

NN31050.81-4

1981-04

stora

Puntbeluchters

in

vierkante aëratietanks

Optimalisering van het zuurstofinbrengrendement

27/440 (81-84)



postbus 414, 2280 AK Rijswijk Z.H. ☎ 070 - 980.287 stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

Puntbeluchters

in

vierkante aëratietanks

Optimalisering van het zuurstofinbrengendement



126 112 112 112

	Inhoud	I
	Ten geleide	III
1	SAMENVATTING	1 - 2
2	INLEIDING	3
3	GEGEVENS	4 - 14
3.1	Algemeen	4
3.2	Verdeling naar type beluchter	4 - 5
3.3	Volledigheid van de verkregen Simcar-gegevens	5 - 6
3.4	Oorzaken voor mogelijke fouten in de waarnemingen	6
3.5	Simcar-gegevens gebruikt voor de regressie-analyse	6 - 14
4	ANALYSE	15 - 28
4.1	Algemeen	15 - 16
4.2	Analysemethodiek	16 - 18
4.3	Analyseresultaten	18 - 21
4.4	Bestaande installaties	21 - 23
5	RICHTLIJNEN	24 - 28
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	29 - 30
7	LITERATUUR	31 - 32
	Bijlagen:	
	1. Meetgegevens	33 - 68
	2. Schaalregels	69 - 73

Ten geleide

In 1974 is door de STORA, naar aanleiding van problemen met puntbeluchtings-systemen in vierkante aëratietanks in Nederland, een projectcyclus geïnitieerd met als doelstelling:

het opstellen van richtlijnen voor het ontwerpen of aanpassen van met puntbeluchters uitgeruste aëratietanks met het oog op een probleemloze werking voor wat betreft de hydraulische eigenschappen en de zuurstofinbreng, bij zo gering mogelijke investerings- en energiekosten.

Een onderzoek naar de hydraulische eigenschappen van het systeem werd reeds gepubliceerd in STORA-rapport "Oriënterend onderzoek naar de optimalisering van puntbeluchtersystemen".

Het hier beschreven onderzoek, dat zich aan de hand van bestaande gegevens richt op het formuleren van aanvullende richtlijnen, die naast een goede hydraulische werken tevens een gunstig zuurstofinbrengrendement waarborgen, werd door het algemeen bestuur van de STORA* opgedragen aan DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V.

Dit bureau werd bij zijn werkzaamheden door het STORA-secretariaat begeleid.

De verkregen aanvullende richtlijnen geven met name aan dat het zuurstofinbrengrendement eerder beïnvloed kan worden door de dimensionering van het beluchtersysteem dan door de keuze van de tankafmetingen.

Rijswijk, juli 1981.

De directeur van de STORA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

* De Onderzoekadviescommissie, die tot dit project adviseerde, bestond uit:
prof.ir. A.C.J. Koot (voorzitter), drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff (secretaris) en
dr.ir. H.J. Eggink, ir. R. Yarker, ir. C. Kuggeleijn, ir. M. van der Lugt, ir. Th.G.
Martijn, ir. H.A. Meijer, jhr.dr. J.J. Quarles van Ufford, ir. H.M.J. Scheltinga, dr.ir.
D.W. Scholte Ubink, ir. J. van Selm, ir. F.B. Veldkamp, ir. A.P. Vernimmen M.Sc. (leden).

1 SAMENVATTING

Eerder onderzoek, dat voornamelijk gericht was op de hydraulische eigenschappen en -problemen van puntbeluchtersystemen, leverde reeds richtlijnen op voor het ontwerp van het beluchtersysteem en maatregelen ter verbetering van bestaande systemen, om het risico van een minder goede hydraulische werking te verkleinen.

Hoewel uit oriënterende onderzoeken bij dit project reeds bleek, dat het zuurstofinbrengrendement nauw samenhangt met de geometrie van de aëratietank en met de karakteristieken van de beluchter, konden toen nog geen aanvullende richtlijnen worden geformuleerd om, naast een goede hydraulische werking, tevens een gunstig zuurstofinbrengrendement te waarborgen.

In het onderhavige onderzoek wordt dit soort richtlijnen afgeleid op basis van een analyse van gegevens afkomstig uit de literatuur en van bestaande (nederlandse) installaties.

Geometrische factoren die in de beschouwing betrokken zijn, zijn de tankdiepte en de tankbreedte. Met betrekking tot het beluchtingssysteem spelen naast het type beluchter, de diameter, het toerental en de dompediepte een rol.

Op basis van de gegevens is getracht de invloed van deze factoren op het zuurstofinbrengrendement te kwantificeren. De analyse berust op een multipele lineaire regressiemethode. De regressievergelijkingen geven het verband aan tussen zuurstofinbreng en vermogensinbreng enerzijds en de voornoemde factoren anderzijds.

De coëfficiënten van de regressievergelijkingen zijn geschat met behulp van de methode der kleinste kwadraten.

Om bruikbare resultaten te verkrijgen is in verband met het grote aantal invloedsfactoren een betrekkelijk groot aantal gegevens vereist.

Van de diverse typen puntbeluchters die in vierkante aëratietanks zijn onderzocht, bleek alleen de groep van Simcar-beluchtergegevens voldoende groot te zijn om te kunnen worden onderworpen aan een zinvolle regressie-analyse.

De uit het onderzoek voortkomende conclusies en richtlijnen hebben dan ook in eerste instantie betrekking op aëratietanks uitgerust met Simcar-beluchters. Daarnaast mag worden aangenomen dat de conclusies althans tendensmatig ook geldigheid hebben voor beluchters die gelijkenis met de Simcar-beluchter vertonen.

De analyseresultaten geven aan, dat de optimale afmetingen van het beluchtingssysteem en de aëratietank met betrekking tot het zuurstofinbrengrendement tenderen naar:

- kleine beluchterdiameters in combinatie met hoge toerentallen
- kleine verhoudingen tussen tankdiepte en beluchterdiameter in combinatie met grote waarden voor de verhouding tussen tankbreedte en beluchterdiameter.

Het optimale zuurstofinbrengrendement blijkt gevoeliger te zijn voor de dimensionering van het beluchtingssysteem dan voor de keuze van de tankafmetingen.

Mede gezien de beperkte mogelijkheden om de geometrie van bestaande aëratietanks ingrijpend te wijzigen, blijkt in die gevallen een eventuele verbetering van het zuurstofinbrengrendement gezocht te moeten worden in een verandering van het beluchtersysteem.

Uit een berekeningsvoorbeeld blijkt met een optimale keuze van het beluchtingssysteem een zuurstofinbrengrendement te kunnen worden bereikt dat 21% hoger ligt dan bij het minst optimale systeem wordt verkregen. Met een optimale keuze van de tankgeometrie kan volgens het berekeningsvoorbeeld maximaal slechts 6% winst worden behaald.

De bestaande installaties Stolwijk, Barger Es, Zwarte Meer en kortstroom IJsselmonde, die zijn uitgerust met Sincar-beluchtingssystemen, zijn nader onderzocht.

Behalve de installatie Rotterdam IJsselmonde blijken de beluchtingssystemen bij de gegeven tankafmetingen niet optimaal gedimensioneerd te zijn. Hetzelfde geldt voor een aantal buiten Nederland gelegen installaties zoals Beighton, Hamburg, New Market en Georgetown. Door het inzetten van een beluchter met een kleinere diameter in combinatie met een hoger toerental kan het zuurstofinbrengrendement naar verwachting worden verhoogd.

Volgens de berekeningen zouden voor de drie Nederlandse installaties Stolwijk, Barger Es en Zwarte Meer maximale verhogingen van respectievelijk circa 8, circa 4 en circa 7% uitgaande van de huidige zuurstofinbrengvermogens kunnen worden verkregen.

Eerder STORA-onderzoek met betrekking tot puntbeluchtersystemen heeft reeds richtlijnen opgeleverd voor het ontwerpen van systemen en maatregelen ter verbetering van bestaande systemen, waarmee het risico van een minder goede hydraulische werking kan worden verkleind.

Uit een oriënterend onderzoek naar de problemen rond de zuurstofinbreng van puntbeluchters in vierkante aëratietanks, dat nog werd uitgevoerd in het kader van dit eerdere project, is gebleken dat:

- de gegarandeerde zuurstofinbrengrendementen dikwijls niet worden gehaald, en
- het zuurstofinbrengrendement nauw samenhangt met de geometrie van de aëratietanks en het daardoor veroorzaakte stromingsbeeld, en met de karakteristieken van de beluchter.

Het formuleren van richtlijnen, die naast een goede hydraulische werking tevens een gunstig zuurstofinbrengrendement waarborgen, is het doel van het in dit rapport beschreven onderzoek.

In deze studie wordt getracht de samenhang tussen het zuurstofinbrengrendement en de geometrie van de aëratietank alsmede de beluchterkarakteristieken te kwantificeren, waarbij uitgegaan wordt van de literatuur en gegevens van metingen in prototypen en model-installaties.

De tankdiepte en de tankbreedte worden als geometrische factoren in de beschouwingen betrokken, terwijl voor de karakterisering van het beluchtersysteem het type, de diameter, het toerental en de dompeldiepte als bepalende factoren dienen.

Bij de analyse van de gegevens wordt multiële lineaire regressie toegepast om regressievergelijkingen af te leiden voor het verband tussen zuurstofinbreng en vermogensinbreng enerzijds en de genoemde factoren anderzijds. De coëfficiënten van de regressievergelijkingen worden geschat met behulp van de methode der kleinste kwadraten.

Om bruikbare resultaten te verkrijgen is in verband met het grote aantal invloedsfactoren een betrekkelijk groot aantal gegevens vereist.

Van de diverse typen puntbeluchters die in vierkante aëratietanks zijn onderzocht, bleek alleen de groep van de Simcar-beluchter-gegevens voldoende groot te zijn om onderworpen te kunnen worden aan een zinvolle regressie-analyse.

De analyseresultaten zijn gebruikt om voor bestaande installaties condities aan te geven (richtlijnen) waarbij een zo gunstig mogelijk zuurstofinbrengrendement mag worden verwacht.

3 GEGEVENS

3.1 Algemeen

Zoals bekend, wordt het zuurstofinbrengrendement van puntbeluchtersystemen in vierkante aëratietanks zowel beïnvloed door de karakteristieken van het beluchtingssysteem als door de geometrie van de aëratietank. Het gaat daarbij om de volgende factoren:

- type beluchter
- diameter beluchter
- dompeldiepte beluchter
- toerental beluchter
- draairichting beluchter
- plaats van de beluchter
- aantal beluchters
- breedte en diepte van de aëratietank
- aanwezigheid van afschuiningen
- aanwezigheid van kruisschotten
- aanwezigheid van andere voorzieningen die de vermogensafgifte en de zuurstofinbreng kunnen beïnvloeden.

De gemeten vermogensafgifte en zuurstofinbreng worden bovendien bepaald door de omstandigheden tijdens de meting en door de meetmethode. Voor een juiste interpretatie van de gegevens is het dan ook noodzakelijk tevens hierin inzicht te hebben. Dit is in het bijzonder van belang wanneer waarnemingen van verschillende installaties met elkaar vergeleken worden. Op basis van de meetomstandigheden kunnen de waarnemingen worden teruggerekend naar vergelijkbare (standaard) condities.

Als standaardsituatie wordt doorgaans gehanteerd:

- het netto-asvermogen van de beluchter
- de OC bij 10°C, 1013 mbar en in schoon water, bepaald volgens de reaëratie-methode.

Om het onderzoek een zo breed mogelijke basis te geven, is ernaar gestreefd een zo volledig mogelijke inventarisatie van bestaande meetgegevens uit prototypen en modellen uit te voeren. Naast literatuuronderzoek zijn daarvoor diverse instanties en instellingen geraadpleegd, waarvan de belangrijkste hieronder zijn opgesomd:

- RIZA
- Zuiveringsschap Drenthe
- Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO
- Adviesbureau Bongaerts, Kuyper en Huiswaard
- Witteveen + Bos, Raadgevend Ingenieursbureau
- Machinefabriek W. Hubert en Co. B.V.
- B.V. Machinefabriek Spaans
- Landustrie Sneek Machinefabriek Electrotechniek B.V.

Een overzicht van de geraadpleegde literatuur is te vinden in hoofdstuk 7 (pp. 31 - 32). De verzamelde gegevens zijn, gerangschikt naar installatie, opgenomen in bijlage I (pp. 33 - 68).

3.2 Verdeling naar type beluchter

Een uitgebreid scala van typen beluchters is in vierkante aëratietanks geïnstalleerd en getest (zie tabel 1, p. 5).

De Simcar-beluchter die als een van de eerste typen werd toegepast in actief-slibinstallaties is, vergeleken met de andere typen, in een groot aan-

tal prototype installaties beproefd. Het gaat om 17 installaties waarin een totaal van 144 proeven zijn uitgevoerd. Daarnaast is het gedrag van de Simcarbeluchter uitvoerig op modelschaal onderzocht. In twee modelinstallaties zijn in totaal 160 proeven genomen. Het totale aantal metingen met de Simcar-beluchter in vierkante aëratietanks is daarmee ruim 300 in 19 installaties. Daarop volgt de Landy-beluchter die in 3 prototype installaties en één model is onderzocht met een totaal van 39 waarnemingen. De overige typen zijn op een kleinere schaal beproefd dan de Landy-beluchter.

type beluchter	prototypen aantal in- stallaties	aantal metingen	modellen aantal in- stallaties	aantal metingen
Simcar	17	144	2	160
Simcar met afwijkende schoep hoogte	1	27	1	12
Landy	3	16	-	18
Landy DC	1	4	-	-
Landy E	2	18	-	-
Landy F	3	22	-	-
Spaans B	3	15	-	-
Gewijzigde Spaans B	1	6	-	-
Simplex 6E	1	18	-	-
Simplex SA	2	11	-	-
Simplex HL	2	56	-	-
Gyrox	2	12	-	-
Gyrox-S	1	27	-	-
BSK-Favorit	1	25	-	-

Tabel 1. Verdeling van de beschikbare gegevens naar type beluchter

In verband met het grote aantal invloedsfactoren is alleen de groep Simcar-metingen voldoende groot voor een zinvolle analyse van de invloed van de verschillende geometrische factoren van beluchtingssystemen en aëratietank op de zuurstofinbreng.

Gezien de grote invloed van het type beluchter op de zuurstofinbreng kunnen de verschillende groepen waarnemingen niet gecombineerd worden beschouwd. Het onderzoek, zoals gepresenteerd in dit rapport, is uitsluitend toegespitst op de Simcar-beluchter.

Andere typen beluchters kunnen alleen met aanvullende prototype- of model-metingen zinvol bij de beschouwing worden betrokken.

3.3 Volledigheid van de verkregen Simcar-gegevens

De geïnterpreteerde gegevens van de Simcar-beluchter bleken vrij volledig te zijn ten aanzien van de bovengenoemde beluchterkarakteristieken en geometrische factoren van de aëratietanks. Hier en daar ontbrekende gegevens zijn zoveel mogelijk aangevuld met mondelinge informatie van de betreffende instanties. De meetomstandigheden daarentegen zijn minder goed gedocumenteerd. In enkele gevallen kon niet worden achterhaald welke waterkwaliteit tijdens de meting aanwezig was of welke temperatuur tijdens de proefneming heerste. Soms was het brutovermogen opgegeven zonder dat kabel-, motor- en tandwielkastverliezen bekend waren. Getracht is deze gegevens op basis van ervaring zoveel mogelijk te completeren, teneinde bij de analyse een zo

groot mogelijk aantal waarnemingen te kunnen betrekken.

3.4 Oorzaken voor mogelijke fouten in de waarnemingen

Het vermogen

Het voor de bepaling van het netto-asvermogen bedoelde vermogen wordt in de praktijk op verschillende plaatsen opgenomen in de schakelruimte, aan de motor клемmer en incidenteel direct aan de as van de beluchter.

Om eenheid in de opgegeven vermogens te krijgen, wordt eraan gestreefd het netto-asvermogen aan te houden. Dit betekent dat wanneer niet direct aan de as van de beluchter wordt gemeten, het netto-asvermogen wordt berekend, rekening houdend met geschatte kabelverliezen, verliezen in de motor en in de tandwielkast.

Fouten in het netto-asvermogen kunnen daarom samenhangen met:

1. Fouten in de meetapparatuur.
2. Afwijking tussen de geschatte en de werkelijke kabelverliezen.
3. Afwijking tussen het geschatte en het werkelijke motorrendement.
4. Afwijking tussen het geschatte en het werkelijke rendement van de tandwielkast.

De fout ten gevolge van 3 of 4 kan nog worden vergroot wanneer bij garantiemetingen een te korte indraaiperiode in acht wordt genomen.

Hoewel het niet mogelijk is een nauwkeurige schatting van de totale fout in de bepaling van het netto-asvermogen te geven, is uit ervaring bekend dat een fout van $\pm 10\%$ reëel mag worden geacht.

Het zuurstoftoevoervermogen

Ook bij de OC-bepaling kan een aantal foutenbronnen worden onderscheiden:

- Fouten ten gevolge van de meetapparatuur.
- Verschillen in de wijze waarop de zuurstofconcentratie wordt gemeten (zuurstofelektrode, Winkler-methode). De invloed van de verschillende in het water aanwezige stoffen is niet voor beide methoden gelijk.
- De temperatuurcorrectieformule.

Daarnaast zijn de volgende factoren van invloed op het zuurstofinbrengrendement:

- De samenstelling en hoedanigheid van het water (leidingwater, grondwater, rivierwater, etc.).
- Het traject waarover de zuurstofregistratie ter bepaling van "tangens alfa" wordt gehanteerd.
- De mengtoestand in de bak.

Ook in dit geval is het moeilijk een nauwkeurige schatting van de mogelijke afwijking van de onder 3.1 genoemde standaardcondities te geven. Met een fout van $\pm 20\%$ lijkt echter rekening gehouden te moeten worden.

Het zuurstofinbrengrendement

De mogelijke maximale fout in de bepaling van het zuurstofinbrengrendement kan gezien het voorgaande globaal worden aangehouden op $\pm 30\%$ ($1,10 \times 1,20$).

3.5 Simcar-gegevens gebruikt voor de regressie-analyse

Op twee uitzonderingen na blijken alle Simcar-beluchtingssystemen volgens hetzelfde concept te zijn ontworpen.

De aëratietanks hebben in de meeste gevallen een vierkant oppervlak en verticale zijwanden. De beluchter is in het centrum van de tank geïnstalleerd. Er wordt slechts één beluchter per tank ingezet.

Uitzonderingen daarop zijn de installatie London-Ontario met 24 beluchters in één tank en de installatie Ogden die is uitgevoerd als aëratietank met een cirkelvormige plattegrond. Beide installaties zijn in verband met de sterk afwijkende geometrie van de aëratietanks niet bij de verdere beschouwing betrokken.

Hoewel bij de resterende installaties de grondvorm gelijk is, komt een grote variëteit van geometrisch niet gelijkvormige wandafschuiningen, kruis-schotten onder de beluchter, remschotten en anticadansvoorzieningen voor. Deze voorzieningen beïnvloeden het ingebrachte vermogen en de zuurstofinbreng in zekere mate.

Verondersteld is dat het effect ervan op het zuurstofinbrengrendement in vergelijking tot het effect van de karakteristieken van de beluchter en de verhoudingen tussen beluchterdiameter, tankdiepte en tankbreedte gering is. Om die reden is dit effect niet verder beschouwd. Ook ten aanzien van de omstandigheden tijdens de metingen is in de meeste gevallen een redelijk beeld verkregen. Het merendeel van de metingen is uitgevoerd in schoon leiding- of bronwater. Een gedeelte van de metingen in de installatie te Beighton vormt hierop een uitzondering.

Daarbij is sterk verontreinigd rivierwater gebruikt, waarvan de samenstelling te weinig bekend is om de invloed van eventuele verontreinigingen op de zuurstofinbreng met voldoende betrouwbaarheid te kunnen inschatten. Omdat de gevonden waarden bovendien weinig consistentie vertonen met de andere gegevens zijn de betreffende metingen buiten het verdere onderzoek gehouden.

De resterende gegevens zijn herleid tot de drie bekende standaarddompeldiepten: *maximaal*, *gemiddeld* en *minimaal* (voor definitie zie tabel 2). Daartoe zijn de gemeten waarden rechtlijnig geïnterpoleerd tussen- en vervolgens herleid naar de dichtsbijliggende standaarddompeldiepte.

dompeldiepte	definitie betrokken op stilstaand water
<i>maximaal</i>	waterspiegel = bevindt zich op een hoogte die gelijk is aan de schoep hoogte boven de bovenkant van de schoep
<i>gemiddeld</i>	waterspiegel = bovenkant schoep
<i>minimaal</i>	waterspiegel = onderkant schoep

Tabel 2. Definitie dompeldieptes Simcar-beluchter

Duplo, triplo of quadruplo waarnemingen zijn gecombineerd tot een gemiddelde waarde. Voor de uniformiteit zijn de zuurstoftoevoervermogens herberekend volgens de temperatuurcorrectieformule van Bakker en Van Sluis¹. Brutovermogens zijn in enkele gevallen, waar geen kabelverliezen en rendementen van motor en tandwielkast waren opgegeven, omgerekend naar netto-asvermogens met een reductiefactor van 0,81 (= 0,95 x 0,90 x 0,95).

In tabel 3 (p. 8) is een overzicht van de bij het onderzoek betrokken installaties en het aantal metingen gerangschikt naar de drie standaarddompeldieptes gegeven.

Zoals uit de tabel blijkt, vormen de gegevens, afkomstig van het modelonderzoek van Robertson^{21,22} een belangrijk aandeel van het beschikbare materiaal. Hoewel door het gebruiken van deze gegevens enige onzekerheid in het onderzoek wordt geïntroduceerd door het onvoldoende bekend zijn van eventuele

schaal-effecten (zie hoofdstuk 4, pp. 15 - 23) met betrekking tot de zuurstofinbreng, zijn ze toch bij het onderzoek betrokken. Het onderzoek van Robertson is namelijk bij verschillende tankafmetingen en met verschillende beluchterdiameters uitgevoerd, waardoor de gegevens belangrijke informatie opleveren ten aanzien van de invloed van de tankgeometrie en de beluchterdiameter op de zuurstofinbreng.

Een volledig overzicht van de bij het onderzoek gebruikte gegevens is opgenomen in tabel 4 (pp. 9 - 14).

installatie	aantal waarnemingen bij dompediepte (cm)		
	<i>maximaal</i>	<i>ni</i>	<i>minimaal</i>
Stolwijk	2	2	2
Stolwijk model	7	6	6
Barger Es	4	-	-
Zwartemeer	1	1	-
Rotterdam-IJsselmonde	2	10	4
Modelonderzoek van Simon			
Hartley	14	51	27
Beighton	2	2	2
Harold Jackson	2	3	3
Hamburg	2	4	4
New Market	-	1	1
Emscher Genossenschaft	-	2	2
Georgetown	-	1	1
Totaal	36	83	54

Tabel 3. Simcar-gegevens gebruikt voor het onderzoek

Symbolenlijst bij tabel 4

- \emptyset diameter van de beluchter (m)
- n toerental van de beluchter (omw/min of rad/S)
- dd dompediepte van de beluchter (cm)
- p vermogensinbreng (kW)
- OC zuurstofinbreng ($kg\ O_2/h$)
- η zuurstofinbrengrendement ($kg\ O_2/kWh$)
- V volume van de aëratietank (m^3)
- b breedte van de aëratietank (m)
- d diepte van de aëratietank (m)
- ρ dichtheid van water (kg/m^3)
- g versnelling van de zwaartekracht (m/s^2)
- C_s zuurstofverzadigingsconcentratie in water bij $10^\circ C$ en 1013 mbar druk
- N_o optimaal toerental voor Simcar-beluchters (omw/min)
- $k_j, l_j, x_j, \xi_j, \eta_j, \mu_j, \nu_j, \zeta_j, \theta_j, A_j, b_j, c_j, d_j$ constanten
- $i=1$ dompediepte "maximaal"
- $i=2$ dompediepte "gemiddeld"
- $i=3$ dompediepte "minimaal"

Volgnummer van Bijlage 3	Installatie	Beluchterdiep- meter ϕ (m)	Toeren- tal omw./ min.	No	breedte b (m)	diepte d (m)	b/ ϕ (-)	d/ ϕ (-)	inhoud aeratie- tank V (m ³)	VERMOGEN (kW)						OC (kg O ₂ /h)			RENDEMENT (kg O ₂ /kWh)						
										dompeldiepte maximaal		dompeldiepte gemiddeld		dompeldiepte minimaal		max.	gem.	min.	dompeldiepte maximaal		dompeldiepte gemiddeld		dompeldiepte minimaal		
										bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto
18	Stolwijk (18)	2.29	40	.97	19.0	2.82	8.30	1.23	988	24.9	20.5	18.0	14.7	14.0	10.8	46.0	28.2	28.0 ¹⁾	1.85	2.25	1.57	1.90	2.00	2.60	
		2.54	40	.97	19.0	2.75	7.48	1.08	960	-	-	18.0	14.0	-	-	-	-	-	-	-	1.79	2.20	-	-	
19	Stolwijk-model (17)	.498	61		4.06	.60	8.15	1.20	989	-	.050	-	.038	-	.026	.136	.122	.072	-	2.75	-	-	3.21	-	2.76
			86							-	.050	-	.038	-	.026	.137	.121	.073	-	2.77	-	-	3.18	-	2.78
										-	.097	-	.074	-	.054	.288	.243	.163	-	2.97	-	-	3.27	-	3.03
										-	.097	-	.074	-	.054	.287	.225	.167	-	2.96	-	-	3.02	-	3.11
										-	.097	-	-	-	-	.342	-	-	-	3.51	-	-	-	-	-
			111							-	.150	-	.125	-	.089	.459	.392	.285	-	3.06	-	-	3.14	-	3.21
										-	.155	-	.125	-	.089	.508	.407	.300	-	3.28	-	-	3.25	-	3.38
20	Barger Es (18)	2.29	45	1.08	13.0	3.52	5.68	1.54	595	22.2	18.1	-	-	14.5	12.9	31.7	-	18.5	1.43	1.75	-	-	1.27	1.43	
										22.2	18.4	-	-	14.5	11.7	31.8	-	19.0	1.43	1.73	-	-	1.31	1.62	
										21.7	18.3	-	-	-	-	33.9	-	-	1.56	1.85	-	-	-	-	
										18.8	15.6	-	-	-	-	28.2	-	-	1.50	1.81	-	-	-	-	
24	Zwartemeer (18)	2.03	42	.93	15.3	3.00	7.54	1.48	702	15.4	(12.5)	11.8	(9.6)	-	-	21.5 ²⁾	15.9	-	1.40	(1.72)	1.35	(1.66)	-	-	
27.1	Rotterdam/IJssel. (3)	2.03	51.5 45.3 37.9	1.14 1.00 .84	10.0	2.88	4.93	1.42	291	-	-	-	14.5	13.8	10.5	-	31.5	22.0 ²⁾	-	-	1.65	2.17	1.60	2.10	
										-	-	14.3	10.7	-	-	-	23.0	-	-	-	1.61	2.15	-	-	
										-	-	10.5	8.0	-	-	-	15.0	-	-	-	1.43	1.88	-	-	

Tabel 4. Gegevens van Simcarbeluchters in vierkante aeratietanks.

- 1) sterk geëxtrapoleerde waarde
- 2) matig geëxtrapoleerde waarde
- 3) temperatuurcorrectie volgens Pasveer

Volg- nummer van Bijlage 3	installatie	Beluch- terdia- meter ϕ (m)	Toeren- tal omw./ min.	No	breedte b (m)	diepte d (m)	b/ ϕ (-)	d/ ϕ (-)	inhoud aëratie- tank V (m ³)	VERMOGEN (kW)				OC (kg O ₂ /h)		RENDERING (kg O ₂ /AWh)										
										dompeldiepte maximaal		dompeldiepte gemiddeld		dompeldiepte minimaal		max.	gem.	maximaal	netto	bruto	netto	bruto	gemiddeld	maximaal	netto	bruto
										bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto
27-2			51.8			2.88		1.42	2.91	—	18.8	15.0	—	—	—	—	—	—	—	—						
			44.4							13.4	9.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			38.4							10.6	7.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			45.3							14.0	10.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			51.8							19.4	14.7	—	—	12.9	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30-1	Modellerzoek Simons Hartley (15) serie 2	.356	130		1.83	.76	5.14	2.13		—	.0369	—	—	—	—	—	—	—	—							
			45							14.7	10.9	9.3	6.8	35.0 ¹⁾	23.5	13.0 ¹⁾	1.70	2.20	1.30	2.15	1.40	1.90				
			37.9							16.3	12.4	10.4	7.8	6.8	4.9	26.0 ¹⁾	15.9	9.5 ¹⁾	1.60	2.10	1.50	2.05	1.40	1.95		
2	(15) serie 3	.356	150		1.83	.61	5.14	1.71		—	.0492	—	—	—	—	—	—	—	—							
			45							14.7	10.9	9.3	6.8	35.0 ¹⁾	23.5	13.0 ¹⁾	1.70	2.20	1.30	2.15	1.40	1.90				
			37.9							16.3	12.4	10.4	7.8	6.8	4.9	26.0 ¹⁾	15.9	9.5 ¹⁾	1.60	2.10	1.50	2.05	1.40	1.95		
3	(15) serie 4	.457	150		1.83	.61	4.00	1.33		—	.0970	—	—	—	—	—	—	—	—							
			45							14.7	10.9	9.3	6.8	35.0 ¹⁾	23.5	13.0 ¹⁾	1.70	2.20	1.30	2.15	1.40	1.90				
			37.9							16.3	12.4	10.4	7.8	6.8	4.9	26.0 ¹⁾	15.9	9.5 ¹⁾	1.60	2.10	1.50	2.05	1.40	1.95		

Tabel 4. (vervolg) Gegevens van Simcarbeluchters in vierkante aëratietanks.

1) matig geëxtrapoleerde waarde

Volgnummer van Bijlage 3	Installatie	Beluchterdiameter ϕ (m)	Toeren-tal in omw./min.	No	breedte b (m)	diepte d (m)	b/ ϕ	d/ ϕ	inhoud aeratie-tank V (m ³)	VERMOGEN (kW)						OC (kg O ₂ /h)						RENDEMENT (kg O ₂ /kWh)						
										dompeldiepte maximaal		dompeldiepte minimaal		dompeldiepte gemiddeld		dompeldiepte maximaal		dompeldiepte minimaal		dompeldiepte gemiddeld		dompeldiepte maximaal		dompeldiepte minimaal		dompeldiepte gemiddeld		dompeldiepte maximaal
										bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	max.	gem.	min.	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto
31	(15) tabel 1	.356	192 167 142 117 92		1.83	.45	5.14	1.26		—	.1051 .0756 .0509 .0359 .0217	—	.0887 .060 .0422 .0273 .0169	—	.0547 .0377 .0245 .0161 .0102	—	.3232 .2343 .1549 .1154 .0652	.2317 .1900 .1205 .0700 .0517	.1615 .1202 .0844 .0594 .0346	—	3.08 3.10 3.04 3.21 3.00	—	2.61 3.17 2.73 2.56 3.06	—	2.95 3.19 3.45 3.69 3.39			
32	(15) tabel 2	.457	162 141 120 99 78		1.83	.45	4.00	.99		—	.180 — .077 — .0461	—	.158 .117 .0659 .0594 .0353	—	.130 — .0549 — .0197	.6340 — .2515 — .1020	.5088 .418 ² .2379 .196 ² .0640	.4741 — .1417 — —	—	3.52 — 3.27 — 2.56	—	3.22 3.55 3.61 3.30 2.89	—	3.65 — 2.58 — 3.25				
33	(15) tabel 3	.61	136 118 100 82 64		1.83	.45	3.00	.74		—	.520 ¹ .375 .290 ¹ .154 —	—	.414 .309 .196 .105 —	—	.294 .224 .110 .052 .030	1.080 ¹ .9659 .710 ¹ .4598 —	.9364 .8885 .6403 .3465 —	.7723 .6149 .3344 .1532 .0695	—	2.15 2.58 2.45 2.99 —	—	2.26 2.88 3.27 3.30 —	—	2.63 2.75 3.04 2.95 2.32				
34	(15) tabel 4	.762	117 87 57		1.83	1.52	2.40	1.99		—	— — —	—	— .328 .120	—	.398 .207 .070	— — —	— 1.0179 .3233	1.0084 .6141 .1692	—	— — —	—	— 3.10 2.69	—	2.53 2.97 2.42				

Tabel 4. (vervolg) Gegevens van Simcarbeluchters in vierkante aeratietanks.

1) matig geëxtrapoleerde waarde
2) geïnterpoleerde waarde

Volgnummer van Bijlage 3	Installatie	Beleidsdiameter ϕ (m)	Toerental omw./min.	No	breedte b (m)	diepte d (m)	b/ ϕ (-)	d/ ϕ (-)	inhoud aëratietank V (m ³)	VERMOGEN (kW)						OC (kg O ₂ /h)						RENDEMENT (kg O ₂ /kWh)													
										dompeldiepte maximaal		dompeldiepte gemiddeld		dompeldiepte minimaal		max.	gem.	min.	dompeldiepte maximaal		dompeldiepte gemiddeld		dompeldiepte minimaal												
										bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto				bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto									
										bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto								
36-1	(15) tabel 6	.457	120		1.83	.76	4.00	1.66	2.527			.0949								.2789										2.94					
-2						.63		1.38	2.103			.106								.3248									3.06						
-3						.30		.66	.988			.0427								.1304								3.05							
37-1	(15) tabel 7	.61	100		1.83	1.52	3.00	2.49	5.076			.163			.092					.4806	.2782							2.95						3.01	
-2						.76		1.25	2.527			.157			.117					.5485	.4235							3.49						3.62	
-3						.60		.98	2.018			.183								.4469								2.44							
-4						.30		.49	.988			.169								.4636								2.74							
40	Beighton (16) tabel 1	2.29	40	.96	9.14	2.61	3.99	1.14	.200					16.0 ¹⁾						25.6 ²⁾								1.6							
						2.42		1.06				12.0								28.5								2.40							
						2.29		1.00							8.5 ²⁾						18.0														2.10
			31	.74		2.61		1.14						11.0 ¹⁾						25.0 ¹⁾								2.3							
						2.42		1.06				9.0								20.5								2.25							
						2.29		1.00							7.5 ¹⁾																				1.25

Tabel 4. (vervolg) Gegevens van Simcarbeluchters in vierkante aëratietanks.

- 1) sterk geëxtrapoleerde waarde
- 2) matig geëxtrapoleerde waarde

Volgnummer van van Bijlage 3	Installatie	Beluchterdiameter (m)	Toeren/min.	No	breedte b (m)	diepte d (m)	b/φ	d/φ	inhoud aeratie tank V (m ³)	VERMOGEN (KW)				OC (kg O ₂ /h)				REPERIMENT (kg O ₂ /kWh)					
										dompeldiepte maximaal	dompeldiepte gemiddeld	dompeldiepte minimaal	bruto netto	dompeldiepte maximaal	dompeldiepte min.	dompeldiepte maximaal	dompeldiepte minimaal	bruto netto	bruto netto	bruto netto	bruto netto		
44	Harold Jackson (16) tabel 5	1.42	53	.92	5.18	2.85	3.65	2.01		2.92		1.96		5.50	3.26					2.23		1.66	
			45.3	.79						2.07		1.58		5.38	2.60					2.06		1.64	
45	Hamburg (16) tabel 7	2.29	39	.68	6.00	3.15	2.62	1.38		1.79		1.23		5.24	2.64					2.02		2.14	
			42.3	1.01		3.02		1.32		11.3		75 ¹⁾			19.5 ¹⁾						2.78		2.61
46	Hamburg (16) tabel 8	2.29	36.4	.87	6.00	3.28	2.62	1.43						32.2 ¹⁾									
						3.15		1.38												26			
						3.02		1.42		6.4		5.3 ¹⁾			12.2 ¹⁾								
						3.28		1.43						25.9 ¹⁾									
						3.15		1.38												23.4			
						3.02		1.32												20.0			
			36.1			4.00		1.75												73.5			
						3.87		1.69															
47	New Market (16) tabel 10	2.29	38.5	.92	9.14	3.20	3.99	1.40		8.5		5.5											
						3.10		1.35												13.0 ¹⁾			
53	Knop (12)	2.29	36	.86	6.00	3.80	2.62	1.66	120	7.68		4.1											
			41	.98						11.46		7.9											
54	Georgetown (12)	2.29	35	.84	8.30	4.10	3.62	1.79	280														

Tabel 4. (vervolg) Gegevens van Simcarbelueters in vierkante aeratietanks.

- 1) matig geëxtrapoleerde waarde
- 2) sterk geëxtrapoleerde waarde

4 ANALYSE

4.1 Algemeen

De zuurstofinbreng van puntbeluchters in vierkante aëratietanks wordt, evenals bij andere beluchtingssystemen, in belangrijke mate bepaald door de vernieuwing van het grensvlak tussen water en lucht en de grootte van dit grensvlak.

Beide factoren hangen nauw samen met de karakteristieken van de beluchter maar ook met de geometrie van de aëratietank.

Door de beluchter wordt van onderaf water aangezogen. Het aangezogen water wordt vervolgens min of meer radiaal weggeslingerd. Het in de aëratietank aanwezige water wordt door deze werking in een circulerende beweging gebracht. De circulerende beweging is van essentieel belang voor het beluchtingsproces voorzover het de aanvoer van zuurstofarm water naar de beluchter en de menging van zuurstofrijk water met de tankinhoud betreft. Voor een goed beluchtingsproces is een zo homogeen mogelijke menging van belang.

De zuurstofoverdracht vanuit de atmosfeer naar de watermassa vindt voornamelijk in de bovenste laag van de watermassa plaats.

Door de hoge snelheden waarmee het water de beluchter verlaat en het sproei-effect van de beluchter verkeert de bovenste laag in een hevige beroering, terwijl door de terugvallende waterdruppels bovendien luchtbellen in het water worden gebracht. Deze toestand brengt een groot grensvlak tussen lucht en watermassa en tevens een intensieve vernieuwing van dit grensvlak met zich mee. Door de circulatiestroming wordt de betrekkelijk zuurstofrijke bovenlaag met de tankinhoud gemengd.

Een gedeelte van de ingebrachte luchtbellen wordt met de omlaaggerichte waterstroming langs de wanden van de tank meegesleurd. Daardoor vindt ook in de diepere lagen enige overdracht van zuurstof plaats. De bijdrage van deze component aan de totale zuurstofinbreng is naar verwachting echter gering.

Uit het voorgaande blijkt, dat de zuurstofinbreng van puntbeluchters in vierkante aëratietanks door verschillende processen wordt bepaald. Naast de afmetingen van de aëratietanks (breedte-diepteverhoudingen) spelen de karakteristieken van het beluchtingssysteem (conushelling, schoepvorm, dompel-diepte, diameter, toerental) daarbij een belangrijke rol.

Op voorhand kan niet worden aangegeven bij welke combinatie van deze factoren een optimale zuurstofinbreng zal worden verkregen.

Voor een hoge zuurstofinbreng zou bijvoorbeeld een relatief groot wateroppervlak gunstig kunnen zijn omdat daarmee een groot grensvlak tussen lucht en water wordt verkregen. Bij een gegeven volume zal de waterdiepte dan echter gering zijn wat de circulatiestroming zou kunnen belemmeren en in verband met de menging van zuurstofrijk met zuurstofarm water weer een nadelige invloed op de zuurstofinbreng zou kunnen hebben.

Bovendien zullen wij een grotere breedte van de aëratietank de omlaaggerichte watersnelheden langs de wand van de tank geringer zijn en worden op het eerste gezicht minder luchtbellen meegesleurd naar diepere lagen.

Ook bij de keuze van het toerental en de diameter van de beluchter kan niet zonder diepgaande analyse van de gegevens worden aangegeven bij welke combinatie van factoren optimale rendementen mogen worden verwacht.

Bij een gegeven capaciteit kan bijvoorbeeld een beluchter met een grote diameter en een laag toerental of een beluchter met een kleine diameter en een hoog toerental worden ingezet. Het is bekend dat de grote beluchter bij een gegeven capaciteit een grotere pompwerking zal hebben dan de klei-

ne beluchter. Bij de grotere beluchter mag daarom een betere circulatiestroming en daarmee een intensievere menging van de tankinhoud worden verwacht, wat zoals eerder is aangegeven gunstig kan zijn voor de zuurstofinbreng. De kleine beluchter daarentegen heeft bij dezelfde capaciteit een hogere omtreksnelheid en zal daardoor het water met een grotere snelheid wegslingeren. De turbulentiegraad van de bovenste laag van de watermassa is daardoor relatief hoog wat theoretisch gunstig is voor de zuurstofinbreng.

4.2 Analysemethodiek

Een tijdrovende doch volledige methode voor het onderzoeken van de relatie tussen tankgeometrie, beluchterkarakteristieken en zuurstofinbrengrendement zou kunnen bestaan uit het vastleggen van het vermogen en de zuurstofinbreng bij verschillende combinaties van de bovenvermelde basisfactoren. Gezien het grote aantal factoren en de uitgebreide grenzen waarover de factoren kunnen variëren, zou het aantal vast te leggen situaties zeer groot zijn.

Door Robertson^{21,22} is in het kader van het testen van Simcar-beluchters een aanzet in de richting van een dergelijk systematisch onderzoek gedaan. Een voortzetting daarvan valt echter buiten het kader van deze studie.

De in deze studie gebruikte methode is gebaseerd op een analyse van bestaande meetgegevens. De analyse is gebaseerd op een multiple lineaire regressiemethode. De coëfficiënten van de regressievergelijkingen zijn daarbij geschat met behulp van de methode der kleinste kwadraten. De regressievergelijkingen geven het verband aan tussen zuurstof- en vermogensinbreng enerzijds en de beluchterkarakteristieken en tankgeometrie anderzijds.

Omdat de gegevens afkomstig zijn uit installaties van geheel verschillende afmetingen zijn voor de variabelen van de regressievergelijkingen dimensieloze grootheden gebruikt.

In aansluiting op eerdere onderzoekingen¹⁷ kan het dimensieloze vermogen van de beluchter als volgt in verband worden gebracht met de van invloed zijnde factoren:

$$\frac{P}{\rho n^3 \emptyset^5} = f\left(\frac{\emptyset n^2}{g}, \frac{b}{\emptyset}, \frac{d}{\emptyset}, \frac{dd}{\emptyset}\right) \quad (1)$$

Een uitgebreide verhandeling over de afleiding van deze relatie is in bijlage 2 (pp. 69 - 71) gegeven.

Hoewel bij de zuurstofinbreng dezelfde dimensieloze factoren een rol spelen, is het daarvoor minder eenvoudig een algemeen geldende relatie zoals²⁰ op te stellen. Zoals uit de literatuur³³ blijkt, treden er bij het dimensieloos weergeven van de zuurstofinbreng namelijk schaal-effecten op. Dit betekent dat de functie afhankelijk is van de afmetingen van het systeem wat een complicatie is die bij het gebruik van zowel model- en prototype-metingen een negatieve invloed heeft op de betrouwbaarheid van de analyse-resultaten.

Een uitvoerige analyse van mogelijke combinaties van dimensieloze factoren is verricht om de meest geschikte relatie met de dimensieloze zuurstofinbreng te vinden. Met dezelfde dimensieloze factoren als aangegeven in²¹ bleek een significant verband te kunnen worden gelegd met de dimensieloze

zuurstofinbreng.

Zowel bij deze als bij de andere onderzochte combinaties van dimensieloze factoren bleken echter vrij grote afwijkingen tussen de regressievergelijking en de gegevens op te treden. Door in de vergelijking het tankvolume op te nemen in plaats van de breedte/beluchterdiameter verhouding kon een betere benadering van de gegevens worden verkregen.

De vergelijking die bij het verdere onderzoek is gebruikt, is analoog aan²⁰ hieronder weergegeven. De tankbreedte is daarbij via het volume (V) impliciet in de vergelijking opgenomen.

$$\frac{OC}{C_s n \emptyset^3} = f_2 \left(\frac{\emptyset n^2}{g}, \frac{d}{\emptyset}, V, \frac{dd}{\emptyset} \right) \quad (2)$$

Het verband tussen de factoren in relaties (1) en (2) wordt gegeven door de functies f1 en f2. Hoge correlatie-coëfficiënten werden gevonden met machtsfuncties van de volgende vorm.

$$\frac{P_i}{\rho n^3 \emptyset^5} = k_i \left(\frac{\emptyset n^2}{g} \right)^{\alpha_i} \times \left(\frac{d}{\emptyset} \right)^{\beta_i} \times \left(\frac{b}{\emptyset} \right)^{\gamma_i} \text{ voor dompeldiepte } \left(\frac{dd_i}{\emptyset} \right) \quad (3)$$

$$\frac{OC_i}{C_s n \emptyset^3} = l_i \left(\frac{\emptyset n^2}{g} \right)^{\mu_i} \times \left(\frac{d}{\emptyset} \right)^{\nu_i} \times V^{\zeta_i} \text{ voor dompeldiepte } \left(\frac{dd_i}{\emptyset} \right) \quad (4)$$

Deze vergelijkingen zijn per standaarddompeldiepte opgesteld:

- i = 1 maximale dompeldiepte
- i = 2 gemiddelde dompeldiepte
- i = 3 minimale dompeldiepte

$k_i, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i, l_i, \mu_i, \nu_i$ en ζ_i zijn constanten.

Uit vergelijkingen (3) en (4) voor de vermogensinbreng en de zuurstofinbreng is vergelijking (5) voor het zuurstofinbrengrendement ($\eta = OC/P$) afgeleid:

$$\frac{n^2 \emptyset^2 \rho \cdot OC_i}{C_s P_i} = \frac{l_i}{k_i} \left(\frac{\emptyset n^2}{g} \right)^{\mu_i - \alpha_i} \cdot \left(\frac{d}{\emptyset} \right)^{\nu_i - \beta_i} \cdot \frac{b^{-\gamma_i} V^{\zeta_i}}{\emptyset} \text{ voor dompeldiepte } \left(\frac{dd_i}{\emptyset} \right) \quad (5)$$

Wanneer voor het volume $V = b^2 d$ wordt ingevuld en het dimensieloze zuurstofinbrengrendement en toerental worden uitgesplitst naar niet dimensieloze grootheden wordt formule (6) verkregen.

$$\eta_i = K_i \emptyset^{a_i} n^{b_i} \left(\frac{d}{\emptyset} \right)^{c_i} \left(\frac{b}{\emptyset} \right)^{d_i} \text{ voor dompeldiepte } dd_i \quad (6)$$

De constanten van deze vergelijking worden bepaald door vergelijkingen (7) tot en met (11)

$$K_i = \frac{C_s}{\rho g} \cdot \frac{l_i}{k_i} \quad (7)$$

$$a_i = 2,5x_i^{-2} - 2 + 3x_i \quad (8)$$

$$b_i = 2,5x_i^{-2} - 2x_i - 2 \quad (9)$$

$$c_i = x_i^{-2} - 2x_i + 2 \quad (10)$$

$$d_i = -x_i + 2x_i \quad (11)$$

Vergelijking (6) levert in combinatie met vergelijkingen (7) tot en met (11) de mogelijkheid om de invloed van de keuze van het beluchtingssysteem en de aëratie-tankafmetingen op het zuurstofinbrengrendement te onderzoeken.

4.3 Analyseresultaten

De regressies van de in tabel 4 (pp.9 - 14) verzamelde gegevens blijken met de gebruikte machtsfuncties voor alle drie dompeldieptes hoge correlatiecoëfficiënten op te leveren.

De gevonden correlatiecoëfficiënten zijn hoger dan de kritische waarden behorende bij een significantieniveau van 1% (zie tabel 5).

Dit betekent dat de gevonden relaties met een waarschijnlijkheid van meer dan 99% significant zijn. Dit resultaat wil echter niet zeggen dat met de gevonden relaties voor de praktijk voldoende nauwkeurige voorspellingen van de te verwachten zuurstofinbreng en het vermogen bij gekozen beluchterdiameter, toerental en tankbreedte en -diepte kunnen worden gedaan. De hoge waarden van de correlatiecoëfficiënten geven slechts aan dat de gevonden tendensen significant zijn. De met (6) tot en met (11) berekende waarden van het zuurstofinbrengrendement blijken dan ook aanzienlijk van de gemeten waarden te kunnen verschillen. De gevonden afwijkingen liggen voor de serie gegevens behorende bij gemiddelde dompeldiepte tussen -30 en +34%.

	dompeldiepte	aantal waarnemingen n	correlatiecoëfficiënt r	kritische waarden r1%, (n-m)
vermogen	<i>maximaal</i>	33	0,91	0,47
zuurstofinbreng	<i>maximaal</i>	33	0,93	0,47
vermogen	<i>gemiddeld</i>	78	0,85	0,30
zuurstofinbreng	<i>gemiddeld</i>	78	0,92	0,30
vermogen	<i>minimaal</i>	54	0,76	0,36
zuurstofinbreng	<i>minimaal</i>	54	0,90	0,36
r1%, (n-m) =	kritische waarde voor de correlatiecoëfficiënt r behorende bij een significantieniveau van 1%, n waarnemingen en m vrijheidsgraden (m = 4)			

Tabel 5. Correlatiegegevens van de regressies

De gevonden waarden van de constante K_i en de exponenten a_i , b_i , c_i en d_i van vergelijking (6) zijn voor de verschillende dompeldieptes gegeven in tabel 6.

dompeldiepte	K_i	a_i	b_i	c_i	d_i
<i>maximaal</i>	$6,12 \cdot 10^{-4}$	-0,39	-0,11	-0,05	+0,19
<i>gemiddeld</i>	$6,14 \cdot 10^{-4}$	-0,22	+0,004	+0,01	+0,11
<i>minimaal</i>	$6,54 \cdot 10^{-4}$	-0,14	+0,04	-0,09	-0,01

Tabel 6. Regressieresultaten $r_i = K_i \cdot \phi^{a_i} \cdot n^{b_i} \cdot \left(\frac{d}{\phi}\right)^{c_i} \cdot \left(\frac{b}{\phi}\right)^{d_i}$

Een nadere beschouwing van de in de tabel verzamelde waarden leert dat de coëfficiënt K_i voor de drie dompeldieptes nagenoeg hetzelfde is, dat de coëfficiënten a_i , b_i , c_i en d_i echter afhankelijk van de dompeldiepte verschillende waarden aannemen. De coëfficiënten a_i en d_i die betrekking hebben op respectievelijk ϕ en b/ϕ hebben een grotere absolute waarde naarmate de dompeldiepte van de beluchter groter is. Wat betreft de andere twee coëfficiënten b_i en c_i is deze tendens minder duidelijk.

Een toenemende absolute waarde van de coëfficiënten a_i , b_i , c_i en d_i betekent dat het effect van een verandering van de bijbehorende parameters op het zuurstofinbrengrendement toeneemt met de dompeldiepte. Zo is het zuurstofinbrengrendement bijvoorbeeld bij maximale dompeldiepte gevoeliger voor de keuze van de beluchterdiameter dan bij gemiddelde of minimale dompeldiepte, hetgeen geheel overeenkomstig de verwachtingen is.

Het relatieve effect van beluchterdiameter, toerental en tankafmetingen op het zuurstofinbrengrendement kan niet zonder meer aan de coëfficiënten uit tabel 6 worden afgelezen.

De bijbehorende parameters zijn in de praktijk niet geheel onafhankelijk van elkaar. Zo zullen bij een bepaalde installatie het vermogen van de beluchtingsinstallatie en het volume van de aëratietank globaal vastliggen op basis van de hoeveelheid inkomend afvalwater en de procestechnische eisen die aan het actief-slibproces worden gesteld.

Een gegeven vermogensafgifte (P) betekent echter dat de beluchterdiameter (ϕ) en het toerental (n) moeten voldoen aan:

$$\frac{P}{n^3 \phi^5} = \text{constant} \text{ of } n^3 \phi^5 = \text{constant} \quad (12)$$

Een gegeven volume (V) betekent dat de keuze van de tankdiepte (d) en de tankbreedte (b) mede bepaald wordt door:

$$V = b^2 d = \text{constant} \quad (13)$$

De relatieve invloed van beluchterdiameter, toerental en tankafmetingen op het zuurstofinbrengrendement is verder onderzocht aan de hand van een voorbeeld waarbij is uitgegaan van een installatie met een volume van 1000 m^3 en een gegeven beluchtercapaciteit van 40 kW .

Wordt verondersteld dat de geometrie van de beluchtingstank gegeven is, dan kan met behulp van vergelijkingen (6) en (12) de invloed van de beluchterkeuze op het zuurstofinbrengrendement worden bepaald.

Volgens (12) vinden we:

$$n^3 \phi^5 = 40 \quad (14)$$

Met behulp van (6) en de constanten uit tabel 6 vinden we:

$$\eta_1 = \text{constante} \cdot \emptyset^{-0,53} \cdot n^{-0,11} \quad \text{voor dd } \textit{maximaal} \quad (15)$$

$$\eta_2 = \text{constante} \cdot \emptyset^{-0,34} \cdot n^{+0,004} \quad \text{voor dd } \textit{gemiddeld} \quad (16)$$

$$\eta_3 = \text{constante} \cdot \emptyset^{-0,04} \cdot n^{+0,04} \quad \text{voor dd } \textit{minimaal} \quad (17)$$

Voor een aantal standaardbeluchterdiameters is volgens (14) het toerental (n) en volgens (15, 16 en 17) η_i bepaald en gegeven in tabel 7. Omdat het slechts gaat om een onderlinge vergelijking van de rendementen bij de verschillende combinaties van \emptyset en n, is het rendement bij de grootste beluchter telkens gelijk aan 1 gesteld.

\emptyset (m)	n (omw/s)	η_i bij dompediepte		
		<i>maximaal</i>	<i>gemiddeld</i>	<i>minimaal</i>
3,66	0,39	1,00	1,00	1,00
3,25	0,48	1,04	1,05	1,02
2,85	0,60	1,09	1,09	1,03
2,54	0,72	1,13	1,14	1,04
2,24	0,89	1,18	1,19	1,05
2,04	1,04	1,21	1,23	1,07

Tabel 7. Invloed keuze beluchterdiameter en toerental op zuurstofinbrengrendement ($P=40$ kW, $V=1000$ m³, gegeven tankafmetingen).

Bij de gegeven beluchtercapaciteit van 40 kW levert een beluchter met een diameter van 2,04 m bijvoorbeeld een zuurstofinbrengrendement op dat bij maximale dompediepte 21% hoger is dan in het geval van een diameter van 3,66 m. Bij gemiddelde dompediepte bedraagt het verschil zelfs 23%; bij minimale dompediepte echter slechts 7%.

De gevonden percentages tonen aan dat de keuze van de beluchterdiameter en daarmee van het toerental een belangrijke invloed heeft op het zuurstofinbrengrendement en dat voor een hoog zuurstofinbrengrendement een kleine beluchter met een bijbehorend hoog toerental gunstig is.

Analoog aan de voorgaande beschouwing is nu bij verschillende verhoudingen van tankdiepte en tankbreedte, bepaald volgens (18), het zuurstofinbrengrendement berekend, ervan uitgaande dat het beluchtingssysteem gegeven is (vergelijkingen 19, 20 en 21).

$$db^2 = 1000 \quad (18)$$

$$\eta_1 = \text{constante} \cdot d^{-0,05} \cdot b^{+0,19} \quad \text{voor dd } \textit{maximaal} \quad (19)$$

$$\eta_2 = \text{constante} \cdot d^{+0,01} \cdot b^{+0,11} \quad \text{voor dd } \textit{gemiddeld} \quad (20)$$

$$\eta_3 = \text{constante} \cdot d^{-0,09} \cdot b^{-0,01} \quad \text{voor dd } \textit{minimaal} \quad (21)$$

De berekende waarden zijn, gerangschikt naar dompediepte, gegeven in tabel 8 (p. 21).

Wederom is het rendement bij de grootste diepte gelijk aan 1 gesteld. Bij alle drie dompeldieptes wordt tendensmatig een hoger rendement gevonden naarmate een geringere tankdiepte en bijgevolg een grotere tankbreedte wordt aangehouden. In alle gevallen blijkt de invloed van de keuze van de tankafmetingen op het zuurstofinbrengrendement echter gering te zijn.

d (m)	b (m)	b/d (-)	η (-) bij dompeldiepte		
			<i>maximaal</i>	<i>gemiddeld</i>	<i>minimaal</i>
4,5	14,9	3,3	1,00	1,00	1,00
4,0	15,8	4,0	1,02	1,00	1,01
3,5	16,9	4,8	1,04	1,01	1,02
3,0	18,3	6,1	1,06	1,01	1,04

Tabel 8. Invloed keuze tankdiepte en -breedte op het zuurstofinbrengrendement ($P = 40$ kW, $V = 1000$ m³, gegeven beluchtingssysteem).

Resumerend kan worden gesteld, dat voor Simcar-beluchters toegepast in vierkante aëratietanks een belangrijke winst in het zuurstofinbrengrendement kan worden behaald wanneer relatief kleine, sneldraaiende beluchters worden ingezet. Optimale tankafmetingen met betrekking tot het zuurstofinbrengrendement blijken te tenderen naar grote breedte-diepteverhoudingen. Het effect van de tankgeometrie op het zuurstofinbrengrendement blijkt echter van minder belang te zijn.

Hoewel hieromtrent geen zekerheid bestaat, mag worden verwacht dat de gevonden tendensen ook bij andere typen beluchters, die wat betreft conusshelling en schoepvorm op de Simcar-beluchter lijken, waargenomen zullen kunnen worden.

4.4 Bestaande installaties

De gevonden resultaten kunnen worden gebruikt om mogelijkheden te onderzoeken ter verbetering van het zuurstofinbrengrendement van bestaande installaties.

Mede naar aanleiding van de analyseresultaten, maar ook in verband met de beperkte mogelijkheden om de geometrie van bestaande aëratietanks ingrijpend te veranderen, ligt het voor de hand een eventuele verbetering van het zuurstofinbrengrendement in eerste instantie te zoeken in een verandering van het beluchtingssysteem.

Mits het vermogen niet al te sterk wordt opgevoerd is het vervangen van het bestaande beluchtingssysteem door een kleinere beluchter met een hoger toerental in technisch opzicht bovendien een betrekkelijk eenvoudige operatie.

Vanzelfsprekend moeten daarbij randvoorwaarden, die worden gesteld voor een probleemloze hydraulische en procestechnologische werking, in acht worden genomen.

De richtlijnen, die zijn opgesteld op basis van het STORA-onderzoek "Optimalisering van puntbeluchtersystemen"¹⁷, ten behoeve van het voorkomen, of verminderen van cadans, betreffen voornamelijk de volgende punten:

- breedte-diepteverhoudingen groter dan 6 zijn te vermijden
- van het te installeren beluchtertype is de kleinst mogelijke diameter te kiezen waarmee de gewenste OC kan worden ingebracht.

Bij breedte-diepteverhoudingen groter dan circa 4 zijn voorzieningen nodig ter stabilisering van het stromingspatroon teneinde de vermogensafgifte constant te houden.

Maatregelen ter verhoging van de stroomnelheden behoeven in de regel niet te worden genomen daar de praktijk leert, dat bij de gebruikelijke tankafmetingen de snelheden voldoende hoog zijn om procentairende afzettingen te voorkomen.

De in het STORA-rapport gegeven richtlijnen hebben voornamelijk betrekking op de geometrie van de aëratietank. Voor een goede werking van de beluchter met betrekking tot de zuurstofinbreng mogen bovendien noch te hoge noch te lage toerentalen worden ingezet. Het toerentalgebied waarbinnen Simear-beluchters kunnen worden ingezet, is door Robertson aangegeven (5). Het toerental moet voldoen aan:

$$0,7 \left(\frac{617,22}{\emptyset} \right)^{2/3} < n < 1,24 \left(\frac{617,22}{\emptyset} \right)^{2/3} \quad (22)$$

waarbij:

\emptyset = beluchterdiameter (m)

n = toerental (omw/min).

Naast een begrenzing van het toerental is voor een goede hydraulische werking van het systeem tevens de waterdiepte onder de beluchter aan beperkingen onderhevig. Volgens Robertson^{2,2}

$$\sim 0,9 \emptyset < d < \sim 1,2 \emptyset \quad (23)$$

Daarbij is in verband met eventuele instabiele vermogensafgifte voornamelijk de ondergrens van belang.

Binnen bovengenoemde randvoorwaarden is voor de installaties Stolwijk, Barger Es, Zwarte Meer en Rotterdam IJsselmonde onderzocht bij welke combinaties van toerental en diameter van de beluchter optimale rendementen worden gevonden (zie figuren 1 t/m 4, pp. 25 - 28).

Voor een aantal standaardbeluchterdiameters die voldoen aan de ondergrens van (23) is met behulp van de gevonden regressieformules (6 t/m 11) bij een aantal OC-waarden het toerental bepaald waarbij een optimaal rendement optreedt.

De aldus gevonden toerentalen zijn op de verticale as uitgezet tegen de standaardbeluchterdiameter (x-as) en per OC-waarde verbonden door een gebogen lijn, terwijl bij de punten telkens de bijbehorende rendementen zijn aangegeven. Aldus ontstaat een bundel lijnen die van laag naar hoog behoren bij oplopende OC-waarden. Aan de onderzijde en aan de bovenzijde worden de lijnen begrensd door de randvoorwaarde die aan het toerental gesteld is (22).

In de bundel lijnen is tevens het punt aangegeven waarvan beluchterdiameter en toerental behoort bij de betreffende installatie. De bij de lijnen aangegeven OC's zijn teruggerekend naar 1,00 voor de lijn die door dit punt gaat. Ook de in de grafieken aangegeven waarden voor het zuurstofinbrengrendement zijn teruggerekend naar 1,00 voor het punt dat bij de betreffende installatie hoort. Per installatie zijn de grafieken tenslotte gegeven voor dompediepte *maximaal* en *gemiddeld*.

Uit bestudering van de grafieken komt een aantal punten naar voren:

- Bij een gegeven OC-waarde worden hogere rendementen gevonden naarmate een kleinere beluchterdiameter in combinatie met een hoger toerental wordt

ingezet (verplaatsing langs de gebogen lijn en omhoog). Dit is in overeenstemming met de eerder gevonden resultaten.

- Bij *maximale* dompediepte (bovenste grafiek) blijkt bij een bepaalde beluchterdiameter met een verhoging van de OC (= verhoging van de belasting van het systeem) een lichte afname van het rendement gepaard te gaan (verplaatsing in verticale richting).
- Bij *gemiddelde* dompediepte (onderste grafiek) is het zuurstofinbrengrendement betrekkelijk ongevoelig voor een verandering van de OC.
- De installaties Stolwijk, Barger Es en Zwarte Meer hebben bij de betreffende tankafmetingen geen optimaal beluchtingssysteem met betrekking tot het zuurstofinbrengrendement. Volgens de grafieken zou het zuurstofinbrengrendement van deze installaties enigszins verhoogd kunnen worden door een beluchter met een kleinere diameter en een hoger toerental te installeren. De maximale verhogingen van het rendement bedragen volgens de berekeningen respectievelijk circa 8, 4 en 7%.
- Door het inzetten van een beluchter met een kleine diameter en een extra hoog toerental kan bij de installaties Stolwijk, Barger Es en Zwarte Meer volgens de grafieken zonder verslechtering van het rendement de OC worden opgevoerd met respectievelijk circa 20, 25 en 35%.
Of er mogelijkheden zijn de capaciteit van deze installaties op te voeren, hangt vanzelfsprekend van een groot aantal andere factoren af die echter in het kader van dit onderzoek niet bestudeerd kunnen worden.
- Het beluchtingssysteem van de installatie Rotterdam IJsselmonde blijkt ten aanzien van het zuurstofinbrengrendement een optimale beluchterdiameter-toerental combinatie te hebben. Zoals uit de grafiek blijkt, kan in verband met de bovengrens van het toerentalgebied voor de vereiste OC geen beluchter met een kleinere diameter meer worden toegepast om het rendement verder op te voeren.

Analoog aan de methode gepresenteerd in de voornoemde vier grafieken is een aantal andere installaties in het buitenland, die zijn uitgerust met Simcar-beluchters, onderzocht.

Het betreft de installaties Beighton, Hamburg, New Market en Georgetown, waarvan de gegevens in tabel 4 (pp.9 - 14) te vinden zijn. Geen van deze installaties blijkt een beluchtingssysteem te hebben, waarbij optimale zuurstofinbrengrendementen mogen worden verwacht. Uit de analyse blijkt dat doorgaans te grote beluchterdiameters en te lage toerentallen worden toegepast.

Met inachtneming van de richtlijnen, die zijn opgesteld op basis van het STORA-onderzoek "Optimalisering van puntbeluchtersystemen", ten behoeve van het voorkomen of verminderen van cadans, te weten

- breedte- diepteverhoudingen groter dan 6 zijn te vermijden,
- van het te installeren beluchtertype is de kleinst mogelijke diameter te kiezen waarmee de gewenste OC kan worden ingebracht,
- bij breedte- diepteverhoudingen groter dan circa 4, zijn voorzieningen nodig ter stabilisering van het stromingspatroon teneinde de vermogensafgifte constant te houden,

kunnen aan de hand van het hier behandelde onderzoek de volgende aanvullende richtlijnen worden geformuleerd:

- voor een goede zuurstofinbreng moet een toerental worden ingezet, dat voldoet aan:

$$0,7 \left(\frac{617,22}{\emptyset} \right)^{2/3} < n < 1,24 \left(\frac{617,22}{\emptyset} \right)^{2/3}$$

(geldig voor Simcar-beluchters), waarbij:

\emptyset = beluchterdiameter (m)

n = toerental (omw./min).

- voor een goede hydraulische werking van het systeem dient de waterdiepte onder de beluchter (geldt voor Simcar-beluchters) te voldoen aan:

$$0,9 \emptyset < d < 1,2 \emptyset,$$

- voor een hoger zuurstofinbrengrendement dient een kleinere beluchterdiameter in combinatie met een hoger toerental te worden ingezet. Bij een gegeven vermogensafgifte moet daarbij worden voldaan aan de voorwaarde:

$$n^3 \emptyset^5 = \text{constant},$$

waarin n = toerental en \emptyset = beluchterdiameter,

- bij maximale dompeldiepte van de beluchter (waterspiegel = schoephoogte boven bovenkant schoep) gaat bij een bepaalde beluchterdiameter een verhoging van de OC (= verhoging van de belasting van het systeem) met een lichte afneming van het rendement gepaard,
- bij gemiddelde dompeldiepte van de beluchter (waterspiegel = bovenkant schoep) is het zuurstofinbrengrendement nagenoeg ongevoelig voor een verandering van de OC.

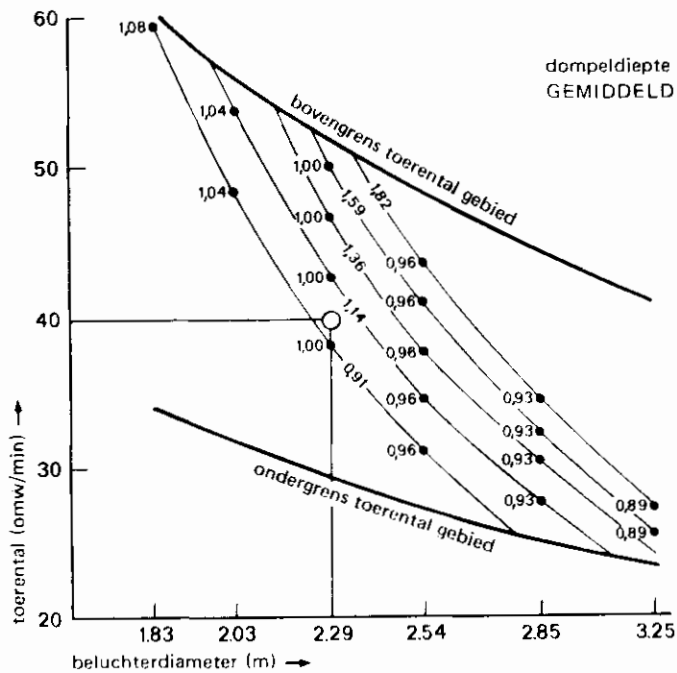
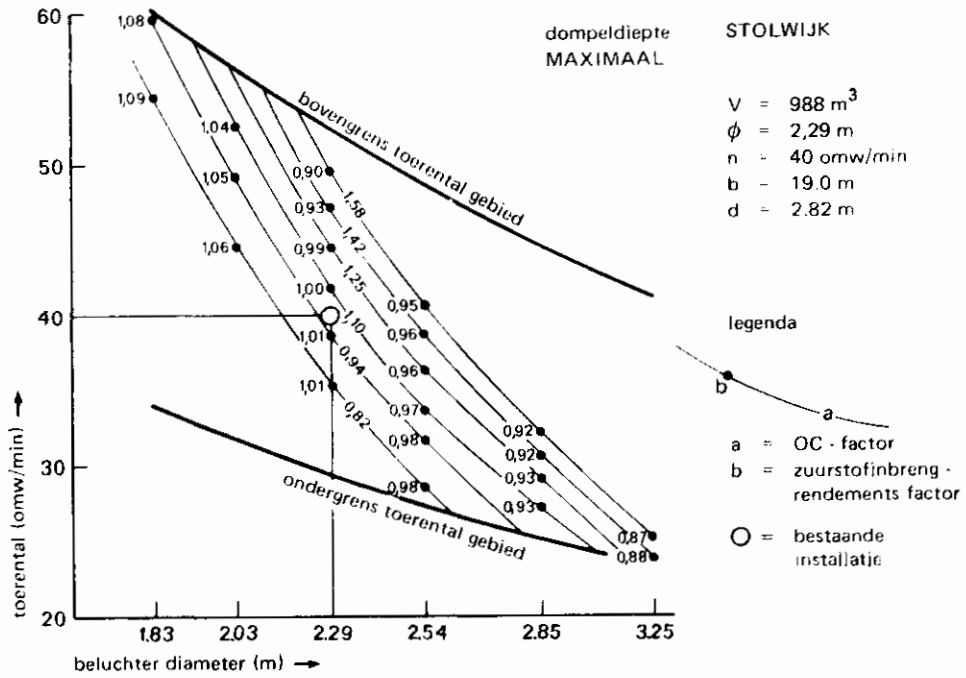


Fig. 1. Verband tussen het optimale zuurstofinbrengrendement en de beluchter diameter, toerental en OC voor de installatie Stolwijk.

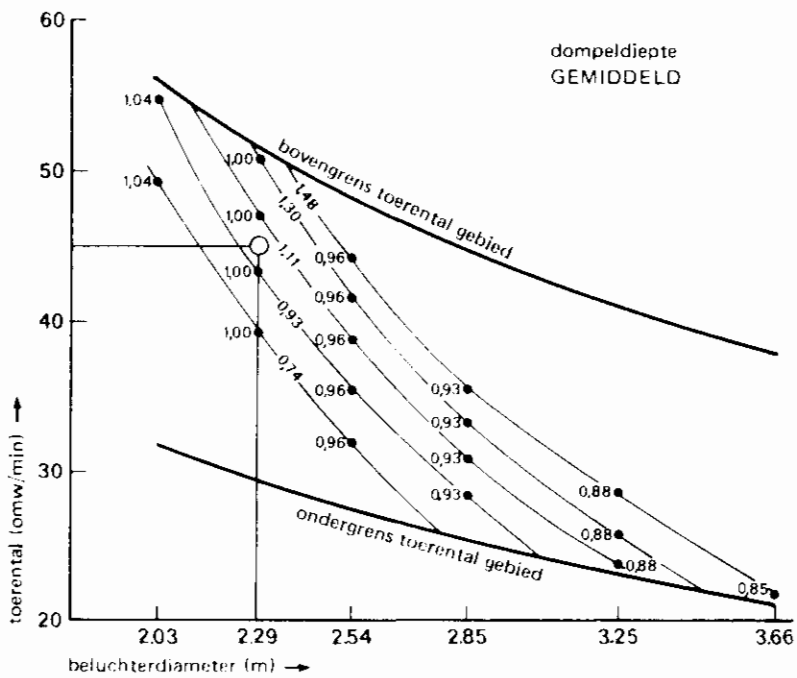
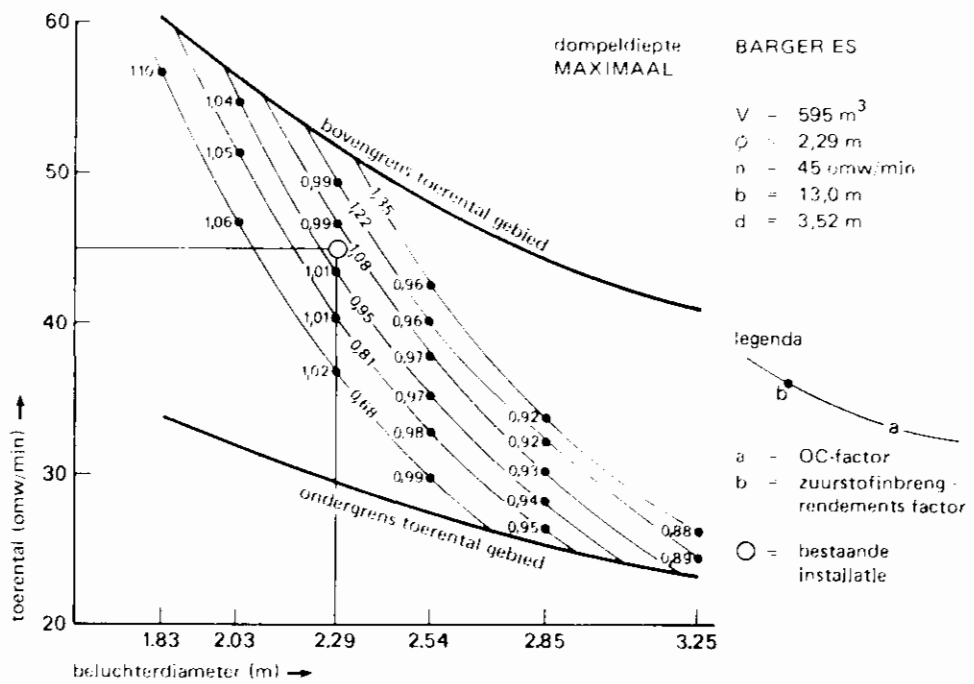


Fig. 2. Verband tussen het optimale zuurstofinbrengrendement en de beluchter diameter, toerental en OC voor de installatie Barger Es.

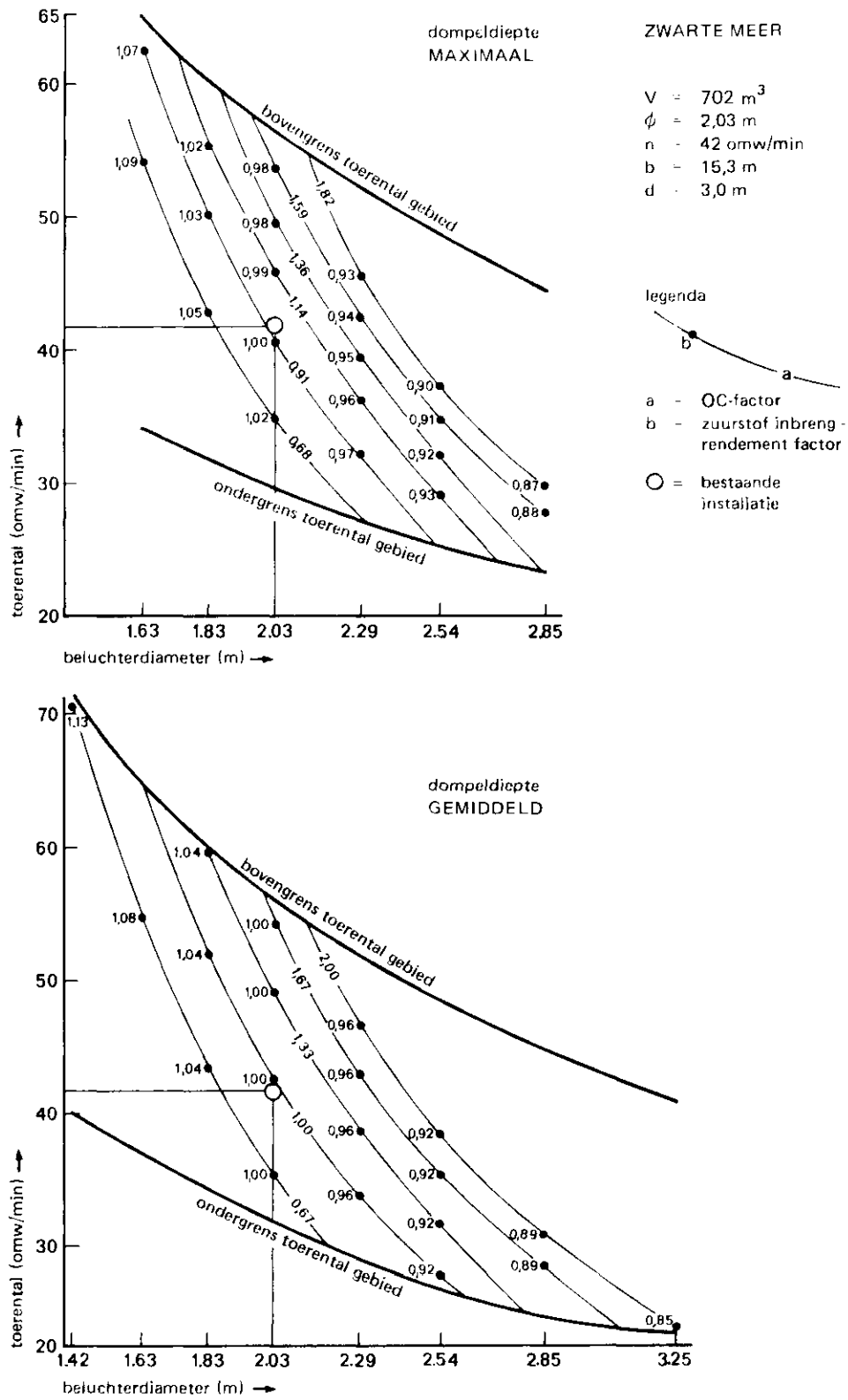


Fig. 3. Verband tussen het optimale zuurstofinbrengrendement en de beluchter diameter, toerental en OC voor de installatie Zwarte Meer.

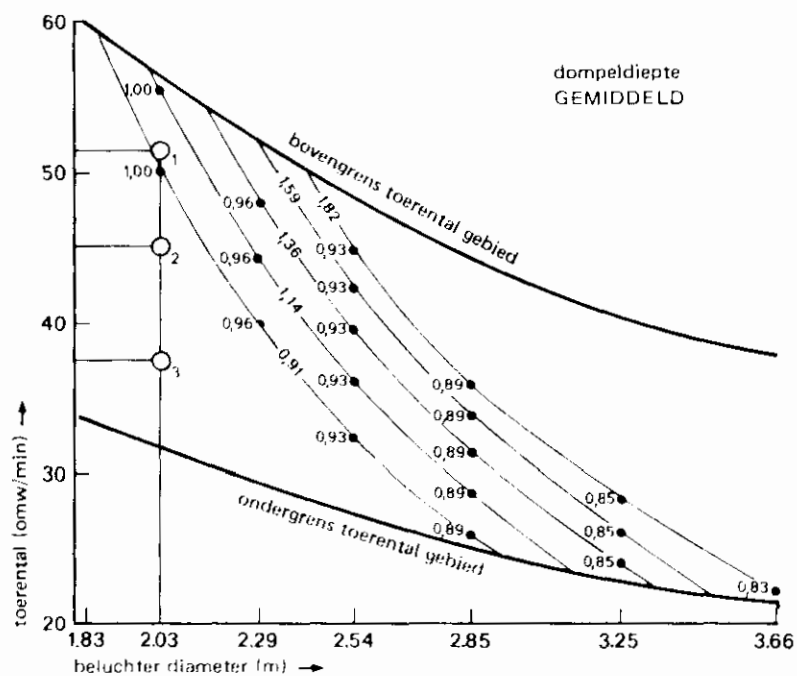
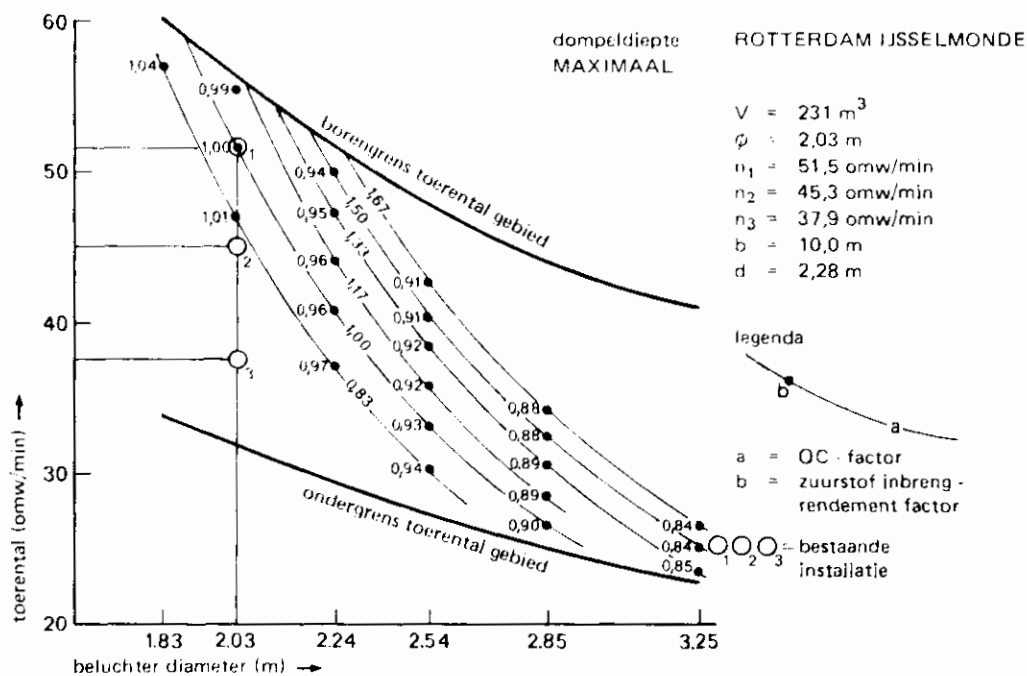


Fig. 4. Verband tussen het optimale zuurstofinbrengrendement en de beluchter diameter, toerental en OC voor de installatie Rotterdam-IJsselmonde.

Op basis van de uit de literatuur en door middel van de enquête verkregen gegevens blijkt dat een groot aantal typen puntbeluchters in vierkante aëratietanks is onderzocht. Behalve de Simcar-beluchter zijn de verschillende typen beluchters in te weinig installaties met verschillende geometrie en beluchterkarakteristieken onderzocht om een verband tussen de zuurstofinbreng en de afmetingen van tank en beluchter te kunnen afleiden. Het onderzoek is daarom gebaseerd op gegevens afkomstig van installaties met Simcar-beluchters. De hieronder vermelde conclusies hebben dan ook in eerste instantie betrekking op aëratietanks met Simcar-puntbeluchtersystemen. Daarnaast mag worden aangenomen dat de conclusies althans tendensmatig ook geldigheid hebben met betrekking tot beluchters die sterke gelijkenis met de Simcar-beluchter vertonen.

De analyseresultaten geven aan dat de optimale afmetingen van het beluchtingssysteem en de aëratietank met betrekking tot het zuurstofinbrengrendement tenderen naar:

- a. kleine beluchterdiameters gecombineerd met hoge toerentallen
- b. kleine verhoudingen tussen tankdiepte en beluchterdiameter in combinatie met grote waarden voor de verhouding tussen tankbreedte en beluchterdiameter.

Vergeleken met het effect van de beluchterdiameter en het toerental op het zuurstofinbrengrendement van het systeem, is het effect van de tankgeometrie echter gering.

Op basis van een berekeningsvoorbeeld blijkt bij een gegeven aëratietank en binnen de randvoorwaarden voor een probleemloze hydraulische en procestechische werking van het systeem het optimale beluchtingssysteem een zuurstofinbrengrendement te hebben dat circa 21% hoger ligt dan het minst optimale beluchtingssysteem.

Met een optimale keuze van de tankgeometrie kan volgens het berekeningsvoorbeeld maximaal 6% winst worden behaald.

In beide gevallen hebben de percentages betrekking op een maximale dompediepte van de beluchter. Bij gemiddelde dompediepte levert het berekeningsvoorbeeld percentages op van respectievelijk 23% en 1% en bij minimale dompediepte van respectievelijk 7% en 4%.

De bestaande installaties Stolwijk, Barger Es, Zwarte Meer en Rotterdam IJsselmonde zijn nader onderzocht.

De installaties Stólwijk, Barger Es en Zwarte Meer hebben geen optimale beluchtingssystemen bij de gegeven tankafmetingen. Door het inzetten van een beluchter met een kleinere diameter in combinatie met een hoger toerental kan het zuurstofinbrengrendement naar verwachting enigszins worden verhoogd. Volgens de berekeningen bedragen de maximale verhogingen respectievelijk circa 8, 4 en 7% bij de huidige OC's.

Door het inzetten van een beluchter met een kleine diameter en een extra hoog toerental kan volgens de berekeningen bij deze installatie zonder verslechtering van het zuurstofinbrengrendement de OC worden opgevoerd met respectievelijk circa 20, 25 en 35%.

Het beluchtingssysteem van de installatie Rotterdam IJsselmonde blijkt bij de gegevens tankafmetingen reeds optimale afmetingen te hebben.

Uit een analyse van een aantal andere buiten Nederland gelegen installaties - Beighton, Hamburg, New Market en Georgetown - blijkt dat geen van deze

installaties en beluchtingssysteem heeft waarbij optimale zuurstofinbrengrendementen mogen worden verwacht.

Gezien de uitgebreide hoeveelheid gegevens enerzijds en de mogelijke onnauwkeurigheden in het waarnemingsmateriaal anderzijds, zal het verzamelen van additionele gegevens op basis van model- of praktijkmetingen naar verwachting betrekkelijk weinig verbetering van de gevonden regressie-relaties met zich meebrengen.

Om gelijksoortige relaties voor andere typen beluchters te kunnen opstellen, is een groot aantal metingen noodzakelijk om een voldoende graad van betrouwbaarheid te kunnen bereiken.

Uit het in deze conclusies gestelde volgt, dat voor bestaande tanks alleen gestreefd moet worden naar verbetering van het zuurstofinbrengrendement door bij de gegeven tankgeometrie het optimale beluchtingssysteem te zoeken. Kleine beluchterdiameters in combinatie met hoge toerentallen leiden in dat verband tot een beter rendement dan grote beluchterdiameters met lage toerentallen. Uitgaande van de bestaande situatie zal van geval tot geval moeten worden bekeken of vervanging van de aanwezige beluchter door een - als regel - kleinere beluchter in combinatie met een hoger toerental tot een rendabeler oplossing leidt.

Aan bestaande tanks leidt wijziging van de tankgeometrie als regel tot zo hoge kosten, dat - in relatie met de te bereiken verbetering van het zuurstofinbrengrendement - een dergelijke investering niet rendabel is te maken.

7 LITERATUUR

1. Bakker, K., Sluis, J.W. van. - De invloed van de temperatuur op de zuurstof-overdracht in schoon water bij puntbeluchting, H₂O nr. 26, 18 december 1975.
2. Beproeving van de beluchters op de rwzi Almelo deel 1, oktober 1976 en deel 2, januari 1977, Witteveen + Bos.
3. Beproeving van de beluchters van de rwzi Enschede-West, maart 1977, Witteveen + Bos.
4. Beproeving van de Landy-E-beluchter in de rwzi Deventer, juni 1975, Witteveen + Bos.
5. Beproeving van de Landy-beluchter in de rwzi Deventer, Witteveen + Bos.
6. Beproeving van de Landy-F-beluchter in de rwzi Deventer, Witteveen + Bos.
7. Beproeving van de Landy-F*-beluchter in de rwzi Deventer, Witteveen + Bos.
8. Beproeving van de beluchters van de rwzi Schalkwijk, februari 1975, RIZA.
9. Beproeving van de beluchters van de rwzi Alkmaar, november 1976, Witteveen + Bos.
10. BSK beluchter Favorit, zuurstoftoevoervermogen en arbeidsvermogen, metingen verricht in de zuiveringsinstallatie Enschede-Zuid, werkrapport A67, november 1972, IG-TNO.
11. Emde, W. v.d. - Belüftungssysteme und Beckenformen, Münchener Beiträge zur Abwasser, Fischerei- und Flussbiologie, Band 5-1968, Tropfkörper und Belebungsbecken.
12. Kalbskopf, K.H. - Strömungsverhältnisse und Sauerstoffeintragung bei Einsatz von Oberflächenbelüftern, Emschergenossenschaft, Essen.
13. Kalinske, A.A. - Turbulence in aeration bassins, Industrial Water Engineering, March 1971.
14. Knop, E.H.E. - Versuche mit verschiedenen Belüftungssystemen im technischen Massstab, Teil 1 und 2. Vulkan Verlag, Essen.
15. Mondelinge informatie van het RIZA.
16. OC-metingen uitgevoerd aan 5 beluchtingsopstellingen, werkrapport A64, maart 1972, IG-TNO.
17. Oriënterend onderzoek naar de optimalisering van puntbeluchtersystemen, STORA.
18. Rapport van de metingen van het zuurstofinbrengvermogen van de beluchters van de rwzi te Breda, 20 juni 1973, Witteveen + Bos.
19. Rapport van de beproevingen van de beluchters in de mineralisatiebassins op de rioolwaterzuiveringsinrichting te Almelo, 4 september 1973, Witteveen + Bos.
20. Robertson, W.S. - Report on comparison of methods of oxygen analysis in aerator testing by the unsteady state method, 18 May 1965, No. R/62/1/7.
21. Robertson, W.S. - Collection of full scale test results on the Simcar aerator with correlation of power consumptions, No. R/62/1/10.
22. Robertson, W.S. - Simcar aerator pilot plant tests with correlation of results, No. R/62/1/8.
23. Robertson, W.S. - Evaluation of the Simcar aerator for trade effluent treatment, JISP 1964.
24. Robertson, W.S. - Aeration of the activated sludge process, Symposium Aspects of Biochemical Engineering University of Manchester, Institute of Science and Technology, 11th December 1969.
25. Racz, I.G. - Schaalvergroting van oppervlaktebeluchters, voordracht gehouden tijdens de 30e Internationale Studiedagen Cebedeau-Becewa, Gent 1977.
26. Simplexbeluchter 6 HL. Zuurstoftoevoervermogen en benodigd arbeidsvermogen (metingen verricht in de zuiveringsinstallatie van Someren en Asten), werkrapport A 54, januari 1970, IG-TNO.
27. Vergelijkend onderzoek aan twee typen oppervlaktebeluchters van de firma Landustrie in de aeratietank van de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Varsseveld, 17 december 1974, vertrouwelijk rapport van Landustrie.

28. Verslag van de beproeving van de beluchters van de rwzi Eindhoven, waterschap de Dommel, december 1975, deel 1, Witteveen + Bos.
29. Verslag van de beproeving van de beluchters van de rwzi Eindhoven, waterschap de Dommel, maart 1976, deel 2, Witteveen + Bos.
30. Verslag van de beproeving van de beluchters van de rwzi Eindhoven, waterschap de Dommel, maart 1976, deel 3, Witteveen + Bos.
31. Verslag van de beproevingen van de beluchters op de rwzi te Hengelo, 12 april 1973, Witteveen + Bos.
32. Vertrouwelijk rapport van Ames Crosta via Spaans.
33. Wiggers, J.E.M. - Modellen van beluchtingsbassins en de praktijk, voordracht 11e vakantiecursus in de behandeling van afvalwater "Beluchting", april 1976, TH Delft.

Meetgegevens van puntbeluchtersystemen in vierkante aëratietanks

Installatie :
 Bron :
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte = volume :
 Breedte x lengte oppervlakte :
 Aantal - type - diameter beluchter(s) :
 Toerental :
 Remschotten :
 Afschuiningen wand - bodem :
 Anti-cadansschotten :
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ / netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / bruto kWh
1	2	3	4	5	6	7	8	9

A B

LEGENDA

- A = ontvangen gegevens
- B = OC en zuurstofinbrengrendement volgens de temperatuurcorrectieformule van Bakker en van Sluis (33)
- 1 = toerental beluchter
- 2 = dompeldiepte beluchter
- 3 = vermogen bruto
- 4 = vermogen netto
- 5 = OC
- 6 = zuurstofinbrengrendement
- 7 = temperatuur van het water
- 8 = OC
- 9 = zuurstofinbrengrendement

Installatie : Almelo
 Bron : [8]
 Datum metingen : 7/2014, 17
 Breedte x lengte x diepte volume : 15 x 15 x 3,04 = 675 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 15 x 15 = 225 m²
 Aantal type diameter beluchter(s) : 1 st Landy 2:20 m
 Toerental : 43,6 omw/min
 Remschotten : 4 stuks
 Afschuiningen wand bodem : 0,50:0,50 m
 Anti-caldansschotten :
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min	Domselg cm	P. bruto kWh	P. netto kWh	OC 1) kg O ₂ /h	A _{NO₂} netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
43,6	0	47,6		76,0		18,5	69,8	1,47
	20	23,9		37,1		18,7	34,0	1,37
	32	61,0		101,8		18,8	93,3	1,53
	6	54,4		92,4		19,1	84,5	1,56
	10	35,3		62,5		19,3	57,1	1,57
	6	52,8		92,9		19,3	84,8	1,58

Installatie : Almelo model
 Bron : [17]
 Datum metingen : september december 1974
 Breedte x lengte x diepte volume : 4 06 x 4 06 x 0,84 = 13,9 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 4 06 x 4 06 = 16,5 m²
 Aantal type diameter beluchter(s) : Landy φ54 m
 Toerental : 61,86/111 omw/min
 Remschotten : met/zonder
 Afschuiningen wand bodem :
 Anti-caldansschotten : met/zonder
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min	Domselg cm	P. bruto kWh	P. netto kWh	OC 1) kg O ₂ /h	A _{NO₂} netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh	zonskel krusschotten
66	5,5		110	238	2,16				
83	"		233	484	2,06				
101	"		320	803	2,81				
66	0		86	200	2,28				
83	"		140	364	2,64				
101	"		232	643	2,77				
66	5,5		49	143	2,91				
83,6	"		91	264	2,94				
101	"		158	450	2,85				
66	5,5		223	907	2,27				met
83	"		390	917	2,36				krusschotten
101	"		528	1423	2,70				
66	0		169	397	2,35				
83	0,1		247	655	2,65				
101	0		338	916	2,71				
88	4,9		169						
66	5,5		85	235	2,77				
83	"		142	405	2,85				
101	"		199	548	2,75				

Opmerkingen : 1) verhoog in de schuifkast gemeten
 2) O₂ electrode 1 m onder de waterspiegel en 0,5 m uit de wand

Opmerkingen : 1) Gemiddelden van duplo waarnemingen

Installatie : Eindhoven - Waterschap de Dommel
 Bron : [19]
 Datum metingen : 751126-751210
 Breedte x lengte x diepte volume : 18 x 18 x 3,5 = ca 1100 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 18 x 18 = 324 m²
 Aantal type-diameter belufter(s) : Spaans B ϕ 2.80 hoogteverstelling
 Toerental : 41 omw/min
 Remschotten : type Spaans
 Afschuiningen wand - bodem : nee
 Antri-cadansschotten :
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
41	25.6	39.8		55.7		5.86°C	60.0	1.52
	16.8	49.3		72.0			77.5	1.57
	0.9	69.0		103.4			111.4	1.61
	3.9	63.8		94.1			101.4	1.59
	9.6	56.8		85.8			92.4	1.63
	0.5	71.1		108.8			117.2	1.65

Opmerkingen. 1) bronwater
 2) O₂ elektrode nr. 1,1 m onder water, 3 m van de tankwand, op de brug nr. 2,1 m onder water, aan de tankwand nr. 3,0 5 m onder water, aan de tankwand
 3) vermogen in de kast gemeten. ~~belufter~~belufterlizen bepaald
 4) No₂ neemt toe bij dieper pompen van de belufter. Dit ongebruikelijke effect houdt verband met een afwijkend rendement van de voorlopige tandwielkast die bij de metingen geïnstalleerd was.

Installatie : Breda
 Bron : [7]
 Datum metingen : 730528-730606
 Breedte x lengte x diepte - volume : 24.5 x 15.37 x 2.52 949 m³ gehele bak 30.75 x 73.5 x 2.40 = 5400 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 24.50 x 15.37 (= 1.36 v.d. bak)
 Aantal type-diameter belufter(s) : Gyrox ϕ 2.54
 Toerental : 39/26 STOfrend en SL.Epend
 Remschotten : nee
 Afschuiningen wand - bodem : 1.00 x 0.50
 Antri-cadansschotten : nee
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
39 SL	12	42.3		69.9		15.7	65.6	1.55
39 SL	16	45.8		76.7		16.1	71.7	1.57
26 SL	16	17.5		28.6		16.1	26.7	1.53
26 ST	16	24.3		39.5		16.2	36.9	1.52
26 SL	1	12.9		20.3		15.2	19.1	1.48
39 SL	1	30.8		54.2		15.4	51.0	1.66
26 ST	1	16.2		30.2		15.6	28.4	1.75
39 ST	1	42.7		77.9		15.8	73.0	1.71
26 ST	10	24.4		43.3		15.9	40.6	1.66
39 SL	10	39.4		70.6		16.2	66.0	1.67

Opmerkingen. 1) O₂ elektrode 1.20 m onder water, 4 m van de belufteras
 2) Slipend is de normale draairichting voor de Landy belufter
 3) Vermogen in de kast gemeten?
 4) diepte: 2.52 m bij alle metingen
 5) horizontale schotten in de hoek

Installatie : Eindhoven
 Bron : [21]
 Datum metingen : —
 Breedte x lengte x diepte = volume : —
 Breedte x lengte = oppervlakte : —
 Aantal type - diameter belufter(s) : Spaans B ϕ 260 m
 Toerental : 417 omw/min
 Remschotten : —
 Afschuivingen wand - bodem : —
 Anticadansschotten : —
 Andere voorzieningen : —

Installatie : Eindhoven
 Bron : [20]
 Datum metingen : 12-16 jan 76
 Breedte x lengte x diepte = volume : —
 Breedte x lengte = oppervlakte : —
 Aantal type - diameter belufter(s) : Spaans B ϕ 280 m
 Toerental : 41 omw/min
 Remschotten : —
 Afschuivingen wand - bodem : —
 Anticadansschotten : —
 Andere voorzieningen : —

Toerental omw./min.	Dombeld cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ / netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / bruto kWh
	- 15.6	39.2		66.2		7.0	69.4	1.77 ²⁾
	+ 18.2	64.5		95.9		7.2	100.1	1.55
	+ 3.10	55.5		90.3		7.7	93.5	1.68
	- 4.90	49.6		81.0		7.7	83.9	1.69
	+ 11.90	61.3		94.7		8.0	97.6	1.59 ²⁾
	+ 11.90	61.3		98.8		7.8	102.1	1.67 ³⁾

Toerental omw./min	Dombeld cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / bruto kWh
	+ 0.4	69.1		109.9		8.1	113.1	1.64
	7.0	57.8		94.0		8.2	96.6	1.67
	15.7	48.7		82.3		8.6	84.0	1.72

Opmerkingen: 1) Spatkap aan twee zijden (twee andere zijden open).

Opmerkingen: 1) defect aan motor en kast
 2) 10/14 spatkap aan twee zijden - 7 cm onder water
 3) 15 spatkap aan vier zijden (dus gesloten kap) - 7 cm onder water
 4) vermogen en rendement betrokken op motorklemmen

Installatie : Almelo mineralisatietank
 Bron : [22]
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte - volume : 15 x 15 x 3,5 m = 678 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 15 x 15 = 225 m²
 Aantal - type - diameter beluchter(s) : Landy proefmodel 3 (met tang, schoepen)
 Toerental : 45,2 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuivingen wand - bodem : -
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
	+ 6	29,2		43,7		8,9	44,4	1,52
	- 0,5	25,7		37,1		9,1	37,6	1,46
	- 6,5	22,1		32,4		9,2	32,8	1,48

Opmerkingen: 1) leidingwater
 2) beluchter met hoogte verstelling
 3) vermogen exclusief kabelverlies

Installatie : Almelo mineralisatietank
 Bron : [22]
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte - volume : 15 x 15 x 3,5 m = 666 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 15 x 15 = 225 m²
 Aantal - type - diameter beluchter(s) : Landy 170 F
 Toerental : 45,2 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuivingen wand - bodem : -
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
	0	18,1		32,5		7,3	33,9	1,87
	+ 8,5	24,3		44,9		7,6	46,6	1,92
	+ 13	27,9		49,5		7,7	51,3	1,84
	- 7	15,4		28,3		7,6	29,4	1,91

Opmerkingen: 1) leidingwater
 2) beluchter met hoogte verstelling
 3) vermogen exclusief kabelverlies

Installatie : Enschede West
 Bron : (23)
 Datum metingen : 1-23 febr. 77
 Breedte x lengte x diepte - volume : 30 x 30 x 3,35 (max.) ≈ 3000 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 30 x 30 = 900 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : 4 st. Landy 170 F diam. 2.09 m
 Toerental : 45.2 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuivingen wand - bodem : -
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
	10	14.9		25.8		5.1	28.0	1.88
	0	19.6		29.9		5.3	32.3	1.65
	5	22.0		33.8		5.1	36.7	1.67
	12	26.2		46.1		5.4	49.8	1.90
	18	27.3		51.6		5.7	55.4	2.03
	18	27.3		52.4		5.8	56.1	2.06

Opmerkingen: 1) water uit het Twentekanaal
 2) monsters 1 m uit de kant, 1,5 m diep
 3) ND₂ neemt toe naar dd min en dd max - ongebruikelijk

Installatie : Deventer
 Bron : (24)
 Datum metingen : juni 1975
 Breedte x lengte x diepte - volume : 14 x 28 x 4 m = 1568 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 14 x 28 = 392 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : 2 st Landy 190 E
 Toerental : -
 Remschotten : ?
 Afschuivingen wand - bodem : ?
 Anti-cadansschotten : ?
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
50.3	+ 18	41.4	39.7	60.5		15.2	57.0	1.43
"	0	29.5	28.3	41.0		16.5	38.2	1.35
"	+ 19	43.4	41.7	61.0		17.2	56.6	1.36
32.5	+ 19	17.4	16.7	18.2		17.5	16.8	1.013
"	8.2	11.5	11.0	17.1		17.6	15.8	1.43
50.3	+ 10	37.5	36.0	57.1		18.2	52.6	1.46
32.5	+ 5.5	15.3	14.7	21.8		12.7	21.1	1.44
50.3	+ 24	46.8	44.9	58.2		12.8	56.2	1.25
"	+ 15	39.5	37.9	55.6		12.8	53.7	1.42
32.5	- 19	8.1	7.8	11.9		13.1	11.5	1.48
50.3	- 8	24.3	23.3	35.6		13.2	34.2	1.47
"	- 19	17.7	17.0	25.8		13.4	24.8	1.46

Opmerkingen: 1) met 2 belufters gemeten?
 2) kabelverlies = 4%
 3) onbetrouwbaar

Installatie : Deventer
 Bron : [25]
 Datum metingen : okt. 1975
 Breedte x lengte x diepte - volume : 14 x 28 x 4 = 1568 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 14 x 28 = 392 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : 27 Landy 190
 Toerental : 32.5/50.3 omw/min
 Rensschotten : ?
 Afschuivingen wand - bodem : ?
 Anti-cadansschotten : ?
 Andere voorzieningen : ...

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
50,3	20	20,3	19,4	24,6		14,5	23,3	1,20
"	+ 6	39,8	38,2	59,2		15,0	55,9	1,46
32,55	+ 6	17,6	16,9	19,7		15,5	18,5	1,09
50,3	+ 15	48,4	44,5	70,9		15,8	66,5	1,49
"	5	29,6	28,4	44,5		15,8	41,7	1,47

Opmerkingen 1) aantal belufters?
 2) kabelverlies = 4%

Installatie : Deventer
 Bron : [26]
 Datum metingen : mei 1976
 Breedte x lengte x diepte - volume : 14 x 28 x 4 = 1568 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 14 x 28 = 392 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : 27 Landy 270 F (Landy 190 E + uitst. schoppen).
 Toerental : 27.8/42.7 omw/min
 Rensschotten : ?
 Afschuivingen wand - bodem : ?
 Anti-cadansschotten : ?
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
42,7	2,5	45,4	43,6	81,0		10,2	80,8	1,85
"	7,5	36,0	34,6	59,2		11,0	58,4	1,69
"	12,5	30,4	29,2	46,4		11,0	45,8	1,57
27,8	6,4	16,0	15,4	23,5		9,0	23,6	1,55
"	4,5	22,0	21,1	34,0		9,3	34,3	1,62
42,7	9,8	50,0	48,0	96,8		10,2	96,5	2,01

Opmerkingen 1) aantal belufters
 2) kabelverlies = 4%

Installatie : Schalkwijk (Haarlem-Schalkwijk)
 Bron : [28]
 Datum metingen : 750124
 Breedte x lengte x diepte = volume : 22.5 x 22.5 x 4.50 = 2094 m³
 Breedte x lengte = oppervlakte : 22.5 x 22.5 = 506.3 m²
 Aantal : type : diameter beluchter(s) : Landy 280 DC
 Toerental : 30 omw./min
 Remschotten : ja
 Afschuivingen wand : bodem : 1.50 x 3.00 m
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Installatie : Deventer
 Bron : [27]
 Datum metingen : nov. 1976
 Breedte x lengte x diepte volume : 14 x 28 x 4 = 1568 m³
 Breedte x lengte = oppervlakte : 14 x 28 = 392 m²
 Aantal : type : diameter beluchter(s) : 27 Landy F x 1
 Toerental : 27.8/44.7 omw./min
 Remschotten : 7
 Afschuivingen wand : bodem : 7
 Anti-cadansschotten : 7
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeld cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
42.7	10	25.2	24.2	41.9		9.1	42.4	1.75
..	+ 10.3	40.1	38.5	66.8		9.2	67.6	1.76
27.8	+ 10.3	16.4	15.7	23.7		9.4	23.9	1.52
42.7	2.5	30.6	29.4	51.9		9.3	52.4	1.78
..	+ 5.0	35.8	34.4	59.6		9.3	60.2	1.75
27.8	15.0	8.9	8.5	11.9		9.5	12.0	1.40

Toerental omw./min.	Dompeld cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
30	+ 22.5	67.9		86.2		5.7°	94.6	1.39
30	+ 22.5	66.6		85.3		..	91.5	1.33
30	0	53.9		69.3		..	74.4	1.38
30	25	33.0		45.1		..	48.4	1.47

Opmerkingen 1) later Landy F. genoemd. Landy F x = Landy 190 E + uitstekende schoepen
 2) aantal beluchters
 3) kabelverlies = 4%

Installatie : London - Ontario
 Bron : [16]tabel 9
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte = volume : 6 x 6 x 3.20 = 115.2 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 6 x 6 = 36 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simcar φ 2.29 m 1)
 Toerental : 36/48 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuiningen wand - bodem : 0.76/1.52 m
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : aanvoerkanaal aan één zijde, breed 42 cm, diep 1.52

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
36	5.4		5.94	16.78		?		
	6.2		5.53	12.59				
	9.2		5.61	10.16				
	8.9		5.78	10.80				
	8.9		5.52	11.97				
	8.9	5.52	5.52	11.25				
48	9.2		11.25	22.27				
	8.9		10.34	21.73				
	8.9		10.91	21.23				
	8.9		11.30	25.40				
	8.9		10.76	24.49				
	9.2		10.76	23.22				

Opmerkingen: 1) bladhoogte 10.2 cm (normaal 12.7 cm)

Installatie : proefmodel - Simon Handley
 Bron : [15]tabel 3
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte = volume : 18.3 x 18.3 x 0.45 = 1.51 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 1.83 x 1.83 = 3.35 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simcar φ 0.61 m 1)
 Toerental : variabel tussen 82 en 136 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuiningen wand - bodem : -
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC g O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC g O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh
118	+ 3.3 (=dd max)		375	1021		14.8	965.9	2.58
82			154	487		15.0	459.8	2.99
136	1.67		463	1063		14.5	1007.5	2.18
118			296	912		14.4	866.1	2.93
100			236	716		14.8	677.3	2.87
82			131	454		14.6	430.3	3.28
136	0		414	988		14.6	936.4	2.26
118			309	941		15.0	888.5	2.88
100			196	680		15.3	640.3	3.27
82			105	369		15.6	346.5	3.30
136	1.67		353	938		14.7	888.2	2.52
118			257	816		14.9	771.2	3.00
100			171	541		15.0	510.8	2.99
82			81	270		15.4	254.10	3.14
136	3.3		294	810		14.0	772.3	2.63
118			224	645		14.0	614.9	2.75
100			110	350		13.8	334.4	3.04
82			52	161		14.2	153.2	2.95
64			30	73		14.2	69.5	2.32
118	5.0		134	317		14.2	301.6	2.25
82			52	153		14.4	145.3	2.79

Opmerkingen: 1) schoephoogte 3.33 cm (normaal 3.38) verschil wordt verwaarloosd.

Installatie : proefmodel - Simon Hartley
 Bron : [15] tabel 1
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte - volume : 18.3 x 18.3 x 0.45 = 1.51 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 18.3 x 18.3 = 3.35 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simcar ϕ 0.3656 m²
 Toerental : variabel tussen 92 en 192 omw/min
 Remschotten : ?
 Afschuimingen wand - bodem : ?
 Anti-cadansschotten : ?
 Andere voorzieningen : -

Installatie : proefmodel - Simon Hartley
 Bron : [15] tabel 2
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte - volume : 1.83 x 1.83 x 45.1 = 1.508 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 1.83 x 1.83 = 3.35 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simcar 0.457 nr 1)
 Toerental : variabel tussen 78 en 162 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuimingen wand - bodem : -
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto Wh.	OC g O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC g O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh
192	1.9		105.1	342		14.9	323.2	3.08
167	(edd max)		75.6	247		14.5	234.3	3.10
142			50.9	164		15.0	154.9	3.04
117			35.9	122		14.8	115.4	3.21
92			21.7	69		15.0	65.2	3.00
192	0.95		84.6	297		13.5	284.6	3.01
167			68.7	237		14.4	225.1	3.28
142			46.4	153		13.7	146.3	3.15
117			31.8	99		14.7	93.7	2.95
92			19.5	68		14.2	64.7	3.32
192	0		88.7	241		13.2	231.7	2.61
142			42.2	125		13.0	120.5	2.85
117			27.3	73		13.5	70.0	2.56
92			16.9	54		13.6	51.7	3.06
192			69.5	214		13.7	204.7	2.94
167	0.95		51.0	164		14.0	156.4	3.07
142			35.5	113		14.2	107.5	3.03
92			11.9	41		13.2	39.4	3.31
192	1.9		54.7	168		13.2	161.5	2.95
167	(edd min)		37.7	125		13.2	120.2	3.19
142			24.5	88		13.4	84.4	3.45
117			16.1	62		13.6	59.4	3.69
92			10.2	36		13.2	34.6	3.39

Toerental omw./min	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto Wh.	OC g O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC g O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh
162	2.54		180	665	3.52	14.0	634	3.52
120			77	264	3.27	14.1	251.5	3.27
78			46	124	2.56	14.2	118.0	2.56
141	1.27		130	484	3.56	13.8	462.4	3.56
99			71	249	3.34	14.0	237.4	3.34
162	0		158	532	3.22	13.7	508.8	3.22
120			65.9	249	3.61	13.8	237.9	3.61
78			35.3	107	2.89	14.0	102.0	2.89
141	1.27		104	388	3.60	12.9	374.3	3.60
99			47.2	163	3.33	12.9	157.2	3.33
162	2.54		130	492	3.65	13.0	474.1	3.65
120			54.9	147	2.58	13.0	141.7	2.58
78			19.7	67	3.25	13.8	64.0	3.25

Opmerkingen: 1) schoephoogte - 1.91 cm (normaal 1.98 cm) verschil wordt verantwoord.

Opmerkingen: 1) schoephoogte normaal

Installatie : proefmodel
 Bron : [1]
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte : volume : 1.83 x 1.83 x 0.762(2) 0.61 (3 en 4) = 2.55 m³ (2) 2.04 m³ (3 en 4)
 Breedte x lengte : oppervlakte : 1.83 x 1.83 = 3.35 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simcar ϕ 0.356 (2 en 3) Simcar ϕ 0.457 (4)
 Toerental : 130 - 150 - omw/min
 Remschotten : ?
 Afschuiningen wand - bodem : ?
 Anti-cadansschotten : ?
 Andere voorzieningen : -

Installatie : Rotterdam/IJsselmonde
 Bron : [4]
 Datum metingen : 19/72
 Breedte x lengte x diepte : volume : 10 x 10 x 2.56/2.90 = 256/290 m³
 Breedte x lengte : oppervlakte : 10 x 10 = 100 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simplex 6E
 Toerental : variabel tussen 36.3 en 75.2 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuiningen wand - bodem : -
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompel, cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC g O ₂ /h.	kg O ₂ / netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / netto kWh
130	0	36.9	35.8	123.3	3.63	5.1	133.8	3.63
		35.8	35.8	119.7	3.61	5.4	129.2	3.61
		35.8	35.8	121.0	3.62	5.8	129.6	3.62
		35.8	35.8	120.2	3.60	5.8	128.7	3.60
150	0	49.2	49.0	166.8	3.70	4.9	181.8	3.70
		49.0	49.0	166.4	3.68	5.2	180.3	3.68
		51.0	51.0	170.6	3.61	5.4	184.1	3.61
		49.9	49.9	164.5	3.69	5.0	178.9	3.69
150	0	97.0	98.0	299.9	3.36	5.0	326.2	3.36
		98.0	103.2	286.7	3.13	5.9	306.4	3.13
		103.2	103.2	332.8	3.37	7.2	347.5	3.37
		103.2	103.2	357.6	3.69	7.6	370.3	3.69

Toerental omw./min.	Dompel, cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ / netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / bruto kWh
39 SL	12	42.3	69.9	69.9	15.7	15.7	65.6	1.55
39 SL	16	45.8	76.7	76.7	16.1	16.1	71.7	1.57
26 SL	16	17.5	28.6	28.6	16.1	16.1	26.7	1.53
26 ST	16	24.3	39.5	39.5	16.2	16.2	36.9	1.52
26 SL	1	12.9	20.3	20.3	15.2	15.2	19.1	1.48
39 SL	1	30.8	54.2	54.2	15.4	15.4	51.0	1.66
26 ST	1	16.2	30.2	30.2	15.6	15.6	28.4	1.75
39 ST	1	42.7	77.9	77.9	15.8	15.8	73.0	1.71
26 ST	10	24.4	43.3	43.3	15.9	15.9	40.6	1.66
39 SL	10	39.4	70.6	70.6	16.2	16.2	66.0	1.67

Opmerkingen: 1) alleen de Winkler uitkomsten zijn gebruikt, verschil tussen Winkler en O₂ elektrode zeer gering. ~1%

Installatie : Rotterdams IJsselmonde
 B-Oh : [4]
 Datum metingen : 1972
 Breedte x lengte x diepte - volume : 10 x 10 x 2 28/2 88 = 228.288 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 10 x 10 = 100 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Sincor 80, ø 2030 mm
 Toerental : variabel tussen 37,8 en 52,6 omw/min
 Remschotten : met en zonder
 Afschuivingen wand bodem :
 Anticadansschotten :
 Andere voorzieningen :

Toerental omw/min	Dompeld cm	P. bruto kWh	P. netto kWh	OC kg O ₂ /h	kgO ₂ / netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / bruto kWh
39 SL	12	42,3		69,9		14,7	65,6	1,55
39 SL	16	45,8		76,7		16,1	71,7	1,57
26 SL	16	17,5		28,6		16,1	26,7	1,53
26 ST	16	24,3		39,5		16,2	36,9	1,52
26 SL	1	12,9		20,3		15,2	19,1	1,48
39 SL	1	30,8		54,2		15,4	51,0	1,66
26 ST	1	16,2		30,2		15,6	28,4	1,75
39 ST	1	42,7		77,9		15,8	73,0	1,71
26 ST	10	24,4		43,3		15,9	40,6	1,66
39 SL	10	39,4		70,6		16,2	66,0	1,67

Installatie : Rotterdams IJsselmonde
 B-Oh : [4]
 Datum metingen : 1972
 Breedte x lengte x diepte - volume : 10 x 10 x 2 072,6 = 200.260 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 10 x 10 = 100 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Gyrox 144-S, ø 1.440 m
 Toerental : variabel tussen 50,2 en 74,9 omw/min
 Remschotten :
 Afschuivingen wand bodem :
 Anticadansschotten :
 Andere voorzieningen : met/zonder

Toerental omw/min	Dompeld cm	P. bruto kWh	P. netto kWh	OC kg O ₂ /h	kgO ₂ / netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / bruto kWh
39 SL	12	42,3		69,9		15,7	65,6	1,55
39 SL	16	45,8		76,7		16,1	71,7	1,57
26 SL	16	17,5		28,6		16,1	26,7	1,53
26 ST	16	24,3		39,5		16,2	36,9	1,52
26 SL	1	12,9		20,3		15,2	19,1	1,48
39 SL	1	30,8		54,2		15,4	51,0	1,66
26 ST	1	16,2		30,2		15,6	28,4	1,75
39 ST	1	42,7		77,9		15,8	73,0	1,71
26 ST	10	24,4		43,3		15,9	40,6	1,66
39 SL	10	39,4		70,6		16,2	66,0	1,67

Installatie : Someren-Asten
 Bron : [3]
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte : volume : 10 x 10 x 3,85 = 385 m³
 Breedte x lengte : oppervlakte : 10 x 10 = 100 m²
 Aantal - type - diameter beluchter(s) : Simplex 6 HL φ 1,78 (met stijgbuis)
 Toerental : 38,2/38,3/38,4/51,0 omw./min
 Remschotten : nee
 Afschuiningen wand bodem : 2/1
 Anti-cadansschotten : nee
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompald, cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
41	25,6	39,8		55,7		5,66	60,0	1,52
"	16,8	49,3		72,0		"	77,5	1,57
"	0,9	69,0		103,4		"	111,4	1,61
"	3,9	63,8		94,1		"	101,4	1,59
"	9,6	56,8		85,8		"	92,4	1,63
"	+ 0,5	71,1		108,8		"	117,2	1,65

Opmerkingen: 1) OC in rioolwater bleek 20 - 30% lager te zijn
 2) met detergent (laag schuimend T-Pol) bleek OC ~ 10% toe te nemen

Installatie : Someren-Asten
 Bron : [3]
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte : volume : 10 x 10 x 3,85 = 385 m³
 Breedte x lengte : oppervlakte : 10 x 10 = 100 m²
 Aantal - type - diameter beluchter(s) : Simplex 6 HL φ 1,78 (met stijgbuis)
 Toerental : 38,2/38,3/38,4/51,0 omw./min
 Remschotten : nee
 Afschuiningen wand bodem : 2/1
 Anti-cadansschotten : nee
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompald, cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
39 SL	12	42,3		69,9		15,7	65,6	1,55
39 SL	16	45,8		76,7		16,1	71,7	1,57
26 SL	16	17,5		28,6		16,1	26,7	1,53
26 ST	16	24,3		39,5		16,2	36,9	1,52
26 SL	1	12,9		20,3		15,2	19,1	1,48
39 SL	1	30,8		54,2		15,4	51,0	1,66
26 ST	1	16,2		30,2		15,6	28,4	1,75
39 ST	1	42,7		77,9		15,8	73,0	1,71
26 ST	10	24,4		43,3		15,9	40,6	1,66
39 SL	10	39,4		70,6		16,2	66,0	1,67

Opmerkingen: 1) OC in rioolwater bleek 20 - 30% lager te zijn
 2) met detergent (laag schuimend T-Pol) bleek OC ~ 10% toe te nemen

Installatie : Arnhem-Zuid
 Bron : RIZA
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte - volume : 19,3 x 19,3 x 4,11 = 1495 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 19,3 x 19,3 = 372 m²
 Aantal type diameter belufter(s) : Simplex SA 50-HP (geen strijbus)
 Toerental : 46,5 omw/min
 Remschotten : ja
 Afschuringen wand bodem :
 Anti-cadansschotten :
 Andere voorzieningen :

Installatie : Bange, Es
 Bron : IIR
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte - volume : 13 x 13 x 3,62 = 695 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 13 x 13 = 169 m²
 Aantal type diameter belufter(s) : 1 st Simplex Ø 2,29 m
 Toerental : 45 omw/min
 Remschotten :
 Afschuringen wand bodem : 0,90 x 1,85 4 stuks
 Anti-cadansschotten :
 Andere voorzieningen : twee Kolommen Ø 1,5 x 1,5 vierd.

Toerental omw./min	Diamet. bel. cm	P bruto kWh	P netto kWh	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh
46,5	58,5			41,8	1,69	6,5	44,2	1,79
	58,5			40,8	1,59	"	43,1	1,68
	58,5			40,6	1,73	"	42,9	1,83
	48,5			31,1	1,68	"	32,9	1,78
	48,5			32,1	1,74	"	33,9	1,84

Toerental omw./min	Diamet. bel. cm	P bruto kWh	P netto kWh	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh
45	min	14,5	1,37	19,9	1,54	17,0	18,5	1,43
	min	14,5	1,41	20,5	1,75	"	19,0	1,62
	max	22,2	1,54	34,2	1,88	"	31,7	1,75
	max		1,56	34,3	1,86	"	31,8	1,73
	max	21,7	1,68	36,5	1,99	"	33,9	1,85
	12,7 (= max)	18,8	1,62	30,4	1,95	"	28,2	1,81

Opmerkingen : 1) bronwater leidingwater

Opmerkingen : 1) bronwater

Installatie : Stalwijk
 Bron : [18]
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte : 19 x 19 x 2.82/2.75 = 988/960 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 19 x 19 = 361 m²
 Aantal type - diameter belufter(s) : 1 st. Simca ø 2.29/2.54 m
 Toerental : 40 omw/min
 Remschotten : ja
 Afschuiningen wand - bodem : 0.90 x 0.90 m
 Anti-cadansschotten : nee
 Andere voorzieningen :

Installatie : Vassweld
 Bron : [18]
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte : 20 x 20 x 4.32 = 1728 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 20 x 20 = 400 m²
 Aantal type - diameter belufter(s) : Gyrox ø 2.06 m
 Toerental : 46.5 omw/min
 Remschotten :
 Afschuiningen wand - bodem :
 Anti-cadansschotten :
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh	kg O ₂ /netto kWh	Diam. m
40	0	14.7	14.7	26.1	1.78	5.5	2.82	1.57	1.9	2.29
"	0	14.6	14.6	29.8	2.04	"	32.2	1.79	2.2	"
"	12.3	20.5	20.5	43.4	2.12	"	46.9	1.88	2.3	"
"	12.3	16.3	12.9	41.1	2.06	"	44.4	1.83	2.2	"
"	5	24.4	18.7	27.2	2.11	"	29.4	1.81	2.3	"
"	7	24.4	18.2	33.6	1.8	7.3	35.0	1.44	1.9	2.54
"	7	24.0	18.9	32.8	1.8	"	34.2	1.40	1.9	"
"	0	28.4	21.3	34.0	1.8	"	35.4	1.48	1.9	"
"	9	36.0	27.5	38.4	1.8	"	40.0	1.41	1.9	"
"				49.5	1.8	"	51.6	1.44	1.9	"

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
15.6	6			43.1	1.60	11.3		
17.7	10			49.5	1.62	11.3		

Opmerkingen. 1) belufter op bodem op vier poten
 2) enige afstand tussen dompediepte minimaal en gemiddeld.

Installatie : Varsseveld
 Bron : [11]
 Datum metingen : 751118
 Breedte x lengte x diepte volume : 20 x 20 x 4.18/4.15 = 1641/1625 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 20 x 20 = 400 m²
 Aantal - type - diameter beluchter(s) : Landy 190 E
 Toerental : 47.2 omw/min
 Remschotten : ?
 Afschuiningen wand bodem : ?
 Anti-cadansschotten : ?
 Andere voorzieningen :

Installatie : Varsseveld
 Bron : [11]
 Datum metingen : 741107
 Breedte x lengte x diepte volume : 20 x 20 x 4.18 = 1641 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 20 x 20 = 400 m²
 Aantal - type - diameter beluchter(s) : Landy 180 m
 Toerental : 47.2 omw/min
 Remschotten : ja
 Afschuiningen wand bodem : 50 x 50 cm
 Anti-cadansschotten : in elke hoek - 30 cm onder water, 2 kolommen op 'v.d. wand'
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompeld cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh
47.2	14.3	33.2	28.7	51	1.8	8.3	52.3	1.81
"	10.0	31.8	2.75	48.5	1.8	8.4	49.7	1.81
"	5	29.4	25.4	45.6	1.8	8.5	47.6	1.88
"	0	26.1	22.3	40.2	1.8	8.6	41.0	1.84
"	9.5	19.5	16.1	30.7	1.9	8.7	31.3	1.94
"	19	17.0	13.6	24.4	1.8	8.7	24.9	1.83

Toerental omw./min.	Dompeld cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh
47.2	+ 13.5	30.7	26.5	43.3	1.6	7	45.37	1.71
"	+ 13.5	29.1	25.5	44.1	1.8		46.2	1.81
"	+ 7	26.0	22.5	40.4	1.8		42.3	1.88
"	0	21.6	18.1	33.6	1.9		35.2	1.94
"	9	16.6	13.3	25.5	1.9		26.7	2.01

Installatie : proefmodel Simon Hartley
 Bron : [15] tabel 5
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte volume : 1,83 x 1,83 = variabele diepte
 Breedte x lengte oppervlakte : 1,83 x 1,83 = 3,35 m²
 Aantal type- diameter belufter(s) : Sincar φ 0,356 m 1)
 Toerental : variabel tussen 117 en 167 omw/min
 Renschotten :
 Afschuiningen wand - bodem :
 Anti cadansschotten :
 Andere voorzieningen :

Installatie : proefmodel Simon Hartley
 Bron : [15] tabel 4
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte volume : 1,83 x 1,83 x variabele diepte
 Breedte x lengte oppervlakte : 1,83 x 1,83 = 3,35 m²
 Aantal type- diameter belufter(s) : Sincar φ 0,762 m 1)
 Toerental : variabel tussen 57 en 117 omw/min
 Renschotten :
 Afschuiningen wand - bodem :
 Anti cadansschotten :
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dampeld. cm	P bruto kWh.	P netto Wh.	OC g O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC g O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	OC g O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	diepte m	volume m ³
167	0,95		75,6	236		15,0	227,8		227,8	2,95	1,52	5,0758m ³
142	0		45,4	141		29,7	124,1		124,1	2,73		
142	0		45,4	147		15,0	138,8		138,8	3,06		
142	0		45,7	144		5,1	156,3		156,3	3,42		
167	0,95		31,5	109		13,0	228,4		228,4	3,13	0,756	2,5273m ³
142	0		44,6	153		13,0	105,0		105,0	3,33		
167	0,95		58,5	202		12,9	147,6		147,6	3,31		
167	0,95		26,9	94		13,0	194,7		194,7	3,33		
167	0,95		72,6	242		13,0	90,6		90,6	3,37	0,603	2,0177m ³
117	0		32,5	106		15,2	226,7		226,7	3,12		
142	0		45,4	147		15,2	99,9		99,9	3,07		
167	0,95		54,4	151		14,6	139,3		139,3	3,07		
117	0,95		24,5	71		14,0	144,0		144,0	2,65		
167	0,95		44,5	142		13,9	67,8		67,8	2,77		
117	0,95		21,5	62		11,3	139,6		139,6	3,14	0,375	1,2530m ³
142	0		30,3	89		11,6	60,7		60,7	2,82		
167	0,95		35,6	118		10,8	88,1		88,1	2,91		
117	0,95		12,5	47		13,0	113,7		113,7	3,19		
167	0,95		37,4	132		12,5	45,5		45,5	3,64		
117	0,95		16,1	43		16,0	123,5		123,5	3,30	0,30	0,9892m ³
142	0		25,9	84		16,0	40,2		40,2	2,50		
167	0,95		27,8	88		15,7	78,8		78,8	3,04		
117	0,95		10,4	40		14,2	83,7		83,7	3,01		
167	0,95		26,7	104		15,0	37,8		37,8	3,63		
142	0		17,7	54		11,8	11,8		11,8		0,20	0,6796m ³
167	0,95		17,8	54		11,3	12,5		12,5			
117	0,95		6,3	21		12,8	17,7		17,7			
						12,8	17,8		17,8			
						12,0	6,3		6,3			

Toerental omw./min.	Dampeld. cm	P bruto kWh.	P netto Wh.	OC g O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	CO g O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	diepte m	volume m ³
63	4,13		250	840	3,22	13,5	805,1	3,22	0,45	1,5079
72	2,06		349	1134	3,13	13,1	1091,5	3,13		
87	0		429	1267	2,88	11,9	1236,3	2,88		
72	0		267	754	2,75	12,2	733,1	2,75		
57	2,06		138	296	2,09	12,1	288,2	2,09		
93	2,06		469	1517	3,12	12,8	1465,0	3,12		
63	4,13		156	425	2,63	13,0	409,5	2,63		
117	4,13		467	1446	3,02	12,0	1409,3	3,02		
87	0		295	861	2,84	12,1	838,2	2,84		
57	0		50	142	2,76	12,2	138,1	2,76		
87	0		328	1081	3,10	15,3	1017,9	3,10	1,52	5,0758
57	4,13		120	343	2,69	15,2	323,3	2,69		
117	4,13		388	1068	2,53	15,0	1008,4	2,53		
87	0		207	651	2,87	15,1	614,1	2,87		
57	0		70	179	2,42	14,9	169,2	2,42	0,76	2,5273
97	0		265	767	2,93	9,1	777,0	2,93		
57	4,13		108	329	3,10	8,9	334,3	3,10		
117	4,13		316	754	2,41	9,3	761,5	2,41		
87	0		161	513	3,23	9,0	520,4	3,23		
57	0		79	227	2,92	9,0	230,3	2,92		
87	0		333	905	2,66	11,5	887,4	2,66	0,30	0,9892
57	4,13		55	122	2,19	10,8	120,7	2,19		
87	4,13		185	670	3,54	11,8	654,6	3,54		
57	4,13		21	54	2,51	12,0	52,6	2,51		

Opmerkingen: 1) schoephoogte 1,91 cm (1,97 cm is nominaal) verschil wordt verwaarloosd

Opmerkingen: 1) schoephoogte 4,13 cm (normaal 4,23 cm) verschil wordt verwaarloosd

Installatie : proefmodel Simon Hartley
 Bron : [15] tabel 6
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte : 1,83 x 1,83 x variabele diepte
 Breedte x lengte oppervlakte : 1,83 x 1,83 = 3,35 m²
 Aantal - type - diameter beluchter(s) : Simcar φ0,4570 m)
 Toerental : variabel tussen 99 en 141 omw/min

Remschotten :
 Afschuivingen wand bodem :
 Anti-cadansschotten :
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompeid. cm	P bruto kWh.	P netto Wh.	OC g O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh.	T °C	OC g O ₂ /h	kgO ₂ /netto kWh.	diepte m	volume m ³
141	1,27		132			15,0			1,52	5,0758
99			70,7			14,8				
120	0		81,8			15,1				
141	1,27		88,4			13,9				
99			51,0			13,6				
141	1,27		160	507	3,18	9,8	508,4	3,18	0,76	2,5273
99			75,6	200	2,68	9,1	202,6	2,68		
120	0		94,9	283	2,94	11,1	278,9	2,94		
141	1,27		123	382	3,06	10,3	380,4	3,06		
99			51	129	2,53	10,1	128,8	2,53		
141	1,27		105	352	3,34	10,3	350,6	3,34	0,30	0,9882
99			31,6			11,3				
120	0		42,7	132	3,05	10,9	130,4	3,05		
141	1,27		61,4			11,8				
99			22	73,2	3,30	10,6	72,6	3,30		
141	1,27		166	529	3,01	15,1	499,0	3,01	0,64	2,1450
99			79,3	224	2,67	15,0	211,5	2,67		
120	0		106	343	3,06	14,7	324,8	3,06	0,63	2,1025
141	1,27		125	397	3,00	14,8	375,6	3,00	0,62	2,0601
99			55,9	165	2,80	14,6	156,4	2,80		

Opmmerkingen: 1) schoephoogte 2,54 (normaal)

Installatie : proefmodel Simon Hartley
 Bron : [15] tabel 7
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte : 1,83 x 1,83 x variabele diepte
 Breedte x lengte oppervlakte : 1,83 x 1,83 = 3,35 m²
 Aantal - type - diameter beluchter(s) : Simcar φ61 m)
 Toerental : variabel tussen 82 en 118 omw/min

Remschotten :
 Afschuivingen wand bodem :
 Anti-cadansschotten :
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompeid. cm	P bruto kWh.	P netto Wh.	OC g O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh.	T °C	OC g O ₂ /h	kgO ₂ /netto kWh.	diepte m	volume m ³
100	0		163	545		28,1	480,6	2,95	1,52	5,0758
100	0		166	500		15,9	468,3	2,82		
100	0		162	521		5,3	563,3	3,48		
118	1,67		187	572		13,8	546,5	2,92		
82			84,8	249		15,6	233,8	2,76		
100	3,33		92,4	290		13,4	278,2	3,01		
100	0		157	566		12,5	548,5	3,49	0,76	2,5273
118	1,67		198	708		11,8	691,7	3,49		
82			82,3	234		11,9	286,9	3,49		
100	3,33		117	435		12,1	423,5	3,62		
118	1,67		328	900		15,6	845,2	2,58		
82			146	448		15,8	420,0	2,88		
100	0		183	472		14,7	446,9	2,44		
118	1,67		227			15,4				
82			86,1	248		14,9	234,4	2,72		
118	1,67		267	750		14,7	710,2	2,66	0,30	0,9882
82			130	372		14,9	351,6	2,70		
100	0		169	491		15,0	463,6	2,74		
118	1,67		202	555		14,5	526,5	2,61		
82			83,5	302		14,8	285,7	3,42		

Opmmerkingen: 1) schoephoogte 3,33 cm (normaal)

Installatie : Stolwijk model
 Bron : [17]
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte = volume : 4.06 x 4.06 x 0.60 = 99 m³
 Breedte x lengte = oppervlakte : 4.06 x 4.06 = 16.5 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simcar φ498 m
 Toerental : variabel
 Remschotten : ja
 Afschuiningen wand - bodem : -
 Anti-cadansschotten : nee
 Andere voorzieningen : -

Installatie : Beighton
 Bron : [2] tabel 3
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte = volume : 9.14 x 9.14 x 2.49 = (bij dd = 0) = 208 m³
 Breedte x lengte = oppervlakte : 3.14 x 9.14 = 83.5 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Sim car φ 1.89 m 1)
 Toerental : variabel tussen 40 en 61 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuiningen wand - bodem : -
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeid. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC 1) kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh
61	+ 2.8		50	1.37	2.76		1.37	2.76
86	"		97	2.88	2.97		2.88	2.97
111	"		155	4.90	3.13		4.90	3.13
61	0		38	1.22	3.32		1.22	3.32
86	"		74	2.34	3.15		2.34	3.15
111	"		125	4.00	3.20		4.00	3.20
61	1.4		31	-	-		-	-
86	"		-	-	-		-	-
111	"		-	-	-		-	-
61	2.8		26	7.26	2.77		7.26	2.77
86	"		54	1.647	3.07		1.647	3.07
111	"		89	2.93	3.30		2.93	3.30

cadans
 "
 "
 "
 "
 "

Toerental omw./min.	Dompeid. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh
49	0		6.21	16.37	15.5	15	16.37	2.49
61	2.54		10.81	19.42	17.4	15	19.42	1.61
40	2.54		4.36	11.07	10.5	15	11.07	2.40
61	5.08		9.09	16.78	15.8	15	16.78	1.74
49	5.08		5.41	11.97	11.3	15	11.97	2.09
40	5.08		4.65	11.61	11.0	15	11.61	2.36
40	7.62		3.19	8.85	8.4	15	8.85	2.62
49	2.54		5.92	-	-	-	-	-
61	5.08		10.12	-	-	-	-	-
49	5.08		5.62	-	-	-	-	-
49	5.08		5.41	-	-	-	-	-
49	7.62		4.53	-	-	-	-	-

Opmerkingen: 1) gemiddelden van dublo waarnemingen

Opmerkingen: 1) schoephoogte 10.2 cm (normaal)
 2) zwaar verontreinigd rivierwater

Installatie : Beighon
 Bron : [2] tabel 2
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte - volume : 9.14 x 9.14 x 2.49 (bij dd=0) = 208 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 9.14 x 9.14 = 83.5 m²
 Aantal - type - diameter beluchter(s) : Sincar φ 2.29 m 1)
 Toerental : variabel tussen 30.5 en 48.5 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuiningen wand - bodem : -
 Anti cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh.	T °C	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh.
30.5	2.54		3.93	16.19		14	15.4	3.93
43.5	0	14.14				15		
32	0	3.27				14		
48.5	2.54	12.72		31.57	2.37	14	30.1	2.37
40	2.54	6.11		21.05	3.28	14	20.1	3.28
32	2.54	2.98		15.92	5.09	14	15.2	5.09
48.5	5.08	12.27				15		
48.5	7.62	8.04		23.41	2.78	14	22.3	2.78
40.0	7.62	5.23		19.41	3.54	14	18.5	3.54
48.5	10.16	6.00				14		
48.5	11.43	5.12		16.01	2.98	14	15.3	2.98

Installatie : Rotterdam/Jsselmonde
 Bron : [4]
 Datum metingen : 1972
 Breedte x lengte x diepte - volume : 10 x 10 x 2.56/2.90 = 256/290 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 10 x 10 = 100 m²
 Aantal - type - diameter beluchter(s) : Simplex 6E
 Toerental : variabel tussen 36.3 en 75.2 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuiningen wand - bodem : -
 Anti cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh.	T °C	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /bruto kWh.
66	+ 5.5		110	238	2.16			
83	"		233	484	2.08			
101	"		320	803	2.51			
66	0	88		200	2.28			
83	"	140		364	2.64			
101	"	232		643	2.77			
66	5.5	49		143	2.91			
83.6	"	91		264	2.94			
101	"	158		450	2.85			
66	+ 5.5		223	507	2.27			
83	"		390	917	2.36			
101	"		528	1423	2.70			
66	0	169		397	2.35			
83	0.1	247		655	2.65			
101	0	338		916	2.71			
88	4.9	168		235	2.77			
66	5.5	85		405	2.85			
83	"	142		548	2.75			
101	"	199						

Opmærkingen: 1) schoephoogte 10.16 cm (12.71 is normaal) effect niet verwaarloosbaar
 2) zwaar verontreinigd rivierwater

	No OC	Waterdiepte m	Volume m ³	Toerental omw/min	Vrijboord cm	OC g O ₂ /uur		Netto energie kW ¹⁾		OC/N _{netto} g O ₂ /kWh	Bruto energie kW
						Totaal	per m ³ water	Totaal	per m ³ water		
Mat 4 hoekplaten	51	2,56	259	48,0	0	8120	31,4	4,50	17,4	1800	6,91
	52	2,56	259	48,8	+ 5	7575	29,2	3,81	14,7	1988	6,06
	53	2,56	259	48,0	+ 15	5672	21,9	2,67	10,3	2128	4,70
	54	2,56	259	75,2	0	16587	64,0	10,51	40,6	1578	14,53
	55	2,90	293	46,8	0	10262	35,0	5,22	17,8	1966	7,49
	56	2,90	293	46,4	0	8360	28,6	4,10	14,0	2040	6,50
	57	2,90	293	74,8	0	24567	83,8	13,38	45,7	1831	18,26
Zonder hoekplaten	58	2,56	259	47,8	0	21630	83,5	10,32	39,8	2096	13,42
	59	2,56	259	48,8	+ 15	10181	39,3	5,32	20,5	1914	7,64
	60	2,56	259	47,4	+ 5	16985	65,6	8,09	31,2	2100	11,13
	61	2,56	259	59,2	0	12598	48,6	6,69	25,8	1883	9,52
	62	2,90	293	47,8	0	21073	71,9	9,58	32,7	2200	12,64
	63	2,90	293	60,4	0	20870	71,2	10,56	36,0	1976	13,87
	64	2,90	293	36,3	0	8734	29,8	4,62	15,8	1890	6,72
	65	2,56	259	36,6	0	9890	38,2	5,55	21,4	1782	7,82
	66	2,56	259	38,4	+ 15	7000	26,7	3,35	12,9	2065	5,17
	67	2,56	259	60,0	+ 15	15511	59,9	8,96	34,6	1731	12,02
	68	2,56	259	60,3	0	13041	50,4	7,61	29,4	1714	10,31

Tabel 9. Resultaten van de OC-metingen met de Simplex 6E (geen remschotten in de tank)

1) gemeten aan de as van de beluchter

Bron: werkrapport A 64, maart 1972, IG - TNO

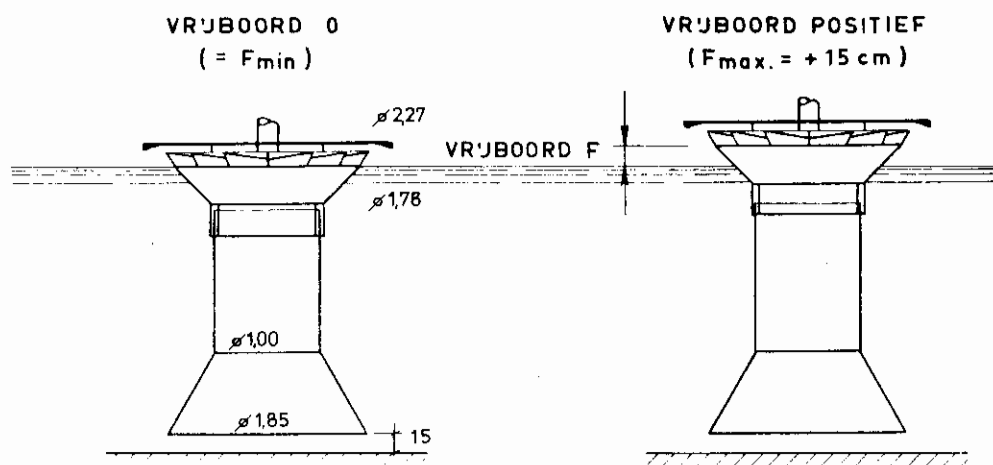
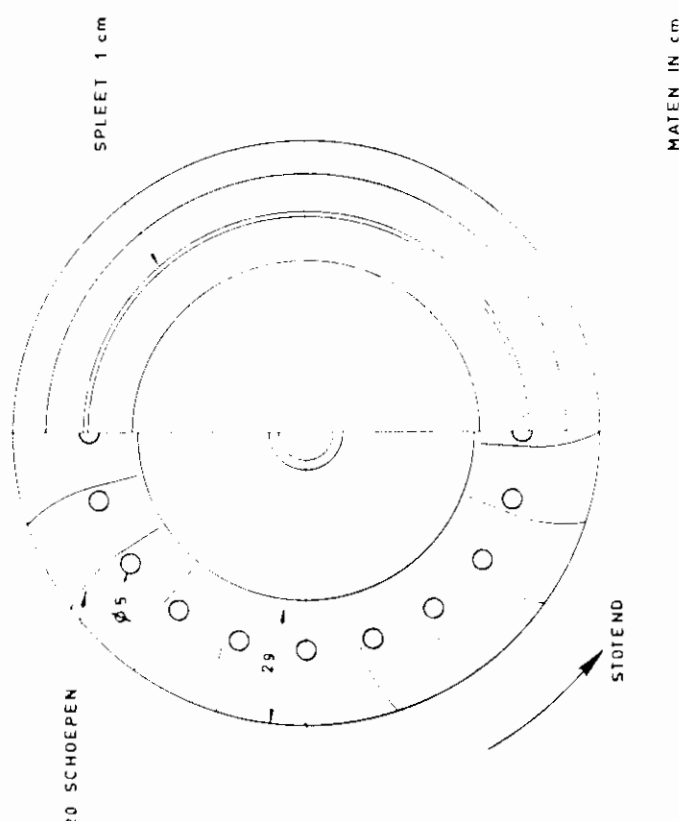
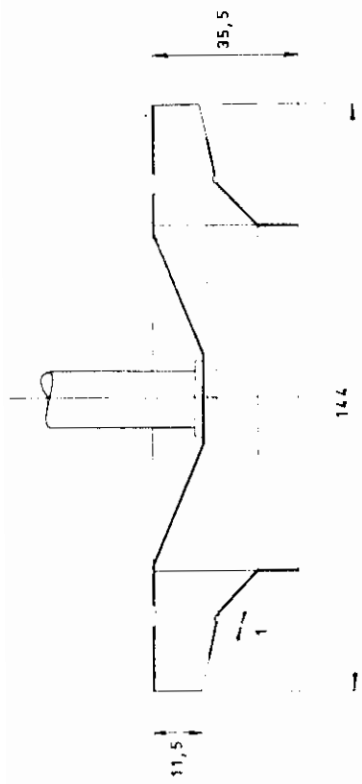


Fig. 5. Schets van de opstelling van de Simplex-beluchter type 6E

Bron werkrapport A 64, maart 1972, IG - TNO [4]



Installatie : Rotterdam-Lissemonde
 Bron : (4)
 Datum metingen : 1972
 Breedte x lengte x diepte : volume : 10 x 10 x 2,0/2,6 = 200/260 m³
 oppervlakte : 10 x 10 = 100 m²
 Aantal, type, diameter belufter(s) : Gyrox 144 S, ϕ 1,440 m
 Toerental : variabel tussen 50,2 en 74,9 omw/min
 Remschotten :
 Afschuivingen wand bodam :
 Anti cadansschotten :
 Andere voorzieningen : met/zonder

Toerental omw./min	Domschild cm	P bruto kWh	P netto kWh	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / bruto kWh
66	5,5		110	238	2,16			
83			233	484	2,08			
101			320	803	2,51			
66	0		88	200	2,28			
83			140	364	2,64			
101			232	643	2,77			
66	5,5		49	143	2,91			
83,6			91	264	2,94			
101			158	450	2,85			
66	5,5		223	507	2,27			
83			390	917	2,36			
101			528	1423	2,70			
66	0		169	397	2,35			
83	0,1		247	655	2,65			
101	0		338	916	2,71			
88	4,9		169					
66	5,5		85	235	2,77			
83			142	405	2,85			
101			199	548	2,75			

Fig. 6. Schets van de Gyrox-beluchter 144-S

Bron werkrapport A 64, maart 1972 IG-TNO 141

	No OC	Waterdiepte m	Volume m ³	Toerental omw/min	Indompeling cm	OC g O ₂ /uur		1) netto energie kW		OC/N _{netto} g O ₂ /kWh	Bruto energie kW
						Totaal	per m ³ water	Totaal	per m ³ water		
Met 4 hoekplaten	38	2,00	203	62,8	+ 3	19296	95,0	8,39	41,3	2300	11,56
	39	2,00	203	62,6	+ 10	23426	115,5	10,73	52,9	2182	14,20
	40	2,00	203	74,7	+ 3	29654	146,1	13,53	66,7	2192	18,15
	—	2,00	203	62,6	0	—	—	6,30	—	—	—
	—	2,00	203	75	0	—	—	8,56	—	—	—
	—	2,00	203	63,3	0	—	—	7,00	—	—	—
	41	2,00	203	50,4	+ 3	12317	60,7	5,70	28,1	2161	8,77
	42	2,60	263	50,3	+ 3	12179	46,3	5,82	22,1	2094	8,04
	43	2,60	263	63,3	+ 3	20541	78,1	9,11	34,6	2255	12,00
	44	2,60	263	74,7	+ 3	23210	88,3	10,75	40,9	2159	14,81
	45	2,60	263	74,7	+ 10	29952	113,9	14,40	54,8	2080	18,86
	46	2,60	263	74,7	+ 3	24912	94,7	11,30	43,0	2205	14,95
	47	2,60	263	50,0	+ 10	15040	57,2	7,20	27,4	2089	9,67
	48	2,60	263	49,8	+ 15	17169	65,3	8,58	32,6	2001	11,22
	49	2,60	263	62,7	+ 15	27743	105,5	13,54	51,5	2049	17,53
50	2,00	203	74,5	+ 3	29339	144,5	13,40	66,0	2189	17,55	
—	2,00	203	62,9	+ 3	—	—	9,05	—	—	11,60	
Zonder hoekplaten	69	2,60	263	62,5	+ 3	19419	73,8	8,11	30,8	2394	11,87
	70	2,60	263	50,2	+ 3	16737	63,6	7,63	29,0	2194	10,72
	71	2,60	263	75,1	+ 3	29971	114,0	13,83	52,6	2167	19,48
	72	2,00	203	62,7	+ 3	17351	85,5	7,78	38,3	2230	10,90
	—	2,00	203	74,9	+ 3	—	—	13,71	—	—	—
	—	2,00	203	51,6	+ 3	—	—	5,25	—	—	—
	—	2,00	203	53,2	- 4	—	—	3,60	—	—	—
	—	2,00	203	73,6	- 4	—	—	6,73	—	—	—

Tabel 10. Resultaten van de OC-metingen met de Gyrox 144-S, \emptyset 1,44 m
(geen remschotten in de tank)

1) gemeten aan de as van de beluchter

Bron: werkrapport A 64, maart 1972, IG - TNO [4]

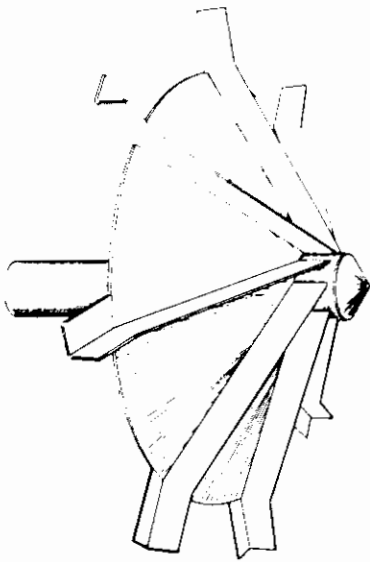
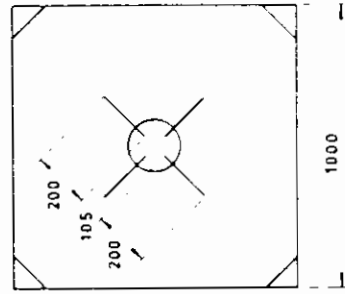


Fig. 7. De Simcar-beluchter

Installatie : Rotterdam, IJsselmonde
 Bron : [4]
 Datum metingen : 1972
 Breedte x lengte x diepte volume : 10 x 10 x 2,28/2,88 - 228/288 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 10 x 10 - 100 m²
 Aantal type diameter beluchter(s) : Simcar 80, ϕ 2030 mm
 Toerental : variabel tussen 37,8 en 52,6 omw/min
 Remschotten : met en zonder
 Afschrijvingen wand bodem :
 Anticorrosieschotten :
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Domehd. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
66	+ 5,5		110	238	2,16			
83	"		233	484	2,08			
101			320	803	2,51			
66	0		88	200	2,28			
83	"		140	364	2,64			
101	"		232	643	2,77			
66	5,5		49	143	2,91			
83,6	"		91	264	2,94			
101	"		158	450	2,85			
66	+ 5,5		223	507	2,27			
83	"		390	917	2,36			
101	"		528	1423	2,70			
66	0		168	397	2,35			
83	0,1		247	655	2,65			
101	0		338	916	2,71			
88	4,9		169					
66	5,5		85	235	2,77			
83	"		142	405	2,85			
101	"		199	548	2,75			



MAATEN IN CM

Fig. 8. Opstelling en grootte van de remschotten bij de Simcar-beluchter.

Bron: werkrapport A 64, maart 1972, IG · TNO [4]

No OC	Water- diepte m	Volume m ³	Toerental omw/min	Vrijboord cm	OC gO ₂ /uur		3) Netto energie kW		OC/N netto gO ₂ /kWh	Bruto energie kW	Temp ¹⁾ ratuur oc	OC ²⁾	NO ₂ ³⁾ netto kgO ₂ /kWh	
					Totaal	per m ³	Totaal	per m ³						
Met 4 hoekplaten		293	51,5	0	34900	119,1	14,56	49,7	2400	19,11	20,8	31,6	2,17	
		291	51,8	+ 9	26600	91,5	11,45	11,45	39,4	2322	14,85	20,8	24,1	2,10
		291	45,3	0	25428	87,5	10,71	10,71	36,8	2376	14,29	20,8	23,0	2,15
	2,88	291	37,9	0	16610	57,1	7,99	27,4	2080	10,53	20,7	15,0	1,88	
	2,88	291	38,0	+ 9	-	-	5,27	-	-	7,51	-	-	-	
25	2,28	231	51,5	0	38890	168,3	14,82	84,2	2624	19,74	19,3	35,5	2,39	
26	2,28	231	37,8	0	17403	75,3	7,77	33,6	2240	10,38	19,1	15,9	2,05	
27	2,28	231	44,8	0	26044	112,7	11,05	47,8	2357	14,60	18,9	23,8	2,16	
28	2,28	231	37,9	+ 9	11868	51,4	5,45	23,6	2177	7,65	18,9	10,9	1,99	
29	2,28	231	37,9	- 9	24818	107,4	10,32	44,7	2405	13,64	18,9	22,7	2,20	
	2,28	231	37,9	+ 9	-	-	5,45	-	-	7,47	-	-	-	
	2,28	231	37,8	0	-	-	7,77	-	-	10,28	-	-	-	
30	2,28	231	37,8	- 9	22397	97,0	10,10	43,7	2218	13,34	19,9	20,4	2,02	
31	2,28	231	44,9	- 9	33689	145,8	14,54	62,9	2316	19,23	19,6	30,7	2,11	
	2,28	231	45,1	0	-	-	11,13	48,2	-	14,57	-	-	-	
32	2,28	231	45,0	+ 9	16976	73,5	7,86	34,0	2160	10,62	19,6	15,5	1,97	
33	2,28	231	51,8	+ 9	25706	111,3	10,92	47,3	2354	14,25	19,6	23,4	2,15	
34	2,28	231	51,9	0	37900	164,1	14,66	63,5	2583	19,49	18,4	34,8	2,37	
35	2,28	231	51,8	+ 9	28414	123,0	11,18	48,4	2542	14,74	18,1	26,2	2,34	
36	2,28	231	37,9	+ 9	11836	51,2	5,45	23,6	2172	7,64	18,0	10,9	2,00	
37	2,28	231	44,6	- 9	36809	159,3	14,67	63,5	2509	19,11	17,7	34,0	2,32	
73	2,88	291	44,4	0	22580	77,6	9,60	33,0	2352	13,38	18,9	20,7	2,15	
74	2,88	291	51,8	0	35575	122,3	14,96	51,4	2378	18,87	18,9	32,6	2,18	
75	2,88	291	38,4	0	16738	57,5	7,78	26,7	2151	10,53	19,0	15,3	1,97	
76	2,28	231	45,3	0	23945	103,7	10,58	45,8	2263	13,96	19,0	21,9	2,07	
	2,28	231	38,6	0	-	-	7,98	-	-	10,70	-	-	-	
	2,28	231	44,7	- 9	-	-	14,29	-	-	18,91	-	-	-	
	2,28	231	37,8	- 9	-	-	10,01	-	-	13,30	-	-	-	
	2,28	231	39,8	+ 9	-	-	5,88	-	-	8,40	-	-	-	
	2,28	231	52,6	+ 9	-	-	11,50	-	-	15,30	-	-	-	

Tabel 11. Resultaten van de OC-metingen met de Simcar 80 Ø 2,03 m (4 remschotten op de bodem van de tank)

1) telefonische Informatie van IG - TNO

2) volgens temperatuur correctie formule van Bakker en van Slujs

3) gemeten aan de as van de belufter

Bron: werkrapport A 64, maart 1972, IG - TNO

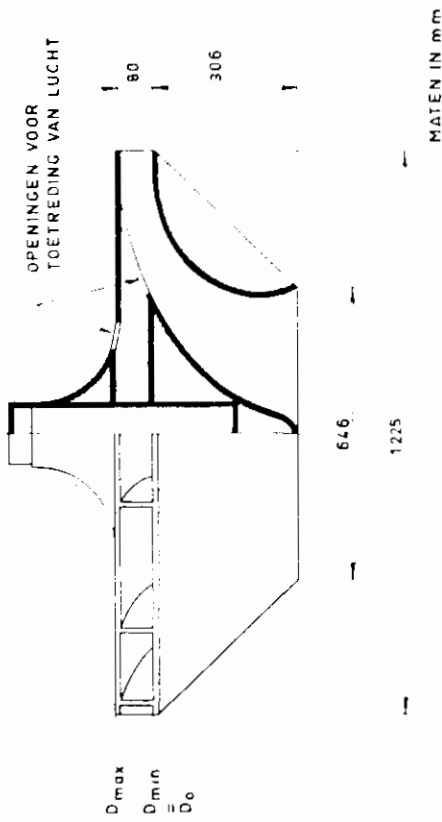


Fig. 9. Schets van de BSK-beluchter type Favorit ϕ 1225 mm

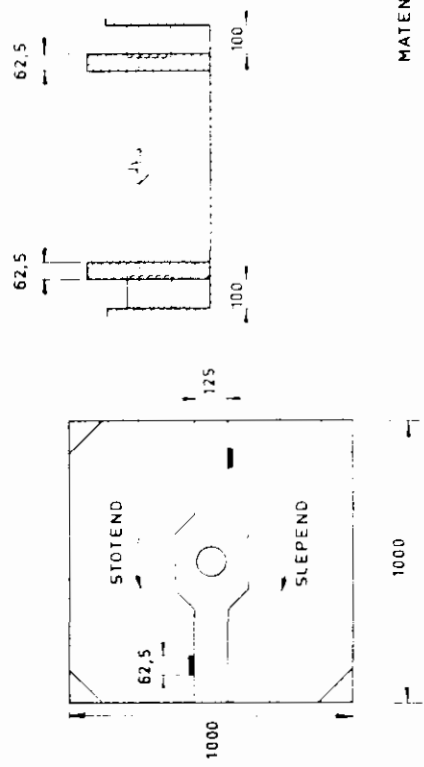


Fig. 10. De plaats van de remschotten bij de BSK-beluchter

Bron: werkrapport A 64, maart 1972 IG - TNO [4]

- Instalatie : Rotterdam IJsselmonde
- Bron : [4]
- Datum metingen : 1972
- Breedte x lengte x diepte : $10 \times 10 \times \approx 3,50 - 3,50 \text{ m}^3$
- Breedte x lengte : $10 \times 10 = 100 \text{ m}^2$
- Aantal type diameter beluchters : BSK-Favorit ϕ 1,250 m
- Toerental : variabel tussen 53,5 en 94,5 omw/min
- Remschotten : met en zonder
- Afgeschuimden wand : nodem
- Anti-cedar-schotten : met en zonder
- Anderie voorzettingen : met en zonder

Toerental (omw./min.)	Pompveld (cm)	P. bruto (AWh.)	P. netto (kWh)	OC (kg O ₂ /h)	kg O ₂ /netto kWh	T (°C)	OC (kg O ₂ /h)	kg O ₂ /bruto kWh
66	+ 5,5		110	238	2,16			
83	"		233	484	2,08			
101	"		320	803	2,51			
66	0		88	200	2,28			
83	"		140	364	2,64			
101	"		212	643	2,77			
66	5,5		49	143	2,91			
83,6	"		91	264	2,94			
101	"		158	480	2,85			
66	+ 5,5		223	607	2,27			
83	"		390	917	2,36			
101	"		528	1423	2,70			
66	0		169	397	2,35			
83	0,1		247	655	2,65			
101	0		338	916	2,71			
88	4,9		169					
66	5,5		85	235	2,77			
83	"		142	405	2,85			
101	"		199	548	2,75			

zonder kruisschotten

met kruisschotten

	No OC	Water- diepte m	Volume m ³	Draai- richting	Toerental omw/min.	Indom- peling	OC gO ₂ /uur		Netto energie kW		OC/N _{netto} gO ₂ /kWh	Bruto energie kW
							Totaal	per m ³ water	Totaal	per m ³ water		
	1	2,51	254	stotend	84,0	max.	18687	73,6	9,25	36,4	2020	-
	2	2,51	254	stotend	82,5	max.	21819	85,9	8,857	34,87	24657	-
	3	2,51	254	stotend	85,5	max.	20069	79,0	9,4	37,0	2135	13,3
	4	2,51	254	slepend	85,7	max.	10093	39,7	4,93	19,4	2046	7,87
	5	2,51	254	stotend	85,1	min.	18003	70,9	7,87	31,0	2288	11,1
	6	2,51	254	slepend	85,7	min.	9455	37,2	3,96	15,6	2385	6,79
	7	2,51	254	stotend	85,4	half	19497	76,8	8,43	33,2	2313	12,35
	8	2,51	254	stotend	68,8	max.	13400	52,8	6,65	26,2	2016	9,38
	9	2,51	254	stotend	53,5	max.	7064	27,8	3,63	14,3	1946	5,48
	10	2,51	254	stotend	88,9	max.	21996	86,6	10,28	40,5	2140	13,64
	11	1,91	194	stotend	88,3	max.	22402	115,5	10,21	52,6	2194	14,26
	12	1,91	194	stotend	68,8	max.	13568	69,9	6,51	33,6	2084	9,23
	13	1,91	194	stotend	53,5	max.	7423	38,3	3,68	19,0	2017	5,70
	14	1,91	194	slepend	85,4	max.	10196	52,6	4,74	24,4	2151	7,74
	15	2,51	254	stotend	53,5	max.	6914	27,2	3,68	14,5	1879	5,67
	16	2,51	254	stotend	83,9	max.	19928	78,5	9,49	37,4	2101	12,80
	17	2,51	254	stotend	83,9	min.	16947	66,7	7,59	29,9	2232	10,87
	18	2,51	254	stotend	68,0	min.	11211	44,1	4,89	19,3	2293	8,36
	19	2,51	254	slepend	69,4	max.	7147	28,1	3,28	12,9	2179	6,35
	20	2,51	254	stotend	91,3	min.	19594	77,1	8,73	34,4	2244	12,25
	-	2,51	254	slepend	54,3	min.	-	-	1,73	-	-	3,70
	-	2,51	254	slepend	94,3	min.	-	-	4,66	-	-	7,74
	-	2,51	254	slepend	69,0	min.	-	-	2,70	-	-	5,68
	77	2,51	254	stotend	83,5	max.	19451	76,6	8,98	35,4	2166	12,88
	78	2,51	254	slepend	83,5	max.	9658	38,0	4,57	18,0	2113	7,56
	79	2,51	254	stotend	67,4	max.	13224	52,1	6,22	24,5	2126	9,14
	80	2,51	254	stotend	67,7	max.	13235	52,1	6,26	24,6	2115	9,12
	81	1,91	194	stotend	82,9	max.	19796	102,0	9,03	46,5	2192	12,64
	-	1,91	194	stotend	54,0	max.	-	-	3,77	-	-	-

Tabel 12. Resultaten van de OC-metingen met de BSK-beluchter type Favorit ϕ 1250 mm.

* Er is gemeten bij minimale indompeling (D = 0), bij maximale indompeling (D = + 8,6 cm) en bij halve indompeling (D = + 4,3 cm).

Bron: werkrapport A 64, maart 1972, IG - TNO [4]

Installatie : Someren-Asten
 Bron : (3)
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte - volume : 10 x 10 x 3.85 = 385 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 10 x 10 = 100 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simplex 6 HL ϕ 1.78 (met stijgbuis)
 Toerental : 38.2/38.3/38.4/51.0 omw/min
 Remschotten : nee
 Afschuivingen wand - bodem : 2/1
 Anti-cadansschotten : nee
 Andere voorzieningen :

Installatie : Hengelo
 Bron : (9)
 Datum metingen : 19-29 mrt '73
 Breedte x lengte x diepte - volume : 20 x 20 x 2.35 = 940 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 20 x 20 = 400 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simplex HL 10 ϕ 3.00 m (met stijgbuis)
 Toerental : 7/7
 Remschotten : langs de wand; 2 st.
 Afschuivingen wand - bodem : 0.60/0.60 m
 Anti-cadansschotten : ja
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh.	T °C	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /bruto kWh.
66	+ 5.5	110	238	2.16				
83	"	233	484	2.08				
101	"	320	803	2.51				
66	0	88	200	2.28				
83	"	140	364	2.64				
101	"	232	643	2.77				
66	5.5	49	143	2.91				
83.6	"	91	264	2.94				
101	"	158	450	2.85				
66	+ 5.5	223	507	2.27				
83	"	390	917	2.36				
101	"	528	1423	2.70				
66	0	169	397	2.35				
83	0.1	247	655	2.65				
101	0	338	916	2.71				
88	4.9	169	-	-				
66	5.5	85	235	2.77				
83	"	142	405	2.85				
101	"	199	548	2.75				

zonder kruisschotten

met kruisschotten

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh.	T °C	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh.
H	20	30.0		45.3		4.5	49.8	1.66
H	10	38.4		59.3		4.5	65.2	1.70
H	30	14.1		20.0		5.2	21.7	1.54
L	15	18.7		29.4		5.4	31.7	1.70
H	10	36.3		56.0		5.4	60.4	1.66
H	9	41.2		62.5		6.4	66.2	1.61
L	9	22.5		34.4		6.4	36.4	1.62
H	20	29.2		44.4		6.5	47.0	1.61
L	20	15.7		26.3		6.4	27.9	1.78
L	30	9.7		15.3		6.4	16.2	1.67

Opmerkingen: 1) OC in rioolwater bleek 20 - 30% lager te zijn
 2) met detergent (laag schuimend T-Foij) bleek OC ~ 10% toe te nemen.

Opmerkingen: *H = hoog toerental
 L = laag toerental

Installatie : Ogdén
 Bron : 129
 Datum metingen : 4.5 mei 1986
 Breedte x lengte x diepte : ronde tank 2480 m³
 Breedte x lengte x diepte : oppervlakte : 5.71 x 38.467 m²
 Aantal type - diameter belufter(s) : Sincor ϕ 3.66 m
 Toerental : 34 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuiningen wand bodem : -
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Domepd cm	P bruto kWh	P netto kWh	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / netto kWh
34	12.4		55.9		2.36	14.4	128.7	2.24
"	12.4		55.9		2.59	14.4	137.5	2.46
"	8.3		51.4		2.73	14.2	108.0	2.12
"	12.7		57.0		1.68	14.5	144.5	2.54

Installatie : Georgetown-Ontario
 Bron : 112
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte : volume : 8.3 x 8.3 x 4.10 = 280 m³
 Breedte x lengte x diepte : oppervlakte : 8.3 x 8.3 = 69 m²
 Aantal type - diameter belufter(s) : Sincor ϕ 2.30 m
 Toerental : 35-40 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuiningen wand bodem : -
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Domepd cm	P bruto kWh	P netto kWh	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / netto kWh
35	1					9.2		
35	1				1.77	9		1.79
35	1					9		
35	5				4.71	8.5		1.75
35	5					8.3		
35	10				1.65	8.2		1.70
35	10					8.0		
45	5				1.89	9.0		1.92
35	5					8.8		
35	1				1.89	7.3		1.97
35	1					7.3		
48	2					6.7		
48	5					6.9		
48	10				2.74	6.9		2.88

Opmerkingen: 1) in leidingswater bij 20°C

Installatie : Portersburg Ontario
 Bron : [2] tabel 11
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte : 7.32 x 7.32 x 3.61 (bridd 0) = 193 m³
 Breedte x lengte x oppervlakte : 7.32 x 7.32 = 53.6 m²
 Aantal type diameter belufter(s) : Simcar Ø 2.29 m (1)
 Typeventil : 24.39 omw./min
 Rensschotten :
 Afschermingen wand - bodem : 1.02 x 1.02 m
 Aantal cadassschotten :
 Andere voorzieningen :

Installatie : Ouden
 Bron : [2] tabel 12
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte : ronde tank Ø 24.38 m³, conusvormige bodem
 Breedte x lengte x oppervlakte : 7.24.38² = 467 m²
 Aantal type diameter belufter(s) : Simcar Ø 3.61 (1)
 Typeventil :
 Rensschotten :
 Afschermingen wand - bodem : 1.22 x 4.88 verticaal a/d wand, 4 stuks, hoek instelbaar
 Aantal cadassschotten :
 Andere voorzieningen :

Totaal aantal omw./min	Diameter cm	P. bruto kWh	P. netto kWh	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh	diepte
29	2.54	4.75	4.75	13.11	3.76				kantdiepte 5.05 bridd = 0 diepte conus 1.02 m
29	2.54	4.70	4.70	11.93	3.54	12.5			
29	2.54	4.74	4.74	12.75	2.84	13			
29	1.59	4.33	4.33	11.61	2.68	13			
29	1.59	4.31	4.31	11.29	2.51	11			
29	1.59	4.42	4.42	11.48	2.10	11.2			
29	5.72	3.75	3.75	9.80	2.61	11.3			
29	5.72	3.79	3.79	10.39	1.74	11.3			
29	5.72	3.81	3.81	10.34	1.71	14.3			
29	5.72	3.75	3.75	11.11	2.56	14.3			
29	5.72	3.77	3.77	9.98	1.65	14.3			
29	5.72	3.65	3.65	10.16	1.78	15.0			
29	9.53	3.12	3.12	7.85	1.51	15.0			
29	9.53	3.06	3.06	7.85	1.57	15.0			
29	9.53	3.07	3.07	7.57	1.47	15.0			
39	3.81	7.08	7.08	20.14	1.84	13.9			kantdiepte 5.03 bridd = 0 diepte conus 1.02 m
39	3.81	6.99	6.99	20.77	1.57	14.2			
39	3.81	6.94	6.94	23.55	2.50	14.4			
39	1.86	6.58	6.58	20.08	3.05	14.4			
39	1.86	6.61	6.61	19.37	1.53	14.4			
39	1.86	6.62	6.62	19.41	2.33	15.3			
39	9.21	5.50	5.50	15.38	2.80	15.3			
39	9.21	5.41	5.41	16.10	1.98	15.6			
39	9.21	5.41	5.41	17.15	3.17	16.4			
39	9.53	5.25	5.25	16.24	3.09	16.4			
39	9.53	5.38	5.38	15.65	2.96	16.7			
39	9.53	5.30	5.30	16.92	3.15	16.7			

Totaal aantal omw./min	Diameter cm	P. bruto kWh	P. netto kWh	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
34.75	9.5	54.81	54.81			12.5		
34.75	4.5	59.73	59.73			13		
34.75	0	62.12	62.12			13		
35	7.0	57.12	57.12			11		
34.75	0	63.01	63.01			11.2		
37	6	72.33	72.33			11.3		
37	7.9	63.38	63.38			14.3		
37	1.9	71.96	71.96			14.3		
37	1.9	71.89	71.89			14.3		
37	1.9	71.96	71.96			14.3		
34.75	10.2	54.29	54.29			15.0		
34.75	10.2	54.06	54.06			15.0		
34.75	10.2	55.18	55.18			15.0		
34	10.8	51.75	51.75			13.9		
34	10.8	51.38	51.38			14.2		
34	6.7	55.85	55.85			14.4		
34	6.7	55.85	55.85			14.4		
34	6.4	56.97	56.97			14.4		
34	6.4	56.08	56.08			15.3		
34	6.4	56.08	56.08			15.3		
34	6.4	56.08	56.08			15.6		
34	6.4	56.08	56.08			16.4		
34	6.4	56.08	56.08			16.4		
34	6.4	56.08	56.08			16.7		

Opmerkingen: 1) Schoephoogte 10.2 cm (normaal 12.7 cm) niet verwaarloosbaar verschild

Opmerkingen: 1) schoephoogte 19.1 cm (normaal 20.1 cm) verschild niet verwaarloosbaar

Installatie : Hamburg
 Bron : [2] tabel B
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte - volume : 6 x 6 x variabele diepte
 Breedte x lengte - oppervlakte : 6 x 6 = 36 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simcar ϕ 2.29 m
 Toerental : -
 Remschotten : -
 Afschuiningen wand - bodem : 1/1.5 m langs vier zijden onderste deel 25° rest 53°
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh	diepte m	volume m ³
36.4	8.2		5.82	15.9	2.75	3.08	
36.4	7.6		6.58	15.2	2.38	3.07	
36.4	4.1		7.81	22.6	2.98	3.11	
36.4	0		9.16	19.9	2.24	3.15	
36.4	3.6		9.77	27.2	2.87	3.16	
36.4	7.1		10.85	24.9	2.36	3.22	
36.4	5.8		10.40	25.5	2.69	3.21	
36.4	0.2		8.91	21.0	2.49	3.15	
36.4	4.7		8.17	18.5	2.39	3.10	
36.4	7.49		5.97	14.60	2.56	3.07	
36.4	0.99		7.16	18.55	2.69	3.14	
36.4	4.29		8.05	20.0	2.59	3.19	
36.4	5.48		8.35	20.1	2.50	3.20	
36.4	7.01		9.17	23.5	2.65	3.22	
36.1	0.51		9.32	26.2	2.64	4.01	
36.1	0.51		8.95	23.4	2.48	4.00	
36.1	2.79		8.36	21.8	2.49	3.97	
36.1	5.33		7.61	18.9	2.34	3.95	
36.1	8.13		6.79	18.7	2.59	3.92	

Installatie : Hamburg
 Bron : [2] tabel 7
 Datum metingen : -
 Breedte x lengte x diepte - volume : 6 x 6 x 3.15 (b_h d_d - 0) = 113.4 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 6 x 6 = 36 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simcar 2 29 m
 Toerental : 44.3 omw/min
 Remschotten : -
 Afschuiningen wand - bodem : 0.6/0.6 langs twee zijden
 Anti-cadansschotten : -
 Andere voorzieningen : -

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh
42.3	11.4		7.91	21.69	2.64	13.0	20.9	2.64
42.3	8.7		8.80	31.70	3.47	13.0	30.6	3.47
42.3	6.0		9.51	27.70	2.77	14.2	26.4	2.77
42.3	3.4		10.29	28.30	2.62	14.2	26.9	2.62
42.3	0.2		11.26	33.00	2.79	14.2	31.4	2.79

Installatie : Harold Jacksons
 Bron : [2] tabel 5
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte - volume : 5.18 x 5.18 x 2.85 = 76.5 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 5.18 x 5.18 = 26.8 m²
 Aantal type diameter belufter(s) : Simcar ϕ 1.42 m 1)
 Toerental : variabel tussen 37.5 en 54.5 omw/min
 Remschotten :
 Afschuimranden waard bodem : 1.22/1.22 m
 Anti cadansschotten :
 Andere voorzieningen : grote buis in een hoek met oegeloste plaat

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh
45.5	0		2.07	4.15	2.06	8.2	4.26	2.06
45.0	7.6		2.54	5.26	2.12	8.5	5.38	2.12
45.3	7.6		1.58	2.54	1.64	8.5	2.60	1.64
54.5	7.6		1.96	3.18 ¹⁾	1.66	8.3	3.26	1.66
52.0	0		2.92	6.35	2.23	8.4	6.50	2.23
39.0	0		1.79	3.54	2.02	8.5	3.62	2.02
39.0	7.6		2.06	5.13	2.55	8.5	5.24	2.55
39.3	7.6		1.23	2.59	2.14	8.75	2.64	2.14
37.5	5.1		2.02	4.04	2.05	8.3	4.14	2.05
37.5	10.2		2.14	3.81	1.82	8.5	3.89	1.82
46.0	3.8		2.55	5.31	2.13	8.5	5.43	2.13

Opmerkingen. 1) schoephoogte 7.6 cm (normaal 8 cm) afwijking wordt verwaarloosd
 2) vermogen in de kast gemeten, rend. motor/kast vlg opgege fabriek
 3) water uit plaatselijke reservoir - geen verschil met leidingwater

Installatie : Beighton
 Bron : [2] tabel 4
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte - volume : 9.14 x 9.14 x 2.58 = 169.00 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 9.14 x 9.14 = 83.5 m²
 Aantal type diameter belufter(s) : Simcar ϕ 2.87 m 1)
 Toerental : variabel tussen 30 en 37.5 omw./min
 Remschotten :
 Afschuimranden waard bodem :
 Anti cadansschotten :
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h.	kg O ₂ /netto kWh
33	5.08	19.41	17.57	43.82		7	45.91	2.61
30	5.08	16.05	14.29	41.96		5	45.64	3.19
33.2	10.2	15.91	14.06	37.56		7	39.35	2.86
30.8	9.5	14.10	12.27	36.92		5	40.16	3.27
37.5	14.6	17.51	15.63	42.09		7	44.10	2.82
33.3	15.2	12.78	10.93	28.80		7	30.17	2.76
31.0	15.2	10.88	9.05	27.03		5	29.40	3.25

Opmerkingen. 1) schoephoogte 15.24 cm (normaal 15.8 cm) afwijking wordt verwaarloosd
 2) zwaar verontreinigd rivierwater

Installatie : Zwartemeer-Emmen
 Bron : (18)
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte - volume : 15.3 x 15.3 x 3 - 702 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 15.3 x 15.3 - 234 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : Simcar ϕ 2.03 m
 Toerental : 42 omw/min
 Remschotten : ja - type Simon Hartley
 Afschuiningen wand - bodem : 40/40 cm
 Anti-cadansschotten : nee
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /netto kWh.	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
42	8			19.9	1.24			
"	0			15.9	1.36			

Opmerkingen: 1) belufter op bok met vier puten
 2) temperatuur niet bekend

Installatie : Helmond
 Bron : (18)
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte - volume : 21.6 x 21.6 x 3.20 - 1493 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 21.6 x 21.6 - 467 m²
 Aantal - type - diameter belufter(s) : 1 Simplex ϕ 29/2 mm
 Toerental : 35 omw/min
 Remschotten : type spaans
 Afschuiningen wand - bodem : 100 x 50
 Anti-cadansschotten : nee
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dompeld. cm	P bruto kWh.	P netto kWh.	OC kg O ₂ /h.	kgO ₂ /bruto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
35	59.5			144.0	1.45	8.4	147.4	1.48
"	59.5			120.1	1.50	"	123.0	1.54
"	59.5			104.7	1.34	"	107.2	1.37
"	36.4			49.0	1.20	"	50.2	1.23
"	36.4			51.7	1.28	"	52.9	1.31
"	18.4			22.4	1.02	"	22.9	1.04
"	7			94.0	1.43	"	96.2	1.46

Opmerkingen: 1) bronwater
 2) temperatuur tussen 7.5 en 9.2 °C

Installatie : Newmarket Ontario
 Bron : (Z)label 10
 Verwisselstation Kansen en k hermsindig
 [112]

Datum rindingen : 9 14 x 9 14 x 3 20 (bij dd - 0) = 267 m³
 Breedte x lengte x diepte : 9 14 x 9 14 x 3 20 (bij dd - 0) = 267 m³
 Breedte x lengte : 9 14 x 9 14 83 5 m²
 Breedte x lengte : 9 14 x 9 14 83 5 m²
 Aantal type diameter bedrachten : 38 5 omw / m
 Aantal type diameter bedrachten : 38 5 omw / m
 Percentiel : 38 5 omw / m
 Remschakking : 38 5 omw / m

Afsluitingen wa ad bodem : 0 76 152 m
 Anti cadanschothra :
 Andere voorz ieningen :

Locantiel omw / m	Diameter cm	P netto kWh	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / netto kWh	T OC	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ / netto kWh
36	0	7 68	12 43	1 68	13 5	11 9	1 68
36	5	6 42	9 98	1 79	10 5	9 9	1 79
36	10	4 87	10 43	1 93	10 5	10 4	1 93
36	15	3 46					
41	0	11 46					
41	5	10 09					
41	15	6 98					
41	10	9 27					
41	10	8 34					
41	10	8 95					

Opmerkingen : 1) schuifbuisste 10 2 cm (normaal 12 7 cm) met verwijderbaar verschiel
 2) 4 1 mg / l detergent
 3) 3 4 mg / l detergent in biologisch gecoverd effluent

Opmerkingen : 1) 2 5 mg / l detergent
 2) 4 1 mg / l detergent
 3) 3 4 mg / l detergent in biologisch gecoverd effluent

Installatie : Alkmaar
 Bron : 133f
 Datum metingen : 16 oct 1976
 Breedte x lengte x diepte - volume : 28 x 28 x 3,50 = 2800 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 28 x 28 = 784 m²
 Aantal type diameter belufter(s) : 4 (gemiddelde Spaans B v 2300 mm)
 Toerental : 44 omw/min
 Remschotten : ?
 Afschuivingen wand bodem : ?
 Anticadansschotten : ?
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dampveld, cm	P bruto kWh	P netto kWh	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
44	14,8	15,4		26,6	1,72	7,9	27,5	1,79
44	1	22,8		41,3	1,81	8,5	42,2	1,85
44	11	24,7		39,4	1,59	9,0	40,0	1,62
44	10	17,5		30,4	1,73	9,1	30,8	1,76
44	4	20,7		36,5	1,76	9,2	36,9	1,78
44	6	24,2		42,1	1,74	9,3	42,5	1,76

Opmerkingen : 1) gemeten met 4 belufters

Installatie : model van de installatie
 Bron : 115 (tabel 20)
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte - volume : 1,83 x 1,83 x 0,63 = 71026 m³
 Breedte x lengte - oppervlakte : 1,83 x 1,83 = 3,35 m²
 Aantal type diameter belufter(s) : 50 stuks v 2,45 m
 Toerental : variabel tussen 89 en 141 omw/min
 Remschotten :
 Afschuivingen wand bodem : 15-30 cm
 Anticadansschotten :
 Andere voorzieningen :

Toerental omw./min.	Dampveld, cm	P bruto kWh	P netto kWh	OC g O ₂ /h	kg O ₂ /netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /bruto kWh
141	1,27		157	504	3,11			
141	1,27		121	367	3,03			
120	0		94	302	41,311			
99	1,27		75	219	1,91			
99	1,27		55	156	2,87			
141	1,27		139	447	3,11			
141	1,27		107	362	3,38			
120	0		82	257	203,13			
99	1,27		72	208	2,69			
99	1,27		53	152	2,57			
141	1,27		129	411	3,13			
141	1,27		105	345	3,13			
120	0		77	242	313,14			
99	1,27		75	211	2,81			
99	1,27		54	148	2,74			
141	1,27		166	516	3,11			
141	1,27		125	404	3,13			
120	0		106	342	413,13			
99	1,27		79	219	1,77			
99	1,27		56	168	3,00			

Opmerkingen : 1) fillets en aanvoerkanaal
 2) fillets en afvoerkanaal tot de bodem
 3) fillets
 4) geen fillets

Installatie : Beighton
 Bron : (2) tabel 1
 Datum metingen :
 Breedte x lengte x diepte volume : 9.14 x 9.14 x 2.48 (bij dd=0) = 207 m³
 Breedte x lengte oppervlakte : 9.14 x 9.14 = 83.5 m²
 Aantal type diameter belufter (s) : Simcar ø 2.286 m 1)
 Toerental : variabel tussen 30.0 en 48.4 omw/min
 Remschotten :
 Afschuiningen wand bodem : 30/30 cm, ook in de hoeken v.d. wonden 2)
 Autoledigenschappen :
 Andere voorzietingen :

Toerental omw./min	Draaisnelheid cm	P. bruto kWh.	P. netto kWh.	DC kg O ₂ /h	kg O ₂ /h netto kWh	T °C	OC kg O ₂ /h	kg O ₂ /h netto kWh
38.6	0		11.9	28.0	235	6	29.9	2.51
30.7	0		8.9	19.6		6	20.9	2.35
39.8	5.1		11.7	25.1		6	26.8	2.29
31.0	5.1		8.3	13.9		6	14.8	1.79
48.4	10.2		12.7	30.8		6	32.9	2.59
40.2	10.2		10.2	19.9		6	21.2	2.08
39.0	5.72		14.1	27.9		7	29.2	2.07
30.0	5.1		9.8	19.5		7	20.4	2.08
39.6	0		11.1	24.9		7	26.1	2.35
30.5	0		9.2	19.0		7	19.9	2.16
39.8	5.1		10.3	21.0		8	21.6	2.10
31.0	5.1		8.5	14.2		7	14.9	1.75
40.2	9.5		9.3	18.6		8	19.2	2.06
40.2	12.7		8.9			8		

Opmerkingen : 1) schuifhoogte 12.70 cm (normaal)
 2) afschuiningen zijn te klein om merkbaar effect te hebben op het aanvoerpatroon
 3) leidingwater

Schaalregels

1. Schaalregels voor vermogen en snelheid

(Uit STORA-"Oriënterend onderzoek naar de optimalisering van puntbeluchtersystemen").

Het is aantrekkelijk het hydraulisch gedrag van puntbeluchtersystemen in modellen te bestuderen. Daarbij is vereist dat het proces dat zich in het model afspeelt volledig gelijkvormig is aan het proces in het prototype.

Het proces dat zich in een puntbeluchtingssysteem afspeelt wordt, in hydraulisch opzicht, onder andere bepaald door de volgende variabelen:

- fysische grootheden:

ν = kinematische viscositeit van water	$(L^2 T^{-1})$
σ = oppervlaktespanning van de vloeistof	$(M T^{-2})$
ρ = soortelijke dichtheid van de vloeistof	(ML^{-3})
E = compressiemodulus van de vloeistof	$(ML^{-1} T^{-2})$

- geometrische grootheden:

d = diameter beluchter	(L)
h = waterdiepte	(L)
b = breedte van de bak	(L)
l = algemene lengtemaat (schotten e.d.)	(L)

- dynamische grootheden:

g = versnelling zwaartekracht	(LT^{-2})
v = snelheid van de vloeistof	(LT^{-1})
P = vermogen aan de as	$(ML^2 T^{-3})$
n = toerental van de beluchter	(T^{-1})
t = periode van de golfbeweging	(T)

Met behulp van het π -theorema kunnen x variabelen worden gegroepeerd in $x-3$ dimensieloze grootheden π .

Het te bestuderen proces kan dan worden beschreven door een functie:

$$\phi(\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots, \pi_{x-3}) = 0$$

die er voor een puntbeluchtersysteem als volgt uit kan zien:

$$\phi\left(\frac{d}{h}, \frac{d}{b}, \frac{d}{l}, \frac{d^2 n}{g}, \frac{\rho d^3 n^2}{\sigma}, \frac{\rho d^2 n^2}{E}, \frac{dn^2}{g}, \frac{v}{dn}, \frac{P}{\rho d^3 n^3}, tn, \dots\right) = 0.$$

Een nadere beschouwing van de π -termen leert:

$$\begin{aligned} \pi_1 &= \frac{d}{h} \\ \pi_2 &= \frac{d}{b} \\ \pi_3 &= \frac{d}{l} \end{aligned} \quad \text{) bepalen de geometrie}$$

$$\begin{aligned} \pi_4 &= \frac{d^2 n}{\nu} && \text{getal van Reynolds} \\ \pi_5 &= \frac{\rho d^3 n^2}{\sigma} && \text{getal van Weber} \\ \pi_6 &= \frac{\rho d^2 n^2}{E} && \text{getal van Cauchy} \\ \pi_7 &= \frac{dn^2}{g} && \text{getal van Froude voor de beluchter} \\ \pi_8 &= \frac{v}{dn} && \text{getal van Froude voor de vloeistofsnelheden} \\ \pi_9 &= \frac{P}{\rho d^5 n^3} && \text{dimensieloos vermogen} \\ \pi_{10} &= \tau n && \text{dimensieloze trillingstijd} \end{aligned}$$

Onderling mogen π termen met elkaar vermenigvuldigd of door elkaar gedeeld worden.

Het resultaat blijkt dan dimensieloos.

Voor gelijkvormigheid tussen model en prototype is nodig dat voor beide alle overeenkomstige kentallen dezelfde waarde hebben.

Zijn de geometrische verhoudingen (π_1, π_2, π_3) voor model en prototype gelijk en zijn, door de vloeistofkeuze, ρ, σ, λ en E gelijk, terwijl ook g gelijk blijft dan blijkt:

$$\begin{aligned} \text{uit } \pi_4 = \text{constant volgt: } d \cdot n^{1/2} &= \text{constant} \\ \text{uit } \pi_5 = \text{constant volgt: } d \cdot n^{2/3} &= \text{constant} \\ \text{uit } \pi_6 = \text{constant volgt: } d \cdot n &= \text{constant} \\ \text{uit } \pi_7 = \text{constant volgt: } d \cdot n^2 &= \text{constant} \end{aligned}$$

Aan deze vier voorwaarden kan niet tegelijkertijd worden voldaan tenzij model en prototype even groot zijn.

Wordt algemeen gesteld dat het toerental voor het model volgt uit de betrekking:

$$d_m \cdot n_m^a = d_p \cdot n_p^a$$

dan moet de waarde a zo worden gekozen dat de gelijkvormigheid in model en prototype ten aanzien van het te bestuderen verschijnsel optimaal is.

Omgekeerd kan, indien voldoende metingen in model en prototype zijn verricht, de juiste waarde van a experimenteel worden bepaald door vast te stellen bij welke waarde van a de termen π_4, π_5 en π_{10} in model en prototype dezelfde waarde hebben, met andere woorden, welk kental ten aanzien van de te bestuderen verschijnselen een overheersende rol speelt.

Uit dit en ander onderzoek is steeds gebleken dat het getal van Froude bepalend is en dat dus geldt:

$$a = 2$$

De bepaling van de afmetingen van het model geschiedde op de volgende wijze:

De schaalfactor was:

$$k = b_m / b_p$$

De andere maten volgen dan uit:

$$\begin{aligned} h_m &= k \cdot h_p \\ d'_m &= k \cdot d_p \end{aligned}$$

d_m is dan de theoretische beluchterdiameter. Uit de beschikbare beluchtermodellen werd er dan een gekozen met een diameter d_m die de theoretische diameter het dichtst benaderde.

De schaalfactor voor de beluchter was dan

$$k_r = d_m/d_p$$

Waaruit dan volgt:

$$dd_m = k_r \cdot dd_p$$

en uit

$$d_m n_m^2 = d_p n_p^2 \quad (\text{Froude})$$

volgde:

$$n_m = k_r^{-\frac{1}{2}} \cdot n_p$$

