

Kursus i elementær
vandforsyningshygiejne for KVE
medlemsværker

Afholdt af kontaktudvalget for
vandværker i Egedal kommune

Farum 3. og 4. november 2014

Praktiske forhold

- Kursus i almindelig vandforsyningsdrift.
- Afholdes senere 26. november og 8. januar 15
- Lærer på kurset:
- Peter Egemose Grib.
- Der leveres 2 lektioner af 45 min. på begge aftner. Efter hver lektion er der tid til spørgsmål og kommentarer.

Bekendtgørelse om kvalitetssikring på almene vandforsyningsanlæg

- **Hvorfor holder vi kursus:**
- **§ 2.** Et alment vandforsyningsanlæg skal foranledige, at den driftsansvarlige for et alment vandforsyningsanlæg gennemfører et kursus om almindelig vandforsyningsdrift og elementær vandværkshygiejne jf. bilag 1.

Krav til kursets indhold

- 1. Vandværkets opbygning
- 2. Boringer
- 3. Vandbehandling
- 4. SRO
- 5. Beholderanlæg
- 6. Udformning og indretning af vandværk
- 7. Indretning af ledningsnet
- 8. Vandkvalitet
- 9. Beredskab og forsyningssikkerhed
- 10. Forebyggelse af forureninger
- 11. Kvalitetssikring af en vandforsyning
- 12. Elementær viden om sygdomsfremkaldende bakterier og mikroorganismer
- 13. Forureningskilder for bakterier og mikroorganismer
- 14. Viden om risiko for forurening af komponenterne i vandforsyningens produktionssystem
- 15. Identifikation af fare for forurening i vandforsyningssystemet
- 16. Gode hygiejneregler
- 17. Reaktion ved forurening med bakterier og mikroorganismer
 - Med blå mærkede dækkes helt eller delvist på kursets 1. del hygiejne

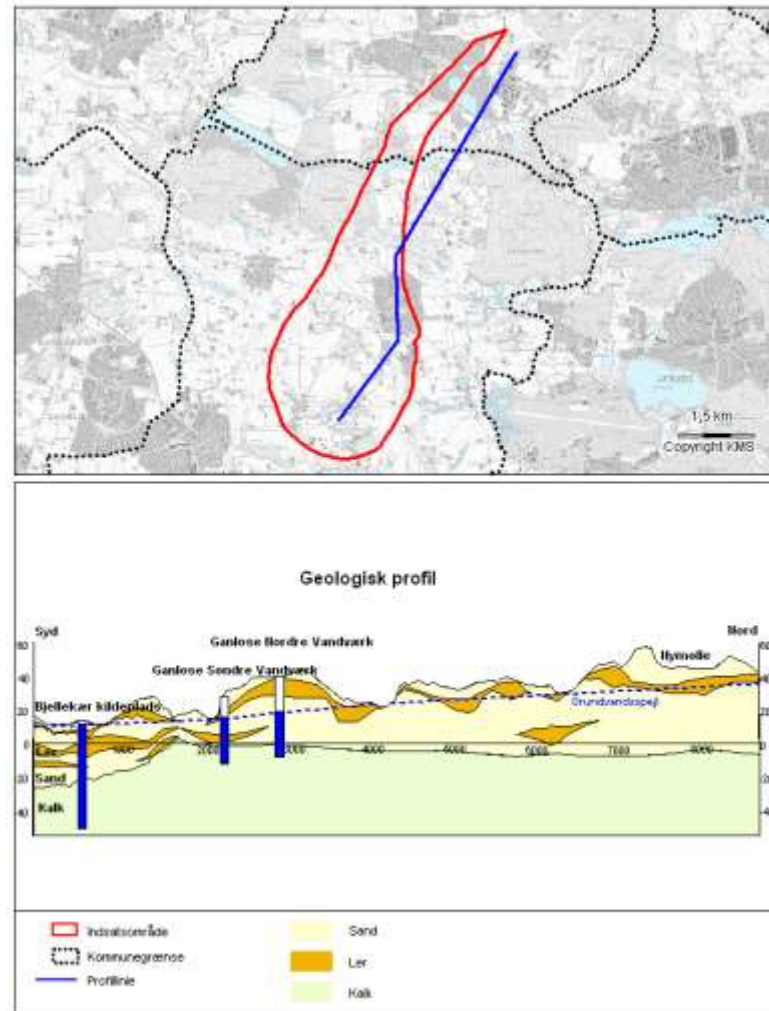
Undervisere.

- Katarina Gundsø Johnsen, cand. scient. mikrobiolog.
- Vagn Neerup Handlos, Farmaceut, professor, dr. pharm..

Fra sommerregn til kvalitetssikret drikkevand (VH)

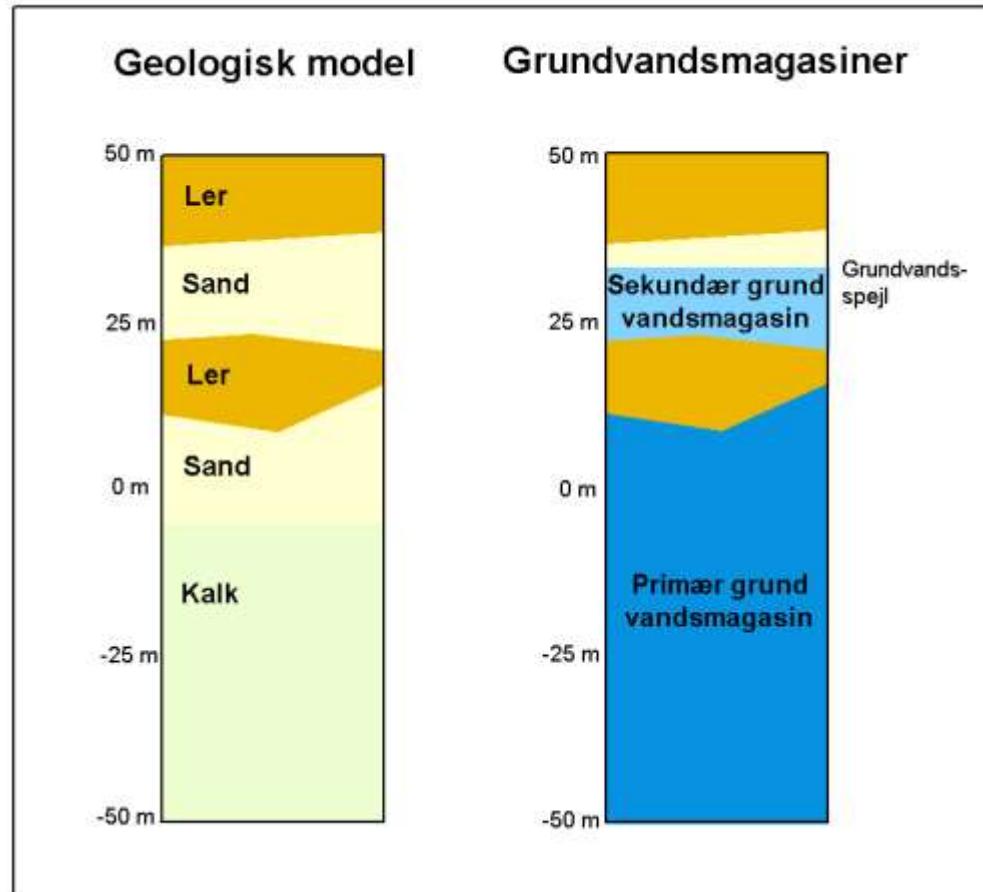
- Grundvandsdannelse:
Kilde regnvand, kun ca. 16 % af regnen
ender i grundvandet.
- Nedsivningshastighed i m/døgn
 - 10 m groft sand
 - 10 cm lerblandet sand
 - 1 cm sandblandet ler
 - 1-2 mm ler og sprækkekalk

Fra sommerregn til kvalitetssikret drikkevand

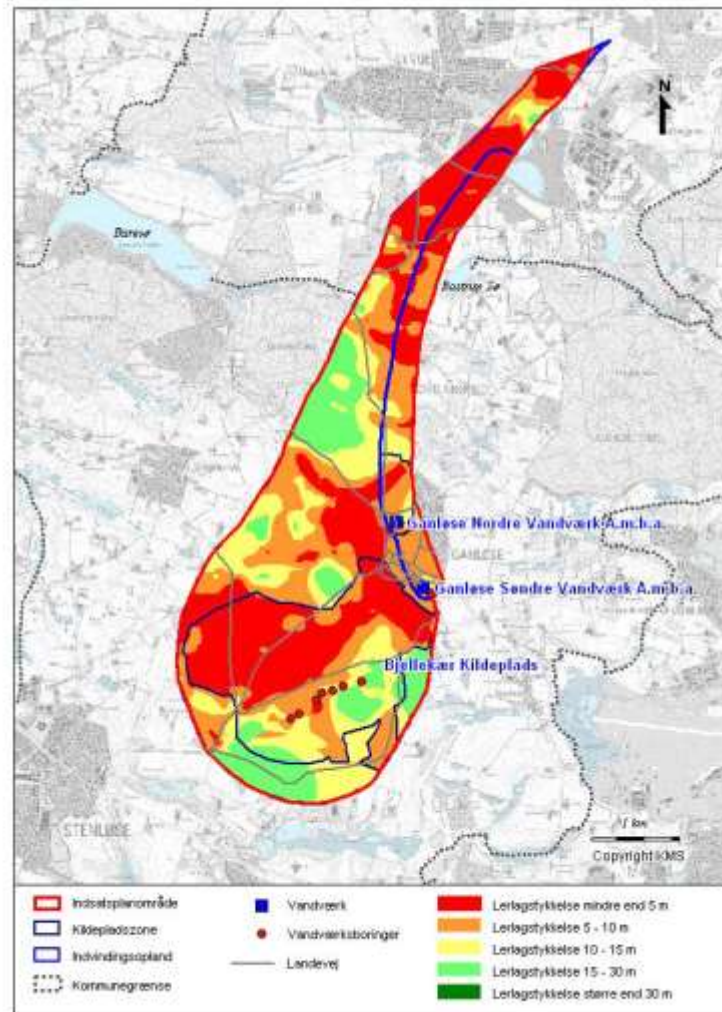


Figur 4.1 Geologisk opbygning

Geologisk model og grundvandsmagasiner

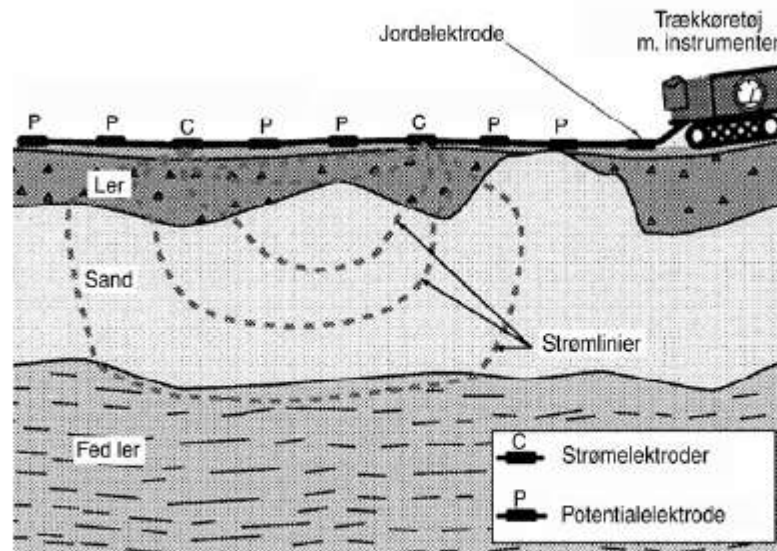


Sårbarhedskort



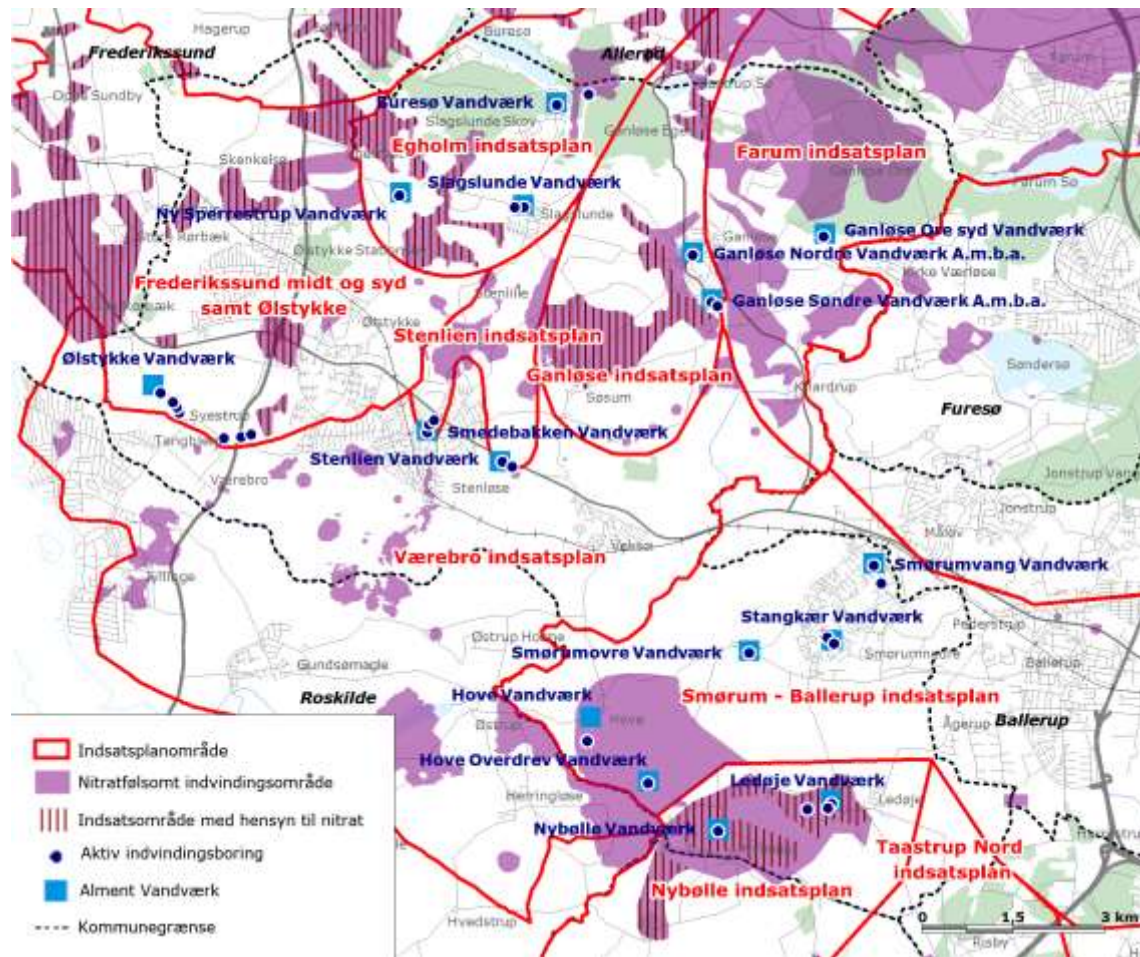
Figur 10.1 Lørlagstykkelser over primær grundvandsmagasin

Bestemmelse af undergrundens geologi



Principskitse af den slæbegeoelektriske metode. Et langt kabel med samtlige elektroder trækkes gennem terrænet af et minibæltekøretøj, hvorpå måleinstrumentet er monteret. Målingerne udføres mens køretøjet er i bevægelse.

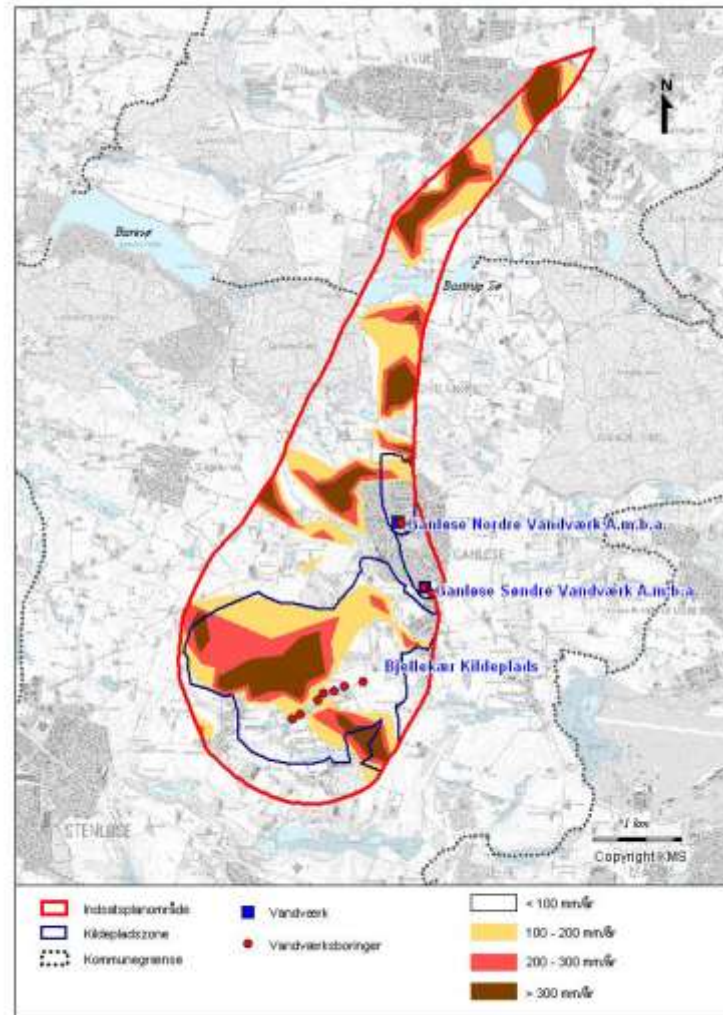
Nitratfølsomme områder



Grundvandsdannelse

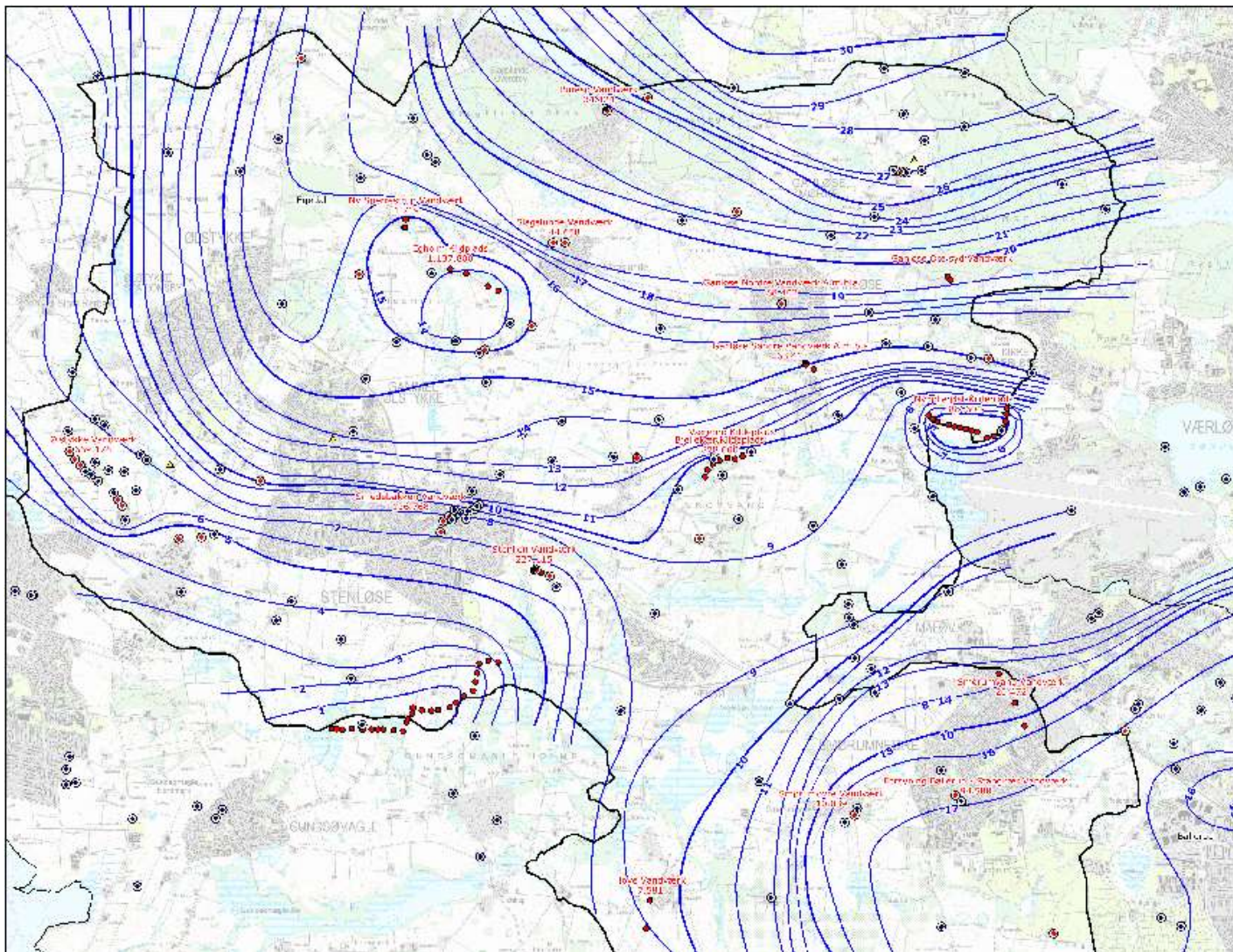
- Grundvandsdannelsen størst i vinterhalvåret pga.
 - Jævntfaldende nedbør
 - Vegetationen optager et minimum af vandet
 - Der er et minimum af fordampning

Grundvandsdannelse i det primære magasin

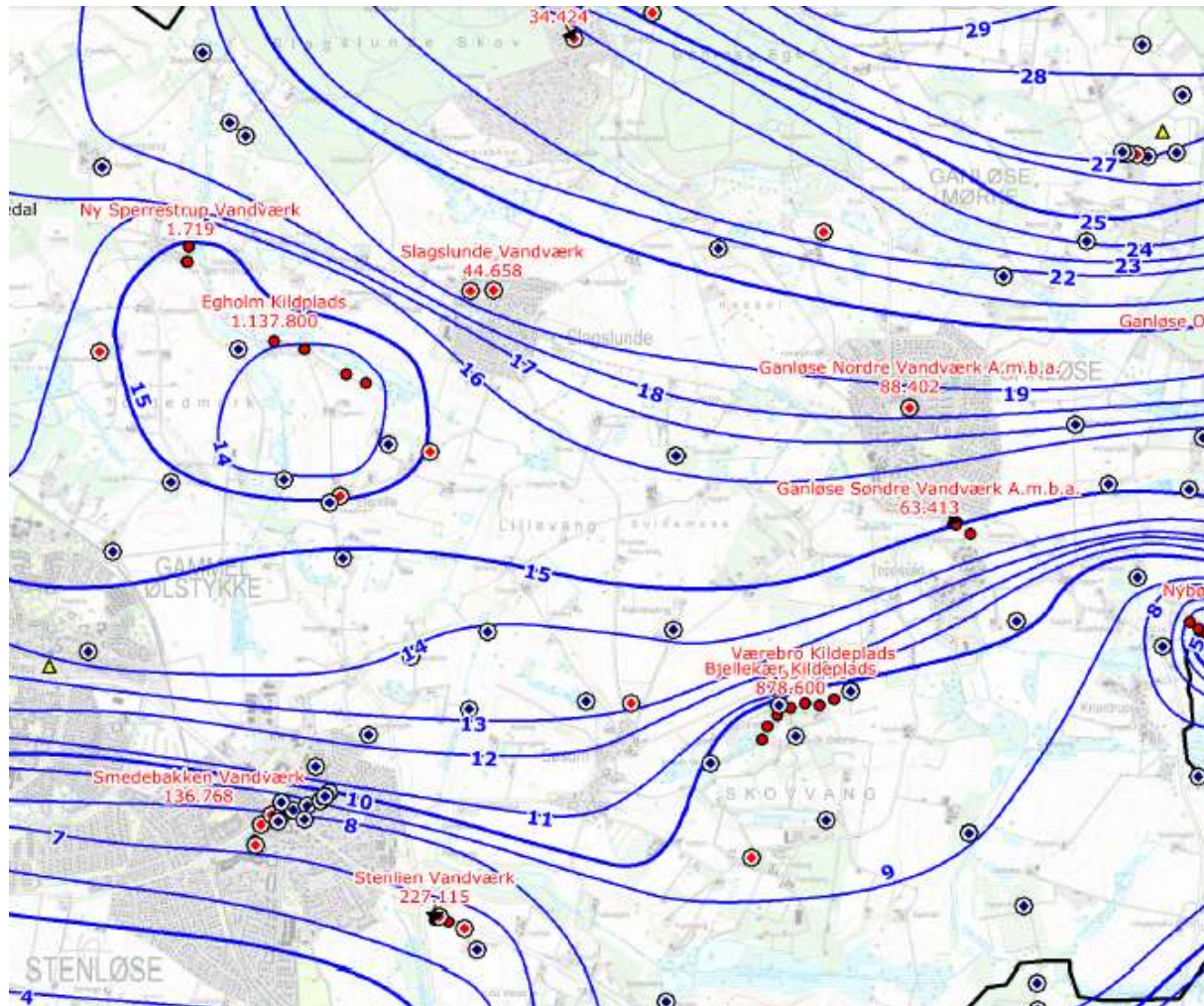


Figur 5.2 Grundvandsdannelse til primært magasin

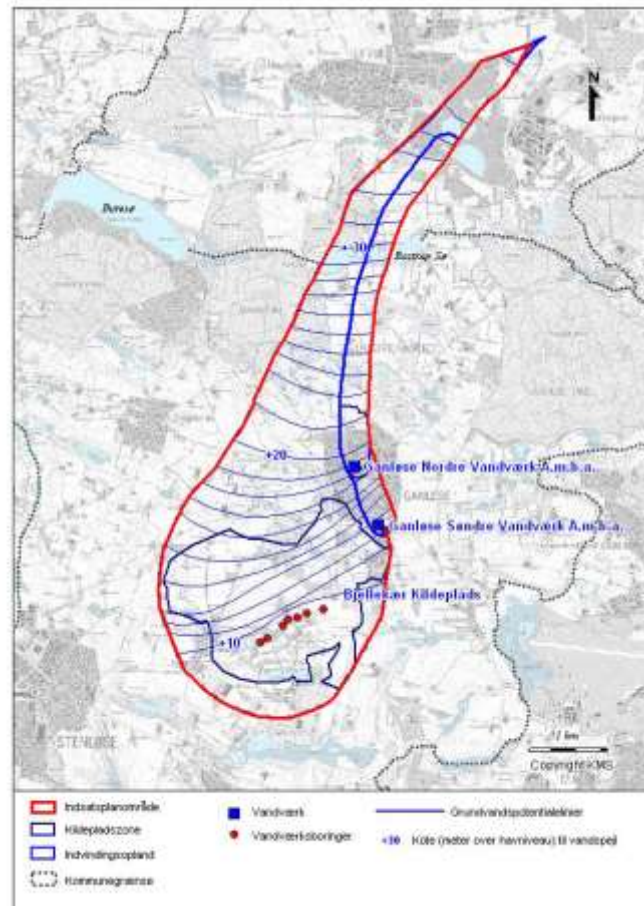
Potentialekort 2012



Potentialekort 2012

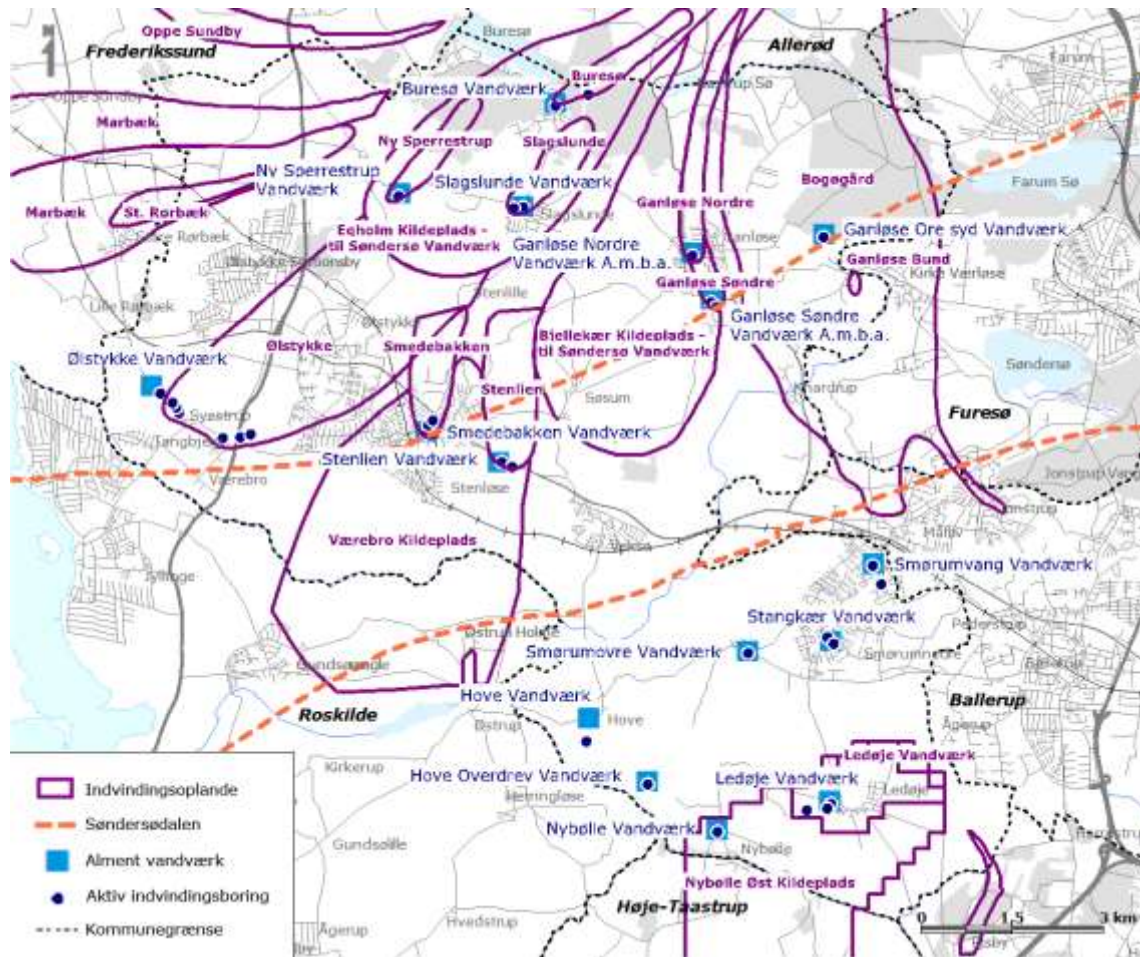


Indvindingsopland og transportvej



Figur 5.3 Indvindingsoplande og grundvandets trykniveau

Søndersødalens forløb



Grundlæggende viden om mikroorganismer med specielt fokus på bakterier

Hvad er hygiejne?

- **Hygiejne** (af navnet på den græske gudinde for sundhed Hygieia) er læren om renlighed.
- Betegnelsen bruges også om at gøre eller holde rent. Det omfatter rutiner til opnåelse og opretholdelse af sundhed og renhed for mennesker, dyr og andre organismer.

Hvorfor?

- Hygiejne går ud på at forebygge og afhjælpe angreb af mikroorganismer, bl.a. bakterier og svampe.
- Eksempel på sygdom forårsaget af bakterier:
 - **Kolera**: en smitsom mave-tarm-sygdom, som inden for få dage kan give voldsom diarré, hvorved man kan miste op mod 24 liter væske i døgnet. Sygdommen er et resultat af smitte med bakterien *Vibrio cholerae*, der er en vandbåren bakterie.
 - Koleraepidemien i **København** 1853 brød ud 11. juni 1853 og varede indtil oktober måned samme år.
 - 7.219 anmeldte tilfælde, hvoraf 4.737 (56,7%) havde dødelig udgang. Tallet ville i dag svare til 23.500 døde københavnere

Mikroorganismer

- Bakterier (0,3 - 2 μm)
- Svampe (1 - 30 μm)
 - skimmelsvampe og gærsvampe
- Vira (0,01 - 0,3 μm)
 - er hele organismer (ingen, 1, 2 osv.)
 - er typisk ikke homogent fordelte (parvis, typisk lejring, "klumper", mikro-kolonier)

1 μm = 10^{-6} m = 1:1000 mm.

Hårstrå: 50-100 μm ; Synlige partikler: 35-50 μm

En koloni (cfu)

- CFU (cfu) = Colony Forming Units = kim: kolonidannende enheder af bakterier, dvs. bakterier der er i stand til at formere sig.
- CFU bruges også om svampe

Bakterier

- En-cellede
- Uden cellekerne
- Ingen membranafgrænsede organeller
- Cellemembran og cellevæg
- Slimkapsel, hår, flageller (svingtråde)
- Deles i "gram positive" og "gram negative"

Bakterier

Ca. 1600 arter fordelt på 250 slægter

- Kokker (coccus): Lille korn, bruges om runde bakterier
- Stave (bacilli): Lille stav
- Spiriller: Forskellige snoede former (*Campylobacter*)
- Kommalignende former

- Kun få er patogene, dvs. sygdomsfremkaldende for mennesker

Bakteriesporer (ikke svampespore)

- Dannes af slægterne *Bacillus* og *Clostridium*.
- En "hvile/overlevelses-fase" når bakterien sulter.
- Modstandsdygtig over for varme, tørke, UV-lys, sprit.
- Kan dræbes af bl.a. klor og temperaturer over 120 °C fugtig varme, 160 °C tør varme.

Svampe

- En/fler-cellede
- Med cellekerne
- Flere membranafgrænsede organeller
- Cellevæg forskellig fra bakteriers.

Svampe

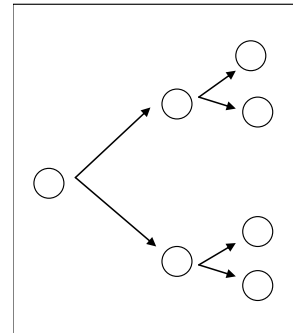
- Skimmelsvampe (flercellede)
 - Hyfer 2-10 μm i diameter
 - Sporer 1-100 μm (2-20 μm)
 - *Alternaria, Aspergillus, Cladosporium, Fusarium, Mucor, Penicillium, Rhizopus, Stachybotrys*
- Gærsvampe (encellede)
 - 1-30 μm
 - *Candida, Rhodotorula, Saccharomyces,*

Mikroorganismers formål med livet

- Vokse - formere sig
 - Inficere
 - Producere stoffer:
 - enzymer
 - Toxiner (giftstoffer)
 - affaldsstofte
 - Nedbryde

Vækst af bakterier

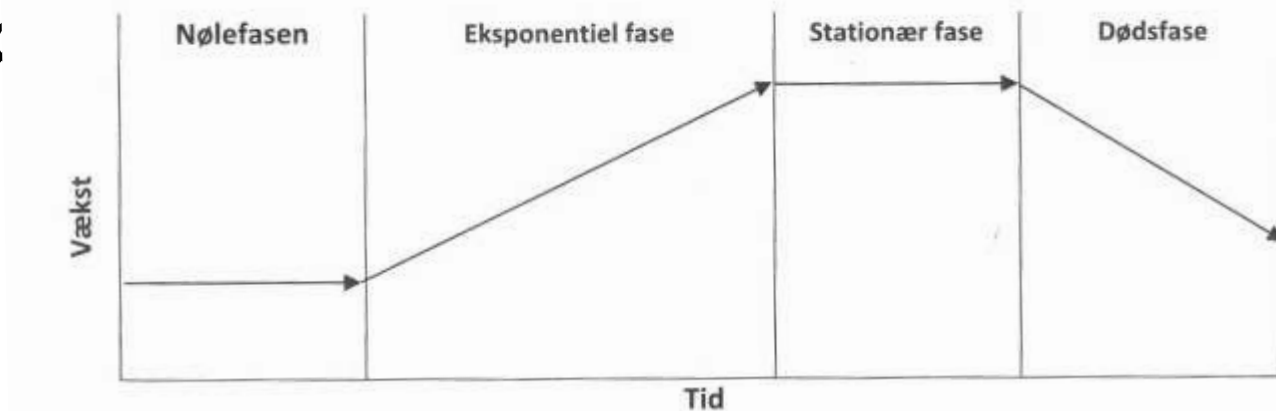
- Formering ved celledeling
- Eks.:
 - Med en generationstid på 30 min. bliver 1 bakterie til 1 million på 10 timer.
 - *E.coli* 20 min under gunstige forhold → 1 mia. på 10 timer.



Vækst af bakterier

- Væksthastighed som funktion af temperatur.
 - Væksthastigheden fordobles for hver 10°C i eksponentiel fase
- Udviklingsforløbet af en kultur gennem "fødsels" til død

Bakteriernes vækst er karakteriseret på følgende måde:



Vækstbetingelser - næringskrav

- Vand, næringsstoffer, temperatur, ilt, pH

Næringsstoffer

- Kulhydrater
- Proteiner
- Mineraler
- Vitaminer
- Vand

Temperatur

- Temperatur minimum, temperatur maximum, temperatur optimum.
- Bakterier
 - Over 70 °C overlever kun visse bakterier
 - Omkring 70 °C dør de fleste bakterier
 - Mellem 15 ° og 45 °C har de fleste bakterier gode vækstbetingelser
 - Under 5 °C deler de fleste bakterier sig ikke

 - Patogene mikroorganismer elsker 37 °C

Ilt

- Aerobe mikroorganismer skal have ilt (1 og 4)
- Anaerobe mikroorganismer har ikke brug for ilt (2, 3 og 5)

pH

- De fleste organismer vokser indenfor et meget veldefineret pH interval
- Bakterier vokser generelt bedst ved pH 5-9
- Svampe har generelt et pH optimum ved 5 eller lavere

Mikroorganismer i vandværkets omgivelser

- Mikroorganismer findes overalt, hvor de kan finde gode vækstbetingelser og næringsstoffer.
- Hud, hår, slimhinder og i tarmkanalen.
- Jord, vand og på/i planter.
- Luft er dog ikke et naturligt miljø for mikroorganismer.

- Vandbakterier er generelt bakterier der kan klare sig med meget lidt næring

Bakteriers positive egenskaber

- Naturens skraldemænd
- Naturlig del af tarmflora, hud og slimhinder
- Holder uønskede bakterier væk
- Binder kvælstof fra luften
- Produktion af foder og fødevarer
- Symbiose med planter
- I vandværket: nødvendige for at filtrene fungerer

Bakteriers negative egenskaber

- Sygdomsfremkaldende (patogene)
- Fordærver mad og drikkevarer
- Ødelægger tænder
- Slimede belægninger i rørinstallationer (biofilm)
- Næring til andre bakterier
- Giftstoffer

Bakterier der er ønsket i drikkevand

- Bakterier der findes naturligt i grundvandet og som
 - Oxiderer ammonium
 - Oxiderer jern og mangan (Ferrobacillus, Galionella)
 - Oxiderer methan
- Grundvandsbakterier er kuldetolerante og kan vokse ved temperaturer på 8-9 °C og kræver meget lidt ilt.

Bakterier der er uønsket i drikkevand

- Store mængder grundvandsbakterier
- Bakterier som ikke naturligt findes i grundvand (fra overfladevand).
- Tarmbakterier fra varmblodige dyr
- Sygdomsfremkaldende bakterier

Eksempler på uønskede mikroorganismer

- Coliforme bakterier
- *Listeria*
- *Clostridium perfringens*
- *Enterokokker*
- *Campylobacter*
- *Salmonella*
- Protozoer (en-cellede organismer, f.eks. Giardia)

Coliforme bakterier

- En fællesbetegnelse for bakterier der lever i pattedyrs tyktarm
- Naturlige i jord, overfladevand og rådne plantedele, IKKE i drikkevand
- Tyder på generel forurening fra jord, overfladevand, spildevand eller gylle
- Indikatorbakterie for sygdomsfremkaldende bakterier.

E. coli

- En coliform bakterie.
- Naturlig i tarmen hos mennesker, dyr og fugle (varmblodede dyr)
- Normalt ikke sygdomsfremkaldende (undtaget er VTEC/0157)
- Tyder på frisk forurening fra husspildevand, dyregødning el.lign.

Enterokokker

- Tarmbakterie
- Hårdfør, dog ikke sporedanner
- Tegn på ældre forurening
- Analyseres for ved fund af *E. coli*

Clostridium perfringens

- Sporedanner – hårdfør
- Anaerob – lever uden ilt
- Tegn på forurening med overfladevand (ældre forurening)
- Analyseres for ved mistanke om overfladevand

Sygdomsfremkaldende bakterier

- *Listeria* og *Campylobacter*
 - Kuldetolerante (Psykotrof)
 - Udvikler sig kraftigt når forholdende bliver normale

- *Clostridia* og *Legionella*
- Kan modstå høje temperaturer

Biofilm

- En film af bakterier på overfladen af et materiale
- Frit flydende primært bevægelse bakterier hæfter sig til en overflade
- Vokser ved en blanding af celledeling og rekruttering
- Dele af biofilmen frigives efter vækstperioden
 - *Pseudomonas, Bacillus, Listeria, Staphylococcus, E. coli*

Grænser for indhold af mikroorganismer i drikkevand

- Coliforme bakterie, *Escherichia coli* samt (Enterokokker og *Clostridium perfringens*) må ikke kunne detekteres i drikke vand
- Kimtal v. 37°C: 5 CFU/ml – 20 CFU/ml*
- Kimtal v. 22°C: 50 CFU/ml – 200 CFU/ml*

- * betyder afgang værk – hos forbrugeren

Desinfektionsmidler i vandforsyningen

Desinfektionsmidler - eksempler

Stoftype	Gram positive bakterier	Gram negative bakterier	Sporer	Svampe	Virus
Klorforbindelser	+	+	+	+	+
Kvartære ammoniumforb. F.eks. Rodalon	+	+/-	-	+/-	-
Brintperoxid / brindoverilte	+	+	+	+	+
Alkoholer, f.eks. Ethanol 70%	+	+	-	+	-
Biguaniderne f.eks. Klorhexidin	+	+	-	+/-	-

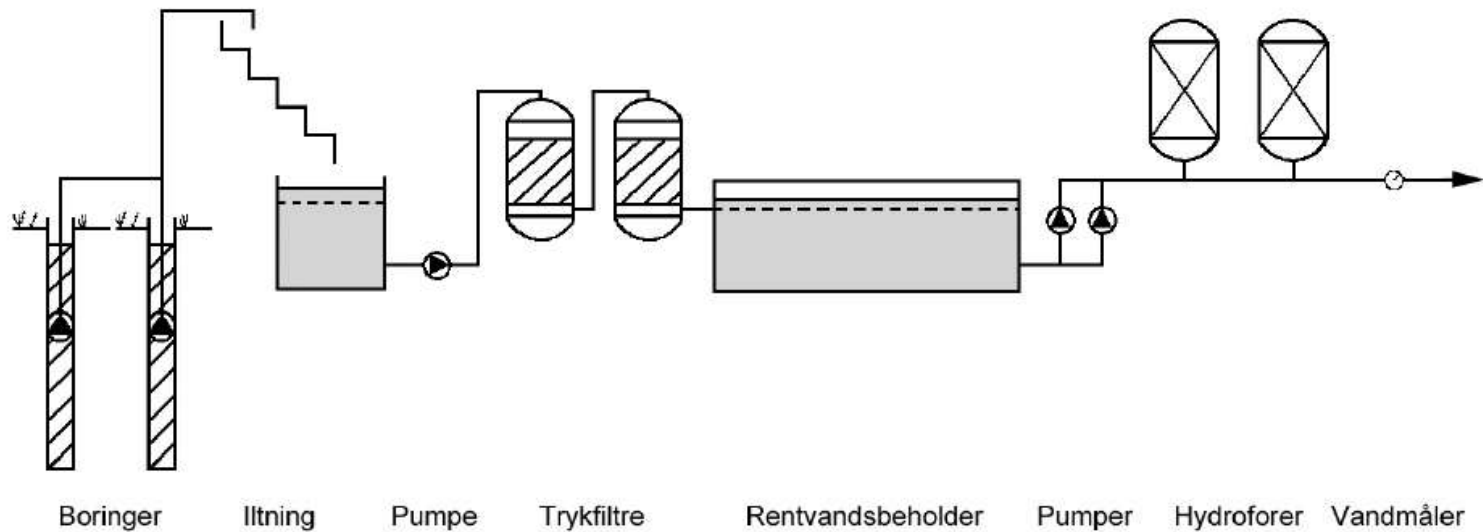
Principper for desinfektion.

- Kemisk påvirkning af DNA eller cellevæg:
 - Klorholdige midler, brintoverilte
 - Kvarternære ammonium forbindelser
 - Alkohol 70%
- UV behandling giver brud på DNA i mikroorganismen og fjerner dermed dens reproduktionsevne
- OBS på bekendtgørelse om godkendelse af desinfektionsmidler m.v. i fødevarevirksomheder m.v. fra Fødevareministeriet.

- **Gennemgang af vandværkets enkelte komponenter med fokus på vandkvalitet.**

Vandværk principskitse

Principdiagram for vandværket



Hygiejnezoner i vandværket.

(godt at have men er ikke et krav)

- Grøn zone
 - Lokaler uden direkte kontakt med drikkevand
Eksempler: Kontor møderum, rum med lukkede iltnings og filtertanke.
- Gul zone
 - Steder hvor der ved reparation kan opnås kontakt til drikkevand.
 - Eksempler: Åbning af lukkede filtre; pumper adskilles for service, måleudstyr i rentvandstanke

Hygiejnezoner i vandværket.

(godt at have men er ikke et krav)

- Rød zone
 - Steder med direkte kontakt til drikkevandet.
 - Eksempler. Åbne filtre, risletårne og henstandsbeholdere, rentvandsbeholdere og tanke til genbrugsvand.
- Krav til arbejdsgange og påklædning.
 - Se side 45 i kompendiet

Råvandsstation

- Den underjordiske
 - Temperatur altid over nul grader
 - Den syner ikke meget i landskabet
 - Indbyder ikke til graffiti og hærværk
 - Kan fyldes med vand ved ledningsbrud
 - Kan fyldes med luftarter der fortrænger ilt
 - Er svære at holde ren

Råvandsstation

- Den overjordiske.
- Er let at komme til og renholde
- Kan fryse

- Fredningsbælte omkring råvandsstationer: radius 10 m
- Beskyttelseszone: radius 25 m
- 300 m til nedsivningsanlæg
- **GUL zone**

Risling og filtrering.

- Hvorfor filtreres og beluftes.
 - Råvandet indeholder svovlbrinte (lugter som rådne æg) og kuldioxid
 - Øgning af iltindholdet i vandet, giver bedre smag af vandet og for ikke at give vækstmuligheder for anaerobe mikroorganismer i vandet
- Rød zone

Trykfilter

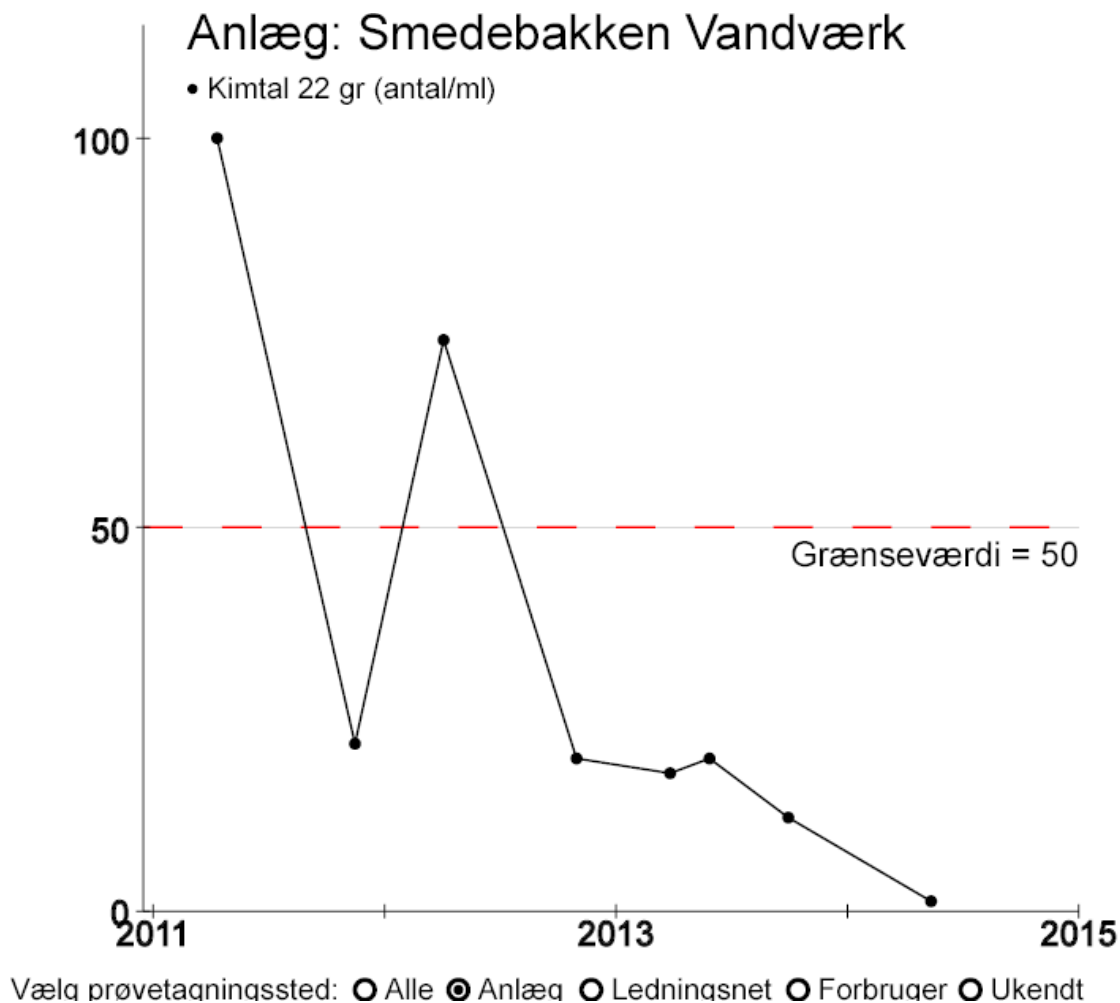
- Fyldt med specialsand, der køres ind så det kan fjerne
- Jern og mangan samt ammonium
- Tillader ikke umiddelbart pejling af overflader og eftersyn af dyser hvor luft tilføres.
- Er dog at foretrække:
- Lukket for tilførsel af snavs og mikroorganismer.
- Afgiver ikke fugt til rummet hvor det er placeret
- Gul zone/grøn zone

Åbent filter

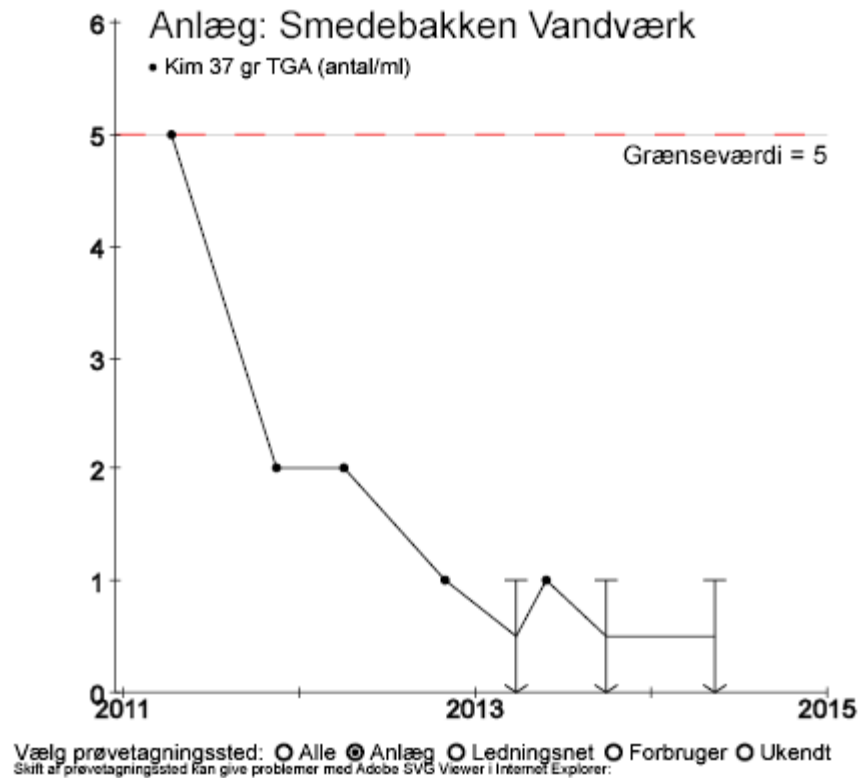
Filteret er rød zone

- Består af et kar med en bund der tillader tilførsel af luft og vand nedefra når filteret skal returskylles.
- Denne filtertype er svært at holde ren og filteret vil afgive fugt til bygningen, bør derfor afskærmes og omgivelsernes fugt styre med et affugtningsanlæg
- Foran filteret findes et risletårn eller lignende. Dette er en problematisk enhed i mikrobiologisk og funktionsmæssig sammenhæng
- Fordelen er at man kan se hvad der sker med filteret
- Svært at renholde/ vækst af svampe

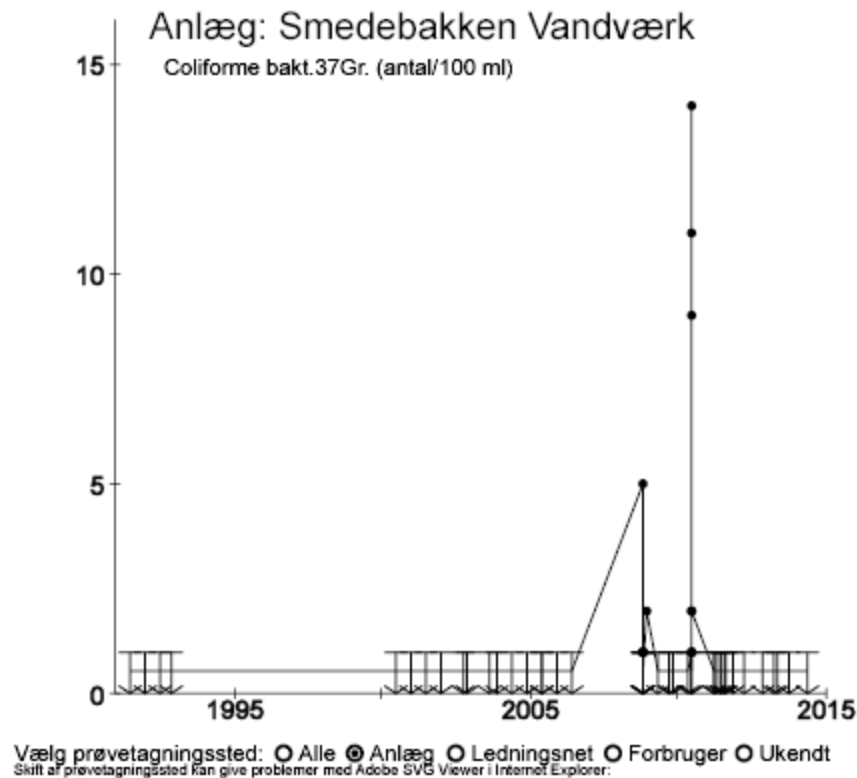
Vandværket på Smedebakken før/efter filterskift fra åbent til trykfilter



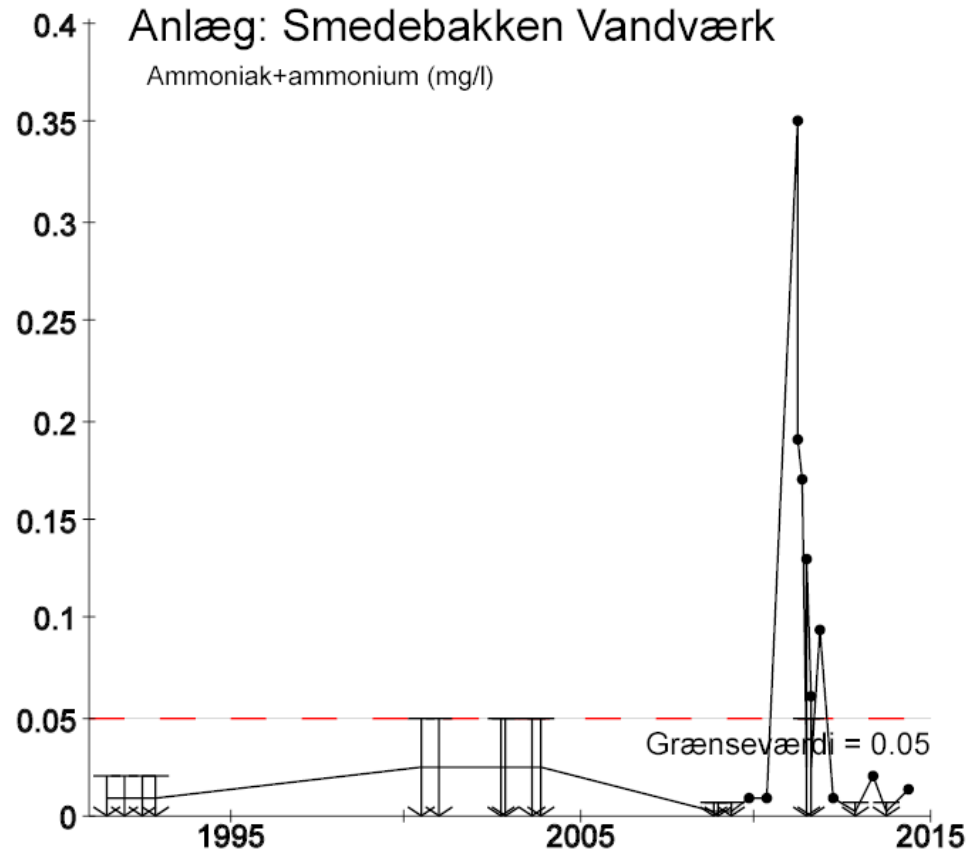
Vandværket på Smedebakken før/efter filterskift fra åbent til trykfilter



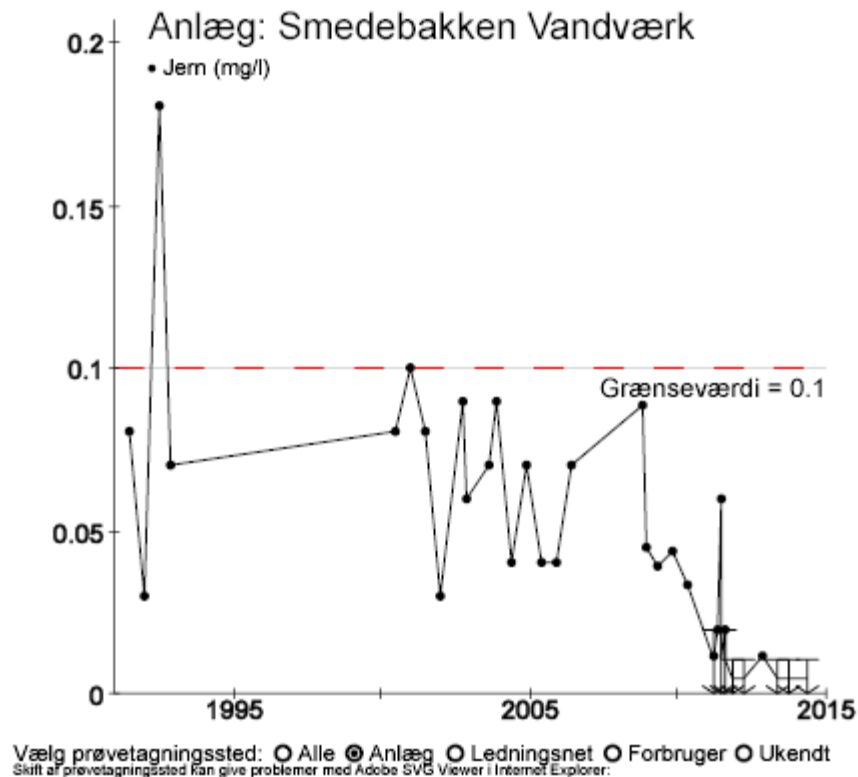
Vandværket på Smedebakken før/efter filterskift fra åbent til trykfilter



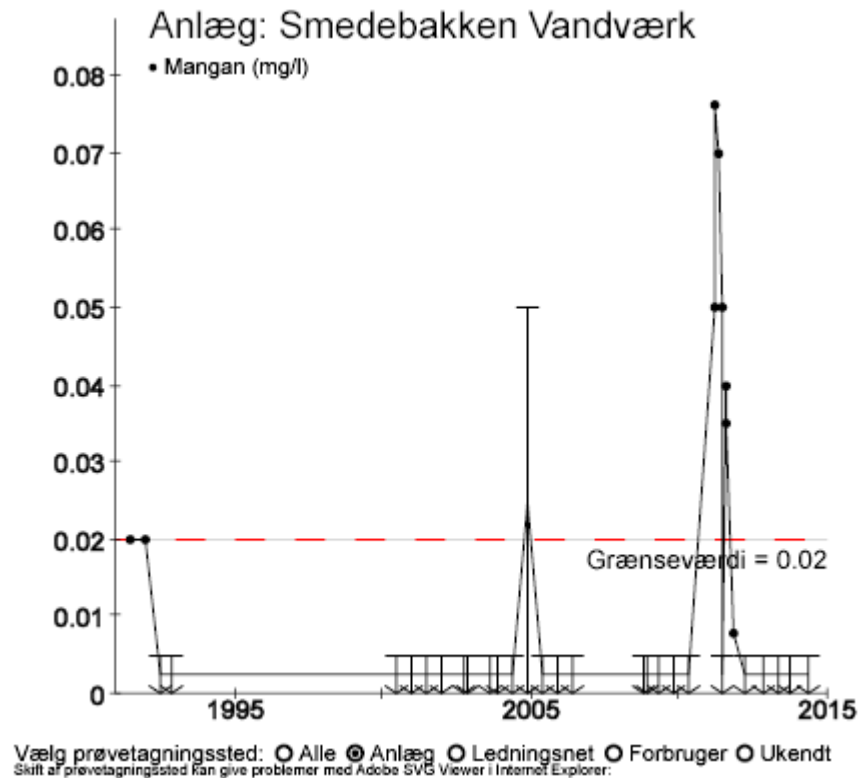
Vandværket på Smedebakken før/efter filterskift fra åbent til trykfilter



Vandværket på Smedebakken før/efter filterskift fra åbent til trykfilter



Vandværket på Smedebakken før/efter filterskift fra åbent til trykfilter



Pumpe/maskinrum

Alternativ til udpumpningsanlæg.



Sidste udbudspris	100.000 kr.
Type	Villa
Bolig	78 m ²
Grund	1.285 m ²
Værelser	2
Bygget	1911
Udbetaling	25.000 kr.
Kvmpris	1.282 kr./m ²
Oprettet	12-06-2013
Liggetid	20 dage
Sidst set	02-07-2013

- Fordele
- Smukt udseende
- Varetegn for Vandværket
- Larmer ikke
- Ulemper:
- Skal males/grafitti
- Risikere at vælte

Pumperum

- Indbyder til oplagring/pulterrum
- Tænk på at der skal kunne etableres en hygiejnezone gul når der skal repareres eller udskiftes pumper
- Gul zone

Ledningsnettet

Rør med muffe kan suge vand ind fra omgivelserne

Frigørelse af biofilm ved trykstød

Værksted og opbevaring af rør og fittings

Brud på vandledning

Zonering af vandværket

p. 44 og 45 i kompendiet



Lille forureningsrisiko



Mellem forureningsrisiko



Høj forureningsrisiko

Risikovurdering

p.39 i kompendiet

Konsekvens

Sandsynlighed

Mål for risiko fra 1 til 9

Grænser for udvalgte mikroorganismer i vand, målt hos forbrugeren

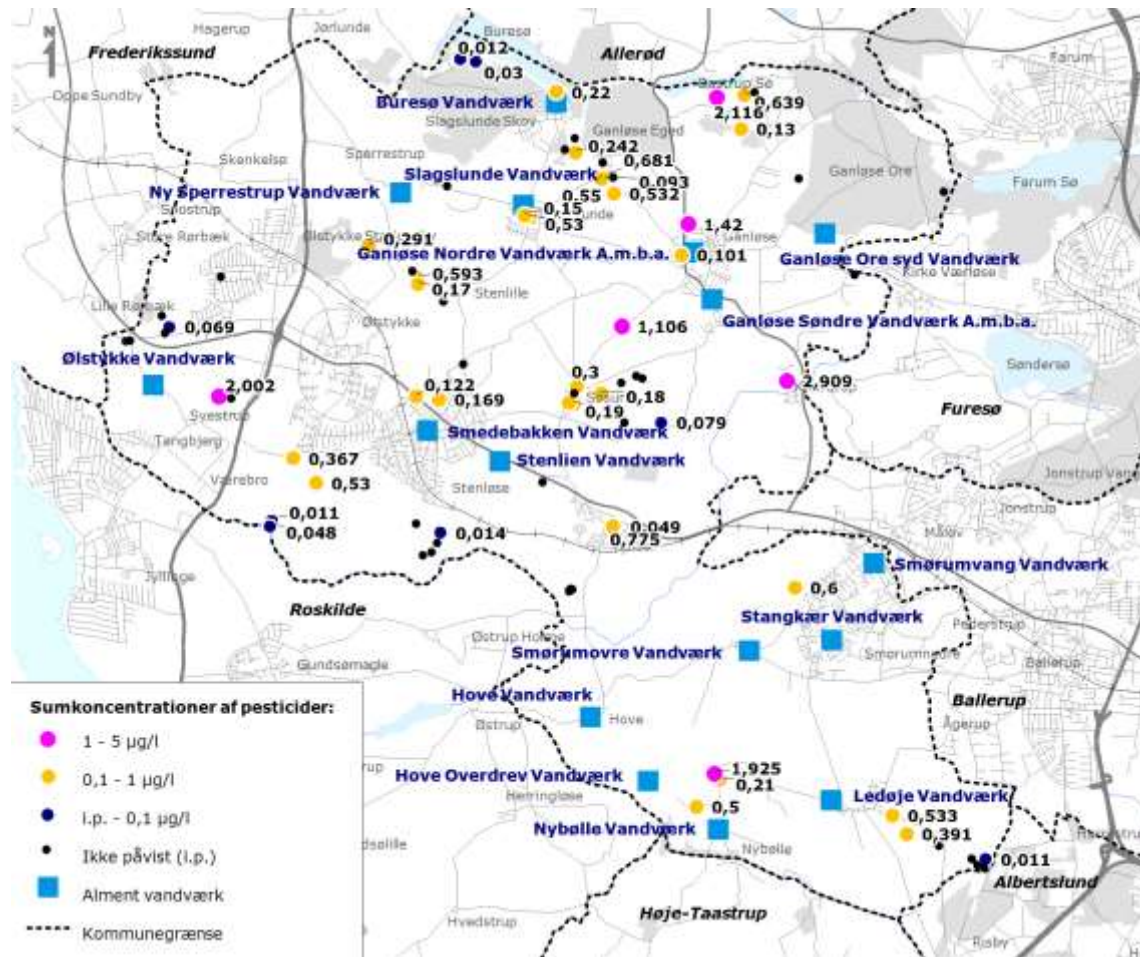
Parametre	Enhed	Afgang vandværk	Ledningsnet
Coliforme bakterier	cfu / 100 ml	i.m.	i.m.
Escherichia coli (E. coli)	cfu / 100 ml	i.m.	i.m.
Kimtal ved 37 ^o C	cfu / ml	5	20
Kimtal ved 22 ^o C	cfu / ml	50	200
Enterokokker	cfu / 100 ml	i.m.	i.m.
Clostridium perfringens, herunder sporer	cfu / 50 ml	i.m.	i.m.

Note: i.m. betyder ikke målelig!

Prøvetagning

- Krav til prøvetagningsshane
- Instruks for prøvetagning
 - Beskrivelse af metode er vigtig

Pesticider i lukkede boringer



Mikroorganismer i vandværkets omgivelser

- Mikroorganismer findes overalt, hvor de kan finde gode vækstbetingelser og næringsstoffer.
- Hud, hår, slimhinder og i tarmkanalen.
- Jord, vand og på/i planter.
- Luft er dog ikke et naturligt miljø for mikroorganismer.
- Vandbakterier er generelt bakterier der kan klare sig med meget lidt næring

Bakteriers positive egenskaber

- Naturens skraldemænd
- Naturlig del af tarmflora, hud og slimhinder
- Holder uønskede bakterier væk
- Binder kvælstof fra luften
- Produktion af foder og fødevarer
- Symbiose med planter
- I vandværket: nødvendige for at filtrene fungerer

Bakteriers negative egenskaber

- Sygdomsfremkaldende (patogene)
- Fordærver mad og drikkevarer
- Ødelægger tænder
- Slimede belægninger i rørinstallationer (biofilm)
- Næring til andre bakterier
- Giftstoffer

Bakterier der er ønsket i drikkevand

- Bakterier der findes naturligt i grundvandet og som
 - Oxiderer ammonium
 - Oxiderer jern og mangan (Ferrobacillus, Galionella)
 - Oxiderer methan
- Grundvandsbakterier er kuldetolerante og kan vokse ved temperaturer på 8-9 °C og kræver meget lidt ilt.

Bakterier der er uønsket i drikkevand

- Store mængder grundvandsbakterier
- Bakterier som ikke naturligt findes i grundvand (fra overfladevand).
- Tarmbakterier fra varmblodige dyr
- Sygdomsfremkaldende bakterier

Eksempler på uønskede mikroorganismer

- Coliforme bakterier
- *Listeria*
- *Clostridium perfringens*
- *Enterokokker*
- *Campylobacter*
- *Salmonella*
- Protozoer (en-cellede organismer, f.eks. Giardia)

Coliforme bakterier

- En fællesbetegnelse for bakterier der lever i pattedyrs tyktarm
- Naturlige i jord, overfladevand og rådne plantedele, IKKE i drikkevand
- Tyder på generel forurening fra jord, overfladevand, spildevand eller gylle
- Indikatorbakterie for sygdomsfremkaldende bakterier.

E. coli

- En coliform bakterie.
- Naturlig i tarmen hos mennesker, dyr og fugle (varmblodede dyr)
- Normalt ikke sygdomsfremkaldende (undtaget er VTEC/0157)
- Tyder på frisk forurening fra husspildevand, dyregødning el.lign.

Enterokokker

- Tarmbakterie
- Hårdfør, dog ikke sporedanner
- Tegn på ældre forurening
- Analyseres for ved fund af *E. coli*

Clostridium perfringens

- Sporedanner – hårdfør
- Anaerob – lever uden ilt
- Tegn på forurening med overfladevand (ældre forurening)
- Analyseres for ved mistanke om overfladevand

Sygdomsfremkaldende bakterier

- *Listeria* og *Campylobacter*
 - Kuldetolerante (Psykotrof)
 - Udvikler sig kraftigt når forholdene bliver normale

- *Clostridia* og *Legionella*
- Kan modstå høje temperaturer

Biofilm

- En film af bakterier på overfladen af et materiale
- Frit flydende primært bevægelse bakterier hæfter sig til en overflade
- Vokser ved en blanding af celledeling og rekruttering
- Dele af biofilmen frigives efter vækstperioden
 - *Pseudomonas, Bacillus, Listeria, Staphylococcus, E. coli*

Grænser for indhold af mikroorganismer i drikkevand

- Coliforme bakterie, *Escherichia coli* samt (Enterokokker og *Clostridium perfringens*) må ikke kunne detekteres i drikke vand
- Kimtal v. 37°C: 5 CFU/ml – 20 CFU/ml*
- Kimtal v. 22°C: 50 CFU/ml – 200 CFU/ml*

- * betyder afgang værk – hos forbrugeren

Desinfektionsmidler i vandforsyningen

Desinfektionsmidler - eksempler

Stoftype	Gram positive bakterier	Gram negative bakterier	Sporer	Svampe	Virus
Klorforbindelser	+	+	+	+	+
Kvartære ammoniumforb. F.eks. Rodalon	+	+/-	-	+/-	-
Brintperoxid / brindoverilte	+	+	+	+	+
Alkoholer, f.eks. Ethanol 70%	+	+	-	+	-
Biguaniderne f.eks. Klorhexidin	+	+	-	+/-	-

Principper for desinfektion.

- Kemisk påvirkning af DNA eller cellevæg:
 - Klorholdige midler, brintoverilte
 - Kvarternære ammonium forbindelser
 - Alkohol 70%
- UV behandling giver brud på DNA i mikroorganismen og fjerner dermed dens reproduktionsevne
- OBS på bekendtgørelse om godkendelse af desinfektionsmidler m.v. i fødevarevirksomheder m.v. fra Fødevareministeriet.