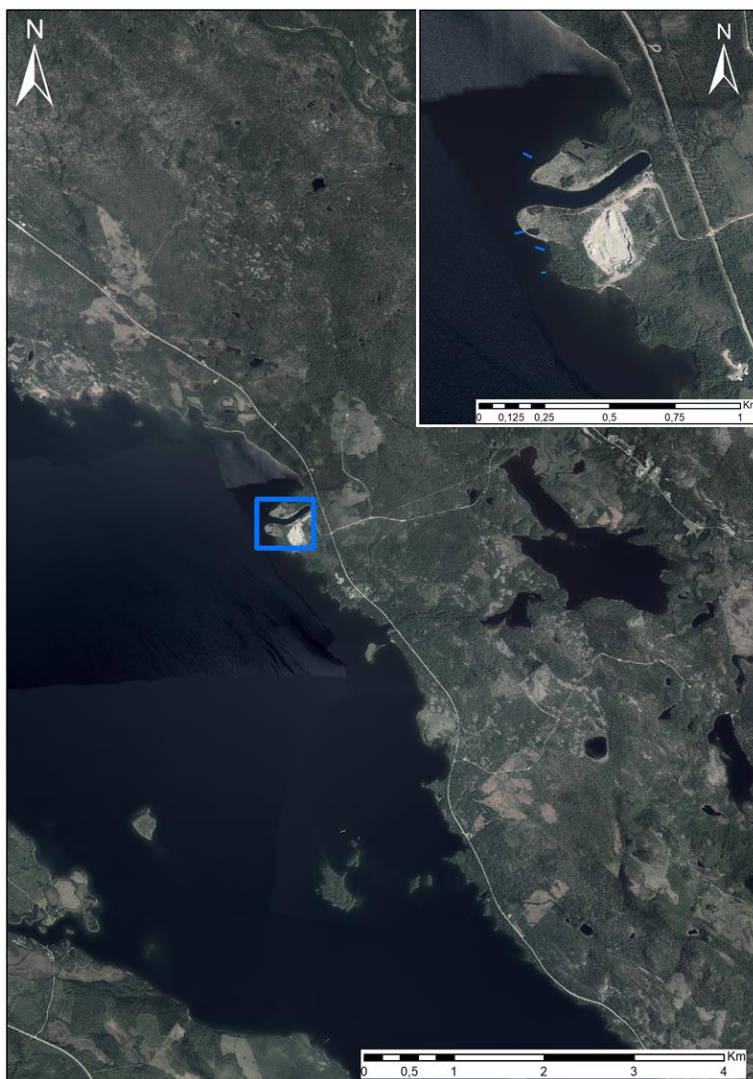
Metaller i fiskmuskel

Provtagningslokaler

Nätfisken utfördes i Storuman (SjölID 722188-156091, N7220636 E598697 (Sweref99TM)) och Storjuktan (SjölID 724736-157114, N7246236 E608597 (Sweref99TM)) (SMHI sjöregister). Områdena i Storuman och Storjuktan som provtogs redovisas i figur 2 och 3. En bergtunnel leder vatten från Storjuktan till Storuman via ett underjordiskt kraftverk. I Storjuktan lades näten i anslutning till den underjordiska bergtunnelns inlopp (figur 2). I Storuman lades näten i anslutning till den bergtunnelns utlopp (figur 3).



Figur 2. Området i Storjuktan som nätfiskades är markerat med en blå ruta. Nätens placering är markerade med blå streck i den inzoomade kartan uppe till höger. Ett streck representerar ett nät.



Figur 3. Området i Storuman som nätfiskades är markerat med en blå ruta. Nätens placering är markerade med blå streck i den inzoomade kartan uppe till höger. Ett streck representerar ett nät.

Insamling av fisk

Insamling av fisk för metallanalys utfördes den 12–13 juni 2019 av Peter Rivinoja och Åsa Kestrup, Sweco.

Vid fisket användes abborrnät (längd 30 m, djup 1,5, maskstorlek 43 mm) och Nordiska översiktsnät (längd 30 m, djup 1,5 m, 12 st. 2,5 meter långa sektioner med olika maskstorlekar från 5 till 55 mm).

I Storuman genomfördes ett nätfiske. I Storuman lades tre abborrnät och ett översiktsnät på 1,5–5,8 m djup. Näten lades kl. 14–14.30 den 12 juni och togs upp 24 timmar senare. I Storjuktan genomfördes två nätfisken eftersom endast tre abborrar fångades i första fiskomgången. I första fisket lades tre abborrnät på 1,5–11,8 m djup. Näten lades kl. 16.20–16.40 och togs upp 19 timmar senare. I andra fisket lades sex nät (tre abborrnät och tre översiktsnät) kl. 12.30 den 13 juni och togs upp 6,5 timmar senare.

Analys och utvärdering

Metallhalter

För att minska osäkerheten analyserades fisk av samma art. Tio abborrar från Storuman och fem abborrar från Storjuktan som storleksmässigt representerar fisk av "matfiskstorlek" transporterades i fryst skick till ackrediterat laboratorium (ALS Scandinavia AB i Luleå) för analys av arsenik (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), mangan (Mn), nickel (Ni), bly (Pb) och zink (Zn) enligt analyspaketet M-4 Grundämnen i biota. Uppmätta halter jämfördes med Naturvårdsverkets tidigare bedömningsgrunder för kvicksilver i gädda (Naturvårdsverket, 1999) och EU:s gränsvärde (miljökvalitetsnorm) för kvicksilver i biota (Direktiv 2008/105/EG). Dessutom utfördes statistiska analyser i Excel (independent samples t-test) och R (ANCOVA) för att fastställa om det fanns skillnader i metallhalt i fiskar från de båda sjöarna, samt om halten varierade med fiskens storlek (vikt).

Halter i förhållande till EU:s gränsvärden i livsmedel samt hälsoriskbedömning

För att bedöma om det är en hälsorisk att äta fisken från Storuman och Storjuktan med avseende på metallintag jämfördes metallhalterna i fisken med EU:s gränsvärden för främmande ämnen i livsmedel (EG 1881/2006) och med värden för s.k. tolerabelt dagligt intag (TDI) eller tolerabelt veckointag (TWI) som tagits fram av EFSA (European Food Safety Authority), JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) eller WHO (World Health Organisation).

Resultat

Vid nätfisket i Storuman fångades, utöver de tio abborrar som skickades in för analys, 13 abborrar, tre sikar, två harrar och en gädda. I Storjuktan fångades, utöver de fem abborrar som skickades in för analys, tre harrar, tre sikar, och en öring (bilaga 2). Vattentemperaturen vid provtagningen var ca 11 °C.

Fiskarna som fångades och skickades för metallanalys från Stouman (tio abborrar) hade en längd på mellan 293–360 mm och en vikt mellan 303–578 g. Fiskarna som fångades och skickades för metallanalys från Storjuktan (fem abborrar) hade en längd på mellan 206–352 mm och en vikt mellan 82–578 g (bilaga 3).

Metallhalter

Analysrapporten redovisas i bilaga 4. Halterna redovisas som milligram per kg våtsubstans fiskkött, uttryckt som mg/kg VS. I samtliga fiskar som analyserats var nickel- och blyhalten lägre

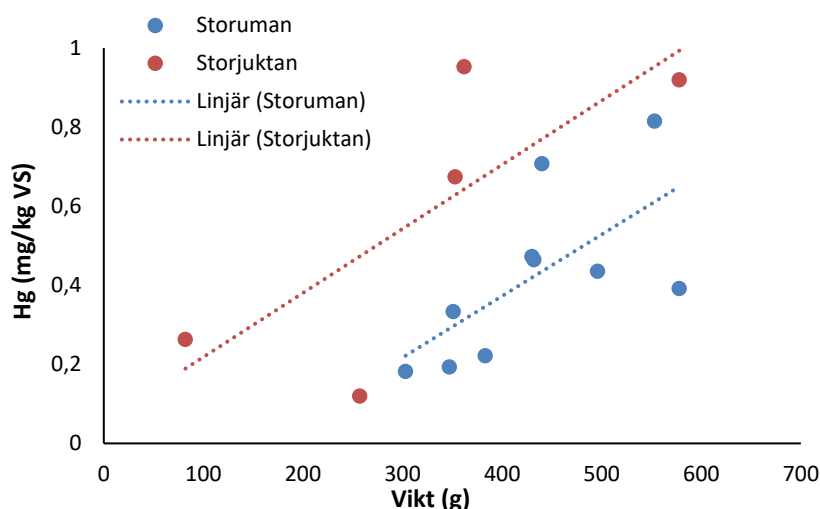
än rapporteringsgränsen. Kromhalten var lägre än rapporteringsgränsen i nio av tio fiskar från Storuman och samtliga fem fiskar från Storjuktan. Kadmiumhalten var lägre än rapporteringsgränsen i sju av tio fiskar från Storuman och två av fem fiskar från Storjuktan. Arsenikhalten var lägre än rapporteringsgränsen i sju av tio fiskar från Storuman. Arsenikhalten var högre än rapporteringsgränsen i samtliga fiskar från Storjuktan. Skillnader i medelhalter av kobolt, koppar, kvicksilver, mangan och zink mellan de båda sjöarna testades statistiskt i ett independent samples t-test (tabell 5). Den statistiska analysen visade att det inte fanns en signifikant skillnad i medelhalten av någon av dessa fem metaller.

Tabell 5. Medelhalt metaller i abborrar från Storuman och Storjuktan. Skillnader i medelhalter testades statistiskt i independent samples t-test. Halter som inte kunde jämföras statistiskt är markerade med '-'. 'i.s.' betyder att det inte fanns någon signifikant skillnad i mellan sjöarna.

Metall	Storuman		Storjuktan		Abborre i Storuman vs Storjuktan 2019
	Medelhalt	Maxhalt	Medelhalt	Maxhalt	
As	<0,018	0,0223	0,021	0,0258	-
Cd	<0,001	0,00129	<0,001	0,00201	-
Co	0,003	0,00557	0,003	0,00383	i.s.
Cr	<0,006	0,00624	<0,006	<0,006	-
Cu	0,158	0,208	0,151	0,202	i.s.
Hg	0,421	0,815	0,585	0,952	i.s.
Mn	0,104	0,155	0,104	0,132	i.s.
Ni	<0,008	<0,009	<0,008	<0,008	-
Pb	<0,008	<0,009	<0,008	<0,008	-
Zn	3,551	4,6	3,740	4,05	i.s.

Om kvicksilverhalterna (0,182–0,707 mg/kg VS i Storuman och 0,119–0,952 mg/kg VS i Storjuktan) jämförs med Naturvårdsverkets tidigare bedömningsgrunder för kvicksilver i gädda (Naturvårdsverket, 1999) varierar de mellan mycket låga ($\leq 0,2$ mg/kg VS), låga (0,2–0,5 mg/kg VS), måttligt höga (0,5–0,75 mg/kg VS) och höga (0,75–1,0 mg/kg VS). Halterna i samtliga fiskar överskrider EU:s gränsvärde (miljökvalitetsnorm) för kvicksilver i biota på 0,02 mg/kg VS (Direktiv 2008/105/EG). Att kvicksilverhalterna är höga är dock inte unikt för dessa båda sjöar och är inte ett resultat av gruvverksamheten och saneringen av gruvan. I Sverige överskrider gränsvärdet för kvicksilver i de flesta sjöar och vattendrag.

En ANCOVA visade att det fanns ett signifikant samband mellan vikt och kvicksilverhalt i abborre, och att halterna var högre i individerna från Storjuktan än i individerna från Storuman (figur 4, bilaga 5). Orsaken till att metallhalterna är högre i större individer beror på flera faktorer, t.ex. levnadssätt, födoval och ålder (Åkerblom och Johansson 2008). Orsaken till de högre halterna i fisk från Storjuktan är inte känd.



Figur 4. Kvicksilverhalt i abborrar från Storuman och Storjuktan

Halter i förhållande till EU:s gränsvärden i livsmedel

I tabell 6 jämförs medel- och maxhalter av metaller i fisk från Storuman och Storjuktan med EU:s gränsvärden för metaller i livsmedel (fisk). Medelhalterna och maxhalterna för arsenik låg klart under gränsvärdet för vitt ris (gränsvärde för fisk saknas). Medelhalterna och maxhalterna för kadmium låg också under EU:s gränsvärde. Blyhalten i samtliga analyserade fiskar låg under rapporteringsgränsen. I Storuman var medelhalten kvicksilver lägre än gränsvärdet, men två av de tio fiskarna hade halter som överskred gränsvärdet. I Storjuktan överskred medelhalten gränsvärdet för kvicksilver, och tre av de fem analyserade fiskarna hade kvicksilverhalter som överskred gränsvärdet.

Tabell 6. Medelhalter av metaller i fiskmuskel från Storuman och Storjuktan jämfört med EU:s gränsvärden för livsmedel (EG 1881/2006).

Ämne	Halt i fiskmuskel (mg/kg VS)				EU:s gränsvärde (mg/kg VS)	Livsmedel
	Storuman		Storjuktan			
	Medel	Max	Medel	Max		
As, arsenik	<0,021 ¹	0,022	0,021	0,026	0,20 ⁴	Vitt polerat ris
Cd, kadmium	<0,001 ¹	0,0013	<0,002 ²	0,002	0,05	Fisk
Hg, kvicksilver	0,421	0,815	0,585	0,952	0,50	Fisk
Pb, bly	<0,008 ³	<0,009	0,008 ³	<0,008	0,30	Fisk

1. Sju av tio värden ligger under rapporteringsgränsen.
2. Två av fem värden ligger under rapporteringsgränsen.
3. Samtliga värden ligger under rapporteringsgränsen.
4. Gränsvärde som började gälla 2016-01-01.

Hälsoriskbedömning

För att bedöma om det är en hälsorisk att äta fisken från Storuman och Storjuktan har metallhalterna i fisken jämförts med EU:s gränsvärden för främmande ämnen i livsmedel (EG 1881/2006) och med värden för s.k. tolerabelt dagligt intag (TDI) eller tolerabelt veckointag (TWI) som tagits fram av EFSA (European Food Safety Authority), JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) eller WHO (World Health Organisation). TDI är den mängd av ett ämne som kan konsumeras varje dag under hela livet utan att riskera negativa hälsoeffekter (uttrycks oftast i µg/kg kroppsvikt). Beräkningarna nedan har gjorts utifrån en vuxen person som väger 70 kg och med en standardportion av fisk på 150 g.

I tabell 7 visas värdena för TDI eller TWI samt de antal portioner som kan ätas varje dag utan att riskera negativa hälsoeffekter med avseende på vissa metaller. Beräkningarna baseras på de analyserade fiskarnas medelhalter av metaller. Värden för krom, nickel och bly redovisas inte eftersom alla eller nästan alla fiskar uppvisade halter under rapporteringsgränserna. Värden för kobolt och mangan redovisas inte eftersom TDI-värden saknas för dessa ämnen. Eventuella hälsorisker med avseende på dessa ämnen bedöms därför som obefintliga.

När det gäller arsenik så finns ett TDI-värde från 2011 från JECFA, men som nyligen har dragits tillbaka eftersom ny forskning visar att långsiktigt intag av arsenik kan ge negativa hälsoeffekter vid ännu lägre doser. Därför redovisas inte några värden för arsenik.

Av tabell 7 framgår att fisken från Storjuktan och Storuman inte går att konsumera varje dag utan risk för negativa hälsoeffekter. Den metall som sätter gränsen för antalet portioner per dag är kvicksilver, som endast tillåter ca 0,15–0,20 portion per dag utan att det tolerabla dagliga intaget överskrids. Det värdet bygger på antagandet att den största andelen kvicksilver i fiskmuskel är metylkvicksilver, vilket stöds av forskningen på området. Med avseende på fiskens innehåll av kadmium, koppar och zink kan dock fisken konsumeras utan begränsning. De förhöjda kvicksilverhalterna är som nämnts inte ett resultat av gruvverksamheten eller saneringen av gruvan.

Tabell 7. Antal portioner fisk från Storuman och Storjuktan som kan konsumeras varje dag hela livet utan risk för negativa hälsoeffekter hos en vuxen person (standardvikt vuxen, 70 kg). En portion = 150 g fisk.

Ämne	Tolerabelt intag (µg/kg kroppsvikt)		Referens	Antal fiskportioner per dag utan att TDI eller TWI överskrids	
	TDI Tolerabelt dagligt intag	TWI Tolerabelt veckointag		Storuman	Storjuktan
Cd, kadmium		2,5	EFSA, 2011	167 ¹	83 ¹
Cu, koppar	500		JECFA, 1982	1477	1545
Hg, kvicksilver		1,3 ²	EFSA, 2012	0,21	0,15
Zn, zink	1000		WHO, 2003	131	124

1. Beräkningen baseras på fiskarna med halter över rapporteringsgränsen (3 i Storuman och 3 i Storjuktan).
2. Gäller metylkvicksilver. Största delen av kvicksilver i fiskmuskel antas vara metylkvicksilver.

Referenser

- EFSA (European Food Safety Authority), 2011. Statement on tolerable weekly intake for cadmium. EFSA Journal 2011;9(2):1975
- EFSA (European Food Safety Authority), 2012. Mercury in food – EFSA updates advice on risks for public health. <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/121220>
- Europakommissionen, 2018. EG-förordning 1881/2006. Fastställande av gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel. Konsoliderad version (2018-03-19)
- Europaparlamentet och rådet, 2008. Europaparlamentets och Rådets Direktiv 2008/105/EG av den 16 december 2008 om miljökvalitetsnormer inom vattenpolitikens område och ändring och senare upphävande av rådets direktiv 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG och 86/280/EEG, samt omändring av Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG
- Havs- och Vattenmyndigheten. 2016. Handledning för miljöövervakning. Undersökningstyp. Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys. Version 3:2: 2016-01-20
- Havs- och Vattenmyndigheten. 2019. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. Konsoliderad elektronisk utgåva Senast uppdaterad 2019-01-01
- JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). 1982. Evaluation of certain food additives and contaminants. World Health Organization Technical Report Series 683
- Kahlert, M. 2011. Framtagande av gemensamt delprogram Kiselalger i rinnande vatten. Verifiering av kiselalgsindex och förslag till övervakningsstationer. Rapport Länsstyrelsen Blekinge 2011:6.
- Kahlert, M. 2012. Utveckling av en miljögiftsindikator – kiselalger i rinnande vatten. Rapport Länsstyrelsen Blekinge 2012:12.
- Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Sjöar och vattendrag. Naturvårdsverkets rapport 4913.
- WHO (World Health Organisation). 2003. Zinc in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality
- Åkerblom, S. och Johansson, K. 2008. Kvicksilver i svensk insjöfisk – variationer i tid och rum. Institutionen för miljöanalys, SLU. Rapport 2008:8



Analys av åtta kiselalgsprover i vattendrag och sjö i anslutning till den nedlagda Blaikengruvan – 2018

Eva Herlitz

Bakgrund

Institutionen för vatten & miljö, SLU, har agerat underkonsult åt SWECO Environment AB för analyser av åtta kiselalgsprover från vattendrag och sjö i anslutning till den nedlagda Blaikengruvan vid Ersmarksberget, Sorsele kommun.

Provtagningslokaler

Provtagning utfördes av SWECO Environment AB den 24 augusti 2018, enligt SS-EN 13946 (SIS 2014a) och Handledning för miljöövervakning, undersökningstyp ”Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgs-analys” (Havs- och vattenmyndigheten 2016). Åtta lokaler provtogs: referenslokalen Närtabäcken uppströms sjön Storjuktan, tilloppsbäckarna Stabburbäcken och Blaiksjöbäcken, två lokaler i utloppsbäcken Juktån och tre lokaler i Storjuktan i anslutning till Stabburbäckens, Smakarbäckens och Blaiksjöbäckens respektive mynning (tabell 1). Påväxtmaterial borstades från stenar med ren tandborste och fixerades med etanol.

Tabell 1. Kiselalgslokaler och provtagningsdatum i undersökningen.

Lokal	Vattenkategori	Lokalkoordinater (RT90)	Provdatum
Närtabäcken, ref	Vattendrag	7266754-1548779	2018-08-28
Stabburbäcken	Vattendrag	7256100-1557500	2018-08-28
Blaiksjöbäcken	Vattendrag	7247537-1569294	2018-08-28
Juktån ned1	Vattendrag	7242004-1574168	2018-08-28
Juktån ned2	Vattendrag	7237459-1581649	2018-08-28
Storjuktan - Stabburbäcken	Sjö	7256309-1557885	2018-08-28
Storjuktan - Smakarbäcken	Sjö	7252471-1563844	2018-08-28
Storjuktan - Blaiksjöbäcken	Sjö	7248017-1569687	2018-08-28

Provberedning

Kiselalgspreparat för analys i ljusmikroskop framställdes av SLU enligt SS-EN 13946 (SIS 2014a) och Handledning för miljöövervakning, undersökningstyp ”Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys” (Havs- och vattenmyndigheten 2016).

Analys

Kiselalgsanalyserna utfördes av SLU enligt metod SS-EN 14407 (SIS 2014b) och Handledning för miljöövervakning, undersökningstyp ”Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys” (Havs- och vattenmyndigheten 2016). 400 kiselalgsskal räknades i varje prov. Även antal missbildade kiselalgsskal noterades liksom typ och grad av missbildning (avvikande form/mönster, svag/stark missbildning).

Utvärdering

Bedömning av ekologisk status och surhet med hjälp av kiselalgsresultaten följer Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 2007) samt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten (Havs- och vattenmyndigheten 2013). Bedömning av vattenkvaliteten grundar sig på två olika index: **IPS** (Indice de Polluo-sensibilité Spécifique, Cemagref 1982) och **ACID** (ACidity Index for Diatoms, Andrén & Jarlman 2008), samt två stödparametrar: **%PT** (andelen skal från föroreningsoleranta arter) och **TDI** (Trophic Diatom Index) (Kelly 1998).

IPS visar påverkan av näringsämnen och organisk förorening, %PT indikerar organisk förorening och TDI indikerar eutrofiering. IPS används för att ta fram vattenkvalitetsklassen medan stödparametrarna används för att få en säkrare bedömning.

Indelning i IPS-klasser har gjorts enligt tabell 2. IPS-indexet sträcker sig mellan 1 och 20. Osäkerhetsintervallen för IPS-resultat lika med eller över 13 ligger inom en IPS enhet (dvs. $\pm 0,5$ enheter), för IPS-resultat under 13 inom 2 enheter (dvs. ± 1 enhet). När gränsen för osäkerhetsintervallet av IPS-resultatet överskrider värdet för nästa klassgräns är klassningen osäker och vattendraget ligger mellan två klasser.

Beräkning av kiselalgsindex har gjorts med de indexvärden som finns i den nationella artlistan (SLU 2016). Dessa indexvärden är anpassade för svenska förhållanden.

Tabell 2. Bedömning av eutrofiering och organisk föroreningspåverkan med hjälp av kiselalgsindexet IPS (Indice de Polluo-sensibilité Spécifique, Cemagref 1982). TDI (Trophic Diatom Index) och %PT (andelen föroreningsoleranta skal) (Kelly 1998) fungerar som stödparametrar till IPS.

klass	status	IPS-värde	%PT	TDI
1	hög	$\geq 17,5$	< 10	< 40
2	god	14,5-17,5	< 10	40-80
3	måttlig	11-14,5	< 20	40-80
4	otillfredsställande	8-11	20-40	> 80
5	dålig	<8	> 40	> 80

Indexet ACID visar på surhet och placerar vattendraget i en surhetsklass. Indexet skiljer inte mellan antropogen försurning och naturlig surhet och är främst framtaget för att bedöma surheten i vattendrag med pH < 7. Indelning i surhetsklass har gjorts enligt tabell 3. Osäkerhetsintervallet för ACID är ± 10 %.

Tabell 3. Bedömning av surhet i vattendrag med hjälp av kiselalger (surhetsindex ACID, ACidity Index for Diatoms, Andrén & Jarlman 2008). Indelning i fem surhetsklasser. Indexet skiljer inte mellan försurning och naturlig surhet.

Surhetsklass	surhetsindex ACID	Motsvarar medel-pH (medelvärde för 12 månader före provtagning)	Motsvarar pH-minimum (under 12 månader före provtagning)
alkaliskt	≥ 7,5	≥ 7,3	
nära neutralt	5,8-7,5	6,5-7,3	
måttligt surt	4,2-5,8	5,9-6,5	< 6,4
surt	2,2-4,2	5,5-5,9	< 5,6
mycket surt	< 2,2	< 5,5	< 4,8

Bedömningarna med IPS och ACID fungerar i hela Sverige. Referensvärden och klassgränser är desamma i hela landet.

Förutom nämnda index och stödparametrar har en preliminär screeningmetod använts för att bedöma om risk för påverkan av tungmetaller eller bekämpningsmedel föreligger (Kahlert 2012, Havs- och vattenmyndigheten 2016). Bedömningen grundar sig på:

- andel missbildade skal > 1 % eller
- antal taxon < 20

Misstänkt metallpåverkan kan i vissa fall styrkas av:

- > 50 % av taxon toleranta mot tungmetaller och bekämpningsmedel: *Achnanthes minutissimum*- gruppen, *Brachysira neoexilis* Lange-Bertalot, *Fragilaria gracilis* Østrup, *Eunotia steineckii* Petersen, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing, *Eunotia exigua* (Brebisson ex Kützing) Rabenhorst och *Eunotia incisa* Gregory plus *Eunotia* spec. Dalarna (Kahlert 2012, figur 8)
- tendens till tydliga och sällsynta deformeringar
- Shannon-diversitet < 2

Andelen missbildade skal har delats in i frekvenskategorier enligt tabell 4.

Tabell 4. Preliminär klassning av missbildningsfrekvens enligt Havs- och vattenmyndigheten (2016).

Andel missbildade skal	Frekvenskategori
< 1 %	ingen eller obetydlig
1-2 %	låg
2-4 %	måttlig
4-8 %	hög
> 8 %	mycket hög

Antal taxon < 20 och andra tecken på stress kan dock vara resultat av annan påverkan än tungmetaller eller bekämpningsmedel.

Resultat och bedömning av lokalerna

De vanligaste kiselalger i undersökningen var i fallande ordning: *Achnanthes minutissimum* grupp II (medelbredd 2,2-2,8µm), *Brachysira neoexilis* Lange-Bert., *Fragilaria gracilis* Østrup, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz., *Rossithidium pusillum* (Grunow) Round & Bukht., *Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bert. & E.Reichardt, *Fragilaria capucina* s.lat., *Encyonopsis subminuta* Krammer & E.Reichardt och *Eunotia incisa* var. *incisa* W.Sm. ex W.Greg. (se bilaga). Alla dessa taxon förekommer främst i näringsfattiga vatten.

Den ekologiska statusklassningen med kiselalgsindexet IPS och stödindexen TDI och %PT placerar alla åtta provtagningslokaler i hög ekologisk status, vilket tyder på en låg koncentration av näringsämnen, framförallt av fosfor, och ingen organisk förorening (tabell 5).

Tabell 5. Ekologisk statusklass och ingående index för de undersökta vattendragen baserat på kiselalgssammansättningen (bedömning av närings- & organisk påverkan). En asterisk (*) markerar att screening för miljögifter indikerar lägre status.

Lokal	IPS	IPS klass	TDI	TDI klass	%PT	%PT klass	Ekologisk status
Närtabäcken, ref	19,7	1	22,0	1	0	1/2	Hög
Stabburbäcken	19,7	1	22,5	1	0	1/2	Hög
Blaiksjöbäcken	19,6	1	19,4	1	0	1/2	Hög*
Juktån ned1	19,4	1	18,2	1	0	1/2	Hög
Juktån ned2	19,8	1	21,1	1	0	1/2	Hög
Storjuktan - Stabburbäcken	19,5	1	20,9	1	0	1/2	Hög
Storjuktan - Smakarbäcken	19,8	1	20,2	1	0	1/2	Hög*
Storjuktan - Blaiksjöbäcken	19,6	1	21,3	1	0	1/2	Hög

Surhetsindexet ACID indikerar att vattnet är nära neutralt eller alkaliskt på alla lokalerna. I Juktån ned1 och Storjuktan - Stabburbäcken ligger värdena nära gränsen till måttligt surt och i Storjuktan - Blaiksjöbäcken nära gränsen till alkaliskt (tabell 6). Någon risk för försurning verkar inte föreligga.

Tabell 6. Surhetsgruppering samt risk för försurning och ingående index för de undersökta vattendragen baserat på kiselalgssammansättningen. En asterisk (*) markerar värden som ligger nära en gräns, alternativ surhetsgrupp i angränsande kolumn.

Lokal	ACID	surhetsgrupp	alternativ surhetsgrupp (± 10 %)	Risk för försurning
Närtabäcken, ref	6,7	nära neutralt		nej
Stabburbäcken	6,7	nära neutralt		nej
Blaiksjöbäcken	6,5	nära neutralt		nej
Juktån ned1	5,8*	nära neutralt	måttligt surt	nej
Juktån ned2	7,5*	alkaliskt	nära neutralt	nej
Storjuktan - Stabburbäcken	6,0*	nära neutralt	måttligt surt	nej
Storjuktan - Smakarbäcken	7,6*	alkaliskt	nära neutralt	nej
Storjuktan - Blaiksjöbäcken	6,9*	nära neutralt	alkaliskt	nej

I 90 % av alla svenska vattendrag påträffas mellan 20 och 80 kiselalgstaxon vid analys enligt standardmetoden (Kahlert 2011). I denna studie var antalet taxon normalt (27-60) på alla stationer utom Storjuktan - Smakarbäcken och Blaiksjöbäcken där endast 16 respektive 15 taxon påträffades (tabell 7). Diversiteten, som i 90 % av alla svenska vattendrag är mellan 1,5 och 5, var också låg på dessa stationer, särskilt Storjuktan – Smakarbäcken. Även andelen missbildade skal var över gränsvärdet för vad som kan indikera en påverkan av metaller eller miljögifter på dessa två stationer. Andelen kiselalgsskal som hör till taxon toleranta mot tungmetaller och bekämpningsmedel var förhöjd eller svagt förhöjd på alla åtta stationer.

Tabell 7. Preliminär screeningmetod. Antal taxon, diversitet, andel deformerade skal och andel taxon toleranta mot bl.a. miljögifter. Resultaten kan användas för en screening för miljögifter ("höga eller måttligt höga" halter av tungmetaller (Cu, Zn, Cd, Pb) enligt Naturvårdsverkets indelning (1999) eller förekomst av bekämpningsmedel). En asterisk () markerar att en påverkan kan föreligga.*

Lokal	Antal taxon	Diversitet (Shannon index)	Andel deformerade skal (%)	Andel taxon toleranta mot miljögifter (%)
Närtabäcken, ref	27	2,6	0,75	76*
Stabburbäcken	29	2,9	0,25	75*
Blaiksjöbäcken	15*	2,4	3*	83*
Juktån ned1	37	3,7	0	63*
Juktån ned2	36	3,1	0,75	69*
Storjuktan - Stabburbäcken	60	4,1	0,5	51*
Storjuktan - Smakarbäcken	16*	1,5*	1*	94*
Storjuktan - Blaiksjöbäcken	33	2,8	0,25	75*

Sammantaget kan sägas att på framför allt de båda stationerna Blaiksjöbäcken och Storjuktan - Smakarbäcken tyder kiselalgssamhället på att någon slags påverkan av tungmetaller eller bekämpningsmedel råder. Såväl antalet taxon som andelen missbildade skal och andelen toleranta skal tyder på det men även diversiteten, särskilt på Storjuktan – Smakarbäcken.

Litteratur

- Andrén, C. & Jarlman, A. 2008. Benthic diatoms as indicators of acidity in streams. *Fundamental and Applied Limnology* 173(3): 237-253.
- CEMAGREF 1982. Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon-Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse: 218 pp.
- Havs- och vattenmyndigheten 2013. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten, HVMFS 2013:19.
- Havs- och vattenmyndigheten 2016. Handledning för miljöövervakning: Programområde Sötvatten, Undersökningstyp "Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys" Version 3:2: 2016-01-16.
- Kahlert, M. 2011. Framtagande av gemensamt delprogram Kiselalger i rinnande vatten. Verifiering av kiselalgsindex och förslag till övervakningsstationer. Rapport Länsstyrelsen Blekinge 2011:6.
- Kahlert, M. 2012. Utveckling av en miljögiftsindikator – kiselalger i rinnande vatten. Rapport Länsstyrelsen Blekinge 2012:12.
- Kelly, M.G. 1998. Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers. *Water Research* 32: 236-242.
- Naturvårdsverket 1999. Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.
- Naturvårdsverket 2007. Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. En handbok om hur kvalitetskrav i ytvattenförekomster kan bestämmas och följas upp. Handbok 2007:4, utgåva 1 december 2007. Bilaga A Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.
- SIS 2014a. Svensk Standard SS-EN 13946. Vattenundersökningar - Vägledning för provtagning och förbehandling av bentiska kiselalger från sjöar och vattendrag.
- SIS 2014b. Svensk Standard SS-EN 14407. Vattenundersökningar - Vägledning för identifiering och kvantifiering av bentiska kiselalger i prover från sjöar och vattendrag.
- SLU 2016. Kiselalger i svenska sötvatten. Retrieved 6 September 2018, from <http://miljodata.slu.se/mvm/DataContents/Omnidia>

Bilaga: Taxonlistor

Närtabäcken AC1886, Provtagningsdatum 2018-08-24, Provnummer 281242

Kiselalgsanalys enligt SS-EN 14407:2014

Omnia	Dyntaxa-ID	Taxon	Antal skal	Varav def.	Varav cf.	ADM bredd μ m
ADM2	6000066	Achnantheidium minutissimum group II (mean width 2,2-2,8 μ m)	235	3		2,36
BBRE	237504	Brachysira brebissonii R.Ross	4			
BNEO	262434	Brachysira neoexilis Lange-Bert.	13			
CEXF	262488	Cymbella excisiformis Krammer	2			
ENPE	237830	Encyonema perpusillum (A.Cleve) Mann	1			
EVUL	262570	Encyonema vulgare Krammer	2			
ESUM	262578	Encyonopsis subminuta Krammer & E.Reichardt	2			
EUNS	1010494	Eunotia spp. Ehrenb.	9			
EIMP	237944	Eunotia implicata Nörpel, Lange-Bert. & Alles	6			
EINC	237945	Eunotia incisa var. incisa W.Sm. ex W.Greg.	4			
EMIN	237946	Eunotia minor (Kütz.) Grunow	6			
FCAPsl	238013	Fragilaria capucina s.lat.	17			
FGRA	262682	Fragilaria gracilis Østrup	38			
FNNO	262686	Fragilaria nanoides Lange-Bert.	1			
FTEN	256821	Fragilaria tenera (W. Sm.) Lange-Bert.	2			
FCRS	262699	Frustulia crassinervia (Bréb.) Lange-Bert. & Krammer	1			
GACU	237858	Gomphonema acuminatum Ehrenb.	1			
GCLA	262745	Gomphonema clavatum Ehrenb.	3			
GEXL	6008304	Gomphonema exilissimum (Grunow) Lange-Bert. & E.Reichardt	6			
GLAT	262764	Gomphonema lateripunctatum E.Reichardt & Lange-Bert.	1			
NRAD	237589	Navicula radiosa Kütz.	1			
NACD	262957	Nitzschia acidoclinata Lange-Bert.	1			
RANA	262228	Rossithidium anastasiae (Kaczmarska) Potapova	1			
RPET	237784	Rossithidium petersenii (Hust.) Round & Bukht.	8			
RPUS	237785	Rossithidium pusillum (Grunow) Round & Bukht.	19			
SRPisl	256816	Staurosira pinnata s.lat. Ehrenb.	2			
TFLO	237978	Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	14			
Total			400	3	0	

Stabburbäcken AC1715, Provtagningsdatum 2018-08-24, Provnummer 281241

Kiselalgsanalys enligt SS-EN 14407:2014

Omnia	Dyntaxa-ID	Taxon	Antal skal	Varav def.	Varav cf.	ADM bredd μm
ADM2	6000066	Achnanthydium minutissimum group II (mean width 2,2-2,8 μm)	166			2,5
BBRE	237504	Brachysira brebissonii R.Ross	5			
BINT	6006308	Brachysira intermedia (Østrup) Lange-Bert.	1			
BNEO	262434	Brachysira neoexilis Lange-Bert.	15			
CATE	262443	Caloneis tenuis (W.Greg.) Krammer	1			
ENNG	237844	Encyonema neogracile var. neogracile Krammer	2			
ECES	237837	Encyonopsis cesatii (Rabenh.) Krammer	1			
ECPB	262577	Encyonopsis perborealis Krammer	5			
ESUM	262578	Encyonopsis subminuta Krammer & E.Reichardt	22			
EBLU	6008141	Eunotia bilunaris (Ehrenb.) Schaarschmidt	1			
EIMP	237944	Eunotia implicata Nörpel, Lange-Bert. & Alles	1			
EINC	237945	Eunotia incisa var. incisa W.Sm. ex W.Greg.	12			
EMIN	237946	Eunotia minor (Kütz.) Grunow	3			
EMUC	262594	Eunotia mucophila (Lange-Bert., Nörpel & Alles) Lange-Bert.	1			
ETEN	262606	Eunotia tenella (Grunow) Hust.	2			
FCAPsl	238013	Fragilaria capucina s.lat.	8			
FGRA	262682	Fragilaria gracilis Østrup	89	1		
FCRS	262699	Frustulia crassinervia (Bréb.) Lange-Bert. & Krammer	1			
GCLA	262745	Gomphonema clavatum Ehrenb.	1			
GEXL	6008304	Gomphonema exilissimum (Grunow) Lange-Bert. & E.Reichardt	34			
NHMD	262337	Navicula heimansioides Lange-Bert.	1			
NRAD	237589	Navicula radiosa Kütz.	1			
PVEN	262862	Psammothidium ventrale (Krasske) Bukht. & Round	1			
RPAR	6006622	Rhopalodia parallela (Grunow) O.Müll.	1			
RANA	262228	Rossithidium anastasiae (Kaczmarska) Potapova	1			
RNOD	262832	Rossithidium nodosum (A.Cleve) Aboal	1			
RPUS	237785	Rossithidium pusillum (Grunow) Round & Bukht.	6			
TFLO	237978	Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	16			
TANG	237694	Tryblionella angustata W.Sm.	1			
Total			400	1	0	

Blaiksjöbäcken AC1014, Provtagningsdatum 2018-08-24, Provnummer 281240

Kiselalgsanalys enligt SS-EN 14407:2014

Omnidia	Dyntaxa-ID	Taxon	Antal skal	Varav def.	Varav cf.	ADM bredd µm
ADKG	262387	Achnantheidium kriegei (Krasske) Hamilton, D.Anton. & Siver	1			
ADM2	6000066	Achnantheidium minutissimum group II (mean width 2,2-2,8µm)	217	2		2,46
BNEO	262434	Brachysira neoexilis Lange-Bert.	58			
ENNG	237844	Encyonema neogracile var. neogracile Krammer	2			
EUNS	1010494	Eunotia spp. Ehrenb.	12			
EMIN	237946	Eunotia minor (Kütz.) Grunow	6			
FCAPsl	238013	Fragilaria capucina s.lat.	16			
FGRA	262682	Fragilaria gracilis Østrup	33	10		
FCRS	262699	Frustulia crassinervia (Bréb.) Lange-Bert. & Krammer	3			
GOMS	1010479	Gomphonema spp. Ehrenb.	6			
GEXL	6008304	Gomphonema exilissimum (Grunow) Lange-Bert. & E.Reichardt	15			
GHEB	262758	Gomphonema hebridense W.Greg.	2			
NAAN	262305	Navicula angusta Grunow	2			
RPUS	237785	Rossithidium pusillum (Grunow) Round & Bukht.	5			
TFLO	237978	Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	22			
Total			400	12	0	

Juktån, ned1 AC1887, Provtagningsdatum 2018-08-24, Provnummer 281243

Kiselalgsanalys enligt SS-EN 14407:2014

Omnidia	Dyntaxa-ID	Taxon	Antal skal	Varav def.	Varav cf.	ADM bredd µm
ADM2	6000066	Achnanthydium minutissimum group II (mean width 2,2-2,8µm)	157			2,49
AUPD	262427	Aulacoseira pseudodistans Lange-Bert. & Krammer (in manuscript)	12			
BBRE	237504	Brachysira brebissonii R.Ross	1			
BNEO	262434	Brachysira neoexilis Lange-Bert.	26			
CATE	262443	Caloneis tenuis (W.Greg.) Krammer	4			
CHSH	262459	Chamaepinnularia soehrensii var. hassiaca (Krasske) Lange-Bert.	1			
CYLS	1010371	Cyclotella spp. (Kütz.) Bréb.	2			
CRAD	237238	Cyclotella radiosa (Grunow) Lemmerm.	3			
CSCM	237239	Cyclotella schumannii (Grunow) Håk.	3			
DTEN	262523	Denticula tenuis Kütz.	2			
DITE	238026	Diatoma tenuis C.Agardh	7			
ECES	237837	Encyonopsis cesatii (Rabenh.) Krammer	10			
ECPB	262577	Encyonopsis perborealis Krammer	1			
ESUM	262578	Encyonopsis subminuta Krammer & E.Reichardt	12			
EUNS	1010494	Eunotia spp. Ehrenb.	12			
EARB	262588	Eunotia arcubus Nörpel-Schempp & Lange-Bert.	1			
EBLU	6008141	Eunotia bilunaris (Ehrenb.) Schaarschmidt	3			
EFAB	237941	Eunotia faba Ehrenb.	9			
EFLE	262607	Eunotia flexuosa (Bréb.) Kütz.	1			
EIMP	237944	Eunotia implicata Nörpel, Lange-Bert. & Alles	2			
EINC	237945	Eunotia incisa var. incisa W.Sm. ex W.Greg.	19			
EMIC	262619	Eunotia microcephala Krasske	2			
EMIN	237946	Eunotia minor (Kütz.) Grunow	10			
FCAPsl	238013	Fragilaria capucina s.lat.	12			
FGRA	262682	Fragilaria gracilis Østrup	26			
FTEN	256821	Fragilaria tenera (W. Sm.) Lange-Bert.	2			
FGRS	262699	Frustulia crassinervia (Bréb.) Lange-Bert. & Krammer	4			
FERI	262700	Frustulia erifuga Lange-Bert. & Krammer	1			
FQDS	262702	Frustulia quadrisinuata Lange-Bert.	1			
FSAX	262703	Frustulia saxonica Rabenh.	1			
GCOR	256770	Gomphonema coronatum Ehrenb.	1			
GEXL	6008304	Gomphonema exilissimum (Grunow) Lange-Bert. & E.Reichardt	14			
NAAN	262305	Navicula angusta Grunow	1			
RPUS	237785	Rosithidium pusillum (Grunow) Round & Bukht.	12			
SSVE	248619	Staurosira venter (Ehrenb.) Cleve & J.D.Möller	2			
TFLO	237978	Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	22			
TANG	237694	Tryblionella angustata W.Sm.	1			
Total			400	0	0	

Juktån, ned2 AC1888, Provtagningsdatum 2018-08-24, Provnummer 281244

Kiselalgsanalys enligt SS-EN 14407:2014

Omnidia	Dyntaxa-ID	Taxon	Antal skal	Varav def.	Varav cf.	ADM bredd μm
ADM2	6000066	Achnantheidium minutissimum group II (mean width 2,2-2,8 μm)	210	1		2,51
ABRY	262408	Adlafia bryophila (J.B. Petersen) Lange-Bert.	4			
AKRI	262412	Amphipleura kriegieriana (Krasske) Hust.	3			
AUPD	262427	Aulacoseira pseudodistans Lange-Bert. & Krammer (in manuscript)	6			
BBRE	237504	Brachysira brebissonii R.Ross	2			
BINT	6006308	Brachysira intermedia (Østrup) Lange-Bert.	8			
BNEO	262434	Brachysira neoexilis Lange-Bert.	31	1		
BZEL	262438	Brachysira zellensis (Grunow) Round & Mann	1			
CRAD	237238	Cyclotella radiosa (Grunow) Lemmerm.	1			
CSCM	237239	Cyclotella schumannii (Grunow) Håk.	1			
CLBE	262490	Cymbella lange-bertalotii Krammer	1			
DKUE	262522	Denticula kuetzingii Grunow	3			
DTEN	262523	Denticula tenuis Kütz.	4			
DITE	238026	Diatoma tenuis C.Agardh	1	1		
ENMF	262554	Encyonema minutiforme Krammer	2			
ENNG	237844	Encyonema neogracile var. neogracile Krammer	1			
ECES	237837	Encyonopsis cesatii (Rabenh.) Krammer	2			
EDES	262573	Encyonopsis descripta (Hust.) Krammer	5			
ECPB	262577	Encyonopsis perborealis Krammer	6			
ESUM	262578	Encyonopsis subminuta Krammer & E.Reichardt	19			
EUFL	237771	Eucocconeis flexella (Kütz.) Meister	1			
EIMP	237944	Eunotia implicata Nörpel, Lange-Bert. & Alles	2			
EINC	237945	Eunotia incisa var. incisa W.Sm. ex W.Greg.	1			
FCAPsl	238013	Fragilaria capucina s.lat.	3			
FGRA	262682	Fragilaria gracilis Østrup	17			
FTEN	256821	Fragilaria tenera (W. Sm.) Lange-Bert.	1			
FSAX	262703	Frustulia saxonica Rabenh.	4			
GCOR	256770	Gomphonema coronatum Ehrenb.	1			
GEXL	6008304	Gomphonema exilissimum (Grunow) Lange-Bert. & E.Reichardt	11			
GLAT	262764	Gomphonema lateripunctatum E.Reichardt & Lange-Bert.	3			
RNOD	262832	Rossithidium nodosum (A.Cleve) Aboal	8			
RPET	237784	Rossithidium petersenii (Hust.) Round & Bukht.	1			
RPUS	237785	Rossithidium pusillum (Grunow) Round & Bukht.	17			
SSTM	262803	Sellaphora stroemii (Hust.) H.Kobayasi	2			
SSVE	248619	Staurosira venter (Ehrenb.) Cleve & J.D.Möller	1			
TFLO	237978	Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	16			
Total			400	3	0	

Storjuktan, Stabburbäcken AC1889, Provtagningsdatum 2018-08-24, Provnummer 281245

Kiselalgsanalys enligt SS-EN 14407:2014

Omnia	Dyntaxa-ID	Taxon	Antal skal	Varav def.	Varav cf.	ADM bredd µm
ADHE	262385	Achnanthyidium helveticum (Hust.) Monnier, Lange-Bert. & Ector	4			
ADM2	6000066	Achnanthyidium minutissimum group II (mean width 2,2-2,8µm)	142			2,52
APEL	237500	Amphipleura pellucida (Kütz.) Kütz.	1			
AUAL	237392	Aulacoseira alpigena (Grunow) Krammer	3			
AAMB	237393	Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen	3			
AUPD	262427	Aulacoseira pseudodistans Lange-Bert. & Krammer (in manuscript)	1			
BBRE	237504	Brachysira brebissonii R.Ross	3			
BINT	6006308	Brachysira intermedia (Østrup) Lange-Bert.	3	1		
BNEO	262434	Brachysira neoexilis Lange-Bert.	18			
CATE	262443	Caloneis tenuis (W.Greg.) Krammer	2			
CHME	262456	Chamaepinnularia mediocris (Krasske) Lange-Bert.	1			
CYLS	1010371	Cyclotella spp. (Kütz.) Bréb.	1			
CRAD	237238	Cyclotella radiosa (Grunow) Lemmerm.	1			
CSCM	237239	Cyclotella schumannii (Grunow) Håk.	1			
CLBE	262490	Cymbella lange-bertalotii Krammer	2			
ENMF	262554	Encyonema minutiforme Krammer	1			
ENNG	237844	Encyonema neogracile var. neogracile Krammer	7			
ESNO	6006411	Encyonema subnorvegicum Krammer	1		1	
EDES	262573	Encyonopsis descripta (Hust.) Krammer	2			
ECPB	262577	Encyonopsis perborealis Krammer	5			
ESUM	262578	Encyonopsis subminuta Krammer & E.Reichardt	4			
EBLU	6008141	Eunotia bilunaris (Ehrenb.) Schaarschmidt	2			
EBOT	262597	Eunotia botuliformis Wild, Nörpel & Lange-Bert.	3			
EELE	262602	Eunotia elegans Østrup	1			
EEUR	6000505	Eunotia eurycephala (Grun.) Nörpel-Schempp & Lange-Bert.	2			
EFAB	237941	Eunotia faba Ehrenb.	3			
EIAT	262614	Eunotia iatriaensis Foged	1			
EIMP	237944	Eunotia implicata Nörpel, Lange-Bert. & Alles	3			
EINC	237945	Eunotia incisa var. incisa W.Sm. ex W.Greg.	21			
EMIN	237946	Eunotia minor (Kütz.) Grunow	3			
ETET	262655	Eunotia tetraodon Ehrenb.	3			
FCAPsl	238013	Fragilaria capucina s.lat.	5			
FGRA	262682	Fragilaria gracilis Østrup	13			
FODD	262688	Fragilaria oldenburgioides Lange-Bert.	1			
FTEN	256821	Fragilaria tenera (W. Sm.) Lange-Bert.	2			
FCRS	262699	Frustulia crassinervia (Bréb.) Lange-Bert. & Krammer	1			
GACU	237858	Gomphonema acuminatum Ehrenb.	2			
GCLA	262745	Gomphonema clavatum Ehrenb.	2			
GCOR	256770	Gomphonema coronatum Ehrenb.	4			
GEXL	6008304	Gomphonema exilissimum (Grunow) Lange-Bert. & E.Reichardt	16			
GSUB	262796	Gomphonema subtile Ehrenb.	1			
GTRU	237870	Gomphonema truncatum Ehrenb.	2			
NAAN	262305	Navicula angusta Grunow	1			
NCTE	237555	Navicula cryptotenella Lange-Bert.	1			
NHMD	262337	Navicula heimansioides Lange-Bert.	2			
NRAD	237589	Navicula radiosa Kütz.	1			
NACD	262957	Nitzschia acidoclinata Lange-Bert.	2			

Storjuktan, Stabburbäcken AC1889, Provtagningsdatum 2018-08-24, Provnummer 281245

Kiselalgsanalys enligt SS-EN 14407:2014

Omnia	Dyntaxa-ID	Taxon	Antal skal	Varav def.	Varav cf.	ADM bredd µm
NBAV	262965	Nitzschia bavarica Hust.	2			
PINS	1010450	Pinnularia spp. Ehrenb.	1			
PLVD	237777	Psammothidium levanderi (Hust.) Bukht. & Round	1			
RANA	262228	Rossithidium anastasiae (Kaczmarska) Potapova	5			
RPUS	237785	Rossithidium pusillum (Grunow) Round & Bukht.	48	1		
SPUP	237660	Sellaphora pupula (Kütz.) Mereschk.	1			
SSTM	262803	Sellaphora stroemii (Hust.) H.Kobayasi	1			
SEXG	262788	Stauroforma exiguiformis (Lange-Bert.) Flower, V.J.Jones & Round	11			
SBND	248623	Staurosira binodis (Ehrenb.) Lange-Bert.	2			
SSVE	248619	Staurosira venter (Ehrenb.) Cleve & J.D.Möller	10			
TFEN	237977	Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	2			
TFLO	237978	Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	11			
TANG	237694	Tryblionella angustata W.Sm.	1			
Total			400	2	1	

Storjuktan, Smakarbäcken AC1890, Provtagningsdatum 2018-08-24, Provnummer 281246

Kiselalgsanalys enligt SS-EN 14407:2104

Omnia	Dyntaxa-ID	Taxon	Antal skal	Varav def.	Varav cf.	ADM bredd µm
ADM2	6000066	Achnanthydium minutissimum group II (mean width 2,2-2,8µm)	297	2		2,59
AUPD	262427	Aulacoseira pseudodistans Lange-Bert. & Krammer (in manuscript)	1			
BBRE	237504	Brachysira brebissonii R.Ross	1			
BNEO	262434	Brachysira neoexilis Lange-Bert.	51			
CYLS	1010371	Cyclotella spp. (Kütz.) Bréb.	5			
CSCM	237239	Cyclotella schumannii (Grunow) Håk.	1			
ECES	237837	Encyonopsis cesatii (Rabenh.) Krammer	2			
ESUM	262578	Encyonopsis subminuta Krammer & E.Reichardt	2			
FCAPsl	238013	Fragilaria capucina s.lat.	2			
FGRA	262682	Fragilaria gracilis Østrup	14	2		
FNNO	262686	Fragilaria nanoides Lange-Bert.	6			
NACD	262957	Nitzschia acidoclinata Lange-Bert.	1			
PINS	1010450	Pinnularia spp. Ehrenb.	2			
RPET	237784	Rossithidium petersenii (Hust.) Round & Bukht.	1			
RPUS	237785	Rossithidium pusillum (Grunow) Round & Bukht.	1			
TFLO	237978	Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	13			
Total			400	4	0	

Storjuktan, Blaisjöbäcken AC1891, Provtagningsdatum 2018-08-24, Provnummer 281247

Kiselalgsanalys enligt SS-EN 14407:2014

Omnia	Dyntaxa-ID	Taxon	Antal skal	Varav def.	Varav cf.	ADM bredd µm
ADKG	262387	Achnanthydium kriegeri (Krasske) Hamilton, D.Anton. & Siver	1			
ADM2	6000066	Achnanthydium minutissimum group II (mean width 2,2-2,8µm)	219	1		2,55
AUPD	262427	Aulacoseira pseudodistans Lange-Bert. & Krammer (in manuscript)	9			
BNEO	262434	Brachysira neoexilis Lange-Bert.	35			
BSTY	262436	Brachysira styriaca (Grunow) R.Ross	1			
CHME	262456	Chamaepinnularia mediocris (Krasske) Lange-Bert.	2			
CYLS	1010371	Cyclotella spp. (Kütz.) Bréb.	5			
CRAD	237238	Cyclotella radiosa (Grunow) Lemmerm.	1			
CSCM	237239	Cyclotella schumannii (Grunow) Håk.	1			
EGAE	262547	Encyonema gaeumannii (Meister) Krammer	4			
ENNG	237844	Encyonema neogracile var. neogracile Krammer	1			
EDES	262573	Encyonopsis descripta (Hust.) Krammer	1			
ESUM	262578	Encyonopsis subminuta Krammer & E.Reichardt	11			
EBLU	6008141	Eunotia bilunaris (Ehrenb.) Schaarschmidt	2			
EBOT	262597	Eunotia botuliformis Wild, Nörpel & Lange-Bert.	1			
EINC	237945	Eunotia incisa var. incisa W.Sm. ex W.Greg.	1			
EMIN	237946	Eunotia minor (Kütz.) Grunow	2			
EMUC	262594	Eunotia mucophila (Lange-Bert., Nörpel & Alles) Lange-Bert.	1			
EPTD	262626	Eunotia paratridentula Lange-Bert. & Kulikovskiy	2			
FARC	262670	Fragilaria arcus var. arcus (Ehrenb.) Cleve	1			
FCAPsl	238013	Fragilaria capucina s.lat.	11			
FGRA	262682	Fragilaria gracilis Østrup	9			
GOMS	1010479	Gomphonema spp. Ehrenb.	3			
GCOR	256770	Gomphonema coronatum Ehrenb.	1			
GEXL	6008304	Gomphonema exilissimum (Grunow) Lange-Bert. & E.Reichardt	8			
GHEB	262758	Gomphonema hebridense W.Greg.	2			
PFIB	263064	Peronia fibula (Bréb. & Kütz.) R.Ross	1			
PROS	262871	Psammothidium rossii (Hust.) Bukht. & Round	1			
PSCT	262864	Psammothidium scoticum (Flower & V.J.Jones) Bukht. & Round	2			
RPUS	237785	Rossethidium pusillum (Grunow) Round & Bukht.	20			
SPUP	237660	Sellaphora pupula (Kütz.) Mereschk.	1			
SEXG	262788	Stauroforma exiguiiformis (Lange-Bert.) Flower, V.J.Jones & Round	6			
TFLO	237978	Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	34			
Total			400	1	0	

Bilaga 2

Fångst Storuman

Art	längd (cm)
Abborre	30
Abborre	32
Abborre	32,5
Abborre	34
Abborre	35
Abborre	36
Abborre	36
Abborre	37
Abborre	37
Abborre	37
Abborre	38
Abborre	38
Abborre	41
Gädda	73
Harr	38
Harr	42
Sik	28
Sik	38
Sik	38

Samt 10 abborrar som skickades in för metallanalys

Fångst Storjuktan fiskeomgång 1

Art	längd (cm)
Harr	38
Harr	45
Sik	35
Öring	60

Samt 3 abborrar som skickades in för metallanalys

Fångst Storjuktan fiskeomgång 2

Art	längd (cm)
Harr	27,5
Sik	26,5
Sik	31,2

Samt 2 abborrar som skickades in för metallanalys

Bilaga 3. Fisk som analyserats med avseende på metaller

Sjö	Prov nr	Art	längd (mm)	vikt (g)
Storuman	Fisk 1	Abborre	320	383
Storuman	Fisk 2	Abborre	306	347
Storuman	Fisk 3	Abborre	312	351
Storuman	Fisk 4	Abborre	293	303
Storuman	Fisk 5	Abborre	348	496
Storuman	Fisk 6	Abborre	335	440
Storuman	Fisk 7	Abborre	360	578
Storuman	Fisk 8	Abborre	348	553
Storuman	Fisk 9	Abborre	345	430
Storuman	Fisk 10	Abborre	327	432
Storjuktan	Fisk 1	Abborre	352	578
Storjuktan	Fisk 2	Abborre	295	353
Storjuktan	Fisk 3	Abborre	305	362
Storjuktan	Fisk 4	Abborre	281	257
Storjuktan	Fisk 5	Abborre	206	82

Bilaga 4

From: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå. Tfn: 0920/28 99 00. Fax 0920/28 99 40. Email: info.LU@alsglobal.com
 To: SWECO Environment AB Ref: Uno Strömberg [uno.stromberg@sweco.se;peter.rimnoja@sweco.se;asa.kestrup@sweco.se]
 Program: M4

Ordernumber: L1918297 (13005201;)

Report created: 2019-07-02 by App1.LU

ELEMENT	SAMPLE	Storuman					Storjuktan					Storjuktan					Storjuktan				
		fisk 1	fisk 2	fisk 3	fisk 4	fisk 5	fisk 6	fisk 7	fisk 8	fisk 9	fisk 10	fisk 1	fisk 2	fisk 3	fisk 4	fisk 5					
Time	h	2,5																			
As	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,0223	0,0213	<0.01	<0.01	0,0203	<0.02	0,02	0,0153	0,0217	0,0258	0,0224					
Cd	mg/kg	<0.001	<0.001	0,00129	<0.001	0,00101	0,000858	<0.0009	<0.0008	<0.001	<0.001	<0.0008	0,000879	<0.001	0,00201	0,00193					
Co	mg/kg	0,0025	0,00298	0,00557	0,00116	0,00293	0,0031	0,00337	0,00231	0,00246	0,00296	0,00381	0,00313	0,00286	0,00259	0,00383					
Cr	mg/kg	<0.006	0,00624	<0.006	<0.006	<0.006	<0.005	<0.006	<0.005	<0.006	<0.006	<0.005	<0.005	<0.006	<0.006	<0.006					
Cu	mg/kg	0,157	0,109	0,208	0,149	0,135	0,159	0,161	0,203	0,0971	0,205	0,19	0,123	0,202	0,109	0,129					
Hg	mg/kg	0,221	0,193	0,333	0,182	0,435	0,707	0,391	0,815	0,472	0,464	0,919	0,674	0,952	0,119	0,263					
Mn	mg/kg	0,0872	0,112	0,155	0,0873	0,101	0,125	0,0874	0,0831	0,0932	0,11	0,116	0,132	0,104	0,0834	0,0841					
Ni	mg/kg	<0.008	<0.008	<0.009	<0.008	<0.008	<0.006	<0.007	<0.007	<0.008	<0.008	<0.007	<0.007	<0.008	<0.008	<0.008					
Pb	mg/kg	<0.008	<0.008	<0.009	<0.008	<0.008	<0.006	<0.007	<0.007	<0.008	<0.008	<0.007	<0.007	<0.008	<0.008	<0.008					
Zn	mg/kg	3,74	3,14	4,6	2,7	3,38	3,5	4,07	3,77	2,9	3,71	3,53	3,61	3,84	3,67	4,05					

Please note: This report is preliminary and does not contain all relevant information.
 For the definitive and complete reporting of the results, reference is made to the
 corresponding signed final report from ALS Scandinavia AB

Analyses that are not ready yet are shown as "*****".

Analyses that are not measured are shown as " ".

Bilaga 5. Statistiska analyser

Ancova utförd i R

```
> modell<-lm(Hg~Vikt+factor(Plats), data = Hg_for_Rv2)
> anova(modell)
```

Analysis of Variance Table

Response: Hg

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
vikt	1	0.29692	0.296921	7.8025	0.01624	*
factor(Plats)	1	0.31062	0.310622	8.1626	0.01443	*
Residuals	12	0.45665	0.038054			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1