

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 2/72

BESTEMMELSE AV BIOKJEMISK NEDBRYTBARHET
I EMULGATORER

Saksbehandler: Cand.real. Arne Henriksen, kjemisk analyseseksjon

Medarbeider : Siv.ing. Kari Ormerod, bakteriologisk seksjon

Rapporten avsluttet i mars 1972

FORORD

Denne undersøkelse er utført ved Norsk institutt for vannforskning's kloakklaboratorium, mens vurdering av resultatene og utarbeidelse av rapport er foretatt av medarbeideren fra bakteriologisk seksjon.

Blindern, 23. mars 1972

Kari Ormerod

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	4
2. METODIKK	4
2.1 Metodens prinsipp	4
2.2 Utførelse	5
3. RESULTATER OG DISKUSJON	5
4. KONKLUSJON	11
5. BILAG	
1. Oksygenopptak i blandinger av emulgator og vann under det innledende forsøket.	12
2. Oksygenopptak under hovedforsøket.	13
3. Oksygenforbruk ved fullstendig oksydasjon av de forskjellige stoffer i emulgatoren.	14
4. Oksygenforbruk pr. gram emulgator ved fullstendig oksydasjon.	15

TABELLFORTEGNELSE

1. Gjennomsnittlig oksygenopptak pr. døgn i 3 perioder á 7 døgn	9
2. Målt oksygenopptak som prosent av kalkulert, maksimalt oksygenopptak for emulgatoren	10

1. INNLEDNING

Oppdragsgiver, M. Peterson & Søn A/S, Moss, ønsket å klarlegge mulige anvendelsesområder for et av sine produkter, en emulgator på talloljebasis, og ønsket i den forbindelse å få undersøkt produktets biologiske nedbrytbarhet. Da NIVA ikke har utarbeidet standardmetoder for måling av nedbrytbarhet, ble vi enige med oppdragsgiver om å forsøke en metode som vanligvis benyttes for å måle biokjemisk (biologisk) oksygenforbruk under nedbrytning av organisk stoff i vann. Ved å utføre en slik analyse håpet vi det skulle være mulig å få et inntrykk av stoffets nedbrytbarhet.

2. METODIKK

2.1 Metodens prinsipp.

Emulgatoren er å anse som et organisk stoff. Vi ønsker å vite om dette stoff lar seg nedbryte, det vil si oksydere til CO_2 og H_2O , av mikroorganismer. Under nedbrytningsprosessen vil en del av det organiske stoff bli benyttet til å danne flere mikroorganismer, mens en del vil medgå til å skaffe dem energi. Denne sistnevnte del vil da danne sluttproduktene CO_2 og H_2O , og for å få denne prosessen til å gå, opptar mikroorganismene oksygen fra løsningen. Mikroorganismene trenger også andre stoffer enn oksygen og organisk stoff; de må ha en nitrogenkilde samt næringssalter. Det tilsettes derfor en rekke uorganiske salter slik at dette krav blir tilfredsstillet. Man kan heller ikke regne med at emulgatoren, saltene og vannet de er løst i, inneholder nok mikroorganismer til å sikre en rask start for nedbrytningsprosessen. Slike prøver tilsettes derfor vanligvis mikroorganismer. For å få en blanding av aktive mikroorganismer for nedbrytningen, benyttes gjerne slam fra biologiske kloakkrensingsanlegg til podemateriale.

Blandingen av organisk stoff, salter, vann og podemateriale blir fylt på spesielle flasker som står i kontakt med kvikksølvmanometre. Utskilt CO_2 absorberes i en kopp med lut inne i flasken, og opptatt oksygen blir registrert som trykkfall i luftrommet over væsken i flasken. Ved å avlese manometrene med jevne mellomrom kan man få en kurve for oksygenopptaket som funksjon av tiden. En slik analyse kalles biologisk eller biokjemisk oksygenforbruk, forkortet BOF, og uttrykkes i $\text{mg O}_2/\text{l}$.

2.2 Utførelse.

I dette forsøk ble det benyttet en manometrisk BOF-apparatur av merke HACH. Podematerialet ble tatt fra Skarpsno kloakkrensaneanlegg. Emulgatoren ble slemmet opp i en saltløsning som er standardløsning for fortykning av kloakkvannsprøver til BOF-analyse etter fortykningsmetoden (en annen BOF-metode). Det ble først utført et innledende forsøk for å se om nedbrytbarheten lot seg måle i HACH-apparatur. Det viste seg at emulgatoren i konsentrasjoner opp til 800 mg/l ikke virket hemmende på mikroorganismene i podeslammet, og at oksygenopptaket var stort. Det ble derfor besluttet å behandle prøven som en vanlig kloakkvannsprøve, men med spesielle forholdsregler for regulering av saltinnhold og podemateriale, som nevnt foran.

I bruksanvisningen for HACH-apparaturen er det beskrevet hvordan man går fram for å sikre tilstrekkelig innhold av nedbrytende mikroorganismer. Disse retningslinjer ble fulgt, og det ble derfor kjørt paralleller av prøven med forskjellig innhold av podeslam.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

Resultatene fra det innledende forsøk er presentert i figur 1 og i bilag 1. Resultatene fra hovedforsøket er presentert i figur 2 og i bilag 2. Figur 1 viser at oksygenopptaket i prøvene med emulgator var så stort at manometrene ga maksimalt utslag etter 5-11 døgn, og forsøket måtte avbrytes.

Figur 2 viser oksygenopptaket for prøver med mindre mengde emulgator pr. l. Man kan her merke seg at podematerialet viste et normalt forløp, med stopp i oksygenopptak etter ca. 14 døgn. Prøvene med emulgator viste fortsatt tydelig oksygenopptak etter 21 døgn. For å belyse dette nærmere, er det gjennomsnittlige oksygenopptak pr. døgn kalkulert for de tre perioder á 7 døgn i hovedforsøket. Disse kalkulerte verdier sammenliknes med tilsvarende verdier for forskjellig type husholdningsavløpsvann i tabell 1. De sistnevnte verdier er tatt fra en svensk undersøkelse.

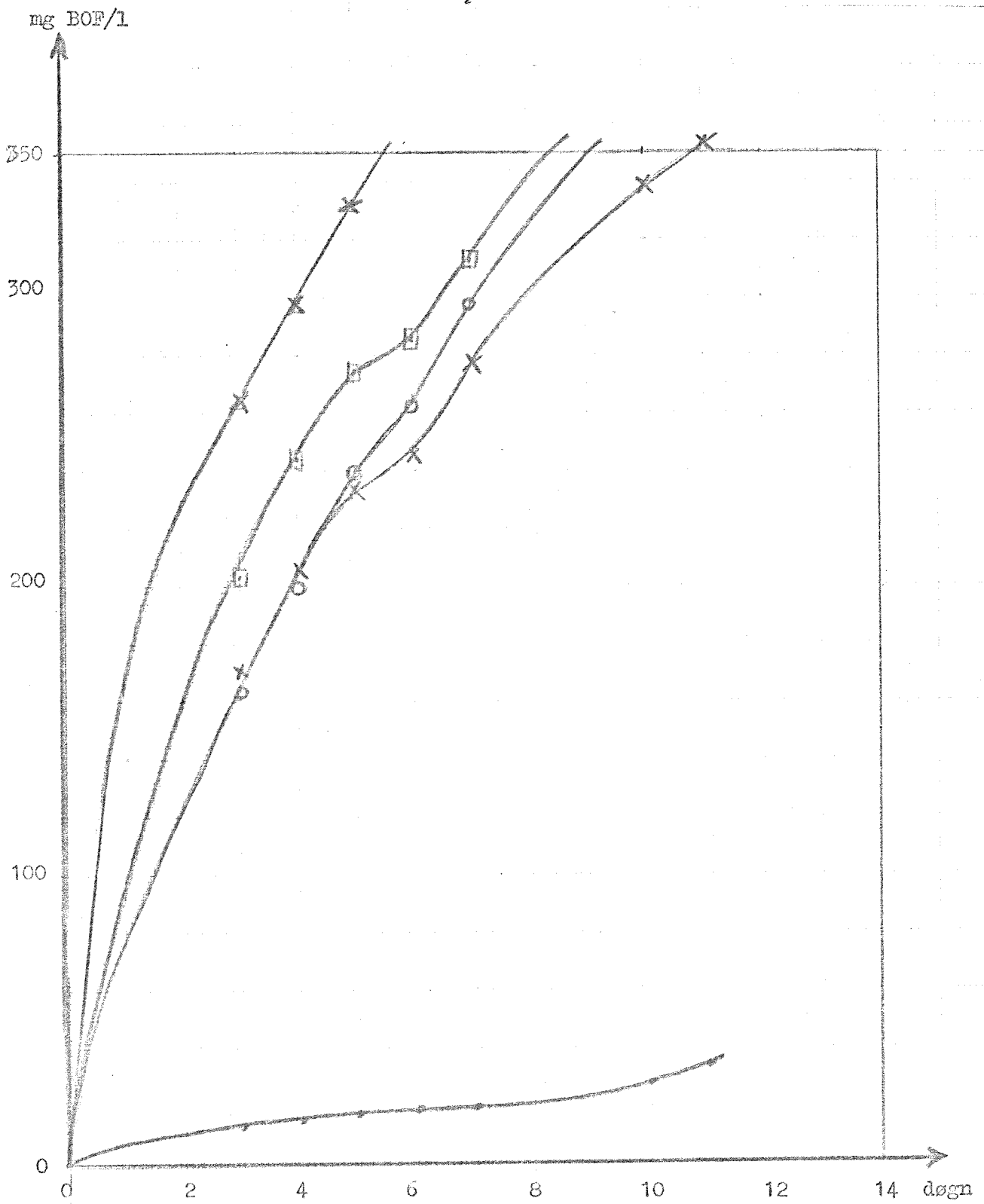
Regnet som % av totalopptaket etter 21 døgn, skiller emulgatorprøvene seg ut ved å ha et lavere prosentvis opptak de første syv døgn, og et høyere opptak de etterfølgende 2 x 7 døgn, enn det undersøkte bolig-avløpsvann. Stoffene i emulgatoren er altså ikke så lett nedbrytbare som det nevnte avløpsvann.

Ut fra opplysninger om sammensetningen av emulgatoren kan man regne ut det teoretiske oksygenforbruk ved fullstendig oksydasjon til CO_2 og H_2O . Dette er gjort og presentert i bilag 3 og 4. Emulgatoren ble også analysert for totalinnhold av organisk carbon, og det ble funnet å være 63 %.

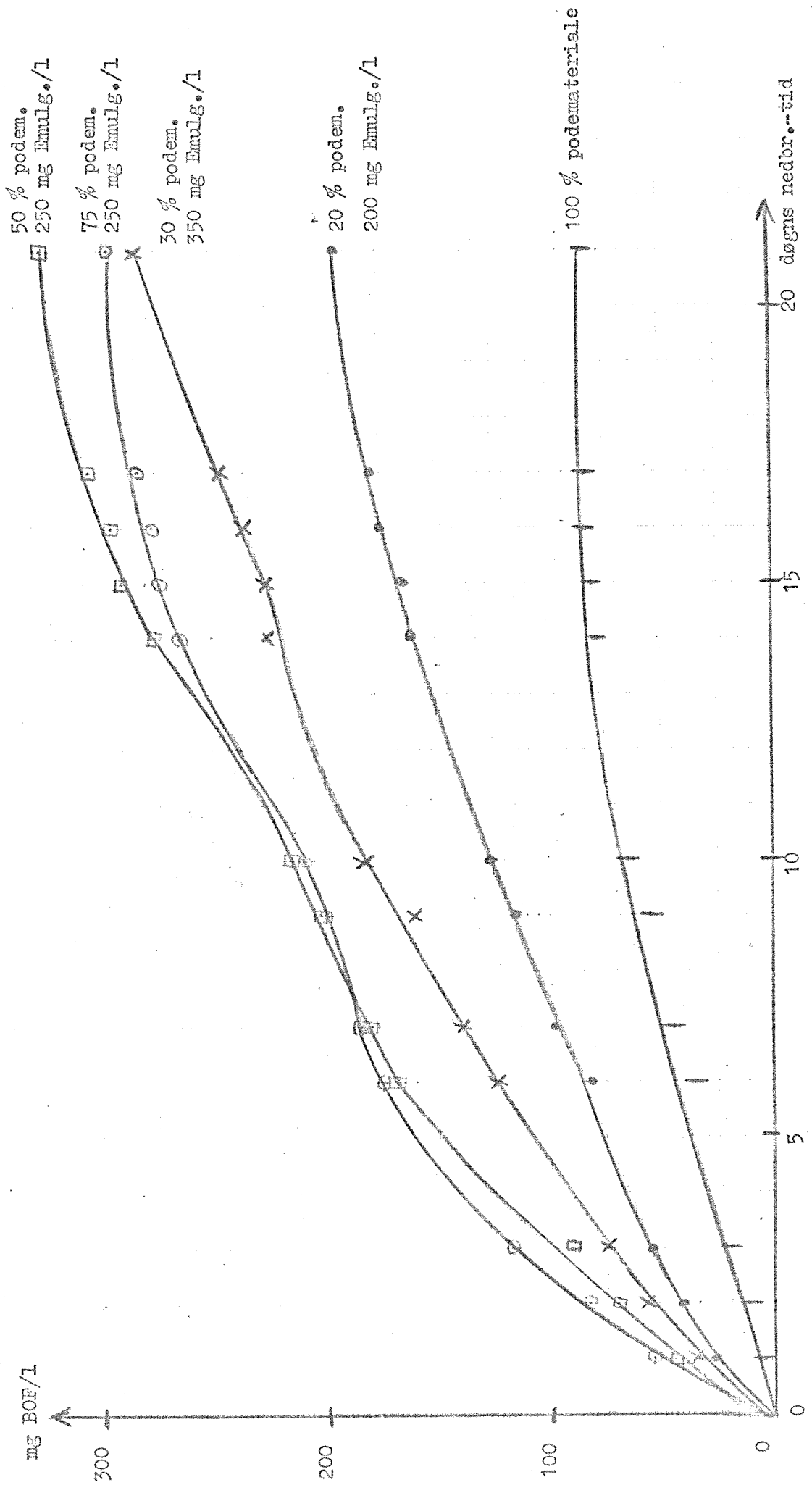
Tabell 2 viser oksygenopptaket i forskjellige blandinger av emulgator og vann, som prosent av beregnet maksimalverdi, i løpet av nedbrytningsperioden. Den gjennomsnittlige 5-døgnsverdi viste seg å være ca. 18 %.

Dette kan vurderes i forhold til den verdien som oppnås under nedbrytningen av standard-stoffer som kjøres for kontroll av BOF-analysen etter den såkalte fortynningsmetoden. Standard-løsningen skal inneholde 150 mg glucose og 150 mg glutaminsyre pr. l. Det beregnede oksygenforbruk ved fullstendig forbrenning ligger på 344 mg O/l. Oksygenforbruket i løpet av 5 døgn ligger for denne standardløsning på 184-220 mg O/l, avhengig av podematerialets natur. Dette utgjør 54-65 % av den kalkulerte maksimumsverdi. Den tilsvarende funne verdi for emulgatoren var 18 %. Gjennomsnittsverdien etter 21 døgn var 41 %, og den høyeste enkeltverdi var da 50 % av det kalkulerte maksimum.

Figur 1 OKSYGENOPPTAK I BLANDING AV EMULGATOR OG VANN UNDER DET INNLEDENDE FORSØK



Figur 2 OKSYGENOPPTAK I BLANDING AV EMULGATOR OG VANN UNDER HOVEDFORSØKET



Tabell 1. Gjennomsnittlig oksygenopptak pr. døgn i 3 perioder á 7 døgn.

Prøvetype	mg O/døgn · l			% av verdien etter 21 døgn		
	1-7 døgn	8-14 døgn	15-21 døgn	1-7 døgn	8-14 døgn	15-21 døgn
Fodemateriale (P)	6	5	0,7	51	43	6
200 mg Emulg./l 20 % P.	11,5	11	5	42	40	18
350 mg Emulg./l 30 % P.	17,5	14	8	44	36	20
250 mg Emulg./l 50 % P.	24	15,5	7,5	51	33	16
250 mg Emulg./l 75 % P.	24	13	4,5	58	31	11
Svensk undersøkelse:						
Avløp fra kjøkken	65	9	4	83	12	5
Avløp fra klosett	186	43	14	76	18	6
Samlet avløp fra boligblokk	63	20	4	73	23	4

Tabell 2. Målt oksygenopptak som prosent av kalkulert, maksimalt oksygenopptak for emulgatoren.

mg emulgator/l:	200	250	250	350	500	700	750	800
% podemateriale:	20	50	75	30	50	30	25	20
Maks. mg O ₂ /l:	520	650	650	910	1300	1820	1950	2080
Etter døgn nr.:								
1	5,6	7,1	8,6	4,0				
2	8,5	10,9	12,6	6,3				
3	10,5	14,2	18	8,1	22	11,2	8,8	8,3
4					22,5	13,4	10,6	10,1
5					24,8	15	12	12,1
6	15,8	26	26	13,4	-	15,7	12,6	13,6
7	18,3	28	28	15,3		17,2	14,3	15,0
8						-		-
9	22	31	31	17,7				
10	24	33	32	21			17,4	
11							18,1	
12								
13								
14	31	42	41	25				
15	32	44	42	25				
16	33	45	43	26				
17	34	47	44	27				
21	37	50	46	31				

4. KONKLUSJON

Emulgator 15 nedbrytes ikke så raskt som vanlig boligkloakkvann eller den nevnte standardløsning med glucose + glutaminsyre. Kurvene for oksygenopptak tyder på at noe lettere nedbrytbart stoff krever mer oksygen i begynnelsen av nedbrytningsperioden, mens det stoff som da er igjen nedbrytes langsommere. Ut fra den gitte sammensetning av emulgatoren er det rimelig å anta at polyethylenglycol muligens nedbrytes langsommere enn de andre stoffene. Ønskes det nærmere opplysninger om dette, bør polyethylenglycol og de andre stoffene i emulgatoren undersøkes separat i parallellforsøk.

Bilag 1. Oksygenopptak i blandinger av emulgator og vann under det innledende forsøket.

Døgn nr.	mg emulgator/l	0	0	500	700	750	800
	% podedemat.	30	100 omregn.	50	30	25	20
3		13	42	263	203	171	164
4		15	49	297	244	206	200
5		18	60	332	274	235	240
6		19	64	over skala	285	246	262
7		20	68		313	278	298
10		28	94		over skala	339	over skala
11		34	110			353	

Bilag 2. Oksygenopptak i blanding av emulgator og vann under hovedforsøket.

Døgn nr.	mg emulgator/l	0	200	350	250	250
	% podedmat.	100	20	30	50	75
1		6	29	36	46	56
2		13	43	57	71	82
3		20	54	74	92	117
6		35	82	122	169	172
7		44	95	139	181	185
9		57	113	161	202	200
10		66	123	187	217	210
14		78	160	225	276	264
15		80	165	226	288	272
16		83	173	235	294	278
17		83	178	245	304	283
21		83	196	283	328	296

Bilag 3. Oksygenforbruk ved fullstendig oksydasjon av de forskjellige stoffer i emulgatoren.

Stoff	Ca. Summeformel	Molvekt av stoff	mol O ₂ pr. mol stoff (X /L)	g O ₂ pr. mol stoff	Fullst. forbr. g O ₂ /g stoff
Mettede fettsyrer	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	46	740	2,9
	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284	52	830	
Oleinsyre	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282	51	810	2,9
Linolsyre	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280	50	800	2,9
Harpikssyrer	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	302	54	880	2,9
Steroler	C ₂₇ H ₄₆ O	386	76	1220	3,2
Høyere alkoholer	C ₅ H ₁₂ O ₅	152	11	176	1,2
Polyethylenglycol	HO(C ₂ H ₄ O) _{ca.16} · C ₂ H ₄ OH	600	85	1360	2,3

Bilag 4. Oksygenforbruk pr. gram emulgator ved fullstendig oksydasjon.

Sammensetning	pr. 100 g Emulgator 15	
	g stoff	g oksygen for fullst. nedbrytn.
<u>Tallfettsyre:</u>		
Mettede fettsyrer	1,5	4,4
Oleinsyre	12,5	36,2
Linolsyre etc.	29,5	85,5
Harpikssyrer	5,0	14,5
Uforsåpbare bestanddeler (Steroler, høyere alkoholer)	1,5	ca. 3,0
<u>Polyethylenglycol</u>	50,0	115,0
Sum	100,0	258,6
Snitt	2,6 g O ₂ pr. g Emulgator 15	