

# Kiselalger i Västernorrlands vattendrag 2009-2011

Maria Kahlert





# Kiselalger i Västernorrlands vattendrag 2009-2011

Maria Kahlert

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

*Omslagsillustration/omslagsfoto:* Bild på första sidan: Linån (Ljungåns avrinningsområde) med *Gomphonema liyanlingae* Metzeltin & Lange-Bertalot, en relativ nybeskriven art från Sibirien hittat i Linån och Ulvsjöån (bild Linån: Anna Sundeberg; bild kiselalger: Dr. Petra Werner).

*Tryck:* Institutionen för vatten och miljö, SLU  
Uppsala, 2012-04-25

# Innehållsförteckning

<b>Bakgrund</b> .....	<b>6</b>
<b>Metoder</b> .....	<b>6</b>
<i>Provtagning</i> .....	6
<i>Analys av kiselalger</i> .....	9
<i>Bedömning av ekologisk status och surhet med hjälp av kiselalgsresultaten</i> .....	9
<i>Vattenkemi</i> .....	10
<i>Statistiska metoder</i> .....	11
<b>Resultat och diskussion</b> .....	<b>12</b>
<i>Ekologiska statusklassning</i> .....	12
<i>Surhetsgrupp och risk för försurning</i> .....	12
<i>Antal taxa, diversitet och andel deformerade skal</i> .....	15
<i>Kiselalgssamhällets sammansättning</i> .....	17
<i>Förändringar i taxasammansättningen</i> .....	19
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>21</b>
<b>Litteratur</b> .....	<b>21</b>
<b>Bilagor</b> .....	<b>23</b>

## Bakgrund

Kiselalger är ofta den dominerande gruppen i påväxtsamhället och spelar en central och viktig roll som primärproducent, särskilt i rinnande vatten. Kiselalger används redan i dag på flera håll i Europa, USA, Japan med fler som indikator på vattenkvalitet. Den regionala miljöövervakningen i Västernorrland startade upp årliga provtagningar av kiselalger i länets 8 referensvattendrag 2009 vilket ingår i programområdet Sötvatten, delprogram 6.1.6: Biologisk provtagning i vattendrag (Y15:2), Kiselalger. Lokaler och metodik finns presenterat i miljöövervakningens länsprogram (Olofsson 2009). Syftet med denna studie var att presentera kiselalgsresultat för 2011 och jämföra taxasammansättningen och index med 2009-2010 (Kahlert 2011).

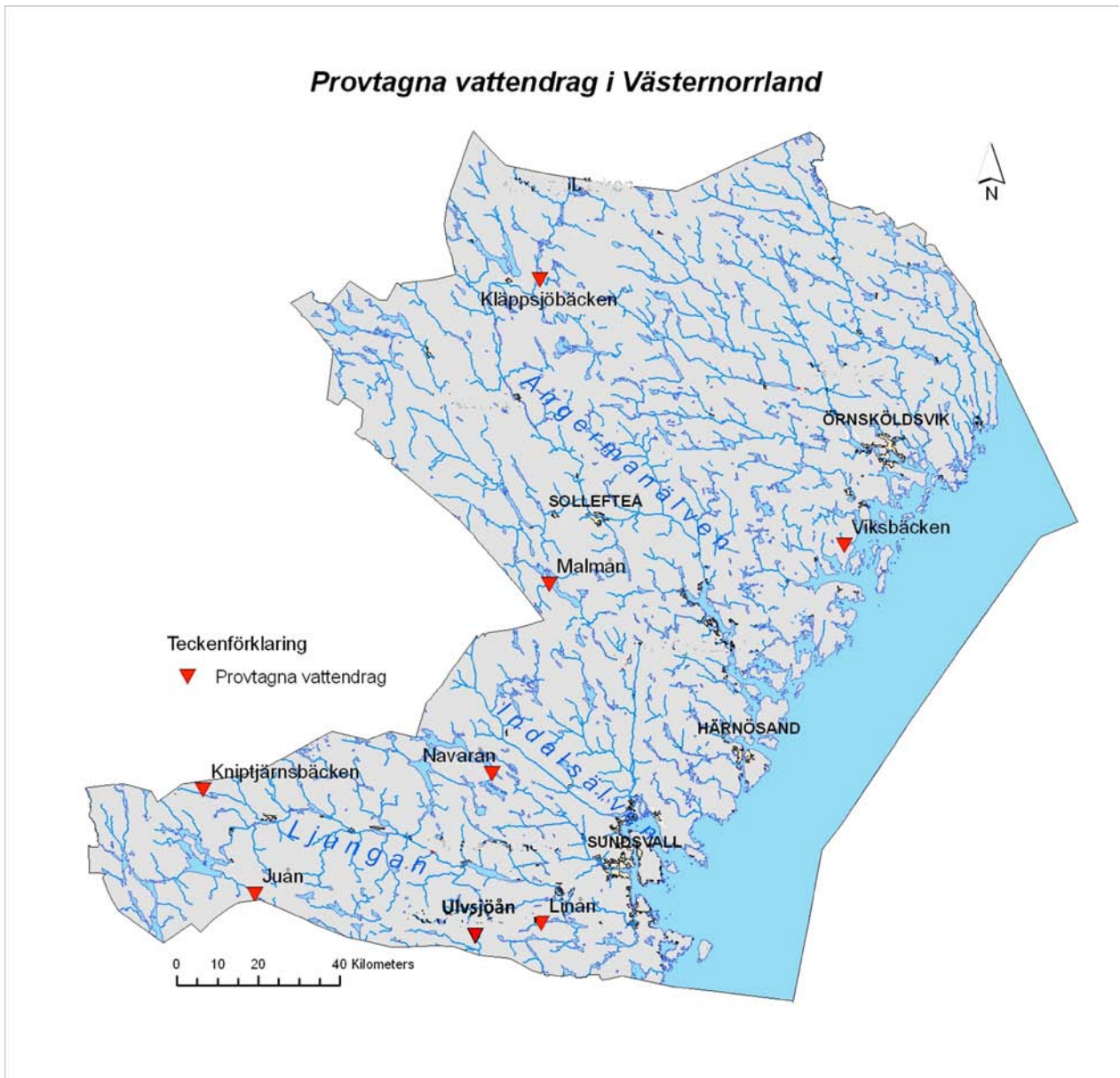
## Metoder

### *Provtagning*

Kiselalgsprovtagning 2011 utfördes av Anna Sundeberg, Länsstyrelsen Västernorrland enligt metoden ”Påväxt i rinnande vatten – kiselalgsanalys” (Naturvårdsverket 2007) mellan 29/8 och 7/9, vilket var ungefär samma period som åren innan (tabell 1, figur 1).

På alla lokaler finns stenar där kiselalgsprovet skulle kunna tas (se fältprotokollerna i bilagan), vilket också gjordes 2009. Åren 2010 och 2011 var tyvärr de flesta stenar i Knipptjärnsbäcken täckta av detritus och i Kläppsjöbäcken övervuxna av mossan *Fontinalis sp.* varför provtagningen fick göras från växter istället. I Knipptjärnsbäcken domineras vattenvegetationen av övervattensväxter och långskottsväxter, i Kläppsjöbäcken förekommer långskottsväxter men mera sporadiskt (se fältprotokollerna i bilagan).

Grova stenar och fina block i kornstorleken 10-40 cm (noterades enligt äldre svensk skala, Naturvårdsverket 2006) dominerade bottensubstratet på alla lokaler, följd av fina stenar (2-10 cm). Vattenvegetationen dominerades av mossor eller påväxtalger, med undantag av Knipptjärnsbäcken där övervattens- och långskottsväxter var vanligast. Skog (blandskog, lövskog och barrskog) dominerade både i bäckarnas närmiljö och i avrinningsområdena (tabell 2). Navarån har dessutom ganska mycket sjöyta, och såväl Malmån som Kläppsjöbäcken har större andel våtmark i avrinningsområdena (tabell 2). Som historisk mänsklig påverkan noterades att Ulvsjöån, Juån och Navarån flottledsrensats, samt att Navarån är stenskodd nedströms lokalen. Navarån var under 2011 även starkt påverkat av breddning av vägen vid vattendraget, vilket enligt boende i området hade orsakat bl.a. mjölkigt vatten under flera dagar innan provtagningen. Flodpärlmusslan noterades i Navarån, Linån och Juån.



Figur 1. Kiselalgslokaler i den regionala miljöövervakningen i Västernorrland.

Tabell 1. Kiselalgslokaler i den regionala miljöövervakningen i Västernorrland.

Vatten- drags- namn	Lokal ID enl. län	Lokal ID enl. SLU	Prov- tagnings- station (EU_CD, VISS)	X – Prov- punkt <i>lokal- koordinat</i>	Y – Prov- punkt <i>lokal- koordinat</i>	X - enl. RMÖ progra m	Y- enl. RMÖ progra m	Prov - tagning				SLU prov ID		
									2009	2010	2011	2009	2010	2011
Navarån	uppst. Holmsjön (A05)	YH3	SE694466-154745	6944664	1547452	694495	154770	11.9.	27.8.	1.9.	P97	P330	SWE 6	
Ulvsjöån	Mokojan (A10)	YH4	SE690197-154176	6901965	1541787	688861	154529	14.9.	26.8.	29.8.	P99	P329	SWE 7	
Malmån	A05	YH11	SE699100-156210	6991044	1562080	699115	156215	10.9.	30.8.	1.9.	P95	P327	SWE 5	
Kläppsjöbäcken	uppst. Gärdselet (A01)	YH12	SE706580-156068	7065778	1560895	706581	156066	10.9.	30.8.	6.9.	P98	P324	SWE 2	
Viksbäcken	uppst. Kälstjärnen (A10)	YH7 (NMK14)	SE699970-163455	7000032	1634445	700010	163567	10.9.	31.8.	5.9.	P92	P323	SWE 8	
Viksbäcken	nedstr. Kälstjärnen	YH31	Ny lokal	6999826	1635667					5.9.			SWE 9	
Kniptjärnsbäcken	uppst. Mejerstjärnen (A04)	YH1	SE694150-147630	6941511	1476168	694071	147635	10.9.	25.8.	7.9.	P94	P325	SWE 3	
Linån	bro till Sörlindsjö (A12)	YH29	SE690765-155906	6907650	1559035	690799	156504	14.9.	26.8.	29.8.	P96	P326	SWE 4	
Juån	A10	YH30	SE691595-148854	6915950	1488568	692112	148111	11.9.	25.8.	7.9.	P93	P328	SWE 1	

Tabell 2. Markanvändning i avrinningsområdet ovanför kiselalgslokalerna i den regionala miljöövervakningen i Västernorrland.

Vatten- drags- namn	Lokal ID enl. län	Lokal enl. SLU	Höjd över havet (m)	Avrinningsområde (km <sup>2</sup> )	Sjö (i vatten-dragssträcka, %)	Våtmark (%)	Åkermark (%)	annan lantbruk (hage, vall) (%)	Skog (%)	Kalhyggen (%)	Tätort (%)	annat (%)
Navarån	uppst. Holmsjön (A05)	YH3	216	39	27	5	0	0	57	10	0	0
Ulvsjöån	Mokojan (A10)	YH4	241	73	4	5	0	1	84	5	0	0
Malmån	A05	YH11	206	89	3	24	0	0	63	10	0	0
Kläppsjöbäcken	uppst. Gärdselet (A01)	YH12	214	89	6	20	0	1	56	16	0	0
Viksbäcken	uppst. Kälstjärnen (A10)	YH7 (NMK14)	64	5	1	3	0	0	95	1	0	0
Viksbäcken	nedstr. Kälstjärnen	YH31	64	5	1	3	0	0	95	1	0	0
Kniptjärnsbäcken	uppst. Mejerstjärnen (A04)	YH1	327	16	5	5	0	0	87	3	0	0
Linån	bro till Sörlindsjö (A12)	YH29	88	38	3	3	6	1	75	12	0	0
Juån	A10	YH30	299	128	5	11	0	1	64	19	0	0



## 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 Dr. Petra Werner, Diatomeen als Bioindikatoren, Grainauer Str. 8, DE 10777 Berlin, enligt standardmetoden ”Påväxt i rinnande vatten – kiselalgsanalys” (SS-EN 14407, SIS 2005; Naturvårdsverket 2007). Dr. Werner har godkänts i Nordiska Kiselalgsinterkalibreringen 2009 och 2011 (SLU tillhandahåller resultaten vid förfrågan) och har harmoniserat sitt sätt att analysera kiselalger.

## Bedömning av ekologisk status och surhet med hjälp av kiselalgsresultaten

Beräkningen av kiselalgsindex, klassindelning, tolkningen av resultat och rapportskrivning har gjorts av Maria Kahlert, Institutionen för vatten och miljö, SLU. Klassningen av kiselalgsresultaten gjordes enligt föreskrifterna och bedömningsgrunderna (Naturvårdsverket 2007, 2008), där ”Bakgrundsrapport för revideringen 2007 av bedömningsgrunder för påväxt – kiselalger i vattendrag” (Kahlert, M., Andrén, C. & Jarlman, A. 2007) ingår.

Bedömningen av ekologisk status och surhet med hjälp av kiselalger grundar sig på två olika index (IPS och ACID) samt två stödparametrar (% PT och TDI).

IPS (Indice de Polluo-sensibilité Spécifique, Cemagref 1982) visar påverkan av näringsämnen och organisk förorening. Stödparametrarna % PT (andelen skal från föroreningstoleranta arter indikerar organisk förorening) och TDI (Trophic Diatom Index, indikerar eutrofiering, Kelly 1998) används för att få en säkrare bedömning men det är IPS som bestämmer den ekologiska statusen. Indelningen i IPS-klass har gjorts enligt tabell 3. IPS-värdena sträcker sig från 1 till 20. Osäkerhetsintervallet för IPS-resultat lika med eller över 13 ligger inom en IPS-enhet (dvs.  $\pm 0,5$  enheter) och för IPS-resultat under 13 inom 2 enheter (dvs.  $\pm 1$  enhet). Om IPS-resultatet inklusive osäkerhetsmarginalen hamnar på andra sidan en klassgräns än det ensamma IPS-resultatet så ska bedömningen ange båda statsuklasserna.

Tabell 3. Bedömning av ekologisk status (Naturvårdsverket 2007, 2008, Kahlert et al. 2007) 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	11-14,5	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 (ACidity Index for Diatoms, Andrén & Jarlman 2007, beräkning: se ruta) visar på surheten. ACID är ett multi-metric index som beräknas som kvoten mellan surhetskänsliga och surhetstålga

kiselalgstaxa. Den första delen i ACID ekvationen använder sig av kvoten mellan den surhets känsliga kiselalggruppen *Achnantheidium minutissimum* och det surhetstålga släktet *Eunotia*, den andra delen i ekvationen använder sig av hela kiselalgsfloran indelat efter surhets känsliga och surhetstålga taxa. Surhetsindexet används inte för att ändra den ekologiska statusen hos vattendraget eftersom det endast grupperar vattendraget i en pH-regim där surheten kan vara naturlig. ACID-indelningen i surhetsregim görs enligt tabell 4 (Naturvårdsverket 2007, 2008, Kahlert, M., Andrén, C. & Jarlman, A. 2007). Osäkerhetsintervallet ligger  $\pm 10\%$  kring ACID-värdet.

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

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

Tabell 4. Bedömning av pH-regim i vattendrag med hjälp av kiselalger (surhetsindex ACID, ACidity Index for Diatoms, Andrén & Jarlman 2007). Indelningen görs i fem pH-regimer (Naturvårdsverket 2007, 2008, Kahlert, M., Andrén, C. & Jarlman, A. 2007).

pH regim	beteckning	pH (medelvärde för 12 månader före provtagning)	pH-minimum	surhetsindex ACID
A	<b>alkaliskt</b>	$\geq 7,3$		$\geq 7,5$
B	<b>nära neutralt</b>	6,5-7,3		<b>5,8-7,5</b>
C	<b>måttligt surt</b>	5,9-6,5	< 6,4	<b>4,2-5,8</b>
D	<b>surt</b>	5,5-5,9	< 5,6	<b>2,2-4,2</b>
E	<b>mycket surt</b>	< 5,5	< 4,8	< <b>2,2</b>

Om vattendraget klassas i någon av surhetsgrupperna surt eller mycket surt indikerar detta sura förhållanden med risk för mänskligt orsakad försurning och det ska göras en bedömning med hjälp av fysikalisk-kemiska bedömningsgrunderna för försurning om detta beror på mänskligt orsakad försurning eller att vattendraget är naturligt surt (Naturvårdsverket 2007, 2008). Observera att fel surhetsgrupperna an angiven i Naturvårdsverket (2007, 2008), detta kommer att korrigeras.

Bedömningarna enligt **IPS** och **ACID** är tillämpliga på alla typer av vattendrag i hela Sverige. Referensvärden och klassgränserna är desamma i hela landet.

Ett nytt hjälpindex är under utveckling vilket ska kunna indikerar om ett vattendrag är påverkat av miljögifter (Falasco et al. 2008, Jan-Ers 2009). Det använder sig av andelen missbildade skal och är anledningen till att de analyserats i detta projekt.

### Vattenkemi

Vattenkemi mäts sex gånger per år i den regionala miljöövervakningen (datavärd: SLU), och medelvärdet för året innan provtagningen beräknades (tabell 4) och användes som ett bakgrundsmaterial för att hitta förklaringar till hur kiselalgsparametrar och taxonsammansättningen ändrades med tiden.

Tabell 4. Vattenkemi i den regionala miljöövervakningen i Västernorrland.

Vatten- drags- namn	Lokal ID enl. län	Lokal enl. SLU	år	pHmean	pHmin	Alk (mekv/l)	TotP (µg/l)	PO4P (µg/l)	absf	TOC (mg/l)	TotN (µg/l)	NO3N (µg/l)	NH4N (µg/l)	Si (mg/l)	Temp °C	Kond 25 mS/m25
Navarån	uppst. Holmsjön (A05)	YH3	2009	7,0	6,8	0,1	4,5	1,2	0,0	5,0	196	19,5	7,0	1,2	5,5	2,7
			2010	7,0	6,8	0,1	4,3	1,5	0,1	5,8	215	27,2	5,3	1,3	4,8	2,8
			2011	6,9	6,7	0,1	4,0	1,2	0,1	6,2	232	19,7	4,2	1,4	6,3	2,8
Ulvsjöån	Mokojan (A10)	YH4	2009	7,0	6,9	0,2	13,3	3,7	0,2	12,4	372	60,7	7,7	3,9	4,3	3,3
			2010	7,0	6,8	0,2	11,8	3,7	0,2	11,5	375	71,0	5,2	3,7	4,3	3,4
			2011	7,0	6,8	0,2	11,8	4,0	0,2	10,9	403	94,0	4,7	3,9	4,5	3,4
Malmån	A05	YH11	2009	6,0	5,7	0,0	16,7	4,2	0,4	19,6	449	25,2	12,8	3,3	4,9	2,2
			2010	6,0	5,8	0,0	15,3	4,3	0,4	20,6	468	34,8	15,5	3,4	3,1	2,0
			2011	6,8	6,0	0,0	15,8	4,0	0,4	21,0	483	28,0	13,8	3,5	4,0	2,1
Kläppsjö- bäcken	uppst. Gårdselet (A01)	YH12	2009	6,6	6,3	0,1	10,8	2,7	0,2	11,6	308	23,7	9,8	2,9	7,0	2,6
			2010	6,5	6,3	0,1	15,7	3,7	0,3	14,8	389	30,7	9,5	3,4	4,2	2,4
			2011	7,0	5,7	0,2	12,7	4,3	0,2	11,2	424	101,8	6,5	4,0	5,8	3,4
Viksbaden	uppst. Kålstjärnen (A10)	YH7 (NMK 14)	2009	6,1	5,3	0,1	4,5	3,5	0,1	8,6	204	22,7	4,8	3,5	3,4	2,1
			2010	6,1	5,7	0,1	4,2	3,0	0,1	8,3	207	34,8	5,7	3,1	2,9	1,9
			2011	6,3	5,2	0,1	6,7	2,7	0,1	7,9	233	40,5	4,5	3,5	4,6	2,2
Kniptjärns- bäcken	uppst. Mejerstjär- nen (A04)	YH1	2009	6,9	6,7	0,2	4,0	2,2	0,1	6,6	196	16,7	6,7	3,2	6,3	2,5
			2010	6,8	6,5	0,1	5,0	2,3	0,1	7,3	215	24,3	5,7	3,2	4,4	2,4
			2011	6,7	6,5	0,2	4,8	2,3	0,1	6,7	217	22,3	6,3	3,1	5,1	2,4
Linån	bro till Sörlindsjö (A12)	YH29	2009	7,1	6,9	0,2	18,3	5,3	0,2	13,0	544	173,5	12,5	3,9	5,6	4,2
			2010	7,1	7,0	0,3	19,8	6,8	0,2	11,5	507	159,2	11,0	3,2	5,3	4,5
			2011	7,1	6,8	0,3	19,2	5,7	0,2	10,5	535	189,0	11,5	3,8	4,8	4,6
Juån	A10	YH30	2009	6,9	6,7	0,2	3,3	6,5	0,1	10,0	307	48,3	14,3	3,4	5,7	3,2
			2010	7,0	6,8	0,2	6,0	3,3	0,1	9,5	303	37,7	12,0	3,5	5,0	3,2
			2011	6,8	6,5	0,2	5,5	2,7	0,1	9,0	294	37,3	9,2	3,5	6,1	3,1

### Statistiska metoder

För att undersöka likheten och förändringar mellan olika lokaler och år användes metoden NMDS (=nonmetric multidimensional scaling) med statistikprogrammet PC-ORD Version 5.32 (McCune & Mefford, 2006). Den relativa abundansen av kiselalgstaxa räknades om till ett värde mellan 0 och 1 vilket sedan arcsin-rot-transformerades. Sällsynta taxa behölls i beräkningen eftersom taxonammansättningen skulle undersökas. Som distans metric användes Chord (omvänd Sørensen); random starting configuration användes med 250 replikat av verkliga data; dimensionalitet, stress och stabilitet bedömdes med programmets autopilot.

## Resultat och diskussion

### Ekologiska statusklassning

Alla undersökta vattendrag i Västernorrlands län fick klassen hög ekologisk status med avseende på kiselalgsammansättning under de tre undersökta åren (tabell 5). Både huvudindexet IPS och stödparametrarna TDI och % PT visar hög status vid alla tillfällen. Även de lägsta indexvärdena låg långt över gränsen till god status. Förändringar av index mellan åren var marginella.

Vattenkemin i de undersökta vattendragen matchar väl den kemin som förväntas

När man jämföra vilken genomsnittlig vattenkemi man förväntar sig vid hög status (Kahlert 2007, 2011) så stämmer även detta väl överens med att man har hittat låga närsaltnivåer och låg konduktivitet i de undersökta vattendragen (tabell 4): Årsmedelvärdet för fosfor var lägre än 20 µg Tot-P/l, för kväve lägre än 600 µg Tot-N/l, för ammonium lägre än 16 µg NH<sub>4</sub>-N och för konduktivitet lägre än 5 mS/m. Linån som hade de högsta fosfor- och kväve-värdena hade också de lägsta IPS- och högsta TDI-värdena även om Linåns status fortfarande var hög.

Tabell 5. Ekologisk statusklass och ingående index för Västernorrlands undersökta vattendrag 2009-2011 baserat på kiselalgsammansättningen (närings- & organisk föroreningspåverkan).

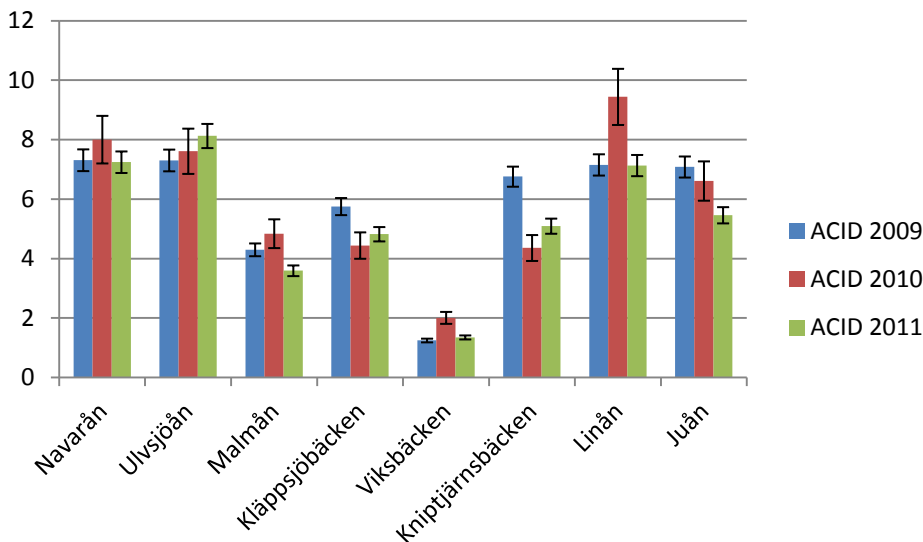
Vattendragsnamn	Lokal ID enl. län	Lokal enl. SLU	IPS			TDI			%PT			Ekologisk status		
			2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Navarån	uppst. Holmsjön (A05)	YH3	18,9	19,5	19,3	28,6	26,7	22,8	2	1,2	0	hög	hög	hög
Ulvsjöån	Mokojan (A10)	YH4	19,4	18,8	19,7	23,7	25,2	23,5	0,2	0,2	0	hög	hög	hög
Malmån	A05	YH11	19,4	19,6	19,9	18,7	16,9	5,8	0	0	0	hög	hög	hög
Kläppsjöbäcken	uppst. Gärdselet (A01)	YH12	19,6	19,4	19,3	14,3	12,4	16,2	0,7	0,5	1,9	hög	hög	hög
Viksbäcken	uppst. Kålstjärnen (A10)	YH7 (NMK14)	20	20	20	0,9	3,9	17	0	0	0	hög	hög	hög
Viksbäcken	nedstr. Kålstjärnen	YH31			19,3			16,3			0			hög
Kniptjärnsbäcken	uppst. Mejerstjärnen (A04)	YH1	19,7	19,6	19,8	17,9	15,8	18	0,2	0	0,2	hög	hög	hög
Linån	bro till Sörlindsjö (A12)	YH29	18,5	18,1	18,3	29,1	36,6	31,2	1,9	1,2	0	hög	hög	hög
Juån	A10	YH30	19,8	19,8	19,7	20,5	20,2	17,1	0,2	0,2	0,5	hög	hög	hög

### Surhetsgrupp och risk för försurning

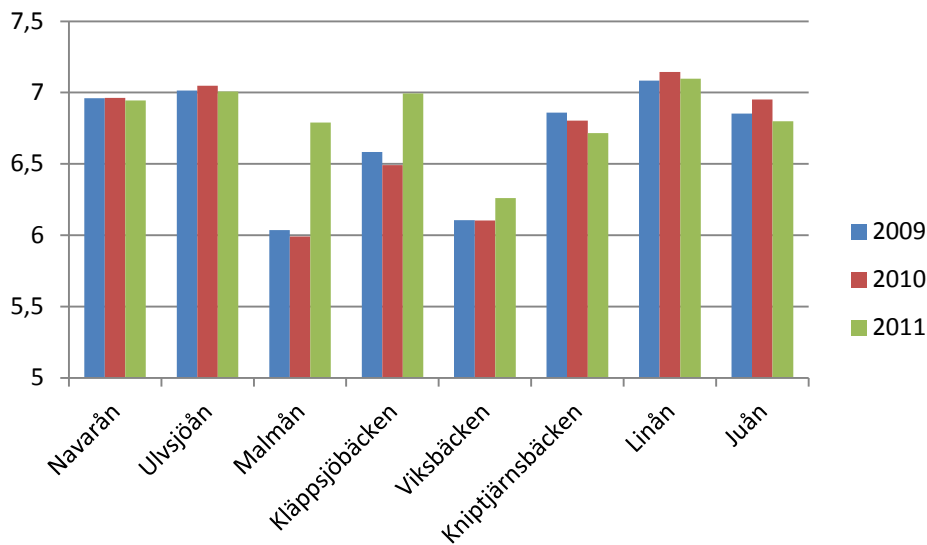
Angående surhetsgrupp så speglar kiselalgsindexet ACID ganska väl surhetsförhållandena i de olika vattendragen, samt förändringar i dessa (figur 2 a, b, c, tabell 6). Det är bara i Viksbäcken uppstr. Kålstjärnen och i Kniptjärnsbäcken 2010 som index och uppmätta pH värden inte stämmer överens: ACID indikerar här lägre pH-värden än de som uppmättes. Detta är inte orimligt eftersom vattenkemimätningar bara genomförs varannan månad. För Viksbäcken uppstr. Kålstjärnen är ACID så lågt att pH-minimumvärdena borde ligga under 4,8 varje år. Detta borde kanske kontrolleras, t.ex.

med hjälp av automatiska pH-loggar som kan ligga ute under snösmältningen. Överlag förändras varken ACID eller pH mycket mellan de tre studerade år utan verkar pendlar kring ett medelvärde.

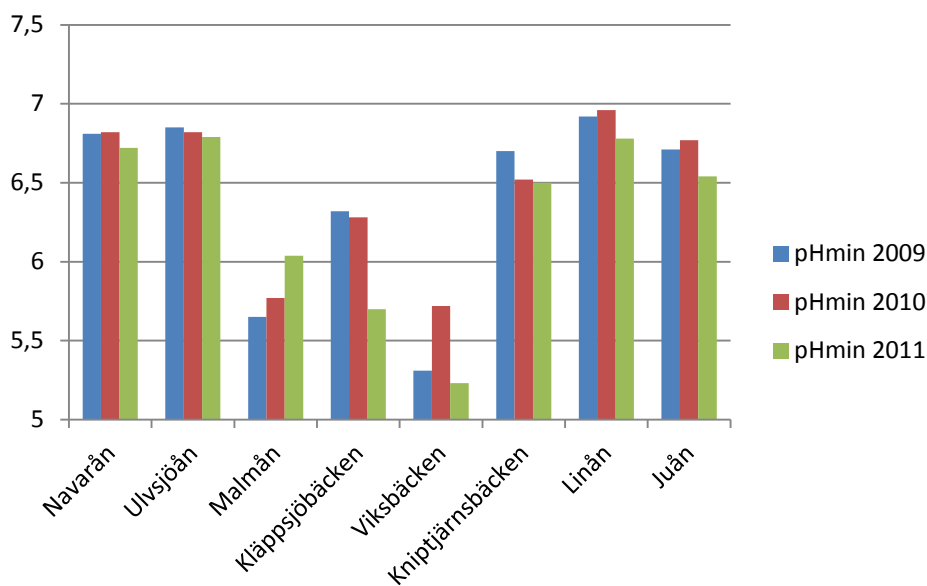
Angående risk för antropogen försurning så är det främst Viksbäcken uppstr. Kältjärnen som har stor risk under alla tre åren. Andra vattendrag som något år har en liten risk för försurning är Malmån, Kläppsjöbäcken och Knipptjärnsbäcken (tabell 6). Det är troligt att Viksbäcken uppstr. Kältjärnen verkligen är försurat genom mänsklig aktivitet, eftersom dess dominerande kiselalgstaxa, *E. exigua*, *E. rhomboidea*, och möjligtvis även *E. incisa* var. *incisa*, har i både tyska (Alles 1999, Coring 1996) och svenska studier (Kahlert 2005a, b, Kahlert opublicerat) visat sig vara tecken på just antropogen försurning. Viksbäcken uppstr. Kältjärnen hade också som nämnd ovan en ”mycket låg diversitet” under 2009, vilket ytterligare understryker att kiselalgsfloran är påverkat på något sätt. Den nya lokalen Viksbäcken nedstr. Kältjärnen hade en högre ACID (tabell 6), som liknande den från 2006 (Kahlert 2011), även taxasammansättningen där liknande den från 2006. Antingen är lokalen uppstr. Kältjärnen mera utsatt för försurningen, och nedstr. Kältjärnen mera skyddad, oklart varför. Lokalen nedstr. Kältjärnen hade högre vattentemperatur, var mera beskuggad, hade övervattensväxter och mera grov detritus, som allting tyder på en annorlunda miljö än på lokalen uppstr. Kältjärnen. Vilken av dessa faktorer som antingen förhindrade låga pH minima eller skyddade kiselalgsfloran på annat sätt är oklart. ACID visar även för Malmån och Kläppsjöbäcken att pH minimum kan bli ganska lågt. För Knipptjärnsbäcken indikerar ACID också ett lågt pH minimum, men de uppmätta pH värden var högre. Troligtvis har man missat tidpunkten med mycket lågt pH.



Figur 2a. Surhetskiselalgsindex ACID i de studerade lokalerna i Västernorrland 2009-2011. Felmarginaler  $\pm 10\%$ .



Figur 2b. Förändringar i pH-årsmedelvärde (n=6) i de studerade lokalerna i Västernorrland, 2009-2011.



Figur 2b. Förändringar i pH-årsminimum (n=6) i de studerade lokalerna i Västernorrland, 2009-2011.

Tabell 6. Surhetsgruppering samt risk för försurning och ingående index för Västernorrlands undersökta vattendrag 2009-2011 baserat på kiselalgssammansättningen. \* betecknar provpunkter som ligger nära en klassgräns, alternativa klasser/grupper i angränsande kolumn.

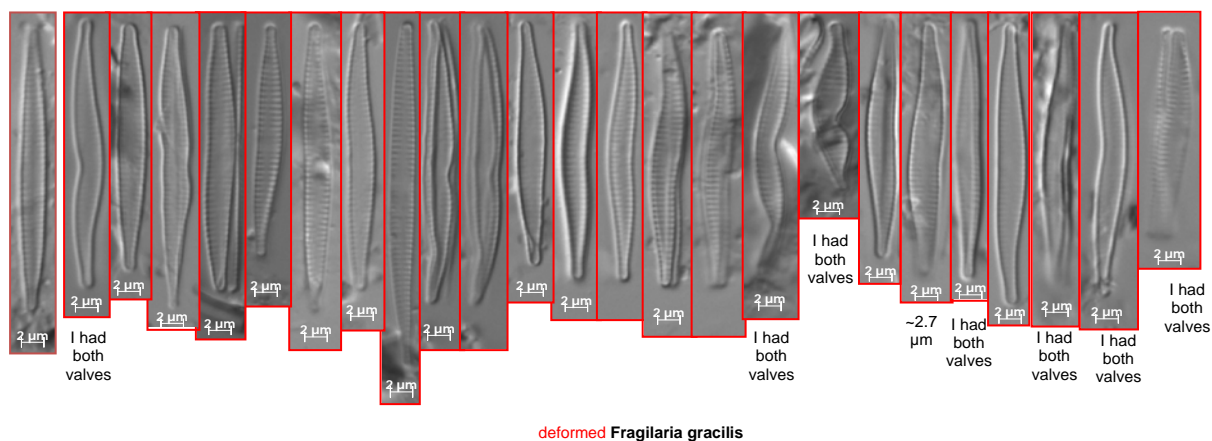
Vattendrag snamn	Lokal ID enl. län	Lokal enl. SLU	ACID			Surhets- grupp	På gränsen till surhets grupp	Risk för för sur ning	Surhets- grupp	På gränsen till surhets grupp	Risk för för sur ning	Surhets- grupp	På gränsen till surhets grupp	Risk för för sur ning
			20 09	20 10	20 11									
						2009		2010				2011		
Navarån	uppst. Holm- sjön (A05)	YH3	7,3	8,0	7,2	Nära neutralt *	Alkaliskt		Alkaliskt *	Nära neutralt		Nära neutralt *	Alkaliskt	
Ulvsjöån	Mokojan (A10)	YH4	7,3	7,6	8,1	Nära neutralt *	Alkaliskt		Alkaliskt *	Nära neutralt		Alkaliskt *	Nära neutralt	
Malmån	A05	YH11	4,3	4,8	3,6	Måttligt surt *	Surt	X	Måttligt surt			Surt		X
Kläppsjö- bäcken	uppst. Gärd- selet (A01)	YH12	5,8	4,4	4,8	Nära neutralt			Måttligt surt *	Surt	X	Måttligt surt		
Viksbäcken	uppst. Käls- tjärnen (A10)	YH7 (NMK 14)	1,2	2,0	1,4	Mycket surt		X	Mycket surt *	Surt	X	Mycket surt		X
Viksbäcken	nedstr. Käls- tjärnen	YH31			5,1							Måttligt surt		
Kniptjärns- bäcken	uppst. Mejers- tjärnen (A04)	YH1	6,8	4,4	5,1	Nära neutralt			Måttligt surt *	Surt	X	Måttligt surt		
Linån	bro till Sörlind- sjö (A12)	YH29	7,2	9,4	7,1	Nära neutralt *	Alkaliskt		Alkaliskt			Nära neutralt *	Alkaliskt	
Juån	A10	YH30	7,1	6,6	5,5	Nära neutralt *	Alkaliskt		Nära neutralt			Måttligt surt *	Nära neutralt	

#### Antal taxa, diversitet och andel deformerade skal

I de undersökta vattendragen i Västernorrland hittades 2009-2011 mellan 13 och 64 kiselalgstaxa per prov med standardmetoden (räkning av minst 400 kiselalgsskal) (tabell 7). I 90 % av alla vattendrag i Sverige brukar man påträffa mellan 20 och 80 kiselalgstaxa med standardmetoden. När antalet underskrider 20 anses det som ”mycket lågt antal” (Kahlert 2011a). Det innebär att Viksbäcken uppströms Kälstjärnen (A10) under alla tre år genomgående hade ett mycket lågt antal kiselalgstaxa (13-18). Vidare faller Malmån i denna kategori 2010 (18 taxa) och Ulvsjöån 2011 (14 taxa). Högsta antal taxa hade Linån (28-64 taxa) följd av Kläppsjöbäcken (31-53 taxa). Diversiteten (Shannon diversitet) låg 2009-2011 mellan 1,1 och 4,5 (tabell 7). 90 % av alla vattendrag i Sverige har en diversitet som ligger mellan 1,5 och 5 räknat med standardmetoden, och när diversiteten underskrider 1,5 anses det som ”mycket låg diversitet” (Kahlert 2011a). Detta var fallet för Viksbäcken uppströms Kälstjärnen 2009 (1,1) och för Ulvsjöån 2011 (1,2).

Jämför man provtagningar i de enskilda vattendragen från 2009 till 2011 så var taxaantalet nästan oförändrat mellan 2009 och 2010 för de flesta bäckar, med undantag för Kniptjärnsbäcken och Linån där avsevärt färre taxa hittades 2010. År 2011 var taxaantalet för Ulvsjöån och Kläppsjöbäcken i genomsnitt lägre än 2009-2010 (tabell 7). I alla fyra fall blev diversiteten också

lägre till följd av det minskade antalet taxa, vilket betyder att en eller några få taxa hade utvecklats starkt på bekostnad av andra. Både taxaantal och diversitet verkar dock pendla runt ett medelvärde för varje vattendrag, och dessa medelvärden skiljer sig inte mycket från varandra, kanske med undantag för Viksbäcken uppströms Kälstjärnen som hade ett relativt lågt antal taxa, och Kläppsjöbäcken som hade lite högre diversitet än de andra bäckarna. Viksbäcken nedströms Kälstjärnen skiljde sig föga från lokalen uppströms Kälstjärnen.



Figur 3. Exempel på deformerade skal i de undersökta vattendragen i Västernorrlands län. *Eunotia exigua* (Brebisson ex Kützing) Rabenhorst (Viksbäcken), *Fragilaria capucina* group 3 (width < 3 µm, alternate striae 9-14 in 10 µm) (Juån), *Nitzschia* sp. (Juån), *Achnanthes linearioides* Lange-Bertalot (Kniptjärnsbäcken), *Achnantheidium minutissimum* grupp II (medelbredd 2,2-2,8µm) (Linån), *Diatoma moniliformis* Kützing (Ulvsjöån).

Andelen deformerade skal var relativt lågt i alla bäckar 2009 och 2010 men delvis ganska högt 2011 för Navarån, Malmån, och båda lokaler i Viksbäcken, särskild nedströms Kälstjärnen (tabell 7). Orsaken till den dels höga andelen deformerade skal är oklart. Andra studier av andelen deformerade skal i vattendrag visade att värden över 2 % tyder på en giftpåverkan (nationella miljöövervakningen, pesticidpåverkade vattendrag i Skåne, metallpåverkade vattendrag i Sverige och Storbritannien, Kelly 2007, Jan-Ers 2009, Eriksson & Jarlman 2011, Kahlert 2012). Metoden för analysen av deformerade skal är under utveckling och det är i nuläget oklart ifall alla missbildningar skall räknas in, eller om alla taxa ska tas med. T.ex. har andelen *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing (ett taxon som ofta uppvisar skaldeformationer) ökat starkt från 2009 till 2011 i Viksbäcken, och de flesta missbildningar i Viksbäcken uppströms Kälstjärnen noterades hos detta taxon. Möjligtvis är detta taxon naturligt mera variabelt i sin symmetri och deformerar lättare än andra taxa, och skulle i så fall inte inkluderas i analysen. I den andra lokalen i Viksbäcken (nedströms Kälstjärnen) noterades dock de flesta missbildningar hos *Fragilaria gracilis* Østrup (figur 3), ett taxon vilkas missbildningsandel tydligt brukar vara förknippat med en metallpåverkan (Kelly 2007, Jan-Ers 2009, Kahlert 2012). Viksbäcken är den suraste av alla undersökta vattendrag, med pH-minima ner till 5,2 både 2009 och 2011. Tyvärr mättes inga metaller förutom aluminium, och denna hade har ungefärliga samma höga halt alla år (~ 300 µg Al/l, metod: ICP-AES) och kunde inte förklara att antalet missbildningarna var högre 2011 än tidigare. Kiselbrist, som också kan orsaka missbildade skal (Falasco et al. 2008), kunde inte påvisas i någon av bäckarna. Navarån uppvisade de lägsta kiselhalterna alla tre år (1,2–1,4 mg Si/l), men innehöll fortfarande ca 20 gånger



mera kisel än vad som anses som begränsande för kiselalger (Egge & Aksnes 1992). Ifall låga kiselhalter skulle leda till missbildade skal borde Navarån vara hårdast drabbad men hade tvärt om låg andel missbildningar både 2009 och 2010.

Tabell 7. Taxaantal, diversitet (Shannon) och andel missbildade skal i de undersökta kiselalgslokalerna i den regionala miljöövervakningen i Västernorrland 2009-2011. Fetmarkerade siffror indikerar relativt låga värden (taxaantal, diversitet) resp. höga värden (missbildade skal).

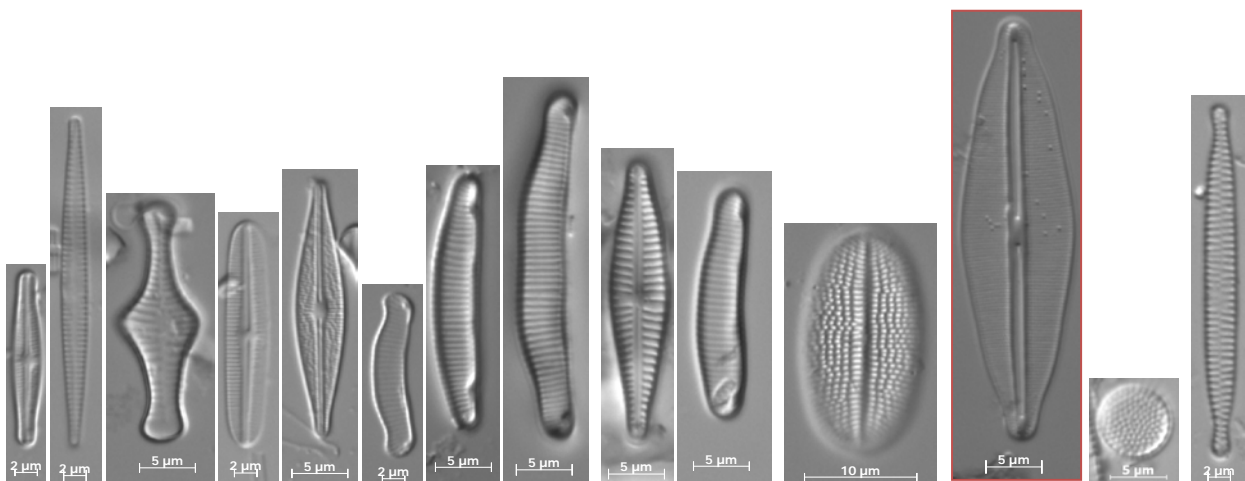
Vattendragsnamn	Lokal ID enl. län	Lokal enl. SLU	Taxaantal			Diversitet (Shannon index)			Andel deformerade skal [%]		
			2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Navarån	uppst. Holmsjön (A05)	YH3	42	45	33	3,2	2,4	2,8	0,0	1,5	<b>2,2</b>
Ulvsjön	Mokojan (A10)	YH4	36	30	<b>14</b>	2,1	2,0	<b>1,2</b>	0,2	1,2	0,0
Malmån	A05	YH11	23	<b>18</b>	28	2,5	2,7	3,5	0,0	0,5	<b>3,4</b>
Kläppsjöbacken	uppst. Gärdselet (A01)	YH12	53	52	31	3,6	4,5	3,6	0,7	0,2	0,7
Viksbäcken	uppst. Kälstjärnen (A10)	YH7 (NMK14)	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>1,1</b>	2,8	1,8	0,5	0,7	<b>2,2</b>
Viksbäcken	nedstr. Kälstjärnen	YH31			22			2,8			<b>8,4</b>
Kniptjärnsbäcken	uppst. Mejerstjärnen (A04)	YH1	50	25	20	3,3	2,6	1,9	0,0	0,7	0,5
Linån	bro till Sörlindsjö (A12)	YH29	64	28	61	3,2	2,0	3,2	0,0	1,5	1,4
Juån	A10	YH30	43	42	38	2,3	2,3	3,4	0,2	1,2	1,2

### Kiselalgssamhällets sammansättning

De vanligaste kiselalger (figur 4) i de undersökta vattendragen i Västernorrlands län räknat genom summering av deras dominans i de olika proven under alla tre år var i fallande ordning *Achnantheidium minutissimum* grupp II (medelbredd 2,2-2,8µm), *Fragilaria gracilis* Østrup, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing, *Achnanthes linearioides* Lange-Bertalot, *Brachysira neoexilis* Lange-Bertalot, *Eunotia exigua* (Brebisson ex Kützing) Rabenhorst, *Eunotia incisa* var. *incisa* Gregory, *Eunotia implicata* Nörpel, Lange-Bertalot & Alles och *Gomphonema exilissimum* (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt, *Eunotia rhomboidea* Hustedt, *Cocconeis placentula* med varieteter Ehrenberg och *Frustulia crassinervia* (Brebisson) Lange-Bertalot & Krammer. Att *A. minutissimum* är den vanligaste kiselalgstaxon i Västernorrland kommer inte som överraskning eftersom det även är den vanligaste kiselalgen i både Sverige och hela Europa. Även resten av ovanstående taxa ingår bland Sveriges vanligare kiselalger (Kahlert 2011a).

Om man istället summerar antalet prover (i denna undersökning maximalt 25) där ett kiselalgstaxon förekommer och använder det som ett mått på "vanligheten", så blir bilden lite annorlunda. Följande kiselalgstaxa förekommer i alla prover förutom en: *F. gracilis* och *T. flocculosa*, i 22 eller 23 av de 25 lokaler: *G. exilissimum*, *A. minutissimum* grupp II, *B. neoexilis*, i 15-17 lokaler: *A. linearioides*, *E. incisa* var. *incisa*, *E. implicata*, *Aulacoseira pseudodistans* Lange-Bertalot 'manuskriptnamnen', *Fragilaria capucina* grupp 3 (bredd < 3 µm, alternerade strior 9-14 på 10 µm) och *E. rhomboidea*. Det betyder att de flesta vanliga kiselalger förekommer både ofta och i ganska stor andel i ett prov, men att det finns undantag som *A. pseudodistans* och *F. capucina* grupp 3 som kan påträffas ofta (fast i relativt små mängder) och andra taxa som *E. exigua*, *C. placentula* med varieteter och *F. crassinervia* som bara hittades i 5 till 8 lokaler, men där i ett relativt stort antal.

De flesta av de funna kiselalgstaxa är typiska för näringsfattiga vattendrag och känsliga mot organisk förorening. Av de vanliga kiselalgstaxorna i undersökningen är det bara *C. placentula* med varieteter som förekommer främst i näringsrika vatten, men detta taxon är framförallt typiskt som påväxt på andra alger eller mossor. Hälften av de vanliga taxa i undersökningen är typiska för ganska sura vatten (alla taxa ur släktet *Eunotia* samt *B. neoexilis*, *T. flocculosa* och *F. crassinervia*) medan de andra föredrar vatten med ganska neutral pH (igen med undantag av *C. placentula* med varieteter som föredrar relativt höga pH värden).



Figur 4. Vanligaste kiselalgstaxa i vattendrag i Västernorrland 2009/2010 i fallande ordning (vattendragsnamn i parentes syftar till lokalen där bilden är tagen ifrån): *Achnantheidium minutissimum* grupp II (medelbredd 2,2-2,8µm) (Juån), *Fragilaria gracilis* Østrup (Kniptjärnsbäcken), *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing (Viksbäcken), *Achnanthes linearioides* Lange-Bertalot (Kniptjärnsbäcken), *Brachysira neoexilis* Lange-Bertalot (Juån), *Eunotia exigua* (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst (Viksbäcken), *Eunotia incisa* var. *incisa* Gregory (Viksbäcken), *Eunotia implicata* Nörpel, Lange-Bertalot & Alles (Ulvsjöån), *Gomphonema exilissimum* (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt (Kläppsjöbäcken), *Eunotia rhomboidea* Hustedt (Malmån), *Cocconeis placentula* incl. varieties Ehrenberg (Linån), *Frustulia crassinervia* (Brébisson) Lange-Bertalot & Krammer (Malmån), *Aulacoseira pseudodistans* Lange-Bertalot 'manuskriptnamn' (Malmån) och *Fragilaria capucina* group 3 (bredd < 3 µm, alternerade strior 9-14 på 10 µm) (Kläppsjöbäcken).

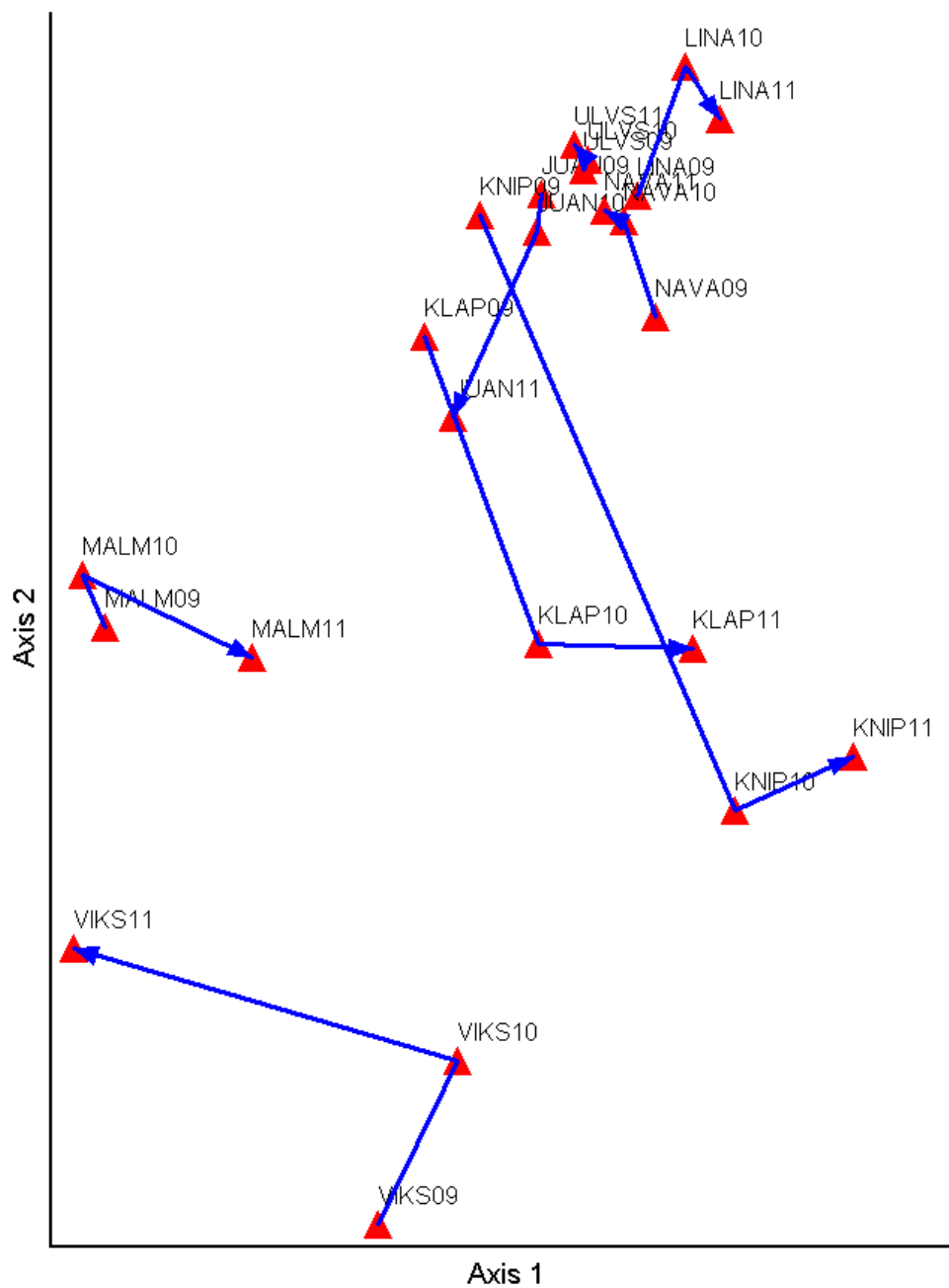
### Förändringar i taxasammansättningen

Kiselalgsammansättningen var ganska likt mellan åren. Varje plats har sin speciella kiselalgsflora, och den var så unik för många av vattendragen att man kunde särskilja lokalerna (figur 5). Skillnaderna i taxonsammansättningen mellan lokaler beräknades med NMDS. De tillhörande statistiska parametrar stress med 9,85 och instabilitet med  $< 0,00000$  (95 slumpmässiga körningar, bästa förklaring av sammansättningen med två dimensioner = förklaringsaxlar,  $r^2 = 87\%$  för båda dimensionerna sammanlagd) var så låga att de indikerar att de beräknade skillnader mellan lokaler var ganska stabila och att resultaten av den multivariata analysen var ganska säkra (McCune & Mefford 2006).

Den multivariata analysen visade att de största variationerna i taxonsammansättningen förklarades av variationer i pH. Förändringar i taxonsammansättning som beror på ett stigande pH visas på den första och delvis på den andra förklaringsaxel i figur 5, dvs. lokaler med låg pH och kiselalgstaxa som är anpassade till detta som Viksbäcken ligger till vänster på axel 1 och långt ner på axel 2. Stigande pH och förändringar som följer med detta visas i figur 5 med att lokalerna ligger mera till höger på axel 1 och längre upp på axel 2. Man kan alltså till stor del förklara förändringar i kiselalgsammansättning på ett lokal mellan åren 2009-2011 genom pH förändringar, t.ex. Viksbäckens placering i figuren för 2009 vandra lite mot höger år 2010 och sedan ganska långt mot vänster 2011, vilket passar väl ihop med pH som var mindre surt 2010 och mera surt 2011 (figur 5, tabell 4). Även Malmån har surt vatten och separeras därför från de andra åt vänster i analysdiagrammet i figur 5, medan pH-minimat inte går så långt ner som för Viksbäcken – detta kan vara en förklaring till att dessa två vattendrag är väl separerade. Malmåns kiselalgsflora 2011 visas lite mera till höger på första förklaringsaxel än 2009 och 2010, vilket återspeglar det högre medel-pH som rådde under 2011. pH förklarar en stor del av taxasammansättningen, men inte allting.

Den andra förklaringsaxeln i figur 5 hade bara en svag koppling till pH, och andra ekologiska förklaringar till skillnader mellan kiselalgsamhällen ligger på denna axel. Förändringar i Knipptjärnsbäcken och Kläppsjöbäcken mellan 2009 och 2010/2011 kan ge en hänvisning om vilka andra faktorer som kan vara av betydelse: I båda vattendrag togs prover på sten 2009, men på växter 2010 och 2011, och kiselalgsfloran under dessa två åren var väldigt likt varandra men skiljer sig mycket från den som hittades året 2009. Det finns tydligen en delvis annan kiselalgsflora på stenar än på växter i dessa vatten, t.ex. finns mycket färre taxa av släktet *Brachysira* och av *A. minutissimum* gruppen på växter i båda bäckar, men mera *A. linearioides* och taxa ur släktet *Eunotia*.

Ulvsjöån, Linån, Navarån och Malmån hade en ganska likartat kiselalgsflora och separerades därför inte i den multivariata analysen. Kiselalgsammansättningen förändrade sig bara marginell mellan åren i dessa vattendrag (figur 5).



Figur 5. Förändringar i likheter i kiselalgstaxasammansättningen 2009-2011 mellan de studerade lokalerna i Västernorrland beräknat med NMDS. Lokaler med liknande taxonsammansättning ligger nära varandra i bilden, förändringar mellan år visas med pilarna.

## Sammanfattning

Sammanfattningsvis så visar kiselalgsfloran i de undersökta vattendragen i Västernorrlands län att närsaltshalterna i dessa vatten var låga 2009-2011 och att de ekologiska statusklasserna överlag var höga. Inga förändringar i dessa avseenden fanns mellan åren.

Angående surhet så visar kiselalgsanalysen att Viksbäcken uppströms Kälstjärnen hade mycket surt vatten alla år och att den troligtvis var antropogen försurat. Viksbäcken nedströms Kälstjärnen däremot verkade vara mera skyddad för surstötter, eventuellt genom en annorlunda miljö.

Taxonsammansättningen och ACID-värdena för Viksbäcken nedströms Kälstjärnen var mera lika resultaten från Viksbäcken 2006 än de från lokalen uppströms Kälstjärnen åren 2009-2011. Däremot fanns det många missbildade skal på lokalen nedströms Kälstjärnen, som tyder på att någon form av påverkan funnits även här.

Malmån klassades också som sur enligt ACID-resultaten och i synnerhet utifrån taxosammansättningen som var typisk för surt vatten med risk för ytterligare försurning.

Kiselalgsfloran i Kläppsjöbäcken och Kniptjärnsbäcken var annorlunda med tendens till mera surhetsälskade taxa 2010/2011 än 2009, vilket troligtvis hänger ihop med att provtagningssubstratet ändrades från sten till växter. Möjligtvis är floran på växterna mera utsatt för surstötter än på stenarna som antingen var täckta av detritus eller av mossor som kanske bildade ett skyddande täcke.

De vanligaste kiselalgstaxorna sett till antal räknade skal var *Achnanthydium minutissimum* grupp II (medelbredd 2,2-2,8µm), *Fragilaria gracilis* Østrup och *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing. Alla tre hörde också, tillsammans med *Gomphonema exilissimum* (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt och *Brachysira neoexilis* Lange-Bertalot till de kiselalgstaxa som förekom i de flesta prover. Alla indikerar näringsfattiga vatten; *B. neoexilis* och *T. flocculosa* även sura förhållanden. De hör också till den grupp taxa som är vanliga i hela Sverige.

## 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.
- Egge, J. K.; Aksnes, D. L. (1992). Silicate as regulating nutrient in phytoplankton competition. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 83: 281–289.

- 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.
- 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. Test av kiselalgers lämplighet som miljögiftsindikator inom miljömålsuppföljningen. Hemsida. [online] (2012) Tillgänglig: [http://www.slu.se/PageFiles/113586/diatom\\_toxin\\_index\\_report120331.pdf](http://www.slu.se/PageFiles/113586/diatom_toxin_index_report120331.pdf) [2012-04-25]
- 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. (2011c). Kiselalger i Västernorrlands vattendrag 2009/2010. Institutionen för vatten och miljö, SLU Rapport 2011:3.
- Kahlert, M., Andrén, C. and Jarlman, A. (2007): Bakgrundsrapport för revideringen 2007 av bedömningsgrunder för Påväxt – kiselalger i vattendrag (in Swedish), 32pp.
- 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. (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.
- 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 miljökvalitetsnormer 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 miljökvalitet. 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

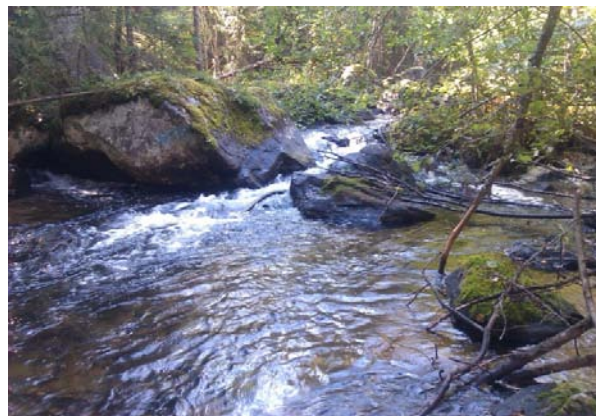
- Vägledning för identifiering och utvärdering av prover av bentiska kiselalger från vattendrag).

## **Bilagor**

Taxalistor, fältprotokoll och kiselalgsindex går att erhålla som Excelfil.

Vattendragsnamn Navarån  
 Lokalnamn A05  
 Lokalens koordinater (EU\_CD) SE694466-154745  
 Lokalkoordinater 6944664 1547452  
 Datum 2011-09-01  
 Provtagningsmetodik SS-EN 13946  
 Provtagning Anna Sundeberg  
 Organisation Lst Västernorrland  
 Analysmetodik SS-EN 14407  
 Artanalys Dr. Petra Werner  
 Organisation Diatomeen als Bioindikatoren

SLU ID YH3  
 SWE6



Beskuggning 3  
 Vattennivå 2  
 Vattenhastighet 2  
 Grumlighet 1  
 Vattenfärg 1  
 Vattentemperatur 0  
 Prov taget från sten  
 Om makrofyter - typ, ålder (ung/ etablerat/rutter) 0

Lokalens längd [m] 10  
 Vatten-dragsbredd (våt yta) [m] 4  
 Lokalens medeldjup [m] 0,3  
 Lokalens maxdjup [m] 0,4

Resultat index och klassning

Antal räknade skal 549 IPS 19,3 klass hög  
 Antal räknade taxa 33 TDI 22,8 klass hög  
 Diversitet 2,8 %PT 0 klass hög/god  
 Andel deformerade skal 2,4 ACID 7,244 grupp Nära neutralt

Statusklassning	<b>hög</b>
(näringämnen och organisk förorening)	
På gränsen till	7,244392
Statusklassning	Nära neutralt
(surhet)	
På gränsen till	Alkaliskt

Bottensubstrat, vattenvegetation (dominerade typ samt täckningsgrad 0-3) och närmiljö

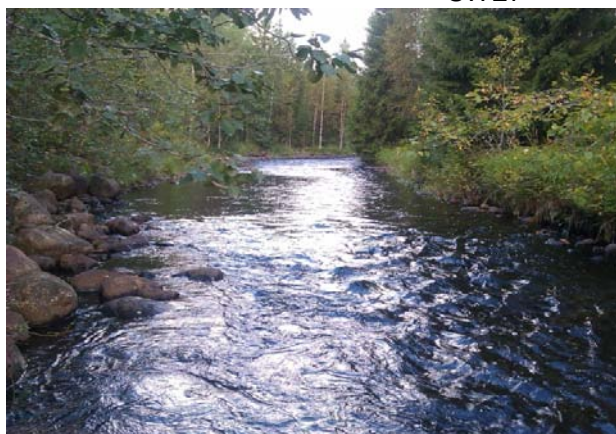
Oorganiskt mtrl, dom. 1	block1	Vegetationstyp, dom. 1	mossor
Oorganiskt mtrl, dom. 2	sten2	Vegetationstyp, dom. 2	palg
Oorganiskt mtrl, dom. 3	sand	Vegetationstyp, dom. 3	0
Finsediment	0	Övervattensväxter	0
Sand	2	Flytbladsväxter	0
Grus	2	Långskottsväxter	0
Fin sten	2	Rosettväxter	0
Grov sten	2	Mossor	2
Fina block	3	Påväxtalger	2
Grova block	2	Dominerade art påväxtalger	gröna trådalger; gröna geléaktiga påväxter (tr
Häll	0		
Fin detritus	1	Närmiljö (dominerade typ)	lövskog
Grov detritus	1	Närmiljö (subdominerade typ)	barrskog
Fin död ved	2	Närmiljö (subdominerade typ)	0
Grov död ved	0		

Kommentarer/övrigt



Vattendragsnamn Ulvsjöån  
 Lokalnamn A10  
 Lokalens koordinater (EU\_CD) SE690197-154176  
 Lokalkoordinater 6901965 1541787  
 Datum 2011-08-29  
 Provtagningsmetodik SS-EN 13946  
 Provtagning Anna Sundeberg  
 Organisation Lst Västernorrland  
 Analysmetodik SS-EN 14407  
 Artanalys Dr. Petra Werner  
 Organisation Diatomeen als Bioindikatoren

SLU ID YH4  
 SWE7



Beskuggning 1  
 Vattennivå 2  
 Vattenhastighet 2  
 Grumlighet 1  
 Vattenfärg 1  
 Vattentemperatur  
 Prov taget från sten  
 Om makrofyter - typ, ålder (ung/ etablerat/rutten)

Lokalens längd [m] 10  
 Vatten-dragsbredd (våt yta) [m] 6  
 Lokalens medeldjup [m] 0,25  
 Lokalens maxdjup [m] 0,4

Resultat index och klassning

Antal räknade skal	79	IPS	19,7	klass	hög
Antal räknade taxa	14	TDI	23,5	klass	hög
Diversitet	1,3	%PT	0	klass	hög/god
Andel deformerade skal	2,5	ACID	8,1	grupp	Alkaliskt

Statusklassning	<b>hög</b>
(näringämnen och organisk förorening)	
På gränsen till	
Statusklassning	Alkaliskt
(surhet)	
På gränsen till	Nära neutralt

Bottensubstrat, vattenvegetation (dominerade typ samt täckningsgrad 0-3) och närmiljö

Oorganiskt mtrl, dom. 1	sten2	Vegetationstyp, dom. 1	palg
Oorganiskt mtrl, dom. 2	block1	Vegetationstyp, dom. 2	mossor
Oorganiskt mtrl, dom. 3	sten1	Vegetationstyp, dom. 3	överbattensväxter
Finsediment	0	Överbattensväxter	1
Sand	1	Flytbladsväxter	0
Grus	2	Långskottsväxter	0
Fin sten	2	Rosettväxter	0
Grov sten	3	Mossor	1
Fina block	2	Påväxtalger	2
Grova block	0	Dominerade art påväxtalger	gröna trådalger
Häll	0		
Fin detritus	0	Närmiljö (dominerade typ)	blandskog
Grov detritus	0	Närmiljö (subdominerade typ)	artificiellt
Fin död ved	0	Närmiljö (subdominerade typ)	
Grov död ved	0		

Kommentarer/övrigt

Vattendragsnamn Malmån  
 Lokalnamn A05  
 Lokalens koordinater (EU\_CD) SE699100-156210  
 Lokalkoordinater 6991044 1562080  
 Datum 2011-09-01  
 Provtagningsmetodik SS-EN 13946  
 Provtagning Anna Sundeberg  
 Organisation Lst Västernorrland  
 Analysmetodik SS-EN 14407  
 Artanalys Dr. Petra Werner  
 Organisation Diatomeen als Bioindikatoren

SLU ID YH11  
 SWE5



Beskuggning 3  
 Vattennivå 3  
 Vattenhastighet 2  
 Grumlighet 1  
 Vattenfärg 2  
 Vattentemperatur 0  
 Prov taget från sten  
 Om makrofyter - typ, ålder (ung/ etablerat/rutter) 0

Lokalens längd [m] 10  
 Vatten-dragsbredd (våt yta) [m] 7  
 Lokalens medeldjup [m] 0,3  
 Lokalens maxdjup [m] 0,5

Resultat index och klassning

Antal räknade skal	207	IPS	19,9	klass	hög
Antal räknade taxa	28	TDI	5,8	klass	hög
Diversitet	3,5	%PT	0	klass	hög/god
Andel deformerade skal	2,4	ACID	3,6	grupp	Surt

Statusklassning	<b>hög</b>
(näringämnen och organisk förorening)	
På gränsen till	0
Statusklassning	<b>Surt</b>
(surhet)	
På gränsen till	0

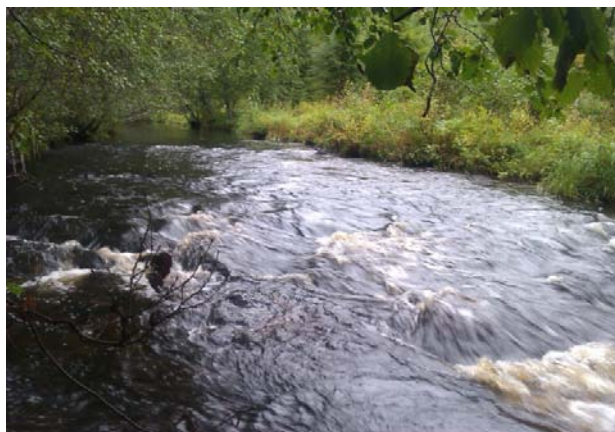
Bottensubstrat, vattenvegetation (dominerade typ samt täckningsgrad 0-3) och närmiljö

Oorganiskt mtrl, dom. 1	sten2	Vegetationstyp, dom. 1	palg
Oorganiskt mtrl, dom. 2	sten1	Vegetationstyp, dom. 2	mossor
Oorganiskt mtrl, dom. 3	block1	Vegetationstyp, dom. 3	0
Finsediment	0	Övervattensväxter	1
Sand	1	Flytbladsväxter	0
Grus	2	Långskottsväxter	0
Fin sten	2	Rosettväxter	0
Grov sten	2	Mossor	1
Fina block	3	Påväxtalger	1
Grova block	1	Dominerade art påväxtalger	0
Häll	0		
Fin detritus	0	Närmiljö (dominerade typ)	lövskog
Grov detritus	1	Närmiljö (subdominerade typ)	barrskog
Fin död ved	1	Närmiljö (subdominerade typ)	0
Grov död ved	2		

Kommentarer/övrigt

Vattendragsnamn Kläppsjöbäcken  
 Lokalnamn A01  
 Lokalens koordinater (EU\_CD) SE706580-156068  
 Lokalkoordinater 7065778 1560895  
 Datum 2011-09-06  
 Provtagningsmetodik SS-EN 13946  
 Provtagning Anna Sundeberg  
 Organisation Lst Västernorrland  
 Analysmetodik SS-EN 14407  
 Artanalys Dr. Petra Werner  
 Organisation Diatomeen als Bioindikatoren

SLU ID YH12  
 SWE2



Beskuggning 1  
 Vattennivå 2  
 Vattenhastighet 2  
 Grumlighet 1  
 Vattenfärg 1  
 Vattentemperatur 14,5  
 Prov taget från växt  
 Om makrofyter - typ, ålder långskottsväxter

Lokalens längd [m] 10  
 Vatten-dragsbredd (våt yta) [m] 5  
 Lokalens medeldjup [m] 0,5  
 Lokalens maxdjup [m] 0,8

Resultat index och klassning

Antal räknade skal	387	IPS	19,3	klass	hög
Antal räknade taxa	31	TDI	16,2	klass	hög
Diversitet	3,6	%PT	1,9	klass	hög/god
Andel deformerade skal	1,3	ACID	4,8	grupp	Måttligt surt

Statusklassning	hög
(näringämnen och organisk förorening)	
På gränsen till	
Statusklassning	Måttligt surt
(surhet)	
På gränsen till	

Bottensubstrat, vattenvegetation (dominerade typ samt täckningsgrad 0-3) och närmiljö

Oorganiskt mtrl, dom. 1	block1	Vegetationstyp, dom. 1	mossor
Oorganiskt mtrl, dom. 2	sten2	Vegetationstyp, dom. 2	palg
Oorganiskt mtrl, dom. 3	sten1	Vegetationstyp, dom. 3	långskottsväxter
Finsediment	1	Övervattensväxter	0
Sand	1	Flytbladsväxter	0
Grus	1	Långskottsväxter	1
Fin sten	2	Rosettväxter	0
Grov sten	2	Mossor	3
Fina block	3	Påväxtalger	2
Grova block	2	Dominerade art påväxtalger	ljusgrön "matta", gröna trådalger
Häll	0		
Fin detritus	0	Närmiljö (dominerade typ)	lövskog
Grov detritus	1	Närmiljö (subdominerade typ)	äng
Fin död ved	1	Närmiljö (subdominerade typ)	0
Grov död ved	0		

Kommentarer/övrigt

Vattendragsnamn Viksbäcken  
 Lokalnamn A10  
 Lokalens koordinater (EU\_CD) SE699970-163455  
 Lokalkoordinater 7000032 1634445  
 Datum 2011-09-05  
 Provtagningsmetodik SS-EN 13946  
 Provtagning Anna Sundeberg  
 Organisation Lst Västernorrland  
 Analysmetodik SS-EN 14407  
 Artanalys Dr. Petra Werner  
 Organisation Diatomeen als Bioindikatoren

SLU ID YH7 (NMK14)  
 SWE8



Beskuggning 0  
 Vattennivå 2  
 Vattenhastighet 2  
 Grumlighet 1  
 Vattenfärg 1  
 Vattentemperatur 12,6  
 Prov taget från sten  
 Om makrofyter - typ, ålder

Lokalens längd [m] 10  
 Vatten-dragsbredd (våt yta) [m] 3,5  
 Lokalens medeldjup [m] 0,15  
 Lokalens maxdjup [m] 0,25

Resultat index och klassning

Antal räknade skal	450	IPS	20	klass	hög
Antal räknade taxa	17	TDI	17	klass	hög
Diversitet	1,8	%PT	0	klass	hög/god
Andel deformerade skal	0,7	ACID	1,4	grupp	Mycket surt

Statusklassning	<b>hög</b>
(näringämnen och organisk förorening)	
På gränsen till	
Statusklassning	<b>Mycket surt</b>
(surhet)	
På gränsen till	

Bottensubstrat, vattenvegetation (dominerade typ samt täckningsgrad 0-3) och närmiljö

Oorganiskt mtrl, dom. 1	sten2	Vegetationstyp, dom. 1	palg
Oorganiskt mtrl, dom. 2	sten1	Vegetationstyp, dom. 2	0
Oorganiskt mtrl, dom. 3	block1	Vegetationstyp, dom. 3	0
Finsediment	0	Övervattensväxter	0
Sand	1	Flytbladsväxter	0
Grus	2	Långskottsväxter	0
Fin sten	2	Rosettväxter	0
Grov sten	3	Mossor	0
Fina block	2	Påväxtalger	2
Grova block	1	Dominerade art påväxtalger	gröna trådalger
Häll	0		
Fin detritus	0	Närmiljö (dominerade typ)	lövskog
Grov detritus	0	Närmiljö (subdominerade typ)	barrskog
Fin död ved	1	Närmiljö (subdominerade typ)	0
Grov död ved	1		

Kommentarer/övrigt



Vattendragsnamn Viksbäcken  
 Lokalnamn ned. Kälstjärnen  
 Lokalens koordinater (EU\_CD) SE699970-163455  
 Lokalkoordinater 6999826 1635667  
 Datum 2011-09-05  
 Provtagningsmetodik SS-EN 13946  
 Provtagning Anna Sundeberg  
 Organisation Lst Västernorrland  
 Analysmetodik SS-EN 14407  
 Artanalys Dr. Petra Werner  
 Organisation Diatomeen als Bioindikatoren

SLU ID YH31  
 SWE9



Beskuggning 2  
 Vattennivå 2  
 Vattenhastighet 2  
 Grumlighet 1  
 Vattenfärg 1  
 Vattentemperatur 15  
 Prov taget från sten  
 Om makrofyter - typ, ålder

Lokalens längd [m] 10  
 Vatten-dragsbredd (våt yta) [m] 3,5  
 Lokalens medeldjup [m] 0,15  
 Lokalens maxdjup [m] 0,25

Resultat index och klassning

Antal räknade skal	488	IPS	19,3	klass	hög
Antal räknade taxa	22	TDI	16,3	klass	hög
Diversitet	2,8	%PT	0	klass	hög/god
Andel deformerade skal	1,8	ACID	5,1	grupp	Måttligt surt

Statusklassning	hög
(näringämnen och organisk förorening)	
På gränsen till	
Statusklassning	Måttligt surt
(surhet)	
På gränsen till	

Bottensubstrat, vattenvegetation (dominerade typ samt täckningsgrad 0-3) och närmiljö

Oorganiskt mtrl, dom. 1	sten2	Vegetationstyp, dom. 1	palg
Oorganiskt mtrl, dom. 2	sten1	Vegetationstyp, dom. 2	0
Oorganiskt mtrl, dom. 3	block1	Vegetationstyp, dom. 3	0
Finsediment	0	Övervattensväxter	1
Sand	1	Flytbladsväxter	0
Grus	1	Långskottsväxter	0
Fin sten	2	Rosettväxter	0
Grov sten	3	Mossor	0
Fina block	2	Påväxtalger	1
Grova block	1	Dominerade art påväxtalger	gröna trådalger
Häll	1		
Fin detritus	0	Närmiljö (dominerade typ)	barrskog
Grov detritus	1	Närmiljö (subdominerade typ)	0
Fin död ved	1	Närmiljö (subdominerade typ)	0
Grov död ved	1		

Kommentarer/övrigt

Vattendragsnamn Kniptjärnsbäcken  
 Lokalnamn A04  
 Lokalens koordinater (EU\_CD) SE694150-147630  
 Lokalkoordinater 6941511 1476168  
 Datum 2011-09-07  
 Provtagningsmetodik SS-EN 13946  
 Provtagning Anna Sundeberg  
 Organisation Lst Västernorrland  
 Analysmetodik SS-EN 14407  
 Artanalys Dr. Petra Werner  
 Organisation Diatomeen als Bioindikatoren

SLU ID YH1  
 SWE3



Beskuggning 0  
 Vattennivå 2  
 Vattenhastighet 1  
 Grumlighet 1  
 Vattenfärg 1  
 Vattentemperatur 12,2  
 Prov taget från växt  
 Om makrofyter - typ, ålder

Lokalens längd [m] 10  
 Vatten-dragsbredd (våt yta) [m] 3  
 Lokalens medeldjup [m] 0,4  
 Lokalens maxdjup [m] 0,5

Resultat index och klassning

Antal räknade skal	223	IPS	19,8	klass	hög
Antal räknade taxa	20	TDI	18	klass	hög
Diversitet	1,9	%PT	0,2	klass	hög/god
Andel deformerade skal	0,4	ACID	5,1	grupp	Måttligt surt

Statusklassning	hög
(näringämnen och organisk förorening)	
På gränsen till	
Statusklassning	Måttligt surt
(surhet)	
På gränsen till	

Bottensubstrat, vattenvegetation (dominerade typ samt täckningsgrad 0-3) och närmiljö

Oorganiskt mtrl, dom. 1	sten2	Vegetationstyp, dom. 1	övervattensväxter
Oorganiskt mtrl, dom. 2	sten1	Vegetationstyp, dom. 2	långskottsväxter
Oorganiskt mtrl, dom. 3	grus	Vegetationstyp, dom. 3	palg
Finsediment	0	Övervattensväxter	0
Sand	1	Flytbladsväxter	0
Grus	1	Långskottsväxter	2
Fin sten	2	Rosettväxter	0
Grov sten	3	Mossor	0
Fina block	1	Påväxtalger	1
Grova block	0	Dominerade art påväxtalger	gröna trådalger
Häll	0		
Fin detritus	2	Närmiljö (dominerade typ)	barrskog
Grov detritus	0	Närmiljö (subdominerade typ)	lövskog
Fin död ved	1	Närmiljö (subdominerade typ)	0
Grov död ved	1		

Kommentarer/övrigt

Vattendragsnamn Linån  
 Lokalnamn A12  
 Lokalens koordinater (EU\_CD) SE690765-155906  
 Lokalkoordinater 6907650 1559035  
 Datum 2011-08-29  
 Provtagningsmetodik SS-EN 13946  
 Provtagning Anna Sundeberg  
 Organisation Lst Västernorrland  
 Analysmetodik SS-EN 14407  
 Artanalys Dr. Petra Werner  
 Organisation Diatomeen als Bioindikatoren

SLU ID YH29  
 SWE4



Beskuggning 3  
 Vattennivå 2  
 Vattenhastighet 2  
 Grumlighet 1  
 Vattenfärg 1  
 Vattentemperatur  
 Prov taget från sten  
 Om makrofyter - typ, ålder

Lokalens längd [m] 10  
 Vatten-dragsbredd (våt yta) [m] 5  
 Lokalens medeldjup [m] 0,15  
 Lokalens maxdjup [m] 0,2

Resultat index och klassning

Antal räknade skal	772	IPS	18,3	klass	hög
Antal räknade taxa	61	TDI	31,2	klass	hög
Diversitet	3,2	%PT	0	klass	hög/god
Andel deformerade skal	1,0	ACID	7,1	grupp	Nära neutralt

Statusklassning	hög
(närlingsämnen och organisk förorening)	
På gränsen till	
Statusklassning	Nära neutralt
(surhet)	
På gränsen till Alkaliskt	

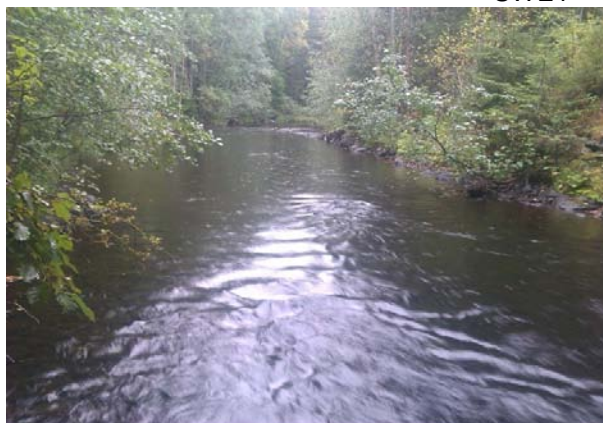
Bottensubstrat, vattenvegetation (dominerade typ samt täckningsgrad 0-3) och närmiljö

Oorganiskt mtrl, dom. 1	sten2	Vegetationstyp, dom. 1	mossor
Oorganiskt mtrl, dom. 2	sten1	Vegetationstyp, dom. 2	överbattensväxter
Oorganiskt mtrl, dom. 3	grus	Vegetationstyp, dom. 3	0
Finsediment	0	Överbattensväxter	1
Sand	1	Flytbladsväxter	0
Grus	2	Långskottsväxter	0
Fin sten	2	Rosettväxter	0
Grov sten	3	Mossor	2
Fina block	2	Påväxtalger	0
Grova block	1	Dominerade art påväxtalger	0
Häll	0		
Fin detritus	1	Närmiljö (dominerade typ)	lövskog
Grov detritus	1	Närmiljö (subdominerade typ)	barrskog
Fin död ved	1	Närmiljö (subdominerade typ)	
Grov död ved	1		

Kommentarer/övrigt

Vattendragsnamn Juån  
 Lokalnamn A10  
 Lokalens koordinater (EU\_CD) SE691595-148854  
 Lokalkoordinater 6915950 1488568  
 Datum 2011-09-07  
 Provtagningsmetodik SS-EN 13946  
 Provtagning Anna Sundeberg  
 Organisation Lst Västernorrland  
 Analysmetodik SS-EN 14407  
 Artanalys Dr. Petra Werner  
 Organisation Diatomeen als Bioindikatoren

SLU ID YH30  
 SWE1



Beskuggning 1  
 Vattennivå 2,5  
 Vattenhastighet 0  
 Grumlighet 1  
 Vattenfärg 1  
 Vattentemperatur 14  
 Prov taget från sten  
 Om makrofyter - typ, ålder (ung/ etablerat/rutter) 0

Lokalens längd [m] 10  
 Vatten-dragsbredd (våt yta) [m] 6  
 Lokalens medeldjup [m] 0,3  
 Lokalens maxdjup [m] 0,4

Resultat index och klassning

Antal räknade skal	414	IPS	19,7	klass	hög
Antal räknade taxa	38	TDI	17,1	klass	hög
Diversitet	3,4	%PT	0,5	klass	hög/god
Andel deformerade skal	1,2	ACID	5,46	grupp	Måttligt surt

Statusklassning	hög
(närlingsämnen och organisk förorening)	
På gränsen till	0
Statusklassning	Måttligt surt
(surhet)	
På gränsen till	Nära neutralt

Bottensubstrat, vattenvegetation (dominerade typ samt täckningsgrad 0-3) och närmiljö

Oorganiskt mtrl, dom. 1	sten1	Vegetationstyp, dom. 1	palg
Oorganiskt mtrl, dom. 2	sten2	Vegetationstyp, dom. 2	0
Oorganiskt mtrl, dom. 3	grus	Vegetationstyp, dom. 3	0
Finsediment	0	Övervattensväxter	0
Sand	1	Flytbladsväxter	0
Grus	2	Långskottsväxter	0
Fin sten	3	Rosettväxter	0
Grov sten	2	Mossor	0
Fina block	2	Påväxtalger	3
Grova block	1	Dominerade art påväxtalger	brun "matta", gröna trådalger
Häll	0		
Fin detritus	1	Närmiljö (dominerade typ)	blandskog
Grov detritus	1	Närmiljö (subdominerade typ)	0
Fin död ved	1	Närmiljö (subdominerade typ)	0
Grov död ved	1		

Kommentarer/övrigt