

|982-05_stank-rwzi-afdekking-installatie



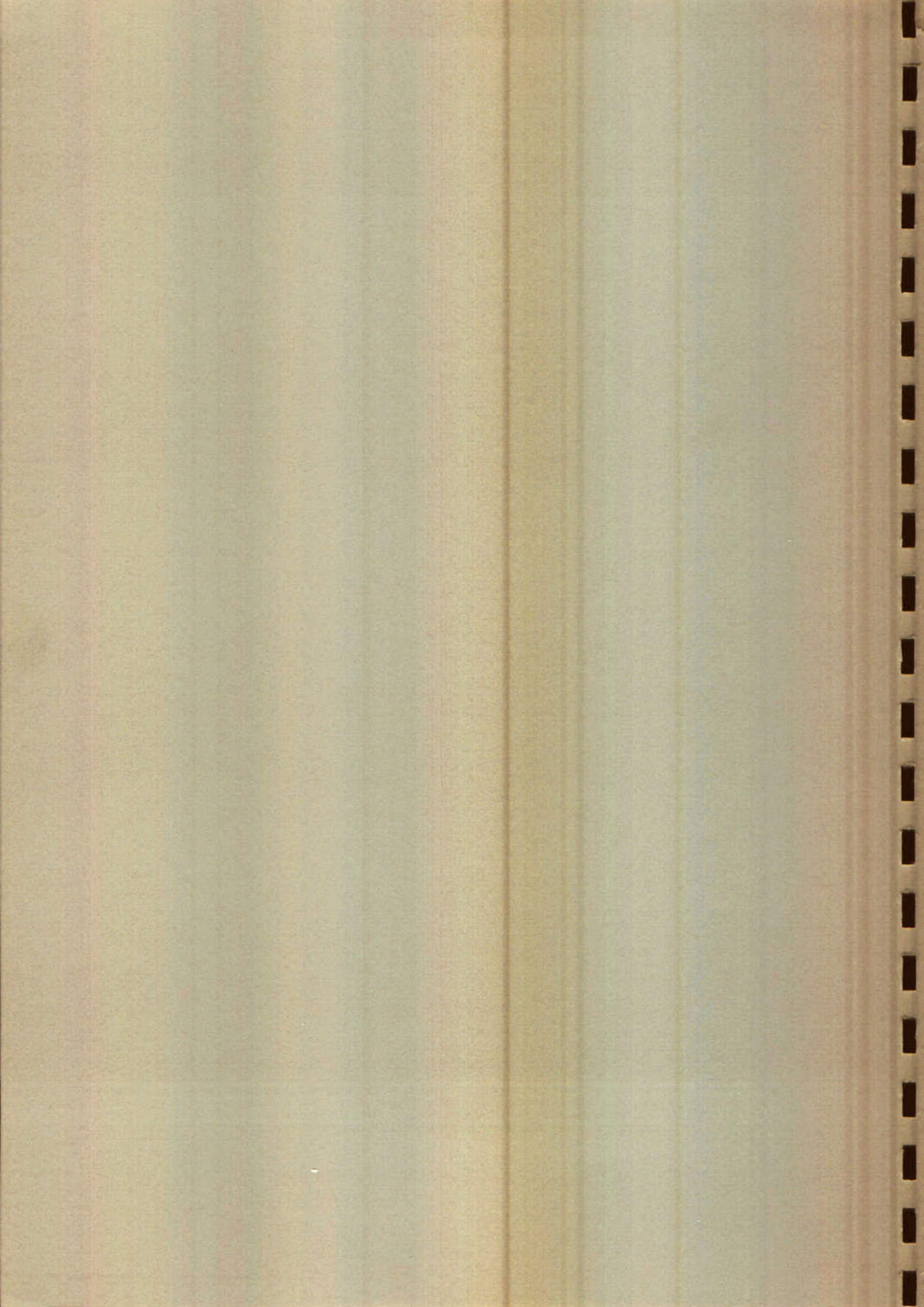
postbus 414, 2280 AK Rijswijk Z.H. ☎ 070 - 980.287 stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

Stank
op

rioolwaterzuiveringsinrichtingen
Afdekking van installatie - onderdelen
(constructies en materialen)

STOWA
Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 8090
3503 RB Utrecht
tel. 030-321199
fax 030-321766

Publikaties en het publikatieoverzicht
kunt u uitsluitend bestellen bij:
Hageman Verpakkers BV
Postbus 281
2700 AC Zoetermeer
tel. 079-611188
fax 079-613927
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.



stora

postbus 414, 2280 AK Rijswijk Z.H. ☎ 070 - 980.287

stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

Stank
op
rioolwaterzuiveringsinrichtingen
Afdekking van installatie - onderdelen
(constructies en materialen)

STOWA

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 8090
3503 RB Utrecht
tel. 030-321199
fax 030-321766

Publikaties en het publikatieoverzicht
kunt u uitsluitend bestellen bij:
Hageman Verpakkers BV
Postbus 281
2700 AC Zoetermeer
tel. 079-611188
fax 079-613927
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.

| | | |
|-------|---|---------|
| | Inhoud | I - II |
| | Ten geleide | III |
| 1 | SAMENVATTING | 1 - 2 |
| 2 | INLEIDING | 3 - 5 |
| 2.1 | Algemeen | 3 |
| 2.2 | De aantasting door H ₂ S | 3 - 4 |
| 2.3 | Verschil in problematiek tussen af te dekken bestaande rwzi's en nieuw te bouwen overdekte rwzi's | 4 - 5 |
| 3 | STAND VAN KENNIS | 6 - 8 |
| 3.1 | Algemeen | 6 |
| 3.2 | Literatuur | 6 - 7 |
| 3.3 | Contacten met derden | 7 - 8 |
| 3.3.1 | <i>binnenland</i> | 7 |
| 3.3.2 | <i>buitenland</i> | 7 - 8 |
| 4 | GEGEVENS BEZOCHTE OVERDEKTE RWZI'S | 9 - 11 |
| 4.1 | Bezoekresultaten | 9 - 11 |
| 5 | BESPREKING BEZOEKRESULTATEN EN EVALUATIE CONTACTEN MET DERDEN | 12 - 29 |
| 5.1 | Inleiding | 12 |
| 5.2 | Afdekkingsmogelijkheden | 12 - 19 |
| 5.2.1 | <i>binnenland</i> | 12 - 19 |
| 5.2.2 | <i>buitenland</i> | 19 |
| 5.2.3 | <i>resumé</i> | 20 |
| 5.3 | Beschermingsystemen | 20 |
| 5.3.1 | <i>oppervlaktebescherming</i> | 20 - 24 |
| 5.3.2 | <i>spoelen</i> | 24 - 26 |
| 5.3.3 | <i>ventileren</i> | 26 - 27 |
| 5.4 | Onderhoud | 28 - 29 |
| 6 | KOSTEN | 30 - 33 |
| 6.1 | Algemeen | 30 |
| 6.2 | Ronde tanks | 31 - 32 |
| 6.3 | Rechthoekige tanks | 32 |
| 6.4 | Oppervlaktebescherming beton | 33 |
| 6.5 | Spoelen | 33 |
| 7 | CONCLUSIES | 34 - 36 |
| 7.1 | Afdekkingen | 34 - 35 |
| 7.2 | Beschermingsmogelijkheden voor bestaande installatie-onderdelen | 35 |
| 7.3 | Beschermingsmogelijkheden voor nieuwe installatie-onderdelen | 35 - 36 |

| | | |
|-----|---|---------|
| 7.4 | Ventileren | 36 |
| 7.5 | Onderhoud | 36 |
| 7.6 | Aanbevelingen | 36 |
| 8 | LITERATUUR | 37 |
| 9 | BIJLAGEN | 38 - 40 |
| 9.1 | Overzicht geraadpleegde buitenlandse instanties en personen | 38 |
| 9.2 | Overzicht van bezochte rioolwaterzuiveringsinrichtingen | 39 |
| 9.3 | Afdekking van onderdelen van rwzi's | 41 |

Ten geleide

Dit rapport is het vierde in de serie STORA-publicaties betreffende de geuremissie van rioolwaterzuiveringsinrichtingen en de bestrijdingsmogelijkheden daarvan.

Eerder verschenen:

"Stank op rioolwaterzuiveringsinrichtingen:

1. Bestrijding in transportleidingen)
2. Behandeling van procesgassen (inventarisatie)) in 1979
2. Behandeling van procesgassen (compostfiltratie en luchtwassing)" in 1980.

Bij het bestrijden van stank op rioolwaterzuiveringsinrichtingen door afdekking van onderdelen treedt aantasting op van materialen en constructies, zowel van de afdekking als in de afgedekte ruimte zelf.

Het voorliggende rapport behandelt de maatregelen daartegen.

Het onderzoek werd op voorstel van de Onderzoekadviescommissie* door het algemeen bestuur van de STORA opgedragen aan DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V. en namens de STORA begeleid door een commissie bestaande uit drs. A.A. Wismeijer (voorzitter), ir. H.L. Dorussen, ing. C.J. van Lohuizen en ir. J.H.A. van Walraven.

september 1982.

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, prof.dr. P.G. Fohr, ir. R. Karper, ir. C.H. Kuggeleijn, ir. J.S.
Kuyper, ir. Th.G. Martijn, ir. H.A. Meijer, ir. H.M.J. Scheltinga, dr.ir. D.W. Scholte
Ubing, ir. J. van Selm, ir. M. Tiessens, drs. A.A. Wismeijer (leden).

SAMENVATTING

Eén van de maatregelen ter voorkoming van stank op een rioolwaterzuiveringsinrichting is afdekking van de installatie-onderdelen. Zonder speciale maatregelen kan ernstige aantasting optreden van het boven de waterlijn gelegen deel van de afgedekte ruimte.

De oorzaak is dat zwavelwaterstof uit het rottende water in de condensfilm op installatie-onderdelen boven de waterlijn wordt geoxydeerd tot zwavelzuur. Dit gebeurt bij aanwezigheid van lucht-zuurstof en onder invloed van bacteriën.

In deze studie is nagegaan:

- a. op welke wijze bestaande en nieuwe constructies tegen deze vorm van corrosie kunnen worden beschermd;
- b. welke materialen het meest geschikt zijn voor afdekking van onderdelen van rioolwaterzuiveringsinrichtingen.

Tevens is ingegaan op het aspect van het ventileren van overdekte ruimten en de invloed van het afdekken op het onderhoud.

Om deze vragen te kunnen beantwoorden is een groot aantal binnen- en buitenlandse instanties benaderd teneinde bestaande ervaringen met beschermingsystemen en afdekkingsmaterialen te verzamelen.

Tevens is nagegaan wat de kosten zijn van de diverse afdekkings- en beschermingsmogelijkheden.

Het onderzoek heeft de volgende conclusies opgeleverd:

- bescherming van de constructie van nieuw af te dekken installatie-onderdelen:
Een PVC-lining biedt technisch de beste oplossing; in het buitenland heeft men hiermee lange, positieve ervaring.
Over de duurzaamheid van de epoxymortel bestaat enige onzekerheid. De kosten van beide systemen variëren sterk; over het algemeen zal de epoxymortel goedkoper zijn.
Een bescherming in de vorm van spoelen van het oppervlak is alleen zinvol wanneer van het aanbrengen van een mortel of lining wordt afgezien in verband met de hoge investeringskosten. Wanneer in een latere fase aantasting wordt geconstateerd, kan alsnog worden gespoeld.
- bescherming van de wanden van bestaande al dan niet reeds aangestaste installatie-onderdelen:
Regelmatig spoelen met water is in dit geval de beste oplossing om corrosie te beperken of te stoppen.
Afdoende bescherming met epoxymortel kan niet worden gegarandeerd. Het aanbrengen van een PVC-lining op een bestaande constructie is niet mogelijk.
- afdekkingsmaterialen:
Afhankelijk van onder andere de grootte van de af te dekken ruimte komen bij nieuwe en bestaande installatie-onderdelen de volgende materialen in aanmerking:
 - . aluminium (kwaliteit 51S, 54S, 57S)
 - . PVC-doek (op aluminium of roestvaststalen frame)
 - . glasvezelversterkte kunststof
 - . roestvaststaal
 - . hout

Roestvaststaal zal in de meeste gevallen in verband met de hoge kosten niet in aanmerking komen.

De keuze uit de overige materialen wordt bepaald door de prijs, de specifieke vorm van de overdekking en onderhoudsaspecten zowel van het afgedekte installatie-onderdeel als van de afdekking zelf.

Bij kleine overspanningen zijn hout, aluminium platen of standaard kunststof kappen goede mogelijkheden uit oogpunt van resistentie en kosten.

Bij grote overspanningen komen PVC-doek op of onder diverse soorten frames (spant, spankabel, ruimte-vakwerk) en speciaal gefabriceerde kunststof of aluminium koepels in aanmerking.

PVC-doek met frames is het voordeligst.

- ventileren is geen effectief middel om materiaalaantasting te voorkomen. Ventileren vindt alleen plaats om stankoverlast te voorkomen.
- het ventilatievoud van de overdekte ruimte moet in verband met de kosten en effectiviteit van behandeling van de afgezogen lucht zo laag mogelijk zijn. Randvoorwaarde is dat er voldoende onderdruk wordt gehandhaafd in de overdekte ruimte om stankoverlast te voorkomen. Vuistregel daarbij is een binnenwaarts gerichte luchtsnelheid in ventilatie-openingen van ca. 1 m/s. Daarvoor is een ventilatievoud van 1 à 3x het volume van de afgedekte ruimte per uur meestal voldoende. Wanneer mensen zonder persluchtmasker in de overdekte ruimte moeten werken, mag de maximaal aanvaarde concentratie (MAC-waarde) van de aanwezige stoffen niet worden overschreden.
- het onderhoud van aluminium, hout en kunststof afdekkingen is praktisch nihil. PVC-doek heeft een beperkte levensduur en zal na ca. 15 jaar moeten worden vervangen.
De kosten van het onderhoud van spoelinstallaties inclusief de filters, wanneer met oppervlakte- of effluentwater wordt gespoeld, zijn op dit moment niet te bepalen.

2 INLEIDING

2.1 Algemeen

Het uit het afvalwater ontwijkende zwavelwaterstofgas kan stank en, wanneer dit gas door microbiologische oxydatie in zwavelzuur wordt omgezet ook corrosie van materialen veroorzaken.

Door het steeds meer toepassen van afdekkingen bij stankoverlast geven de onderdelen van rioolwaterzuiveringsinrichtingen in de laatste jaren in toenemende mate materiaalaantasting opgetreden.

In deze studie wordt nagegaan welke materialen als bescherming van niet resistente bouwkundige constructies, of als afdekkingsmateriaal kunnen worden gebruikt. Dit geldt zowel voor bestaande als nieuw te bouwen installatie-onderdelen. Daarnaast zijn maatregelen als het ventileren van overdekte ruimten en het wegnemen van het gevormde zwavelzuur door middel van spoelen met water onderzocht.

2.2 De aantasting door H₂S

Bij het transport van afvalwater waarin zich organische en anorganische zwavelverbindingen bevinden, ontstaan tengevolge van relatief lange transporttijden door anaërobe condities sulfiden en mercaptanen. Dit proces vindt o.a. plaats in de slijmhuud op de wand onder de waterspiegel, maar ook in de vloeistof zelf. In dit rapport wordt alleen over H₂S gesproken.*

In vrijvervalleidingen en in onderdelen van rioolwaterzuiveringsinrichtingen kan een gedeelte van het opgeloste H₂S ontwijken.

De overgang van zwavelwaterstof van de vloeistof naar de gasfase wordt onder meer beïnvloed door:

- de concentratie van H₂S in het water: hoe hoger deze is en hoe lager de concentratie van H₂S in de gasfase des te groter is de drijvende kracht voor de overgang van H₂S van het water naar de lucht;
- de temperatuur: de oplosbaarheid van gassen in vloeistoffen neemt af naarmate de temperatuur stijgt;
- de pH: het evenwicht $H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^- \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$ ligt links bij een pH < 6 en rechts bij een pH > 8;
- de turbulentie: door turbulentie van het water ontstaat een groter uitwisselingsoppervlak tussen water en lucht, waardoor het H₂S sneller naar de gasfase overgaat;
- de aanwezigheid van drijfblazen.

Boven de waterspiegel kan in het condens op de wand en het plafond vrijgekomen H₂S, onder invloed van bacteriën, geoxideerd worden tot zwavelzuur. Dit H₂SO₄ kan in zodanige concentraties voorkomen dat het aantasting van vele materialen veroorzaakt. In vrijvervalleidingen ontstaat op deze manier de bekende krooncorrosie. In persleidingen, die doorgaans geheel gevuld zijn, waardoor het H₂S niet uit het afvalwater kan ontwijken, treedt deze vorm van aantasting niet op.

Bij overstort van afvalwater in gemalen en o.a. ontvangkelders van zuiveringsinrichtingen is het ontwijken van H₂S weer wel mogelijk; zijn deze ruimten afgesloten dan kan, analoog aan de situatie in vrijvervalleidingen, het H₂S tot H₂SO₄ worden geoxydeerd.

*Sulfideverbindingen zoals di- en trimethylsulfide worden rechtstreeks in zwavelzuur omgezet.

Omdat bij zuiveringsinrichtingen steeds vaker onderdelen in verband met stankoverlast worden afgedekt ontstaat in deze ruimten hierdoor dezelfde aantasting van materialen als in vrijvervalleidingen en gemalen.

Beton kan bij vorming van zwavelzuur uit H_2S op twee manieren worden aangetast.

Uitloging van het vrije en gebonden kalk ($Ca(OH)_2$) ten gevolge van de aanwezigheid van de H^+ -ionen (lage pH) en vorming van een sterk expandierend eindprodukt, ettringiet genaamd dat ontstaat wanneer sulfaat-ionen zich met het cementmineraal tricalciumalumiinaat verbinden. H_2S -gas zelf tast beton niet aan.

Metalen worden in het zure milieu aangetast doordat zich op het oppervlak plaatselijk anoden en kathoden vormen, waardoor een elektronenstroom in het metaal ontstaat. Ter plaatse van de anode kan het metaalion overgaan in het oxyde waardoor een zwakke structuur van het metaal ontstaat.

Kunststoffen zoals epoxy's, PVC, polyethyleen worden in een zwavelzuurmilieu bij een temperatuur van ca. $20^\circ C$ en door H_2S -gas niet aangetast.

2.3.

Verskil in problematiek tussen af te dekken bestaande rwzi's en nieuw te bouwen overdekte rwzi's

Voor nieuw te bouwen rwzi's worden de volgende vier beschermingsmethoden voor constructie- en afdekkingsmaterialen beschouwd:

- a. gebruik maken van zwavelzuur-resistente materialen die op het oppervlak van niet-resistente materialen worden bevestigd
- b. gebruik maken van zwavelzuur-resistente materialen als constructie- en afdekkingsmateriaal
- c. verwijderen van ontwijkend H_2S zodat geen zwavelzuur kan worden gevormd
- d. onmiddellijk verwijderen van het gevormde zwavelzuur zodat materialen niet aangetast kunnen worden

Bij het afdekken van bestaande rwzi-onderdelen moet bij het beschermen van de materialen onderscheid worden gemaakt tussen het materiaal van de bestaande constructie en het materiaal van de aan te brengen afdekking.

Bescherming van het bestaande constructiemateriaal is beperkt tot het:

- a. gebruik van zwavelzuur resistente materialen die op het oppervlak van de constructie worden aangebracht
- b. verwijderen van ontwijkend H_2S zodat geen zwavelzuur kan worden gevormd
- c. onmiddellijk verwijderen van het gevormde zwavelzuur

Bescherming van de materialen van de aan te brengen afdekking kan bestaan uit het:

- a. gebruik maken van zwavelzuur-resistente materialen die op het oppervlak van niet-resistente materialen worden bevestigd
- b. gebruik maken van zwavelzuur-resistente materialen
- c. verwijderen van ontwijkend H_2S zodat geen zwavelzuur kan worden gevormd
- d. onmiddellijk verwijderen van het gevormde zwavelzuur

In dit geval kunnen de mogelijkheden a en b beperkt toepasbaar zijn, omdat rekening moet worden gehouden met de toelaatbare belasting van de afdekking op de bestaande constructie.

Bij nieuw te bouwen afgedekte installatie-onderdelen kan met een belasting, veroorzaakt door de afdekking, in de ontwerpfase rekening worden gehouden.

3 STAND VAN KENNIS

3.1 Algemeen

In de literatuur is geen informatie gevonden specifiek gericht op de aantasting van materialen ten gevolge van het afdekken van onderdelen van zuiveringsinrichtingen. Dit is eveneens het geval bij een eerder onderzoek naar de aantasting van materialen in gemalen⁶.

Mogelijk dat in het geval van het afdekken van onderdelen van zuiveringsinrichtingen de oorzaak gezocht moet worden in het feit dat men pas de laatste jaren overgegaan is tot afdekking.

Tevens werd bij afdekking de noodzaak van het beschermen van het materiaal boven de waterlijn niet altijd onderkend.

Gebruik is derhalve gemaakt van de wel in de literatuur voorhanden gegevens over de aantasting, de aantastingssnelheid en de resistentie van materialen die als buismateriaal in vrijvervalsysteem worden gebruikt.

Over de analogie van de situatie in vrijvervalleidingen en die in overdekte onderdelen van zuiveringen met betrekking tot de agressiviteit van het milieu voor de gebruikte materialen is in hoofdstuk 2.2. al gesproken.

Deze informatie is aangevuld met de resultaten van het ten behoeve van deze studie verricht veldonderzoek en informatie die met name uit contacten met buitenlandse instanties is verkregen. Verder is bij vijftientig instanties die zuiveringsinrichtingen beheren geïnformeerd naar ideeën en ervaringen met de aantasting van materialen en de mogelijke beschermingsmaatregelen.

3.2 Literatuur

De verzamelde literatuur¹⁻¹⁵ heeft voor het merendeel betrekking op de aantasting en aantastingssnelheid van betonnen buizen en methoden om sulfide-vorming in het leidingsysteem te voorkomen, met als doel stankoverlast in het leidingsysteem en op de zuiveringsinrichting te vermijden.

Een enkele keer¹⁰ wordt ook ander buismateriaal (gres) in het onderzoek opgenomen en vergeleken met beton.

In enkele gevallen^{4,10} wordt een summier opgevoerd van materialen die wel resistent zijn tegen het milieu in leidingsystemen (vrijvervalleidingen), maar ook dan weer alleen met betrekking tot het gebruik als buismateriaal.

Om een indruk te geven van de snelheid waarmee beton aangetast kan worden in een H_2S/H_2SO_4 -milieu volgt hieronder een overzicht van de belangrijkste resultaten.

Thistlewayte¹⁵ heeft een maximale aantastingssnelheid van 6 mm/jaar in riolen geconstateerd.

Kienow⁹ heeft in Amerika onderzoek verricht naar de aantasting van beton van vrijvervalleidingen en de invloed van een ontwerpmethodiek die gebaseerd is op het ontwerpen van leidingmateriaal met een corrosietoeslag en met gebruikmaking van hard kalkachtig toeslagmateriaal in plaats van grind. Onder corrosietoeslag wordt in dit geval verstaan een extra, op de normale betondekking, aangebrachte betonlaag. Deze extra betonlaag wordt opgeofferd en vertraagt hierdoor de aantasting van de eigenlijke constructie.

In het onderzoek van de CUR/VB⁵ blijkt bij gemalen de aantastingsnelheid 7-10 mm per jaar te zijn en is er sprake van een aantastingsnelheid bij ontvangputten van 17 mm per jaar.

3.3 Contacten met derden

3.3.1 *binnenland*

Met beheerders van zuiveringsinrichtingen is contact geweest. Behalve dat geïnformeerd is naar installatie-onderdelen die overdekt zijn, is gevraagd naar ideeën die er bij de desbetreffende instanties leven over het afdekken van installatie-onderdelen en de mogelijke consequenties ervan. Het bleek dat men over het algemeen meer ervaring heeft bij gemalen met betrekking tot bovengenoemde problematiek dan bij installatie-onderdelen zelf; ook blijkt dat bij gemalen eerder bepaalde methoden ter bescherming van de constructie zoals het spoelen of aanbrengen van PVC-lining en epoxymortel worden geprobeerd.

Tevens bleek uit deze contacten dat relatief veel beheerders als bescherming voor de constructie van gemalen het spoelen gekozen hebben, of dit systeem op korte termijn in hun gemalen gaan aanbrengen. Het spoelen geschiedt zowel in situaties waarin een bestaande coating nog functioneert als in situaties waarin de coating is aangetast en waarbij men geen nieuwe coating wil aanbrengen.

Voor nader onderzoek zijn aan zuiveringsinrichtingen bezoeken gebracht. Voor de resultaten van deze bezoeken en de bespreking ervan wordt verwezen naar de hoofdstukken 4 en 5.

3.3.2 *buitenland*

In bijlage 9.1. is een overzicht gegeven van de geraadpleegde buitenlandse instanties.

Opvallend was dat in de meeste gevallen bij de beantwoording van de vragen of voorbij gegaan werd aan het punt van aantasting van de materialen ten gevolge van het afdekken of nauwelijks of geen ervaring op dit punt aanwezig was.

Wanneer wel werd ingegaan op de vraag of na het afdekken problemen in verband met materiaalaantasting onstonden, bleek dat men in het buitenland nog weinig problemen ondervindt met aantasting.

Een uitzondering hierop is Los Angeles waar men grote problemen heeft ondervonden. Met behulp van een PVC-lining heeft men in nieuwere installaties zowel de afdekking als de constructie beschermd.

Het afdekken en ventileren gebeurt voornamelijk om stankoverlast te voorkomen.

Met het spoelen heeft men in het buitenland weinig of geen ervaring.

Tabel 1 geeft een opsomming van de gestelde vragen en de beantwoording ervan.

| VRAAG* | Bestaande installaties | | | | Nieuwe installaties | | | | | | |
|---|--|--|--|---|----------------------|------------------------|---|---------------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | Onderdelen | Afdekking | Bescherming op constr. | Ventileren | Afdekking | Bescherming op constr. | Ventileren | Ervering | | | |
| No. | Material | Ervering | Material | Effect | Material | Ervering | Material | Effect | | | |
| City of Los Angeles U.S.A. | Beton | (2) Ernstige aanstasting Niet genoemd | (3) Aluminium-cement epoxy voegen 6 mm dik | (4) Negatief | (5) Stankbeperk king | (6) Positief | (7) Beton met minimum plastic | (8) Als bij (6) | (9) Als bij (5) | (10) Als bij (6) | (11) Negatief |
| Grealy & Henson Engineers U.S.A. | Beton en aluminium inspectie luiken | (2) Geen aanstasting | (3) Geen bescherming | (4) N.v.t. | (5) Stankbeperk king | (6) Positief | (7) Als bij (2) | (8) Als bij (3) | (9) Als bij (4) | (10) Als bij (6) | (11) Geen |
| James Montgomery Engineers U.S.A. (Pomeroy) | Niet genoemd | (2) N.v.t. | (3) Diverse coatings | (4) Negatief | (5) Stankbeperk king | (6) Positief | (7) N.v.t. | (8) Beton met PVC lining (dik 1,5 mm) | (9) Als bij (5) | (10) Als bij (6) | (11) Niet genoemd |
| City of Grand Haven U.S.A. | Styrofoam met spuitbeton | (2) Problemen met aanbrengen van spuitbeton in 2 lagen | (3) Niet genoemd | (4) N.v.t. | (5) Stankbeperk king | (6) Positief | (7) Niet genoemd | (8) Niet genoemd | (9) Als bij (5) | (10) Als bij (6) | (11) Geen |
| Japan Sewerage Works Agency Japan | Voor toe gankele ruimten: wapend/ voorwerpen linnen linnen kumten glasvezel versterkte kunststof | (2) Geen aanstasting | (3) Geen bescherming | (4) Geen aanstating water goede kwaliteit | (5) Stankbeperk king | (6) Niet genoemd | (7) Voorkeur voor glazen sterke kunststof | (8) Niet genoemd | (9) Als bij (4) | (10) Als bij (6) | (11) Geen ervaring |
| Ministry of the Environment Canada | Beton | (2) In één geval ernstige aanstating | (3) Geen bescherming | (4) N.v.t. | (5) Stankbeperk king | (6) Niet genoemd | (7) Als bij (2) | (8) Geen bescherming | (9) Als bij (5) | (10) Als bij (6) | (11) Geen ervaring |
| Water Research Centre England | Beton | (2) Niet genoemd | (3) Niet genoemd | (4) Niet genoemd | (5) Niet genoemd | (6) Niet genoemd | (7) Als bij (2) | (8) Als bij (3) | (9) Als bij (4) | (10) Als bij (6) | (11) Gespreid |
| O.T.V. (Treatments et velours securant) Frankrijk | Beton | (2) Niet genoemd | (3) Steenonderbouw met epoxyverf | (4) Niet genoemd | (5) Stankbeperk king | (6) Niet genoemd | (7) Niet genoemd | (8) Als bij (3) | (9) Als bij (4) | (10) Als bij (6) | (11) Geen ervaring |

Vragen zoals gezegd aan diverse buitenlandse instanties

- Welke onderdelen van zuiveringinstallaties zijn in uw land afgedekt?
- Met betrekking tot bestaande installaties:
 - Welke materialen worden als afdekking gebruikt en wat is de ervaring hiermee?
 - Wie wordt de bestaande constructie beschermd en welke ervaring is er met de beschermingsmethoden?
 - Wanneer in de afgedekte ruimten geventileerd en waarom (alleen stankbestrijding, is het ook ter bescherming van het personeel dat in de afgedekte ruimten moet werken of wordt hiermee materiaal aanstating beperkt c.q. voorkomen?)
 - Wat is het ventilatievoord en wat is het effect van ventileren?
- Met betrekking tot nieuwe installaties:
 - Welke afdekkingen worden gebruikt en welke ervaring heeft men ermee?
 - Welke constructiematerialen worden gebruikt en met welke ervaring?
 - Wanneer in de afgedekte ruimten geventileerd en waarom (alleen stankbestrijding, is het ook ter bescherming van het personeel dat in de afgedekte ruimten moet werken of wordt hiermee materiaal aanstating beperkt c.q. voorkomen?)
 - Wat is het ventilatievoord en wat is het effect ervan?

Algemeen:

- Wat is de ervaring met het spoelen met het betonoppervlak met water om aanstating door zweetzuur te voorkomen?

Tabel 1. Vragen aan buitenlandse instanties met betrekking tot afdekking en corrosiebestrijding

Bezoekresultaten

In bijlage 9.3 is de bij het bezoek ter plaatse verkregen informatie schematisch weergegeven.

Omdat bij de verschillende installatie-onderdelen van eenzelfde rwzi in enkele gevallen gebruik is gemaakt van verschillende materialen als afdekking of als bescherming van de constructie zijn de installatie-onderdelen van zo'n rwzi apart vermeld.

In totaal zijn negentien zuiveringsinrichtingen (zie bijlage 9.2.) van twaalf beherende instanties bezocht.

Deze negentien zuiveringsinrichtingen bevatten 43 afgedekte onderdelen, als volgt verdeeld:

| aantal afgedekte rwzi's | aantal afgedekte onderdelen per rwzi | totaal aantal afgedekte onderdelen |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 5 | 5 |
| 1 | 4 | 4 |
| 5 | 2 | 10 |
| 6 | 1 | 6 |
| 6 | 3 | 18 |
| — | | — |
| 19 | | 43 |

Tabel 2. Verdeling aantal afgedekte onderdelen over de zuiveringsinrichtingen

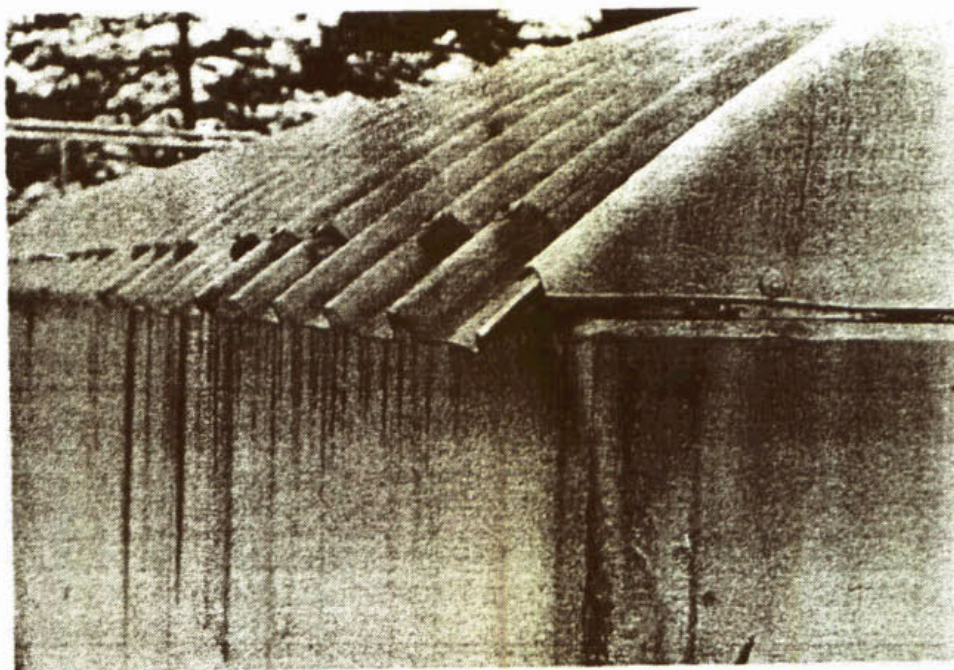
De verdeling naar type afgedekt onderdeel en het tijdstip waarop het afgedekt is, is als volgt:

| afgedekt onderdeel | aantal | ontworpen op afdekking | direct na bouw afgedekt | enkele jaren na bouw afgedekt |
|--------------------------|--------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| ontvangkelder | 8 | 3 | — | 5 |
| grofvuilrooster | 6 | — | 1 | 5 |
| zandvang | 7 | 3 | 1 | 3 |
| opvoervijzel | 2 | — | — | 2 |
| voorbezinktank | 2 | 1 | — | 1 |
| overstort voorbezinktank | 8 | 5 | — | 3 |
| verdeelwerk | 4 | 2 | — | 2 |
| oxydatiebed | 1 | 1 | — | — |
| voorindikker | 4 | 1 | 1 | 2 |
| verslibkelder | 1 | 1 | — | — |

Tabel 3. Indeling afgedekte onderdelen - tijdstip van afdekken

Wanneer gesproken wordt over "ontworpen op afdekking" houdt dit in, dat bij het ontwerp van het desbetreffende onderdeel rekening werd gehouden met het eventuele afdekken en de consequenties ervan.

Wanneer in tabel 3 wordt gesproken over "afdekken direct na de bouw" of "afdekken enkele jaren na de bouw" (resp. kolom 4 en 5) heeft dit uitsluitend betrekking op de afdekking zelf. Het eventueel aanvullend beschermen van de bestaande constructie kan tegelijk met het afdekken hebben plaatsgevonden of na een aantal jaren, nadat aantasting werd geconstateerd.



- Fig. 1. Voorbeeld van op afdekking ontworpen zandvang

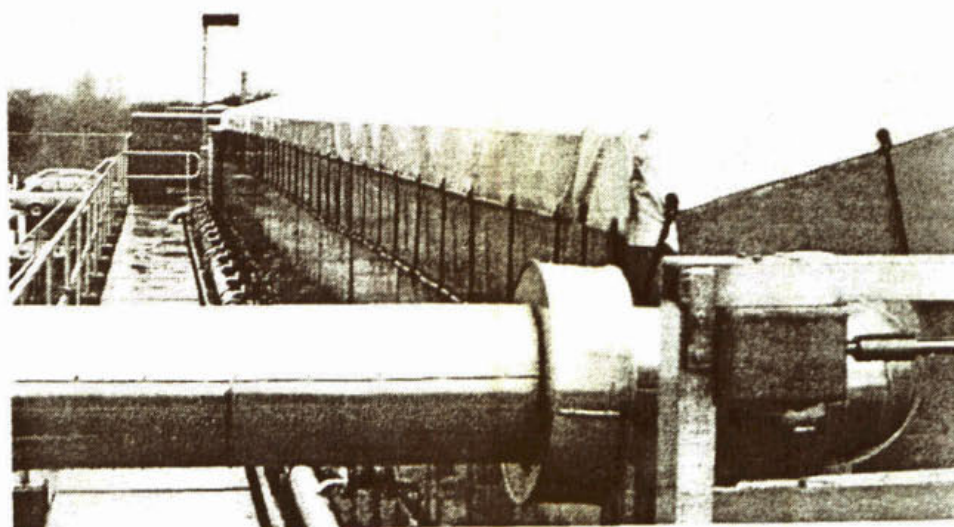


Fig. 2. Voorbeeld van op afdekking ontworpen zandvang (op voorgrond is afzuiging te zien)

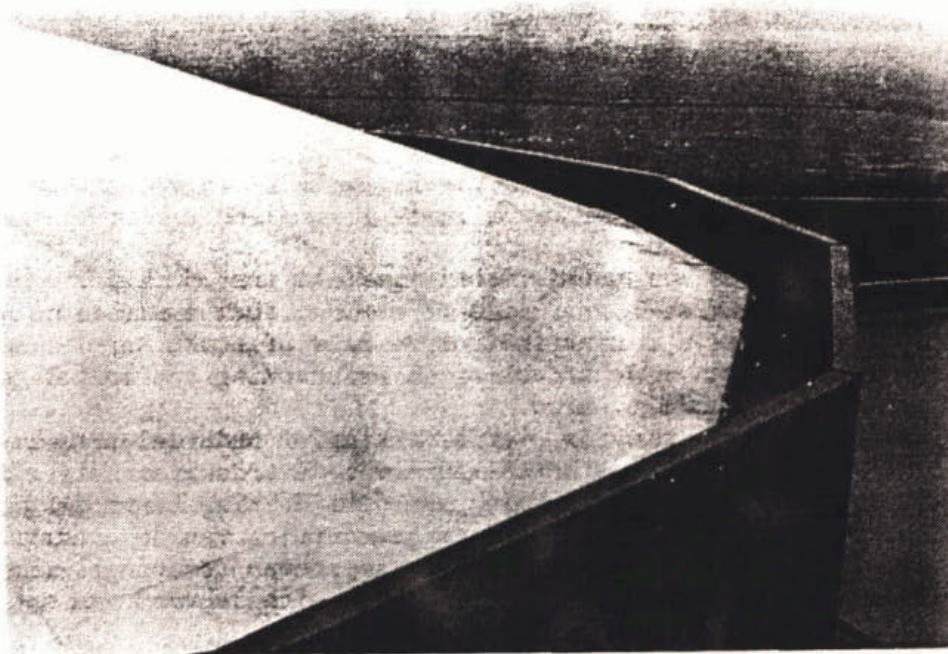


Fig. 3. Voorbeeld van op afdekking ontworpen oxydatiebed

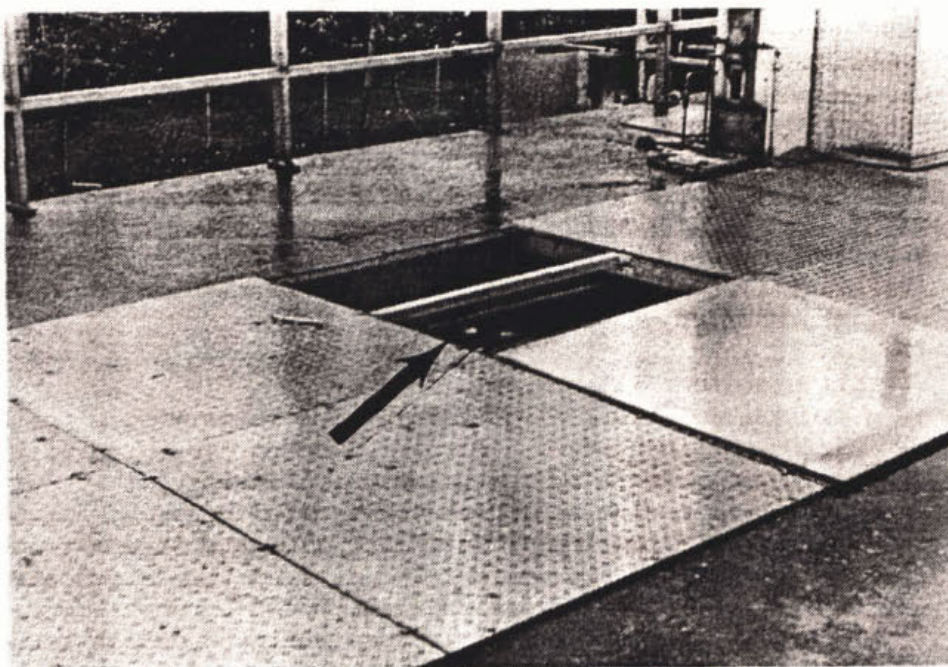


Fig. 4. Voorbeeld van een naderhand aangebrachte afdekking op goot naar snijroosters (bij pijl in werking zijnde spoelinstallatie)

5 BESPREKING BEZOEKRESULTATEN EN EVALUATIE CONTACTEN MET DERDEN

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden op basis van de praktijkgegevens de mogelijkheden en de effectiviteit van afdekking en bescherming van de oorspronkelijke constructie besproken, alsmede de globale kosten van het afdekken en het beschermen.

Per onderdeel is een onderscheid gemaakt tussen rwzi's die ontworpen zijn om afgedekt en beschermd te worden, rwzi's die niet op deze aspecten ontworpen zijn maar snel na de bouw afgedekt en/of beschermd zijn en rwzi's waarvan de afdekking en bescherming een aantal jaren na de bouw heeft plaatsgevonden.

Wanneer gesproken wordt over afdekking of onderdelen daarvan, komen zowel aspecten als materiaalkeuze van de afdekking zelf als de eventuele aanvullende bescherming van de afdekking ter sprake.

Wanneer gesproken wordt over de bescherming van de constructie wordt behalve aan oppervlaktebeschermingssystemen (coatings, linings, e.d.) ook gedacht aan beschermingsmaatregelen in de vorm van spoelen en/of ventileren.

5.2 Afdekkingsmogelijkheden

5.2.1 *binnenland*

Tabel 4 geeft de verdeling van de verschillende afdekkingsmaterialen gebruikt bij de installatie-onderdelen en de condities waarin deze afdekkingsmaterialen zijn aangetroffen. De ervaring met afdekkingen is echter nog maar beperkt (zie bijlage 9.3., kolom 5: "tijdsduur tussen").

Het is derhalve mogelijk dat op den duur een andere indruk van de resistentie van de afdekkingsmaterialen zal ontstaan.

Omdat de afdekking van één installatie-onderdeel kan bestaan uit verschillende constructie- c.q. afdekkingsmaterialen komen de aantallen installatie-onderdelen in de tabel niet overeen met de op blz. 13 genoemde aantallen overdekte onderdelen.

Uit dit overzicht blijkt, dat:

- aluminium en stalen afdekkingen het meest worden toegepast;
- betonnen afdekkingen veelvuldig worden toegepast vnl. bij het afdekken van overstortgoten van voorbezinktanks;
- PVC-doek op aluminium of roestvaststalen frame, houten afdekkingen en glasvezelversterkte kunststof kappen eveneens regelmatig worden toegepast ;afdekkingen met PVC-doek op frames geschiedt voornamelijk bij grotere overspanningen, terwijl kunststof kappen en hout voornamelijk voor kleinere overspanningen worden gebruikt;
- roestvaststalen afdekkingen het minst worden gebruikt.

Afdekkingen van PVC-doek, aluminium, glasvezelversterkte kunststoffen en hout zijn het meest resistent tegen het agressieve milieu. In één geval is bij roestvaststaal zeer lichte aantasting geconstateerd in een milieu, waarin een ander roestvaststalen onderdeel niet is aangetast.

Stalen en betonnen afdekkingen zijn vaak aangetast aangetroffen, de bestaande betonnen constructie vaak ernstig.

| Overdekt onderdeel | Gebruikte afdekkingmaterialen en de aantasting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|------------|-------|--------------------------|------------|-------|----------------|------------|-------|----------------------|------------|-------|-----------------------------------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|---|
| | PVC doek op frame | | | Aluminium ⁽¹⁾ | | | Roestvaststaal | | | Staal ⁽²⁾ | | | Glasvezel-versterkte kunststoffen | | | Hout | | | Beton | | | |
| | Aantal | Aantasting | | Aantal | Aantasting | | Aantal | Aantasting | | Aantal | Aantasting | | Aantal | Aantasting | | Aantal | Aantasting | | Aantal | Aantasting | | |
| | | Sterk | Matig | | Sterk | Matig | | Sterk | Matig | | Sterk | Matig | | Sterk | Matig | | Sterk | Matig | | Sterk | Matig | |
| Ontvangkelder | | | 5 | | | | | | 5 | 3 | 1 | 2 | | | 2 | | | 1 | | | 1 | |
| Grofvuilrooster | 1 | | 4 | | | | | | 2 | | | | | | 1 | | | | | | 1 | |
| Zandvang | 1 | | 3 | | | 1 | | | 3 | 1 | | | | | 2 | | | | | | | |
| Opvoervijzel | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | |
| Voorbezink tank | | | 3 | | | 1 | | | 2 | 1 | | 2 | | | 2 | | | | | 6 | 3 | 2 |
| Verdeelwerk | 1 | | 1 | | | 1 | | | 2 | 2 | | 1 | | | 1 | | | | | 2 | 2 | |
| Oxidatiebed | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Voorindikker | 4 | | | | | 3 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Verslibkelder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Totaal | 9 | - | - | 17 | - | - | 6 | - | 17 | 6 | 2 | 8 | - | - | 9 | - | - | - | 12 | 6 | 3 | |

Tabel 4. Afdekkingmaterialen gebruikt bij installatie-onderdelen en de waargenomen aantasting

- (1) In drie gevallen is het aluminium gecoat; in geen van de gevallen is aantasting opgetreden.
(2) In zes gevallen is het staal thermisch verzinkt; in vijf gevallen gecoat; in drie van de gevallen is bij thermisch verzinkt staal aantasting opgetreden, in een geval is bij gecoat staal aantasting opgetreden.
(3) Alleen een dunne RVS pijp is aangetast.
(4) In combinatie met een voorgespannen beton afdekking.

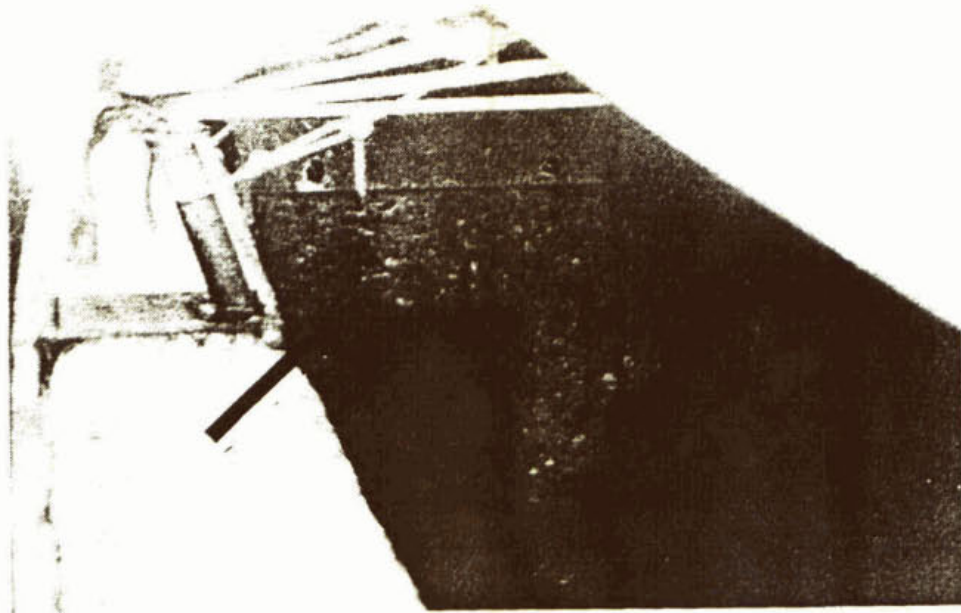


Fig. 5. Aantasting overdekte slibindikker

Bij stalen afdekkingen werd weinig verschil geconstateerd tussen (onbeschermd) stalen afdekkingen en stalen afdekkingen die thermisch verzinkt waren.

Afhankelijk van het gebruikte type coating kan een goede bescherming van stalen afdekkingen worden verkregen. Omdat de kans op mechanische beschadigingen aanwezig is, zal regelmatige inspectie en onderhoud nodig zijn.

Met name ter plaatse van bevestigingspunten kunnen problemen ontstaan. In deze omstandigheden zijn epoxycoating (high build - 400 μm) en inbrandcoatings de meest betrouwbare.

De levensduur van coatings wordt geschat op ca. vijf jaar.

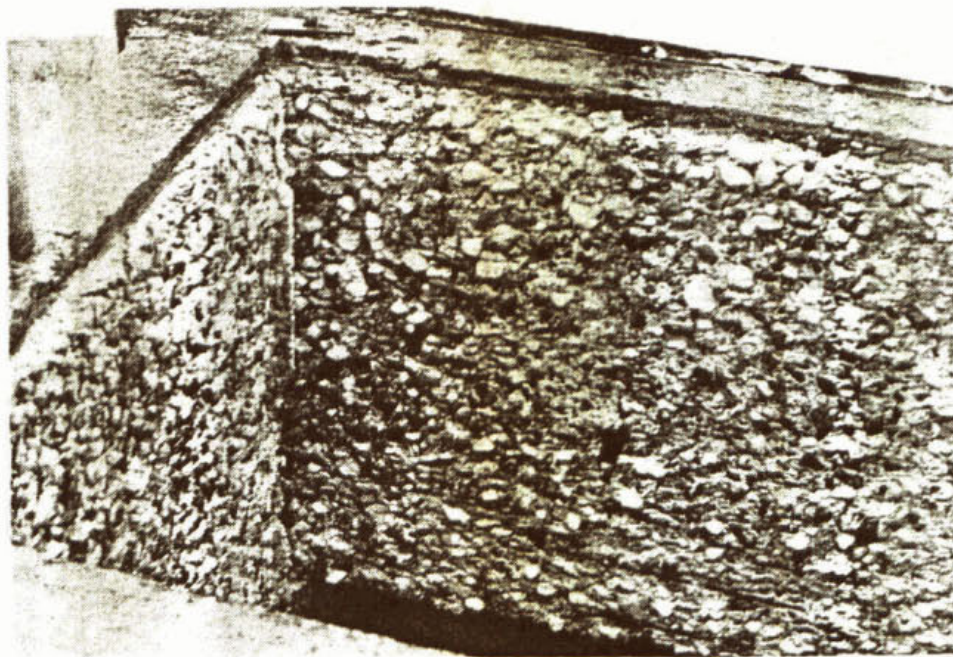


Fig. 6. Aantasting overdekte slibaflaatput van slibindikker

| | onbeschermd | gecoat | thermisch verzinkt |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| aantal aangetast | 6 4 ¹ | 5 1 ² | 6 3 ² |

Tabel 5. Aantastingsbeeld bij gebruik van staal als afdekkingsmateriaal

¹ 2 matig, 2 sterk

² sterk

De ervaring met houten afdekkingen beperkt zich tot kleine overspanningen. In Nederland is geen ervaring met het afdekken van installatieonderdelen met gelamineerde houten spanten.

Azobé kan door het kromtrekken problemen opleveren, ofschoon het materiaal wel bestand is tegen het H₂S/H₂SO₄-milieu.

Houtsoorten als iroko en demara groenhart zijn wel als vlakke afdekking geschikt.

Deze houtsoorten vergen geen of zeer weinig onderhoud. Vervanging kan snel en relatief goedkoop geschieden. De beloopbaarheid van hout bij regenachtig weer kan problemen opleveren.

Wanneer de relatie tussen het aantal aangetaste afdekkingen en het overdekte onderdeel wordt beschouwd (dus los van het materiaal dat voor het afdekken is gebruikt) valt het op dat aantasting het meest voorkomt bij de onderdelen ontvangkelder, (overstort van) voorbezinktank en verdeelwerk.

Dit zijn ook de onderdelen die in de praktijk de meeste kans op stankoverlast geven. Deze waarneming komt overeen met de resultaten van een enquête in het kader van een STORA-onderzoek naar stank op rioolwaterzuiveringsinrichtingen¹³.

Ofschoon in totaal 77 afdekkingen zijn bekeken, ontstaan tengevolge van de uitsplitsing naar materiaaltipe kleine aantallen; hierdoor kan de nauwkeurigheid beïnvloed worden en dienen de resultaten voorzichtig te worden geïnterpreteerd.

Tabel 6 geeft een overzicht van de toepassing van de verschillende gebruikte aluminiumlegeringen waarbij tevens aangegeven is of het aluminium en beton in de desbetreffende ruimte is aangetast. Zie ook bijlage 9.3.

| zuiverings- instantie | onderdeel | afdekking | aantasting alu. beton alu. kwal. | | |
|--------------------------|--|------------------------------------|-------------------------------------|---|--------|
| PWS Groningen | ontvangkelder | alu. tranenplaat./ alu. profiel | ± | - | 54S |
| " | zandvanger | alu. plaat/alu. profiel | ± | - | 54S |
| Drenthe | ontvangput | alu. oplegprofiel | - | - | 51S |
| " | grofvuilrooster | alu. oplegprofiel | - | - | 51S |
| | grofvuilrooster | alu. overkapping | ± | - | 51S |
| Veluwe | snijrooster/ goot naar zandvang | alu. tranenplaat | ± | - | 54S |
| " | overstort zand- vang/slibaflaat voorbezinktank | alu. plaat | ± | - | 51S |
| Rivierenland | ontvangput/ opvoervijzel | alu. luiken (groot) | - | - | ?? |
| " | grofvuilroos- ter/overstort- goot naar voor- bezinktank | alu. luiken | + | - | ? |
| Amsterdam | voorbezinktank | alu. frame | + | - | 57S |
| " | verdeelwerk | alu. constr. | + | - | 57S |
| US | ontvangkelder | alu. luik | - | - | 54S HH |
| " | zandvanger | alu. luik | - | - | 54S HH |
| De Dommel | aanvoergoot grofvuil/ grofvuil roostergebouw | alu. plaat | - | - | 57S |

Tabel 6. Gebruikte aluminium legeringen en aantastingsbeeld aluminium en beton in dezelfde afgedekte ruimte

Toepassing aluminium als afdekking, verdeeld naar de kwaliteit van het aluminium:

- geen aantasting
- ± matige aantasting
- + sterke aantasting

Uit dit overzicht blijkt dat aluminium in de kwaliteit 51S, 54S en 57S is toegepast en dat bij al deze kwaliteiten, in de situaties waar het beton matig of sterk is aangetast, het aluminium afdekkingsmateriaal niet is aangetast.

Ofschoon de kwaliteitsaanduidingen 51S, 54S, 57S niet genormaliseerd zijn mag de volgende vergelijking worden aangehouden, waarbij tevens enkele karakteristieke elementen van de chemische samenstelling zijn vermeld:

| triviale benaming | DIN benaming | chemische samenstelling | | | | |
|-------------------|--------------|-------------------------|------|---------|---------|-----------|
| | | Si | Fe | Mn | Mg | Cr |
| 51S : | AlMg Si 1 | 0,7/1,3 | 0,50 | 0,4/1,0 | 0,6/1,2 | 0,25 |
| 54S : | AlMg3 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 2,6/3,6 | 0,30 |
| 57S : | AlMg2 | 0,25 | 0,40 | 0,10 | 2,2/2,8 | 0,15/0,35 |

HH : half hard; chemische samenstelling verandert niet

Bij het ontwerp en de detaillering moeten spleten zoveel mogelijk voorkomen worden, daar anders het gevaar van spleetcorrosie ontstaat. In verband met galvanische corrosie moet contact tussen aluminium en een aantal andere metalen vermeden worden. Contact is alleen toelaatbaar voor zink, verzinkt staal en cadmium.

Chroomstaal en roestvaststaal is in contact met aluminium alleen toelaatbaar als het verbindingsmiddelen of zeer kleine onderdelen van de afdekking betreft.

Voor roestvaststaal is geen opgave van eventuele verschillende kwaliteiten verkregen.

De glasvezelversterkte kunststoffen waren in de bezochte situaties standaard glasvezelversterkt polyester (zie ook fig. 1).

Het PVC-doek waarover wordt gesproken is in alle gevallen een polyamide-doek geweest dat met polyvinylchloride (eventueel met fungicide toevoeging) aan twee zijden is gecoat en met nylonkoord op het frame (aluminium of roestvaststaal) en de betonnen wand is gespannen.

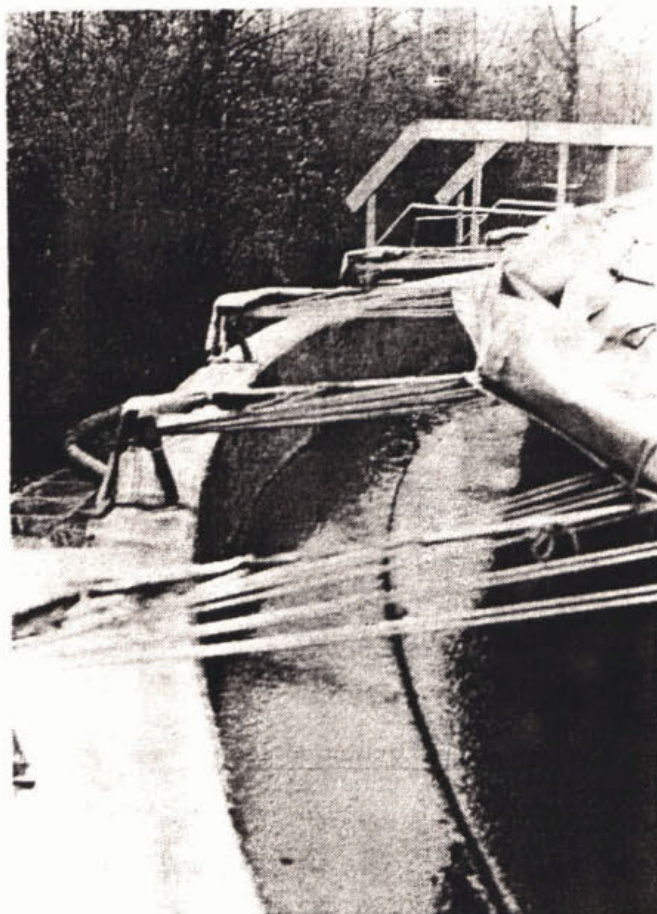


Fig. 7. Voorbeeld afdekking met PVC-doek

Op dit moment zijn er voor het afdekken met PVC-doek twee systemen:

Systeem 1

Het doek wordt op het frame gespannen: het frame is derhalve blootgesteld aan het H_2S/H_2SO_4 -milieu dat in de overdekte ruimte kan heersen. Het is in een dergelijke situatie noodzakelijk dit frame te maken van materiaal dat resistent is of het door middel van een coating te beschermen.

Systeem 2

Het PVC-doek wordt gehangen onder een (driedimensionaal) rooster en wordt met behulp van een wartelconstructie op dit frame afgespannen (zie fig. 9)¹⁶. Het frame wordt niet aan het H_2S/H_2SO_4 -milieu blootgesteld en behoeft alleen tegen weersinvloeden te worden beschermd. Bij dit systeem is het ook mogelijk in het grondvlak van het ruimte-rooster stijve polyester of aluminium panelen aan te brengen. Het voordeel hiervan is dat de gehele afdekkingsconstructie stijver wordt en dat de levensduur van het polyester en aluminium langer is dan die van het PVC-doek (resp. 30 en 15 jaar). Een dergelijk systeem is ook in een tweedimensionaal systeem te verkrijgen.

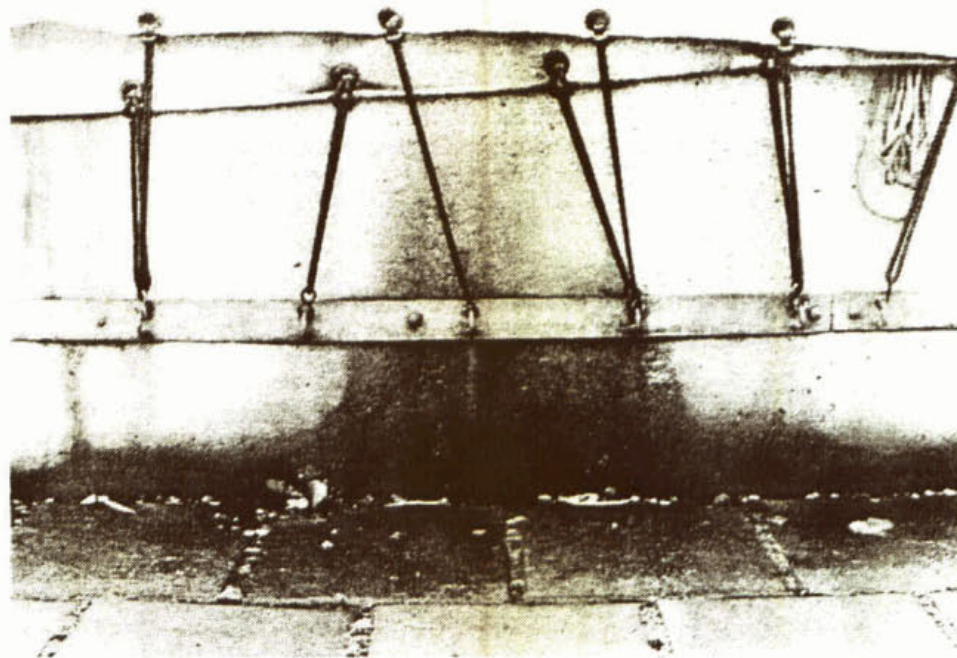


Fig. 8. Afspanning PVC-doek op betonnen tankwand

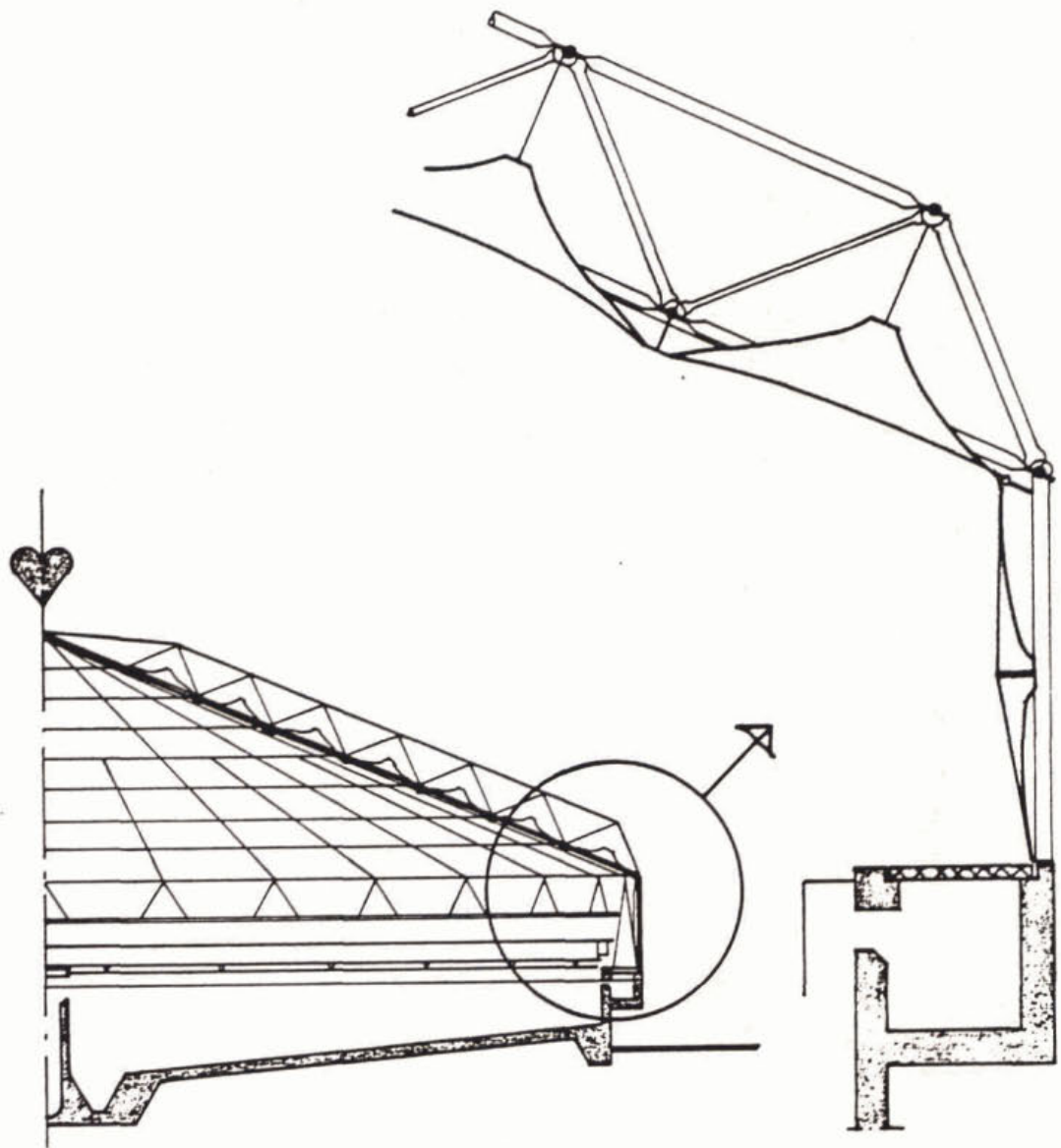


Fig. 9. Bevestiging PVC-doek onder een driedimensionaal rooster

5.2.2 *buitenland*

Uit de buitenlandse contacten is gebleken dat de toegepaste afdekkingsmaterialen en de ervaring ermee globaal overeenkomen met de situatie in Nederland.

Uit de beantwoording van de gestelde vragen blijkt, dat er één constructie- en materiaaltoepassing bij het afdekken is die in Nederland nog niet is toegepast, nl. het gebruik van styrofoam met spuitbeton (Verenigde Staten en Canada, zie tabel hoofdstuk 3.3.2.).

Aangezien het styrofoam aan de binnenkant zit en een gesloten celstructuur heeft kan het behalve als een verloren bekisting, waarop het beton wordt gespoten ook worden beschouwd als een bescherming van het beton. Op de effectiviteit is niet ingegaan bij de beantwoording van de vragen.

5.2.3 *resumé*

Op basis van praktijkgegevens kan worden gesteld dat, aluminium, glasvezelversterkte kunststoffen, roestvaststalen afdekkingen en afdekkingen opgebouwd uit PVC-doek op een aluminium of roestvaststalen frame met het meeste succes worden toegepast.

Voor kleine overspanningen is hout een geschikt materiaal; bij grote(re) overspanningen zouden gelamineerde spanten kunnen worden gebruikt (hier is echter in Nederland geen ervaring mee) of moeten ondersteuningsconstructies worden gemaakt voor de houten afdekkingen.

Dit geldt zowel voor rwzi's die op het afdekken ontworpen zijn, als voor rwzi's die in een latere fase worden afgedekt. Het gewicht van deze afdekkingsconstructies speelt met uitzondering van een roestvaststalen afdekking, in beide situaties een ondergeschikte rol; er hoeft dus geen onderscheid gemaakt te worden tussen de situatie dat achteraf wordt afgedekt en de situatie waarin dit bij de nieuwbouw geschiedt. Een definitieve keuze uit bovengenoemde afdekkingsmaterialen zal op basis van de initiële- en onderhoudskosten, verbonden aan het desbetreffende afdekkingssysteem gemaakt moeten worden (zie hoofdstuk 5.5).

Eveneens zal het onderhoud van een installatie-onderdeel sterk afhangen van de wijze van afdekken en het gekozen afdekkingsmateriaal.

De detaillering van de afdekkingsconstructie heeft consequenties voor het onderhoud en de duurzaamheid van de bestaande constructie (zie fig. 13 waar ter plaatse van de bevestigingssteunen ernstige aantasting van het beton optreedt).

5.3. Beschermingssystemen

In tabel 7 is de verdeling aangegeven van de verschillende beschermingsmaterialen over de verschillende installatie-onderdelen alsmede de conditie waarin de beschermingsmaterialen bij de bezoeken aan de rwzi's zijn aangetroffen.

Geen onderscheid is gemaakt tussen beschermingen die tegelijk met het afdekken zijn aangebracht en beschermingen die enige tijd na het afdekken en nadat aantasting werd geconstateerd, zijn aangebracht.

Wel is onderscheid gemaakt tussen beschermingen die tijdens de bouw zijn aangebracht (ongeacht of het onderdeel toen direct is afgedekt of niet) en bescherming die is aangebracht toen de zuivering al enige tijd in gebruik was.

Wat bij het onderdeel afdekkingen gezegd is over de kleine aantallen en daarmee de representativiteit van de waarnemingen geldt eveneens voor de beschermingssystemen.

Met name het effect van het spoelen, het gebruik van een epoxymortel (3 mm) als oppervlaktebescherming en het aanbrengen van een PVC-lining konden slechts bij enkele installatie-onderdelen worden onderzocht.

5.3.1 *oppervlaktebescherming*

Onder een oppervlaktebescherming wordt in dit rapport alleen een dunne (500 μ m) coating of een lining verstaan.

Uit tabel 7 hieronder blijkt dat in situaties waar de bescherming tijdens de bouw werd aangebracht:

- teerepoxy het meest werd toegepast;
- bitumen en PVC-lining minder vaak werden toegepast;
- polyurethaan in één geval is gebruikt en een epoxy (mortel) helemaal niet.

| Beschermd onderdeel | Gebruikte beschermingsmethoden en de aantasting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|------------|-------|-------|--------|------------|-------|-------|------------|------------|-------|-------|--------------|------------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|--------|------------|-------|-------|--|------------|-------|-------|------------------|--------|---|---|--|--|--|
| | Oppervlakbeschermingen tijdens bouw aangebracht | | | | Epoxy | | | | PVC lining | | | | Polyurethaan | | | | Teerpoxy | | | | Epoxy | | | | Oppervlakbeschermingen later aangebracht | | | | Spoelen | | | | | | |
| | Aantal | Aantasting | Sterk | Matig | Aantal | Aantasting | Sterk | Matig | Aantal | Aantasting | Sterk | Matig | Aantal | Aantasting | Sterk | Matig | Aantal | Aantasting | Sterk | Matig | Aantal | Aantasting | Sterk | Matig | Aantal | Aantasting | Sterk | Matig | Aantal | Effect | | | | | |
| Ontvangkelder | 2 | 2 | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 ⁽¹⁾ | | | | | | |
| Grofvuilrooster | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zandvang | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Opvoervijzel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voorbezinktank | 1 | 1 | 4 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verdeelwerk | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oxidatiebed | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voorindikker | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Versitbelder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Totaal | 4 | 4 | - | 11 | 4 | 4 | 4 | - | - | - | - | 2 | - | - | - | - | 1 | 1 | - | - | 8 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | - | 2 | 1 | - | | | |

Tabel 7. Beschermingsmethoden gebruikt bij installatie-onderdelen en de waargenomen aantasting

(1) Matig effect i.g.v. lage frequentie

(2) Kelder is open

(3) Plaatselijk geringe blaasvorming

(4) Redelijk

Werd de bescherming in een later stadium aangebracht dan zijn alleen oppervlaktebeschermingen van teerepoxy en epoxy gebruikt, waarvan teerepoxy het meest.

In één geval bestaat de epoxybescherming uit een 0,5 mm epoxycoating; in een ander geval uit een 3 mm dikke epoxymortel.

Met betrekking tot de resistentie tegen het agressieve milieu blijkt dat in de situatie waarin de bescherming tijdens de bouw is aangebracht:

- PVC-lining in de twee gevallen waarin deze is toegepast, resistent is gebleken;
- bitumen, teerepoxy en polyurethaan niet voldeden;
- epoxymortel niet is toegepast.

In de situatie dat een bescherming later op het beton is aangebracht blijkt dat:

- een teerepoxybescherming niet voldoet;
- een epoxybescherming dik 0,5 mm (coating) eveneens niet voldoet;
- een bescherming van epoxymortel wel voldoet.

Bij het aanbrengen van epoxymortel in nieuwbouwsituaties wordt het volgende opgemerkt.

Uit een onderzoek in het gebied van het Waterschap Walcheren naar het effect van een 3 mm dikke epoxymortel als betonbescherming van gemalen is het volgende gebleken:

In een enkel geval is geringe blaasvorming geconstateerd tussen de top-laag van zuiver epoxy (300-400 μ m dik) en de epoxymortel (3 mm)

In één geval bestond de indruk dat wanneer vocht achter de mortel komt, omdat het beton niet waterdicht is, de hechting tussen epoxymortel en beton negatief beïnvloed wordt.

Dit onderzoek werd ca. 3 jaar na het aanbrengen van de bescherming uitgevoerd.

Aan de buitenzijde van de betonconstructie is in een dergelijk geval een waterdichte laag dus aan te bevelen.

Behalve uit dit onderzoek blijkt ook uit de contacten met buitenlandse instanties dat een PVC-lining een goede bescherming biedt tegen het agressieve milieu.

Pomeroy (zie bijlage 9.1.3.) spreekt in dit verband over de PVC-lining als de enige betonoppervlaktebescherming die effectief is gebleken, tenminste wanneer de dikte circa 1,5 mm bedraagt en gebruik gemaakt wordt van het T-lock systeem (zie fig. 10); de andere PVC-lining (nod-lock systeem, waarbij in plaats van ribben PVC-haakjes op de plaat zijn gelast die voor de verankering met het beton moeten zorgen) voldoet volgens zijn ervaring niet aangezien de hechting met het beton problemen kan opleveren.

De linings zijn in zacht PVC en hard PVC verkrijgbaar.

Uit eigen ervaring is gebleken dat hoewel de PVC-lining een goede bescherming biedt, in de uitvoering bij de verwerking van zacht PVC de volgende punten aandacht behoeven:

- bij lage temperaturen wordt het materiaal erg stug en is derhalve moeilijk te verwerken; bij hoge temperaturen is het moeilijk de lining met enkele bevestigingspunten aan de bekisting vast te zetten (lining kan gaan "doorhangen");

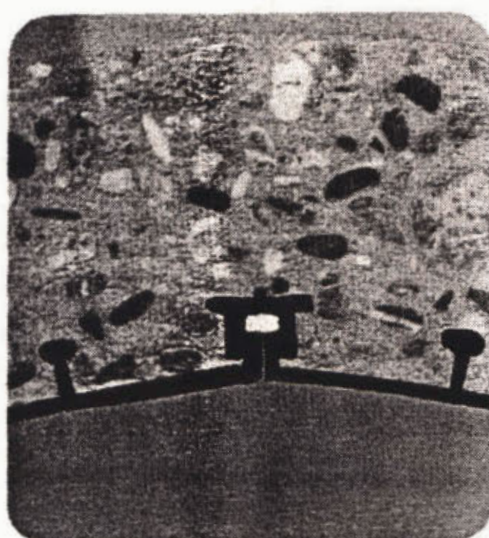
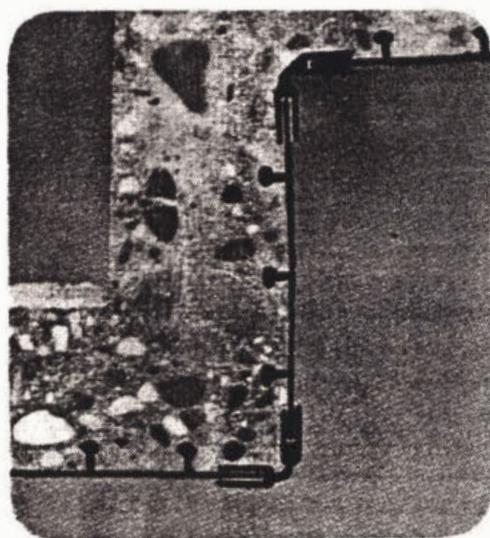
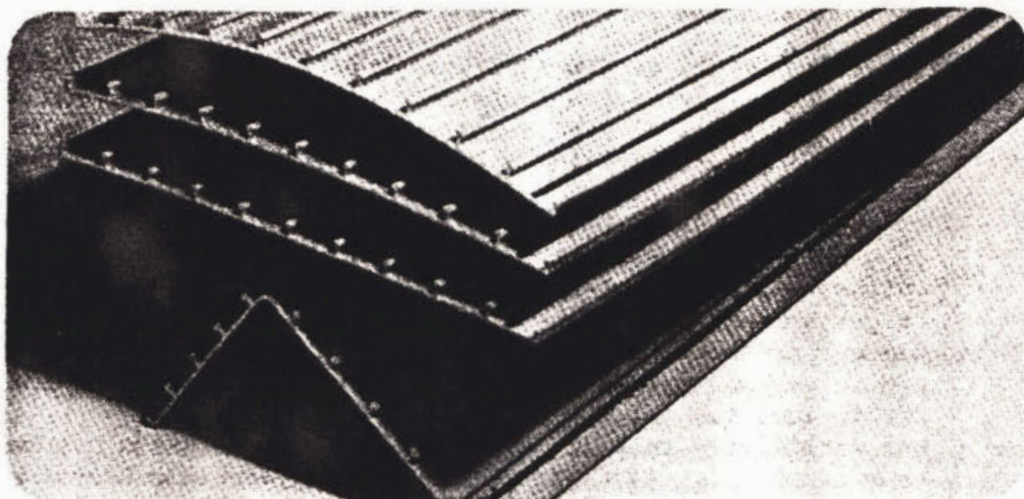


Fig. 10. PVC-lining (T-lock systeem)

- alleen ter plaatse van de naden moet de lining op de bekisting worden bevestigd; voorkomen moet worden dat op willekeurige plaatsen spijker c.q. nieten in de lining worden geslagen;
- in verband met het betonstorten moet de rib verticaal lopen;
- alle naden tussen de platen onderling, aansluitingen bij doorvoeringen e.d. moeten met de hand worden dichtgelast;
- het beton moet zorgvuldig worden verwerkt, omdat controle en reparatie achteraf niet mogelijk zijn;
- als eindcontrole op de waterdichtheid van de lining dient het gehele oppervlak op de aanwezigheid van gaten, zwakke plekken (mogelijk tengevolge van lassen ontstaan) te worden gecontroleerd met behulp van een afvonkapparaat. Bij overlappingen groter dan 4 cm moeten maatregelen worden genomen om controle mogelijk te maken.

Bij de toepassing van hard PVC-lining moet aan de volgende punten aandacht worden geschonken:

- omdat de niet-slagvaste kwaliteiten bros zijn moet het materiaal bij lagere temperaturen voorzichtig worden behandeld. In verband hiermee is het noodzakelijk gaten in het materiaal te boren; wanneer zonder boren de lining op de bekisting wordt gespijkerd kunnen barsten ontstaan;
- de op dit moment verkrijgbare linings hebben een beperkte breedteafmeting: met behulp van klemprofielen (zie fig. 10) kunnen zonder spijkereen of achteraf dichtlassen van naden grotere breedten verkregen worden;
- wanneer naden met kit (veelal polyurethaan) worden dichtgezet kunnen in verband met een mogelijke vermindering van de hechting onder invloed van water, problemen ontstaan;
- het detailleren moet in verband met de stugheid van het materiaal zeer nauwkeurig geschieden, omdat het bijwerken achteraf meer problemen oplevert dan in het geval van zacht PVC.

Van geval tot geval zal bekeken moeten worden aan welk materiaal de voorkeur wordt gegeven; technisch voldoen beide kwaliteiten.

5.3.2 *spoelen*

Het beschermen van constructies en of afdekkingen kan geschieden door het wegspoelen van het gevormde zwavelzuur.

Bij het spoelen is geen onderscheid gemaakt tussen direct aangebracht of later aangebrachte spoelinstallaties omdat dit, in tegenstelling tot de oppervlaktebeschermingen, geen verschil uitmaakt bij het wel of niet voorkómen van materiaalaantasting.

Het effect van het spoelen wordt bepaald door de frequentie en de tijdsduur van het spoelen. De kwaliteit van het gebruikte water speelt alleen een rol voor zover het zelf agressief is voor beton en staal. In twee onderdelen van bezochte zuiveringsinrichtingen is naderhand een spoelinstallatie aangebracht:

- in één geval voldeed het spoelen; de frequentie was 1x per dag, de tijdsduur 180 minuten;
- in één geval was het effect matig; de frequentie was 2x per dag, de tijdsduur 1 minuut.

Uit een onderzoek⁶ dat in het beheersgebied van de Uitwaterende Sluizen is uitgevoerd werd geconcludeerd dat spoelen een goede methode is om aantasting te voorkomen. Een aanwijzing hiervoor in positieve zin was dat door opspattend of langsstromend rioolwater aantasting plaatselijk niet optrad.

Met betrekking tot het type spoelinstallatie (sproeikop), het type spoelwater in de frequentie en tijdsduur van het spoelen wordt door de zuiveringsinstanties nog volop geëxperimenteerd.

Spoelinstallatie

Gebruik wordt gemaakt van standaard kunststof sproeikoppen, speciaal gemaakte kunststof sproeikoppen of (zeer) grote meerarmige ronddraaiende sproeiers. In dit laatste geval wordt er één in een afgedekte ruimte geplaatst; pompcapaciteit moet groot zijn om de sproeier te kunnen laten ronddraaien. Omdat de openingen in vergelijking met de vaste sproeikoppen groot zijn, treedt verstopping niet of bijna niet op.

Spoelwater

Over het algemeen wordt drinkwater gebruikt. De kosten, die afhangen van frequentie en tijdsduur kunnen hoog oplopen; tevens kunnen waterleidingmaatschappijen toestemming tot gebruik van drinkwater voor dit doel weigeren. Gepoogd wordt om oppervlaktewater of rioolwater te gebruiken. In beide gevallen moet dit water worden gefilterd. Dit filteren kan gebeuren met behulp van een zandfilter of met een autocleanfilter. Het voordeel van een zandfilter is dat het water na filtratie voedselarm is waardoor het zonder problemen (kroosvorming) opgeslagen kan worden. De kans op verstopping van de spoelinstallatie wordt derhalve kleiner. Filters moeten regelmatig schoongemaakt worden. Bij gebruik van oppervlaktewater kunnen in de winter problemen optreden tengevolge van ijsvorming.

Frequentie en tijdsduur van spoelen

Bij het inregelen van de spoelinstallatie moeten frequentie en tijdsduur van het spoelen aan de hand van het verloop van de pH aan het wandoppervlak worden bepaald. De pH-meting moet zowel vlak voor het spoelen als erna worden gemeten. Bij voorkeur moet de pH aan onbeschermde betonoppervlakken niet onder de waarde 5 komen: vlak voor het spoelen moet dus gecontroleerd worden of deze waarde niet is onderschreden. Aan de hand van de pH-meting na het spoelen moet worden vastgesteld of het spoelen het gewenste effect heeft gesorteerd. Regelmatige controle en eventuele bijstelling van frequentie en tijdsduur van het spoelen in verband met verschillen in H_2S -vorming in zomer en winter is essentieel.

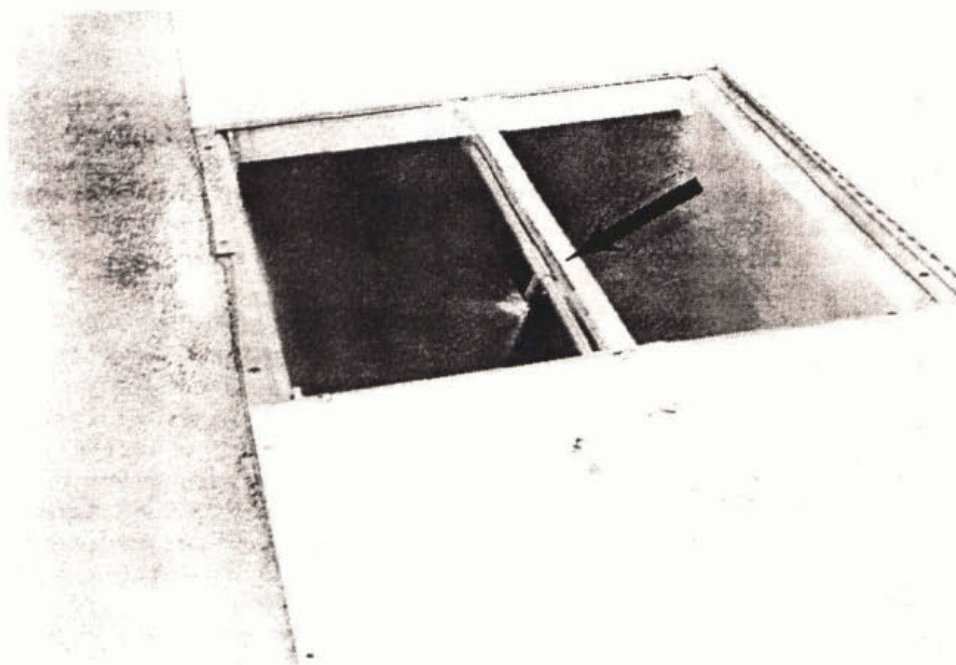


Fig. 11. Voorbeeld van een in werking zijnde spoelinstallatie in een goot naar snijroosters

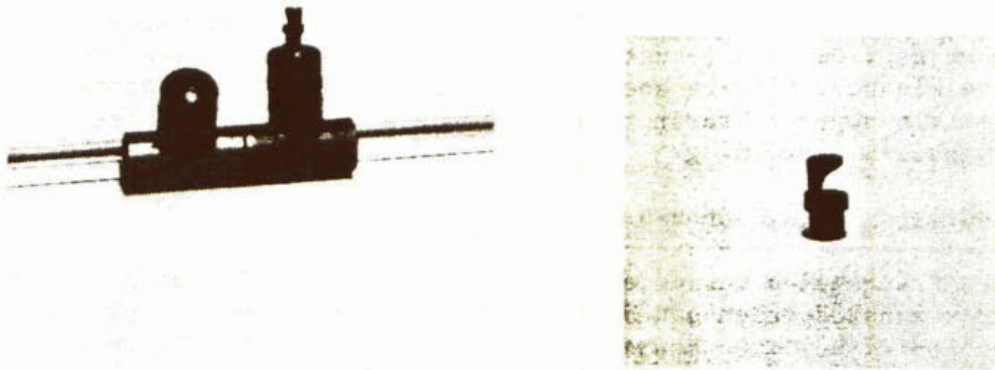


Fig. 12. Gebruikte sproeikoppen (rechts: detail)

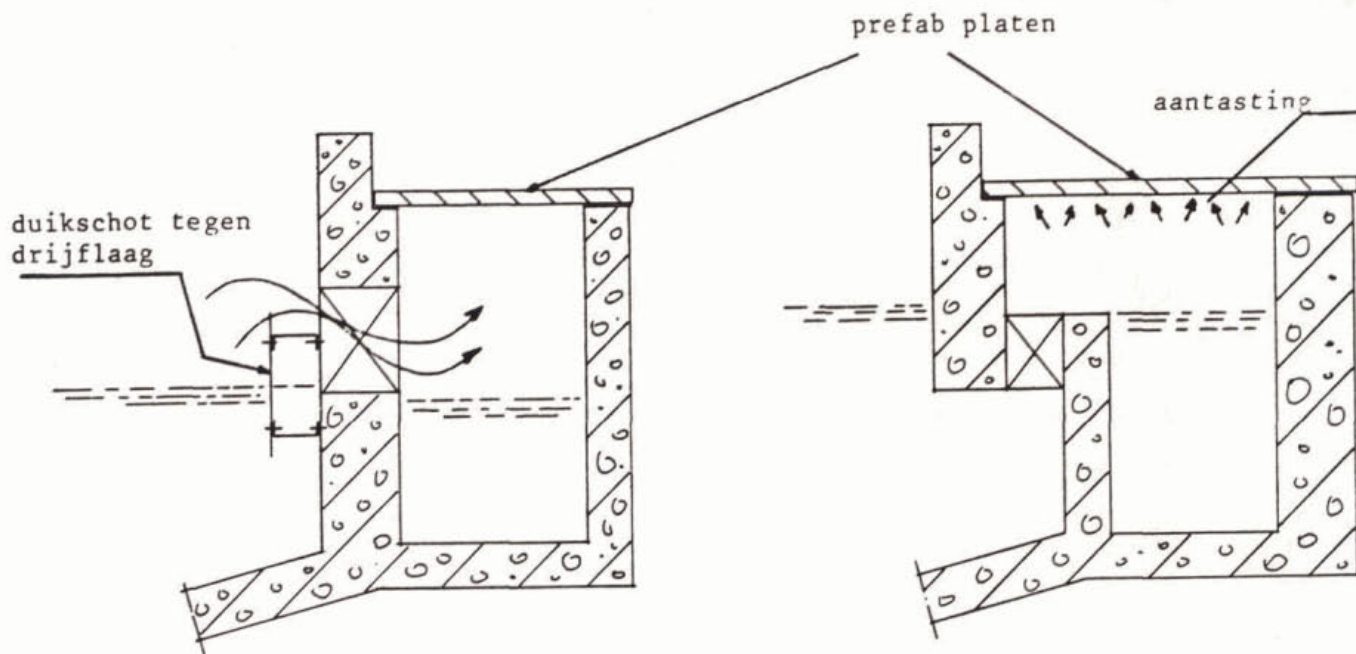
5.3.3 *ventileren*

Ventileren zou als doel kunnen hebben het vrijgekomen H_2S te verwijderen, voordat omzetting in zwavelzuur kan plaatsvinden.

Uit de literatuur en uit de contacten met derden is gebleken dat het ventileren niet als een effectief middel mag worden beschouwd om materiaalaantasting te voorkomen: het H_2S wordt nl. als het ware gevangen in het condenswater op wanden en plafonds, voordat het volledig afgezogen kan worden.

Tevens zouden, wanneer het ventilatievoud groot is, kostbare voorzieningen getroffen moeten worden om de afgezogen lucht te behandelen.

Uit de bezoeken aan de zuiveringsinrichtingen is gebleken dat een ventilatievoud van 1-4x per uur van de afgedekte ruimte het meest voorkomt. Bij twee zuiveringen in Amsterdam is de overstort van de voorbezinktank met betonplaten afgedekt. In een geval waarbij geen natuurlijke ventilatie mogelijk is zijn de afdekplaten aan de onderzijde aangetast; in de andere situatie waarbij wel natuurlijke ventilatie plaatsvindt is praktisch geen aantasting opgetreden. Niet duidelijk is of door het ventileren het vrijgekomen H_2S wordt afgevoerd of dat in de ruimte waarin natuurlijke ventilatie plaatsvindt condensvorming achterwege blijft, waardoor deze situatie te vergelijken is met die van niet afgedekte ruimten.



wel natuurlijke ventilatie

geen natuurlijke ventilatie

Fig. 13. Verskil in aantasting

In het algemeen worden afgedekte ruimten volgens de verstrekte informatie geventileerd:

- a. Ter voorkoming van stankoverlast; het is niet mogelijk zonder dure voorzieningen een afgedekte ruimte gasdicht te maken en te houden. Door het ventileren ontstaat een onderdruk die verspreiding van stank voorkomt. Om een voldoende onderdruk te krijgen en te handhaven zonder groot ventilatievoud, moet behalve voor een goede afdichting ervoor gezorgd worden dat door wind aan de buitenzijde van de ruimte ter plaatse van aanzuigopeningen geen onderdruk kan worden gecreëerd. Door de aanzuigopeningen van het ventilatiesysteem moet dus altijd een naar binnen gerichte luchtstroming plaatsvinden.

Bij het ventileren van de ontvangkelder moet de onderdruk automatisch aan de fluctuaties van het waterniveau in de kelder worden aangepast om deze onderdruk constant te houden.

Bij de overige installatie-onderdelen is de wateraanvoer min of meer constant zodat zo weinig mogelijk geventileerd hoeft te worden.

- b. Ter bescherming van de mensen die in deze afgedekte ruimten moeten werken: het ventilatievoud dient dan zodanig te zijn dat tenminste de MAC-waarde van H_2S ($10 \text{ ppm} \approx 15 \text{ mg/m}^3$) niet wordt overschreden.

Geconcludeerd moet worden dat ventileren geen afdoende maatregel is om aantasting te voorkomen.

Uit de enquête, gehouden onder de buitenlandse instanties, volgt eveneens dat het ventilatievoud tamelijk laag is en ventilatie uitsluitend plaatsvindt ter bescherming van mensen en ter voorkoming van stankoverlast.

Het te plegen onderhoud wordt in sterke mate bepaald door het ontwerp en de detaillering van de afdekking. Onder onderhoud wordt in dit geval verstaan het onderhoud dat moet plaatsvinden om het zuiveringsproces optimaal te kunnen laten plaatsvinden (regelmatig verwijderen van drijflagen en algenaangroei) en onderhoud aan de constructie en afdekking zelf (repareren verfsysteem).

Wanneer een installatie-onderdeel op afdekking ontworpen is, is het in het geval van een slibindikker met een vaste brugopstelling mogelijk de brugconstructie en de pomp(en) buiten de afdekking te houden. Zie fig. 14. Wanneer de afdekking later wordt aangebracht zal dit niet of nauwelijks mogelijk zijn waardoor de brugconstructie zelf beschermd moet worden. Hierdoor ontstaan detailleringproblemen bij het doorvoeren van leidingen, terwijl er tevens voor moet worden gezorgd dat overdekt opgestelde machines geen explosiegevaar opleveren. Zie fig. 15.

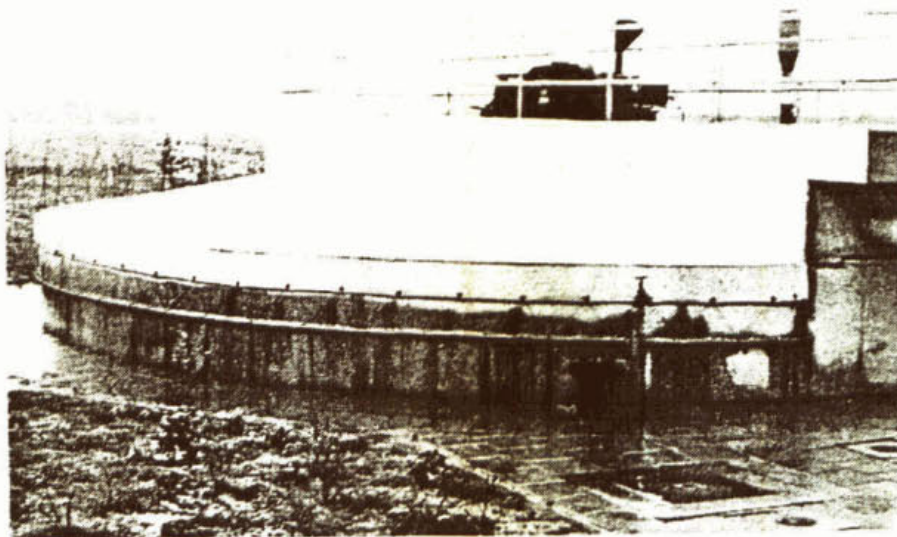


Fig. 14. Slibindikker ontworpen op afdekking

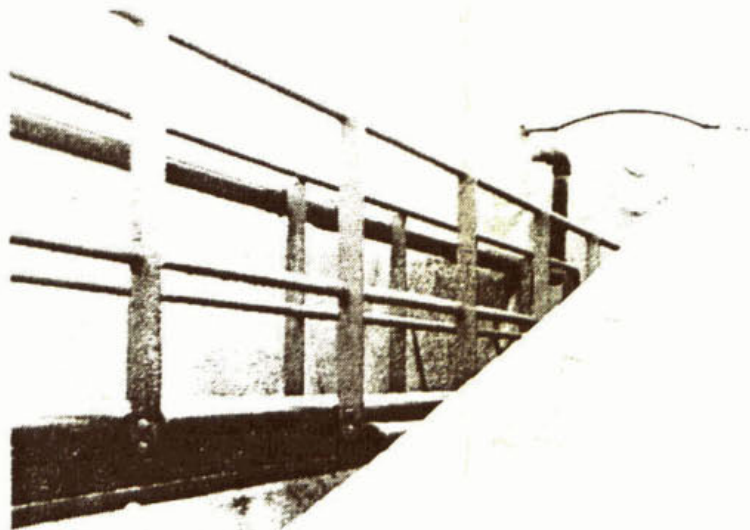


Fig. 15. Slibindikker niet ontworpen op afdekking

In het eerste geval wordt het onderhoud goedkoper en eenvoudiger omdat de pompen direct bereikbaar zijn en er niet extra hoeft te worden geventileerd.

Bovendien zal, bij gelijk ventilatievoud, de hoeveelheid afgezogen en te behandelen lucht kleiner zijn, wat kostenbesparend is.

Bij het ontwerpen van de afdekkingen dient rekening te worden gehouden met het proces-onderhoud dat bij een bepaald installatie-onderdeel nodig is.

Ook de detaillering van de afdekking is van invloed op het onderhoud en de levensduur van de constructie en de afdekking. In fig. 16 is duidelijk aantasting te zien van het frame op de betonnen wand. Op het PVC-doek condenserend water met daarin opgelost zwavelzuur, loopt via de nylon koorden en/of het frame naar de bevestiging.

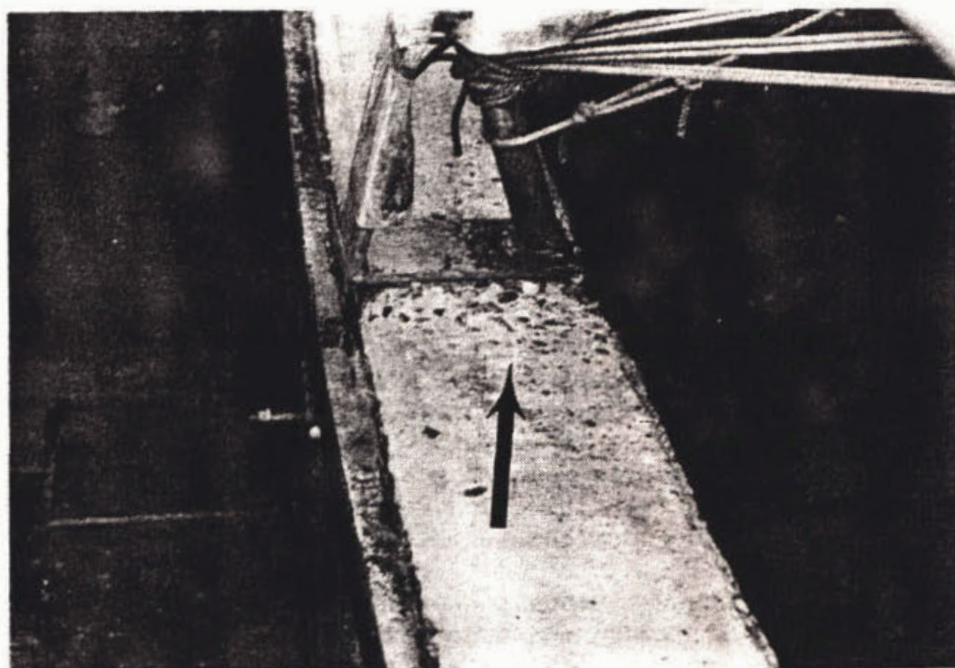


Fig. 16. Detail bevestiging frame op betonnen wand en plaatselijke aantasting

Ten aanzien van het onderhoud van de afdekkingsmaterialen zelf wordt het volgende opgemerkt:

aluminium, houten, roestvaststalen en kunststof-afdekkingen zijn praktisch onderhoudsvrij. Kunststof kan wel na verloop van tijd onder invloed van ultraviolet licht gaan verkrijten.

PVC-doek zal na ca. 15 jaar vervangen moeten worden; binnen deze termijn moet er rekening mee worden gehouden dat kleine reparaties aan het doek moeten worden uitgevoerd.

6 KOSTEN

6.1 Algemeen

Globaal is nagegaan wat de kosten van de verschillende typen afdekkingen en beschermingssystemen zijn, waarbij alleen die afdekkingen en beschermingssystemen zijn beschouwd die effectief bleken.

Voor de kosten van het afdekken is uitgegaan van de volgende afmetingen van installatie-onderdelen:

ronde tanks: diameter 3, 10 en 40 m

rechthoekige tanks: overspanning 1, 2,5 en 5 m.

Behalve een totaalprijs is voor ronde tanks een eenheidsprijs per m² grondoppervlak gegeven; voor rechthoekige tanks is een eenheidsprijs per m' bij een bepaalde overspanning gegeven.

De werkelijke prijs bij het afdekken van rechthoekige tanks hangt sterk af van het totale aantal m' bij een bepaalde overspanning.

In deze prijsindicaties zijn begrepen de transport-, montage- en engineeringkosten.

Niet hierin begrepen zijn:

- ventilatievoorzieningen
- inspectieluiken
- constructieve aanpassingen
- de BTW.

De prijzen van de diverse soorten afdekkingen voor grote overspanningen (Ø 40 m) worden sterk beïnvloed door onderlinge concurrentie van de leveranciers en kunnen daardoor dichter bij elkaar komen te liggen.

Wanneer in de tabellen 8 en 9 geen bedrag is ingevuld betekent dit dat:

- vanuit constructief oogpunt het overspannen zonder het treffen van ingrijpende voorzieningen niet mogelijk is (in tabel met * aangegeven);
- het overspannen vanuit financieel oogpunt met het desbetreffende materiaal- of de constructievorm niet reëel is (in tabel met • aangegeven).

Vlakke afdekkingen van aluminium, glasvezelversterkte kunststof, roestvaststaal en hout zijn bij een overspanning van 2,5 en 5 m niet meer beloopbaar.

Ronde tanks

In onderstaande tabel zijn voor ronde tanks met een diameter van respectievelijk 3, 10 en 40 m de prijzen (prijsspeil januari 1982) per gebruikt(e) materialen en constructietypen vermeld.

Buiten beschouwing is gelaten een afdekking met behulp van standaard polyester kappen (zelfdragende boogvormige constructie); omdat het grondvlak een vierkant of rechthoek is dienen bij toepassing op ronde tanks deze kappen of de tankconstructie te worden aangepast, hetgeen kostenverhogend zal werken.

| diameter grondoppervlak | 3 m' 7 m ² | 10 m' 78 m ² | 40 m' 1260 m ² |
|---|---|---|--|
| gebruikte materialen en constructietypen | prijs | | |
| 1. aluminium (ongecoat): koepel (plaat) | | f 78.000,- (f 1.000,-/m ²) | f 756.000,- (f 600,-/m ²) |
| vlakke afdekking | f 5.200,- (f 750,-/m ²) | f 39.000,- (f 500,-/m ²) | * / ● |
| aluminium frame en panelen | ● | ● | f 550.000,- (f 450,-/m ²) |
| 2a. PVC-doek op: rvs spankabels | f 8.000,- (f 1.150,-/m ²) | f 23.500,- (f 300,-/m ²) | f 189.000,- (f 150,-/m ²) |
| rvs spanten ¹⁾ | f 10.000,- (f 1.450,-/m ²) | f 31.500,- (f 400,-/m ²) | f 315.000,- (f 250,-/m ²) |
| 2b. PVC-doek onder drie- dimensionaal: stalen frame ²⁾ | f 5.500,- (f 800,-/m ²) | f 20.000,- (f 250,-/m ²) | f 360.000,- (f 285,-/m ²) |
| aluminium frame ²⁾ | | | f 440.000,- (f 350,-/m ²) |
| 2c. polyester panelen in stalen frame ²⁾ | niet bekend | niet bekend | f 600.000,- (f 475,-/m ²) |
| aluminium frame ²⁾ | niet bekend | niet bekend | f 680.000,- (f 540,-/m ²) |
| 3. glasvezelversterkte kunststof: koepel | ● | ● | f 756.000,- (f 600,-/m ²) |
| vlakke afdekking | f 10.500,- (f 1.500,-/m ²) | f 78.000,- (f 1.000,-/m ²) | ● / * |
| boogvormige kappen met rvs onder- steuning | f 7.000,- (f 1.000,-/m ²) | f 55.000,- (f 700,-/m ²) | |
| 4. roestvaststaal: vlakke afdekking | f 12.000,- (f 1.700,-/m ²) | f 90.000,- (f 1.150,-/m ²) | ● / * |
| 5. hout: vlakke afdekking | f 1.050,- (f 150,-/m ²) | f 19.500,- (f 250,-/m ²) | ● / * |

Tabel 8. Kosten afdekkingen van ronde tanks

¹ Het doek kan ook aan de spanten worden gehangen.

² In deze gevallen bestaat de constructie uit 2 m hoge verticale wanden, waarna de eigenlijke koepelconstructie begint. In de kostenvergelijking met constructies zonder verticale wanden moet hiermee rekening worden gehouden. De prijs van zo'n koepelconstructie ligt ca. 10% lager. Het voordeel hiervan is de vrije ruimte rondom het bassin, waardoor inspecties en onderhoud beter en sneller kunnen worden uitgevoerd.

Conclusie:

Vanuit financieel oogpunt is hout als afdekkingsmateriaal bij kleine overspanningen aantrekkelijk; enige aanvullende constructieve voorzieningen zullen wel nodig zijn om de afdekking beliepbaar te maken; bij een juiste keuze van houtsoort zal het onderhoud minimaal zijn.

Bij grote overspanningen is PVC-doek op een frame financieel het aantrekkelijkst. Gezien de beperkte ervaring met dit systeem is het niet mogelijk aan te geven wat de onderhoudskosten zijn. Een hoge initiële investering in een aluminium of kunststof koepel kan wanneer hieraan geen onderhoud nodig is, uiteindelijk voordeliger zijn; roestvaststaal is in alle situaties bijzonder kostbaar.

6.3

Rechthoekige tanks

In onderstaande tabel zijn voor rechthoekige tanks met een overspanning van respectievelijk 1, 2,5 en 5 m de prijzen (prijspeil januari 1982) per gebruikt(e) materialen en constructietypen vermeld.

| overspanning | 1 m | 2,5 m | 5 m |
|---|--------------|--------------|--------------|
| gebruikte materialen en constructietypen | prijs | | |
| 1. aluminium (ongeoat): boogvorm vlakke afdekking ¹⁾ | f 750,-/m' | f 1.250,-/m' | f 2.000,-/m' |
| 2. PVC-doek op aluminium frame | | f 1.400,-/m' | f 1.800,-/m' |
| 3. glasvezelversterkte kunststof: boogvormige standaard kappen vlakke afdekking | f 300,-/m' | f 500,-/m' | f 900,-/m' |
| 4. roestvaststaal: ¹⁾ vlakke afdekking | f 1.700,-/m' | f 2.800,-/m' | f 4.500,-/m' |
| 5. hout: vlakke afdekking | f 100,-/m' | f 375,-/m' | f 1.000,-/m' |

Tabel 9. Kosten afdekkingen rechthoekige tanks

¹⁾ bij aluminium en roestvaststalen afdekking kan tot ca. 1 m overspanning met een vlakke plaat worden gewerkt; bij grotere overspanningen (tot max. 5 m) moet de plaat worden geprofileerd en moet er ook vanuit worden gegaan dat deze niet meer beliepbaar is. Het blijft natuurlijk mogelijk 20 m te overspannen met een vlakke plaat wanneer extra middensteunpunten worden aangebracht.

Conclusie:

De hoge investeringskosten bij alle overspanningen maken roestvaststaal, aluminium en PVC-doek op frame als afdekkingsmateriaal onaantrekkelijk.

Standaard glasvezelversterkte polyester kappen en houten afdekkingen bieden mogelijkheden, waarbij hout bij kleine overspanningen financieel het aantrekkelijkst is.

6.4 Oppervlaktebescherming beton

De twee materialen die als oppervlaktebescherming effectief bleken, zijn de 3 mm epoxymortel en de PVC-lining. Net zoals voor de afdekkingen geldt ook voor deze systemen dat de prijs aan sterke fluctuaties onderhevig is.

Als richtprijs per m² mag op dit moment voor epoxymortel 3 mm (kwarts gevuld) met topcoat van zuivere epoxy circa 400 µ dik: ca. f 120,-/m² worden aangehouden.

Voor de PVC-lining wordt op dit moment, afhankelijk van de grootte en de moeilijkheidsgraad f 120,- - f 200,-/m² gerekend.

De kosten verbonden aan de controle van het systeem op waterdichtheid met behulp van een afvonkapparaat, en in het geval van de epoxymortel op hechting zijn niet in deze prijzen begrepen.

6.5 Spoelen

De kosten van een spoelinstallatie zijn moeilijk te bepalen: vaak wordt de installatie door de beheerder van de zuivering zelf aangelegd en uitgetoet. De kosten zijn verder afhankelijk van het type sproeier dat voor het spoelen wordt gebruikt, de frequentie en tijdsduur van het spoelen en het gebruikte water.

De kosten van een sproeier variëren afhankelijk van het type, standaard of speciaal gemaakt, van enkele tientallen gulden tot enkele honderden gulden.

De jaarlijkse kosten van waterverbruik liggen op ca. f 1.500,- wanneer in totaal vier uur per dag met drinkwater wordt gespoeld.

Deze kosten kunnen worden verminderd wanneer oppervlaktewater of rioolwater wordt gebruikt. Dit water dient met een zand- of autocleanfilter te worden gefiltreerd. De kosten van deze filters hangen af van de benodigde hoeveelheid spoelwater en van de onderhoudskosten; de filters moeten regelmatig schoongespoeld worden.

De installatiekosten voor een spoelinstallatie in een grofvuilrooster of ontvangkelder liggen in de orde van grootte van f 5.000,-.

Bij het bestrijden van stank op rioolwaterzuiveringsinrichtingen door afdekking van installatie-onderdelen zal zonder speciale maatregelen ernstige aantasting optreden van het boven de waterlijn gelegen deel van de afgedekte ruimte en de afdekking zelf.

Maatregelen daartegen kunnen bestaan uit het kiezen van tegen het agressieve milieu resistente materialen, uit het beschermen van niet-resistente materialen door een oppervlaktebescherming of uit spoelen met water.

Daarbij moet onderscheid worden gemaakt tussen bestaande installatie-onderdelen en nog nieuw te bouwen installatie-onderdelen.

7.1

Afdekkingen

Tegen het in afgedekte installatie-onderdelen heersende H_2S/H_2SO_4 -milieu zijn de volgende materialen resistent:

- aluminium in de kwaliteiten 51S, 54S en 57S;
- roestvaststaal;
- PVC-doek op een aluminium of roestvaststalen frame c.q. driedimensionaal rooster. Als dit doek onder het frame of rooster hangt, worden geen speciale eisen aan dit frame of rooster gesteld;
- glasvezelversterkte kunststoffen;
- hout.

Een definitieve keuze hieruit wordt bepaald door:

- de prijs van het materiaal;
- het onderhoud aan of in het installatie-onderdeel en de toegankelijkheid voor onderhoud;
- de verwerkbaarheid van het materiaal tot een goed te detailleren afdekkingsconstructie;
- het onderhoud van de afdekking. Met de afdekkingen bestaat nog weinig ervaring. Op dit moment is niet goed aan te geven in welke mate afdekkingen onderhoud vergen en wat de kosten daarvan zijn;
- vorm en afmetingen van de af te dekken onderdelen;
- de wenselijkheid om vlakke afdekkingen beloopbaar te maken.

Voor kleine overspanningen (tot 5 m) verdienen afdekkingen in resistente en "niet-werkende" houtsoorten en standaard glasvezelversterkte polyesterkappen, zowel technisch als financieel de voorkeur; voor grotere overspanningen zijn dit aluminium of glasvezelversterkte kunststof (epoxy, polyester) koepels en PVC-doek op of onder een frame of rooster.

Uit kosten oogpunt is de roestvaststalen afdekking het minst aantrekkelijk. Over de duurzaamheid van de afdekkingsmaterialen op langere termijn is gezien de korte ervaring, op dit moment geen uitspraak te doen. De indruk bestaat dat de levensduur van het PVC-doek beperkt is tot circa 15 jaar.

Bij bestaande installatie-onderdelen is tevens van belang de detaillering van het bestaande onderdeel en de mogelijkheden om een bepaalde afdekkingsconstructie daarbij toe te passen.

Bij nieuwe installatie-onderdelen kan het ontwerp van de afdekking zodanig zijn dat de directe kosten van de afdekking doorslaggevend zullen zijn voor de keuze van het materiaal.

Verhoging van kosten door het niet meer optimaal kunnen kiezen van de afdekking, zoals bij bestaande installatie-onderdelen speelt in deze situatie niet mee.

7.2 Beschermingsmogelijkheden voor bestaande installatie-onderdelen

In bestaande installatie-onderdelen kan bij afdekking ter bescherming een 3 mm dikke epoxymortel, resp. een spoelinstallatie worden aangebracht. Het aanbrengen van een hard PVC-lining met behulp van boorankers is in principe mogelijk; de problemen die zich daarbij voordoen maken toepassing in de praktijk echter weinig aantrekkelijk.

In verband met de blijvende hechting van de epoxymortel op het beton is het in gevallen waarin de constructie in aanraking komt met het grondwater wenselijk een waterdichte bekleding aan de buitenzijde aan te brengen. In bestaande situaties is dit niet meer mogelijk.

Er is nog weinig ervaring met de hechting van epoxymortel op beton dat gedurende een bepaalde tijd aan het agressieve H_2S/H_2SO_4 -milieu en aan rioolwater is blootgesteld. Om een schoon oppervlak te krijgen is het in ieder geval noodzakelijk het beton te stralen.

Ook met spoelinstallaties ter voorkoming van aantasting van afgedekte installatie-onderdelen heeft men nog weinig ervaring. De vooruitzichten zijn op basis van analoge situaties in gemalen, echter positief. Frequentie en tijdsduur van het spoelen zullen voor elk geval proefondervindelijk moeten worden bepaald.

Vanuit technisch oogpunt kan derhalve geen voorkeur voor het aanbrengen van een epoxymortel of een spoelinstallatie worden uitgesproken.

In vergelijking met het aanleggen van een spoelinstallatie zijn de kosten van een epoxymortel beduidend hoger.

Op langere termijn kunnen echter de exploitatiekosten van een spoelinstallatie zodanig zijn dat uiteindelijk aan een epoxymortel de voorkeur moet worden gegeven.

De exploitatiekosten van een spoelinstallatie zullen behalve het onderhoud van de installatie zelf, voornamelijk worden bepaald door het waterverbruik en het soort water dat voor het spoelen kan worden gebruikt; wanneer regelmatig met drinkwater wordt gespoeld zou dit de bepalende factor ten aanzien van het wel of niet aanleggen van een spoelinstallatie worden.

Omdat op dit moment nog geen langdurige ervaring wat betreft frequentie en tijdsduur van het spoelen bestaat en omdat niet bekend is of met gebruikmaking van filters ook andere soorten water (effluent of oppervlaktewater) gebruikt kunnen worden, kan op dit moment vanuit financieel oogpunt geen duidelijke uitspraak over de voorkeur voor een van beide mogelijkheden worden gedaan.

7.3 Beschermingsmogelijkheden voor nieuwe installatie-onderdelen

Ter bescherming van nieuwe installatie-onderdelen kan een hard of zacht PVC-lining, of een epoxymortel worden aangebracht.

Over de duurzaamheid van epoxymortel bestaat nu nog enige onzekerheid. Technisch biedt derhalve een PVC-lining de beste oplossing.

PVC-lining is over het algemeen duurder dan een epoxymortel; alleen bij grote oppervlakken, zonder veel doorvoeringen, is PVC-lining iets goedkoper.

In het ontwerpstadium is vaak niet bekend of na afdekking aantasting zal optreden. Wanneer vanwege de hoge investeringskosten afgezien wordt van het aanbrengen van een lining kunnen voorzieningen worden getroffen die het aanleggen van een spoelinstallatie in tweede instantie mogelijk maken. De investeringskosten zijn dan lager, de exploitatiekosten kunnen echter hoog zijn.

7.4 Ventileren

Ventileren is geen oplossing om aantasting van materialen te voorkomen. Het doel van het ventileren van afgedekte ruimten blijft beperkt tot het voorkomen van stankoverlast en het beschermen van personeel dat in de afgedekte ruimten moet werken.

Om stankoverlast te voorkomen is het van belang om een voldoende onderdruk te handhaven.

Ter bescherming van personeel moet (naast het nemen van veiligheidsmaatregelen) zodanig worden geventileerd dat de MAC-waarde van de aanwezige stoffen niet wordt overschreden.

7.5 Onderhoud

Het ontwerp en de detaillering van de constructie en afdekking zijn van invloed op het onderhoud en op het voorkomen van plaatselijk geconcentreerde aantasting:

- aluminium, hout en kunststoffen zijn praktisch onderhoudsvrij, PVC-doek vergt onderhoud;
- het onderhoud aan de bescherming van de betonnen constructies is op dit moment niet aan te geven;
- een spoelinstallatie zal naar verwachting meer onderhoud vragen dan een PVC-lining of epoxymortel. Reparaties aan een spoelinstallatie zullen daarentegen goedkoper zijn dan reparaties aan PVC-lining of epoxymortel.

7.6 Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling de onderzoeken naar het effect van spoelinstallaties, met name een onderzoek naar het gebruik van effluent- of oppervlaktewater als spoelwater met gebruikmaking van filters landelijk te coördineren. Bij de bepaling van de frequentie en de tijdsduur van het spoelen dient naar de verandering van de pH op het betonoppervlak te worden gekeken.

Het afdekken van installatie-onderdelen wordt in Nederland pas enkele jaren en dan nog op beperkte schaal toegepast. Het verdient aanbeveling om, wanneer een groter aantal onderdelen zal zijn afgedekt, door middel van een tweede onderzoek, de in dit rapport genoemde conclusies te evalueren. Een dergelijk onderzoek zou zich met name moeten richten op aspecten als kosten, onderhoud en levensduur van beschermingen, waarover op dit moment nog vrij weinig bekend is of geen zekere uitspraken kunnen worden gedaan.

1. Ando, Shigeru - Odor control of wastewater treatment plants.
2. ATV - Berichte zur Abwasser- und abfalltechnik; Dokumentation Internationaler Workshop juni 1978: Schwefelwasserstoff - Korrosion bei zementgebundenen Werkstoffen.
3. Betz, Jack M. - Repair of corroded concrete in a wastewater treatment plant.
4. Bureau of Sanitation - Report on odor and corrosion control in the sewer system.
5. CUR/VB - Rapport 96: Beton en afvalwater.
6. DHV en US - H₂S en corrosie, onderzoek naar aantastingsverschijnselen in rioolgemalen in het beheersgebied van Uitwaterende Sluizen.
7. EPA - Materials for oxygenated wastewater treatment plant construction.
8. Garber, William F. - Odors and their control in sewers and treatment facilities.
9. Kienow, K.K. - Concrete interceptor sewer corrosion protection - a state of the art report.
10. Lawrance, Charles H. - Sewer corrosion potential.
11. Perkins, P.H. - The corrosion resistance of concrete sanitary engineering structures.
12. Pomeroy, Richard D. - Process design normal for sulfide control in sanitary sewerage systems.
13. STORA - Stank op rioolwaterzuiveringsinrichtingen: 2. Behandeling van procesgassen.
14. Studley, E.G. - Experimental ventilation of the north outfall sewer of the city of Los Angeles.
15. Thislethwayte, D.K.B. - The control of sulphides in sewerage systems.
16. Eekhout, M. - Metalen ruimtevakwerken met ondergehangen kunststofhuid. H₂O (15) 1982 nr. 11 pp. 256-273.

Overzicht geraadpleegde buitenlandse instanties en personen

1. United States Environmental Protection Agency; Cincinnati, Ohio.
2. Metropolitan Water Sewerage and Drainage Board, Sidney, Australia (D.K.B. Thistletwayte).
3. James M. Montgomery Consulting Engineer Company, Pasadena, California (Richard D. Pomeroy).
4. Bureau of Reclamation, Denver, Colorado (Y.K. Vyeda).
5. Greely and Hansen Engineers, Chicago, Illinois (Dr. Thomas Wilson, J.W. Cormack).
6. Consoer, Townsend and Associates, Chicago, Illinois (Wallace Beckman).
7. Japan Sewage Works Agency, Tokyo (Dr. Takeshi Kubo).
8. Water Research Centre, Stevewage, Herts, Engeland (J. Hobson).
9. Canada Centre for Inland water, Burlington, Ontario (Dr. N.W. Schmidtke).
10. Ministry of the Environment, Toronto, Ontario (S.A. Black).
11. Hyperion treatment plant, City of Los Angeles, California (William Garber).
12. Grand Haven treatment plant, Grandhaven, Michigan (Mrs. Doris van Dam).
13. OTV: traitements et valorisation, Courbevoic (J.C. Cornier).
14. United States Department of the Interior, Engineering and research center, Denver, Colorado (H. Uyeda).

Overzicht van bezochte rioolwaterzuiveringsinrichtingen

| <u>rwzi</u> | <u>onder beheer van</u> |
|----------------------|---|
| 1. Birdaard | Provinciale Waterstaat Friesland |
| 2. Hoogezand | Provinciale Waterstaat Groningen |
| 3. Dieverbrug | Zuiveringsschap Drenthe |
| 4. Gieten | Zuiveringsschap Drenthe |
| 5. Terwolde | Zuiveringsschap Veluwe |
| 6. Apeldoorn | Zuiveringsschap Veluwe |
| 7. Renkum | Zuiveringsschap Veluwe |
| 8. Rhenen | Provinciale Waterstaat Utrecht |
| 9. Arnhem-Zuid | Zuiveringsschap Rivierenland |
| 10. Amsterdam-Noord | Gemeente Amsterdam |
| 11. Amsterdam-Zuid | Gemeente Amsterdam |
| 12. Amsterdam-West | Gemeente Amsterdam |
| 13. Leiden-Zuid-West | Hoogheemraadschap van Rijnland |
| 14. Raalte | Zuiveringschap West-Overijssel |
| 15. Deventer | Zuiveringschap West-Overijssel |
| 16. Holten-Markelo | Zuiveringschap West-Overijssel |
| 17. Katwoude | Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland |
| 18. Alkmaar | Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland |
| 19. Eindhoven | Waterschap De Dommel |

