

Rijkswaterstaat  
Directie Waterhuishouding  
en Waterbeweging  
Studiedienst Vlissingen

Nota 77.2  
met 12 bijlagen

Onderzoek ontwikkeling Appelzak in verband  
met geconstateerde verdiepingen ter plaatse  
van de zinkers nabij de Nederlands-Belgische  
grens.

Vlissingen, april 1977

## INHOUD

	<u>blz.</u>
par. 1	Inleiding 1
par. 2	Het gebied van de Appelzak 3
2.1	Situatie 3
2.2	Vroegere ontwikkelingen 6
2.3	Ontwikkelingen van recentere datum 7
2.3.1	Geulveranderingen 7
2.3.2	Zandhuishouding Appelzak 1955 - 1975 9
2.3.3	Nadere beschouwing recentere ontwikkelingen 12
2.4	Bodemligging omgeving zinkers "1966" en "1970" 14
par. 3	Uitgevoerde metingen 18
3.1	Metingen Antwerpse Zeediensten 18
3.2	Metingen Studiedienst Vlissingen 20
3.2.1	Verticaalmetingen bij Flachseestroommeter 20
3.2.2	Metingen 25 en 28 april 1975 21
par. 4	Nadere analyse verricht onderzoek 28
4.1	Geulontwikkeling en stromings situatie 28
4.2	Leidam Ballastplaat 31
4.3	Eventuele verdere maatregelen ter bescherming van de zinkers 34
par. 5	Samenvatting en conclusies 36
	Geraadpleegde literatuur 48
	Staat van bijlagen 49

Onderzoek geulontwikkeling Appelszak in verband met geconstateerde verdiepingen ter plaatse van de zinkers nabij de Nederlands-Belgische grens.

par. 1 INLEIDING.

Bij brief nr. 74/1143 d.d. 10 oktober 1974, gericht aan de Arrondissementsingenieur in het Arrondissement Vlissingen is door het Ingenieursbureau Ir. L.W. Lieveense B.V. te Breda de aandacht gevestigd op de ongunstige bodemontwikkeling in de Appelszak ter plaatse van de aldaar aanwezige uitmonding van de Gemaalleiding en de zinkerstraten "1966" en "1970". Voor de onmiddellijke beveiliging van de zinkers "1966" en "1970" dienden, zo werd gesteld, op korte termijn bestortingen te worden uitgevoerd. Naar aanleiding van deze brief is op 25 november 1974 bij het Arrondissement Vlissingen een bespreking gehouden tussen vertegenwoordigers van het Arrondissement Vlissingen, de Antwerpse Zeediensten, het Ingenieursbureau Lieveense en de Studiedienst Vlissingen. In de hiervoor reeds genoemde brief wordt door het bewuste Ingenieursbureau als mogelijke oorzaak tot het ontstaan van de thans aanwezige situatie gewezen op de aanleg van de leidam op de Ballastplaat (1968-1971) en de ten behoeve van de Schelde-Rijverbinding gemaakte waterkering op de Schorren van Ossendrecht. Bij de gehouden bespreking werd besloten dat de Studiedienst Vlissingen aan de hand van te verrichten stroommetingen en nader onderzoek zou trachten na te gaan, welke oorzaken tot het ontstaan van de huidige situatie kunnen hebben geleid. Hierbij werd door de Antwerpse Zeediensten medewerking tot het eventueel verrichten van aanvullende metingen (Flachsee-stroommetingen) toegezegd. Tenslotte zou door de Studiedienst worden nagegaan in welke richting een verbetering van de thans aanwezige situatie zou kunnen worden gezocht.

Ter bepaling van de aanwezige bodemligging is in december 1974 door de Studiedienst Vlissingen een vrij gedetailleerde peiling (gecombineerd met een waterpassing van de hoger gelegen gedeelten) in het bewuste gebied uitgevoerd. Op 25 en 28 april 1975 zijn vervolgens bij een sterk ontwikkeld springtij stroomdrijvingen verricht in het achter de leidam op de

Ballastplaat gelegen gedeelte van de Appelzak. Van de door de Antwerpse Zeediensten ter hoogte van de zinkerstraat "1970" uitgelegde Flachseestroommeter staan de continu geregistreeerde gegevens ter beschikking voor de periode 27 maart tot en met 21 april 1975.

Mede aan de hand van de beschikbare meetgegevens wordt in het navolgende met betrekking tot het ten behoeve van het bewuste probleem verrichte onderzoek verslag uitgebracht. Een algemene beschouwing betreffende het gebied van de Appelzak wordt gegeven in par. 2. De resultaten van de uitgevoerde stroommetingen komen ter sprake in par. 3. Een nadere analyse van het verrichte onderzoek -mede in samenhang met de resultaten van een verrichte getijberekening voor een overstroombare en een onoverstroombare leidam op de Ballastplaat- volgt in par. 4; in deze paragraaf komen tevens de eventuele verdere maatregelen ter bescherming van de zinkers aan de orde. Par. 5 geeft tenslotte een samenvatting van het verrichte onderzoek en enkele conclusies.

par. 2 HET GEBIED VAN DE APPELZAK.

2.1 Situatie (bijlage 1).

Het gebied van het ten zuidoosten van Bath gelegen vloodschaar de Appelzak strekt zich uit tot ongeveer 2 km ten zuiden van de Nederlands-Belgische grens. Dit geulgedeelte wordt op Nederlands gebied aan de oostzijde begrensd door de in de jaren 1968 - 1973 op de westzijde van de v.m. Schorren van Ossendrecht aangelegde zeedijk ten behoeve van de Schelde-Rijnverbinding. Deze nieuwe zeewering zet zich op Belgisch gebied -zij het met een belangrijk westelijker ligging- voort. Hierdoor vertoont het tracé van de dijk ter hoogte van de Rijksgrens een vrij scherpe overgang.

De westelijke begrenzing van de Appelzak wordt op Belgisch gebied gevormd door de in de jaren 1968 tot en met 1971 aangelegde leidam op de Ballastplaat. Verder noordwaarts vormt het benedenstroomse deel van de Ballastplaat de scheiding tussen de Appelzak en het Vaarwater boven Bath. De leidam op de Ballastplaat is met name met het oog op de verbetering van het Vaarwater boven Bath aangelegd. Blijkens bijlage 1 neemt de hoogte van de leidam op de Ballastplaat vanaf de Belgische oever geleidelijk in hoogte af. Aan het rivierwaartse einde (bij de Belgisch-Nederlandse grens) is de kruin van de bewuste deels overstroombare dam ongeveer op het peil van laagwater gelegen.

Overeenkomstig het karakter van een vloodschaar vertoont de Appelzak aan de benedenstroomse zijde een naar verhouding diepe inloop. De ligging van de ondiepere uitloop wordt thans in feite bepaald door de leidam op de Ballastplaat. Onmiddellijk bovenstrooms van de Appelzak en het Vaarwater boven Bath bevinden zich het Schaar van Ouden Doel en de drempel van Zandvliet. In de jaren 1967 - 1970 zijn in het gebied van het Schaar van Ouden Doel c.a. normalisatiewerken uitgevoerd. Hiertoe werd aan het bovenstroomse einde van het Schaar van Doel (op de aldaar tussen dit vloodschaar en het hoofdvaarwater gelegen Plaat van Doel) een leidam aangelegd. Tevens werden hierbij

- baggerwerken -

baggerwerken tot verbetering van de ligging van de aangrenzende hoofdgeul verricht.

Het benedenstroomse deel van de Appelzak wordt reeds jarenlang gebruikt als stortplaats voor baggerspecie ten behoeve van de Antwerpse Zeediensten (lit. 1). In dit gebied (dat uitsluitend tijdens vloed mag worden gebruikt) is in het tijdvak 1939-1975 in totaal ong. 14 mln m<sup>3</sup> specie gestort. Een overzicht van de ligging van de stortplaats "Appelzak" geeft bijlage 2. Op deze bijlage zijn de sedert 1946 aldaar jaarlijks gestorte hoeveelheden specie grafisch weergegeven. Blijkens deze grafiek vertoonde de stortingen in de loop der jaren een zeer onregelmatig verloop. Zo is o.a. na een intensiever gebruik in de jaren 1966 t/m 1970 het gebruik van de stortplaats "Appelzak" daarna weer belangrijk afgenomen. Zoals uit bijlage 2 blijkt omvat de stortplaats "Appelzak" een groot deel van het Nederlandse deel van het bewuste vloodschaar. Als gevolg van de naar verhouding ondiepe ligging worden de speciestortingen echter reeds sinds langere tijd in de onmiddellijke omgeving van de noordelijke grens van de stortplaats uitgevoerd. De toename van de diepgang van het gebruikte baggermaterieel speelt hierbij een belangrijke rol. Naast de speciestortingen van de Antwerpse Zeediensten is in de jaren 1965, 1966 en 1970 in totaal 937 323 m<sup>3</sup> specie afkomstig van de werken ten behoeve van de nader te bespreken zinkers "1965", "1966" en "1970" in de stortplaats "Appelzak" ingebracht. Tevens werd aldaar in de jaren 1972 en 1973 in totaal nog 195 000 m<sup>3</sup> specie ten behoeve van de werken aan de Schelde-Rijnverbinding gestort.

In de aan de oostzijde van de Appelzak gelegen winplaats "A" is in de jaren 1969 en 1970 in totaal 675 000 m<sup>3</sup> specie onttrokken ten behoeve van de werken aan de Schelde-Rijnverbinding (bijlage 2). Sinds een aantal jaren is aan enkele concessiehouders een beperkte zandwinning toegestaan in de tegen de Ballastplaat gelegen winplaats "B" (bijlage 2). Vanaf 1977 zullen de vergunningen voor deze winplaats niet meer worden verlengd; dit o.a. met het oog op de slechte kwaliteit van de aldaar aanwezige specie (sterk slibhoudend). Van

1971 t/m 1975 werd in de winplaats "B" in totaal ong. 158 000 m<sup>3</sup> specie gewonnen. In totaal werd in de periode 1969 t/m 1975 dus ong. 833 000 m<sup>3</sup> specie aan de Appelzak onttrokken; in de overeenkomstige periode werd aldaar echter ong. 2,8 mln m<sup>3</sup> specie gestort. Samenvattend kan gesteld worden dat de in de loop der jaren in de Appelzak gestorte hoeveelheid specie de gebaggerde hoeveelheid belangrijk heeft overschreden. Overigens komen de in de Appelzak gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie nog nader ter sprake in par. 2.3. Met betrekking tot de thans besproken hoeveelheden valt op te merken dat deze bepaald zijn in de middelen van vervoer. Voor herleiding van deze hoeveelheden tot in profiel bepaalde hoeveelheden kan een uitleveringsfactor van 20% worden aangehouden. Bij de in par. 2.3 nog te bespreken inhoudsberekeningen is dit kortingspercentage op de gebaggerde en gestorte hoeveelheden toegepast.

Blijkens de beschikbare geologische gegevens (bijlage 1 raai IV; lit. 2) is de Appelzak tot een diepte van maximaal N.A.P. -17 à 18 m opgevuld met Jong Zeezand. Onder dit jonge materiaal bevindt zich de Afzetting van Halsteren. Aan de oostzijde van de Appelzak (tegen de v.m. Schorren van Ossendrecht) bevindt de onderkant van het Jonge Zeezand zich op belangrijk geringer diepte (ong. N.A.P. -3 m). Aldaar is dit materiaal op de ter plaatse nog aanwezige veenlaag afgezet. Onder deze veenlaag bevindt zich een ong. 1 m dikke laag Oude Wadklei, die vervolgens op de met de bovenkant op ong. N.A.P. -5 m gelegen Afzetting van Halsteren (klei-zand) rust. Dit betekent dat de Appelzak langs de rechteroever in de omgeving van de beschouwde raai voor een belangrijk deel uit tegen erosie meer weerstand biedende zgn. "oude kerngronden" is opgebouwd.

De vóór de aanleg van de leidam even ten zuiden van de rijks grens in het rivierbed gebrachte zinkers "1965" en "1966" bevinden zich thans ter plaatse onder dit uit stortsteen opgebouwde damlichaam (zie bijlage 8). Ter voorkoming van beschadiging van de leidam zijn de naderhand gelegde zinkers "1970" voorzien van een zekere afdekking- over de leidam heen gevoerd.

Op ong. 250 m ten noorden van de Nederlands-Belgische grens mondt de in par. 1 reeds genoemde Genieleiding in de Appelzak uit.

## 2.2 Vroegere ontwikkelingen.

In vroeger jaren werd het naar verhouding ondiepe zuidelijke deel van de Appelzak (uitloop) beïnvloed door min of meer periodiek optredende, zich vanuit het zuiden in noordelijke richting verplaatsende ebschaartjes (zie situaties 1905, 1931, 1938, 1945 en 1959 van bijlage 3). Wellicht beïnvloed door de sedert 1905 verrichte omvangrijke baggerwerken vanwege de Antwerpse Zee-diensten op de drempels van het nabij gelegen hoofdvaarwater (Vaarwater boven Bath) waren de bewuste ebschaartjes reeds een aantal jaren voorafgaande aan de aanleg van de leidam op de Ballastplaat niet meer duidelijk aanwezig (lit. 3). Als gevolg van de met de bewuste baggerwerken gepaard gaande verdieping van de hoofdgeul (lit. 1) zal de Appelzak immers in eerste aanleg voor wat betreft de ebafvoer in betekenis zijn afgenomen. Door de aanwezigheid van de bewuste leidam is het ontstaan van dergelijke ebschaartjes thans uitgesloten.

De vloedgeul in de noordwestelijke inloop van de Appelzak -in 1860 duidelijk en sterk ontwikkeld aanwezig- vertoonde omstreeks 1890 een ver oostwaartse en belangrijk verondiepte ligging. Bij de opneming van 1905 bleek deze geul (geul 1; bijlage 3) geheel te zijn verzand en in het voor de Schorren van Ossendrecht gelegen voorland opgenomen. Meer westwaarts bleek langs de oostzijde van de Ballastplaat inmiddels een nieuwe vrij sterk ontwikkelde vloedgeul (geul 2) in de Appelzak te zijn ontstaan; overigens was ook bij de opnemingen van 1878 en 1890 in dit gebied reeds van een meer of minder duidelijke nieuwe schaarvorming sprake. De nieuwe geul (geul 2) vertoonde in de loop der jaren een geleidelijke verplaatsing in oostelijke richting, een ontwikkeling die naderhand gepaard ging met een zekere achteruitgang van de diepten.

- Omstreeks -



Omstreeks 1938 vertoonde de toen reeds betrekkelijk ver oostwaarts verplaatste tot op Belgisch gebied reikende vloedgeul (geul 2) een naar verhouding sterk verondiepte ligging. Desondanks heeft de oostelijke verplaatsing van met name het ten noorden van de Rijksgrens gelegen deel van deze geul zich ook daarna nog voortgezet. Gepaard gaande met een verdere achteruitgang van het oostelijke vloedgeultje (geul 2) tekende zich bij de opneming van 1963 duidelijk een nieuwe westelijk gelegen geul in de inloop van de Appelzak af. In feite was in dit gebied reeds sedert 1938 van een zekere nieuwe schaarvorming sprake (bijlage 3). De nieuwe geul (geul 3) vertoonde tot 1967 -in samenhang met een voortgaande verzanding van de oude oostelijke geul (geul 2)- naast een zekere oostelijke verplaatsing een duidelijk toenemende ontwikkeling. Naar het zich toen nog liet aanzien kon in de verdere toekomst met een min of meer overeenkomstige ontwikkeling van de nieuwe vloedgeul (geul 3) als die van de oude vloedgeul (geul 2) worden gerekend. Bij latere opnemingen bleek deze verwachte ontwikkeling evenwel niet te zijn doorgezet (par. 2.3).

## 2.3 Ontwikkelingen van recentere datum.

### 2.3.1 Geulveranderingen.

Naast de "jongere" situaties van bijlage 3 (vanaf 1963) geven ook de situaties van bijlage 4 (periode 1963-1975) een beeld van de recentere ontwikkelingen in het gebied van de Appelzak. In de tracés van de zinkers "1965" en "1966" zijn tijdens de uitvoering van de bewuste werken over de volle breedte van de Appelzak en het Vaarwater boven Bath omvangrijke baggerwerken uitgevoerd ten behoeve van het op de gewenste diepte brengen van deze zinkers (bijlage 4 situaties 1965 en 1967 en bijlage 8). Hierbij werden in de Appelzak o.a. verdiepingen aangebracht ter plaatse van het oude oostelijke geultje (geul 2) dat zich toen in een stadium van sterke achteruitgang bevond (par. 2.2). Hoewel de zinkersleuven met name in de Appelzak na het leggen van de zinkers weer zoveel mogelijk tot het oorspronkelijke profiel werden aangevuld, vertoonde het bewuste geultje (geul 2) als

gevolg van de verrichte baggerwerken ter hoogte van de zinkers bij de opnemingen van 1967 naast een plaatselijk (omgeving zinkers "1966") toegenomen diepte vooral een opmerkelijke verplaatsing in oostelijke richting (ong. 150 m). Het naderhand leggen van de zinkers "1970" heeft de geulligging in het gebied van de Appellzak niet verder opmerkelijk beïnvloed (situatie 1971).

Vanaf 1968 worden de ontwikkelingen in het gebied van de Appellzak mede beïnvloed door de aanleg van de leidam op de Ballastplaat (aangelegd van 1968 tot 1971; par. 2.1). Ook de dijk-aanleg ten behoeve van de Schelde-Rijnverbinding is in 1968 aangevat; de vorderingen van deze werkzaamheden blijken uit de opeenvolgende situaties van bijlage 4. Overigens zullen ook wijzigingen in de waterverdeling in het onmiddellijk bovenstrooms van de Appellzak gelegen riviergedeelte zijn opgetreden. Van 1967-1970 werd immers de leidam op de Plaat van Doel aangelegd (par. 2.1). Bovendien zijn de "onderhoudsbaggerwerken" op de drempel van Zandvliet vooral de laatste jaren aanzienlijk toegenomen (lit. 1). Hierdoor werd op deze drempel een toeneming van de minste beschikbare vaardiepte vastgesteld van g.l.l.w.s. -9 m in 1972 tot g.l.l.w.s. -11,5 m in 1975. In het na 1965 als stortplaats aanvankelijk weinig gebruikte Schaar van Ouden Doel werd in de jaren 1974 en 1975 in totaal ong. 4 mln m<sup>3</sup> specie gestort.

Opmerkelijk is de omstandigheid dat de nieuwe tot 1967 in betekenis toegenomen westelijke vloedgeul (geul 3) van de Appellzak (par. 2.2) bij de opname van 1969 -dus betrekkelijk korte tijd na het tot uitvoering komen van de hiervoor genoemde werken- een zekere verondieping vertoonde. Deze ontwikkeling ging bovendien gepaard met een duidelijke verdieping aan de benedenstroomse zijde (inloop) van de oude in de voorafgaande jaren reeds sterk verzande oostelijke geul (geul 2). De in 1969 in het gebied van de Appellzak geconstateerde ontwikkeling vertoonde in de daarop volgende jaren een verdere voortgang; hierbij was vooral van een belangrijke toeneming aan de bovenstroomse zijde van de oude oostelijke geul (geul 2) sprake. De achteruitgang van de westelijke vloedgeul (geul 3) in de laatste jaren nog slechts

van weinig betekenis gebleken; de toeneming van de oude oostelijke geul (geul 2) heeft zich ook dan nog duidelijk voortgezet.

Gedurende de jaren 1973 en 1974 blijkt bij laatstgenoemde geul een doorgaande verbinding te zijn ontstaan tussen de aanvankelijk reeds sterk verdiepte benedenstroomse inloop en het sedert het leggen van de zinkers "1965" en "1966" oostwaarts verplaatste en plaatselijk tot ong. N.A.P. -60 dm verdiepte bovenstrooms gelegen restant van de oude oostelijke geul. Een gedetailleerd overzicht van de in december 1974 in het betreffende deel van de Appelzak aanwezige situatie geeft bijlage 5. De ontwikkeling van de bewuste op een diepte van N.A.P. -3,5 à -4 m gelegen verbindingsgeul in het oostelijk deel van de Appelzak ging op enige afstand ten noorden van de Nederlands-Belgische grens (ter hoogte van de Genieleiding) gepaard met het opruimen van een gedeelte van het voorland langs de rechteroever over een breedte van 200 à 250 m. Dit blijkt o.a. uit een vergelijking van de op bijlage 5 aangegeven ligging van de dieptelijn van N.A.P. -25 dm in 1973 met de ligging van die lijn in 1974. Met name het opnieuw tot ontwikkeling komen van de oude oostelijke geul van de Appelzak (geul 2) zal gezien moeten worden als een belangrijke factor die tot het ontstaan van de ongunstige bodemligging in het gebied van de Genieleiding en de zinkers "1966" en "1970" heeft geleid.

### 2.3.2 Zandhuishouding Appelzak 1955-1975.

Op grond van de gegevens van de rivierlodingen zijn destijds voor het gehele rivierbed van de Westerschelde inhoudsberekeningen uitgevoerd met betrekking tot de perioden 1955-1963 en 1964-1971. Naast de platengebieden zijn (voor zover aldaar over dieptecijfers wordt beschikt) ook de boven laagwater gelegen oevergedeelten in deze berekeningen opgenomen. De nauwkeurigheid van de bij de bewuste berekeningen verkregen gemiddelde diepteveranderingen bedraagt per beschouwd tijdvak bij benadering  $\pm 5 \text{ cm}$ <sup>1)</sup> (lit. 4). Met gebruikmaking van de gegevens van genoemde berekeningen zijn thans de inhouds- en

-diepteveranderingen -

<sup>1)</sup> exclusief de onnauwkeurigheid van de peilingen op zich.

diepteveranderingen bepaald voor het op bijlage 6 aangegeven deel van de Appelzak. De ligging van de hierbij in beschouwing genomen raaien (onderlinge afstand 500 m) is eveneens op deze bijlage aangegeven. Voor de periode 1972-1975 is op overeenkomstige wijze een aanvullende berekening uitgevoerd. Bij de betreffende berekeningen is het gebied van de Appelzak (ter verkrijging van enig inzicht in de ontwikkelingen in het gebied van de geulen 2 en 3 afzonderlijk) gesplitst in een oostelijk en een westelijk deel (bijlage 6).

In tabel A van bijlage 6 zijn de in par. 2.1 reeds besproken gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie voor de beschouwde perioden opgenomen. De in deze tabel vermelde hoeveelheden specie zijn tot in profiel bepaalde hoeveelheden herleid. Tabel B geeft de op grond van de rivierlodingen bepaalde reële inhoudsveranderingen weer. De uit de gegevens van de tabellen A en B bepaalde feitelijk opgetreden inhoudsveranderingen ("natuurlijk" effect) zijn weergegeven in tabel C.

Blijkens bijlage 6 was in het gebied van de Appelzak in de periode 1955-1963 ondanks het storten van een netto hoeveelheid specie van 4,44 mln m<sup>3</sup> van een reële verdieping van 1,84 mln m<sup>3</sup> sprake. Voor de periode 1964-1971 werden deze waarden achtereenvolgens op 3,32 mln en 3,46 mln m<sup>3</sup> vastgesteld. Gezien de omstandigheid dat ook de netto in de Appelzak gestorte hoeveelheden specie door stroominvloeden uit het gebied van de Appelzak zijn afgevoerd, heeft de feitelijke verdieping in de beschouwde perioden ("natuurlijk" effect) achtereenvolgens 6,28 en 6,78 mln m<sup>3</sup> bedragen. De op grond hiervan bepaalde jaarlijkse gemiddelde verdieping bedraagt dan 18 à 19 cm (tabel C; bijlage 6).

Gedurende de periode 1972-1975 werd een naar verhouding kleinere netto hoeveelheid specie in de Appelzak gestort dan in de voorafgaande jaren. Desondanks was aldaar slechts van een geringe reële verdieping sprake (0,23 mln m<sup>3</sup>, tabel B). De in het tijdvak 1972-1975 feitelijk jaarlijks opgetreden gemiddelde verdieping ("natuurlijk" effect) kan op 5 cm worden gesteld.

Uit de zeer sterke vermindering van de inhouds- en diepteveranderingen in de Appelzak in de periode 1972-1975 ten opzichte van de voorafgaande jaren, blijkt een aanzienlijke invloed van de in de jaren 1968-1971 aangelegde leidam op de Ballastplaat op de recente geulontwikkeling in dit gebied. Overigens zal de met name vóór de aanleg van de leidam aanwezige sterke tendentie tot verdieping van de Appelzak gezien moeten worden in samenhang met de als gevolg van de uitvoering van baggerwerken en de afvoer van specie buiten het rivierbed opgetreden verdiepingen in het bovenstrooms van Bath gelegen riviergedeelte (Vaarwater boven Bath c.a.; lit. 5). Gedurende de periode 1955-1971 zijn de in de Appelzak verrichte speciestortingen niet voldoende gebleken de in dit gebied optredende verdiepingen volledig te compenseren. Bij de thans in de Appelzak aanwezige situatie is de feitelijke verdieping van dit gebied door de invloed van de leidam betrekkelijk gering. Door enige opvoering van de speciestortingen aldaar zou wellicht een verdere verdieping kunnen worden voorkomen of mogelijk zelfs een verondieping van het bewuste vloodschaar zijn te bereiken. Als gevolg van de vooral de laatste jaren toegenomen diepgang van het voor de baggerwerken op de drempels gebruikte baggermaterieel zijn de mogelijkheden voor een toenemend gebruik van de stortplaats "Appelzak" echter betrekkelijk gering.

De blijkens de verrichte inhoudsberekeningen na 1955 opgetreden verdieping van de Appelzak ging volgens de in tabel B van bijlage 6 vermelde gegevens in de periode 1955-1963 gepaard met een vrij aanzienlijke verdieping (1,95 mln  $m^3$ ) van de in dit gebied aanwezige westelijke geul (geul 3). In het gebied van de oude oostelijke geul (geul 2) was in dit tijdvak van een geringe aanzanding sprake (0,11 mln  $m^3$ ). Er zijn geen duidelijke aanwijzingen dat de ontwikkeling van de geulen 2 en 3 in directe zin door de in de Appelzak verrichte speciestortingen is

- beïnvloed. -

beïnvloed. Zou dit wel het geval zijn geweest dan zou in samenhang met het tijdelijk staken van de speciëstortingen in de jaren 1963 en 1964 (bijlage 2) tijdelijk wellicht enige toeneming van geul 2 en enige achteruitgang van geul 3 zijn opgetreden. Een dergelijke ontwikkeling is niet geconstateerd. Daarentegen is na 1967 -ondanks een aanvankelijk nog vrij sterke voortgang van de speciëstortingen- de westelijke geul (geul 3) wel in betekenis afgenomen, terwijl geul 2 belangrijk is verdiept. Gelet op de gebleken belangrijke invloed van de leidam op de Ballastplaat op de zandhuishouding in het gebied van de Appelzak, zal met name deze dan ook bij de ontwikkeling van de geulen 2 en 3 van de laatste jaren een belangrijke rol hebben gespeeld.

### 2.3.3 Nadere beschouwing recentere ontwikkelingen.

Uit het opnieuw tot ontwikkeling komen van de oude oostelijke geul in de Appelzak blijkt een zekere samenhang tussen de geulontwikkeling in dit vloodschaar en de sedert 1967 in de omgeving hiervan uitgevoerde werken. De oorzaak tot het ontstaan van de veranderde situatie zal gelegen zijn in een gewijzigde waterverdeling over de beide in het vloodschaar aanwezige geulen. Hoewel ook de dijkaanleg ten behoeve van de Schelde-Rijnverbinding van enige invloed op de waterverdeling en het stroombeeld in het gebied van de Appelzak zal zijn geweest (wegvallen kombergingsgebied Schorren van Ossendrecht) zullen in dit verband vooral toch de aanleg van de leidam op de Ballastplaat en de bovenstrooms uitgevoerde werken (leidam Plaat van Doel, verdiepen drempel van Zandvliet) als de belangrijkste ingrepen moeten worden beschouwd. De invloed van het onttrekken van het gebied van de Schorren van Ossendrecht op de geulvorming in het gebied van de Appelzak lijkt in elk geval zeer gering. Op grond van de in 1948 in het gebied van de Schorren van Ossendrecht uitgevoerde hoogtemetingen werd de waterinhoud in dit gebied (bij g.h.w.) destijds berekend op ong. 2,5 mln m<sup>3</sup> (lit. 6). Deze in verhouding tot de volumina

van de Appelzak (in 1931 even benedenstrooms van de grens bij vloed 50 mln m<sup>3</sup> en bij eb 38 mln m<sup>3</sup>, lit. 7) reeds vrij kleine waterinhoud zal nadien door aanslibbing ongetwijfeld nog verder zijn afgenomen.

Uit de resultaten van de destijds in het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout verrichte proeven in een model met vaste bodem (bodempligging 1965) kan worden afgeleid dat bij aanleg van de leidam op de Ballastplaat met name in het oostelijk deel van de Appelzak (mede ter hoogte van de beschouwde zinkers) een zekere toeneming van de vloedstroomsnelheden viel te verwachten. Vergelijkbare natuurgegevens met betrekking tot de door de leidam veroorzaakte wijzigingen in de stromings-situatie in de Appelzak staan evenwel niet ter beschikking. De invloed van de door de bewuste leidam veroorzaakte wijziging in de waterverdeling tussen de Appelzak en het Vaarwater boven Bath komt duidelijk tot uitdrukking in de na de aanleg van de leidam geleidelijk aan toegenomen diepte van laatstgenoemde geul (uitbreiding gebied met diepten groter dan N.A.P. -20 m omgeving zinkerstraten, bijlage 4). Sinds enige tijd vertonen de diepten in het Vaarwater boven Bath aldaar een zekere evenwichtsligging. In verband met genoemde verdiepingen zijn in 1972 in het Vaarwater boven Bath voorzieningen (bestortingen, bezinkingen) ter bescherming van de zinkers "1965", "1966" en "1970" noodzakelijk gebleken.

Ondanks de wijzigingen in de waterverdeling tussen het Nauw van Bath en de Appelzak is de invloed als gevolg van de aanleg van de leidam op de Ballastplaat op de komberging in het gebied van de Appelzak slechts van geringe betekenis gebleken. Blijkens een voor de periode 1963-1975 verrichte berekening was aanvankelijk in het meest bovenstrooms gelegen deel van het vloodschaar (achter de leidam) van een geringe achteruitgang van de komberging sprake. De situatie en de grafieken van bijlage 7 geven hiervan een overzicht. Sinds 1973 bleef de komberging in het gebied van de Appelzak blijkens de grafieken van bijlage 7 echter vrijwel onveranderd.

In totaal is de komberging in de Appelzak sinds de aanleg van de leidam met ong. 0,5 mln m<sup>3</sup> achteruitgegaan; vergeleken met de totale komberging in dit gebied (22 à 23 mln m<sup>3</sup> bij gem. getij) betekent dit een vermindering met ruim 2%.

Afgezien van eventuele verdere belangrijke ingrepen in het onmiddellijk bovenstrooms gelegen gebied valt te verwachten dat geleidelijk aan een wat stabielere ligging van het thans in de Appelzak aanwezige twee-geulenstelsel zal ontstaan. Een beweeglijkheid van de geulen in dit gebied als vóór de aanleg van de leidam (par. 2.2) is feitelijk niet meer te verwachten. Met name op Nederlands gebied geeft het aldaar voor de dijk van de Schelde-Rijnverbinding nog aanwezige voorland de mogelijkheid tot verdere inscharing en verlaging van de rechteroever. Afgezien van de eventuele konsekwenties voor de nabij gelegen zeedijk op de v.m. Schorren van Ossendrecht zou dit kunnen betekenen dat het reeds thans belangrijk verdiepte onder de oever gelegen gebied ter hoogte van de zinkers "1966" en "1970" (verder beschreven in par. 2.4) hierdoor in de toekomst bij vloed nog wat sterker zou worden aangestroomd. Eén en ander komt met een analyse van de in par. 3 omschreven stroommetingen nog nader nader ter sprake in par. 4.

#### 2.4 Bodemligging omgeving zinkers "1966" en "1970".

De ontwikkelingen in de Appelzak zijn in grote lijnen beschreven in de par. 2.2 en 2.3. Hierbij zijn ook de diepteveranderingen ter plaatse van de in dit gebied gelegen zinkers "1965", "1966" en "1970" reeds even ter sprake gebracht.

Zoals reeds in de inleiding (par. 1) is gesteld is met name gedurende de laatste jaren bij de meest stroomafwaarts gelegen zinkers "1966" en "1970" van een ongunstige bodemontwikkeling sprake. In het navolgende wordt de diepteligging aldaar meer gedetailleerd beschouwd. Overigens is dit onderzoek grotendeels beperkt tot de as van het tracé van de zinkers "1966". Te verwachten valt immers dat de diepteveranderingen in het op



slechts 125 m stroomopwaarts gelegen tracé van de zinkers "1970" een vrijwel overeenkomstig verloop zullen hebben vertoond.

Op bijlage 8 zijn de dwarsprofielen getekend over de as van het zinkertracé "1966" (Appelzak - Vaarwater boven Bath). De profielen voor de jaren 1922 tot en met 1944 zijn ontleend aan de gegevens van de minuutbladen van de Hydrografische Dienst. Voor de jaren 1951 tot en met 1973 is van de rivierlodingen van de Rijkswaterstaat gebruik gemaakt. De gegevens van de door het Ingenieursbureau Lieveense ter plaatse van de zinkers verrichte detaillodingen zijn gebruikt voor het samenstellen van de profielen voor de jaren 1974 tot en met 1976. Naast de diverse bodemprofielen zijn op bijlage 8 tevens de omhullende lijnen van de in het beschouwde tijdvak bepaalde kleinste en grootste diepten aangegeven. Hierbij is van de gegevens van de weergegeven profielen gebruik gemaakt; met de tijdelijk aanwezige grotere diepten als gevolg van het op de gewenste diepte brengen van de zinkers (zinkersleuf) is geen rekening gehouden. Ten slotte is op bijlage 8 (naar gegevens van het Ingenieursbureau Lieveense) de diepteligging van een in de omgeving van de as van het tracé "1966" aanwezige waterzinker aangegeven. Overigens dient gerekend te worden dat de verschillende in het tracé "1966" aanwezige zinkers (3 waterzinkers en 1 gaszinker) onderling zekere afwijkingen in diepteligging vertonen.

Nadere beschouwing van bijlage 8 toont aan dat het oudste profiel met betrekking tot de Appelzak dateert van 1931. Hierbij bleek in de Appelzak een ruim en naar verhouding diep profiel (maximaal ong. N.A.P. -11 m) aanwezig. Bij de opname van 1938 bleek het goulprofiel van de Appelzak belangrijk versmald door zeer sterke aanzandingen (tot 6 m) aan de west (plaat)zijde. Bovendien bleek de diepte in de resterende tegen de oostelijke oever gelegen goel tot N.A.P. -8 m te zijn afgenomen. De in het tijdvak 1931 - 1938 opgetreden achteruitgang van het profiel van de Appelzak ging overigens gepaard met een zekere inscharing van de rechteroever.

Na 1938 heeft de verondieping van de Appelzak zich in belangrijke mate voortgezet. Tot 1965 beschouwd blijken de diepten ter plaatse van het aanvankelijk onder de rechteroever op een diepte van N.A.P. -8 m gelegen geultje (profielen bijlage 8; afstand uit O-punt = 2 000 m) geleidelijk aan afgenomen tot ong. N.A.P. -2 m. De grootste diepten in het dan (1965) op 400 à 500 m uit de oostelijke oever gelegen geultje van de Appelzak werden op ong. N.A.P. -4 m bepaald.

Vergelijking van de bodemligging in 1965 met de diepteligging van de zinkers "1966" (bijlage 8) toont aan dat deze zinkers zowel in de Appelzak als in het Vaarwater boven Bath belangrijk onder het ter plaatse aanwezige bodemprofiel zijn ingebracht. In de Appelzak blijken de bewuste zinkers ondanks deze inbaggering toch nog over een lengte van enkele honderden meters tot maximaal ong. 4 m boven de omhullende lijn van de bekende grootste diepten te zijn gelegen. In de aanvankelijk boven het peil van laagwater gelegen rechteroever werden de zinkers over een afstand van ruim 200 m tot een diepte van N.A.P. -5 à -6 m ingebaggerd. De invloed van deze inbaggering was bij de opneming van 1967 nog duidelijk merkbaar (reeds genoemd in par. 2.3); gepaard gaande met een verdieping tot maximaal N.A.P. -5 m vertoonde de rechteroever een landwaartse verplaatsing van ong. 150 m.

De door het leggen van de zinkers "1966" veroorzaakte verdiepingen aan de oostzijde van de Appelzak hebben zich in later jaren niet meer hersteld. Voor wat diepere ligging betreft zou dit mede gezien kunnen worden in samenhang met het opnieuw tot ontwikkeling komen van de oude oostelijke geul van de Appelzak (geul 2, par. 2.3). De landwaartse verplaatsing van het bewuste geulgedeelte is echter ongetwijfeld ingeleid door het in de oever inbaggeren van de zinkers; het is niet zonder meer uitgesloten dat bij het inbaggeren eventueel ter plaatse aanwezige tegen stroomuitschuring meer weerstand biedende "oude kerngronden" (par. 2.1) zijn opgeruimd.

Uit de op bijlage 8 voor de jaren 1967 tot en met 1971 weergegeven profielen blijkt dat toen aan de oostzijde van de Appelzak slechts een betrekkelijk geringe dekking op de zinkers "1966" aanwezig was. Bij de opneming van 1973 en in belangrijker mate bij die van augustus 1974 bleek de geulbodem aldaar echter plaatselijk tot onder de zinkers te zijn verdiept. Dit "vrijhangen" van de zinkers werd ook bij de in november 1974 verrichte peilingen nog geconstateerd. Door het plaatselijk storten van een rug van fosforslakken (31 oktober 1974 - 5 februari 1975; totaal 19 563 ton) is weer een zekere dekking op de bewuste zinkers verkregen. Eveneens in verband met het plaatselijk "vrijhangen" van de zinkers "1970" werd aldaar van 26 november 1974 tot en met 10 januari 1975 een hoeveelheid van in totaal 3 004 ton fosforslakken gestort.

Als gevolg van het storten van de "steenruggen" in de tracés van de zinkers "1966" en "1970" diende met een extra versterking van de bodemligging in de onmiddellijke omgeving rekening te worden gehouden. Hiertoe worden aldaar door het Ingenieursbureau Lieveense ter contrôle regelmatig detailleringen uitgevoerd. Uit deze opnemingen is gebleken dat in het tussen de zinkers "1966" en "1970" gelegen deel van de Appelzak de maximum diepten sinds het aanbrengen van de steenruggen zijn toegenomen van ong. N.A.P. -6 m in augustus 1974 tot ong. N.A.P. -8 m in augustus 1975. Onmiddellijk bovenstrooms van de zinkers "1970" bleek bij de opneming van maart 1976 een grootste diepte aanwezig van N.A.P. -11,5 m. De ligging van de bodem nam aldaar plaatselijk met 5 à 6 m in diepte toe.

Naast de getroffen voorzieningen bij de zinkers "1966" en "1970" zijn ook ter plaatse van het langs de rechteroever van de Appelzak blootgekomen deel van de Genieleiding (par. 2.3) over een lengte van ruim 100 m bestortingen met fosforslakken uitgevoerd (november 1974 - april 1975). De plaats van de op de zinkers en de Genieleiding aangebrachte bestortingen is aangeduid op bijlage 5.

par. 3 UITGEVOERDE METINGEN.

3.1 Metingen Antwerpse Zeediensten.

Ter ondersteuning van het te verrichten onderzoek naar de stromings situatie ter hoogte van de nabij de Rijks grens gelegen zinkers zijn door de Antwerpse Zeediensten op één meetplaats continue stroommetingen verricht. De positie van de hiertoe op Belgisch gebied in meetpunt "A" uitgelegde Flachseestroommeter is aangegeven op bijlage 5 en op de inzettekening van bijlage 9. Bij het verrichten van de bewuste waarnemingen (van 27 maart tot en met 21 april 1975) waren de voorzieningen ter bescherming van de zinkers "1966" en "1970" reeds uitgevoerd (par. 2.4). Hierdoor was de bodemligging ter plaatse van de op slechts korte afstand benedenstrooms van meetpunt "A" gelegen zinkers "1970" tot N.A.P. -3 à -4 m opgestort met fosforslakken. Ter plaatse van meetpunt "A" was een bodemdiepte aanwezig van N.A.P. -5,40 m; de stroomsnelheden zijn in dit punt op een diepte van N.A.P. -3,40 m (2 m boven de bodem) geregistreerd.

Voor de gehele waarnemingsperiode is door de Antwerpse Zeediensten een met behulp van een computer getekende stroomsnelheidsgrafiek beschikbaar gesteld, waarbij tevens de gegevens voor de hoog- en laagwaters aan het station Prosperpolder zijn aangegeven. Bovendien is voor de hogere tijen van 12 en 13 april 1975 een afzonderlijke grafiek (op een grotere schaal) verstrekt, waarop naast de stroomsnelheden tevens het verloop van de stroomrichting en het getijverloop (Prosperpolder) is weergegeven.

Van de door de Antwerpse Zeediensten verstrekte gegevens zijn de grafieken met betrekking tot het stroom- en getijverloop op 12 en 13 april 1975 volledig opgenomen op bijlage 9. Blijkens de op deze bijlage vermelde getijfactoren was het getij op beide dagen overwegend iets sterker ontwikkeld dan gemiddeld springtij. Op grond van de gegevens van de continue verrichte waarnemingen over de periode 27 maart - 21 april 1975 is op bijlage 9 in grafiekvorm tevens het verband weergegeven (voor eb en vloed) tussen de maximale stroomsnelheid (m/s) en het opgetreden getij (getijfactor t.o.v. gem. getij). Door de

- hiertoe -

hiertoe in de bewuste grafiek getekende punten (die een niet onbelangrijke spreiding vertonen) is zowel voor eb als voor vloed de gemiddelde lijn getekend voor het verband tussen de maximum stroomsnelheid en de getijfactor. In deze grafiek is tevens (voor eb en vloed) de theoretische lijn aangegeven voor het geval van een rechtevenredig verband tussen de maximum stroomsnelheid en de getijfactor sprake zou zijn. Bij ebstroom blijkt een vrij redelijke overeenkomst tussen de lijn voor het vastgestelde gemiddelde verband en de bewuste theoretische lijn aanwezig. Het gemiddelde verband voor vloed vertoont echter een belangrijke afwijking. De maximum vloedstroomsnelheden liggen bij tijen boven gemiddeld getij hoger dan bij een rechtevenredig verband tussen de stroomsnelheid en de getijfactor viel te verwachten; bij tijen beneden gemiddeld getij zijn deze snelheden daarentegen lager.

Blijkens de grafieken van bijlage 9 zijn de vloedstroomsnelheden in meetpunt "A" aanmerkelijk hoger dan de ebstroomsnelheden (invloed vloedschaar). De maximum vloedstroomsnelheden varieerden aldaar in de beschouwde periode tussen ong. 0,60 m/s bij de zwak en ruim 1,50 m/s bij de sterk ontwikkelde tijen; voor de eb werden maximum snelheden variërend tussen 0,25 en 0,60 m/s vastgesteld.

Uit de op bijlage 9 voor 12 en 13 april 1975 (ong. gem. springtij) weergegeven meetresultaten blijkt dat de tijdstippen voor maximum vloedstroom op de bewuste dagen omstreeks 1 uur voor hoogwater (Prosperpolder) zijn opgetreden. Overigens is uit de waarnemingen gebleken dat het tijdstip van maximum stroom vroeger optreedt naarmate het getij minder sterk is ontwikkeld. Bij de zwak ontwikkelde tijen is het tijdstip van maximum stroom omstreeks 2 uur en bij de zeer sterk ontwikkelde springtijen op ongeveer 40 minuten voor hoogwater gelegen.

Uit de continue geregistreeerde stroomsnelheden blijkt dat in meetpunt "A" in feite slechts gedurende een periode van ong. 2 uur (omstreeks maximum vloed) stroomsnelheden van betekenis optreden. Tijdens de eb en gedurende de eerste uren van de vloed blijken de stroomsnelheden aldaar vrij gering.

Gelet op dit stroombeeld zullen met name de perioden van maximum vloedstroom bij springtijden voor de bodemontwikkeling in dit gebied van groot belang moeten worden geacht. Gedurende de eerste uren van de vloed (lage stroomsnelheden) blijkt de stroomrichting aan zekere schommelingen onderhevig (tussen N  $120^{\circ}$  en  $180^{\circ}$  E.r.w.); tijdens de hogere snelheden blijkt de vloedstroom vrijwel constant op het zuiden gericht (N  $175^{\circ}$  à  $180^{\circ}$  E.r.w.). De ebstroom vertoont vrijwel constant een noordelijke richting (ong. N  $10^{\circ}$  E.r.w.).

### 3.2 Metingen Studiedienst Vlissingen.

#### 3.2.1 Verticaalmetingen bij Flachseestroommeter.

In de onmiddellijke omgeving van de van 27 maart tot en met 21 april 1975 in meetpunt "A" verrichte Flachseestroommetingen (par. 3.1) zijn op 9 april 1975 door de Studiedienst stroommetingen uitgevoerd in de verticaal. Het ebtij was op die dag wat sterker ontwikkeld dan gemiddeld getij (getijfactor 1,070); het vloedtij kwam vrijwel met gemiddeld getij overeen (getijfactor 1,009). De bewuste metingen zijn bij een vrijwel overeenkomstige bodemdiepte als bij de Flachseestroommeter (N.A.P. -5,40 m) verricht van  $3\frac{1}{2}$  uur vóór tot  $3\frac{1}{2}$  uur na hoogwater te Bath. Blijkens de resultaten van een door de Antwerpse Zee-diensten verrichte vergelijking vertoonde het stroomverloop volgens de op een diepte van N.A.P. -3,40 m verkregen gegevens van de Flachseestroommetingen geen belangrijke afwijkingen met de op een overeenkomstige diepte volgens de verticaalmetingen aanwezige snelheden. Over het algemeen waren de stroomsnelheden op de bewuste diepte volgens de verticaalmeting wat lager dan die volgens de Flachseestroommeter. Volgens de gegevens van de Flachseestroommeter was bij vloed op 9 april 1975 een maximum stroomsnelheid aanwezig van 0,84 m/s, tegen 0,70 m/s volgens de verticaalmetingen. Bij eb bedroegen deze maximum waarden resp. 0,49 m/s en 0,42 m/s. Gedurende het eerste gemeten gedeelte

van de vloed vertoonden de stroomsnelheden in de verticaal op 9 april 1975 vanaf het wateroppervlak tot op 1 à 2 m boven de bodem een vrijwel gelijke waarde. Omstreeks het optreden van de hoogste stroomsnelheden waren de snelheden nabij de oppervlakte echter duidelijk hoger dan op grotere diepte. Na maximum vloed vertoonden de vloedverticalen een zeer onregelmatig verloop. Bij eb bleken met name omstreeks max, stroom de sterkste stromen op ongeveer de halve waterdiepte aanwezig.

De bij de verticaalmeting op 9 april 1975 bepaalde stroomrichtingen tonen een goede overeenstemming met de volgens de gegevens van de Flachseestroommeter aanwezige stroomrichting (par. 3.1).

### 3.2.2 Metingen 25 en 28 april 1975.

Ter nadere vaststelling van het horizontale en verticale getij in het gebied van de Appelzak c.a. zijn op 25 en 28 april 1975 bij een sterk ontwikkeld getij de navolgende metingen uitgevoerd:

- a Waterstandsmetingen;
- b Verticaalmetingen;
- c Stroomdrijvingen.

#### ad a Waterstandsmetingen.

Voor het onderzoek naar het verticale getij kon in de eerste plaats over de registraties van de getijmeters te Bath (PR 1.2) en Prosperpolder (nabij de Rijksgrens; PR 1.1) worden beschikt. Zowel op 25 als op 28 april 1975 zijn deze gegevens tijdens de bij vloed verrichte stroomdrijvingen (ad c) aangevuld met waarnemingen aan de visuele peilschaal te Bath (PV 1.2) en aan de hulppeilschaal (visueel) nabij de Rijksgrens in de Appelzak (P 1.10). De plaats van de peilschalen PR 1.2, PV 1.2, PR 1.1 en P 1.10 is globaal aangegeven op de inzettekening van bijlage 10.

De getijkrommen met betrekking tot de op 25 april voor genoemde peilschalen vastgestelde waterstanden zijn eveneens getekend op de reeds genoemde bijlage 10. Het springtij was op deze dag zeer sterk ontwikkeld (getijfactor vloed 1,251). Uit de op bijlage 10 weergegeven getijkrommen blijkt met name tijdens de sterkste rijzing van de vloed een zekere afwijking aanwezig tussen de registrerende en de visuele peilschaal te Bath. Tijdens het grootste verschil blijkt de waterstand volgens de visuele peilschaal ong. 10 cm lager dan volgens de registrerende. Aan de registrerende peilschaal was de hoogwaterstand 2 à 3 cm hoger dan volgens de visuele waarneming (PR 1.2 = N.A.P. +3,015m; PV 1.2 = N.A.P. +2,99 m).

Aan de hulpepeilschaal in de Appelzak (P 1.10) was de waterstand in vergelijking met de visuele peilschaal te Bath tijdens het sterkste stijgen van de vloed maximaal ong. 20 cm lager. Het hoogwaterpeil werd aan deze peilschaal op N.A.P. +3,03 m bepaald (4 cm hoger dan aan PV 1.2); het tijdstip van hoogwater (ong. 15 uur) viel aldaar slechts enkele minuten na hoogwater te Bath.

De waterstanden aan de peilschaal te Prosperpolder (PR 1.1) waren tijdens de vloed over het algemeen enkele centimeters lager dan aan de peilschaal in de Appelzak (P 1.10). Het tijdstip van hoogwater aan de peilschaal te Prosperpolder viel vrijwel gelijk met dat tijdstip aan de peilschaal P 1.10 (Appelzak). De hoogte van hoogwater werd te Prosperpolder op N.A.P. +3,11 m, dus 8 cm hoger dan in de Appelzak vastgesteld. Vergeleken met de getijkrommen van Bath en Prosperpolder vertoonden de waterstanden bij de peilschaal P 1.10 in de Appelzak tijdens het vloedtij van 25 april 1975 geen opmerkelijk verloop. Dit was evenmin het geval bij het overigens iets minder sterk ontwikkelde vloed (spring) tij van 28 april 1975 (getijfactor 1,188). De getijkrommen met betrekking tot de waterstandsmetingen van 28 april 1975 zijn niet in een bijlage opgenomen.



Gelet op het optredende vloedstroombeeld (ad c) geven de beschikbare waterstandgegevens in feite een te beperkt inzicht in het verloop van de waterstanden boven- en benedenstrooms van de leidam. Voor een beter inzicht zou ook over de gegevens van een bovenstrooms van de leidam aan de rechteroever van het vaarwater (tegenover de peilschaal Prosperpolder) gelegen punt dienen te worden beschikt.

ad b Verticaalmetingen.

In de in het oostelijke geultje van de Appelzak gelegen meetpunten 1 en 1s zijn op 25 april 1975 gedurende 13 uur stroommetingen in de verticaal uitgevoerd. De ligging van het nabij de Rijksgrens gelegen meetpunt 1 en van het op 1,5 km ten noorden hiervan gelegen meetpunt 1s is aangegeven op de inzettekening van bijlage 10. Langs de rechteroever van het bewuste geultje van de Appelzak zijn op 25 april 1975 gedurende 5 uur van de vloed tevens verticaalmetingen verricht in het op ong. 900 m ten noorden van de Rijksgrens gelegen meetpunt 2. Ook dit punt is op de reeds genoemde bijlage aangegeven. Op 28 april 1975 zijn bij vloed uitsluitend verticaalmetingen verricht in het referentiepunt MP 1.

Van de op 25 april 1975 in de meetpunten 1, 1s en 2 verrichte metingen zijn de stroomkrommen voor de gemiddelde snelheid in de verticaal weergegeven op bijlage 10. Met betrekking tot de op 28 april verrichte verticaalmetingen zijn geen stroomgegevens in een bijlage opgenomen.

Blijkens de stroomgegevens van bijlage 10 vertoont de gemiddelde stroomsnelheid in het nabij de Rijksgrens gelegen meetpunt 1 (even ten noorden van de zinkers "1966" en "1970") tijdens de periode van maximum vloed aanzienlijk hogere waarden dan in het ong. 1,5 km verder noordwaarts gelegen meetpunt 1s. De maximale gemiddelde stroomsnelheden in de meetpunten 1 en 1s bedroegen achtereenvolgens 1,35 en 1,03 m/s; in het aan de rechteroever gelegen meetpunt 2 werd bij maximum vloed de naar verhouding nog vrij belangrijke gemiddelde stroomsnelheid van

- 0,77 m/s -

0,77 m/s vastgesteld. In het reeds genoemde meetpunt 1 zijn naast de gemiddelde snelheden ook de snelheden op 0,50 m boven de bodem vrij belangrijk gebleken. De maximale vloedstroomsnelheid op een diepte van 0,50 m boven de bodem werd in meetpunt 1 op 1,14 m/s bepaald. Overigens blijken in meetpunt 1 (bijlage 10) de hoogste stroomsnelheden op te treden gedurende een periode van ongeveer 1,5 uur vóór tot omstreeks hoogwater. Tijdens de ebperiode werden zowel in meetpunt 1 als in meetpunt 1s stroomsnelheden met zeer lage waarden gemeten. De gemiddelde maximum ebstroomsnelheid werd in de meetpunten 1 en 1s achtereenvolgens bepaald op 0,42 en 0,27 m/s.

In meetpunt 1 werd tijdens de periode van maximum vloed een vrijwel zuidelijk gerichte stroomrichting vastgesteld (N 170° à 180° E.r.w.). Deze richting toont een goede overeenstemming aan met de bij de in par. 3.1 genoemde Flachseestroommetingen bepaalde stroomrichtingen.

ad c Stroomdrijvingen.

Op 25 en 28 april 1975 zijn in het achter de leidam op de Ballastplaat gelegen deel van de Appelzak (vanaf ong. 1300 m ten noorden van de Rijksgrens) stroomdrijvingen uitgevoerd tijdens de belangrijkste periode van de vloedstroom (ongeveer vanaf het peil van N.A.P.). Bij de metingen van 25 april werden met behulp van een zestal drijvers ter lengte van 1 m over een belangrijk deel van het bewuste riviergedeelte stroombanen vastgelegd. Op 28 april werden meer gedetailleerde drijvingen onder de rechteroever verricht. De hierbij gebruikte drijvers waren van verschillende lengte (0,5 of 1 m).

Van de op 25 en 28 april uitgevoerde stroomdrijvingen is het belangrijkste deel van de verkregen resultaten weergegeven op bijlage 11. Rekening houdend met de fase van het getij zijn bij de op deze tekening afgebeelde stromingssituaties de gegevens van beide meetdagen tot één stroombeeld samengevoegd.

De stroomsnelheden bij de stroombanen 1 t/m 6 hebben betrekking op het getij van 28 april 1975 (getijfactor 1,188); bij de stroombanen 7 t/m 12 zijn de voor het getij van 25 april 1975 (getijfactor 1,251) vastgestelde stroomsnelheden vermeld. Voor herleiding tot het getij van 25 april 1975 zouden de bij de stroombanen 1 t/m 6 vermelde snelheden met 5 à 6% dienen te worden verhoogd.

Tijdens de op 25 april verrichte stroomdrijvingen werden ter plaatse van het in meetpunt 1s gelegen meetvaartuig windsnelheden bepaald van 6 à 8 m/s. De windrichting kromp tijdens de uitvoering van deze drijvingen van noord naar noordwest (bijlage 10). Op 28 april 1975 werden de stroomdrijvingen bij een zwakke zuidenwind uitgevoerd. De windinvloed zal bij de metingen van 25 april (stroomrichting en windrichting vielen vrijwel samen) op de koers van de vastgelegde stroombanen van weinig of geen invloed zijn geweest. Een geringe invloed op de hierbij bepaalde stroomsnelheden lijkt echter niet geheel uitgesloten.

Zoals uit de diverse stroombeelden van bijlage 11 blijkt wordt de stromingssituatie in het achter de leidam gelegen deel van de Appelzak tijdens vloed duidelijk door de in landwaartse richting in hoogte oplopende ligging van de leidam en de hoogte van de waterstand beïnvloed. Aanvankelijk (fasen 1 en 2) vindt de toestroming van water naar het Vaarwater boven Bath hoofdzakelijk via de op het lager gelegen rivierwaartse deel van de leidam gerichte westelijke vloedgeul van de Appelzak plaats (geul 3; par. 2.2 en 2.3). Met het stijgen van de waterstand verkrijgen de betreffende stroombanen (nrs. 8 t/m 12) duidelijk een wat gestrekter ligging (vergelijk fasen 1 en 2).

Bij getijfase 3 valt naast de aanvoer van water via de westelijke geul van de Appelzak tevens de wateraanvoer door de oude oostelijke geul (geul 3; par. 2.2 en 2.3) waar te nemen. In tegenstelling tot de ongeveer zuid-zuidwestelijke stroomrichting uit de westelijke geul bij de fasen 1 en 2

- blijkt -

blijkt de stroomrichting uit de bewuste geul bij fase 3 vrijwel zuidelijk gericht. De stroombanen uit de oostelijke geul vertonen bij fase 3 ter hoogte van de Rijks-grens een sterk geconcentreerde ligging onder de rechteroever. Hierbij blijken deze stroombanen met een ongeveer zuidelijke richting op het meer naar de oever op het peil van N.A.P. +0,5 à +1,0 m gelegen deel van de leidam gericht. De stroominvloed uit de westelijke en de oostelijke geul van de Appelzak is bij getijfase 3 in het ten zuiden van de Rijksgrens gelegen deel van het beschouwde gebied gescheiden door een naar verhouding ondiep boven het peil van N.A.P. gelegen gebied. Deze scheiding blijkt vooral duidelijk uit de ligging van de aldaar sterk uiteenwijkende stroombanen 8 en 9.

Blijkens de resultaten van de verrichte stroomdrijvingen vindt bij getijfase 3 ook via het ten noorden van de Rijksgrens langs de rechteroever van de Appelzak gelegen voorland een zekere wateraanvoer plaats. Min of meer verlopend met de plaatselijke bodemligging vertonen de betreffende aanvankelijk over het voorland lopende stroombanen (met name de nrs. 2, 3 en 4) ter hoogte van de grens een vrij sterke uitbuiging in de geulrichting. Vanaf de Rijksgrens vindt de doorvoer van water door de oostelijke geul van de Appelzak via een betrekkelijk smal geulgedeelte plaats. Deze versmalling is op de grootte van de stroomsnelheden duidelijk merkbaar. Bij fase 3 werden aan de noordzijde van de Rijksgrens maximum stroomsnelheden bepaald van 0,75 à 1 m/s; ten zuiden van deze grens (in het gebied van de in dit onderzoek betrokken zinkers) werd een maximum stroomsnelheid van 1,64 m/s vastgesteld (drijver 5). Aan het rivierwaartse einde van de leidam bleken bij fase 3 stroomsnelheden van 1,35 à 1,40 m/s aanwezig. Bij fase 4 vertoonden deze snelheden een toeneming tot maximaal 1,50 à 1,60 m/s. Gerekend dient te worden dat deze schuin op het Vaarwater boven Bath gerichte stromingen in dit vaarwater een zekere dwarsstroming zullen veroorzaken.

Het stroombeeld bij fase 5 vertoont onder de rechteroever van de Appelzak een sterke overeenkomst met de bij fase 3 aanwezige situatie. Hoewel de stroomsnelheden reeds blijken te zijn afgenomen vertonen de stroombanen ter hoogte van de Rijksgrens ook dan een sterke concentratie. Bij fase 6 (korte tijd voor de kentering) blijken de stroomsnelheden nog slechts van geringe betekenis.

par. 4 NADERE ANALYSE VERRICHT ONDERZOEK.

4.1 Geulontwikkeling en stromingssituatie.

Uit de geulontwikkeling van de laatste jaren in de Appelzak (par. 2.3) is gebleken dat deze anders is verlopen dan op grond van de vroegere ontwikkelingen in feite viel te verwachten (par. 2.2). De verwachte toenemende ontwikkeling (en oostelijke verplaatsing) van de nieuwe westelijke geul van de Appelzak (geul 3) heeft zich na 1967 niet verder voortgezet; integendeel, deze geul is in later jaren zelfs wat in betekenis afgenomen. Daarentegen vertoonde de in 1967 reeds sterk verzande oude oostelijke geul van de Appelzak (geul 2) naderhand een in feite niet verwachte toeneming; met name na 1973 ging deze toeneming gepaard met belangrijke verdiepingen ter plaatse van de zinkers "1966" en "1970" en in de omgeving van de op enige afstand ten noorden van de Rijksgrens gelegen Genieleiding. De oorzaak tot het optreden van de huidige geulontwikkeling in het gebied van de Appelzak zal voornamelijk gezien moeten worden als een gevolg van menselijk ingrijpen in de onmiddellijke omgeving t.w.:

- a de aanleg van de leidam op de Ballastplaat (1968-1971) en
- b de uitgevoerde werken bovenstrooms van de Appelzak; hieronder vallen zowel de aanleg van de leidam op de Plaat van Doel (1967-1970) als de in feite nog steeds doorgaande verdieping van het hoofdvaarwater (drempel van Zandvliet c.a.).

De invloed van de indijking van de Schorren van Ossen-drecht op de gewijzigde geulontwikkeling in de Appelzak lijkt gering (par. 2.3).

Hoewel blijkens de resultaten van verricht modelonderzoek in het Waterloopkundig Laboratorium Borgerhout als gevolg van de aanleg van de leidam op de Ballastplaat een zekere verdieping in het oostelijk deel van de Appelzak kon worden verwacht (par. 2.3.1) en de invloed van de leidam op de zandhuishouding in het gebied van de Appelzak duidelijk is gebleken (par. 2.3.2) zal met betrekking tot de oorzaak van de sterke

- ontwikkeling -

ontwikkeling van de oostelijke geul van de Appelzak gedurende de laatste jaren ook de invloed van de als gevolg van omvangrijke baggerwerken opgetreden verdieping van de drempel van Zandvliet c.a. van belang moeten worden geacht. Door deze verdiepingen zullen -in samenhang met de invloed van de leidam op de Plaat van Doel- ongetwijfeld wijzigingen in de waterverdeling in het bovenstrooms van de Appelzak gelegen gebied zijn opgetreden, met naar het zich laat aanzien een extra aantrekken (bij maximum vloed) van de oostelijke geul van de Appelzak als gevolg. Deze gevolgtrekking houdt in dat bij een eventuele toekomstige verdere verdieping van de drempel van Zandvliet c.a. in feite een toenemende ontwikkeling van de oostelijke geul van de Appelzak zou zijn te verwachten. Een nader inzicht in de invloed van de geuligging bovenstrooms van de Appelzak op de geulontwikkeling in dit vloed-schaar zou wellicht verkregen kunnen worden door het verrichten van enig modelonderzoek (Westerscheldemodel; Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout). Ook een op deze situatie afgestemde berekening met het bij de Studiedienst beschikbare één dimensionale getijmodel voor de Westerschelde zou hierin mogelijk enig inzicht kunnen verschaffen.

Blijkens de resultaten van de in de oostelijke geul van de Appelzak verrichte verticaalmetingen (par. 3.2.2) zijn de ebstroomsnelheden aldaar vrij gering. De invloed van deze stromingen op de ligging van de onverdedigde rechteroever benedenstrooms van de Rijksgrens (eventuele inscharing) moet dan ook van weinig of geen betekenis worden geacht. De vloedstroom vertoont blijkens de uitgevoerde stroomdrijvingen ter plaatse van het onmiddellijk ten noorden van de Rijksgrens gelegen deel van de rechteroever tijdens maximum stroom echter snelheden tot 0,70 à 0,80 m/s. Het lijkt niet uitgesloten dat deze snelheden op den duur tot een verdere verlaging van het betreffende voorland zullen leiden, met een mogelijk wat versterkte aanstroming van het reeds thans belangrijk verdiepte op Belgisch gebied gelegen gedeelte van de oostelijke vloedgeul van de Appelzak in de omgeving van de zinkers "1966" en

"1970" als gevolg. Voor wat de veiligheid van de zeedijk langs de Schelde-Rijnverbinding op Nederlands gebied betreft geeft de huidige ligging van het voorgelegen voorland geen reden tot zorg.

Het huidige vloedstroombeeld in de Appelzak toont duidelijk de invloed van de hoogteligging van de leidam op de Ballastplaat aan (par. 3.2.2). Bij de wat lagere waterstanden vindt slechts toestroming van water naar het hoofdvaarwater over het lager gelegen rivierwaartse deel van de leidam plaats (via de westelijke geul van de Appelzak). Gedurende de getijperiode met hogere waterstanden -waarbij ook het meer landwaarts gelegen deel van de leidam overstroombaar is- neemt ook de oostelijke geul van de Appelzak duidelijk aan de doorvoer van water in zuidelijke richting deel. Met name ter hoogte van de bij de Rijksgrens gelegen zinkers vertonen de stroombanen in de bewuste oostelijke geul een sterk geconcentreerde ligging. Deze aldaar met naar verhouding hoge snelheden gepaard gaande stromingssituatie zal mede beïnvloed worden door de toestroming van water via het reeds eerder genoemde onmiddellijk ten noorden van de Rijksgrens gelegen voorland. Zoals hiervoor reeds gesteld zal deze invloed bij een eventuele verdere verlaging van het bewuste voorland worden versterkt. In dat verband zal ook de sterke rivierwaartse ligging van de zeedijk op Belgisch gebied (par. 2.1) van toenemend belang moeten worden geacht.

Omtrent de aan het bovenstroomse einde van de oostelijke geul van de Appelzak ter plaatse van de leidam optredende vloedstroomsnelheden staan geen waarnemingen ter beschikking. Gelet evenwel op de aan de bovenstroomse zijde van de leidam aanwezige vrij vlakke en ondiepe bodemligging (situaties bijlage 11) lijkt het aldaar optreden van zeer hoge snelheden niet waarschijnlijk. Aan het lager gelegen rivierwaartse einde van de leidam werden vloedstroomsnelheden tot 1,50 à 1,60 m/s vastgesteld. Te verwachten valt dat deze stromingen mede van invloed zijn op het stroombeeld in het Vaarwater boven Bath.



Uit de resultaten van de in meetpunt "A" nabij de zinkers "1970" verrichte Flachseestroommetingen (par. 3.1) is gebleken dat de maximum vloedstroomsnelheden in vergelijking met de getijfactor bij toenemend getij een naar verhouding sterke toeneming vertonen. Hoewel hiernaar nog slechts weinig vergelijkend onderzoek is verricht lijkt deze omstandigheid samen te hangen met het vloedschaarkarakter van de Appelzak.

#### 4.2 Leidam Ballastplaat.

Met gebruikmaking van het voor de Westerschelde bij de Studiedienst beschikbare wiskundige één-dimensionale getijmodel is voor het gebied van de Appelzak en het Vaarwater boven Bath c.a. een berekening uitgevoerd voor de situaties met overstroombare en onoverstroombare leidam op de Ballastplaat. Ten behoeve van deze berekening is het beschouwde gebied in een aantal secties verdeeld. Een overzicht van de ligging van deze secties geeft bijlage 12. Per sectie kunnen van de beide per half uur voor eb en vloed uitgevoerde berekeningen gegevens worden vergeleken met betrekking tot de debieten, de gemiddelde stroomsnelheden en de waterstanden. Op bijlage 12 zijn de voor eb en vloed berekende maximale stroomsnelheden over het gemiddeld stroomvoerend profiel in een tabel weergegeven. De bewuste berekeningen zijn uitgevoerd voor het wat sterker dan gemiddeld getij ontwikkelde tij van 11 mei 1971 (getijfactor 1,0873). Overigens is bij de berekeningen uitgegaan van de voorlopige ijkingsberekening. Met name in het beschouwde gebied vertoont deze berekening echter een redelijke overeenkomst met de natuurlijke toestand.

Blijkens de resultaten van de uitgevoerde berekeningen nemen de maximale gemiddelde stroomsnelheden (bijlage 12) in het achter de leidam gelegen gebied bij een onoverstroombare leidam (vergeleken met een overstroombare) zowel bij eb als bij vloed met ongeveer 80% af (secties 90 en 91). Ook in het onmiddellijk benedenstrooms van de leidam gelegen deel van de

Appelzak (sectie 89) is van een dergelijke sterke achteruitgang sprake. In het verder stroomafwaarts gelegen deel van de Appelzak (sectie 88) blijkt de achteruitgang van de stroomsnelheden betrekkelijk gering (10 à 15%).

Zoals te verwachten vinden in het Vaarwater boven Bath bij een onoverstroombare leidam op de Ballastplaat de belangrijkste veranderingen in het stroombeeld ter hoogte van het benedenstroomse einde van de leidam plaats (sectie 159). De bij de huidige situatie optredende toe- en afstroming via de leidam wordt dan immers volledig onderbroken. In de onmiddellijk ten noorden van de leidam gelegen sectie 159 vertoont de maximale gemiddelde vloedstroom volgens de uitgevoerde berekening een toeneming met ong. 32%; voor de maximum ebstroom is een toeneming van ong. 20% berekend. Ook ter hoogte van de in het Vaarwater boven Bath gelegen zinkers "1965", "1966" en "1970" is de invloed van een onoverstroombare leidam met name op de maximale vloedstroomsnelheden nog aanzienlijk (sectie 161); eerst in de omgeving van het landwaartse einde (sectie 93) is de invloed van een dergelijke leidam in vergelijking met de huidige situatie gering.

Gelet op de uitkomsten van de uitgevoerde berekeningen zou bij het onoverstroombaar maken van de leidam op de Ballastplaat een belangrijke verbetering van de stromingssituatie in de oostelijke geul van de Appelzak ter hoogte van de zinkers "1966" en "1970" mogen worden verwacht. Hierbij zou zonder het treffen van verdere voorzieningen van enige betekenis een voor de toekomst veilige ligging van de bewuste zinkers aldaar kunnen worden verkregen.

Riviertecnisch- en ook nautisch gezien is een onoverstroombare leidam op de Ballastplaat echter zeer onaantrekkelijk. Als ongunstige factoren kunnen in dit verband worden aangemerkt:

- a Het optreden van een zeer ongunstige stromings situatie in het Vaarwater boven Bath als gevolg van een sterke toename van de stroomsnelheden en volumina. Hierdoor zullen naast wellicht onaanvaardbare dwarsstromingen in de vaargeul ter hoogte van het rivierwaartse einde van de leidam o.a. tevens ongewenste verdiepingen in het gebied van de in het bewuste vaarwater aanwezige zinkers ("1965", "1966" en "1970") kunnen ontstaan. Bovendien zal met een versterkte aantasting (inscharing) van de tegen het Verdrongen land van Saaftinge gelegen linkeroever van het Vaarwater boven Bath moeten worden gerekend.
- b Een achteruitgang van de komberging in het gebied van de Appelzak; dit als gevolg van de sterke afneming van de stroomsnelheden bij eb en vloed en de daarmee samenhangende te verwachten materiaalafzetting. In feite dient elke achteruitgang van de komberging met het oog op de instandhouding van het hoofdvaarwater zoveel als mogelijk te worden voorkomen.

Gezien de verwachte sterke invloed van de volledig onoverstroombare leidam op de stromings situatie in de Appelzak, zou mogelijk ook een gedeeltelijke verhoging van de leidam tot boven het peil van hoogwater (alleen ter plaatse van het meer landwaarts gelegen deel) reeds tot een aanzienlijke vermindering van de vloedstroom in de oostelijke geul van de Appelzak kunnen leiden. Afhankelijk van de lengte waarover de verhoging van de leidam zou moeten worden uitgevoerd (te bepalen door middel van modelonderzoek) zal echter ook bij een gedeeltelijk verhoogde leidam in meerdere of mindere mate met het optreden van de hiervoor onder a en b genoemde nadelige effecten moeten worden gerekend. Gelet op de huidige situatie in het Vaarwater boven Bath betekent elke verslechtering van de stromings situatie in feite een achteruitgang voor de scheepvaart.

4.3 Eventuele verdere maatregelen ter bescherming van de zinkers.

Uit de in par. 4.2 beschouwde berekeningen voor een onoverstroombare en een overstroombare leidam is gebleken dat aan een onoverstroombare leidam onaanvaardbare riviertechnische en nautische bezwaren zijn verbonden. In feite gelden deze bezwaren ook (zij het in mindere mate) voor een gedeeltelijk verhoogde leidam.

Gelet op de aan een verhoogde leidam verbonden bezwaren verdient het wellicht aanbeveling dat bij een in de toekomst eventueel noodzakelijke verdere bescherming van de in de oostelijke geul van de Appelzak gelegen zinkers voorzieningen in de onmiddellijke omgeving van de bewuste zinkers worden getroffen. Bij het ongewijzigd handhaven van de huidige hoogteligging van de leidam op de Ballastplaat dient ter plaatse van de in de oostelijke geul van de Appelzak gelegen zinkers rekening te worden gehouden met:

- 1e De thans aanwezige ongunstige stromingssituatie ter plaatse, die tot een verdere aantasting van de geulbodem aldaar en verstoring van de reeds op de zinkers "1966" en "1970" aangebrachte bestortingen zal kunnen leiden.
- 2e Het mogelijk verder aantrekken van de stroom via de oostelijke geul van de Appelzak (bij vloed) als gevolg van verdere wijzigingen (door baggerwerk) in het geulensysteem stroomopwaarts.
- 3e Een eventuele (wellicht geringe) verslechtering van de stromingssituatie tijdens vloed in de omgeving van de Rijksgrens als gevolg van een mogelijke verlaging van het onmiddellijk ten noorden van de grens langs de rechteroever gelegen voorland.

Indien de thans op de zinkers "1966" en "1970" aanwezige bestortingen op kortere of langere termijn onvoldoende zouden blijken zou dit in feite betekenen, dat de destijds getroffen voorzieningen verder moeten worden uitgebreid. Te verwachten

valt dat deze voorzieningen (b.v. bestortingen met fosfor-  
slakken of evt. grind) tot het ten zuiden van de Rijksgrens  
gelegen deel van de oostelijke geul van de Appelzak (Bel-  
gisch gebied) beperkt zullen blijven. Een noodzakelijke  
uitbreiding van de bestortingen ter rechtstreekse be-  
scherming van de zinkers tot op Nederlands gebied is ge-  
let op de lage ebstroomsnelheden in het bewuste deel van  
de Appelzak ook op langere termijn niet waarschijnlijk.

Met het oog op de veiligheid van de aangrenzende zee-  
wering is het vastleggen (door middel van een bestorting)  
van het op Nederlands gebied onmiddellijk ten noorden van  
de Rijksgrens gelegen voorland thans niet noodzakelijk.  
Of bij een eventuele toekomstige verlaging van het bewuste  
voorland dergelijke maatregelen in het belang van de zee-  
dijk op den duur noodzakelijk zullen zijn valt thans niet  
te overzien. Het is overigens niet uitgesloten dat het  
vastleggen van de betreffende oever reeds in een vroeger  
stadium (ter voorkoming van een verdere verslechtering  
van het stroombeeld) door de beheerder van de bij de Rijks-  
grens gelegen zinkers van belang wordt geacht.

par. 5 SAMENVATTING EN CONCLUSIES.

In de jaren 1965, 1966 en 1970 is ter hoogte van de Nederlands-Belgische grens een aantal zinkers gelegd in het Vaarwater boven Bath en het bovenstroomse deel van de Appelzak (bijlage 1). Deze zinkers zijn hierbij tot enkele meters beneden de toen aanwezige rivierbodem in het rivierbed ingebaggerd (bijlage 8). Als gevolg van opgetreden verdiepingen in de oostelijke geul van de Appelzak dienden aldaar eind 1974 plaatselijke voorzieningen ter bescherming van de even bovenstrooms van de grens gelegen zinkers "1966" en "1970" te worden getroffen. Tevens waren bestortingen ter plaatse van de op enige afstand ten noorden van de grens gelegen Genieleiding noodzakelijk (par. 1).

Aan de hand van reeds beschikbare gegevens en de resultaten van in de loop van 1975 verrichte stroommetingen is een onderzoek verricht naar de omstandigheden die tot het ontstaan van de thans in de Appelzak aanwezige situatie kunnen hebben geleid.

Vanaf 1905 is de natuurlijke ontwikkeling in het gebied van de Appelzak in toenemende mate verstoord door de op de drempels van het aangrenzende Vaarwater boven Bath (drempels van Zandvliet en Bath) uitgevoerde onderhouds- en verdiepingsbaggerwerken vanwege de Antwerpse Zeediensten. De van deze drempels afkomstige specie is in de loop der jaren deels in de noordwestelijke inloop van de Appelzak gestort (sinds 1939 totaal 14 mln m<sup>3</sup>). In dit gebied is in de periode 1965-1973 bovendien nog ruim 1,1 mln m<sup>3</sup> specie afkomstig van de werken tot het leggen van de zinkers "1965", "1966" en "1970" en de werken aan de Schelde-Rijnverbinding ingebracht. De totaal in de Appelzak gestorte hoeveelheid specie overtreft de aldaar in de jaren 1969 t/m 1975 gebaggerde hoeveelheid specie (totaal 0,833 mln m<sup>3</sup>) echter aanzienlijk (par. 2.1). Bijlage 2 geeft van de in de Appelzak sedert 1946 gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie een overzicht.

Gelet op de geulontwikkeling in de Appelzak in de voorafgaande jaren (geleidelijke oostelijke verplaatsing en uiteindelijke verzanding van een in vroeger jaren in het westelijk deel van het vloodschaar ontstane geul) viel bij de aldaar in 1963 aanwezige geulligging (bijlage 3; par. 2.2) een toenemende ontwikkeling van de dan duidelijk aanwezige nieuwe westelijke geul (geul 3) te verwachten. Een daarmee samenhangende geleidelijke verzanding van de oude oostelijke geul (geul 2) leek waarschijnlijk. Deze te verwachten ontwikkeling heeft zich aanvankelijk tot omstreeks 1967 voorgedaan. Na 1967 is de oude oostelijke geul (geul 2) echter geleidelijk aan weer opnieuw tot ontwikkeling gekomen, terwijl de nieuwe westelijke geul (geul 3) in betekenis is achteruitgegaan (bijlage 4; par. 2.3).

Bij het leggen van de zinkers "1965", "1966" en "1970" zijn o.a. aanzienlijke verdiepingen veroorzaakt in het bovenstrooms van de Rijksgrens aan de oostzijde van de Appelzak gelegen voorland. Uiteindelijk hebben deze verdiepingen tot een blijvende oostelijke verplaatsing (over ong. 150 m) van het bovenstroomse deel van de oostelijke geul van de Appelzak geleid (par. 2.4). Met het opnieuw toenemen van de oostelijke geul van de Appelzak na 1967 is in de jaren 1973-1974 een doorgaande verbinding ontstaan tussen de in de loop der jaren sterk verdiepte benedenstroomse inloop en het (mede) als gevolg van het leggen der zinkers oostwaarts verplaatste bovenstroomse deel van deze geul. Het optreden van de bewuste verbindingsgeul is gepaard gegaan met het opruimen (over 200 à 250 m) van het benedenstrooms van de Rijksgrens aan de oostzijde van de Appelzak gelegen voorland (bijlage 5), waardoor voorzieningen ter bescherming van de aldaar gelegen Genieleiding dienden te worden uitgevoerd. Mede in samenhang met het toenemen van de oude

oostelijke geul van de Appelzak zijn met name ter plaatse van de even ten zuiden van de Rijksgrens gelegen zinkers "1966" en "1970" belangrijke verdiepingen ontstaan (vrijhangen van de zinkers) met het noodzakelijk aldaar uitvoeren van bestortingen (met fosforslakken) als gevolg (par. 2.4; bijlage 8).

Blijkens een voor het gebied van de Appelzak voor de periode 1955-1975 opgestelde zandbalans (par. 2.3.2; bijlage 6) was aldaar vóór de aanleg van de leidam op de Ballastplaat (1968-1971) van een zeker reëel zandverlies sprake (tabel B<sup>1)</sup>). De in dit gebied uitgevoerde speciestortingen (tabel A<sup>1)</sup>) bleken onvoldoende de optredende verdiepingen volledig te compenseren. Sinds de voltooiing van de leidam is het reële zandverlies -ondanks het verminderen van de speciestortingen- sterk afgenomen, hetgeen op een belangrijke invloed van de leidam op de bodemligging in de Appelzak wijst. Het opvoeren van de speciestortingen zou bij de huidige situatie wellicht tot een reële verondieping van de Appelzak kunnen leiden. De mogelijkheden zijn hiervoor als gevolg van de grote diepgang van het bij de onderhoudsbaggerwerken op de drempels gebruikte baggermaterieel feitelijk slechts in beperkte mate aanwezig.

De na 1967 opgetreden wijzigingen in de geulontwikkelingen in de Appelzak wijzen op een zekere samenhang met de in dat tijdvak in de naaste omgeving uitgevoerde werken. Deze werken omvatten:

- a. de verbeteringswerken op Belgisch gebied; t.w. de aanleg van de leidam op de Plaat van Doel (1967-1970) en de voortgaande verdieping van het hoofdvaarwater (o.a. drempel van Zandvliet);

- b. -

---

1) zie bijlage 6



- b. de aanleg van de leidam op de Ballastplaat (1968-1971);
- c. de aanleg van de zeedijk op de v.m. Schorren van Ossendrecht t.b.v. de Schelde-Rijnverbinding (1968-1973).

Bij de aanleg van de zeedijk t.b.v. de Schelde-Rijnverbinding (begonnen in 1968) is het kombergingsgebied van de Schorren van Ossendrecht in enkele fasen volledig aan het rivierbed van de Westerschelde onttrokken. Gelet echter op de geringe komberging van het bewuste schorrengebied is het niet waarschijnlijk dat de geulontwikkeling in de Appelzak noemenswaard door de indijking van de betreffende schorren zal zijn beïnvloed (par. 2.3.3). Hoewel het tracé van de nieuwe zeedijk op de Rijksgrens een scherpe overgang in rivierwaartse richting vertoont zal de stroomcontractie (bij vloed) in het voorliggende geulgedeelte aldaar niet of nauwelijks zijn toegenomen. Als gevolg van de vóór de indijking ter plaatse reeds hoge ligging van het voorland (boven hoogwater) is de situatie aldaar voor wat de stromings-situatie betreft niet ingrijpend gewijzigd. Blijkens de resultaten van in het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout verrichte modelproeven diende bij de aanleg van de leidam op de Ballastplaat met een zekere verdieping langs de oostzijde van de Appelzak te worden gerekend. Het opnieuw tot ontwikkeling komen van de oude oostelijke geul van de Appelzak kan derhalve in meerdere of mindere mate door de aanleg van deze leidam zijn teweeg gebracht. Bovendien is zoals reeds gesteld de leidam van grote invloed op de zandhuishouding in het gebied van de Appelzak gebleken (par. 2.3.2). In verband met de nieuwe ontwikkeling van de oude oostelijke geul zullen tevens de werken bovenstrooms van de Appelzak van belang moeten worden geacht. Als gevolg van de aanleg van de leidam op de Plaat van Doel en de omvangrijke baggerwerken in het hoofdvaarwater (o.a. drempel van Zandvliet) zal de waterverdeling in dit gebied over de hoofdgeul en het vloedschaar (Schaar van Ouden Doel) wellicht aanzienlijk zijn gewijzigd. De ontwikkeling van de bewuste oostelijke geul van de Appelzak kan (mede) hierdoor opnieuw

zijn toegenomen. Bij een in de toekomst voortgaande verdieping van het bovenstrooms van de Appelszak gelegen vaarwater lijkt een verdere toeneming in betekenis van de oostelijke geul van de Appelszak dan ook niet geheel uitgesloten (par. 4.1).

Op de komberging in de Appelszak is de aanleg van de leidam op de Ballasplaat van weinig invloed gebleken. Slechts in het onmiddellijk achter de leidam gelegen deel was van een geringe achteruitgang sprake (par. 2.3). De grafieken van bijlage 7 geven van de vastgestelde wijzigingen van de komberging een overzicht.

Ter ondersteuning van het verrichte onderzoek zijn van 27 maart tot en met 21 april 1975 door de Antwerpse Zee-diensten in de oostelijke geul van de Appelszak continue stroommetingen verricht in het even bovenstrooms van de sinkers "1970" gelegen meetpunt "A" (bijlage 9; par. 3.1). De bewuste met een Flachseestroommeter uitgevoerde metingen zijn verricht op een diepte van N.A.P. -3,40 m (2 m boven de bodem). Gebleken is dat in meetpunt "A" per eb- en vloedgetij slechts gedurende een tweetal uren (omstreeks maximum vloed) stroomsnelheden van betekenis optreden. De maximum stroomsnelheden bij vloed variëren aldaar van ong. 0,60 m/s bij zwak tot ruim 1,50 m/s bij sterk ontwikkelde tijen; tijdens eb werden maximum snelheden tussen 0,25 en 0,60 m/s vastgesteld. In vergelijking met de getij-factoren t.e.v. gemiddeld getij vertoonden de maximum stroomsnelheden tijdens vloed bij toenemend getij een naar verhouding sterke toeneming (par. 3.1).

Bij de op 25 april 1975 uitgevoerde waterstandsmetingen (par. 3.2.2; bijlage 10) vertoonden de waterstanden aan de rechteroever van de Appelszak ter hoogte van de Rijksgrens (peilschaal P 1.10) in vergelijking met de waarnemingen te Bath en Prosperpolder geen opmerkelijk verloop. Een wat vollediger inzicht in het verloop der waterstanden (met name in verband met de stromings situatie in het oostelijk deel van de

Appelzak) zou wellicht verkregen zijn indien ook waarnemingen aan de bovenstroomse zijde van de leidam op de Ballastplaat (rechteroever vaargeul) zouden zijn verricht.

Vergeleken met het noordelijk gedeelte van het oostelijke geultje van de Appelzak vertonen de gemiddelde vloedstroomsnelheden in dit geultje ter hoogte van de bij de Rijksgrens gelegen zinkers een vrij sterke toename. Bij de op 25 april 1975 verrichte verticale metingen werd op 1,5 km ten noorden van de grens in meetpunt 1a een maximum gemiddelde vloedstroomsnelheid bepaald van 1,03 m/s, tegen 1,35 m/s in het bij de Rijksgrens gelegen meetpunt 1 (bijlage 10; par 3.2.2). De ebstroomsnelheden bleken bij de betreffende metingen in beide meetpunten van weinig betekenis (maximaal resp. 0,27 en 0,42 m/s). Op het op enige afstand ten noorden van de grens langs de rechteroever van de Appelzak gelegen voorland werd op 25 april 1975 ter plaatse van meetpunt 2 (bijlage 10) een maximum vloedstroomsnelheid gemeten van 0,77 m/s.

Blijkens de resultaten van de op 25 en 28 april 1975 bij springtij in het achter de leidam op de Ballastplaat gelegen gedeelte van de Appelzak verrichte stroomdrijvingen wordt het vloedstroombeeld aldaar duidelijk door de in landwaartse richting in hoogte oplopende ligging van de leidam beïnvloed (bijlage 11 par. 3.2.2). Aanvankelijk (aan het begin van de vloed) vindt de toestroming van water naar de hoofdgeul uitsluitend via het lager gelegen rivierwaartse deel van de leidam plaats. Met het stijgen van de waterstand neemt ook de oostelijke geul van de Appelzak duidelijk aan de doorvoer van water deel. Aan het rivierwaartse einde van de leidam bleken bij maximum vloed schuin op het Vaarwater boven Bath gerichte stromingen tot maximaal 1,50 à 1,60 m/s aanwezig. Met een zekere invloed hiervan op de stromings situatie in het Vaarwater boven Bath (dwaarstromingen) dient te worden gerekend.

Bij hogere waterstanden neemt ook het ten noorden van de Rijksgrens langs de rechteroever van de Appelzak gelegen voorland aan de doorvoer van water bij vloedstroom deel. In samenhang met de aanmerkelijk hogere ligging van dit voorland nabij de Rijksgrens (juist nog op Nederlands gebied) vertonen de over het bewuste voorland optredende stromingen aldaar een vrij sterke uitbuiging in de geulrichting, met wellicht mede hierdoor een sterke concentratie van de stroombanen en een plaatselijke toeneming van de stroomsnelheden (tot maximaal ruim 1,60 m/s) in het zuidelijke deel van de oostelijke geul van de Appelzak tot gevolg. Zoals hiervoor reeds gesteld was de plaatselijke hoge ligging van het bewuste voorland ook vóór de aanleg van de dijk van de Schelde-Rijnverbinding al aanwezig. De betreffende indijking zal derhalve op het stroombeeld aldaar slechts van weinig invloed zijn geweest. De ten noorden van de Rijksgrens over het voorland optredende vloedstroomsnelheden zijn niet onbelangrijk gebleken (maximaal 0,70 à 0,80 m/s). Een hierdoor in de toekomst optredende verlaging van dit voorland en een daarmee mogelijk gepaard gaande versterkte aanstroming bij vloed van de omgeving van de zinkers "1966" en "1970" lijkt niet geheel uitgesloten. De veiligheid van de op Nederlands gebied gelegen zeedijk langs de Schelde-Rijnverbinding is gerekend met de huidige ligging van het voorland voorshands niet in het geding (par. 4.1). Een gunstiger bodemligging ter plaatse van de in de oostelijke geul van de Appelzak gelegen zinkers "1966" en "1970" zou te verwachten zijn bij een belangrijke vermindering van de in dit gebied optredende stroomsnelheden. Blijkens de resultaten van een uitgevoerde getijberekening met een ééndimensionaal wiskundig model (bijlage 12) zou bij het volledig onoverstroombaar maken van de leidam op de Ballastplaat een vermindering van de eb- en vloedstroomsnelheden achter de leidam met ong. 80% worden verkregen (par. 4.2). Een dergelijke situatie is echter uit riviertechnisch- en nautisch oogpunt onaanvaardbaar, met name vanwege de sterke

wijzigingen in de stromingssituatie in het Vaarwater boven Bath. Hierdoor dient in het Vaarwater boven Bath naast een zeer ongunstig stroombeeld (o.a. sterke dwarsstromingen bij de kop van de leidam) tevens met belangrijke ontgrondingen (o.a. bij de zinkers "1965", "1966" en "1970") en een sterkere inscharing van de linkeroever te worden gerekend. Voorts zullen de sterk afgenomen stroomsnelheden achter de leidam tot een achteruitgang van de komberging van de Appelsak leiden. Hoewel ook een gedeeltelijke verhoging van de leidam op de Ballastplaat (aan de landwaartse zijde) mogelijk reeds een gunstiger stroombeeld in het oostelijk deel van de Appelsak tot gevolg zou hebben, zal ook hierbij (zij het in mindere mate) met de voor een volledig onoverstroombare leidam genoemde nadelige effecten moeten worden gerekend. Vooral de bij een dergelijke situatie te verwachten toeneming van de vloedstroom over het rivierwaartse deel van de leidam lijkt gelet op de aldaar reeds thans optredende vrij hoge stroomsnelheden (maximaal 1,50 à 1,60 m/s) met name met het oog op de scheepvaart in het Vaarwater boven Bath zeer bezwaarlijk.

Mochten de eind 1974 - begin 1975 op de zinkers "1966" en "1970" aangebrachte bestortingen met fosforlakken na verloop van tijd onvoldoende blijken, dan zullen -gelet op de bezwaren tegen het onoverstroombaar maken van de leidam op de Ballastplaat- de destijds ter plaatse getroffen voorzieningen verder dienen te worden uitgebreid. Voorts zouden te zijner tijd voorzieningen ter voorkoming van een verdere verlagings van het onmiddellijk ten noorden van de Rijksgrens aan de rechteroever van de Appelsak gelegen voorland gewenst kunnen blijken. Dit in de eerste plaats met het oog op het vloedstroombeeld ter hoogte van de in de oostelijke geul van de Appelsak gelegen zinkers "1966" en "1970". Te verwachten valt dat de in de toekomst ter rechtstreekse bescherming van de zinkers te nemen maatregelen tot Belgisch gebied beperkt zullen kunnen blijven. De eventuele toekomstige maatregelen

- ter -

ter voorkoming van een verdere verlaging van het onmiddellijk ten noorden van de Rijksgrens aan de rechteroever gelegen voorland zouden op Nederlands gebied moeten worden uitgevoerd. Of hierbij de Nederlandse belangen (veiligheid zeewering Schelde-Rijnverbinding) te zijner tijd parallel met de belangen van de beheerder van de diverse zinkers zullen lopen valt thans niet te overzien. Voorshands lijken op korte termijn met het oog op de belangen van de bewuste zeewering geen voorzieningen ter voorkoming van een verdere verlaging van het betreffende voorland noodzakelijk. Het is echter niet uitgesloten dat door de beheerder van de zinkers reeds in een vroeger stadium maatregelen ter voorkoming van een verdere verlaging van bedoeld voorland van belang zullen worden geacht.

Op grond van het voorafgaande kunnen aan het verrichte onderzoek de navolgende conclusies worden ontleend.

Conclusie 1:

De op grond van vroegere ontwikkelingen in 1963 te verwachten ontwikkelingen in de Appelzak (toeneming nieuwe westelijke geul en verdere achteruitgang oude oostelijke geul) hebben zich aanvankelijk tot 1967 voortgezet. Gepaard met een zekere achteruitgang van de nieuwe westelijke geul blijkt de oude oostelijke geul tegen de verwachting in na 1967 weer opnieuw tot ontwikkeling te zijn gekomen.

Conclusie 2:

De na 1965 opgetreden oostelijke verplaatsing van het bovenstroomse deel van de oostelijke geul van de Appelzak is door het inbaggeren van de diverse zinkers in de oostelijke oever ingeleid.

Conclusie 3:

Het opnieuw tot ontwikkeling komen van de oude geul van de Appelzak moet gezien worden als een belangrijke factor die tot het optreden van verdiepingen en het noodzakelijk uit-

voeren van bestortingen ter plaatse van de Genieleiding en de zinkers "1966" en "1970" heeft geleid.

Conclusie 4:

Vanaf 1955 beschouwd vertoonde het gebied van de Appelzak aanvankelijk een zekere reële ontzanding. De in de noordelijke inloop van het vloodschaar uitgevoerde speciestortingen bleken onvoldoende de optredende verdiepingen te compenseren. Sinds de aanleg van de Appelzak is de ontzanding van de Appelzak sterk afgenomen, hetgeen op een belangrijke invloed van de leidam op de zandhuishouding in dit vloodschaar wijst. Het opvoeren van de speciestortingen in de "stortplaats" Appelzak zou bij de huidige situatie wellicht tot een verondieping van dit gebied kunnen leiden. Als gevolg van de grote diepgang van het in gebruik zijnde baggermateriaal zijn de mogelijkheden hiertoe wellicht beperkt.

Conclusie 5:

Het na 1967 opnieuw tot ontwikkeling komen van de oude geul van de Appelzak wijst op een zekere samenhang tussen de geulontwikkelingen in dit vloodschaar en de sedert 1967 op Belgisch gebied uitgevoerde werken (aanleg leidammen op de Plaat van Doel en de Ballasplaat, versterkte verdieping hoofdvaarwater). De invloed van de indijking van de Schorren van Ossendrecht lijkt in dit verband van weinig belang; enerzijds omdat hierdoor de komberging, anderzijds de stroomcontractie (bij de Rijksgrens) weinig is veranderd. Een voortgaande verdieping van het hoofdvaarwater op Belgisch gebied door middel van baggerwerken (drempel van Zandvliet o.a.) zou de ontwikkeling van de oostelijke geul van de Appelzak mogelijk nog kunnen versterken.

Conclusie 6:

Gerekend dient te worden dat met name bij springtij de vloedstroom over het benedenstroomse deel van de leidam op de Ballastplaat omstreeks maximum vloed (1,50 à 1,60 m/s) een zekere dwarsstroming langs de rechteroever van het Vaar-

water boven Bath veroorzaakt.

Conclusie 7:

Een mogelijke toekomstige verlaging van het onmiddellijk ten noorden van de Rijksgrens aan de rechteroever van de Appelzak gelegen voorland zal wellicht in eerste aanleg tot een versterkte aanstroming bij vloed van het reeds thans verdiepte voor de Belgische oever gelegen deel van de Appelzak (ter hoogte van de zinkers "1966" en "1970") leiden. Voor de veiligheid van de zeedijk van de Schelde-Rijnverbinding betekent de ligging van het bewuste voorland voorhands geen bezwaar.

Conclusie 8:

Hoewel een volledig onoverstroombare leidam op de Ballastplaat tot een verbeterde stromingssituatie en gunstiger bodemligging in het oostelijk deel van de Appelzak zou leiden, is een dergelijke ingreep met het oog op het overige rivierbelang (o.a. stromingssituatie en geulontwikkeling Vaarwater boven Bath) onaanvaardbaar. Ook bij een gedeeltelijk onoverstroombaar maken van de leidam valt een ongewenste versterking van de stroominvloed in het Vaarwater boven Bath te verwachten (dwarsstromingen, verdiepingen).

Conclusie 9:

Ook in de toekomst zullen de eventueel noodzakelijke voorzieningen ter rechtstreekse bescherming van de op Belgisch gebied gelegen zinkers in de onmiddellijke omgeving van deze zinkers dienen te worden uitgevoerd. Op het nemen van indirecte maatregelen ter verbetering van de situatie in de omgeving van de zinkers kan afgezien van de in conclusie 4 genoemde speciestortingen in feite niet worden gerekend. Overigens kunnen na verloop van tijd maatregelen ter voorkoming van een verdere verlaging van het benedenstrooms van de Rijksgrens aan de rechteroever van de



Appelzak gelegen voorland gewenst (noodzakelijk) blijken. Of in voorkomend geval de Nederlandse belangen (veiligheid zeedijk Schelde-Rijnverbinding) en de belangen van de beheerder van de diverse zinkers (stromingssituatie bij zinkers "1966" en "1970") gelijktijdig tot het nemen van maatregelen in het gebied van het bewuste voorland zullen nopen valt thans niet te overzien.

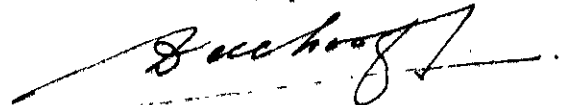
Gezien:

Het Hoofd van de Studiedienst  
Vlissingen,



(ir. W.Th.J.N.P. Bakker)

De technisch hoofdambtenaar  
1<sup>o</sup> klasse,



(ing. D. de Looff)

Vlissingen, april 1977

Geraadpleegde literatuur:

1. Ing. P. Roelse: De bevaarbaarheid van de Westerschelde in 1975. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Studiedienst Vlissingen, nota 76.1 (1976).
2. Dr. F.F.F.E. van Rummelen: Geologisch onderzoek van de Westerschelde. Geologische Stichting, afdeling Geologische Dienst, rapport 233/59 (1959).
3. D. de Looff en ir. J. van Malde: Over de geulontwikkeling sinds 1800 in de Westerschelde, in verband met tracé-bepaling vaste oeververbinding. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Studiedienst Vlissingen, nota 68.2 (1968).
4. Ing. D. de Looff: Enkele opmerkingen over de nauwkeurigheid van de bij de inhoudsberekeningen voor de Westerschelde toegepaste methode. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Studiedienst Vlissingen, memo 75.1 (1975).
5. Ing. D. de Looff en ir. J. van Malde: Over de cyclus der zogenaamde drempelgeulen in de oostelijke uitloop van de Zimmermangeul. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Studiedienst Vlissingen, nota 73.4 (1973).
6. Jac. Haring: Inhouds- en diepteveranderingen in de Westerschelde over de periode 1931-1952. Rijkswaterstaat, Directie Benedenrivieren, rapport nr. 1 (1955).
7. Ir. I.L. Kleinjan: Het gebied van de Westerschelde nabij Bath. Rijkswaterstaat, Directie Beneden Rivieren (1938).

## Staat van bijlagen behorende bij nota 77.2.

Bijlage nr.	Omschrijving	Formaat	Stamboek nr.
1	Appelzak-Vaarwater boven Bath o.a. Overzichtsituatie	B2	76.695
2	Appelzak. Zandwinning en storten baggerspecie sedert 1946.	A2	76.887
3	Appelzak-Vaarwater boven Bath. Opne- mingen 1860-1975.	A4	76.667
4	Appelzak-Vaarwater boven Bath. Opne- mingen 1963-1975.	A7	76.671
5	Appelzak.Oostelijke goul nabij Belgische grens. Opneming december 1974	A4	76.639
6	Appelzak. Inhouds- en diepte- anderingen over de periode 1955-1975.	A2	76.919
7	Appelzak. Kombergingsveranderingen over de periode 19 -1975.	A2	76.918
8	Appelzak-Vaarwater boven Bath. Dwars- profielen 1922-1976 in as-tracé zinkers "1966"	C3	76.560
9	Appelzak. Flachseestroommeting meetpunt "A". 27 maart t/m 21 april 1975.	A5	76.597
10	Appelzak. Waterstands- en stroom- metingen d.d. 25 april 1975.	A4	76.603
11	Appelzak. Stroomdrijving 25 en 28 april 1975. Stroombanen bij vloed.	B6	76.587
12	Vaarwater boven Bath o.a. Vakindeling ééndimensionale getijberekening. Be- rekende max. stroomanelheden.	A2	76.899

RUKSWATERSTAAT  
DIRECTIE WATERHUISSHODING EN WATERBEWEGING  
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE

APPELZAK - VAARWATER BOVEN BATH C.A.  
OVERZICHTSITUATIE

28 sept. 1976 GET. L.P.	SCHAAL 1:25000	
GEZ. GEC. AKK.		B2 76.695

Z U I D B E V E L A N D

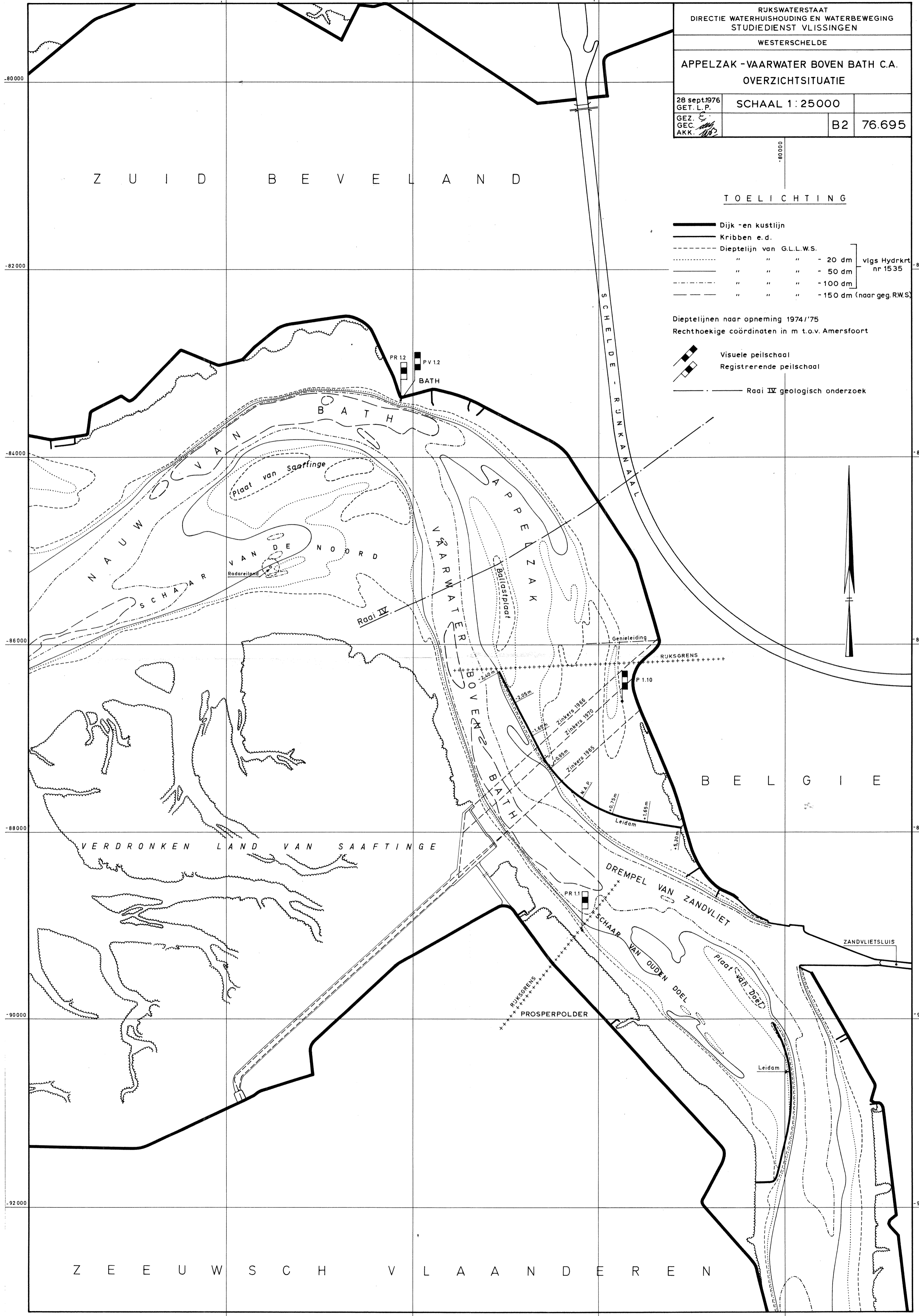
TOELICHTING

- Dijk - en kustlijn
- Kribben e.d.
- Dieptelijn van G.L.L.W.S.
- " " " - 20 dm
- " " " - 50 dm
- " " " - 100 dm
- " " " - 150 dm (naar geg. R.W.S.)

vlgs Hydrkrt  
nr 1535

Dieptelijn naar opneming 1974/75  
Rechthoekige coördinaten in m t.o.v. Amersfoort

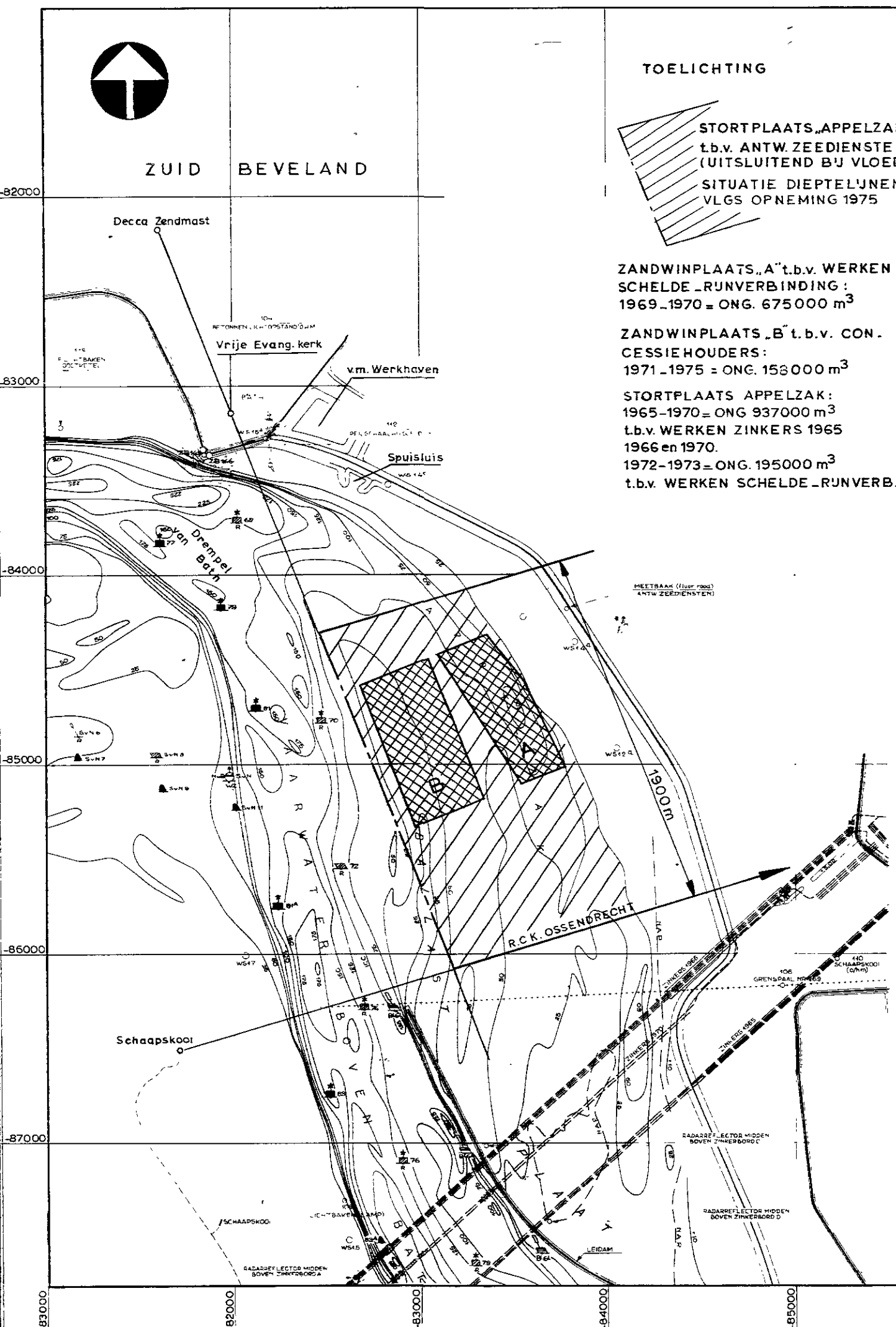
- Visuele peilschaal
- Registrerende peilschaal
- Raai IV geologisch onderzoek



VERDRONKEN LAND VAN SAAFTINGE

B E L G I E

Z E E U W S C H V L A A N D E R E N



**TOELICHTING**

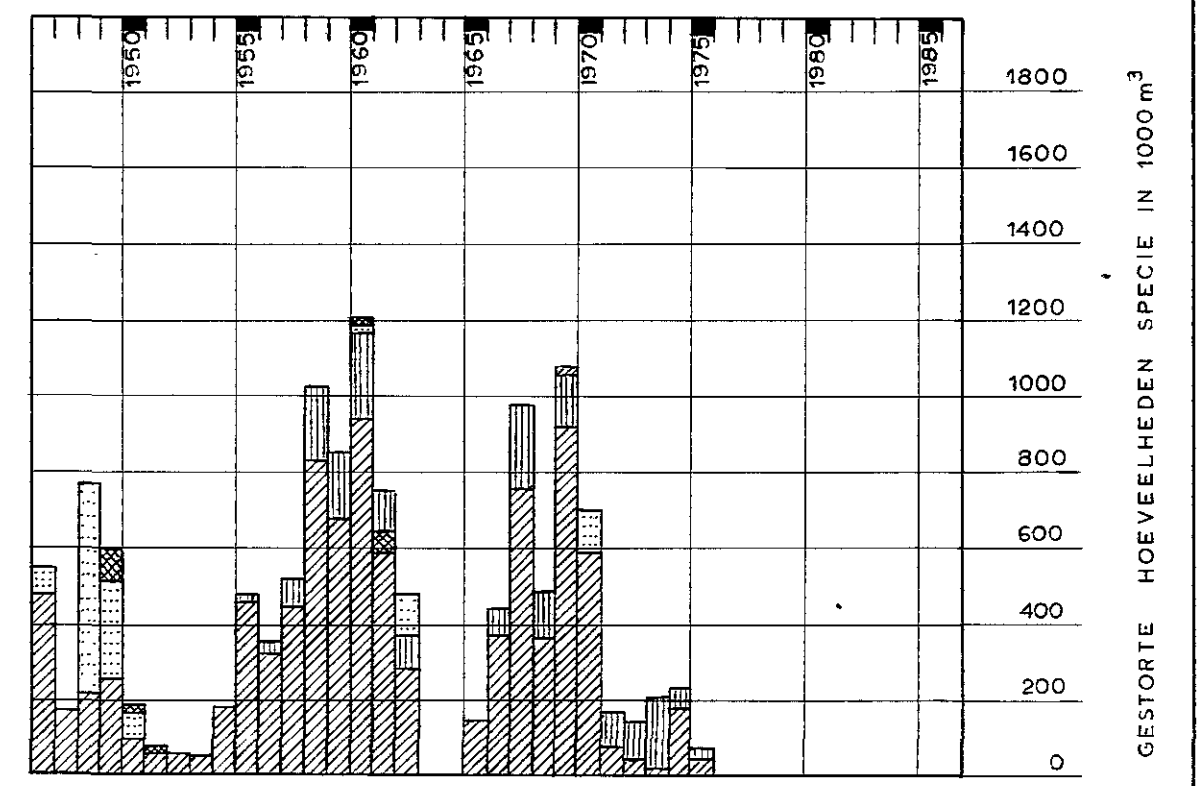


**ZANDWINPLAATS „A“ t.b.v. WERKEN SCHELDE \_RUNVERBINDING :**  
1969-1970 = ONG. 675 000 m<sup>3</sup>

**ZANDWINPLAATS „B“ t.b.v. CON. CESSIE HOUDERS :**  
1971-1975 = ONG. 153 000 m<sup>3</sup>

**STORTPLAATS APPELZAK :**  
1965-1970 = ONG 937 000 m<sup>3</sup>  
t.b.v. WERKEN ZINKERS 1965 1966 en 1970.  
1972-1973 = ONG. 195 000 m<sup>3</sup>  
t.b.v. WERKEN SCHELDE \_RUNVERB.

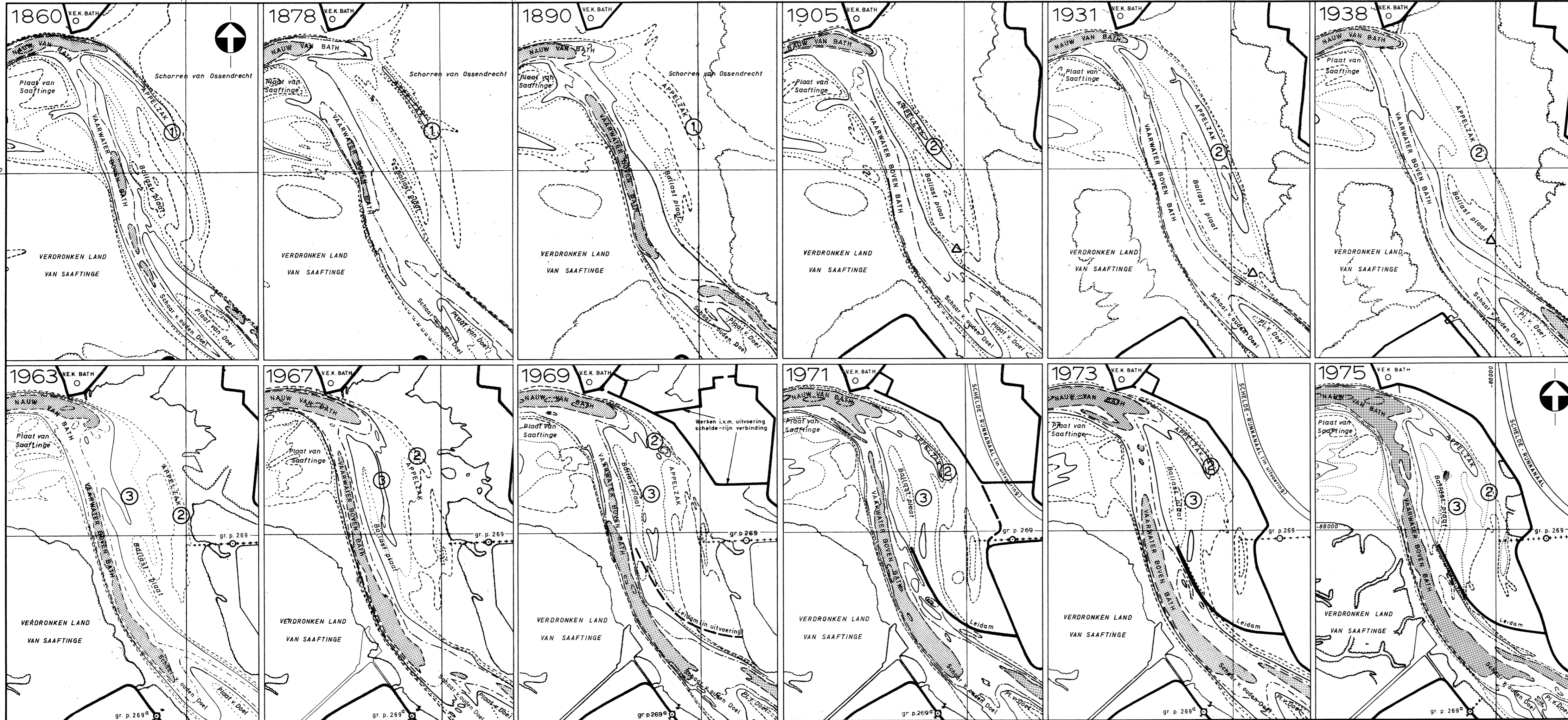
**STORTPLAATS „APPELZAK“**  
OVERZICHT SPECIESTORTINGEN ANTWERPSE ZEEDIENSTEN



- BAGGERPLAATSEN**
- DREMPEL VAN ZANDVLIET
  - BATH
  - BALLASTPLAAT
  - VALKENISSE

GRAFIEK APPELZAK VOLGENS TEK: A 6 75.976

RUKSWATERSTAAT DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING STUDIEDIENST VLISSINGEN	
WESTERSCHELDE	
APPELZAK ZANDWINNING EN STORTEN BAGGERSPECIE SEDERT 1946	
29-11-76 GET: <i>CB</i> GEZ: <i>C</i> GEC: <i>ZH</i> AKK: <i>MB</i>	SCHAAL SITUATIE 1 25000
A2	76.887



**T O E L I C H T I N G**

	Dijk - en kustlijn	
	Kribben e. d.	
	Dieptelijn van G.L.L.W.S.	
	" " "	- 20 dm
	" " "	- 50 dm
	" " "	- 80 dm
	" " "	- 120 dm
	" " "	- 200 dm
	" " "	- 300 dm
	" " "	- 400 dm

Rechthoekige coördinaten in m t. o. v. Amersfoort

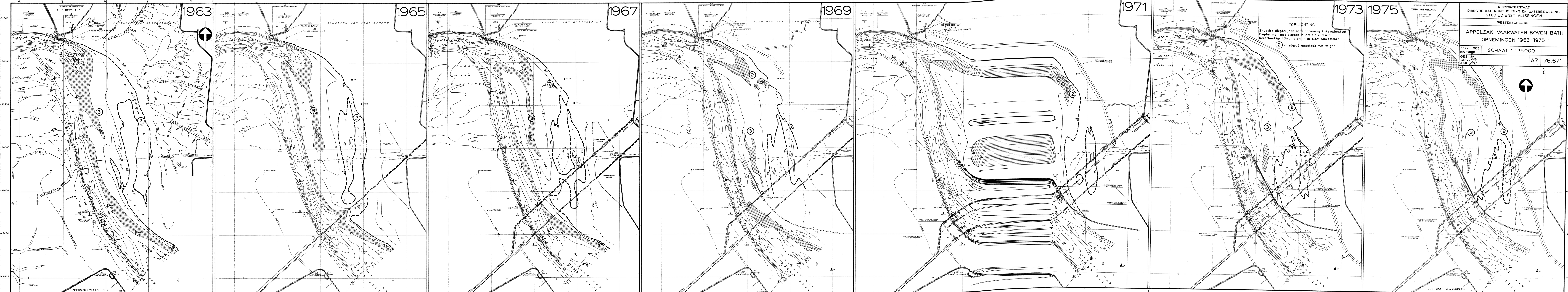
Situaties 1800 t/m 1975 samengesteld naar gegevens van de Hydrografische Dienst (t/m 1945) en de Rijkswaterstaat (vanaf 1959)

① Vloedgeul Appelzak met volgrn

G.L.L.W.S. BATH = N.A.P. - 2.61 m

△ Ebgeutje uitloop Appelzak, situaties 1905, 1931, 1938, 1945 en 1959

RUKSWATERSTAAT DIRECTIE WATERHOUHOUDING EN WATERBEWEGING STUDIEDIENST VLISSINGEN		
WESTERSCHELDE		
APPELZAK - VAARWATER BOVEN BATH OPNEMINGEN 1860-1975		
17 sept. 1976 montage L.P.	SCHAAL 1 : 50 000	
GEZ. GEC. AKK.		A4 76.667



RJKWATERSTAAT  
 DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING  
 STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHDELDE

APPELZAK-VAARWATER BOVEN BATH  
 OPNEMINGEN 1963-1975

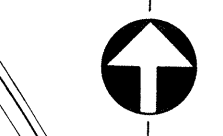
22 sept. 1976  
 montage  
 GEZ. S. / GEC. S. / AKK. S.

SCHAAL 1 : 25 000

A7 76.671

TOELICHTING  
 Situatie dieptelijnen naar opneming Rijkswaterstaat  
 Dieptelijnen met diepten in dm t.o.v. N.A.P.  
 Rechthoekige coördinaten in m t.o.v. Amersfoort

2 Vloedgeut appelzak met volgrn



RUKSWATERSTAAT  
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING  
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE

APPELZAK  
OOSTELUKE GEUL NABU BELGISCHE GRENS  
OPNEMING DECEMBER 1974

sept. 1976 GET.N.L.P.	SCHAAL 1: 5000	
GEZ. 5 GEC. <i>W.S.</i> ANK. <i>W.S.</i>		A4 76.639

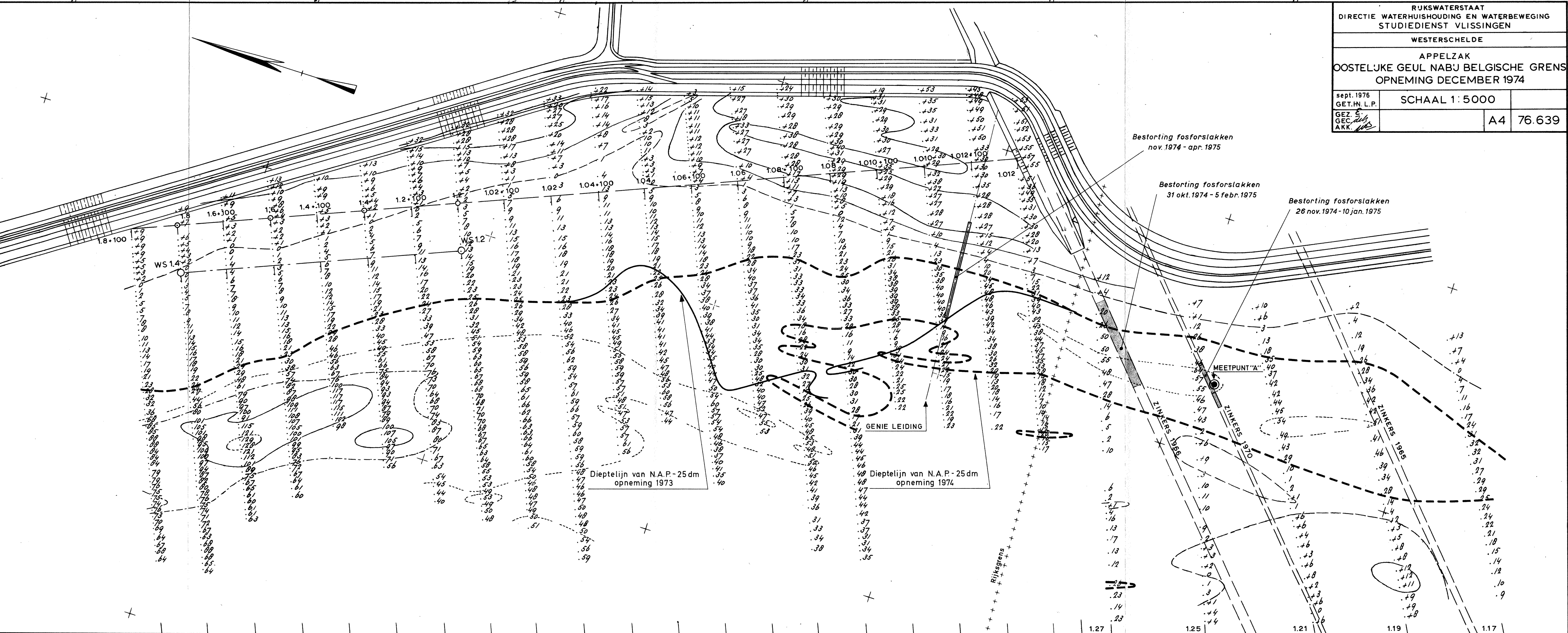
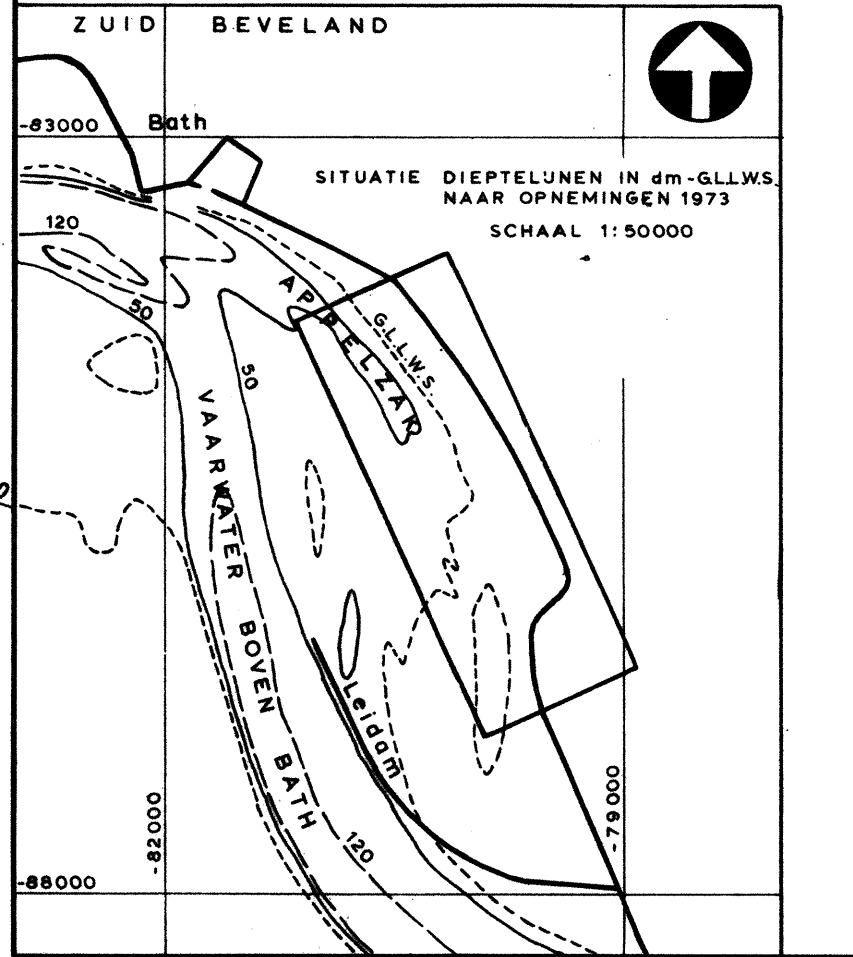
**TOELICHTING**

HOOFDRAAI  
HULPHOOFDRAAI  
LODINGPAAL  
VAST PUNT, TEVENS LODINGPAAL

DIEPTECUFERS EN -LUNEN IN dm T.O.V. N.A.P.  
ECHOLODINGEN VERRICHT: 10 en 12 dec. 1974  
PLAATSBEPALING D.M.V. HOEKMETING  
RECHTHOEKIGE COÖRDINATEN IN m T.O.V. AMERSFOORT

**DIEPTELUNEN**

LUN VAN	N.A.P. + 10, 20 enz. dm
---	- 25 dm
---	- 50 "
---	- 75 "
---	- 100 "
---	- 125 "





**TABEL A:** APPELZAK. GESTORTE EN GEBAGGERDE HOEVEELHEDEN SPECIE IN DE PERIODE 1955-1975. HOEVEELHEDEN IN 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

PERIODE	STORTEN t.b.v.			ZANDWINNING t.b.v.		NETTO GESTORT
	ANTWERPSE ZEEDIENSTEN	ZINKERS '65,'66 EN '70	SCHELDE-RIJN VERBINDING	CONCESSIE-HOUDERS	SCHELDE-RIJN VERBINDING	
1955-1963	4,44	-	-	-	-	4,44
1964-1971	3,13	0,75	-	0,02	0,54	3,32
1972-1975	0,53	-	0,16	0,10	-	0,59
1955-1975	8,10	0,75	0,16	0,12	0,54	8,35

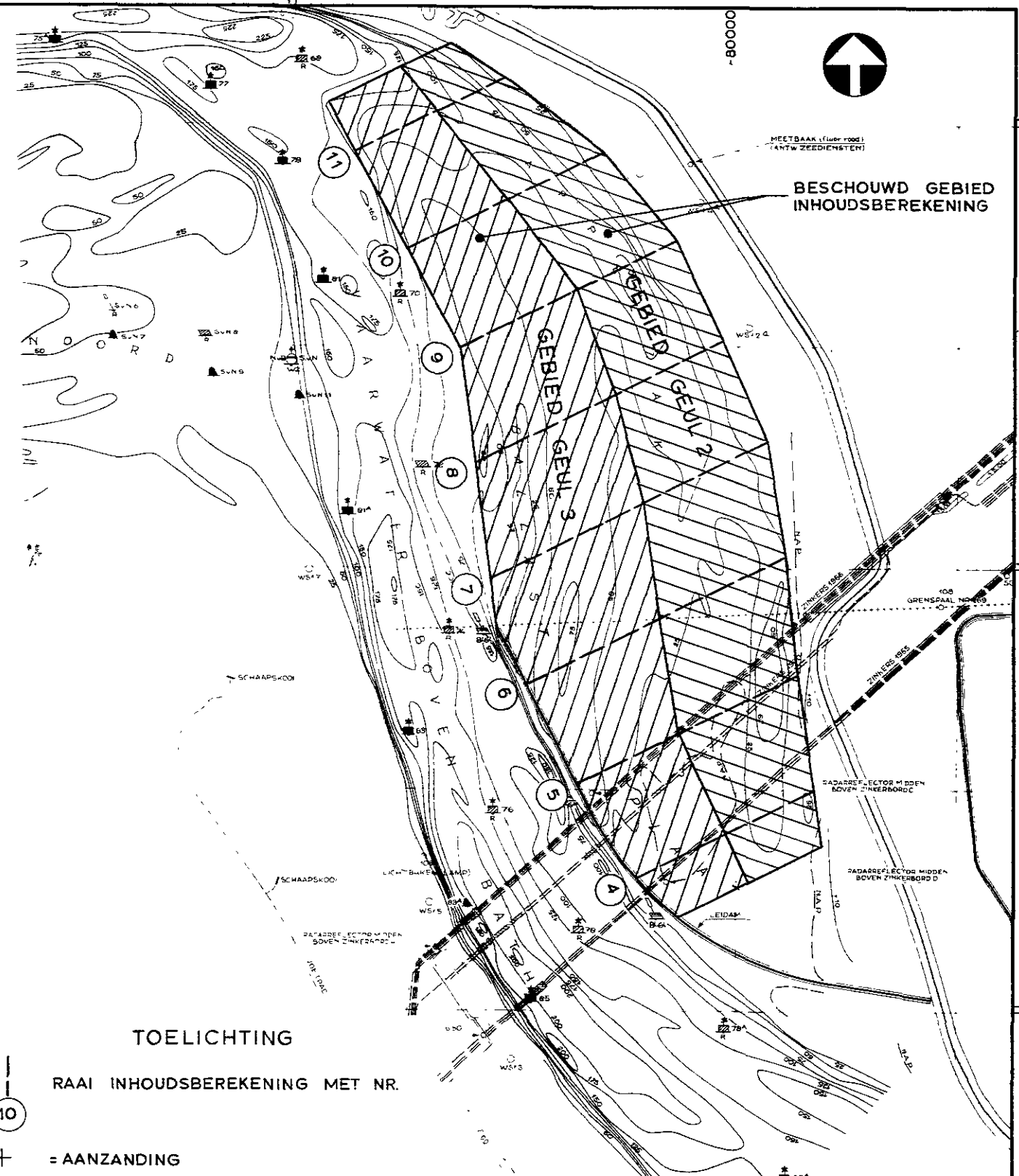
N.B.: DE GESTORTE EN GEBAGGERDE HOEVEELHEDEN ZIJN HERLEID TOT HOEVEELHEDEN GEMETEN IN PROFIEL. AANGEHOUDEN UITLEVERINGSFACTOR 20 %

**TABEL B:** INHOUDSVERANDERINGEN APPELZAK 1955-1975 HOEVEELHEDEN IN 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

PERIODE	GEBIED GEUL 2		GEBIED GEUL 3		TOTAAL VERDIEPT (-)
	AANZANDING (+)	VERDIEPING (-)	AANZANDING (+)	VERDIEPING (-)	
1955-1963	+ 0,11			- 1,95	- 1,84
1964-1971		- 2,17		- 1,29	- 3,46
1972-1975		- 0,69	+ 0,46		- 0,23
1955-1975		- 2,75	- 2,78		- 5,53

**TABEL C:** FEITELIJKE INHOUDSVERANDERINGEN APPELZAK ("NATUURLIJK EFFECT") OPPERVLAKTE BESCHOUWD GEBIED ONG. 4,4 Km<sup>2</sup>

PERIODE	NETTO GESTORT (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	TOTALE OPGETREDEN VERDIEPING (-) (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	"NATUURLIJK" EFFECT		
			FEITELIJKE TOTALE VERDIEPING (-) (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	GEM. VERDIEPING (-) (m)	GEM. VERDIEPING PER JAAR (-) (m)
1955-1963	4,44	- 1,84	- 6,28	- 1,43	- 0,18
1964-1971	3,32	- 3,46	- 6,78	- 1,54	- 0,19
1972-1975	0,59	- 0,23	- 0,82	- 0,19	- 0,05
1955-1975	8,35	- 5,53	- 13,88	- 3,16	- 0,16

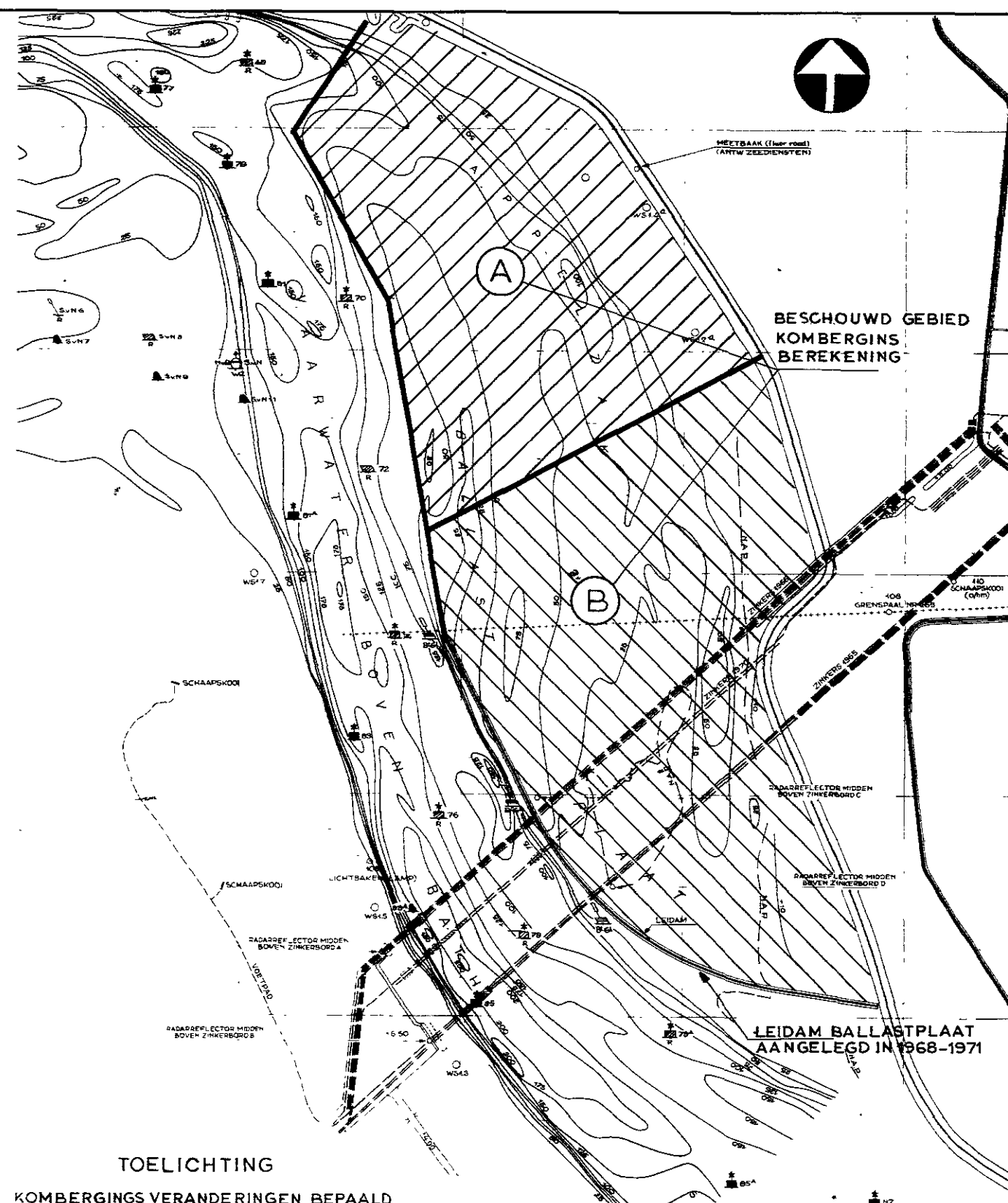
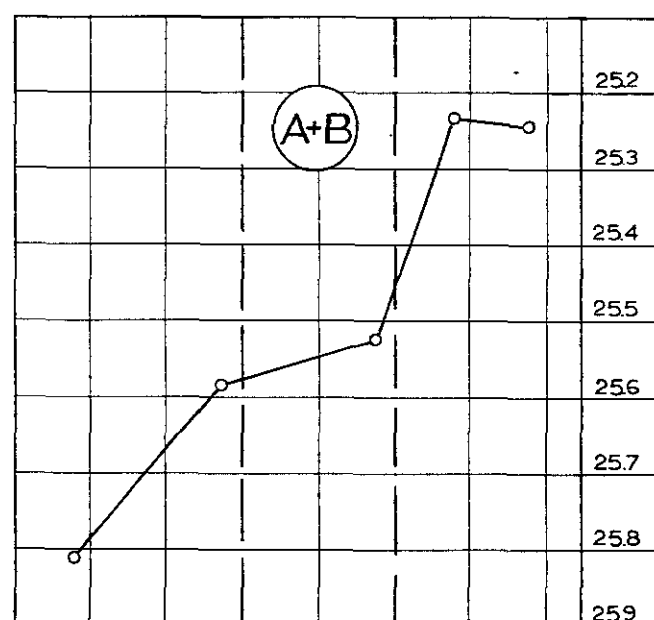
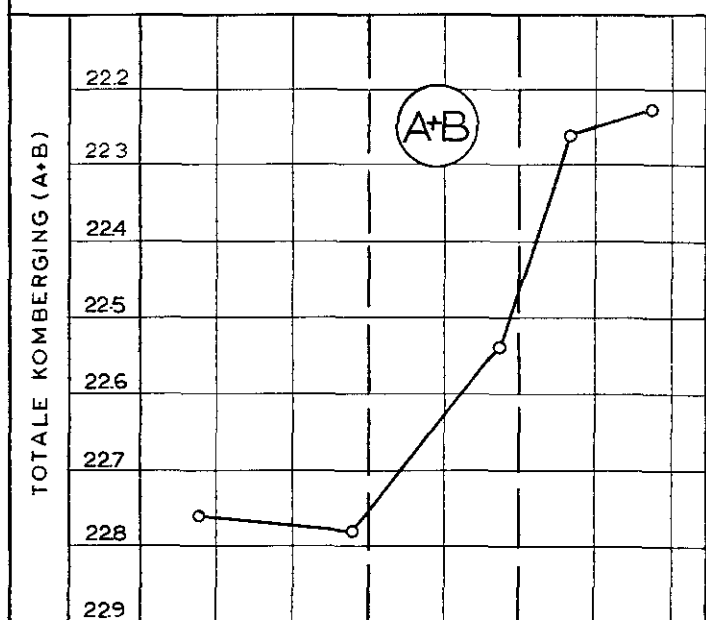
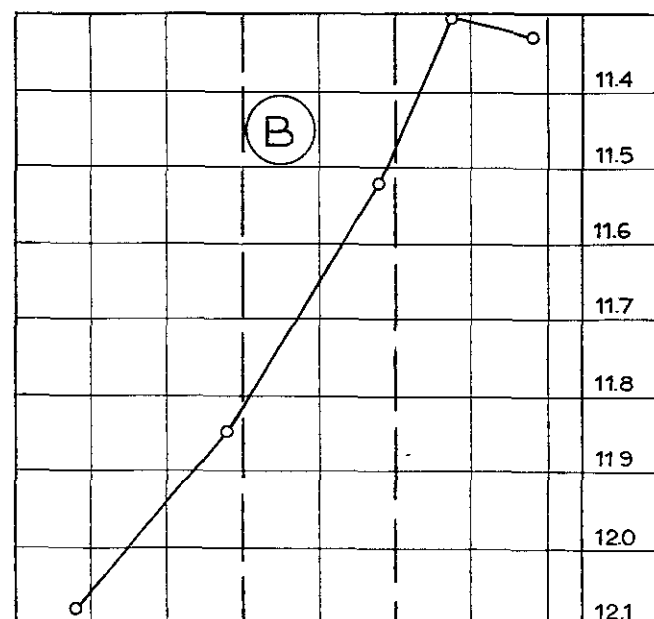
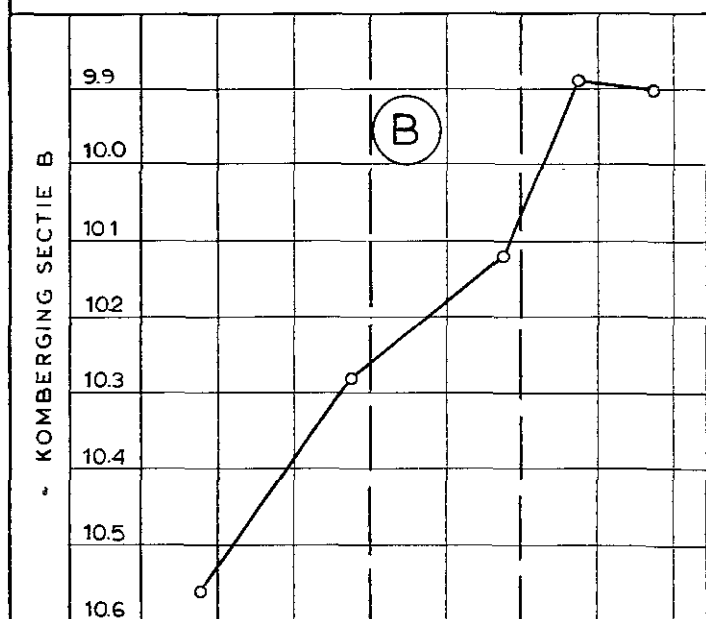
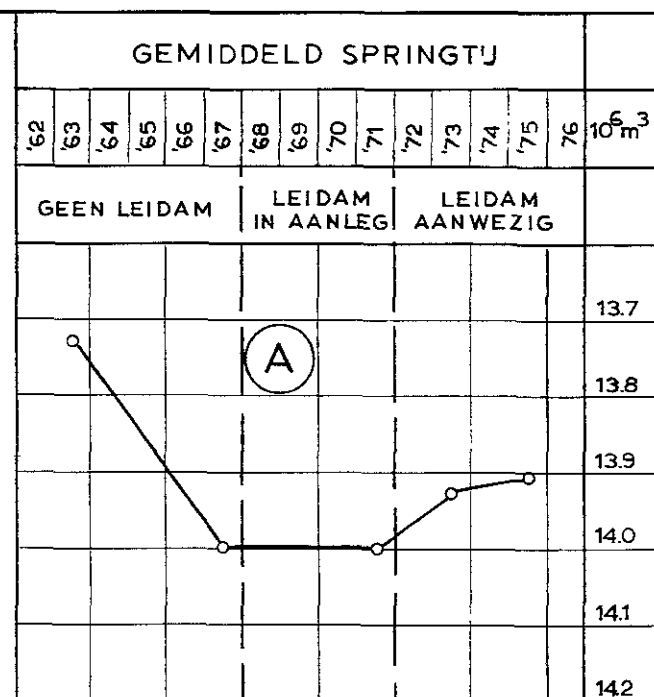
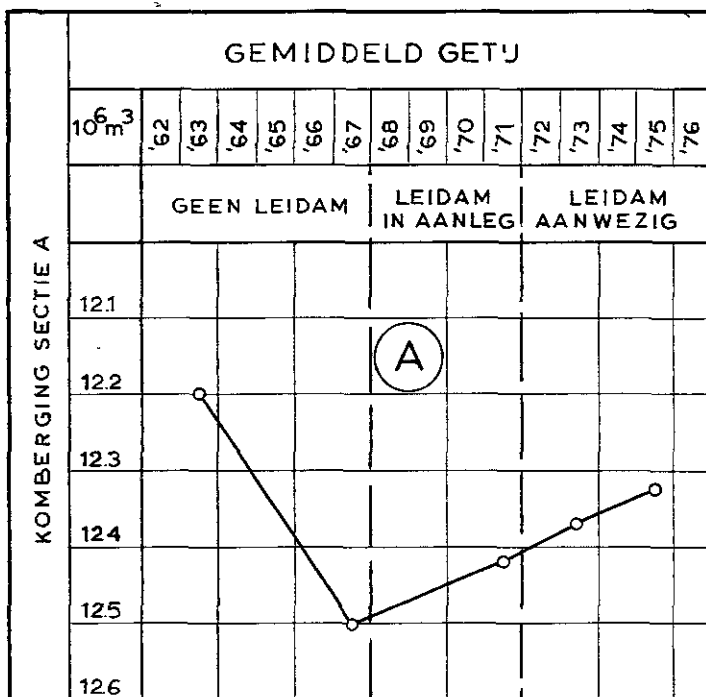


**TOELICHTING**

- 10 = RAAI INHOUDSBEREKENING MET NR.
- + = AANZANDING
- = VERDIEPING

N.B. VOOR HET BEPALEN VAN DE INHOUDS-VERANDERINGEN IS GEBRUIK GEMAAKT VAN DE RIVIERLODINGEN VAN 1955, 1963, 1971 EN 1975

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING STUDIEDIENST VLISSINGEN	
WESTERSCHELDE	
<b>APPELZAK</b> ZANDHUISHOUDING 1955-1975 INHOUDS-EN DIEPTEVERANDERINGEN	
8-12-1976 GET. W.M. GEZ. <i>E.</i> GEC. <i>W.M.</i> AKK. <i>W.M.</i>	SCHAAL 1: 25000
	A2 76.919

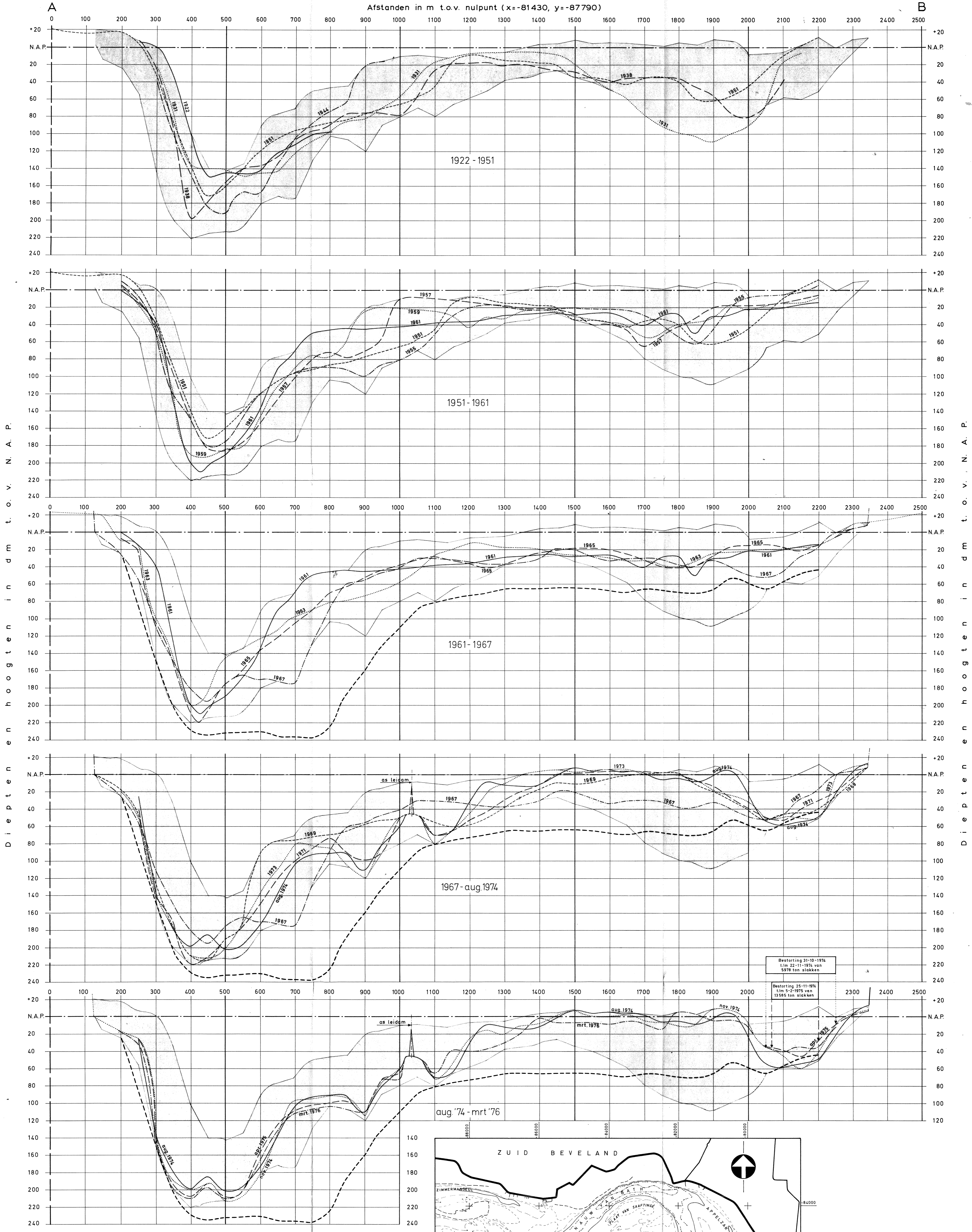


**TOELICHTING**

KOMBERGINGS VERANDERINGEN BEPAALD OP GROND VAN RIVIERLODINGEN 1963, 1967, 1971, 1973 en 1975. KOMBERGING PER OPNEMING VASTGESTELD DOOR PLANIMETREERING DIEPTELIJNEN (INTERVAL 1m)

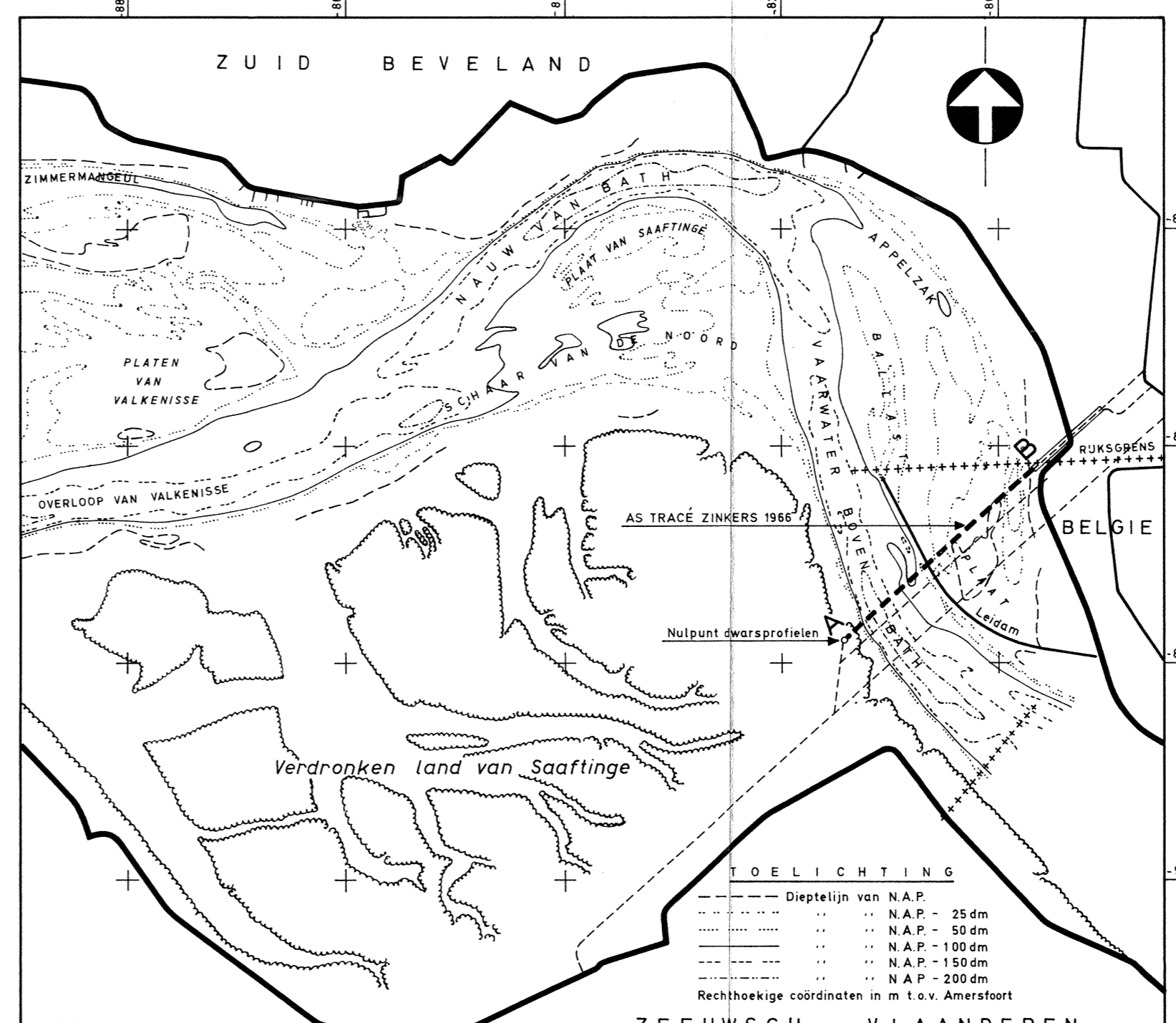
WATERSTANDEN TE BATH (Nm to.v.NAP (slotgemiddelden 1971))			
GETU	H.W.	L.W.	tij verschil
springtü	2.98	2.19	5.17
gem.getü	2.59	1.99	4.58
doodtü	2.08	1.68	3.76

RIJKSWATERSTAAT	
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING	
STUDIEDIENST VLISSINGEN	
WESTERSCHELDE	
APPELZAK	
KOMBERGINGS VERANDERINGEN 1955-1975	
BIJ GEM.GETU EN GEM.SPRINGTU	
9-12-76	SCHAAL SITUATIE 1:25000
GET: <i>EB</i>	
GEZ: <i>E</i>	
GEC: <i>W</i>	
AKK: <i>W</i>	
A2	76.918

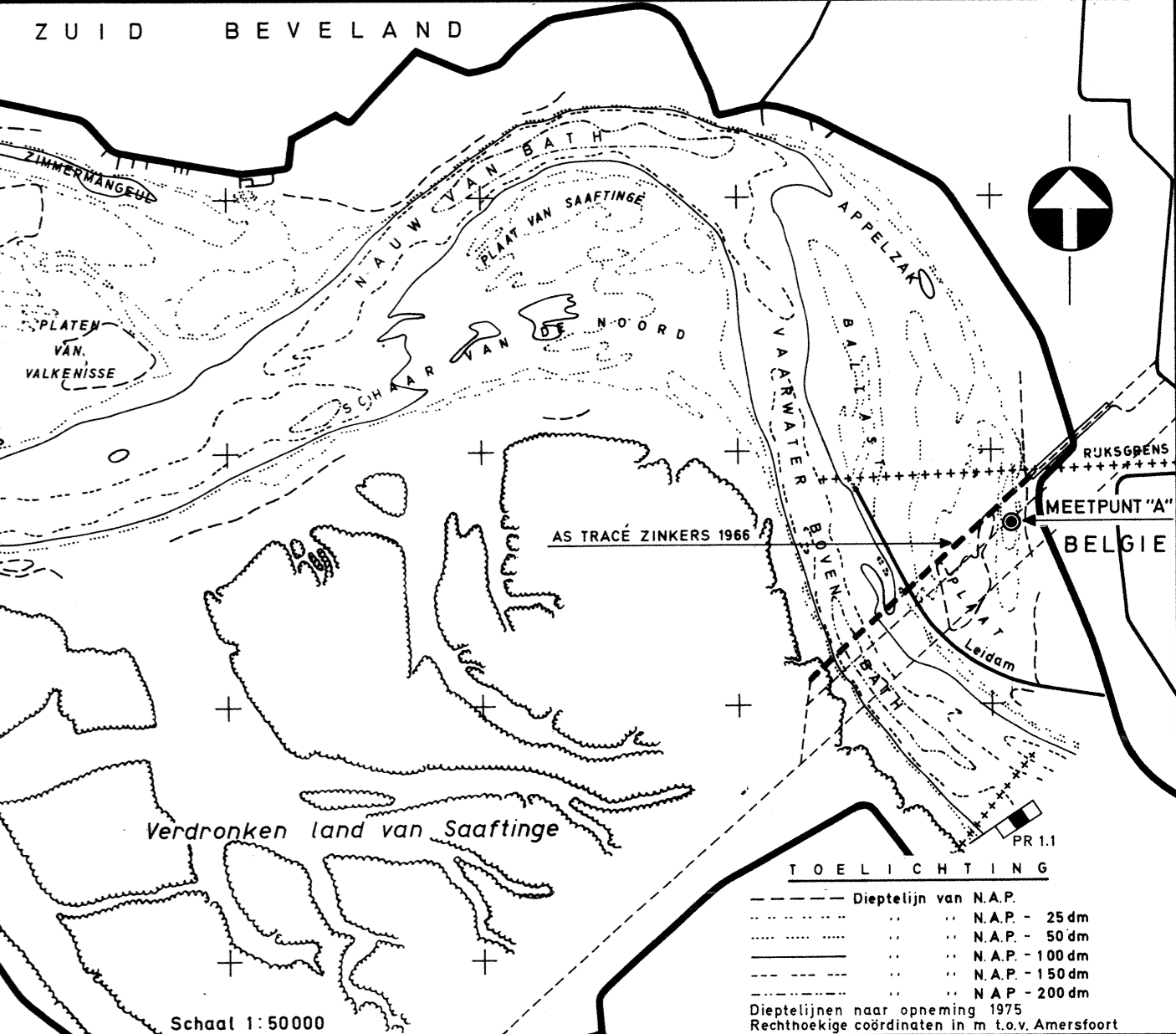
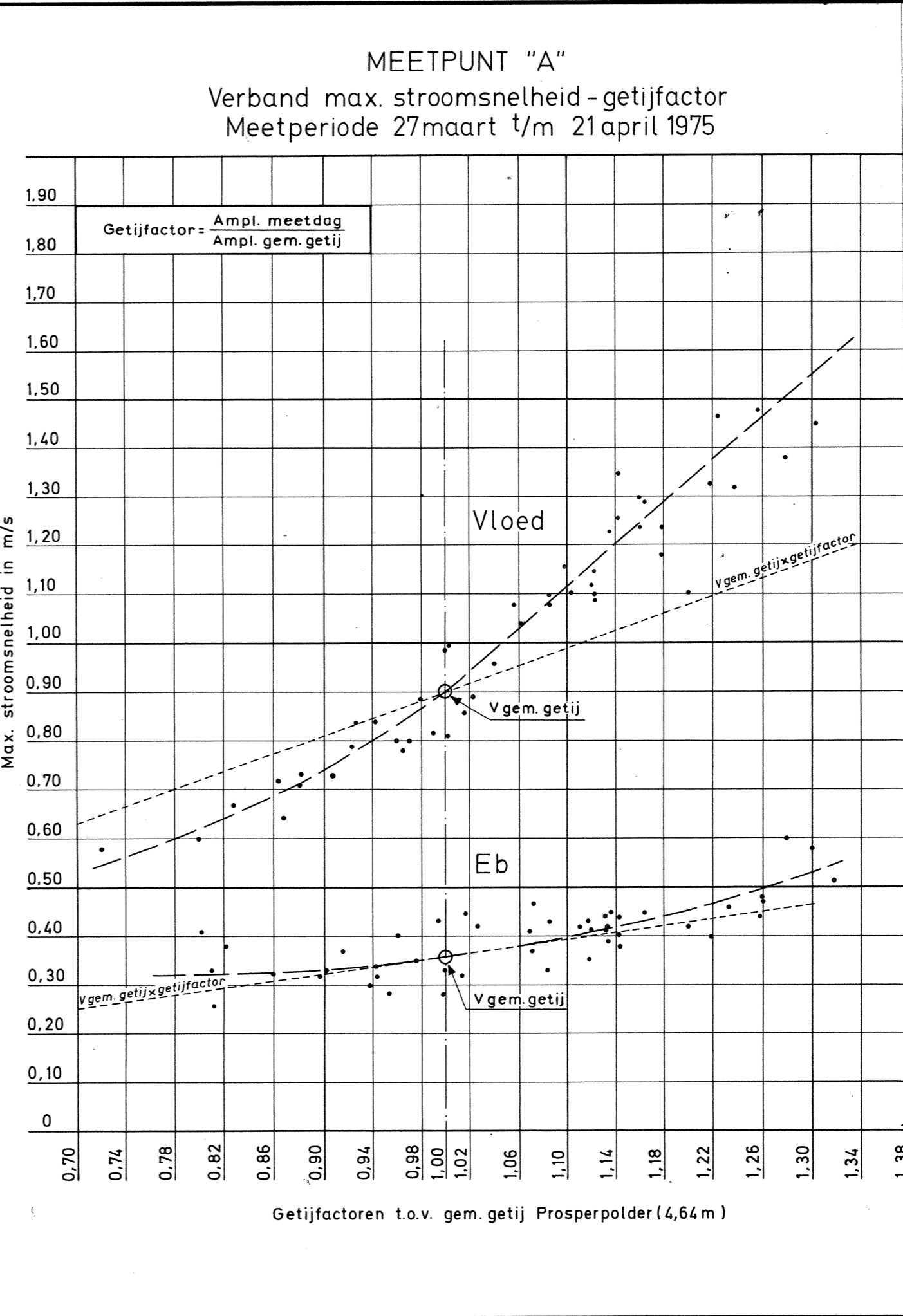
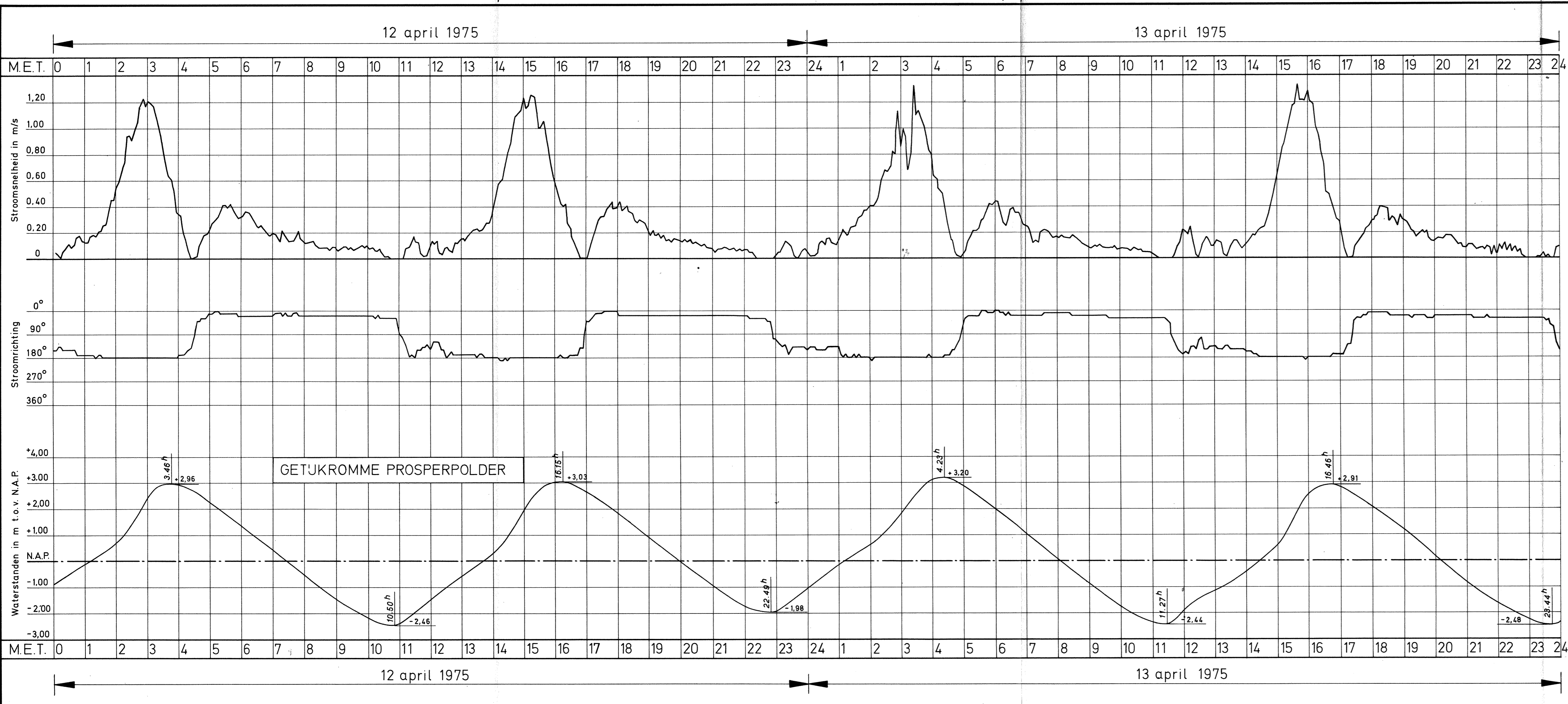


**TOELICHTING**

Profielen samengesteld uit:  
 Minuutbladen hydrografie (1922 1/2 m 1944)  
 Rivierladingen rijkswaterstaat (1951 1/2 m 1973)  
 Detailleringen irs bureau Lievense (aug. 1974 1/2 m mrt 1976)  
 - - - - - Diepteligging zinker '1966' (omgeving as tracé)  
 Laag der veranderde bodemligging periode 1922/1976



RUKSWATERSTAAT DIRECTIE WATERHUIHOUDEND EN WATERBEWEGING STUDIEDIENST VLISSINGEN WESTERSCHDELDE	
APPELZAK - VAARWATER BOVEN BATH DWARSPROFIELEN 1922 - 1976 IN AS TRACÉ ZINKERS "1966"	
28 sept. 1976 GET. L. P. GEZ. C. GEC. J. AKK.	LENGTESCHAAL 1:5000 HOOGTESCHAAL 1:200 C3 76.560



**TOELICHTING**

Samengesteld naar gegevens Antwerpse zeediensten

Bodemdiepte t.p.v. meetpunt "A" = N.A.P. - 5,40 m

Stroomsnelheden bepaald op 2 m boven de bodem (N.A.P. - 3,40 m)

Registrerende peilschaal Prosperpolder PR.1.1

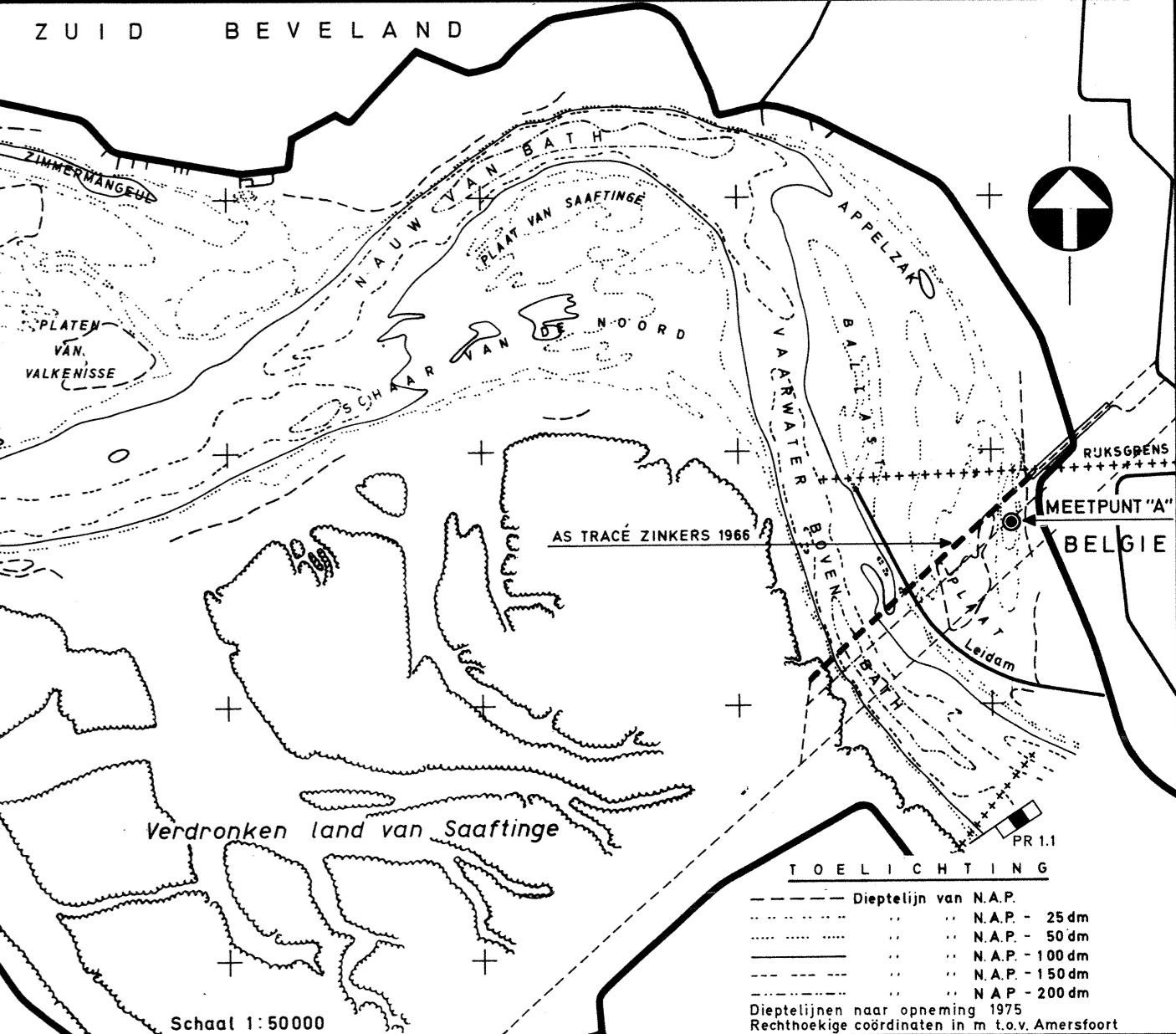
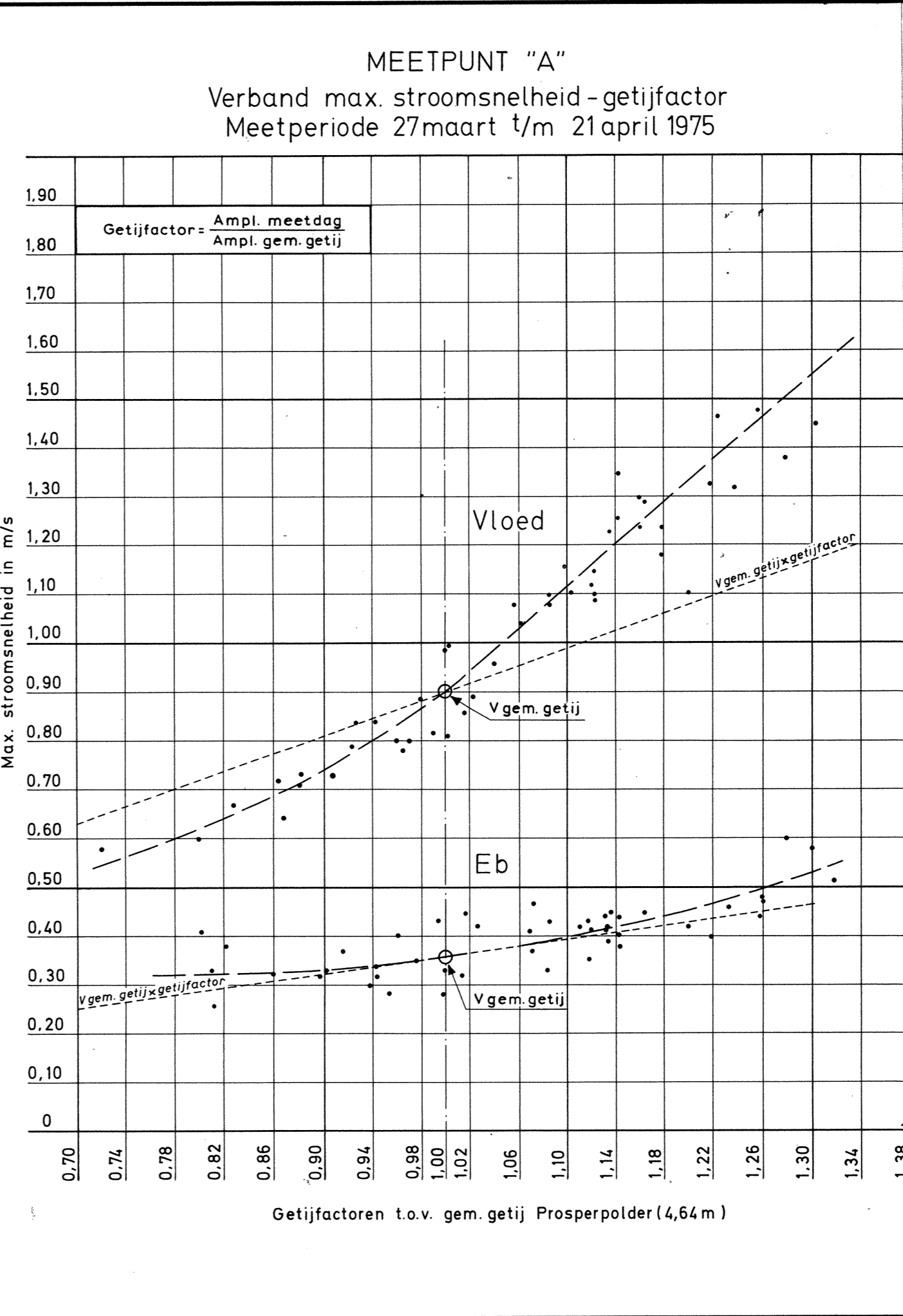
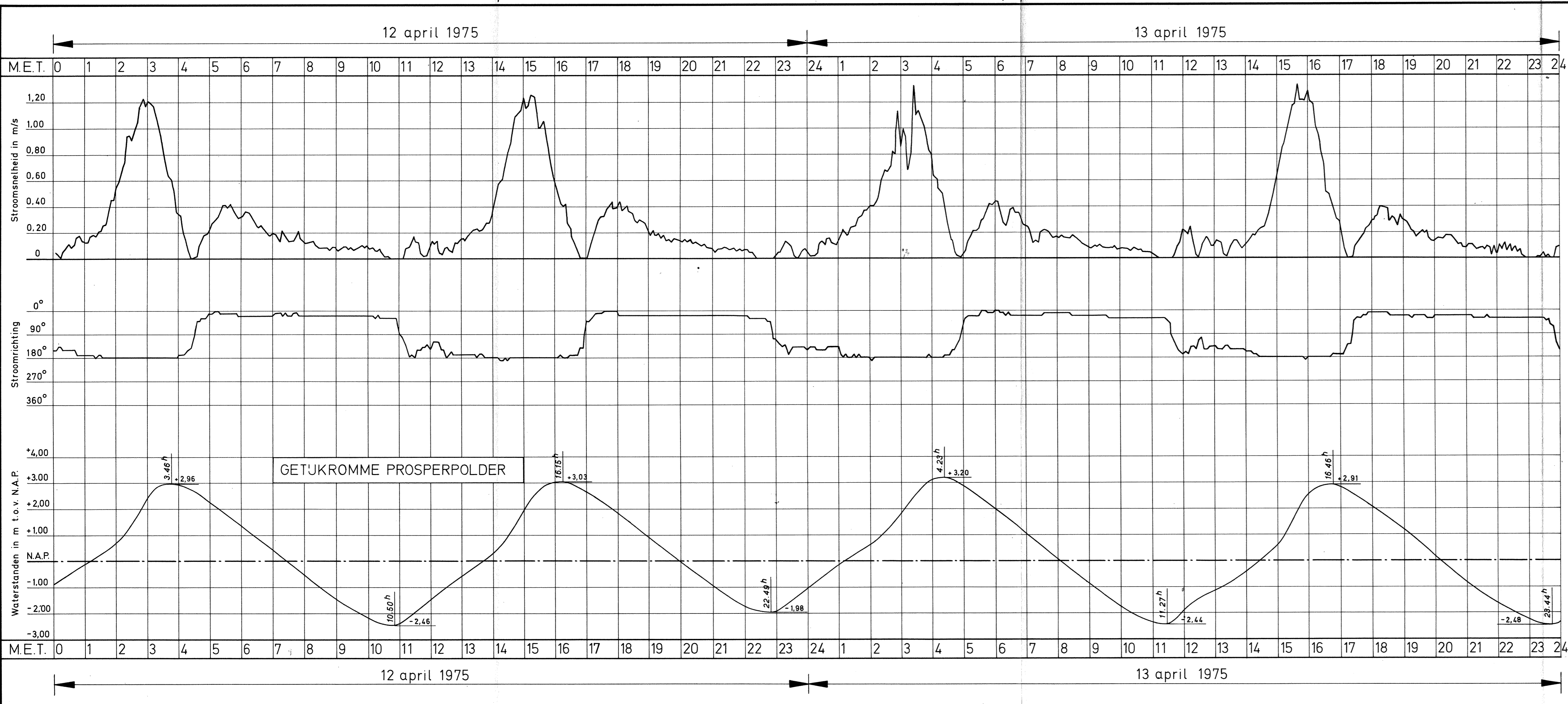
WATERSTANDEN TE PROSPERPOLDER in m t.o.v. N.A.P.		TUVERSCHIL in m		GETIJFACTOR t.o.v. GEM. TU d: 8m OF r: 8m	
DATUM	M.E.T.	H.W.	L.W.	DALING(d)	RUZING(r)
12-4-1975	03.45h	+2.96		5,42	
12-4-1975	10.50h	-2,46			5,49
12-4-1975	16.15h	+3,03		5,01	
12-4-1975	22.49h	-1,98			5,18
13-4-1975	04.23h	+3,20		5,64	
13-4-1975	11.27h	-2,44			5,35
13-4-1975	16.46h	+2,91		5,39	
13-4-1975	23.44h	-2,48			1,16164

WATERSTANDEN TE PROSPERPOLDER in m t.o.v. N.A.P. (slotgemiddelden 1971.0)				
GETIJ	H.W.	L.W.	TUVERSCHIL(t)	GETIJFACTOR
SPRINGTJ	+3,02	-2,18	5,20	1,12069
GEMIDD. TJ	+2,53	-2,01	4,54 (= 8m)	1
DOOD TJ	+2,12	-1,73	3,85	0,82974

3 sept. 1976	3 schalen diverse	A5	76.597
--------------	-------------------	----	--------



**TOELICHTING**

Samengesteld naar gegevens Antwerpse zeediensten

Bodemdiepte t.p.v. meetpunt "A" = N.A.P. - 5,40 m

Stroomsnelheden bepaald op 2 m boven de bodem (N.A.P. - 3,40 m)

WATERSTANDEN TE PROSPERPOLDER in m t.o.v. N.A.P.		TUVERSCHIL in m		GETIJFACTOR t.o.v. GEM. TU d: 8m OF r: 8m	
DATUM	M.E.T.	H.W.	L.W.	DALING(d)	RUZING(r)
12-4-1975	03.46 <sup>h</sup>	+2.96		5,42	
12-4-1975	10.50 <sup>h</sup>	-2,46		5,49	
12-4-1975	16.15 <sup>h</sup>	+3,03		5,01	
12-4-1975	22.49 <sup>h</sup>	-1,98		5,18	
13-4-1975	04.23 <sup>h</sup>	+3,20		5,64	
13-4-1975	11.27 <sup>h</sup>	-2,44		5,35	
13-4-1975	16.46 <sup>h</sup>	+2,91		5,39	
13-4-1975	23.44 <sup>h</sup>	-2,48			

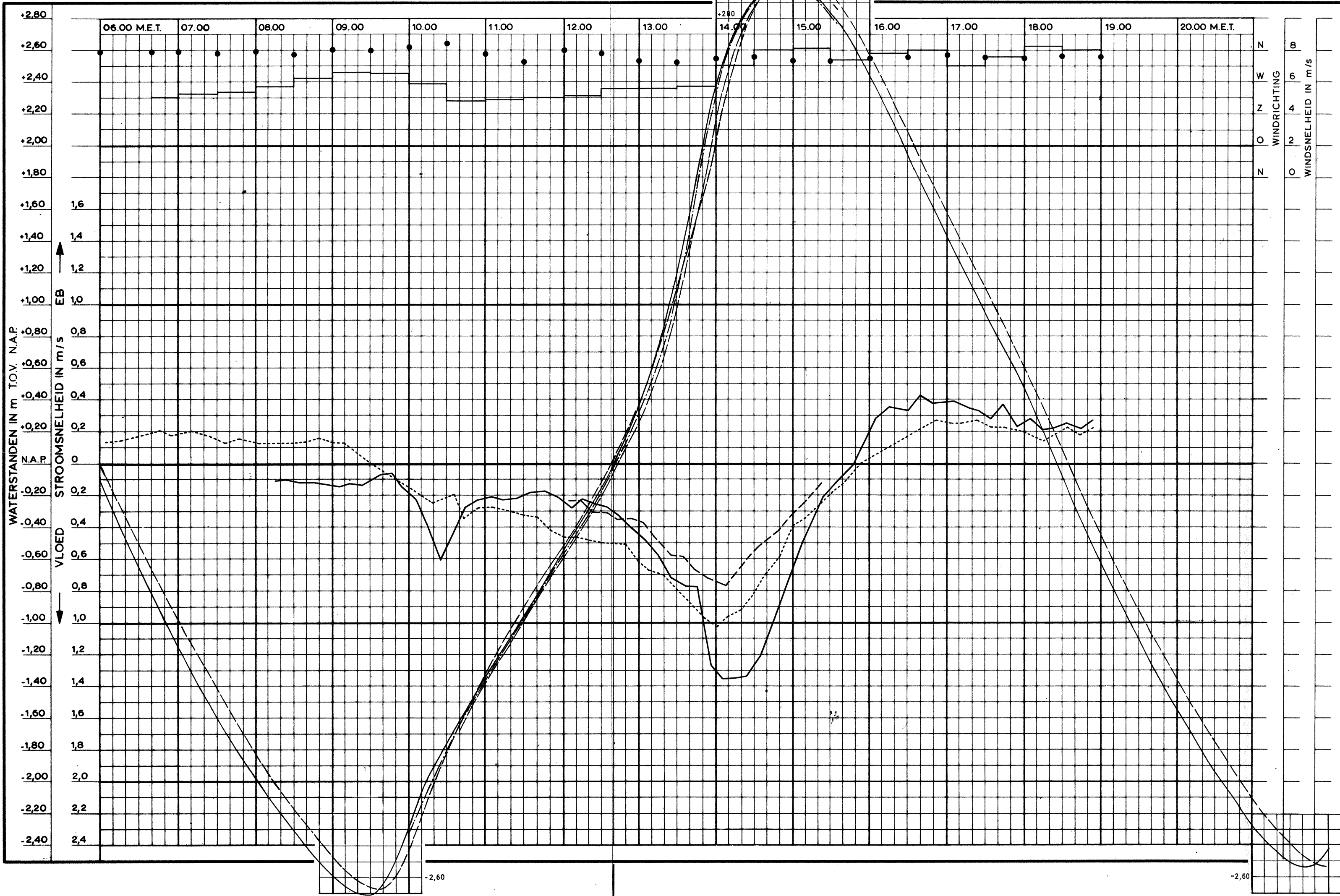
WATERSTANDEN TE PROSPERPOLDER in m t.o.v. N.A.P. (slotgemiddelden 1971.0)				
GETIJ	H.W.	L.W.	TUVERSCHIL(t)	GETIJFACTOR
SPRINGTJ	+3,02	-2,18	5,20	1,12069
GEMIDD. TJ	+2,53	-2,01	4,54 (= 8 m)	1
DOOD TJ	+2,12	-1,73	3,85	0,82974

3 sept. 1976	SCHALEN DIVERSE	A5	76.597
GET. L.P.			
GEZ. E.			
GEC. AKK.			

Registrerende peilschaal Prosperpolder PR.1.1

RUKSWATERSTAAT  
DIRECTIE WATERHUISSHOUDING EN WATERBEWEGING  
STUDIEDIENST VLISSINGEN  
WESTERSCHDELDE  
APPELZAK  
FLACHSEESTROOMMETING MEETPUNT "A"  
27 MAART t/m 21 APRIL 1975



Toelichting

WATERSTANDEN (GETJKROMMEN)

- PR 1.2 Bath (registrerend)
- - - P 1.10 Appelizak (visueel)
- · - PV 1.2 Bath (visueel)
- · · PR 1.1 Prosperpolder (registrerend)

GEMIDDELTE STROOMSNELHEID IN DE VERTIKAAL

- MP 1
- · · MP 1s
- - - MP 2
- Windsnelheid (gem. per 30 min.)
- • • Windrichting (momentopname)

Waterstanden te Bath in m t.o.v. N.A.P.			Tijverschil in m		Getijfactor t.o.v. gem. tij d:δ <sub>m</sub> of r:δ <sub>m</sub> δ <sub>m</sub> = 4,58
Datum	M.E.T.	H.W.	Daling (d)	Rijzing (r)	
25-4-1975	09.25 <sup>h</sup>		-2,715		
25-4-1975	14.57 <sup>h</sup>	+3,015		5,73	1,25109
25-4-1975	21.41 <sup>h</sup>	-2,54	5,555		1,21288

Waterstanden te Bath in m t.o.v. N.A.P. (slotgemiddelden 1961.0)					Coördinaten van het meetpunt in m t.o.v. Amersfoort		
Getij	H.W.	L.W.	Tijverschil (δ)	Getijfactor	Pos.	-X	-Y
Springtij	+2,98	-2,19	5,17	1,12882	MP 1	79 811	86 253
Gemid. tij	+2,59	-1,99	4,58 (= δ <sub>m</sub> )	1	MP 1s	80 374	84 861
Dood tij	+2,08	-1,68	3,76	0,82096	MP 2	79 955	85 340

GEM. STROOMRICHTING BIJ MAXIMUM VLOED (N.E. r.w.)

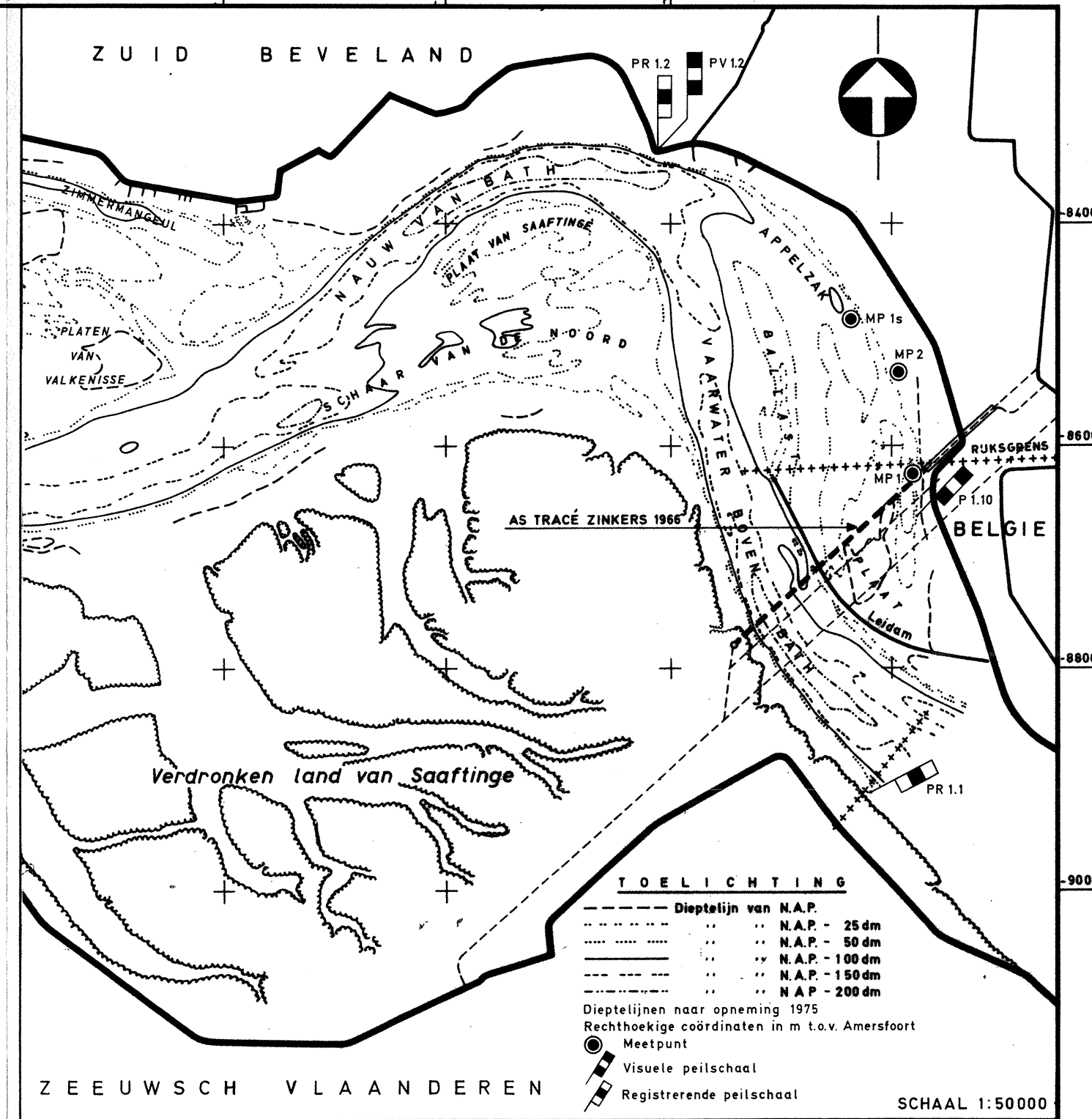
MP 1	13.00 <sup>h</sup> - 14.00 <sup>h</sup>	181°
	14.00 <sup>h</sup> - 15.00 <sup>h</sup>	168°
MP 1s	13.00 <sup>h</sup> - 14.00 <sup>h</sup>	150°
	14.00 <sup>h</sup> - 15.00 <sup>h</sup>	154°
MP 2	13.00 <sup>h</sup> - 14.00 <sup>h</sup>	164°
	14.00 <sup>h</sup> - 15.00 <sup>h</sup>	165°

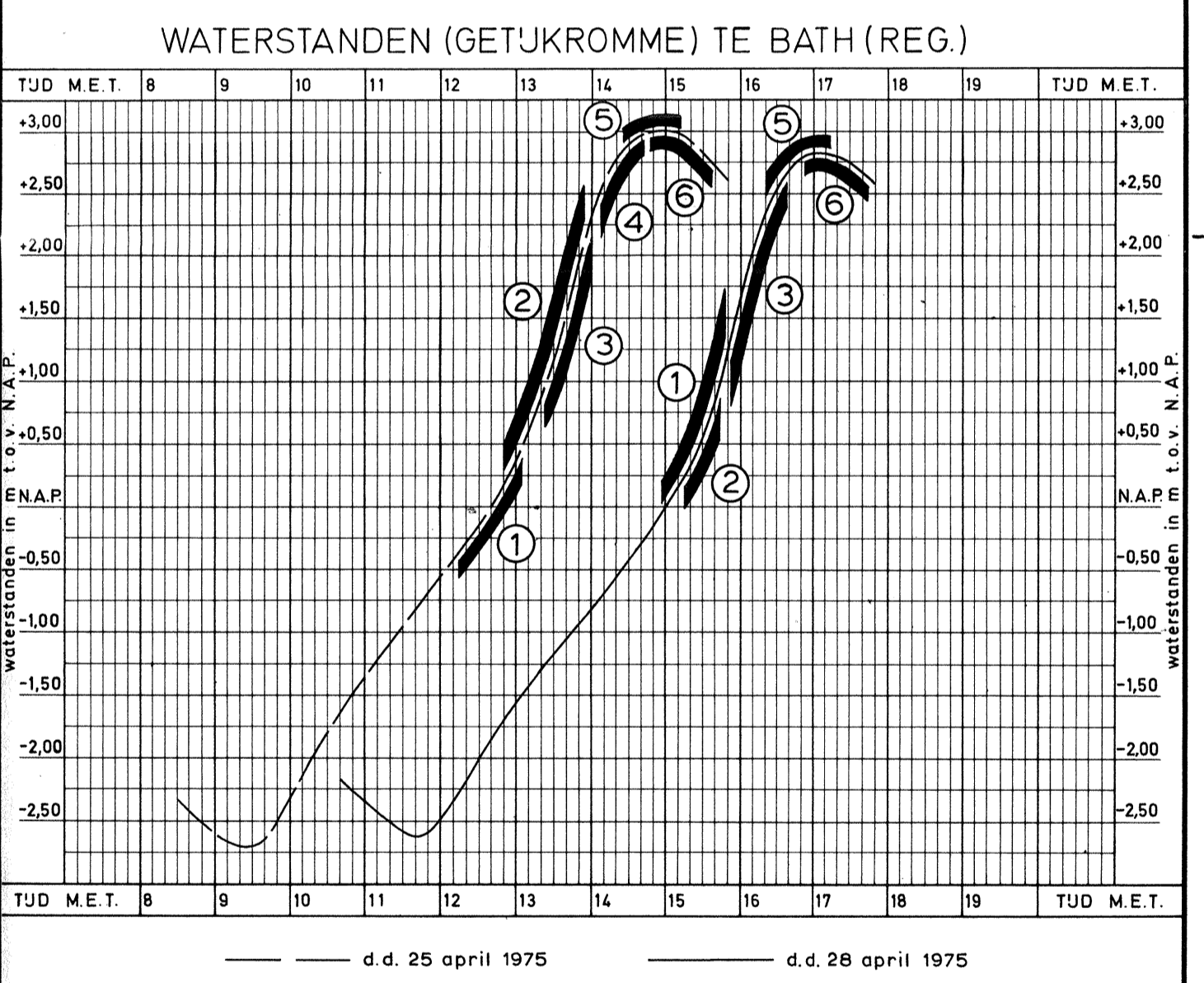
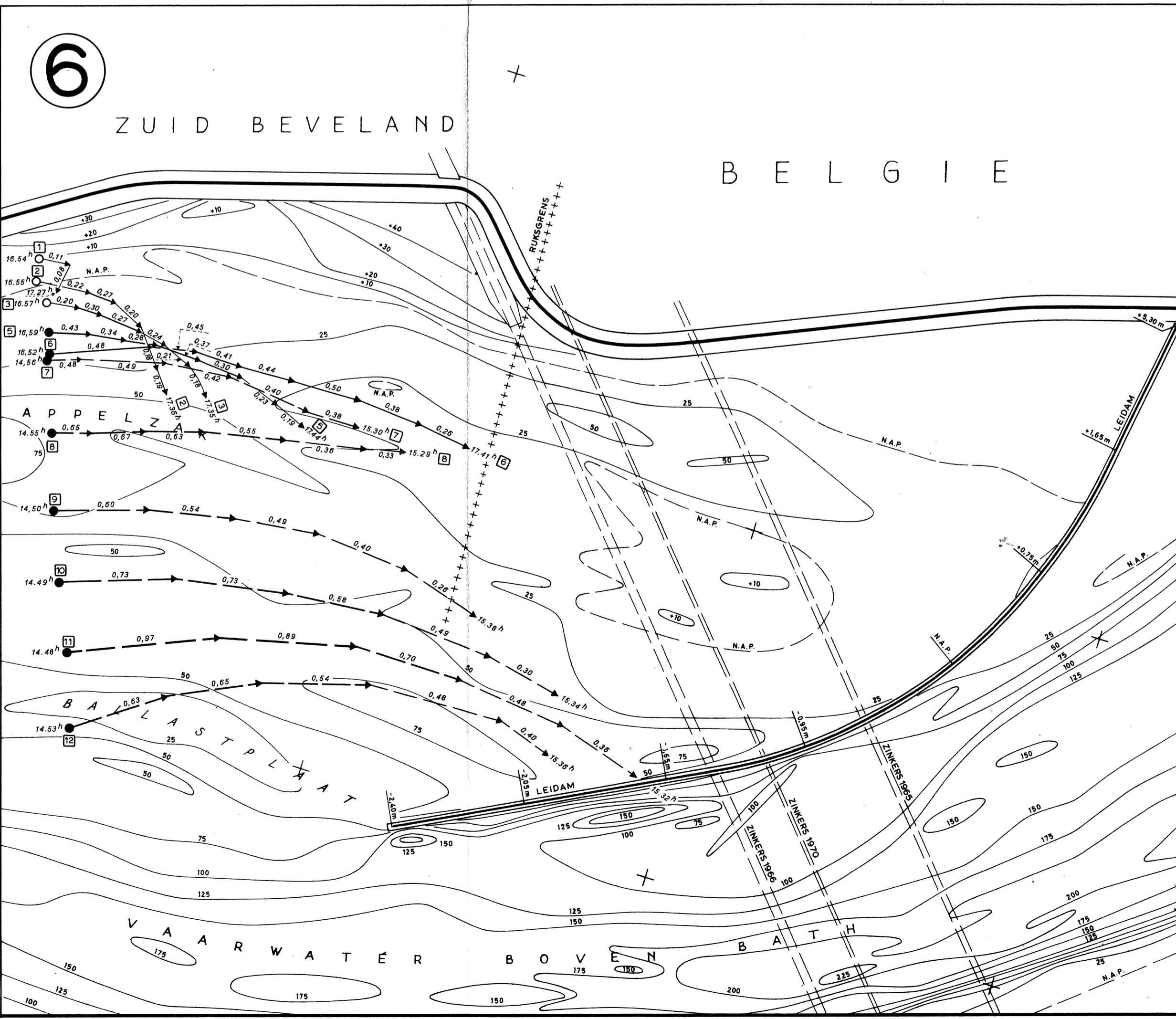
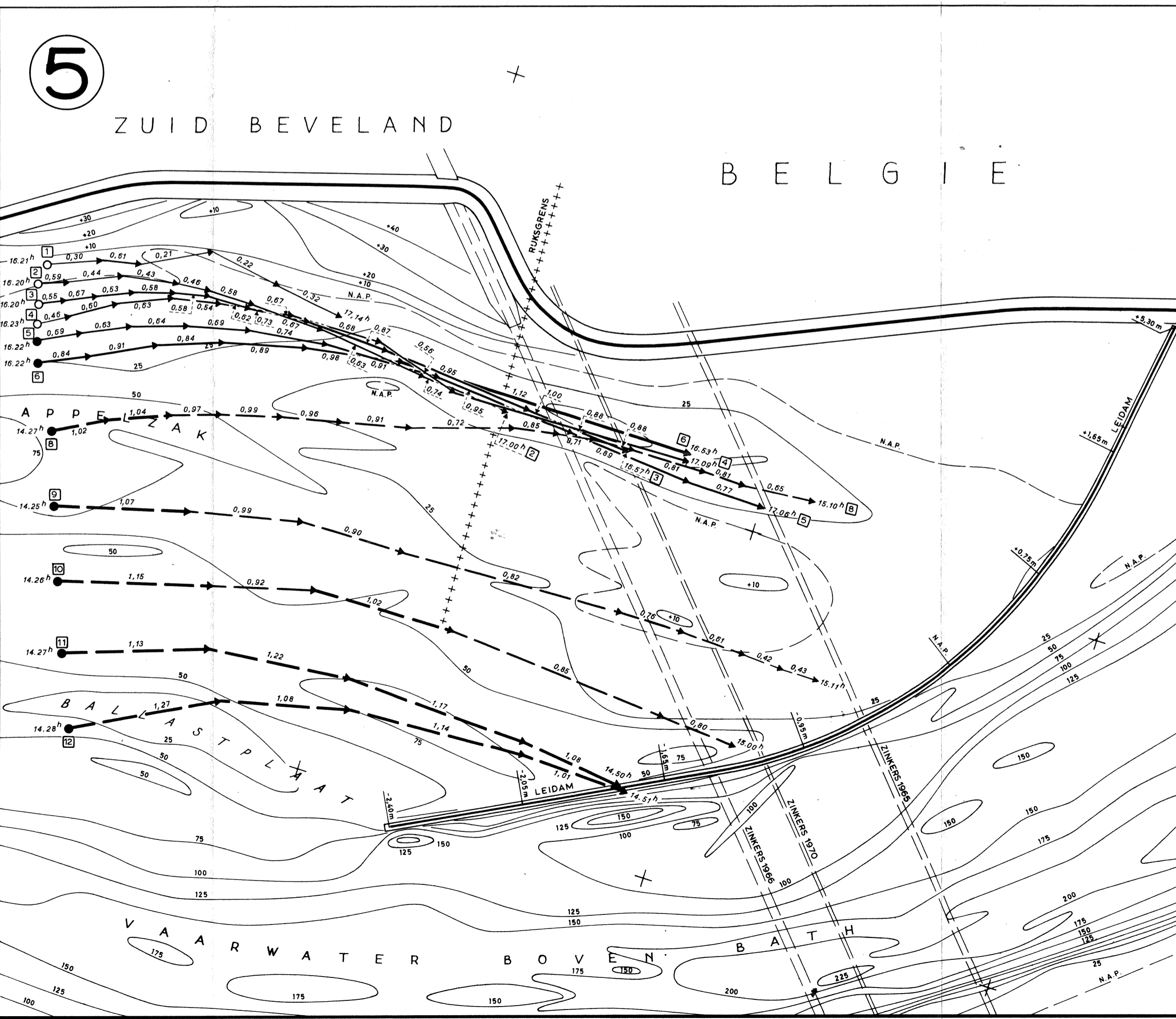
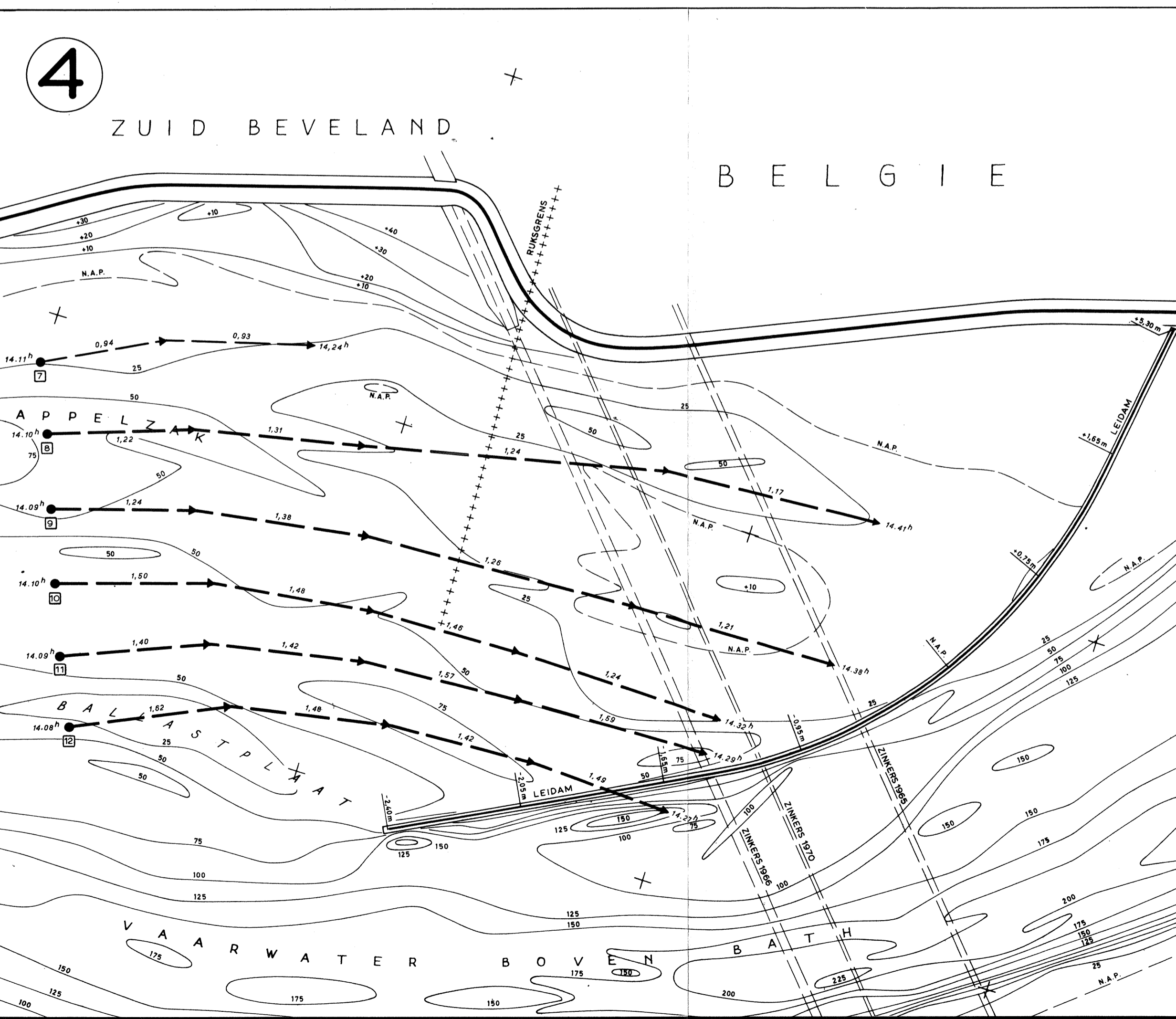
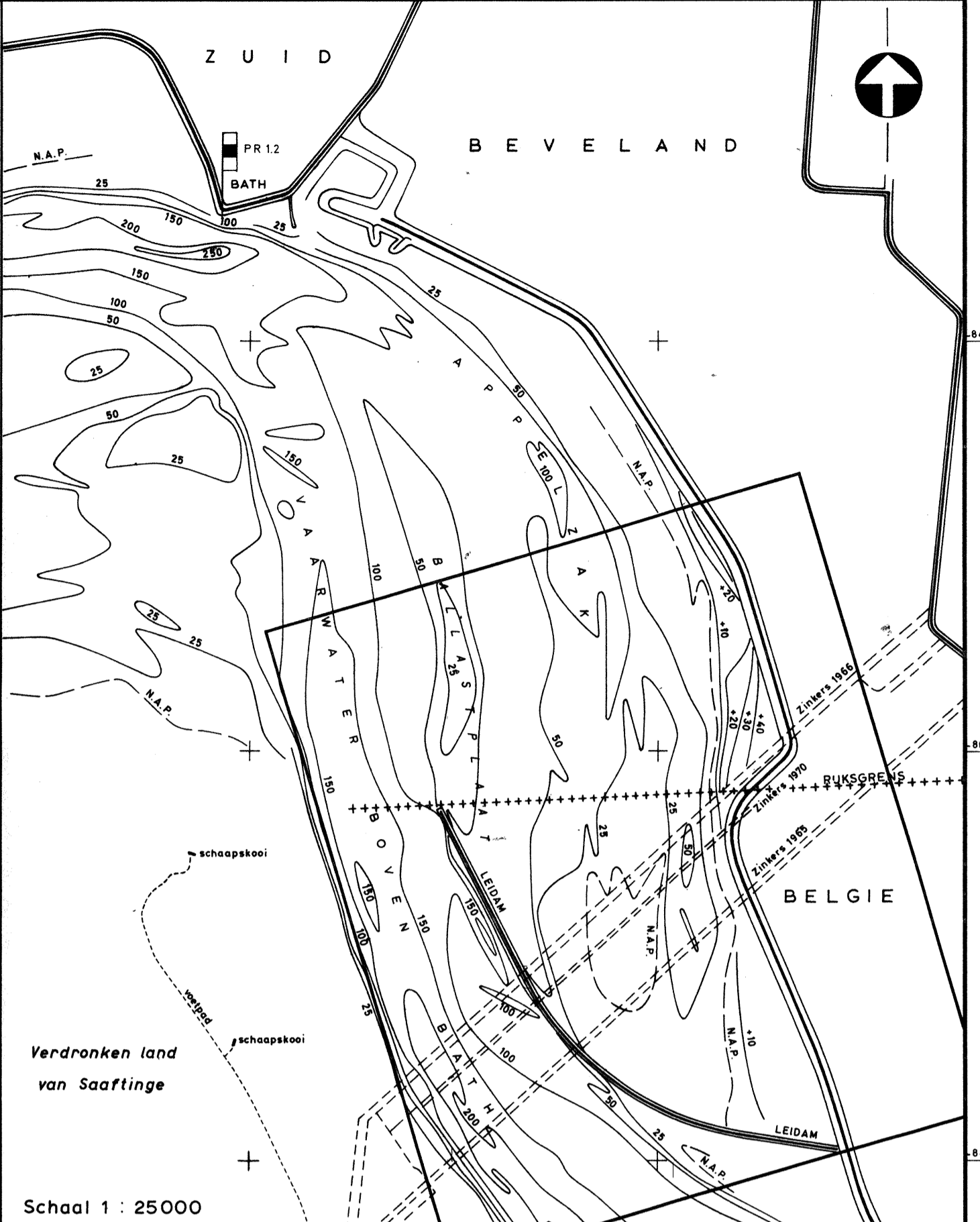
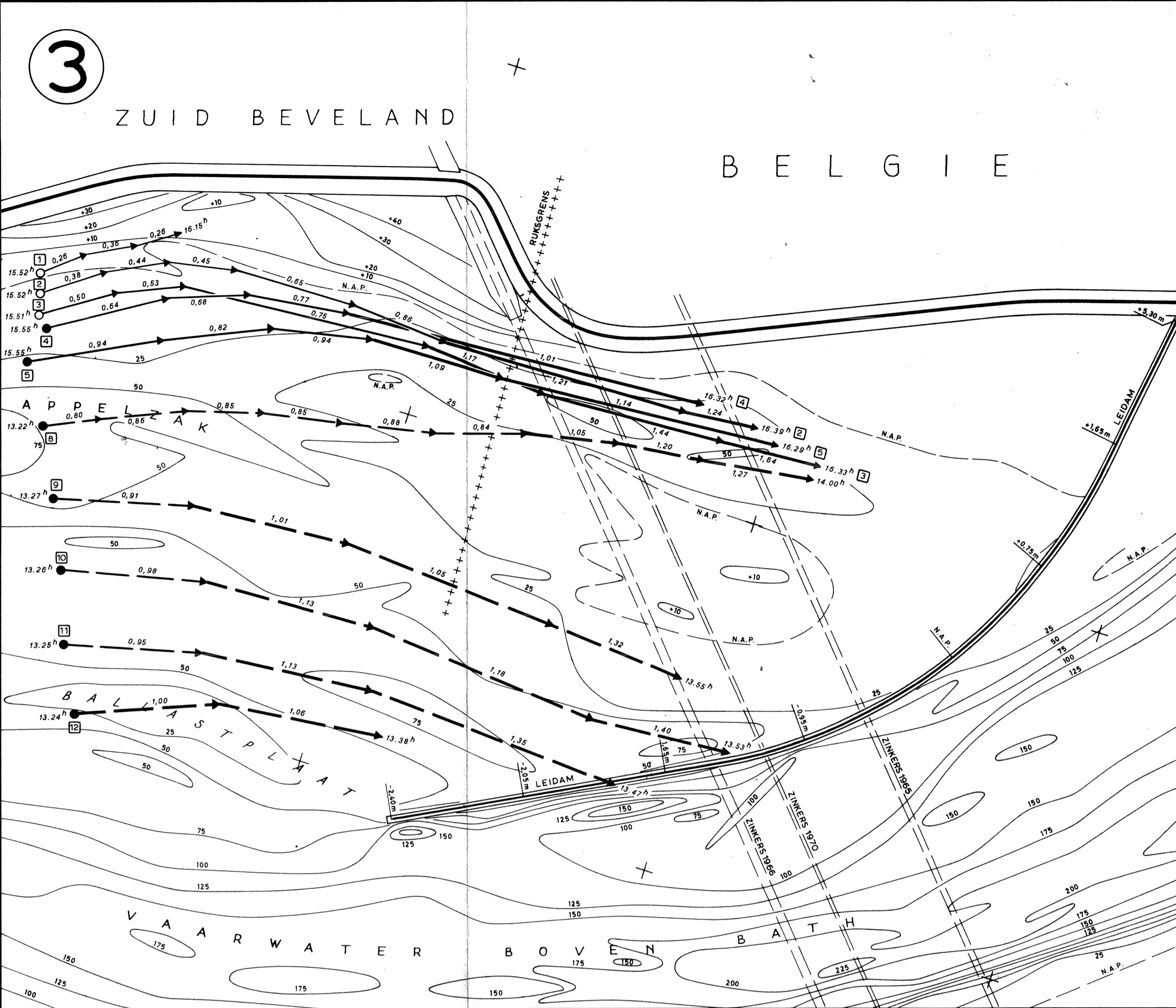
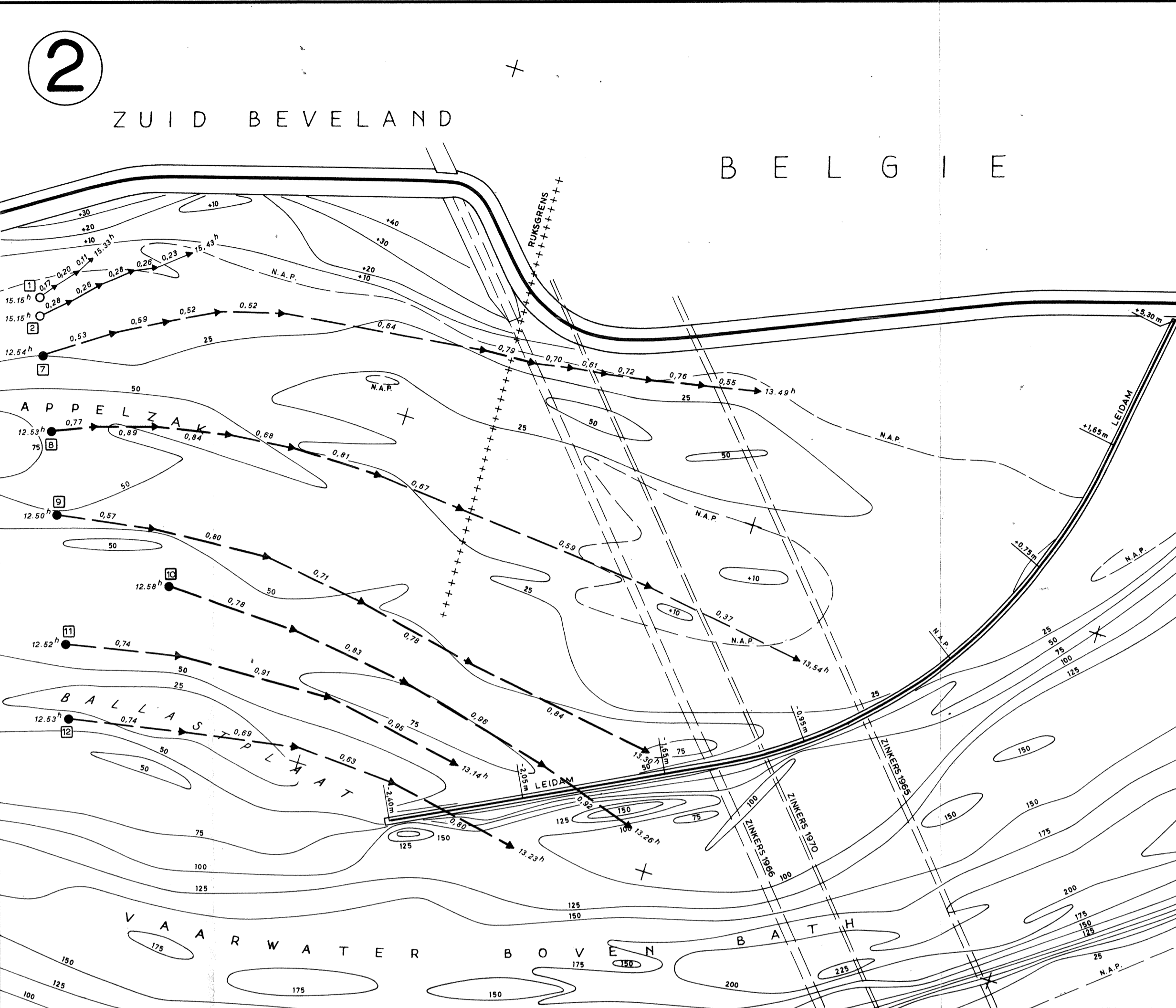
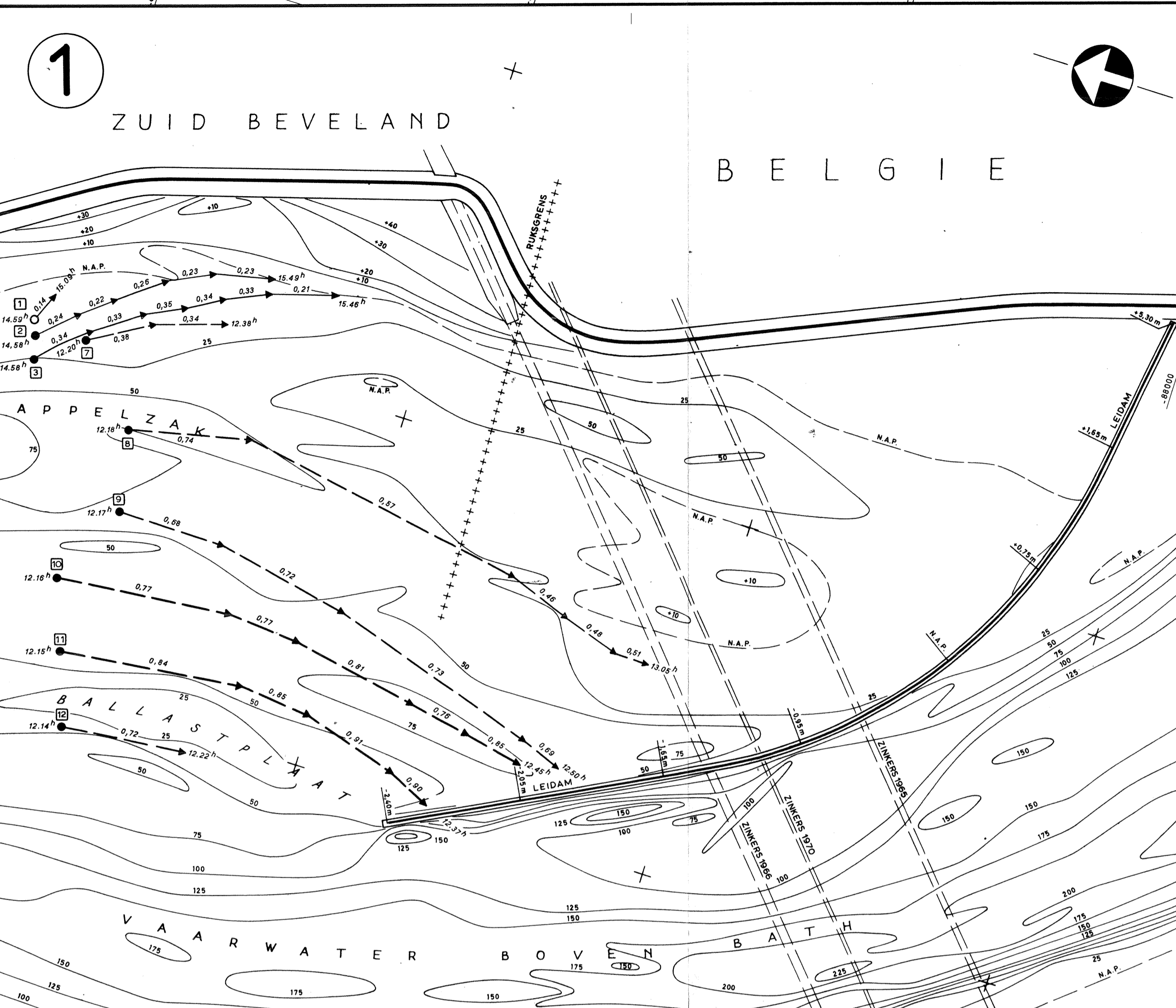
RUKSWATERSTAAT  
DIRECTIE WATERHUISSHOUDING EN WATERBEWEGING  
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHDELDE  
APPELZAK  
WATERSTANDS-EN STROOMMETINGEN  
d.d. 25 april 1975

8 sept. 1976  
GET. L.P.  
GEZ. E.  
GEC. AKK. *[Handwritten Signature]*

A4 76.603





**Toelichting**

0.22	→	Stroomsnelheid van 0.00 — 0.25 m/s	Stroomrichting met stroomsnelheid d.d. 28 april 1975 (drijvers 1 f/m 6)
0.44	→	" " 0.26 — 0.50 m/s	
0.66	→	" " 0.51 — 0.75 m/s	
0.88	→	" " 0.76 — 1.00 m/s	Stroomrichting met stroomsnelheid d.d. 25 april 1975 (drijvers 7 f/m 12)
1.10	→	" " 1.01 m/s en meer	
1.32	→	" " 1.01 m/s en meer	

□ Inwerppunt met drijvernr(2) voor stokdrijver diepgang 0.50 m  
 ● Inwerppunt met drijvernr(11) voor stokdrijver diepgang 1.00 m  
 Dieptelinen met diepten in dm t.o.v. N.A.P. volgens opening 1974 1/4 januari 1975  
 Rechthoekige coördinaten in m t.o.v. Amersfoort

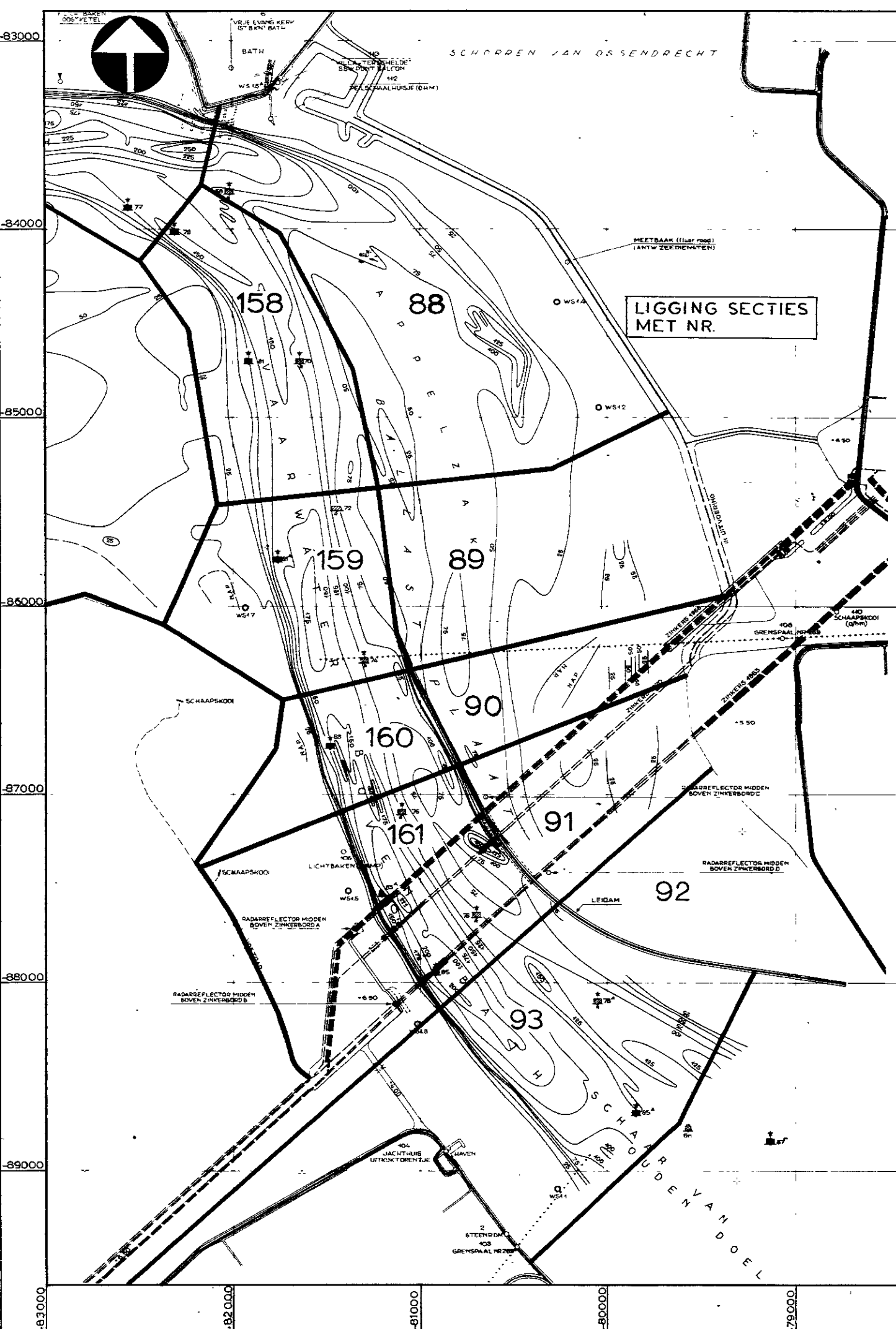
WATERSTANDEN TE BATH		TUVERSCHIL IN m		GETUWEN	
IN m t.o.v. N.A.P.		t.o.v. DEM. T.J.		t.o.v. DEM. T.J.	
DATUM	M.E.T.	H.W.	L.W.	R.U.ZEN(G)	W. S.
25-4-1975	14.50	2.02	2.75	1.35/109	
25-4-1975	14.50	2.02	2.75	1.35/109	
25-4-1975	14.50	2.02	2.75	1.35/109	
25-4-1975	14.50	2.02	2.75	1.35/109	

WATERSTANDEN TE BATH IN m t.o.v. N.A.P.		TUVERSCHIL IN m		GETUWEN	
(sletgemeedelen 1971.6)		t.o.v. DEM. T.J.		t.o.v. DEM. T.J.	
GETUWEN	H.W.	L.W.	TUVERSCHIL	GETUWEN	W. S.
SPRINGTJ.	+1.99	-2.19	5.17	1.1282	
DEWINTJ.	+1.99	-2.19	5.17	1.1282	
0000 T.J.	+2.08	-1.68	3.76	0.82296	

30 aug 1976  
 GET L.P.  
 SEC  
 AKK

RUKSWATERSTAAT  
 DIRECTIE WATERHUSHOUDING EN WATERBEWEGING  
 STUDIEDIENST VLISSINGEN  
 WESTERSHELDE  
 APPELZAK  
 STROOMDRUJVING 25 en 28 APRIL 1975  
 STROOMBANEN BIJ VLOED

SCHAAL 1:10 000  
 CODE 010.5.75  
 B6 76.587



MAX. STROOMSNELHEDEN IN m/sec.; PER SECTIE BEREKEND OVER GEM. STROOMVOEREND PROFIEL

SECTIE	VLOED		EB	
	LEIDAM		LEIDAM	
	OVERSTROOMBAAR	ONOVERSTROOMBAAR	OVERSTROOMBAAR	ONOVERSTROOMBAAR
88	0.43	0.37	0.41	0.36
89	0.58	0.14	0.51	0.10
90	0.59	0.12	0.47	0.08
91	0.59	0.13	0.48	0.09
92	0.25	0.25	0.34	0.34
158	0.58	0.62	0.69	0.73
159	1.23	1.62	1.23	1.47
160	1.39	1.72	1.41	1.52
161	1.22	1.36	1.18	1.18
93	1.02	1.02	0.88	0.88

N.B. BEREKENINGEN UITGEVOERD VOOR GETJ VAN 11 MEI 1971

WATERSTANDEN IN m t.o.v. NAP		TJ'VERSCHIL IN m		GETJ FACTOR t.o.v. GEM TJ d 5m OF r. 5m d m = 3.78
M.E.T.	HW	DALING (d)	RUIZING (r)	
0216 <sup>h</sup>	+211	408	411	1.0794
0838 <sup>h</sup>		1.97		1.0873
1434 <sup>h</sup>	+214	410		1.0847
2050 <sup>h</sup>		196		

GETJ	HW	LW	TJ-VERSCHIL (d)	GETJ FACTOR
SPRINGTJ	+229	-207	436	1.1534
GEM TJ	+195	-183	378 (= 5m)	1.0000
DOODTJ	+141	-150	291	0.7698

**RIJKSWATERSTAAT**  
**DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING**  
**STUDIEDIENST VLISSINGEN**

**WESTERSCHELDE**

**VAARWATER BOVEN BATH c.a.**  
**VAKINDELING ÉÉNDIMENSIONALE GETJ BER.**  
**BEREKENDE MAX. STROOMSNELHEDEN**

1-12-76	SCHAAL SITUATIE 1:25000	
GET: <i>db</i>		
GEZ: <i>E. J. J.</i>		
GEK: <i>W. J.</i>		
AKK: <i>W. J.</i>		A2 76.899