

VA-dagene i Midt-Norge
Rica Hell Hotel, Stjørdal, 12-13 Sep 2012

Ny Veileder fra Norsk Vann Drift av koaguleringsanlegg

Bjørnar Eikebrokk, SINTEF



Bjørnar Eikebrokk, Sjefsforsker, Dr.
SINTEF Byggforsk, Avd Infrastruktur - Vann & miljø; bjornar.eikebrokk@sintef.no



Veiledning for drift av
koaguleringsanlegg



Info om prosjektet

- ✓ **Prosjektleder: SINTEF**
(B. Eikebrokk)
- ✓ **Bidragstere: Asplan Viak**
(F. Ording & J. Brandt)
- ✓ **Overordnet prosjektstyring
& finansiering: Norsk Vann**
(K. Furuberg)
- ✓ **Ferdigstillelse: Høsten 2012**
- ✓ **Status: Høringsrunde er
gjennomført**

Bakgrunn og innledning

- ✓ Drikkevannsforskriften stiller krav om at det skal finnes minst to hygieniske barrierer i alle godkjenningspliktige vannforsyningssystemer
- ✓ Giardiasis-epidemien i Bergen 2004 har bidratt til å skape mer oppmerksomhet rundt sikkerhetsbarrierene - også mot parasitter
- ✓ Veilederen til drikkevannsforskriften beskriver koagulering som én av flere vannbehandlingsbarrierer, og angir spesifiserte krav til ulike barriere-indikatorer som må være oppfylt for at koagulering skal anses som en barriere (Turbiditet/partikkelinnhold, rest-metall, farge, TOC)
- ✓ Koaguleringsbarrieren må være effektiv til en hver tid - Veilederen til drikkevannsforskriften anbefaler derfor at man måler turbiditet on-line på utløpet fra hver filterenhet – dette fordi ett eneste dårlig fungerende filter kan være nok til å gi svikt i anleggets koaguleringsbarriere....

➤ **Hvordan bør vi drive anleggene for å sikre effektive og stabile koaguleringsbarrierer?**

Hvorfor trenger vi en driftsveiledning?

- ✓ De fleste vannbehandlingsanlegg er bygget - og de vil være i drift i lang tid! Svikt i vannbehandlingen er årsak til 30-50 % av kjente vannbårne sykdomsutbrudd
- ✓ Koagulering er en dynamisk barriere. Barriereeffekten er god – såfremt koaguleringen drives optimalt – eller nær optimalt
- ✓ Slamakkumulering, utfelling, korrosjon og biofilmdannelse på ledningsnettet ("soft deposits") påvirkes også av koaguleringen og driften
- ✓ Koaguleringsprosessen er følsom for råvannskvalitet og effekter av klimaendringer, den forbruker ressurser - og skaper avfall
- ✓ Stadig strengere krav til sikkerhet, bærekraft og ressurseffektivitet (kjemikalier/energi/finansielle ressurser, samt reduserte GHG-utslipp)
- ✓ Driftsoptimalisering viktig også for kompetanseutvikling og beredskap i organisasjonen: Man lærer sitt anlegg bedre å kjenne!
- ✓ Det finnes mange gode - og noen dårlige - erfaringer som bør formidles fra de koaguleringsanlegg (> 120) som er i drift i dag

Noen driftsmessige utfordringer

- ✓ Problemer med å oppfylle krav til vannkvalitet og kapasitet
- ✓ Svikt i koaguleringsbarrieren/ manglende oppfyllelse av Veiledningens barriereindikatorkrav
- ✓ Manglende on-line overvåking av vannkvalitet (turbiditet) fra enkeltfiltre
- ✓ Korte filtersykluser, høyt spylevannsforbruk og/eller kapasitetsproblemer
- ✓ Høy slamproduksjon/krevende slambehandlings- og disponeringsløsninger
- ✓ Belastningsvariasjoner/problematiske returstrømmer/for små buffervolumer
- ✓ Store sesongvariasjoner og utfordringer i forhold til prosessstyring og driftskontroll
- ✓ Stor grad av "manuell" prosessstyring – etterslep ved raske kvalitetsvariasjoner
- ✓ Økende NOM-innhold i råvannet, økende koagulantbehov og slammengder
- ✓ Filtersykluser som termineres av gjennombrudd eller trykktap
- ✓ Dårlige inspeksjonsrutiner og dårlig tilstand på filtersenger (underkorn, slamklumper, forstyrret lagdeling, mv)
- ✓ Utilstrekkelig filterspyling, beleggproblemer i dyser/filterbunn
- ✓ Høyt innhold av restmetall og driftsproblemer i etterfølgende UV-anlegg
- ✓ Høyt kjemikalie- og energiforbruk, høye driftskostnader
- ✓ Dårlig ledelsesforankring, manglende opplæring og mangelfull driftskompetanse

Ikke bare her til lands...

Etter Opflow, No. 6, June 1997, American Water Works Association, 290 anlegg

Top 10 liste mht driftsutfordringer

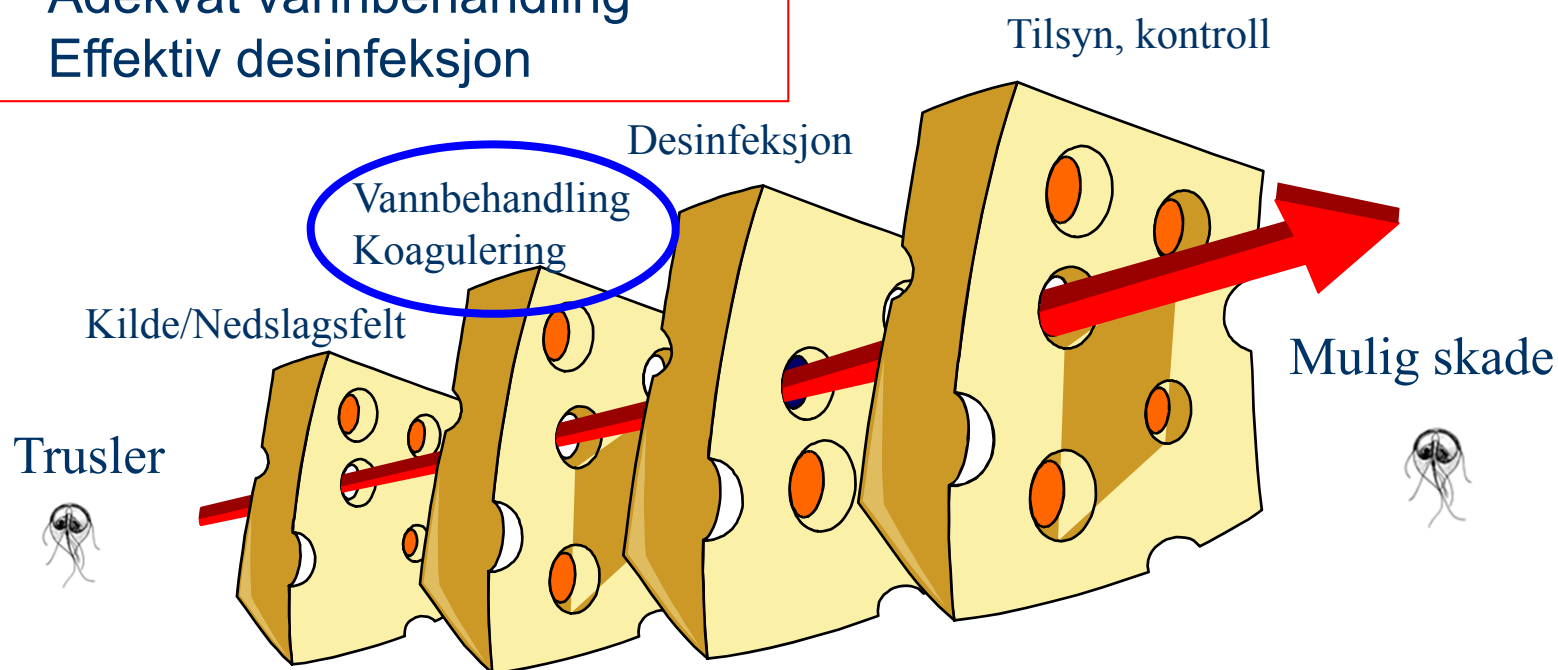
1. Mangelfulle strategier for styring av koagulantdosering
2. Dårlig kjemikalieinnblanding og/eller flokkulering
3. Manglende vannkvalitetskontroll fra enkeltfiltre
4. Mangelfull håndtering av modningsvann
5. Mangelfull service, kalibrering/vedlikehold av turbidimetre
6. Feilaktige koagulantdoser og feil koagulerings-pH
7. Manglende kunnskap om drift og vedlikehold
8. Re-start av "skitne" filtre som ikke er tilbakespylt
9. Utilstrekkelig prosessovervåking og prosessstyring
10. Mangelfulle kriterier for filterspyling

I tillegg kan nevnes: dårlig filtertilstand, utilstrekkelig filterspyling, blanding av filterlag, tap av filtermasse gjennom filterbunn/dyser, tap av filtermasse under spyling, dannelse av slamklumper (mudballs) i filtersengen, hydrauliske problemer, fnokkerosjon, problemer med oppløsning og/eller dosering av polymerløsninger, dårlig eller varierende kvalitet på leverte koagulanter, kjemikalier og filtermasser, etc

Sikkerhetsbarrierer i vannforsyningen

De tre tradisjonelle barrierene:

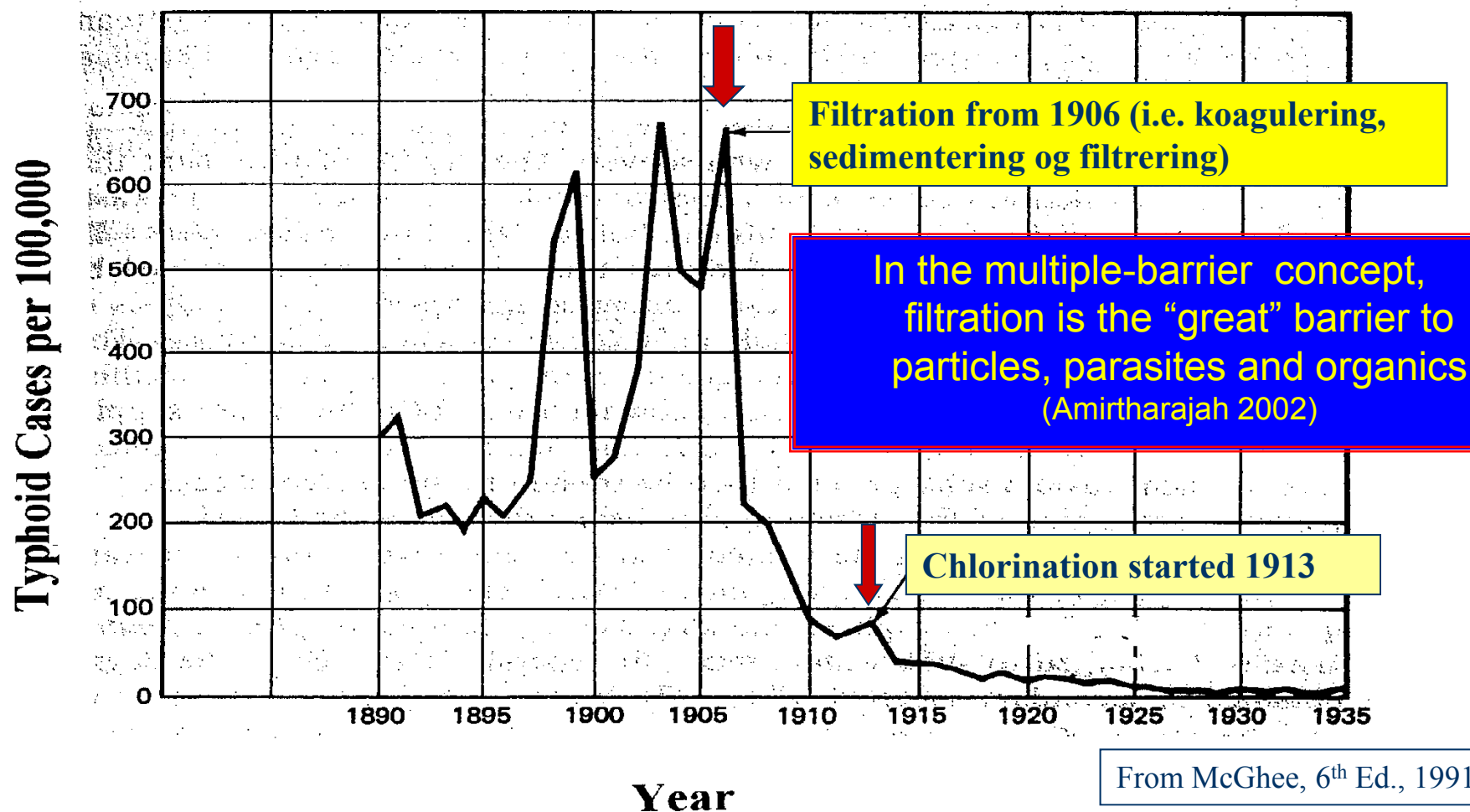
1. (Beskyttet kilde/nedslagsfelt?)
2. Adekvat vannbehandling
3. Effektiv desinfeksjon



Skader oppstår ved manglende eller svake sikkerhetsbarrierer (“hull”) – Det er slike hull vi ønsker at veiledningen skal bidra til å tette...

Multiple barrierer er et gammelt konsept

Control of Waterborne Diseases, Typhoid cases 1890-1935, Philadelphia, USA





Veiledning for drift av
koaguleringsanlegg



Veiledning for Koaguleringsanlegg

Rapportens Hovedkapitler

Forord

Sammendrag (norsk og engelsk)

1. Bakgrunn og begreper
2. Generelt om koagulering og filtrering
3. Krav til koaguleringsanlegg
4. Mer om koagulering som barriere
5. Håndtering av spylevann og slam
6. Erfaringer og anbefalinger for god drift
7. Filtermaterialer og filterbunner
8. Inspeksjon/vurdering av filtertilstand
9. Driftsdiagnoser og optimaliseringstiltak
10. Koagulering og klimaendringer
11. Troubleshooting
12. Forhold vi bør vite mer om
13. Referanser

Kapittelstruktur

Hvert kapittel/delkapittel innledes med noen sentrale spørsmålstillinger

Eksempel: Koagulering som hygienisk barriere

1. Hva kreves for at koagulering skal utgjøre en barriere?
2. Veiledningen krever turbiditet < 0.2 NTU: Bør vi tilstrebe 0.1?
3. Hvordan styre/tilpasse koaguleringen til råvannet?
4. Hvilke verdier for farge, UV-T og TOC bør vi oppnå?
5. Hvordan kan koagulering bidra til bedre forhold på nettet?
6. Hvordan kan koaguleringen påvirke desinfeksjonen?
7. Når kan koaguleringsbarrieren svikte, og hvordan kan vi dokumentere - og hindre - slik barrieresvikt?

Kapittelstruktur

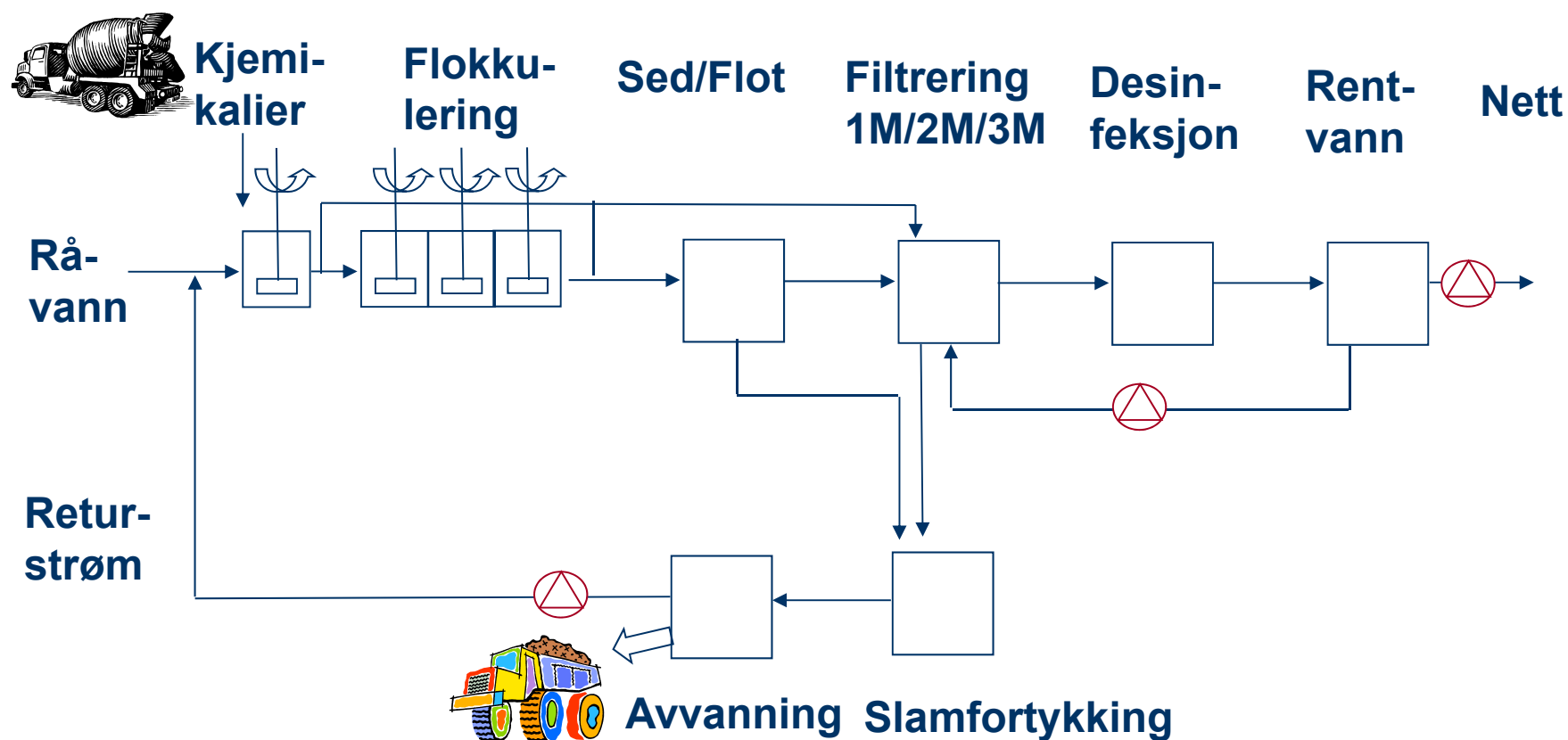
Kapitler avsluttes med en liste over Sjekkpunkter

Eksempel: Koagulering som hygienisk barriere

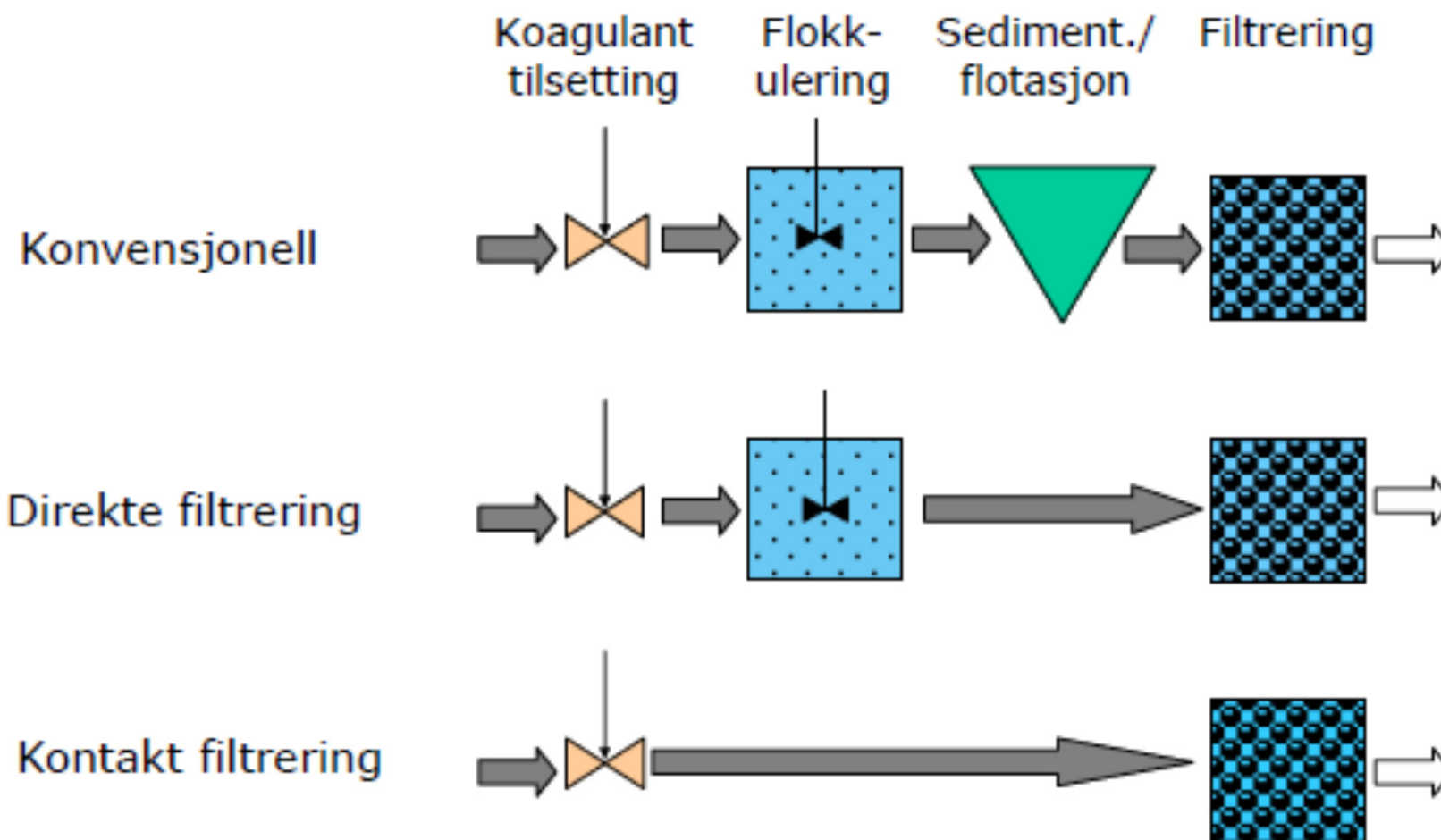
1. Kartlegg optimal dose og pH (for det aktuelle spenn i råvannskvalitet) – Jfr. Optimaliseringshåndbokas prosedyrer
2. Bruk erfaringsmodeller som et hjelpemiddel – Sjekk og kalibrer evt modellen !
3. On-line turbidimetre på utløpet fra hvert filter - Et "must" for god drift !
4. Unngå belastningsvariasjoner: Pumpestyring; Buffervolumer !
5. Ta kontroll på filtermodningen: Øk dosen eller filterbelastningen i en kort periode for å korte ned tiden modningsvannet må sendes til avløp
6. Kjør aldri så lange filtersykluser at det oppstår gjennombrudd i filteret – Vinn erfaring !
7. Ha kontroll på filtertilstand og trykktap – Effektiv filterspyling er et must !
8. Unngå spyling med råvann – hvis mulig
9. Husk at utløpsvannkvaliteten også må være gunstig for nettet (partikler, metaller, utfelling, korrosjon, biostabilitet)

Koaguleringsanlegg for drikkevann

- Drøyt 1700 godkjenningspliktige vannverk i Norge, hvorav
- 120-140 koaguleringsanlegg forsyner nær 2 mill. personer



Utforminger av koaguleringsanlegg

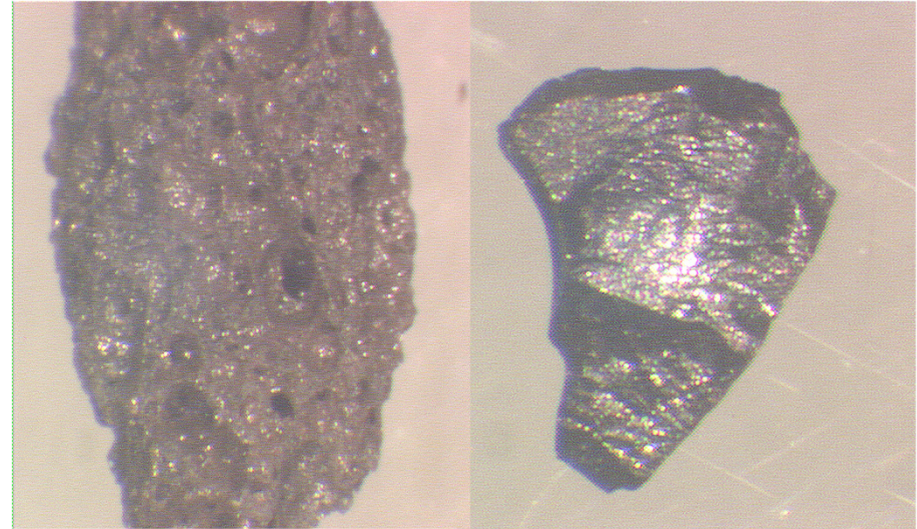


Ulike koaguleringsmidler

- ✓ Aluminiumsulfat
- ✓ Aluminiumklorid
- ✓ Aluminiumsulfat med høyt Si-innhold
- ✓ Poly aluminiumklorid
- ✓ Poly aluminiumklorid med høyt Ca-innhold
- ✓ Polyaluminium hydroxysulfat
- ✓ Jernklorid
- ✓ Jerkloridsulfat
- ✓ Kitosan
- ✓ Andre (bl.a. syntetiske polymerforbindelser)

Koagulantene markedsføres under ulike handelsnavn: ALG, ALS, PAX, UPAX, JKL, PIX, Ekoflock, Optifloc, SeaCure, Protanol, Primex, Magnafloc, etc)

Aktuelle filtertyper og filtermaterialer



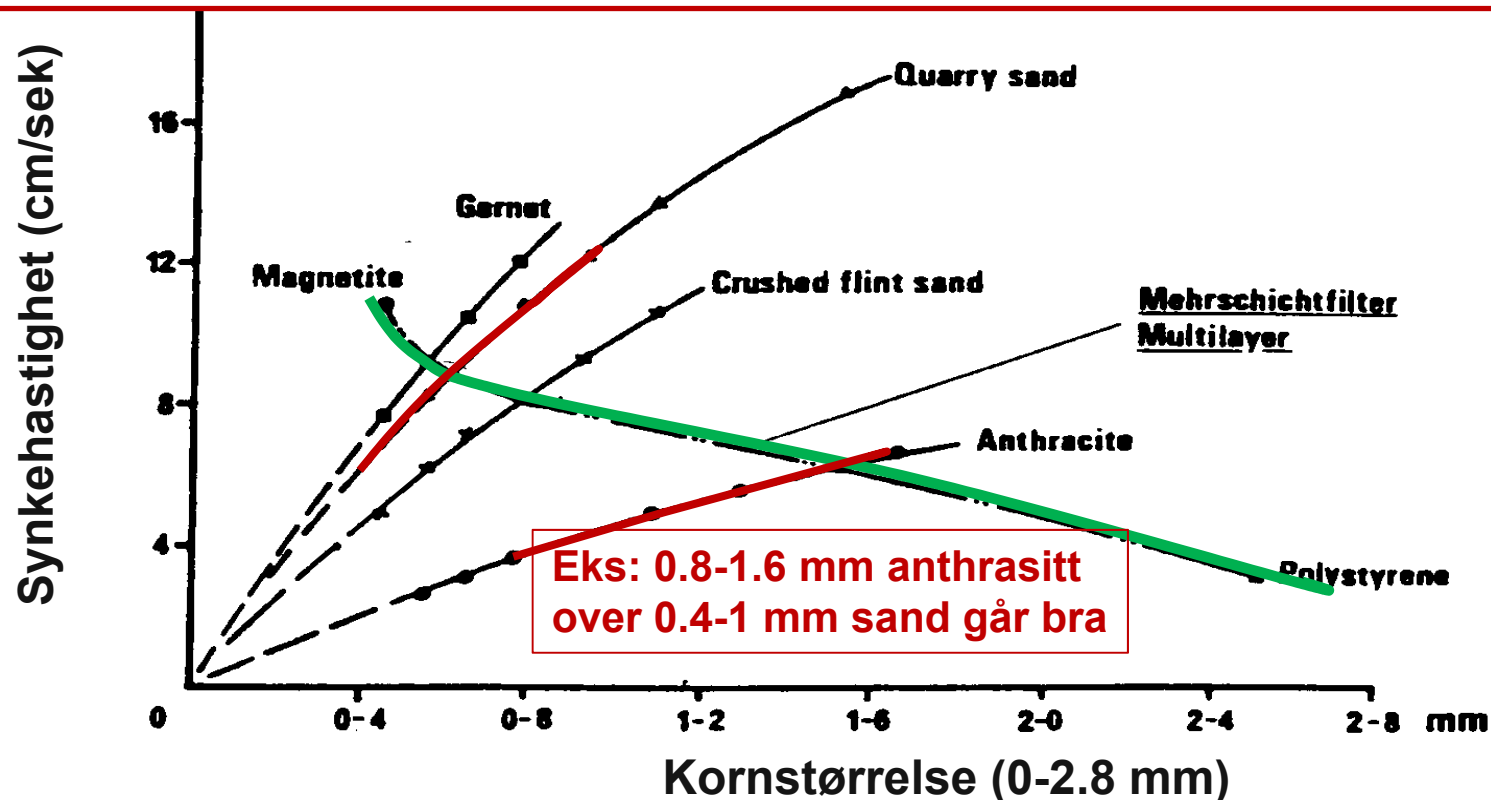
- ✓ En-medium (1-M) sandfiltre
- ✓ Tomedia (2-M) antrasitt- og sandfiltre
- ✓ Tomedia Filtralite®- og sandfiltre
- ✓ Filtralite® med to ulike korntyper (Filtralite Mono-Multi®)
- ✓ Plastgranuler i to eller flere lag med ulike korngraderinger og spesifikk vekt, gjerne i kombinasjon med sand som bunnlag
- ✓ Tremedia (3-M) anthrasitt-sand-alkalisk masse
- ✓ Tremedia Filtralite-sand-alkalisk masse
- ✓ Kontinuerlig spykende filtre ("Dynasand")

Hvordan kombinere filtermaterialer?

Sentrale krav til nedstrøms to- eller flermedia filtre

1. Avtagende **kornstørrelse** med filterdybden → et filterlag må ha mindre korn enn lagene over (gir god filtereffekt og høy lagringskapasitet)
2. En **synkehastighet** som øker med filterdybden → kornene i et lag må synke raskere enn kornene i lagene over (for å bibeholde lagdelingen)

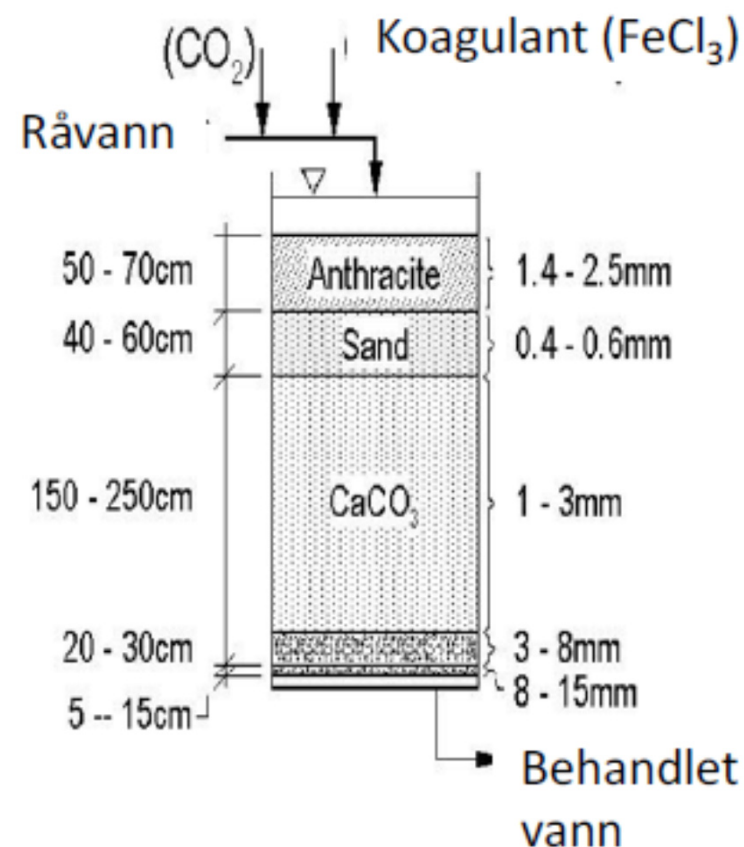
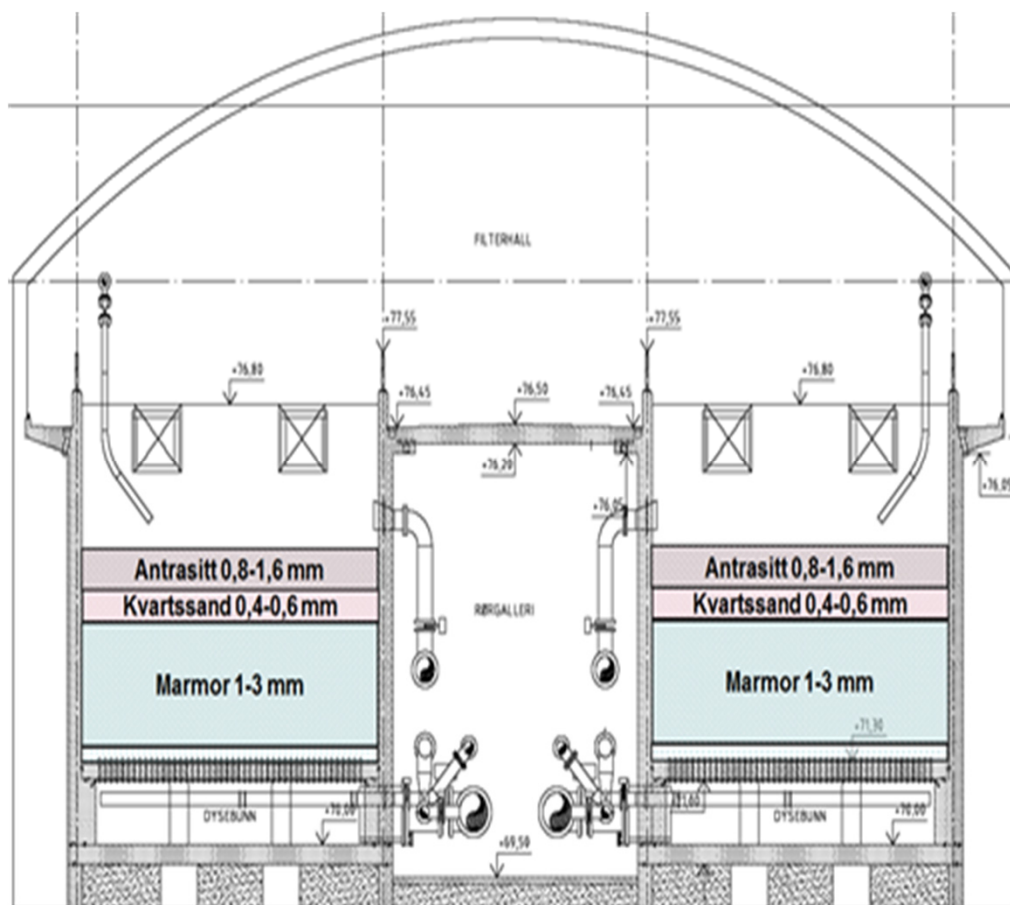
→ **Filtermaterialer og kornstørrelser må velges langs en hellende linje (grønn farge)**



Kombinasjoner av koagulering og korrosjonskontroll

- ✓ Dosering av kalk/ CO_2 i forkant av koaguleringstrinnet
- ✓ Dosering av mikronisert marmor/ CO_2 i forkant av koaguleringen
- ✓ Dosering av vannglass, lut eller soda i forkant av koaguleringstrinnet
- ✓ Bruk av filtersenger med et eget alkalisk filterlag (bunnlag) og dosering av CO_2 i forkant av koaguleringstrinnet
- ✓ Bruk av et eget alkalisk filtertrinn etter koagulering/filtrering
- ✓ Bruk av CO_2 , lut og en kalsiumholdig koagulant

Filtre med alkaliske bunnlag



Generelle krav til vannkvalitet

Drikkevannsforskriften (DVF)

Parameter	Grenseverdi	Kommentar
Farge (mg Pt/L)	20	
Turbiditet (FNU)	1 4	Ut fra behandlingsanlegg Hos abonnent
Aluminium (mg Al/L)	0.2	
Jern (mg Fe/L)	0.2	
pH	6.5 – 9.5	Vannet skal ikke være korrosivt
TOC (mg C/L)	5.0	

Veilederens krav til barriereindikatorer

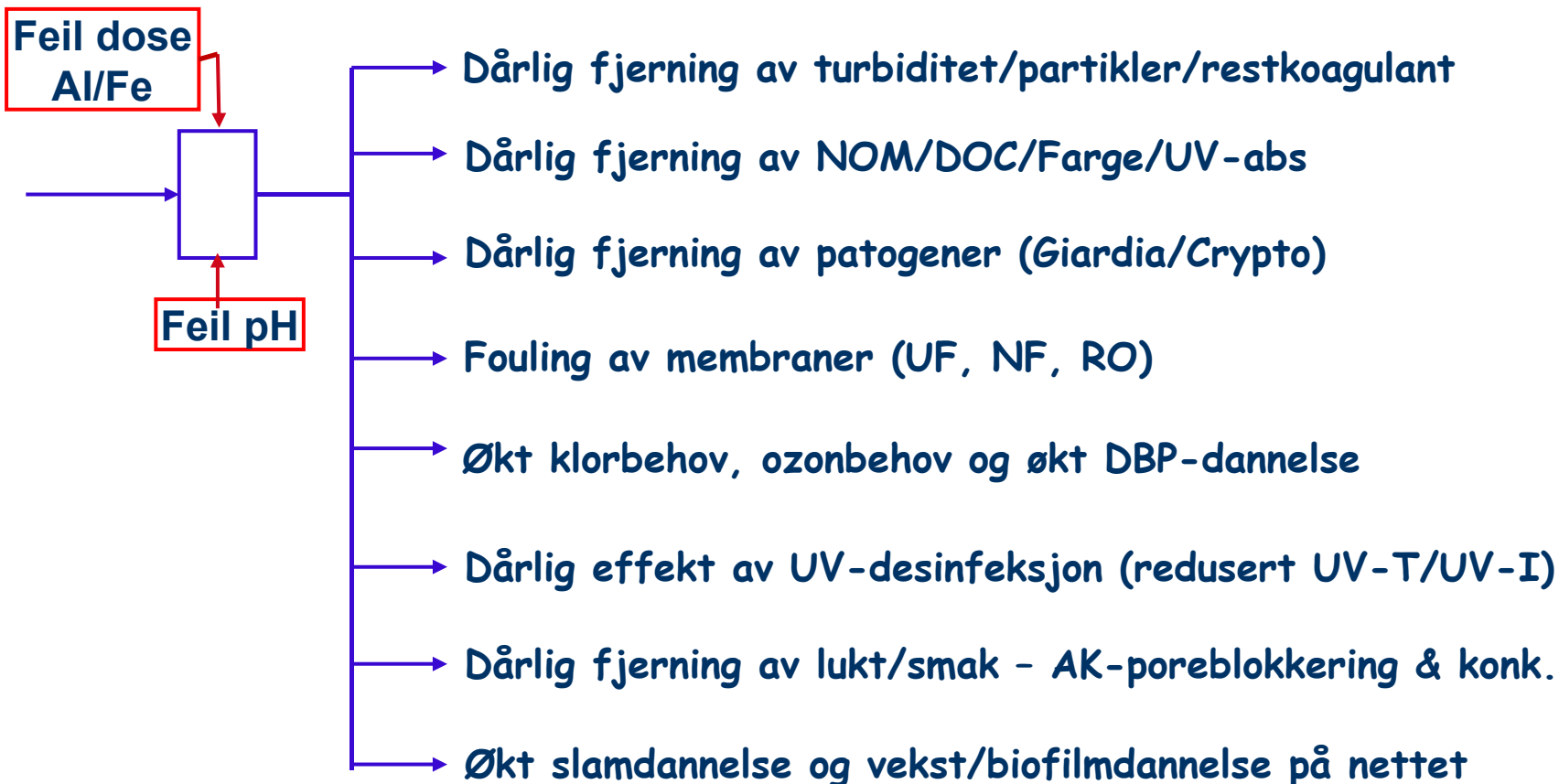
(Tabell C: Koaguleringsanlegg)

Parameter	Verdi	Kommentar
For vannbehandling med koagulering:		
Aluminium (mg Al/L)	< 0.15	Når Al brukes som koaguleringsmiddel
Jern (mg Fe/L)	< 0.15	Når Fe brukes som koaguleringsmiddel
Farge (mg Pt/L)	< 10	Bør normalt være < 5 ved Al eller Fe-koagulering
TOC (mg C/L)	< 3.0	
Turbiditet (FNU)	< 0.2	Utløp fra hvert enkelt filter. Bør om nødvendig overvåkes kontinuerlig for hvert filter
Partikkelantall (1/mL) 2-400 µm	< 500	Utløp fra hvert enkelt filter. Bør om nødvendig overvåkes kontinuerlig for hvert filter

Optimal koagulering:

Et 'must' for sikkerheten

Svikt i koaguleringen kan ha store negative konsekvenser for barriereeffekt og vannkvalitet, og for etterfølgende behandlings- og desinfeksjonsprosesser

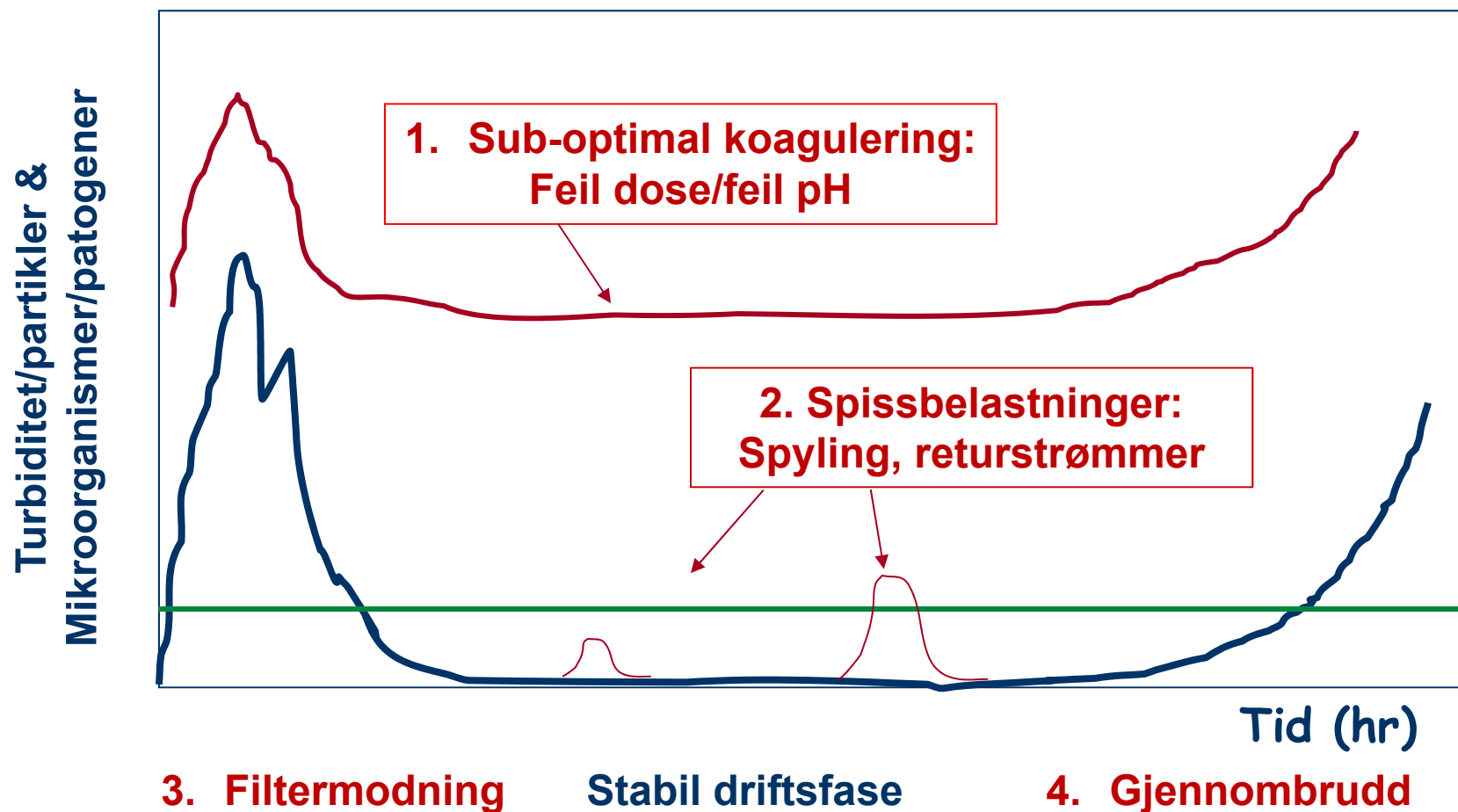


Svikt i koaguleringsbarrieren kan oppstå

- ✓ Ved hel eller delvis svikt i koaguleringen (ikke-optimale verdier for koagulantdose og/eller koagulerings-pH)
- ✓ Under filtermodning
- ✓ Ved gjennombrudd i filtre
- ✓ I perioder med støtbelastninger og (brå) hastighetsøkninger i filtertrinnet (eksempelvis ved innfasing av råvannspumper/pumpetrinn, og ved spyling av parallelle filterenheter)
- ✓ Grunnet returstrømmer med ugunstig mengde og/eller sammensetning (spyleslam/ slambehandling)
- ✓ Ved mangelfull filterspyling og/eller dårlig filtertilstand (én eller flere filterenheter)
- ✓ Ved utilstrekkelig prosessovervåking, styring og kontroll (mangelfull tilpasning av driftsbetingelser til endringer i råvannskvalitet, etc)

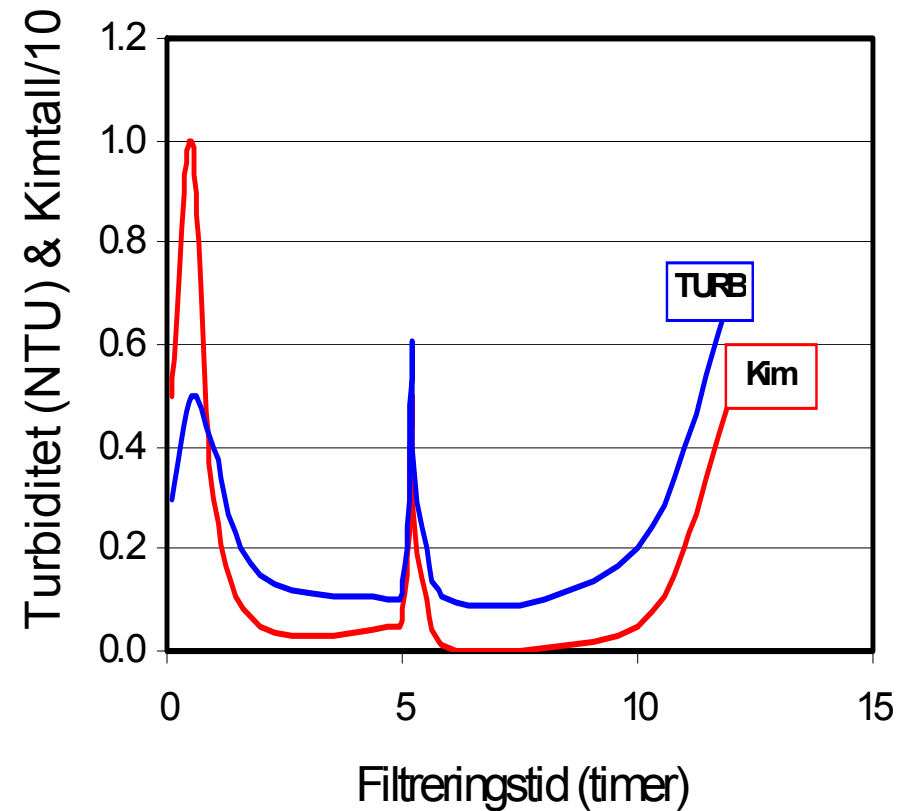
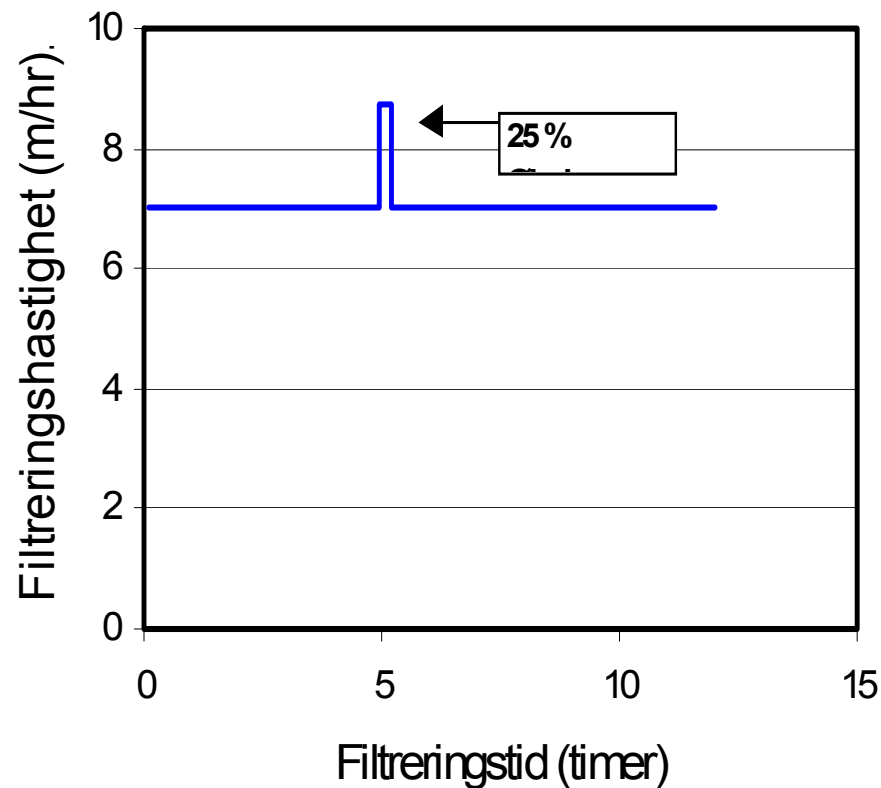
Når kan koaguleringsbarrieren svikte ?

4 typiske situasjoner



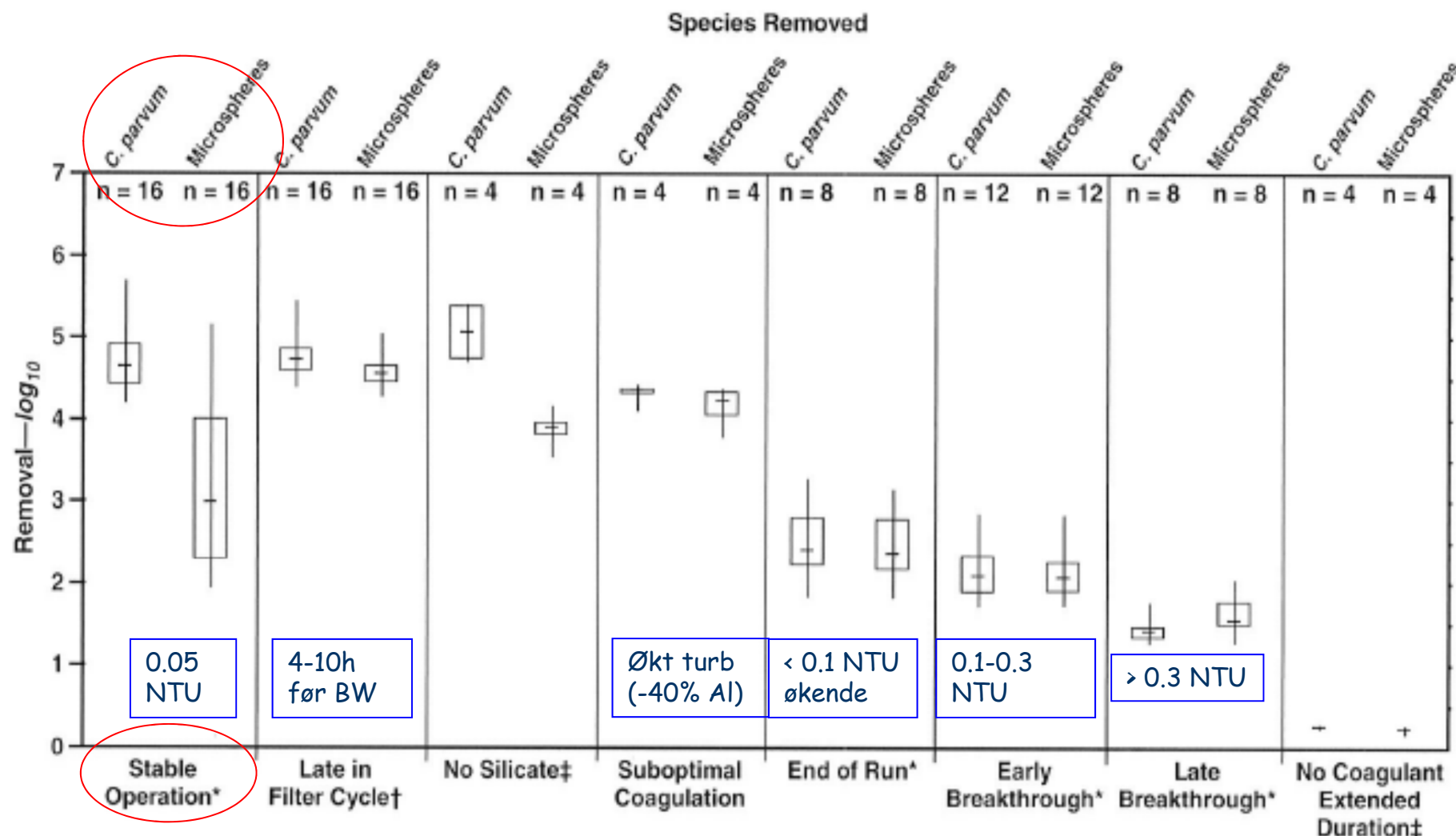
Svikt i koaguleringsbarrieren

Ved belastningsøkninger



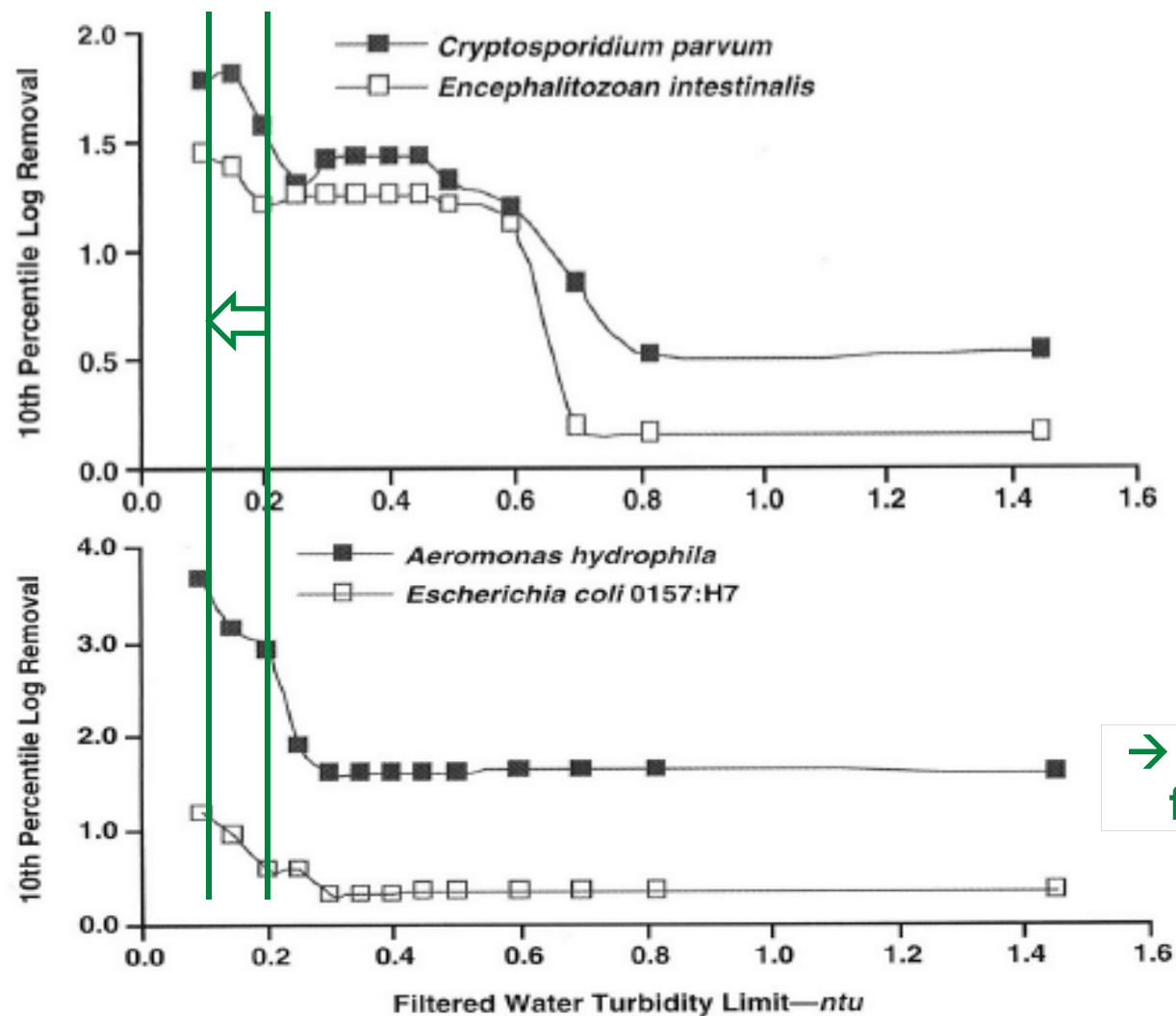
Ottawa WTP: Log-reduksjoner i ulike faser av filtersyklusen og under ulike driftsforhold

(Emelko et al 2004)



Turbiditet som barriereindikator

Xagorarakis et al 2004)



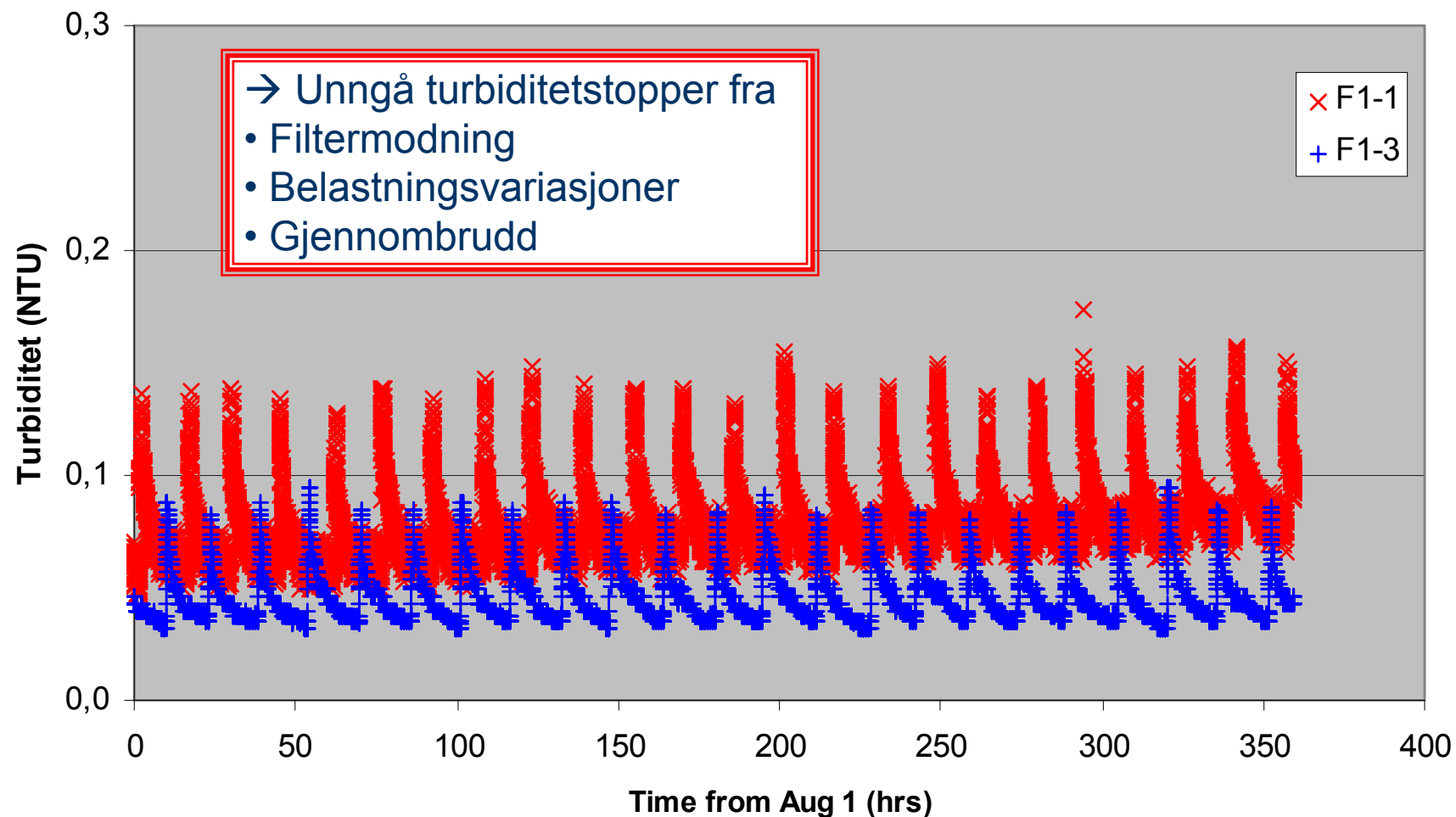
→ Mye å vinne ved å gå fra 0.2 til 0.1 NTU ?

Veilederens krav til barriereindikatorer

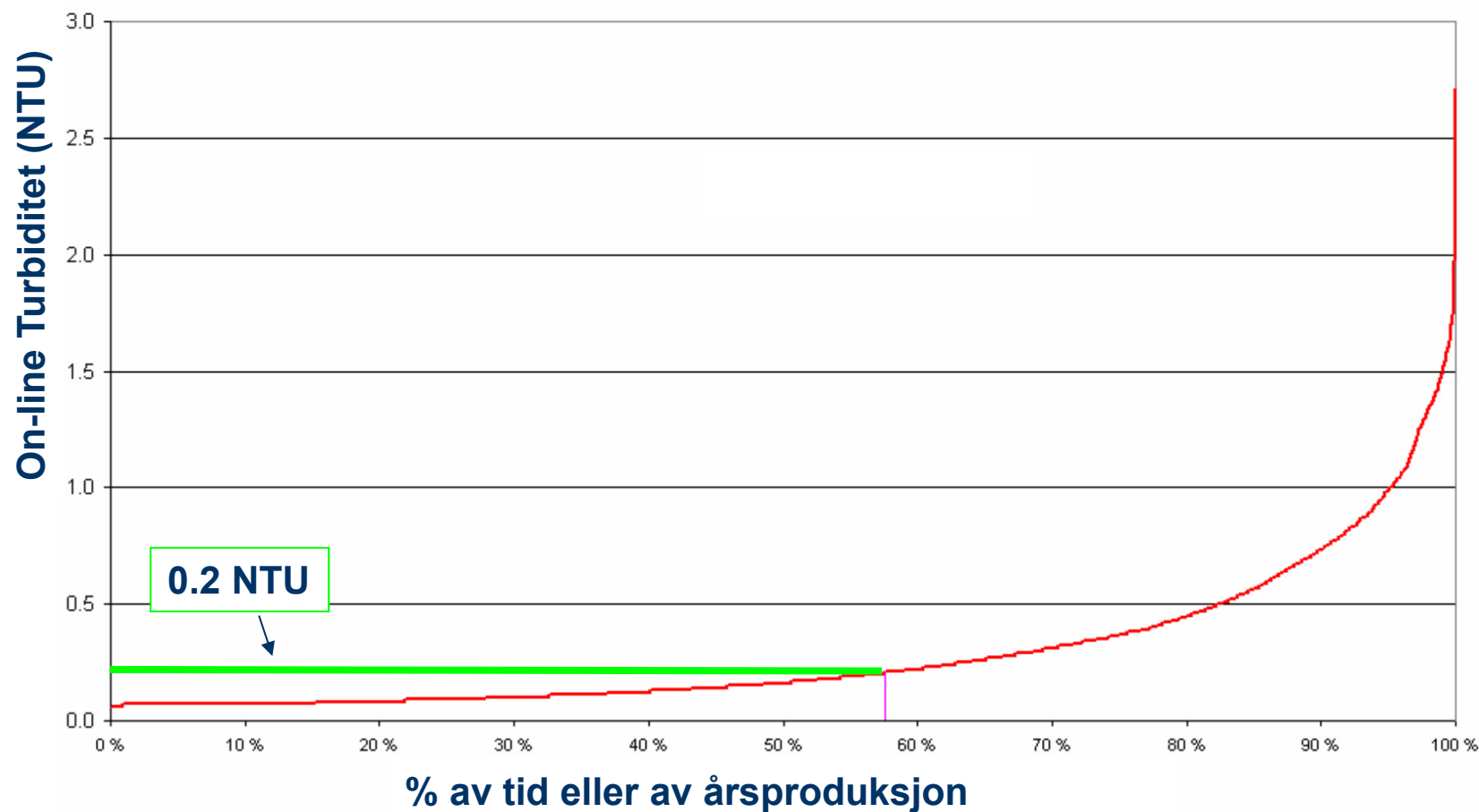
Kontinuerlig turbiditetsmåling på hvert filterutløp



Turbiditetstopper under filtermodning

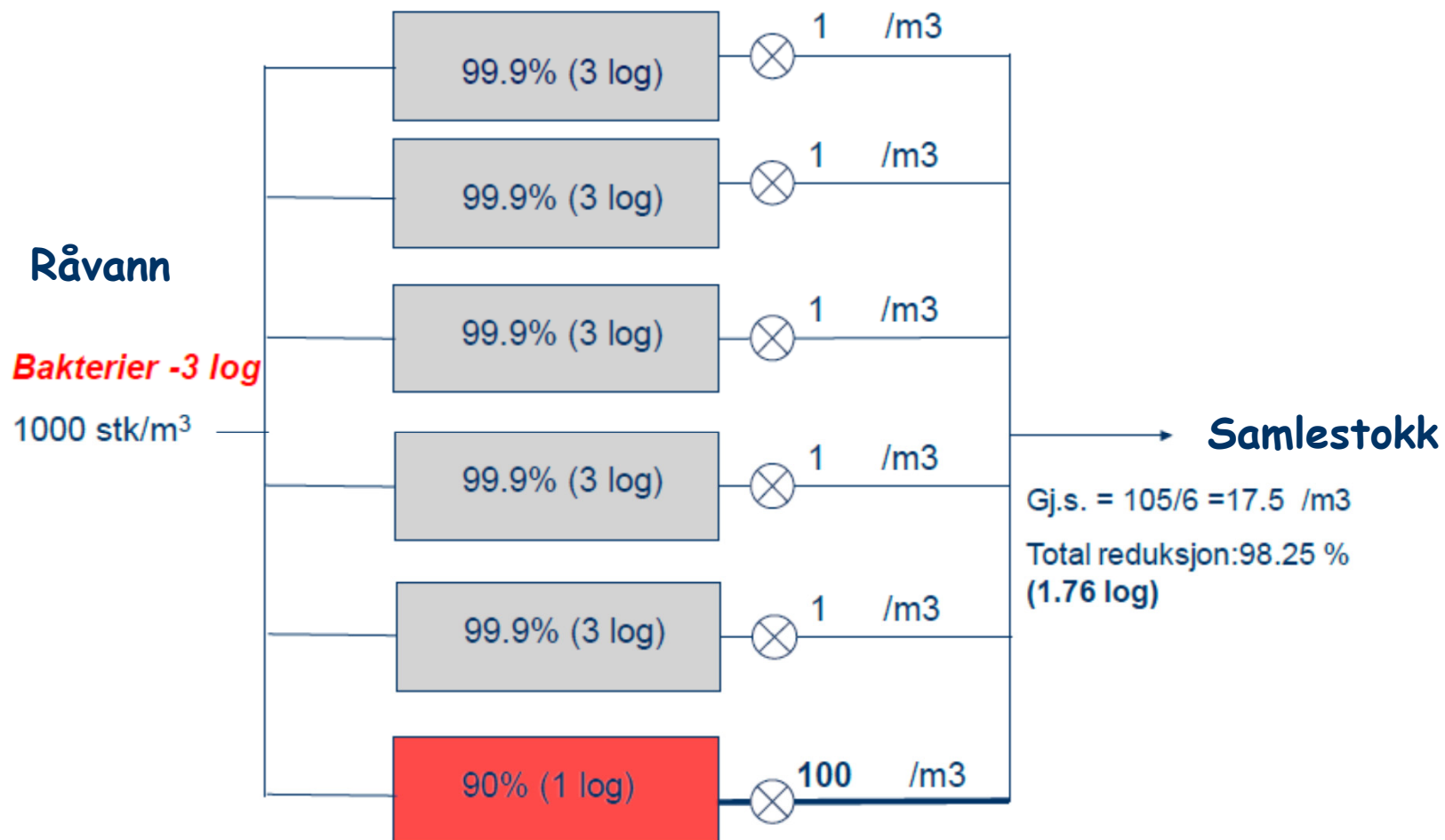


Varighetskurver gir god dokumentasjon av barrierestabilitet/grad av barrieresvikt



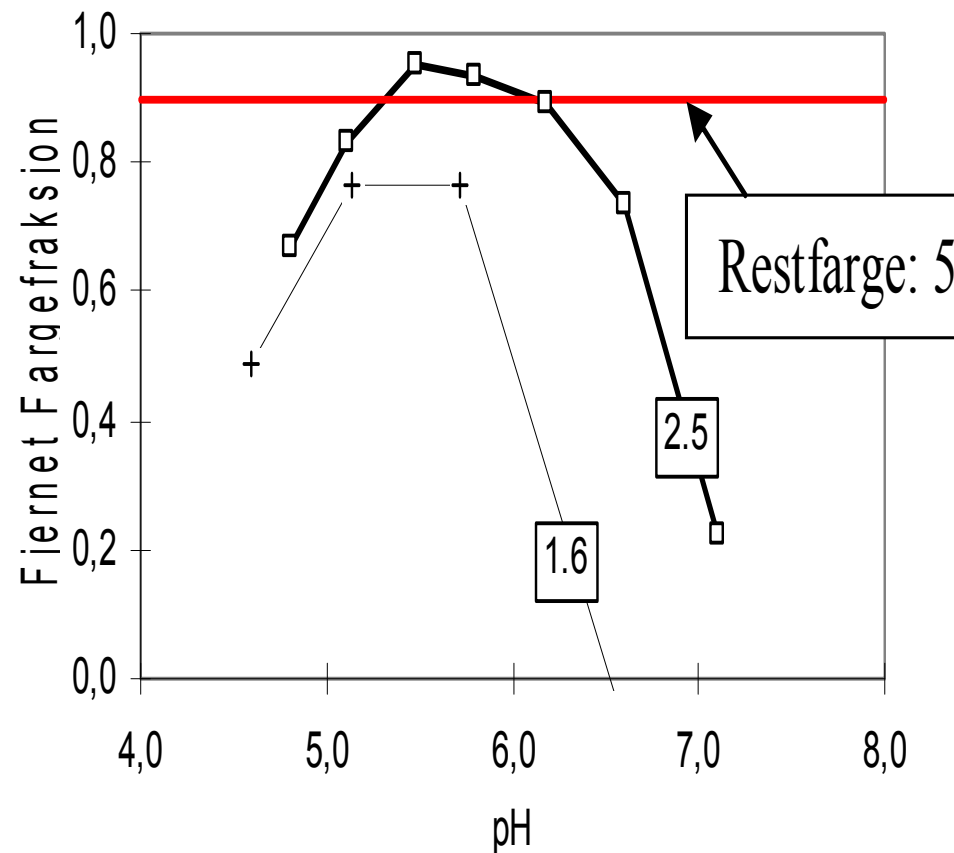
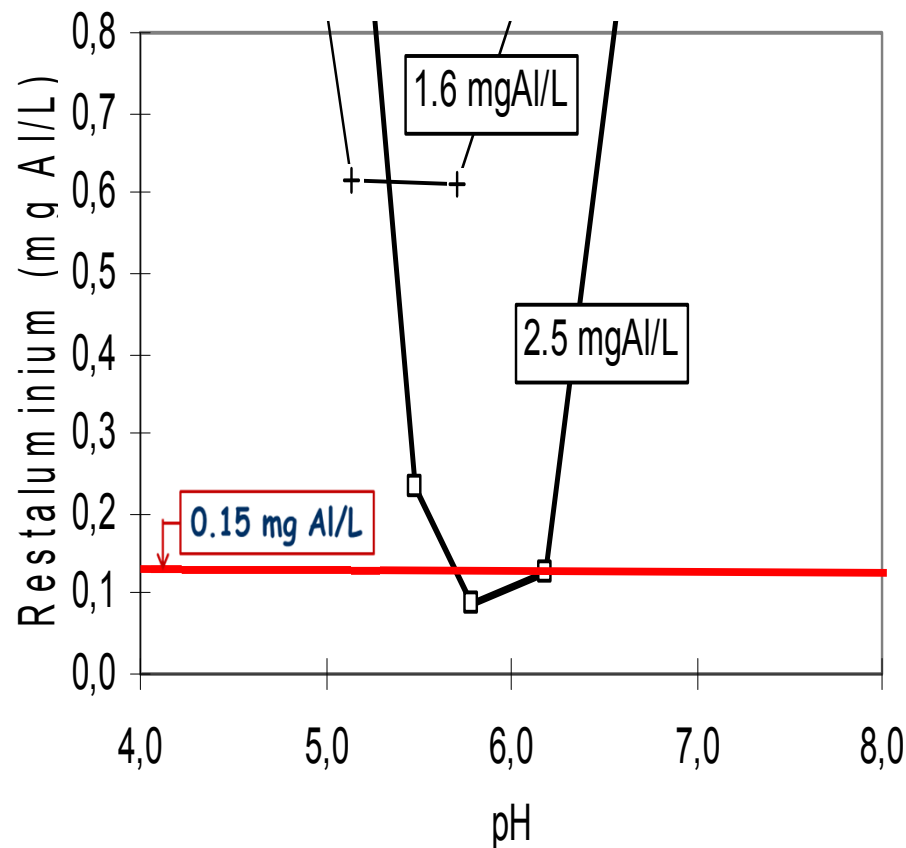
BARRIESVIKT I ÉN FILTERENHET ER NOK

Eks: Barrieresvikt i 1 av 6 filterenheter



Finn OPTIMAL koagulantdose og koag-pH

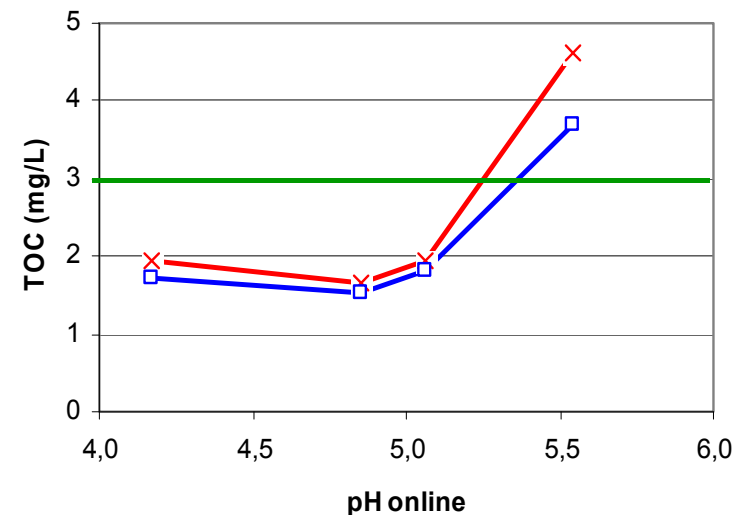
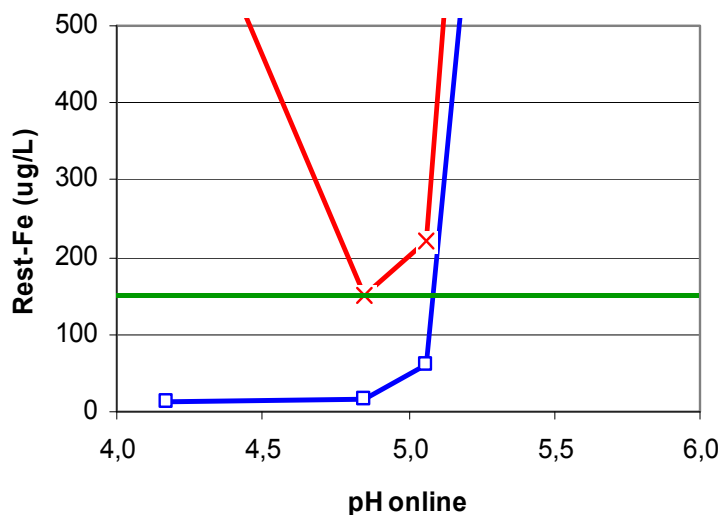
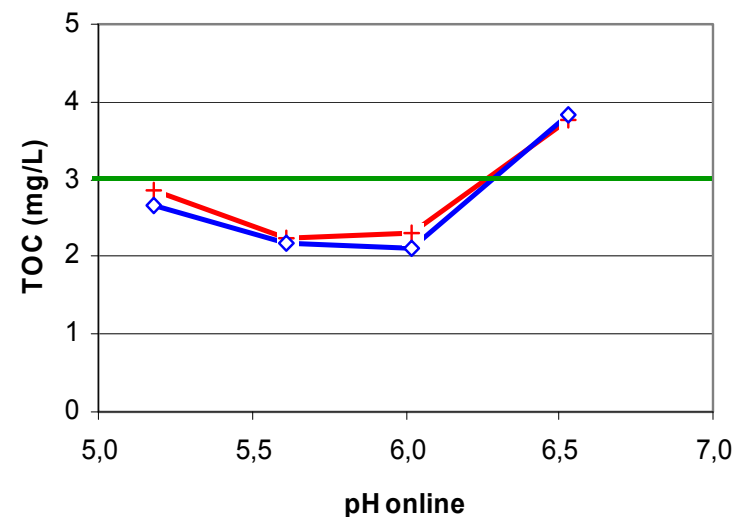
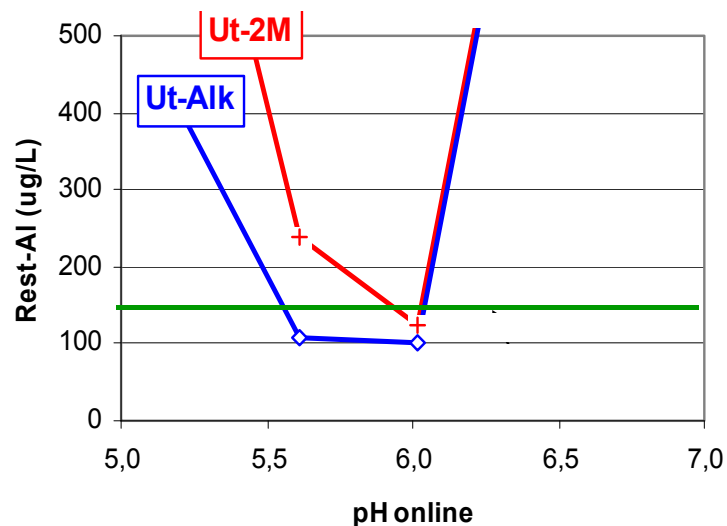
Helst i full skala - Jfr. Håndbokens prosedyrer



- Restmetall eller turbiditet er normalt bestemmende for koagulantdosen
- Dosen må være høy nok til å gi et tilstrekkelig bredt pH-vindu for god drift
- Valgt dose må BALANSERE krav til sikkerhet/robusthet og til ressursbruk

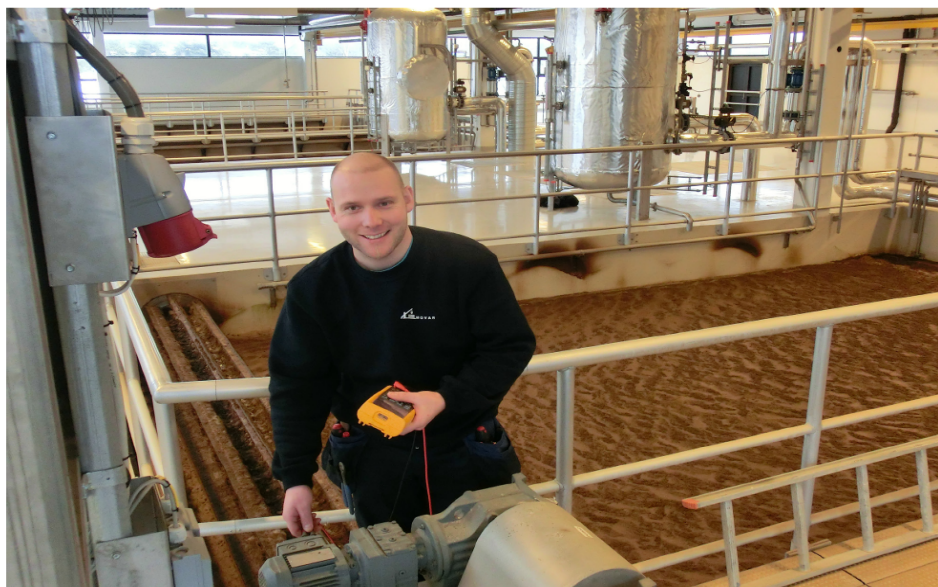
Alkaliske filterlag kan ha fortrinn

Lavere restkoagulantinnhold - og lavere dosebehov?





Håndbok for driftsoptimalisering av koaguleringsanlegg



HVORDAN finne anleggets optimale koaguleringsforhold?

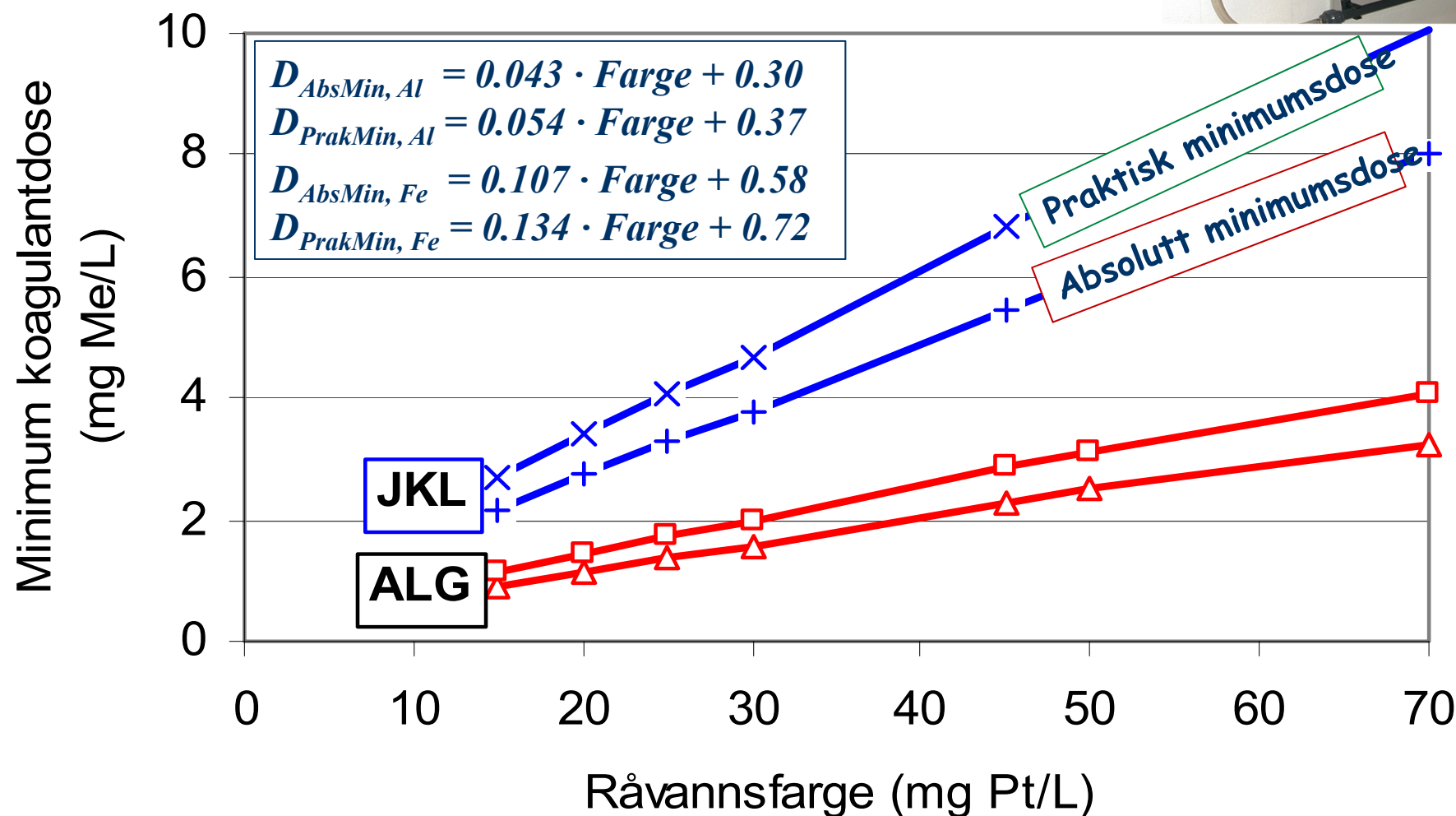
**En egen Håndbok gir konkrete
anbefalinger for systematiske
optimaliseringsforsøk, inkl.
prøvetaking og analyse**

Inkl en intern benchmarking

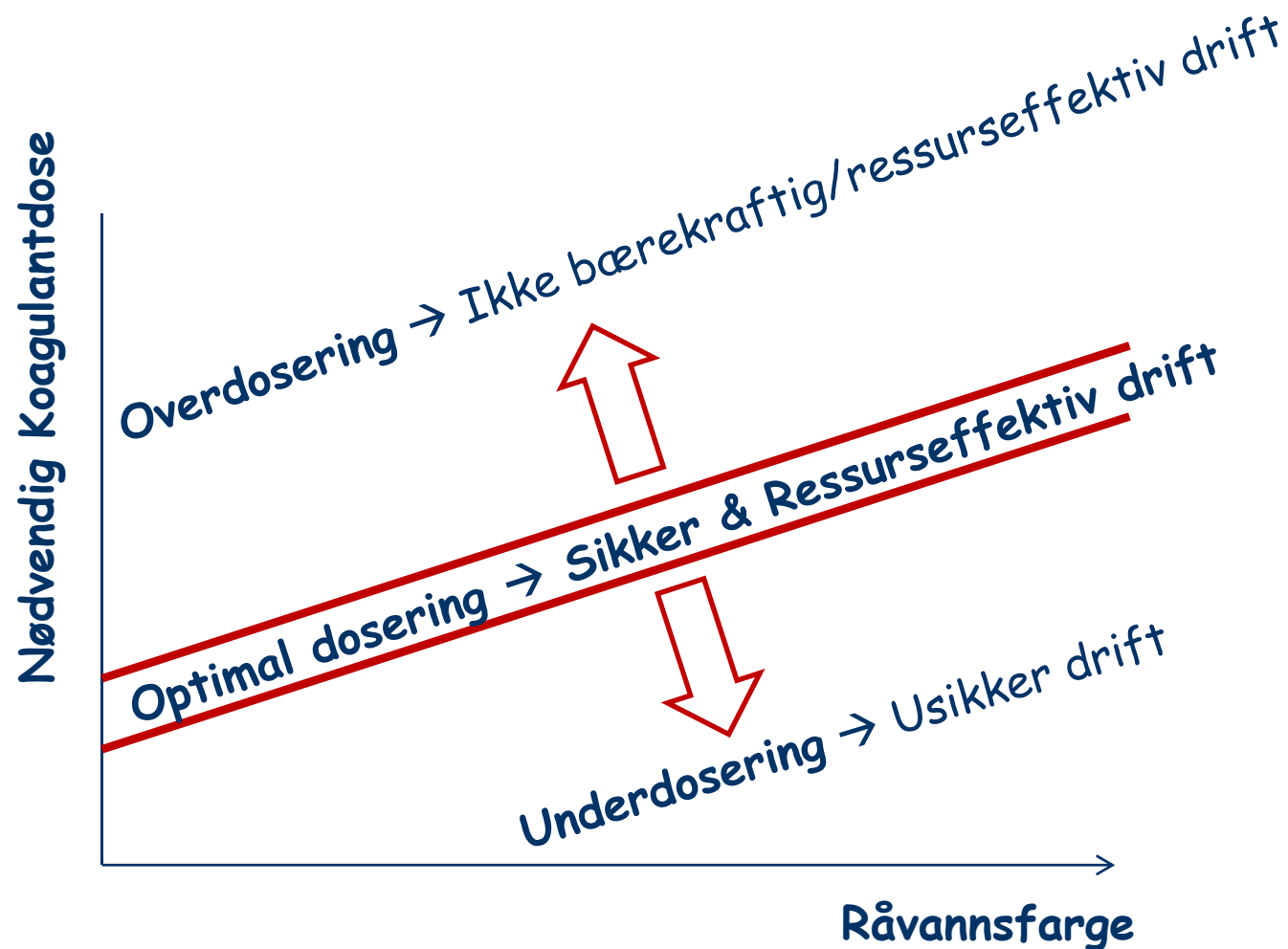
- ✓ Hvordan vet jeg om mitt anlegg drives optimalt mht sikkerhet og ressursbruk?
- ✓ Hvor godt bør mitt anlegg kunne drives - og hva er de optimale driftsforholdene for mitt råvann og mitt anlegg?

Utgis høsten 2012.....

MODELLER FOR NØDVENDIG KOAGULANTDOSE



Søker å finne balansen mellom sikker og ressurseffektiv/bærekraftig drift....



HVORDAN optimalisere?

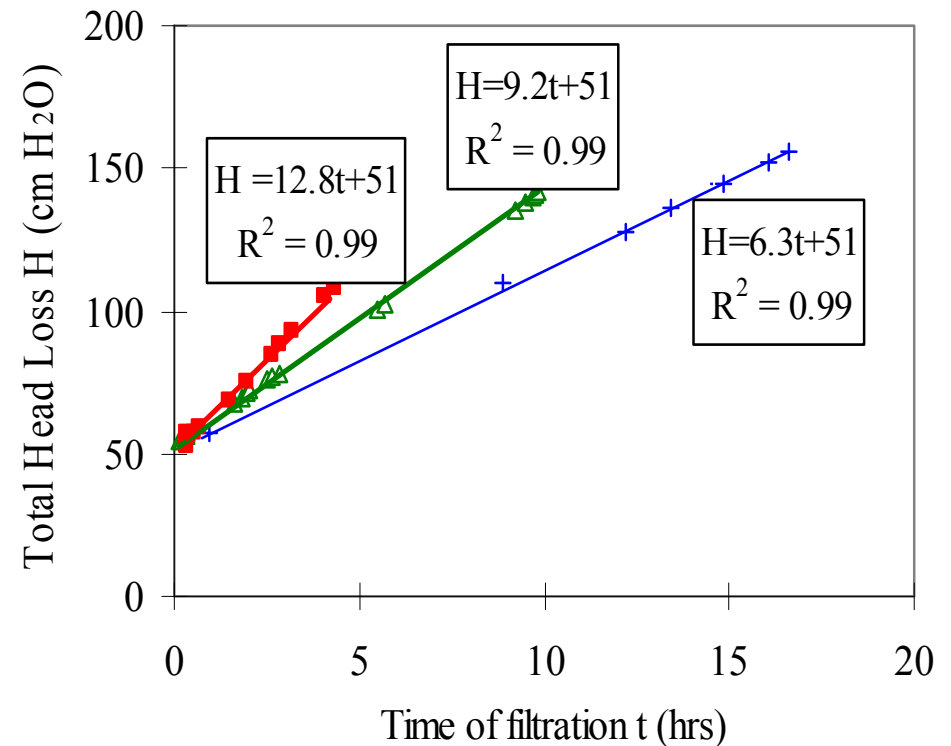
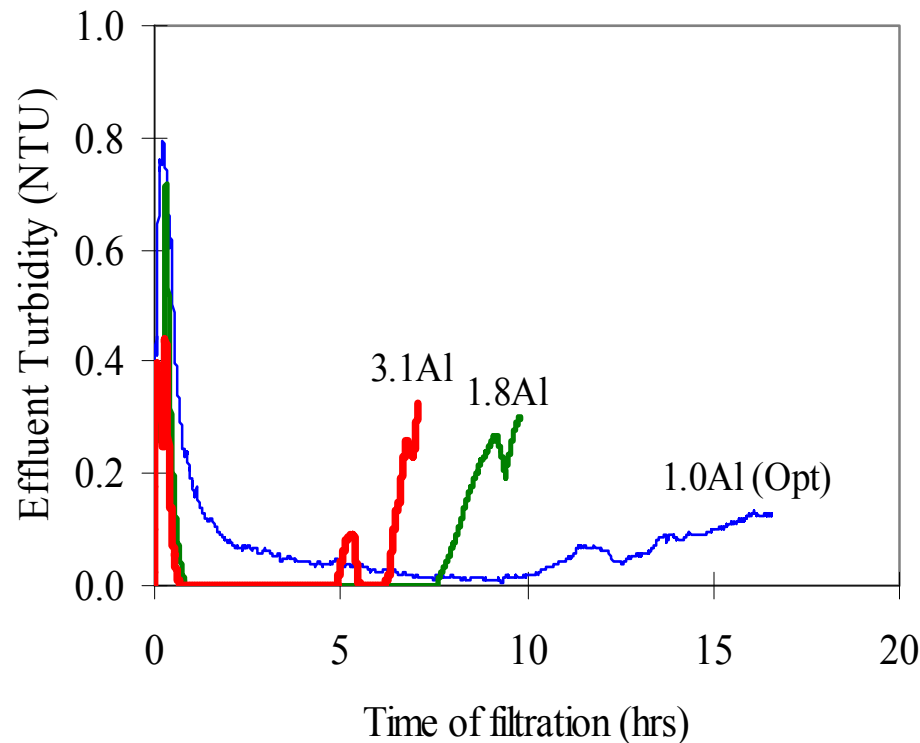
Direkte- og kontaktfiltreringsanlegg: Jar-testing kan i beste fall gi grove indikasjoner



- ✓ Resultatet fra en jar-test avhenger i stor grad av de dannede fnokkers sedimenterbarhet – ikke av deres filtrerbarhet
- ✓ Testen gir ingen informasjon om fnokkstyrke, sykluslengder, trykktap, etc

Filtersykluslengder og trykktap

Normale forløp ved ulike koagulantdoser

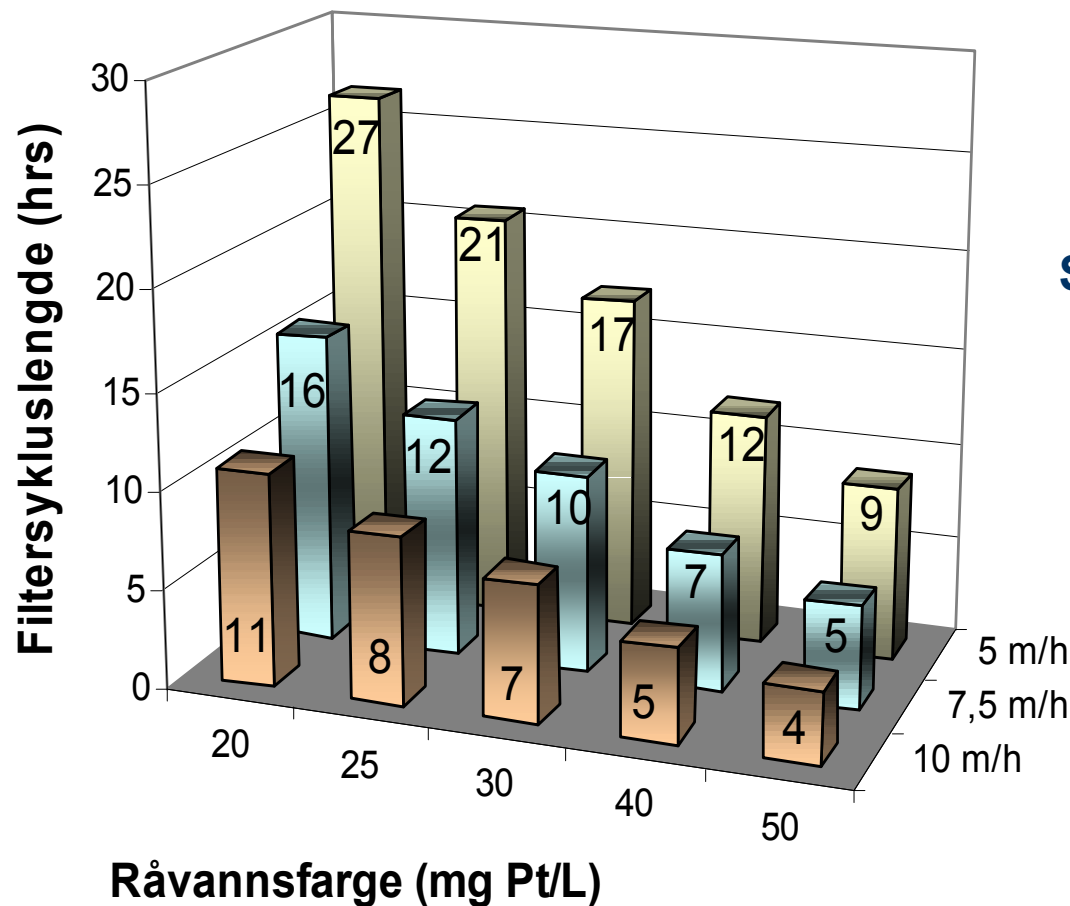


Filtersykluslengden avhenger i hovedsak av flg forhold:

1. Hydraulisk belastning (filtreringshastighet): innløpsvannmengde i m³/t pr. m² filterflate f.eks. 7 m/t
2. Stoffbelastningen (tilført mengde suspendert tørrstoff pr. enhet filteroverflate og tid): hydraulisk belastning multiplisert med tørrstoffinnholdet i filterets innløpsvann, f.eks. 7 m³/m² t · 10 g STS/m³ = 70 g STS/m² t

Modeller for Filtersykluslengde

Basert på stofftilførsel



$$t_{gbr} = a (v \cdot STS)^b$$

$$STS_{Al} \text{ (mg/L)} = 4.2 \cdot D_{Al} \text{ (mg/L)}$$



$$t_{gbr} = 298 (v \cdot D)^{-1.29}$$

der

t_{gbr} = sykluslengde før gjennombrudd (t)

v = filtreringshastighet (m/t)

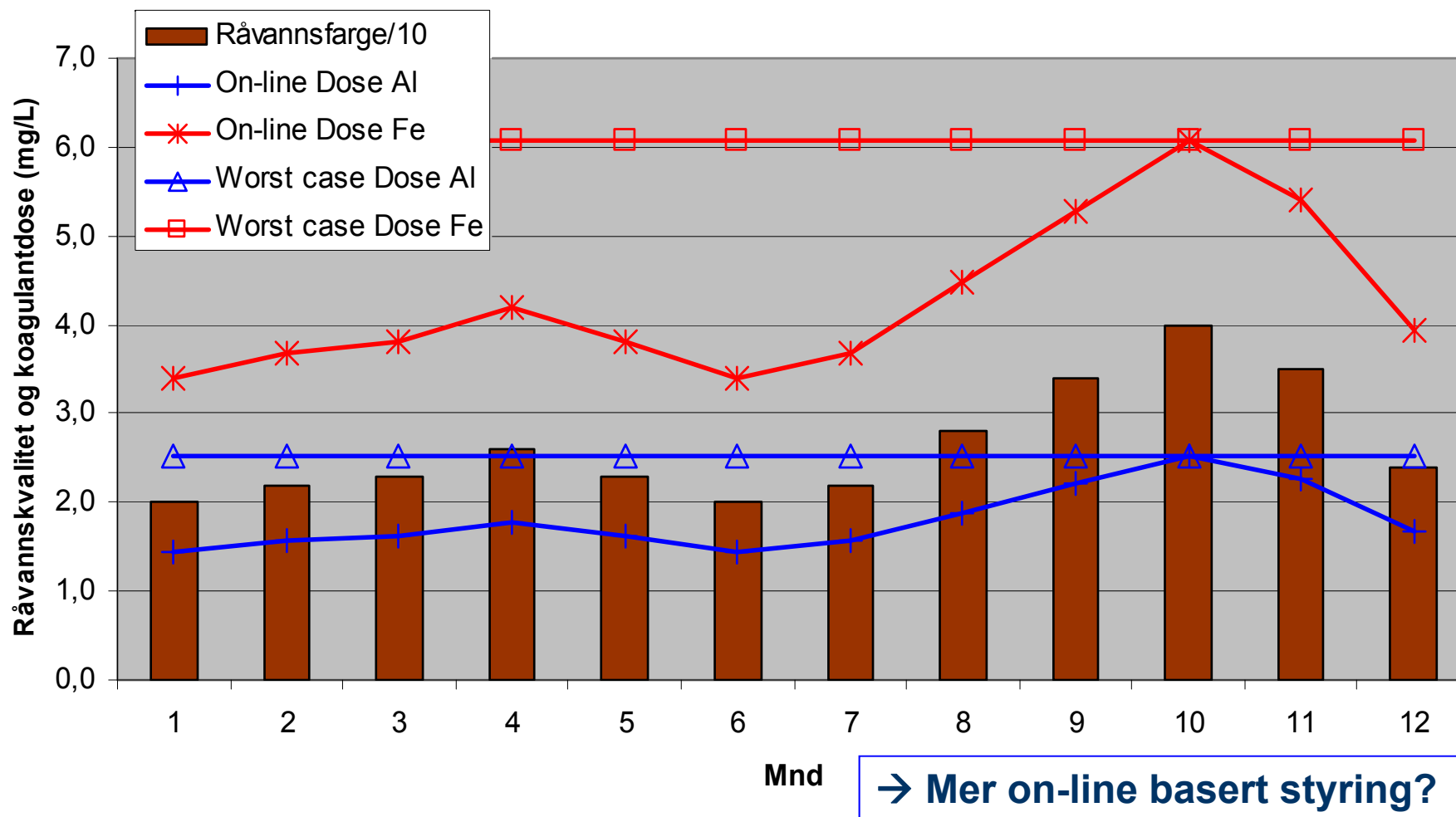
D = koagulantdose (mg Al/L)

Prinsipper for styring av prosessen

1. En mer eller mindre fast dosering over året som dekker "worst case" med hensyn til råvannskvalitet
2. En koagulantdose som justeres jevnlig i henhold til endringer i råvannskvalitet – basert på erfaringsmodeller for koagulantdose som funksjon av råvannsfarge
3. En koagulantdosering som styres via en algoritme i driftskontrollsystemet ut fra on-line målinger av råvannsfarge farge eller UV-absorbans. Her vil det normalt legges inn en overstyring med relativt snevre maksimums- og minimumsgrenser for å hindre svikt i koaguleringen dersom det skulle oppstå feil i on-line måleutstyret
4. Noen anlegg, primært i England og USA styrer koaguleringsprosessen etter overflateladningen på koagulerte partikler, siden det har vist seg at koaguleringen foregår best ved en ladning nær null eller svakt negativ (zetapotensialmålere, streaming current detectors). Norske erfaringer tyder imidlertid på at selv om best koagulering synes å oppstå for en svak negativ ladning (et zetapotensial mellom null og minus 10 mV), er resultatene lite konsistente fordi man kan få såvel gode som dårlige resultater for ett og samme målesignal innen dette området

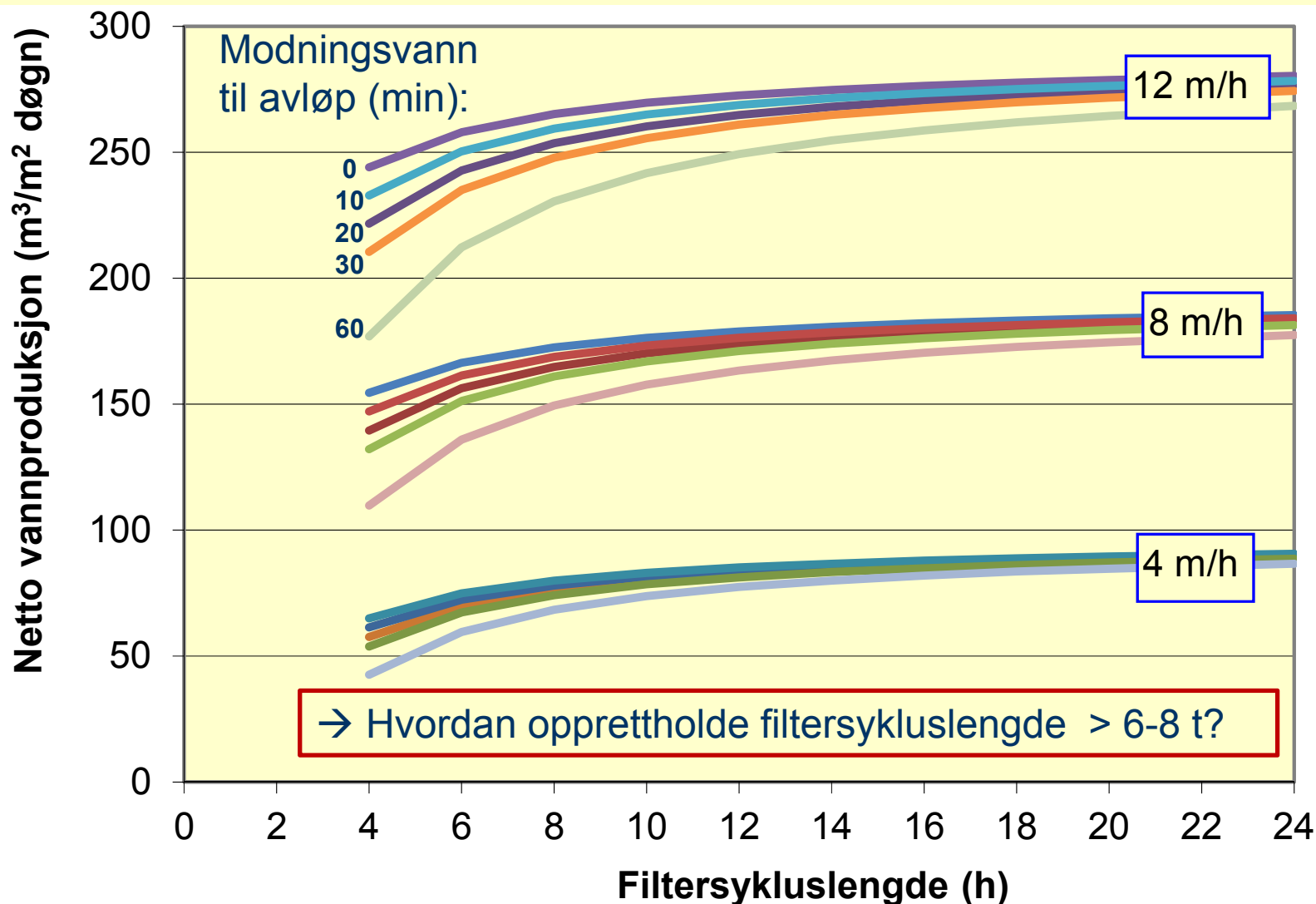
Hvordan tilpasse koaguleringsforholdene til råvannskviliteten?

On-line styring - eller etter worst case...



Kapasitetsøkning

Økt kapasitet krever økt filtreringshastighet



FILTERTILSTAND

Sentrale spørsmålstillinger:

1. Hvilke driftsmessige ulemper kan en dårlig filterstilstand medføre?
2. Hvilke forhold/symptomer (earlig warnings) er typiske?
3. Hva er mudballs og hvordan kan de oppstå – og fjernes?
4. Hva bør jeg se etter ved en visuell inspeksjon av filteret?
5. Hvordan bør en visuell filterinspeksjon utføres?
6. Hvilke fysiske og beregningsmessige verktøy kan brukes?
7. Hvilke korrektive tiltak kan iverksettes?

Visuell Inspeksjon av filtertilstand

Hva du bør se etter

Hauger: Tegn på forstyrrelser i støttelaget – redusert lagtykkelse og økt spylevannstilførsel

Kratere: Tegn på forstyrrelser i støttelaget – økt lagtykkelse og redusert spylevannstilførsel, evt svikt i filterbunn og/eller filterdyser

Slamklumper ("mudballs"): Tegn på at filterspylingen ikke er god nok og at det finnes større mudballs lenger nede i filtersengen, noe som påvirker filtreringen og filtersengen negativt

Revner/sprekker ("Krakeleringer"): Tegn på mudballs/sammenkittede filterkorn og utilstrekkelig filterspyling - svært uheldig for vannkvalitet og barrierefunksjon

Redusert filterdybde langs bassengveggen: Tegn på forekomst av slamklumper nede i filter-sengen, sandinntrengning/gjentetting av støttelaget, med redusert tilførsel av spylevann til dette området

Alger: Bør fjernes fra filteroverflate, rør/renner eller bassengvegger for å unngå gjentetting

Strukturelle defekter: Defekter i belegg/puss/betongvegger, korrosjon i armering, rørføringer, og renner vil forverres med tiden - bør repareres jo før jo heller

Visuell Inspeksjon av filtertilstand (2)

Hva du bør se etter

Filterkorn i spylevannsrenner: Tegn på at den anvendte spyleintensitet er for høy og/eller at fribordet er for lavt. I anlegg med flermediafiltre er det viktig å merke seg hvilken type filtermedium man finner

Filterdybde og lagtykkelser: Sjekk filterdybden ved å anvende en tilstrekkelig lang stang påmontert en endeplate som forsiktig manøvreres ned i filtersengen inntil endeplaten stopper ved toppen av støttelaget. Mål avstanden fra endeplaten til toppen av filtersengen - og derved filterdybden - flere steder i filteret. Om mulig bør man også forsøke å få endeplaten ned gjennom støttelaget slik at man også kan måle tykkelsen på dette

Nivå på spylevannsrenner: Bruk et water for å sjekke om spylereennene er horisontale og at de ligger på samme nivå. Sjekk at nivåene er korrekte ved å la vannet stige sakte over rennekanten

Fribord: Mål avstanden mellom topp filtersengen og overløpskanten i spylereennene. Et avtagende fribord over tid kan indikere at det dannes organiske eller uorganiske belegg på filterkornene eller at slam akkumuleres i filtersengen som følge av utilstrekkelig filterspyling. Et økende fribord indikerer tap av filtermateriale gjennom defekter i filterbunn og/eller filterdyser eller ved filterspyling

Typiske problemer med filtermasser

1. Tap av masse under tilbakespyling
2. Nedknusing av antrasitt og andre filtermasser
3. Blanding av filtermasser
4. Belegg som fører til at filtermassen ”vokser”

FILTERTILSTAND



Overflatebelegg på filtersengen og stor blanding av filterlag kan gi høye trykktap

FILTERTILSTAND



Slamklumper (mudballs) kan forstyrre filtreringen og driften av filteret

- ✓ Unngå overdosering av polymer
- ✓ Sørg for tilstrekkelig god filterspyling

FILTERBUNNER



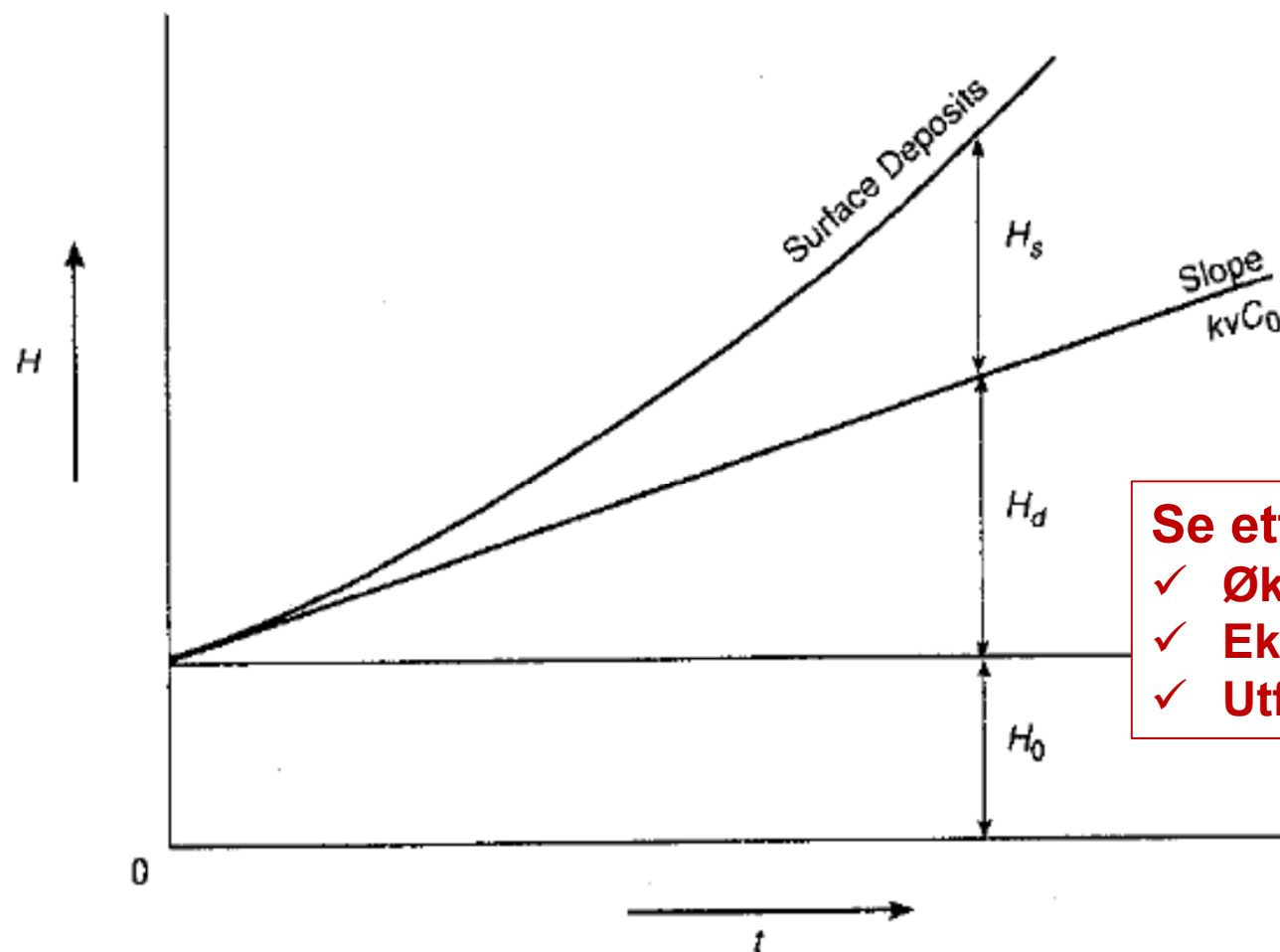
Sjekk jevnlig for defekte filterbunner/dyser og tap av filtermasse gjennom dysene (Bildet viser betydelig sandtap)

FILTERDYSER



Sjekk jevnlig for utfellinger og økte trykktap i dysene

BRUK TRYKKTAPSDATA BEDRE KAN GI BESKJED OM FILTERTILSTAND

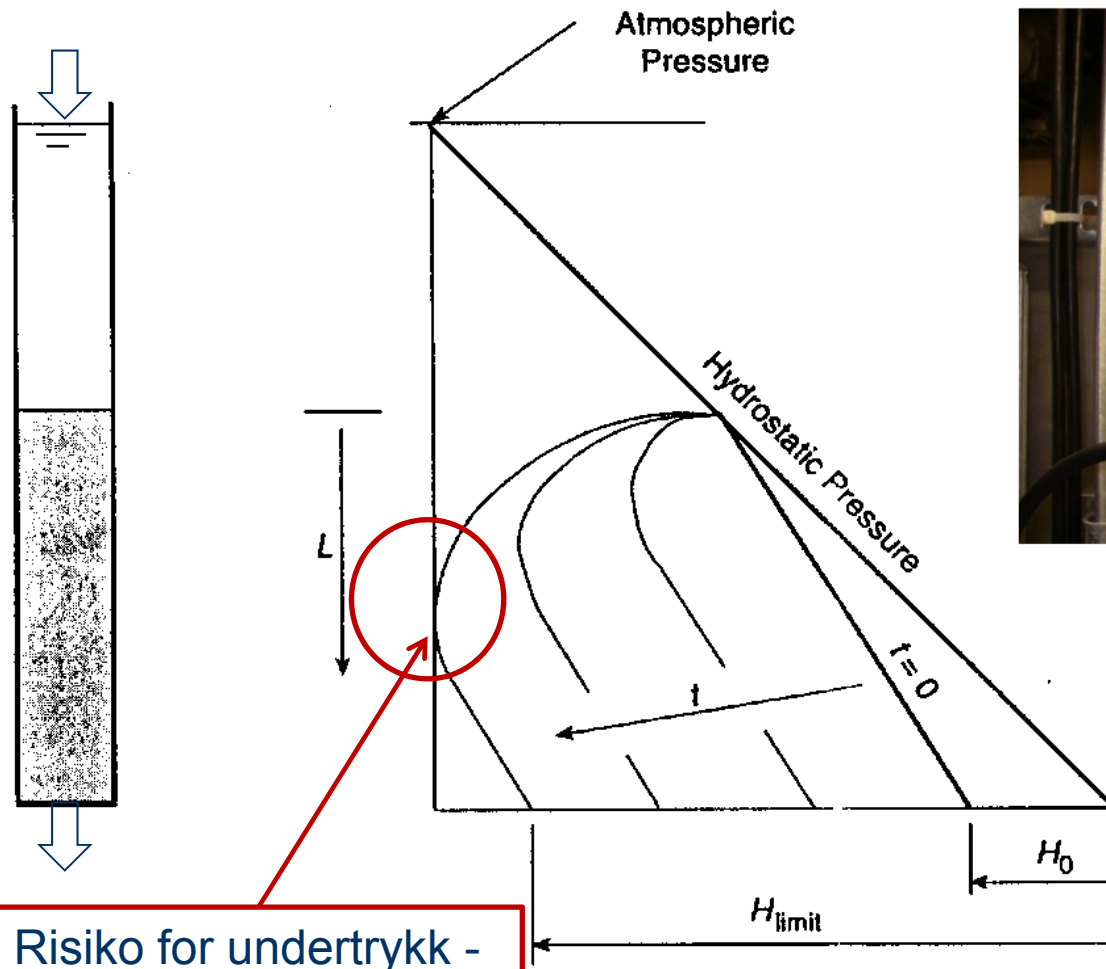


Se etter trender til:

- ✓ Økende H_0 (ren seng)
- ✓ Eksponensiell utvikling
- ✓ Utflatning (gjennombrudd)

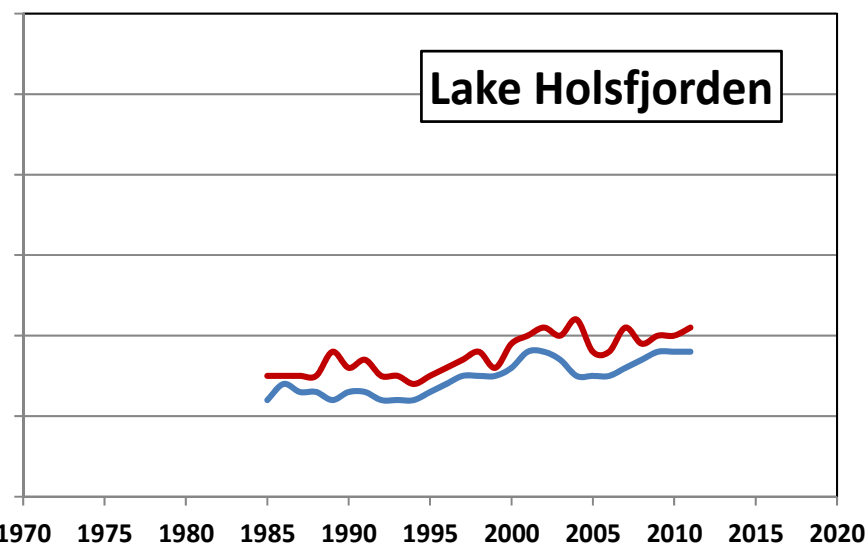
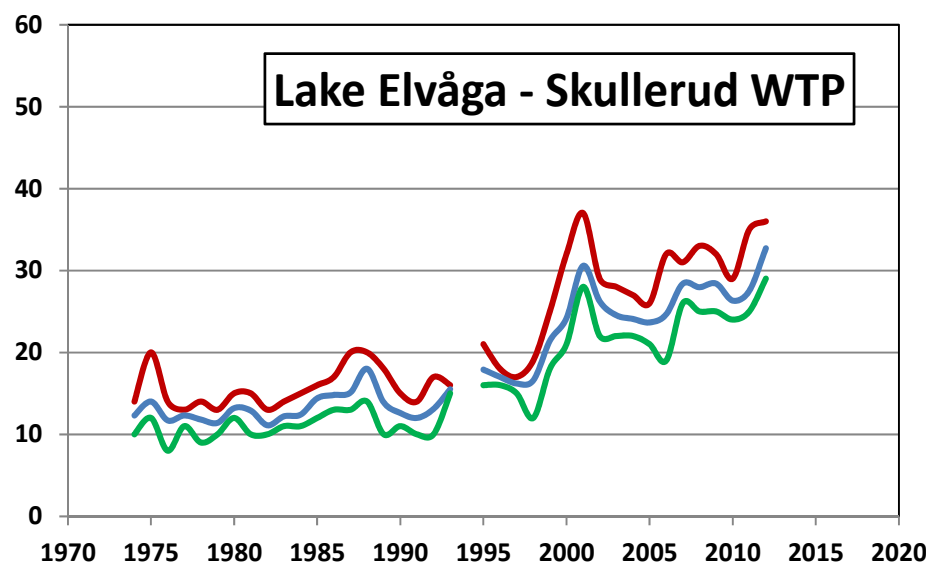
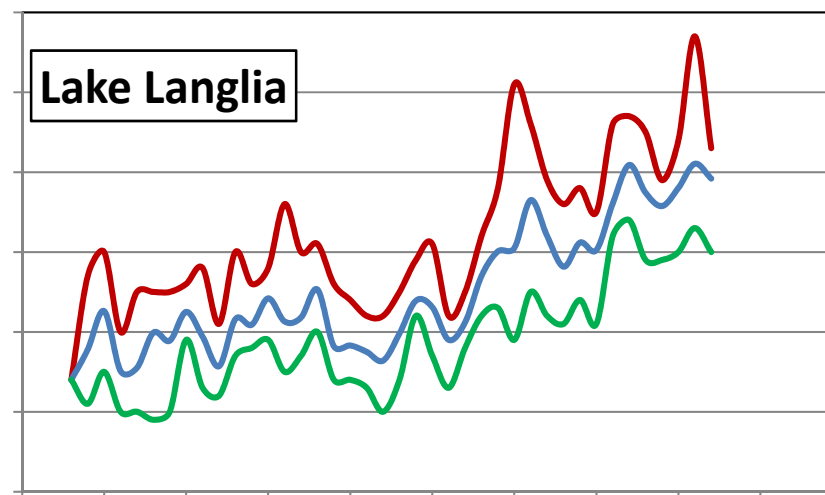
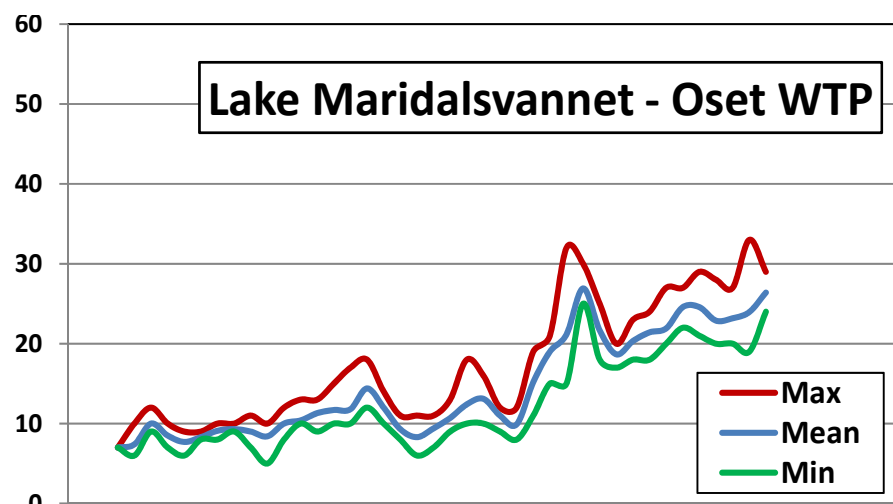
TRYKKTAPSDATA MÅ UTNYTTES BEDRE

KAN GI BESKJED OM FILTERTILSTAND



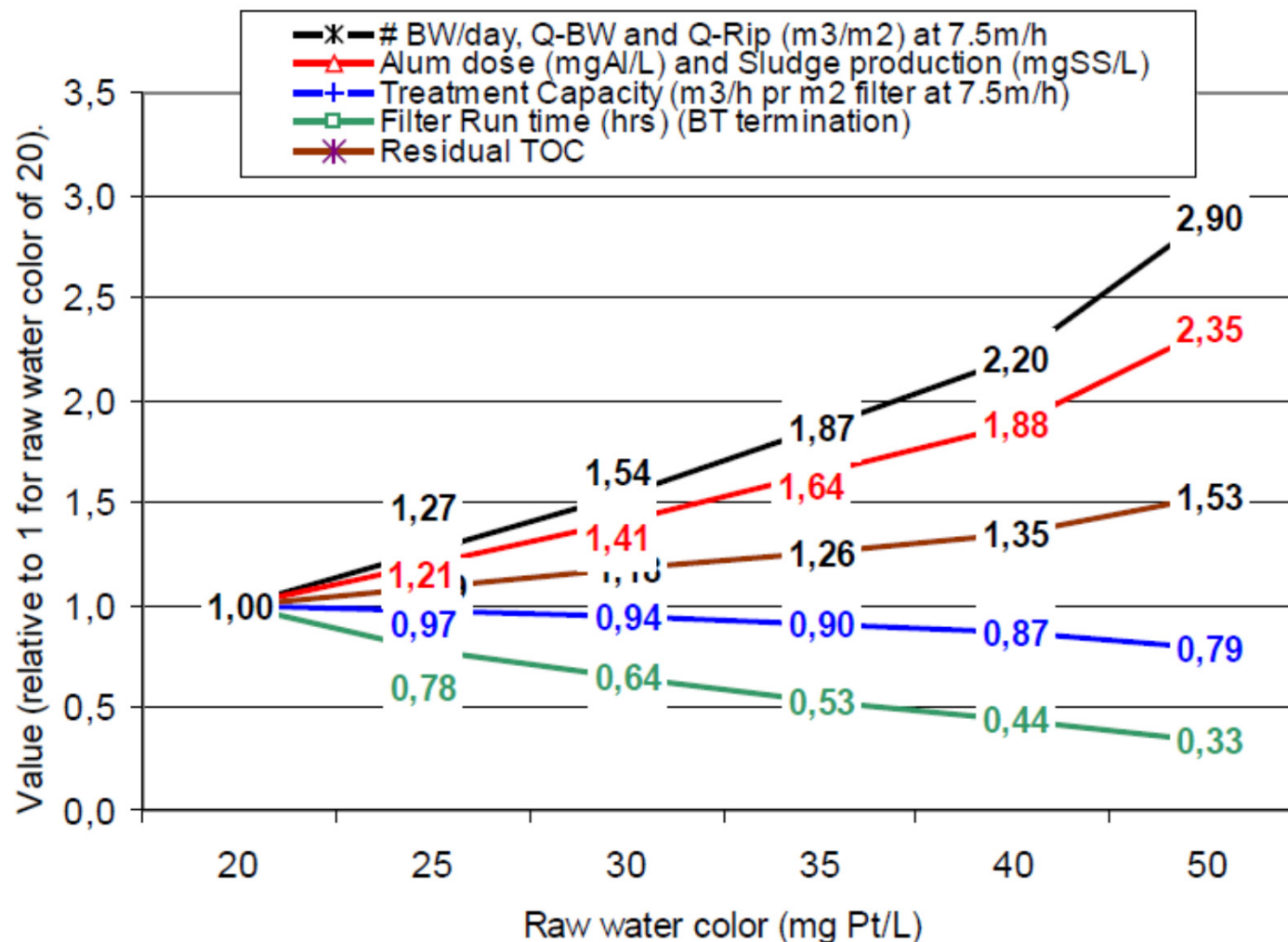
KLIMAENDRINGER OG ØKT RÅVANNFARGE

Eks: Fargetallsutvikling i Oslos vannkilder, 1974-2012 (Wold, 2012)



EFFEKT AV ØKT RÅVANNFARGE PÅ SENTRALE DRIFTSFORHOLD

Relative endringer ifht en råvannsfarge på 20



Klimaendringer og økende NOM kan kreve supplerende vannbehandlingstrinn (AC, UF, MIEX, etc)



Naturlig Organisk Materiale (NOM)



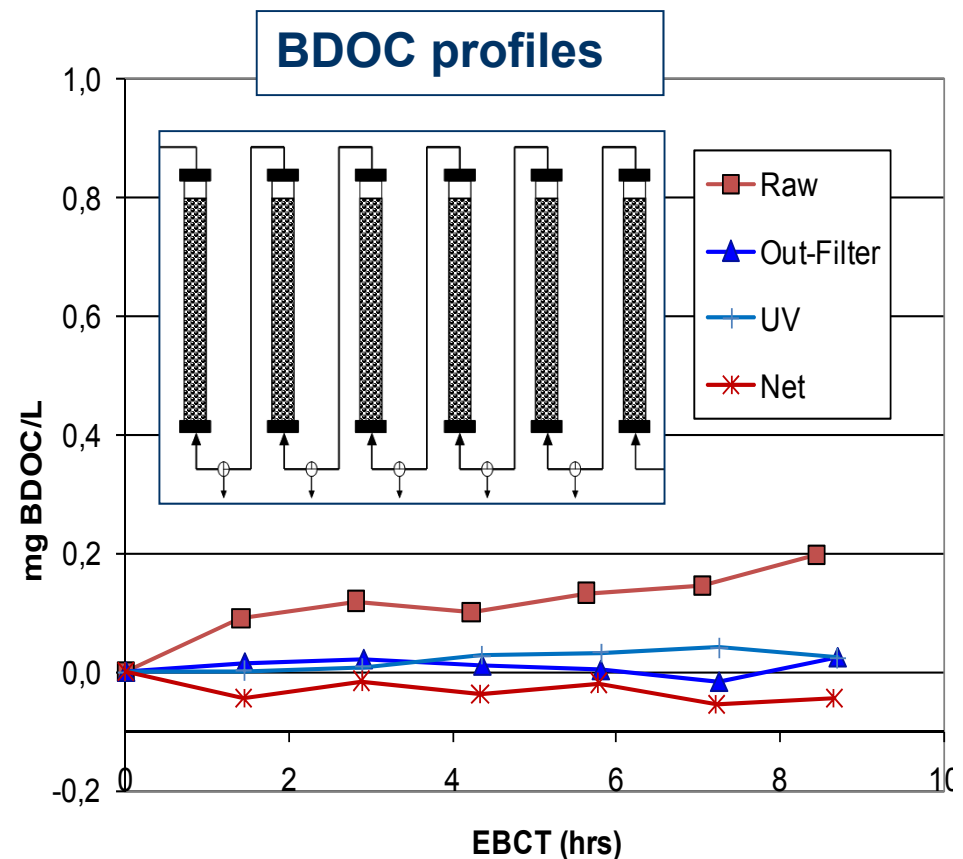
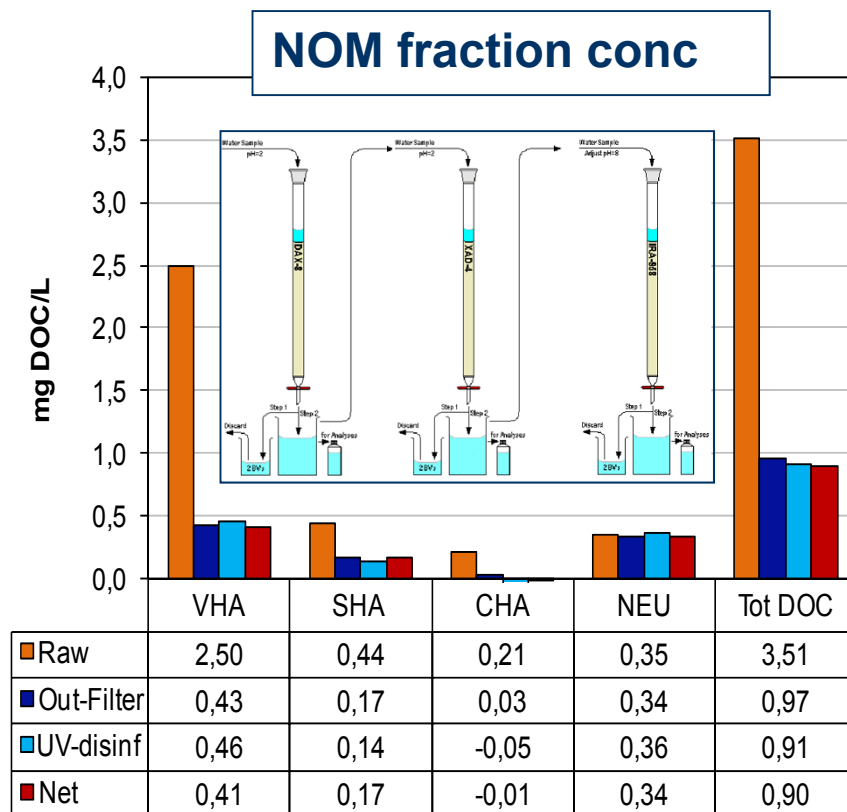
- NOM påvirker farge, lukt og smak på vannet
- **NOM øker koagulantbehovet og behovet for desinfeksjonsmiddel**
- NOM påvirker desinfeksjonseffektiviteten og danner DBP
- NOM påvirker fjerningen av uorganiske partikler og av mikroorganismer
- NOM påvirker mobiliteten og tilgjengeligheten av mikroforurensninger
- NOM påvirker korrosjonen av utstyr og ledningsmaterialer – også innomhus
- NOM påvirker vannets biologiske stabilitet, og gir biologisk vekst og biofilmdannelse
- NOM danner belegg (fouling) på membraner, blokkerer porer i AC-filtre og utkonkurrerer lukt/smak og andre forbindelser i kampen om adsorpsjon
- **NOM kontrollerer koaguleringsprosesser og påvirker vannbehandling, barriereeffektivitet og log-reduksjoner av mikroorganismer**
- **Økende NOM-innhold og økende sesongmessige variasjoner i mengde og sammensetning kan gi økte utfordringer for drift av koaguleringsanlegg og for driftskontrollsystemer**

Nye verktøy for prosessvurderinger og optimaliseringstiltak

NOM-fraksjonering og biologisk vekstpotensial (BDOC)



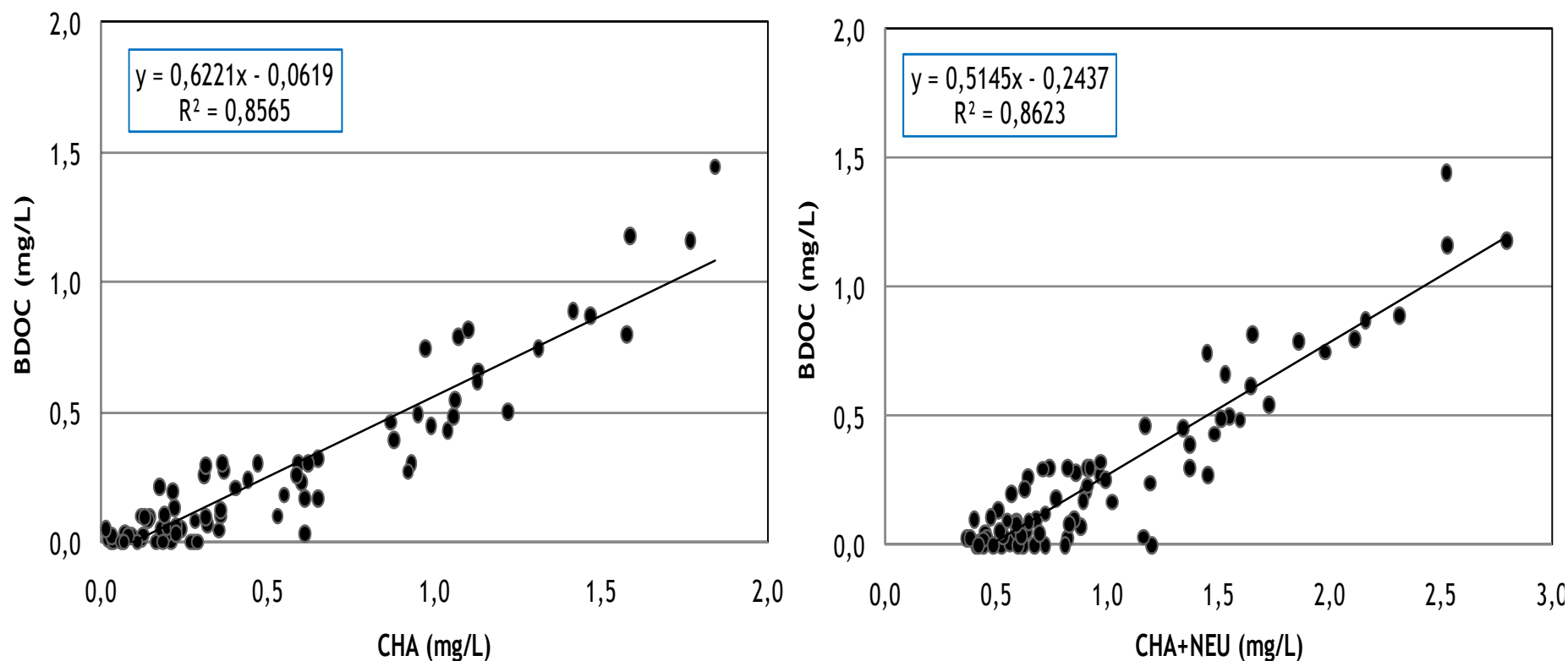
NOM (DOC)-fraksjonering og biologisk vekstpotensial (BDOC) som verktøy for prosessvurderinger og optimaliseringstiltak



→ Gir info om hvilke renseeffekter som kan forventes og om vekstpotensialet på nettet

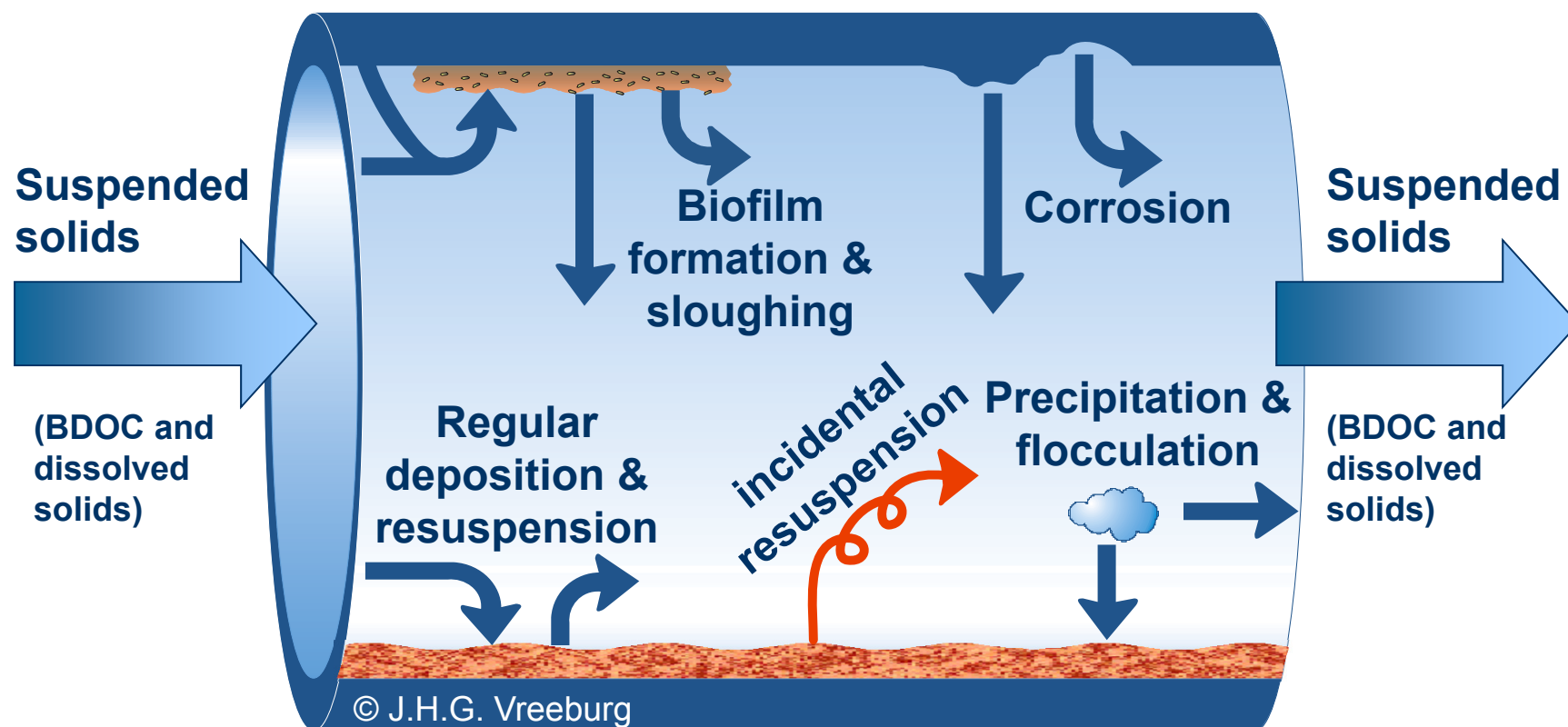
Biologisk vekstpotensial (BDOC) er godt korrelert til hydrofile NOM-fraksjoner

Data fra 10 norske vannverk med ulik behandling



Koaguleringsanlegg gir normalt svært lav BDOC og høy rens-effekt for alle NOM- fraksjoner - bortsett fra NEU-fraksjonen

Optimal koagulering gir også økt sikkerhet på nettet (Vreeburg et al 2007)



Ha kontroll på partikler/turbiditetstopper, rest-metall, biostabilitet & vekstpotensial

Troubleshooting

Driftsproblem	Aktuelle tiltak/løsninger
1. Utløpsvannet fra filteret inneholder for mye rest-koagulant (>0.15 mg Me/L) og/eller for høy turbiditet (>0.2 NTU)	i) Sjekk koagulantdoserings-pumpene og doseleveransen ii) Sjekk koagulerings-pH meter iii) Øk koagulantdosen iv) Juster koagulerings-pH v) Reduser filtreringshastigheten vi) Reduser minimumsstørrelsen på filterkornene (normalt i sandlaget) vii) Sjekk funksjonen på eventuelle forseparasjonstrinn (flokkulering, sedimentering, flotasjon)
2. Utløpsvannet fra filteret har for høy farge (>5 mg Pt/L), UV-absorbans ($>3-4$ m ⁻¹), og/eller TOC (>3 mg/L)	i) Øk koagulantdosen ii) Juster koagulerings-pH iii) Reduser filtreringshastigheten iv) Sjekk evt forseparasjonstrinn v) Sjekk råvann og filterutløpsvann mht NOM-fraksjoner (mye NEU?) vi) Vurder supplerende rensetrinn (GAC; MIEX, etc)

Troubleshooting (2)

**For lang
filtermodning
(> 0.5-1 t før utløps-
turbiditet < 0.2 NTU)**

- i) Øk filtreringshastigheten under filtermodningen
- ii) Overdoser koagulant (20-50 %?) i hele eller i de første deler av filtermodningen
- iii) Tilsett koagulant til siste del av spylevannet
- iv) Reduser pH-forskjellen mellom spylevann og koagulert vann så mye som mulig: Spyl hvis mulig med filtrert vann som ikke har gjennomgått alkalisk filtrering

Troubleshooting (3)

Dårlig filtertilstand
(overflatekratere,
slamklumper (mudballs),
dårlig fordeling av
spylevann, dødsoner, tap
av filterkorn, underkorn,
sammenblanding av
filterlag, høye trykktap,
etc)

- i) Gjennomfør analyser og filterinspeksjoner som beskrevet i kapittel 7, 8.
- ii) Sjekk at filterlag passer sammen (ulik kornstørrelse OG ulik synkehastighet, jfr. kap 4)
- iii) Sjekk at nedre filterlag holdes på plass av støttelaget – uten å trenge ned i - og fortette – dette
- iv) Sjekk at det ikke forekommer fortetninger/utfellinger i filterbunn/filterdyser

Takk for oppmerksomheten!

