90-608-BIB

HASKONING
Koninklijk Ingenieurs- en Architectenbureau

VERSLAG Onderzoek H_2S-verwijdering uit rioolwater

INHOUD

1. Inleiding

2. Conclusies

3. Beschrijving van de opstelling

4. Beschrijving van de metingen

5. Beschouwing van de resultaten

6. Aanbevelingen voor verder onderzoek

HK 334 Repro

1. Inleiding

In de jaren tussen 1980 en 1990 is een groot aantal woningen in het buitengebied van Nederland op de gemeentelijke riolering aangesloten. Tot ongeveer 1980 was als rioleringsysteem alleen de vrijvervalriolering beschikbaar. Bij de veelal grote afstanden in het buitengebied zou de aanleg van vrijvervalriolering bijzonder kostbaar zijn geworden. Toen omstreeks 1980 het vacuüm- en drukrioleringsysteem operationeel werden voor de inzameling en het transport van huishoudelijk afvalwater, werd op grote schaal riolering in het buitengebied aangelegd.

Zowel druk- als vacuümriolering voeren in principe alleen droogweerafvoer af, waarbij de lengte van een rioolstreng bij drukriolering ca. 4 km kan bedragen. Deze lengte gevoegd bij een diameter van 0,045 à 0,10 m kan tot lange verblijftijden van het water in de rioolstreng leiden. Door de lange verblijftijd wordt in het water H_2S gevormd, dat vervolgens in niet geheel gevulde riolen in contact komt met vochtige lucht zodat H_2SO_4 wordt gevormd.
In het algemeen loost een druk- of vacuümrioleringstreng in het vrijvervalstelsel van een bebouwde kom, dat meestal uit betonnen buizen bestaat. Omdat de betonriolen door H_2SO_4 worden aangetast, is gezocht naar een middel om de H_2S uit het water te verwijderen op de overgang van druk- of vacuümriool naar vrijvervalriool.
Door Kunststof Waterbeheersingstechniek b.v.(K.W.T.) te Putten is een H_2S-gasstripper ontworpen, waarmee enkele oriënterende proeven zijn genomen in een rioolstelsel in de gemeente Roosendaal.
De installatie is gebouwd door K.W.T. te Putten, de proeven zijn uitgevoerd door het Hoogheemraadschap West-Brabant, de coördinatie is verzorgd door de dienst gemeentewerken van de gemeente Roosendaal en Nispen, terwijl de rapportage door Haskoning is verzorgd.

2. Conclusies

1. Met behulp van de gasstripper van K.W.T. werd voor de omstandigheden tijdens het onderzoek een reductie van ca. 80 % bereikt betrefffende het sulfide-gehalte.

2. Verder onderzoek is nodig, waarbij de volgende aspecten van belang zijn:
   - fluctuaties van sulfide-vracht in de aanvoer.
   - rendement van de stripper als functie van het sulfide-gehalte.
   - de mate van aantasting van betonbuizen als functie van het sulfide-gehalte in het water.

3. Beschrijving van de opstelling

3.1 Locatie:
De proefopstelling was gesitueerd in het buitengebied van de gemeente Roosendaal en Nispen, aan de Passenberg (figuur 1). Het betreft een drukrioleringstelsel waarbij de afstand van het lozingspunt tot het verst daarvan verwijderde punt ca. 1700 m bedroeg. In totaal zijn ca. 40 woningen op het drukrioleringstelsel aangesloten.

HK 334 Repro

3.2 Proefopstelling:
Door K.W.T. te Putten is een strip-installatie ontworpen waarbij het afvalwater in de installatie omhoog wordt geleid en via een cascade-lamellenconstructie naar beneden stroomt. Door de lamellenconstructie wordt in opwaartse richting buitenlucht gezogen. Het resultaat is een groot contact-oppervlak van water met lucht en een relatief lange contacttijd.
Het gestripte water wordt via een controleput naar de riolering geleid en de met H_2S-gas gedeeltelijk verzadigde lucht wordt naar een biofilter geleid (figuur 2).
Er werden monsters genomen in de situatie waarbij de stripper in de aanvoerleiding was geplaatst en ook in de situatie zonder stripper.
Op de figuren 3, 4, 5 en 6 is de installatie weergegeven. De gang van het water en van de lucht is als volgt (zie ook figuur 5):

a. Het water komt door de persleiding (ϕ 90) naar boven.

b. Via verdeelopeningen (4 stuks) wordt het water op de bovenste laag lamellen geleid.
Het water stort door de vierkante schacht met lamellen naar beneden.

c. Het water stroomt door een PVC-buis ϕ 200 weg.

d. Door twee sleuven aan de bovenzijde van de ronde put wordt de buitenlucht in het systeem gelaten.

e. Deze lucht gaat langs twee zijden, aan de buitenzijde van de vierkante schacht, naar beneden.

f. De lucht treedt onder de twee verkorte zijden van de vierkante schacht naar binnen.
Met behulp van een ventilator wordt deze lucht in de schacht omhoog gezogen.

g. Vanuit de constructie wordt de verontreinigde lucht via een afzuigleiding naar een biofilter gevoerd.

h. Voor het geval dat de multi-lamelconstructie verstopt raakt is er een bypass aanwezig.

i. Om te voorkomen dat via deze bypass de lucht om de vierkante schacht heen omhoog gezogen wordt, is een rubber slab gemonteerd.

4. Beschrijving van de metingen

4.1 Doorstroming:
Voorafgaand aan de definitieve opstelling werden verschillende lamellenconstructies onderzocht. Een belangrijk criterium hierbij was de verdeling van het water, die visueel werd beoordeeld. Daarnaast was de verstoppingskans van belang. Omdat de verstoppingskans alleen in de praktijk kan worden bepaald, werd met de lamellenconstructie zoals weergegeven op de figuren 2 t/m 5, een practijkproef uitgevoerd. Gedurende 14 dagen werd het water uit het drukrioleringsysteem aan de Passenberg door de installatie geleid. In de periode van 14 dagen trad geen verstopping op.

HK 334 Repro

4.2 Afgezogen lucht:
Het H_2S-gehalte van de lucht in het afvoerkanaal van de stripper naar het biofilter werd met behulp van een Drägerbuisje gemeten vlak voor de ventilator. Er werden 4 metingen uitgevoerd. Er was geen mogelijkheid de lucht te bemonsteren zonder stripper. Met behulp van een hittedraad-anemometer werd tevens de luchtsnelheid gemeten. Gezien de ruwe ribbelwand van de buis, is de snelheidsmeting beperkt betrouwbaar. Ook werd de luchttemperatuur in de stripper gemeten.
De meetwaarden zijn in onderstaande tabel weergegeven:

H_2S-gehalte (ppm)	30
	4
	20
	30
Temperatuur lucht in stripper (°C)	12½
Luchtsnelheid (m/s)	8½

4.3 Afvalwater:
Van het afvalwater werden met roestvrij stalen monsterapparatuur monsters genomen op drie plaatsen:
- in de toevoerleiding naar de stripper.
- in de afvoerleiding van de stripper.
- na de controleput na de stripper.

Op elk van deze plaatsen werd één monster genomen.

In de situatie zonder stripper werd eveneens op twee plaatsen, één monster genomen:
- in de toevoerleiding.
- na de controleput.

De monsters met stripper werden ongeveer een uur na de monsters zonder stripper genomen. De monsters voor en na de stripper werden niet simultaan genomen, het tijdsverschil bedroeg ca. 5 minuten.
De monsters werden geconserveerd en geanalyseerd overeenkomstig de normen van NEN 3235 - 8.3 (fotometrische bepaling van sulfide in afvalwater).
De meetresultaten zijn in onderstaande tabel weergegeven:
(zie pagina 4)

IK 334 Repro

Meet- c.q. analyseresultaat						
Omschrijving bemonsterings- c.q. meetpunt	pH	CZV (mg/l)	KjN (mg/l)	SO_4 (mg/l)	OPG. S_2- (mg/l)	TOT. S_2- (mg/l)
zonder stripper:						
-Inhoud drukriolering	7.2	620	57	36	12	22
-Inhoud 2e controleput	7.3	680	57	62	3.7	8
met stripper:						
-Inhoud drukriolering (toevoer stripper)	7.4	425	43	43	11.9	11.4
-Afloop stripper	7.4	555	9.5	22	2.3	5.1
-Inhoud 2e controleput (na stripper)	7.2	690	55	95	1.2	1.7

5. Beschouwing van de resultaten

Zoals in de inleiding reeds vermeld, had het onderzoek uitsluitend tot doel een indicatie te verkrijgen over de mogelijkheid om H_2S uit het afvalwater te strippen.
De metingen werden derhalve beperkt tot het eenmalig bemonsteren van het afvalwater met en zonder stripper.
Er was geen gelegenheid de fluctuaties van het inkomende sulfide-gehalte en van het waterdebiet te meten. Omdat niet simultaan is gemeten en de stroomtijd tussen de bemonsteringspunten veel kleiner is dan het tijdsverloop tussen bemonstering voor en na de stripper, zou een sterke fluctuatie geen conclusie over het strip-effect toelaten.
Verwacht mag echter worden dat de fluctuaties klein zijn, zoals ook wordt aangeduid door de gemeten gehaltes van 11,9 en 12,0 mg/l bij twee metingen met 1 uur tijdsverschil.
Uit de meetresultaten blijkt dat bij de uitgevoerde metingen een aanzienlijke reductie van het sulfide-gehalte in het afvalwater bereikt werd door middel van strippen.
Voor de stripper was het gehalte opgelost sulfide ca. 12 mg/l en na de stripper was dat 2,3 mg/l (81 %). Gemeten in de 2e controleput bedroeg de reductie zelfs 90 % (van 11,9 tot 1,2).
In de situatie zonder stripper, waarbij in plaats van de stripper een overstort was aangebracht, bedroeg de reductie ca. 70 % eveneens gemeten in de tweede controleput. Mogelijk speelt hierbij een luchtstroom door de 20 m lange leiding ten gevolge van de afzuiginstallatie een rol.
Bedacht moet worden dat geen waterdebiet is gemeten tijdens de metingen. Omdat geen waterdebiet is gemeten, kon ook geen sulfide-balans worden opgesteld ter controle op de metingen.
Voor de enorme fluctuaties in H_2S-gehalte van de afgezogen lucht is geen goede verklaring te geven. De mogelijkheid bestaat dat de sulfidevracht van het inkomende water sterk fluctueert. Bij de metingen is er steeds op gelet dat er een behoorlijke toevoer van afvalwater was.
Het rendement van de stripper als functie van het sulfide-aanbod en van het waterdebiet kon uiteraard met de enkele meting die hier werd

HK 334 Repro

uitgevoerd, niet worden bepaald. Deze grootheden zijn overigens wel van belang voor het toepassen van H_2S-strippers.
Van minstens even groot belang is de vraag in welke mate de aantasting van beton door het sulfide-gehalte van het rioolwater wordt bepaald.

6. Aanbevelingen voor verder onderzoek

Omdat in de literatuur geen onderzoekresultaten van het strippen van H_2S bekend zijn en het onderhavige oriënterende onderzoek op mogelijk goede resultaten wijst, lijkt verder onderzoek zinvol.

Bij verder onderzoek kunnen twee hoofdaspecten worden onderscheiden:
a. Onderzoek naar het stripeffect.
b. Onderzoek naar de relatie tussen sulfidegehalte en aantasting van het beton.

ad a. Onderzoek naar het strip-effect

Om het strip-effect te onderzoeken is een installatie nodig waarbij simultaan het waterdebiet en het sulfidegehalte van H_2S in het water wordt gemeten voor en na de stripper. Tegelijkertijd moet ook het afgezogen luchtdebiet met de sulfidevracht in de lucht worden gemeten. In principe kan van de bestaande opstelling gebruik worden gemaakt, zij het dat aanpassingen nodig zijn voor bemonstering en meting. Gebruikmaking van de bestaande opstelling heeft als voordeel dat de in de practijk optredende fluctuaties van debiet en sulfidegehalte kunnen worden gemeten. Bovendien behoeft geen voorziening voor het prepareren van afvalwater te worden gemaakt. Kunstmatig afvalwater heeft het nadeel dat eventuele neveneffecten van in afvalwater aanwezig stoffen niet worden gemeten. Voordeel zou de reproduceerbaarheid kunnen zijn. Wegens de reproduceerbaarheid moeten de omstandigheden tijdens de meting nauwkeurig worden geregistreerd: maand, dag, tijdstip, temperatuur, enz.

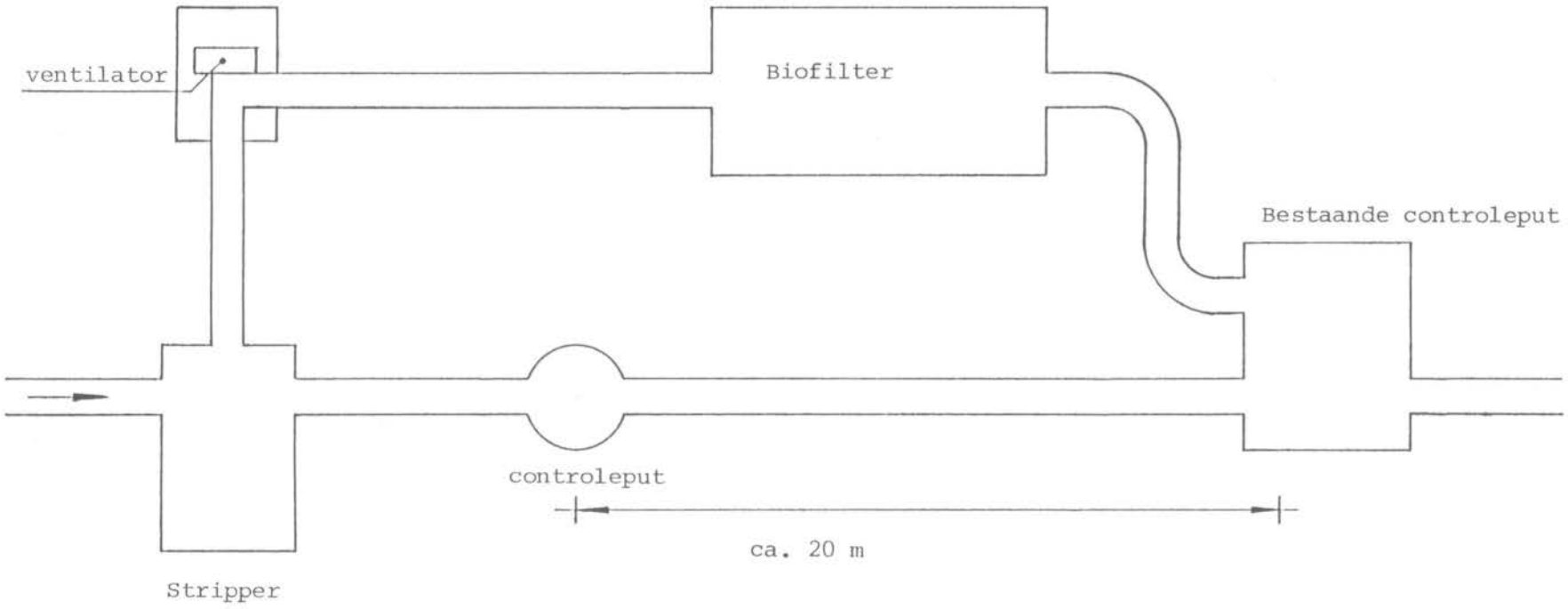
ad b. Relatie sulfidegehalte en aantasting van beton

Voor het bepalen van het sulfidegehalte en aantasting van beton is een constant sulfidegehalte nodig. In de practijk is dit niet te verwezenlijken, experimenten in het laboratorium zijn daarvoor meer geëigend. Bovendien lijkt het zinvoller een relatie te zoeken naar het effect van een stripper, waarvan de reductie op het sulfidegehalte bekend is, en de aantasting van beton in practijk-omstandigheden.
Gedacht wordt daarom aan een opstelling waarbij voor de stripper het aangevoerde water in twee gelijke stromen wordt gescheiden. Één stroom wordt door de stripper geleid en komt daarna in een meettraject waar de aantasting van beton wordt gemeten. De andere stroom komt direct in eenzelfde meettraject waar de aantasting van beton wordt gemeten.
De twee meettrajecten voor de aantasting kunnen bestaan uit een kunststofleiding waarvan de kap over bijvoorbeeld 1 m kan worden afgenomen. Aan de kap kunnen betonblokjes worden bevestigd, die op aantasting worden onderzocht.

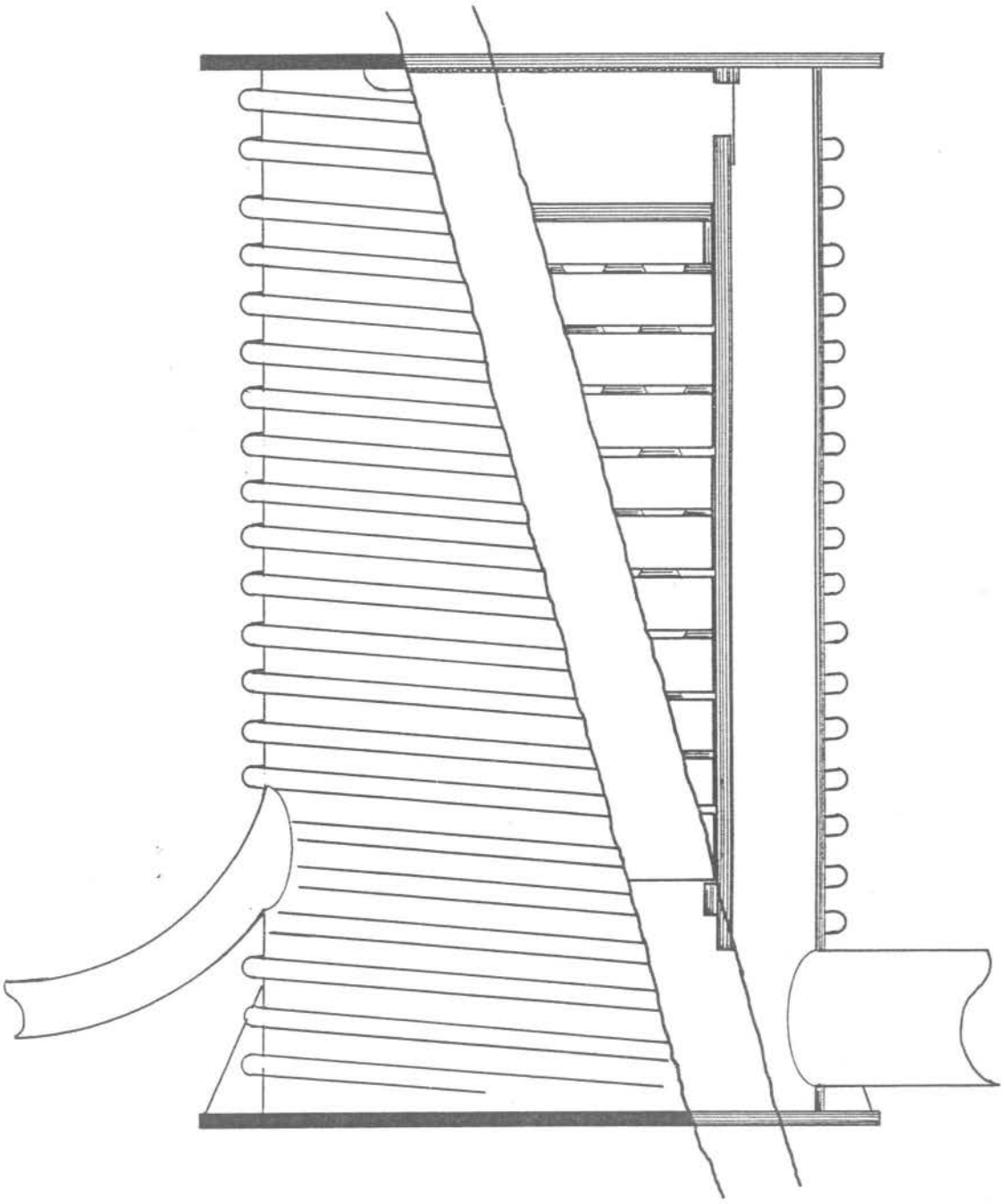
IK 334 Repro



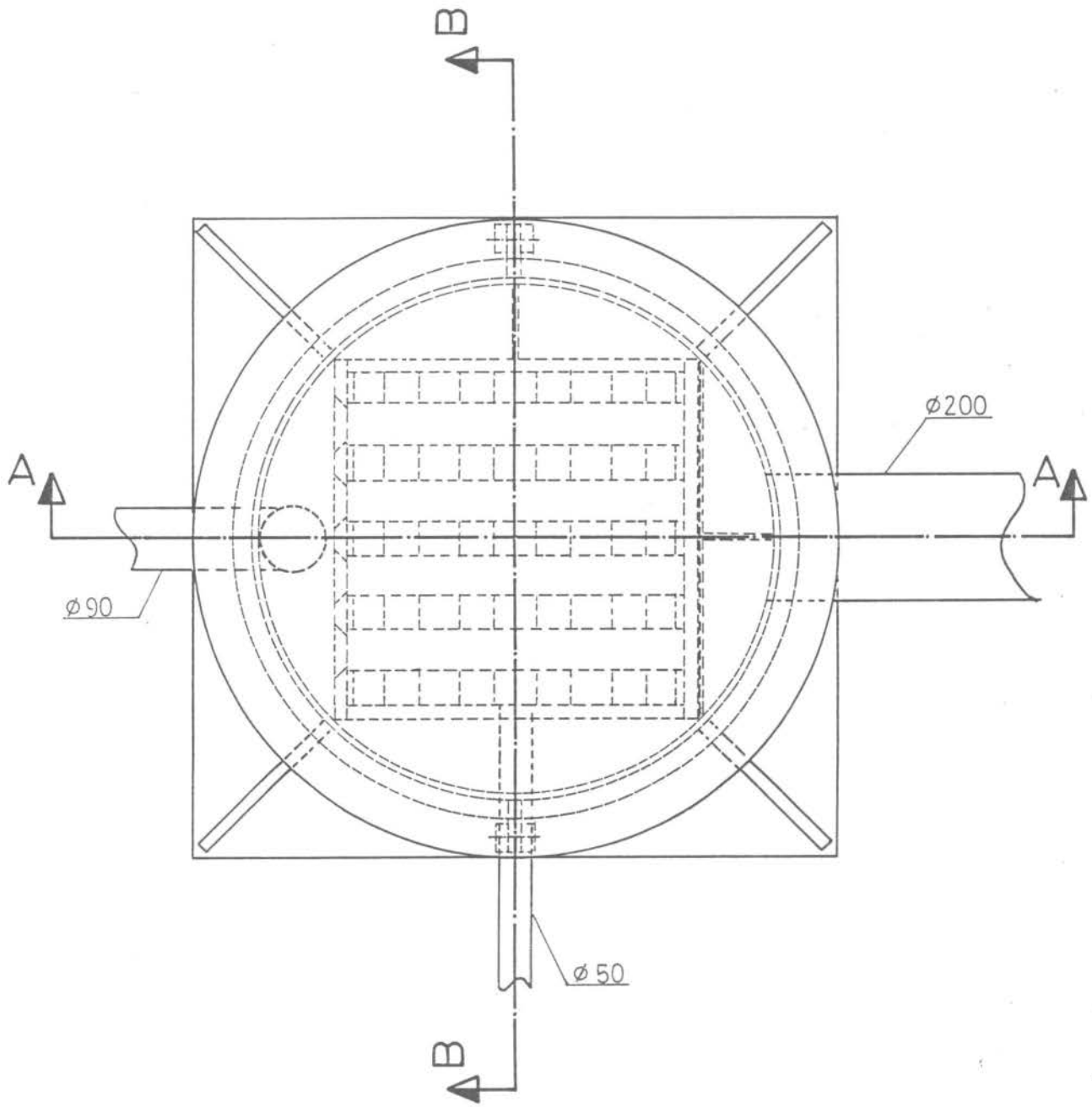
Figuur 1 SITUATIE DRUKRIOLERING PASSENBERG



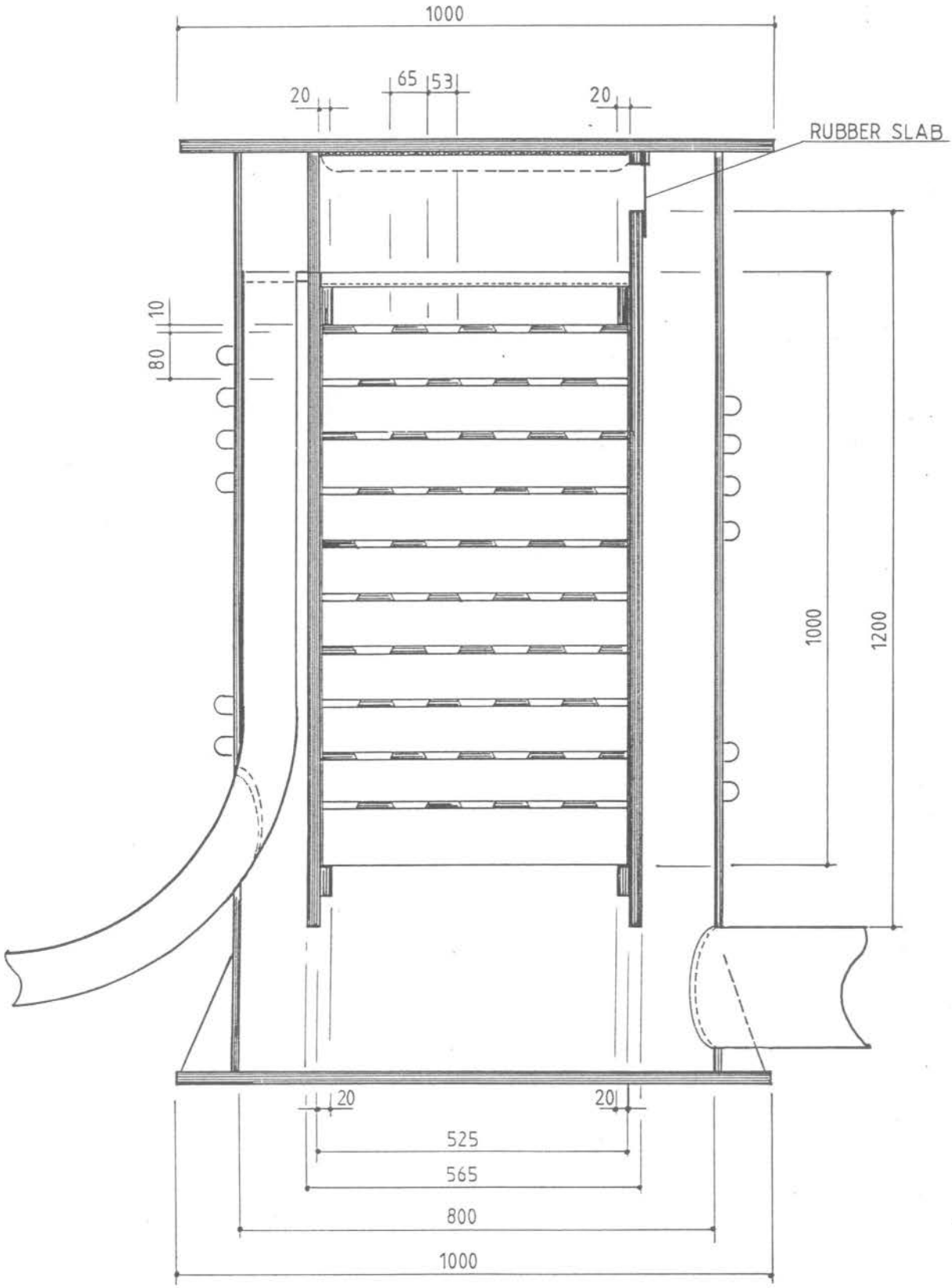
Proefopstelling - figuur 2



H_2S STRIPPER	SCHAAL: 1:10	
	DATUM: 11-05-1989	A4
Figuur 3		



BOVENAANZICHT	SCHAAL: 1:10	
	DATUM: 11-05-1989	A4
Figuur 4	MATEN IN mm.	



DOORSNEDE A-A

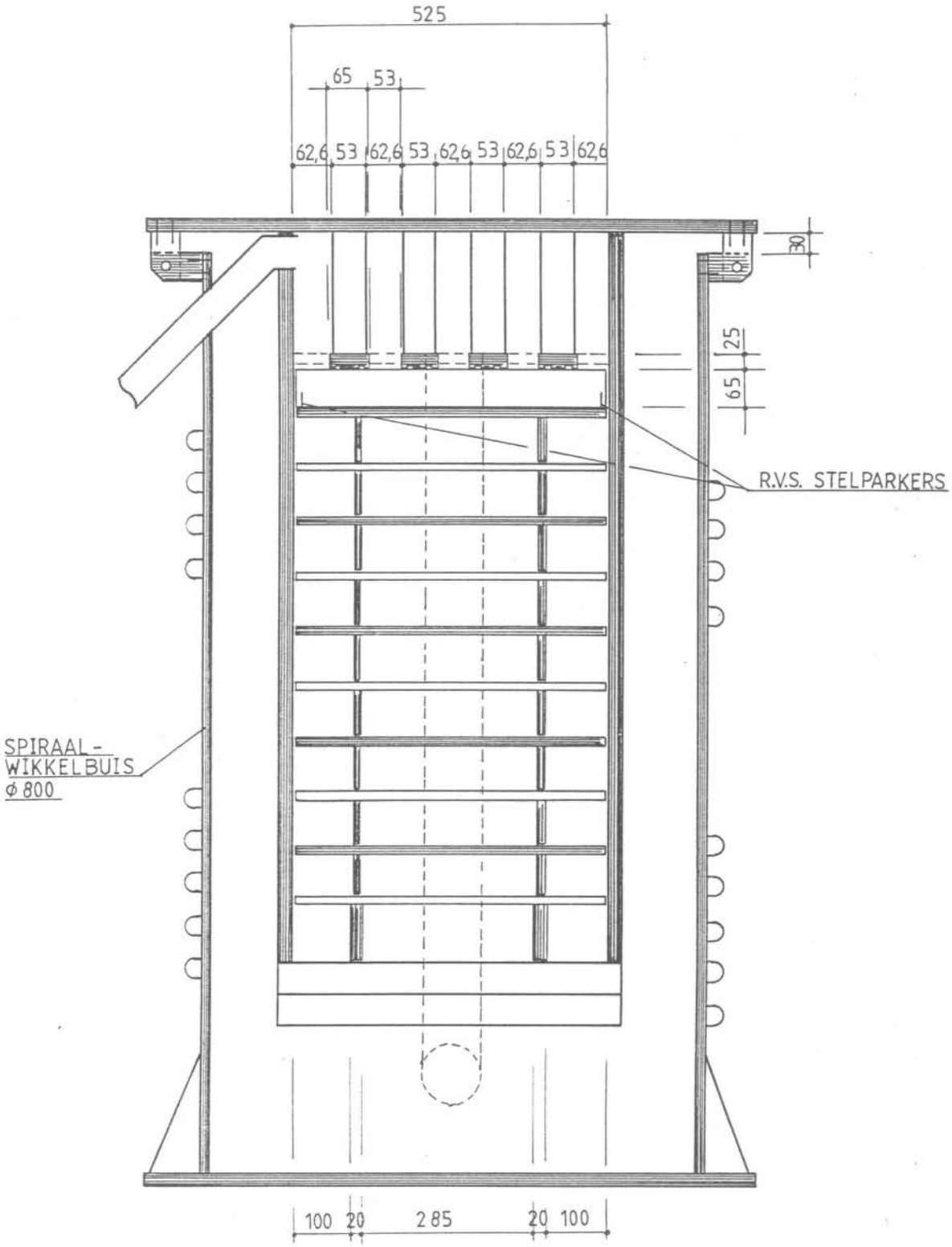
SCHAAL: 1:10

DATUM: 11-05-1989

A4

Figuur 5

MATEN IN mm.



DOORSNEDE B-B

SCHAAL: 1:10

DATUM: 11-05-1989

A4

MATEN IN mm.

Figuur 6