

Bestrijding van de verzilting van het kanaal Gent-Terneuzen

M. CALLENS, MEVR. Y. KREPS-HEYNDRIKX
Ingenieur en Hoofdingenieur-Directeur van Bruggen en Wegen,
Dienst van het Stroomgebied der Schelde.

P. VANSTEEELANDT
Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen
Dienst van het Mijnwezen - Afdeling Vlaanderen

INLEIDING.

Op het symposium « Bergen van Havenslib en Baggerspecieën », dat door het Technologisch Instituut - K.VIV op 4 en 5 december 1979 te Gent werd gehouden, heeft P. Vansteelandt in zijn uiteenzetting « Hydrogeologische en ruimtelijke aspecten van de stortplaatsen in het Gentse » het probleem van het verzilt Zeekanaal naar voor gebracht. Hierbij stelde hij dat de nadelige gevolgen van deze verzilting voor de industrie, de landbouw en het leefmilieu niet te overzien zijn.

Onder impuls van de auteurs en op verzoek van het Provinciebestuur werd er door de toenmalige Minister van de Vlaamse Gemeenschap, Dr. M. Galle, opdracht gegeven om een oppervlaktewaterstudie en een hydrogeologische studie in de kanaalzone uit te voeren. Deze studies worden door een stuurgroep en twee werkgroepen begeleid. Hierin zijn vertegenwoordigers van de betrokken diensten vertegenwoordigd. De eindrapporten zullen eind 1983 gedeponneerd worden.

Uit het voorgaande blijkt dat de auteurs goed geplaatst zijn om het aangehaald probleem toe te lichten. Hierbij baseren zij zich op een uitgebreide literatuur en op talrijke meetresultaten.

1. HYDROGEOLOGIE.

Het gebied is opgebouwd uit een dek van kwartaire sedimenten van wisselende dikte en faciës. Het rust op een substraat bestaande uit subhorizontale afzettingen van tertiaire ouderdom (figuur 1).

Tussen de grofkorrelige basiszone en de bovenste zandlaag van het kwartaire dek komt er meestal een leemlaag van wisselende dikte voor. De grondwateraftappingen geschieden meestal in de grofkorrelige basiszone. De tussenliggende leemlaag filtreert het water dat eerst door de bovenste zandlaag moet percoleren. In de meeste putten, die tot in de grofkorrelige basiszone reiken, bekomt men specifieke debieten (per meter afpompings) van 5 m³/uur.

De waterlaag in het Kwartair wordt in het noorden door de Klei van Asse (Bartoniaan) begrensd. Ten zuiden van de Klei van Asse vormen deze kwartaire afzettingen samen met de Ledo-Paniselaaizanden één waterlaag.

In de Polders nl. ten noorden van Zelzate is het grondwater verzilt (1). Het niveau waarop de verzilting wordt waargenomen is echter zeer sterk wisselend (figuur 2).

Ten zuiden van de Polders nl. vanaf Zelzate loopt het reliëf iets op. In dit gebied nl. Binnen-Vlaanderen is er een grond-

joen m³/jaar aan een gemiddeld grondwatergebruik van 20.000 m³/ha.

Zoals voor water bestemd voor huishoudelijk of industrieel gebruik is de kwaliteit van het beregeningswater van het allergrootste belang. De aanbevolen richtnormen vallen in bepaalde gevallen strenger uit dan de criteria gebruikt voor de beoordeling van drinkwater. Indien bijvoorbeeld 70 mg Na- of Cl-ionen per liter aanwezig zijn, kan op bepaalde tuinbouwbedrijven reeds oogstreductie optreden.

Aangezien het voortbestaan van de bedrijven in een belangrijke mate van de kwaliteit en de kwantiteit van het grondwater afhangt dringt een regionale grondwaterbeschermingspolitiek zich dan ook op.

2. HET VERDRAG TUSSEN NEDERLAND EN BELGIE

Op 20 juni 1960 kwam het verdrag tussen Nederland en België tot stand betreffende een algehele verruiming van het Zeekanaal en het bouwen van een grote zeevaartsluis te Terneuzen. Het hernieuwd kanaal met een toegankelijkheid voor zeeschepen tot 60.000 ton heeft volgende gemiddelde afmetingen :

	Belgisch grondgebied	Nederlands grondgebied
— bodembreedte	67,70 m	62 m
— breedte aan de waterlijn	200 m	150 m
— diepte	13,5 m	13,5 m
— natte sectie	1.804 m ²	1.431 m ²
— aantal keren oude sectie	6,8	5,4
De oude kanaalafmetingen waren de volgende (2) :		
— bodembreedte	17 m	
— breedte aan de waterlijn	65 m	
— diepte	6,5 m	
— natte sectie	266,5 m ²	

waterstroming naar het Zeekanaal ; in de Polders daarentegen is er kwel vanuit het Zeekanaal naar de aanpalende landbouwgronden.

De meeste bedrijven in de Gentse Kanaalzone schakelen over op grondwater. Volgende redenen worden hierbij aangehaald :

- een steeds toenemende kostprijs van het leidingwater met daarenboven onvoldoende drukgaranties ;
- de verontreiniging en verzilting van het kanaalwater.

De Gentse sierplantenteelt maakt praktisch altijd gebruik van freatisch grondwater. Per groeiseizoen heeft men per ha, zowel buiten als onder glas, 10 à 30.000 m³ grondwater nodig. Voor een oppervlakte van 600 ha in het Gentse is er een grondwaterbehoefte van 12 mil-

Artikel 32 van het bilateraal verdrag vermeldt o.a. het volgende :

« De beide regeringen zullen, elk op haar gebied, de nodige maatregelen treffen ten einde te bewerkstelligen, dat de door het Belgisch aan het Nederlands gedeelte van het kanaal toegevoegde hoeveelheid zoet voedingswater en de door de sluizen te Terneuzen toetredende hoeveelheid zout water zodanig op elkaar zijn afgestemd, dat te Terneuzen op 2.200 m ten zuiden van de Westsluis een gehalte aan chloorionen van 3,5 gram per liter gemiddeld over de gehele diepte van het kanaal niet wordt overschreden. »

3. DE WATERAFVOER (3).

De voeding van het kanaal gebeurt via de Tolhuisstuw (figuur 3) met water van de Bovenschelde en de Leie. In droge pe-

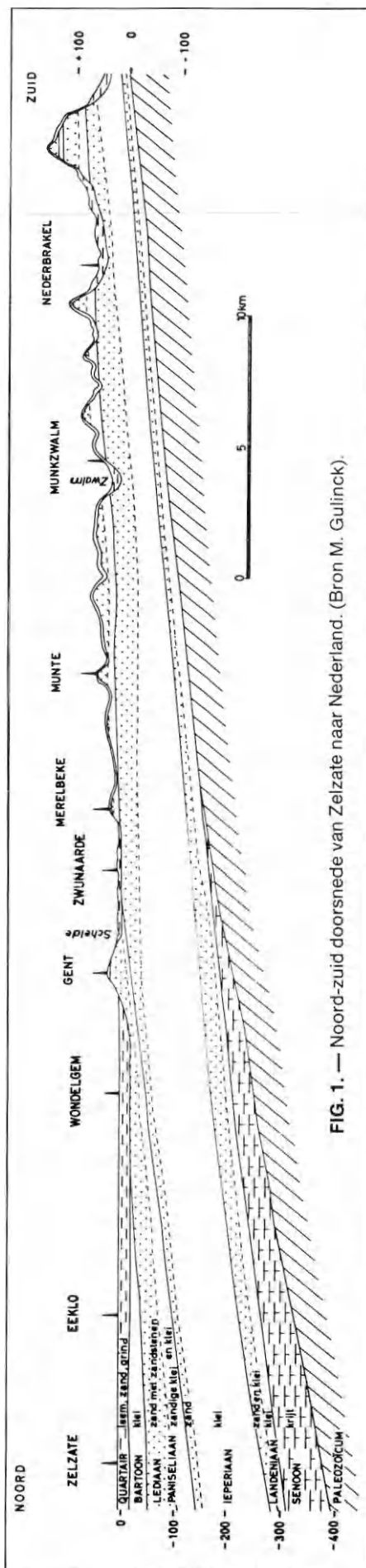


FIG. 1. — Noord-zuid doorsnede van Zelzate naar Nederland. (Bron M. Gulinck).

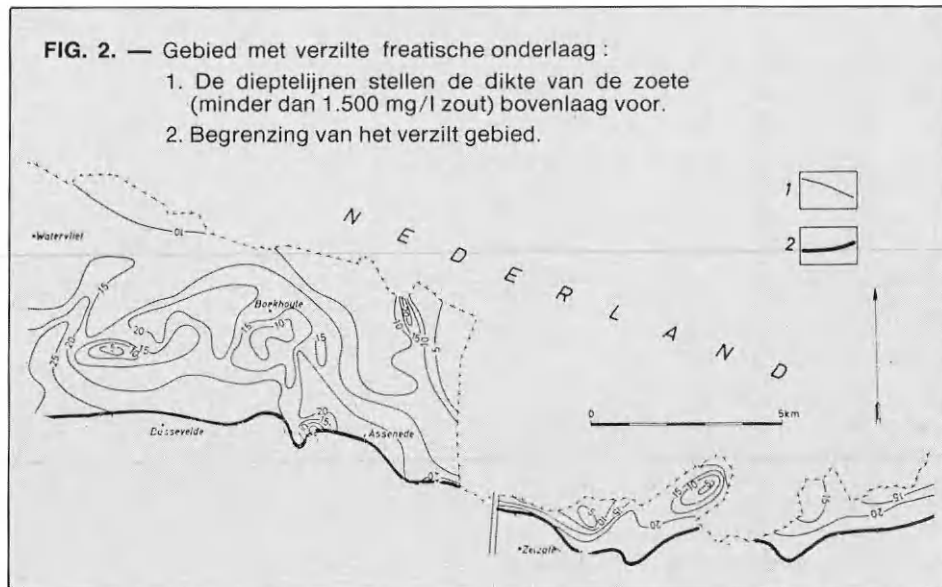


FIG. 2. — Gebied met verzilte freatische onderlaag :

1. De dieptelijnen stellen de dikte van de zoete (minder dan 1.500 mg/l zout) bovenlaag voor.
2. Begrenzing van het verzilt gebied.

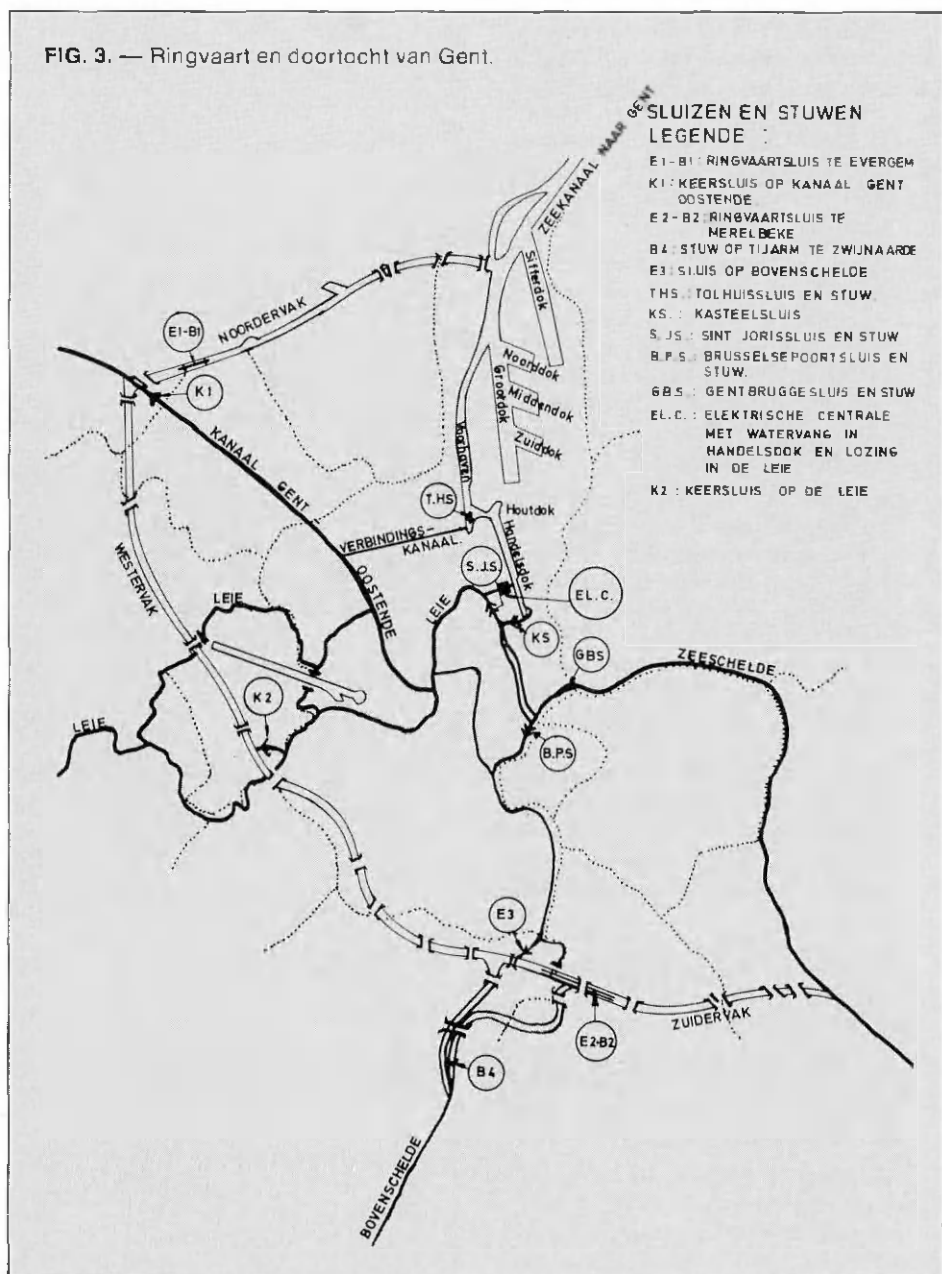


FIG. 3. — Ringvaart en doortocht van Gent.

SLUIZEN EN STUWEN

LEGENDE :

- E1-B1 : RINGVAARTSLUIS TE EVERGEM
- K1 : KEERSLUIS OP KANAAL GENT OOSTENDE
- E2-B2 : RINGVAARTSLUIS TE MERELBEKE
- B4 : STUW OP TIJARM TE ZWIJNAARDE
- E3 : SLUIS OP BOVENSCHelde
- T.H.S. : TOLHUISSLUIS EN STUW
- K.S. : KASTEELSLUIS
- S.J.S. : SINT JORISSLUIS EN STUW
- B.P.S. : BRUSSELSPOORTSLUIS EN STUW
- G.B.S. : GENTBRUGGESLUIS EN STUW
- E.L.C. : ELEKTRISCHE CENTRALE MET WATERVANG IN HANDELSDOEK EN LOZING IN DE LEIE
- K2 : KEERSLUIS OP DE LEIE

riodes wordt al het beschikbare boven-debiet aangewend voor de voeding van het Zeekanaal alsook voor de kanalen in West-Vlaanderen en wordt er geen water meer afgevoerd naar de Zeeschelde.

De eerste jaren na de verruiming was het voedingsdebiet 10 à 12 m³/sec en nog minder in droge periodes. Sinds eind 1974 zijn de maandgemiddelden bijna steeds tussen de 15 en 20 m³/sec gelegen behalve in de zeer droge zomer van 1976 (augustus 5,82 m³/sec) alsook in 1978 (zomerperiode 10 à 12 m³/sec).

Deze cijfers houden rekening met de wateraftapping in het Handelsdok (figuur 3) door de Elektriciteitscentrale van de stad Gent. Na opwarming wordt het koelwater (schommelend tussen 0 en 5 m³/sec) in de Leie in de binnenstad geloosd. Op deze manier kan eventueel verzilt kanaalwater in de stad terechtkomen.

Het Zeekanaal wordt ook aangewend om bij groot waterbezwaar rechtstreeks water vanuit Gent naar de Westerschelde af te voeren. Theoretisch zou langs dit kanaal 100 m³/sec, gemiddeld over het getij, moeten kunnen afgevoerd worden. Dit cijfer is ook opgenomen in het bilateraal verdrag.

De afvoer gebeurt dan enerzijds via de Tolhuisstuw (beperkt tot ca 30 m³/sec) en anderzijds via de afvoeriolen (2 openingen van 9 m²) van de sluis te Evergem op het Noordervak van de Ringvaart. Voor de waterafvoer via het Zeekanaal moet rekening worden gehouden met volgende beperkingen :

- bij gebruik van de afvoeriolen (2 openingen van 9 m²) van de sluis te Evergem kunnen geen schepen meer geschut worden. In de praktijk wordt dan ook slechts buiten de scheepvaarturen geloosd. Tot op heden werd er maximaal 25 à 30 m³/sec, gemiddeld over de dag, langs het Noordervak afgevoerd ;
- de afvoercapaciteit te Terneuzen wordt mede bepaald door het waterpeil in de Westerschelde. Een sterke noordwesten- tot westenwind kan de normale daling bij eb beletten, zodat alsdan de afvoermogelijkheden sterk verminderen ;
- bij gebruik van de afvoeriool van de Westsluis wordt de scheepvaart eveneens gehinderd ;
- het kanaalpeil mag maximaal 25 cm boven het normaal peil stijgen. In dat geval moet op verzoek van de Rijkswaterstaat alle waterafvoer langs deze weg worden stopgezet.

Tussen Gent en Terneuzen wordt het Zeekanaal nog gevoed door o.a. de Kale, de Avrijevaart en de Moervaart. Deze afvoerdebieten zijn te verwaarlozen t.o.v.

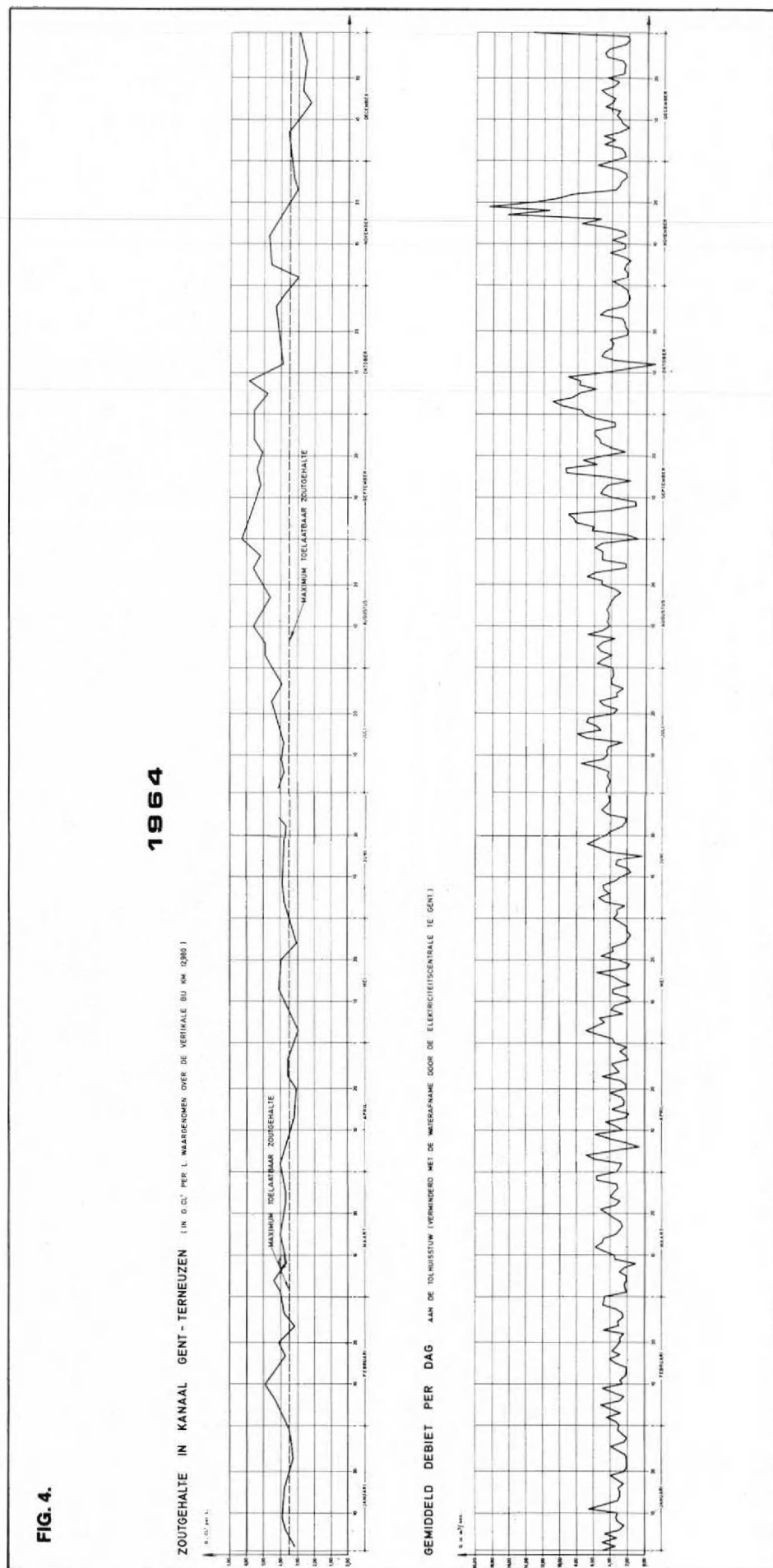
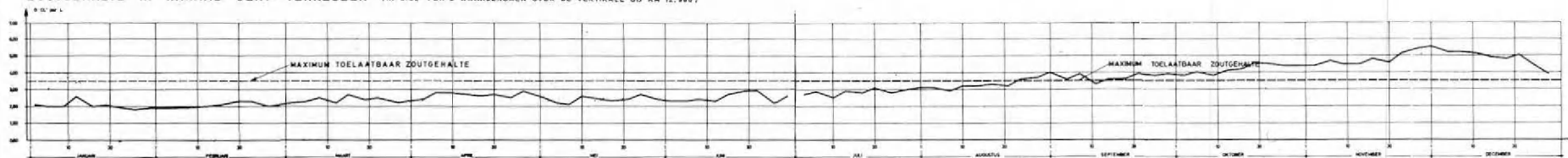


FIG. 5.

1978

ZOUTGEHALTE IN KANAAL GENT-TERNEUZEN (IN G.CL' PER L. WAARGENOMEN OVER DE VERTIKALE BIJ KM 12,980)



GEMIDDELD DEBIET PER DAG AAN DE TOLHUISSTUW (VERMINDERD MET DE WATERAFNAME DOOR DE ELEKTRICITEITSCENTRALE TE GENT)

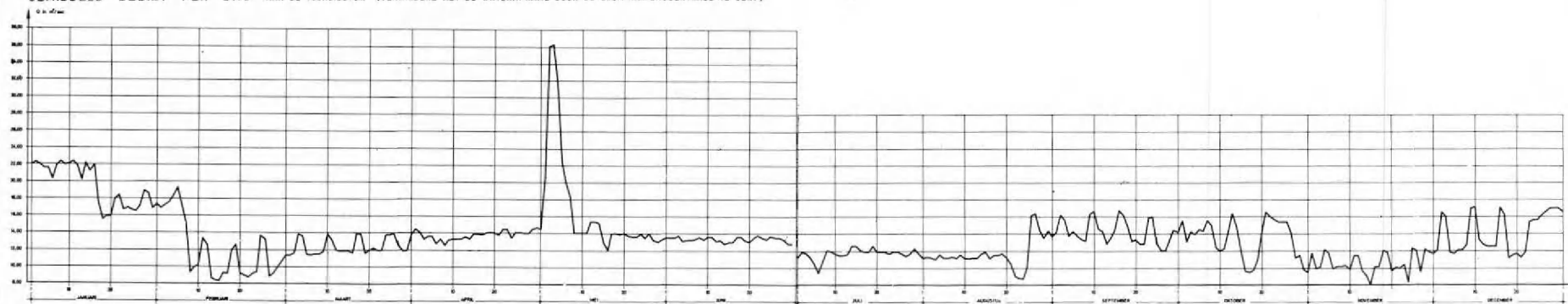
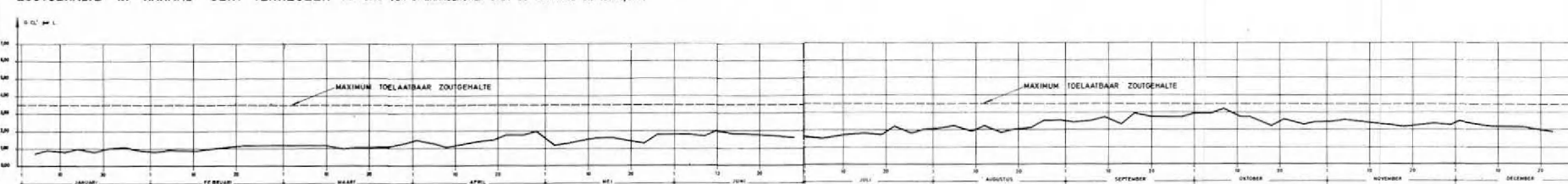


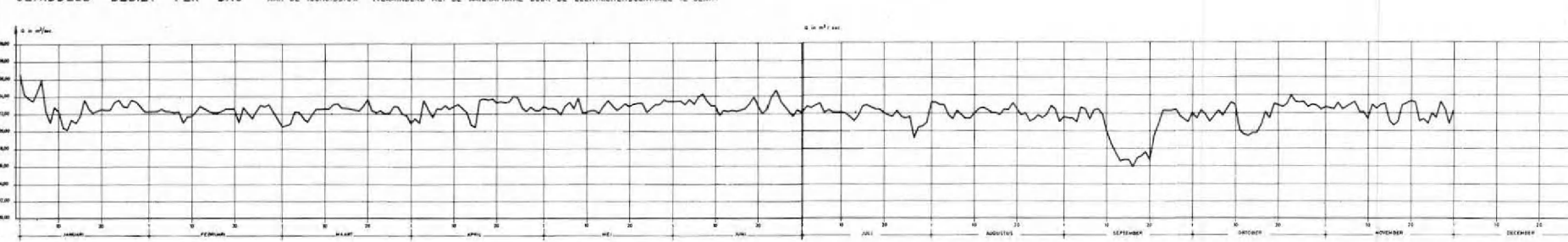
FIG. 6.

1982

ZOUTGEHALTE IN KANAAL GENT-TERNEUZEN (IN G.CL' PER L. WAARGENOMEN OVER DE VERTIKALE BIJ KM 12,980)



GEMIDDELD DEBIET PER DAG AAN DE TOLHUISSTUW (VERMINDERD MET DE WATERAFNAME DOOR DE ELEKTRICITEITSCENTRALE TE GENT)



Bron : BECEWA
Handelsdok
Koelwater E.G.W.

FIG. 7. — Evolutive van het chloridegehalte van het koelwater dat door de Elektriciteitscentrale van de stad Gent in het Handelsdok wordt opgepompt.

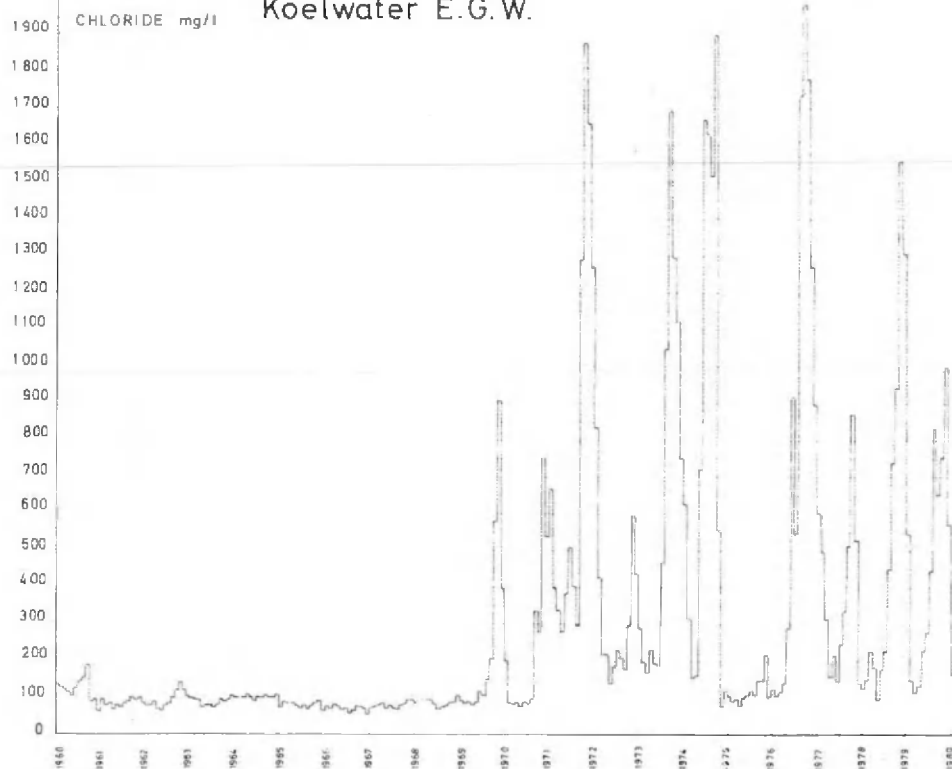
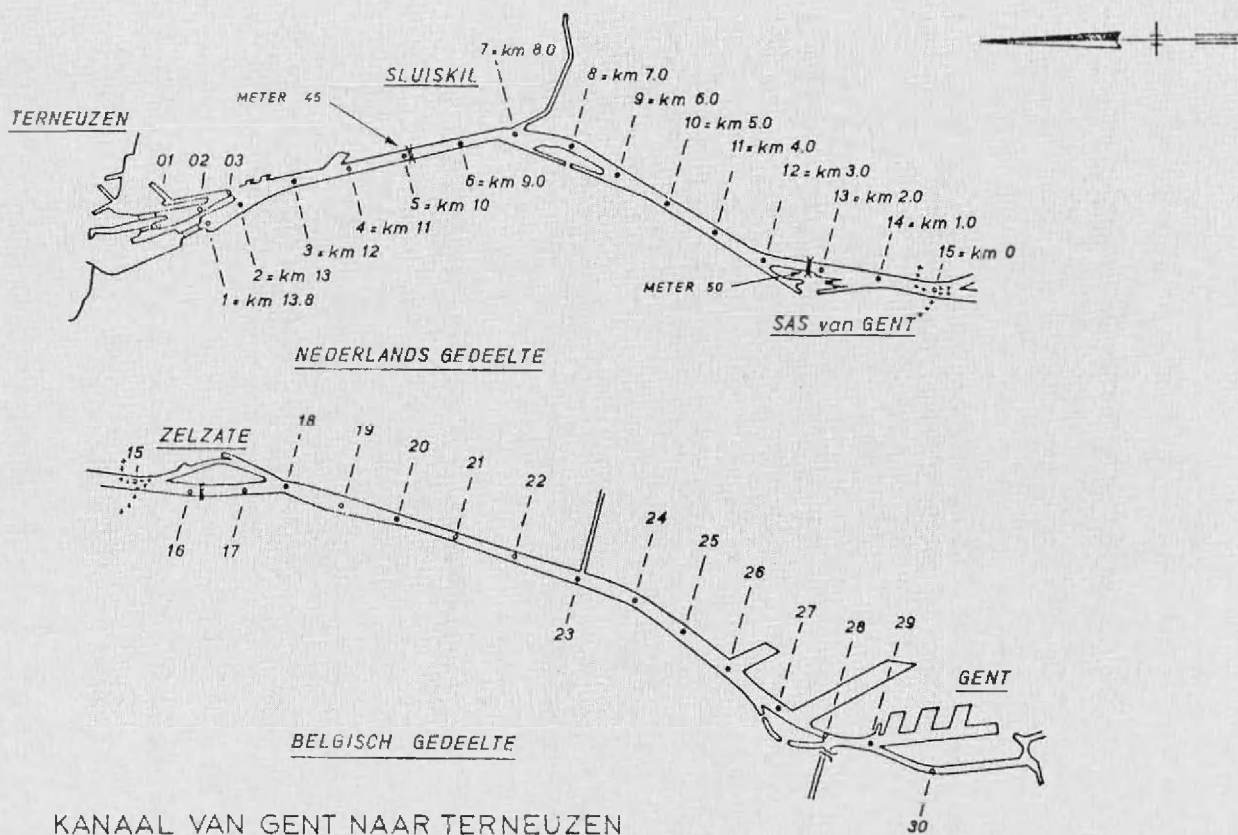


FIG. 8.



KANAAL VAN GENT NAAR TERNEUZEN
OVERZICHT WAARNEMINGSPUNTEN VOOR BEPALING ZOUTGEHALTE

de waterinlaat te Gent. Verder zijn er talrijke industriële wateraftappings, meestal voor koelwatergebruik. Door de N.V. SIDMAR kan er bv. 6.000 m³/u. afgetapt worden.

4. DE VERZILTING VAN HET ZEEKANAAL.

Door de Rijkswaterstaat werd er op het referentiepunt (2.200 m ten zuiden van de Westsluis nl. bij km 12,980) vanaf juni 1961 wekelijks een vertikaalmeting verricht. De meetresultaten worden samen met de waterinlaat te Gent, vermindert met het watergebruik van de elektrische centrale te Gent, in grafieken weergegeven.

Ten einde een vergelijking te kunnen maken van de meetresultaten vóór en na de openstelling van het hernieuwde Zeekanaal op 19 december 1968 worden de resultaten van 1964 (figuur 4), 1978 (figuur 5) en 1982 (figuur 6) met elkaar vergeleken.

De gemiddelde waterinlaat te Gent bedroeg voor de vermelde jaren respectievelijk 4, 14,7 en 22 m³/sec. Hieruit kan men afleiden dat de waterinlaat gevoelig is toegenomen.

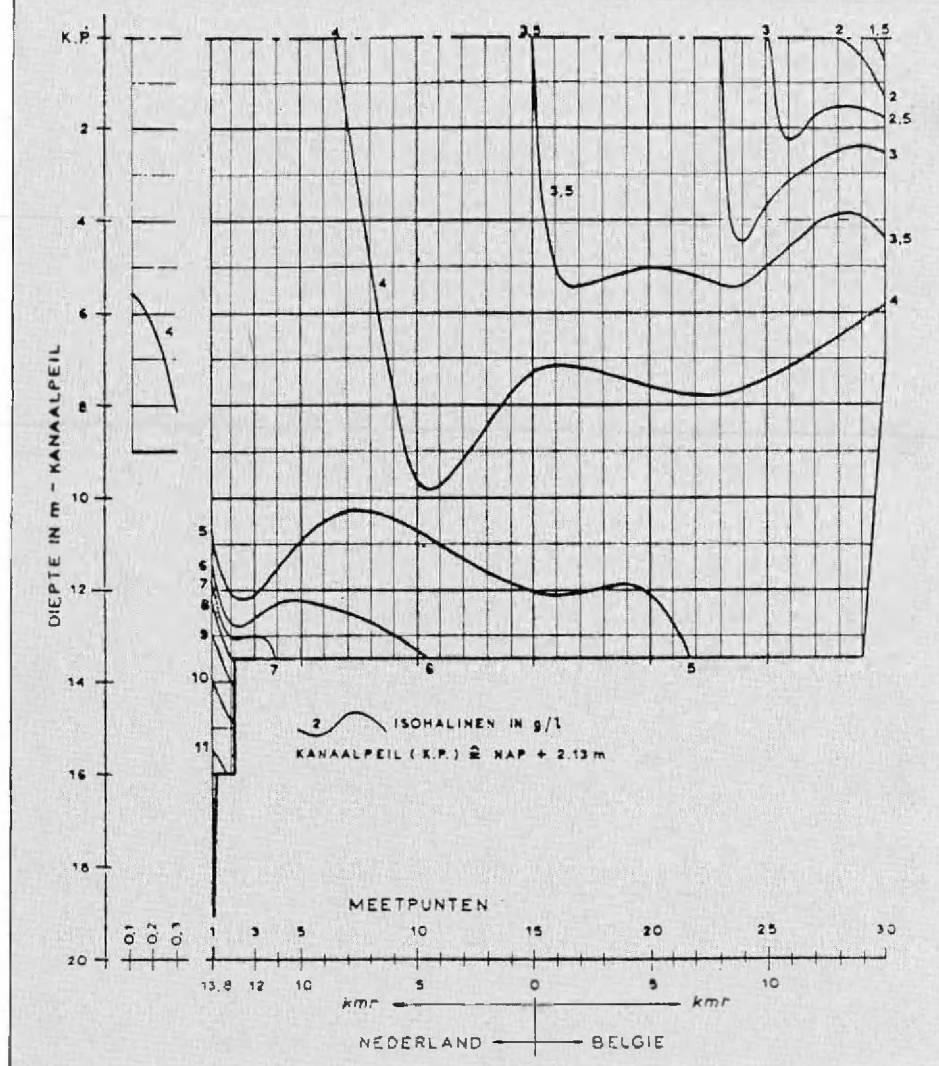
Verheugend is dat de gemiddelde stroomsnelheid in het jaar 1982 deze van 1964 benaderde. De minimale natte sectie is immers 5,4 keren de oude sectie.

Voor wat het zoutgehalte betreft stelt men vast dat er aan de eis van 3,5 g Cl⁻ per liter niet altijd voldaan wordt. Dit is echter wel het geval voor het jaar 1982. Eveneens kan men vaststellen dat het Cl⁻-gehalte onmiddellijk daalt bij een verhoging van de waterafvoer.

Door het Belgisch Studie- en Documentatie Centrum voor Water en Lucht (BECEWA) werd o.a. in het Handelsdok het chloridegehalte maandelijks gevolgd (figuur 7). Tot de zomer van 1969 was de indringing van zoutwater onbestaande. Na het ingebruiknemen van de nieuwe Zeesluis (19 december 1968) kwamen hoge zoutconcentraties nl. tot 1895 mg Cl⁻/l voor. Hieruit blijkt voldoende dat niettegenstaande er meestal aan de eis van 3,5 g/l op het referentiepunt wordt voldaan, het zeewater tot in Gent is opgerukt (4).

Door het personeel van de dienstkring Terneuzen van de Rijkswaterstaat zijn sinds de 40-er jaren met een frequentie van ca. éénmaal per maand op een groot aantal meetpunten in de as van het kanaal zoutmetingen verricht (5). Het betreft 33 meetpunten waarvan er vijftien in België zijn gelegen (figuur 8). Aan de hand van de vertikaalmetingen worden maandelijks isohalinen uitgetekend. Uit het voorbeeld van 29-12-1976 (figuur 9)

FIG. 9. — Isohalinen in g/l van het kanaal Gent-Terneuzen. Toestand op 29-12-1976.



blijkt voldoende dat de verzilting van het Zeekanaal tot in Gent een feit is geworden.

5. DE ZEEVAARTSLUIS TE TERNEUZEN.

De verbinding tussen de zoute Westerschelde en het in principe zoete Kanaal van Gent naar Terneuzen wordt momenteel gevormd door twee schutsluizen, namelijk de westsluis bestemd voor de zeevaart en de oostsluis bestemd voor de binnenvaart (figuur 10).

De ingebruikname van de gerenoveerde middensluis is uitgesteld. Deze sluis zal gebruikt worden voor het schutten van schepen met gevaarlijke stoffen en als reservesluis.

De afmetingen van de zeevaartsluis zijn (figuur 11):

- kolkbodem : N.A.P.-12,82 m ;
- drempel nabij binnenhoofd : N.A.P.-11,37 m ;
- sluisbreedte : 38 m (tussen de houten drijframen) ;

— lengte van de ongedeelde schutkolk : 290 - 355 m.

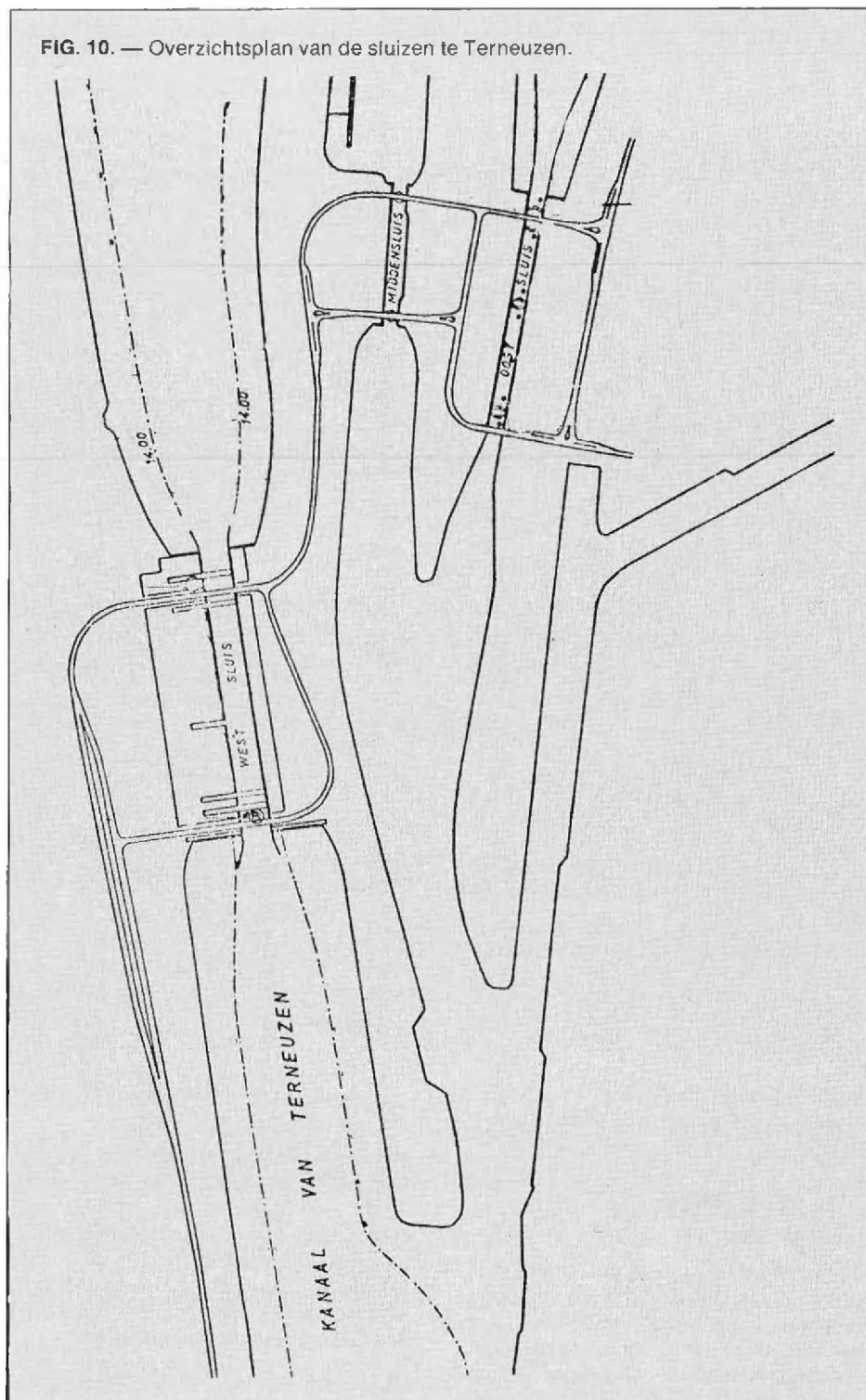
Het buitenhoofd, gelegen aan de zijde van de Westerschelde, en het binnenhoofd aan de kanaalzijde, hebben beide twee stalen roldeuren als keringsmiddelen, het tussenhoofd slechts één. Twee van de vijf deurkassen zijn ingericht als deurendok ten behoeve van het onderhoud van de stalen roldeuren (6).

De lengten van de door inschakeling van het tussenhoofd te vormen deelkolken bedragen minimaal 112 m, respectievelijk 170 m.

Voor het vullen en ledigen van de sluis wordt gebruik gemaakt van de spuirool. Die rool heeft een diepgelegen instroomopening aan de kanaalzijde van het binnenhoofd. De uitstroomopening aan de buitenhavenzijde wordt gevormd door een geperforeerde bodemplaat in het buitenhoofd.

Op die spuirool zijn twee naar de deelkolken lopende dwarsriolen aangesloten.

FIG. 10. — Overzichtsplan van de sluisen te Terneuzen.



De dwarsriolen monden in de deelkolken uit via een geperforeerde bodemplaat. Met behulp van schuiven ter plaatse van de aansluitingen van de dwarsriolen op de spuirool, kan het vullen en ledigen van de kolken en het spuien van kanaalwater worden geregeld.

De vul- en ledigingstijden bedragen bij het zeer extreme verval van 6 m voor de ongedeelde, de grote en de kleine deelkolk, respectievelijk 13, 12 en 8 minuten.

Bij gewoon tij kan de spuirool 130 m³/sec gemiddeld over een etmaal afvoeren. Dit houdt in dat er tijdens laagwater kan gespuid worden met een debiet van 150 tot 190 m³/sec.

6. NADELIGE GEVOLGEN VAN DE VERZILTING.

De gevolgen van de verzilting zijn niet te schatten :

- de corrosie van industriële koelin-

stallaties, vaartuigen en waterbouwkundige installaties ;

- de ongeschiktheid van het water als proceswater ;
- de verzilting van het grondwater bij het gebruik van kanaalwater als transportmiddel.

Door de N.V. SIDMAR wordt het kanaalwater vooral als koelwater gebruikt. Het pompstation is uitgerust met vier pompen elk met een debiet van 1.500 m³/u. Door het bedrijf werd er een onderzoek ingesteld naar de gedane en de te verwachten meerkosten voor de koelwaterinstallaties ten gevolge van de verzilting van het kanaalwater. Men kwam een meerkost van nagenoeg 2 miljard frank.

Talrijke bedrijven gebruiken kanaalwater als transportmiddel. Dit is o.a. het geval voor de gips- en vliegassenberging. Hierbij infiltreert het transportwater in het onderliggend zandmassief. Cl⁻ gehalten van meer dan 2.000 mg/l werden reeds vastgesteld.

Voor het behoud van de diepgang van de waterwegen moeten er regelmatig onderhoudsbaggerwerken worden uitgevoerd. Sedert de openstelling van het vernieuwd en verbreed Zeekanaal eind 1968 werden volgende onderhoudsbaggerwerken uitgevoerd :

- periode 1970-1971 : 640.000 m³
- periode 1975-1976 : 2.195.000 m³
- periode 1979-1981 : 1.500.000 m³

Bij het kalibreren van het Zeekanaal en het aanleggen van nieuwe dokken werden er reeds 30 miljoen m³ zand en leem op talrijke terreinen opgespoten.

In de onmiddellijke omgeving van de storten stelt men een belangrijke verzilting van het grondwater vast. Hierdoor geraakten talrijke ondiepe waterputten verzilt zodat men op stadswater moest overschakelen.

Tijdens droge zomers is de waterafvoer van de Moervaart (figuur 12) bijna nihil. Tijdens de droge zomer van het jaar 1976 stelde men zelfs vast dat het kanaalwater tot op grote afstand in de Moervaart en Zuidlede drong (7).

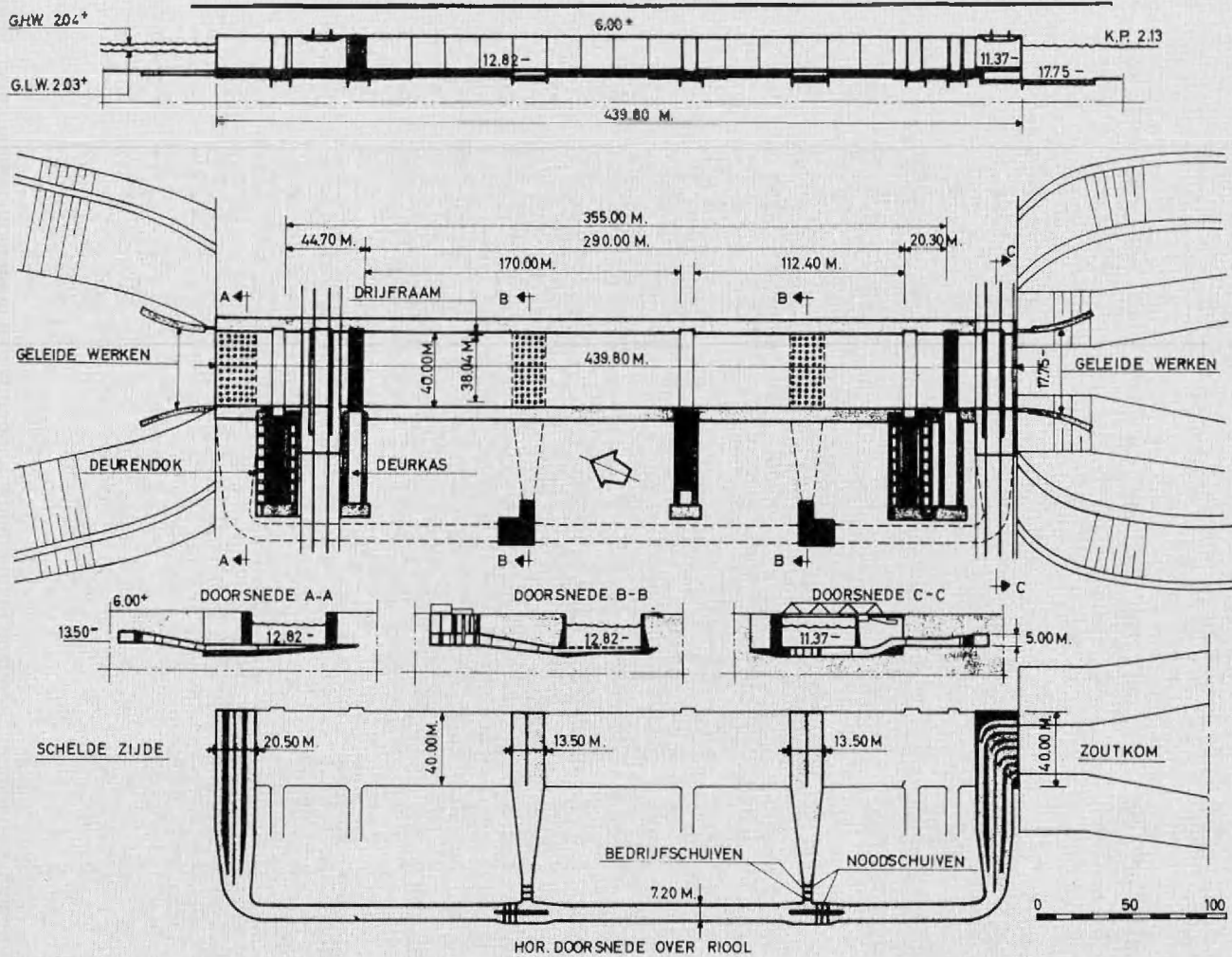
7. MAATREGELEN TER BEPERKING VAN DE ZOUT-ZOETWATERUITWISSELING (8).

7.1. Wateraanvoer vanuit België.

Volgens een studie van de Rijkswaterstaat (5) zijn bij de huidige schutcapaciteit en toepassing van zoutbestrijdingsmaatregelen (toestand 1973-1974) de volgende afvoerdebieten noodzakelijk om een bepaald zoutgehalte gemiddeld

FIG. 11. — Overzichtsplan van de Zeesluis of Westsluis te Terneuzen.

WESTSLUIS. V/H. ZEEVAARTSLUIS TE TERNEUZEN.



op het Nederlandse deel van het kanaal te handhaven.

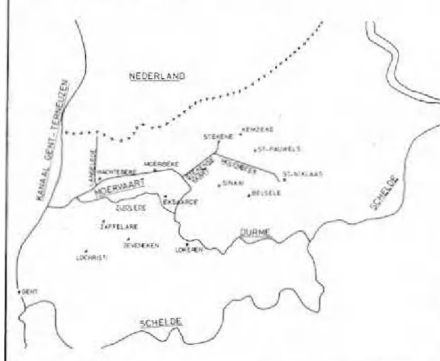
Te handhaven chloridegehalte	Te leveren debiet bij Gent
in mg/l	in m ³ /sec
500	ca. 27-33
1.000	ca. 22-26
1.500	ca. 19-22
2.000	ca. 17-20
2.500	ca. 15-17

Hieruit blijkt dat er onder deze omstandigheden om het kanaal zoet te krijgen (chloridegehalte lager dan 500 mg/l) door België permanent een hoeveelheid van ca. 30 m³/sec zoet water geleverd moet worden. De ervaring toont aan dat met een voedingsdebiet van ca. 20 m³/sec aan de eis van 3,5 g Cl⁻/l wordt voldaan. Een dergelijk debiet is evenwel niet altijd beschikbaar. Dit houdt in dat het probleem benaderd dient te worden vanuit verdergaande zoutbestrijdingsmaatregelen in en nabij de schutsluizen.

7.2. Het terugpompen van de schutsluis en het kort laten openstaan van de sluisdeuren.

Bij een zeesluis die tussen zout- en zoetwater is gelegen dringt er bij elke schutting een hoeveelheid zoutwater in het zoete kanaal, die belangrijk groter is dan het volume van de schutsluis.

FIG. 12. — Het hydrografisch bekken van de Moervaart.



Is het binnengedrongen volume zoutwater uitgezakt tot een dunne laag op de kanaalbodem, dan is een veelvoud hiervan nodig om dit binnengedrongen volume terug te spoelen. Ligt de opening waarmee gespuid wordt te hoog (figuur 13) dan komt er zelfs nauwelijks zoutwater mee; ligt deze opening laag, dan moet zich in het grensvlak een voldoende steil verhang kunnen instellen, voordat de onderlaag sneller gaat stromen dan de gemiddelde watersnelheid. Dit is bij een dunne zoutwaterlaag wegens de bodemwrijving niet mogelijk. Deze onderlaag wordt echter hoofdzakelijk door de scheepvaart afgebroken waardoor deze uiteindelijk met de spuistroom wordt afgevoerd.

Zoals uit figuur 14 blijkt, ontstaat de zoutindringing door de schutsluis S en door de zogenaamde uitwisselingsstroming. Bij het openen van bijvoorbeeld de deur aan de kanaalzijde zal het zwaardere zoute kolkwater uitzakken. Er ontstaat

FIG. 13 — Situatie met normale zoutpenetratie.

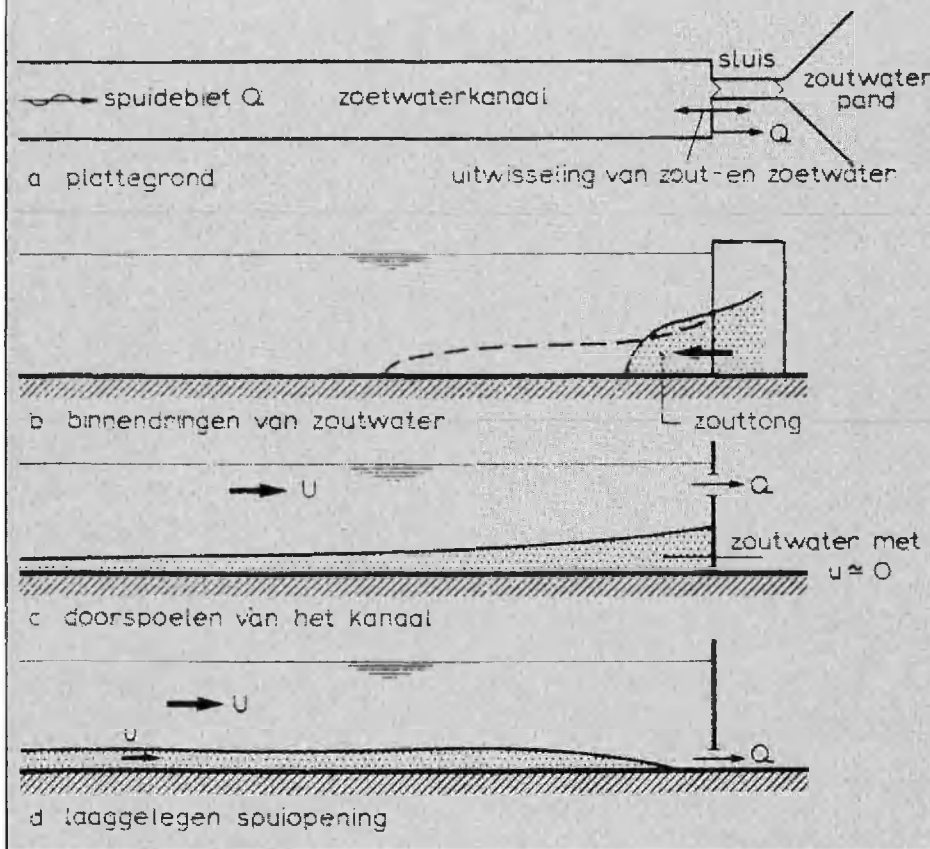
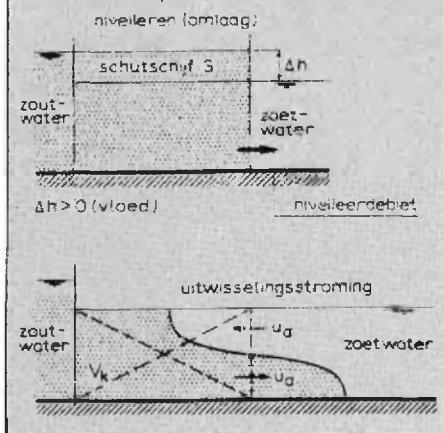


FIG. 14. — Factoren die de zoutbelasting bepalen.



aldus een onderstroming met snelheid u_a en een compenserende bovenstroming met dezelfde snelheid u_a .

Vanuit de beschrijving van de oorzaken van het binnendringen van zoutwater springen twee maatregelen ter reducering direct in het oog :

- het terugpompen van de schutsluis S tijdens het nivelleren omlaag. Daar het gemiddeld hoogwater te Terneuzen nog iets lager is dan het normale kanaalpeil is deze maatregel slechts bij hoge stormvloedstanden zinvol.

Voor het bepalen van de waterkerende hoogte van de schutsluis en de roldeuren op N.A.P. + 6,00 m is men uitgegaan van een zogenaamde maatgevende stormvloedstand van N.A.P. + 5,65 m, waarvan de waarschijnlijkheid van voorkomen wordt geschat op éénmaal in de 10.000 jaar. Voor Terneuzen heeft deze maatregel geen praktisch nut ;

- de deuren van de sluis kort open laten staan. Om een indruk te krijgen van de duur van het uitwisselingsproces wordt er naar het voorbeeld op figuur 15 verwezen. Het uitgewisselde volume wordt er in functie van de tijd weergegeven. Men stelt vast dat reeds na 15 minuten nl. $t = T_a = 2L : u_a$ de volledige uitwisseling is gebeurd. Bijgevolg moet men om een niet-volledige uitwisseling te krijgen de deur nog korter laten openstaan. Voor het in- en uitvaren van de schepen is deze tijdsduur te kort zodat deze tweede maatregel nauwelijks effect heeft. Het proces van uitwisselen moet daarom vertraagd worden. Dit is mogelijk door het gebruik van luchtbellenschermen.

7.3. Het gebruik van luchtbellenschermen.

De uitwisseling tussen het water in de buitenvoorhaven en in de schutkolk en

tussen het water in de schutkolk en in het kanaal wordt beperkt door het opwekken van verticale luchtbellenschermen in de sluishoofden. Dit gebeurt door in geperforeerde buizen beneden bij de vloer d.m.v. een compressor lucht in te brengen. Hierdoor ontstaat er, als er aan één zijde zoet- en aan de andere zijde zoutwater staat (figuur 16), een situatie waarbij het zoutwater met lucht kan worden gemengd. Is de dichtheid van het lucht-watmengsel gelijk aan de dichtheid van het zoete water (bij een luchtdrukt q_{l0}), dan is hiertussen geen uitwisselingsstroming. Wel is er dan een dichtheidsverschil, en dus een uitwisselingsstroming, met het zoete water.

In figuur 17 is een serie praktijkproeven vermeld, gedaan bij verschillende sluisen bij gevarieerde luchthoeveelheden. Bij grotere waarden, in de buurt van

$$\sqrt[3]{\frac{q_l}{q_{l0}}}$$

= 0,8... 1, neemt de effectiviteit nauwelijks meer toe, doordat het luchtbellenscherm zoveel menging veroorzaakt dat dit een nieuwe bron van zoutbezwaar vormt.

FIG. 15. — Het uitgewisselde volume met de tijd.

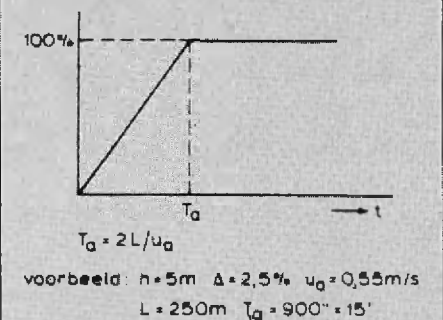


FIG. 16. — De werking van een luchtbellenscherm.

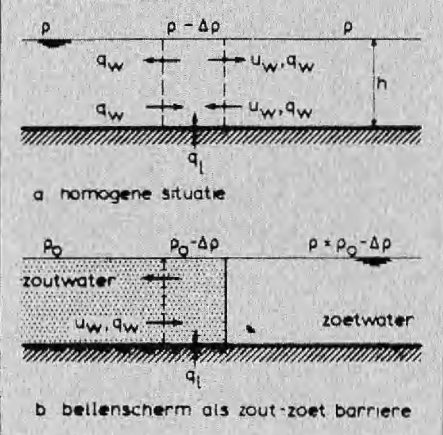
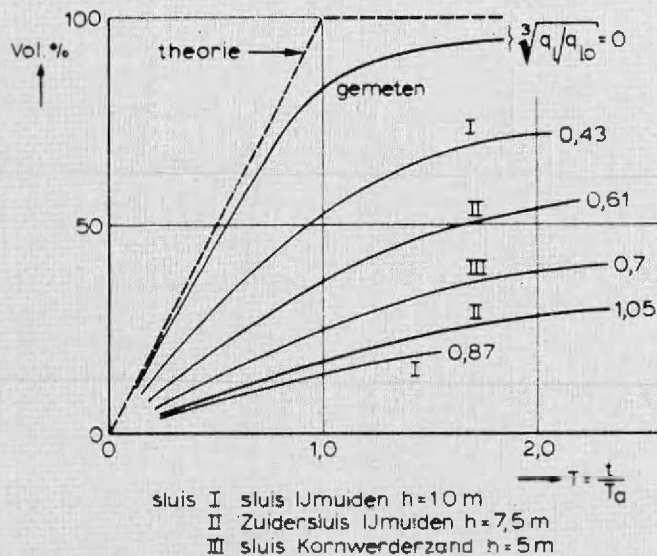


FIG. 17. — Reductie uitwisseling door luchtbellenschermen.



De conclusie van figuur 17 is dat het luchtbellenscherm effectief is om de duur van uitwisselen te verlengen. Nu is het wel mogelijk deuren te sluiten voordat het gehele kolkvolume is uitgewisseld.

Te Terneuzen is er een luchtbellenscherm ter plaatse van het buiten- binnen- en tussenhoofd. De aan- en uitschakeling is gekoppeld aan het openen van de kolkschuiven en het sluiten van de deuren.

Het rendement bedraagt actueel 50 à 55 %. Indien er nog meer lucht moet ingeblazen worden vergt dit zeer veel energie wat bijgevolg zeer duur is. De werking van deze schermen is hinderlijk voor het besturen van de schepen en zou dus nog meer hinderlijk worden. Bovendien valt te betwijfelen of een verhoging van het luchtdebiet nog veel rendementsverbetering kan opleveren (figuur 17), te meer daar er bij het doorvaren van dit scherm er toch een belangrijke hoeveelheid water doorheen stroomt.

7.4. Het afzuigen van de zouttong.

Een andere maatregel bestaat er in van de zouttong af te zuigen. Deze maatregel wordt het «Systeem Terneuzen» genoemd.

7.4.1. Het direkt afzuigen.

Bij voldoende verval tussen het kanaal en de Westerschelde is het mogelijk de zouttong, die over de drempel bij het binnenhoofd (N.A.P. - 11,37) het kanaal wil optrekken, via de diepgelegen instroomopening van de spuirool onmiddellijk af te spuien of terug te zuigen (figuren 11, 18 en 19).

Bij direkt terugspoelen is het, mits $q_{spui} = 1,25 \dots 1,5 q_a$ mogelijk om, indien er geen schepen zijn, vrijwel alle zoutbinnendringing in het kanaal te voorkomen. Hierbij is q_a gelijk aan het uitwisselingsdebiet per eenheid van breedte ($q_a = \frac{1}{2} h \cdot u_a$).

Als schepen echter de kolk in- en uitvaren, varieert de uitwisselingsstroming sterk, zodat in feite gerekend moet worden met $q_{spui} = 1,5 \dots 1,9 q_a$.

Uit het getallenvoorbeeld van figuur 18 blijkt dat het uitwisselingsdebiet groot is zodat ook het spuidebiet tijdens de uitwisselingstijd T_a erg groot moet zijn om de zouttong direct terug te spoelen. Bij gebruik van een opvangbekken of zoutkom kan dit debiet over de tijd van een schutcyclus gespreid worden.

Het direkt afzuigen van de zouttong met groot debiet is bij de zeesluis te Terneuzen niet mogelijk. Het spuien tijdens het openstaan van de binnendeuren (zgn. uitwisselingsspuien) gebeurt met een constant debiet van $35 \text{ m}^3/\text{sec}$. Een groter debiet zou te hinderlijk zijn voor de scheepvaart alsook zou door de grotere turbulentie de zoutconcentratie van het spuiwater kleiner zijn zodat er meer debiet zou nodig zijn.

7.4.2. Het afzuigen van een opvangbekken of zoutkom.

Het bekken kan gelegen zijn direkt achter de sluis of wat opzij om opmenging van het zoete water door schepen te verminderen.

Een opvangbekken moet altijd voor een deel met zoutwater gevuld zijn, anders ontstaat een grote verdunning door menging van de in het bekken neervallende

zouttong. Bovendien vergemakkelijkt een hogere vullingsgraad het selectief leegspuien van het bekken. Ook bij dit systeem moet gerekend worden dat 1,5 ... 1,8 maal het volume van het binnengedrongen water teruggespoeld moet worden.

Bij dit systeem blijft de uitwisselingsstroom zelf in stand. Door de grote verschillensnelheid van $2 u_a$ tussen boven- en onderstroom raakt het zoete water in de bovenlaag vrij sterk met zout besmet. Omdat dit water de kolk instroomt is dit voor het zoete kanaal niet merkbaar. Van zodra er echter een schip de kolk invaart wordt dat besmet water vanuit de kolk naar het kanaal verdrongen. Dit resulteert in een zoutbezwaar.

Te Terneuzen werd het op de zeesluis aansluitend kanaalgedeelte over ca. 1 km verdiept aangelegd (tot op 16 m diepte i.p.v. 13,5). In deze zgn. zoutkom wordt het zwaardere zoute water opgevangen om later via de spuirool naar de Westerschelde te worden afgevoerd. Tijdens hoge buitenwaterstanden fungeert de zoutkom als accumulator (figuur 19).

Men noemt dit het continuspuien (9) d.i. spuien ten behoeve van de «spuischuld» (de hoeveelheid zout water die niet door middel van uitwisselingsspuien kon worden teruggespoeld). Dit geschiedt eveneens met een debiet van $35 \text{ m}^3/\text{sec}$, in principe in periodes zonder scheepsaanbod (bij laagwater). De duur van het continuspuien wordt bepaald in functie van de openingstijd der binnendeuren, de buitenwaterstand N.A.P. en het gebruik van de gehele kolk of de grote of kleine deelschuld. Het gemiddeld Cl^- ionen gehalte van het teruggespoeld water bedraagt 8 g/l .

FIG. 18. — Terugzuigen van de zouttong.

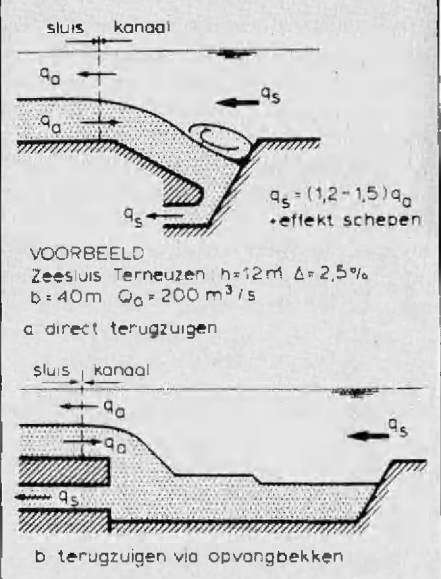
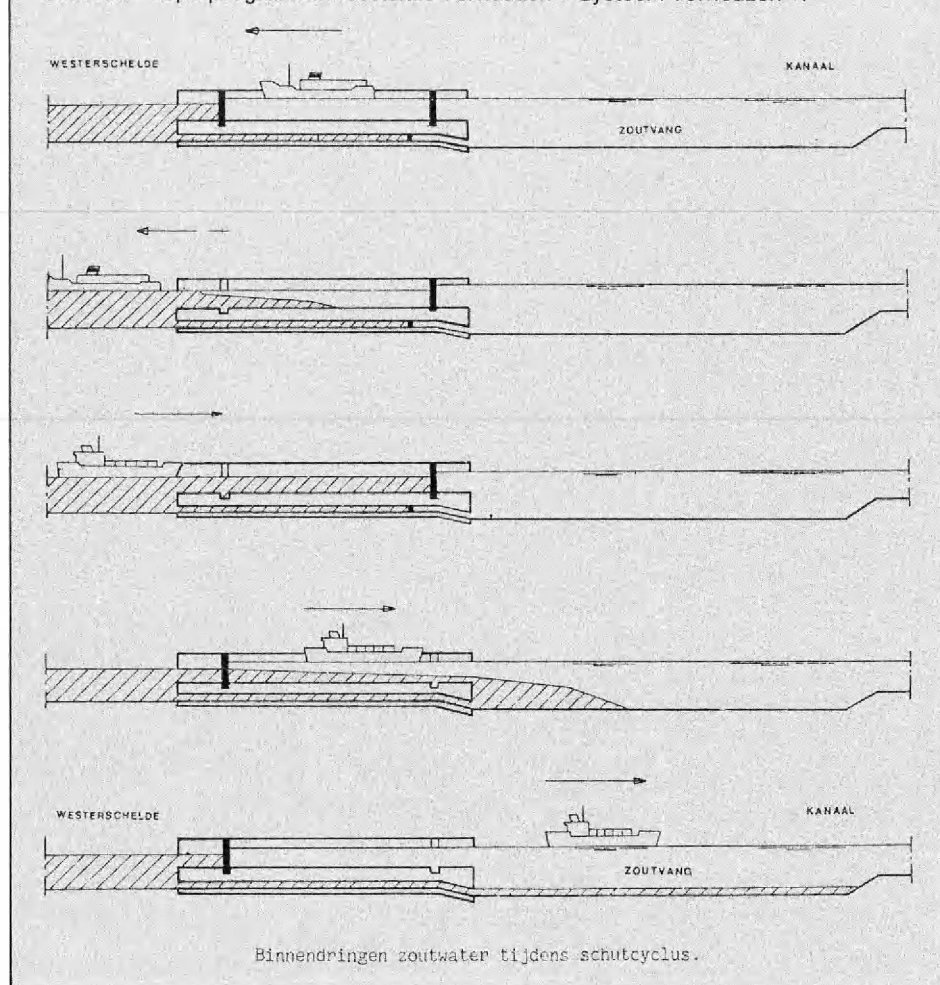


FIG. 19. — Spuiprogramma Westsluis Terneuzen « Systeem Terneuzen ».



Het te Terneuzen toegepaste zoutbestrijdingssysteem werkt minder gunstig dan oorspronkelijk verwacht omdat tijdens de bouw al besloten werd het kanaal 1 m dieper uit te voeren zonder de afzuigmond en de zoutkom mee te verdiepen.

7.5. Regeling i.v.m. het spuien (9).

Alleen al door het schutten van de Zee-sluis ($2,43 \text{ m}^3/\text{sec}$) en van de Oostsluis ($3,04 \text{ m}^3/\text{sec}$) gaat er ca. $5,5 \text{ m}^3/\text{sec}$ zoetwater verloren. Het wateraanbod vanuit België is in droogteperiodes zelfs geringer dan deze hoeveelheid zodat schutbeperkingen moeten worden uitgevoerd. Dit betekent dat gedurende bepaalde periodes zoetwater vergende zoutbestrijdingsmaatregelen niet of nauwelijks kunnen worden uitgevoerd. Bij de keuze van het schut- en spuiprogramma moet hiermede rekening worden gehouden.

Voor wat de keuze van het schut- en spuiprogramma betreft werd er een onderzoek naar de optimalisatie van het zoutbestrijdingssysteem uitgevoerd. Hierbij werd aandacht besteed aan :

- het effect van het debiet door de omloopriool op de mate van afzuigen

van de dichtheidsstroom die bij het openen van de binnendeuren ontstaat ;

- het effect van het met kleine debieten (in verband met meezuigen van zoetwater) ledigen van de zoutvang via de omloopriool ;
- het effect van luchtbellenschermen op de uitwisseling van zoet- en zoutwater zonder en met toepassing van afzuigen van de dichtheidsstroom aan de kanaalzijde.

Zich baserende op de onderzoeksresultaten werd er een nieuwe regeling i.v.m. het spuien uitgewerkt. Zij is reeds één jaar van toepassing en zal binnenkort met behulp van een computer volledig automatisch gebeuren. Een belangrijk gevolg van deze nieuwe regeling is dat de spuischulden minder hoog oplopen dan vroeger en er bijgevolg ook minder hinder ontstaat voor de scheepvaart.

Men kan bijgevolg stellen dat met de bestaande infrastructuur te Terneuzen het zoutbestrijdingssysteem reeds werd geoptimaliseerd en verbeteringen hieraan moeten niet meer verwacht worden.

Het gebruik van de deelkolken blijft een belangrijke maatregel omdat hiermee het uitwisselingsvolume in belangrijke mate gereduceerd wordt. De evolutie van de scheepvaart de laatste jaren is evenwel zo dat er minder schepen zijn maar wel meer schepen van grote tonnemaat.

7.6. Aanpassingen van de infrastructuur.

7.6.1. Het plaatsen van een beweegbare drempel.

De eerder genoemde drempel op N.A.P. — 11,37 m, aan de zuidzijde van het binnenhoofd, vermindert de uitwisseling van zout- en zoetwater tussen schutkolk en kanaal. Deze drempel ligt immers 1,45 m hoger dan de sluisvloer die op N.A.P. — 12,82 m ligt.

Er is ooit een voorstel geweest om een beweegbare drempel in de sluis in te bouwen. Dit is niet weerhouden omdat het te kwetsbaar werd geacht. Het voorstel zou echter opnieuw moeten onderzocht worden.

7.6.2. Het plaatsen van een afzonderlijk spuikanaal.

Een afzonderlijk spuikanaal, al dan niet voorzien van een gemaal, zou toelaten de spuischulden te lozen onafhankelijk van de werking van de sluis zodat er geen hinder meer is voor de schepen. Daarenboven zou de aanzuigmond op de meest optimale diepte en plaats kunnen aangebracht worden zodat er water met een hogere zoutconcentratie dan thans het geval is gespuid wordt. Dit zou aanleiding geven tot een kleiner voedingsdebiet.

Met het nieuwe spuiprogramma stelt zich in de praktijk het probleem van de scheepvaarthinder niet meer. Ook zou goed moeten bestudeerd worden of er inderdaad water met een hogere zoutconcentratie zou kunnen gespuid worden.

Het is mogelijk dat door de turbulenties nabij de inlaat er ook minder zout water uit hogere lagen mee wordt afgevoerd zodat er eigenlijk geen verbetering is ten opzichte van de huidige toestand.

7.6.3. Het vergroten van de zoutkom.

Men zou de bestaande zoutkom kunnen verdiepen en eventueel verlengen om voor de droge periodes met beperkte voeding over een grotere reserve te kunnen beschikken. Dit zou moeten samengaan met de aanleg van een afzonderlijk spuikanaal aangezien de bestaande inlaatconstructie niet kan verlaagd worden. Met een diepere zoutkom zou het wellicht wel mogelijk zijn om water met een hogere zoutconcentratie te spuien.

In ieder geval zou zo iets een zeer omvangrijk en zeer duur werk worden en niet op korte termijn te realiseren.

7.6.4. Zout- en zoetwateruitwisseling binnen de kolk.

Er bestaat een zoutbestrijdingssysteem met zout- en zoetwateruitwisseling binnen de kolk (horizontale scheidelingslaag). Een dergelijk systeem is beter voor de zoutbestrijding maar zou dubbel zoveel zoet water vereisen. Aan de bestaande zeeluis is zo iets onmogelijk in te bouwen.

BESLUITEN.

De verruiming van het Zeekanaal naar Gent heeft geleid tot een toename van de verziltingsgraad van het kanaalwater met heel wat nadelen voor gevolg.

Het bestaande zoutbestrijdingssysteem te Terneuzen werd geoptimaliseerd maar in droge periodes is het beschikbaar voedingsdebet ontoereikend.

Het nog verbeteren van het zoutbestrijdingssysteem zou zeer zware investerin-

gen vergen en is niet op korte termijn haalbaar.

Verder wordt er de laatste jaren meer aandacht besteed aan de voeding van het Zeekanaal. De gemiddelde afvoerdebieten zijn immers in een belangrijke mate toegenomen.

De auteurs stellen voor dat het verziltingsfenomeen verder op de voet gevolgd wordt en dat de aangehaalde infrastructuurwerken in een gespecialiseerd laboratorium bestudeerd zouden worden. Dit zal toelaten de te verwachten verbeteringen en de daarmee gepaard gaande prijsramingen te evalueren. Aan de hand hiervan zullen er gefundeerde beleidsbeslissingen kunnen worden genomen.

LITERATUUR.

- (1) Marechal R., De Breuck W., De Moor G. en Henriët J.P. - Geo-elektrische prospectie bij het hydrogeologisch onderzoek.
- (2) Bestuur der Waterwegen - Ministerie van Openbare Werken - 75 j. Dienst van het Stroomgebied der Schelde 1ste directie Gent - 1907 - 1982.

- (3) Callens M., - De Waterhuishouding in het Gentse - Stageverslag 1977.
- (4) Bettens L., Vanden Bossche F., Van Achter R. en Van De Wiele W. - De variatie van het debiet, het zoutgehalte en de kwaliteit van het water van het kanaal Gent-Terneuzen in de aanvang van het kanaal en ter hoogte van Langerbrugge - BECEWA nr. 32 - 1975.
- (5) Rijkswaterstaat - Voorstudie verziltings-situatie op het Kanaal van Gent naar Terneuzen - Directie Waterhuishouding en Waterbeweging District Zuidwest - oktober 1982.
- (6) Jonker L.A. en Barentsen W.H. - De nieuwe zeevaartsluis te Terneuzen - 5de Internationaal Havenkongres - juni 1968 - K.VIV.
- (7) De Schepper H. - De verontreiniging van het Moervaartbekken en het Kanaal Gent-Terneuzen - I.H.E. 1976.
- (8) Kolkman P.A. - Maatregelen ter beperking van zout-zoetwateruitwisseling bij schutsluizen - Hydraulica - Civiele Techniek 37 (1982) nrs 2 en 3.
- (9) Rijkswaterstaat - Directie Zeeland - Spuiprogramma - Westsluis Terneuzen (notitie AXW-N 80.10).



Afvalwater in het Vlaamse Gewest 15-1-83 — 15-3-83 Wetten - decreten - uitvoeringsbesluiten - omzendbrieven

- * 1. Ministerieel Besluit van 25 augustus 1982 tot benoeming van 15 personeelsleden van de Vlaamse Waterzuiveringsmaatschappij (B.S. 13-1-1983).

- * 2. Richtlijn van de Raad van 24 januari 1983 tot wijziging van richtlijn 78/176/EEG betreffende de afvalstoffen afkomstig van de titaandioxyde-industrie. (83/29/EEG) (Publikatieblad van de E.G. van 3-2-1983).

INHOUD:

De richtlijn 78/176/EEG wordt gewijzigd waardoor de Commissie vóór 15 maart 1983 bij de Raad passende voorstellen kan indienen ter harmonisatie van de saneringsprogramma's.

- * 3. Voorstel voor een verordening (EEG) van de Raad inzake communautaire acties voor het milieu (CAM). Door de Commissie bij de Raad ingediend op 13 januari 1983 (Publikatieblad van de E.G. van 4-2-1983).

INHOUD:

De Gemeenschap kan financiële steun verlenen ten behoeve van bepaalde specifieke

interventies in het kader van het milieugebied door:

- de ontwikkeling van nieuwe, zogenaamde **schone technieken**;
- maatregelen ter bescherming van het natuurlijk milieu in kwetsbare gebieden van communautair belang.

De financiële steun kan maximaal 50 % van de kosten van het project en maximaal 70 % van de kosten van de beschrijvende analyses bedragen.

- * 4. Voorstel voor een richtlijn van de Raad betreffende de grenswaarden en kwaliteitsdoelstellingen voor kwiklozingen afkomstig van andere sectoren dan die van de electrolyse van alkalichloriden. Door de Commissie bij de Raad ingediend op 22 december 1982 (Publikatieblad van de E.G. van 25-1-1982).

INHOUD:

Deze richtlijn stelt, overeenkomstig de richtlijn 76/464/EEG, vast: de grenswaarden van de emissienormen voor kwik in lozingen; de kwaliteitsdoelstellingen voor het aquatisch milieu ten aanzien van kwik; de termijnen waarbinnen moet worden vol-

daan aan de voorwaarden gesteld door de vergunningen die voor bestaande lozingen door de bevoegde autoriteiten van de lid-Staten worden verleend; de referentiemethoden voor het bepalen van het gehalte van kwik in lozingen en in het aquatisch milieu en controleprocedure.

Deze richtlijn is van toepassing op lozingen afkomstig van andere sectoren dan die van de electrolyse van alkalichloriden op de oppervlaktewateren in het binnenland, de territoriale zeewateren en de kustwateren.

De Lid-Staten treffen de maatregelen die nodig zijn om vóór 1 januari 1985 aan deze richtlijn te voldoen.

- * 5. Gewijzigd voorstel voor een richtlijn van de Raad met betrekking tot de vaststelling van grenswaarden voor cadmiumlozingen in water, alsmede van kwalitatieve doelstellingen voor het cadmiumgehalte van het water. Door de Commissie bij de Raad ingediend op grond van artikel 149, lid 2, van het EEG Verdrag op 2 december 1982 (Publikatieblad van de E.G. van 20-1-1983).

INHOUD:

In het oorspronkelijk voorstel (Publikatieblad van E.G. van 25-1-1981, blz. 3) worden de lozingen afkomstig van de fabricage van kunstmest uit fosfaat gesteente niet onderworpen aan de gestelde voorwaarden.

Wijzigingen worden aangebracht met betrekking tot de kwaliteitsdoelstellingen van de wateren, de controleprocedure voor de kwaliteitsdoelstellingen en de meetmethoden.