



Foto: Uni. Aarhus



Foto: NIBIO

## Overvåking av vannkvalitet med sensor

### Et faktaark basert på erfaringer fra bekker og elver i Nord-Europa

Endringer i arealbruk og klima kan gi tap til vann av næringsstoff, partikler og annen forurensning (f.eks. organisk materiale, tungmetaller eller andre miljøgifter). Det blir derfor stadig viktigere å overvåke responsen i vannkvalitet av både inngrep og avbøtende miljøtiltak i nedbørfeltene. Samtidig vet vi at vannkvaliteten særlig i bekker og elver kan variere kraftig over tid, noe som betyr at vi ikke vet hva som skjer i tidsrommene mellom stikkprøvene. Det er blant annet her at sensorteknologi kan utgjøre en forskjell, siden sensorer kan overvåke hyppig til en relativt lav kostnad. I dette infoarket, som hovedsakelig er myntet på vannforvaltningen, gir vi en oversikt over fordeler og utfordringer ved bruk av sensorer.

Det blir stadig mer viktig å vurdere tilstand og trender i vannkvalitet ettersom både klimaendringer og våre inngrep i naturen påvirker vannforekomstene. Samfunnet er avhengig av rent vann til en rekke ulike formål, herunder drikkevannsforsyning, prosessvann i industrien, vanning av jordbruksareal, rekreasjon, og sist men ikke minst, for å opprettholde velfungerende økosystemer.

En sensor for vannkvalitet kan plasseres i en bekk, elv, innsjø, grunnvannsbrønn eller i kystvann. Den kan overvåke et utvalg parametere så ofte vi ønsker, og sende data tilbake til oss i sanntid. Slik kan vi løpende holde øye med vannkvaliteten til enhver tid, og få beskjed når grenseverdier overskrides.

Dette faktaarket er myntet på vannforvaltere på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå.

Vi har samlet sammen erfaringer om sensorer fra både forskere og forvaltere i Nord-Europa. Vi har intervjuet både forvaltere og ulike brukergrupper om deres syn på sensorteknologien, og vi presenterer hvordan sensorer kan benyttes innen forskning.

I et forsøk på å vurdere om sensordata i sanntid er av interesse for flere brukere, vil vi laste opp data fra et sett med eksempelvasdrag på nettsidene til prosjektet vårt, [NORDBALT-ECOSAFE](#). Dette vil komme på plass tidlig i 2024.

EU-prosjektet Nordbalt-Ecosafe undersøker bl.a. fordeler og ulemper med bruk av sensorteknologi i vannovervåking for vannforskriften, sett i forhold til ordinær overvåking med stikkprøver og laboratorieanalyser. I Norge er NIBIO og NIVA med som partnere, og vi samarbeider med forskningsinstitutt i Danmark, Sverige, Finland, Latvia og Polen. Prosjektet ledes av Universitetet i Aarhus i Danmark.

Sensorer kan overvåke	Kan gi indikasjon på
Turbiditet	Suspendert sediment, partikulært fosfor
Nitrat	Andre N-fraksjoner
Temperatur	
Ledningsevne	
Løst organisk karbon	Totalt organisk karbon
Løst oksygen	
Karbondioksyd	
Vanndyp (trykkcelle)	Vannføring
pH	
Klorofyll-a	
Fykocyanin	Blågrønnalger
Løste metaller	

## Fordeler med sensorer

Sensorer har flere fordeler sammenlignet med vanlige stikkprøver:

- De kan foreta hyppige registreringer (f.eks. hvert 10. minutt) uten at kostnadene av den grunn øker.
- De gir data i sanntid, slik at vi raskt kan oppdage forurensing.
- De kan oppdage høye konsentrasjoner som stikkprøver ikke ville ha registrert, og kan avdekke om én høy konsentrasjon funnet i én enkelt stikkprøve har vært en del av en lengre periode med høye konsentrasjoner, eller bare var en kort enkelthendelse.
- Tilførselsberegninger kan bli bedre siden vi får informasjon om hva som skjer mellom stikkprøvene, og dermed kan også trendanalyser bli bedre.
- De kan hjelpe oss å finne forurensningskilder,
- Vi kan bli varslet når konsentrasjoner overstiger fastsatte grenseverdier (f.eks. på mobiltelefonen).
- De kan bidra til å øke vår forståelse av hvordan klimaendringer påvirker vannforekomstene (f.eks. vanntemperatur, turbiditet og eutrofiering).

Spesielt i vannforekomster med raske endringer i konsentrasjoner, som bekker og elver, kan sensorer gi mer nøyaktige data om tilstand og trender. Data fra sensorer kan også hjelpe oss å forstå prosesser i nedbørfelt bedre.

Tabellen til venstre viser parametere som sensorer kan overvåke (venstre kolonne) eller være et substitutt for (høyre kolonne). Sensorteknologien utvikles og det er sannsynlig at flere parametere vil komme til i årene fremover. Det er dog slik at viktige parametere for å gjennomføre vannforskriften ikke kan måles med sensorer per i dag. Dette gjelder bl.a. totalfosfor, total nitrogen, fosfat eller totalt organisk karbon. For noen av disse kan vi bruke substitutter (se tabellen), men det må forskes mer på hvor godt dette treffer i ulike vanntyper.

## Utfordringer med sensorer

Sensorer har også noen utfordringer:

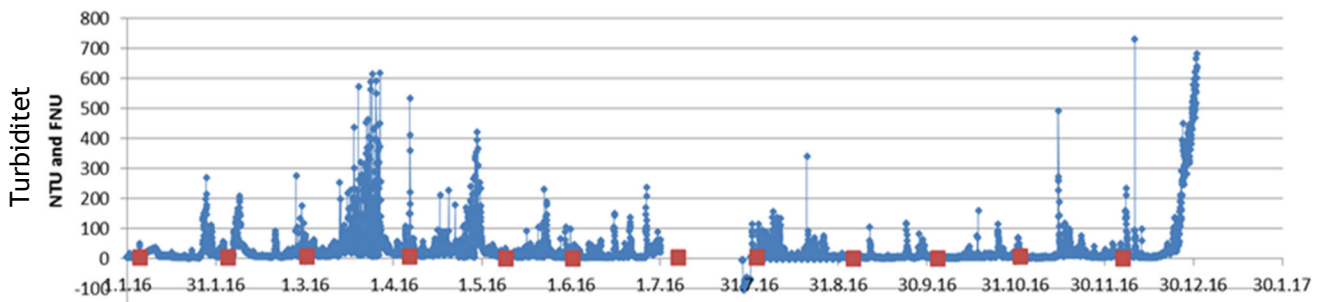
- De kan bare overvåke et begrenset antall parameter, og ofte må vi overvåke et substitutt istedenfor den ønskede parameteren.
- Det trengs vannprøver med ulike konsentrasjoner av den gitte parameteren for å kalibrere sensordata.
- De har vedlikeholdskostnader, som for eksempel manuelt renhold av linsene (til tross for automatiske rensesystemer).
- Maksimumsverdien av det som kan måles av instrumentet kan overstiges ved høye konsentrasjoner (f.eks. under flom).
- De er mindre nyttige i enkelte vanntyper, hvor det er dårlig korrelasjon mellom sensordata og vannprøvedata.
- Vi i de nordlige landene kan få problemer med vinterdrift på grunn av frost og isgang i vassdragene.

I tillegg er det mangel på harmonisering av metoder for sensorovervåking, som gjør at data fra ulike program med sensorovervåking ikke uten videre kan sammenlignes (se side 4).

Til slutt må det nevnes at fordelene med sensorer også innebærer en liten utfordring: De produserer en mengde med data som må kvalitetssikres og lagres på en forsvarlig måte.

**Sensordata kan overføres til en PC via en logger, og dermed gi oss sanntidsdata. Dette krever mobildekning og strømforsyning (f.eks. solcellepanel eller batteri). Dataene kan vises på et nettsted og dermed kan brukere få muligheten til å holde øye med vannforekomstene i nærheten.**





**Grafen** viser at turbiditet målt med månedlige stikkprøver (røde firkanter) kan undervurdere turbiditetsnivåer målt med en sensor (blå prikker og linje). Data er fra Alnaelva i Oslo. Kilde: Skarbøvik m.fl. 2017.

### Bruk av sensorer i forskning

Sensorer har blitt flittig brukt av forskere, siden dette har gitt mulighet for økt kunnskap om hvordan vann og forurensning transporteres gjennom nedbørfeltene. Data har f.eks. blitt brukt til å

- forbedre tilførselsberegninger av næringsstoff og andre forurensninger;
- avdekke hvordan erosjon, utlekking, transport og sedimentasjon av ulike stoffer i vassdrag foregår.
- understøtte modellering av nedbørfelt;
- overvåke grenseverdier i vannforekomster.

### Hva synes brukere om sensorer?

I prosjektet har vi intervjuet brukere i seks land om nytten av sensorer (se [Deliverable WP7](#)). Brukere er for eksempel vannforvaltere på lokalt og regional nivå samt bønder og naturvernorganisasjoner, for å nevne noen. De fleste brukerne mente at det er svært viktig med mest mulig nøyaktige data på næringsstoffkonsentrasjoner for å gjennomføre vannforskriften, og at det vil vært en fordel med hyppigere data enn dagens stikkprøver. Nesten alle brukerne mente at tilgang til sanntidsdata kan være av interesse for folk som bor langs vassdraget.

De fleste mente dessuten at investeringskostnader og tid brukt på vedlikehold var de viktigste hindrene for å gjennomføres sensorovervåking.

### Sensorer i nasjonal overvåkningsstrategi

I Norge benyttes sensorovervåking i seks av 20 elver i det nasjonale Elveovervåkingsprogrammet (Kaste m.fl. 2022).

Sverige har brukt sensorer rutinemessig i nasjonal overvåkning siden 2017 og i dag er sju stasjoner oppe og går (Fölster et al., 2019).

Verdt å merke seg er at Irland bruker sensorer som en sentral del av sitt overvåkingsprogram av jordbruksavrenning, tilsvarende Norges JOVA-program.

Finland har utviklet en strategi for sensorovervåking, og i dag er 11 elver i sørvest-Finland overvåket med sensorer.

I Danmark, Polen og Latvia er det foreløpig ingen nasjonale strategier om overvåking med sensorer, men det finnes planer for å introdusere sensorer i nasjonal overvåking i noen av landene.

Vi har intervjuet forvaltere på nasjonalt nivå i de landene som inngår i dette prosjektet, og ser at de er godt innforstått med både fordeler og ulemper med sensorovervåking. Samtidig har vi fått tilbakemelding om at de ønsker mer informasjon om denne typen overvåking. Vi vil derfor samle inn og vise konkrete erfaringer med sensorovervåking på nettsidene til ECOSAFE-prosjektet.



## Kan vi sammenligne sensordata fra ulike måleprogram?

Dette er et viktig spørsmål. I arbeidet med EUs Vanndirektiv har det vært helt vesentlig å kunne sammenligne data fra regioner som geografisk sett er relativt like, som bl.a. de nordiske landene Norge, Sverige og Finland. I BIOWATER-prosjektet sammenlignet vi turbiditetsdata fra sensorer med konsentrasjon av suspenderte partikler (SSC) i vannprøver, fra 31 vassdrag i seks land. Vi fant at:

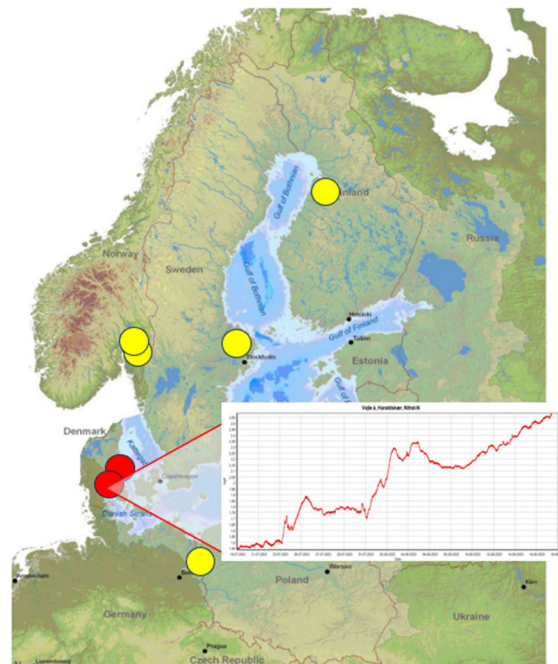
1. Det var betydelige variasjoner i hvordan vannprøvene (for korrelasjon) ble tatt, og hvilke laboriemetoder som ble benyttet for suspendert tørrstoff.
2. Turbiditetsmålere kan ha forskjellig måleprinsipp, og derfor *kan ulike sensorer* måle ulik turbiditet i samme vannprøve.
3. Pga punkt 1 og 2 over, var det ikke mulig å sammenligne turbiditets- og SSC-målinger i de 31 elvestasjonene.
4. Når vi analyserte data fra individuelle stasjoner, fant vi best korrelasjon mellom turbiditet (sensor) og suspendert sedimentkonsentrasjon (SSC) i vannprøver fra jordbruksbekker i nedbørfelt med hovedsakelig leire, siltig eller sandig jord.
5. Vi fant dårligere korrelasjon mellom turbiditet og SSC i skogs- og myrdominerte vassdrag, og i vassdrag med mer grovkornede jordtyper.

Resultatene viser at korrelasjonen mellom turbiditet og SSC må finnes for hver bekke- og elvestasjon, og at sammenligninger mellom denne typen data fra ulike måleprogram må gjøres med stor forsiktighet, og først etter å ha vurdert om metodene er sammenlignbare.

**Forfattere:** Norge: Eva Skarbøvik; Anastasija Isidorova, Danmark: Brian Kronvang, Sofie van der Veen; Sverige: Emma Lannergaard, Jens Fölster; Finland: Ahti Lepistö, Pasi Valkema; Polen: Ignacio Kardell; Latvia: Ainis Lagzdins.

## Se selv!

I hvert av de seks Nordbalt-Ecosafe-landene vil vi demonstrere sensordata i sanntid på nett, slik at alle brukere kan gå inn og sjekke hvordan det står til med vannet. Denne ordningen vil være operativ våren 2024, men to danske sensorstasjoner er allerede tilgjengelige.



Kart med stasjoner hvor data er tilgjengelig i sanntid (røde prikker) eller vil bli tilgjengelig (gule prikker).

## Referanser

- Fölster m.fl. 2019. Sensorer för vattenkvalitet i miljöövervakning av vattendrag - Hur användbara är de i praktiken? SLU, Vatten och miljö: Rapport 2019:10.
- Kaste m.fl. 2022. The Norwegian river monitoring programme 2021 – water quality status and trends. NIVA Report 7760.
- Skarbøvik m.fl. 2017. Riverine Inputs and Direct Discharges to Norwegian Coastal Waters, 2016. Norw. Environ. Agency Rep. M862
- Skarbøvik m.fl. 2023. Comparing in situ turbidity sensor measurements as a proxy for suspended sediments in North-Western European streams, *CATENA*, 225, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107006>

Vi i NORDBALT-ECOSAFE-prosjektet har som mål å understøtte forvaltningens arbeid med gjennomføring av EUs Vanndirektiv. Vi vil derfor sammenligne hvordan direktivet gjennomføres i seks ulike land nord i Europa. Bedre overvåking av vannforekomstene er ett av de tema vi ser nærmere på i prosjektet.

**Prosjektside:** <https://projects.au.dk/nordbalt-ecosafe>

**Sensordata:** <https://projects.au.dk/nordbalt-ecosafe/sensor-monitoring>