

Aurevann vannbehandlingsanlegg



Asker og Bærum vannverk IKS

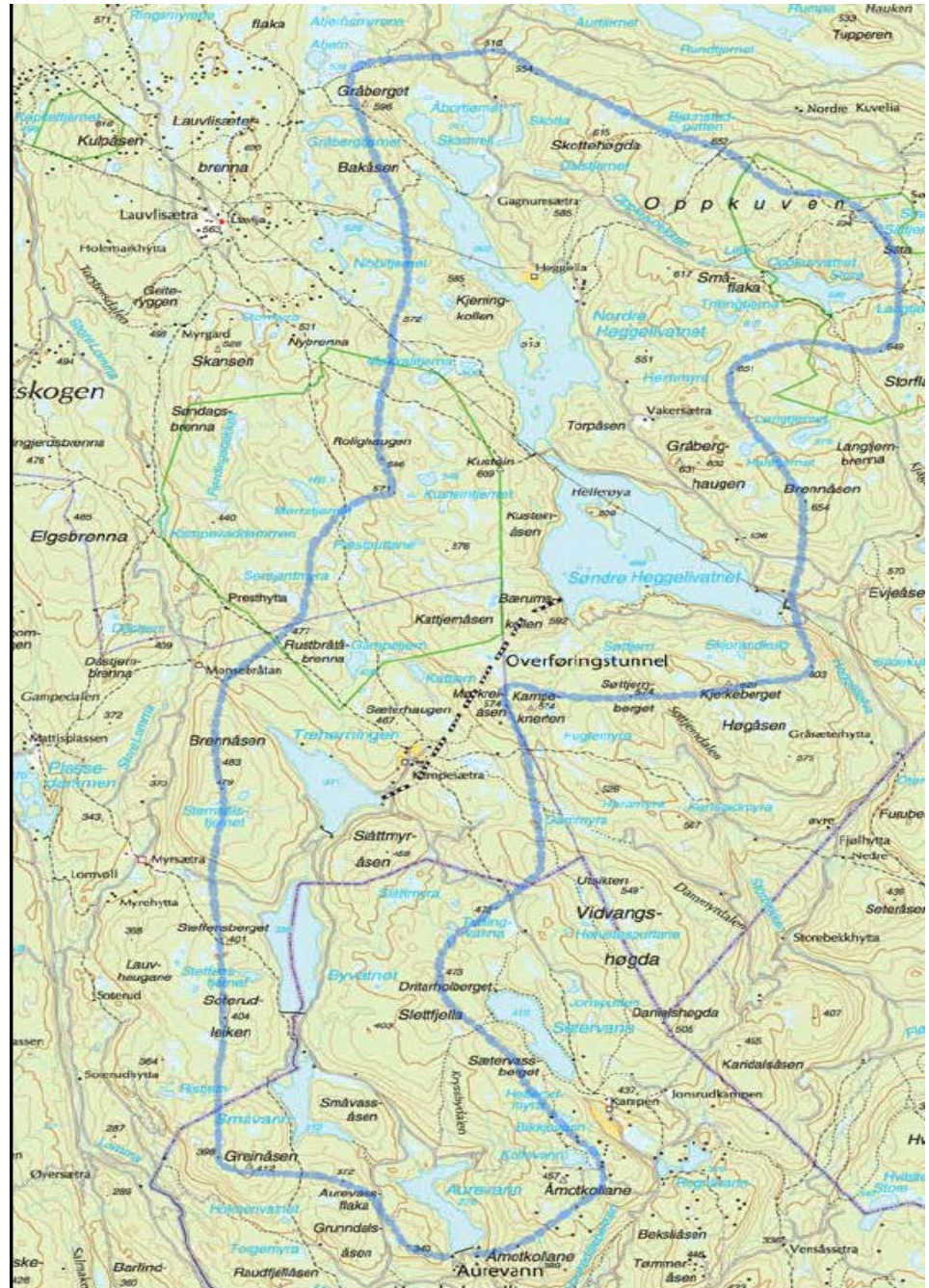
- Interkommunalt selskap
- Drifter Aurevann vannbehandlingsanlegg for Bærum kommune
- Eier og drifter Kattås vannverk
- 15 ansatte
- Leverer drikkevann til Asker og Bærum kommuner

Noen nøkkeltall

- Aurevannsanlegget:
 - Kjemisk felling, alkalisering og klordesinfeksjon
 - 65 – 70 000 p.e.
 - $12 \cdot 10^6$ m³ drikkevann/år
 - 1200 tonn slam/år
- Kattås vannverk
 - UV-desinfeksjon og klordesinfeksjon
 - 100 000 p.e
 - $18 \cdot 10^6$ m³ drikkevann/år

Kart over nedbørsfeltet til Aurevann vannbehandlingsanlegg

Teoretisk tilrenning:
15,6 mill kbm/år



Lover og forskrifter:

- Lov om matproduksjon og mattrygghet mv (**Matloven**).
 - Mattilsynet er tilsynsmyndighet.

Drikkevannsforskriften § 12. Krav til kvalitet :

Drikkevannet skal

- *være **hygienisk** betryggende, klart og uten framtrædende lukt, smak eller farge.*
- *ikke inneholde fysiske, kjemiske eller biologiske komponenter som kan medføre fare for helseskade i vanlig bruk.*

Vannverkseier har ansvaret for at forskriften overholdes.

- Forurensningsloven

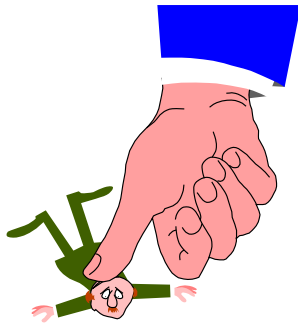
2 hygieniske barrierer

- Mot biologiske, kjemiske eller fysiske faktorer med helsebetenkelig betydning.
- Kilden
 - Fysiske etableringer, aktiviteter, beskyttelsestiltak (klausuleringer)
 - Vanninntaksplassering og vannmasser
- Vannbehandlingen
 - Fjerne 99,9 % (3log) av bakterier, virus
 - Fjerne 99 % av protozoer og sporer av bakterier (2-log)
 - Ikke satt krav til fysisk/kjemiske forbindelse
 - Maks tillatte grenseverdier for ca 60 ulike kjemiske stoffer (tabell 3)

I Norge er det et krav at en hygienisk barrierer er desinfeksjon

Klor-dose = Konsentrasjon x oppholdstid

UV-dose = UV-intensitet x oppholdstid



Ulik mekanisme ved desinfeksjon av klor og UV

Virkning av klor

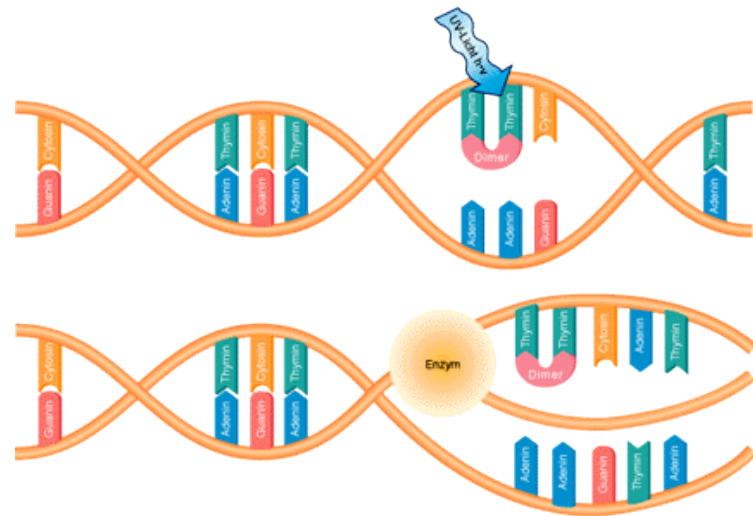
Kjemikalium:

Cl_2 - gass, NaOCl , Ca(OCl)_2

- Sterkt oksidasjonsmiddel som angriper celleveggen og **dreper** mikroorganismene

UV-strålenes virkning

Angriper baseparene i DNA-kjeden slik at cellen ikke kan reproducere seg selv



Naturforhold ved Aurevann

- Skog helt ned til vannkanten
- Beskyttede omgivelser – ingen menneskelig påvirkning i nærheten
- Ingen kloakkanlegg i nærmeste nedbørsområde
 - 2 familier med lukket tank 10 km oppstrøms inntaket.
- Ingen beitedyr i nedbørsfeltet.
- Aurevann er liten og grunn,
 - 22m dyp - ca 1mill. m³ vann; Vanninntak på 13m dyp
- Humusholdig vannkvalitet, surt, lavt saltinnhold
 - Farge ~50, pH 6,5, Konduktivitet ~ 2,0 mS/m
- Temperaturvariasjon fra 1,7 – 17 °C i inntaket
- Langvarig høstsirkulasjon
 - Omkring 1. sept. - 1.des.
- Islagt fra 1.des til 1. mai.

Hygienisk trygt

Bakterier

- Indikatorbakterier

Virus

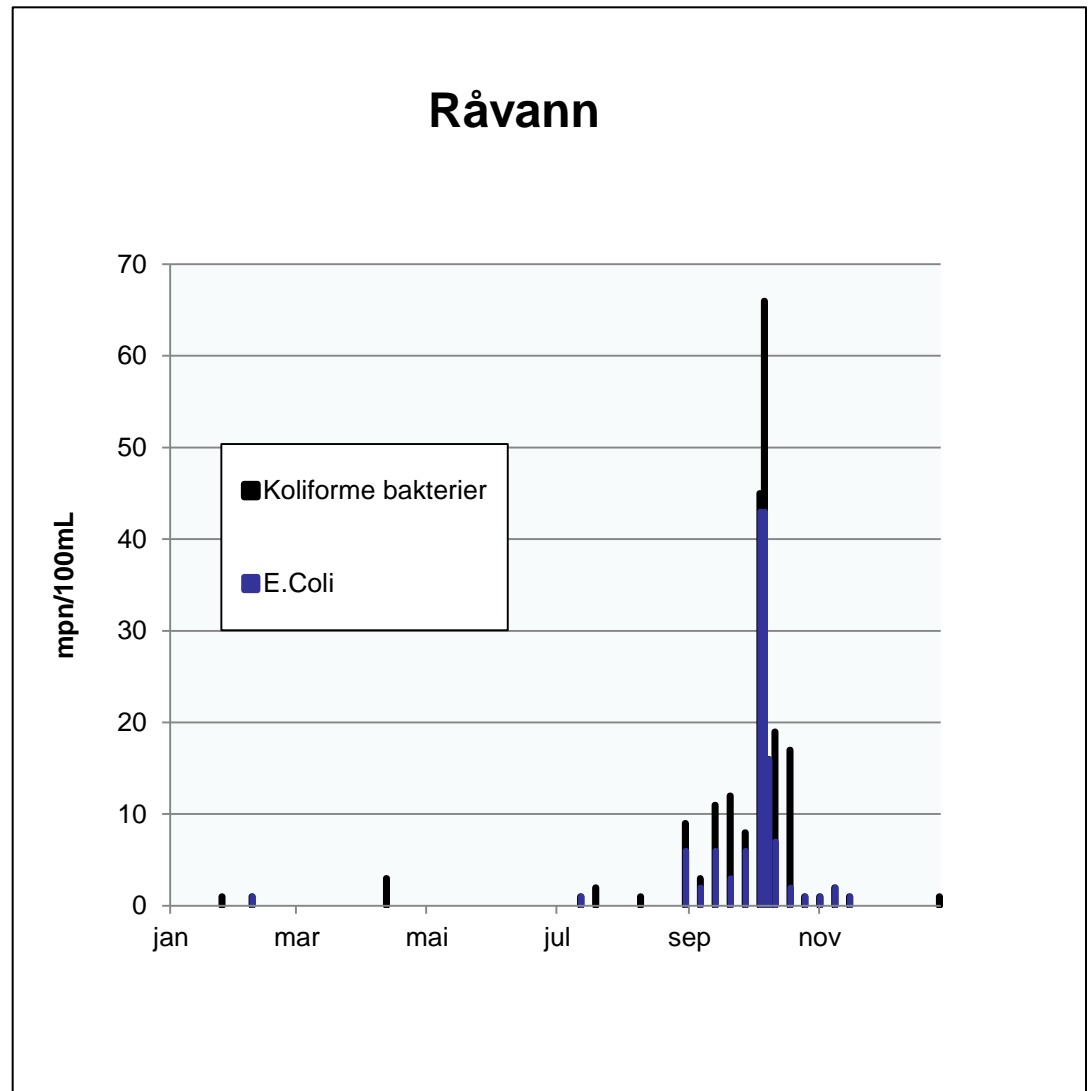
- smitter fra menneske til menneske

Parasitter

Giardia

Cryptosporidium

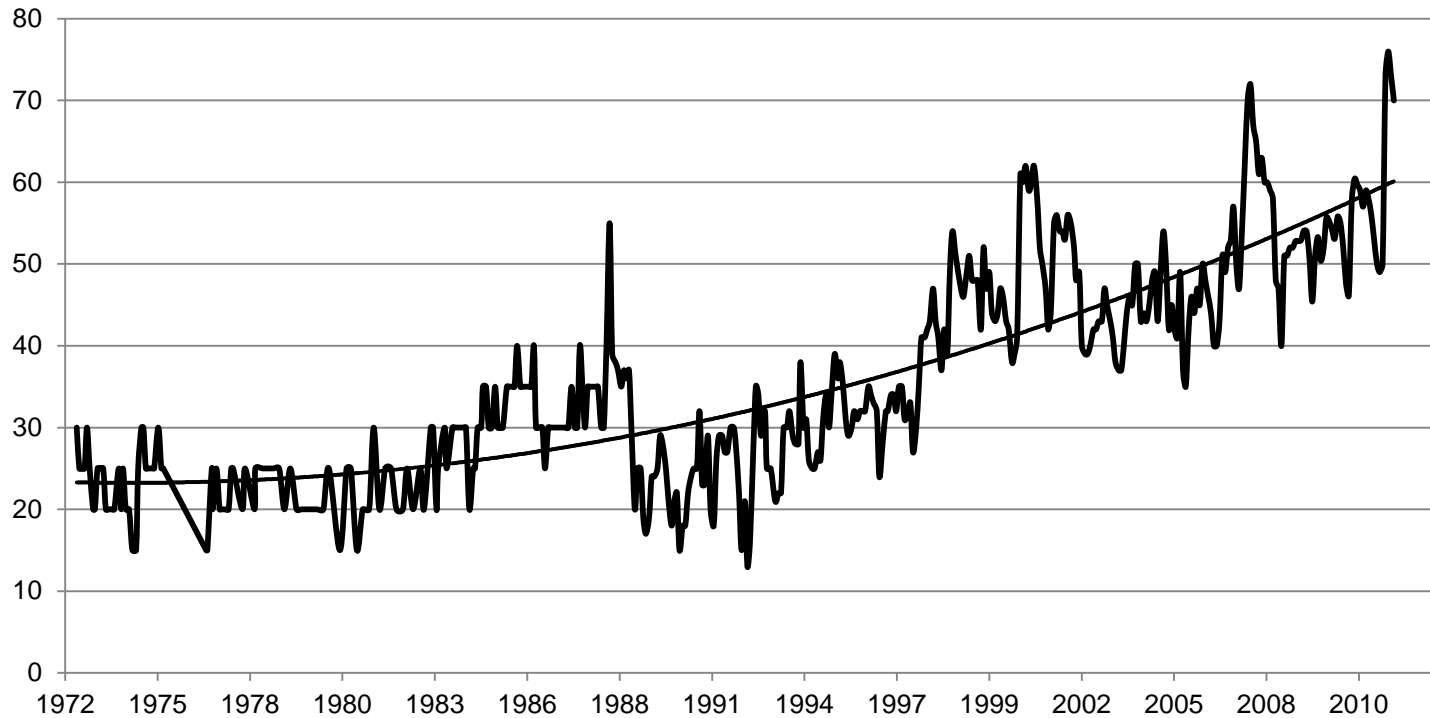
- smitter mest sannsynlig fra menneske til menneske



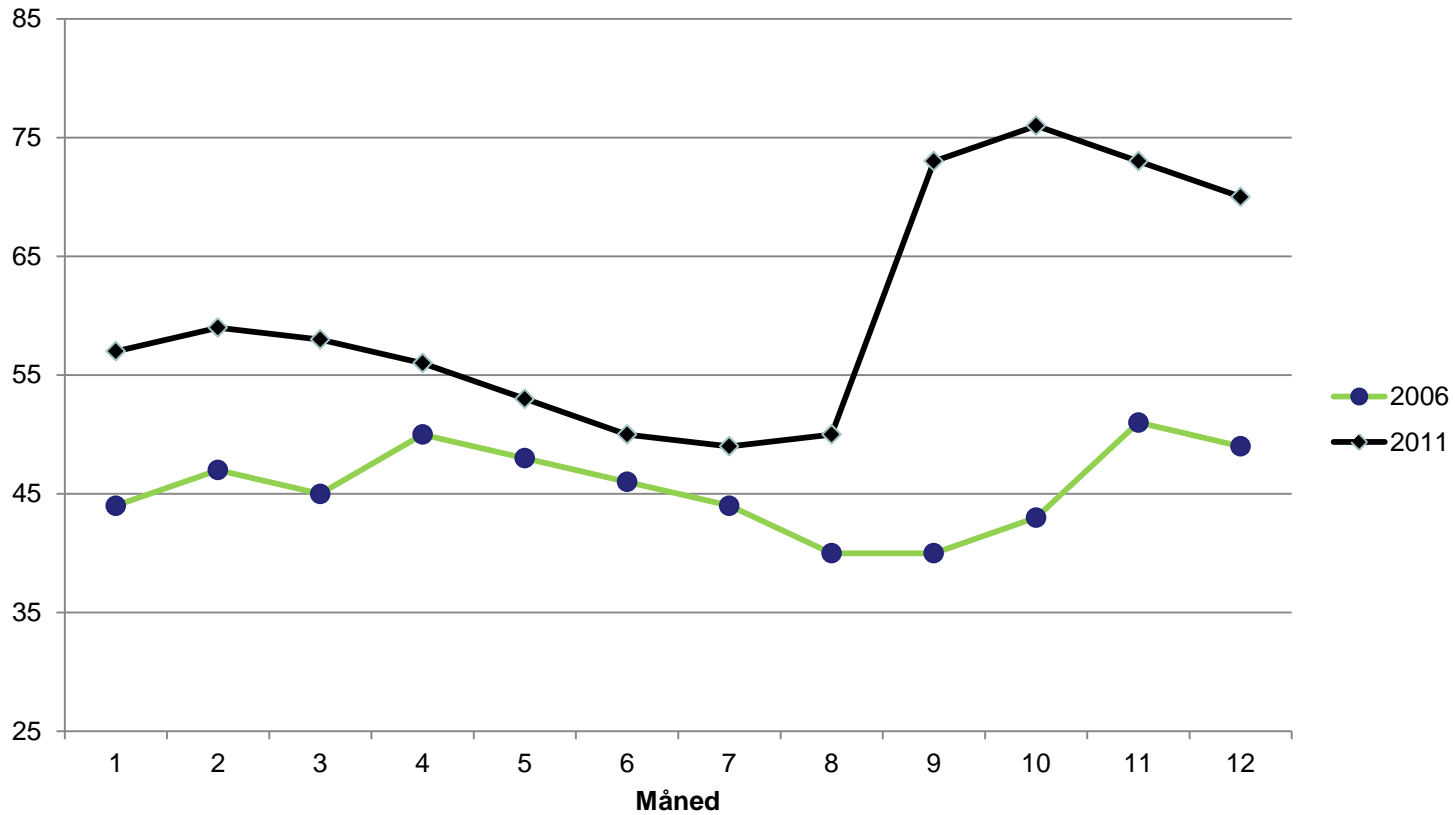
Kjemisk forurensning (lite relevant)

- Utslipp fra industri
 - tungmetaller, organiske miljøgifter eller lignende
- Utslipp via kommunalt avløp,
 - Næringssalter, resistente farmasøytiske restprodukter (for eksempel hormonliknende preparater)
- Utslipp fra jordbruk
 - Næringssalter og plantevernmidler
- Utslipp via luft (langtransporterende forurensning)
 - Sur nedbør (nitrogen og svovel), radioaktivitet og lignende (kan bli relevant)

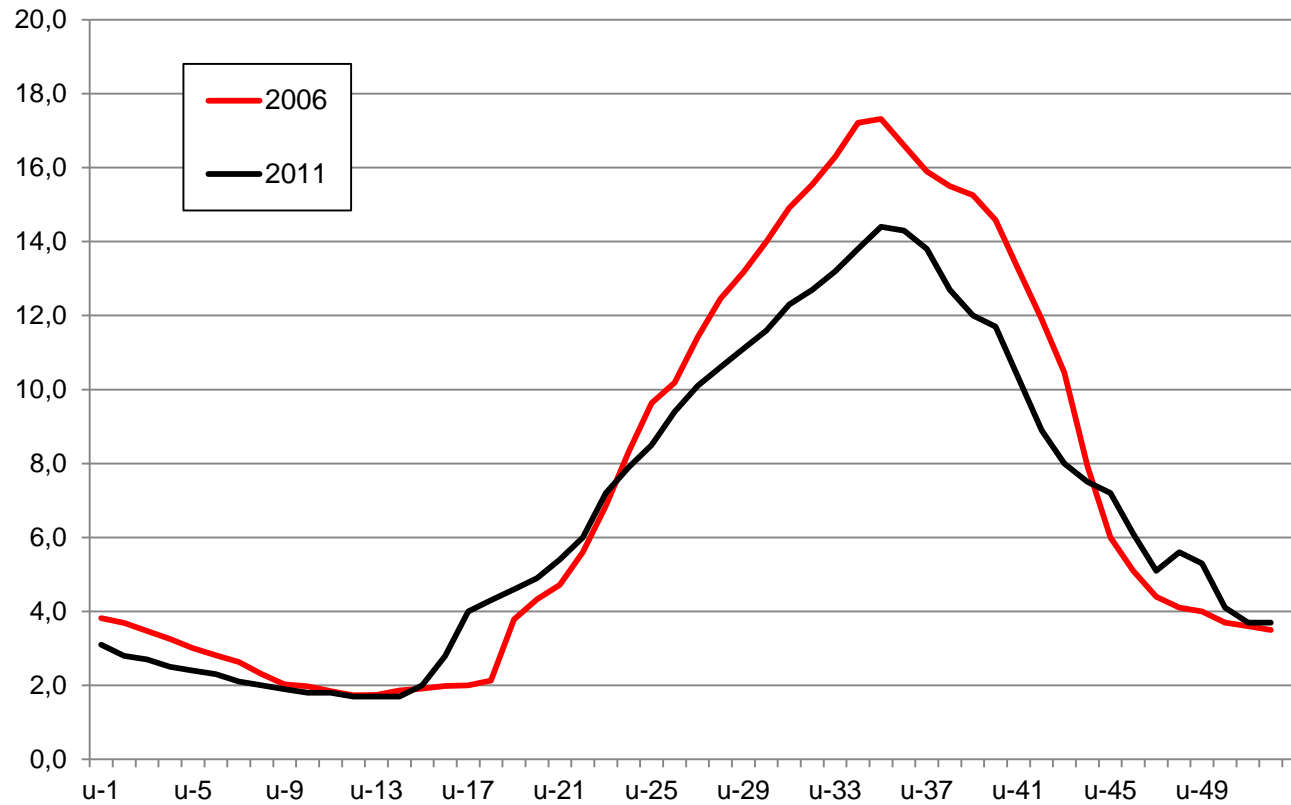
Fargetallstvikling av i Aurevann siste 40 år



Årstrender for fargetall i råvannstunnelen

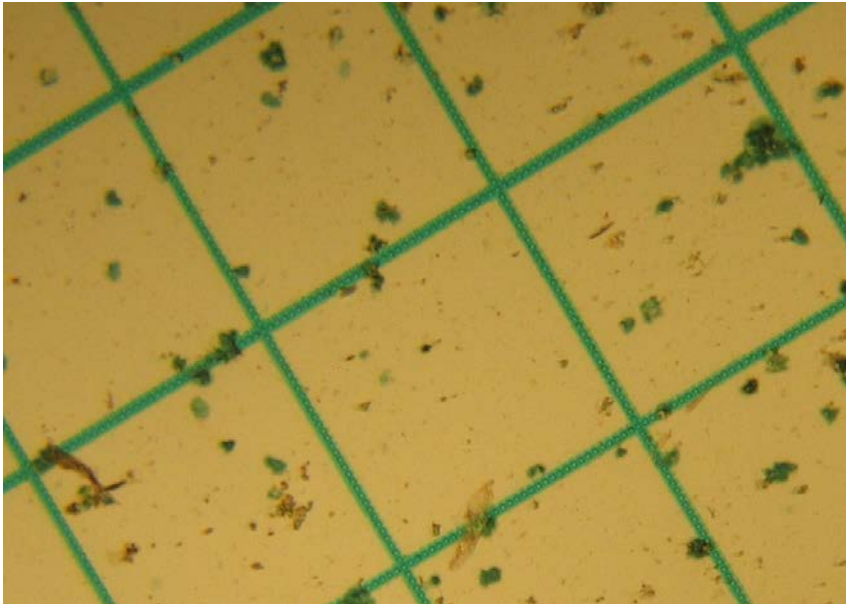


Temperaturprofiler i råvannsinntaket



Algeobservasjoner

Sestonfilter med
Anabaena Lemmermanii



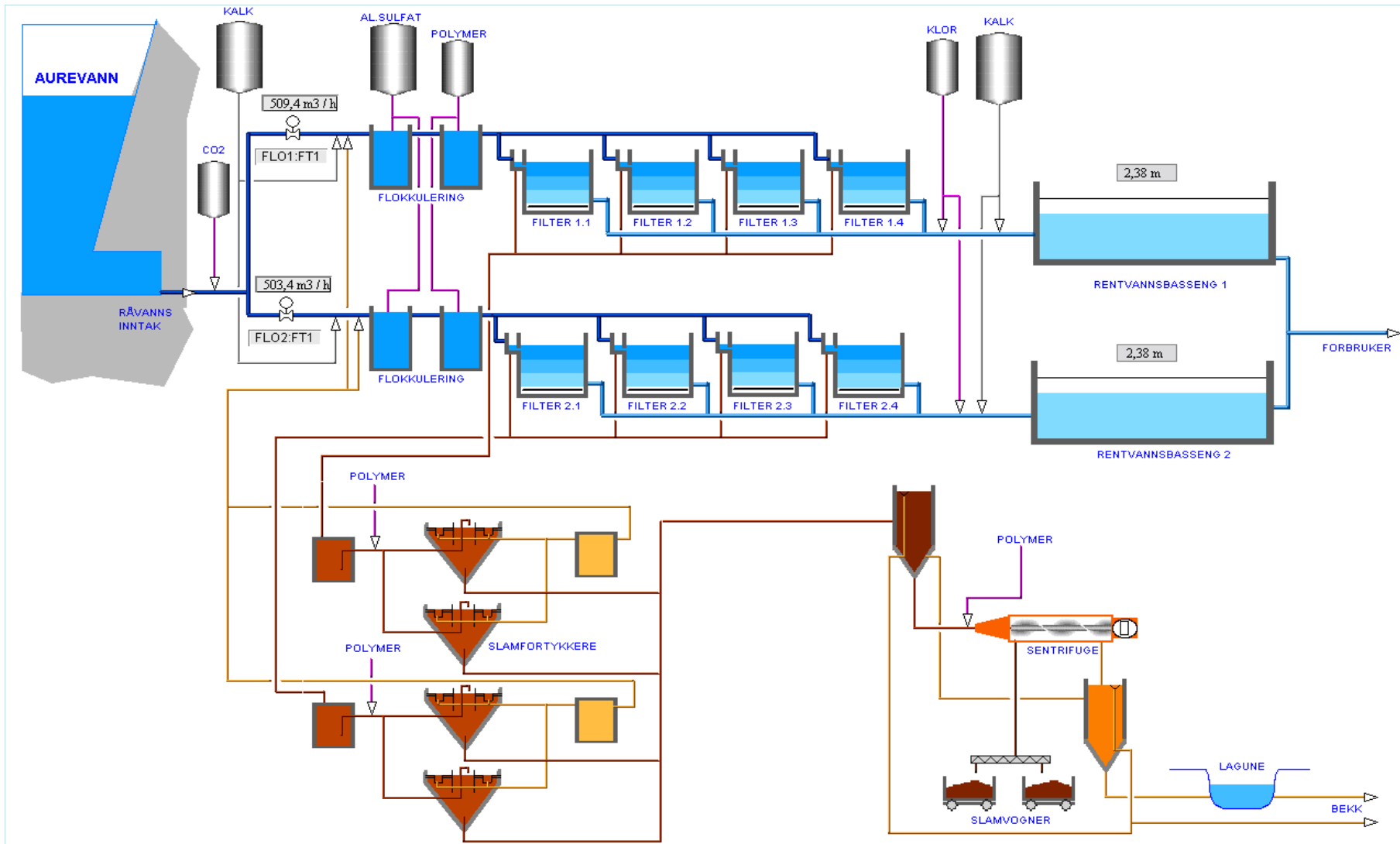
Hovtrekk som viser sterk oppvekst
av vannlopper i Aurevann





Vannbehandlingen skal:

- Beskytte ledningsnettet mot korrosjon (dvs. øke bufferkapasiteten i vannet, samt øke pH)
- Fjerne brunfargen og naturlig organisk stoff (NOM).
- Drepe bakterier
- Avvanne spyleslam





Vannbehandlingsprosessen

Alkalisering:

- CO_2
- Ca(OH)_2

Kjemisk felling:

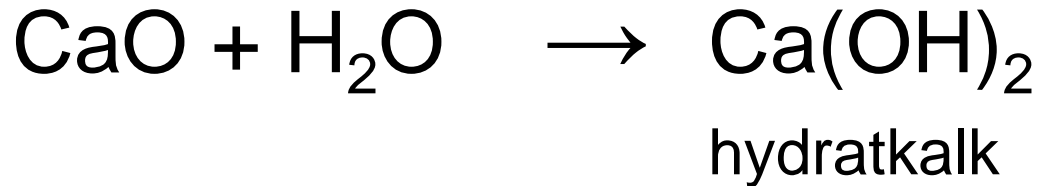
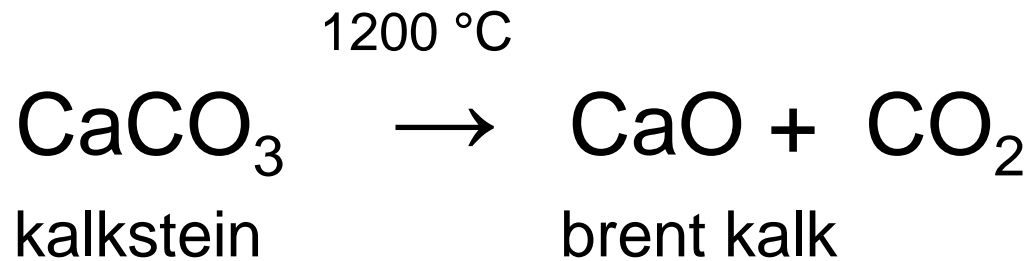
- Koagulering med $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ og polymer
- Direktefiltrering

Desinfisering

- NaOCl

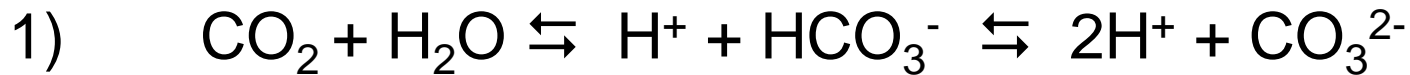
Alle kjemikalier som brukes i drikkevannsproduksjonen skal være godkjente av Mattilsynet

Bearbeiding av kalkstein til hydratkalk



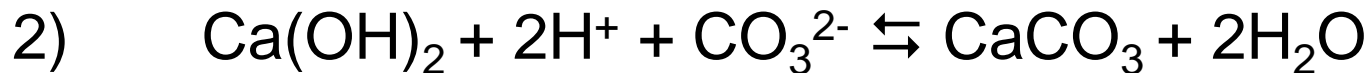
Karbonatisering

Tilsetning av CO₂-gass til vann → Karbonsyre



Likevekten går mot høyre hvis vannet inneholder en base (OH⁻)

Tilsetning av hydratkalk Ca(OH)₂



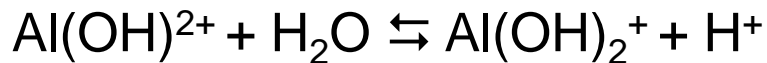
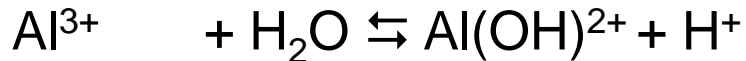
Likevekten mellom bikarbonat og kalsiumkarbonat er avhengig av pH i vannet.



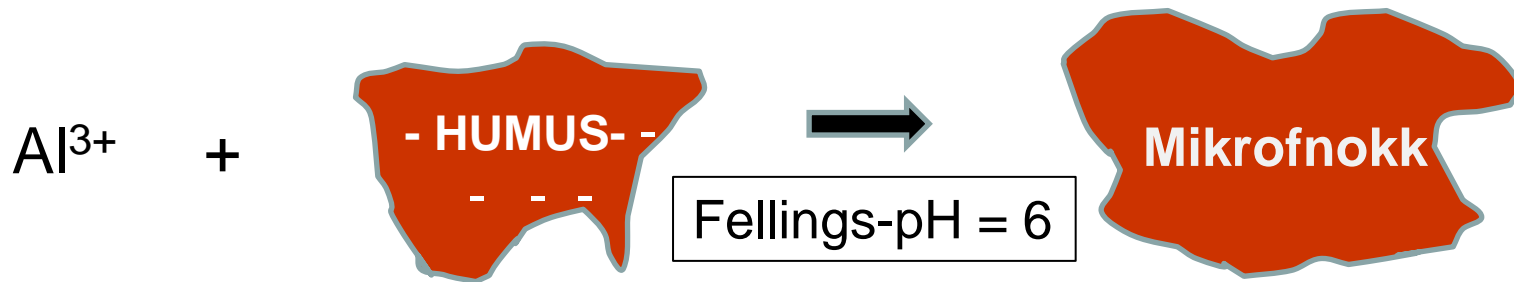
Kalsiumkarbonat (kalkstein) løser seg dårlig i vann.

Koagulering

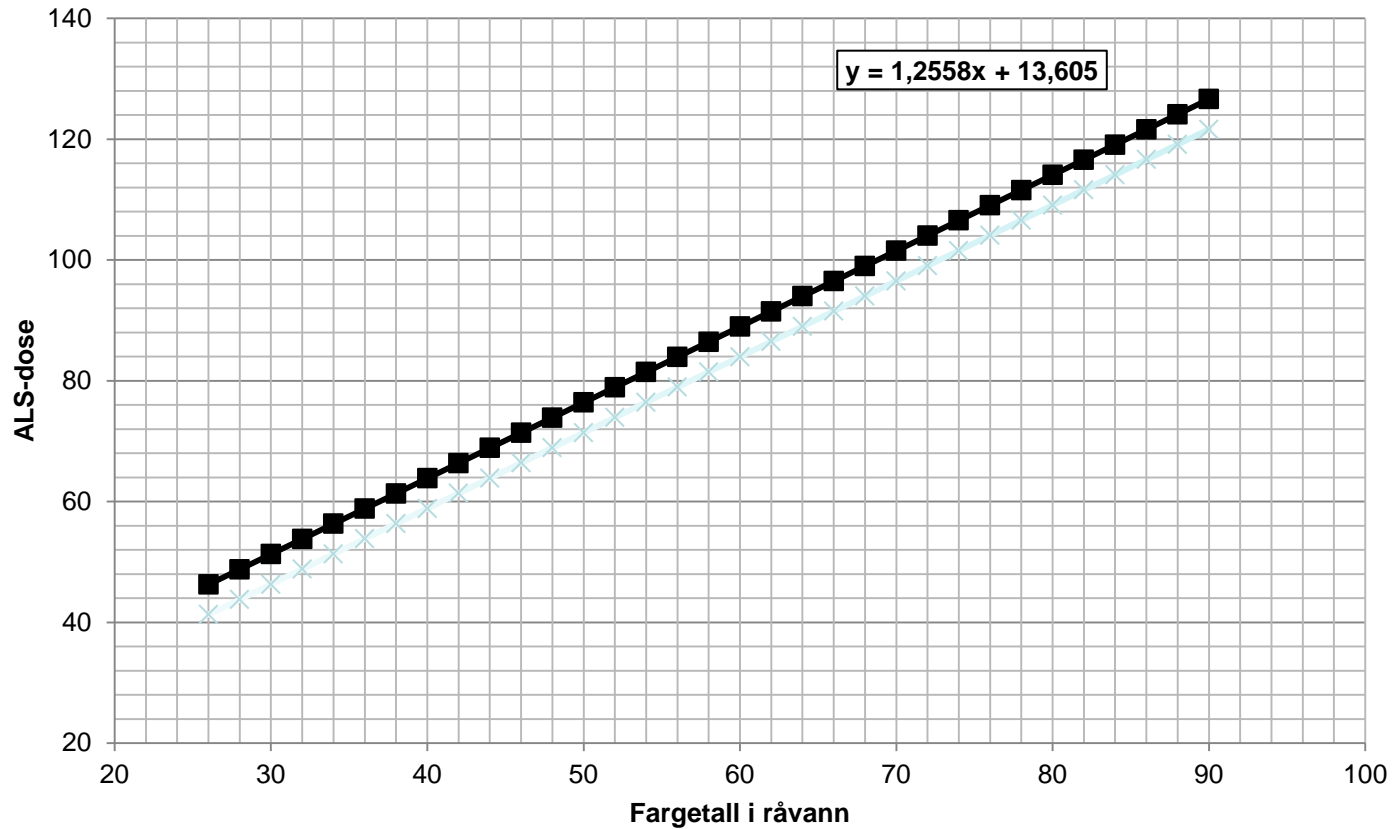
Lage mikropartikler (fnokker) ved hjelp av et metallion (Al^{3+} eller Fe^{3+})



Al danner kompleksbindinger med mange forbindelser



Aluminiumsdose i forhold til farge i råvann



Tilsetning av polymer

Polymer er en hjelpekoagulant

Dvs bygger store fnokker (partikler), som kan filtreres vekk i filtersengen



Uønskede mudballs som kan dannes i filtersengen



FIL 1.4
9/2-12

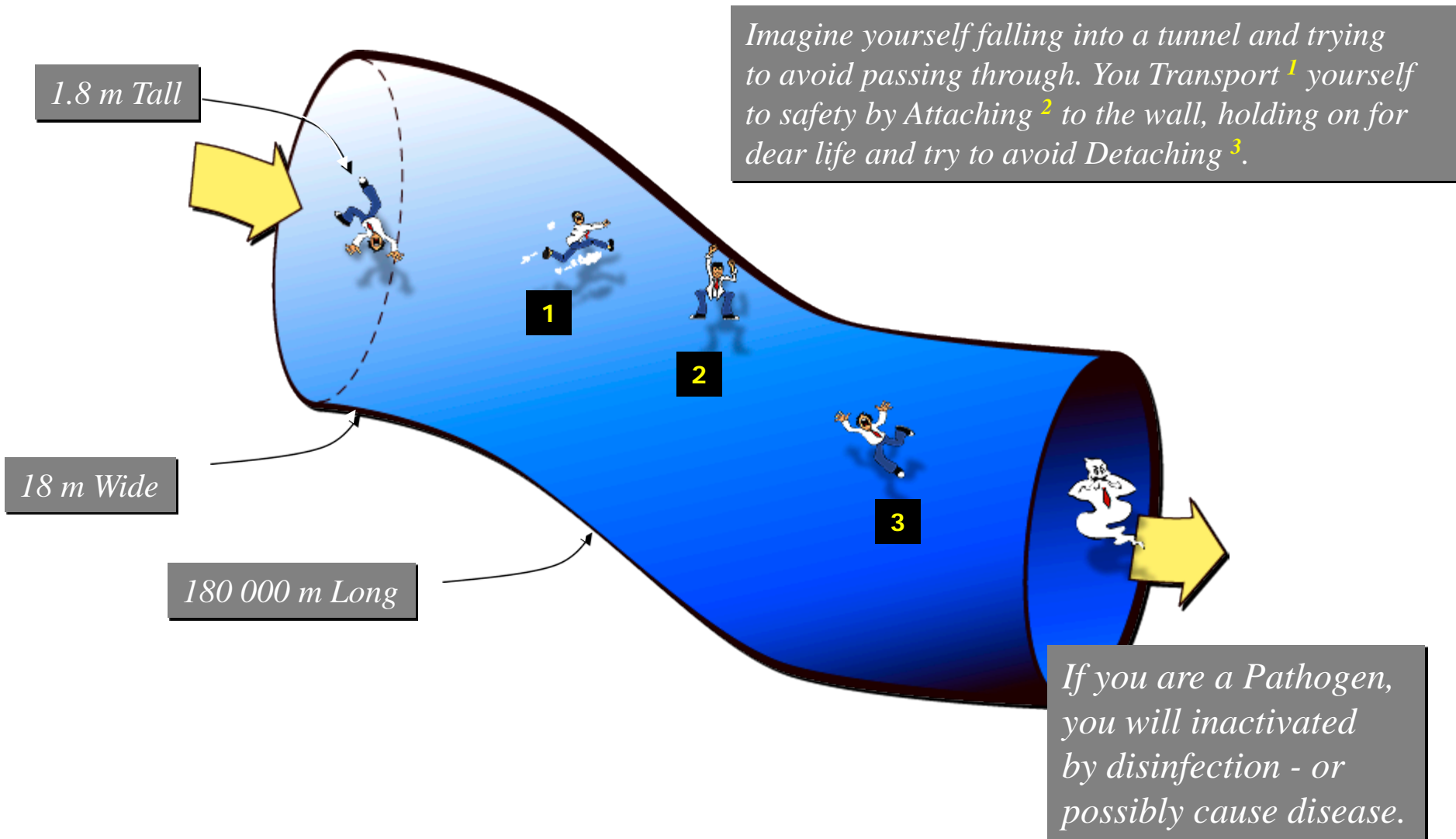
Relative Sizes of Micro-organisms and Filter pores

(Amirtharajah 2002)

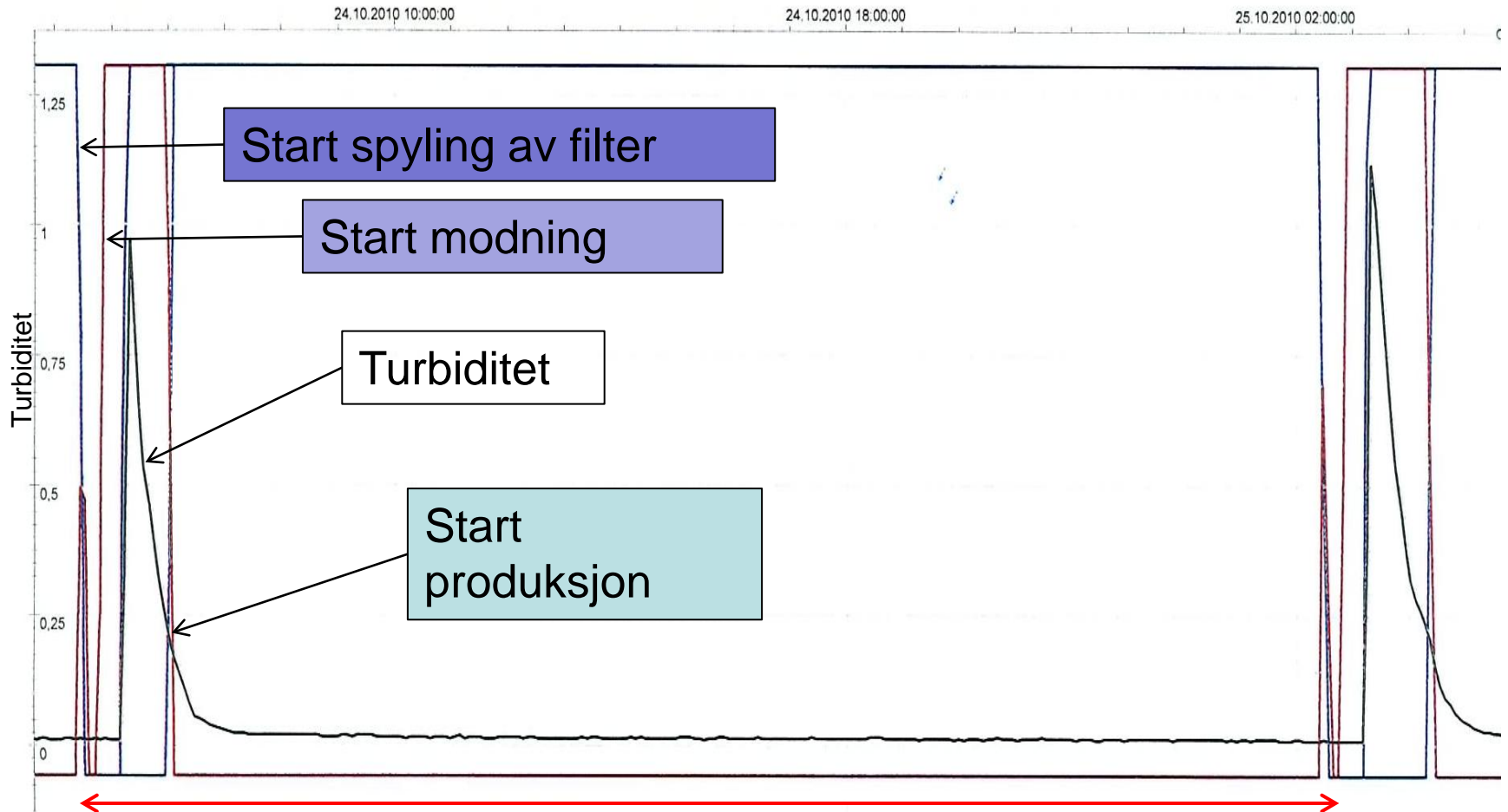
- **Viruses (0.001 μm)**
- **Bacteria (1 μm)**
- **Cryptosporidium (10-12 μm)**
- **Pores of a Filter:**
 - **1 mm Size Anthracite (100 μm Pore)**
 - **0.5 mm Size Sand (50 μm Pore)**
- **Depth of a filter bed (1 m)**

Relative Sizes & Mechanisms

Particle Removal in Deep Bed Filtration (After Amirtharajah 2002)

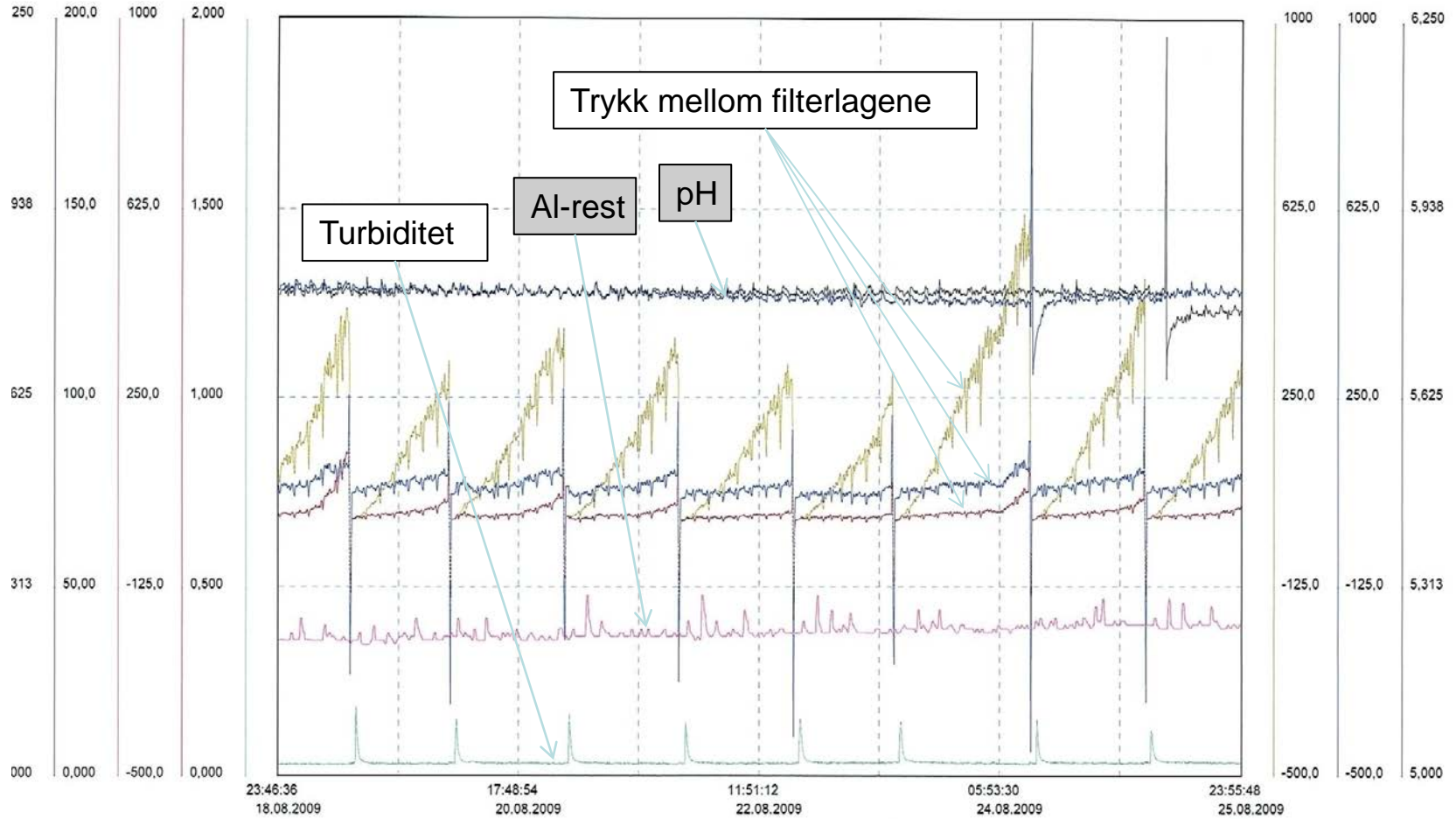


Produksjonsforløp til filter

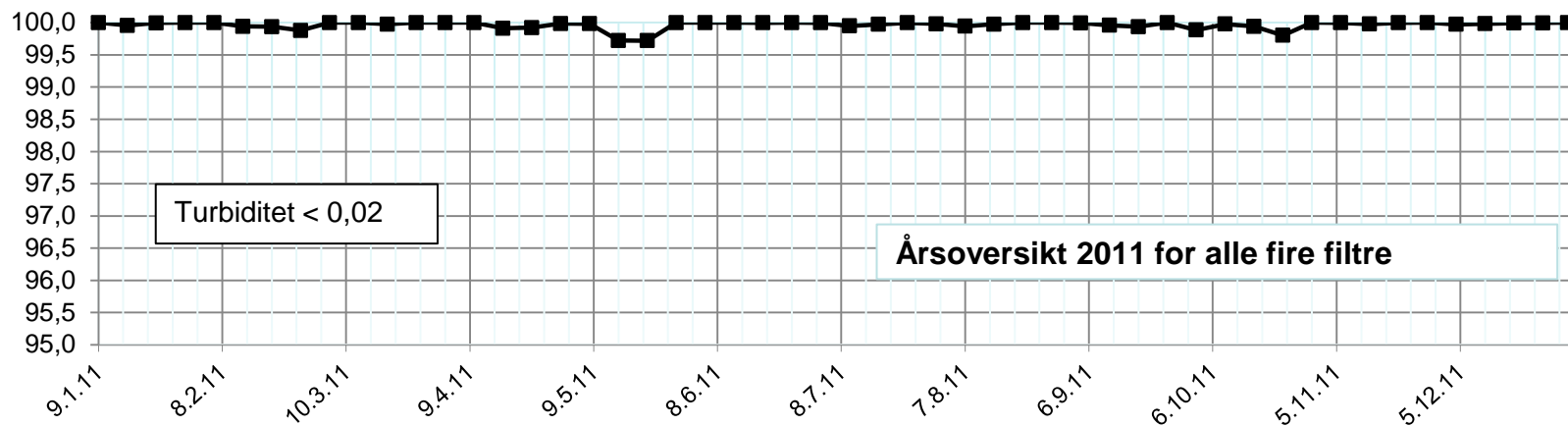
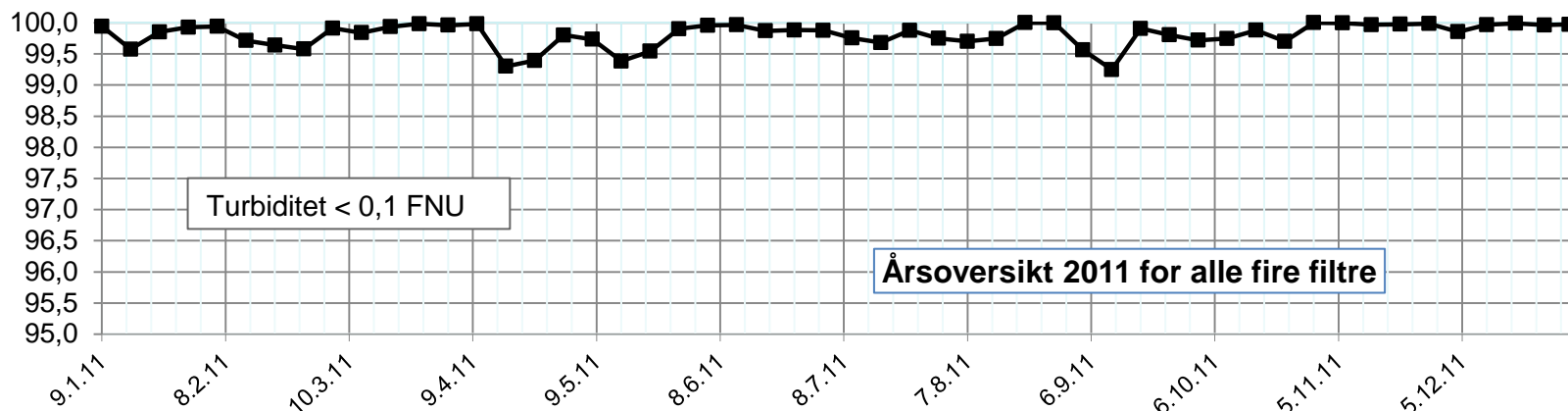


Driftstid: 18 – 22
timer

Utskrift av uketrend til et filter



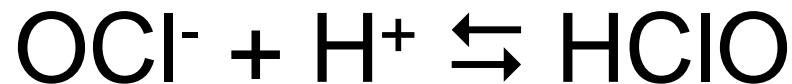
Varighetskurver for filterdrift





Desinfisering med natriumhypokloritt (NaOCl)

Når hypokloritt-ionet blir dosert i surt vann, dannes underklorsyrling.



hypoklorittion

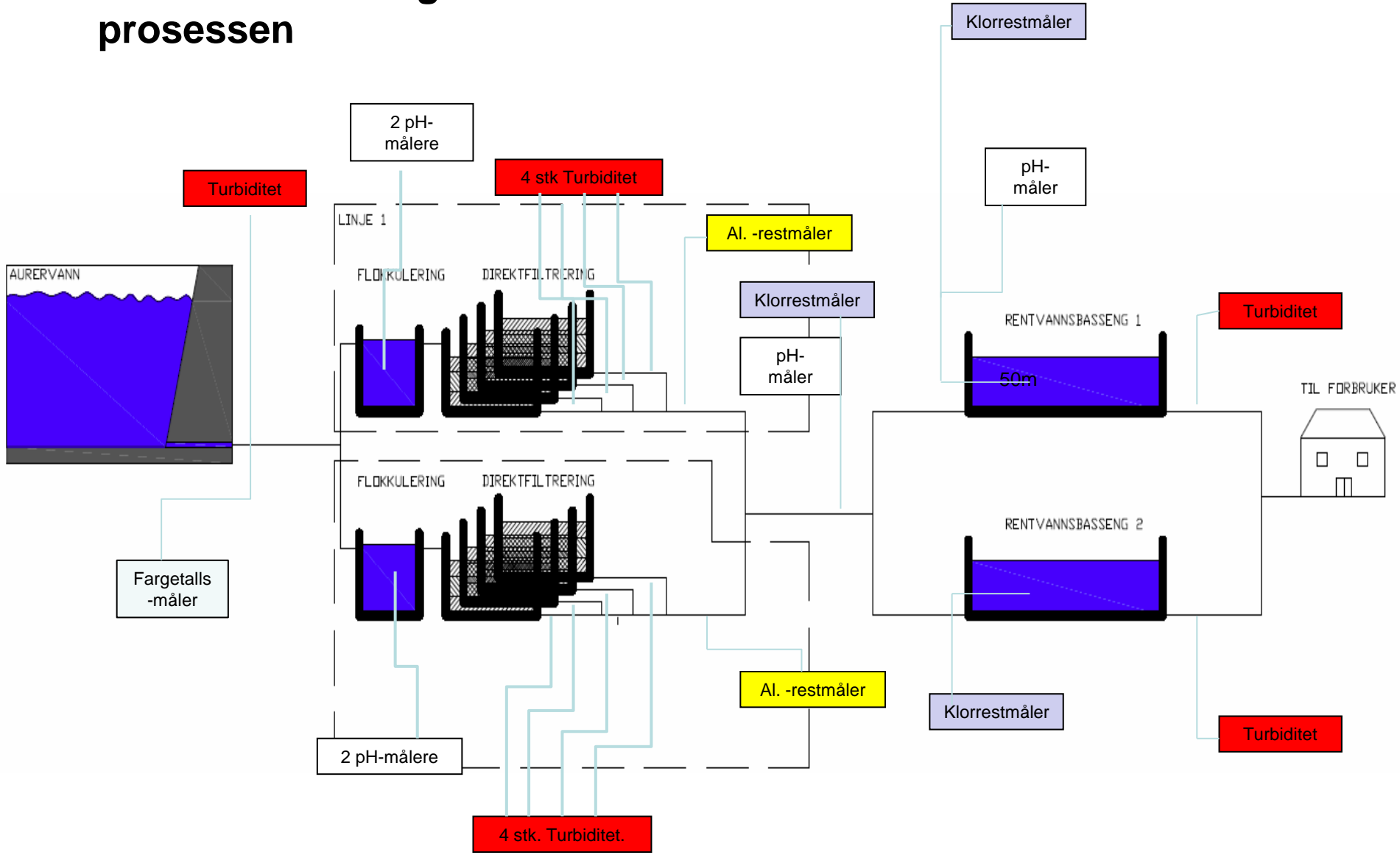
underklorsyrling

Både OCl⁻ og HOCl virker desinfiserende, men HClO er mest aktiv i desinfeksjonsprosessen.

Ved pH < 6 er underklorsyrling udisosiert (dvs ikke løst).

Desinfeksjon med NaOCl virker derfor best i surt vann.

Online-overvåking av prosessen



Doseringmender

Råvann:

- CO_2
- Ca(OH)_2
- 25 mg/L
- 13 mg/L

Felling

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times n\text{H}_2\text{O}$
(4,3 % Al^{3+})
- Polymer
- 60 - 100 mg/L
(2,6 – 4,3 mg/L Al^{3+})
- 0,06 – 0,15 mg/L

Etter filterprosessen:

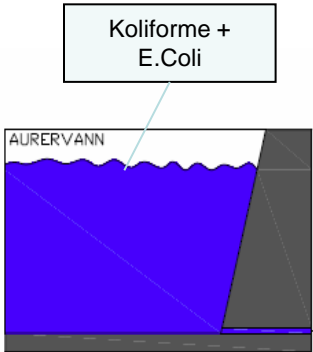
- NaOCl
- Ca(OH)_2
- 0,5 mg/L som aktivt klor
- 20 mg/L

Driftslaboratorium



Bakteriologiske prøver:

12 bekker + Overflaten i Aurevann



Eksterne undersøelse: 1 gang i måned

Kimtall

CP

Koliforme E.coli

Intestinale enterokokker

Microcystin

Parasitter

Utvidet prøveprogram

Intern analyse 1g/uke

LINJE 1

FLOKKULERING

DIREKTFILTRERING

FLOKKULERING

DIREKTFILTRERING

LINJE 2

Intern analyse 1g/uke

Koliforme + E.Coli

Algeovervåking

Koliforme + E.Coli

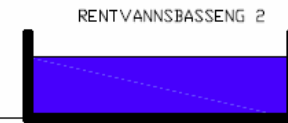
Kimtall

Koliforme E.Coli

Kimtall

Koliforme + E.Coli

Kimtall



TIL FORBRUKER



CP

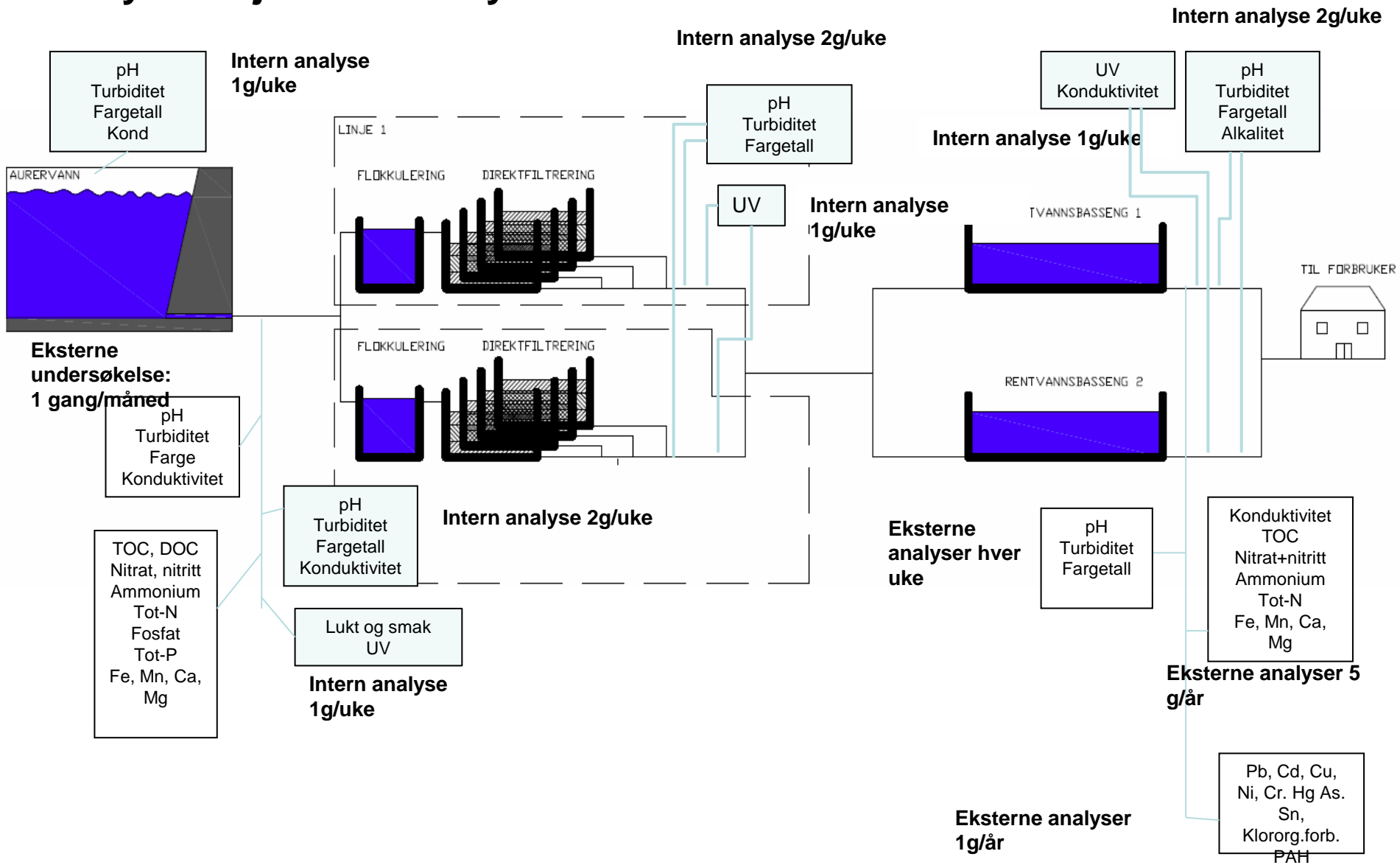
KB+E.coli

Kimtall

Intestinale enterokokker

Eksterne undersøelse: 1 gang hver uke

Fysisk/kjemiske analyser:



Vannkvalitet fra råvann til behandlet drikkevann

- Farge reduseres fra 60 – 80 mg/L til < 5 µg/L (> 90%)
- UV-abs reduseres ca 35 til 5 Abs/m (85 %)
- TOC reduseres ca 6-8 til 2,5 – 3 mg/L (ca 60 %)

- Aluminium reduseres fra ca 250 µg/L til ca 100 µg/L .
- Jern reduseres fra ca 150 µg/L til 5 µg/L
- Mangan reduseres fra 15-20 µg/L til 5-10 µg/L

- Kalsium-konsentrasjonene øker fra 2 til 20 mg/L
- Sulfat-konsentrasjonen øker fra <0,2 til 20 mg/L
- Alkaliteten øker fra 0,1 til 0,6 mmol/L

- Konsentrasjonen av klororganiske forbindelser er ca 10µg/L (krav<50)
- Det er ikke levert KB i behandlet drikkevann siden anlegget ble satt i drift i mars 1999

Slamkvalitet

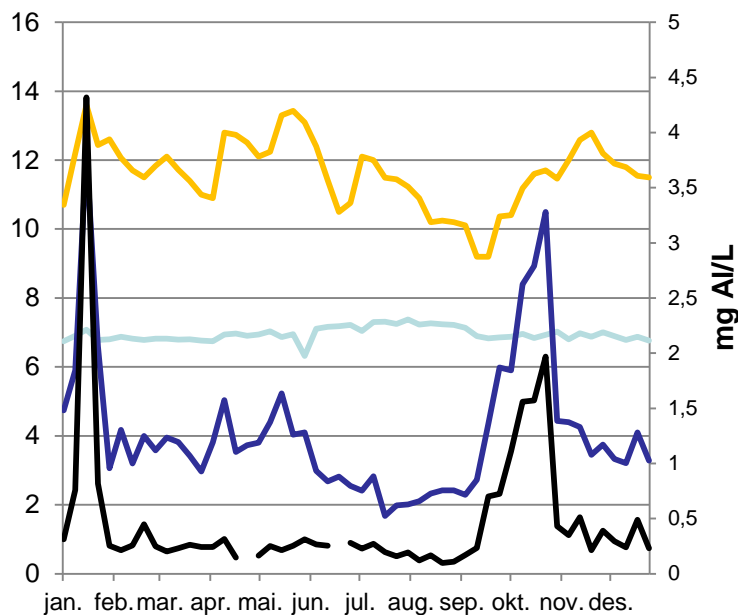
Parameter	Enhet	Resultat
	pH	6,15
TTS v/105 °C	%	18
Glødetap	% av TS	63
Kjeldahl-N	mgN/kg TS	2 000
Fosfor	mgP/kg TS	180
Svovel	mgS/kg TS	4 800
Aluminium	mgAl/kg TS	150 000
Kalsium	mgCa/kg TS	3 200
Magnesium	mgMg/kg TS	210
Barium	mgBa/kg TS	8,7
Natrium	mgNa/kg TS	95
Kalium	mgK/kg TS	140
Jern	mgFe/kg TS	6 500

Parameter	Enhet	Resultat	Øvre tillatte grense (kl.0)*
Mangan	mgMn/kg TS	370	
Bly	mg/Pbkg TS	3,60	40
Kadmium	mg/Cdkg TS	0,10	0,4
Kobber	mgCu/kg TS	12	50
Sink	mgZn/kg TS	46	150
Nikkel	mgNi/kg TS	3,8	20
Krom	mgCr/kg TS	5,9	50
Kvikksølv	mgHg/kg TS	0,072	0,2
Arsen	mgAs/kg TS	5,3	
Titan	mgTi/kg TS	57	
Vanadium	mgV/kg TS	7,0	
Kobolt	mgCo/kg TS	0,74	
Molybden	mgMo/kg TS	<5,6	

*Krav i henhold til FOR 2003-07-04 nr. 951: Forskrift om gjødselvarer mv av organisk opphav.

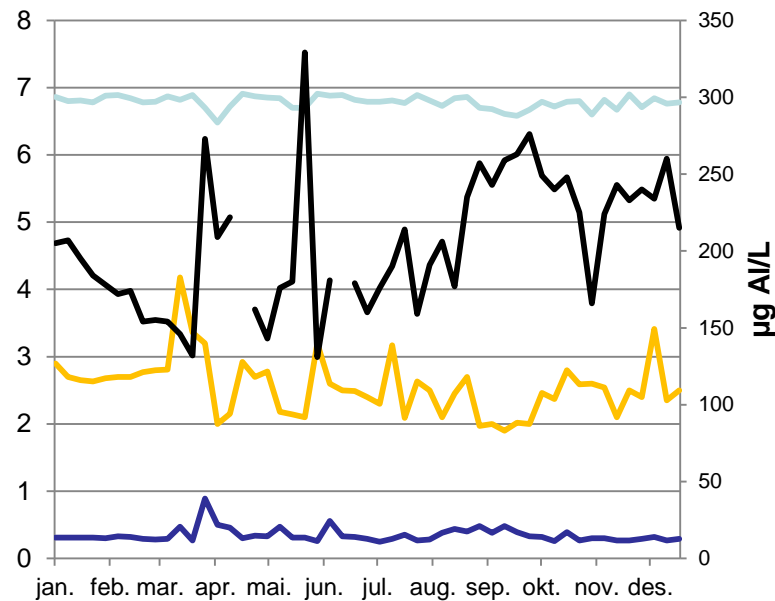
Overvåking av ytre miljø

Utløpsvann lagune



— pH
— Turbiditet, FNU
— Konduktivitet mS/m
— Aluminium mg/L

Vesleelva nedstrøms Aurevannsanlegget



— pH
— Turbiditet FNU
— Konduktivitet mS/m
— Aluminium µg/L

Beredskap ved energiutfall

- Vannet renner med selvfall uten energikrevende pumping
- Diesellaggregat som drifter doseringspumper og styringssystemet så lenge det er diesel tilgjengelig.
- Kan levere desinfisert vann med mobilt diesellaggregat
- Selv ved svikt i nødstrøm, kan Aurevann levere ubehandlet vann til hele kommunen