# De produktie en bestemming van zuiveringsslib

Voordracht uit de 16e vakantiecursus in behandeling van afvalwater 'Slib opnieuw bekeken', gehouden op 7 en 8 mei 1981 aan de TH Delft.

In deze 16e vakantiecursus in Behandeling van Afvalwater is Zuiveringsslib als thema gekozen. Bij vakantiecursussen mag verwacht worden dat gesproken wordt over nieuwe ontwikkelingen het onderwerp betreffende, zoals ook de titel 'Slib opnieuw bekeken' suggereert.
Van mij echter zult u geen nieuwe visie horen; mijn verhaal dient u te zien als een algemene inleiding op de slibproblematiek; ik zal u iets vertellen over de produktie en bestemming van zuiveringsslib, voor het grootste deel aan de hand van tabellen



L. E. DUVOORT-VAN ENGERS
Stichting Verwijdering Afvalstoffen, Amersfoort

afkomstig uit de enquête onder waterkwaliteitsbeheerders, zoals die momenteel jaarlijks door de Stichting Verwijdering Afvalstoffen onder auspiciën van de Nederlandse Vereniging voor Afvalwaterbehandeling en Waterkwaliteitsbeheer wordt gehouden.
Zuiveringsslib is, zoals bekend, een resultaat van de zuivering van afvalwater. Het slib dat ontstaat bij een eerste bezinking van dit afvalwater wordt 'primair slib' genoemd. Meestal wordt aangenomen dat één inwoner per dag verantwoordelijk is voor 54 gram hiervan.
Bij verdere biologische behandeling van het afvalwater op een rioolwaterzuiveringsinrichting ontstaat het zogenaamde secundaire slib, waarbij de geproduceerde hoeveelheid afhankelijk is van de aard en de graad van biologische reiniging. Gemiddeld zou 25 à 30 gram per inwoner per dag geproduceerd worden. Tezamen met het primaire slib komt men dan op een produktie van 80 gram slib per inwoner per dag.
Dit slib neemt door het grote watergehalte (van ± 96 %) een groot volume in (80 gram in ± 2 liter).
Nu heeft het verse slib een aantal eigenschappen die voor verdere bewerking nadelig zijn.

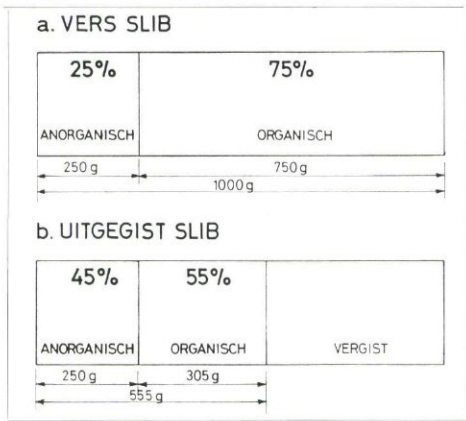
— Zo heeft het verse slib een infectueus karakter, door de aanwezigheid van pathogene darmbacteriën,

— bezit het een onaangename geur,

— geeft het verse slib bij opslag aanleiding tot vliegenplagen en

— gaat gemakkelijk over in een zure gisting waarbij kwalijk ruikende produkten ontstaan,

— bovendien is het verse slib moeilijk op natuurlijke wijze te drogen.




*Afb. 1.*

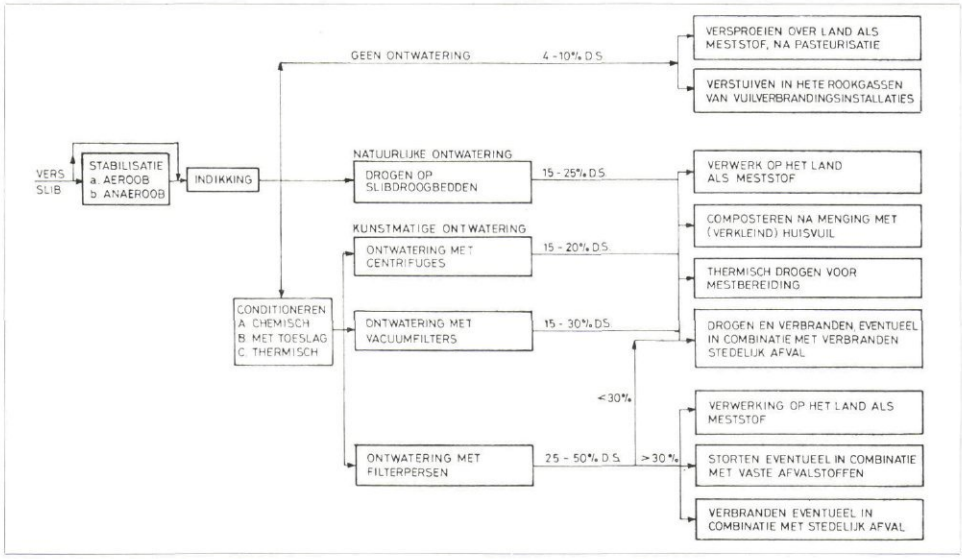
Elke slibbehandeling dient derhalve gebaseerd te zijn op het verminderen van het volume en het verkrijgen van een produkt dat deze negatieve eigenschappen mist. Daartoe zal het slib gestabiliseerd worden. Het stabiliseren van het slib kan zowel aeroob als anaeroob plaatsvinden. Momenteel wordt in Nederland ongeveer 40 % van het slib anaeroob gestabiliseerd, 36 % wordt niet gestabiliseerd maar vers, na chemische of thermische conditionering, ontwaterd.
Tijdens deze cursus zal nader op de stabilisatie worden ingegaan. Hier volstaat de volgende afb. (afb. 1), afkomstig van prof. Koot, waarin u ziet dat ongeveer 60 % van de organische stof in het verse slib verdwijnt bij de vergisting, zodat van de volgens de literatuur geproduceerde 80 gram per inwoner per dag na vergisting ± 44 gram overblijft, hetgeen neerkomt op ongeveer 16 kg slib per inwoner per jaar.
Nu blijkt uit onze slibenquêtes dat deze hoeveelheid in Nederland niet gehaald wordt. In tabel I ziet u de gegevens voor ons land. U dient hier te kijken naar de hoeveelheden welke zijn aangegeven bij de actief slibinstallatie, de oxydatiesloot en het oxydatiebed. De cijfers bij de mechanische zuivering worden volkomen scheef getrokken door de installatie in Den Haag, waar zoals u bekend zal zijn, het afvalwater een bezinking ondergaat en vervolgens met pijpen het effluent en het slib, dat een drogestof gehalte heeft van ongeveer 1 %, op zee worden geloosd. De slibproduktiegegevens die wij in Nederland via de enquêtes vinden zijn samen met de Duitse gegevens de laagste in Europa. Op het EG-slibsymposium, dat in oktober 1980 te Wenen gehouden is en waarvan in $H_2O$ nr. 8 van dit jaar verslag is gedaan, werd melding gemaakt van slibproduktie per inwoner en per dag variërend van 36 gram drogestof (Nederland en Duitsland) tot de ongeloofwaardige waarde van 260 gram. Nader onderzoek hierover gaat starten.
Hoe is nu de verdeling van de typen zuiveringsinrichtingen in Nederland? In tabel II ziet u de procentuele verdeling van 1965 tot en met 1979. Daaruit blijkt een snelle opkomst van de oxydatiesloot in de jaren '70. Bijna de helft van het aantal inrichtingen werkt met dit zuiveringssysteem.
In afbeelding 2 is een schema van mogelijke slibverwerkingsmethoden weergegeven. Zoals u ziet is de volgende stap na het stabiliseren het indikken. Hiermee kan een drogestof gehalte van 4 - 10 % worden bereikt.
Dit natte slib kan worden gebruikt voor bemestingsdoeleinden en het is mogelijk het te verstuiven in de rookgassen van vuilverbrandingsinstallaties.
Voor het gebruik van vloeibaar zuiveringsslib op bouw- en grasland heeft de Unie van Waterschappen in februari 1980 een richtlijn uitgegeven, waarin de maximaal toelaatbare hoeveelheden slib en gehalten aan zware metalen zijn aangegeven. Hier wordt straks op teruggekomen.
Voor alle andere verwerkingstechnieken is een ontwatering van het slib noodzakelijk. Deze ontwatering kan op verschillende manieren gebeuren.
Andere sprekers zullen zowel de natuurlijke ontwatering als de kunstmatige ont-

TABEL I - *Slibproduktie in kg drogestof per inwoner equivalent per jaar.*

| | Imhoff | 1974 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Mechanische zuivering | 12,4 | 9,5 | 14,9 | 11,4 | 13,1 | 16,3 |
| 2. Actief slib installatie | 19,7 | 12,1 | 13,4 | 13,6 | 13,6 | 16,8 |
| 3. Oxydatie sloot | — | 13,4 | 21,9 | 23,1 | 14,1 | 15,2 |
| 4. Oxydatie bed | 16,4 | 9,9 | 9,2 | 9,4 | 9,1 | 10,5 |
| Gem.: | 16,0 | — | 13,9 | 13,5 | 12,6 | 14,9 |

TABEL II - *Type zuiveringsinrichtingen in procenten.*

| Type zuivering | 1965 | 1970 | 1974 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mechanische zuivering | 45 | 33 | 16 | 15 | 14 | 14 | 14 |
| Actief slib installatie | 6 | 7 | 16 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Oxydatie sloot | 22 | 33 | 40 | 45 | 44 | 45 | 44 |
| Oxydatie bed | 25 | 25 | 25 | 22 | 22 | 19 | 20 |
| Rest en geen opgave | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |




*Afb. 2 - Schema slibverwerking.*

watering uitgebreid bespreken. In het schema ziet u welke drogestof gehalten met de verschillende ontwateringsmethoden ongeveer kunnen worden bereikt.
In ons land wordt het meeste slib nat afgevoerd. De verdeling van de slibafvoer in relatie tot de drogestof gehalten is in de volgende tabel gegeven (tabel III). Er wordt vrijwel geen slib afgevoerd met een drogestof gehalte van meer dan 40 %.
Overeenkomend hiermee blijkt dat het merendeel van het slib 'ten nutte' wordt aangewend: hetzij rechtstreeks in de landbouw, hetzij via de tussenhandel gemaakt tot zwarte grond en geleverd aan bijvoorbeeld plantsoendiensten.
De percentages slib die op deze wijze werden benut in de laatste jaren ziet u in tabel IV. In deze tabel is ook weer onderscheid gemaakt naar percentages benutting mét en zonder Den Haag, want ook hier geldt in sterke mate dat de in Den Haag geproduceerde hoeveelheid van 2,3 miljoen m³ slib met een drogestof gehalte van ongeveer 1 %, de resultaten duidelijk beïnvloedt.
Een totaal overzicht van de bestemmingen van het slib in het jaar 1979 wordt gegeven in tabel V. De categorieën a en b uit deze tabel vormen samen die hoeveelheid die in de vorige tabel als gebruik ten nutte wordt aangemerkt.
U ziet dat slechts een klein deel van het

TABEL III - *Procentuele verdeling van de drogestof gehalten (excl. Den Haag).*

| Gehalte drogestof | 1974 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 – 5 | 61,7 | 65,7 | 68,8 | 65,1 | 69,7 |
| 5 – 10 | 22,3 | 20,9 | 17,6 | 19,9 | 12,6 |
| 10 – 20 | 6,7 | 4,8 | 4,2 | 4,9 | 7,7 |
| 20 – 30 | 3,9 | 3,7 | 3,0 | 4,1 | 3,1 |
| 30 – 40 | 3,1 | 3,7 | 3,2 | 3,9 | 4,4 |
| 40 – 100 | 2,3 | 1,25 | 3,1 | 2,1 | 2,4 |

TABEL IV - *Bestemming ten nutte in procenten van de totale slibproduktie.*

| | 1974 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
|---|---|---|---|---|---|
| Als volume: | | | | | |
| incl. Den Haag | 32 | 34,5 | 33,5 | 38,8 | 44,0 |
| excl. Den Haag | 70 | 58,3 | 67,8 | 85,5 | 83,4 |
| Als drogestof: | | | | | |
| incl. Den Haag | 46 | 55,0 | 52,7 | 51,6 | 62,3 |
| excl. Den Haag | 58 | 62,3 | 58,5 | 59,1 | 70,0 |

slib wordt verbrand en dat ook het storten van slib, wanneer u kijkt naar de volumina, niet zo'n belangrijke verwijderingsmethode vormt.
U heeft nu een indruk kunnen krijgen van wat er zoal met het zuiveringsslib in Nederland gebeurt. Om welke hoeveelheid gaat het nu in totaal en wat is de samenstelling van het slib?
Allereerst wil ik u dan tabel VI laten zien, welke de slibproduktie vanaf 1959 toont. Deze cijfers geven de produktie inclusief Den Haag.
U ziet de toename van 1960 - 1970 met ongeveer 70.000 ton, van 1970 tot 1980 zelfs met ruim 140.000 ton.
De prognoses uit het Indicatief Meerjaren

TABEL V - *Bestemming van het slib in 1979* (in %).

| | a | b | c | d | e |
|---|---|---|---|---|---|
| Volume: | | | | | |
| met Den Haag | 33,3 | 10,7 | 8,0 | 47,3 | 0,6 |
| zonder Den Haag | 63,2 | 20,2 | 15,2 | 0,2 | 1,2 |
| Drogestof: | | | | | |
| met Den Haag | 41,2 | 21,1 | 24,5 | 11,0 | 2,2 |
| zonder Den Haag | 46,2 | 23,7 | 27,5 | 0,1 | 2,5 |

a: landbouw, tuinbouw, bollenteelt
b: plantsoenen, gebruik als 'zwarte grond'
c: storten
d: afvoer naar oppervlakte water
e: verbranden

TABEL VI - *De slibproduktie in Nederland.*

| Jaar | m³ | Ton drogestof |
|---|---|---|
| 1959 | 161.000 | 13.500 |
| 1965 | 311.000 | 32.000 |
| 1970 | 800.000 | 86.500 |
| 1974 | 3.190.000 | 137.000 |
| 1976 | 3.940.000 | 183.000 |
| 1977 | 4.954.500 | 202.500 |
| 1978 | 5.070.000 | 201.000 |
| 1979 | 5.208.000 | 230.000 |

Programma luiden dat in 1985 (inclusief defosfateringsslib) ± 400.000 ton slib geproduceerd zal worden. Wat er met deze hoeveelheid moet gebeuren is onder andere afhankelijk van de chemische samenstelling van het slib. Het lijkt waarschijnlijk, maar hierover zal ir. K. Strijbis u aan het eind van deze dag nader informeren, dat voor een aantal bestemmingen kwaliteitseisen aan het slib gesteld gaan worden.
In een laatste tabel (tabel VII) wil ik u de huidige kwaliteit van het zuiveringsslib laten zien. De gemiddelde waarden voor al het geproduceerde slib zijn weergegeven met daarnaast de gemiddelde gehalten in het slib dat naar de landbouw gaat en dat, zoals ik eerder reeds zei, moet voldoen aan de Richtlijn van de Unie van Waterschappen. Zoals u ziet voldoen deze gemiddelden ook inderdaad aan deze richtlijn.
Hierbij moet nog worden opgemerkt dat in de Richtlijn van de Unie van Waterschappen ook een concentratiegrens voor arseen is opgenomen (nl. 10 ppm), maar dat het in het jaar 1979 nog niet gebruikelijk was om het slib op arseen te analyseren. In de richtlijn is voorgeschreven dat slib dat naar de landbouw gaat 4 keer per jaar door het Bedrijfslaboratorium in Oosterbeek wordt geanalyseerd, zodat de enquête over 1980 hierover meer informatie zal geven. Gemiddelde waarden, zoals in tabel VII gegeven, weerspiegelen echter niet altijd de werkelijkheid. Een uitsplitsing van de gegevens naar regio leert dat in een aantal regio's slib in de landbouw wordt afgezet

TABEL VII - *Chemische samenstelling van zuiveringsslib in het jaar 1979.*

| | | Gemiddeld (totaal) | Gemiddeld (landbouw) | Unie richtlijn |
|---|---|---|---|---|
| org. stof | % | 57,6 | 58,0 | |
| N | | 5,3 | 5,3 | |
| $P_2O_5$ | | 5,1 | 5,5 | |
| CaO | | 7,9 | 7,9 | |
| K | | 0,5 | 0,5 | |
| Mg | | 0,5 | 0,5 | |
| Cl | | 0,6 | 0,6 | |
| Zn | ppm | 1106 | 1589 | 2000 |
| Pb | | 364 | 351 | 500 |
| Cu | | 564 | 522 | 600 |
| Cr | | 351 | 184 | 500 |
| Cd | | 8 | 7 | 10 |
| Ni | | 63 | 58 | 100 |
| Hg | | 4 | 3 | 10 |

dat vrijwel konsekwent voor bepaalde metalen de Unie-norm overschrijdt. Kennelijk wordt de sanering aan de bron niet overal even voortvarend aangepakt.
Het element koper levert de meeste problemen op. Momenteel wordt een onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen de agressiviteit van het water en het kopergehalte.
Bij het ontsmetten van bloembollen wordt kwik gebruikt. Dit metaal wordt ook in aanzienlijke hoeveelheden in zuiveringsslib afkomstig uit de bollenstreek gevonden.
Arseengehalten in het slib werden dan wel niet algemeen bepaald, uit de praktijk is het bekend dat na het doodspuiten van aardappelloof met natriumarseniet veel van het metaal in het slib gedetecteerd kan worden.

Omdat het analyserapport van partijen slib die in de landbouw worden afgezet in de praktijk niet beschikbaar zal zijn op het moment dat het slib ook daadwerkelijk op het land is gebracht, maar veelal pas maanden later, lijkt het zinvol slib te beoordelen aan de hand van een voortschrijdend gemiddelde. Bij de invoering van de Unie-richtlijn is een begeleidingscommissie in het leven geroepen die tot taak heeft het functioneren van de richtlijn te toetsen en ervoor moet waken dat in de toekomst alleen goedgekeurde partijen slib op ons bouw- en grasland terecht komen.
Het is duidelijk dat voor het slib dat niet aan de eisen voor landbouwkundig gebruik voldoet een andere bestemming gevonden moet worden. U zult hierover tijdens deze cursus meer horen.
Ik hoop u met mijn relaas althans een overzicht gegeven te hebben van de huidige hoeveelheden, bestemmingen en kwaliteit van het zuiveringsslib in Nederland en wil tot slot nog enig onderzoek melden dat zich zowel buiten als binnen Nederland afspeelt.
Vanaf 1972 wordt onderzoek op slibgebied in Europa gecoördineerd binnen de zogenaamde concerted action Cost-68. In deze gezamenlijke actie participeren naast de EG-lidstaten ook Oostenrijk, Zwitserland, Noorwegen, Zweden en Finland, terwijl met Canada nauwe contacten bestaan.
Momenteel zijn zo'n 400 onderzoeksprojecten gemeld. Het programma wordt opgedeeld over 5 werkgroepen die zich bezighouden met respectievelijk

1. de behandeling van slib,
2. de chemische verontreiniging van slib,
3. de biologische verontreiniging van slib,
4. het gebruik van slib in de landbouw en
5. de milieu-effecten van het slib.

De gehele actie moet resulteren in Europese aanbevelingen voor de behandeling en het gebruik van zuiveringsslib.
Ook de NATO wil zich gaan bezighouden met onderzoek op slibgebied in het kader van de NATO/CCMS (Committee for the Challenges of Modern Society). Onlangs is voorgesteld een 'pilot study on treatment and disposal of municipal sewage sludge' te verrichten. Deze studie zal in 4 delen worden opgesplitst nl.

1. wetgeving en regelingen
2. verwijderingsmethoden
3. positieve toepassingen
4. verbranden.

Een iets andere aanpak dan die van Cost-68, maar gevaar voor overlapping is niet denkbeeldig.
Binnen Nederland wordt veel slibonderzoek verricht in opdracht van de Stora. Zo zal binnenkort het project zuiveringsslib, zwarte grond en compost starten. In het kader van dit project zal literatuur-, praktijk- en leveranciersinformatie over het zwarte grond- en slibcompostbedrijf worden verzameld en geëvalueerd.
Er zijn al Stora publicaties verschenen op gebieden van o.a. microscopisch slibonderzoek, slibindikking en slibontwatering tot meer dan 40 % droge stof. Ook heeft in opdracht van de Stora analyse van zuiveringsslib op organochloorverbindingen en polychloorbiphenylen plaatsgevonden.
Het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne financieert ook enige slibprojecten, maar hierover zal u van de heer Strijbis meer horen. Ik wilde het hier bij laten.

**Literatuur**

Brouwer, J. W. *De produktie en afvoer van afvalwaterzuiveringsslib in Nederland.* Uitkomsten enquête 1974. H$_2$O (10) 1977, nr. 1.

Duvoort-van Engers, L. E. *Enquête betreffende de produktie, bestemming en kwaliteit van zuiveringsslib in Nederland in het jaar 1979.* In press.

Van Engers, L. E. *NVA-enquête betreffende de produktie, bestemming en kwaliteit van zuiveringsslib in Nederland in 1976.* H$_2$O (12) 1979, nr. 10.

Idem. *NVA-enquête betreffende de produktie, bestemming en kwaliteit van zuiveringsslib in Nederland in het jaar 1977.* H$_2$O (12) 1979, nr. 16.

Idem. *NVA-enquête betreffende de produktie, bestemming en kwaliteit van zuiveringsslib in Nederland in het jaar 1978.* H$_2$O (13) 1980, nr. 13.

Imhoff, K. *Taschenbuch der Stadtentwässerung.* München, R. Oldenbourg, 22 Auflage 1969.

Koot, A. C. J. *Behandeling van afvalwater.* Technische Hogeschool Delft, 1972.

## Agenda

*2-6 februari 1982, Chislehurst, Kent:* Seminar 'Microprocessor based equipment, design and development'. Inl.: Sira Institute Ltd., South Hill Chislehurst, Kent BR7 5EH England.

*4 februari 1982, Utrecht:* KOMO-dag 1982. Inl.: Stichting KOMO, Postbus 240, 2280 AE Rijswijk, tel. (070) 99 14 50.

*11-12 februari 1982:* Seminar Sampling systems for on-line process measurements. Inl.: Sira Institute Ltd., South Hill Chislehurst, Kent BR7 5EH England.

*15 t/m 18 februari 1982, Bahrain:* Oceanexpo-Middle-East. Inl.: Isabelle Rigatl, Service de Presse, Oceanexpo-Middle-East, 8, rue de la Michodière, 75002 Paris - France.

*23 t/m 28 februari 1982, Birmingham:* Public Works Congress and Exhibition. Inl.: Sir Leonard Millis, Secretary, The Public Works & Municipal Services Congress & Exhibition, Monaco House, Engeland.
Bristol Street, Birmingham B5 7AS.

*10 - 12 maart 1982:* 15e Essener Tagung. Inl. Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft, Templergraben 55, 5100 Aken, BRD, tel. (0241) 80 52 07.

*23 - 25 maart 1982, München (BRD):* Abwasserbiologischer Einführungskurs. Inl. prof. dr. M. Ruf, Bayerische Landesanstalt für Wasserversorgung, Kaulbachstrasse 37, 8000 München, tel. (2180) 1 22 91.

*20 en 21 april 1982, Bournemouth (England):* Symposium en tentoonstelling 'Data Processing in the Water Industry'. Inl. The Institute of Water Pollution Control, Ledson House, 53 London Road, Maidstone, Kent ME16 8JH, tel. (0622) 6 20 34.

*21 t/m 23 april 1982, Antwerpen:* International Symposium Water Filtration, Antwerpen. Inl. K.VIV Symposium Water Filtration, Jan van Rijswijcklaan 58, B-2000 Antwerpen, tel. (031) 16 09 96.

*14 t/m 18 juni 1982, Espoo, Finland:* First International Symposium on Off-Flavours in the Aquatic Environment. Inl. Finland Travel Bureau Ltd., Congress Dept., P.O. Box 319, SF-00101 Helsinki 10, Finland.

*13 t/m 17 september 1982, Amsterdam:* Symposium International Association for Hydraulic Research tijdens Aquatech '82. Inl. Secretariaat IAHR Symposium 1982, p/a Hydraulisch Laboratorium Delft, Afd. PR, Postbus 177, 2600 MH Delft.