

## **Tilførsler af mikrobielle patogener til de danske farvande**

Niels Bohse Henriksen

Dato: August 2012

Side 1/12

Dette faglige baggrundsnotat skal, sammen med andre notater fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi samt notater og rapporter fra andre institutioner, udgøre det faglige grundlag for Naturstyrelsens udarbejdelse af den såkaldte basisanalyse i medfør af det europæiske havstrategidirektiv.

Notatet er udarbejdet af medarbejdere ved Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet.

### **1. Definition(er)**

Patogene mikroorganismer er virus, bakterier, svampe eller protozoer, der kan forårsage sygdom hos mennesker. Der findes patogene mikroorganismer i de marine områder omkring Danmark, og mennesker kan blive eksponeret for disse patogene mikroorganismer, når de kommer i forbindelse med havvand. Det sker naturligvis specielt under badning, men fiskere og folk der dyrker sø-sport kan også blive eksponeret. Derfor er der opstillet regler om badevands mikrobiologiske kvalitet, badevand kontrolleres af kommunerne i badesæsonen og der kan udfærdiges badeforbud, hvis vandet ikke lever op til de opstillede kvalitetskrav. Tabel 1 indeholder en oversigt over humanpatogene mikroorganismer, som kan forekomme i det marine miljø.

Der kan forekomme såvel patogene vira, bakterier og protozoer, hvorimod der ikke forekommer svampe, som i det hele taget ikke er talrige i det marine miljø (tabel 1). Det ses af tabel 1, at de patogene mikroorganismer primært kan forårsage mavetarminfektioner, og at de for viraene og protozoernes vedkommende udelukkende stammer fra spildevand. Bakterierne derimod kan stamme fra spildevand, fra husdyr eller forekomme naturligt, f.eks. knyttet til den vilde fauna. Bakterien *Vibrio cholera* som forårsager kolera forekommer ikke i de danske farvande, men den beslægtede *Vibrio vulnificus* forekommer naturligt i danske marine områder og har også i nogle tilfælde med varme somre med lunt badevand forårsaget sygdom hos badende. Alle de omtalte mikroorganismers primære levested er mavetarmkanalen hos mennesker el-

ler dyr. De omtalte bakterier forårsager normalt kun sygdom hos mennesker, mens pattedyr kan være raske bærere af mikroorganismene. De er i udenlandske undersøgelser også blevet isoleret fra havpattedyr.

De optræder oftest frit i vandet, fordi de er blevet tilført fra forskellige punktformige eller diffuse kilder. De punktformige kilder er i form af udledning af spildevand, mens de diffuse primært er forbundet med landbrug; det kan være i form af husdyrs direkte afsætning af afføring i havvand, ved nedbør betinget transport af husdyrgødning fra marker til det marine miljø og fra drænvand, idet det er blevet sandsynliggjort at patogene mikroorganismer kan blive transporteret gennem jorden til dræn (Bech et al. 2010) og endelig via vandløb, der har modtaget patogene mikroorganismer fra en af de ovennævnte kilder. Det må antages, at de væsentligste udledningskilder til det marine miljø er de punktformige, altså i form af spildevand, som især indeholder mikroorganismer fra fækalier.

**Table 1:** Oversigt over humanpatogene mikroorganismer, som kan forekomme i havmiljøet. Det er også angivet, hvilken sygdom de kan forårsage og hvorfra de oftest stammer. Oversigten er baseret på Mølgaard et al (2002, 2003) og Girones et al. (2011).

	Art	Infektion	Kilde
Vira	<i>Norovirus</i>	Mavetarm infektioner "Roskildesyge"	Spildevand
	<i>Astrovirus</i>	Milde mavetarminfektioner – mest børn	Spildevand
	<i>Rotavirus</i>	Mavetarminfektioner – mest spædbørn	Spildevand
	<i>Adenovirus</i>	Mavetarminfektioner – men også luftvejs- og øjen-infektioner	Spildevand
Bakterier	<i>Salmonella</i>	Mavetarm infektioner - musetyfus	Spildevand – Husdyr
	<i>Campylobacter</i>	Mavetarm infektioner	Spildevand- Husdyr- Naturlig forekomst
	<i>Eschericia coli</i>	Nogle varianter giver mavetarm – og andre infektioner	Spildevand Husdyr
	<i>Enterococcus</i>	Nogle varianter kan give forskellige former for infektioner	Spildevand Husdyr
	<i>Shigella</i>	Mavetarminfektioner dysenteri	Spildevand
	<i>Vibrio</i>	Mavetarminfektioner Bl.a. kolera	Spildevand Naturlig forekomst
Protozoer	<i>Giardia</i>	Mavetarminfektioner	Spildevand
	<i>Cryptosporidium</i>	Mavetarminfektioner	Spildevand

#### *Indikator bakterier for fækal forurening*

Afføring indeholder mange bakterier – ca. 10 milliarder pr gram. Blandt disse kan der også være patogene mikroorganismer, som via spildevand kan blive

udledt til det marine miljø. De sygdomsfremkaldende mikroorganismer findes oftest i lave tætheder, derfor benyttes andre mere almindelige fækale bakterier, der er lette at detektere, som indikatorer for en fækal forurening. Ideelle indikatorer for fækal forurening er, (1) altid tilstede i menneskers og andre varmblodede dyrs tarmsystem, (2) kan ikke formere sig i akvatiske miljøer, (3) forekommer i et højere antal end patogenerne og (4) er identificerbare med simple og sikre metoder. I forbindelse med vurdering af badevandskvalitet er *Escherichia coli* og fækale enterokokker traditionelt blevet anvendt, som indikatorbakterier (Ferguson & Signoreto, 2011).

### *Escherichia coli*

*Escherichia coli*, ofte omtalt som *E. coli* eller bare som coli-bakterier, er stavformede gram-negative bakterier, som er meget almindelige i tyktarmen hos varmblodede dyr, deriblandt mennesker. De kan kendes fra mange andre bakterier ved, at de kan omsætte laktose ved 44,5° C. *E. coli* er en særdeles variabel art med en stor såvel genotypisk som fænotypisk diversitet mellem forskellige isolater. De allerfleste *E. coli* er harmløse bakterier, mens enkelte kan forårsage endog meget ubehagelige sygdomme. Det er forskellige former for diareer, men kan også være urinvejsinfektioner og blodforgiftning. De sygdomsfremkaldende *E. coli* kan også blive spredt til havmiljøet via fækalier og spildevand.

Efter udledning til havmiljøet er det den generelle opfattelse, at *E. coli* bakterier overlever i en begrænset tid, og det er da også blevet vist, at for mange isolater af *E. coli* så er 90% af bakterierne forsvundet efter minimum en halv time og maksimalt tre døgn. Faktorer af speciel betydning for deres overlevelse er: temperatur, jo lavere temperatur desto længere overlevelse; UV-lys, henfaldet er ca. 100 gange større i sollys end i mørke; og forekomst af partikler, idet vedhæftning til partikler øger overlevelsen. Andre faktorer som konkurrence med andre mikroorganismer, græsning og forekomst af toksiske stoffer spiller naturligvis også en rolle. Den relative korte overlevelse i det marine miljø betyder, at *E. coli* især er en indikator for nye fækale forureninger. Nyere undersøgelser har dog vist, at nogle specielle *E. coli* har miljøet som deres habitat og at nogle andre specielle stammer kan overleve længere tid i det marine miljø end hidtil antaget, f.eks. i biofilm og knyttet til partikler (Ferguson & Signoreto, 2011).

Kvantificering af *E. coli* i vandprøver er baseret på ISO-test, hvor bakterierne dyrkes efter membran filtrering eller i fortyndingsrør, i et specifikt selektivt medie ved 44,5°C. Det gør det muligt at opgøre tætheden i vandprøven med baggrund i antallet af bakterier, der vokser frem i mediet. Denne metode er dog ikke helt selektiv for *E. coli*, så andre beslægtede naturligt forekommende bakterier kan udgøre en del af de bakterier, der ellers opgøres til at være *E. coli*. Dyrkningsbaserede test til kvantificering af bakterier opgør kun bakteri-

er, der er i stand til at vokse under de givne dyrkningsomstændigheder, hvilket betyder at med forskellige medier og temperaturer kan man kvantificere forskellige antal bakterier. Visse bakterier kan også danne en slags overlevelsesstadier, hvor de er levende, men ikke dyrkbare stadier, f.eks. under sult. Begge dele gælder også *E. coli*. Det betyder, at der kan være levende bakterier i vandet, som ikke indgår i kvantificeringen.

#### *Fækale enterokokker*

Enterokokker er en slægt af gram-positive mælkesyrebakterier. Arterne *Enterococcus faecalis* og *E. faecium* er almindelige kommensale bakterier i tarmen hos mennesker og nogle andre varmløbede dyr, og kaldes fækale enterokokker. De fækale enterokokker er også en variabel gruppe med en betydelig diversitet. De fleste er harmløse bakterier, men nogle kan forårsage sygdomme, som urinvejsinfektioner, blodforgiftning og andre former for inflammationer.

Fækale enterokokker kan tolerere store variationer i pH, temperatur og NaCl koncentration, og de er derfor bedre til at overleve under marine betingelser og overlever typisk lidt længere end *E. coli*. Derfor mener mange, at fækale enterokokker er et bedre mål for fækal forurening end *E. coli*, fordi der er en bedre korrelation mellem forekomsten af humane patogener og tætheden af fækale enterokokker i marine miljøer end med tætheden af *E. coli* (Jin et al., 2004). De er også en indikator for lidt ældre fækale forureninger end *E. coli*.

Tætheden af fækale enterokokker bestemmes med metoder der i princippet svarer til dem, man benytter for *E. coli*. Udover usikkerheden ved denne bestemmelse er det også vist, at fækale enterokokker under nogle specielle omstændigheder sandsynligvis kan dele sig i miljøet (Ferguson & Signorette, 2011).

Alt i alt lever *E. coli* og fækale enterokokker ikke fuldstændigt op til de fire ideelle forudsætninger for indikatorer for fækal forurening med sygdomsfremkaldende mikroorganismer, i det de (1) ikke alle har en oprindelse fra varmløbede dyrs tarme, (2) sandsynligvis under nogle omstændigheder kan dele sig i miljøet og (3) at beslægtede bakterier detekteres af de benyttede metoder og (4) alle de levende bakterier muligvis ikke detekteres med de benyttede metoder. Det betyder sandsynligvis, at brugen af disse indikator bakterier i nogle tilfælde undervurderer og i andre tilfælde overvurderer risikoen for at mennesker bliver eksponeret for patogene mikroorganismer. Den store erfaring man har med at benytte metoderne og den forsigtighed, hvormed de anvendes til at vurdere badevandskvalitet, gør dog, at de har stor værdi i denne forbindelse.

Indikatorbakterierne kan ikke anvendes til kildesporing i forbindelse med f.eks. forringet badevandskvalitet. Til dette formål har det været forsøgt at benytte bakterieslægten *Bacteroides*, hvor der kendes kildespecifikke markører, og de har også vist sig at kunne anvendes under danske omstændigheder (Saunders & Lorenzen, 2009); men generelt set er kildesporing baseret på mikrobiologiske teknikker ikke under anvendelse i det marine miljø i Danmark. Andre muligheder for kildesporing vil sandsynligvis skulle baseres på molekylærbiologiske metoder, der kan genkende bakteriearter - også indikatorbakterierne - på isolatniveau.

På længere sigt vil det sandsynligvis ikke være nødvendigt at benytte indikatorbakterier til en indirekte vurdering af risikoen for smitte. Med f.eks. kvantitativ PCR teknik vil man direkte kunne kvantificere de forskellige patogene mikroorganismer, der kan tilføres til det marine miljø (Girones et al., 2010).

## 2. Datagrundlag

Datagrundlaget er artikler og rapporter angivet i litteraturlisten. Det drejer sig om litteratur, der omhandler danske forhold eller direkte kan relateres til disse. Til beregning af de samlede tilførsler af indikator bakterier til marine recipienter er benyttet data om spildevandsmængder fra "By- og Landskabsstyrelsen (2010): Punktkilder 2009. Miljøministeriet, By- og Landskabsstyrelsen".

## 3. Metodebeskrivelse

Metoden har været gennemgang og sammenskrivning af den citerede litteratur, og estimering af den samlede tilførsel ud fra spildevandsmængder og tætheden af indikator bakterier i spildevand.

## 4. Resultater

Tætheden af *E. coli*, fækale enterokokker, samt *Salmonella* og *Campylobacter* i urensede og rensede spildevand fremgår af tabel 2. Antallet af *E. coli* og fækale enterokokker indgår primært i tabellen, da de som ovenfor nævnt fungerer som indikatorer for fækale forureninger af vand og dermed den potentielle forekomst af patogene mikroorganismer.

Det kan ses af tabel 2, at den hyppigst forekommende bakterie er *E. coli* i såvel det urensede som det rensede spildevand, og at tætheden af de to indikatorbakterier er væsentligt højere end tætheden af *Salmonella* og *Campylobacter*. Det kan også ses, at tætheden er væsentligt højere i det urensede spildevand end i det rensede, og at der er en betydelig variation mellem både urensede og rensede spildevand fra de forskellige rensningsanlæg. Forskellene i det urensede spildevand kan skyldes forskelle i oplandene til rensningsanlæggene, den epidemiologiske situation i området, tilførsel af spildevand fra f.eks. sygehuse og slagterier samt fysiske og biologiske forskelle mellem ren-

seanlæggene (Mølgaard et al. 2002). Tæthederne i tabellerne, stemmer overens med tidligere danske undersøgelser og den internationale litteratur (Mølgaard et al. 2003).

**Tabel 2.** Tætheden af forskellige mikroorganismer i rensed og urensed spildevand. Gennemsnit (fire forskellige renselæg) og den totale variation er angivet; for *Salmonella* og *Campylobacter* er kun den totale variation vist (beregnet på basis af Mølgaard et al. 2002; 2003).

Mikroorganisme	Urensed spildevand Antal pr. 100 ml	Renset spildevand Antal pr. 100 ml
E. coli (indikator for fækale coliforme bakterier)	$1 \times 10^7$ ( $1 \times 10^6 - 3 \times 10^7$ )	$2 \times 10^5$ ( $3 \times 10^3 - 5 \times 10^5$ )
Fækale enterokokker (indikator)	$1 \times 10^6$ ( $4 \times 10^4 - 2 \times 10^6$ )	$2 \times 10^4$ ( $1 \times 10^3 - 4 \times 10^4$ )
<i>Salmonella</i> spp.	Påvist-2800	Påvist - 38
<i>Campylobacter</i> spp.	>10-1000	>10-100

Spildevand bliver primært udledt til det marine miljø i form af rensed spildevand fra renselæggene, men der bliver også udledt urensed spildevand via overløb fra fælleskloakerede områder i forbindelse med kraftig nedbør. Mængden af spildevand udledt fra renselæg i 2009 fremgår af rapporten "Punktkilder 2009" (By- og Landsskabsstyrelsen 2010). Det fremgår, at den samlede udledning fra renselæg i 2009 udgjorde ca. 620 millioner m<sup>3</sup> vand. Hvis dette vand har indeholdt henholdsvis  $2 \times 10^5$  E. coli og  $2 \times 10^4$  fækale enterokokker pr. 100 ml, så kan det beregnes, at der i 2009 samlet set blev udledt  $1,2 \times 10^{18}$  E. coli og  $1,2 \times 10^{17}$  fækale enterokokker fra renselæg til det marine miljø. Den samlede udledning af vand fra renselæg har i årene 2000 til 2009 varieret fra ca. 600 til ca. 830 millioner m<sup>3</sup>, hvilket svarer til en variation på ca. 25%. Udledningen af mikroorganismer har sandsynligvis også varieret med ca. 25%. Der er ingen tendens til, at værdierne er faldet gennem disse ti år (Punktkilder 2009, By- og Landsskabsstyrelsen 2010). Udledningen fra overløb fra fælleskloakerede områder er for 2009 opgjort til ca. 28 millioner m<sup>3</sup>. Hvis tætheden af indikatorbakterier i disse udledninger svarer til tætheden i urensed spildevand, så kan den totale udledning fra overløb i forbindelse med kraftig nedbør beregnes til at have været  $2,8 \times 10^{18}$  E. coli og  $5,6 \times 10^{16}$  fækale enterokokker i 2009. Det betyder, at udledningen fra renselæg af bakterier i rensed spildevand fra renselæg sandsynligvis er af samme størrelsesorden, som udledningen i urensed spildevand fra overløb. Der findes ikke opgørelser, der gør det muligt at gennemføre beregninger af udledningen fra de diffuse kilder.

Forekomsten af patogene mikroorganismer i de danske marine områder kan kun baseres på indirekte undersøgelser i forbindelse med kontrol af badevandskvalitet, da den ikke er undersøgt direkte. Ved kontrol af badevandskvalitet undersøges tætheden af indikatorbakterierne *E. coli* og fækale enterokokker. Kvalitetskravene for overgangsvand og kystvande er angivet i Tabel 3.

**Tabel 3.** Kvalitetskrav for badevand (kystvande og overgangsvande) som de fremgår af Bekendtgørelse om badevand og badeområder. Overholdelse af kvalitetskravet vurderes ud fra percentilværdierne.

Parameter	Udmærket kvalitet	God Kvalitet	Tilfredsstillende kvalitet
Intestinale enterokokker (cfu/100 mL)	100 <sup>1)</sup>	200 <sup>1)</sup>	185 <sup>2)</sup>
<i>Escherichia coli</i> (cfu/100 mL)	250 <sup>1)</sup>	500 <sup>1)</sup>	500 <sup>2)</sup>

1) Ud fra en vurdering af 95- percentilen. 2) Ud fra en vurdering af 90- percentilen.

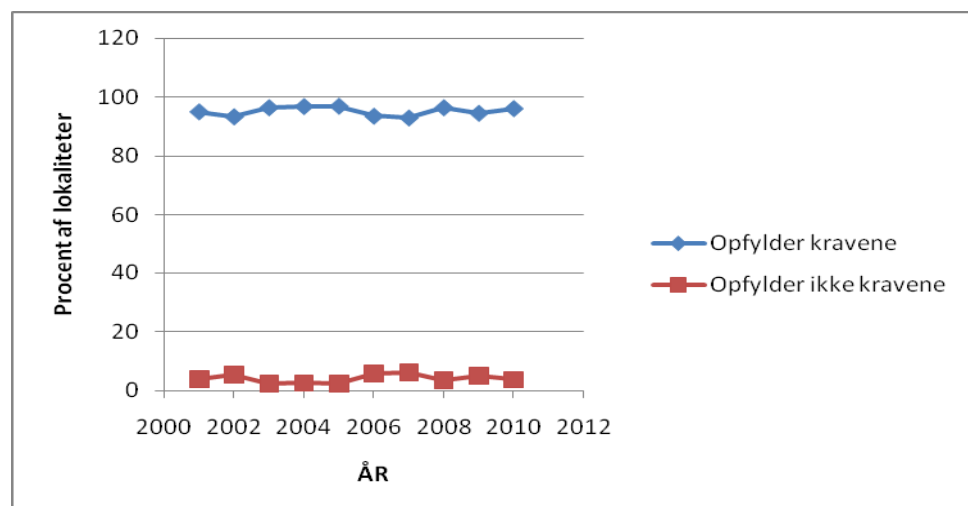
Landets kommuner er ansvarlige for undersøgelser og vurdering af badevandskvaliteten. Analyserne gennemføres af akkrediterede laboratorier efter ISO-standarder. Resultaterne samles på EU-niveau af det Europæiske Miljøagentur, der udgiver en årlig publikation om badevandskvalitet. Den seneste publikation er "Bathing water results 2010 – Denmark" (EEA 2011). I denne publikation opgøres badevandskvaliteten ud fra de kvalitets kriterier, der er opgivet i EU-direktivet 76/160/EEC om kvaliteten af badevand. Ifølge dette direktiv opdeles badevand i: badevand der lever op til påbudte krav (færre end 2000 *E. coli*/ 100 ml), badevand der lever op til de strengere foreslåede krav (færre end 100 *E. coli* og fækale enterokokker/100 ml) og badevand der ikke lever op til kravene. Dette bliver vurderet ud fra et sæt af statistiske principper og regler om prøvetagningsfrekvens. Det fremgår af publikationen, at 1054 badevande ved de danske kyster blev undersøgt i 2010 i løbet af badesæsonen, som er fra 1. juni til 1. september. Af disse 1054 badevande levede 96,1% op til de påbudte – og 77,7% af badevandene levede op til de strengere "foreslåede" krav, mens kun 3,7% af badevandene ikke levede op til kvalitetskravene. I bilag 1 kan der ses et Danmarkskort, der viser de undersøgte badevande i 2010 og deres kvalitet. De få lokaliteter med en badevandskvalitet, der ikke lever op til kravene, findes spredt over hele landet primært på lavvandede beskyttede steder hvortil der er en punktformig eller diffus tilførsel.

Ingen badevande blev lukket for en hel badesæson i løbet af badesæsonen 2010, og det er heller ikke sket de foregående tre år. Enkelte steder har været lukket i kortere perioder, primært i forbindelse med nedbørsrelaterede afløb af spildevand. Det betyder, at badevandskvaliteten er god ved de allerfleste



badesteder ved kysterne i Danmark, og kun de ganske få steder, hvor badevandet ikke lever op til kvalitetskravene, er der badeforbud. Med udgangspunkt i undersøgelserne af badevandskvalitet kan det konkluderes, at det sandsynligvis kun er ved få lokaliteter med badeforbud, at tætheden af patogene mikroorganismer udgør en blivende risiko for mennesker. Badevandskvaliteten undersøges, som nævnt, kun i bademånederne (1. juni-1. september) så data er begrænset til de tre sommer måneder. Det må forventes, at såvel indikator bakterierne som de patogene mikroorganismer vil overleve længere i de øvrige måneder, da UV-indstrålingen i disse måneder er lavere end i sommermånederne og vandet har en lavere temperatur. To forhold som begge vil øge overlevelsen. Badevandskvaliteten opgøres kun ved kystnære områder, da det primært er her der er risiko for, at mennesker bliver eksponeret. I de mere åbne marine områder vil tætheden af indikator bakterierne og eventuelle patogene mikroorganismer være væsentligt lavere end ved kysterne, da de vil blive spredt og dermed fortyndet i en væsentligt større vandmasse.

Kvaliteten af badevandene har været nogenlunde konstant igennem de seneste ti år, jf Figur 1: 93,3 – 96,9% af badevandslokaliteter, opfylder de påbudte krav, mens kun 2,3 – 5,8% af badevandslokaliteterne ikke opfylder kravene. Det betyder sandsynligvis, at tilførslen af patogene mikroorganismer til havmiljøet i gennem disse år har været relativt konstant.



**Figur 1.** Badevande ved de danske kyster der opfylder og ikke opfylder kvalitetskravene til badevandskvaliteten i årene 2001-2010. Baseret på data fra EEA (2011).

## 5. Konklusioner

Det danske marine miljø tilføres patogene mikroorganismer i form af såvel virus, bakterier som protozoer. Tilførslen sker fra såvel punktkilder som diffuse kilder. Fra punktkilderne, som hovedsageligt er udledning af spildevand, er





det muligt at foretage skønsmæssige beregninger af tilførslen af indikatorbakterier for fækal forurening.

Beregninger viser, at tilførslen fra renseanlæg ved udledning af rensset spildevand er af samme størrelsesorden, som tilførslen fra overløb fra fælles kloakerede områder i forbindelse med kraftig nedbør. Det er ikke muligt at foretage sådanne beregninger for de diffuse kilder.

Tilsynet af den danske badevandskvalitet viser, at det kun er på nogle få lokaliteter med badeforbud, at tilførslen af patogene mikroorganismer kan udgøre en varig sundhedsmæssig risiko. Det kan ikke udelukkes, at udledninger fra overløb i forbindelse med kraftig nedbør kan føre til så høje tætheder af patogene mikroorganismer i det kystnære miljø, at de kan udgøre en sundhedsmæssig risiko i en periode efter hændelsen.

Prognoser for det fremtidige klima i Danmark forudser flere kraftige nedbørshændelser, dette kan medføre flere udledninger fra overløb og dermed en øget risiko for at mennesker eksponeres for patogene mikroorganismer. Det vil i fremtiden blive muligt, at benytte standardiserede metoder som direkte kan kvantificere patogene mikroorganismer i det marine miljø frem for de i dag benyttede metoder, som er baseret på indikator bakterier. Nye metoder vil også kunne benyttes til kildeopsporing.

### Referencer

Anon. (1976): Council directive of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water (76/160/EEC). 9 pp.

Anon. (2009): Bekendtgørelse om Badevand og Badeområder, 165 af 23.februar 2009. 6 pp.

EEA (2011): Bathing water results 2010 – Denmark. European Environment Agency. 11 pp.

Bech, T.B., Johnsen, K., Dalsgaard, A., Laegdsmand, M., Jacobsen, O.H. & Jacobsen, C.S. (2010): Transport and distribution of Salmonella enterica Serovar Taphimurium in loamy and sandy soil monoliths with applied liquid manure. Applied and Environmental Microbiology 76, 710-714.

Ferguson D. & C. Signoretto (2011): Environmental Persistence and naturalization of fecal indicator organisms. 379-397. I: C. Hagedorn: Microbial Source Tracking: Methods, Applications and Case Studies. Springer Science.

Girones, R., M.A. Ferrus & S. Bofil-Mas (2010): Molecular detection of pathogens in water – The pros and cons of molecular techniques. Water Research 44:4325-4339.

Jin, G., H.W. Jeng, H. Bradford & A.J. Englande (2004): Comparison of E. coli, enterococci, and fecal coliform as indicators for brackish water quality assessment. Water Environ. Res. 76(3):245-55.

Mølgaard, K., Nickelsen, C. & Jansen, J.C. (2002) Hygiejnisk kvalitet af spildevand fra offentlige renselanlæg. Miljøprojekt 684, Miljøstyrelsen. 84 pp.

Møjgaard, K., J. Kjølholt & P. Nielsen (2003): Smitstoffer i spildevand. Miljøprojekt 800, Miljøstyrelsen. 64 pp.

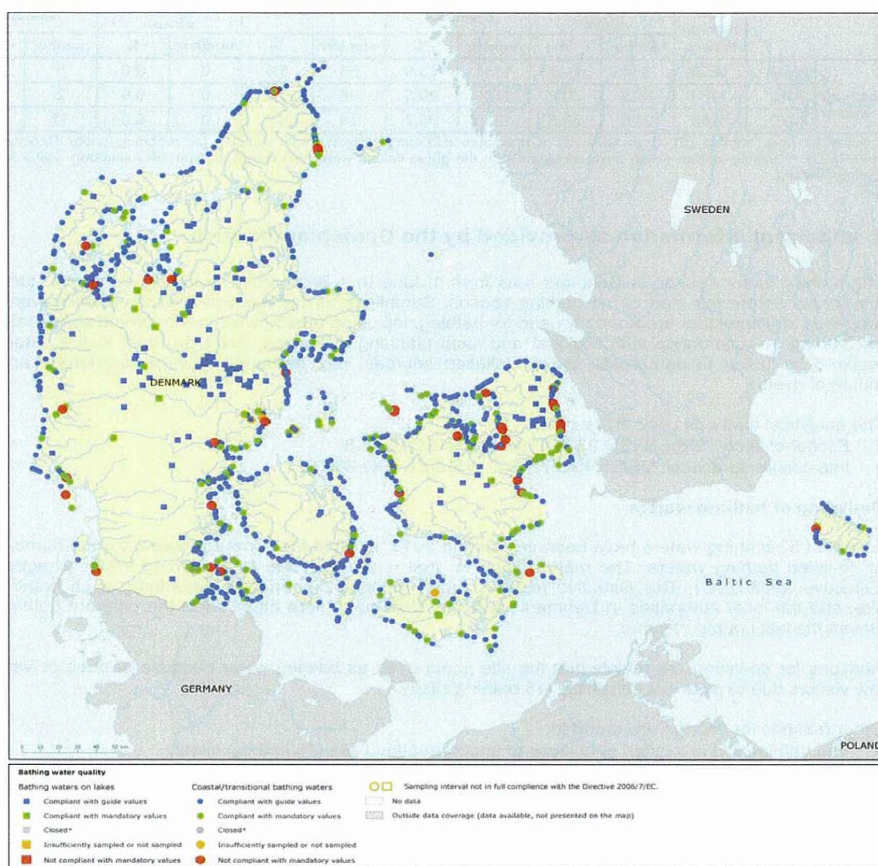
By- og Landskabsstyrelsen (2010): Punktkilder 2009. Miljøministeriet, By- og Landskabsstyrelsen. 110 pp.

Saunders, A.M. & J. Lorenzen (2009): Kildesporing i forbindelse med forringet badevandskvalitet. Miljøministeriet, By- og Landskabsstyrelsen. 54 pp.

## Bilag 1: Badevandskvalitet ved danske badevande 2010.

Map 1 i EEA (2011): Bathing water results 2010 – Denmark. European Environment Agency. Røde prikker angiver badevande, der ikke lever op til kvalitetskravene. Grønne prikker angiver badevande, der lever op til de påbudte krav. Blå prikker angiver badevande, der lever op til de foreslåede strengere krav. Gule prikker er stationer hvor der ikke er gennemført et tilstrækkeligt antal analyser.

Map 1: Bathing waters reported during the 2010 bathing season in Denmark



## Bilag 2: Datablad

Serie titel og nr.:	Fagligt notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.
Titel:	Tilførsler af mikrobielle patogener til de danske farvande.
Forfatter: Institut:	Niels Bohse Henriksen Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet
Udgiver: URL:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi © <a href="http://www.dmu.dk">http://www.dmu.dk</a>
År for udgivelse: Redaktion afsluttet: Review:	August 2012 2011 Anne Winding & Peter Henriksen, Aarhus Universitet Susanne Boutrup, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi
Finansiering:	Naturstyrelsen.
Bedes citeret som:	Niels B. Hendriksen 2012. Tilførsler af mikrobielle patogener til de danske farvande. Fagligt notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. 12 pp.  Må citeres med kildeangivelse
Sammenfatning:	Der udledes patogene mikroorganismer til de danske farvande. Den største udledning sker fra renseanlæg og overløbsspildværker, men der sker også en mere diffus udledning fra landbrugsarealerne. Kendskabet til udledningerne er hovedsagligt baseret på indikator bakterier for fækal forurening. Udledningerne har ført til badeforbud på enkelte spredte lokaliteter ellers udgør udledningerne næppe en varig sundhedsmæssig risiko.
Keywords:	Havstrategidirektivet, mikrobielle patogener, E. coli, Nordsøen, Skagerrak, Kattegat, de danske bæltter, Østersøen
Sideantal:	12
Internet version:	Dette notat kan downloades i elektronisk format (pdf) via DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi's hjemmeside <a href="http://dce.au.dk/udgivelser/notater/2012/">http://dce.au.dk/udgivelser/notater/2012/</a>
Bemærkninger:	Dette faglige notat er ét af i alt 18 notater udarbejdet af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi i forbindelse med en faglig karakterisering af miljøtilstanden i de danske havområder, herunder også en vurdering af påvirkningsfaktorer.