
Kontrollprogram Mikrocystinprojekt Immeln



Susanne Gustafsson och Marika Stenberg, *Ekoll* AB, 2014
På uppdrag av Skräbeåns Vattenråd

Titel: Kontrollprogram Mikrocystinprojekt Immeln
Beställare: Skräbeåns vattenråd
Författare: Susanne Gustafsson och Marika Stenberg, Ekoll
AB

Innehåll

Inledning/bakgrund och syfte.....	4
Material och metod	5
Provpunkter	5
Fysikaliska och kemiska vattenundersökningar	6
Växt- och djurplankton	7
Mikrocystiner, cylindrospermopsiner och anatoxiner	7
Nätprovfiske	7
Resultat.....	8
Fysikaliska och kemiska vattenundersökningar	8
Temperatur.....	8
Syrgasmättnad	9
Siktdjup	10
Turbiditet.....	11
Absorbans.....	12
TOC (totalt organiskt kol)	13
pH.....	14
Aciditet.....	15
Alkalinitet	16
Konduktivitet.....	17
Baskatjoner och anjoner.....	18
Ammoniumkväve	19
Summa nitrat- och nitritkväve.....	20
Totalkväve	20
Totalfosfor	22
Fosfat	24
Järn	25
Mangan	25
Aluminium.....	26
Klorofyll a.....	27
Växtplankton	27
Djurplankton	30
Mikrocystiner, cylindrospermopsiner och anatoxiner	30
Nätprovfiske	31
Diskussion och slutsatser	33
Referenser.....	36

Inledning/bakgrund och syfte

Sjön Immeln är Skånes tredje största sjö och tillhör Skräbeåns avrinningsområde. Den är belägen på gränsen mellan tre kommuner, där större delen av sjön ligger inom Östra Göinges och Kristianstads kommuner, och mindre delar inom Olofström och Osby kommuner. Immeln har en areal på cirka 22,5 km² och medeldjupet är 7,2 m och maxdjupet 28 m. Immeln är en skogssjö med många öar, uddar och värdefulla strandskogar. Vattenståndet regleras genom en fördämning vid utloppet till Edre ström i nordost. Tillrinningsområdet är till största delen täckt av löv- och barrskog och vattnet är idag betydligt färgat. Större vattendrag som mynnar i Immeln är Ekeshultsån och Strönhultsbäcken.

I slutet av november 2012 utvecklades en massblomning av cyanobakterier där höga halter av algtoxiner, mikrocystiner, uppmättes. Blomningen klingade snabbt av men enligt Skräbeåns Vattenråd har dessa massblomningar av cyanobakterier sent på året uppträtt tre år i rad med ökad giftighet för varje blomning. En liknande snabb, sen och mycket giftig blomning av cyanobakterier observerades även 2011 i St. Hällungen.

Detta projekt är ett delprojekt inom Livsmedelsverkets projekt ”Metoder för tidig varning och krisberedskap för toxiner från cyanobakterier (blå-gröna alger) i dricksvatten” och bekostas med medel från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Syftet med projektet är att undersöka om uppkomsten av sena giftiga massblomningar av cyanobakterier beror på intern eller extern näringsbelastning och om de har något samband med höstcirkulationen i sjöar. Tre hypoteser lades fram innan projektet startade:

- Blomningar av cyanobakterier beror på **internt** betingad näringsbelastning. Vid syrgasfria bottenar frigörs fosfor från sedimentet. Vid höstomrörning blir fosfor tillgänglig i vattenmassan, vilket kan leda till högre algproduktion. När sedan nitrat och ammonium är ”slut” kan kvävefixerande cyanobakterier fortfarande utnyttja den tillgängliga fosfor, vilket kan leda till en sen blomning av cyanobakterier.
- Blomningar av cyanobakterier beror på **extern** betingad näringsbelastning. Höga transporter av näringsämnen (framförallt fosfor) från tillrinningsområdet leder till högre algproduktion. När sedan nitrat och ammonium är ”slut” kan cyanobakterier fortfarande utnyttja den tillgängliga fosfor, vilket kan leda till en sen blomning av cyanobakterier.
- Blomningar av cyanobakterier beror varken på internt eller externt betingad näringsbelastning. En hög fosforhalt (relativt nitrat) kan leda till kvävebegränsning och därmed till högre produktion av kvävefixerande cyanobakterier.

Under hösten 2013 utfördes intensiva provtagningar i Immeln för att utreda om något samband fanns mellan vattenkemiska parametrar och massstillväxt av cyanobakterier. Proverna analyserades med avseende på fysikaliska och kemiska vattenparametrar samt plankton och algtoxiner dvs. mikrocystiner, cylindrospermopsiner och anatoxiner.

Material och metod

Provpunkter

För undersökning av fysikaliska och kemiska vattenparametrar, samt plankton- och cyanotoxinprovtagning valdes två provpunkter i Immeln, provpunkt C och E. Provpunkt C överstämmer med provtagningspunkten för samordnad recipientkontroll (SRK) av Immeln centralpunkt (Skräbeåns avrinningsområde), vilket möjliggör en jämförelse mellan projektets resultat och tidigare resultat från recipientkontrollen. Provpunkt E ligger i den vik där en hög halt av mikrocystin uppmättes i november/december 2012. Provtagning för fysikaliska och kemiska vattenundersökningar utfördes även i två inlopp till Immeln, Ekeshultsån och Strönhultsbäcken/Tosthultsån samt utflödet, Edre ström (tabell 1, figur 1)

Tabell 1. Koordinater för provtagningspunkter i Immeln-projektet. Koordinater angivna i Sweref 99 TM.

	N	E
Punkt C, djuphåla	6236151	458768
Punkt E, viken	6241302	460465
Strönhultsbäcken	6242430	459693
Immeln utlopp	6239155	462570
Ekeshultsån	6239355	458259



Figur 1. Provtagningspunkter i Immeln hösten 2013 (blå punkter), C och E, Ekeshultsån Strönhultsbäcken och Edre ström. Röda punkter markerar SRK, centralt Immeln, Ekeshultsån och Immeln utlopp.

Fysikaliska och kemiska vattenundersökningar

Vid veckovisa provtagningar från 18 september till 17 december 2013 upprättades temperatur- och syrgasprofiler metervis från ytan till botten vid provpunkt C. Vid dessa provtagningstillfällen uppmättes även siktdjup och plankton- och cyanotoxinprov insamlades. Även i provpunkt E mättes temperatur, syrgas och siktdjup och vattenprover för senare analys av plankton och cyanotoxiner insamlades. Vattenprov för analys av kemiska parametrar samt metaller togs i mitten av varje månad från september till december 2013 i samtliga provpunkter. Standardiserad metodik och analyser har använts i projektet (tabell 2). Fältprovtagningen utfördes av Medins biologi och alla vattenkemiska analyser utfördes av ALcontrol Laboratories.

Tabell 2. Provtagnings- samt analysmetoder för ingående parametrar i projektet.

Parameter	Provtagningsmetod	Analysmetod	Enhet
Vattentemperatur			°C
Syrgashalt		SS-EN 25814-1	mg/l
Syrgasmättnad			% beräknas
Siktdjup	med vattenkikare		m
Turbiditet	BIN SR 11	SS-EN ISO 7027-3	FNU
Absorbans vid 420 nm, filt	BIN SR 11	SS-EN ISO 7887:1, del 3, mod	abs/5 cm
TOC	BIN SR 11	SS-EN 1484-1	mg/l
pH vid 20°C	BIN SR 11	SS-EN ISO 10523:2012	
Aciditet	BIN SR 11	Std Meth. 402, 1975 mod (*)	mekv/l
Alkalinitet, HCO ₃	BIN SR 11	SS-EN ISO 9963-2, utg 1	mekv/l
Konduktivitet 25°C	BIN SR 11	SS-EN 27888-1	mS/m
Kalcium, Ca	BIN SR 11	SS-EN ISO 11885-2:2009	mg/l
Magnesium, Mg	BIN SR 11	SS-EN ISO 11885-2:2009	mg/l
Natrium, Na	BIN SR 11	SS-EN ISO 11885-2:2009	mg/l
Kalium, K	BIN SR 11	SS-EN ISO 11885-2:2009	mg/l
Sulfat, SO ₄	BIN SR 11	SS-EN ISO 10304-1:2009	mekv/l
Klorid, Cl	BIN SR 11	SS-EN ISO 10304-1:2009	mekv/l
Ammoniumkväve, NH ₄ -N	BIN SR 11	SS-EN ISO 11732, mod	µg/l
Nitratnitritkväve, NO ₃ + NO ₂ -N	BIN SR 11	SS-EN ISO 13395-1 mod	µg/l
Fosfor total	BIN SR 11	SS-EN ISO 15681-2:2005	µg/l
Kväve total	BIN SR 11	SS-EN ISO 11905-1 mod	µg/l
Järn, Fe	BIN SR 11	SS-EN ISO 11885-2:2009	mg/l
Mangan, Mn	BIN SR 11	SS-EN ISO 11885-2:2009	mg/l
Aluminium, Al	BIN SR 11	SS-EN ISO 17294-2:2005	µg/l

Äldre data fysikaliska och kemiska vattenundersökningar

Immeln ingår i Skräbeåns recipientkontroll och data från Ekeshultsån, centralpunkt Immeln och Immelns utlopp finns i SLU:s databank. I Ekeshultsån och Immelns utlopp (Edre ström) startade provtagningarna 1969 men provtagningsfrekvens samt ingående kemiska analyser har varierat

mellan åren. Från år 1996 utförs provtagning i utloppet enbart vart tredje år. Från Immeln centralpunkt, finns data (april och augusti) från 1977. Tidsserier som presenteras i rapporten är all tillgänglig data från samtliga år om inte annat anges.

Växt- och djurplankton

Växt- och djurplanktonprov togs veckovis i provpunkt C från två djup, i ytan och ovanför språngskiktet (vilket bestämdes med hjälp av temperaturprofil). Planktonprover togs enligt Naturvårdsverkets rekommenderade metoder (2003 och 2010) och utfördes av Medins biologi. Proven konserverades med Lugols lösning. I provpunkt E samlades vatten från fem olika punkter och ett växtplanktonprov togs ut från den sammanslagna volymen. Även ett håvprov med planktonnät 20 µm togs på båda punkterna. Växtplankton analyserades i 25 ml kammare i omvänt mikroskop enligt Utermöhl (1958). Även en artlista skapades för Immeln där både punkt C och E ingick. Djurplankton bestämdes till art eller släkte och antalet individer per liter beräknades. De planktonprov som tagits i mitten av varje månad analyserades och i vissa speciella fall även vid andra datum. Analyser av växt- och djurplankton utfördes av Ekoll AB.

Äldre data växtplankton

Resultaten från projektets växtplanktonanalyser har jämförts med tidigare data från centralpunkt Immeln (SRK). Mellan 1977 och 1996 utfördes kvalitativa växtplanktonanalyser och de två första åren av perioden skattades frekvensen enligt en fem-gradig skala medan en tre-gradig skala användes från 1979 till 1996. Kvantitativa växtplanktonanalyser med biomassaberäkningar startade år 1997.

Mikrocystiner, cylindrospermopsiner och anatoxiner

Vatten för mikrocystin analyser insamlades från punkt C (vid 0,5 m och under språngskiktet 13,5 – 17,5 m) under projektets samtliga provtagningsveckor. Provtagningspunkt E (vid 0,5 m) provtogs månadsvis och vid ett extra tillfälle i slutet på oktober. Proven kylades och skickades nedkylda omgående för analys på Livsmedelsverket. Fältprovtagningarna utfördes av Medins biologi. Samtliga insamlade prover är listade i en tabell 4.

Proverna analyserade med LC-MS/MS och analysmetoden innefattade mikrocystin-LR, mikrocystin-RR, mikrocystin-YR, mikrocystin-LA, mikrocystin-LY, mikrocystin-WR, mikrocystin-LW, desmetylerad mikrocystin-RR, nodularin, cylindrospermopsin, deoxy-cylindrospermopsin, anatoxin-a och homoanatoxin-a (Pekar et al. 2016). Metodens gräns för haltbestämning av cyanotoxinerna är $\geq 0,5 \mu\text{g/l}$ för sjövattnet och $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ för dricksvatten.

Nätprovfiske

Nätprovfiske med översiktslänkar (30 m länkar med 12 maskstorlekar, 5-55 mm) utfördes av lokala aktörer. Fem nät lades ut den 30 augusti 2013 och ytterligare fyra nät den 2 september 2013 på 0-3 m djup längs sjöns stränder (figur 2). Näten låg ute över natten. Vattentemperaturen var ca 19°C. Fisken artbestämades, mättes och vägdes efter fångst.



Figur 2. Nätens ungefärliga placering vid nätprovfiske under hösten 2013.

Resultat

Fysikaliska och kemiska vattenundersökningar

För bedömning av fysikaliska och kemiska parametrar har, i de flesta fall, Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999) använts men även bedömningsgrunder för grundvatten (SGU 2013).

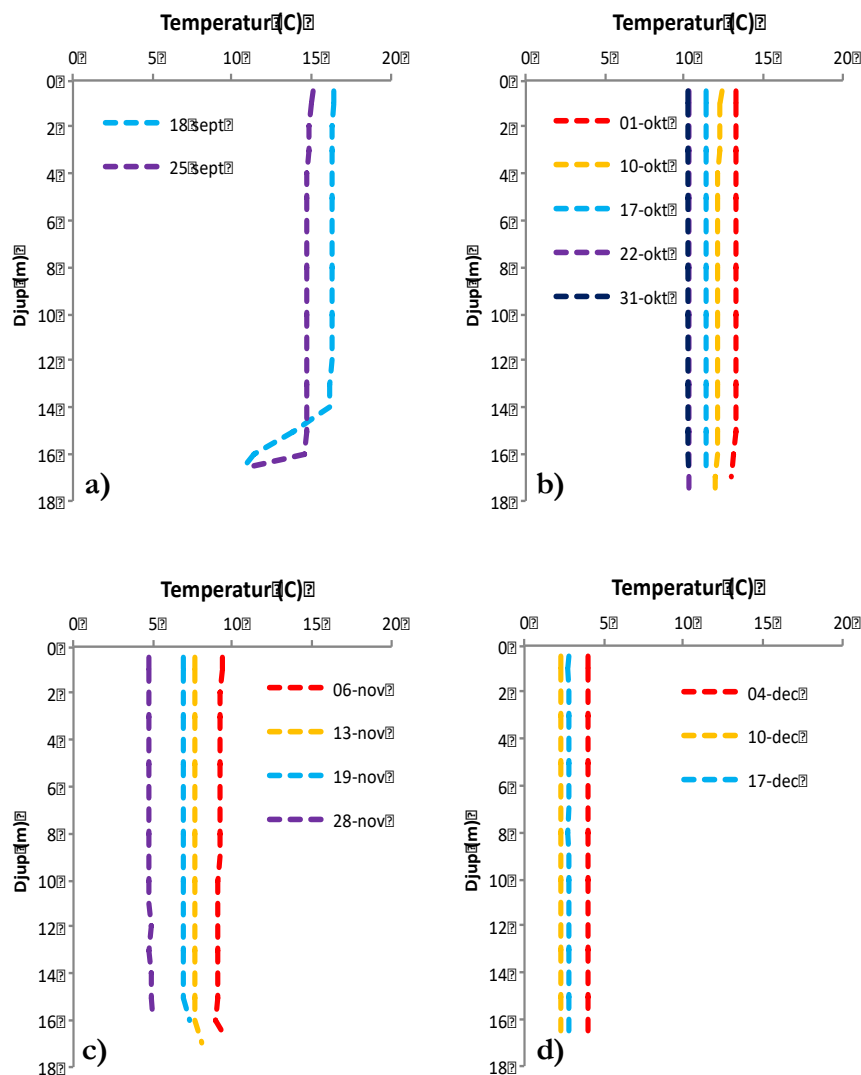
Temperatur

Tidigare analysvärden

Temperaturen i Immeln mäts enbart två gånger per år, i april och augusti. Dessutom varierar djupet för provtagningen (mellan 15 och 27 m), vilket gör det svårt att jämföra med de temperaturprofiler som uppmätts under detta projekt.

Analysresultat under projektet

I mitten av september, då provtagningarna inleddes, var temperaturen vid ytan 16,4 grader och vid botten 10,8 grader. Språngskiktet låg på 14 meters djup. Nästföljande vecka hade språngskiktet sjunkit till 16 meter och temperaturen vid ytan var 15,1 grader och vid botten 11,4 grader (Figur 3a). Skillnaden mellan yta och botten försvann helt i början av oktober då hela vattenkolumnen höll samma temperatur (Figur 3b). De följande veckorna sjunker temperaturen en eller ett par grader för varje vecka för att vara mellan två och tre grader i mitten av december (figur 3c och 3d).



Figur 3. Temperaturprofil i Immeln punkt C september (a), oktober (b), november (c) och december (d) 2013. Observera att linjerna för 22 och 31 oktober sammanfaller.

Syrgasmättnad

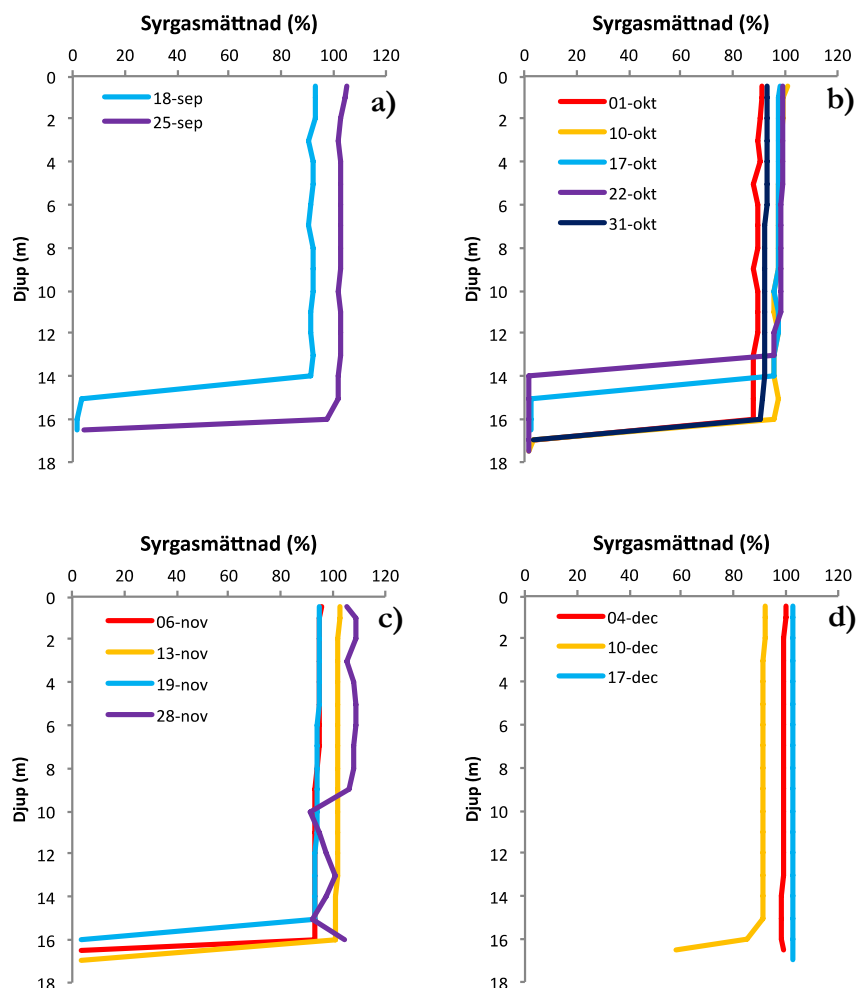
Syre tillförs vatten framför allt genom vindpåverkan men också genom växternas fotosyntes. Vid en syrgashalt på 7 mg/l bedöms vattnet vara syrerikt. Allt liv, men även vissa vattenkemiska parametrar, påverkas av syrgashalten. Fosfor och ammonium kan t ex läcka från sediment vid syrgasbrist. Lösligheten av syre i vatten är beroende av bland annat temperatur och lösligheten minskar med ökad temperatur. Syrgasmättnaden anger syrgashalten i procent av den maximala lösligheten vid den aktuella temperaturen och ger möjlighet att jämföra syrehalten vid olika temperaturer. Syrgasmättnaden kan vara över 100 % beroende på fotosyntes eller solinstrålning.

Tidigare analysvärden

Syrgashalt mäts inte rutinemässigt i Immeln.

Analysresultat under projektet

Vid första provtagningstillfället i september var vattenkolumnen en och en halv meter ovanför botten syrgasfri (figur 4a). De syrefria bottenförhållandena håller i sig till sista provtagningen i november men hur stor del av vattenkolumnen som är syrgasfri varierar (figur 4b-d). Det bör noteras att provtagningsdjupet har varierat mellan 16 och 17,5 meter vid de olika provtagnings-tillfällena, troligtvis beroende på att det är svårt att provta på exakt samma ställe.



Figur 4. Syrgasmättnad från ytan till botten i Immeln punkt C september (a), oktober (b), november (c) och december (d) 2013.

Siktdjup

Siktdjupet är ett mått på hur långt ner i vattnet ljuset når. Det beror på bl a hur mycket färgat organiskt material (t ex humus) och växtplankton det finns i vattnet

Tidigare analysvärden

Siktdjup mättes april och september 1977, augusti 1982 och april och augusti från 1988 och framåt. Högst värde (5,4 m) uppmättes 1982 och sedan 1988 har siktdjupet varierat mellan 1,3 och 3,8 m.

Analysresultat under projektet

Siktdjupet varierade mellan 1,9 och 3 m vid provpunkt C under provtagningarna oktober till december 2013. Högsta siktdjupet uppmättes vid sol och vindstilla medan det lägsta uppmättes vid mulen väderlek och svag vind. Vid provpunkt E var djupet mindre än siktdjupet, dvs man såg botten under hela perioden.

Turbiditet

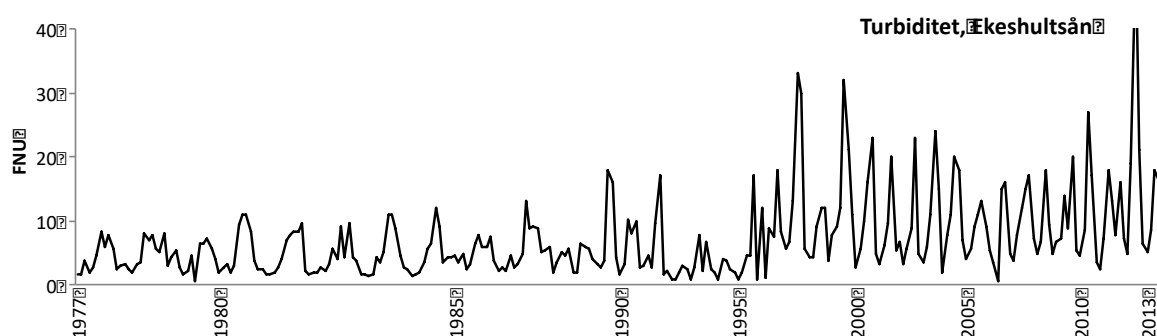
Turbiditet är ett mått på vattnets grumlighet, det vill säga ett mått på mängden partiklar i vattnet. Ett högre värde anger ett grumligare vatten. Orsakerna till förhöjd grumlighet i rinnande vatten är främst perioder med mycket nederbörd då jordpartiklar spolats ut från omgivande marker.

Turbiditet FNU	Bedömning
< 0,5	Ej eller obetydligt grumligt
0,5 – 1,0	Svagt grumligt
1,0 – 2,5	Måttligt grumligt
2,5 – 7,0	Betydligt grumligt
> 7,0	Starkt grumligt

Tidigare analysvärden

Från år 1977 fram till slutet av 1980-talet är turbiditeten i Ekeshultsån likartad. Värdena varierar mellan 1 och 13 FNU och de högre värdena förekommer framför allt i slutet av sommaren. Från 1987 till 1996 blir mönstret mer oregelbundet med högre toppar (18 FNU). Från år 1997 ökar variationen liksom amplituden ytterligare och värden upp till 52 FNU rapporteras (figur 5).

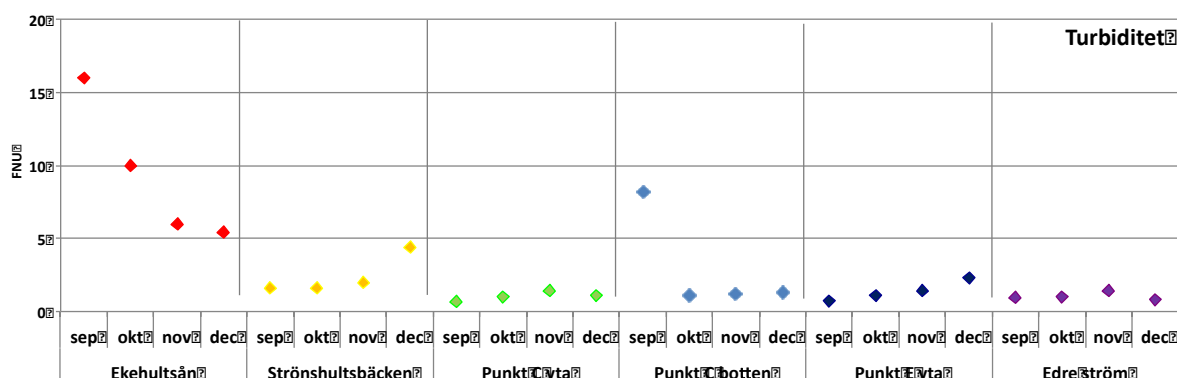
För Immeln finns analysresultat för turbiditet enbart mellan åren 1979 och 1996. De värden som redovisas ligger alla under 5 FNU och medelvärdet är 1,0 FNU. Turbiditet i Immelns utlopp, Edre ström, har analyserats vart tredje år från 1977 till 2011. Fram till 1995 var värdena mycket låga, medelvärde 0,9 FNU, medan turbiditeten har ökat något från 1996 och framåt (medelvärde 1,8 FNU). Förändringarna i turbiditet kan inte direkt kopplas till ändrade nederbördsförhållanden (SMHI 2014). Möjligtvis har skog avverkats i tillrinningsområdet, vilket kan påverka turbiditeten.



Figur 5. Turbiditet i Ekeshultsån från 1977 till 2013 (månadsvisa provtagningar 1977-1997, provtagningar 4 ggr per år 1998-2013). Värdet för augusti 2012 (52 FNU) ligger utanför diagrammet.

Analysvärden under projektet

Analysvärdena inom projektet visar att vattnet som kommer in till Immeln via Ekeshultsån är starkt eller betydligt grumlat speciellt i september och oktober. Även vattnet från Strönhultsbäcken är något mer grumligt jämfört med vattnet i Immeln. I samtliga punkter i Immeln, C och E, samt Edre ström är värdena låga med undantag av värdet i september i provpunkt C, botten (figur 6). Vid detta tillfälle rådde en temperaturskiktning i sjön med syrgasfria förhållanden nära botten.



Figur 6. Turbiditet i september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strönhultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edre ström).

Absorbans

Vattnets ljusgenomsläpplighet beror dels på förekomsten av partiklar i vattnet, dels på lösta färgade ämnen i vattnet. I naturvatten är det främst innehållet av humusämnen, samt vissa järn- och manganföreningar som påverkar absorptionen och man brukar då tala om vattnets färg.

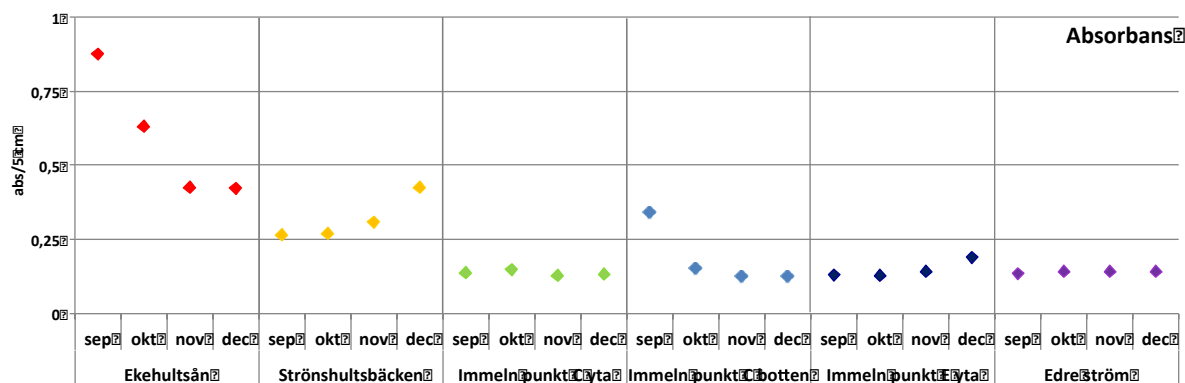
Absorbans abs/5 cm	Bedömning
< 0,02	Ej eller obetydligt färgat vatten
0,02 – 0,05	Svagt färgat vatten
0,05 – 0,12	Måttligt färgat vatten
0,12 – 0,2	Betydligt färgat vatten
> 0,2	Starkt färgat vatten

Tidigare analysvärden

Värden för absorbans i Ekeshultsån och Immeln finns från 2008 till 2013 och från utloppet för åren 2008 och 2011. Värdena i Ekeshultsån är extremt höga med ett medelvärde på 0,75 abs/5 cm (median 0,77, min och maxvärde 0,34 respektive 1,25). Även vattnet i Immeln bedöms som starkt färgat (medel 0,25 abs/5 cm) liksom utloppet (medel 0,30 abs/5 cm). Absorbans är starkt kopplad med färgtalet. Sjöar i Skåne, bland annat Immeln, har blivit brunare, vilket är fastställt i andra rapporter (Persson 2006, Pirzadeh och Collvin 2008.)

Analysvärden under projektet

I Ekeshultsån är vattnet extremt färgat, speciellt i september och oktober. Även Strönhultsbäcken har ett starkt färgat vatten. I Immeln, samtliga provpunkter, bedöms vattnet som betydligt färgat. I punkt C noterades i september ett avvikande värde jämfört med övriga värden i Immeln (figur 7). Vid detta tillfälle rådde temperaturskiktning i sjön med syrgasfria förhållanden nära botten.



Figur 7. Absorbans i september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strönhultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edre ström).

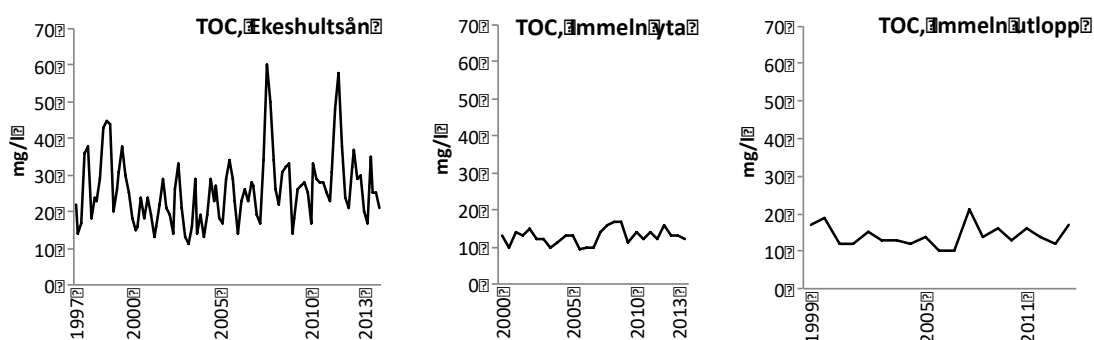
TOC (totalt organiskt kol)

TOC ger information om halten av organiska ämnen. Parametern ger ett mått på vattnets innehåll av kol, både löst och partikulärt organiskt. Nedbrytningen av det organiska materialet kräver syre. TOC-halten ger därför även information om risken för låga syrgashalter.

TOC mg/l	Bedömning
< 4	Mycket låg halt
4 – 8	Låg halt
8 – 12	Måttligt hög halt
12 – 16	Hög halt
> 16	Mycket hög halt

Tidigare analysvärden

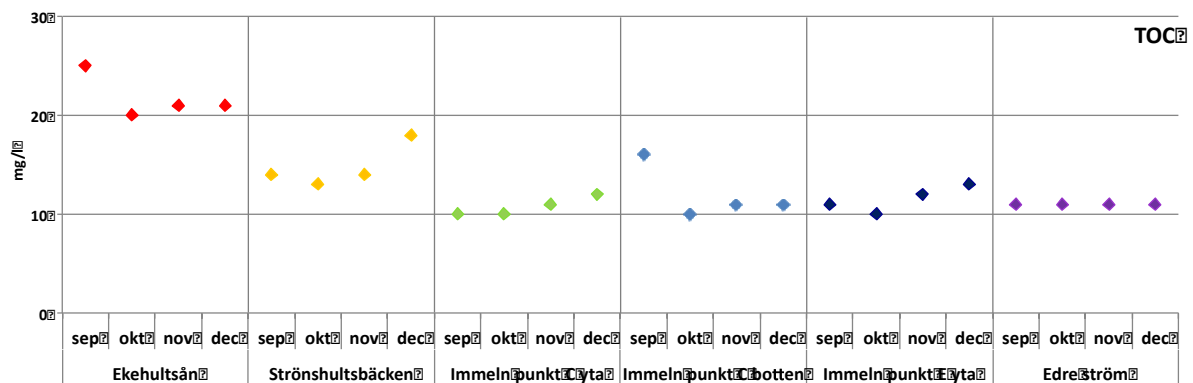
Dataserier för TOC-halten i Ekeshultsån finns från år 1997, i Immeln från år 2000 och i utloppet från år 1999 (dock enbart vart tredje år). Värden i Ekeshultsån visar på extremt höga halter av TOC (medelvärde 26,0 mg/l), medan Immelns halter, vid ytan, bedöms som höga (medelvärden 12,2 mg/l). Halterna i Immelns utlopp är något högre än halterna i Immeln, men lägre än halterna i Ekeshultsån (medelvärde 14,2 mg/l) (figur 8).



Figur 8: TOC-halter i Ekeshultsån 1997 till 2013, Immeln centralt (yta) 2000 till 2013 och för Immelns utlopp, vart tredje år 1999 till 2011.

Analysvärden under projektet

De uppmätta TOC-halterna inom projektet speglar mycket väl de tidigare analysvärdena av transporten av TOC. Halten i Immeln inlopp, Ekeshultsån, är mycket hög medan halten TOC i Strönhultsbäcken är något lägre, men fortfarande bedöms som hög. I sjön sjunker halten något och bedöms som måttligt hög med undantag av septemberprovet vid punkt C botten där värdet är högt (figur 9). Även turbiditet och absorptions var höga vid detta tillfälle. TOC-halterna i utloppet är i samma storleksordning som dem i Immeln. Det sker en stor transport av organiskt material från tillflödena till Immeln.



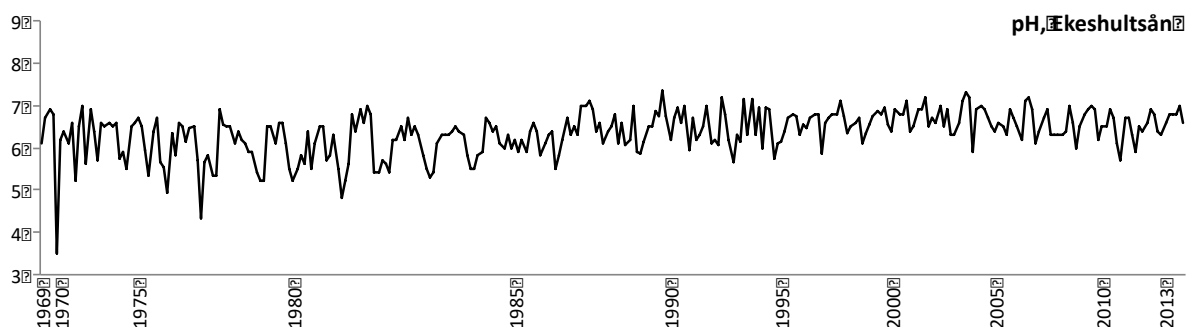
Figur 9. Koncentration av TOC i september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strönhultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immeln utlopp (Edre ström).

pH

pH-värdet är ett mått på vattnets surhet eller egentligen, innehåll av vätejoner. En sjös pH-värde påverkas av tillrinningsområdets jordarter och den omgivande markens näringsriktighet. Vid kraftiga regn eller vid snösmältning kan pH-värdet sjunka pga nederbördens låga pH.

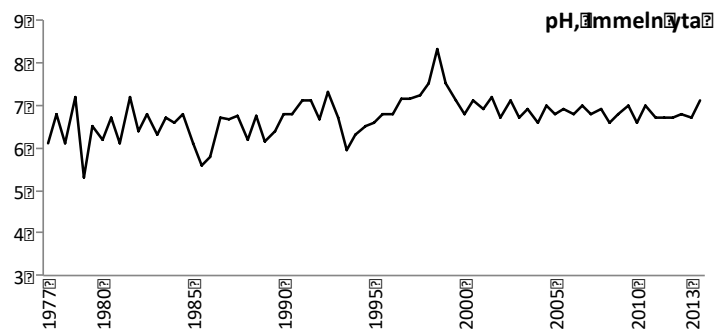
Tidigare analysvärden

Kalkningen av Immeln tillrinningsområden startade 1983 (Länsstyrelsen Skåne 2014). pH-mätningar startade i Ekeshultsån 1969 och från detta år och fram till att kalkningen påbörjades uppvisar pH-värdet stora variationer och surstötter med värden runt och under 5 förekom. Effekten av kalkningen syns tydligt genom att pH-värdet stigit och blivit mer stabilt från 1985 (figur 10).



Figur 10. pH-värde i Ekeshultsån mellan 1969 och 2013.

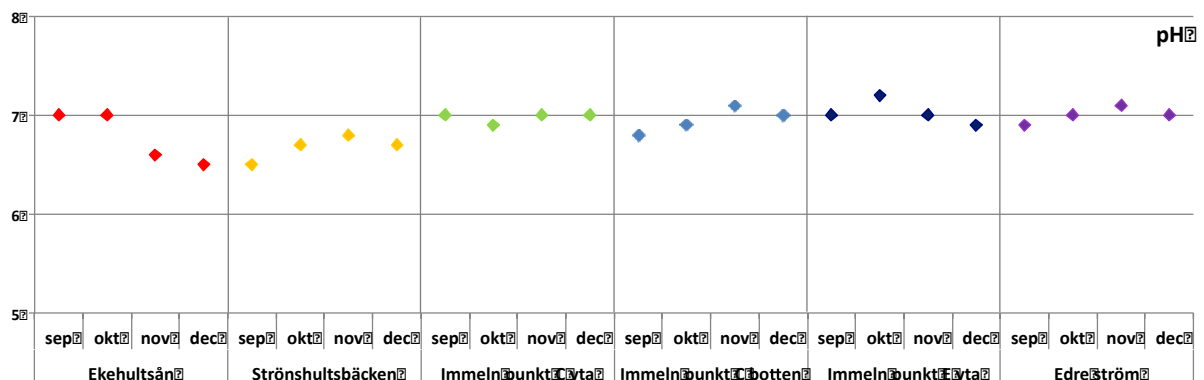
Jämfört med Ekeshultsån ligger pH-värdena i Immeln generellt något lite högre och även här ses effekten av kalkningen med sakta stigande värden från 1985 (figur 11).



Figur 11. pH-värde i Immeln vid ytan 1977 till 2013.

Analysvärden under projektet

Under provtagningsperioden varierade pH mellan 6,5 och 7,2, vilket inte är några anmärkningsvärda resultat. De lägsta värdena uppmättes i inflödena till Immeln, medan det högsta värdet uppmättes i Immeln, punkt E (figur 12).



Figur 12. pH-värde i september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strönhultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edre ström).

Aciditet

Aciditet är ett mått på den totala halten av försurande joner i vattnet. I denna summa ingår vätejoner, humussyror men framförallt metalljoner (järn, aluminium, mangan etc.). Samtliga värden som uppmättes inom projektet var under 0,01 mekv/l.

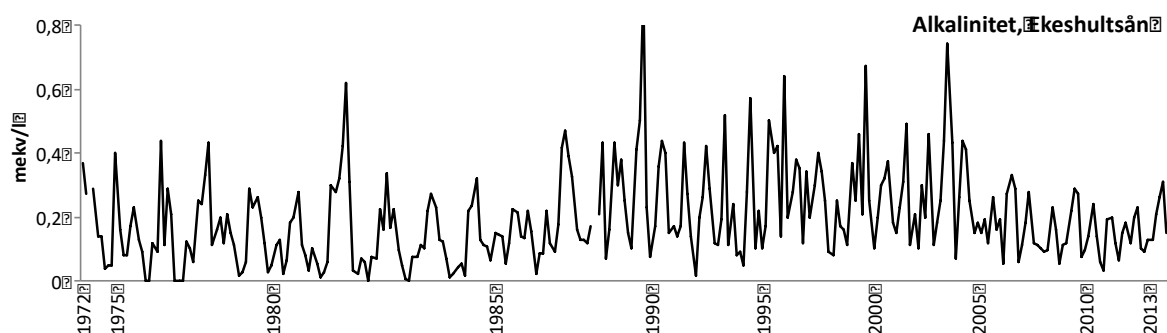
Alkalinitet

Alkalinitet är ett mått på vattnets buffrande förmåga, det vill säga ämnen som neutraliserar syra. Den är främst ett mått på försurningskänsligheten eller motståndskraft mot försurning.

Alkalinitet mekv/l	Bedömning
> 0,20	Mycket god buffertkap.
0,10 – 0,20	God buffertkapacitet
0,05 – 0,10	Svag buffertkapacitet
0,02 – 0,05	Mycket svag buffertkapacitet
< 0,02	Ingen/obet. buffertkapacitet

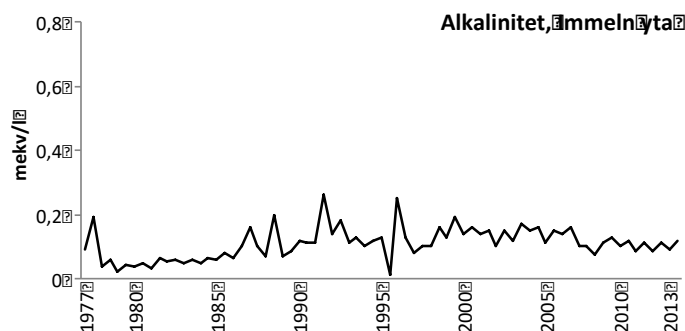
Tidigare analysvärden

Alkaliniteten i Ekeshultsån varierar kraftigt mellan både år och provtagningstillfälle. I perioden mellan 1972 och 1985 var buffertkapaciteten vid ett flertal tillfällen ingen eller obetydlig, d v s värden under 0,02 mekv/l men även höga värden förekom. I samband med kalkningen har värdena generellt stigit men variation har också ökat. Från 2005 och framåt syns en minskad variation men också att alkaliniteten sjunkit något (figur 13).



Figur 13. Alkalinitet i Ekeshultsån mellan 1972 och 2013. Ett extremvärde på 0,9 uppmättes i september 1989 och är utanför diagrammets område.

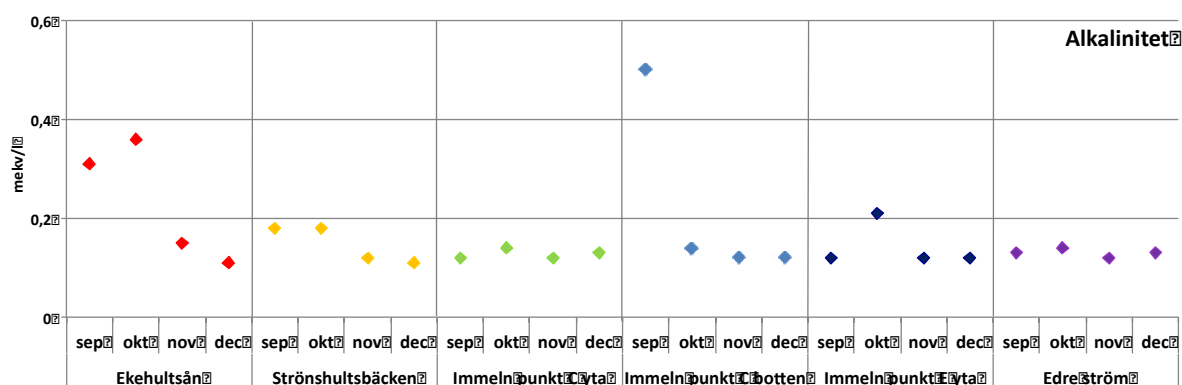
Alkaliniteten i Immeln visar på betydligt mindre variation jämfört med Ekeshultsån vilket är naturligt för sjöar jämfört med vattendrag. Även här syns effekten av kalkningen med generellt något högre värden efter 1985. Dock ökar variationen efter att kalkningen startade. Även här syns en liten minskning av värdena från 2005 och framåt (figur 14).



Figur 14. Alkalinitet i Immeln, yta, mellan 1977 och 2013.

Analysvärden under projektet

Generellt visar värdena på god buffertkapaciteten med ett lägsta värde på 0,11 mekv/l. Liksom resultaten från tidigare analysserier varierar värdena för Ekeshultsån mer än värdena från Immeln som är likartade under perioden. Dock sticker ett värde från Immeln ut, punkt C, botten i september som är det högsta värdet uppmätta värdet under perioden (figur 15). Vid detta tillfälle var sjön temperaturskiktad med syrgasfria förhållanden vid botten. Detta leder till mer lösta joner av bla vätekarbonat, vilket påverkar alkaliniteten.



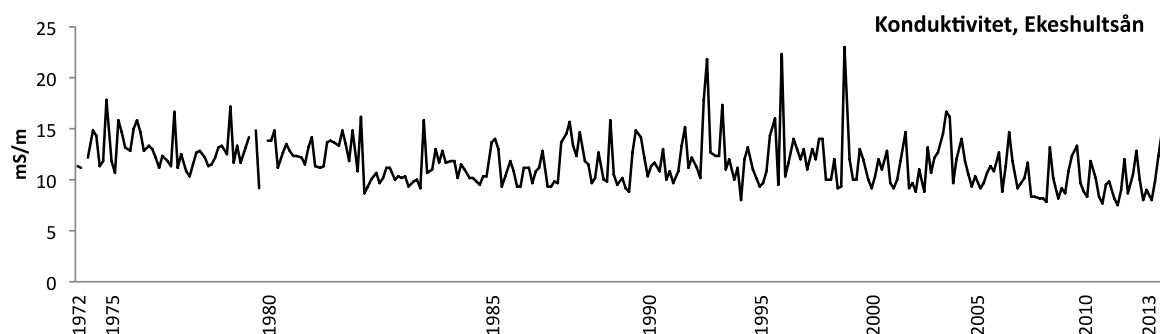
Figur 15. Alkalinitet i september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strönhultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edre ström).

Konduktivitet

Konduktivitet, eller ledningsförmåga, är ett mått på vattnets innehåll av joner (lösta salter), vilka påverkar vattnets elektriska ledningsförmåga. De joner som har störst betydelse för ledningsförmågan är kalcium, magnesium, natrium, kalium, vätekarbonat, sulfat och klorid. Hög konduktivitet i ett vatten, dvs mycket lösta joner i vattnet, tyder i allmänhet på lättvittrade jordar i omgivningen eller annan typ av påverkan från omgivningen. Periodvis förhöjning av konduktiviteten i sjöars djupare delar kan tyda på läckage av joner från sedimenten, vanligen som ett resultat av syrgasbrist. Normalvärdet för svenska insjöar är 2-20 mS/m (Bydén, Larsson & Olsson).

Tidigare analysvärden

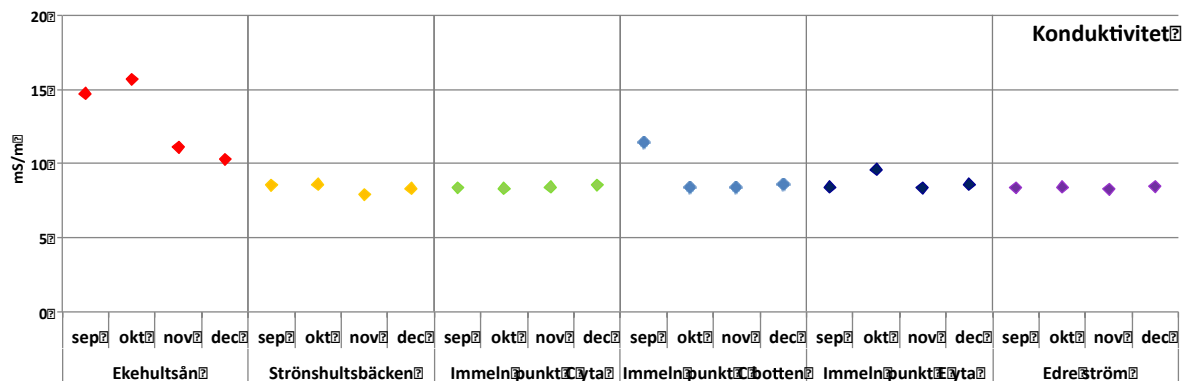
Från 1972 fram till 2013 har konduktiviteten långsamt sjunkit i Ekeshultsån (figur 16). Även värdena i Immeln och utloppet visar på samma trend.



Figur 16. Konduktivitet i Ekeshultsån mellan 1972 och 2013.

Analysvärden under projektet

Ekeshultsåns vatten har betydligt högre konduktivitet jämfört med övriga provpunkter. Vid provtagningen i september var konduktiviteten något högre i punkt C, botten (figur 17). Vid detta tillfälle var sjön temperaturskiktad med syrgasfria förhållanden vid botten. Detta leder till mer lösta joner, vilket påverkar konduktiviteten.



Figur 17. Konduktivitet i september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultså och Strönhultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edre ström).

Baskatjoner och anjoner

De viktigaste jonerna i sötvatten är baskatjonerna kalcium, magnesium, natrium och kalium samt anjonerna sulfat och klorid. Tillsammans med vätebikarbonatjoner bidrar dessa joner mest till konduktiviteten, den elektriska ledningsförmågan.

Överlag är värdena i Ekeshultså högre än värdena från övriga provtagningspunkter. Dock är koncentrationen av kalcium i punkt C botten högre. Det högsta uppmätta värdet på botten var 8,9 i september (tabell 3). De något högre värdena avspeglar sig också i de något högre värden för alkalinitet och konduktivitet i september (figur 15 och 17).

Tabell 3. Medelvärden från de månadsvisa provtagningarna för klorid, sulfat kalcium, kalium, magnesium och natrium inom projektet. Värdena i Ekeshultså baseras enbart på två provtagningstillfällen (september och november). Kalium har dock analyserats fyra gånger.

Ämne (Enhet)	Klorid	Sulfat	Kalcium	Kalium	Magnesium	Natrium
Provpunkt	mekv/l	mekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Ekeshultså	0,45	0,26	8,4	2,5	2,0	12,0
Strönhultså	0,29	0,17	6,1	1,6	1,6	6,9
Immeln, provpunkt C, yta	0,30	0,19	5,9	1,4	1,5	7,0
Immeln, provpunkt C, botten	0,29	0,18	6,6	1,4	1,6	6,9
Immeln, provpunkt E	0,30	0,19	6,0	1,5	1,5	7,1
Edre Ström, utlopp	0,29	0,19	5,9	1,4	1,5	6,9

Näringsämnen

Kväve och fosfor är mycket viktiga näringsämnen för växter. Om växter skall kunna använda näringsämnena i sin fotosyntes måste de finnas tillgängliga i rätt kemisk form. De fraktioner av näringsämnena som är tillgängliga för planktiska alger och vattenväxter är nitrat, ammonium och

fosfat.

Ammoniumkväve

Ammoniumkväve är den oorganiska fraktion av kväve som bildas vid nedbrytning av organiska kväveföreningar.

Ammoniumkväve är en löst form av kväve som oftast bildas vid nedbrytning och sällan förekommer i högre halter annat än vid syrefattiga tillstånd.

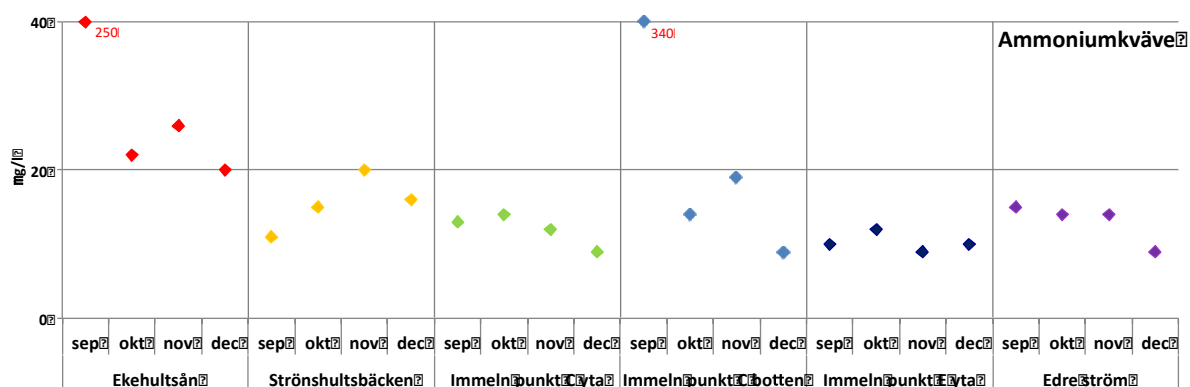
Ammonium ($\mu\text{g/l}$)	Bedömning
< 50	Mycket låga halter
50 – 100	Låga halter
100 -500	Måttligt höga halter
500 – 1500	Höga halter
> 1500	Mycket höga halter

Tidigare analysvärden

I Ekeshultsån startade analyserna av ammoniumkväve först 2012 och halterna visar på stor variation (mellan < 10 och 250 $\mu\text{g/l}$). Halterna bedöms dock aldrig mer än som måttligt höga. I Immeln analyserades ammoniumkväve mellan 1977 och 1986 och sedan från 2012 och framåt. Några enstaka toppar förekommer (1979 på 140 $\mu\text{g/l}$ och 1984 på 110 $\mu\text{g/l}$) men de flesta halter bedöms som mycket låga eller låga. För utloppet (Edre ström) har inga ammoniumanalyser utförts.

Analysvärden under projektet

Ammoniumhalterna är överlag låga. I Ekeshultsån är värdena högre (framför allt i september) jämfört med övriga provpunkter (figur 18). I punkt C, botten är ammoniumkvävet högt i september (skiktat och syrgasfritt).



Figur 18. Koncentration av ammoniumkväve i september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strönhultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edre ström). Värdena för december, (Edre ström, provpunkt C (yta och botten)) samt provpunkt E i november är < 10-värden.

Summa nitrat- och nitritkväve

Nitratkväve är en viktig närsaltskomponent som direkt kan tas upp av växtplankton och högre växter. Nitrat är lätttrörligt i marken och tillförs sjöar och vattendrag genom s.k. markläckage. Ammonium omvandlas med hjälp av syre till nitrat med nitrit som mellansteg. Nitrit omvandlas snabbt och är oftast inte mätbart i naturliga vatten.

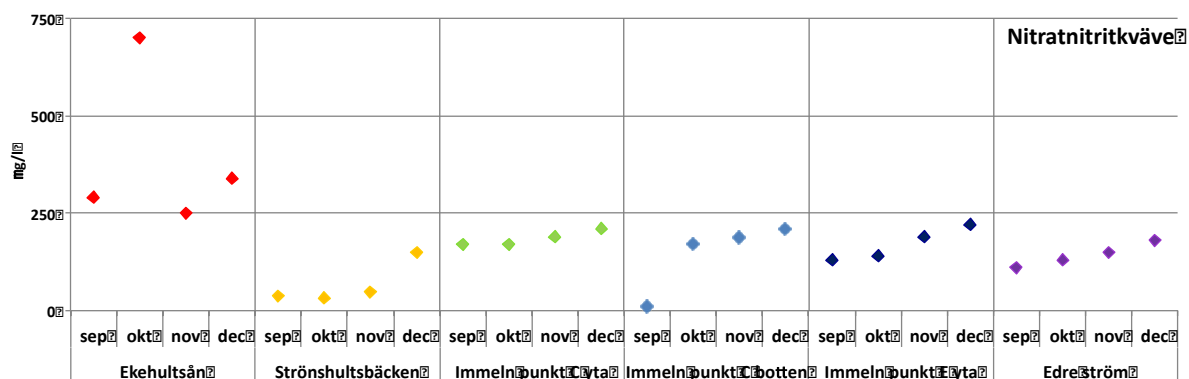
Nitrat (µg/l)	Bedömning
< 2 000	Mycket låga halter
2 000 – 5 000	Låga halter
5 000 -20 000	Måttligt höga halter
20 000 – 50 000	Höga halter
> 50 000	Mycket höga halter

Tidigare analysvärden

Det finns inga sammanhängande tidsserier för nitrat+nitritkväve inom SRK. De värden som finns uppvisar en svag minskning av nitrat+nitritkväve i samtliga stationer.

Analysvärden under projektet

Överlag var halterna av nitrat+nitritkväve mycket låga. Halterna var högre i Ekeshultsån jämfört med halterna i Strönhultsbäcken, som är mycket låga (figur 19). Troligen sker en högre retention i Strönhultsbäckens tillrinningsområde. Halterna stiger på hösten i samtliga punkter, vilket även gäller generellt i hela landet då en högre nitrattransport sker under det nederbördsrika vinterhalvåret. Under syrefria förhållanden omvandlas nitrat till kvävgas, vilket man ser i punkt C, botten, i september.



Figur 19. Koncentration av nitratnitritkväve i september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strönhultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edreström).

Totalkväve

Totalkväve innefattar ammonium, nitrat och organiskt bundet kväve.

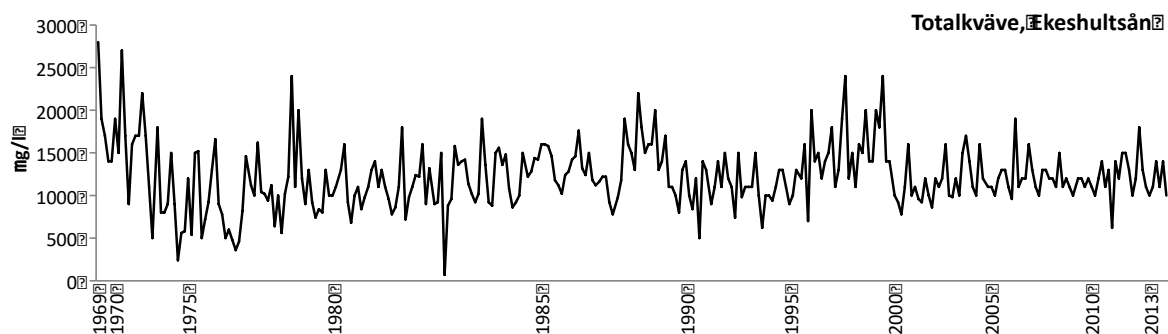
Totalkväve µg/l	Bedömning
< 300	Låga halter
300 – 625	Måttligt höga halter
625 – 1250	Höga halter
1250 – 5000	Mycket höga halter
> 5000	Extremt höga halter

Tidigare analyser

Tidsserier för totalkväve i Ekeshultsån finns från 1969 och visar på en svagt nedåtgående trend (figur 20), men det finns problem med tolkningen av långa tidsserier för totalkväve.

Analysmetoderna har bytts ut vid flera tillfällen, bl a 2001, vilket gör att förändringar i tidsserien inte nödvändigtvis beror på förändringar i den faktiska halten (Wallman et al. 2009).

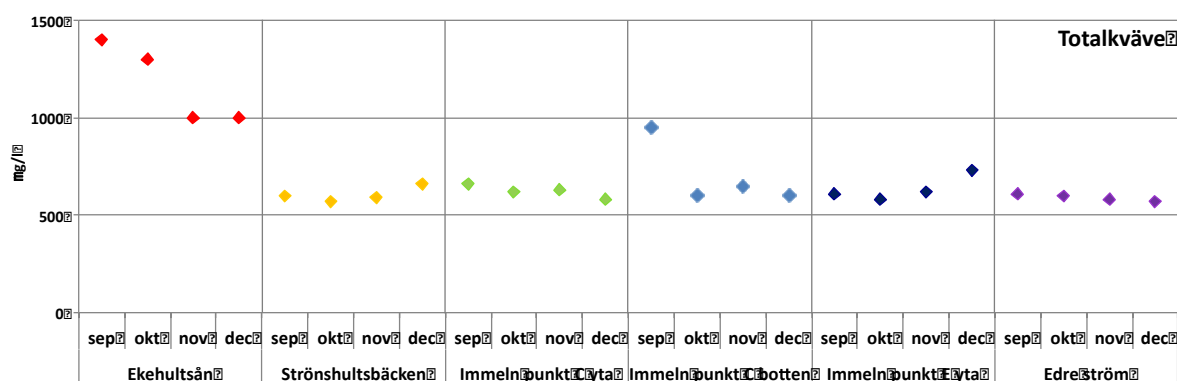
Totalkvävehalterna i Immeln har mätts sedan 1977 och i dessa ser man ingen förändring (förutom vid analysmetodsbyte). I utloppet ser totalkvävehalterna ut som för Ekeshultsån med en nedåtgående trend från 1969-1975.



Figur 20. Totalkvävehalten i Ekeshultsån från 1969 till 2013. Ett extremvärde på 19 900 µg/l från juni 1969 har tagits bort från figuren.

Analysresultat under projektet

Halterna av totalkväve i Ekeshultsån bedöms som höga eller mycket höga medan halterna i Strönhultsbäcken var betydligt lägre. I Immeln och Edre ström var halterna på gränsen mellan måttligt höga och höga halter. Även här utgör provpunkt C, botten, i september (skiktat och syrgasfritt) ett undantag med en halt på 950 µg/l (figur 21).



Figur 21. Koncentration av totalkväve i september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strönhultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edre ström).

Totalfosfor

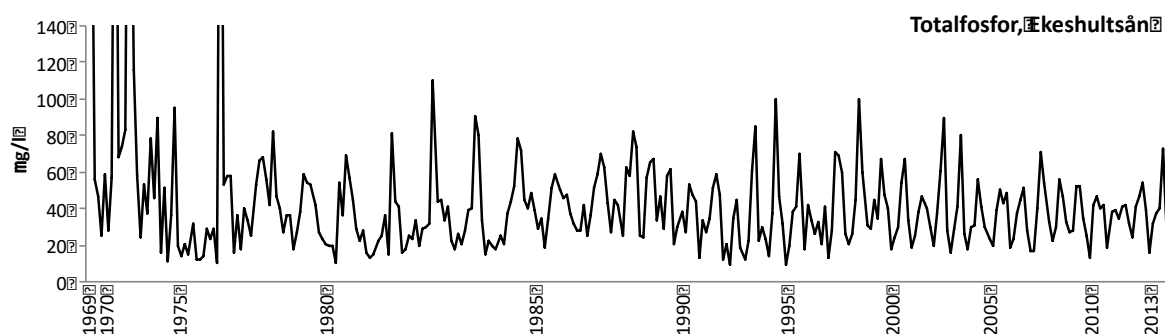
Totalfosfor innefattar lösta fosfatjoner och organiskt bunden fosfor. Fosfat är fosfor i en form som är tillgänglig för växter (alger). Organiskt fosfor är bundet till organiskt material och inte lättillgängligt för alger. I en sjö med aerobt bottenvatten blir utfällning av svårslutligt FePO_4 en barriär mot utlösning av fosfat från det anaeroba sedimentet till vattnet. När bottenvattnet blir anaerobt reduceras Fe^{3+} till Fe^{2+} , som inte faller ut fosfat, och läckaget av växt-

tillgängligt fosfat till vattnet ökar kraftigt.

Totalfosfor $\mu\text{g/l}$	Bedömning
< 12,5	Låga halter
12,5 – 25	Måttligt höga halter
25 – 50	Höga halter
50 – 100	Mycket höga halter
> 100	Extremt höga halter

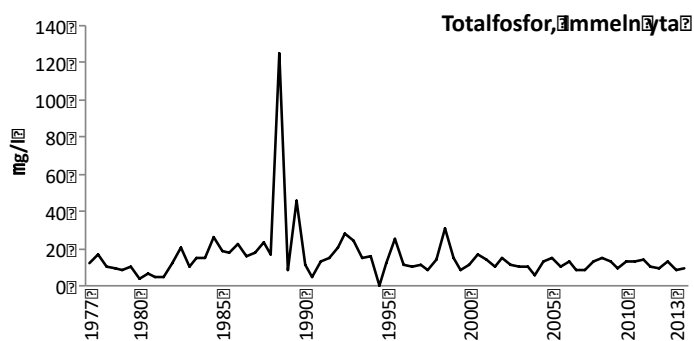
Tidigare analysvärden

Analys av totalfosfor i Ekeshultsån har gjorts sedan 1969. I början av tidsserien och fram till 1977 uppmättes extremt höga halter vid ett flertal tillfällen (figur 22). Topparna med höga halter av totalfosfor förekommer framförallt under sensommaren/hösten. Även vad det gäller analyser av totalfosfor har analysmetoderna ändrats över tiden men analysmetodsbytena har enbart betydelse vid låga halter (Sonesten och Engblom 2001)



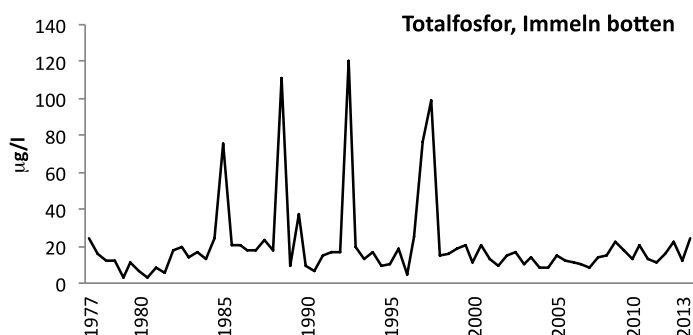
Figur 22. Totalfosforhalten i Ekeshultsån från 1969 till 2013. Extremvärden på 239 - 363 uppmättes under åren 1969 (maj, juni), 1970 (oktober), 1971 (augusti) och 1977 (juli) och är utanför diagrammets område.

Totalfosforhalten i Immelns yta bedöms generellt som måttligt hög med några undantag, bland annat ett extremt högt värde 1988. Någon större förändring i totalfosforhalten sker inte över perioden (figur 23).



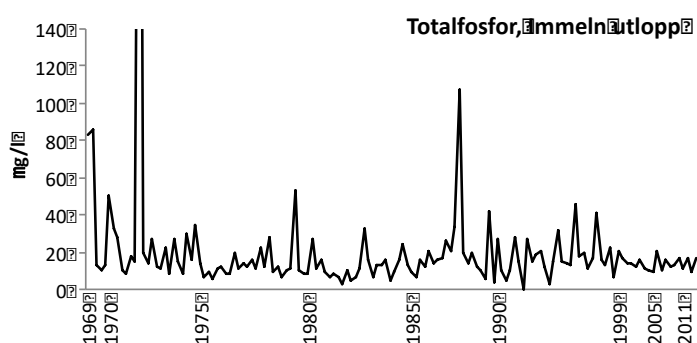
Figur 23. Totalfosforhalten i Immeln, yta, från 1977 till 2013.

Totalfosforhalten vid Immelns botten överensstämmer tämligen väl med halterna vid ytan (figur 24). Tillfällena med extremt höga halter sammanfaller sannolikt med perioder med språngskikt och syrgasfritt närmast botten då fosfat lösts ut.



Figur 24. Totalfosforhalten i Immeln, botten, från 1977 till 2013.

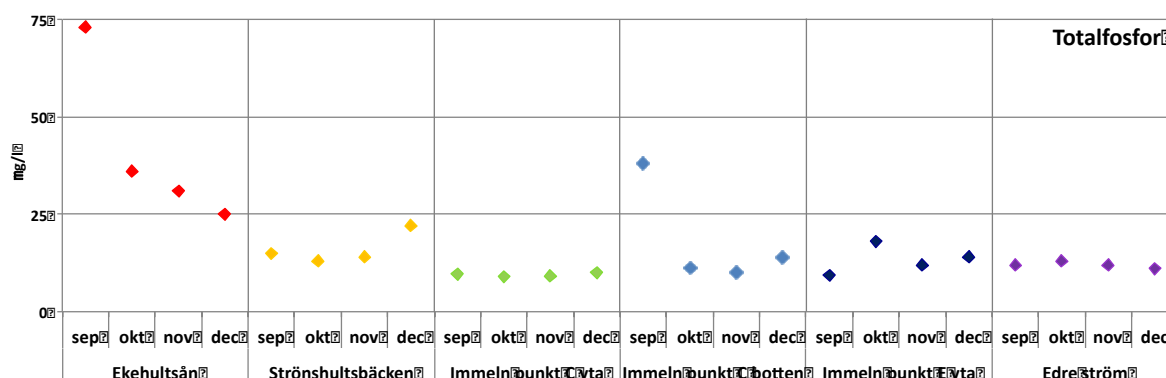
Totalfosforhalten i utloppet (figur 25) är i samma storleksklass som för sjön, men något lägre än värdena i Ekeshultsån.



Figur 25. Totalfosforhalten i Immelns utlopp från 1969 till 2013. Från år 1999 vart tredje år. Ett extremvärde på 456 uppmättes i augusti 1971 och är utanför diagrammets område.

Analysresultat under projektet

Totalfosforhalterna i Ekeshultsån är höga eller mycket höga. Även halterna i Strönhultsbäcken är generellt något högre (måttligt höga) än värdena i Immeln som har låga eller måttligt höga halter med undantag av provpunkt C botten i september (figur 26). Även Edre ström har låga eller måttligt höga halter (figur 26).



Figur 26. Koncentration av totalfosfor i september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strönhultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edre ström).

Fosfat

Tidigare analysvärden

Äldre analysresultat av fosfat är ofta låga och oregelbundet tagna (flera år saknas) och svåra att utvärdera.

Analysresultat under projektet

De uppmätta värdena för fosfat i projektet kan inte anses vara tillförlitliga. Dels utfördes analysen först efter 6 dagar och dels för att de flesta av värdena låg lägre än detektionsgränsen som varit antingen 2 eller 10 µg/l.

Metaller

Metallerna järn, mangan och aluminium är ofta bundna till partiklar eller andra joner och tillförs vattnet i löst form genom t ex vittring av jord eller bundna till humuspartiklar. I syrgasfria och/eller starkt försurade vatten förekommer ofta metallerna som lösta joner. Analyser av metallkoncentrationer som utförts inom projektet är gjorda på ofiltrerat vatten.

Järn

Järn tillförs vatten dels genom upplösning av järnrika mineral och dels bundet till humuspartiklar. Järn kan färga vatten.

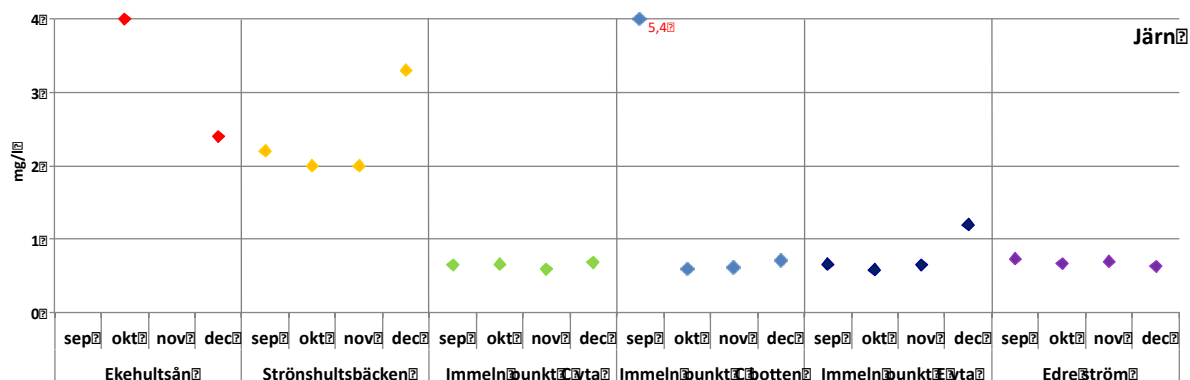
Järn (mg/l)	Bedömning
< 0,1	Mycket låga halter
0,1 - 0,2	Låga halter
0,2 - 0,5	Måttligt höga halter
0,5 - 1	Höga halter
> 1	Mycket höga halter

Tidigare analysvärden

Det finns enstaka tidigare analysvärden av järn i Ekeshultsån (sammanlagt 10 värden från 2002-2012). Halten har varierat mellan 1,2 och 3,7 mg/l. Ett extremvärde på 13 mg/l uppmättes i augusti 2002.

Analysresultat under projektet

Halterna av järn är mycket höga i Ekeshultsån och Strömhultsbäcken och måttligt höga till höga i Immeln och utloppet (figur 27). Järnet som kommer i inflödena är troligtvis bundet till partiklar och är inte biotillgängligt för alger och högre växter, men möjligtvis för bakterier. En hög koncentration av järn uppmättes i september i punkt C botten (skiktat och syrgasfritt).



Figur 27. Koncentration av järn september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strömhultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edre ström).

Mangan

Mangan tillförs vatten på liknande sätt som järn, men normalt i mycket lägre halter. Mangan färgar vatten kraftigt.

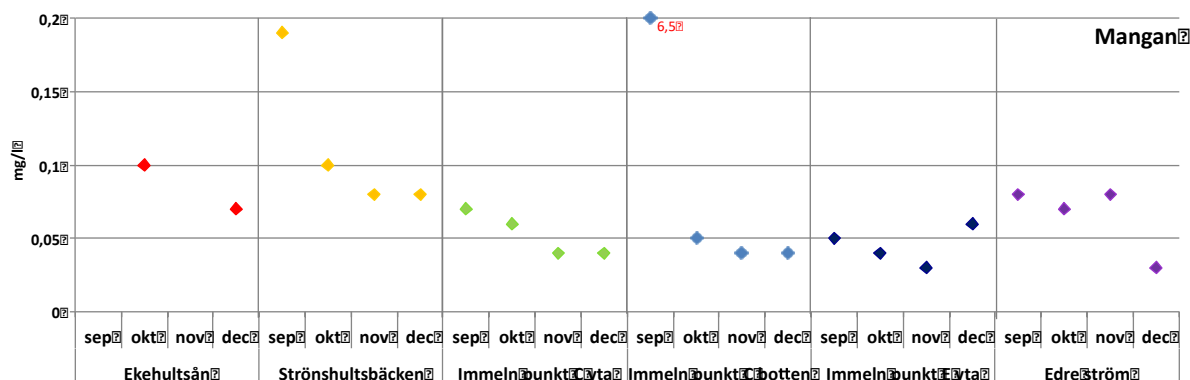
Mangan (mg/l)	Bedömning
< 0,05	Mycket låga halter
0,05 - 0,1	Låga halter
0,1 - 0,3	Måttligt höga halter
0,3 - 4	Höga halter
> 0,4	Mycket höga halter

Tidigare analysvärden

Det finns enstaka tidigare analysvärden av mangan i Ekeshultsån (sammanlagt 10 värden från 2002-2012). Halten har varierat mellan 0,02 och 0,4 mg/l.

Analysresultat under projektet

Halterna av mangan är låga i Ekeshultsån och måttligt höga i september i Strönshultsbäcken, övriga uppmätta värden är mycket låga till låga. Ett extremt högt värde av mangan uppmättes i september i punkt C botten (skiktat och syrgasfritt) (figur 28).



Figur 28. Koncentration av mangan september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strönshultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edre ström).

Aluminium

Aluminium tillförs vatten oftast bundet till humus. Lösligheten ökar med sjunkande pH (hög löslighet vid pH 4).

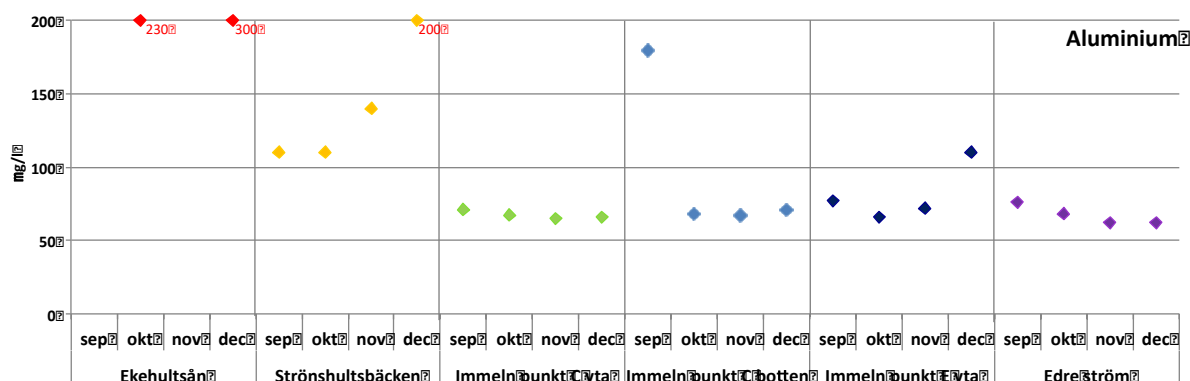
Aluminium (µg/l)	Bedömning
< 10	Mycket låga halter
10 - 50	Låga halter
50 - 100	Måttligt höga halter
100 – 500	Höga halter
> 500	Mycket höga halter

Tidigare analysvärden

Det finns enstaka tidigare analysvärden av aluminium i Ekeshultsån (sammanlagt 11 värden från 2002-2013). Halten har varierat mellan 220 och 470 µg/l.

Analysresultat under projektet

Halterna av aluminium är höga i tillflödena och måttligt höga i sjön (figur 29).



Figur 29. Koncentration av aluminium i september till december 2013 i tillflödena till Immeln, (Ekeshultsån och Strönshultsbäcken), i Immeln (provpunkt C, yta och botten och provpunkt E) samt Immelns utlopp (Edre ström).

Klorofyll a

Tidigare analysvärden

Klorofyll har tidigare analyserats i Immeln från 1979 till 2013. Proverna är tagna i april och augusti. Dock är resultaten från vissa år <-värden, men de uppmätta halterna från övriga år ligger inom samma storleksordning som halterna som är uppmätta i detta projekt.

Analysresultat under projektet

Klorofyll a-halten i provpunkt C varierade mellan 1,7 och 3,6 ug/l, där de högsta halterna uppmättes i september/oktober och det lägsta i december. Samtliga värden bedöms som låga eller mycket låga. I provpunkt E var värdena likvärdiga, mellan 2,6 och 2,8 ug/l, i september, november och december. I oktober uppmättes ett värde på 32 ug/l men den höga halten kan inte förklaras av växtplanktonbiomassan, som var mycket låg vid tillfället.

Växtplankton

De cyanobakterier som förekom i större mängder vid den giftiga massblomningen vintern 2012 var framför allt *Woronichinia naegeliana* och i mindre mängd *Microcystis botrys*. Båda arterna är potentiellt toxinbildande (Naturvårdsverket).

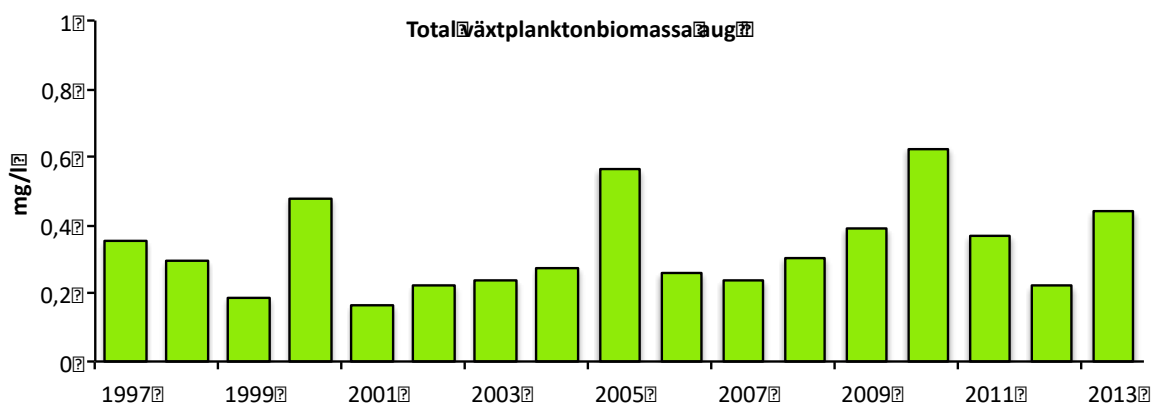
Tidigare analysvärden

Kvalitativa växtplanktonanalyser i augusti 1977 till 1996

Cyanobakterien *Woronichinia naegeliana* förekommer i växtplanktonanalyserna alla år från 1977 till 1990 men saknas år 1991 till 1996. *Microcystis*-arter förekom enbart år 1977 och 1978.

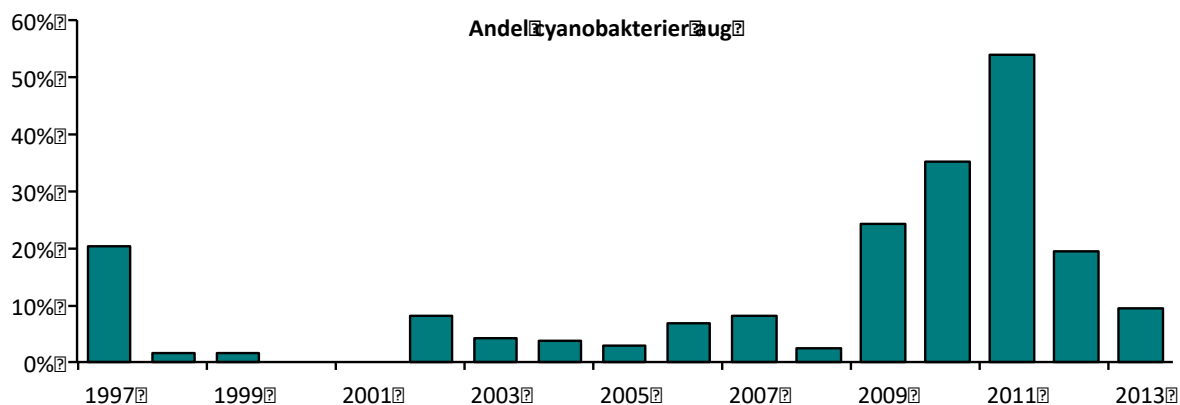
Kvantitativa växtplanktonanalyser i augusti 1997 till 2013

De kvantitativa växtplanktonanalyserna i Immeln startade år 1997. Låga eller mycket låga biomassor, under 0,6 mg/l, har dominerat under hela perioden (figur 30). Det högsta värdet, 0,6 mg/l, uppmättes år 2010. Med avseende på total växtplanktonbiomassa syns inga stora förändringar som talar för att det skulle skett en ökning av växtplankton i Immeln.



Figur 30. Totala växtplanktonbiomassan i augusti i Immeln, centralpunkt, mellan 1997 och 2013.

Överlag är andelen cyanobakterier låg i Immeln och fram till 2008 har andelen varit mycket liten. Från år 2009 syns en klar ökning av andelen med ett högsta värde på 52 % år 2011. Det två senaste åren har dock andelen sjunkit och 2013 är andelen cyanobakterier i samma storleksordning som före ökningen 2009 (figur 31). Den cyanobakterie som förekommit i högst biomassa under perioden är *Woronichinia naegeliana*.

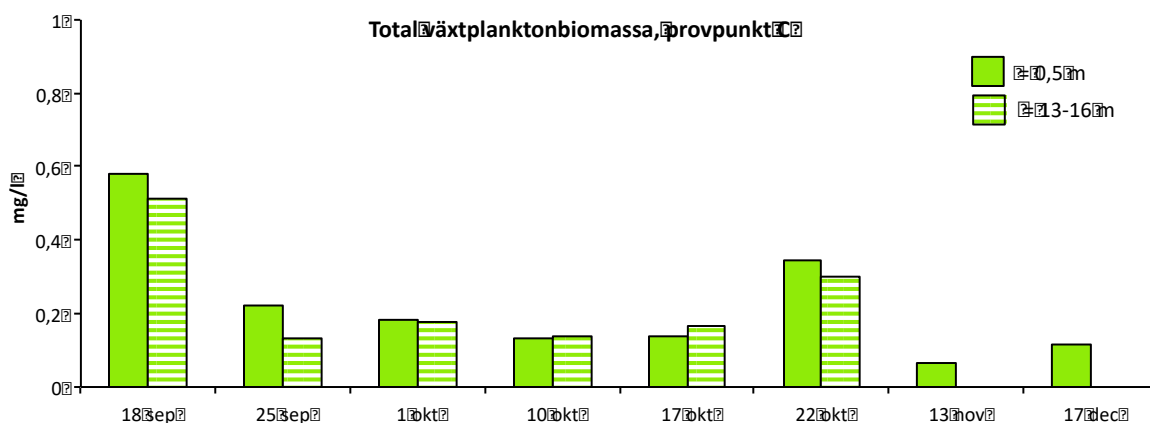


Figur 31. Andel cyanobakterier av den totala växtplanktonbiomassan i augusti i Immeln, centralpunkt, mellan 1997 och 2013.

Analysresultat under projektet

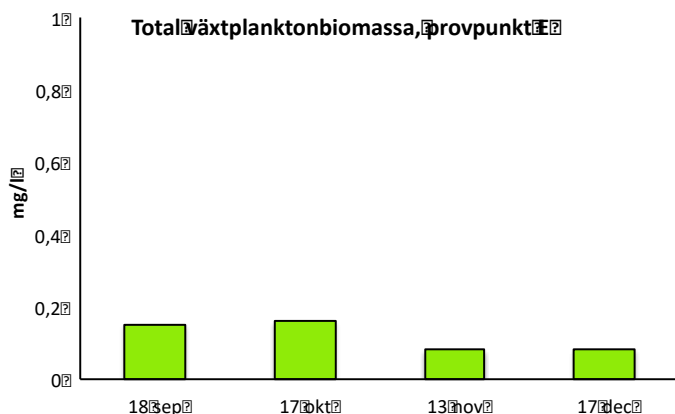
Den totala växtplanktonbiomassan under projektet

Under hösten 2013 togs växtplanktonprov varje vecka från mitten av september till mitten av december. De analyserade proverna visar på en låg växtplanktonbiomassa vid alla analystillfällena (figur 32). De högsta värdena uppmättes 18 september och vid de fyra efterföljande analystillfällena var biomassan lägre. I mitten av oktober ökade biomassan något för att sedan vara mycket liten i november och december. Biomassan är likartad vid ytan och ovanför den syrgasfria vattenkolumnen, vilket kan bero på omröring av vattenkolumnen. Det finns inga tecken på att biomassan genomgår några förändringar under hösten/vintern.



Figur 32. Total växtplanktonbiomassa i provpunkt C, vid 0,5 m (ytan) och 13 – 16 m (precis ovanför det syrefria bottenvattnet) hösten/vintern 2013. I november och december togs planktonprov enbart vid ytan.

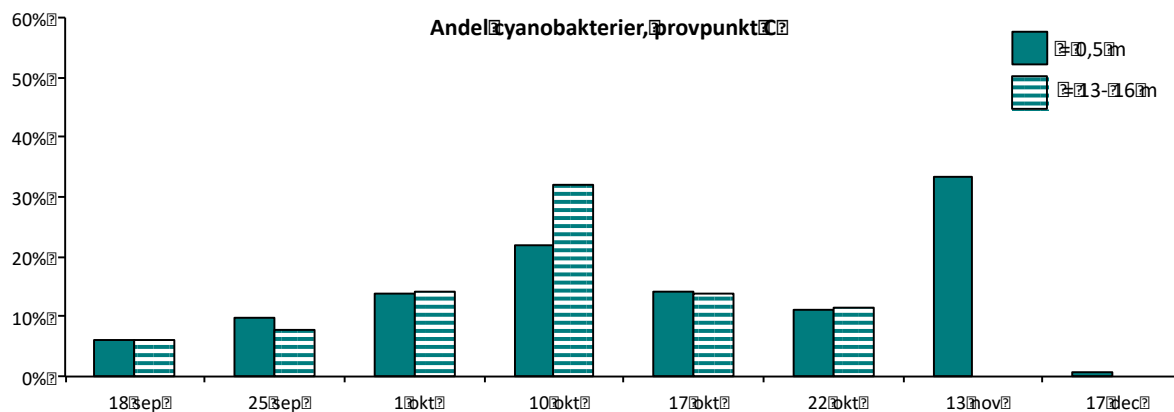
I provpunkt E var den totala växtplanktonbiomassan mycket liten samtliga månader (figur 33), betydligt lägre än biomassan i provpunkt C i september (figur 32).



Figur 33. Total växtplanktonbiomassa i provpunkt E hösten/vintern 2013

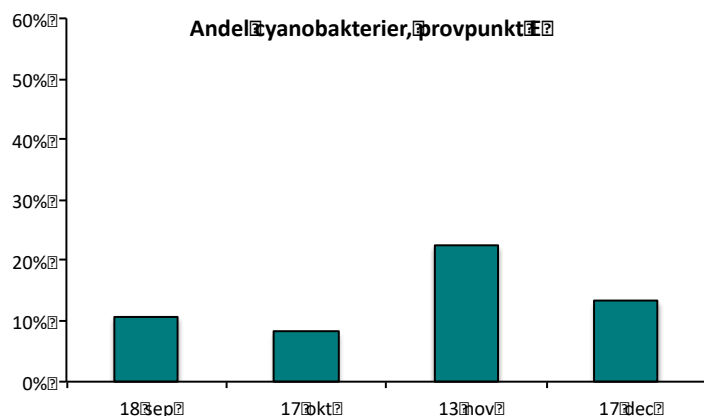
Andelen cyanobakterier av den totala växtplanktonbiomassan under hösten/vintern 2013

Andelen cyanobakterier av den totala växtplanktonbiomassan är mycket låg vid första analystillfället men ökar sedan fram till den 10 oktober. Resterande värden i oktober är i samma storleksklass som 1 oktober. Andelen cyanobakterier når sitt högsta värde (33 %) i november (figur 34). Den cyanobakterie som utgör störst del av biomassan är *Woronichinia naegelian*. Bland övriga cyanobakterier finns olika arter av *Microcystis* och *Dolichospermum*. Den 10 oktober är andelen cyanobakterier högre ovanför botten än vid ytan. Kiselalger är den växtplanktongrupp som utgör störst del av biomassan vid samtliga datum.



Figur 34. Andel cyanobakterier av den total växtplanktonbiomassa i provpunkt C, vid 0,5 m (ytan) och 13 – 16 m (precis ovanför det syrefria bottenvattnet) hösten/vintern 2013

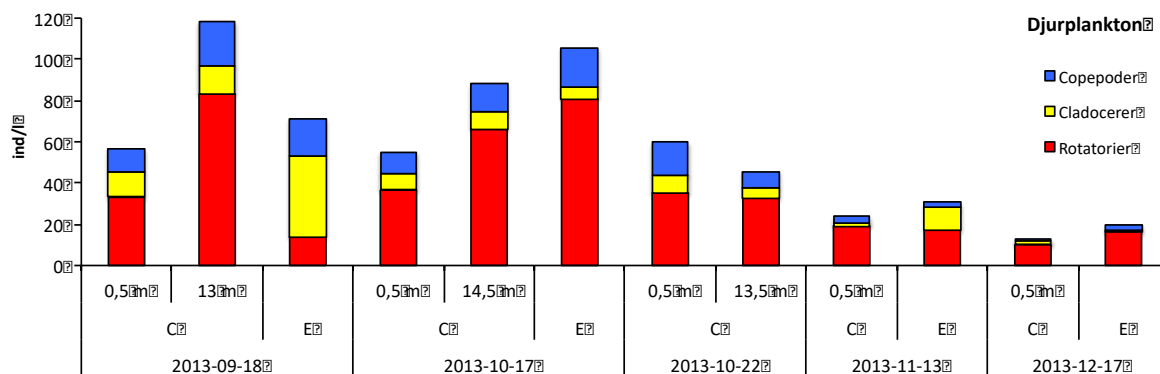
I provpunkt E är andelen cyanobakterier störst i november, 22 %, vilket överensstämmer med resultaten i provpunkt C (figur 35). I december är värdet högre än motsvarande värde i provpunkt C.



Figur 35. Andel cyanobakterier av den total växtplanktonbiomassa i provpunkt E hösten/vintern 2013

Djurplankton

Under provtagningsperioden visar djurplanktonsamhället en naturlig nergång i individantal med sjunkande temperaturer. Rotatorier, hjuldjur, förekommer med flest individer vid flertalet datum och i de flesta provpunkter (figur 36). De vanligaste släktena är *Keratella* och *Polyarthra*. Vilka arter av cladocerer, hinnkräftar, som dominerar beror på provtagningspunkt och djup. I provpunkt E förekommer små arter av cladocerer, framförallt *Ceriodaphnia* och *Bosmina* medan den storvuxna *Diaphanosoma* dominerar i bottenvattnet i provpunkt C. Även copepoder uppehåller sig i större utsträckning i djupa vatten. Olikteterna beror sannolik på predationstrycket från fisk. De stora arterna är mer utsatta för predation och migrerar till djupare vatten under de ljusa timmarna medan små arter stannar i ytvattnet.



Figur 36. Antalet djurplankton fördelat på rotatorier (hjuldjur), cladocerer (hinnkräftar) och copepoder (hoppkräftar) i provpunkt C och E hösten/vintern 2013.

Mikrocystiner, cylindrospermopsiner och anatoxiner

Vid samtliga provtagningsstillfällen var halterna av cyanotoxiner lägre än 0,5 µg/l. Vid ett provtagningsstillfälle den 10 oktober 2013 kunde en desmetylerad variant av mikrocystin-RR påvisas i provtagningspunkt C på 17,5 m djup. Halten uppskattades till 0,3 µg/l, vilket är utanför analysmetodens mätområde för sjövattnet. Provtagningsstillfället sammanfaller dock med att en något högre andel cyanobakterier kunde uppmätas i biomassan vid 13-15 m djup (se Figur 34).

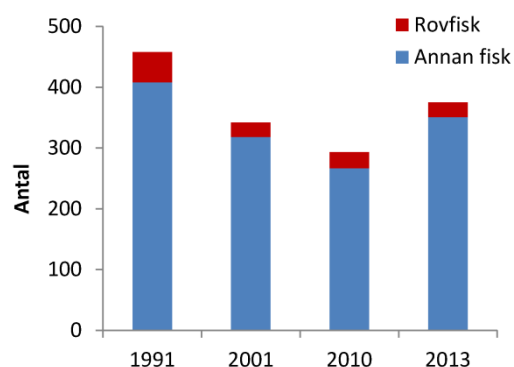
Tabell 4. Halter av cyanotoxiner i Immeln.

Provtagnings- datum	Halt cyanotoxiner (µg/l) PUNKT C YTA (0,5 m)	Halt cyanotoxiner (µg/l) PUNKT C UNDER SPRÅNGSKIKT	Halt cyanotoxiner (µg/l) PUNKT E YTA (0,5 m)
130918	< 0,5	13 m < 0,5 16 m < 0,5	< 0,5
130925	< 0,5	15 m < 0,5 16,5 m < 0,5	
131001	< 0,5	16 m < 0,5 17,5 m < 0,5	
131010	< 0,5	15,5 m < 0,5 17,5 m < 0,5 ¹	
131017	< 0,5	14,5 m < 0,5 16,5 m < 0,5	< 0,5
131022	< 0,5	13,5 m < 0,5 17,5 m < 0,5	
131031	< 0,5	17 m < 0,5	< 0,5
131106	< 0,5	16 m < 0,5	< 0,5
131113	< 0,5	16,5 m < 0,5	< 0,5
131119	< 0,5	16 m < 0,5	
131129	< 0,5	16 m < 0,5	
131204	< 0,5	16,5 m < 0,5	
131210	< 0,5	15,5 m < 0,5	
131217	< 0,5	16,5 m < 0,5	< 0,5

¹ I provet i punkt C vid djup 17,5 kunde desmetylerad mikrocystin-RR identifieras och halten uppskattas till ca 0,3 µg/l den 10 oktober 2013. Detta är dock utanför metodens mätområde för sjövattnen.

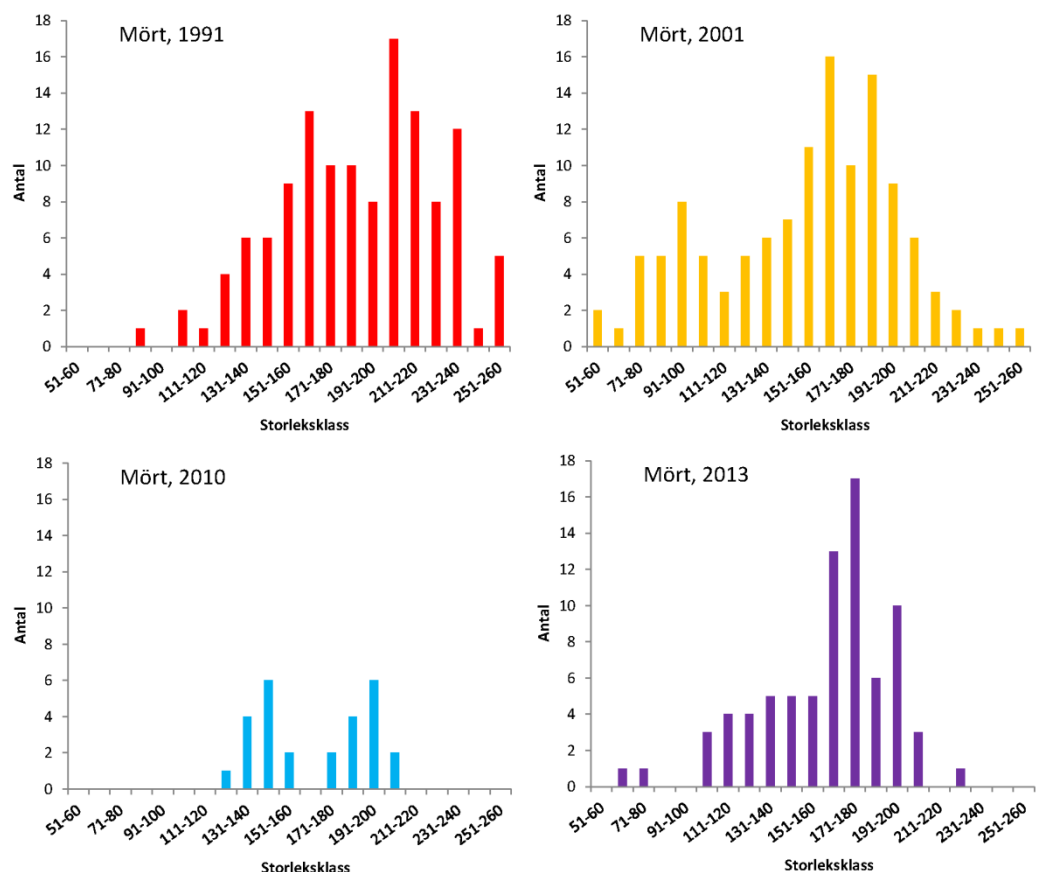
Nätprovfiske

Standardiserade provfisken har utförts i Immeln 1991, 2001 och 2010, medan provfisket inom projektet enbart fiskade med 9 nät på 0-3 m djup. I provfiskena kan man inte se någon förändring i fisksamhället. Möjligtvis var det under 1991 en större andel rovfisk (figur 37). Vi kunde inte, med de data som vi fått tillgång till, beräkna biomassa utan fick räkna på antal fisk i stället.



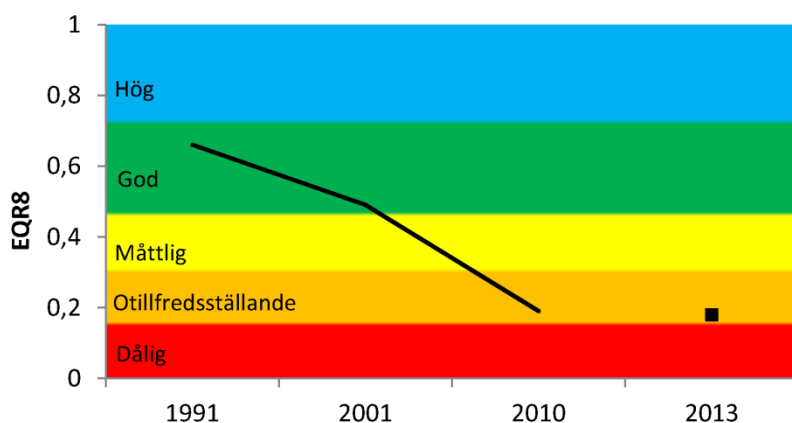
Figur 37. Antal rovfisk och annan fisk vid provfiske i Immeln år 1991, 2001, 2010 och 2013.

Vid provfisket 2010 fångades väldigt lite mört. Anmärkningsvärt var att det 2010 inte fanns små mörtar, vilket tyder på dålig reproduktion. Vid fisket 2013 fångades fler mörtar, även små mörtar (figur 38).



Figur 38. Antalet mörtar fördelat på storleksklasser vid provfiske i Immeln 1991, 2001, 2010 och 2013.

Den ekologiska statusen beräknades, baserat på de nio nät som låg på grunda områden 2013. Statusen var, precis som 2010, otillfredsställande, även om resultaten inte är helt jämförbara då inget standardiserat provfiske utfördes 2013 (figur 39).



Figur 39. Den ekologiska statusen vid provfiske i Immeln 1991, 2001, 2010 och 2013.

Diskussion och slutsatser

Immelnprojektet hösten/vintern 2013 syftade till att undersöka om uppkomsten av sena cyanobakterieblomningar kunde kopplas till förändringar i vattenkemiska parametrar, framför allt i samband med höstcirkulationen, vilka sedan kunde användas som en tidig varning för framtida blomningar. Då en liknande massblomning av cyanobakterier som den som uppträdde sent på året i Immeln de senaste 4 åren uteblev 2013 kan en sådan koppling inte göras i den här rapporten.

Fysikaliska och kemiska vattenundersökningar

Enligt syrgasprofilen var Immeln skiktad fram till i slutet av september men vattenkolumnen närmast botten var syrgasfri ända fram till den 28 november. Vid provtagningstillfället i september månad, när det fanns språngskikt, var flertalet kemiska parametrar i provpunkt C, botten, måttligt eller kraftigt förhöjda. Fosfor, ammonium, totalkväve och metaller frigjordes från sedimentet men även alkalinitet, konduktivitet, grumlighet och halten av kalciumjoner ökade vid botten när sjön var skiktad. Värdena var normala i oktober då språngskiktet upplöstes även om vattnet närmast botten fortfarande var syrgasfritt. De förhöjda värdena vid botten i september avspeglades inte i förhöjda värden i ytvattnet vare sig i provpunkt C eller E. Det kan inte uteslutas att bottenprovet i september innehåller sediment och syrgasfritt porvatten, vilket skulle kunna vara orsak till de förhöjda värdena. Syrgasfritt porvatten i hämtaren skulle också kunna vara en förklaring till den höga ammoniumhalten i kombination med den närmast obefintliga halten av nitrat+nitrit.

Det sker en betydande transport av bland annat TOC, näringsämnen och metaller till Immeln från tillflödena, framför allt från Ekeshultsån. De uppmätta värdena i Edre ström är i samma storleksklasser som värdena i Immeln. Överlag syns en tydlig trend för i princip alla kemiska parametrar med fallande värden från Ekeshultsån och Strönhultsbäcken till Immeln och Edre ström.

Växtplankton

Växtplanktonbiomassan visar en typisk säsongsvariation med högst biomassa i september som sedan minskar med lägre temperaturer och mindre ljus. Överlag är biomassan mycket liten både i provpunkt C och E. Även tidigare analysresultat från SRK visar liten eller mycket liten biomassa. Däremot är andelen cyanobakterier mer intressant. Augustis värden från SRK visar på en ökande andel cyanobakterier från 2009 till 2011, vilket är inom samma tidsperiod som de sena cyanobakterieblomningarna uppstod. Dock minskar andelen 2012 och är mycket låg år 2013. Analysvärdena inom projektet visar att andelen cyanobakterier ökar över hösten för att nå ett högsta värde i november. Möjligtvis kan detta vara förklaringen till blomningarna, då cyanobakterier tar över dominansen i växtplanktonsamhället på grund av större temperaturtolerans och ett tillskott av fosfor som när ytan skulle kunna bidra till att de kan växa till. Även om biomassan av cyanobakterier är mycket liten i Immeln så kan ytvattnets cyanobakterier vid gynnsam väderlek driva med vågor och strömmar och ansamlas i vikar. Resultaten från projektet visar dock inga toppar av fosfor i ytvattnet och algbloomingen uteblev 2013. Hösten/vintern 2013 var dessutom blåsigt med ett par ordentliga stormar, vilket kan ha haft betydelse för den uteblivna blomningen.

Djurplankton

Analyserna av djurplanktonen visar en säsongstypisk nedgång i antalet individer mellan september och december då temperaturen sjunker och solljuset avtar.

Mikrocystiner, cylindrospermopsiner och anatoxiner

Då en massblomning av cyanobakterier uteblev år 2013 uppmättes inte heller halter av cyanotoxiner över 0,5 µg/L. Vid ett tillfälle kunde en halt på 0,3 µg/L desmetylerad mikrocystin-RR uppskattas. I relation till påverkan på människa bör man då ha i åtanke att Livsmedelsverkets rekommenderade åtgärdsgräns för mikrocystiner i dricksvatten är 1 µg/L (Livsmedelsverket, 2018).

Nätprovfiske

Efter en negativ trend i fisksamhället mellan 1999 och 2010 visade 2013 års provfiske på försiktigt stigande värden. Bland annat fångades små mörtar, vilket inte var fallet 2010, vilket tyder på att det återigen sker en föryngring av mört i Immeln.

Slutsatser

Det sker en betydande transport av TOC, näringsämnen och metaller från Immelns tillflöden, framför allt från Ekeshultsån. Det sker också en frisläppning av näringsämnen och metaller från sedimentet när sjön är skiktad och vattnet närmast botten syrgasfritt. Immeln har således både extern och intern näringsbelastning. Vi tolkar det som att det är den externa belastningen som styr ekosystemets funktion och att den interna belastningen är av försumbar betydelse då det inte noterats några ökningsare vare sig när det gäller näringsämnen, andra joner eller biomassa i samband med att sjön börjar cirkulera.

2013 års cyanobakterieblomning uteblev, av vilka orsaker kan vi bara spekulera om. En förklaring skulle kunna vara att Immeln mycket försiktigt håller på att återhämta sig från en tidigare högre belastning av näringsämnen, vilket baserats på att andelen cyanobakterier av den totala biomassan faktiskt har sjunkit markant de två senaste åren, samt att fisksamhället visar på en försiktig återhämtning. En annan förklaring kan vara den stormiga hösten som inte innebar optimala tillväxtförhållanden för cyanobakterier. Det kan också vara fleråriga trender i väderlek, främst kombinationen temperatur och nederbörd, som resulterar i att cyanobakterierna bara blommar vissa år. Man kan inte bortse från att pågående klimatförändringar kan leda till ökad risk för blomningar av cyanobakterier.

Eftersom det inte blev någon blomning under 2013 kan vi inte styrka någon av hypoteserna som lades fram innan projektet sattes igång. Men om man ser till insamlad data, både inom projektet och historiskt, kan man varken se att intern eller extern belastning skulle leda till ökad algproduktion.

En möjlig uppföljning till projektet är att provta totalfosfor, nitrat+nitritkväve, ammonium och växtplankton i ytvattnet veckovis under kommande höstar. Proverna kan frysas/fixeras och analyseras om en blomning av cyanobakterier uppstår i framtiden och resultaten kan jämföras med resultaten som är sammanställda i denna rapport.

Referenser

- Bydén, S., Larsson, A.-M. & Olsson, M. 2003. Mäta vatten. Undersökningar av sött och salt vatten. Tredje upplagan. Institutionen för miljövetenskap och kulturvård. Göteborgs universitet.
- Livsmedelsverket. 2018. Handbok Dricksvattenrisker – Cyanotoxiner i dricksvatten. ISSN 1104-7089.
- Länsstyrelsen Skåne. 2014. Var kalkar man i Skåne och vilka resultat nås? – websida http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/kalkning/%C3%A5tg%C3%A4rdsomr%C3%A5den%20kalkning/2_Immeln_%C3%85O.pdf
- Naturvårdsverket. 1999. Bedömningsgrunder för miljökvalitet – Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.
- Naturvårdsverket. 2003.Handledning för miljöövervakning programområde: sötvatten, undersökningstyp: djurplankton i sjöar. Version 1:1, 2003-05-27
- Naturvårdsverket. 2010a. Handledning för miljöövervakning programområde: sötvatten, undersökningstyp: växtplankton i sjöar. Version 1:3, 2010-02-18
- Naturvårdsverket. 2010b. Handbok för kalkning av sjöar och vattendrag. Handbok 2010:2, Utgåva 1, mars 2010.
- Pekar, H. et. al. 2016. Fast, rugged and sensitive ultra high pressure liquid chromatography tandem mass spectrometry method for analysis of cyanotoxins in raw water and drinking water-First findings of anatoxins, cylindrospermopsins and microcystin variants in Swedish source waters and infiltration ponds. J. of Chrom. A., Vol. 1429, s. 265-276.
- Persson, H. 2006. Långsiktiga trender av vattenfärg och organiskt material I Skräbeåns vattenavrinningsystem 1966-2005. Examensarbete i vattenvård 20 p Ht 2006, Lunds Universitet.
- Pirzadeh, P. och Collvin, L. 2008. Blir vattnet i skånska sjöar och vattendrag allt brunare. Rapport 2008:11. Länsstyrelsen i Skåne län.
- SMHI 2014. Nerladdade nederbördsdata Immeln 1977-2013. <http://luftweb.smhi.se/>
- Sonesten, L och Engblom, S. 2001. Totalfosforanalyser vid Institutionen för miljöanalys 1965 – 2000. Institutionen för miljöanalys. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala, maj
- Sveriges geologiska undersökning. 2013. Bedömningsgrunder för grundvatten. SGU-rapport 2013:01.
- Totalkväveanalyser vid Institutionen för vatten och miljö En genomgång av olika analysmetoder och deras betydelse för tidsserierna.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. - Mitt. int. Verein. Limnol. 9:1-39.