

NOORDELIJKE ECONOMISCH-TECHNOLOGISCHE ORGANISATIE

VOOR

GRONINGEN



De toepassing van ongezuiverd methaangas uit
afvalwater van de stocartonindustrie als
brandstof in de stocartonindustrie.

Rapport nr. 234

De Stichting

„NOORDELIJKE ECONOMISCH-TECHNOLOGISCHE ORGANISATIE”
opgericht 27 Januari 1937 te Groningen, stelt zich ten doel, volgens artikel 2
van de statuten:

„het doen van onderzoekingen naar de mogelijkheid van bevordering
der welvaart in Groningen, in het bijzonder door maatregelen op het
gebied van landbouw en industrie.

Zij geeft desgevraagd of uit eigen beweging voorlichting op dit gebied
en kan bij de voorbereiding of uitvoering van daartoe wenselijk geoordeelde
maatregelen haar medewerking en tussenkomst verlenen.

Zij laat zich niet in met het geven van credieten aan of het deelnemen
in industrieële ondernemingen.”

Voorlichting en adviezen worden verstrekt zowel aan overheidsinstanties, rijk,
provincie, gemeenten, als aan instellingen, verenigingen, bedrijven en particulieren.

De gegevens, welke zij voor haar onderzoekingen, adviezen en voorlichting ontvangt,
worden als strikt vertrouwelijk beschouwd.

Als instituut, gesubsidieerd door particulieren, instellingen en overheid, verricht
zij haar werkzaamheden zonder winstoogmerk, doch zij kan vergoeding van gemaakte
kosten bedingen.

NETO, Vischmarkt 15a, Groningen.

De Toepassing van ongezuiverd methaangas uit afvalwater
van de strocartonindustrie als brandstof in de
strocartonindustrie

-. - . -

rapport nr. 234

Op verzoek van Ir. E.H. Muntinga, directeur van de Strocartonfabriek De Eendracht te Appingedam, werd nagegaan of het lonend is een eenvoudige installatie te bouwen voor de bereiding van ongezuiverd methaangas uit het afvalwater van een strocartonfabriek, met het doel het verkregen methaangas te gebruiken als brandstof voor de ketels van de fabriek.

In verband met de zeer beperkte beschikbare tijd kon een en ander slechts globaal worden onderzocht.

1. De benodigde gegevens werden verkregen van:

De Coöp. Strocartonfabriek De Eendracht te Appingedam;

Het Nederlands Proefstation voor Stroverwerking te Groningen;

N.V. de Bataafsche Petroleum Maatschappij, afd. Fabrieksbouw, te Den Haag;

Swarttouw's Constructiewerkplaatsen en Machinefabriek te Schiedam;

Bureau Openbare Werken van de gemeente Groningen;

Brandstoffenhandel Dikema & Camphuis N.V. te Groningen.

2. De productie van de gehele strocartonindustrie bedraagt gemiddeld rond 300.000 ton strocarton per jaar, verdeeld over 20 fabrieken. De gemiddelde productie per fabriek is derhalve 15.000 ton strocarton per jaar of, gerekend met 300 werkdagen per jaar, 50 ton strocarton per fabriek per dag.

Per ton geproduceerd strocarton wordt gemiddeld 20 m³ afvalwater verkregen, zodat gerekend kan worden dat per fabriek per etmaal rond 1000 m³ afvalwater de fabriek verlaat, hetgeen bij continu bedrijf overeenkomt met ca 42 m³ per uur.

3. Door gisting van de organische stoffen in dit afvalwater wordt methaangas geproduceerd. Om de gewenste gisting te verkrijgen is het nodig over een reservoir te beschikken met een zodanige inhoud, dat het doorstromende water voldoende lang in het reservoir aanwezig is om het gistingsproces goed te doen verlopen. Men neemt aan dat voor een goede gisting een retentietijd nodig is van 3 x het dagvolume aan afvalwater, zodat de benodigde waterinhoud van het reservoir op tenminste 3000 m³ is aangenomen.

De temperatuur waarbij de gisting het gunstigst verloopt bedraagt 30 tot 35^oC; hierbij kan dan veilig gerekend worden op een productie

van tenminste 3 m³ ongezuiverd methaangas (ca 55% CH₄) per m³ afvalwater. De geproduceerde hoeveelheid gas is uiteraard mede afhankelijk van de hoeveelheid organische stoffen in het water. Gemiddeld komen per ton gefabriceerd stocarton omstreeks 220 kg organische stoffen in het afvalwater terecht, overeenkomend met ca 11 kg organische stof per m³ afvalwater.

De calorische waarde van het gewonnen ongezuiverde gas kan op 5.000 tot 5.500 cal per m³ gesteld worden. Uit 1000 m³ afvalwater kan derhalve een gasproductie van 3000 m³ ongezuiverd methaangas worden verwacht met een totale calorische waarde van rond 16.000.000 cal.

4. Het in de stocartonindustrie beschikbare afvalwater heeft in verscheidene gevallen een temperatuur, die belangrijk lager ligt dan de bovengenoemde 30 tot 35°C, die voor een goed verloop van het gistingsproces het gunstigst is.

Gegevens over het gistingsverloop bij lagere temperaturen zijn niet beschikbaar; onderzocht zou kunnen worden of door een langere retentietijd van het afvalwater, - dus door toepassing van een groter reservoir, - de gasproductie gunstig wordt beïnvloed.

Eventueel kan het afvalwater door injectie met stoom op de gewenste temperatuur van ongeveer 30°C gebracht worden, voordat het in het gistingsreservoir wordt gepompt.

Om 1000 m³ water 1°C in temperatuur te verhogen moet per kg water 1 Cal worden toegevoerd, dus totaal 1.000.000 Cal. Bij injectie van verzadigde stoom van ± 8 atm., welke per kg een warmte-inhoud heeft van ca 650 cal, zal hiervoor nodig zijn $1.000.000 : 650 =$ rond 1500 kg stoom.

Bij het stoken met steenkolen zal met 1 kg kolen (calorische waarde ca 7200 cal per kg) ongeveer 8 kg stoom geproduceerd kunnen worden, zodat met 1 m³ ongezuiverd methaangas met een verbrandingswaarde van ruim 5000 cal dus kan worden verkregen: $(5000 : 7200) \times 8 = \pm 6$ kg stoom. Voor de productie van 1500 kg stoom voor de verwarming van het afvalwater met 1°C zal dus rond $1500 : 6 =$ rond 250 m³ ongezuiverd methaangas nodig zijn.

5. Indien geen voor-verwarming van het afvalwater nodig zou zijn, komt per dag beschikbaar 3000 m³ ongezuiverd methaangas met een warmte-inhoud van rond 16.000.000 cal. Deze warmte-inhoud komt overeen met die van $16.000.000 : 7200$ kilogram kolen.

/dag = 2.2 ton Steenkool /dag

Bij 300 stookdagen per jaar en een kolenprijs van f 60,- per 1000 kg kan dus door het stoken met het geproduceerde gas per jaar een kolenbesparing van rond $(16.000.000 \times 300 \times \frac{f 0,60}{f 0,06}) : 7200 = \underline{f 40.000,-}$ verkregen worden.

6. Om het afvalwater met stoom te verwarmen zal, - zie punt 4, - voor 1°C verwarming 250 m³ van het geproduceerde gas nodig zijn, zodat de nuttige gasproductie met deze hoeveelheid vermindert.

De volgende tabel geeft een indruk van het verloop van de te bereiken kolenbesparing bij toenemende verwarming van het afvalwater.

verwarming in °C	totale gasproductie in m ³ per dag	hiervan nodig v. verwarming in m ³ per dag	nuttige gasproductie in m ³ per dag	kolenbesparing in gld. per jaar
0	3000	0	3000	40.000,-
1	3000	250	2750	36.667,-
2	3000	500	2500	33.333,-
3	3000	750	2250	30.000,-
4	3000	1000	2000	26.667,-
5	3000	1250	1750	23.333,-
6	3000	1500	1500	20.000,-
7	3000	1750	1250	16.667,-
8	3000	2000	1000	13.333,-
9	3000	2250	750	10.000,-
10	3000	2500	500	6.667,-
11	3000	2750	250	3.333,12
12	3000	3000	0	0,-

7. Voor de bereiding van het methaangas is gedacht aan een grondtank met een betonnen wand, waarop de kap en de eerste ring van een 32 m diameter olietank rust. Hiertoe kan in de grond een gat worden gegraven met een diameter van ruim 32 m en een diepte van ongeveer 1,5 m. Op deze wijze komt rond 1200 m³ grond vrij, die kan worden gebruikt voor het maken van een ringdijk van 2,5 m hoogte om het uitgegraven gat. Hierin wordt dan een betonnen ringmuur van 20 cm dikte en van 4 m hoogte aangebracht, welke op een betonnen voet van 20 cm dikte en 50 cm breedte rust.

De bodem van de grondtank kan onbekleed blijven. Op de betonnen ringmuur wordt daarna de ijzerconstructie gemonteerd.

Deze ijzerconstructie bestaat uit 1 ring platen van ca 1,80 m hoogte, een spantconstructie en een beplating. Zowel de ring als het tankdak worden gelast.

De kap heeft een helling van 1 op 5, zodat de nok van het dak ca 3 m hoger ligt dan de rand daarvan.

Het betonnen gedeelte van de tank, met een inhoud van rond 3200 m³, is gedacht als waterruimte en het ijzeren gedeelte, met een inhoud van rond 2500 m³, als gasruimte.

Het afvalwater wordt toegevoerd onder in de tank in een ringleiding nabij de wand. Deze ringleiding is voorzien van een groot aantal uitstroomopeningen, waardoor werveling van het water in het reservoir zoveel mogelijk wordt voorkomen.

De afvoer vindt plaats door een, ongeveer midden in de tank op 4 m boven de grond aangebrachte afvoerpijp, die zodoende tevens dient om het waterniveau constant te houden. Deze afvoerpijp wordt door de tankwand heengevoerd en mondt uit in een afvoergoot.

De aarden bodem van de grondtank kan conisch naar beneden worden gegraven. (helling 1 : 5, waardoor een goede afloop wordt verkregen) Op het laagste punt kan een slib afvoerleiding worden aangebracht, die eveneens in de afvoergoot uitmondt.

Voor gasafvoer wordt aan de tankwand of aan het dak een gasafvoerleiding aangebracht om het gas uit de gasklok naar de branders van de ketelbatterij te voeren. In deze leiding dient een gaspomp te worden aangebracht voor het transport van het gas.

Voor beveiliging bij onderbreking van de gasafname kan aan het tankdak een gasafvoerpijp met een waterslot worden aangebracht.

Bij oplopen van de gasdruk wordt het waterslot leeg geblazen en stroomt het gas door de afvoerpijp naar een op veilige afstand aangebrachte standpijp van ca 4 m hoogte, waar het door een steeds brandende lokvlam (met behulp van een zeer kleine gasleiding die eveneens op het dak van de tank is aangesloten) wordt ontstoken.

Directe afvoer van het gas in de buitenlucht zonder verbranding is ongewenst, daar het soortelijk gewicht van het gasmengsel gelijk of groter is dan dat van lucht.

Voor het geval dat onderdruk in het reservoir zou ontstaan dient een vacuümveiligheid op het tankdak te worden aangebracht.

In bijlage 1 is een schetstekening van de installatie opgenomen.

8. Zou men de retentietijd willen verhogen door de inhoud van het afvalwater-reservoir bijv. 50% groter te maken, dan moet de waterruimte van dit reservoir een inhoud van $1,5 \times 3200 = 4800 \text{ m}^3$ krijgen.

De ringmuur wordt dan 6 m hoog inplaats van 4 m en het grondverzet bedraagt ca 2000 m³.

9. De kosten voor de bovenomschreven installatie bedragen zeer globaal:

I. Voor installatie met 3200 m³ waterruimte:

a	Grondverzet ca 1250 m ³ à f 2,-	f	2.500,-
b	Ringmuur fundatie $0,50 \times 0,20 \times \pi \times 32,50 = 10,2 \text{ m}^3$		
	Ringmuur $4,00 \times 0,20 \times \pi \times 32,50$	=	81,6 m ³
	Draagvlak tankring	=	8,2 m ³
			<u>100,- m³</u>
		à f 160,-	" 16.000,-
c	Kapplaten, incl. montage	"	25.000,-
	Spantwerk, incl. montage	"	24.000,-
	Wandplaten, incl. montage	"	12.000,-
d	Conserveren van de staalconstructie, diverse materialen en onvoorzien	"	35.500,-
			<u> </u>
		totaal	f 115.000,-
			<u> </u>

II Voor installatie met 4800 m³ waterruimte:

a	Grondverzet 2000 m ³ à f 2,-	f	4.000,-
b	Ringmuur fundatie $0,25 \times 0,80 \times \pi \times 32,50 = 20,4 \text{ m}^3$		
	Ringmuur $6,00 \times 0,25 \times \pi \times 32,50$	=	158,2 m ³
	Draagvlak tankring	=	10,4 m ³
			<u>190,- m³</u>
		à f 160,-	" 30.400,-
c	Kapplaten, incl. montage	"	25.000,-
	Spantwerk, incl. montage	"	24.000,-
	Wandplaten, incl. montage	"	12.000,-
d	Conserveren van de staalconstructie, diverse materialen en onvoorzien	"	39.600,-
			<u> </u>
		totaal	f 135.000,-
			<u> </u>

10. Bij een rentevoet van 5% bedragen de annuïteiten voor de te investeren bedragen volgens de punten 9^I en 9^{II} (zie rentetafels P. Wijdenes):

A. Bij afschrijving in 10 jaar:

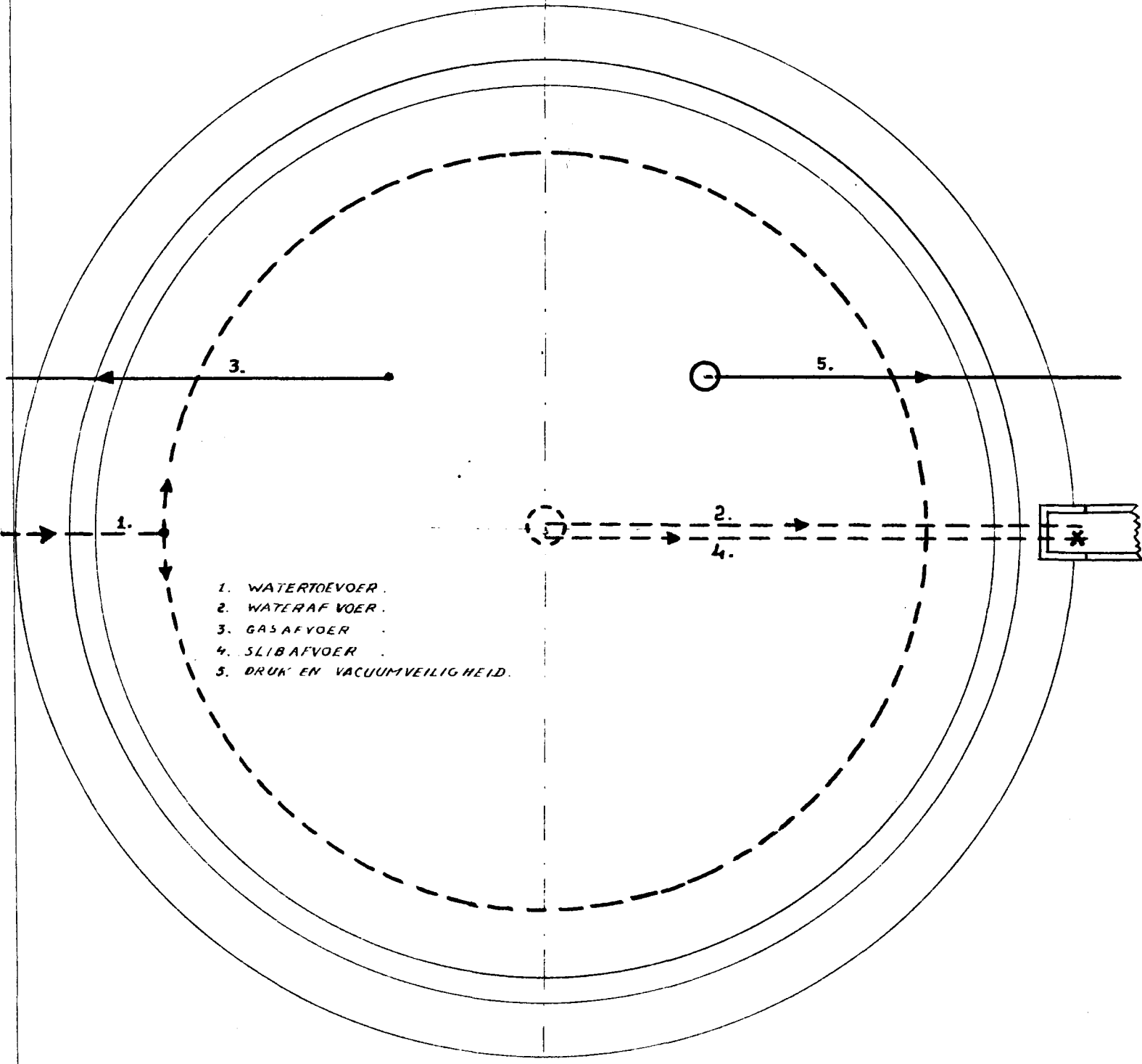
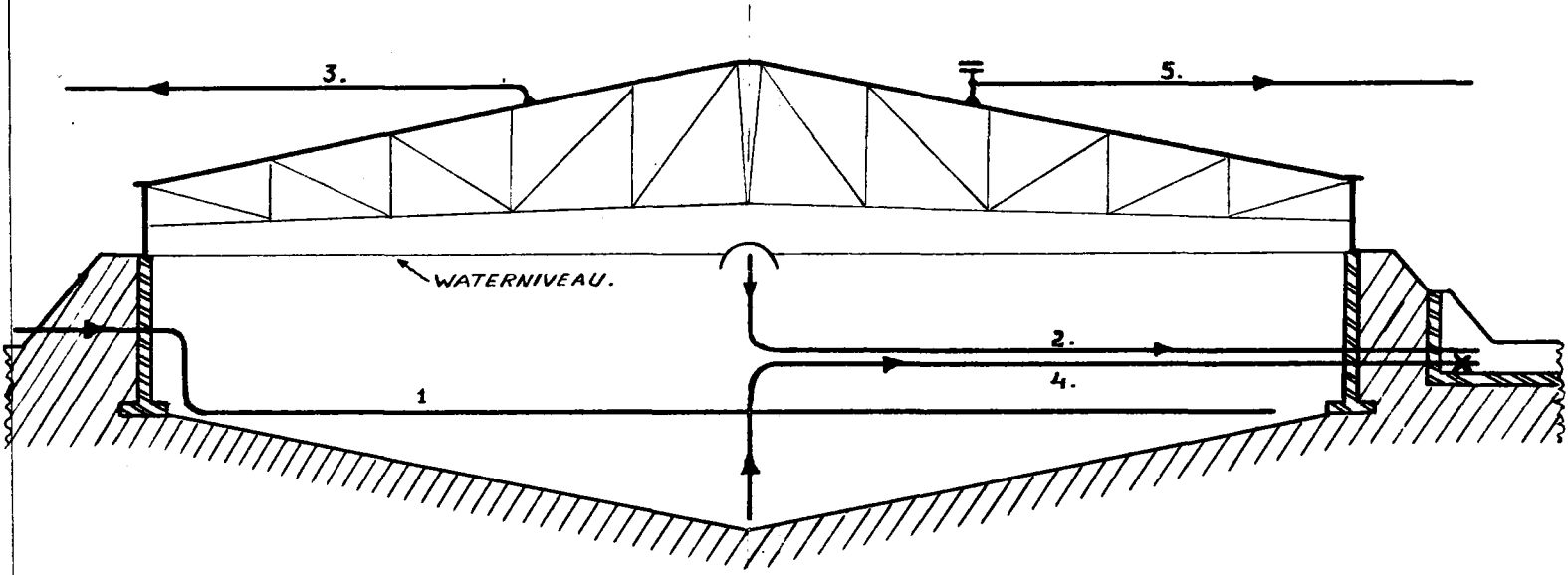
Investatie f 135.000,-, annuïteit 0,1295 x f 135.000,- = ca f 17.400,-
" f 115.000,-, annuïteit 0,1295 x f 115.000,- = ca f 15.000,-

B. Bij afschrijving in 15 jaar:

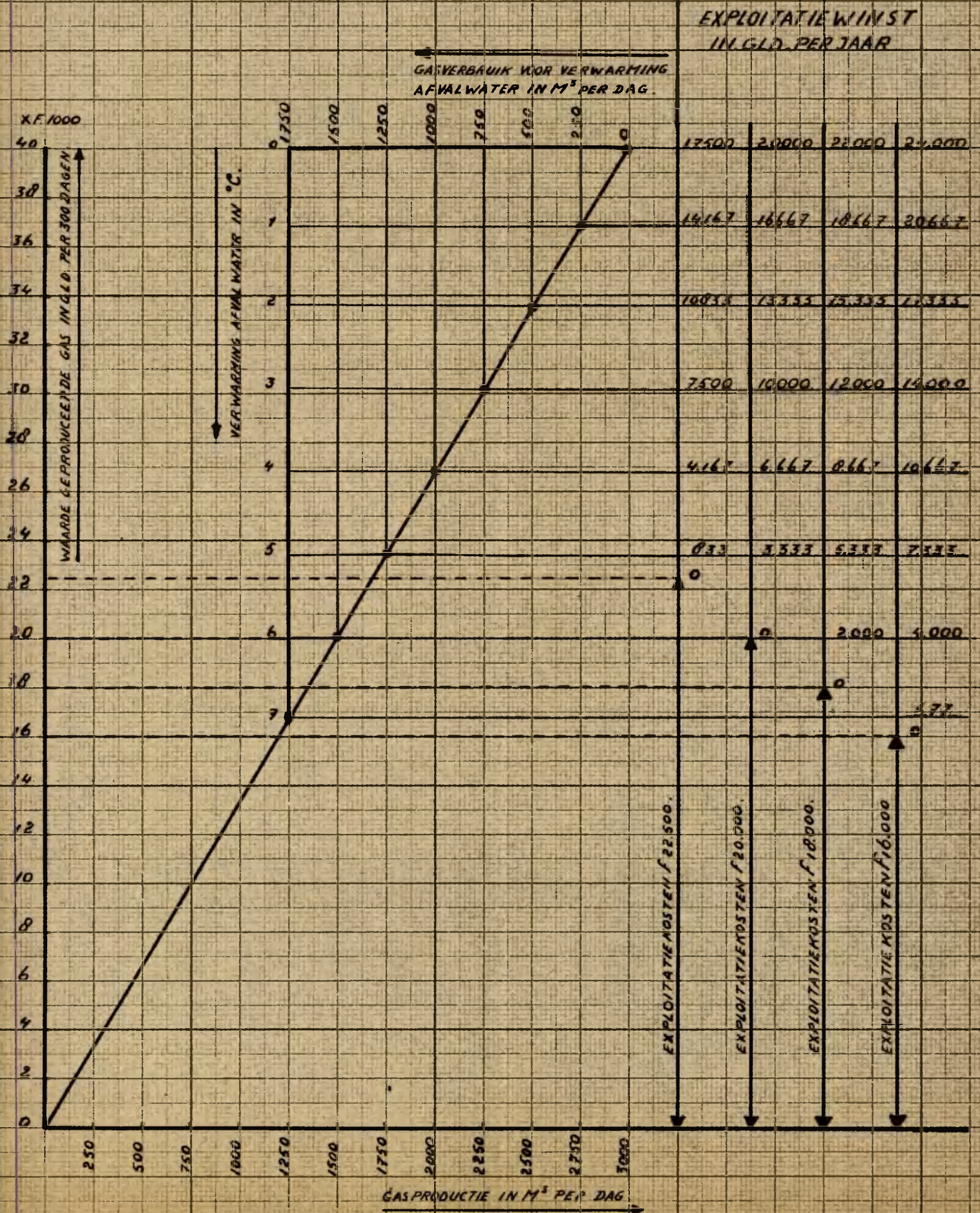
Investatie f 135.000,-, annuïteit 0,0964 x f 135.000,- = ca f 13.000,-
" f 115.000,-, annuïteit 0,0964 x f 115.000,- = ca f 11.000,-

11. Hierbij is nog geen rekening gehouden met de kosten van toezicht en onderhoud. Worden deze op ongeveer f 5.000,- per jaar aangenomen, dan bedragen de totale exploitatiekosten voor de vier berekende gevallen resp. f 22.500,-, f 20.000,-, f 18.000,- en f 16.000,- per jaar.
12. Vergelijking van de jaarlijkse kosten aan rente en afschrijving van de installatie met de bedragen, die door kolenbesparing kunnen worden verkregen, maakt het zeker aantrekkelijk tot de uitvoering van het project over te gaan, indien het afvalwater niet of slechts betrekkelijk weinig hoeft te worden verwarmd; zie ook bijlage 2, waarin de te bereiken exploitatie-winsten grafisch zijn weergegeven.

Groningen, 6 November 1953



- 1. WATERTOEVOER .
- 2. WATERAF VOER .
- 3. GAS AFVOER .
- 4. SLIB AFVOER .
- 5. DRUK EN VACUUMVEILIGHEID.



EXPLOITATIEWINST
IN GLD. PER JAAR

GASVERBRUIK VOOR VERWARMING
AFVALWATER IN M³ PER DAG.

X.F. 1000

WAARDE GEPRODUCEERDE GAS IN GLD. PER 300 DAGEN

VERWARMING AFVALWATER IN °C.

EXPLOITATIEKOSTEN f 22.500.

EXPLOITATIEKOSTEN f 20.000.

EXPLOITATIEKOSTEN f 18.000.

EXPLOITATIEKOSTEN f 16.000.

GASPRODUCTIE IN M³ PER DAG