RAPPORT NR. 29.

GUDENÅUNDERSØGELSEN
Hygiejne - PCB - DDT

GUDENÅUNDERSØGELSEN

Hygiejne - PCB - DDT

Kaj Grunnet
Hygiejnisk Institut
Aarhus Universitet

INDHOLD:

	side
Hygiejnisk vurdering af Gudenåen	1
Litteraturliste	35
PCB - DDT	37
Tabel 1	41
Oversigtskort	42

BOTANISK INSTITUT
AARHUS UNIVERSITET

GUDENÅUNDERSØGELSEN

Sedimentkarakteristik

Rapport vedr. projekt B.I. 1.

Hans-Henrik Schierup
Botanisk Institut
Aarhus Universitet

INDHOLD:

	side
Indledning	1
Undersøgelsens formål	2
De undersøgte søer	2
Sedimentprøvetagning	4
Sedimentforbehandling	4
Sedimentanalysemetoder	4
Analyseresultater	6
Referencer	14
Figurerne 1-17	
Tabellerne 2-23	

HYGIEJNISK VURDERING AF GUDENÅEN.

Kai Grunnet

Rapport over hygiejniske undersøgelser i Gudenåen fra oktober 1973 til oktober 1975. Disse er foretaget af Hygiejnisk Institut, Aarhus Universitet, og indgår som led i en samlet vurdering af Gudenåsystemet, herunder Randers Fjord.

UNDERSØGELSENS METODIK OG OMFANG.

Prøvetagning og transport.

Prøvetagning og transport af prøver er foretaget af V.K.I. Det har på grund af vekslende prøvetagere ikke været muligt hver gang at udtage prøverne på samme tidspunkt af dagen, ejheller at sikre, at samme prøvepunkt er ramt.
Transporttiden har været varierende, dog således at prøverne har været opbevaret i køleskab ved 4°C, såfremt transporttiden oversteg 6-8 timer. Tiden til prøverne blev opsat var maximalt 24 timer.

Escherichia coli (E.coli) er bestemt som "Most Probable Number" (MPN-tal) med "Multiple tube" teknikken i MacConkey's bouillon, der inkuberedes direkte ved 44°C i vandbad med confirmerende indoltest (Bonde 1963, og Grunnet & Bonde 1973).

Salmonella er bestemt med:

1) tamponmetoden (expositionstid 1 døgn),
2) ved direkte inoculation af 3o g sediment,
3) "Multiple tube" metoden, og
4) "Multiple tube" metoden efter kontinuerlig filtrering af 10-30 liter recipientvand over

1-2 døgn gennem tre filterrækker med volumenfaktoren 1: 1/2: 1/4. Disse døgnmængdebestemmelser udførtes på prøvestedet ved hjælp af en "filterbøje" (Grunnet 1975).

1) og 4) er integrationsmetoder, der henholdsvis kvalitativt og kvantitativt giver udtryk for, om Salmonella overhovedet passerer opsamlingsstedet i prøveperioden og i hvor stort antal.
Fremgangsmåden er beskrevet af Moore, Perry & Chard (1952), Grunnet, Gundstrup & Bonde (1970) og Grunnet (1975).

Pseudomonas aeruginosa (Ps.aeruginosa) isoleredes ligeledes fra tetrathionatbouillon ved udsæd på en cetrimidagarplade efter 3-4 døgns inkubation (Grunnet, Gundstrup & Bonde 1974). Dette foregik dels kvalitativt efter opformering af tamponer i tetrathionaten, og dels kvantitativt efter "multiple tube" teknikken.

Clostridium perfringens (Cl.perfringens) bestemtes i jernsulfitagar ved 48°C (Bonde 1963).

Total kimtal og tælling af fluorescerende pseudomonader bestemtes på Kings agar B (King, Ward & Raney 1954).

Tørstof er bestemt ved 103°C (Standard Methods 1971).

Undersøgelsens omfang og materiale.

Da Gudenåens å- og søsystemer skulle undersøges over en toårig periode, og da ressourcerne hertil var begrænsede, måtte bedømmelsen af disse systemer nødvendigvis bygge på resultater indsamlet fra temmelig spredtliggende målestationer. Som målestationer valgtes de af V.K.I. i forvejen udvalgte hoved- og søstationer, dels for at kunne relatere de fundne resultater til andre data, men også fordi V.K.I. skulle forestå prøveudtagning og transport af prøverne. Dette medførte,

at undersøgelsen kom til at omfatte 28 stationer, hvor vandfasen skulle undersøges, samt 47 stationer, hvor sedimenterne skulle undersøges. Placeringen af disse prøvestationer ses i fig. 1. Endvidere undersøgtes Tange å som et led i en af V.K.I. foretaget intensivundersøgelse.

Undersøgelsen påbegyndtes i nov. 1973 med undersøgelse af ind- og udløbsprøver fra 13 rensningsanlæg for at få et skøn over koncentrationen af fortrinsvis E.coli og Salmonella i Gudenåens spildevandstilløb, ialt udførtes 19 kvantitative bestemmelser.

Fra Kjellerup, Brædstrup og Silkeborg sygehuse blev 12 spildevandsprøver undersøgt for bakteriehæmmende stoffer (antibiotica og desinfektionsmidler). Desuden undersøgtes sygehusspildevandet for indhold af Salmonella og Ps.aeruginosa.

Materialet består af:

1) 19 spildevandsprøver fra ind- og udløb, undersøgt kvantitativt for E.coli, Salmonella og Ps.aeruginosa og total kim inclusive grønt fluorescerende kim.
2) Prøver fra sygehuse, 12 spildevandsprøver til undersøgelse for penicillin og 15 tamponer til kvalitativ undersøgelse for Salmonella og Ps.aeruginosa.
3) 366 recipientvandsprøver til bestemmelse af E.coli.
4) 570 tamponprøver til bestemmelse af Salmonella og Ps.aeruginosa.
5) Døgnsummationsundersøgelser, 20 for Salmonella og 8 for Ps.aeruginosa.
6) 95 bundprøver til bestemmelse af Cl.perfringens og E.coli, samt for 34 prøvers vedkommende tillige af Salmonella.

Bakteriologisk bedømmelse af badevand og bundprøver.

WHO (1975) har endelig taget stilling til de bakteriologiske krav, der bør stilles til "Beaches and Coastal Waters", der anvendes til badning: "Highly satisfactory bathing areas should, however, show E.coli counts of consistently less than 100 per 1000 ml, and to be considered acceptable bathing-waters, should not give counts consistently greater than 1000 E.coli per 100 ml".

Dette er i praksis udtrykt bedst i afsnit 2.5 i samme rapport, hvor de belgiske krav til badevand lyder: "to assess the sanitary quality of a beach a sufficient number of samples should be taken throughout the year and that a given beach would be considered satisfactory if at least 50% of the samples gave an E.coli count of less than 200 per 100 ml, and a maximum of 5% of the samples gave E.coli counts of more than 1000 per 100 ml, with not more than 1% of all samples yielding counts higher than 2000 E.coli per 100 ml."

Dette dækker den danske vejledning om badevand (Miljøstyrelsen 1974), i hvilken det specificeres, at højst 5% af prøverne må indeholde mere end 1000 E.coli per 100 ml. Dette vil oftest kunne tilfredsstilles ved et gennemsnitligt colital på 200-300 E.coli pr 100 ml (baseret på gennemsnit af de logaritmiske E.colital, Bonde 1963).

For prøvesteder i Gudenåen. der kun er let forurenet (evt. slet ikke), anføres det, om kravene til badevand er opfyldt. Bundprøver betragtes som forurenede, når indholdet er større end 100 Cl.perfringens pr gram (Bonde 1972).

RESULTATER.

KONCENTRATIONEN AF E.COLI, SALMONELLA M.V. I SPILDEVANDSUDLØBENE TIL GUDENÅEN.

Undersøgelsen indledtes med udtagning af prøver fra 13 rensningsanlæg for at undersøge, hvor meget koncentrationen af E.coli og Salmonella varierede i henholdsvis små og store anlæg, samt i henholdsvis biologiske og mekaniske anlæg. Resultaterne fra 19 undersøgelser ses i tabel 1, der viser, at MPN for E.coli pr 100 ml i udløbsprøverne varierede mellem $1,3 \times 10^4$ og $1,3 \times 10^7$. Den hyppigst forekommende koncentration var på 10^6 E.coli pr 100 ml, dvs. at resultaterne svarer til, hvad man ville forvente i udløbene fra mekaniske og biologiske anlæg ved vintertid. Velfungerende biologiske anlæg vil ofte specielt om sommeren give udløbsværdier, der er 10-100 gange mindre (Grunnet, upubliceret data).

Tabel 1. Bakteriologiske undersøgelser i ind- og udløb fra rensningsanlæg.

Rensnings-anlæg	Dato	MPN pr. 100 ml			Kimtal pr. ml	
		E.coli	Salmonella	Ps. aeruginosa	Total kim	grøntfluorescerende kim
Ans (ud)	13-11-73	$7,9 \times 10^5$	0	0	$2,6 \times 10^5$	$6,0 \times 10^2$
Ans (ind)	21-01-74	$7,8 \times 10^6$	0	-	-	-
Ans (ud)	21-01-74	$1,3 \times 10^4$	0	-	-	-
Brædstrup (ud)	20-11-73	$6,8 \times 10^4$	2	28	-	-
Hadsten (ud)	07-11-73	$1,3 \times 10^7$	1	≥2400	$3,5 \times 10^6$	$6,0 \times 10^2$
Kjellerup (ud)	13-11-73	$1,1 \times 10^6$	1	0	$3,8 \times 10^5$	$1,4 \times 10^3$
Klovborg (ud)	20-11-73	$7,9 \times 10^6$	0	4	$8,1 \times 10^5$	$1,0 \times 10^3$
Langå (ud)	07-11-73	$1,7 \times 10^5$	1	43	$2,5 \times 10^5$	$2,0 \times 10^2$
Søholt (ud)	13-11-73	$6,8 \times 10^5$	4	0	$3,1 \times 10^6$	$1,5 \times 10^3$
Søften (ud)	07-11-73	$4,9 \times 10^6$	0	5	$3,6 \times 10^5$	$2,0 \times 10^2$
Tange (ud)	13-11-73	$1,7 \times 10^6$	1	0	$4,7 \times 10^6$	$9,0 \times 10^2$
Uldum (ud)	20-11-73	$4,5 \times 10^5$	0	4	$4,2 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$
Ulstrup (ud)	13-11-73	$2,3 \times 10^5$	0	0	$5,7 \times 10^5$	$5,0 \times 10^2$
Ulstrup (ind)	21-01-74	$2,3 \times 10^7$	0	-	-	-
Ulstrup (ud)	21-01-74	$2,4 \times 10^6$	10	-	-	-
Viborg (ud)	07-11-73	$1,7 \times 10^7$	14	540	$3,6 \times 10^6$	$6,0 \times 10^2$
Viborg (ind)	21-01-74	$6,8 \times 10^6$	17	-	-	-
Viborg (ud)	21-01-74	$4,9 \times 10^4$	2	-	-	-
Østbirk (ud)	20-11-73	$1,4 \times 10^5$	0	4	-	-

Salmonella påvistes i 7 af de 13 rensningsanlæg i koncentrationer på 1-14 pr 100 ml (tabel 1). Salmonellakoncentrationerne i disse udløbsprøver er af samme størrelsesorden som de, der er fundet på 5 andre større jydske rensningsanlæg (Aarhus (2 stk.), Randers, Esbjerg og Hobro). Det må dog bemærkes, at der er en tendens til, at jo større rensningsanlæggene bliver, desto større og mere konstant synes koncentrationen af Salmonella at blive (Grunnet 1975). I tabel 2 ses salmonellaresultaterne fra Gudenåen suppleret med 31 undersøgelser fra de ovennævnte 5 andre jydske anlæg. Resultaterne er grupperet efter rensningsanlæggenes størrelse og art. Det ses, at mens der kun blev isoleret Salmonella i 2 af 8 prøver for anlæg med spildevandsmængder svarende til mindre end 4.000 p.e., isoleredes Salmonella fra 37 af 39 prøver fra anlæg tilført mere end 4.000 p.e. Tabellen viser desuden, at isolationsfrekvensen ikke synes at afhænge af anlæggets art (biologisk versus mekanisk).

Tabel 2. Relationen mellem salmonellaisolationsfrekvensen og størrelsen og arten af rensningsanlæg.

Rensningsanlæg	Antal prøver og i parentes antal salmonellapositive prøver grupperet efter anlæggenes størrelse i p.e.		
	< 2000	2000 - 4000	> 4000
Biologisk	2 (0)	4 (1)	28 (26)
Mekanisk	2 (1)	0	11 (11)
Total	4 (1=25%)	4 (1=25%)	39 (37=95%)

MPN for Ps.aeruginosa er bestemt i 13 udløbsprøver, resultaterne ses i tabel 1, der viser, at koncentrationen af denne bakterie i modsætning til salmonellakoncentrationen varierer betydeligt. Undersøgelser fra rensningsanlæg i Aarhusområdet (Grunnet, upubliceret data) har vist lignende resultater, dog med en tendens til, at MPN for Ps.aeruginosa oftest er omkring 10

gange så stort som MPN for Salmonella. Denne tendens afløses periodisk af meget høje MPN for Ps.aeruginosa, idet der er målt op til 70.000 pr 100 ml. Dette måltes en varm, tør sommerperiode, hvor antallet i udløbet fra et anlæg med aktiverede bassiner i løbet af 2-3 uger steg fra ca. 50 til de nævnte 70.000 for atter at falde brat.

Totalkimtallene, herunder antallet af grøntfluorescerende kim er undersøgt i 11 udløbsprøver (tabel 1). Totalkimtallene og antallet af grøntfluorescerende kim lå ret konstant på henholdsvis 1.000.000 og knap 1000 pr ml.

Sammenfatning af resultaterne af de bakteriologiske undersøgelser i spildevandsudløbene til Gudenåen.

Koncentration af E.coli i udløb fra biologiske anlæg varierer betydeligt, i herværende undersøgelse fra $1,3 \times 10^4$-$1,7 \times 10^7$ pr 100 ml. Variationen er væsentlig mindre i udløbene fra mekaniske rensningsanlæg. Til brug ved de senere beregninger af spildevandsfortynding og elimination valgtes et arbitrært, men dog realistisk gennemsnitstal på 1×10^6 E.coli pr 100 ml.

Forsøgene viste som nævnt, at Salmonella og Ps.aeruginosa regelmæssigt vil kunne isoleres fra udløbet af de fleste rensningsanlæg med mindst 4.000 p.e., uafhængigt af, om det er et mekanisk eller biologisk anlæg. Koncentrationen vil oftest være 1-10 Salmonella pr 100 ml, og koncentrationen af Ps.aeruginosa vil normalt være ca. 10 gange så høj som salmonellakoncentrationen. Periodisk findes dog meget høje koncentrationer af Ps.aeruginosa.

SYGEHUSSPILDEVAND.

Risikoen ved udledning af spildevand fra hospitaler er vurderet i Aarhusrapporten (Bonde & Grunnet, 1974). Denne rapport viser, at indholdet af sygdomsfremkaldende

organismer ikke afviger fra normalt husspildevands, samt at restkoncentrationen af kemikalier og medicin er yderst ringe. Kun penicillin og ampicillin skulle efter teoretisk beregning lejlighedsvis kunne påvises i spildevandet med en følsom biologisk metode.

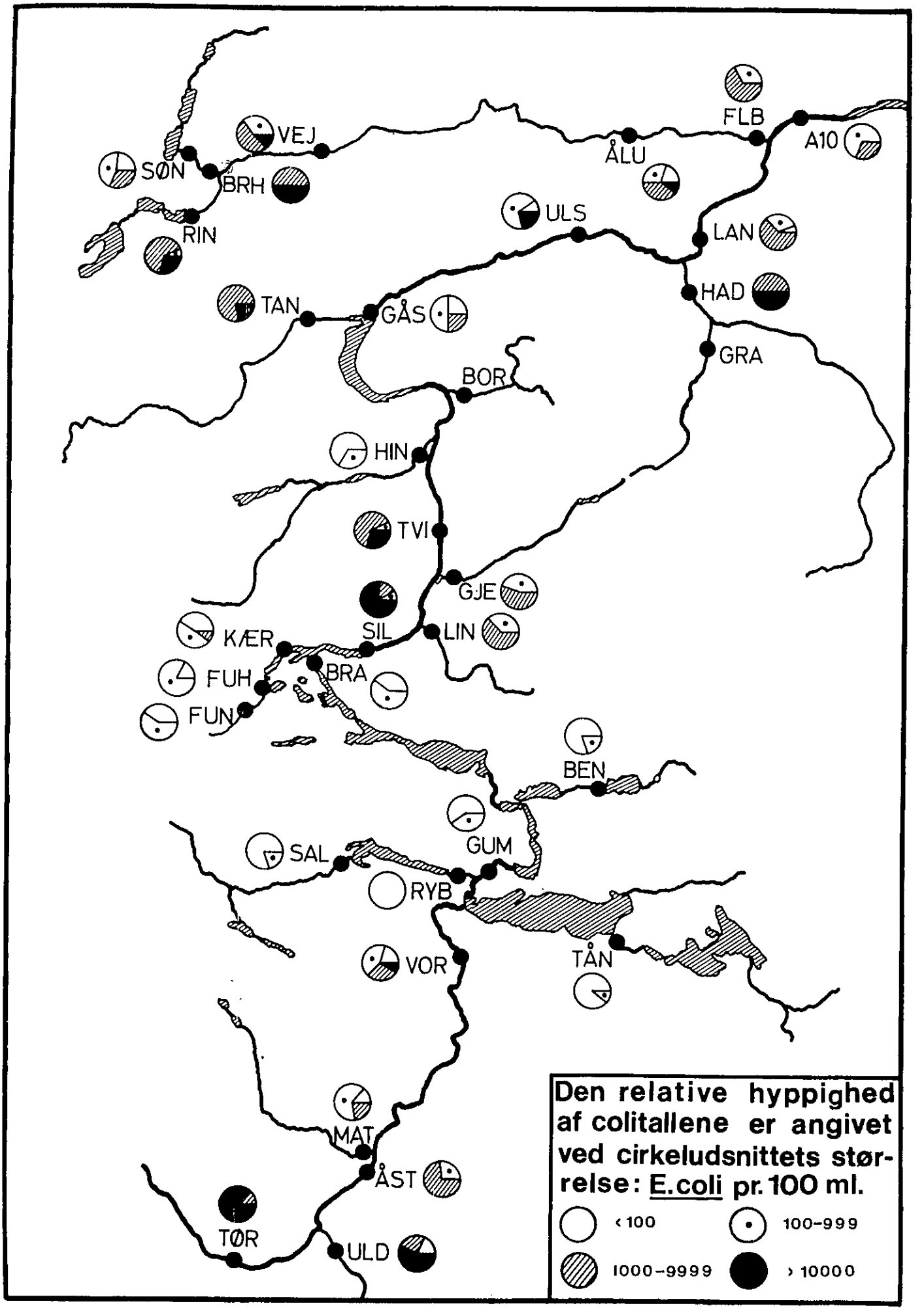
Da Gudenåudvalget undersøgte afløbene fra Silkeborg, Brædstrup og Kjellerup sygehuse udførtes samtidig en stikprøvekontrol for at undersøge om ovennævnte også synes at gælde for disse sygehuse.

I stikprøveundersøgelsen indgik 12 vandprøver og 15 tamponprøver. I ingen af prøverne påvistes Salmonella, mens Ps.aeruginosa påvistes i fire af fem prøver fra henholdsvis Silkeborg og Brædstrup samt i alle fem prøver fra Kjellerup sygehus. I spildevandet kunne penicillin lige netop påvises i den ene af tre prøver fra henholdsvis Brædstrup og Silkeborg, men ikke i de fire prøver fra Kjellerup sygehus, dvs. at der i disse meget få prøver er fundet patogene bakterier og penicillin i koncentrationer, der svarer til det i Aarhusrapporten fundne eller beregnede.

Der synes således heller ikke på basis af disse undersøgelser at være nogen begrundelse for at behandle sygehusspildevand anderledes end andet husspildevand.

KVANTITATIVE OG KVALITATIVE UNDERSØGELSER FOR E.COLI, SALMONELLA, PS.AERUGINOSA OG CL.PERFRINGENS I RECIPIENT, TAMPON- OG BUNDPRØVER.

Resultaterne fra recipient- og tamponprøverne er anført stationsvis i tabel 3, mens prøvestederne ses på fig. 1, hvor den relative hyppighed af colitallene er angivet ved cirkeludsnittets størrelse: 0 < 100, ⊙ 100-999, ◐ 1000-9999 og ● > 10.000 E.coli pr 100 ml.
I tabel 4 vises resultaterne fra bundprøveundersøgelserne. Hvor prøvestederne ikke falder sammen med de i fig. 1 viste stationer, henvises til V.K.I.s sedimentkort.


FLB
A10
VEJ
ÅLU
SØN
BRH
ULS
RIN
LAN
HAD
TAN
GÅS
GRA
BOR
HIN
TVI
GJE
SIL
LIN
KÆR
BRA
FUH
FUN
BEN
GUM
SAL
RYB
TÅN
VOR
MAT
ÅST
TØR
ULD
Den relative hyppighed af colitallene er angivet ved cirkeludsnittets størrelse: E.coli pr. 100 ml.
< 100
100-999
1000-9999
> 10000

Tabel 3, 1.

Dato	Station	MPN E.coli pr 100 ml	Antal undersøgte tamponer, i parentes antal prøver, hvorfra der er isoleret: Salmonella	Ps.aeruginosa
20/4 - 74	TØR	13000	2 (2)	2 (0)
21/4 - 74	"	13000		
14/5 - 74	"	130000	3 (0)	3 (0)
10/10 - 74	"	92000	2 (2)	2 (2)
4/11 - 74	"	49000	3 (0)	3 (3)
5/11 - 74	"	350000		
5/12 - 74	"	4900	3 (0)	3 (3)
20/4 - 74	ULD	2300	2 (0)	2 (1)
21/4 - 74	"	4900		
14/5 - 74	"	78	3 (0)	3 (0)
27/5 - 74	"	49000	3 (0)	3 (0)
28/5 - 74	"	70000		
2/9 - 74	"	160000	3 (2)	3 (3)
3/9 - 74	"	160000		
4/11 - 74	"	49000	3 (0)	3 (3)
4/12 - 74	"	24000	-	-
4/2 - 75	"	33	3 (0)	3 (1)
5/2 - 75	"	3300		
20/4 - 74	ÅST	1700	2 (0)	2 (2)
21/4 - 74	"	2600		
29/4 - 74	"	3500	2 (1)	2 (0)
30/4 - 74	"	5400		
14/5 - 74	"	790	3 (1)	3 (2)
2/9 - 74	"	490	3 (2)	3 (2)
3/9 - 74	"	490		
10/10 - 74	"	1300	3 (2)	3 (3)
4/11 - 74	"	3500	3 (1)	3 (3)
4/12 - 74	"	9200	3 (0)	3 (3)
5/12 - 74	"	1600		
20/4 - 74	MAT	240	2 (0)	2 (0)
21/4 - 74	"	240		
28/4 - 74	"	79	-	-
29/4 - 74	"	49		
14/5 - 74	"	240	3 (1)	3 (0)
27/5 - 74	"	1300	3 (0)	3 (0)
28/5 - 74	"	490		
2/9 - 74	"	350	3 (2)	3 (2)
3/9 - 74	"	110		
11/10 - 74	"	130	3 (0)	3 (2)
4/11 - 74	"	5400	3 (0)	3 (3)
5/11 - 74	"	790		
4/12 - 74	"	490	3 (0)	3 (3)
5/12 - 74	"	1100		

Dato	Station	MPN E.coli pr 100 ml	Antal undersøgte tamponer, i parentes antal prøver, hvorfra der er isoleret: Salmonella	Typhimurium
20/4 - 74	VOR	4600	2 (0)	2 (2)
21/4 - 74	"	3300		
28/4 - 74	"	23	3 (0)	3 (0)
29/4 - 74	"	1100		
10/6 - 74	"	79	6 (3)	-
11/6 - 74	"	130	6 (1)	-
12/6 - 74	"	130	4 (0)	-
13/6 - 74	"	540	4 (0)	-
14/6 - 74	"	33	4 (2)	-
15/6 - 74	"	130	4 (2)	-
16/6 - 74	"	130	4 (0)	-
17/6 - 74	"	130	4 (2)	-
18/6 - 74	"	-		
2/9 - 74	"	240	3 (0)	3 (3)
3/9 - 74	"	540		
10/10 - 74	"	460	3 (2)	3 (3)
29/10 - 74	"	4900	3 (0)	3 (2)
30/10 - 74	"	3300		
12/11 - 74	"	24000	3 (1)	3 (2)
13/11 - 74	"	46000		
27/11 - 74	"	3300	2 (0)	2 (1)
28/11 - 74	"	7900		
26/6 - 75	"	230	5 (0)	5 (0)
27/6 - 75	"	45	4 (0)	4 (3)
30/6 - 75	"	49	4 (0)	-
5/3 - 74	TÅN	14	3 (0)	-
20/4 - 74	"	0	2 (0)	2 (0)
21/4 - 74	"	0		
29/10 - 74	"	4,5	3 (0)	3 (0)
30/10 - 74	"	13		
2/12 - 74	"	49	3 (3)	3 (3)
3/12 - 74	"	540		
3/2 - 75	"	23	3 (1)	3 (0)
3/2 - 75	"	23		
3/3 - 75	"	0	-	-
20/4 - 74	SAL	46	2 (0)	2 (0)
21/4 - 74	"	23		
28/4 - 74	"	46	3 (1)	3 (1)
29/4 - 74	"	230		
11/10 - 74	"	49	3 (0)	3 (2)
29/10 - 74	"	49	-	-
27/11 - 74	"	33	3 (0)	3 (1)
28/11 - 74	"	70		
15/1 - 75	"	33	3 (0)	3 (0)
16/1 - 75	"	240		

Tabel 3, 3.

Dato	Station	MPN E.coli pr 100 ml	Antal undersøgte tamponer, i parentes antal prøver, hvorfra der er isoleret: Salmonella	Ps.aeruginosa
4/3 - 74	RYB	2,0	3 (0)	-
28/4 - 74	"	0	3 (0)	3 (1)
29/4 - 74	"	0	3 (0)	3 (3)
11/10 - 74	"	49	3 (0)	3 (0)
29/10 - 74	"	2	3 (0)	3 (0)
30/10 - 74	"	0	3 (0)	3 (0)
12/11 - 74	"	11	3 (0)	3 (2)
13/11 - 74	"	2		
27/11 - 74	"	2		
28/11 - 74	"	2		
21/4 - 74	GUM	17	-	-
28/4 - 74	"	2	3 (0)	3 (2)
29/4 - 74	"	11	3 (0)	3 (3)
10/10 - 74	"	23	3 (0)	3 (2)
29/10 - 74	"	17	3 (0)	3 (3)
30/10 - 74	"	17	3 (0)	3 (3)
12/11 - 74	"	130		
13/11 - 74	"	350		
27/11 - 74	"	540		
28/11 - 74	"	920		
6/3 - 74	BEN	17	3 (0)	-
21/4 - 74	"	0	2 (0)	2 (1)
22/4 - 74	"	0	3 (0)	3 (2)
11/10 - 74	"	23	3 (0)	3 (1)
29/10 - 74	"	13	3 (0)	3 (3)
30/10 - 74	"	11	3 (1)	-
2/12 - 74	"	110		
3/12 - 74	"	79		
3/2 - 75	"	540		
4/2 - 75	"	23		
20/4 - 74	BRA	0	2 (0)	2 (0)
10/10 - 74	"	330	3 (0)	3 (2)
29/10 - 74	"	130	3 (0)	3 (3)
30/10 - 74	"	49	3 (0)	3 (3)
2/12 - 74	"	240	3 (1)	3 (0)
3/12 - 74	"	170	3 (0)	3 (1)
3/2 - 75	"	49		
4/2 - 75	"	7,8		
3/3 - 75	"	350		
4/3 - 75	"	170		

Tabel 3, 4.

Dato	Station	MPN E.coli pr 100 ml	Antal undersøgte tamponer, i parentes antal prøver, hvorfra der er isoleret: Salmonella	Ps.aeruginosa
6/3 - 74	FUN	130	3 (0)	-
20/4 - 74	"	46	2 (0)	2 (1)
21/4 - 74	"	33		
2/12 - 74	"	350	3 (0)	3 (3)
3/12 - 74	"	130		
27/10 - 74	FUH	220	3 (0)	3 (3)
28/10 - 74	"	110		
2/12 - 74	"	220	3 (0)	3 (3)
3/12 - 74	"	210		
3/2 - 75	"	220	3 (1)	3 (0)
4/2 - 75	"	23		
20/4 - 74	KÆR	2	2 (0)	2 (2)
21/4 - 74	"	49		
29/10 - 74	"	130	3 (0)	3 (3)
30/10 - 74	"	350		
2/12 - 74	"	920	3 (1)	3 (1)
3/12 - 74	"	350		
3/2 - 75	"	1300	-	-
2/3 - 75	"	49	3 (0)	-
3/3 - 75	"	330		
5/3 - 75	"	61	-	-
20/4 - 74	SIL	24000	1 (1)	1 (0)
21/4 - 74	"	2200		
15/7 - 74	"	33000	6 (6)	-
16/7 - 74	"	49000	4 (4)	-
17/7 - 74	"	240000	4 (4)	-
18/7 - 74	"	24000	4 (4)	-
19/7 - 74	"	24000	4 (4)	-
20/7 - 74	"	24000	4 (3)	-
21/7 - 74	"	24000		
11/10 - 74	"	4900	3 (2)	3 (2)
29/10 - 74	"	490	1 (0)	1 (1)
30/10 - 74	"	16000		
3/12 - 74	"	17000	-	-

Tabel 3, 5.

Dato	Station	MPN E.coli pr 100 ml	Antal undersøgte tamponer, i parentes antal prøver, hvorfra der er isoleret: Salmonella	Ps.aeruginosa
21/4 - 74	LIN	240	1 (0)	1 (1)
22/4 - 74	"	2200		
20/5 - 74	"	9200	3 (1)	3 (1)
21/5 - 74	"	2800		
16/9 - 74	"	700	3 (0)	3 (3)
17/9 - 74	"	9200		
6/10 - 74	"	220	3 (0)	3 (2)
7/10 - 74	"	700		
3/11 - 74	"	1300	3 (0)	3 (0)
4/11 - 74	"	490		
3/12 - 74	"	3500	3 (0)	3 (3)
4/12 - 74	"	2400		
7/1 - 75	"	5400	3 (0)	3 (0)
8/1 - 75	"	2400		
23/4 - 74	GJE	330	1 (0)	1 (0)
20/5 - 74	"	2400	3 (2)	3 (0)
21/5 - 74	"	1700		
16/9 - 74	"	240	3 (0)	3 (3)
17/9 - 74	"	270		
3/11 - 74	"	3500	3 (1)	3 (2)
4/11 - 74	"	330		
3/12 - 74	"	1300	3 (0)	3 (3)
4/12 - 74	"	1100		
7/1 - 75	"	5400	3 (0)	3 (0)
8/1 - 75	"	790		
21/4 - 74	TVI	3300	1 (0)	1 (0)
22/4 - 74	"	1100		
20/5 - 74	"	1700	3 (0)	3 (2)
21/5 - 74	"	1700		
16/9 - 74	"	3500	3 (0)	3 (3)
17/9 - 74	"	2400		
6/10 - 74	"	2800	3 (0)	3.(1)
7/10 - 74	"	16000		
3/11 - 74	"	7000	3 (3)	3 (3)
4/11 - 74	"	54000		
3/12 - 74	"	13000	3 (3)	3 (3)
4/12 - 74	"	330		
7/1 - 75	"	3500	3 (3)	3 (0)
8/1 - 75	"	16000		
21/4 - 74	HIN	2	1 (0)	1 (0)
22/4 - 74	"	0		
20/5 - 74	"	49	3 (0)	3 (0)
21/5 - 74	"	79		
16/9 - 74	"	79	3 (0)	3 (3)
17/9 - 74	"	460		
3/11 - 74	"	33	3 (1)	3 (2)
4/11 - 74	"	33		
3/12 - 74	"	170	3 (0)	3 (3)
4/12 - 74	"	350		
3/2 - 75	"	110	3 (0)	3 (3)
4/2 - 75	"	23		

Tabel 3, 6.

Dato	Station	MPN E.coli pr 100 ml	Antal undersøgte prøver, i parentes antal prøver, hvorfra der er isoleret: Salmonella	Ps. aeruginosa
21/4 - 74	TAN	3500	1 (1)	1 (0)
22/4 - 74	"	3300		
10/6 - 74	"	3300	2 (2)	2 (0)
11/6 - 74	"	1300		
9/9 - 74	"	2400	3 (0)	3 (3)
10/9 - 74	"	1700		
23/9 - 74	"	9200	3 (3)	3 (1)
24/9 - 74	"	2800		
9/10 - 74	"	35000	3 (0)	3 (2)
10/10 - 74	"	3500		
28/10 - 74	"	7900	3 (0)	3 (3)
29/10 - 74	"	4900		
26/11 - 74	"	16000	3 (2)	3 (3)
27/11 - 74	"	16000		
9/10 - 74	GÅS	46	3 (0)	3 (0)
10/10 - 74	"	140		
14/1 - 75	"	790	3 (0)	3 (1)
15/1 - 75	"	2400		
11/2 - 75	"	13	3 (0)	3 (2)
12/2 - 75	"	4900		
11/3 - 75	"	490	3 (0)	3 (3)
12/3 - 75	"	490		
21/4 - 74	ULS	33	1 (0)	1 (1)
10/6 - 74	"	130	2 (0)	2 (2)
11/6 - 74	"	790		
25/11 - 74	"	720	3 (3)	3 (2)
26/11 - 74	"	790		
13/1 - 75	"	13000	3 (2)	3 (0)
14/1 - 75	"	24000		
10/2 - 75	"	490	3 (0)	3 (3)
11/2 - 75	"	230		
11/3 - 75	"	490	-	-
22/4 - 74	HAD	13000	1 (1)	1 (0)
12/6 - 74	"	13000	3 (1)	3 (3)
9/10 - 74	"	9200	3 (1)	3 (2)
10/10 - 74	"	3500		
13/1 - 75	"	22000	3 (0)	3 (0)
14/1 - 75	"	7900		
10/2 - 75	"	3300	3 (0)	3 (3)
11/2 - 75	"	13000		

Dato	Station	MPN E.coli pr 100 ml	Antal undersøgte tamponer, i parentes antal prøver, hvorfra der er isoleret: Salmonella	Ps.aeruginosa
22/4 - 74	LAN	330	1 (0)	1 (1)
10/6 - 74	"	45	3 (0)	3 (2)
11/6 - 74	"	110	4 (0)	4 (4)
4/9 - 74	"	1700	-	-
5/9 - 74	"	1700	4 (0)	4 (0)
7/9 - 74	"	490	4 (3)	4 (4)
8/9 - 74	"	1300	4 (1)	4 (4)
9/9 - 74	"	5400	4 (0)	4 (4)
10/9 - 74	"	490	4 (1)	4 (4)
11/9 - 74	"	1100	4 (0)	4 (4)
12/9 - 74	"	2400	3 (0)	3 (3)
13/9 - 74	"	1300	3 (2)	3 (1)
10/10 - 74	"	540		
11/10 - 74	"	3500		
25/11 - 74	"	3500		
26/11 - 74	"	5400		
22/4 - 74	SØN	0	2 (0)	2 (0)
10/6 - 74	"	130	3 (0)	3 (0)
11/6 - 74	"	330	3 (0)	3 (2)
9/9 - 74	"	920	3 (2)	3 (3)
10/9 - 74	"	540	3 (1)	3 (2)
23/9 - 74	"	3500	3 (0)	3 (2)
24/9 - 74	"	790	3 (0)	3 (3)
9/10 - 74	"	1300		
10/10 - 74	"	1300		
28/10 - 74	"	79		
29/10 - 74	"	7900		
26/11 - 74	"	79		
27/11 - 74	"	130		
11/2 - 75	BRH	33000	3 (0)	3 (2)
12/2 - 75	"	13000	3 (2)	3 (2)
13/3 - 75	"	2400		
14/3 - 75	"	2400		
22/4 - 74	RIN	17000	2 (1)	2 (1)
10/6 - 74	"	2400	2 (1)	2 (2)
11/6 - 74	"	24000	3 (0)	3 (3)
9/9 - 74	"	3500	3 (2)	3 (3)
10/9 - 74	"	3500	3 (3)	3 (2)
23/9 - 74	"	400	3 (2)	3 (3)
24/9 - 74	"	1700	3 (3)	3 (2)
10/10 - 74	"	70000	3 (2)	3 (3)
28/10 - 74	"	7900	3 (3)	3 (2)
29/10 - 74	"	7000	3 (3)	3 (2)
17/11 - 74	"	7900		
18/11 - 74	"	13000		
26/11 - 74	"	9200		
27/11 - 74	"	5400		

Tabel 3, 8.

Dato	Station	MPN E.coli pr 100 ml	Antal undersøgte tamponer, i parentes antal prøver, hvorfra der er isoleret: Salmonella	Ps.aeruginosa
22/4 - 74	VEJ	490	3 (1)	3 (1)
10/6 - 74	"	790	3 (2)	3 (1)
11/6 - 74	"	11000	3 (1)	3 (3)
9/9 - 74	"	230	3 (3)	2 (2)
10/9 - 74	"	790	3 (2)	3 (1)
23/9 - 74	"	2400	3 (3)	3 (3)
24/9 - 74	"	230	3 (3)	3 (1)
7/10 - 74	"	11000	3 (1)	3 (3)
8/10 - 74	"	4900	3 (2)	3 (1)
28/10 - 74	"	1300	3 (0)	3 (3)
29/10 - 74	"	4600	3 (0)	3 (1)
17/11 - 74	"	2700	3 (1)	3 (3)
18/11 - 74	"	1700	3 (0)	3 (3)
26/11 - 74	"	9200		
27/11 - 74	"	5400		
11/2 - 75	"	780		
12/2 - 75	"	5400		
22/4 - 74	ÅLU	490	3 (2)	3 (2)
10/6 - 74	"	79	3 (1)	3 (1)
11/6 - 74	"	49	3 (1)	3 (3)
7/10 - 74	"	9200	3 (1)	3 (3)
8/10 - 74	"	16000	3 (0)	3 (1)
26/11 - 74	"	330	-	-
27/11 - 74	"	1300		
10/2 - 75	"	230		
11/2 - 75	"	1100		
11/3 - 75	"	1100		
11/2 - 75	FLB	460	-	-
11/3 - 75	"	1100	-	-
2/10 - 75	"	1300	-	-
11/3 - 75	A 10	2100	-	-
23/6 - 75	"	490	-	-
	"	140		
24/6 - 75	"	490	-	-
	"	490		
25/6 - 75	"	490	3 (0)	3 (0)
	"	1300		
26/6 - 75	"	790	3 (0)	3 (1)
	"	230		
2/10 - 75	"	2400	-	-

Tabel 4, 1.

Dato	Station	MPN E.coli pr gram	Cl.perfringens pr gram	Salmonella pr 30 gram	Tørstof %
13/5 - 74	TØR	130	518	2 (0)	-
20/8 - 74	"	92	960	-	67,54
20/8 - 74	ULD	1300	1198	-	61,94
5/2 - 75	"	24	818	-	25,06
20/8 - 74	ÅST	49	306	-	64,30
5/2 - 75	"	7,9	38	-	63,58
20/8 - 74	MAT	13	124	-	62,96
5/2 - 75	"	13	142	-	28,53
20/8 - 74	VOR	130	130	-	77,75
20/8 - 74	"	790	660	-	80,47
4/3 - 74	TÅN	2	4,6	1 (0)	41,31
20/8 - 74	"	33	15,2	-	48,32
27/2 - 74	SAL I	13	24	1 (0)	8,03
23/9 - 74	"	0	48,4	-	8,77
27/2 - 74	SAL II	2	17,8	1 (0)	6,64
23/9 - 74	"	0	7,3	-	7,87
20/8 - 74	SAL	0	3,2	-	62,65
4/3 - 74	RYB	11	28	1 (0)	72,32
20/8 - 74	"	14	7	-	59,21
20/8 - 74	GUM	3,3	56	-	63,81
18/3 - 75	"	33	118	-	65,91
28/2 - 74	VES	7,9	5,1	-	8,26
17/10 - 74	"	0,45	4,8	-	8,83
4/3 - 74	BEN	7,8	32	1 (0)	80,46
20/8 - 74	"	33	14,4	-	76,23
28/2 - 74	SLÅ	23	14,5	-	7,45
26/9 - 74	"	0	5	-	9,63
28/2 - 74	BRA	1400	220	1 (0)	76,91
28/2 - 74	" I	2	65	-	5,64
4/3 - 74	" I	700	200	1 (0)	37,64
20/8 - 74	" II	7,9	47	-	15,73
26/9 - 74	"	0,2	24	-	8,85
25/2 - 74	THO	0,45	22,9	-	7,18
11/9 - 74	"	-	9	-	-
26/9 - 74	"	0	5,4	-	8,72
25/2 - 74	ØRN	3,3	518	-	13,46
23/9 - 74	"	0,2	410	-	12,54

Tabel 4, 2.

Dato	Station	MPN E.coli pr gram	Cl.perfringens pr gram	Salmonella pr 30 gram	Tørstof %
11/9 - 74	ALM	-	19	-	-
26/9 - 74	"	0	2,6	-	23,46
28/2 - 74	FUN Å	7,8	19,2	1 (0)	61,58
4/3 - 74	" " I	7,8	24	1 (0)	71,83
20/8 - 74	"	46	19	-	62,21
28/2 - 74	SIL Å	1300	216	1 (0)	74,35
4/3 - 74	SIL	700	1120	1 (0)	72,63
20/8 - 74	"	240	180	-	35,95
25/2 - 74	SIL I	0,2	298	1 (0)	8,28
24/9 - 74	"	0,2	385	-	8,74
25/2 - 74	SIL II	6,8	116	1 (0)	7,42
23/9 - 74	"	1,4	26	-	8,08
25/2 - 74	SIL III	79	2400	1 (0)	7,52
23/9 - 74	"	24	3875	-	8,12
25/2 - 74	LIN	170	50	1 (0)	79,59
20/8 - 74	"	7,8	34	-	44,67
20/8 - 74	GJE Å	11	480	-	41,50
25/2 - 74	"	130	180	1 (0)	54,99
25/2 - 74	TVI	79	180	1 (0)	60,90
20/8 - 74	"	920	400	-	6,43
25/2 - 74	HIN Å	4,5	26	1 (0)	76,35
26/2 - 74	HIN	2,0	84	1 (0)	15,30
20/8 - 74	"	79	560	-	51,98
25/9 - 74	"	2,0	62	-	18,95
26/2 - 74	TAN Å	1100	396	1 (0)	73,23
20/8 - 74	"	2200	596	-	26,99
27/2 - 74	TAN I	1,3	128	1 (0)	9,24
24/9 - 74	"	3,1	476	-	10,60
27/2 - 74	TAN II	2,0	178	1 (0)	6,32
24/9 - 74	"	0,68	376	-	7,77
20/8 - 74	GÅS	2,3	54	-	50,54
20/8 - 74	ULS	33	50	-	72,34
10/2 - 75	"	13	108	-	61,33
20/8 - 74	GRA	33	70	-	42,90
18/3 - 75	"	170	474	-	12,85
20/8 - 74	HAD	33	1120	-	10,15
10/2 - 75	"	350	128	-	24,74
20/8 - 74	LAN	240	322	-	40,81
10/2 - 75	"	240	378	-	40,72

Dato	Station	MPN E.coli pr gram	Cl.perfringens pr gram	Salmonella pr 30 gram	Tørstof %
26/2 - 74	NØR SØ	4,9	56	-	7,29
25/9 - 74	"	3,3	20	-	73,95
26/2 - 74	SØNDER-MØLLE Å	17	104	1 (0)	74,75
26/2 - 74	SØN	2200	10300	1 (0)	5,76
21/5 - 74	"	13	96	1 (0)	1,00
20/8 - 74	"	7,9	48	-	79,53
25/9 - 74	"	3,3	6700	-	6,58
26/2 - 74	HALD SØ	0	20	1 (0)	4,98
25/9 - 74	"	0	44	-	9,59
26/2 - 74	VED	13	18,2	1 (0)	4,58
25/9 - 74	"	1,7	26,4	-	71,19
17/10 - 74	"	0,78	3,2	-	8,39
26/2 - 74	RIN Å	3300	22	1 (0)	85,80
21/5 - 74	"	79	24	2 (0)	1,03
20/8 - 74	"	350	136	-	57,03
26/2 - 74	VEJ	49	156	1 (0)	73,73
20/8 - 74	"	170	156	-	68,07
21/5 - 74	ÅLU	49	28	1 (0)	69,65
20/8 - 74	"	13	128	-	64,30

De enkelte stationer vil i det følgende blive kort kommenteret i den rækkefølge, de ligger langs Gudenåens løb. Dette baseres for vandfasens vedkommende fortrinsvis på colitallene og for bundprøvernes vedkommende på antallet af clostridier.

TØR og ULD (jvf. tabel 3.1. side 10 og tabel 4.1. side 18).

Begge stationer ligger 100-150 meter nedstrøms for byerne med samme navne. Den fæcale forurening i vandfasen var stor med en stærkt varierende koncentration, selvom denne som gennemsnit var 25-100 gange mindre end den i spildevandsudløbene skønsmæssigt ansatte værdi. Det ses, samtidig, at isolationsfrekvensen for både Salmonella og Ps.aeruginosa er lavere end for materialet som helhed. Bundprøverne var også forurenede.

ÅST, MAT og VOR (jvf. tabel 3.1 og 2 side 10-11 og tabel 4.1 side 18).

Ved ÅST var den gennemsnitlige colikoncentration ca. 10 gange mindre end den ved TØR og ULD fundne, men stadig høj. De meget konstante colital tyder på, at forureningskilden ligger i større afstand fra prøvestedet.

Tilløbet MAT-å lige neden for ÅST havde et gennemsnitligt colital (baseret på logaritmerede colital) på 350 pr 100 ml, dog således at 3 ud af 14 prøver var større end 1000 coli pr 100 ml, dvs. at badevandskriterierne lige netop ikke var opfyldt.

Ved VOR var det gennemsnitlige colital lidt lavere end ved ÅST, men variationen var større. Det kan tyde på tilblanding af fæcalt materiale tæt på prøvestedet. En nærmere analyse af resultaterne fra VOR viste et højt colital frem til 10/6-74, hvorefter det faldt til 10/10, for derefter igen at stige indtil 26/6-75, hvorefter coliindholdet atter blev lavt. En nærmere efterforskning viste, at prøverne var udtaget på to forskellige steder, således at de lave værdier var

opnået inden VOR og de høje værdier efter tilskud af spildevand fra VOR. Det sidste forklarer de meget svingende værdier. Badevandskriterierne er således opfyldt for Gudenåen inden VOR, men ikke lige efter. Bundprøverne viste også her tal, der var noget over forureningsgrænsen.

TÅN, SAL, RYB, GUM, BEN, BRA, FUN, FUH og KÆR (jvf. tabel 3. 2-4 side 11-13 og tabel 4, 1-2 side 18-19).

Disse tilløbs- og Gudenåstationer var bakteriologisk set alle forurenede eller kun lettere forurenede og badevandskriterierne var opfyldt.

Resultaterne fra TÅN viser, at indskudte søsystemer, her Skanderborg sø, giver en kraftig og god reduktion (rensningseffekt) i antallet af E.coli og andre fæcale bakterier, et forhold, der ikke eller i langt mindre grad ses i vandløb, hvor strømmen modvirker tendensen til sedimentation (Nørre å).

Bundprøverne fra TÅN, SAL, RYB, BEN og FUR var alle forurenede eller minimalt forurenede. Resultaterne fra GUM lå lige under grænsen for forurening. Resultaterne fra BRA var noget svingende, men denne station må betragtes som liggende omkring grænsen for forurening.

VES, SLÅ, THO, ALM og ØRN (jvf. tabel 4. 1-2 side 18-19).

Fra disse stationer blev der kun udtaget prøver fra sedimenterne. Alle stationer bortset fra ØRN må i hygiejnisk henseende betragtes som ikke forurenede stationer, hvorimod ØRN var forurenet i moderat grad.

SIL (jvf. tabel 3.4 side 13 og tabel 4.2 side 19).

Ved SIL har Gudenåen modtaget spildevand fra Silkeborg. Dette løber ud i den tredie Silkeborg sø nogle hundrede meter, før søsystemet atter fortsætter i Gudenåen. Den skønsmæssigt ansatte værdi på 10^6 E.coli pr 100 ml renset spildevand reduceredes ved denne passage gennemsnitligt ca. 50 gange til 16.000 E.coli pr 100 ml. Med "filterbøjemetoden" påvistes en gennemsnitlig

koncentration af Salmonella på 0.52 pr liter. Ved en reduktion på 50 gange svarer det til en startværdi på 26 pr liter udløbsvand, en værdi, der stemmer godt overens med talværdien 10^6 E.coli pr 100 ml (Grunnet 1975).
Bundprøverne herfra var også forurenede.

LIN og GJE (jvf. tabel 3.5 side 14 og tabel 4.2. side 19).

Disse to tilløb til Gudenåen var moderat forurenede, idet colitallene svingede fra nogle hundrede til godt 9000 pr 100 ml og således, at mere end halvdelen af resultaterne ligger over 1000 pr 100 ml.
Bundprøverne fra LIN var ikke forurenede, mens de fra GJE Å var forurenede.

TVI (jvf. tabel 3.5 side 14 og tabel 4.2 side 19).

Ved TVI var det gennemsnitlige colital fire gange så lavt som ved SIL, formodentlig som følge af fortynding, men dog stadig højt. Også bundprøverne var forurenede.

HIN (jvf. tabel 3.5 side 14 og tabel 4.2 side 19).

Dette tilløb var rent, og badevandskriterierne opfyldt.
I bundprøverne var én værdi relativ høj, alligevel må bundprøverne betragtes som ikke forurenede.

BOR.

Vi har ikke modtaget prøver fra dette tilløb.

TAN (jvf. tabel 3.6 side 15 og tabel 4.2 side 19).

Prøverne fra denne station var alle stærkt forurenede (alle > 1000 pr 100 ml). Colitallene var relativt konstante, hvilket tyder på en kraftig, men relativ fjern forureningskilde.
Samtlige bundprøver var også forurenede.

GÅS (jvf. tabel 3.6 side 15 og tabel 4.2 side 19).

Mens Gudenå og Tange å begge var ret kraftigt forurenede ved henholdsvis TVI og TAN, var colitallene atter faldet med mere end en faktor 10. Atter ses den rensende effekt af en indskudt sø. Selvom colitallene var lave, var badevandskriterierne ikke opfyldt for denne station, hvor 2 af 8 colital var større end 1000 pr 100 ml.

ULS (jvf. tabel 3.6 side 15 og tabel 4.2 side 19).

Fra GÅS til ULS steg colitallene moderat. Bundprøverne var på grænsen til at være forurenede.

GRA og HAD (jvf. tabel 3.6 side 15 og tabel 4.2 side 19).

Tilløbet Hadsten å var kraftigt forurenet ved HAD. Bundprøverne fra såvel GRA som HAD var forurenede.

LAN (jvf. tabel 3.7 side 16 og tabel 4.2 side 19).

Denne station ligger før Gudenåen og modtager spildevand fra Langå by. Her var forureningen stor med ret konstante colital med et gennemsnit på 2000 E.coli pr 100 ml. Det gennemsnitlige colital ved ULS og HAD var henholdsvis 710 og 8900, hvilket tyder på, at vandføringen i Gudenåen er 5 gange så stor som vandføringen i Hadsten å.
Bundprøverne var også forurenede på dette sted.

NØR SØ, HALD SØ og VED (jvf. tabel 4.3 side 20).

Fra disse stationer er der kun undersøgt bundprøver, der alle havde et indhold af clostridier under 100 pr gram, altså under grænsen for forurening.

SØN (jvf. tabel 3.7 side 16 og tabel 4.3 side 20).

Den gennemsnitlige colikoncentration var på 330 E.coli pr 100 ml, og 4 af de 13 prøver overskrider værdien 1000 coli pr 100 ml. Forureningsgraden er således noget større, end hvad der kan godkendes som badevand. Bundprøverne viste et mere varierende indhold af clostridier end normalt, hvorfor tolkning af forure-

ningsgraden i disse undlades.

BRUNSHÅB (BRH), (jvf. tabel 3.7 side 16).

Spildevandet fra Viborg ledes ud mellem SØN og denne station. Denne station kom først sent med i undersøgelsen, og det var kun muligt at få leveret 4 prøver på basis af hvilke man ikke med rimelighed kan udregne et gennemsnit. Prøverne viste dog, at forureningen var stor på dette sted.

RIN (jvf. tabel 3.7 side 16 og tabel 4.3 side 20).

På denne station var vandfasen kraftigt forurenet, mens bundprøverne viste et indhold af clostridier, der svarer til overgangen mellem ikke forurenede og forurenede prøver.

VEJ, ÅLU og FLADBRO (FLB). (jvf. tabel 3.8 side 17 og tabel 4.3 side 20).

Nørreåen "starter" ved RIN og BRH med colikoncentrationer på omkring 6000-7000 pr 100 ml; disse er ved VEJ reduceret til gennemsnitlig 2000 pr 100 ml ved ÅLU og FLB til knap 1000. Reduktionen i antallet af E.coli pr 100 ml var således yderst beskeden, når man tager i betragtning, at transporttiden er lang (ca. 30 timer), at afstanden er lang (ca. 30 km), at der sker en fortynding på 3-4 gange, mens der kun ledes lidt ekstra spildevand til åen. Bundprøverne ved VEJ var moderat forurenede, mens én prøve var forurenet og én ikke ved ÅLU.

A_{10} (jvf. tabel 3.8 side 18).

Ved denne sidste station er der udtaget 10 prøver, heraf 8 i juni 1975, en meget varm og solrig måned med usædvanligt høje dagtemperaturer og mange soltimer. Colitallene er derfor ikke repræsentative og må betragtes som minimumstal. Det gennemsnitlige colitalvar på 630 E.coli pr 100 ml med 3 resultater større end 1000. Badevandskriterierne var således ikke opfyldt.

Salmonella og Ps.aeruginosa.

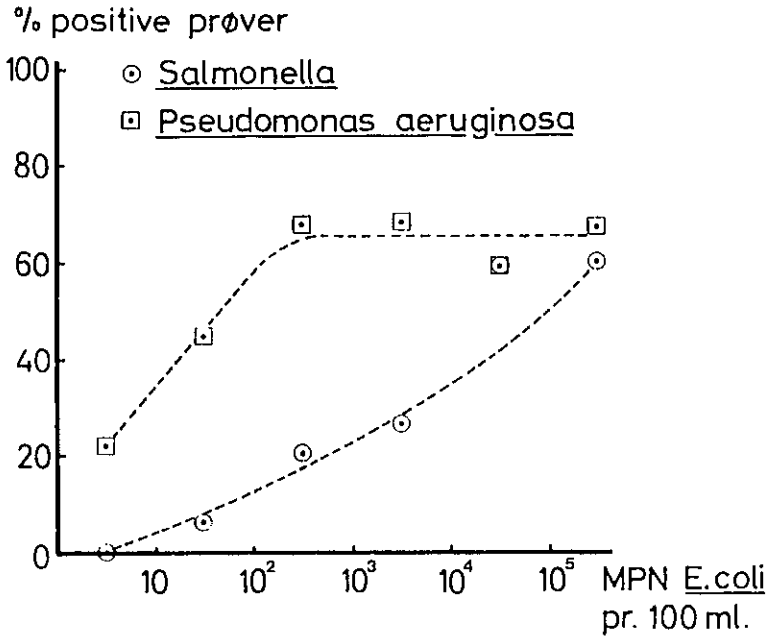
Resultaterne fra de enkelte stationer er angivet i tabel 3. I tabel 4 gives en slags summation af alle tabel 3's resultater, idet hele Gudenåsystemet her betragtes som een recipient. Tabel 5 viser relationen mellem de målte colital og isolationsfrekvensen for henholdsvis Salmonella og Ps.aeruginosa. Dette vises også grafisk i fig. 2, der viser en retlinet sammenhæng mellem de kvantitative E.colifund og de kvalitative salmonellafund. En lignende sammenhæng er påvist i Aarhusbugten (Grunnet 1975).

Pseudomonaskurven ligger højere end salmonellakurven, og selv ved colital på mindre end 10 pr 100 ml kunne der isoleres Ps.aeruginosa fra 18% af prøverne, kurven stiger stejlere og bliver nærmest vandret ved colital mellem 100 og 1000 pr 100 ml og fortsætter med en konstant isolationsfrekvens på ca. 60%.

Tabel 5. Relationen mellem MPN for E.coli og isolationsfrekvensen for henholdsvis Salmonella og Ps.aeruginosa.

	Antal undersøgte tamponer, i parentes antal positive tamponer ved forskellige E.coli-koncentrationer pr 100 ml.						Total
	< 10	10 - 99	10^2 - 999	10^3 - 9999	10^4 - 99999	> 10^5	
Salmonella	21 (0)	69 (6)	173 (20)	184 (26)	86 (59)	17 (59)	550 (27)
Ps.aeruginosa	18 (22)	59 (44)	128 (68)	183 (68)	68 (59)	9 (67)	465 (62)

Fig. 2. Relationen mellem MPN for E.coli og isolationsfrekvensen for henholdsvis Salmonella og Ps.aeruginosa i Gudenåsystemet.

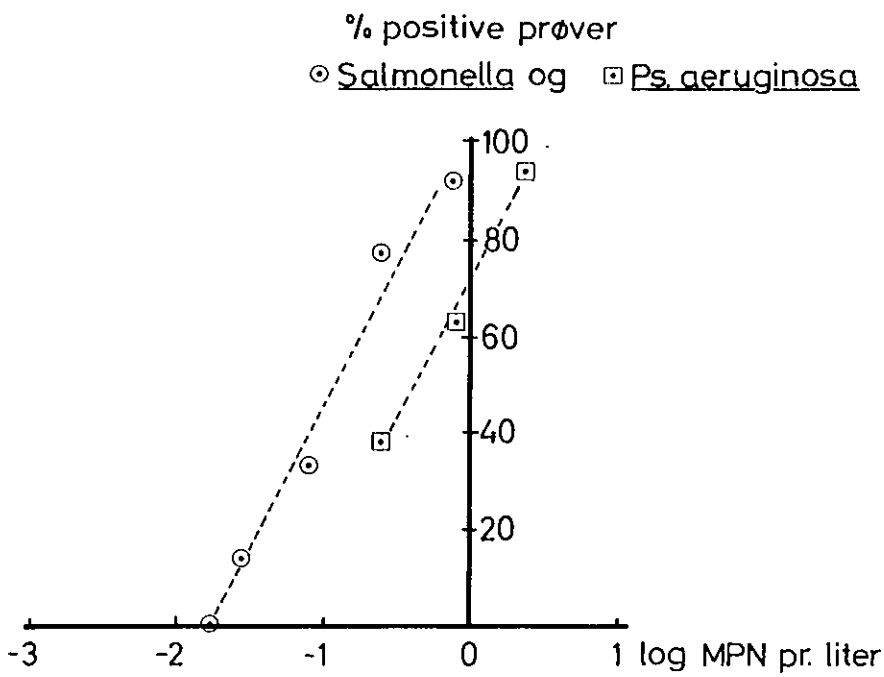


Samtidige bestemmelser af Salmonella og Ps.aeruginosa ved kvalitative tamponundersøgelser og ved kvantitative MPN bestemmelser med "filterbøjen" (Grunnet 1974 og 1975) udførtes ved VOR, SIL og LAN. Der udførtes 9 døgnmængdebestemmelser ved VOR, 5 ved SIL og 6 ved LAN. Salmonellakoncentrationen ved VOR fandtes til gennemsnitlig 0.082 pr liter med et range på 0.012-0.23, ved SIL til 0.52 med et range på 0.21-0.97 med kun en prøve under 0.59 Salmonella pr liter. Ved LAN var den gennemsnitlige koncentration 0.6 Salmonella pr liter og range 0.14-1.0. I tabel 6 og fig. 3 ses resultaterne af de samtidige kvalitative og kvantitative undersøgelser, der viser en retlinet sammenhæng mellem de kvalitative og kvantitative salmonella- og pseudomonasfund. Det betyder, at man i Gudenåen, i lighed med Aarhusbugten (Grunnet 1974 og 1975), ud fra simple og ikke særlig tidskrævende tamponundersøgelser kan få et skøn over forekomsten af Salmonella og Ps.aeruginosa samtidig.

TABEL 6. Relationen mellem de kvantitative og kvalitative resultater for Salmonella og Ps. aeruginosa.

MPN pr liter	Antal undersøgte tamponer	% positive tamponer
for Salmonella:		
< 0,02	4	0%
0,02 - 0,055	22	14%
0,056- 0,099	12	33%
0,10 - 0,50	30	77%
0,51 - 1,0	26	92%
> 1,0	0	
for Ps.aeruginosa:		
0,1 - 0,5	8	38%
0,5 - 1,0	36	63%
1,1 - 5,5	18	94%

Fig. 3. Relationen mellem de kvantitative og de kvalitative fund af Salmonella og Ps.aeruginosa.



Ved at sammenholde fig. 2 og fig. 3 kan man opnå et sådant skøn over salmonellakoncentrationen alene ud fra antallet af E.coli i recipienten. Sidstnævnte gælder ikke for Ps.aeruginosa, da relationen mellem denne og E.coli (fig. 2) ikke er retlinet. Undersøgelsen viser således, at koncentrationen af Ps.aeruginosa oftest var højere end koncentrationen af Salmonella, og at isolationsfrekvensen for Ps.aeruginosa med stigende colital hurtigt blev konstant. En forklaring på pseudomonaskurven (fig. 2) kunne være, at isolationsmetoden var dårlig og svigtede ved høje colital, idet der for enhver isolation gælder, at ratio mellem den ønskede bakterie og de konkurrerende mikroorganismer ikke må blive mindre end en vis størrelse. Dette synes dog ikke at være forklaringen, idet pseudomonaskurven i fig. 3 er retlinet. Årsagen kan søges i, at Ps.aeruginosa udskilles i ret varierende koncentration, eller kan vokse i miljøet i modsætning til Salmonella, der udskilles i forbløffende ensartet koncentration fra anlæg til anlæg året rundt.

Undersøgelsen af bundprøver for Salmonella og Ps.aeruginosa viste, at disse bakterier elimineres hurtigt heri. Det gælder også i havvandsprøver (Grunnet 1975). E.coli elimineres også hurtigt i bundprøver. Dette viser, at det næppe er umagen værd at undersøge bundprøver for Salmonella og Ps.aeruginosa, samt at E.coli er uegnet som eneste indikator i bundprøver, og bør suppleres eller bedre erstattes med bestemmelse af Cl.perfringens.

Tange å.

Undersøgelsen af Tange å skulle have været en døgnvariationsstudie med prøveudtagning hver anden til tredie time. Udtagningsprogrammet brød imidlertid sammen, og vi modtog kun ca. 3 prøver fra hver station. Resultaterne ses i tabel 7. Da colitallene er meget svingende, og da

antallet af prøver er lille, kan der ikke drages nogen konklusion af disse. Colitallene var dog her væsentligt højere end de ved TAN målte. Tamponerne var udhængt i ca. 14 timer, hvorfor de ikke er direkte sammenlignelige med de andre tamponprøver.

Tabel 7.

Date 1975	Kl.	Station +)	MPN E.coli pr 100 ml	Antal undersøgte tamponer, i parentes antal prøver, hvorfra der er isoleret: Salmonella	Ps.aeruginosa
10/6	6^{35}	6	130	-	-
10/6	20^{30}	6	5400		
11/6	7^{25}	6	3500	2 (0)	2 (0)
10/6	6^{30}	7	1300000	-	-
10/6	21^{05}	7	1600000		
11/6	8^{20}	7	540000	2 (0)	2 (0)
10/6	20^{30}	67	79000		
11/6	7^{15}	67	13000	2 (0)	2 (0)
10/6	7^{50}	8	13000	-	-
10/6	20^{15}	8	35000		
11/6	4^{25}	8	35000	2 (0)	2 (0)
10/6	8^{05}	9	35000	-	-
10/6	20^{35}	9	24000		
11/6	4^{45}	9	35000	2 (0)	2 (0)
10/6	8^{00}	10	11000	-	-
10/6	20^{35}	10	35000		
11/6	4^{45}	10	1300	2 (0)	2 (0)
10/6	8^{20}	11	7900	-	-
10/6	21^{15}	11	930		
11/6	5^{05}	11	17000	2 (0)	2 (0)
10/6	8^{40}	12	13000	-	-
10/6	21^{45}	12	3300		
11/6	5^{20}	12	7000	2 (0)	2 (0)
10/6	8^{45}	13	92000	-	-
10/6	21^{50}	13	33000		
11/6	5^{20}	13	110000	2 (0)	2 (0)
11/6	6^{35}	14	11000	2 (0)	2 (0)

+) Ang. stationsnumre henvises til V.K.I.s kort over Tange å.

FREMTIDIG VANDKVALITET.

Om vandkvaliteten i Sønder sø og Nørreåen skal anføres, at den afskærende spildevandsledning, der leder spildevandet uden om Sønder sø, formodentlig kan redde denne sø, men samtidig flyttes forureningen til Nørreåen (jvf. tabel 7-8 side 16-17). Forholdene vil dog antagelig kunne bedres her ved at lave en kunstig sø i Nørreådalen efter sammenløbet af Søndermølleå og Nørreåen.

Vedrørende vandkvaliteten i den nederste del af Gudenåen (nedenfor Tange sø) skal anføres, at den kraftige forurening af Tange å fra Kjellerup by kan spores ved GÅS, selv efter passage gennem en mindre del af Tange sø, mens Gudenåen efter passage gennem Tange sø må være renset for coli. De større spildevandsproducenter, som øger colikoncentrationen i den nederste del af Gudenåen, er Kjellerup, Bjerringbro, Hadsten , Langå og Viborg. En forbedret rensning disse steder vil sænke colikoncentrationen ved A_{10}.

Adspurgt af VKI og Enviroplan, hvilken E.colikoncentration der passerede A_{10} i:

1) 1974-75,
2) 1980, hvor alle bysamfund (> 2000 p.e.) antages at have biologisk rensning som minimum, og
3) år 2000, hvor alle større bysamfund antages at have kemisk rensning eller mere.

Svaret på disse spørgsmål må blive et skøn:

ad 1) I 1974-75 var den målte gennemsnitskoncentration 630 E.coli pr 100 ml (jvf. side 12 og tabel 3), man da resultaterne må anses for at være minimumstal, skønnes den gennemsnitlige koncentration til ca. 1000 E.coli pr 100 ml.
ad 2) og 3) I 1980 og år 2000 skønnes koncentrationen at være faldet til henholdsvis 500-800 og ca. 300 E.coli pr 100 ml.

RESUME.

Undersøgelsen af Gudenåen foregik fra oktober 1973 til oktober 1975. Der undersøgtes ind- og udløbsprøver fra 13 rensningsanlæg (tabel 1), samt spildevandsprøver fra 3 sygehuse. I udløbsprøverne fra såvel mekanisk som biologisk renset spildevand var den hyppigst forekommende koncentration 1.000.000 E.coli pr 100 ml. Salmonella påvistes i 7 af 13 udløbsprøver i koncentrationer på 1-14 pr 100 ml. Suppleret med resultater fra andre jydske anlæg viste undersøgelsen desuden, at Salmonella kun kunne påvises i 2 af 8 anlæg tilsluttet mindre end 4.000 p.e., mens Salmonella påvistes i 37 af 39 udløbsprøver fra anlæg tilsluttet mere end 4.000 p.e. Dette var uafhængigt af, om anlægget var mekanisk eller biologisk (tabel 2).

Sygehusspildevandet indeholdt både efter beregning (i Aarhus-materialet) og i praksis efter undersøgelse af afløbene fra Silkeborg, Brædstrup og Kjellerup sygehuse kun yderst ringe restkoncentrationer af desinfektionsmidler og antibiotica.

Indholdet af sygdomsfremkaldende bakterier som Salmonella og Ps.aeruginosa var heller ikke højere end i normalt husspildevand. Dette understøttet af udenlandske undersøgelser viser, at der ikke er grund til at rense sygehusspildevand særskilt, men at det kan renses med byernes øvrige spildevand.

Fra Gudenåsystemet er der udtaget 366 vandprøver til undersøgelse for E.coli og 95 bundprøver fortrinsvis til bestemmelse af Cl.perfringens, samt undersøgt 570 tamponprøver for Salmonella og Ps.aeruginosa og foretaget 20 døgnsummationsundersøgelser. Sidstnævnte for at fastlægge en relation mellem salmonella- og

Ps.aeruginosa-koncentrationerne og de kvalitative fund af de samme bakterier bestemt med tamponmetoden.

Prøverne er udtaget på de af V.K.I. valgte stationer (fig. 1), dels for at kunne relatere resultaterne til de andre gruppers resultater, og dels fordi V.K.I. skulle forestå udtagning og transport. Det var ikke muligt at få udtaget prøverne med faste mellemrum og jævnt fordelt over året.

Resultaterne fra recipient- og tamponprøverne ses i tabel 3, mens bundprøverne ses i tabel 4. Der gives en kort beskrivelse af de enkelte stationer. I fig. 1 afbildes den relative hyppighed af colitallene således, at man direkte kan få et indtryk af forureningsgraden på de enkelte stationer.

I tabel 5 og fig. 2 vises relationen mellem colitallene og de kvalitative undersøgelser for Salmonella og Ps.aeruginosa for hele Gudenåsystemet under eet. Relationen mellem colitallene og Salmonella er nærmest retlinet, mens isolationsfrekvensen for Ps.aeruginosa nærmest bliver konstant ca. 60% ved colital større end 100 pr 100 ml.

I tabel 6 og fig. 3 vises relationen mellem kvantitative og kvalitative undersøgelser for Salmonella og Ps.aeruginosa udført ved VOR, SIL og LAN. Da denne relation er retlinet kan man med simple og ikke særlig tidskrævende tamponundersøgelser få et skøn over forekomsten af Salmonella og Ps.aeruginosa samtidig.

Undersøgelserne af bundprøverne viste, at E.coli, Salmonella og Ps.aeruginosa elimineres hurtigt i ferskvandssedimenter, i modsætning til Cl.perfringens.

Gudenåen kan opdeles i to afsnit, et afsnit med og et afsnit uden indskudte søer. Det første gælder den egentlige Gudenå indtil efter Tange sø og det første stykke af Nørreåsystemet, hvor forøgelsen af strømningstværsnittet ved passage gennem søerne giver gode muligheder for sedimentation. I sedimenterne elimineres de sygdomsfremkaldende bakterier som Salmonella og Ps.aeruginosa samt E.coli hurtigt.

I det andet afsnit af Gudenåen, hvor der ikke findes indskudte søer, er mulighederne for sedimentation mindre, dvs. at eliminationen af bakterier bliver langsommere og åen mere følsom for spildevandsudledning.

LITTERATURLISTE

Bonde, G.J.:
1963. Bacterial Indicators of Water Pollution. (2nd ed.) Teknisk Forlag, Copenhagen.

Bonde, G.J.:
1972. FAO/SIDA FIR/TPLR/72/16 Add. 1:1-11
Microbial Pollutants in Sediments.

Bonde, G.J. & Grunnet, K.:
1974. Amtsrådsforeningens tidsskrift, Danmarks Amtsråd. 4:13-18.
Sygehusene forurener ikke mere end andre.

Grunnet, K., Gundstrup, A,S.P. & Bonde, G.J.:
1970. Rév. int. Oceanogr. Méd. 17:165-177.
Isolation of Salmonella from a Polluted Marine Environment. Technique and Enrichment Media.

Grunnet, K. & Bonde, G.J.:
1973. 5th Coll. int. Océanogr. Méd. 291-307.
Methods for Estimation of E.coli in Receiving Waters and Sewage.
A Comparison between Gray's Glutamic Acid Medium, MacConkey's and Plain Lactose Peptone Media.

Grunnet, K.:
1974. Rév. int. Oceanogr. Méd. 34:155-161.
Quantitative Salmonella Demonstration by Pad Technique.

Grunnet, K., Gundstrup, A.S.P. & Bonde, G.J.:
1974. Nord. Vet.-Med. 26:239-242.
Tetrathionate Broth as a Medium for Simultaneous Demonstration of Salmonella and Pseudomonas aeruginosa.

Grunnet, K.:
1975. Salmonella in Sewage and Receiving Waters. Assessment of Health Hazards Due to Microbially Polluted Waters. FADL's Forlag, Copenhagen.

King, E.O., Ward, M.K. & Raney, D.E.:
1954. J. Lab. clin. Med. 44:301-307.
Two Simple Media for the Demonstration of Pyocyanin and Fluorescin.

Miljøstyrelsen:
1974. Vejledning nr. 4. 1-7.
Badevand. Vejledning om kontrol med badevand ved friluftsbadesteder.

Moore, B., Perry, E.L. & Chard, S.T.:
1952. J.Hyg. (Lond.) 50:137-156.
A Survey by the Sewage Swab Method of Latent Enteric Infection in an Urban Area.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater:
1971. (13th ed.) Amer. Publ. Hlth. Ass. Wash.:535-536.
Total Residue on Evaporation.

WHO.:
1975. Copenhagen EURO 3125(1). 1-34.
Guides and Criteria for Recreational Quality of Beaches and Coastal Waters.

HYGIEJNISK INSTITUT · ÅARHUS UNIVERSITET
INSTITUTE OF HYGIENE UNIVERSITY OF AARHUS DK 8000 ARHUS C DENMARK

Rapport over undersøgelse i Gudenåen for forekomst af DDT og PCB (polychlorerede biphenyler).

Formål

At vurdere Gudenå-systemets belastning med vanskeligt nedbrydelige organiske chlorforbindelser på grundlag af deres forekomst i fisk.

Metodiske overvejelser

Det har været overvejet, hvorvidt vurderingen af Gudenåens belastning skulle baseres på målingen i stedsspecifikke marine dyr eller i fisk, som er mindre stedsspecifikke, men som på den anden side befinder sig højt oppe i fødekæden og derfor må forventes at indeholde de største koncentrationer af de chlorerede forbindelser som følge af den formodede voksende koncentration op igennem de trofiske niveauer. Derfor har man valgt en rovfisk, gedde, Esox lucius som indikator-organisme.

Prøvestationernes placering

Valget af prøvestationer har været bestemt af forekomsten af gedder i Gudenå-systemet.

Fra de følgende fire områder er undersøgt gedder: Silkeborg Langsø, Tange sø, Tange å og Gudenåen ved Frisenvold.

Prøvetagning

Prøvetagning har fundet sted forår og efterår 1975. Prøvematerialet er leveret til Hygiejnisk Institut ved Isotopcentralens mellemkomst.

Analysemetodik

Analyserne for DDT og DDT-metabolitter samt PCB er udført på Hygiejnisk Institut, Aarhus Universitet.

100 g muskel fra både højre og venstre side af gedden er udtaget og opbevaret på instituttet. Den ene af fileterne findeles på en Warring Blender og homogeniseres derefter på en Ultra Turrax. Af de 100 g homogenat afvejes 2 x 10 g prøve, som anvendes til dobbeltbestemmelse. Resten af prøven indpakkes i staniol og opbevares som reserve i dybfrossen stand.

Extraktion

En hylse + 10 g sand + 40 g natriumsulfat extraheres på vandbad i soxhlet-extraktor i 1 time med 150 ml benzin. Når benzinen er afdampet, udrives i en rengjort morter 10,0 g homogeniseret fisk med sand-sulfat-blandingen. Den samlede blanding føres derefter kvantitativt tilbage til hylsen, som lukkes med en lille tot glasuld og anbringes i en soxhlet-extraktor. Morter og pistil skylles med 2 x 50 ml benzin, som overføres til hylsen.

Der extraheres med ialt 250 ml benzin i 2 timer, med en hastighed af 25 - 30 extraktor-tømninger/time.

Benzin-extrakten inddampes på vandbad og til slut ved påblæsning af nitrogen til 10 - 20 ml. Extrakten filtreres gennem et lille vandfrit Na_2SO_4 -filter ned i en vejet erlenmeyer-kolbe (50 ml) og inddampningskolben og filter skylles med 3 x 5 ml benzin. Benzinen afdampes forsigtigt på vandbad og ved påblæsning af nitrogen til konstant vægt. Den fundne rest svarer til lipoid-indholdet i 10,0 g filet.

Fordeling

Lipoidet opløses i 10 ml benzin, der overføres til en 100 ml skilletragt og kolben med lipoid vaskes derefter med 3 x 5 ml benzin, der overføres til skilletragten. Til skilletragten sættes 10 ml dimethylformamid (DMF),

mættet med hexan. Der rystes i 1 min. og hensættes til klare opløsninger er opnået. DMF-fasen tappes ned i en anden 100 ml skilletragt. Extraktionen gentages med yderligere 3 x 10 ml DMF mættet med hexan, og DMF-faserne herfra blandes med det første DMF. Benzin-opløsningen bortkastes derpå. De samlede DMF-faser rystes derpå 1 min. med 10 ml benzin mættet med DMF, og DMF-fasen tappes ned i en 500 ml skilletragt. Hexan-fasen rystes atter med 10 ml DMF mættet med hexan, og DMF-fasen herfra blandes med de øvrige DMF-udtræk. Til de samlede DMF-udtræk sættes 200 ml 2% Na_2SO_4-opløsning, og der rystes kraftigt i 2 min. Efter henstand i 20 min. bortkastes det nederste vandige lag.

Oprensning

Et chromatografirør forsynes med en lille tot glasuld og påfyldes 10 g standardiseret aluminium-oxid opslemmet i ca. 50 ml benzin, derefter påfyldes søjlen så meget vandfrit natriumsulfat, at der fremkommer et 4 - 5 cm højt lag.

Søjlen vaskes uden at være løbet tør med 25 ml benzin. Når overfladen af benzinen når natriumsulfat-laget overføres extrakten kvantitativt til søjlen.

Adskillelse af PCB fra DDT

PCB er adskilt fra DDT på en florisil søjle for at kontrollere, at PCB toppe ikke overlejer toppe fra DDT-metabolitter.

Gaschromatografi

Som kolonne anvendtes 2 m glaskolonne indeholdende 3% OW 17 + QF 1 (3:22) på Gaschrom Q, og som detektor anvendtes electron-capture scandium detektor på 1000 mc.

De forskellige forbindelser er identificeret på grundlag af relative retentionstider bestemt på grundlag af en standard-opløsning.

Resultater

På grundlag af chromatogrammerne kunne følgende forbindelser påvises kvantitativt : DDT, DDE, o,pDDT samt PCB. PCB blev kvantitativt beregnet på basis af PCB-blandingerne Clophen A 30, Clophen A 40, Clophen A 50 og Clophen A 60 som standard, idet en enkelt af disse ikke kunne danne standard for beregning af samtlige PCB toppe.

Resultaterne er angivet i 10^{-9} g stof pr. g filet gedde (ppb) og er skematisk gengivet i tabel 1 for hver lokalitet.

Gennemsnittet af koncentrationerne af DDE, DDT samt PCB for samtlige gedder ved hver lokalitet er gengivet på fig. 1 i søjlediagrammer. Enheden i søjlediagrammet er for DDT og DDE 1 mm $\sim$ 2 ppb og for PCB 1 mm $\sim$ 40 ppb.

Vurdering af belastningen i Gudenåen

Såvel DDT-metabolitter som PCB er jævnt fordelt over Gudenåsystemet, men med en let stigende gradient fra Silkeborg Langsø mod Frisenvold af DDE.

Hygiejnisk vurdering

En hygiejnisk vurdering kan foretages på grundlag af kriterierne for forekomst af DDT i fødevarer. Afhængigt af hvilke lande man betragter anvendes kritiske værdier for DDT forekomst fra 1000 - 7000 ppb.som grænse for tilladelig forekomst af DDT. Idet gedde må formodes at have en af de højeste koncentrationer blandt arterne i systemet kan det konkluderes, at fiskeri i Gudenåen ikke er kritisk på grundlag af Gudenåens belastning med chlorerede forbindelser, idet PCB generelt må anses for væsentligt mindre toxisk end DDT.

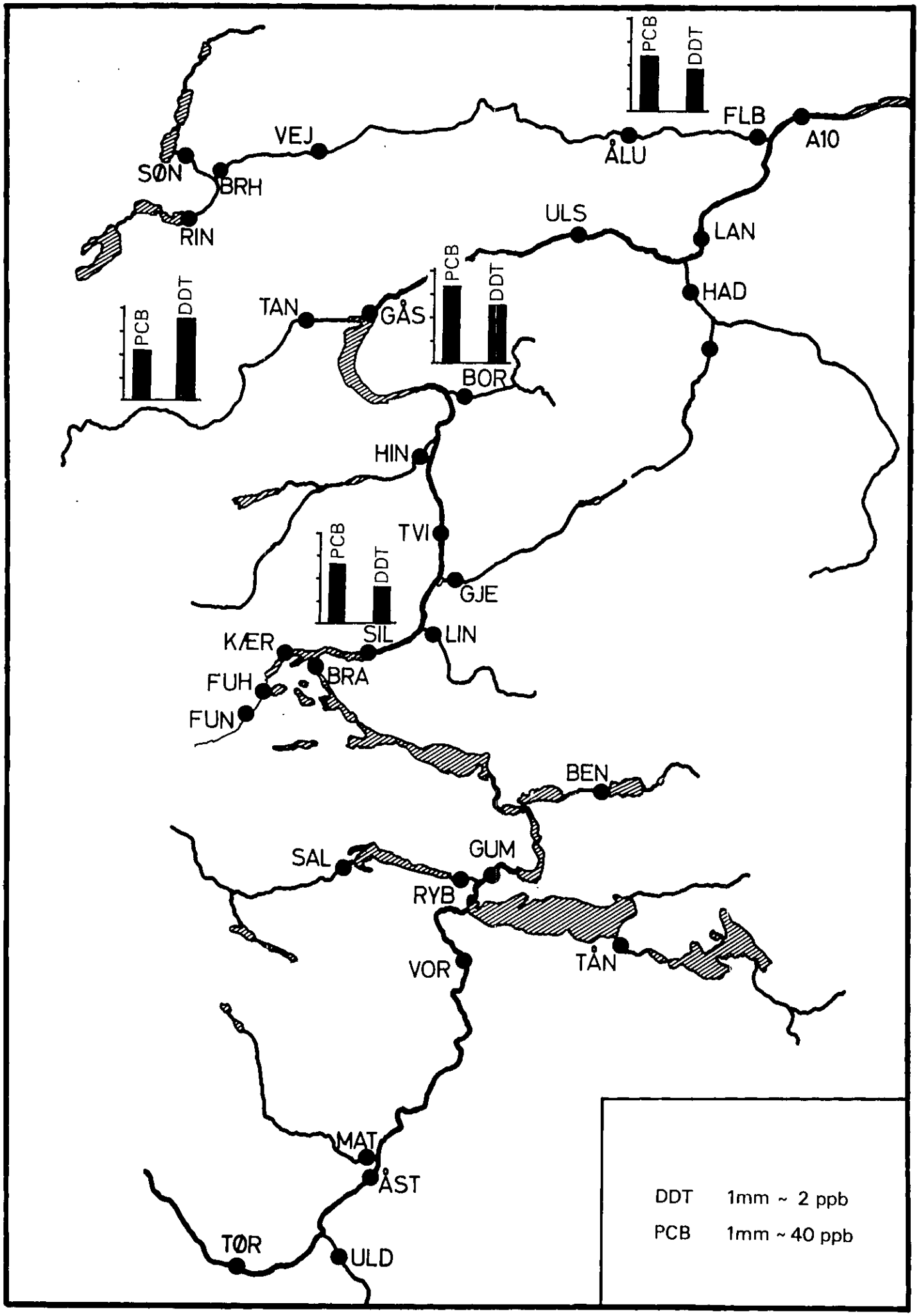
Tabel 1

Sted	Fisk	Fangstdato	Alder (år)	DDT (ppb)	PCB (ppb) µg/kg filet
Silkeborg Langsø	gedde	maj 1975	7	n. d.	604
"	"	1. 3. 1975	6	34	510
Tange Sø	gedde	okt. 1975	9	24. 0	927
"	"	okt. 1975	5	30. 5	763
"	"	okt. 1975	7	15	440
"	"	okt. 1975	9	35	560
Tange Å	gedde	okt. 1975	5	35	459
Frisenvold	gedde	mar. 1975	5	12. 9	788
"	"	mar. 1975	7	4. 0	499
"	"	mar. 1975	7	54	620
"	"	mar. 1975	8	n. d.	700
Silkeborg Langsø				17	557
Tange Sø				26. 1	672
Tange Å				35	459
Frisenvold				17. 8	652

ΣDDT = DDT + DDE

n. d. = under detektionsgrænsen

Hygiejniske grænseværdier for DDT i fødevarer: 1000 - 7000 ppb


PCB
DDT
FLB
A10
ÅLU
VEJ
SØN
BRH
RIN
ULS
LAN
HAD
TAN
GÅS
BOR
HIN
TVI
GJE
SIL
LIN
KÆR
BRA
FUH
FUN
BEN
SAL
GUM
RYB
TÅN
VOR
MAT
ÅST
TØR
ULD
DDT 1mm ~ 2 ppb
PCB 1mm ~ 40 ppb