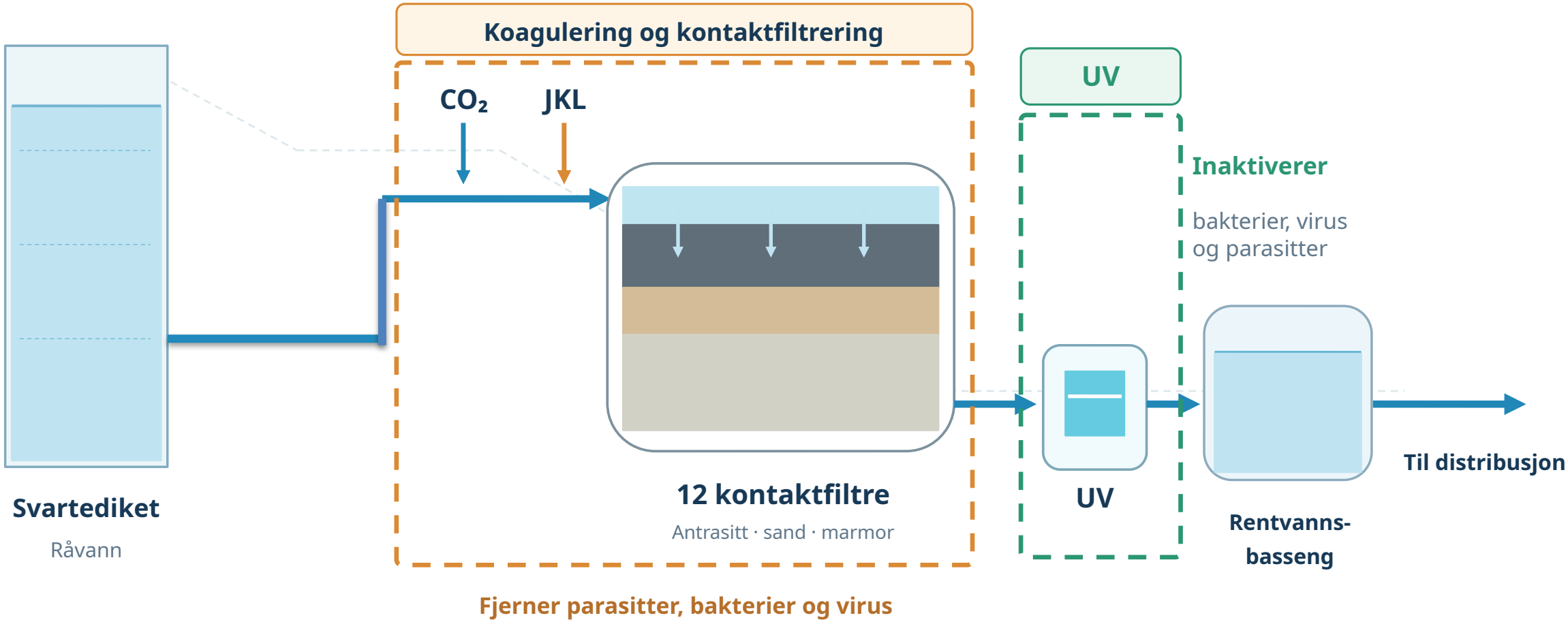
BERGEN VANN / FAGINNLEGG

Svartediket VBA – Moldeprosess: Virusbarrierer og optimalisering

Innlegg på Vannprisseminaret
22. oktober 2026

Svartediket VBA

Hovedprosess og hygieniske barrierer



Hvordan overvåker vi barrierene?

Svartediket VBA – prosessovervåkning og mikrobiologisk kontroll

RÅVANN

Kontinuerlige online-målinger

- Fargetall
- Turbiditet
- pH
- UV-transmisjon

KONTAKTFILTRE

Individuell overvåkning

- Turbiditet per filter
- Differansetrykk over filter
- Individuell filterregulering

Stenging ved 0,20 FNU

UV-DESINFEKSJON

Kontinuerlig overvåkning

- **UV-intensitet**

Automatisk nedstenging
ved avvik

Rutinemessig prøvetaking

Råvann

52 prøver/år: indikatorbakterier

Parasitter: annenhver måned

C. perfringens: månedlig

Etter filter

52 prøver/år: indikatorbakterier

Kontroll av filterbarrieren

Rentvann

52 prøver/år: indikatorbakterier

Parasitter: annenhver måned

C. perfringens: månedlig

Hva krever drikkevannsforskriften?

Hygieniske barrierer – en samlet og risikobasert vurdering

DRIKKEVANNSFORSKRIFTEN §§ 6 OG 13

Vannbehandling og kildebeskyttelse skal samlet gi tilstrekkelige hygieniske barrierer, basert på råvannskvalitet og farekartlegging.

MATTILSYNETS VEILEDER TIL § 13

3-log reduksjon av virus og bakterier og 2-log reduksjon av parasitter kan i mange tilfeller være tilstrekkelig.

Kilder: Drikkevannsforskriften §§ 6 og 13 · Mattilsynets veileder til § 13 (punkt 13-2)

Hvorfor ble BARRiNOR gjennomført?

Fra utenlandske erfaringsdata til dokumentasjon ved norske vannverk

BARRiNOR · FoU-samarbeid i regi av Norsk Vann · 2019–2024

Initiativ: Bjørnar Eikebrokk (SINTEF) og Jon Mobråten (ABV IKS)

Paula Pellikainen (Bergen Vann) – medforfatter av sluttrapporten og førsteforfatter av artikkelen om Svartediket

Øvrige rapportforfattere: Eikebrokk, Wennberg, Hageskal, Myrmel, Lea og Brandt

01

Utgangspunkt

Koagulering og filtrering er vanlig i Norge, men dokumentasjonen var i stor grad basert på utenlandske studier.

02

Spørsmålet

Hvor godt fjernes bakterier og virus i norske anlegg – også når driften utfordres?

03

Målsetting

Måle log-reduksjon, avdekke risiko for barriersvikt og finne gode driftsindikatorer.

Bergen Vann gjennomførte fullskalaforsøk og stresstesting ved Svartediket VBA.

Kilde: Norsk Vann rapport 289/2024, s. 4, 14, 16–18 og 108

Hvordan ble forsøkene rigget?

Fullskalaforsøk med ett av kontaktfiltrene ved Svartediket VBA

01

Råvann og koagulering

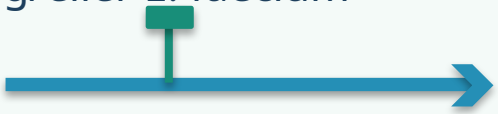


Jernkoagulant doseres

02

Kontrollert tilsetting

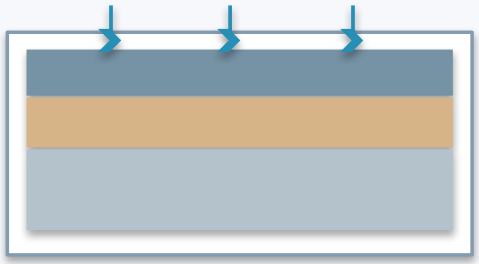
MS2-bakteriofager og/eller E. faecium



Tilsatt etter koagulantdosering

03

Isolert testfilter



Kontaktfilter – ikke til rentvann

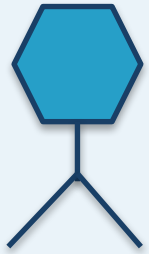
Prøver ble tatt fra råvann, testløsning og filterutløpsvann.

Kilde: Norsk Vann rapport 289/2024, s. 107, figur 6.16 og tabell 6.5

Hva er MS2 og Enterococcus faecium?

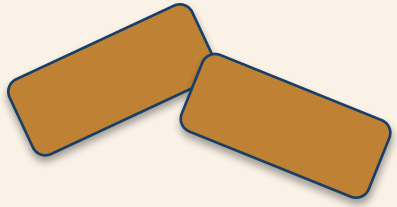
Modellorganismer brukt i forsøkene

01 MS2-bakteriofag



- Virus som infiserer bakterier – ikke mennesker
- Brukt som modell for virusfjerning
- Måler fjerning gjennom filteret

02 Enterococcus faecium



- Bakterie brukt som modellorganisme
- Brukt for å undersøke bakteriefjerning
- En ikke-patogen teststamme ble brukt

Kontrollert tilsetting = kjente mengder MS2 og/eller E. faecium tilsettes vannet.

Kilde: Norsk Vann rapport 289/2024, s. 17 og 107.

Hvordan ble de seks testene gjennomført?

Fire tester med optimal koagulering og to med redusert koagulantdose

4 Optimal koagulering

OPT-1 | **OPT-2** | **OPT-3** | **OPT-4**

Tre tester med endret hastighet, og en med stabil hastighet.

2 Redusert koagulantdose

−30 % | **−55 %**

Begge testene inkluderte hastighetsendringer.

Filterbelastning

4,2 m/t → **6,0 m/t** → **8,0 m/t**

Spørsmålet: Hvor følsom er bakterie- og virusfjerningen for endret dose og brå belastningsøkning?

Kilde: Norsk Vann rapport 289/2024, s. 107–108, tabell 6.5

Hva viste forsøkene?

Tre hovedfunn fra fullskalaforsøkene

Bakterier

Høy og stabil fjerning

E. faecium ble i liten grad påvirket av endringer i filtreringshastighet.

Virus – optimale forhold

Over 3 log

Total MS2 (RT-qPCR) ved optimal koagulering og stabil filtreringshastighet.

Virus – driftsstress

1,8 log

Gjennomsnitt for total MS2 (RT-qPCR) ved 55 % redusert koagulantdose, med hastighetsendringer.

Kilde: Norsk Vann rapport 289/2024, s. 107–108 og figur 6.17.

Hva viste stresstestene?

Tre forhold som er viktige i praktisk filterdrift

Brå hastighetsøkning

+2 m/t

En endring i filtreringshastigheten ga omkring 2 log lavere reduksjon av total MS2.

Redusert koagulant

Svakere effekt

Virusfjerningen ble redusert, særlig når svakere koagulering og hastighetsendring opptrådte samtidig.

Lav turbiditet

< 0,13 FNU

Turbiditeten kunne være lav ved stabil drift selv under 55 % redusert koagulantdose.

Ta med hjem: Virusfjerningen var mer følsom for driftsstress enn bakteriefjerningen. Turbiditet alene gir ikke et fullstendig bilde av barriereeffekten.

Kilde: Norsk Vann rapport 289/2024, s. 108–110, figur 6.17–6.19.

Konklusjoner

Tre læringspunkter fra fullskalaforsøkene

01 Betydelig mikrobiell fjerning

Koagulering og kontaktfiltrering ga høy fjerning av bakterier og dokumentert virusfjerning under de undersøkte forholdene.

02 Virus er mest følsomt

Virusfjerningen falt tydelig ved brå økninger i filtreringshastighet, særlig sammen med redusert koagulantdose.

03 Følg flere indikatorer

Supplerende målinger kan varsle om redusert prosesseffekt, men dokumenterer ikke virusfjerningen direkte.

Hovedbudskap: Stabil drift og god prosesskontroll er avgjørende for å opprettholde en robust virusbarriere.

Kilde: rapport 289/2024, s. 107–110

Anbefalinger – hva tar vi med hjem?

Rapportens konklusjoner

- Begrens brå endringer i filtreringshastighet.
- Sikre god koagulering, filtermodning og stabil drift.
- Vurder partikkeltelling og UV-absorbans i tillegg til turbiditet.

Praktiske driftstiltak å vurdere

- Individuell filterregulering, turbiditetsmåling og gode modningsrutiner.
- Overvåk dosering og råvann; alarm, mengdemåling og reservepumpe.
- Kontroller returvannets påvirkning på koaguleringen.

Mulig lokalt tiltak: Vurdere turbiditetsalarm på 0,10 FNU i stedet for 0,20 FNU. Dette er ikke et forskriftskrav eller en grense dokumentert av forsøkene.

Kilde: rapport 289/2024, s. 109–110 + faglige innspill fra prosjektmedvirkende

Videre informasjon om forsøkene

Rapport, vitenskapelig artikkel og bakgrunnsveiledning

1 Norsk Vann rapport 289/2024

Vannbehandlingsbarrierer, vannverksslam og returstrømmer – BARRiNOR og SLAMiNOR.

Svartediket-forsøkene: kapittel 6.4, s. 106–117.

2 Vitenskapelig artikkel – 2025

Pellikainen, P., Eikebrokk, B., Myrmel, M. & Lavonen, E.

Investigating log removals of bacteria and viruses ... Journal of Water Process Engineering, 77, 108393.

DOI: 10.1016/j.jwpe.2025.108393

3 Bakgrunn: Mikrobiell barriereanalyse (MBA)

Norsk Vann rapport 209/2014 – forklarer hygieniske barrierer, log-reduksjon og log-kreditt.

Kilde: