

# Risikobaseret badevandsvarsling

Risikobaseret badevandsvarsling sikrer en god og tryk tur på stranden, hvor badegæster ikke risikerer uvidende at bade i forurennet vand, der potentielt medfører en sundhedsrisiko. Varslingen baseres på automatisk online overvågning af diffuse kilder eller nærliggende kloakoverløb, og formidles straks direkte ved badeområdet.

SARA STARCKE & MARTIN HESSELSØE

## Badevand – en risikobaseret tilgang

EU vedtog i 2006 et nyt badevandsdirektiv /1/. Formålet med direktivet var at forbedre miljøkvaliteten og i højere grad at beskytte menneskers sundhed. For at opnå dette formål blev flere stramninger i kvalitetskravet for godt badevand indført. Blandt andet blev et nyt system til at bedømme badevandskvalitet indført samt krav om varsling af badegæster i tilfælde af risiko for forringet badevandskvalitet.

## Klassifikation af badeområder

Med implementeringen af badevandsdirektivet i Danmark, blev et klassifikationssystem af badevandskvaliteten indført /2/. Hvert

badeområde bliver nu bedømt på baggrund af de seneste fire års kontrolmålinger af mikrobiologiske kvalitetsparametre (indikatorbakterierne E.coli og Enterokokker, hvis tilstedeværelse i badevand indikerer en fækal forurening). Dette giver badegæsterne et mere retvisende billede af den generelle badevandskvalitet. Et badeområde tildeles på det grundlag én af fire klassifikationer:

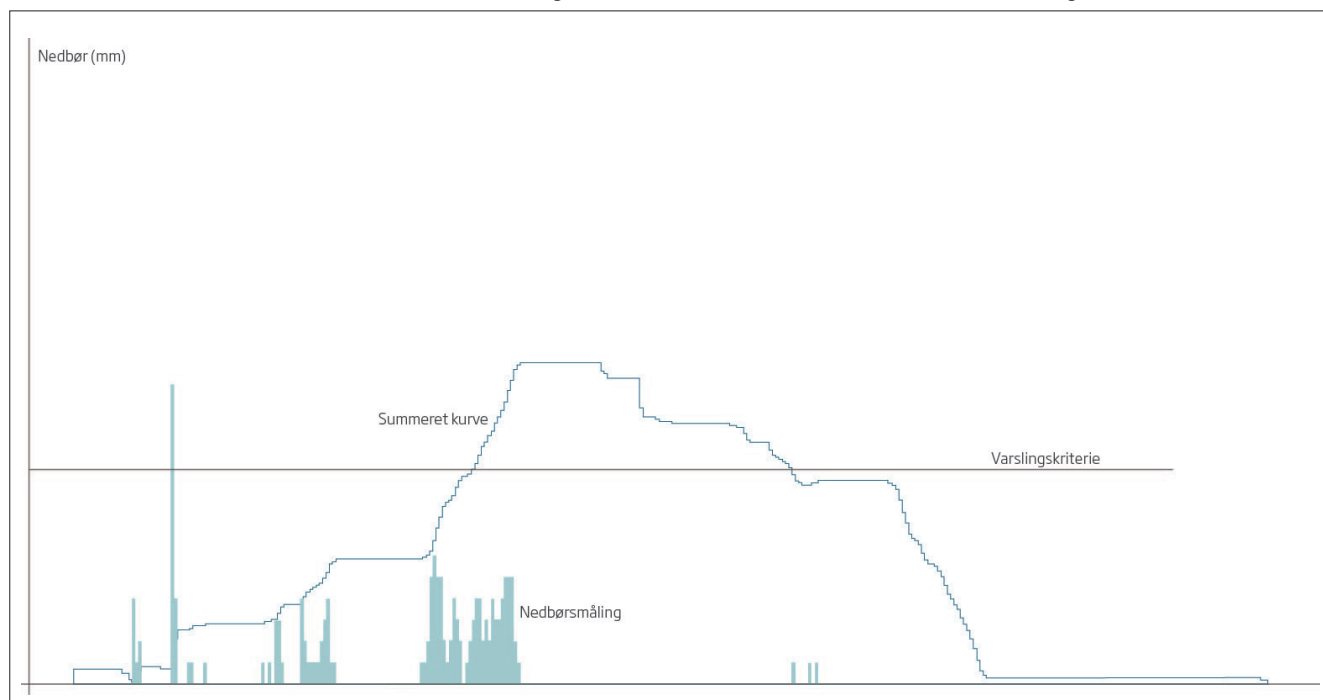
- Udmærket
- God
- Tilfredsstillende
- Ringe

Udmærket er den bedst mulige klassifikation, og den tildeles de badeområder, hvor der generelt måles lave koncentrationer af bakterier. Ringe er den lavest mulige klassifikation, og den tildeles de badeområder, hvor

koncentrationen af fækale bakterier i perioder er så høj, at der kan være en sundhedsmæssig risiko ved at bade.

Badevandets klassifikation alene er dog ikke tilstrækkelig til at vurdere sundhedsrisikoen, da kontrolanalyserne kun viser badevandskvaliteten på prøvetagningstidspunktet, som naturligvis kun udgør en lille procentdel af det samlede antal badedage. For at sikre badegæsters sundhed og forhindre badning under potentielt sundhedsskadelige forhold, er det nødvendigt at risikovurdere kilder til forurening og monitere de kilder, der kan påvirke badevandet negativt.

Denne artikel handler om metoder og udstyr til varsling af badegæster, hvis der forekommer kortvarige forureninger af badevandet. Metoderne anvendes af NIRAS til badevandsvarsling i store dele af Danmark.



Figur 1. Varslingskriterie og akkumuleret nedbørsmængde fra den online-forbundne nedbørsmåler. Nås varslingskriteriet, enten ved at der falder store mængder nedbør på kort tid eller nedbør med lavere intensitet over en længere periode, aktiveres varslingen.



Figur 2. Eksempel på IoT logger til monitoring af overløb fra kloak. Loggeren er batteridrevet og data sendes til NIRAS' varslingsserver, hvor de behandles i henhold til de konkrete forhold ved badeområdet.

### Badevand i Danmark

Der er 1.031 officielle badesteder i Danmark, og generelt er badevandskvaliteten i Danmark rigtig god. Dette ses bl.a. ved at 92% af badeområderne opnår den bedst mulige klassifikation (udmærket)/3/.

Til trods for dette, opstår der situationer, hvor badevandet bliver forurenet. Det sker ofte i forbindelse med kraftig nedbør, hvor

kloaknettets kapacitet overskrides eller hvor afstrømning af overfladevand fra områder med husdyrhold fører til høje koncentrationer af fækale bakterier i badevandet. Forureningen kan være høj i badevandet i dagevis efter en forureningshændelse og medføre at badende kan blive syge, når de uvidende bader i de påvirkede områder. F.eks. blev op mod halvdelen af de 1.700 deltagere i Copenhagen

Triatlon syge efter at svømme nær København under et triatlonarrangement i 2010.

For at undgå at badende udsættes for sygdomsfremkaldende forurening kan man opsætte et varslingsystem, som advarer de badende, når der er risiko for forringet badevandskvalitet. På den måde skabes trygge og sikre forhold for de borgere, der ønsker at bade når vandet er rent.

### Rettidig varsling er afgørende

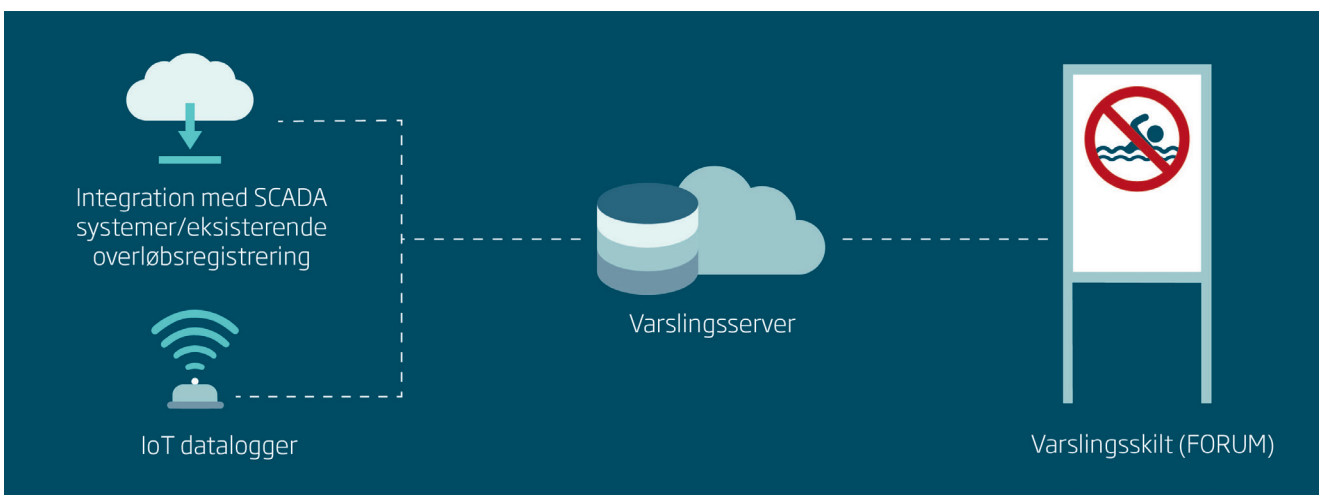
Den simpleste metode til varsling af kortvarig forurening baseres på de mikrobiologiske målinger af badevandet, der løbende udføres som del af rutineovervågningen (f.eks. analyse hver anden uge i badesæsonen). Hvis der måles høje koncentrationer af fækale bakterier, kan myndigheden efterfølgende fraråde badning i en periode, f.eks. ved at opstille et midlertidigt skilt ved badeområdet.

Problemet ved denne fremgangsmåde er, at varslingen først igangsættes flere dage efter forureningen er forekommet, da vandprøven er indsamlet adskillige dage før det tidspunkt, hvor myndigheden orienteres om analyseresultatet. I den mellemliggende periode kan badegæsterne være udsat for sundhedsskadelig forurening.

Det er derfor afgørende, at varslingsystemet baseres på online målinger for at sikre rettidig advarsel til badegæsterne. I det følgende gives eksempler på, hvordan man kan opsætte et effektivt og sikkert varslingsystem, der advarer badegæster øjeblikkeligt, hvis der er risiko for forringet badevandskvalitet.

### Diffuse nedbørsafhængige kilder til forringet badevandskvalitet

Diffuse forureningskilder dækker over forskellige typer af kilder til fækal forurening af badevandet. Denne type kilder kan være vanskelige præcist at lokalisere og vurdere,



Figur 3. Princippet for kommunikationen mellem overløbsregistrering, varslingsserver og varslingsskilt. På baggrund af input fra IoT logger (f.eks. af kloakoverløb eller nedbørsmåler) eller allerede eksisterende registrering af overløb, aktiveres og deaktiveres varslingen.



Figur 4. Digital formidling direkte ved stranden/badeområdet med varslingskilt (FORUM). I tilfælde af risiko for forringet badevandskvalitet, aktiveres de røde dioder omkring "badning frarådes" figuren.

men generelt er risikoen for forurening størst i forbindelse med nedbør, hvor regnvand skyller fækalierester fra vildt dyreliv og husdyrhold ud i badevandet via dræn, vandløb og overfladestrømning. Denne type kilder kan ikke monitoreres direkte. Men ved opsætning af en lokal, online-forbundet nedbørsmåler, kan badegæster varsles om, at der er risiko for forringet badevandskvalitet, hvis der forekommer nedbør af tilstrækkelig varighed eller intensitet.

Et eksempel herpå ses i figur 1. For et område med flere diffuse nedbørsafhængige kilder, er en lokal nedbørsmåler opsat og et varslingskriterium defineret. Nedbørsmåleren registrerer nedbørsmængden og sender data til NIRAS' varslingsserver. På serveren summeres nedbørsmålingerne over en defineret tidsperiode. Hvis der falder tilpas meget nedbør inden for perioden, så aktiveres varslingen og strandens gæster får straks en advarsel om at badning frarådes.

### Varsling på baggrund af overløb fra kloak

I fælleskloakerede områder kan der forekomme overløb fra kloaksystemet, hvis ledningsnettet overbelastes af store nedbørsmængder. Dette kan medføre, at blandet regn- og spildevand har overløb til badevand. Det fortyndede spildevand kan indeholde meget høje koncentrationer af fækale bakterier og vira, som kan reducere badevandskvaliteten væsentligt.

Det kan være bekosteligt og teknisk udfordrende at måle overløbsmængder fra kloaksystemet. Yderligere kan stofmængden, og

dermed overløbets indflydelse på badevandskvaliteten, variere betydeligt fra overløbshændelse til overløbshændelse. Disse usikkerheder må dog ikke forhindre handling og ikke fjerne fokus fra målet: At sikre forhindre badning i forurenet vand.

I eksemplet vist i figur 2 er en simpel registrering af overløb opsat i et overløbsbygværk. Ved overløb fra kloakken igangsættes varsling på den nærliggende badestrand. Overløbet registreres med en trykmåler, der registrerer hvornår og hvor længe, der er overløb, samt hvor højt overløbet står over overløbskanten. Dette giver både et mål for overløbsmængden for den pågældende hændelse og dermed påvirkning af badevandskvaliteten, samt mulighed for at advare badegæsterne på stranden i samme øjeblik der forekommer overløb.

Data sendes til NIRAS' varslingsserver, hvor overløbsmængderne summeres over tid for at sikre, at både kraftige overløb og mindre længerevarende overløb kan udløse et varslingsbehov. Princippet er illustreret i figur 3.

Varslingskriteriet defineres individuelt for det enkelte badeområde/strand. Kun de badeområder, hvor der er risiko for forringet badevandskvalitet, har behov for varslingsystemer.

### Digitaliseret formidling direkte ved stranden

I tilfælde af risiko for forringet badevandskvalitet er det vigtigt, at varslingen øjeblikkeligt formidles til de badende, så besøgende på stranden varsles om risikoen inden de bader. Til dette formål har NIRAS har udviklet et interaktivt skilt ("FORUM"), som anvendes til automatiseret og øjeblikkelig varsling. Skiltet

er online forbundet med varslingsystemet og tændes og slukkes på baggrund af de kriterier, som er fastlagt for det konkrete badeområde. Dette sikrer rettidig varsling og sparer myndigheden for ressourcer.

Et eksempel på aktiveret varsling, ses i figur 4. Hvis det bagvedliggende varslingsystem registrerer, at der er risiko for forringet badevandskvalitet, så aktiveres de røde dioder omkring figuren, der illustrerer at badning frarådes. Skiltets nederste dioder angiver varslingsens varighed. På den måde bliver borgerne mødt af rettidig og digital information om badevandets kvalitet direkte ved badeområdet. Varslingssystemets omfang og detaljegråd tilpasses det individuelle behov ved stranden/badeområdet, så det sikres, at alle kan have en god og tryk fornøjelse med at hoppe i vandet.

### Referencer

- 1/ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0007&from=EN>
- 2/ Badevandsbekendtgørelsen BEK 917-27/06/16 (<https://www.retsinformation.dk/>)
- 3/ EEA RAPPORT 2022, <https://www.eea.europa.eu/themes/water/europes-seas-and-coasts/assessments/state-of-bathing-water>

SARA STARKE (SSTA@NIRAS.DK) er ingeniør og badevandsseksper i NIRAS

MARTIN HESSELØE (MHES@NIRAS.DK) er PhD og markedschef i NIRAS