



Photo: Uni. Aarhus



Photo: NIBIO

Övervakning av vattenkvalitet med sensorer

Ett faktablad baserat på erfarenheter från Nordeuropa

Förändringar kopplade till markanvändning och klimat påverkar våra vattenresurser på många olika sätt, och kan resultera i övergödning, ökade partikeltransporter och andra föroreningar (t.ex. tungmetaller, organiska föroreningar och andra farliga ämnen). Därför blir det mer och mer relevant att övervaka förändringar av vattenkvaliteten, oavsett om den orsakats av mänsklig påverkan eller från de motåtgärder vi sätter in.

Vattenkvaliteten, speciellt i vattendrag, visar ofta snabba förändringar över tid, vilket innebär att vi missar information i luckan mellan provtagningar som sker månadsvis, varannan vecka eller till och med varje vecka. Här kan användning av sensorer vara en lösning, med hjälp av dem kan övervaka ett par parametrar med hög frekvens och får då tillgång till data i realtid till ett relativt lågt pris. I detta policy brief, som är riktat till vattenförvaltare, ger vi en kort överblick av fördelar och utmaningar med sensorövervakning.

Vattenövervakning för att bedöma status och trender i vattenkvalitet blir allt viktigare i takt med att mänskliga aktiviteter påverkar våra vattenresurser. Försämring av vattenkvaliteten påverkar vårt samhälle negativt eftersom vi är beroende av rent vatten för dricksvattenproduktion, bevattning, industriell bearbetning, rekreation och sist men inte minst för att upprätthålla sunda ekosystem.

Sensorer som övervakar vattenkvalitet placeras i ett vattendrag, en sjö, grundvattenbrunn eller i kustvatten och övervakar en uppsättning parametrar med hög frekvens och i realtid.

Detta policy brief riktar sig till vattenförvaltare som arbetar med vattenkvalitet på lokal, regional och nationell nivå.

Vi har samlat erfarenheter från sensoranvändning från forskare och vattenförvaltare i nordeuropeiska länder. Vi har frågat intressenter på olika nivåer om deras syn på sensorer och deras användning. Vi har också sammanställt information om hur sensorer kan användas inom forskningen och förvaltningen. Följ vårt arbete med sensorer på **NORDBALT-ECOSAFE:s hemsida**.



NORDBALT-ECOSAFE projektet undersöker för- och nackdelar med sensorövervakning jämfört med traditionell övervakning med vattenprover och laboratorieanalyser, med inriktning på implementeringen av EU:s ramdirektiv för vatten (WFD). NORDBALT-ECOSAFE:s partners kommer från Danmark (lead), Norge, Sverige, Finland, Lettland och Polen.

Sensorer kan övervaka	Kan vara ett substitut för
Turbiditet	Sediment, fosfor
Nitrat	Andra kväveföreningar
Temperatur	
Konduktivitet	
Löst organiskt kol	Totalt organiskt kol
Löst syre	
CO ₂	
Tryck/djup	Vattendjup/vattennivå
pH	
Klorofyll a	
Phycocyanin	
Lösta metaller	Totala metaller

Fördelar med sensorer

Sensorer har många fördelar jämfört med vanlig vattenprovtagning (stickprover), till exempel kan de:

- mäta vattenkvaliteten ofta (t.ex. var 10-30:e minut) till relativt låga kostnader,
- sensorerna ger data i realtid vilket gör att föroreningar kan upptäckas i ett tidigt skede,
- upptäcka perioder med höga koncentrationer som annars inte upptäcks,
- ge information om en hög koncentration i ett enda vattenprov varade under en lång eller kort period,
- ge en mer tillförlitlig bedömning av effekterna av genomförda åtgärder,
- förbättra noggrannheten i belastningsberäkningar,
- ge bättre bedömningsunderlag av föroreningskällor,
- ge tidiga varningar (t.ex. genom larm till en mobiltelefon) om koncentrationer över givna tröskelvärden,
- förbättra vår förståelse för effekterna av klimatförändringar (t.ex. vattentemperatur, turbiditet, näringsinnehåll och övergödningsnivåer).

Speciellt i vattendrag med snabba förändringar av koncentrationer och flöden kan sensorer ge mer exakta data om tillstånd och trender, och kan också förbättra vår förståelse för processer på avrinningsområdesnivå.

Tabellen visar parametrar som sensorer kan övervaka (vänster kolumn) eller fungera som substitut för (höger kolumn). Fler parametrar förväntas i takt med att utvecklingen av sensorer utvecklas. Vissa viktiga parametrar vid implementeringen av EU:s ramdirektiv för vatten (WFD) kan dock inte (åtminstone ännu) övervakas av sensorer, såsom totalt fosfor, totalt kväve, ortofosfat eller totalt organiskt kol. Det finns dock en möjlighet att använda substitut, men det behövs mer forskning om hur exakta dessa är i olika vattentyper.

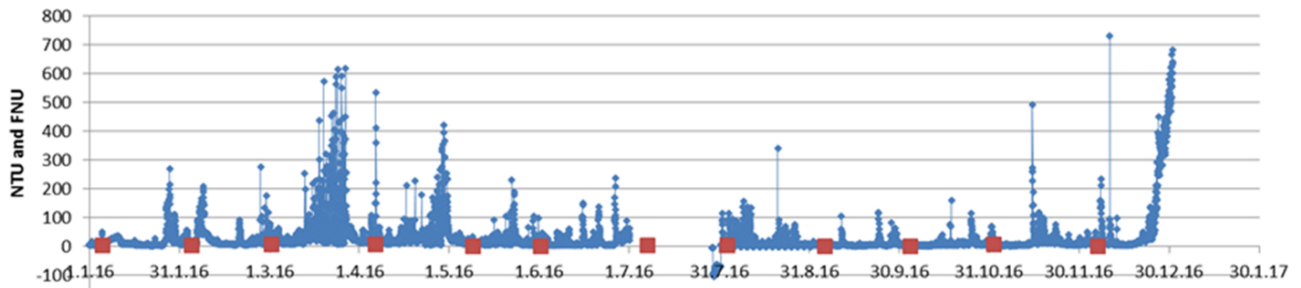
Utmaningar med sensorer

Användning av sensorer har också några utmaningar, till exempel:

- de kan bara övervaka ett begränsat antal parametrar, och därför måste ett substitut ibland övervakas istället för den faktiska parametrar (t.ex. turbiditet istället för totalfosfor)
- vattenprover behöver tas för korrelation och kalibrering, helst med ett stort spann av koncentrationer för att få en bra korrelationskurva,
- kostnader kopplade till underhåll,
- kan misslyckas med att registrera höga koncentrationer över den maximala registrerbara nivån,
- kan vara svåra att använda i vissa vattentyper där korrelationen mellan sensordata och parametrar från vattenprover är dålig,
- kan vara svårt att använda på vintern i nordliga länder på grund av frost och is.

Utöver ovanstående saknas harmonisering av metoderna relaterade till övervakning med sensorer, varför sensordata från olika övervakningsprogram inte lätt kan jämföras. Det bör också nämnas att sensorer ger en stor mängd data som behöver kvalitetskontrolleras och lagras på ett säkert sätt.

Sensordata kan överföras via en telemetrienheter och sedan vidare till en dator för att ge data i realtid. Detta kräver en mobil anslutning och en strömkälla, som kan vara en solcell och batteri, eller om det finns, vanlig elförsörjning. Intressenter kan ges tillgång, och kan sedan själva övervaka vattenkvaliteten i närliggande vattenförekomster.



Grafen ovan visar att turbiditeten mätt med månadsvisa stickprover (röda rutor) kan kraftigt underskatta turbiditetsnivåerna (blå prickar och linjer) i ett vattendrag. Data från vattendraget Alna i Oslo. Källa: Kaste et al.

Sensorer i forskning

Inom forskningsvärlden har sensorerna använts under lång tid, då stora möjligheter finns med den högfrekventa datan för förbättrad förståelse kring processer som mobilisering, transport och fastläggning av föroreningar. Därför har sensordata använts på följande sätt:

- för att förbättra belastningsberäkningar i vattendrag,
- förbättra förståelsen för processer på avrinningsområdesnivå, inklusive erosion, transport och fastläggning,
- hydrologins betydelse för olika processer,
- stödja modelleringsstudier på avrinningsområdesnivå,
- övervaka tröskelvärden i vattendrag

Olika intressenters syn på sensorer

NORDBALT-ECOSAFE intervjuade intressenter i sex nordeuropeiska länder om sensorer. Detta inkluderade chefer på olika nivåer, lantbrukare och vattenförvaltare.

En stor majoritet i alla länder uttryckte att korrekta uppskattningar av näringsämnen är av stor betydelse för genomförandet av EU:s vattendirektiv, och att det skulle vara önskvärt att ha mer frekventa data än vad som kan tillhandahållas av vanliga vattenprover. Nästan alla trodde att tillgång till vattenkvalitet/kvantitetsdata i realtid skulle vara av intresse för människor som bor i avrinningsområden med sensorövervakning.

Bland hindren för att faktiskt använda sensorer rankades investeringskostnaderna och den tid som krävs för att utföra underhåll högst.

Sensorer i nationell miljöövervakning

I Danmark, Finland, Polen och Lettland ingår sensorer ännu inte i nationella miljöövervakningsprogram, även om strategier för att introducera sensorer finns i några av länderna. Som exempel har Finland tagit fram en strategi för sensorer i miljöövervakning, där för närvarande 11 vattendrag ingår. Sverige har kompletterat traditionell provtagning med sensormätningar i vissa flodmynningar sedan 2017, idag finns sensorövervakning på sju platser i landet (Fölster et al., 2019). I Norge testades turbiditetssensorer i tre av vattendragen i det nationella övervakningsprogrammet 2013-2016 och används för närvarande i ytterligare fem (av 20) vattendrag i detta program (Kaste et al., 2022).

Intervjuer med nationella representanter i de sex NORDBALT-ECOSAFE länderna visar att nationella tjänstemän i stor utsträckning är medvetna om både för- och nackdelar med sensorer, men att de gärna skulle ta del av ytterligare information i frågan. Vårt mål är därför att dela med oss av mer erfarenheter och kunskap om övervakning med hjälp av sensorer genom exempelvis vår hemsida.



Jämförelse av sensordata

NORDBALT-ECOSAFE:s arbete med sensorer är på många sätt en uppföljning av ett tidigare samarbete, där forskare från sex nordeuropeiska länder jämförde turbiditetsdata från sensorer med traditionella stickprover (för parametern suspenderat material - TSS). Data samlades in från 31 stationer som täcker 11 olika övervakningsprogram. Detta gav många nya insikter gällande övervakning med hjälp av sensorer:

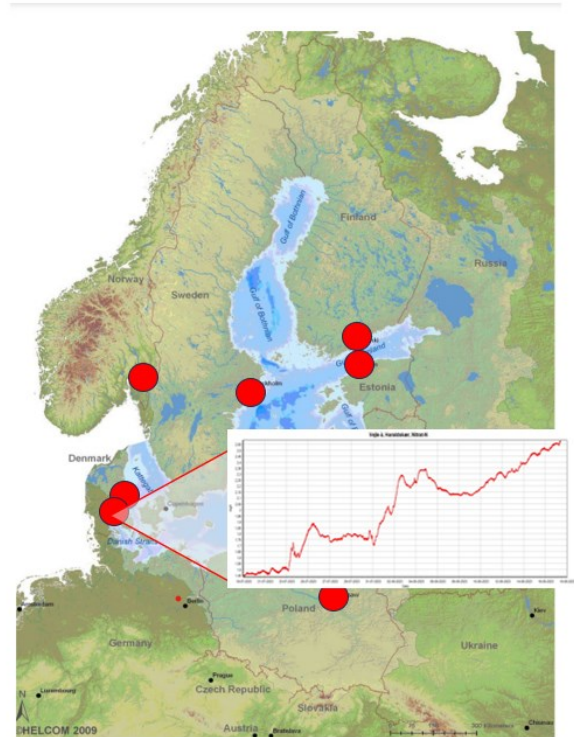
1. Dålig harmonisering av metoder gjorde det svårt att jämföra sensordata från olika program. Problemen sträckte sig från variationer i hur olika sensormärken registrerar turbiditet, till variationer i metoder för den vanliga vattenprovtagningen och laboratorieanalyserna.
2. Den bästa korrelationen mellan turbiditet och TSS konstaterades i jordbruksbäckar som dränerar avrinningsområden med övervägande ler, siltig eller sandig jord.
3. Sämre korrelationer mellan turbiditet och TSS konstaterades i skogs- och torvmarksbäckar och i avrinningsområden med grövre jordarter.
4. Korrelationerna var bäst vid medelvärden kring 30 mg/l och maximal TSS koncentration över 200 mg/l, och medelvärde för turbiditet kring 60 NTU/FNU och med ett max runt 200 NTU/FNU. Det fanns dock stora variationer.

Resultaten stärker rekommendationen att utarbeta en separat kalibreringskurva mellan turbiditet och koncentration av TSS för varje enskilt vattendrag åtminstone så länge metoderna skiljer sig åt, och tills mer kunskap kan erhållas från övervakningsprogram som använder liknande metoder.

Författare: Norge: Eva Skarbøvik; Anastasija Isidorova, Danmark: Brian Kronvang, Sofie van der Veen; Sverige: Emma Lannergård, Jens Fölster; Finland: Ahti Lepistö, Pasi Valkema; Polen: Ignacio Kardell; Lettland: Ainis Lagzdins

Demonstrationsplatser i NORDBALT-ECOSAFE

I var och ett av de sex länderna kommer NORDBALT-ECOSAFE ha en demonstrationsplats där intressenter kan se status på vattenkvaliteten i realtid genom vår hemsida. Denna tjänst kommer att påbörjas februari 2024, men två vattendrag i Danmark finns redan online.



Karta över stationerna där sensordata kommer att visas från de sex olika länderna.

Referenser

- Fölster et al. 2019.** Sensorer för vattenkvalitet i miljöövervakning av vattendrag - Hur användbara är de i praktiken? SLU, Vatten och miljö: Rapport 2019:10.
- Kaste et al. 2022.** The Norwegian river monitoring programme 2021 – water quality status and trends. NIVA Report 7760.
- Skarbøvik et al. 2017.** Riverine Inputs and Direct Discharges to Norwegian Coastal Waters, 2016. Norw. Environ. Agency Rep. M862
- Skarbøvik et al. 2023.** Comparing in situ turbidity sensor measurements as a proxy for suspended sediments in North-Western European streams, CATENA, 225

NORDBALT-ECOSAFE konsortiet kommer att utveckla och demonstrera innovativa metoder och etablera bästa praxis för att förbättra nuvarande förvaltning och styrning på avrinningsområdesnivå genom att nå följande huvudmål: i) sätta ekologiskt säkra näringsämnesgränser i olika typer av vattenförekomster; ii) förbättra övervakningen av näringsämneskoncentrationer genom att jämföra fördelarna med nya högfrekventa onlinesensorer med traditionell övervakning; iii) att upprätta tröskelvärden för näringsämnen som påverkar kolbindning och utsläpp i vattendrag; iv) inrättande av ett harmoniserat modellverktyg för avrinningsområden för exakt uppskattning av näringskällor, vägar och transporter; v) demonstrera nya naturbaserade lösningar (NBS) och begränsningsåtgärder (MMS) för att uppnå de nödvändiga minskningarna av näringsämnesbelastningen; och vi) utveckla avancerade lösningar som stöder regionala styrningsstrukturer för att genomföra de mest lämpliga åtgärderna för att möta de ekologiska näringsgränserna. Ett konceptuellt diagram visar kopplingarna mellan olika delar av projektet och en ma visar vår arbetsplattform som består av sex avrinningsområde och flodövervakningspunkter under HELCOM och OSPAR. <https://projects.au.dk/nordbalt-ecosafe>