

MASSEEKSPERIMENT

BAKTERIER I DRIKKEVAND

07



Dansk Naturvidenskabsfestival



Rapport: Resultater fra Maseeksperiment 2007.



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Center for Kemi- og Vandteknik
Trine-Maria Damgaard

Forord

Masseeksperiment 2007 er arrangeret af Dansk Naturvidenskabsformidling i forbindelse med Dansk Naturvidenskabsfestival 2007. Det er anden gang, der har været arrangeret et masseeksperiment i forbindelse med Naturvidenskabsfestivalen. Første gang var i 2006, hvor emnet var klima og CO₂-forbrug.

Årets masseeksperiment handler om 'Bakterier i drikkevand' og er inspireret af et norsk masseeksperiment for skoler og gymnasier, som blev gennemført i forbindelse med den norske kampagne "Forskningsdagene" i 2005. Norsk institut for vannforskning var dengang ansvarlig for det faglige oplæg og en samlet rapportering og vurdering af resultaterne.

Skole- og gymnasieelever fra skoler i hele Danmark, Grønland, Færøerne og det danske mindretal i Nordtyskland er blevet inviteret til at deltage i Masseeksperiment 2007. Desværre nåede forsøgskitene ikke frem til de grønlandske skoler rettidigt, så derfor er der ingen data derfra. Men heldigvis har rigtig mange benyttet sig af muligheden for at deltage og det er der kommet et stort datasæt ud af. Totalt har 198 deltagere undersøgt 1197 vandprøver.

Det norske Netværk for Miljølære har stået for dataindsamling. Resultaterne for denne og andre undersøgelser kan ses på deres hjemmeside www.miljolare.no eller via link på www.masseeksperiment.dk.

Data er samlet set analyseret og offentliggjort i denne rapport, som er udarbejdet af Teknologisk Institut, Center for Kemi- og Vandteknik i samråd med Dansk Naturvidenskabsformidling, By- og Landskabstyrelsen og DANVA (Dansk Vand- og Spildevandsforening).

Indholdsfortegnelse

1. Sammenfatning	4
2. Baggrund for Masseeksperimentet 2007	5
2.1 Valg af emne	5
2.2 Formål	5
2.3 Generelt om bakterier i vand	5
2.4 Metode	6
2.5 Metoden i relation til andre metoder	6
3. Deltagere i undersøgelsen og deres valg af vandkilder	7
3.1 Antal deltagere og prøver pr. område	7
3.2 Prøver pr. vandkilde	8
4. Kontrol af data	9
4.1 Tilpasning af data til dataprogram	9
4.2 Nye kategorier under "Andet"	9
4.3 Fejlkilder	9
5. Resultater	11
5.1 Niveauet af bakterier i de forskellige vandtyper	11
5.2 Bakterieindholdet i de forskellige vandtyper	13
"Kogt vand"	14
"Varmt vand"	14
"Koldt vand"	15
"Kildevandsbeholdere og Købevand"	15
"Drikkedunk"	15
De naturlige vandkilder: Vandløb/vandhul/sø og Vandpyt/regnvand	15
Den meget diverse vandkilde "Andet"	16
Konklusion	16

Bilag 1 - Deltagende skoler og antallet af prøver pr. skole

Bilag 2 - Analyseresultater for samtlige deltagere i alfabetisk rækkefølge

Bilag 3 - Lærervejledning med resultatskema

1. Sammenfatning

Masseeksperimentet er arrangeret af Dansk Naturvidenskabsformidling i forbindelse med Dansk Naturvidenskabsfestival 2007. Temaet for Masseeksperiment 2007 er "Bakterier i Drikkevand" og er inspireret af et norsk masseeksperiment, der blev gennemført i forbindelse med den norske kampagne "Forskningsdagene" i 2005. Dansk Naturvidenskabsformidling har haft ansvaret for gennemførelse af eksperimentet i Danmark og resultaterne af eksperimentet er analyseret af Teknologisk Institut, Center for Kemi- og vandteknik i samråd med By- og Landskabsstyrelsen og DANVA (Dansk Vand- og Spildevandsforening).



Eleverne vaskede hænderne grundigt inden forsøget. Det var vigtigt ikke at forurene vandprøverne med bakterier fra hænderne.

Formålene med Masseeksperimentet "Bakterier i Drikkevand" var følgende:

- Eleverne bidrager til et fælles landsdækkende projekt, som skaber ny viden
- Eleverne får indblik i forskningens metoder
- Eleverne lærer om bakterier og drikkevand
- At skabe bevidsthed om, at bakterier ikke nødvendigvis er skadelige

I alt er der blevet indberettet resultater fra 165 skoler, heraf 2 fra Færøerne. Eksperimentet omfatter ialt resultater fra 1197 vandprøver. Der blev lagt op til, at resultaterne for de enkelte deltagere skulle gennemgås og diskuteres i klasserne. Mange af eleverne har desuden udarbejdet en rapport over deres egne undersøgelser og sammenlignet med nogle af de andre tilgængelige data.

Alle deltagende klasser fik tilsendt gratis forsøgskit til udtagning af prøver og analyse af bakterieindhold i 5 forskellige vandprøver. Forsøgs kittet indeholdt Petrifilm™ med vækstmedium, sterile pipetter, fordelingsplade, lærervejledning med vejledning til bakterieanalyse af vand og resultatskema (bilag 3). Der var to obligatoriske vandkilder, som eleverne skulle analysere. Kogt vand og en prøve fra koldt vandshanen, hvor filteret var skruet af og vandet havde løbet i minimum 5 minutter. Derudover kunne eleverne analysere et antal prøver fra andre vandkilder, som de selv kunne vælge frit.



Forsøgs kittet indeholdt Petrifilm, pipetter og en fordelingsplade, som blev brugt til at fordele vandprøven jævnt på Petrifilmen.

Undersøgelsen viste, at vandkvaliteten i forskellige typer af drikkevand (hanevand, kildevandsbeholdere, købevand) gennemgående var god og meget bedre end den, der findes i vandkilder i naturen (vandpytter, åer, havvand, søer mm).

De fleste af drikkevandsprøverne havde lavt eller meget lavt indhold af bakterier (kimtal < 100 cfu/ml). Vand, der blev tappet fra vandhanen, havde gennemsnitligt lavere indhold af bakterier end drikkevand fra beholdere og købevand.

Det kogte vand var som forventet den type af vandkilde, der havde lavest indhold af bakterier. Fantasien har været stor i valget af andre vandkilder, som således dækker over alt fra toiletvand over demineraliseret vand til vand fra swimmingpools og egne private brøndboringer.

Forhåbentlig har deltagelse i forsøget givet anledning til nogle rigtig gode diskussioner om forekomsten af bakterier i forskellige typer af vandkilder på skolen og andre steder i elevernes dagligdag. Ligesom det formentlig har kunnet lede opmærksomheden hen på andre steder i verden, hvor rent drikkevand ikke er en selvfølge og hermed bidraget til en bevidsthed om, at vi skal værne godt om vores gode drikkevand her i Danmark.

Eleverne er sandsynligvis blevet bevidste om, at rigtig mange bakterier, som er naturligt forekommende, er både nyttige og ufarlige.

2. Baggrund for Masseeksperimentet 2007

2.1 Valg af emne

'Bakterier i Drikkevand' er spændende og vedkommende emne, som kan være grobund for mange forskellige emner og diskussioner. Man kan for eksempel diskutere, hvor der findes gode og dårlige bakterier eller sæt fokus på verdens vandressourcer. Desuden åbner emnet rig mulighed for at differentiere undervisningen i forhold til elevernes aldersgrupper.

2.2 Formål

Masseeksperimentet havde 4 overordnede formål:

- Eleverne bidrager til et fælles landsdækkende projekt som skaber ny viden
- Eleverne får indblik i forskningens metoder
- Eleverne lærer om bakterier og drikkevand
- At skabe bevidsthed om, at bakterier ikke nødvendigvis er skadelige

2.3 Generelt om bakterier i vand

Drikkevand er vores vigtigste næringsmiddel. I Danmark er vi så heldige at kunne drikke vandet direkte fra hanen. I mange lande er drikkevandet af dårlig kvalitet, og det kan blandt andet sprede smitsomme sygdomme på grund af forurening og manglende rensning.

Drikkevand skal altid have et lavt bakterieindhold, og det må ikke indeholde smittefarlige bakterier. I Danmark tages der løbende prøver af vandet fra boringer, på vandværkerne og i ledningsnettet for at kontrollere kvaliteten.



Mon der er mange bakterier i bækken her?

Prøverne tages af analyselaboratorier der er akkrediterede til at udføre disse analyser. De analyserer bl.a., om vandet indeholder uønskede kemikalier som for eksempel pesticider. Desuden analyseres vandets indhold af bakterier. Resultaterne af vandprøven bliver offentliggjort, så alle forbrugere kan se, hvilken kvalitet deres drikkevand har.

Der vil i drikkevand altid være bakterier. De fleste af dem er helt ufarlige og mange er endda nyttige for os mennesker. I en skefuld jord fra haven kan der leve ti milliarder bakterier. I en dråbe vand fra en bæk er der også mange bakterier, selvom vandet i bækken ikke er forurennet. Bakterier er vigtige for livsprocesserne i naturen – uden dem ville verden se helt anderledes ud.

I dette forsøg skal eleverne se, at der selv i rent postevand findes bakterier, og at det er helt i orden.

2.4 Metode

I dette forsøg dyrkes bakterierne på et næringsmedium i et klar-til-brug kit, som kaldes Petrifilm. Efter at prøverne har stået i tre dage ved stuetemperatur dannes der lyserøde bakteriekolonier, som skal tælles. Man får dermed et mål for antallet af dyrkbare bakterier i vandprøven.

Enheden for bakterieindholdet i vandprøverne er ved benyttelse af denne metode cfu pr. ml. Cfu betyder colony forming units (koloni-dannende enheder). Hver cfu repræsenterer en bakterie fra vandprøven, som har kunnet vokse og formere sig i løbet af de 3 dages inkubation. Når der i rapporten nævnes bakterietal, er det understået, at enheden er cfu/ml. Resultaterne er inddelt i 3 kategorier:



Præcis 1 ml vandprøve blev afsat på en Petrifilm, som indeholdt et vækstmedium, hvor bakterierne kunne vokse frem i synlige kolonier.

Meget lavt bakterietal:	Mindre end 10 prikker	< 10 cfu/ml
Lavt bakterietal:	10-100 prikker	≥10<100 cfu/ml
Højt bakterietal:	Mere end 100 prikker	≥ 100 cfu/ml

En nærmere gennemgang af metoden findes i Lærervejledningen (bilag 3).

2.5 Metoden i relation til andre metoder

Til kontrol af vandet på de danske vandværker bruger man en dyrere og mere kompliceret metode, end den der er anvendt i Masseeksperimentet. Desuden bruges der også en bestemt form for prøvetagning, som sikrer, at prøven ikke inficeres med bakterier fra installationer eller andre uvedkommende kilder. Derfor kan resultaterne ikke direkte sammenlignes med de officielle værdier for bakterieindholdet i vand.

Der findes en række kvalitetskrav for vandet fra de danske vandværker. Ved 22 ° C må vandet højst have et kimtal på 50 cfu/ml ved afgang fra vandværket og et kimtal på 200 cfu/ml, når det når frem til ejendommen gennem ledningsnettet. Ved 37° C må kimtallet højst være 5 cfu/ml ved afgang fra vandværket og højst 20 cfu/ml, når det når frem til ejendommen .

Bakterietallet i drikkevand er oftest mindre end 100 cfu/ml i vandhanevand ved benyttelse af denne analysemetode. Men, der vil altid være nogle bakterier i vandet og i vandrørene. Findes der høje bakterietal (mere end 100 prikker) i vandet fra vandhanen, kan det skyldes, at vandhanen på skolen ikke er helt ren, eller at prøven blev forurennet med bakterier (fx fra hænderne) under prøvetagning.

Forsøget kan kun sige noget om hvor mange bakterier, der er i vandprøverne. Det kan ikke fortælle os hvilke bakterier, der er tale om. Til dette bruger man mere avancerede metoder.

3. Deltagere i undersøgelsen og deres valg af vandkilder

3.1 Antal deltagere og prøver pr. område



Deltagerne havde mulighed for at markere sig på et danmarkskort, som viser, at eksperimentet havde stor geografisk spredning (ikke alle deltagere har registreret sig på kortet).

Tabellen herunder viser, hvor mange skoler og deltagere fra hvert område, der har været med i eksperimentet. Desuden vises antallet af vandprøver, der er analyseret i hvert område.

Område	Antal skoler pr. område	Antal deltagere pr. område	Antal prøver pr. område	Gennemsnitligt antal prøver pr. deltager
Færøerne	2	2	7	3,5
Hovedstaden	49	57	334	5,9
Midtjylland	32	39	254	6,5
Nordjylland	16	20	167	8,4
Sjælland	28	40	230	5,6
Syddanmark	38	40	205	5,1
I alt	165	198	1197	6,0

3.2 Prøver pr. vandkilde

Ca. 147 grundskoler og 18 gymnasier har indberettet resultater på masseeksperimentets hjemmeside. Nogle skoler har tilmeldt mere end en deltager, det kan enten være flere forskellige klasser eller flere grupper i den samme klasse – så vi vælger at kalde hver enhed for en deltager, som således dækker over en gruppe elever, der har registreret sig under samme tilmeldingsnummer.

Der var i alt 198 deltagere, som har analyseret 1197 prøver tilsammen. Det giver et gennemsnitligt antal prøver pr. deltager på 6, hvor det højeste antal var 45 prøver og det laveste antal 1. De fleste deltagere har valgt at analysere flere prøver end de obligatoriske 2 og fantasien har været stor i forbindelse med valg af andre vandkilder end dem der var foreslået i vejledningen. Tabellen herunder viser antallet af prøver pr. vandkilde.

Type Vandkilde	Antal prøver	%-vis fordeling
Kogt vand (obligatorisk)	280	23,4
Koldt vand fra vandhane på skolen (obligatorisk)(med 5 min gen-nemløb og uden filter)	278	23,2
Andet	190	15,8
Købevand	91	7,8
Koldt vand direkte fra vandhane (med filter) på skolen	83	6,9
Kildevandsbeholder på skolen	81	6,8
Vandpyt/regnvand	74	6,2
Varmt vand fra skolens vandhane	62	5,2
Vandløb/vandhul/sø	58	4,8
I alt	1197	100



Nogle klasser eksperimenterede med at filtrere vandprøven gennem et "LIFESTRAW".



Med et LIFESTRAW kan man drikke al slags vand, da det bliver rensede inde i røret.

Under "Andet" har mange af eleverne valgt at analysere indholdet af bakterier i deres egen drikkedunk, egen brønd/boring eller i toiletvand. Andre har valgt at teste indhold af bakterier før og efter vandet har været filtreret igennem et såkaldt "lifestraw" og andre igen har analyseret vand fra forskellige udendørs kilder, som ikke falder ind under de to foreslåede naturlige kilder.

Data for alle de mange forskellige "andre vandkilder" er ligeså forskellige som vandprøverne, men flertallet indeholdt mange bakterier. Alle resultater fremgår af tabellen i bilag 2, hvor samtlige deltagere og deres prøveresultater er listet i alfabetisk rækkefølge.

4. Kontrol af data

4.1 Tilpasning af data til dataprogram

Data er indsamlet over Internettet via den norske internetside Nettverk for Miljølære www.miljolare.no. Teknologisk Institut har fået data i en Excel fil og har derudfra beregnet og opstillet de resultater, som præsenteres i denne rapport.

4.2 Nye kategorier under "Andet"

De 9 forskellige kategorier af vandkilder, som eleverne kunne vælge at klassificere deres vandprøver under, er nævnt i afsnit 3.2.

Mange af prøverne under kategorien "andet" kunne fint lægges ind under nogle af de andre kategorier f.eks. prøver fra diverse vandhaner, som blev ført ind under "Vand fra vandhanen, hvor filteret ikke er fjernet og vandet ikke har løbet" eller ind under en af de naturlige vandkilder som Vandløb/vandhul/sø.

Så antallet af prøver under kategorien "Andet" er i databehandlingen blevet reduceret fra at udgøre ca. 16 % til kun at udgøre ca. 8 %.



"I hvilken vandprøve tror I, at der er flest bakterier?"

Mange af eleverne havde været kreative med at finde på vandkilder at undersøge. Mange havde valgt at analysere vandet i deres drikkedunke, derfor er denne oprettet som kategori for sig. Tabellen nedenfor viser de 10 typer vandkilder, der er blevet brugt i den endelige analyse af resultaterne.

Kogt vand

Koldt vand fra vandhane (5 min gennemløb og uden filter)

Koldt vand direkte fra vandhane

Drikkedunk

Købevand

Kildevandsbeholder på skolen

Vandpyt/regnvand

Vandløb/vandhul/sø

Varmt vand fra vandhane

Andet

4.3 Fejkilder

Ved alle typer af målinger skal man være opmærksom på, at alle resultaterne kan være unøjagtige eller misvisende af forskellige årsager. Der vil også altid være usikkerheder forbundet med undersøgelser som denne, hvor mange personer håndterer prøverne. I denne undersøgelse er der blandt andet følgende fejkilder:



Sådan afmåler man præcis 1 ml vand med pipetten.

- Forurening af vandprøve eller petrifilm fra hænder, uren pipette, nys, host og lignende
- Fejl ved opmåling af vandprøven – mere eller mindre end 1 ml
- Petrifilmene er inkuberet ved stuetemperatur, som selvsagt varierer fra skole til skole og fra lokale til lokale, derfor har bakterierne i vandprøverne ikke været udsat for præcis de samme betingelser
- Petrifilmen kan været udtørret eller have overskredet holdbarhedsdatoen
- Petrifilmen med vandprøven har stået for kort tid eller for lang tid
- Petrifilmen har ikke været forsegleet ordentligt under inkubationen
- Flere kolonier kan være vokset sammen og være svære at skelne fra hinanden

Ligeledes er det naturligt, at indholdet af bakterier i hanevand varierer over tid. Indimellem kan der for eksempel rive sig bakterier løs fra rørsystemet, som midlertidigt kan give høje bakterietal. Det er heller ikke unaturligt, at bakterietallene i prøver fra andre vandkilder varierer over tid.



Vandprøver blev opsamlet i syltetøjsglas, som var blevet steriliseret ved kogning.

5. Resultater

Det er vigtigt at slå fast, at de bakterier, man påviser i denne analyse ikke er farlige. Rent vand er det sundeste man kan drikke. Det lokale vandværk udfører analyser af vandkvaliteten med jævne mellemrum for at sikre sig, at der ikke er sygdoms-fremkaldende bakterier i vandet. Hvis der er mistanke om en forurening, der kan være sundhedsskadelig, vil borgene blive bedt om at koge vandet før brug, eller der vil blive lukket for vandet eller brugt vand fra en anden boring.



Efter tre dage talte eleverne, hvor mange bakteriekolonier, der var vokset frem.

5.1 Niveaulet af bakterier i de forskellige vandtyper

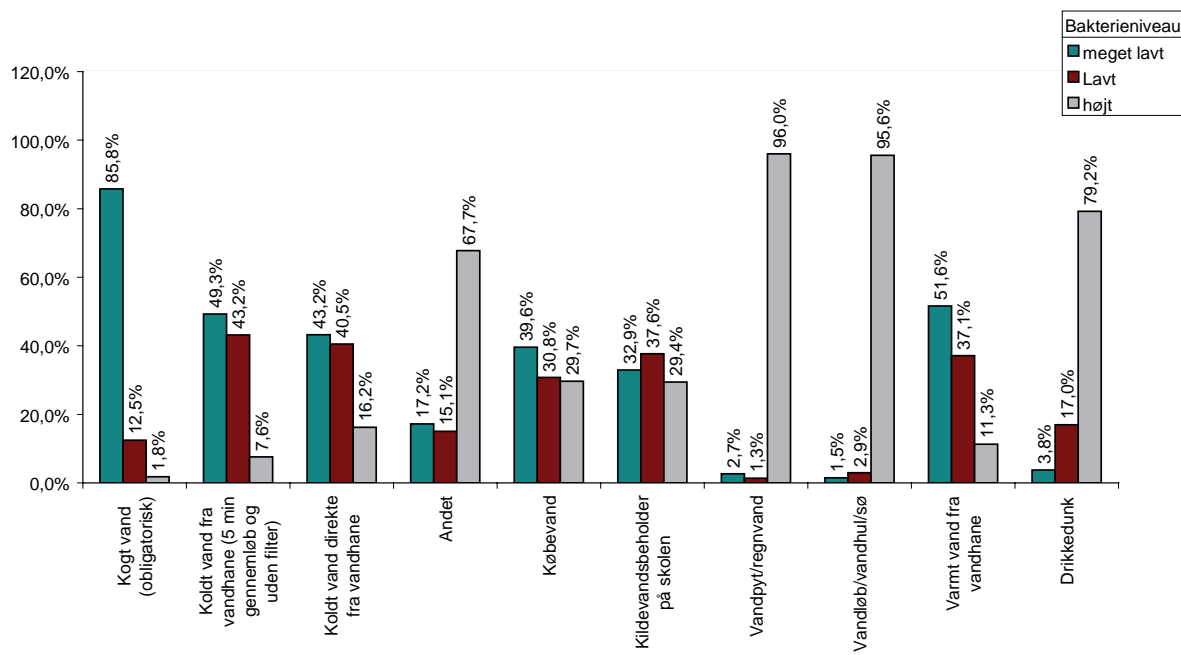
I tabellerne nedenfor vises en samlet oversigt over, hvordan alle prøverne fordeler sig på de 3 forskellige bakterieniveauer. Den øverste tabel viser antallet af prøver, den næste den procentvise fordeling af bakterieniveaulet i hver type vandkilde.

Bakterieniveau				
Type Vandkilde	Meget lavt	Lavt	Højt	I alt
Kogt vand (obligatorisk)	241	35	5	281
Koldt vand fra vandhane (5 min gennemløb og uden filter)	137	120	21	278
Koldt vand direkte fra vandhane	48	45	18	111
Andet	16	14	63	93
Købevand	36	28	27	91
Kildevandsbeholder på skolen	28	32	25	85
Vandpyt/regnvand	2	1	72	75
Vandløb/vandhul/sø	1	2	65	68
Varmt vand fra vandhane	32	23	7	62
Drikkedunk	2	9	42	53
Hovedtotal	543	309	345	1197

Bakterieniveau				
Type Vandkilde	Meget lavt	Lavt	Højt	I alt
Kogt vand (obligatorisk)	85,8%	12,5%	1,8%	100,0%
Koldt vand fra vandhane (5 min gennemløb og uden filter)	49,3%	43,2%	7,6%	100,0%
Koldt vand direkte fra vandhane	43,2%	40,5%	16,2%	100,0%
Andet	17,2%	15,1%	67,7%	100,0%
Købevand	39,6%	30,8%	29,7%	100,0%
Kildevandsbeholder på skolen	32,9%	37,6%	29,4%	100,0%
Vandpyt/regnvand	2,7%	1,3%	96,0%	100,0%
Vandløb/vandhul/sø	1,5%	2,9%	95,6%	100,0%
Varmt vand fra vandhane	51,6%	37,1%	11,3%	100,0%
Drikkedunk	3,8%	17,0%	79,2%	100,0%
Hovedtotal	45,4%	25,8%	28,8%	100,0%

Den procentvise fordeling af prøver pr. bakterieniveau for hver type vandkilde er også afbildet i grafisk nedenfor, hvor hver farve søjle repræsenterer hvert sit bakterieniveau.

Fordeling af prøver i forhold til bakterieniveau



5.2 Bakterieindholdet i de forskellige vandtyper

Mere end en tredjedel af prøverne med højt bakterieindhold var oversåede med så mange bakteriekolonier, at de ikke kunne tælles. Man kan således ikke beregne et gennemsnit af disse prøver direkte. Et gennemsnit af disse kan kun beregnes, hvis der antages en fast værdi for alle de prøver, og i denne undersøgelse har det været vanskeligt at fastsætte en værdi svarende til "højt bakterietal", som ville give et realistisk billede af indholdet. Vi har derfor valgt at se bort fra disse værdier i gennemsnitsberegningen, der således er et tilsneget gennemsnit. Det samme gør sig gældende for beregningen af medianen, som er den midterste værdi, dvs. den værdi som halvdelen af prøverne ligger under eller er lig med. I stedet har vi tydeliggjort, hvor mange af prøverne fra hver type vandkilde, der havde "højt bakterietal". Gennemsnitsværdien og medianen er derfor med stor sandsynlighed underestimeret for de 4 vandkilder (drikkedunk, vandløb/vandhul/sø, Vandpyt/regnvand, andet) med meget stor andel af resultater med højt bakterietal.



Eleverne kunne i deres egne "forskningsrapporter" sammenligne deres resultater med resultaterne fra andre skoler.

Værdierne for bakterieindhold er opgivet i cfu pr. ml. Cfu betyder colony forming units (kolonidannende enheder) – det afspejler antallet af bakterier i vandprøven, som har været i stand til at vokse og formere sig under inkubationen af vandprøverne.

I tabellen nedenfor ses gennemsnit og median for hver af vandkilderne (fraregnet prøverne med højt bakterietal i), desuden ses den hyppigst målte værdi, antallet af prøver med den hyppigst målte værdi og antallet af prøver med højt bakterietal for hver vandkilde. Vandtyperne er listet efter den gennemsnitsværdi af bakterieindhold.

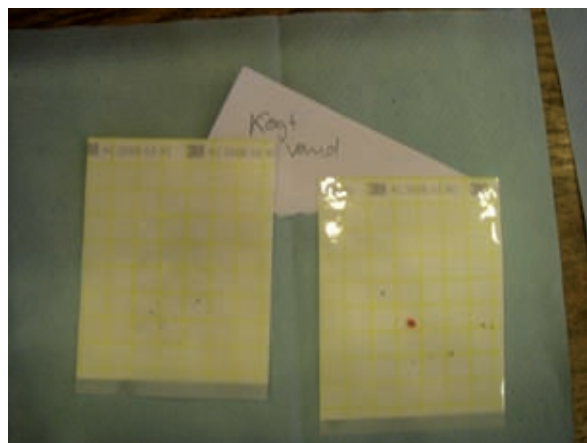
Som det ses af tabellen var der i 5 af vandkilderne højst 3 prøver (max. 3 %) med svært mange bakterier i og fejlen ved ikke at medregne disse i gennemsnittet er derfor minimal. Dette gjorde sig gældende for typerne kogt vand, de tre typer hanevand og vand fra kildevandsbeholder på skolen. Det er samtidig de 5 vandtyper, der har de laveste gennemsnitsværdier for bakterieindholdet.

Type vandkilde	Gennemsnit cfu	Median cfu	Hyppigste værdi cfu	Antal hyppigste værdi	antal prøver i alt	antal "Højt bakterietal"
Kogt vand (obligatorisk)	10	2	0	86	281	0
Varmt vand fra vandhane	27	8	0	9	62	2
Koldt vand fra vandhane (5 min gennemløb og uden filter)	34	10	4	20	278	1
Koldt vand direkte fra vandhane	81	14	2	8	112	2
Kildevandsbeholder på skolen	96	24	0	5	85	3
Købevand	125	16	0 og			
Højt bakterietal	9	91	9			
Drikkedunk	474	324	Højt bakterietal	22	52	22
Vandløb/vandhul/sø	695	670	Højt bakterietal	16	68	16
Vandpyt/regnvand	1061	960	Højt bakterietal	48	75	48
Andet	1167	261	Højt bakterietal	22	93	22

Resultaterne for alle prøverne er registreret i bilag 3 under hver deltagerskole i alfabetisk rækkefølge.

"Kogt vand"

Der var som forventet færrest bakterier i referenceprøven "Kogt vand", hvor man der gerne skulle være nul bakterier i. Resultaterne viser, at mange af klasserne har haft vanskeligt ved at få en referenceprøve, hvor der slet ikke voksede nogen bakterier op. Kun 25 % af referenceprøverne havde 0 bakterier i. Men i halvdelen af prøverne var der kun 2 bakterier eller derunder og rigtig mange af prøverne (86 %) indeholdt færre end 10 bakterier 241 ud af 281 prøver. Alt i alt er det et tilfredsstillende resultat, der viser, at eleverne har været gode til at arbejde præcist, når det tages i betragtning, at eleverne var helt ned til 3. klasse.



Bakterieindholdet i kogt vand. Denne prøve viser, at der under gennemførelsen kan ske en lille forurening med bakterier fra fx hænder og spyt.

"Varmt vand"

Det gennemsnitlige bakterieindhold i varmt vand er lavere end det i koldt vand. Det kan skyldes, at en stor del af bakterierne fra det kolde vand dør, når det varmes op, og at temperaturen i varmtvandssystemet er tilstrækkelig høj til at hæmme væksten af de bakterier, som ellers kan trives og formere sig i varmtvandssystemer. I Danmark tilrådes det at holde temperaturen i et varmtvandssystem på mere end 55°C for at undgå opblomstring af uønskede bakterier f.eks. Legionella, som er kendt for at give "legionærsyge", som er en slags lungebetændelse. Legionella-bakterier vil dog ikke kunne vokse op i den analyse, som eleverne har lavet i dette eksperiment.

”Koldt vand”

Resultaterne viser også, at der ikke er den helt store forskel på bakterieindholdet i det kolde vand, som generelt har en rigtig god kvalitet. Man kan dog se, at både gennemsnitsværdien og medianen falder, når vandet har løbet i 5 minutter i forhold til at tappe det direkte. Det har også betydning hvilken slags ledning installationen er koblet op på. Ledninger med stor gennemstrømmning indeholder færre bakterier. Det har altså en betydning, om man tager filteret af, lader vandet løbe i 5 minutter eller om man tapper direkte fra hanen, den varme eller den kolde. Generelt er det kolde vand fra hanen dog af en rigtig god drikkevandskvalitet, så man kan roligt bare tappe og drikke det. Der var nogle prøver med højt bakterieindhold, men det kan sagtens skyldes nogle af de fejlkilder, der er nævnt i afsnit 4.3. Hvis en klasse eller en skole alligevel føler sig utrygge ved de resultater de har fundet, kan vi anbefale dem, at få udtaget en akkrediteret prøve i samarbejde med den lokale vandforsyning.

”Kildevandsbeholdere og Købevand”

Vand fra kildevandsbeholdere og fra købevand har gennemsnitligt set et større indhold af bakterier end drikkevand fra hanen. Det er dog ikke alarmerende høje gennemsnitsværdier. De lave medianværdier, det lave antal af prøver med svært mange bakterier (fra købevand) og fordelingen af bakterieniveauerne vidner da også om, at der er rigtig meget af det analyserede vand, der er af god kvalitet, mens relativt få prøver bringer gennemsnitsværdien op.

”Drikkedunk”

Mange af eleverne har naturligt nok været nysgerrige efter at kende indholdet af bakterier i deres drikkedunke. Resultaterne vidner om, at der generelt set er mange flere bakterier i elevernes drikkedunke, end i det vand, de kan tappe fra hanen. Det er helt forventeligt, at bakterieantallet stiger, når vand opbevares i en ikke-steril beholder ved stuetemperatur, og set i det lys er det et forventeligt resultat. Man skal huske på, at den måling af bakterier, som er lavet i denne undersøgelse kun siger noget om niveauet af bakterier, den siger ikke noget om, hvorvidt bakterierne kan være skadelige. Vi vil dog råde børn og voksne til at være opmærksomme på problemstillingen og opfordre dem til at rengøre dunkene mindst en gang om dagen og udskifte dem med jævne mellemrum. Desuden bør man tit udskifte vandet i drikkedunkene - minimum en gang dagligt.

De naturlige vandkilder: Vandløb/vandhul/sø og Vandpyt/regnvand

Disse vandkilder er forventeligt dem, der har det gennemsnitligt højeste indhold af bakterier i denne undersøgelse. Store andele af prøverne har været så bakterierige, at de ikke har kunnet tælles, så gennemsnitsværdierne er nok temmelig underestimerede. Over halvdelen af prøverne fra ”Vandpyt/regnvand” kunne ikke tælles. I naturlige vandkilder findes der ofte et sted imellem 1 og 10 millioner bakterier pr. ml, og mange vil man næppe kunne påvise med denne metode, da den fremmer væksten af nogle bakterier frem for andre. Med DNA-teknikker eller direkte farvning og tælling af bakterier i vandprøven finder man højere bakterietal end ved dyrkningsbaserede metoder, som den, der er anvendt i dette masseeksperiment. Hvis man ønsker et tal for det gennemsnitlige bakterieindhold i naturlige vandkilder, bør man fortynde prøverne inden analysen, så man kan tælle sig frem til et antal i den fortyndede prøve. Man skal så huske at gange fortyndingsfaktoren på, når resultatet beregnes.



Bakterieindholdet i 1 ml vand fra den lokale mose.

Den meget diverse vandkilde "Andet"

Bakterieindholdet i prøverne fra denne kategori er ligeså forskellige som arten af prøver, der er blevet udtaget. Det afspejler i højere grad elevernes fantasi, end det siger noget om en gennemsnitlig vandkvalitet. Men generelt kan det siges, at der findes bakterier svarende til forventningerne; at jo længere væk fra "rene" vandkilder (egen brøndboring, steriliseret vand, øjenskylløvæske, svømmehal mm.) man kommer og over imod "beskidte" vandkilder (hestetrug, toiletvand, mose, havvand) des højere bakterieindhold finder eleverne i prøverne.

Konklusion

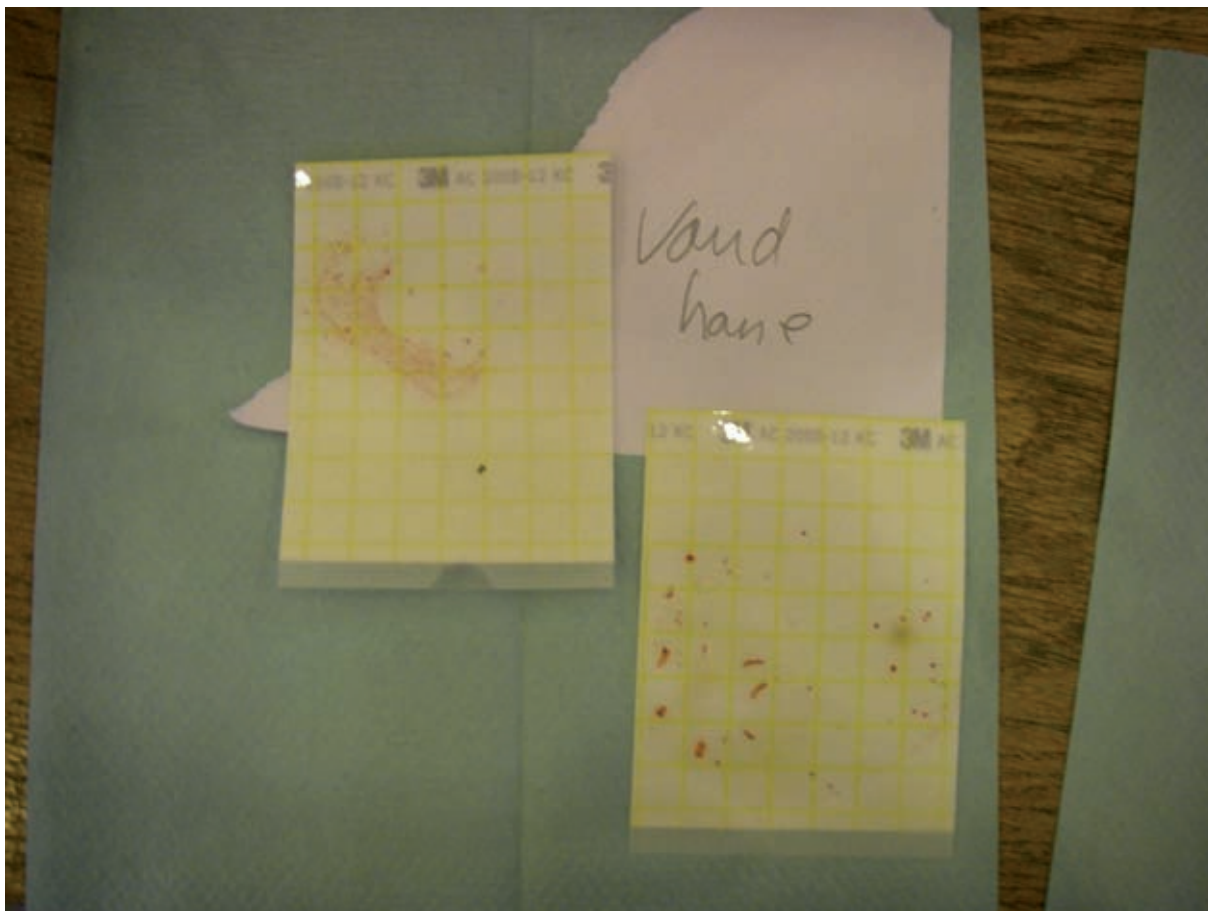
Undersøgelsen viste, at vandkvaliteten i forskellige typer af drikkevand (hanevand, kildevandsbeholdere, købevand) gennemgående var god og meget bedre end den, der findes i vandkilder i naturen (vandpytter, åer, havvand, søer mm).

De fleste af drikkevandsprøverne havde lavt eller meget lavt indhold af bakterier (kimtall < 100 cfu/ml). Vand, der blev tappet fra vandhanen, havde gennemsnitligt lavere indhold af bakterier end drikkevand fra beholdere og købevand.

Det kogte vand var som forventet den type af vandkilde, der havde lavest indhold af bakterier. Fantasien har været stor i valget af andre vandkilder, som således dækker over alt fra toiletvand over demineraliseret vand til vand fra swimmingpools og egne private brøndboringer.

Resultaterne af eksperimentet stemmer godt overens med, hvad man skulle forvente og bekræfter således, at skoleelever kan bidrage med værdifulde data, når de bruger det rette udstyr og får tilstrækkelig god vejledning før og under forsøget.

Både elever og lærere fortjener stor ros for deres indsats, entusiasme og omhyggelighed og vi håber de har fået et godt indblik, i hvad det vil sige at lave naturvidenskabelig forskning.



Bakterieindholdet i 1 ml vand fra en skoles vandhane.