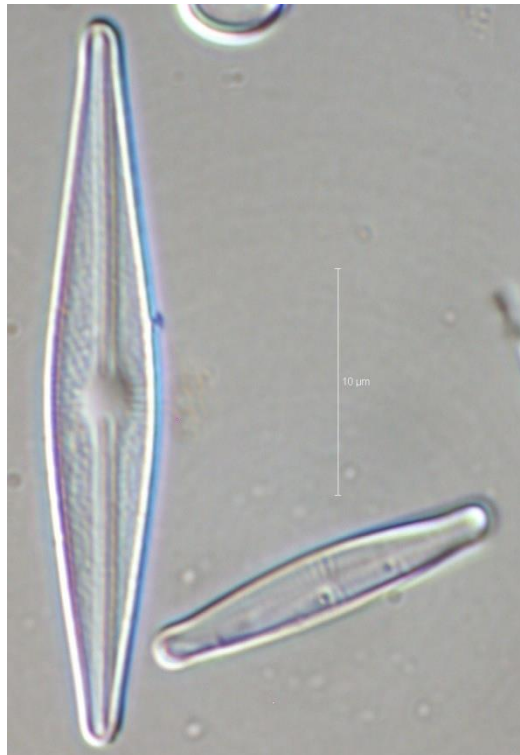


Analys av kiselalger från LKAB, Kiruna 2013

Maria Kahlert, Eva Herlitz & Isabel Quintana



Analys av kiselalger från LKAB, Kiruna 2013

Maria Kahlert, Eva Herlitz & Isabel Quintana

Institutionen för vatten och miljö, SLU
Box 7050
750 07 Uppsala
Tel. 018 – 67 31 10
<http://www.slu.se/vatten-miljo>

Omslagsillustration/omslagsfoto: Två av de vanligaste kiselalgstaxa i undersökningen: *Brachysira neoexilis* Lange-Bertalot (t.v.) och *Achnantheidium minutissimum* grupp (t.h.). Foto: Maria Kahlert

Tryck: Institutionen för vatten och miljö, SLU
Uppsala, 2014-03-25

Innehållsförteckning

Bakgrund	6
Metoder	6
<i>Provtagning</i>	6
<i>Analys av kiselalger</i>	6
<i>Klassning av kiselalgsresultaten</i>	7
<i>Kiselalgsmetoden</i>	7
Resultat	9
<i>Kiselalgssamhällets sammansättning</i>	9
<i>Antal taxa, diversitet och andel deformerade skal</i>	10
<i>Ekologisk statusklassning</i>	12
<i>Surhetsgrupp och risk för försurning</i>	12
Jämförelse med 2011 och 2012	13
Sammanfattning	14
Litteratur	18

Bakgrund

LKAB har låtit undersöka Pahtajoki och Rautasälven norr om Kiruna, samt Luossajoki, Tuollujoki och Pahtajoki söder om Kiruna, med avseende på kiselalger. Provtagningen utfördes i augusti 2013 vid 12 lokaler. Kiselalgsproverna skickades till det ackrediterade biologiska laboratoriet vid Institutionen för vatten och miljö, SLU i Uppsala för analys av artsammansättning samt närings- och försurningsstatus enligt bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Utöver detta analyserades även andel deformerade kiselalgsskal, totalt artantal, diversitet och andel toleranta kiselalgstaxa enligt den preliminära screeningindikator som är framtagen i samband med den regionala miljöövervakningen.

Metoder

Provtagning

Kiselalgsprovtagning utfördes av Henrik Viklands, Sweco Environment AB enligt metoden ”Påväxt i rinnande vatten – kiselalgsanalys” (Naturvårdsverket 2007) i Luossajoki och biflödena Pahtajoki och Tuollujoki 14/15 augusti 2013 och i Rautasälven och Pahtajoki den 21 augusti 2013 (tabell 1).

Tabell 1. Kiselalgslokaler i undersökningen.

Vattendrags-namn	Lokalnamn	Lokal ID	Tidigare Lokal ID	X lokal-kordinater (RT 90)	Y lokal-kordinater (RT 90)	SLU prov ID
Pahtajoki	Pahtajoki referens	KVA143	VVA07	7538528	1681381	P727_94491
Pahtajoki	Pahtajoki nedströms	VVA08		7540128	1681423	P726_94490
Rautasälven	Rautasälven referens	KVA144		7547758	1678152	P728_94492
Rautasälven	Rautasälven nedströms	KVA125		7545950	1687139	P729_94493
Luossajoki	Uppströms Yli Lombolo	KVA27	KEP31, LU1	7534434	1686120	P717_94482
Luossajoki	Utloppet Yli Lombolo	KVA28	KEP32, Lu2	7533911	1686762	P719_94483
Luossajoki	Nedströms Ala-Lombolo	KVA134	Lu3	7533360	1687586	P720_94484
Luossajoki	Nedströms reningsverket	KVA135	Lu4	7535045	1692992	P722_94485
Luossajoki	Uppströms reningsverket	KVA135-ref		7534548	1691683	P721_94486
Luossajoki	Luossajoki nedströms	KVA136	Lu5	7536308	1697052	P723_94487
Pahtajoki	Vid flygplatsen	KVA162	Pa1	7532630	1691211	P724_94488
Tuollujoki	Uppströms sammanflödet med Luossajoki	KVA163	Tu1	7535252	1693612	P725_94489

Analys av kiselalger

Kiselalgspreparat framställdes enligt metoden ”Påväxt i rinnande vatten – kiselalgsanalys” (Naturvårdsverket 2007). Kiselalgsanalyserna utfördes av Eva Herlitz och Isabel Quintana enligt

samma metod. Båda utförare har godkänts i Nordiska Kiselalgsinterkalibreringar 2009, 2011 och 2013 (SLU tillhandahåller resultaten vid förfrågan).

Klassning av kiselalgsresultaten

Beräkning av kiselalgsindex, klassindelning, tolkning av resultat och rapportskrivning har gjorts av Maria Kahlert. Klassning av kiselalgsresultaten gjordes enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 2007), där ”Bakgrundsrapport för revideringen 2007 av bedömningsgrunder för påväxt – kiselalger i vattendrag” (Kahlert, M., Andrén, C. & Jarlman, A. 2007) ingår.

Även det nya hjälpindexet ”Preliminär screeningindikator” beräknades enligt ”Utveckling av en miljögiftsindikator – kiselalger i rinnande vatten” (Kahlert 2012a). Indexet indikerar ”höga eller mycket höga” halter av tungmetaller (Cu, Zn, Cd, Pb) enligt Naturvårdsverkets indelning (1999) alternativt förekomst av bekämpningsmedel.

Kiselalgsmetoden

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 2007), samt två stödparametrar: **%PT** (andelen skal från föroreningstoleranta 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.

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

klass	status	IPS-värde	EQR-värde	%PT	TDI
1	hög	$\geq 17,5$	$\geq 0,89$	< 10	< 40
2	god	14,5-17,5	0,74-0,89	< 10	40-80
3	måttlig	11-14	0,56-0,74	< 20	40-80
4	otillfredsställande	8-11	0,41-0,56	20-40	> 80
5	dålig	< 8	$< 0,41$	> 40	> 80

ACID-indexet visar på surhet. Surhetsindexet ska emellertid inte användas för att ändra vattenkvalitetsklassen. Surhetsindexet grupperar nämligen endast vattendraget i en pH-grupp och surheten kan vara naturlig. **ACID**-indelningen i en surhetsgrupp görs enligt tabell 3. Osäkerhetsintervallet beräknas som **ACID** ± 10%.

$$\text{Surhetsindex ACID (BG)} = [\log((\text{ADMI}/\text{EUNO})+0,003)+2,5] + [\log((\text{circumneutrala}+\text{alkalifila}+\text{alkalibionta})/(\text{acidobionta}+\text{acidofila})+0,003)+2,5]$$

En täljare eller nämnare = 0 ersätts med 1, när relativa abundansen uttrycks som procent. I Omnidia anges den relativa abundansen av van Dams grupper i promille, varvid 0 ersätts med 10.

Tabell 3. Bedömning av pH-regim i vattendrag med hjälp av kiselalger (surhetsindex **ACID**, *ACidity Index for Diatoms*, Andrén & Jarlman 2007). Indelning görs i fem pH-grupper.

pH-grupp	beteckning	pH (medelvärde för 12 månader före provtagning)	pH-minimum	surhetsindex ACID
A	alkaliskt	≥ 7,3		≥ 7,5
B	nära neutralt	6,5-7,3		5,8-7,5
C	måttligt surt	5,9-6,5	< 6,4	4,2-5,8
D	surt	5,5-5,9	< 5,6	2,2-4,2
E	mycket surt	< 5,5	< 4,8	< 2,2

Referensvärden och klassgränserna för både IPS och ACID är desamma i hela landet.

Bedömning med hjälp av det nya hjälpindexet ”Preliminär screeningindikator” enligt ”Utveckling av en miljögiftsindikator – kiselalger i rinnande vatten” (Kahlert 2012a) grundar sig främst på andelen missbildade kiselalgsskal och antalet taxa. Bedömningen kan stödjas av andelen av vissa toleranta taxa (box 1), en tendens till tydliga och sällsynta deformationer samt diversiteten i ett prov.

Box 1: Preliminär* screeningindikator för ”höga eller mycket höga” halter av tungmetaller (Cu, Zn, Cd, Pb) enligt Naturvårdsverkets indelning (1999) ELLER förekomst av bekämpningsmedel

- andel missbildade skal > 1 %
eller
- antal taxa < 20**

2/3 av alla vattendrag med ”höga eller mycket höga” halter av Cu, Zn, Cd eller Pb och även 2/3 av alla vattendrag med påverkan av bekämpningsmedel upptäcktes. 1/3 upptäcktes inte (*false negative error, type II error* = 0,33).

20 % av vattendragen utan påverkan av tungmetaller identifierades med metoden som felaktigt påverkade (*false positive error, type I error* = 0,2).**

Misstänkt metallpåverkan kan i vissa fall styrkas av

- > 50 % av *Achnanthydium 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 (fig. 8)
- tendens till tydliga och sällsynta deformationer
- diversitet < 2 (Shannon)

* Observera att indikatorn är preliminär eftersom det underliggande datamaterialet fortfarande inte är stort, mer undersökningar från fler vattendrag behövs!

** Observera att antal taxa < 20 och andra tecken på stress kan vara resultat av annan påverkan än tungmetaller eller bekämpningsmedel!

Resultat

Kiselalgssamhällets sammansättning

De vanligast förekommande kiselalgerna i undersökningen som helhet var i följande ordning: *Achnanthydium minutissimum* (grupp II med en medelbredd på 2,2-2,8µm), *A. minutissimum* (grupp I med en medelbredd på < 2,2µm), *Brachysira neoexilis* Lange-Bertalot, *Fragilaria gracilis* Østrup, *Rossithidium pusillum* (Grun.) Round & Bukhtiyarova, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg (med varieteter), *Rossithidium nodosum* (A. Cleve) Aboal, *Staurosira pinnata* Ehrenberg och *Encyonopsis perborealis* Krammer. Alla taxa förutom *C. placentula* och *S. pinnata* tyder på näringsfattiga förhållanden. De flesta taxa tyder på ett pH som är ganska neutralt, med undantag av *B. neoexilis* och *T. flocculosa* som förekommer i surare vatten. Alla dessa taxa lever vanligtvis fastsittande med undantag av *S. pinnata* och *T. flocculosa* som betecknas som tychoplanktiska, vilket betyder att de ibland kan förekomma i plankton, vanligen som kolonier. Detta levnadssätt tyder på relativt lugna förhållanden på provtagningsplatsen eller att det finns en sjö uppströms.

Antal taxa, diversitet och andel deformerade skal

I 90 % av alla vattendrag i Sverige återfinns mellan 20 och 80 kiselalgstaxa när standardmetoden används (≥ 400 räknade skal). I de undersökta vattendragen hittades 12-43 kiselalgstaxa per prov (tabell 4) vilket betyder att antalet taxa är i 10 av 12 prover genomsnittligt för Sverige (Kahlert 2011a). I Luossajoki KVA134 och Luossajoki KVA27 däremot tyder det låga taxaantalet på en störning av något slag.

90 % av alla vattendrag i Sverige har en diversitet (Shannon diversitet (Shannon1948)) som ligger mellan 1,5 och 5. Diversiteten vid de undersökta provtagningsplatserna var mellan 0,7 och 3,54 (tabell 4) vilket betyder att även diversiteten vid de flesta av de undersökta lokalerna var genomsnittlig (Kahlert 2011a). Återigen undantagen var Luossajoki KVA134, KVA27 samt ytterligare KVA28 och KVA135-ref där den låga diversiteten tyder på en störning.

Andelen deformerade skal i föreliggande undersökning var mellan 0 och 1,8 % (tabell 4). Inom den nationella miljöövervakningen var, i en pilotstudie, andelen deformerade skal i genomsnitt 0,1 %. I pesticidpåverkade vatten hittades i medeltal 0,36 % och i metallpåverkade vatten 5 % deformerade skal (Jan-Ers 2009). I Storbritannien konstaterades att andelen deformerade skal sällan överstiger 1 % (Kelly 2007). En ny svensk studie visar att den genomsnittliga andelen deformerade kiselalgsskal i tungmetallpåverkade vattendrag ligger kring $2,7 \pm 5,1$ (Kahlert 2012). I den studien föreslås en gräns på 1 % för att upptäcka åtminstone 2/3 delar av de kraftigt metallpåverkade vattendragen med minsta möjliga risk att klassa fel (felet är ca 20%). Med detta mått klassas Luossajoki KVA134 som troligtvis påverkad av tungmetaller eller pesticider. Luossajoki KVA135 och Pahtajoki KVA162 (1% missbildade skal) samt Rautasälven KVA125 och Luossajoki KVA28 (0,9%) ligger på gränsen till påverkad. I både Luossajoki provpunkt KVA28 och KVA135 föll ett av skalen i kategorin ”sällsynta deformeringar”. I KVA28 och KVA135 samt KVA134 föll även mer än 50 % av de missbildade skal i kategorin ”tydlig”, vilket kan vara ett tecken på någon typ av miljöpåverkan.

Nästan samtliga provtagningsplatser hade en andel taxa toleranta mot miljöpåverkan som var högre än 50 %. Undantag var KVA135 och KVA136 (tabell 4). Observera att dessa taxa även brukar förekomma under andra förhållanden, t.ex. när kiselalgssamhället störs av höga flöden mm. Den högsta andelen av kiselalgstaxa toleranta mot miljöpåverkan noterades i KVA143 följt av KVA135-ref och KVA27. Dessutom har dessa lokaler lågt taxaantal och låg diversitet. Detta beror på en hög andel *A. minutissimum* i provet ($>75\%$). Detta taxon nykoloniserar ofta substrat efter en störning. Endast KVA134 hade både hög andel toleranta taxa och hög andel missbildningar.

Tabell 4. Taxaantal, diversitet, andel deformerade skal (totalt), andel av deformerade skal klassat som "tydligt deformerade" eller "speciellt deformerade" samt andel taxa toleranta mot bl.a. miljögifter redovisas för alla provtagna lokaler. * kan tyda på en påverkan, ** högsta värden, (*) nära en gräns att visa påverkan

Vattendrag	Lokal	Taxa antal	Diversitet (Shannon index)	Andel deformerade skal [%]	Andel tydliga/ speciella deformerade skal [%]	Andel taxa toleranta mot miljögifter [%]
Pahtajoki referens	KVA143	41	3,1	0,2	0,0	68*
Pahtajoki nedströms	VVA08	22	2,3	0,0	0,0	73*
Rautasälven referens	KVA144	43	3,5	0,2	0,0	65*
Rautasälven nedströms	KVA125	34	2,9	0,9	0,5	74*
Luossajoki Uppströms Yli Lombolo	KVA27	17*	1,3*	0,0	0,0	81**
Luossajoki Utloppet Yli Lombolo	KVA28	23	1,8*	0,9(*)	0,7*	75*
Luossajoki Nedströms Ala-Lombolo	KVA134	12*	0,7*	1,8*	1,3*	91**
Luossajoki Nedströms reningsverket	KVA135	39	3,4	1,0(*)	0,7*	47
Luossajoki Uppströms reningsverket	KVA135-ref	23	1,7*	0,0	0,0	81**
Luossajoki nedströms	KVA136	35	2,8	0,5	0,0	48
Pahtajoki Vid flygplatsen	KVA162	29	2,8	1,0(*)	0,2	58*
Tuollujoki Uppströms sammanflödet med Luossajoki	KVA163	35	2,6	0,0	0,0	73*

Tabell 5. Ekologisk statusklass och ingående index för de undersökta vattendragen baserat på kiselalgsammansättningen (bedömning av närings- & organisk påverkan). H=hög. G=god, M=måttlig ekologisk status. * stödparametrarna indikerar lägre status. + Screening för miljögifter indikerar lägre status(+), möjligtvis lägre status .

Vattendrag	Lokal	IPS	IPS klass	Alternativ IPS klass (± 0,5 IPS enhet.)	TDI	TDI klass	%PT	%PT klass	Ekologisk status	Alternativ Ekologisk status
Pahtajoki referens	KVA143	19,6	H		21,9	H	2,6	H/G	H	
Pahtajoki nedströms	VVA08	19,6	H		24,5	H	0	H/G	H	
Rautasälven referens	KVA144	19,5	H		24,9	H	0,5	H/G	H	
Rautasälven nedströms	KVA125	19	H		23,5	H	2,1	H/G	H	
Luossajoki Uppströms Yli Lombolo	KVA27	18,8	H		30,2	H	0,5	H/G	H	+
Luossajoki Utloppet Yli Lombolo	KVA28	18,4	H		26,7	H	1,2	H/G	H	+
Luossajoki Nedströms Ala-Lombolo	KVA134	19,6	H		28,7	H	2,5	H/G	H	+
Luossajoki Nedströms reningsverket	KVA135	17,3	G	H	39,3	H	8,1	H/G	G	H (+)
Luossajoki Uppströms reningsverket	KVA135-ref	19	H		26,8	H	0	H/G	H	+
Luossajoki nedströms	KVA136	17,1	G	H	41,3	G/M	3,2	H/G	G	H *
Pahtajoki Vid flygplatsen	KVA162	19,8	H		12	H	0	H/G	H	(+)
Tuollujoki Uppströms sammanflödet med Luossajoki	KVA163	19,4	H		24	H	0,5	H/G	H	

Ekologisk statusklassning

Pahtajoki/Rautasälven

När man ser till helhetsbilden och alltså tar hänsyn till alla sätt att klassa den ekologiska statusen, inklusive osäkerhetskällorna, hamnar alla fyra lokaler i Pahtajoki/Rautasälven i hög status (tabell 5). Klassningen har inte förändrats sedan 2011/2012 (Kahlert 2012b, Kahlert & Herlitz 2013). Andelen toleranta taxa mot miljögifter är relativt hög, men detta kan vara naturligt, eftersom taxa som är toleranta mot miljögifter ofta också är toleranta mot annan stress, t.ex. bortskrapning till följd av höga flöden.

Luossajoki/Tuollujoki

I Luossajoki hamnar sex lokaler i hög ekologisk status och två i god status på gränsen till hög (tabell 5), dock finns här större variation än i Pahtajoki/Rautasälven. Klassningen verkar vara lite bättre än 2012. En grund till denna förbättring kan vara den högre andelen *A. minutissimum* som är ett taxon som vanligtvis förekommer i mera näringsfattiga vatten. Det är oklart varför detta taxon är så mycket vanligare denna gång jämfört med 2012, men en anledning skulle kunna vara höga flöden eller annan störning innan provtagning som kan ha gynnat denna tidiga kolonisatör. Alla jämförelser mellan 2012 och 2013 måste dock ses med försiktighet eftersom alla index även har stora naturliga variationer. I Tuollujoki visar alla parametrar på oförändrat hög ekologisk status. Pahtajoki verkar ha lite bättre status än 2012, eftersom de nya screeningsparametrarna inte längre tyder på försämrad status. En tendens till något näringsrikare vatten har provtagningslokalerna KVA135 och KVA136 precis som 2012 men tendensen är inte lika markant. De nya screeningsparametrarna tyder på en störning i alla Luossajokis lokaler förutom i KVA136, men det är viktigt att följa trenderna för att bekräfta detta eftersom jämförelser mellan enbart två år inte är tillräckligt för att dra säkra slutsatser.

Surhetsgrupp och risk för försurning

Kiselalgsindexet **ACID** visar att alla lokaler har ett neutralt eller alkaliskt pH och att det inte borde förekomma pH-värden under 6,4 året innan provtagningen (tabell 6). Bara en lokal (KVA162) har ett **ACID** värde som ligger i måttligt surt, det betyder att pH-minima under 6,4 (vanligtvis inte < 5,6) är möjliga. Ingen risk för försurning finns. **ACID** speglar surheten på en lokal och skall inte användas för att bedöma ekologisk status, eftersom även låga **ACID**-värden kan hittas i lokaler med hög ekologisk status när de är naturligt sura.

För en tolkning ifall **ACID**-värdena i föreliggande studie är naturliga behövs bakgrundsdata för berggrund och marken i avrinningsområdet samt en MAGIC beräkning enligt bedömningsgrunderna Naturvårdsverket (2007). Berggrunden i Kiruna kommun är till stor del sur, vilket leder till att de flesta vattendrag har låg buffertkapacitet och därmed vanligtvis ett lågt pH (Kiruna Kommun 2008). Dock finns det lokalt och i fjällkedjan en kalkhaltig berggrund vilket leder till högre pH (Kiruna Kommun 2008). För att uppskatta det naturliga pH-värdet i varje provtagningslokal borde en modellering av avrinningsområdet göras som räknar fram ett förväntat pH-värde. Nästan alla lokaler i denna undersökning hyser kiselalger som föredrar neutrala eller t.o.m. alkaliska förhållanden, vilket är ovanligt i vattendrag med sur berggrund i avrinningsområdet. I så fall skulle man förvänta sig att pH-värdet är påverkat av t.ex. vittringsprodukter från

gruvverksamheten. Å andra sidan kan man inte vara säker, eftersom det finns kalkhaltig berggrund i vissa delar av området samt högre upp i avrinningsområden. Det är möjligt att ett relativt högt pH är naturligt, eftersom många av Torneälvens källflöden ligger i kalkrika områden och p.g.a. detta har högre pH än många vattendrag längre ner i systemet.

Tabell 6. Surhetsgruppering samt risk för försurning och ingående index för de undersökta vattendragen baserat på kiselalgsammansättningen. * betecknar provpunkter som ligger nära en gräns, alternativa surhetsgrupper i angränsande kolumn.

Vattendrag	Lokal	ACID	surhetsgrupp	alternativ surhetsgrupp (± 10%)	Risk för försurning
Pahtajoki referens	KVA143	7,0	Nära neutralt*	Alkaliskt	nej
Pahtajoki nedströms	VVA08	7,7	Alkaliskt*	Nära neutralt	nej
Rautasälven referens	KVA144	6,5	Nära neutralt		nej
Rautasälven nedströms	KVA125	7,3	Nära neutralt*	Alkaliskt	nej
Luossajoki Uppströms Yli Lombolo	KVA27	8,9	Alkaliskt		nej
Luossajoki Utloppet Yli Lombolo	KVA28	8,6	Alkaliskt		nej
Luossajoki Nedströms Ala-Lombolo	KVA134	9,0	Alkaliskt		nej
Luossajoki Nedströms reningsverket	KVA135	7,7	Alkaliskt*	Nära neutralt	nej
Luossajoki Uppströms reningsverket	KVA135-ref	8,2	Alkaliskt*	Nära neutralt	nej
Luossajoki nedströms	KVA136	9,6	Alkaliskt		nej
Pahtajoki Vid flygplatsen	KVA162	5,4	Måttligt surt*	Nära neutralt	nej
Tuollujoki Uppströms sammanflödet med Luossajoki	KVA163	7,3	Nära neutralt*	Alkaliskt	nej

Jämförelse med 2011 och 2012

Samtliga tolv lokaler i föreliggande studie undersöktes även 2012. Lokalerna i Pahtajoki/Rautasälven och några lokaler i Luossajoki (två lokaler nära KVA134, en uppströms och en nedströms, samt KVA135) provtogs 2011 (Kahlert 2012a, b).

Alla fyra lokaler i *Pahtajoki/Rautasälven* hade även 2011 och 2012 en hög ekologisk status med avseende på kiselalger. Indexen samt andelen deformerade skal, taxaantalet, diversiteten, och artsammansättningen är i stort sett oförändrade, vilket tyder på att det inte har skett några större förändringar i vattenkemin eller andra relevanta ekologiska parametrar. Det finns dock undantag: på lokalen VVA08 syns en tendens till sjunkande antal taxa och diversitet samt stigande ACID-värden, och på KVA125 fanns flera deformerade skal 2013 än de föregående åren. I båda fallen är det möjligt att en mänsklig påverkan är orsaken.

Vid provtagningen i Luossajoki 2011 hade lokalerna nära KVA134 **IPS**-värden av 16,5 och 17,5, **TDI**-värdena var 38,6 respektive 55,4 och **%PT**-värdena 0,7 respektive 1,3. Jämfört med 2012 är **IPS** och **TDI** oförändrade. **%PT**-värden för 2012 är något högre än för 2011 men inte så högt att det indikerar organisk belastning.

För KVA135 2011 var **IPS** 16,2, **TDI** 36,9 och **%PT** 0,7. Den ekologiska statusklassen var densamma 2011 och 2012, men indexvärdena indikerar en försämring inom klassen, med tendenser till både mera näring (**IPS** 15,6, **TDI** 55,4) och högre organisk belastning (lägre **IPS** och högre **%PT**). Belastningen verkar återigen vara lägre år 2013 (**IPS** 17,3, **TDI** 39,3, **%PT** 8,1) men orsaken är troligtvis den höga andelen *A. minutissimum* år 2013, som är tolerant mot fysisk stress, med samtidigt indikerar låga närsaltshalter och låg organisk belastning.

Överlag är andelen taxa som är ett tecken på nykolonisering, framförallt *A. minutissimum*, högre än tidigare år vid nästan alla av Luossajokis lokaler, dock inte i angränsande KVA162 eller KVA163, och inte heller i KVA136. Orsaken till det är inte fastställt.

Andelen deformerade skal i KVA134 och 135 låg både 2011 och 2012 under 1 %, men var högre vid provtagningen 2013 och låg över eller på gränsen till 1 % vilket visar på en möjlig påverkan av miljögifter. I alla andra lokaler var denna andel oförändrad från 2012 till 2013, i lokalen KVA 136 var andelen t.o.m. lägre än 2012.

ACID, dvs. surheten, är i stort sett oförändrad mellan åren för alla lokaler.

Sammanfattning

Pahtajoki/Rautasälven

Från att det 2011 och 2012 inte syntes någon påverkan på kiselalgfloran av det nya utloppet från sjön Luossajärvi till Pahtajoki/Rautasälven, vilken öppnades den 11 juli 2011, så finns nu tendenser till att de båda stationerna nedströms referensstationerna har börjat påverkas. Tendensen måste följas upp, eftersom variationen kan vara naturlig. Kiselalgerna vid referensstationerna visade 2011-2013 inte på någon störning bortsett från andelen störningstoleranta skal som var högre 2013 än tidigare, vilket dock är ett osäkert tecken på en störning eftersom de störningstoleranta skalerna kan finnas där naturligt. Den ganska rika diversiteten, det medelstora antalet taxa, den låga andelen deformerade skal, den höga statusklassningen och surhetsklassningen nära neutralt tyder sammantaget på att kiselalgfloran i de undersökta vattendragen är ett samhälle som inte påverkas nämnvärt av mänskliga aktiviteter. Det verkar inte heller finnas ett övergödnings- eller försurningsproblem, surheten verkar vara naturlig. Alla kiselalgsparmetrar var dessutom oförändrade mellan åren. Lokalerna nedströms skiljde sig inte mycket från referensstationerna, dock fanns i VV08 en mycket tydlig tendens till försämring (sjunkande antal taxa och diversitet, stigande **ACID**), och i KVA125 en antydning till försämring (högre andel missbildade skal 2013 än tidigare).

I detalj kan man göra följande beskrivningar av stationerna i *Pahtajoki/Rautasälven*:

Pahtajoki referens - KVA143

Lokalen domineras av *A. minutissimum* grupp II, följd av *Brachysira neoexilis* och sedan *Rossethidium pusillum*, *Tabellaria flocculosa*, *Encyonopsis perborealis* och *Encyonopsis subminuta* Krammer & Reichardt. Alla dessa taxa förekommer främst i näringsfattiga vatten. *A. minutissimum*,

R. pusillum, *E. perborealis* och *E. subminuta* förekommer främst vid nära neutralt pH, *B. neoexilis* och *T. flocculosa* i måttligt sura vatten. Taxaantalet och diversiteten var genomsnittligt högt för Sverige (tabell 4), vilket tyder på att samhället inte är påverkat av någon stress. Även den nästan obefintliga andelen deformerade skal tyder på att det inte föreligger någon tydlig påverkan av miljögifter, t.ex. metaller. Å andra sidan är andelen taxa toleranta mot miljögifter, där *A. minutissimum* grupp II utgör den största delen, ganska hög (över 50 %), vilket kan tyda på att samhället ändå upplever någon form av stress. Denna stress kan dock vara helt naturlig, t.ex. kan höga flöden ta bort kiselalger från underlaget och återkoloniseringen sker sedan först genom taxa som är toleranta mot denna sorts stress, t.ex. av just *A. minutissimum* som brukar komma först. Indexet IPS är väldigt högt och TDI mycket lågt (tabell 4), vilket tyder på att eutrofiering inte föreligger och lokalen troligtvis är mycket näringsfattig. Indexet % PT är också mycket lågt (tabell 4), vilket tillsammans med det höga IPS-värdet tyder på att det inte heller föreligger någon förorening med lättnedbrytbara organiska föroreningar. Sist klassas lokalen genom surhetsindikator ACID som nära neutral med tendens till alkalisk. Jämfört med 2011 och 2012 har inga parametrar förändrats nämnvärt.

Pahtajoki nedströms - VVA08:

Lokalen domineras precis som i referenslokalen av *A. minutissimum* grupp II, följd av *R. pusillum* och *B. neoexilis*. **IPS**, **TDI**, **%PT**, andelen missbildade skal och andelen taxa toleranta mot miljögifter liknar lokalen uppströms och har inte förändrats sedan 2011, vilket tyder på att vattenkvaliteten är ungefär densamma. Dock har lokalen vid provtagningen 2013 något lägre antal taxa, lägre diversitet och högre **ACID** än 2011 och 2012 och har alltså 2013 något lägre vattenkvalitet än referenslokalen KVA143. Skillnaderna måste ses med försiktighet eftersom den naturliga variationen är ganska stor. **ACID** har nu ändrats till alkaliskt och värdena sedan 2011 visar att det möjligtvis finns en trend i denna lokal till högre pH värden. Samtidigt kan en minskning av både antal taxa och diversitet, även detta en trend sedan 2011, visa på försämrad vattenkvalitet. Det är dock viktigt att kontrollera om denna trend fortsätter för att kunna vara säker.

Rautasälven referens - KVA144:

Lokalen domineras av *A. minutissimum* grupp II, följd av *T. flocculosa*, *R. pusillum* och *B. neoexilis*. Dessa taxa förekommer främst i näringsfattigt vatten. *A. minutissimum* och *R. pusillum* förekommer främst vid nära neutralt pH medan *T. flocculosa* och *B. neoexilis* främst hittas i måttligt sura vatten. Taxaantalet och diversiteten var genomsnittligt höga för Sverige (tabell 4) och visade tillsammans med den låga andelen deformerade skal att samhället inte är stört av någon stress, t.ex. av höga metallhalter. Precis som i Pahtajoki är dock andelen taxa toleranta mot miljögifter ganska högt, även här främst representerat av *A. minutissimum*. Med tanke på att taxaantalet och diversiteten är höga så är det inte troligt att naturliga orsaker ger upphov till den höga andelen stresstoleranta taxa. Kiselalgsindexet **IPS** är även här väldigt högt och indexet **TDI** mycket lågt (tabell 4), vilket pekar på att eutrofiering inte föreligger. Indexet **%PT** ligger mycket lågt (tabell 4), vilket tillsammans med det höga **IPS**-värdet tyder på att det inte heller föreligger någon förorening med lättnedbrytbara organiska föroreningar. Till sist klassas lokalen genom surhetsindikator **ACID** som nära neutral med tendens till måttligt sur. Jämfört med 2011 och 2012 har inga parametrar förändrats

Rautasälven nedströms - KVA125:

Lokalen domineras av kiselalgstaxa *A. minutissimum* grupp II, följd av *B. neoexilis* och *T. flocculosa*. Dessa taxa förekommer främst i näringsfattiga vatten, *A. minutissimum* främst vid en

nära neutralt pH, *B. neoexilis* och *T. flocculosa* i måttligt sura vatten. Nästan alla index och övriga kiselalgsparametrar liknar lokalen uppströms, vilket tyder på att vattenkvaliteten är ungefär densamma och att inga förändringar har skett sedan 2011 och 2012. Undantagen är taxaantalet som, precis som 2011 och 2012, var lite lägre än vid uppströmslokalen samt den högre andelen deformerade skal, vilken låg på gränsen till att indikera stress.

Luossajoki, Tuollujoki och Pahtajoki söder om Kiruna

Kiselalgsfloran verkar vara delvis påverkad i Pahtajoki (KVA162) och de undersökta lokalerna i Luossajoki, dock inte Tuollujoki (KVA163). Medan Luossajoki KVA135 och KVA136 troligtvis är påverkade genom en moderat eutrofiering och organisk förorening från Kiruna reningsverk (relativt låg IPS och hög TDI samt %PT) kan Pahtajoki vara påverkad av verksamhet vid eller längre uppströms Kiruna flygplats (screeningsindex för miljögifter). Den nya metoden med screeningsindex för miljögifter visar 2013 en diffus påverkan av miljögifter som t.ex. metaller i alla lokaler i Luossajoki förutom Tuollujoki. Kiselalgsammansättningen på alla lokaler i Luossajoki tyder på en alkalisk pH-regim. Detta får stöd i vattenkemin eftersom pH är förhöjt i hela bäcken med knappt en pH-enhet. Detta kan bero på vittringsprodukter från gråbergssupplagen i Luossajokis och Luossajärvis avrinningsområde.

I detalj kan man göra följande beskrivningar för stationerna i Luossajoki, Tuollujoki och Pahtajoki söder om Kiruna:

Luossajoki uppströms Yli-Lombolo – KVA27 (tidigare KEP31):

Taxaantalet (17) är mycket lågt och även diversiteten (Shannon index 1,35) är mycket lågt när man jämför med vad som är genomsnittligt för Sverige. Tillsammans med den höga andelen stresstoleranta taxa tyder det på att denna lokal är påverkad av miljögifter, t.ex. metaller, och inte bara av naturlig stress, trots att andelen deformerade skal är låg. Bedömningen är osäker eftersom miljögiftsindikatorn är ny. Ändå borde den leda till att man är observant på att biologin kan påverkas av miljögifter. Möjligtvis tyder även det höga ACID-värdet på mänsklig påverkan på pH-värdet på lokalen, t.ex. från vittringsprodukter från gruvverksamheten. Kiselalgsindexen IPS, TDI och % PT tyder alla på att lokalen är opåverkad av eutrofiering eller organisk förorening (tabell 4).

Luossajoki nedströms Yli-Lombolo - KVA28 (tidigare KEP32):

Lokalen domineras av *A. minutissimum* grupp II, följd av *Staurosira pinnata* och *Encyonopsis microcephala* (Grunow) Krammer. *A. minutissimum* och *Encyonopsis microcephala* tyder på ganska näringsfattigt vatten, medan *S. pinnata* förekommer när det finns något mera näring i vattnet. *S. pinnata* betecknas som tychoplanktisk i motsatsen till de andra dominerande taxa, vilket den förutom att leva fastsittande även kan förekomma i den fria vattenmassan, vanligen som kolonier. Detta levnadssätt tyder på relativt lugna förhållanden på provtagningsplatsen eller att det finns en sjö uppströms. Taxaantalet och diversiteten är lägre än 2012 och ligger nära gränsen eller under värdet för Sveriges genomsnitt. Detta tyder tillsammans med den ganska höga andelen stresstoleranta taxa och deformerade skal med en tendens till tydliga deformationer, på att lokalen möjligtvis är påverkat av miljögifter, t.ex. metaller. ACID är även förhållandevis högt på denna station, troligtvis eftersom hela Luossajokis pH är påverkat av mänsklig aktivitet, t.ex. från vittringsprodukter från gruvverksamheten. Kiselalgsindexen **IPS**, **TDI** och **%PT** tyder alla på att lokalen är opåverkad av eutrofiering eller organisk förorening (tabell 4).

Luossajoki nedströms Ala-Lombolo - KVA134:

Lokalen totaldomineras av *A. minutissimum* grupp II (91 %). Detta tyder på ganska näringsfattigt och nära neutralt vatten samt en påverkan av något slag, eftersom *A. minutissimum* är en tidig kolonisationsart efter en störning. Både antal taxa och diversiteten är långt under Sveriges genomsnitt och mycket lägre än 2012, vilket tyder på att någonting har hänt mellan provtagningarna. Visserligen kan detta vara naturligt, men även den höga andelen deformerade skal (1,8%) och många tydliga deformationer tyder på en starkare påverkan av miljögifter, t.ex. metaller än 2012. Eftersom *A. minutissimum* grupp II dominerar totalt så speglar alla kiselalgsindex (IPS, TDI, % PT och ACID) bara dess ekologiska preferenser.

Luossajoki uppströms reningsverket - KVA135-ref:

Lokalen domineras av *A. minutissimum* grupp II, följd av *Diatoma problematica* Lange-Bertalot och *Fragilaria gracilis* Østrup. *A. minutissimum* och *F. gracilis* tyder på ganska näringsfattigt vatten, medan *D. problematica* förekommer när det finns något mera näring i vattnet. *D. problematica* betecknas som tychoplanktisk i motsats till de andra dominanta taxa, vilket betyder att den kan förekomma i plankton, vanligen som kolonier. Detta levnadssätt tyder på relativt lugna förhållanden på provtagningsplatsen, eller att det finns en sjö uppströms. Antalet taxa är lika lågt och diversiteten mycket lägre än 2012 och båda är nära eller strax under Sveriges genomsnitt. Detta tyder på att lokalen är mera stresspåverkad än 2012. Andelen deformerade skal är dock låg, vilket tyder på att påverkan är naturlig. Både **IPS** (högre än 2012) och **TDI** (lägre än 2012) indikerar något mindre näring än vid provtagningen 2012, men detta beror med stor sannolikhet på att alla index påverkas av dominansen av *A. minutissimum* grupp II. **%PT** är oförändrat lågt, vilket betyder att lokalen är opåverkat av organisk förorening. **ACID** är oförändrat högt.

Luossajoki nedströms reningsverket - KVA135:

Lokalen domineras av *A. minutissimum* grupp II, följd av *Encyonema silesiacum* var. *silesiacum* (Bleisch) Mann, *Encyonema minutum* (Hilse) Mann, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing och *F. gracilis*. *A. minutissimum*, *E. silesiacum* och *F. gracilis* tyder på ganska näringsfattigt vatten, medan *E. minutum* förekommer när det finns något mera näring i vattnet, *G. parvulum* är t.o.m. näringskrävande. Detta ger ett utslag på kiselalgsindexet **IPS** som indikerar god, och inte hög status som var förväntat i detta geografiska område. Dock är inte näringspåverkan lika stark som vid provtagningen 2012, troligtvis p.g.a. att andelen *A. minutissimum* grupp II är högre 2013, vilket påverkar alla index. Både **TDI** och **%PT** har sjunkit och ligger nu bara på gränsen att indikera eutrofiering eller påverkan av organisk förorening (som skulle kunna vara en följd av närheten till reningsverket). Andelen deformerade skal är högre än 2012, och ligger nära gränsen för att indikera en påverkan av miljögifter, medan andelen stresstoleranta taxa fortfarande är låg. Diversiteten och taxaantalet samt **ACID** är oförändrade från 2012.

Luossajoki 1 km uppströms mynningen i Torneälven - KVA136:

Även denna lokal domineras av *A. minutissimum* grupp II följd av *C. placentula* och släktet *Navicula*. *A. minutissimum* tyder på ganska näringsfattigt vatten, medan *C. placentula* och många *Navicula*-arter förekommer när det finns något mera näring i vattnet. De två sistnämnda taxa ger utslag på kiselalgsindexet **IPS** som indikerar god, och inte hög status som var förväntat i detta geografiska område. De vanligast förekommande kiselalgerna på denna lokal lever fastsittande vilket tyder på att det är mer strömt här än högre upp i systemet. Förekomsten av *C. placentula* tyder på att det finns mycket trådformiga grönalger eller mossa på de insamlade stenarna, eftersom denna taxon brukar sitta fast på sådana underlag. **IPS** och **TDI** är oförändrade från 2012, **% PT** har

sjunkit, **IPS** visar god med tendens till hög status, vilket tyder på någon slags mindre störning. **ACID** är ännu högre än 2012 och är, med ett värde på 9,6, det högsta i undersökningen. Andelen deformerade skal och stresstoleranta taxa har sjunkit och tyder inte längre på en miljöpåverkan.

Tuollujoki uppströms sammanflödet med Luossajoki – KVA163 (tidigare Tu1):

Lokalen domineras av *A. minutissimum* grupp II, följd av *B. neoexilis* och *E. perborealis* i likhet med lokalerna i Pahtajoki/Rautasälven. Alla parametrar är oförändrade jämfört med provtagningen 2012 och tyder på att denna lokal är opåverkad av eutrofiering, organiska föroreningar, miljögifter. Inte heller pH-värdet är påverkat.

Pahtajoki vid flygplatsen – KVA 162 (tidigare Pa1):

Lokalen domineras av *B. neoexilis* följd av *Rossithidium nodosum*, *A. minutissimum* grupp II och taxa ur *Eunotia* släktet. Närsaltshalterna är troligtvis mycket låga på denna lokal eftersom alla taxa är typiska för näringsfattiga vatten, vilket resulterar i högt **IPS** och lågt **TDI**. Eftersom % **PT** värdet är lågt föreligger troligen inga lättnedbrytbara organiska föroreningar. **ACID** tyder på ett normalt pH-värde för regionen. Lokalen verkar dock vara påverkad av miljögifter, t.ex. metaller, eller en annan påverkan från flygplatsen uppströms, eftersom både andelen deformerade skal ligger vid gränsvärdet 1 % och andelen stresstoleranta taxa är hög, dock lägre än 2012.

Litteratur

- Alles, E. (1999): Fließgewässerversauerung im Schwarzwald, Ökologische Bewertung auf der Basis des Diatomeenbenthos. Reihe "Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie", ISSN 1436-7882, Band 51 (på tyska).
- 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 p.
- Coring, E. (1996): Use of diatoms for monitoring acidification in small mountain rivers in Germany with special emphasis on 'diatom assemblage type analysis' (DATA). – In: WHITTON, B.A. & ROTT, E. (Eds.), Use of algae for monitoring rivers II: 7-16. Institut für Botanik, Universität Innsbruck.
- Falasco, E., Bona, F., Badion, G., Hoffmann, L. & Ector, L. (2009). Diatom teratological forms and environmental alterations: a review. *Hydrobiologia*, 623, 1-35.
- Jan-Ers, L. (2009). Kiselalgernas missbildningar under toxiska förhållanden. Bachelor-avh. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Kahlert, M. (2005a). Redovisning av uppdraget "Kompletterande utredningar för revidering-en av bedömningsgrunder för påväxt - kiselalger i vattendrag. Uppföljning av projekt nr. 502 0415, dnr 235-5018-04Me." Delrapport verifiering samt preliminär slutrapport., Erkenlaboratoriet, Uppsala universitet: 21 p.
- Kahlert, M. (2005b). Redovisning av uppdraget "Kompletterade utredningar för revideringen av bedömningsgrunder för påväxt - kiselalger i vattendrag. Uppföljning av projekt nr. 502 0415, dnr 235-5018-04Me." Delprojekt 2: Surhetsindikatorer., Erkenlaboratoriet, Uppsala universitet: 16 p.

- Kahlert, M. (2011a): Framtagande av gemensamt delprogram Kiselalger i rinnande vatten. Verifiering av kiselalgsindex och förslag till övervakningsstationer. Rapport Länsstyrelsen Blekinge 2011:6.
- Kahlert, M. (2011b): Jämförande test av kiselalgernas och bottenfaunas lämplighet som indikatorer för närsaltshalt och surhet inom miljömålsuppföljningen. Rapport Länsstyrelsen Blekinge 2011:7.
- Kahlert, M. (2012a): Utveckling av en miljögiftsindikator – kiselalger i rinnande vatten. Rapport Länsstyrelsen Blekinge 2012:12.
- Kahlert, M. (2012b): Analys av Kiselalger LKAB, Kiruna 2011. Rapport Institutionen för vatten och miljö, SLU 2012:3.
- Kahlert, M. & herlitz, E. (2013): Analys av Kiselalger LKAB, Kiruna 2012. Rapport Institutionen för vatten och miljö, SLU 2013:3.
- Kahlert, M., Andrén, C. & Jarlman, A (2007): Bakgrundsrapport för revideringen 2007 av bedömningsgrunder för Påväxt – kiselalger i vattendrag.
- Kelly, M.(2007). Diatoms of Britain and Ireland: Identifications notes. Bowburn Consultancy.
- Kelly, M.G. (1998). Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers. Water Research 32: 236-242.
- Kiruna Kommun (2008): Miljöplan för Kiruna Kommun. 159 pp.
- McCune, B. and M. J. Mefford. (2006). PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.32. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Naturvårdsverket (1999). Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913. 101 p.
- Naturvårdsverket (2007). Handbok för miljöövervakning: Programområde: Sötvatten: Version 2007:4, <http://www.naturvardsverket.se/sv/Arbete-med-naturvard/Vattenforvaltning/Handbok-20074>
- Shannon, C. E. (1948) A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, 27, 379–423 and 623–656.