



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Rapport om: Sporstofundersøgelse for Agger Udløbsledning

september 1977

Larsen, Torben

Publication date:
1977

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Larsen, T. (1977). *Rapport om: Sporstofundersøgelse for Agger Udløbsledning: september 1977*. Aalborg Universitetscenter, Inst. for Vand, Jord og Miljøteknik, Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning.

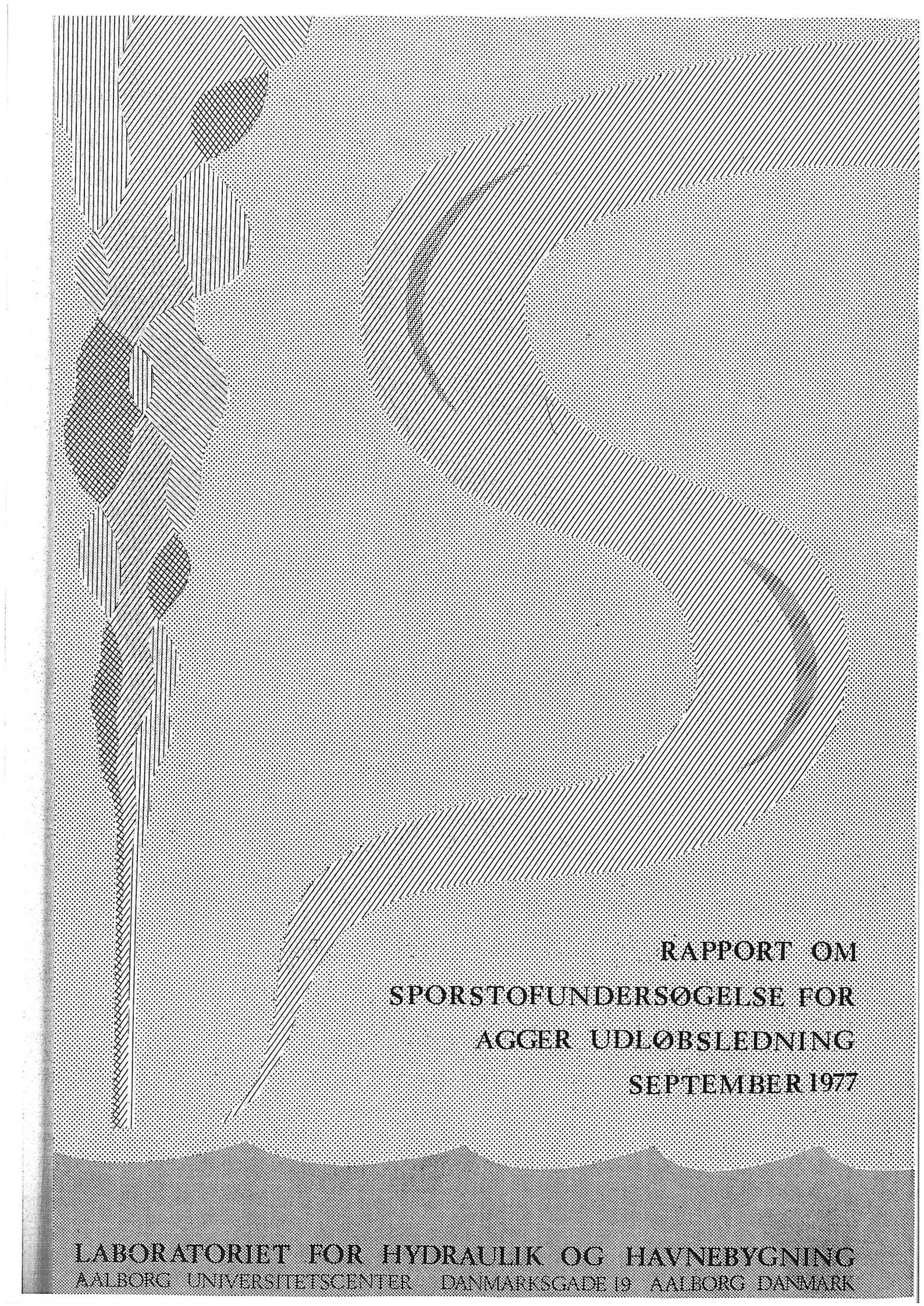
General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



RAPPORT OM
SPORSTOFUNDERSØGELSE FOR
AGGER UDLØBSLEDNING
SEPTEMBER 1977

LABORATORIET FOR HYDRAULIK OG HAVNEBYGNING
AALBORG UNIVERSITETSCENTER DANMARKSGADE 19 AALBORG DANMARK

AALBORG UNIVERSITETSCENTER

INSTITUTTET FOR VAND, JORD OG MILJØTEKNIK

Danmarksgade 19 9000 Aalborg Danmark

telefon (08) 160533

LABORATORIET FOR HYDRAULIK OG HAVNEBYGNING

Ingeniørdocent H. F. Burcharth

RAPPORT OM

SPORSTOFUNDERSØGELSE FOR
AGGER UDLØBSLEDNING

SEPTEMBER 1977

INDHOLDSFORTEGNELSE:

1. Indledning	side	1
2. Konklusion	side	2
3. Beskrivelse af målemetode	side	3
4. Sporstofdosering den 8. august 1977	side	4
5. Sporstofdosering den 13. september 1977	side	5
6. Sporstofdosering den 20. september 1977	side	6
7. Kommentarer til måleresultaterne	side	7
8. Vurdering af nødvendigheden af initialopblanding	side	10
9. Afsluttende bemærkninger	side	11

BILAGSFORTEGNELSE:

Visuel bedømmelse den 8. august 1977	Bilag nr.	1
Målte koncentrationer den 8. august 1977	Bilag nr.	2
Visuel bedømmelse den 20. september 1977	Bilag nr.	3
Målte koncentrationer den 20. september 1977	Bilag nr.	4

1. Indledning

I juli 1977 anmodede Nellemann og Partnere A/S på vegne af Sydthy kommune laboratoriet om at udføre den her beskrevne orienterende sporstofundersøgelse ved høfde 93 ved Agger. Formålet med undersøgelsen var at give et kvalitativt indtryk af problemstillingen ved udledning af renset spildevand ved høfdeenden. På baggrund heraf ville man have grundlag for at vurdere, om en nøjere undersøgelse med et mere kvantitativt sigte var ønskelig.

Ved planlægningen af undersøgelsen har ing. Haubak og ing. Binder fra Nellemann og Partnere A/S og civ.ing. Torben Larsen fra laboratoriet medvirket. Herværende rapport er udarbejdet af Torben Larsen.

2. Konklusion

På grundlag af den udførte orienterende undersøgelse kan følgende konkluderes:

1. Normalt vil det udledte spildevand under stadig fortynding blive ført langs hølfdn ind mod kysten. Transporten er primært forårsaget af bølgerne medens vinden er af minimal betydning. Langs kysten vil det fortyndede spildevand løbe i en ca. 20 m bred zone ind til næste hølfdn, hvor det vil blive ført bort fra kysten.
2. Måleresultater og overslagsmæssige beregninger viser, at man ved fuld udbygning kan forvente E-colital på mindst 100 pr. 100 ml i omkring 40% af tiden inden for de nærmeste 100 m fra hølfdn, og at det nugældende, vejledende badevandskrav sandsynligvis vil kunne overholdes.
3. Syd for hølfdn 92 og nord for hølfdn 94 vil spildevandsudledningen med stor sandsynlighed ikke kunne registreres.

3. Beskrivelse af målemetode

Målingerne var primært baseret på at give et direkte visuelt indtryk af, hvorledes man kunne forvente at spildevandet ville fordele sig i recipienten. Man planlagde derfor, at sporstoffodoseringen skulle ske kontinuert over så lang tid, at stationære tilstande blev opnået og med så kraftig dosering, at sporstoffet ville være synligt i recipienten i et rimeligt område omkring høfden.

Rent praktisk blev doseringsudstyret placeret ved hofdeenden og sporstoffet blev, gennem en slange som blev båret af en ca. 8 m lang stang, pumpet ud ved vandoverfladen, umiddelbart udenfor de yderste blokke i hofdeenden. Som sporstof anvendtes rodamin BU flussig (BASF), som var fortyndet med ætanol med henblik på at korrigere massetætheden.

Ved målingerne blev forløbet af farvestoffanen observeret, idet man til forskellige tidspunkter skitserede dennes beliggenhed. Endvidere optog man langs kystlinien vandprøver med 25 m's afstand for at danne sig et skøn over fortyndingen af sporstoffet. Disse vandprøver blev analyseret i laboratoriet, hvor sporstoffkoncentrationen i prøverne blev bestemt.

4. Sporstofdosering den 8. august 1977

Den 8. august 1977 doseredes 1,12 ml/sec rodamin fra kl. 09.30 til 14.30. Vinden var østlig ca. 6 m/sec. Der var mindre dønninger med en højde på 0,5-0,7 m og med en periode på 10-12 sec kommende fra NW til NNW. Kyststrømmen var svag, formentlig nordgående 2-5 cm/sec indtil kl. ca. 13.00 og herefter formentlig sydgående med tilsvarende hastigheder. Ved høfdeenden brød dønningerne og opskyllet strømmede ind langs sydsiden af høfden uden at opskyllet dog kom helt frem til kystlinien.

Ved høfdeenden blev sporstoffet ført hurtigt bort med de brydende dønninger ind mod kysten, ind til et område 20-30 m fra høfden og umiddelbart syd for høfden. Fra dette område bredte sporstoffet sig langsomt ind mod kystlinien og man skønner en transporttid fra doseringspunktet til kystlinien på ca. 40 min. Man kunne ikke konstatere sporstof, som bevægede sig i andre retninger. Langs kystlinien løb sporstoffet med bølgestrømmen i en 20-30 m bred zone og hastigheden skønnedes til 2-3 cm/sec. Efter ca. 4 timers forløb nåede sporstoffanen høfde 92 og herfra transporteredes sporstoffet bort fra kysten af en tværstrøm langs høfde 92. Det var ikke muligt, synligt at konstatere sporstof syd for høfde 92 efter de 5 timers dosering.

På bilag nr. 1 og 2 er henholdsvis de skitserede placeringer af sporstoffanen og de målte sporstofkoncentrationer angivet.

5. Sporstofdosering den 13. september 1977

Vejrforholdene den 13. september 1977 var dårligere end forudset. Vindstyrken målt til 8-10 m/sec fra WNW. Der var frisk sø fra samme retning med en signifikant bølgehøjde på skønsmæssigt 2 m og bølgeperioden var 6-7 sec. Kyststrømmen var tydelig sydgående. Brydningszonen startede omkring ved høfdeenderne og høfdeenden blev konstant oversprøjtet og lejlighedsvis lettere overskyllet. Enkelte blokke i den løse kastning ud for høfdeenden rokkede svagt.

På grund af bølgeforholdene var det ikke muligt at placere doseringsudstyr ved høfdeenden. Man foretog derfor istedet en momentan dosering med 0,5 l rodamin kl. 10.55.

Sporstoffet blev hurtigt ført ind mod kysten syd for høfden med opskyllet fra de brudte bølger, transporttiden skønnes til i gennemsnit 15 sec fra doseringspunktet til kystlinien. Langs kystlinien løb sporstoffet i en 20-30 m bred zone med bølgestrømmen med en hastighed som anslås til 0,3-0,5 m/sec. Efter ca. 6 min var sporstoffet ikke længere synligt, hvilket tyder på en meget hurtig opblanding.

På grund af doseringsmåden blev der ikke optaget vandprøver langs kystlinien.

6. Sporstofdosering den 20. september 1977

Den 20. september 1977 lød vejrmeldingerne på svag vestlig vind. Imidlertid var vinden ved Agger svag nordnordøstlig eller vindstille 0-4 m/sec. Der var kraftige dønninger med en højde på 1,5-2,0 m og en periode på 8 sec. Kyststrømmen målt med flyder til 0,05 m/sec sydgående. Bølgebrydningen omkring høfdeenden var relativt kraftig.

I perioden kl. 08.22 til 09.28 doserede man 0,28 ml/sec rodamin og fra kl. 09.28 til kl. 11.42 doseredes 1,11 ml/sec. Formålet med at ændre doseringsmængden var for det første at forsøge at kontrollere de transporttider, som man visuelt skønnede, og for det andet at danne sig et indtryk af, om hvorvidt koncentrationerne var proportionale med doseringsmængden. Det sidstnævnte vil ikke være tilfældet såfremt sporstoffet delvis nedbrydes eller adsorberes på partikler i havvandet.

Fra høfdeenden blev sporstoffet transporteret hurtigt bort med de brydende bølger og bevægede sig derefter ind langs høfdens sydside i en ca. 20 m bred zone. Transporttiden til kystlinien var 10-12 min. Herefter løb sporstoffet langs kystlinien, stadig i en ca. 20 m bred zone, med en skønsmæssig hastighed på 0,2 m/sec. Ved høfde 92 førtes sporstoffet bort fra kysten langs nordsiden af denne høfde. På bilag nr. 3 og 4 er henholdsvis de skitserede placeringer af sporstoffanen og de målte sporstofkoncentrationer angivet.

7. Kommentarer til måleresultater

Sammenfattende for de tre måledage må man konstatere, at sporstoffet blev ført ind til kystlinien af opskyllet fra de brydende bølger uanset vindforholdene og formentlig også uafhængigt af kyststrømmen. I de tre tilfælde blev sporstoffet ført ind på sydsiden af høfde 93, men dette har sin årsag i de indkomne bølgers retning, som i disse tilfælde var lidt nord fra høfdens retning. Ved bølger kommende fra sydligere retninger må man forvente, at sporstoffet ville have nået kystlinien nord for høfden.

Transporttiden fra høfdeenden til kystlinien lå i intervallet fra 15 sec til 40 min, afhængigt af bølgehøjden. Kystinspektoratet oplyser, at på den pågældende kyststrækning kan man forvente bølgehøjder (dønninger) større end 0,5 m i mindst 80-90% af tiden, som årgennemsnit. På den baggrund må man skønne, at man i sommerperioden har situationer, hvor spildevand vil blive ført ind til kystlinien med sikkerhed i mindst 50% af tiden og formentlig hyppigere. Transporttiden mellem høfdeenden og nærmeste punkt på kystlinien vil under disse forhold være mindre end 1 time og i gennemsnit skønsmæssigt 15-30 min.

Som tidligere omtalt kørte man den 20. september 1977 forsøgsvis med to doseringsmængder. Man indledte med ca. 1 times dosering med en mindre mængde, umiddelbart efterfulgt af ca. 1,5 times dosering med den firedobbelte mængde. Man kunne herved kontrollere de visuelt skønnede transporttider, idet man på de optagne vandprøver i kystlinien kunne genfinde koncentrationsspringet. Endvidere synes der at være en rimelig proportionalitet mellem doseringsmængde og målt koncentration. Man må derfor antage, at sporstoffet har været tilfredsstillende stabilt i måleperioden. Man har således erfaring for, at sporstoffet kan adsorberes på opslemmede partikler, hvorved den målte koncentration reduceres. Denne fejlkilde vil give sig kraftigt udslag ved lave sporstofkoncentrationer, men forekom øjensynligt ikke ved disse målinger.

Sporstoffets koncentration i punkter langs kysten er målt i to tilfælde. Uanset de foregående bemærkninger er man principielt meget forbeholden overfor at lade disse koncentrationer være repræsentative for en spildevandsudledning. Dette skyldes for det første, at metoden ikke giver kendskab til hvorledes transportprocessen egentlig foregår, og dernæst vil initialopblandingen ved høfdeenden være noget forskellig for henholdsvis sporstof og spildevand. Sporstoffet vil på grund af de små mængder praktisk taget momentant være så meget fortyndet, at det

har opnået samme densitet som havvandet. For spildevandets vedkommende vil dette foregå væsentligt langsommere. Imidlertid må man skønne, at initialopblandingen for spildevandet vil være afsluttet inden det når kystlinien på grund af den kraftige turbulens fra bølgeopskyllet.

Hvis man imidlertid anvender målingerne af sporstofkoncentrationerne til beregning af spildevandskoncentrationerne langs kysten, må man på grund af ovennævnte usikkerheder og fejlmuligheder være klar over, at de således bestemte værdier formentlig vil være på den usikre side. På bilag nr. 2 og 4 er disse direkte, beregnede spildevandskoncentrationer angivet, idet man er gået ud fra en spildevandsmængde på 183 l/sec, som værende tørvejrsmængden ved det i 1985 fuldt udbyggede system.

De beregnede værdier angiver en spildevandskoncentration den 8. august 1977 på ca. $7 \cdot 10^{-3}$ og den 20. september 1977 på ca. $0,17 \cdot 10^{-3}$ inden for de nærmeste 200 m fra høfden.

På baggrund af en drøftelse med Nellemann og Partnere A/S skønner man, at Escherichia coli-koncentrationen i det rensede spildevand bliver 10^6 E-coli pr. 100 ml samt at inaktiveringen kan karakteriseres ved $T_{90} = 1$ time, dvs. at 90% af bakterierne er nedbrudt efter 1 time. Herefter kan man overslagsmæssigt beregne følgende E-coli-koncentrationer på stranden:

	8. august	20. september
Beregnet spildevandskoncentration	$7 \cdot 10^{-3}$	$0,17 \cdot 10^{-3}$
E-coli i spildevandet, skønnet pr. 100 ml	10^6	10^6
Transporttid til kysten 100 m fra høfden	1,5 time	1/3 time
Inaktiveringsfaktor ved $T_{90} = 1$ time	0,032	0,46
E-coli på stranden 0-100 m fra udløb pr. 100 ml	<u>220</u>	<u>80</u>

Disse tal må ses i lyset af de tidligere nævnte forbehold.

Forholdet mellem de beregnede spildevandskoncentrationer fra den 8.8.77 og den 20.9.77 er ca. 40. Imidlertid var bølgestrømmen langs kystlinien ca. 10 gange mindre den 8.8.77 end den 20.9.77, hvilket til en vis grad forklarer forskellen. Det vil endvidere være rimeligt at skønne, at den zone, som sporstoffet passerer igennem, var bredere den 20.9. end den 8.8. på grund af forskellen i bølgeforholdene. Til trods for de primitive forsøgsbetingelser synes der dog at være en rimelig overensstemmelse målingerne imellem.

Bølgeforholdene de to måledage må til en vis grad siges at dække det interval, hvor badning i området vil finde sted. Imidlertid må man formentlig forvente, at hyppigheden af dønnernes retning vil være nogenlunde jævnt fordelt på begge sider af høfdens retning. Med henvisning til den tidligere nævnte hyppighed af døninger og til de beregnede E-coliniveauer på stranden, må man derfor efter bedste skøn antage, at der vil forekomme fortyndet spildevand i kystzonen på f.eks. sydsiden af høfden i ca. 40% af tiden og at E-coliniveauet vil være

af størrelsesordenen 100 E-coli pr. 100 ml. Man må herefter konkludere, at tallene peger i retning af, at det nugældende, vejledende badevandskrav sandsynligvis vil blive overholdt. Det vejledende kriterium er som bekendt, at ved en prøveoptagning i badesæsonen må højst 5% af værdierne overstige 1000 E-coli pr. 100 ml.

Man skal gøre opmærksom på, at man i en udbygningsperiode med mindre spildevandsmængder må forvente tilsvarende lavere E-coli tal.

8. Vurdering af nødvendigheden af initialopblanding

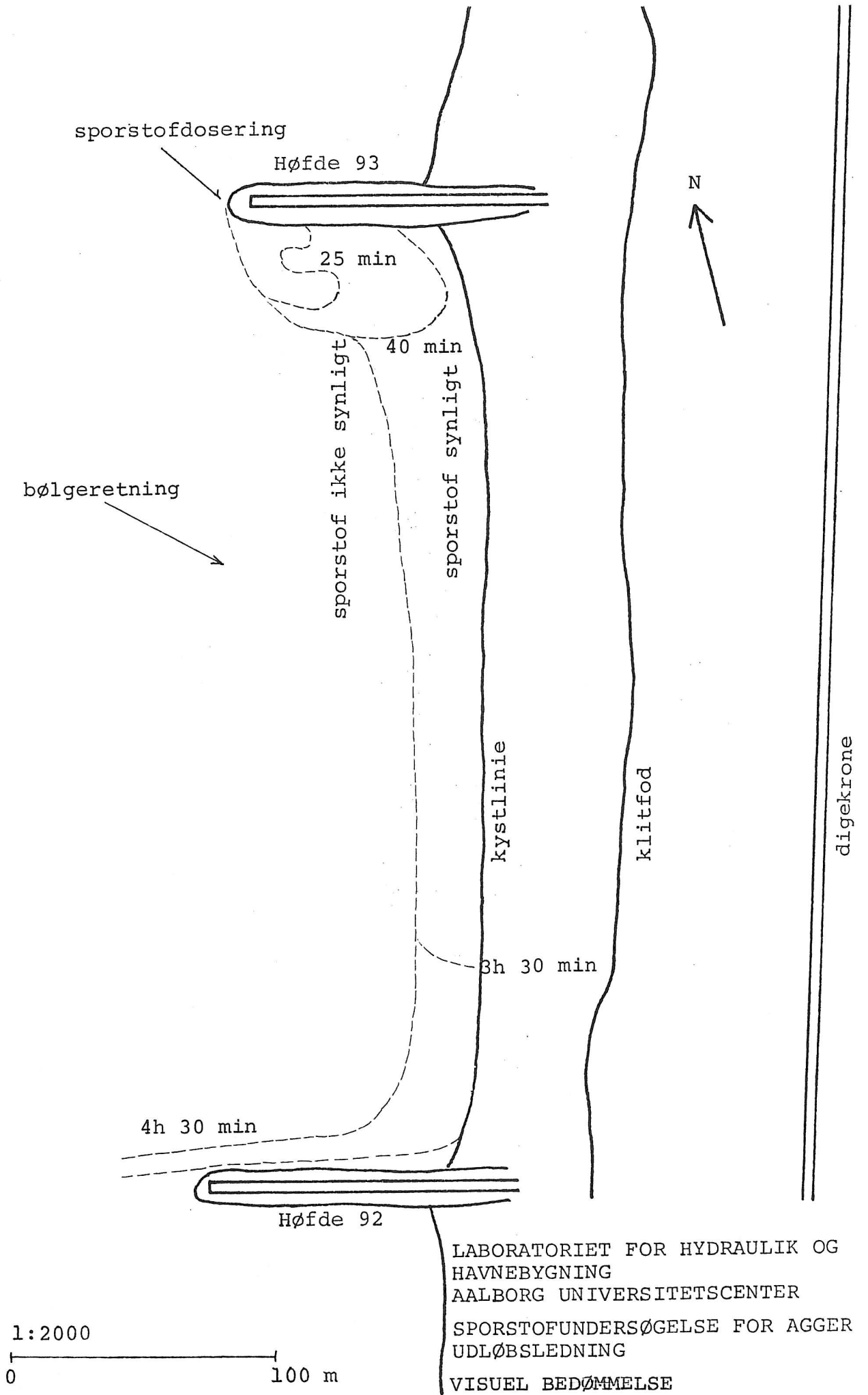
Ved en normal havledning under de forhold, som hersker ved kysten ved Agger, ville man formentlig tilstræbe en initialopblanding på ca. 45-50 gange ved spildevandsopstigning fra bunden til overfladen. Formålet med et sådant krav er at hindre, at spildevandet indlejres på overfladen adskilt fra vandet i recipienten, idet man i så fald ville få en spildevandsfane, som af vinden i perioder med små strømhastigheder ville kunne føres ind på kysten. Endvidere er initialopblanding særdeles ønskelig ved udledning af urensset spildevand på grund af de æstetiske og lugtmæssige forhold.

I det aktuelle tilfælde er foreslået en udledning i høfdeenden ved overfladen. Man opnår herved ikke i fuldt omfang den ovenfor omtalte initialopblanding ved selve høfdeenden; men på grund af den kraftige turbulens i de brydende bølger kan det med sikkerhed antages, at man vil få fuld opblanding, når spildevandet har nået kystlinien. Da spildevandet her under alle omstændigheder, som tidligere nævnt, i fortyndet form transporteres ind på kysten, vil koncentrationen langs kysten ikke være afhængig af graden af initialopblanding ved høfdeenden.

På grund af den biologiske rensning vil man ikke få lugtmæssige eller æstetiske problemer ved den foreslåede udledning, men det vil formentlig være rimeligt at fraråde ophold på høfdeenden.

9. Afsluttende bemærkninger

Da denne undersøgelse, som nævnt i indledningen, kun har haft orienterende karakter, kan man ikke forvente entydige og fuldstændig holdbare konklusioner. Men man har fået grundlag for at skønne, at badevandskravene sandsynligvis kan overholdes ved en udledning af spildevand fra hofde 93 samt at en sådan udledning i værste fald kun vil give nogle overskuelige og helt lokale problemer nogle få hundrede meter på begge sider af hofden.



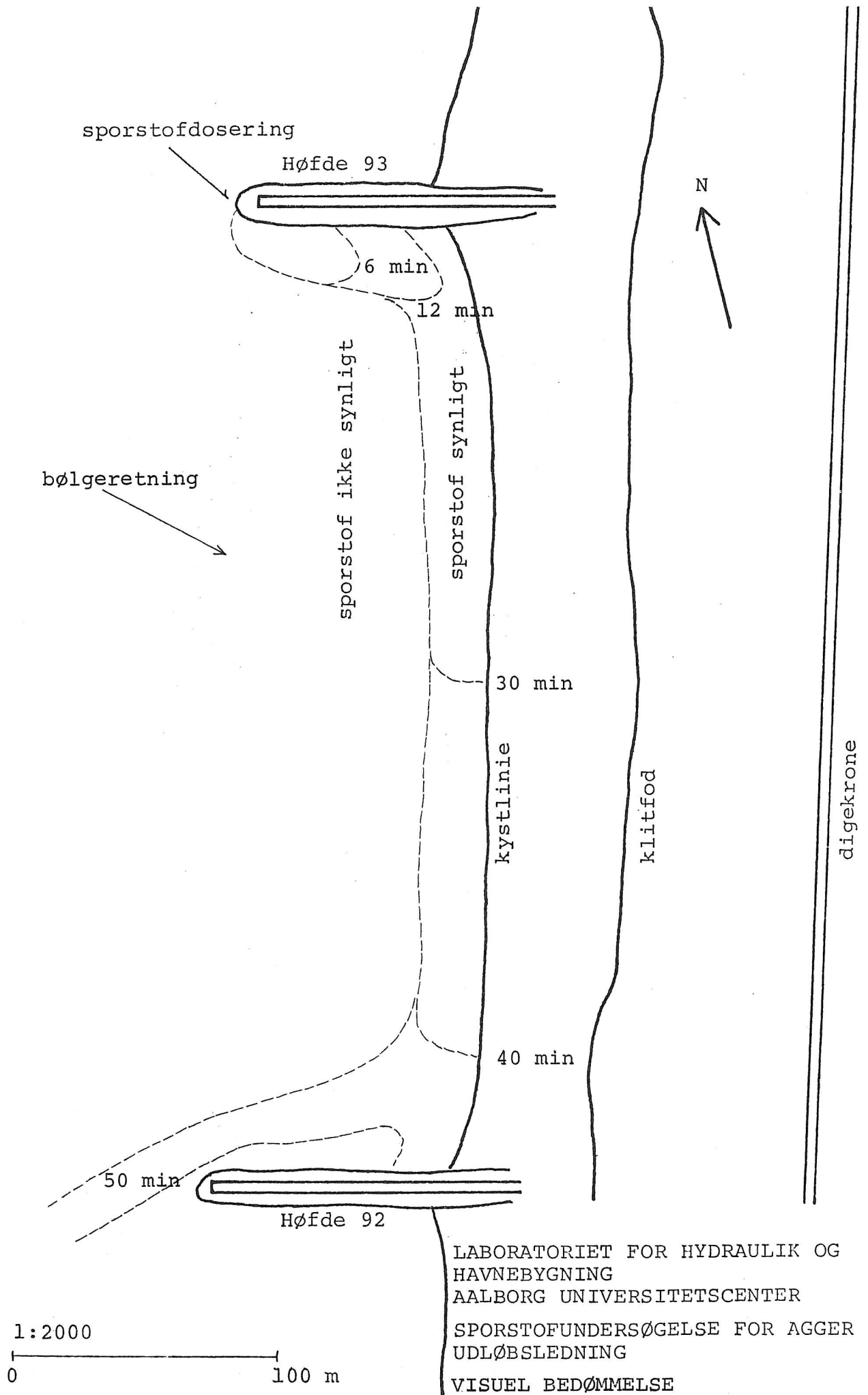
LABORATORIET FOR HYDRAULIK OG
 HAVNEBYGNING
 AALBORG UNIVERSITETSCENTER
 SPORSTOFUNDERSØGELSE FOR AGGER
 UDLØBSLEDNING
 VISUEL BEDØMMEELSE

Afstand fra høfde 93 mod syd	Koncentration af sporstof	Beregnet koncentration af spildevand ved Q = 183 l/sec
m	faktor 10 ⁻⁷	faktor 10 ⁻³
0	0,42	6,8
25	0,36	5,9
50	0,56	9,1
75	0,43	7,0
100	0,48	7,8
125	0,49	8,0
150	0,41	6,7
175	0,26	4,2
200	0,26	4,2
225	0,17	2,7
250	0,11	1,8
275	0,01	0,16
300	0,00	0
325	0,00	0
350	0,00	0

Pr veoptagning startede kl. 12.55 ved høfde 93 og afsluttet kl. 13.10. Prøver optaget i viste rækkefølge.

LABORATORIET FOR HYDRAULIK OG
HAVNEBYGNING
AALBORG UNIVERSITETSCENTER
SPORSTOFUNDERSØGELSE FOR AGGER
UDLØBSLEDNING
MÅLTE KONCENTRATIONER

DOSERING DEN 8.8.77 BILAG NR. 2



LABORATORIET FOR HYDRAULIK OG HAVNEBYGNING
 AALBORG UNIVERSITETSCENTER
 SPORSTOFUNDERSØGELSE FOR AGGER UDLØBSLEDNING
 VISUEL BEDØMMELSE

Afstand fra høfde 93 mod syd	Koncentration af sporstof	Beregnet koncentration af spildevand ved Q = 183 l/sec		
m	faktor 10 ⁻⁷	faktor 10 ⁻³		
0	0,072	0,12	↑	
25	0,096	0,16	Beregnet under forudsætning af doserings- mængde 1,11 ml/sec	
50	0,117	0,19		
75	0,112	0,20		
100	-	-		
125	0,117	0,19		
150	0,096	0,16		
175	0,096	0,16		
200	0,102	0,17		
225	0,096	0,16		
250	0,093	0,15		
275	0,025	0,16	↓	
300	0,021	0,14	Beregnet under forudsætning af doserings- mængde 0,28 ml/sec	
325	0,018	0,12		
350	0,016	0,10		
375	0,012	0,08		
400	0,008	0,05		
Afstand fra høfde 92 mod syd				
0	0	0		
25	0	0		
50	0	0	↓	

Pr veoptagning startet kl. 10.05 ved høfde 93 og afsluttet
kl. 10.19 ved høfde 92.

LABORATORIET FOR HYDRAULIK OG
HAVNEBYGNING
AALBORG UNIVERSITETSCENTER
SPORSTOFUNDERSØGELSE FOR AGGER
UDLØBSLEDNING
MÅLTE KONCENTRATIONER