



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Kiselalger i fem vattendrag i Ski kommun (Norge) 2012

Maria Kahlert & Isabel Quintana

Kiselalger i fem vattendrag i Ski kommun (Norge) 2012

Maria Kahlert & Isabel Quintana

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

Tryck: Institutionen för vatten och miljö, SLU
Uppsala, 2013-03-25

Innehållsförteckning

Bakgrund	6
Metoder	6
<i>Provtagning</i>	6
<i>Analys av kiselalger</i>	6
<i>Bedömning av ekologisk status och surhet med hjälp av kiselalgsresultaten</i>	6
<i>Kiselalgsmetoden</i>	7
Resultat och diskussion	10
<i>Ekologisk statusklassning och kiselalgssamhällets sammansättning</i>	10
<i>Surhet (pH-regim) och risk för försurning</i>	12
Sammanfattning	12
Litteratur	12
Bilagor	14

Bakgrund

Kiselalger är ofta den dominerande gruppen i påväxtsamhället och spelar en central och viktig roll som primärproducent, särskilt i rinnande vatten. Kiselalger används i dag regelbundet som indikator på vattenkvalitet i Europa, USA, Japan och ett stigande antal andra länder. Föreliggande undersökning genomfördes i fem vattendrag i [Ski kommun i Norge](#). Vattendragen ligger nära UMB (Universitetet for Miljø- og Biovitenskap, Ås), ca 3 mil syd från Oslo. Syftet var att klassa vattendragen med fokus på övergödning och påverkan från lättnedbrytbar organisk material (inte organiska miljögifter). pH i dessa vatten ligger kring 7, konduktiviteten är 20 - 40 mS/m, kalcium kring 20 - 40 mg Ca/l och vattenfärgen är ca 30 - 80 mg Pt/l. Det finns även en preliminär uppskattning av mänsklig påverkan på vattendragen (uppgifter: Øivind Løvstad, LIMNO-CONSULT, Oslo; tabell 1).

Metoder

Provtagning

Kiselalgsprovtagning 2012 utfördes den 22.09.2012 av Øivind Løvstad, LIMNO-CONSULT, Oslo (tabell 1). Alla prov togs från stenar.

Tabell 1. Kiselalgslokaler i Ski kommun i Norge.* påverkan uppskattat av Øivind Løvstad, LIMNO-CONSULT, Oslo

Vatten-drags-namn	Lokal ID	E – provpunkt lokalkoordinater Norska UTM koordinatsystem	N – provpunkt lokalkoordinater Norska UTM koordinatsystem	Huvudflodområde	Provtagning	SLU prov ID	Uppskattat påverkan *
Kråkstadelva	KRB2	606 282	6613842	Vansjø-hobbølvassdraget	22.9.2012	P594	jordbrukspåverkan hög, mycket erosion/lerpartiklar
Bergerbekken	BER1	609 150	6612150	Vansjø-hobbølvassdraget	22.9.2012	P595	jordbrukspåverkan hög, mycket erosion/lerpartiklar
Finstadbekken	FIN1	603 300	6620200	Årungenassdraget	22.9.2012	P593	avloppsvatten från tätorten Ski
Tussebekken	TUS1	601 539	6626213	Gjersjøvassdraget	22.9.2012	P592	måttligt förorenat
Dalselva	DAL1	601 600	6626100	Gjersjøvassdraget	22.9.2012	P591	måttligt förorenat

Analys av kiselalger

Kiselalgspreparat framställdes enligt standardmetoden ”Påväxt i rinnande vatten – kiselalgsanalys” (SS-EN 14407, SIS 2005; Naturvårdsverket 2007) på Institutionen för vatten och miljö, SLU. Kiselalgsanalyserna utfördes av Isabel Quintana på samma institution enligt standardmetoden ”Påväxt i rinnande vatten – kiselalgsanalys” (SS-EN 14407, SIS 2005; Naturvårdsverket 2007). I. Quintana har godkänts i Nordiska Kiselalgsinter-kalibreringen 2009 och 2011 (SLU tillhandahåller resultaten vid förfrågan).

Bedömning av ekologisk status och surhet med hjälp av kiselalgsresultaten

Beräkningen av kiselalgsindex, klassindelning, tolkning av resultat och rapportskrivning har gjorts av Maria Kahlert, Institutionen för vatten och miljö, SLU. Klassning av kiselalgsresultaten gjordes

enligt de nya bedömningsgrunderna (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 screening indikator” 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**-klass har gjorts enligt tabell 2. **IPS** 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 visar på surhet. Surhetsindexet ska emellertid inte användas för att ändra vattenkvalitetsklassen. Surhetsindexet grupperar nämligen endast vattendraget i en pH-regim och surheten kan vara naturlig. **ACID**-indelningen i surhetsregim 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-regimer.

pH-regim	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

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

Bedömning med hjälp av det nya hjälpindexet ”Preliminär screening indikator” 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), tendens till tydliga och sällsynta deformationer samt taxadiversitet i ett prov.

Box 1: Preliminär* screening indikator 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 minutissimu*- 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)

Alla vattendrag med bekämpningsmedelspåverkan med flera års data som inte upptäcktes ett år upptäcktes vid upprepade provtagningar.

* Observera att indikatorn är preliminär eftersom det underliggande datamaterialet fortfarande är begränsat, 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 och diskussion

Ekologisk statusklassning och kiselalgssamhällets sammansättning

Lokalerna i Norge har klassificerats efter den svenska kiselalgsmetoden, vilket är kalibrerat mot svenska vatten. Det är ovanligt med näringsfattiga och samtidigt neutrala eller alkaliska vatten i Sverige i motsatsen till Norge, och klassningen är därför något osäkert när det gäller den föreliggande undersökningen. Det är dock möjligt att direkt genom de förekommande kiselalgstaxa indikera närsaltspåverkan, organiska föroreningar samt andra störningar.

De vanligaste kiselalgerna på de fem undersökta lokalerna skiljer sig ganska mycket åt mellan varje lokal, och även bedömningen skiljer sig åt ganska mycket.

Tabell 4. Antal taxa, diversitet (Shannon), andel missbildade skal, ekologisk statusklass (närings- & organisk föroreningpåverkan) och ingående index baserat på kiselalgssammansättningen för kiselalgslokalerna i Ski kommun i Norge. * Antal taxa mycket lågt, kan vara tecken på en störning, t.ex. på höga eller mycket höga halter av tungmetaller eller förekomst av bekämpningsmedel. **stödindexen indikerar lägre ekologisk status

Vattendragsnamn	Lokal ID	SLU prov ID	Antal taxa	Diversitet (Shannon index)	Andel deformerade skal [%]	IPS	TDI	%PT	Ekologisk status	Notis
Kråkstadelva	KRB2	P594	25	1,8	0,2	12,5	96,1	88,2	måttlig**	TDI indikerar stark övergödning, %PT mycket stark förorening
Bergerbekken	BER1	P595	23	1,7	0,2	17,6	36,3	9,4	hög god	låg diversitet av AMIN indikerar möjlig störning
Finstadbekken	FIN1	P593	11*	1,7	0,7	16,7	83,2	6,4	god	TDI indikerar stark övergödning; låg antal taxa och diversitet indikerar möjlig störning
Tussebekken	TUS1	P592	66	4,8	0,9	16,2	46,8	8,1	god	AMIN på gränsen till AMI3
Dalselva	DAL1	P591	44	3,8	0,5	15,2	67,2	23,9	god** måttlig	AMIN på gränsen till AMI3, TDI indikerar övergödning; %PT stark förorening

AMIN: *Achnanthydium minutissimum*, AMI3: *A. minutissimum* grupp III

I Kråkstadelva dominerade kiselalgssamhället till trefjärdedelar av *Navicula lanceolata* Ehrenberg samhället till trefjärdedelar, följd av två andra *Navicula* arter: *Navicula gregaria* Donkin och *Navicula germainii* Wallace. Alla tre arterna indikerar mycket näringsrika förhållanden, *N. lanceolata* och *N. gregaria* är även klassat som toleranta mot organiska föroreningar. *Navicula* är ett släkte som kännetecknas av celler som är mycket mobila, så de har en fördel när substratet är påverkad av sedimentation, eftersom de alltid kan krypa upp på den nya ytan. Både antal taxa och diversiteten i Kråkstadelva var ganska låga (tabell 4). Indexet IPS, som visar på en generell påverkan, signalera måttlig ekologisk status på gränsen till otillfredsställande status med avseende på kiselalgssammansättningen (tabell 4). Stödindexet TDI låg över 80 % vilket tyder på ett mycket näringsrikt tillstånd på lokalen, alltså en påverkan av övergödning. Även stödindexet %PT var med över 80 % mycket högt, vilket tyder på en stark förorening med organisk material. Båda stödindex

indikerar en klassning i otillfredsställande eller t.o.m. dåligt ekologisk status. Andel deformerade skal är dock låg och tyder på att tungmetaller eller bekämpningsmedel inte är huvudproblemet på denna lokal, vilket gäller även de andra fyra lokalerna.

I Bergerbekken dominerade *Achnanthydium minutissimum* grupp II (medelbredd 2,2–2,8 µm) samhället till trefjärdedelar, följd av *Karayevia laterostrata* (Hustedt) Bukhtiyarova och *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bertalot. Även här var både antal taxa och diversiteten ganska låga (tabell 4). När *A. minutissimum* dominerar ett samhälle brukar det vara ett tecken på en tidigare störning, eftersom denna art är den vanligaste av alla tidiga kolonisatörer. *A. minutissimum* grupp II och *K. laterostrata* brukar förekomma i vatten med lite lägre näringshalter. Å andra sidan brukar *E. minima* förekomma i vatten med näringsbelastning och är ett tecken på förekomst av lättnedbrytbara organiska föroreningar. Även de andra funna kiselalgstaxa är indikatorer på ganska höga näringshalter och organiska föroreningar. Deras andel i provet är dock lågt eftersom *A. minutissimum* dominerar så stort. Troligtvis är lokalen påverkad av någon form av störning även om den ekologiska klassningen visar på hög till god status (tabell 4).

Även i Finstadbekken är diversiteten låg, och antal taxa är så lågt (11st) att det indikerar en störning, åtminstone enligt den svenska metoden. I 90 % av alla vattendrag i Sverige brukar man påträffa mellan 20 och 80 kiselalgstaxa med standardmetoden (vid räkning av minst 400 kiselalgsskal, Kahlert 2011). Samhället i vattendraget Finstadbekken domineras av *Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek & Stoermer och *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, följt av *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bertalot. Alla dessa taxa indikerar en hög näringshalt, *E. minima* som tidigare nämnts indikerar även en förorening av lättnedbrytbara organiska ämnen. Indexet IPS indikerar god ekologisk status med avseende på kiselalgsammansättningen (tabell 4). Stödindexet TDI är dock över 80 %, vilket tyder på ett mycket näringsrikt tillstånd på lokalen, alltså en påverkan av övergödning, och indikerar t.o.m. en tendens till otillfredsställande status.

I Tussebekken är antal taxa och diversiteten hög, de högsta värdena i denna undersökning. Kiselalgssamhället är en blandning av taxa som ofta förekommer i ganska näringsfattiga vatten och sådana som föredrar lite mera näring och den största andelen individer tillhör *Achnanthydium minutissimum* grupp II. Samtliga index tyder på god ekologisk status i detta vattendrag.

I Dalselva är slutligen indexvärdena överlag lägre än i Tussebekken. Antalet taxa och diversiteten är genomsnittlig höga, och kiselalgssamhället är sammansatt av ganska många taxa som brukar förekomma i vatten med något högre näringshalt. *A. minutissimum* har på denna provtagningsplats en medelbredd på 2,77 µm vilket ligger på gränsen till *A. minutissimum* grupp III, som är en indikator på mycket näringsrikt vatten. En beräkning av IPS med den alternativa *A. minutissimum* grupp III hamnar i klassen måttlig ekologisk status. Stödindexet TDI tyder på ett näringsrikt tillstånd och stödindexet % PT indikerar stark förorening med tendens till otillfredsställande status. Vattendraget borde alltså klassas om god ekologisk status med en tydlig tendens till måttlig status.

Surhet (pH-regim) och risk för försurning

Angående surhet så visar kiselalgsindexet ACID en nära neutralt eller alkaliskt pH-regim med en medel-pH över 6,5 resp. över 7,3 för alla lokaler (tabell 5, se även tabell 3).

Tabell 5. pH-regim baserat på kiselalgssammansättningen i Ski kommun i Norge

Vattendragsnamn	Lokal ID	SLU prov ID	ACID	pH-regim	På gränsen till pH-regim
Kråkstadelva	KRB2	P594	7,6	Alkaliskt	Nära neutralt
Bergerbekken	BER1	P595	8,9	Alkaliskt	
Finstadbekken	FIN1	P593	7,0	Nära neutralt	Alkaliskt
Tussebekken	TUS1	P592	6,7	Nära neutralt	
Dalselva	DAL1	P591	8,4	Alkaliskt	

Sammanfattning

Kiselalgsfloran på de undersökta lokalerna i Ski kommun i Norge indikerar en nära neutralt eller alkaliskt vatten, vilket överensstämmer med de uppgivna pH-värdena kring 7. Kråkstadelva klassificeras som måttlig ekologisk status med en tendens till sämre status, troligtvis påverkad av övergödning, organisk förorening och även sedimentterande material. Bergerbekken placeras i klassningen hög till god ekologisk status och troligtvis finns här ingen stark påverkan av övergödning. Däremot tyder den höga andelen av *Achnantheidium minutissimum* på förekomsten av annan störning, oklart vilken. Finstadbekken hamnar i klassen god ekologisk status, dock tyder stödindexet TDI på en stark övergödning. Det låga taxaantalet tyder även på annan störning, oklart vilken. Tussebekken och Dalselva har högre antal taxa och diversitet än de föregående lokalerna och statusklassningen visar på god ekologisk status. I Dalselva visar dock stödparametrarna en stark tendens till måttlig status pga. både övergödning och organisk förorening, vilket borde undersökas ytterligare.

Observera att klassningen baseras på en enda provtagning, och värdena kan varieras mellan säsong och år, och även på olika platser beroende på påverkan. Upprepande provtagning bör säkra resultat.

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.
- Ekologgruppen 2011. Råån vattenundersökningar 2011. Rååns vattendragsförbund & Ekologgruppen. Landskrona 2012-03-28. 50 pp.
- Eriksson, M. & Jarlman, J. (2011). Kiselalgsundersökning i vattendrag i Skåne 2010 – statusklassning samt en studie av kopplingen mellan deformerade skal och förekomst av bekämpningsmedel. Länsstyrelsen i Skåne län, Rapport 2011:5.
- Jarlman, A. & Eriksson, M. (2010). Kiselalgsundersökning i västra Skånes vattendrag 2009. Länsstyrelsen i Skåne län 2010:2. 48 pp.
- Kahlert, M. (2012a): Kiselalger i Västernorrlands vattendrag 2009-2011. Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö 2012:23 (in Swedish).
- Kahlert, M. (2012b). Utveckling av en miljögiftsindikator – kiselalger i rinnande vatten. Länsstyrelsen Blekinge län, Karlskrona, Report 2012:12, 40 pp. Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se/blekinge/Sv/publikationer/rapporter/2012/Pages/201212.aspx> [2013-03-14]
- Kahlert. Test av kiselalgers lämplighet som miljögiftsindikator inom miljömålsuppföljningen. Hemsida. [online] (2012c) Tillgänglig: http://www.slu.se/PageFiles/113586/diatom_toxin_index_report120331.pdf [2012-04-25]
- 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., Andrén, C. and Jarlman, A. (2007): Bakgrundsrapport för revideringen 2007 av bedömningsgrunder för Påväxt – kiselalger i vattendrag (in Swedish), 32pp.
- 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.
- McCune, B. & Mefford, M. J.. (2006). PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.32. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Naturvårdsverket (2008). Naturvårdsverkets författningssamling. Naturvårdsverkets föreskrifter och allmänna råd om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. 2008:1, 22-24 ISSN 1403-8234.
- Naturvårdsverket. Handbok för miljöövervakning: Programområde: Sötvatten: Version 2007:4. Hemsida. [online] (2007) Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Om-Naturvardsverket/Vara-publikationer/ISBN1/0100/978-91-620-0147-6/> [2012-04-25]
- Naturvårdsverket (1999). Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913. 101 p.
- SIS (2003). SS-EN 13946. Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers (= Vattenundersökningar - Vägledning för provtagning och förbehandling av bentiska kiselalger i vattendrag).
- SIS (2005). SS-EN 14407. Water quality - Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters (= Vattenundersökningar - Vägledning för identifiering och utvärdering av prover av bentiska kiselalger från vattendrag).

Bilagor

Taxalistor, fältprotokoll och kiselalgsindex går att erhålla som Excelfil.