

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

Nota 67.2
met 14 bijlagen

ONDERZOEK NAAR DE MOGELIJKHEDEN TOT UITBREIDING
VAN DE HAVEN VLISSINGEN-OOST (SLOEHAVEN)

februari 1967.

INHOUD

par. 1	Inleiding	blz. 1
par. 2	Het stroombeeld voor de havenmond	blz. 2
par. 3	Het stroombeeld in de havenmond	blz. 4
par. 4	Gemeten en berekende debieten huidige havenmond	blz. 8
par. 5	Komberging en debieten vergrote havenkom	blz. 12
par. 6	De haveningang bij een vergrote havenkom	blz. 15
par. 7	Aantekeningen met betrekking tot de vergrote havenkom	blz. 20
	7.1 Het slibbezwaar	blz. 20
	7.2 Stromingsverschijnselen in de haven	blz. 22
par. 8	Samenvatting	blz. 23
	Lijst van bijlagen	blz. 28

ONDERZOEK NAAR DE MOGELIJKHEDEN TOT UITBREIDING VAN DE
HAVEN VLISSINGEN-OOST (SLOEHAVEN)

1. INLEIDING

De Haven Vlissingen-Oost (Sloehaven) werd in de jaren 1961 tot en met 1964 aangelegd aan de rechteroever van de Honte, in het tussen Walcheren en Zuid-Beveland gelegen gebied Zuid-Sloe. Een overzicht van de huidige situatie van deze haven geeft bijlage 1.

In verband met deze havenaanleg werd destijds in het Waterloopkundig Laboratorium in de Noord-Oostpolder een uitgebreid modelonderzoek uitgevoerd (M 635). Dit onderzoek had onder meer betrekking op de situering van de havenmond, het te verwachten stroombeeld in de havenmond en de vermoedelijke aanslibbing van de havenkom. Afgezien van enkele proeven voor een situatie, die bij ruwe benadering overeenstemt met de huidige situatie van de haven, had dit modelonderzoek betrekking op een natte havenoppervlakte van 160 ha; het betrof hier een permanentie-model, waarin voor verschillende fasen van het getij gestroomd is. De resultaten van het betreffende onderzoek zijn weergegeven in het rapport "Oeververdediging en haven Zuid-Sloe" van genoemd laboratorium.

Ten behoeve van een verdere ontwikkeling van de industrie in het gebied van de Haven Vlissingen-Oost wordt momenteel een belangrijke uitbreiding van de havenkom en van de industrie-terreinen overwogen. De betreffende plannen zijn aangegeven op bijlage 2. Bij de huidige situatie bedraagt de natte oppervlakte van de havenkom ten opzichte van N.A.P. - 25 dm: ong. 120 ha; bij de volgens de plannen te vergroten havenkom moet deze oppervlakte op ong. 275 ha worden gesteld. De vraag rijst in hoeverre de voorgenomen vergroting van de havenkom aanleiding zou kunnen geven tot een eventuele minder gunstige stromings-toestand in de omgeving van de havenmond, met name met betrekking tot de bevaarbaarheid van havenmond en haven, de instandhouding van de havendammen en het slibbezwaar.

De resultaten van een met betrekking tot bovengestelde vraag ingesteld onderzoek worden omschreven in de volgende paragrafen:

2. Het stroombeeld voor de havenmond.
3. Het stroombeeld in de havenmond.
4. Gemeten en berekende debieten huidige havenmond.
5. Komberging en debieten vergrote havenkom.
6. De haveningang bij een vergrote havenkom.
7. Aantekeningen met betrekking tot de vergrote havenkom.
8. Samenvatting.

2. HET STROOMBEELD VOOR DE HAVENMOND

Op 1 en 2 april 1964 zijn voor de mond van de Sloehaven stroomdrijvingen uitgevoerd met stokdrijvers (diepgang 3,5 m). De kop van de westhavendam was op genoemde data nog niet geheel voltooid; op grotere diepte was deze dam echter reeds zover uitgebouwd, dat de destijds waargenomen stroombeelden ook voor de huidige situatie als maatgevend kunnen worden aangemerkt. Het baggeren van de havenkom was omstreeks vorengenoemd tijdstip reeds voor een belangrijk deel voltooid, zodat de kombergingsstroom sindsdien dan ook nog slechts weinig zal zijn gewijzigd.

De resultaten van de metingen zijn weergegeven op de bijlagen 3, 4a en 4b. Op beide dagen werden de metingen uitgevoerd bij een matige noordoostelijke wind (6 à 8 m/sec.). Gelet op de ligging van het gebied waarin de stroomdrijvingen zijn uitgevoerd en op de lengte van de stokdrijvers zal de windinvloed op de waargenomen stroombeelden van weinig betekenis zijn geweest.

Zowel op 1 als op 2 april werden de stroomdrijvingen uitgevoerd bij een goed ontwikkeld getij. Voor herleiding van de waargenomen stroomsnelheden tot gem. getij dienen de waargenomen stroomsnelheden met 9% (1 april) resp. 6% (2 april) te worden vermindert. Voor herleiding tot gem. springtij dienen de gemeten waarden daarentegen met 6% (1 april) resp. 9% (2 april) te worden verhoogd.

Blijkens de peilschaalwaarnemingen te Vlissingen in de periode 1949-1962 dient voor deze haven nog met een tijverskil

tijdens springtij van ong. 5,30 m rekening te worden gehouden. Bij het optreden van een dergelijk groot tijverschil zullen ter hoogte van de havenmond van de Sloehaven stroomsnelheden voorkomen, die ong. 30% hoger liggen dan de op 1 en 2 april 1964 waargenomen waarden.

Vloed: De resultaten van de op 1 april vóór de havenmond verrichte vloedstroomdrijvingen worden weergegeven op bijlage 3; hierop staan ook aangegeven de gemiddelde snelheden in een verticaal tussen de havendammen. Gedurende het eerste (langzaam stromende) gedeelte van de vloed (tussen laagwater en N.A.P. - 0,75 m) werden geen waarnemingen verricht. Uit de metingen blijkt dat halverwege de vloed de westhavendam bepalend is voor de stroming door de bocht; vrij spoedig daarna begint oeverwerk II een in dit opzicht steeds belangrijker taak te vervullen, wat gepaard gaat met een toenemende concentratie van de stroom ter plaatse van dit oeverwerk (opnamen 3 t/m 5). Het algemene beeld wordt echter met name in de fasen 3 en vooral 4, mede bepaald door de dan krachtige vulstroom naar de haven. Even voor hoogwater, wanneer geen vulstroom van betekenis meer voorkomt ontstaat een maximale stroomconcentratie voor de havenmond, die ter plaatse van de kop van oeverwerk II stroomsnelheden tot 1,4 à 1,45 m/sec. veroorzaakt (zie afb. 5).

Vóór de haveningang werden de grootste vloedstroomsnelheden korte tijd voor hoogwater vastgesteld op 1,20 à 1,30 m/sec. (opnamen 4 en 5). Blijkens het voerafgaande kunnen deze snelheden voor gem. springtij gesteld worden op 1,30 à 1,40 m/sec., en voor een zeer sterk ontwikkeld getij (amplitude 5,30 m) op 1,60 à 1,70 m/sec.

Eb: De ebstroomdrijvingen vóór de havenmond zijn uitgevoerd op 2 april (bijlagen 4a en 4b); vanaf het tijdstip van hoogwater tot omstreeks het peil van N.A.P. + 0,25 m zijn echter geen waarnemingen verricht. Blijkens de opnamen 1 t/m 8 wordt de kop van de oosthavendam vrij sterk door de hoofdstroom aangestroomd. Uit de sterke concentratie van de

diverse stroombanen op enige afstand uit de kop van de westhavendam (opnamen 1, 2 en 3), valt een vrij belangrijke invloed van de kop van de oosthavendam op het ebstroombeeld vóór de havenmond op te merken. Naar in par. 3 uiteengezet zal worden is dit gunstig voor het ebstroombeeld in de havenmond. Blijkens de stroombeelden van de opnamen 4 t/m 8 valt met het verder dalen van de waterspiegel een geleidelijke afname van de invloed van de oosthavendam op het ebstroombeeld waar te nemen. Omstreeks laagwater (opnamen 7 en 8) wordt ook de westhavendam volledig door de hoofdstroom aangestroomd. De stroomsnelheden zijn dan echter reeds belangrijk afgenomen.

Korte tijd na halftij (opnamen 1, 2 en 3) vertonen de ebstroomsnelheden ter hoogte van de haveningang de hoogste waarden (1,20 à 1,30 m/sec.). Herleid tot gem. springtij kunnen deze maximum stroomsnelheden gesteld worden op 1,35 à 1,45 m/sec. Tijdens een zeer sterk ontwikkeld springtij zal met het optreden van maximum ebstroomsnelheden van 1,60 à 1,70 m/sec. dienen te worden gerekend.

Het verdient de aandacht dat de in deze paragraaf genoemde stroomsnelheden gerekend zijn voor de bovenste waterlaag van 3,5 m. De gemiddelde stroomsnelheden in de betrokken verticalen liggen echter belangrijk lager; op grond van een in de Honte ter hoogte van de havenmond op 20 juli 1966 verrichte puntmeting kan het verschil gesteld worden op ongeveer 25 % (meetpunt 5a, bijlagen 5b, 6a en 6b).

3. HET STROOMBEELD IN DE HAVENMOND

Op 20 juli 1966 zijn in de havenmond gedurende een gedeelte van de eb (van N.A.P. + 1 m tot omstreeks laagwater) en gedurende de vloed stroomdrijvingen uitgevoerd. Aanvullende ebstroomdrijvingen zijn verricht op 16 augustus 1966 (van omstreeks hoogwater tot N.A.P. + 0,75 m). Genoemde metingen zijn uitgevoerd met oppervlakedrijvers met een diepgang van 3,5 m en met dieptedrijvers met een diepgang van 6 à 8 m.

De resultaten van de ebstroomdrijvingen zijn weergegeven op de bijlagen 5a en 5b, van de vloedstroomdrijvingen op de bijlagen 6a en 6b. Zowel de op 20 juli als de op 16 augustus verrichte metingen zijn uitgevoerd tijdens een goed ontwikkeld springtij. Op 20 juli werden de ebstroomdrijvingen verricht bij een matige zuidoostenwind (4 à 6 m/sec.) en op 16 augustus bij een matige zuidzuidoostenwind (4 m/sec.). De op 20 juli uitgevoerde vloedstroomdrijvingen werden verricht tijdens een zwakke tot matige, van zuidoost naar noordnoordwest ruimende wind (1 à 6 m/sec.). De windinvloed op de waargenomen stroombeelden is, gelet op de betrekkelijk lage windsnelheden tijdens de metingen, vermoedelijk gering. Naast de stroombeelden in de havenmond worden op de bijlagen 5b, 6a en 6b de gemiddelde stroomsnelheden weergegeven in het buiten de havenmond gelegen meetpunt 5a.

5b: Blijkens opname 1 (bijlage 5a) wordt het ebstroombeeld in de havenmond aanvankelijk sterk beïnvloed door de geruime tijd na hoogwater buiten de havenmond nog aanwezige vloedstroom: de stroombanen vertonen dan een ongeveer zuid-zuidoostelijke richting. Een opmerkelijke afwijking van dit algemene beeld vertoont de stroombaan van de onder de oosthavendam uitgeworpen drijver nr. 3 met een zuidzuidwestelijke stroomrichting. Als gevolg van de vrij lage stroomsnelheden in het oostelijk deel van de haven bereikte deze drijver eerst 20 à 30 minuten na de hiervoor genoemde drijvers het gebied vóór de haveningang. Het waargenomen verschil in stroomrichting zal het gevolg zijn van het in genoemd tijdvak gewijzigde stroombeeld vóór de havenmond (kentering, resp. ebstroom).

Als gevolg van de invloed van de kop van de oosthavendam op het ebstroombeeld vóór de havenmond (paragraaf 2) blijken de stroomsnelheden aanvankelijk vrij regelmatig over de volle breedte van de havenmond verdeeld (opnamen 2 en 3); de stroombanen vertonen dan een ongeveer zuid-zuidwestelijke richting. In een latere fase (bijlage 5b, opnamen 4, 5 en 6) blijkt de stroom zich voor een deel te concentreren in het westelijke deel van de havenmond. Dit hangt samen met de met het dalen

van de waterspiegel toenemende aanstroming van de westhavendam vóór de havenmond (paragraaf 2). Uit het tijdens opname 6 in de havenmond waargenomen stroombeeld valt tegen de oosthavendam een geringe neerwerking op te merken.

Over het algemeen vertonen de stroombanen van de tijdens eb in de havenmond uitgeworpen dieptedrijvers geen belangrijke afwijking van de banen van de oppervlakedrijvers. Bij de opnamen 1, 2 en 3 (bijlage 5) blijken de stroomsnelheden van de dieptedrijvers over het algemeen lager dan die van de oppervlakedrijvers; bij de opnamen 4, 5 en 6 (bijlage 5b) blijkt het verschil in stroomsnelheid vrij gering.

De grootste ebstroomsnelheden werden in de havenmond vastgesteld in de omgeving van de westhavendam (0,50 à 0,60 m/sec., opname 5). In het midden van de havenmond werd de grootste ebstroomsnelheid in de bovenste waterlaag van 3,5 m bepaald op 0,30 à 0,35 m/sec. (opnamen 1 en 2).

Ebkentering: Het stroombeeld omstreeks de laagwaterkentering in de havenmond wordt weergegeven op bijlage 6a (opname 1). In het vóór de havenmond gelegen meetpunt 5a blijkt dan nog ebstroom op te treden. Het stroombeeld in de havenmond wordt sterk beïnvloed door de rond de kentering aanwezige neer. Het lijkt aannemelijk dat in dit stadium onder de westhavendam reeds enige instroming plaats vindt.

Vloed: Kort na laagwater (opname 2 van bijlage 6a) toont de havenmond over de volle breedte instroming. De stroomsnelheden blijken in het oostelijk deel van de havenmond iets lager dan in het westelijk deel. De grootste snelheden in de bovenste laag kunnen gesteld worden op 0,30 à 0,35 m/sec. Op grotere diepte wijkt het stroombeeld enigszins af van het stroombeeld aan het oppervlak naar uit de stroombanen van een tweetal uitgeworpen dieptedrijvers blijkt.

Opname 3 vertoont vergeleken met opname 2 een sterk gewijzigd stroombeeld. In het oostelijk deel van de haven

vindt langs de oosthavendam, zowel in de bovenste laag als op grotere diepte, instroming plaats. In samenhang met een in het westelijk deel van de haven optredende neer, vertoont het zuidelijk deel van de haveningang een ongeveer op het oosten gerichte dwarsstrooming.

Vergeleken met opname 3 vertoont het stroombeeld van opname 4 slechts geringe wijzigingen. De stroomanelheden in het zuidelijk deel van de haveningang vertonen enige toename. De maximum snelheid van de tussen de koppen van de west- en de oosthavendam optredende dwarsstroom werd vastgesteld op 0,93 m/sec. Meer binnenwaarts blijken de snelheden van de in de haven optredende dwarsstromen (neerwerking) echter zeer gering.

Van de opnamen 5 en 6, die omstreeks maximumvloedstroom zijn opgenomen, wijst het stroombeeld van opname 6 op de aanwezigheid van een omvangrijke de havenkom diep binnendringende neer; opname 5 vertoont reeds een tendentie in dezelfde richting. In samenhang met deze neer blijkt langs de oosthavendam een sterk geconcentreerde vulstroom aanwezig, terwijl langs de westhavendam uitstroming valt op te merken. De maximale gemiddelde stroomsnelheid langs de oosthavendam kan in de bovenlaag gesteld worden op ong. 1 m/sec, en tot een diepte van 6 à 8 m op ong. 0,80 m/sec. (opname 6). De stroomanelheden langs de westhavendam blijken bij de opnamen 5 en 6 vrij gering (max. 0,30 m à 0,35 m/sec.).

Nadere beschouwing van de tijdens vloed verrichte opnamen, toont over het algemeen de hoogste stroomsnelheden in het meest zuidelijke deel van de havenmond. In noordelijke richting valt een geleidelijke vermindering van de stroomsnelheden op te merken.

Blijkens het voorafgaande kan het huidige ebstroombeeld in de havenmond als vrij gunstig worden aangemerkt. De stroomsnelheden zijn betrekkelijk laag en bovendien vrij regelmatig over de havenmond verdeeld.

Het vloedstroombeeld is echter minder gunstig. In verband met de vrij sterke vulstroom langs de oosthavendam is dit deel

van de haveningang tijdens maximum vloedstroom voor de scheepvaart minder geschikt. Het overige deel van de haveningang wordt tijdens maximum vloed vrij sterk beïnvloed door de in dit gebied optredende dwarsstromen. Met betrekking tot de vrij hoge vloedstroomsnelheden langs de oosthavendam valt bovendien op te merken dat dit stroombeeld reeds enige tijd aanleiding geeft tot enige verdieping van de havenbodem langs de verdediging van de oosthavendam.

Volledigheidshalve zij vermeld dat de in de havenmond waargenomen stroombeelden een goede overeenstemming vertonen met de resultaten van het in paragraaf 1 omschreven modelonderzoek.

4. GEMETEN EN BEREKENDE DEBIETEN HUIDIGE HAVENMOND

Gemeten debieten

Naast de in paragraaf 3 omschreven stroomdrijvingen is op 20 juli 1966 in de mond van de Sloehaven tevens een debietmeting uitgevoerd. Ten behoeve van deze meting zijn in de punten 1, 2 en 3 van de hiertoe geprojecteerde raai I - I', (bijlage 7) stroommetingen in de verticaal verricht. Op te merken valt dat meetpunt 2 bij de aanvang (eb I) een westelijker ligging vertoonde dan gedurende het overige deel van de meting.

Als gevolg van het in de havenmond optredende stroombeeld (neren, dwarsstromingen) vertonen de resultaten van de in de punten 1, 2 en 3 uitgevoerde metingen (stroomverticalen), vooral wat betreft de waargenomen stroomrichtingen, over het algemeen een vrij onregelmatig verloop. In het westelijke deel van de havenmond (meetpunt 1) was er in de periode tussen $3\frac{1}{2}$ uur en $\frac{1}{2}$ uur voor hoogwater in de dieper gelegen waterlagen over het algemeen sprake van uitstroming; de bovenste waterlagen vertoonden daarentegen instroming. Een overeenkomstige situatie werd in meetpunt 3 waargenomen omstreeks de kentering van laagwater. Omstreeks de kentering van hoogwater daarentegen viel in genoemd meetpunt nabij de bodem instroming en in de bovenste waterlagen uitstroming

op te merken. Gelet op het waargenomen stroombeeld zal in de havenmond naast het optreden van uitwisseling door horizontale neren tevens, en wel voornamelijk gedurende enkele uren voor hoogwater, met het optreden van uitwisseling door verticale neren moeten worden gerekend.

Hoewel ter aanvulling enig gebruik kon worden gemaakt van de in de havenmond verrichte stroomdrijvingen (paragraaf 3), is voor een nauwkeurige samenstelling van de voor de debietberekening benodigde stroomsnelheidskrommen (deels weergegeven op bijlage 7) het aantal meetpunten (3) in feite te gering gebleken. De resultaten van de debietmeting dienen dan ook als vrij globaal te worden aangemerkt.

In de debietberekening zijn de gegevens verwerkt van de waarnemingen aan de hulppeilschaal nabij de oosthavendam. De peilschaal aan de uitwateringssluys in het noordelijk deel van de haven (zie situatie bijlage 7) bleek om diverse redenen (o.a. spuien tijdens ebstroom en te ondiepe ligging) voor het beoogde doel minder geschikt.

Bijlage 7 geeft voor een aantal tijdvakken van het op 20 juli 1966 gemeten getij (o.a. maximum eb- en vloedstroom) de stroomsnelheidsverdeling weer over de havenmond. Ten behoeve van de debietberekening zijn de op deze bijlage weergegeven gemiddelde stroomsnelheden niet de werkelijke snelheden, maar hun componenten loodrecht op de meestraai (I-I').

De waarden van de op 20 juli gemeten debieten worden grafisch weergegeven op bijlage 8. Blijkens de bijlagen 7 en 8 is gedurende vrijwel de gehele vloed een circulatiestroom in de havenmond aanwezig. Vanaf hoogwater tot omstreeks 1½ uur na hoogwater valt tijdens eb eveneens een circulatiestroom op te merken. Omstreeks hoogwater blijkt de circulatiestroom, zowel bij eb als bij vloed het krachtigst. De gemeten restdebieten, die eveneens op bijlage 8 zijn aangegeven, zijn, voor zover een circulatiestroom werd vastgesteld, bepaald uit de verschillen tussen de vloed- resp. ebdebieten en de debieten van de circulatiestroom.

Voor de bepaling van het totale restdebiet voor eb en vloed is voor de overgang van eb op vloed het tijdstip aan-

genomen waarop het ebdebiet en de circulatiestroom gelijke waarden vertonen (9h 19). Het tijdstip voor de overgang van vloed op eb (15h 30) is op overeenkomstige wijze vastgesteld. Een samenvatting van de op grond van de betreffende metingen bepaalde totale debieten wordt gegeven in onderstaand staatje.

Totaal gemeten debieten raai I-I' (20 juli 1966).			
vloed	mln m ³	eb	mln m ³
instromend	12,1	uitstromend	11,7
circulatiestroom (uitstromend)	1,8	circulatiestroom (instromend)	1,0
restdebiet (komberging)	10,3	restdebiet (komberging)	10,7

Het totale tijdens het getij van 20 juli gemeten debiet van de circulatiestroom (horizontale + verticale uitwisseling) bedraagt blijkens bovenstaand staatje 2,8 mln m³. Dit komt overeen met ong. 27 % van het tijdens vloed gemeten restdebiet (komberging). Hierbij valt op te merken dat bij het in paragraaf 1 genoemde modelonderzoek de totale horizontale uitwisseling in de havenmond voor de huidige situatie (T 26a) werd bepaald op 50 % van de komberging. De invloed van de eventuele verticale uitwisseling kon bij deze proeven echter niet worden vastgesteld. In welke mate het verschil tussen deze beide percentages (23%) beïnvloed is door de reeds genoemde onnauwkeurigheden in de verrichte debietmeting kan niet worden bepaald. Het verdient wel de aandacht dat het feitelijke (gemeten) optreden van een verticale neer niet inhoudt dat hierdoor de uitwisseling groter zou moeten zijn dan in het Waterloopkundig Laboratorium is becijferd.

Berekende debieten

Mede ter controle van de hiervoor genoemde debietmeting werden de restdebieten in de havenmond voor het getij van 20 juli 1966 tevens vastgesteld met behulp van de voor de havenkom bepaalde kombergingsoppervlakten.

Voor de vaststelling van deze oppervlakten werd gebruik gemaakt van een situatietekening schaal 1 : 5000. De verschillende diepte- en hoogtelijnen (deels weergegeven op bijlage 1) werden samengesteld met behulp van een aantal aan diverse opnamen ontleende diepte- en hoogtecijfers. Deze gegevens waren deels vrij recent, deels van iets oudere datum. Het is derhalve mogelijk dat de uit de kombergings oppervlakten berekende debieten als gevolg van enige tussentijdse aanslibbing (deels) iets te hoge waarden aangeven.

Het grafisch verband tussen de kombergingsoppervlakte en de waterstand (tussen N.A.P. - 25 dm en N.A.P. + 25 dm) wordt weergegeven op bijlage 9. Ter vergelijking met de gemeten restdebieten is de kromme van de uit de komberging berekende debieten eveneens getekend op bijlage 8. Op te merken valt dat ook voor de berekening van de debieten uit de komberging de gegevens van de hulpschaal nabij de oosthavendam zijn gebruikt. Het uit de kombergingsgegevens voor het getij van 20 juli 1966 berekende debiet werd voor de vloed vastgesteld op 11 mln m³ en voor de eb op 11,85 mln m³. Vergelijken met het gemeten restdebet werd het berekende vloeddebet 0,7 mln m³ (7%) hoger vastgesteld ; het berekende ebdebet 1,15 mln m³ (11%).

Vergelijking gemeten en berekende debieten

Vergelijking van de krommen van de gemeten en berekende restdebieten (bijlage 8) toont op een aantal plaatsen vrij belangrijke verschillen tussen de gemeten en berekende waarden. Het maximale vloeddebet werd volgens de debietmeting vastgesteld op ong. 1500 m³/sec; volgens de kombergingsberekening op ong. 2000 m³/sec.

Bij nadere beschouwing van de debietkrommen op bijlage 8 valt in de tijdvakken A,B,C en D in meerdere of mindere mate overeenstemming tussen de gemeten en berekende debieten op te merken. Voor deze gedeelten van het getij, die op de overeenkomstige plaatsen eveneens zijn aangegeven op de grafiek met kombergingsoppervlakten (bijlage 9), duidt genoemde overeenstemming op een relatief grote nauwkeurigheid van de debietmeting.

Elk der overeenstemmende gedeelten A,B, en D correspondeert met een bepaald gedeelte van de getijkromme. Men kan bij de betrokken waterstanden een drietal andere gedeelten der debietverlooplijnen vaststellen (achtereenvolgens A|B'en D'), de gedeelten A en A' betreffen eenzelfde gedeelte van de kromme van de kombergingsoppervlakten (zie bijlage 9); hetzelfde geldt voor de gedeelten B en B' en D en D'.

Vergelijkt men nu de overeenkomstige gedeelten op bijlage 8, dan blijken de beide debietverlooplijnen over de gedeelten A', B' en D' ook niet bij benadering samen te vallen. Vooral opvallend is het verschil voor het gedeelte D', waarin het maximum debiet valt: alleen voor het kleine stukje C is er sprake van een goede overeenstemming.

Gelet op de onvolkomenheden van de meting zijn in de hierna volgende beschouwingen de uitkomsten van de kombergingsberekening als de waarden van het debiet aangehouden. Dit sluit niet uit dat zij (door het verwerken van gegevens die deels van iets oudere datum zijn) enige afwijking kunnen vertonen ten opzichte van de feitelijke op de meetdag opgetreden restdebieten.

5. KOMBERGING EN DEBIETEN VERGROTE HAVENKOM

Op overeenkomstige wijze als voor de huidige situatie (paragraaf 4) is voor de vergrote havenkom bij verschillende waterstanden de kombergingsoppervlakte bepaald. Het grafisch verband tussen deze oppervlakte en de waterstand wordt weergegeven op bijlage 9. Een overzicht van het plan voor de havenuitbreiding geeft bijlage 2.

Blijkens bijlage 9 neemt de kombergingsoppervlakte bij een waterstand van N.A.P. - 2,50 m toe van 119 ha (huidige situatie) tot 273 ha (vergrote haven). Boven het peil van N.A.P. + 2,50 m blijkt het verschil in kombergingsoppervlakte tussen de huidige en de vergrote havenkom vrij geleidelijk af te nemen. Bij een waterstand van N.A.P. + 2,00 m zijn beide kombergingsoppervlakten aan elkaar gelijk (345 ha); op het peil van N.A.P. + 2,50 m is de natte haven-

oppervlakte 432 ha in de huidige situatie, bij de vergrote havenkom echter slechts 347 ha.

Bijlage 10 toont de voor het getij van 20 juli 1966 uit de kombergings gegevens berekende debieten t.p.v. de havenmond, zowel voor de huidige situatie als voor de verruimde haven. Afgezien van een geringe vermindering van de debieten enige tijd voor en na hoogwater (invloed verminderde komberging boven N.A.P. + 2,00 m) vertonen de debieten t.p.v. de havenmond bij een vergrote haven, zowel tijdens eb als tijdens vloed, over het algemeen een vrij belangrijke toeneming.

Bij het op 20 juli 1966 gemeten getij werd een getijverschil vastgesteld van 4,48 m (bij gem. springtij Vlissingen: 4,36 m). Naar in par. 2 is vermeld moet nog rekening worden gehouden met het optreden van een getijverschil van ong. 5,30 m. Bijlage 11 toont de uit de kombergingsoppervlakten berekende debieten t.p.v. de havenmond voor de huidige en de vergrote havenkom, voor het vloedtij van 15 op 16 september 1962 (amplitude Vlissingen 5,31 m). De voor dit halve tij berekende waarden blijken aanzienlijk groter dan de voor het getij van 20 juli 1966 berekende debieten.

In de navolgende tabel wordt voor beide situaties een samenvattend overzicht gegeven van de desbetreffende berekende maximale debieten voor het getij van 20 juli 1966 en voor het vloedtij van 15 op 16 september 1962:

Berekende maximale debieten bij twee springtijden

Stadium van havenontwikkeling	20 juli 1966 (ampl. 4,48 m)		15/16 sept. '62 (ampl. 5,31 m)		
	A	B	C	(C-B)	
	bij eb m ³ /sec.	bij vloed m ³ /sec.	bij vloed m ³ /sec.	m ³ /sec.	%
verruimde haven	1144	2293	2866	573	25
huidige situatie	910	2033	2642	609	30
toeneming t.o.v. huidige situatie; m ³ /sec	234	260	224		
%	26	13	9		

Opmerkingen

1. Het verdient wel de aandacht dat de procentuele toeneming van het debiet in sommige fasen van het getij groter is dan voor de maximale debieten (zie bijlagen 10 en 11).

2. Zou men alleen binnen de huidige waterkering rond de Sloehaven enkele insteekhavens graven en industrieterreinen aanleggen, een en ander op dezelfde wijze als aangegeven op bijlage 2, dan zouden de maximale debieten voor de gevallen A, B en C achtereenvolgens worden 922 m³/sec; 1893 m³/sec en 2366 m³/sec.

3. Het getij van 15 op 16 september 1962 was een zeer sterk springtij, zoals in de maand september altijd optreedt; in dit geval was er alleen tijdens vloed en hoogwater een waterstandsafwijking en wel een verhoging van ongeveer 40 cm bij hoogwater. Door dit samentreffen ontstond de zeer grote maximale getijrijzing van $\frac{1}{1200}$ m/sec. bij een waterstand van

N.A.P. + 1,70 m, waardoor de zeer hoge maximale debieten, in de tabel genoemd onder C, werden veroorzaakt. De kans dat tijdens het laagwater van een zeer sterk springtij geen opwaaiing en tijdens het hoogwater een opwaaiing groter dan 40 cm zal optreden is bijzonder klein; nochtans is het mogelijk dat een dergelijk geval zich zal voordoen en dat als gevolg daarvan een grote getijrijzing zal optreden bij een waterstand van N.A.P. + 2,50 m of hoger. In de huidige situatie zou dit een maximaal vloeddebiet kunnen meebrengen dat naar schatting nog een 20% hoger zou liggen dan de 2642 m³/sec die in de staat onder C is vermeld.

Het lijkt echter weinig reëel met deze mogelijkheid rekening te houden. De huidige situatie zal namelijk niet lang bestendig blijven; bij het verder inrichten van industrieterreinen in het betrokken gebied zal de kombergingsoppervlakte snel afnemen, waardoor ook de voor dit zeer ongunstige getij geschatte procentuele toeneming van het maximale debiet ten opzichte van dat bij het getij van 15/16 september 1962 zeer snel zal afnemen. Dit geldt zelfs voor de situatie, waarin het plan voor een vergrote haven volledig uitgevoerd zal zijn: uit bijlage 9 volgt dat de kombergingsoppervlakte in dit geval zeer weinig toeneemt bij waterstanden hoger dan N.A.P. + 1 m en voor waterstanden hoger dan N.A.P. + 2 m zelfs kleiner zal zijn dan in de huidige situatie. Bij het veronderstelde zeer extreme getij zal het maximale debiet dan derhalve slechts weinig verschillen van het in de tabel genoemde debiet van 2866 m³/sec.

4. Op de debieten bij zeer hoge waterstanden (hoger dan N.A.P. + 5 m) wordt in par. 6 nog ingegaan.

6. DE HAVENINGANG BIJ EEN VERGROTE HAVENKOM

Naast de in de vorige paragraaf genoemde debieten zijn uit de kombergingsgegevens voor de huidige situatie en de vergrote havenkom tevens de gemiddelde stroomsnelheden voor de havenmond berekend. De gemiddelde stroomsnelheden voor het getij van 20 juli 1966 worden weergegeven op bijlage 10, die voor het vloedtij van 15 op 16 september 1962 op bijlage 11. Blijkens deze bijlagen zal, behoudens een geringe vermindering van de stroomsnelheden gedurende enige tijd voor en na hoogwater, bij een ongewijzigde ligging van de havenmond over het algemeen met een vrij belangrijke toename van de gemiddelde stroomsnelheden dienen te worden gerekend. Vooral de toename van de stroomsnelheden bij de lagere waterstanden is procentueel belangrijk.

Een overzicht van de maximale gemiddelde stroomsnelheden in de havenmond wordt gegeven in de navolgende tabel, waarin mede zijn opgenomen de vergelijkbare snelheden voor het geval men voor de verruimde haven de havenmond verdiept tot N.A.P. - 16 m. Beide gevallen worden in het hierna volgende afzonderlijk besproken. Daarna volgen nog enkele opmerkingen over de debieten bij een extreem zware storm.

Berekende maximale gemiddelde stroomsnelheden in de havenmond

Stadium van havenontwikkeling	20 juli 1966 (ampl. 4,48 m)		15/16 sept. 1962 (ampl. 5,31 m)
	bij eb m/sec	bij vloed m/sec	bij vloed m/sec
huidige situatie	0,17	0,37	0,47
verruimde haven, havenmond ongew.	0,24	0,41	0,51
verruimde haven, havenmond N.A.P. - 16 m	0,17	0,31	0,38

Verruimde haven, havenmond ongewijzigd

Eb: Gelet op het huidige gunstige ebstroombeeld in de havenmond (onder invloed van het stroombeeld vóór de havenmond) mag bij een verruimde havenkom op een vrij regelmatige verdeling van de stroomsnelheden over de havenmond worden gerekend, dat wil zeggen neervorming in de onmiddellijke omgeving van de havenmond is zeer onwaarschijnlijk. Wel kan verwacht worden dat er een versterkte concentratie van de stroom langs de westhavendam zal optreden, met name gedurende enkele uren voor laagwater. Het lijkt alleszins aannemelijk dat in deze fase van het getij een neer zal voorkomen in het ontworpen westelijke haventje. Gelet op de thans bij gemiddeld springtij gemeten maximale stroomsnelheden in de bovenste 3,5 m dient in deze situatie op snelheden van omstreeks 1 m/sec in de bovenste waterlagen te worden gerekend. Gelet op de reeds thans aanwezige verdediging lijkt er voor de te verwachten ebstroom geen reden bijzondere maatregelen te treffen.

Vloed: Blijkens de verrichte berekeningen zal bij een bij benadering gemiddeld springtij de maximale gemiddelde vloedstroomsnelheid in de havenmond ruim 10% groter worden dan in de huidige situatie. Het is echter niet uitgesloten dat de feitelijke maximale vloedstroomsnelheden met meer dan 10 % zullen toenemen. Door de krachtiger vulstroom zal n.l. de horizontale neer worden versterkt en hierdoor kan, althans plaatselijk een versterkte stroomconcentratie langs de oosthavendam worden veroorzaakt. Zekerheid omtrent deze eventuele horizontale uitbreiding van de in de havenmond optredende horizontale neer zou alleen een modelonderzoek kunnen bieden. *)

*) Van zo'n onderzoek is overigens geen uitsluitsel te verwachten omtrent de verticale neerwerking, die in feite bij de westhavendam volgens de uitgevoerde meting wel bleek op te treden (zie par. 4).

Gerekend met de veiligheid van de oosthavendam (verdieping langs verdediging) en mede gelet op de belangen van de scheepvaart, is een verhoging van enige betekenis van de thans optredende maximum vloedstroomsnelheden in de havenmond echter ongewenst (paragraaf 3). De in elk geval te verwachten verhoging met ruim 10 % lijkt derhalve ontoelaatbaar. Een tweede gevolg van de verruiming der haven zal zijn een versterkte toestroming langs de kop van de westhavendam gedurende een belangrijk deel van de vloed.

Verruimde haven met verdiepte havenmond

Vermindering van de in de havenmond bij een verruimde havenkom optredende stroomsnelheden kan worden verkregen door verruiming van het dwarsprofiel in de haveningang. De bijlagen 10 en 11 tonen de gemiddelde stroomsnelheden in een tot N.A.P. - 16 m verdiepte havenmond; bij een dergelijke oplossing zou het op de mond aansluitende zuidelijk havengedeelte over een lengte van ongeveer 600 m tussen de baggerlijnen op deze diepte moeten worden gebracht. De dan optredende gemiddelde stroomsnelheden blijken gedurende een belangrijk deel van het getij de thans optredende stroomsnelheden te benaderen; omstreeks maximum vloedstroom en tevens gedurende enige tijd na hoogwater komen de gemiddelde stroomsnelheden zelfs lager te liggen dan thans. Hoewel ook voor de tot N.A.P. - 16 m verdiepte havenmond zonder modelonderzoek geen zekerheid kan worden verkregen omtrent de maximum stroomsnelheden, is een overschrijding van de toelaatbare stroomsnelheden niet waarschijnlijk. Rekening houdende met het voorafgaande moet bij verdieping van de havenmond tot N.A.P. - 16 m de voorgenomen uitbreiding van de havenkom aanvaardbaar worden geacht.

Verdieping van de havenmond tot N.A.P. - 16 m maakt uitbreiding van de verdediging van de kop van de westhavendam tot die diepte noodzakelijk. Ook de over een vrij grote lengte in de haveningang aangebrachte verdediging van de oosthavendam dient tot N.A.P. - 16 m te worden uitgebreid. Indien het stroombeeld in de verdiepte havenmond in de toekomst even-

tueel aanleiding tot verdieping van de havenbodem langs de oosthavendam zou geven, zou een verlenging van de beloop-verdediging en/of het aanbrengen van een bodemverdediging (b.v. een grindbestorting) noodzakelijk kunnen worden.

De debieten bij extreem zware storm

De hoogteligging van de reeds aangelegde industrieterreinen van de Sloehaven bedraagt ong. N.A.P. + 5 m. Tussen deze terreinen kan de maximum-oppervlakte van de huidige havenkom op 440 ha worden gesteld; bij het overstromen van deze terreinen wordt de natte oppervlakte 625 ha.

Bij de vergrote haven bedraagt de totale maximum-oppervlakte tussen de industrieterreinen 350 ha. De totale omvang der nieuw aan te leggen industrieterreinen staat nog niet vast; de maximale uitbreiding, die thans wordt overwogen, zou met inbegrip van de ontworpen havenuitbreiding een gebied van 500 ha beslaan. Indien de betreffende terreinen in deze haven zouden worden aangelegd op N.A.P. + 5 m, zou de maximum kombergingsoppervlakte boven dit peil ong. 1125 ha belopen. Deze oppervlakte zou tot 685 ha worden beperkt, indien de in Zuid-Beveland geprojecteerde terreinen op een hoogte van N.A.P. + 5,5 m zouden worden aangelegd. Deze aanleghoogte is van belang in verband met de stromingsverschijnselen in de havenmond bij het optreden van de voor Zeeland maatgevend gestelde storm met een overschrijdingsfrequentie van eens per 4000 jaar (hoogwaterstand Vlissingen N.A.P. + 5,40 m). Reeds eerder is de getijlijn bij een "hyperstorm" geschat (de constructie hiervan is o.a. aangegeven op bijlage 3 van nota 65.2 van de Studiedienst Vlissingen). Aan de hand van deze getijlijn is er nu van uitgegaan dat de getijrijzing bij een waterstand van N.A.P. + 5 m zal bedragen: - voor een storm met N.A.P. + 5,40 m als maximum waterstand: $\frac{1}{2000}$ m/sec; - voor een storm met N.A.P. + 5,10 m als maximumwaterstand (frequentie 6 x 10.000 jaar) : $\frac{1}{5000}$ m/sec.

Onderstaand staatje geeft een overzicht van de debieten die op grond van de gemaakte veronderstellingen bij het onderlopen van de haventerreinen ter plaatse van de havenmond moeten worden verwacht.

Berekende maximale debieten in m³/sec bij extreem hoge stormvloed

Stadium van havenont- wikkeling	Industrieterreinen overstroomd Debieten berekend bij waterstand N.A.P. + 5m					
	h.w. = N.A.P. + 5,1 m			h.w. = N.A.P. + 5,4 m		
	max. komberg. opp. 625 ha	max. komberg. opp. 685 ha	max. komberg. opp. 1125 ha	max. komberg. opp. 625 ha	max. komberg. opp. 685 ha	max. komberg. opp. 1125 ha
huidige situatie	1250	x	x	3125	x	x
vergrote haven; terreinen N.A.P. + 5 m	x	x	2250	x	x	5625
vergrote haven; terreinen deels N.A.P. + 5,5 m	x	1370	x	x	3425	x

Uit het staatje volgt dat :

- 1e. het maximale debiet bij extreem zware storm ongeveer gelijk is aan het maximale debiet, dat volgens par. 5 (opm. 3) bij een zeer ongunstig springtij zou kunnen optreden;
- 2e. de vergrote havenkom met tot N.A.P. + 5 m opgehoogde industrieterreinen ten opzichte van de huidige situatie als zeer ongunstig moet worden aangemerkt;
- 3e. naar de vergrote havenkom met tot N.A.P. + 5,5 m opgehoogde industrieterreinen bij extreem zware storm een maximaal debiet stroomt, dat 20% hoger ligt dan het maximale debiet, dat bij het optreden van een zeer ongunstig springtij zal optreden (par. 5, tabel onder C) en eveneens 20% hoger dan in de huidige situatie bij die storm zal voorkomen.

Opgemerkt zij dat in het voorafgaande geen rekening is gehouden met waterstandsverhogingen ten gevolge van bui-

stoten en/of bui-oscillaties. Daar de snelheid der getijrijzing in elk der beschouwde gevallen maatgevend is voor de grootte van het maximale debiet is het moeilijk de invloed van dergelijke verschijnselen aan te geven. Dat nog hogere dan de genoemde debieten mogelijk zijn staat echter vast, zij het dat de kans erop kleiner lijkt dan de overschrijdingsfrequenties der beschouwde getijden.

De verdeling der betrokken maximale debieten over de havenmond is niet bekend; wel lijkt een zekere stroomconcentratie (bij vloed) langs de oosthavendam wel zeker. Op grond hiervan is de uit anderen hoofde in deze paragraaf reeds aanbevolen verdieping van de havenmond en uitbreiding der verdediging van de oosthavendam noodzakelijk te achten. Bovendien verdient het aanbeveling in het kader van de mogelijke havenuitbreiding nog aan te leggen industrieterreinen te ontwerpen op een peil van N.A.P. + 5,50 m, daar hiermee de kans op extreem grote debieten aanzienlijk wordt verkleind.

7. AANTEKENINGEN MET BETREKKING TOT DE VERGROTE HAVENKOM

7.1 Het slibbezwaar.

Omtrent de aanslibbing van de huidige havenkom zijn momenteel geen exacte gegevens beschikbaar. Door de uitvoering van diverse werken is het "natuurlijke" beeld van de aanslibbing tot op heden overigens geregeld verstoord.

De aanslibbing van de haven zal na vergroting van de havenkom evenals thans voor een belangrijk deel bepaald worden door de komvulling bij vloed en door de uitwisseling in de havenmond. In hoeverre de uitwisseling in de havenmond zich als gevolg van de vergroting van de havenkom ten opzichte van de huidige situatie zal wijzigen kan slechts met behulp van een modelonderzoek worden vastgesteld. De wijzigingen met betrekking tot de komberging blijken uit de volgende tabel.

Komberging (berekend uit kombergingsoppervlakten)

getij	huidige situatie 10 ⁶ m ³	vergroete haven 10 ⁶ m ³	toename	
			10 ⁶ m ³	%
gem.springtij	10,3	13,7	3,4	34
gem. gotij	8,7	11,9	3,2	37
gem. doodtij	6,4	9,1	2,7	42

De gemiddelde toename van de aanslibbing van de vergroete havenkom als gevolg van de toegenomen komberging zou op grond van deze gegevens gesteld kunnen worden op ong. 37 %. Hierbij valt echter op te merken dat bij de huidige situatie een belangrijk groter deel van het de haven binnendringende slib buiten de eigenlijke havenkom zal worden afgezet (schorren en slikken) dan bij de vergroete haven het geval zal zijn. Het is dus zeker niet uitgesloten dat het slibbezwaar binnen de baggerlijnen (uitgerekend in m³), voor zover dit bepaald wordt door de komberging, na het uitvoeren van de havenuitbreiding met veel meer dan 37% zal toenemen. In het ongunstigst denkbare geval zou de totale hoeveelheid neergeslagen slib in de eigenlijke havens alleen door de komberging het drievoudige worden van de hoeveelheid die thans in de geul neerslaat.

Bij het modelonderzoek is men ervan uitgegaan dat het "kombergingswater" al zijn slib in het kombergingsgebied achterlaat. Voor de modelsituatie T 26a die de huidige werkelijke situatie zeer dicht benadert, zou (zoals reeds in par.4 is vermeld) het slibbezwaar ten gevolge van horizontale uitwisseling 50 % belopen van het slibbezwaar dat alleen door komberging zou ontstaan. Voor het geval binnen de huidige waterkering de oorspronkelijk ontworpen maximale havenuitbreiding (160 ha) verwezenlijkt zou zijn, zou volgens het modelonderzoek (nr. T 37) dit percentage 60% belopen. Het slibbezwaar in m³ ten gevolge van de horizontale uitwisseling zou in beide gevallen ongeveer gelijk zijn.

Een uitspraak over het slibbezwaar door uitwisseling is voor de ontworpen havenuitbreiding niet te doen. Ten

eerste treedt n.l. in de huidige situatie bij vloed behalve een horizontale ook een verticale neer op en heeft de uitgevoerde meting niet voldoende nauwkeurige gegevens opgeleverd om het in het model gevonden uitwisselingspercentage op zijn juistheid te toetsen (zie par. 4). Ten tweede is over de omvang van de neer of neren, met name tijdens vloed, in de nieuwe situatie niets met zekerheid te zeggen (zie par. 6 onder vloed).

Samenvattend kan wel worden gesteld dat het totale slibbezwaar door komberging en uitwisseling in de haven(s) aanzienlijk groter zal zijn dan thans het geval is. Volgens het modelonderzoek zou men voor een haven van 160 ha (situatie T 37) rekening dienen te houden met een totale aanslibbing van $1,6 \times 530.000 \text{ m}^3 = 850.000 \text{ m}^3$ per jaar. Hierbij is uitgegaan van het (wellicht hoge !) slibgehalte van 60 mg/l. Op die basis zou voor de ontworpen havenuitbreiding op een aanslibbing van 1,5 à 2 mln m^3 baggerspecie per jaar gerekend moeten worden. Zoals reeds opgemerkt moet het huidige slibbezwaar in de havengeul door de relatief grote oppervlakte aan slikken aanzienlijk lager liggen dan de genoemde 850.000 m^3 /jaar.

7.2 Stromingsverschijnselen in de haven

Gelet op de situatie van de vergrote havenkom (bijlage 2) zal als gevolg van bochtwerking met enige aanstroming moeten worden gerekend van het volgens de plannen onverdedigde oevergedeelte aan de westzijde van de haven, ter hoogte van de ingang van de geprojecteerde oostelijke zijhaven. Aan de ingang van deze zijhaven zal bij een bodemligging van N.A.P. - 8 m een gemiddelde stroomsnelheid optreden van ong. 0,30 m/sec bij maximum-vloedstroom en van ongeveer 0,20 m/sec bij maximum-ebstroom. Bij een bodemdiepte van N.A.P. - 16 m zouden deze snelheden achtereenvolgens ong. 0,20 m/sec. en 0,10 m/sec. worden. Deze snelheden hebben betrekking op het springtij van 15 op 16 september 1962 (zie par. 5); voor een gemiddeld springtij liggen deze snelheden ongeveer 20 % lager. Op het optreden van belangrijk grotere stroom-

snelheden dan de hiergenoemde gemiddelde snelheden dient men wel te rekenen: het is zonder meer waarschijnlijk dat een zekere stroomconcentratie in het noordelijk gedeelte van de betrokken doorsnede zal voorkomen.

Het in de havenkom ten westen van vorengenoemde haveningang te verwachten stroombeeld (dwarsstroom) zal omstreeks maximum eb- en vloedstroom vermoedelijk enige hinder opleveren voor de scheepvaart van en naar het noordoostelijke deel van de haven. Dit eventuele bezwaar zou grotendeels komen te vervallen indien de uitbreiding van de havenkom voorbij de zeewering niet in oostelijke maar in noordelijke richting zou plaats vinden.

Met betrekking tot eventuele plannen tot verdere uitbreiding van de havenkom (insteekhavens) valt op te merken dat bij een zeer groot springtij het maximum vloeddebiet in de havenmond tussen de west- en de oosthavendam, bij een vergroting van de havenoppervlakte met 10 ha een toename zal vertonen van 80 à 85 m³/sec; voor een gemiddeld springtij bedraagt deze toeneming 65 à 70 m³/sec. Vergelijken met de huidige situatie (paragraaf 5) betekent dit in beide gevallen een verhoging van het maximum vloeddebiet met 3 à 4 %.

8. SAMENVATTING

Huidige situatie

Het vloedstroombeeld vóór de mond van de Sloehaven wordt aanvankelijk beïnvloed door de kop van de westhavendam. Omstreeks maximum vloed blijkt tevens enige invloed van de komvullingsstroom in de havenmond op het stroombeeld vóór de haven aanwezig te zijn.

Het ebstroombeeld vóór de havenmond wordt voor een belangrijk deel bepaald door de kop van de oosthavendam. De kop van de westhavendam blijkt gedurende een groot deel van het getij buiten de hoofdstroom gelegen. Eerst tegen het einde van het getij wordt ook deze dam door de hoofdstroom aangestroomd.

De omstreeks gem. springtij tijdens eb- en vloed in het gebied vóór de haven optredende maximale oppervlakte stroomsnelheden bedragen 1,35 à 1,45 m/sec. Voor een zeer sterk ontwikkeld springtij kunnen deze snelheden op 1,60 à 1,70 m/sec. worden gesteld.

Het vóór de havenmond optredende ebstroombeeld is gunstig met betrekking tot de stromingstoestand in de haveningang. De in de havenmond verrichte ebstroomdrijvingen vertonen aanvankelijk een regelmatig, over de volle breedte van de haven verdeeld stroombeeld, met vrij lage stroomsnelheden. Eerst tegen het einde van de eb valt, in samenhang met de afnemende invloed van de oosthavendam op het ebstroombeeld, enige toename van de ebstroomsnelheden in het westelijk deel van de havenmond op te merken (max. oppervlakte stroomsnelheid 0,50 à 0,60 m/sec.) In het midden van de havenmond bedraagt de maximum ebstroomsnelheid (gem. springtij) 0,30 à 0,35 m/sec.

Het vloedstroombeeld in de havenmond is vooral met betrekking tot de scheepvaart minder gunstig dan het ebstroombeeld. Slechts gedurende een korte tijd (bijlage 6a, opname 2) vertoont de havenmond een min of meer regelmatig over de ingang van de haven verdeelde instroming. Overigens vertoont het stroombeeld in de havenmond een geconcentreerde vulstroom langs de oosthavendam, met in het westelijk deel een omvangrijke neer (horizontale en verticale uitwisseling). Dit stroombeeld geeft aanleiding tot een vrij sterke dwarsstroming in de haveningang. De maximum stroomsnelheden in de havenmond tijdens vloed (zowel van de dwarsstroom en als van de vulstroom onder de oosthavendam) kunnen voor gem. springtij gesteld worden op 0,95 à 1 m/sec. Vorengenoemd stroombeeld geeft aanleiding tot enige verdieping van de havenbodem langs de verdediging van de oosthavendam.

Bij de op 20 juli 1966 tijdens een vrij sterk springtij in de havenmond uitgevoerde debietmeting (3 meetverticalen) werd een circulatiestroom (horizontale en verticale uitwisseling) vastgesteld van 2,8 mln m³. (eb en vloed). Dit komt overeen met 27 % van de tijdens vloed gemeten komvulling

(10,3 mln m³). Bij het destijds verrichte modelonderzoek werd de horizontale uitwisseling in de havenmond bepaald op 50 % van de komvulling. De resultaten van de uitgevoerde debietmeting zijn, vermoedelijk als gevolg van het te geringe aantal meetpunten, vergeleken met de uit de kombergingsoppervlakten berekende debieten iets minder nauwkeurig gebleken. Blijkens de kombergingsberekening bedroeg het totale vloeddebiet op 20 juli 1966 11,0 mln m³, het totale ebdebiet 11,85 mln m³.

Ontworpen havenuitbreiding

Op het peil van N.A.P. - 2,50 m vertoont de kombergingsoppervlakte van de sloehaven een toename en wel van 119 ha bij de huidige situatie, tot 273 ha bij de vergrote haven. Bij een waterstand van N.A.P. + 2,00 m blijft de kombergingsoppervlakte ongewijzigd (345 ha), bij een stand van N.A.P. + 2,50 m neemt ze af van 432 ha bij de huidige situatie tot 347 ha bij de gewijzigde havenkom.

De voor de vergrote havenkom uit de kombergingsgegevens berekende debieten vertonen vergeleken met de huidige situatie, (afgezien van een geringe vermindering enige tijd voor- en na hoogwater) over het algemeen een belangrijke toename. Voor de huidige situatie werd het maximum vloeddebiet voor het getij van 20 juli 1966 berekend op 2033 m³/sec. en het maximum ebdebiet op 910 m³/sec. Bij de vergrote havenkom zullen laatstgenoemde waarden bij een overeenkomstig springtij toenemen met achtereenvolgens 13 % en 26 %.

Bij een verruimde havenkom zal bij een ongewijzigde ligging van de havenmond de maximale gemiddelde ebstroomsnelheid bij dit getij toenemen van 0,17 m/sec. bij de huidige situatie tot 0,24 m/sec. bij de vergrote haven. De maximale gemiddelde vloedstroomsnelheid zal toenemen van 0,37 m/sec. tot 0,41 m/sec. (ruim 10%). Met een sterkere toename van de plaatselijke maximum-vloedstroomsnelheden in de havenmond dan laatstgenoemde 10 % dient, in verband met een eventuele wijziging in de omvang van de in het

westelijk deel van de haven aanwezige neer of neren (eventuele invloed verruiming havenkom), te worden gerekend. In verband met de te verwachten toename van de maximum vloedstroomsnelheden en gelet op het thans optredende vloedstroombeeld moet het ongewenst worden geacht bij verruiming van de havenkom de huidige havenmond ongewijzigd te handhaven.

Bij verruiming van de havenkom en verdieping van de havenmond tot N.A.P. - 16 m benaderen de dan in de haveningang optredende gemiddelde stroomsnelheden voor een belangrijk deel de thans optredende snelheden. De maximale gemiddelde ebstroomsnelheid (bij het getij van 20 juli 1966) blijft ongewijzigd (0,17 m/sec); de maximale gemiddelde vloedstroomsnelheid neemt af van 0,37 m/sec. thans, tot 0,31 m/sec. bij de vergrote haven. De mogelijkheid dat de plaatselijke maximale vloedstroomsnelheden in een tot N.A.P. - 16 m verdiepte havenmond groter zullen worden dan thans het geval is, moet dan ook gering worden geacht. Verruiming van de havenkom volgens de huidige plannen met verdieping van de havenmond tot N.A.P. - 16 m lijkt, gelet op de belangen van de scheepvaart en de veiligheid van de oosthavendam, zeker een aanvaardbare oplossing.

Verdieping van de havenmond tot N.A.P. - 16 m maakt uitbreiding van de verdediging van de west- en de oosthavendam tot die diepte noodzakelijk. Als gevolg van een eventuele verdieping beneden N.A.P. - 16 m van de havenbodem langs de oosthavendam, kan een (gedeeltelijke) bodemverdediging van de haveningang in de toekomst noodzakelijk blijken (b.v. grijdbestorting).

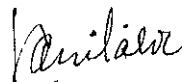
Aanleg van industrieterreinen langs de vergrote haven op N.A.P. + 5 m, zal bij zeer hoge waterstanden (N.A.P. + 5,4 m) aanleiding geven tot een zeer sterke toename van de debieten in de havenmond. Ter beperking van deze toename is de aanleg van nieuwe industrieterreinen op N.A.P. + 5,5 m gewenst; zou men in dit geval de havenmond niet tot N.A.P. - 16 m verdiepen, dan zouden ook tijdens het optreden van zo'n extreem zware storm in de haveningang ontoelaatbaar hoge snelheden ontstaan.

Men dient er op te rekenen dat de scheepvaart in de haven bij springtij tijdens maximum -vloedstroom ter plaatse van de aftakking der geprojecteerde oostelijke havenuitbreiding enige hinder van dwarsstroom zal kunnen ondervinden.

Als gevolg van de vergrote komberging zal de aanslibbing van de havenkom door komvulling vermoedelijk toenemen met minstens 37 %. De eventuele verdere toe- of afname van de aanslibbing van de havenkom door horizontale en verticale uitwisseling is moeilijk van te voren vast te stellen. Dat de totale aanslibbing in dit havencomplex in de nieuwe situatie 1,5 à 2,0 miljoen m³ specie per jaar zal kunnen belopen lijkt overigens niet onaannemelijk.

Vlissingen, februari 1967.

De Hoofdingenieur



(ir. J. van Malde)

Staat van bijlagen behorende bij nota 67.2 van februari 1967. Onderzoek naar de mogelijkheden tot verdere uitbreiding van de Haven Vlissingen - Oost (Sloehaven).

Nr.	Omschrijving	formaat	reg. nr.
1	Haven Vlissingen - Oost Situatie 1966	A3	66.633
2	Haven Vlissingen - Oost Plan uitbreiding	A3	66.634
3	Vloedstroomdrijvingen voor de haven (1 april 1964)	B5	66.665
4a	Abstroomdrijvingen voor de haven (2 april 1964, blad 1)	A5	66.666
4b	Abstroomdrijvingen voor de haven (2 april 1964, blad 2)	A5	66.667
5a	Abstroomdrijvingen in de haven (16 augustus 1966)	A4	66.671
5b	Abstroomdrijvingen in de haven (20 juli 1966)	A4	66.670
6a	Vloedstroomdrijvingen in de haven (20 juli 1966, blad 1)	A4	66.668
6b	Vloedstroomdrijvingen in de haven (20 juli 1966, blad 2)	A4	66.669
7	Stroomsnelheden raai I - I' 20 juli 1966	B2	66.656
8	Gemeten en berekende debieten raai I - I' 20 juli 1966	A2	66.641
9	Kombergingsoppervlakten huidige - en vergrote haven	A1	66.635
10	Berekende debieten en -gem. stroomsnelheden huidige situatie en verruimde havenkom (20 juli 1966)	A2	66.639
11	idem vloedtij 15 - 16 september 1962	A2	66.638

RIKSWATERSTAAT - DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WALCHEREN

HAVEN - VLISSINGEN OOST
SITUATIE 1966
HOOGTE - EN DIEPTELIJNEN
IN dm t.o.v.N.A.P.

8 DEC. '66
GET.H.J.E.
GEZ. / W.
GEC. *del*
AKK. *fu*

SCHAAL 1:10000

A3 66.633



WALCHEREN

ZUID BEVELAND

HONTE

	LJN VAN N.A.P. + 45 dm
	" " " + 10 "
	" " N.A.P.
	" " " - 25 "
	" " " - 50 "
	" " " - 100 "

	WATERSTAND IN dm t.o.v.N.A.P.	
	HOOGWATER	LAAGWATER
GEM.SPRINGTJ	+23	-20 ⁹
GEM.GETJ	+19 ⁶	-18 ⁵
GEM.DOODTJ	+14 ²	-15 ²

A3 66.633

RUKSWATERSTAAT - DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WALCHEREN

HAVEN - VLISSINGEN OOST
PLAN UITBREIDING
HOOGTE - EN DIEPTELIJNEN
IN dm t.o.v. N.A.P.

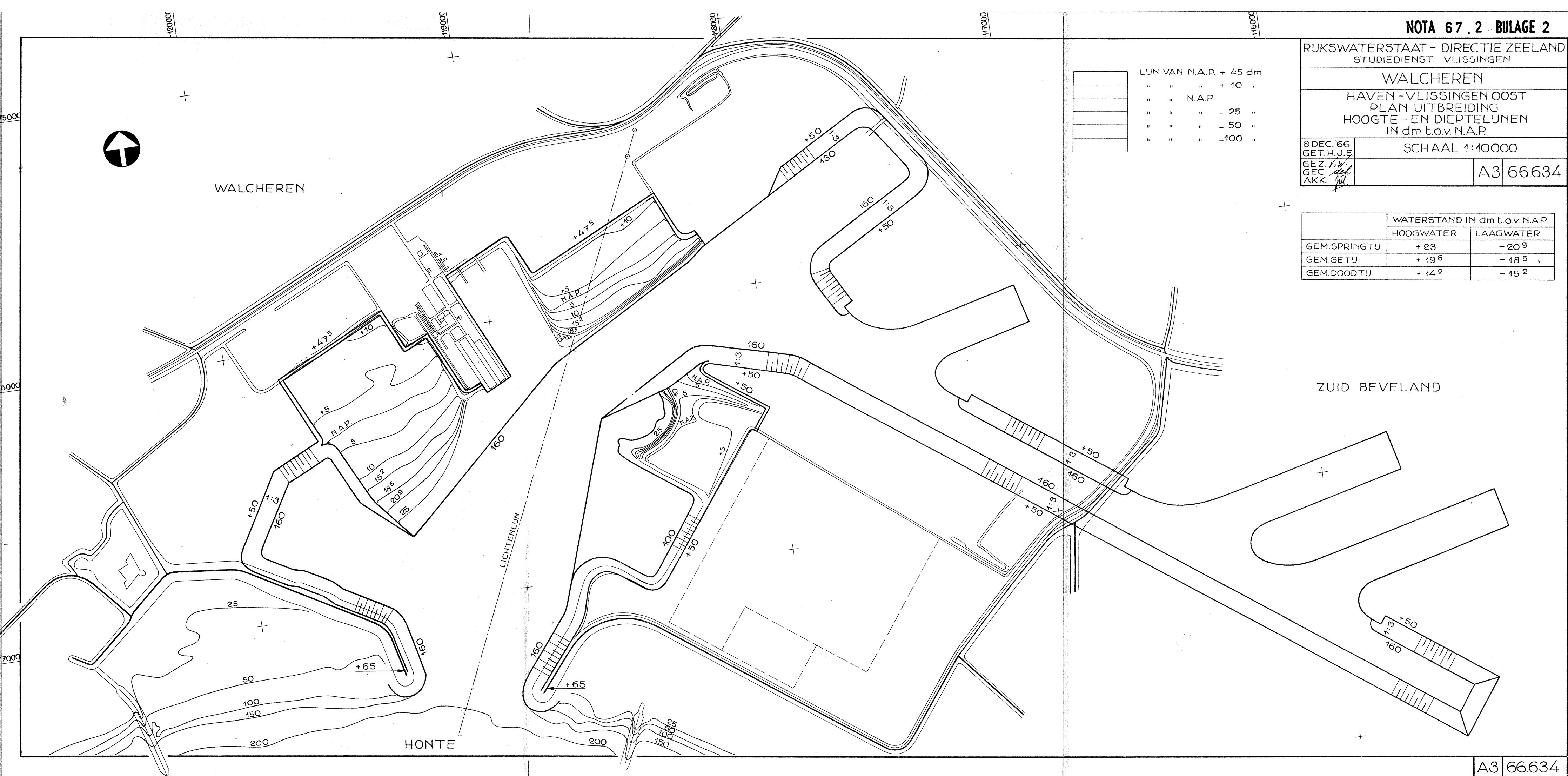
8 DEC. '66
GET. H. J. E.
GEZ. *V. W.*
GEC. *deh*
AKK. *ful*

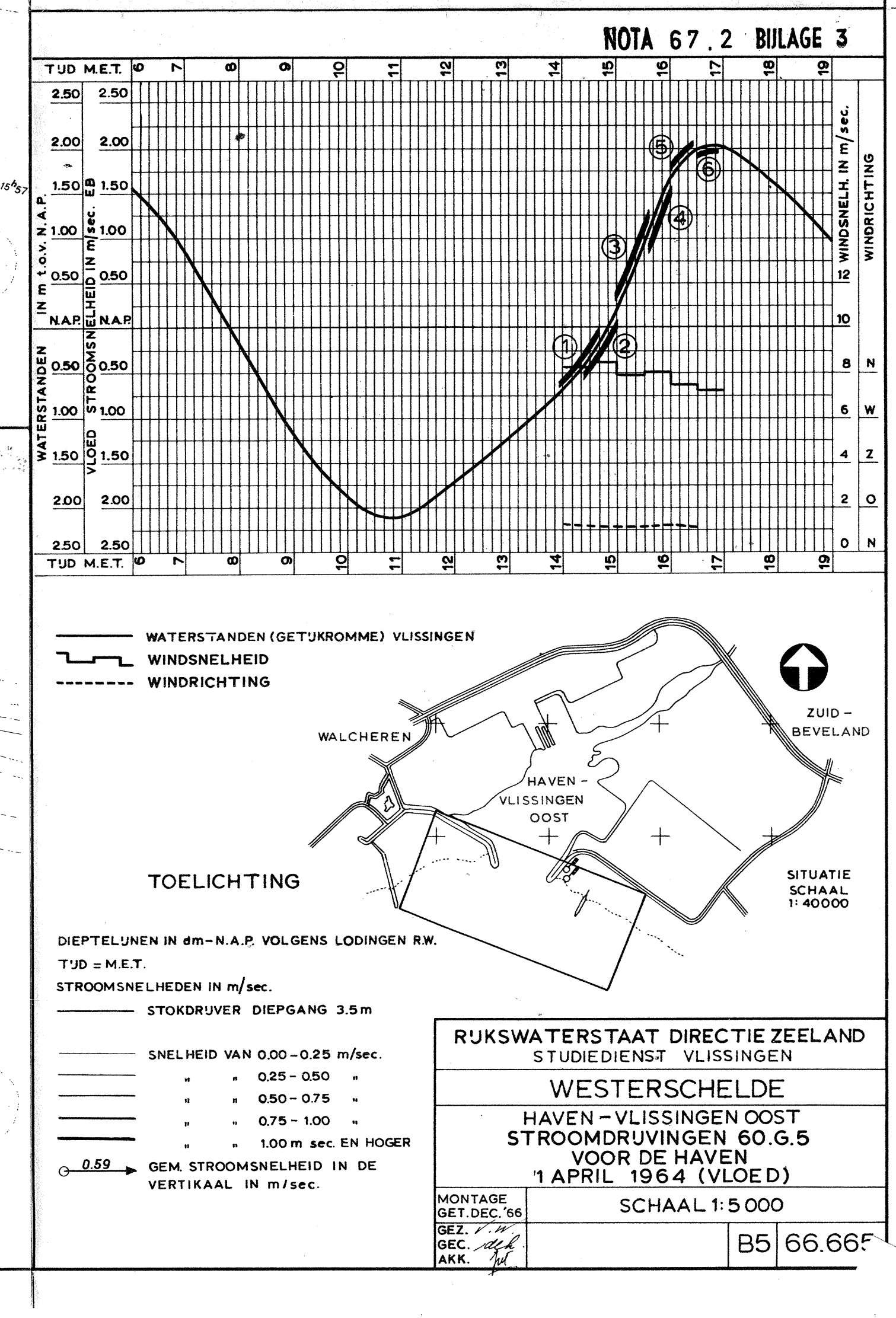
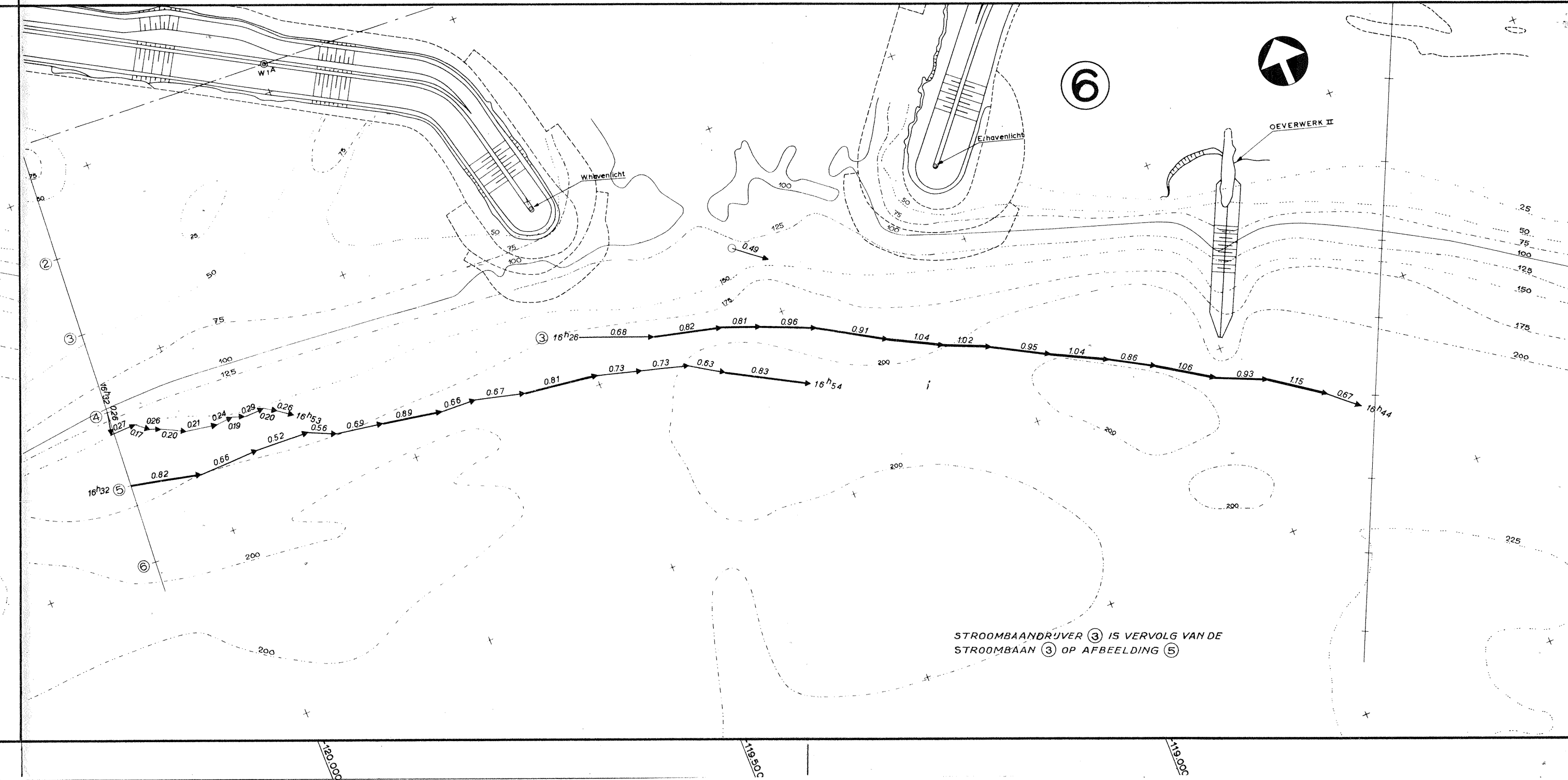
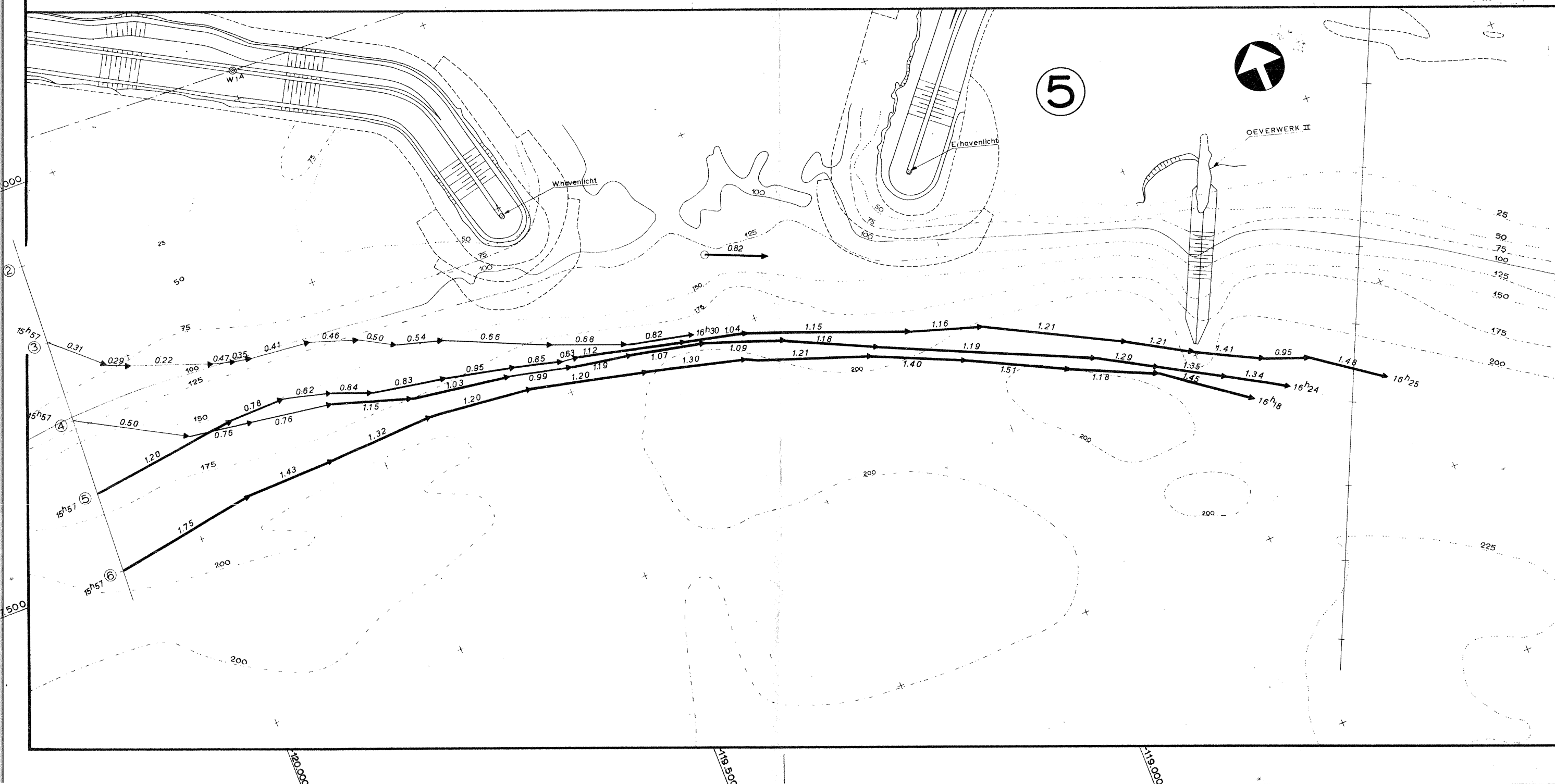
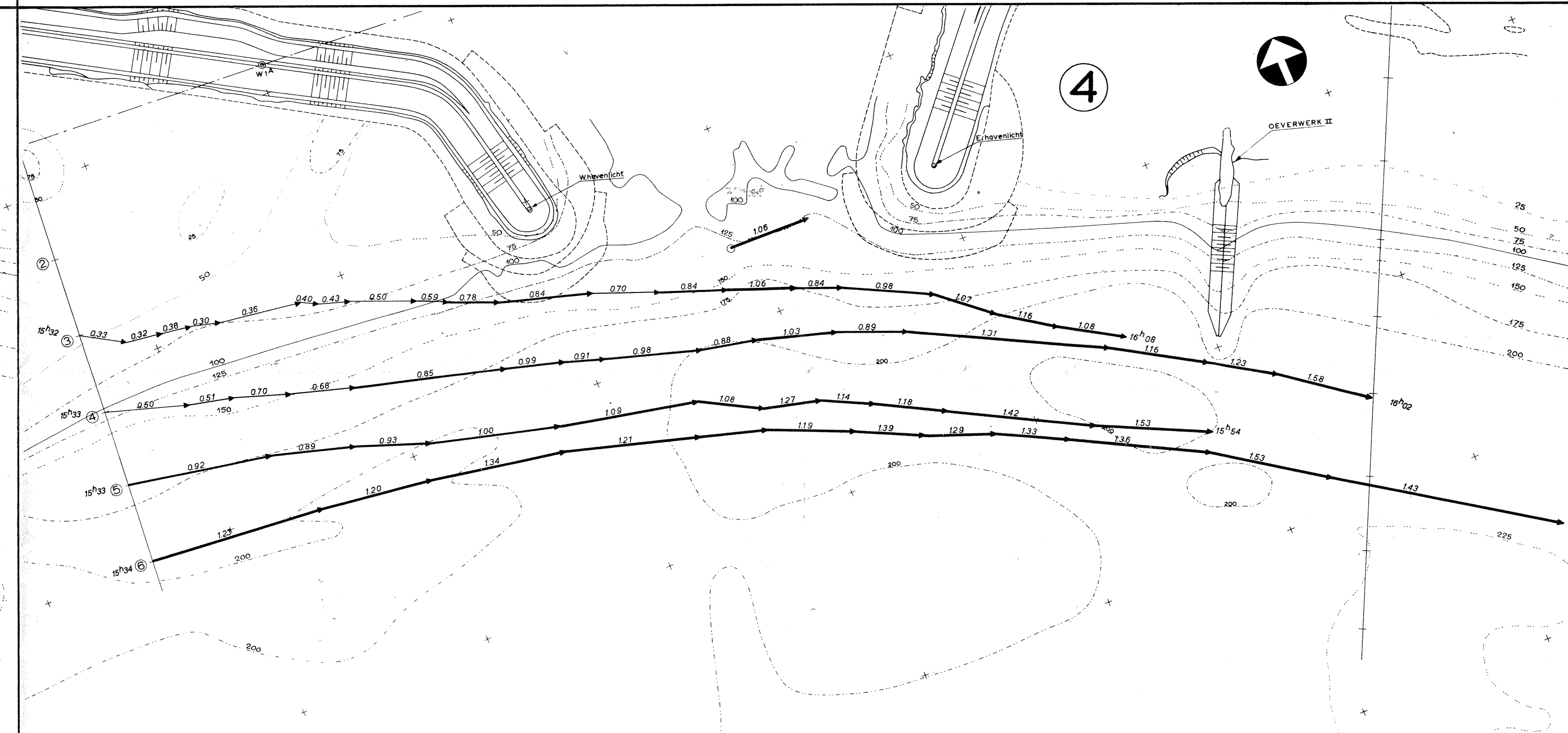
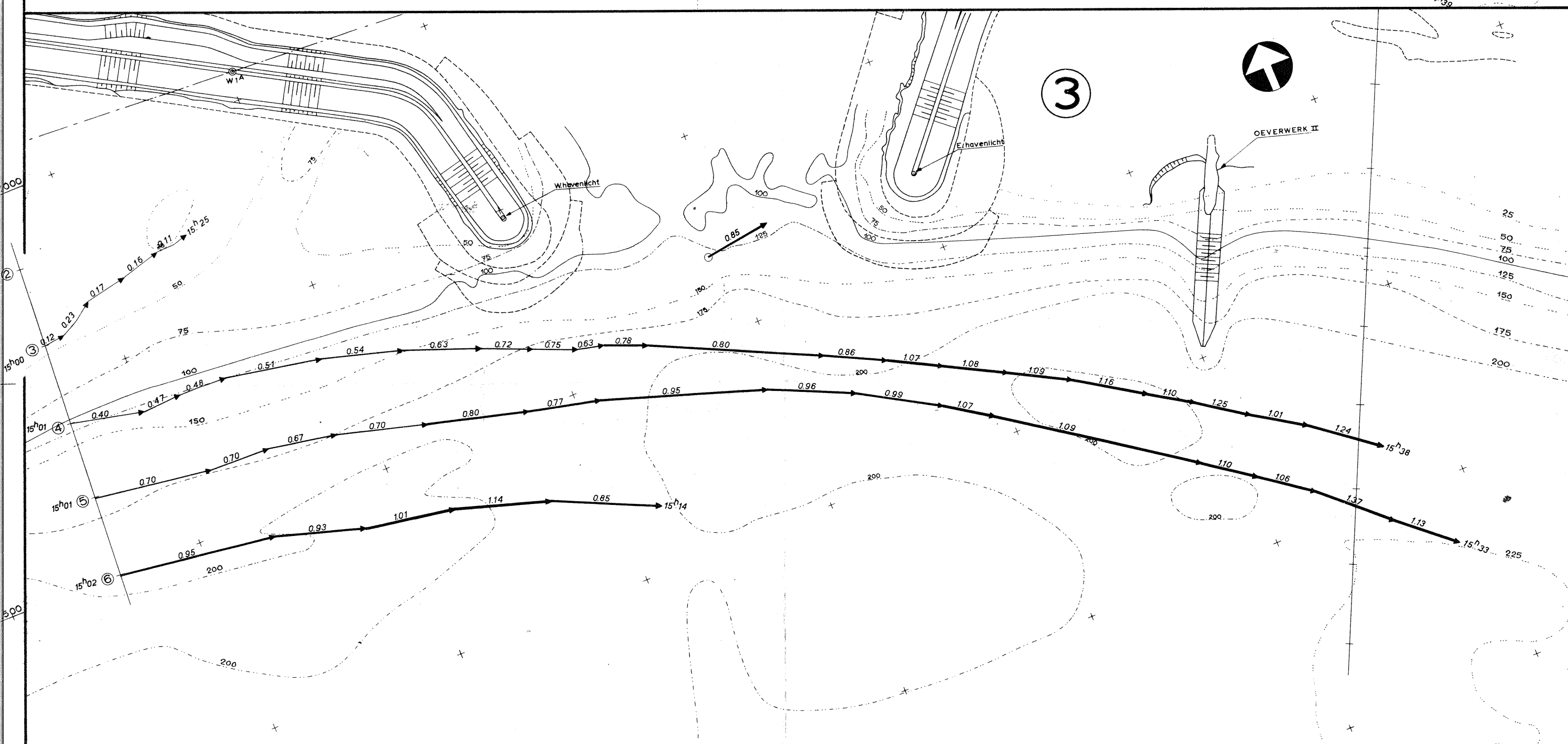
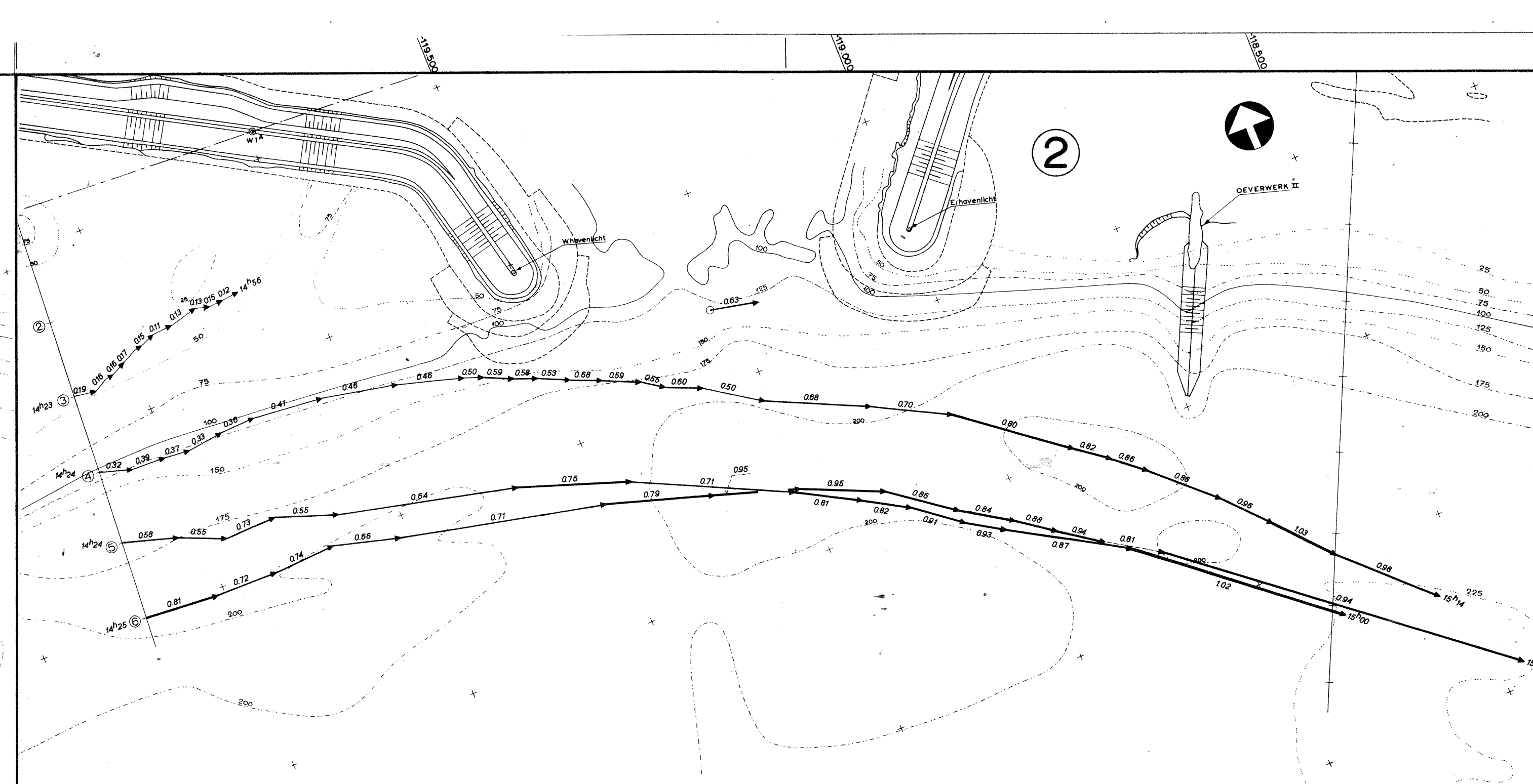
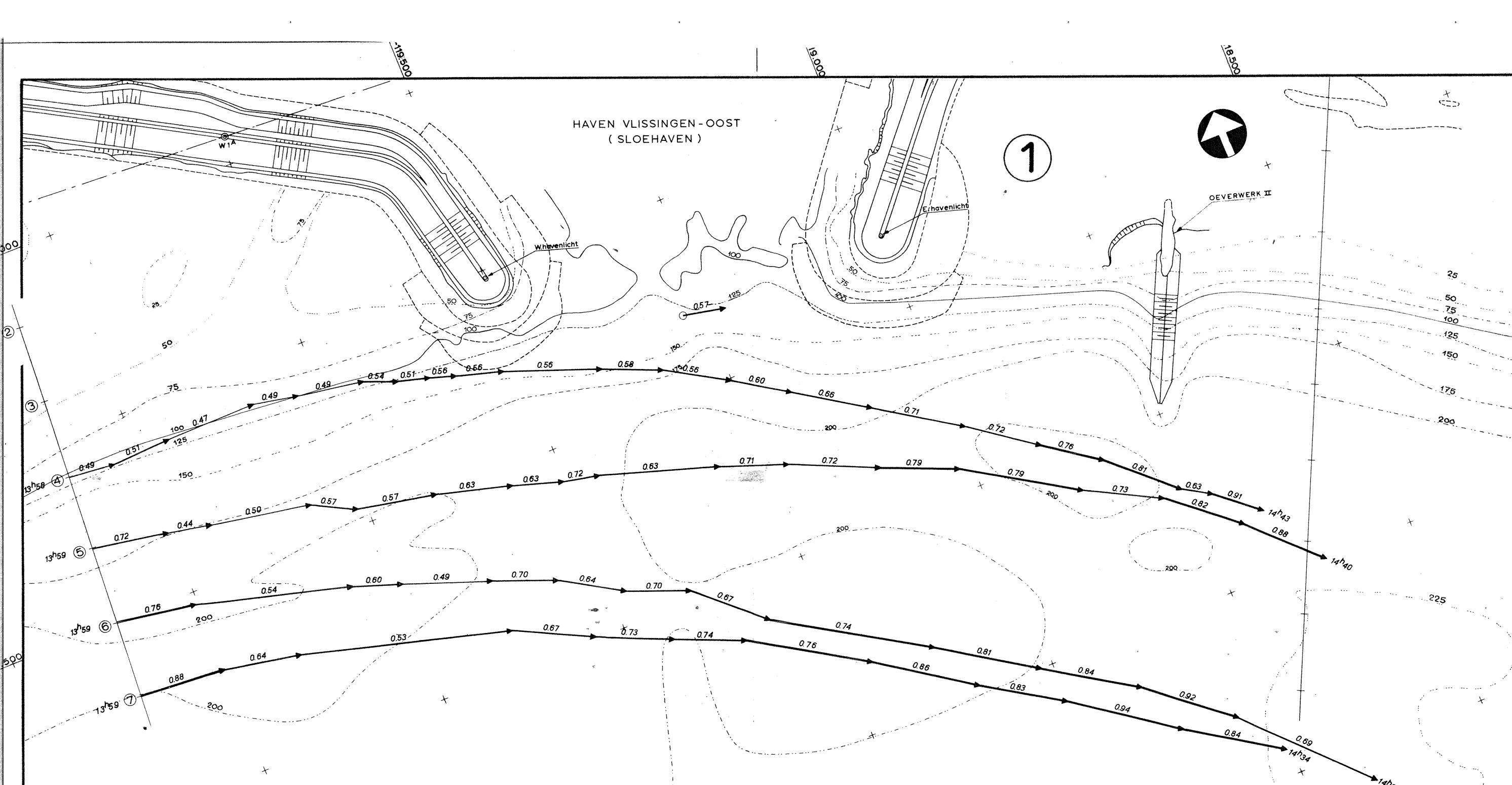
SCHAAL 1:10000

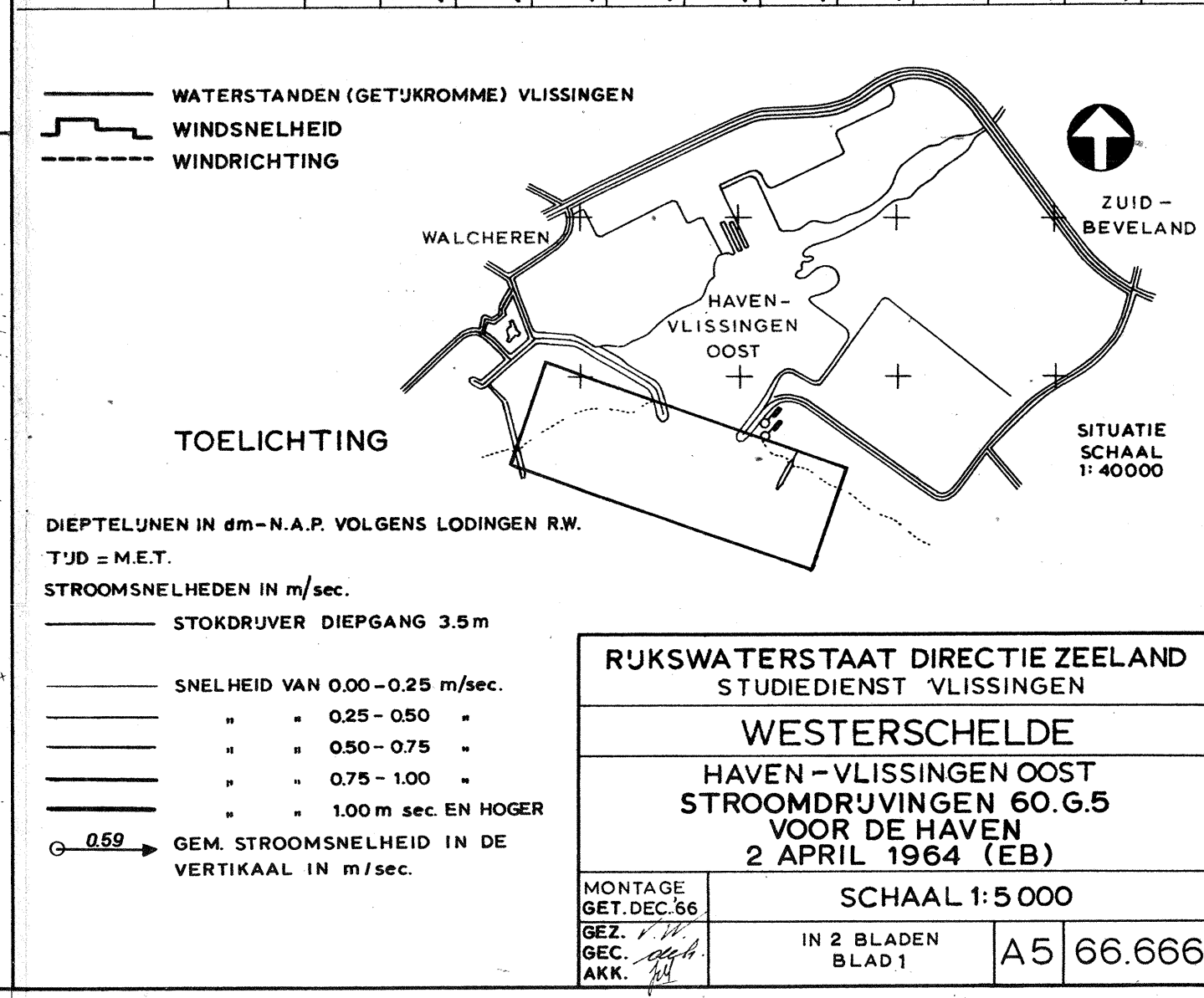
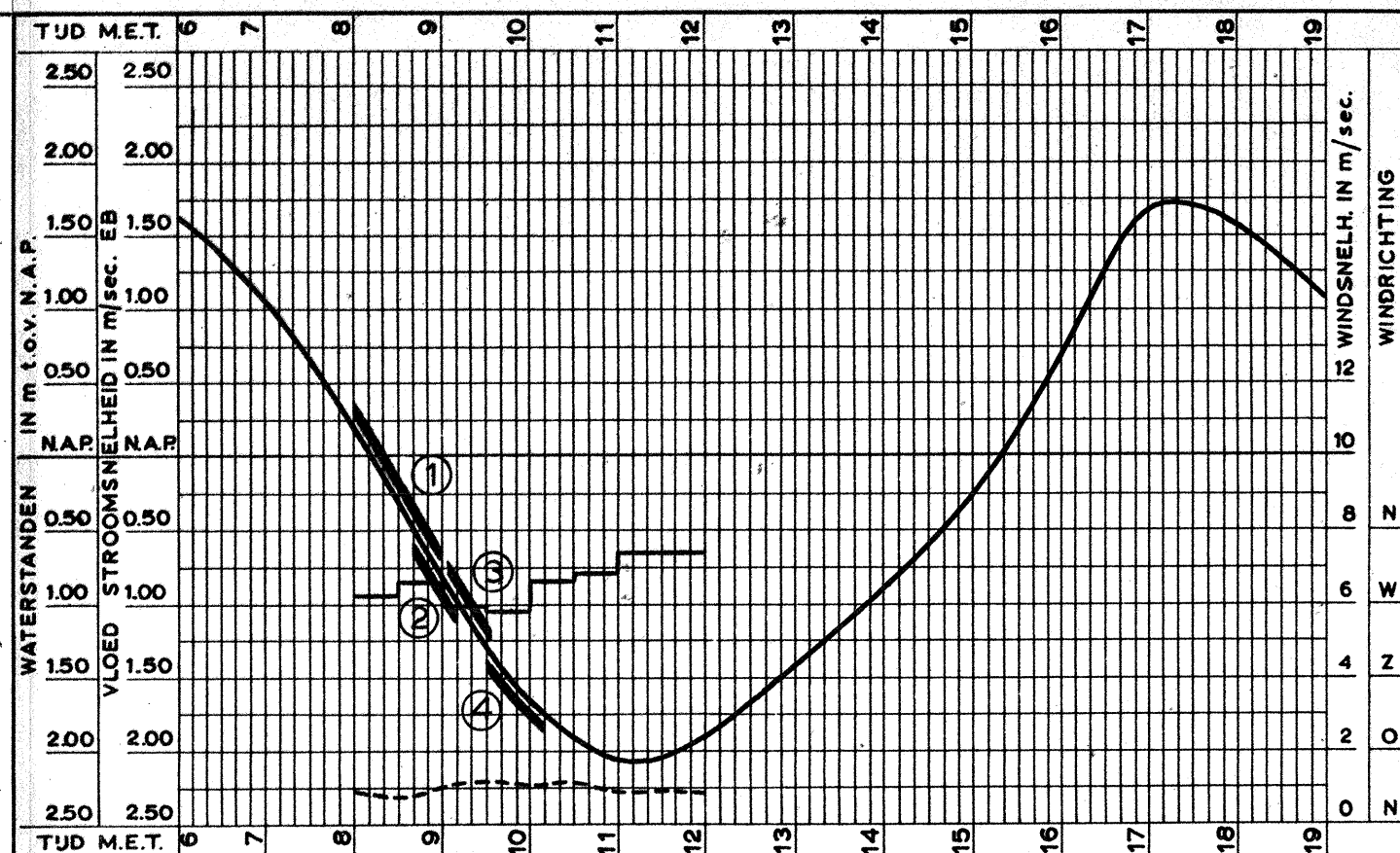
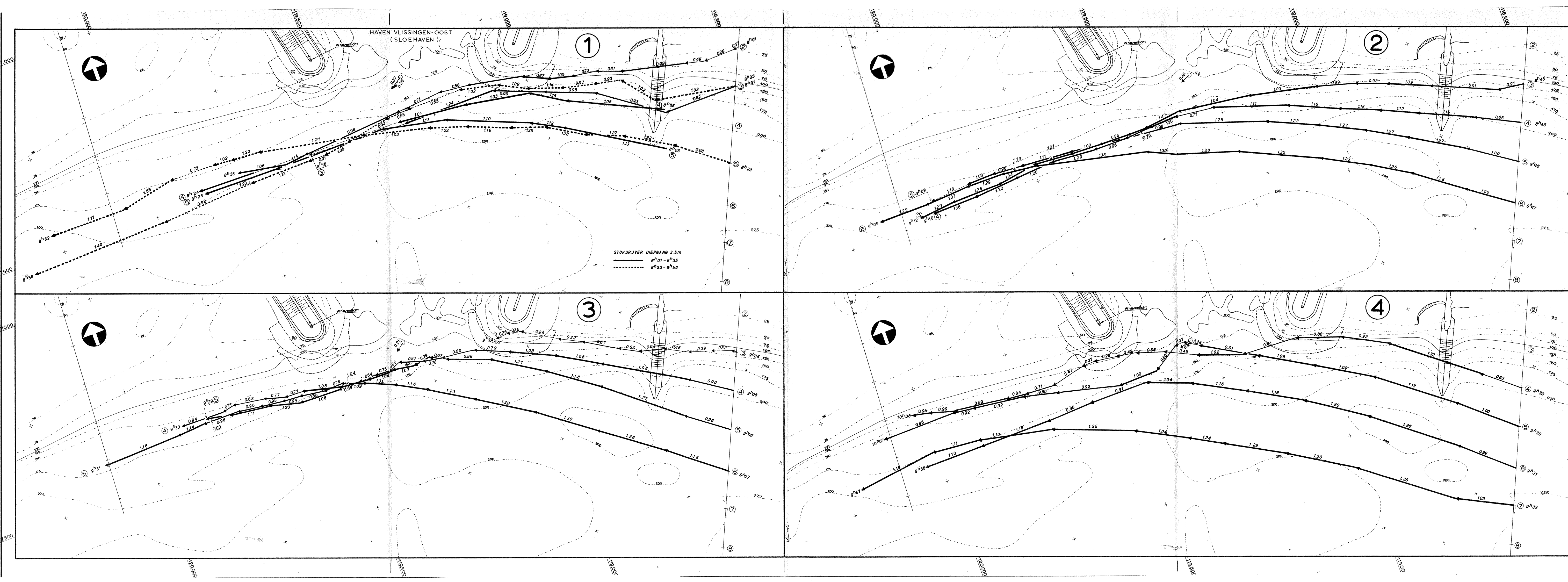
A3 66.634

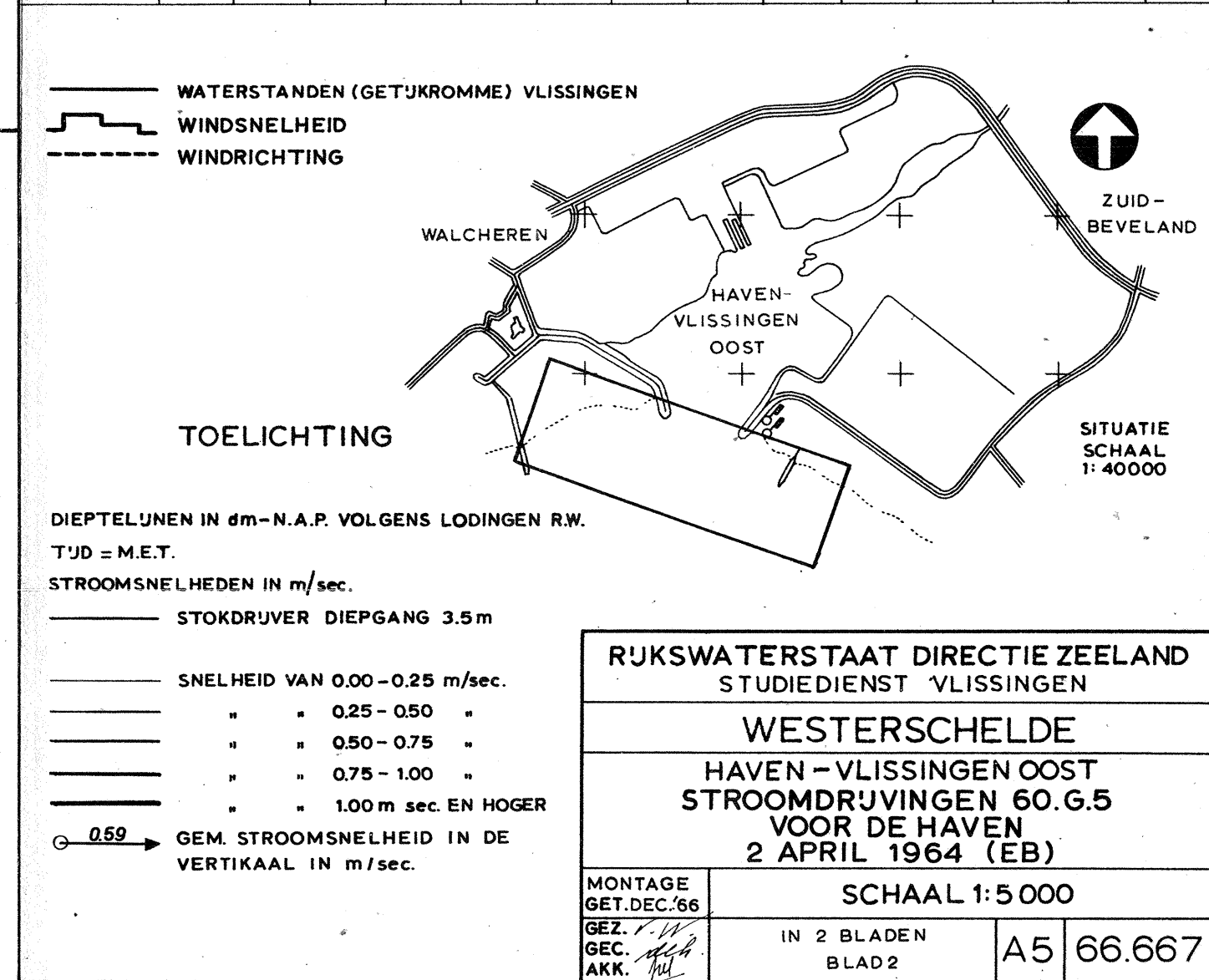
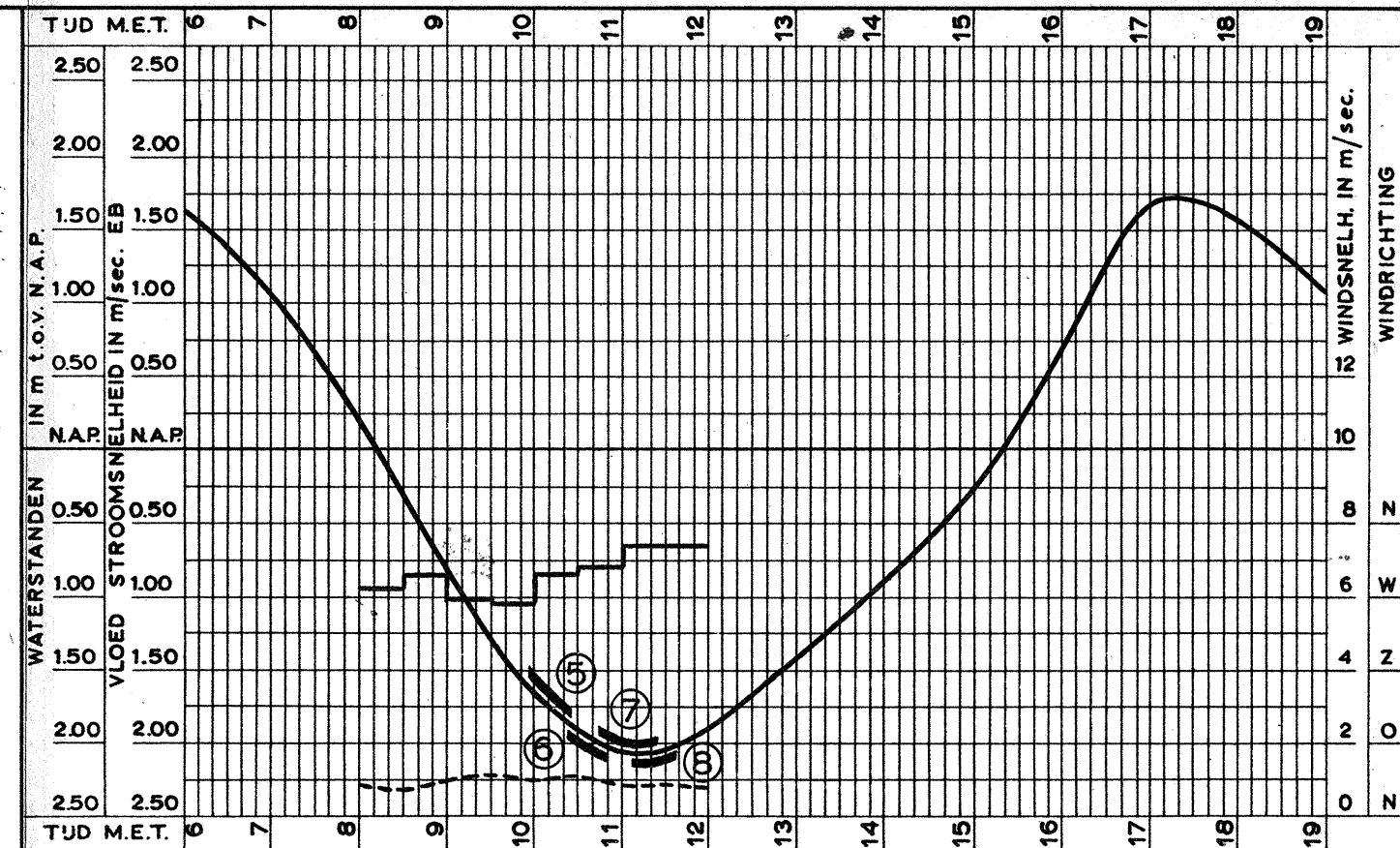
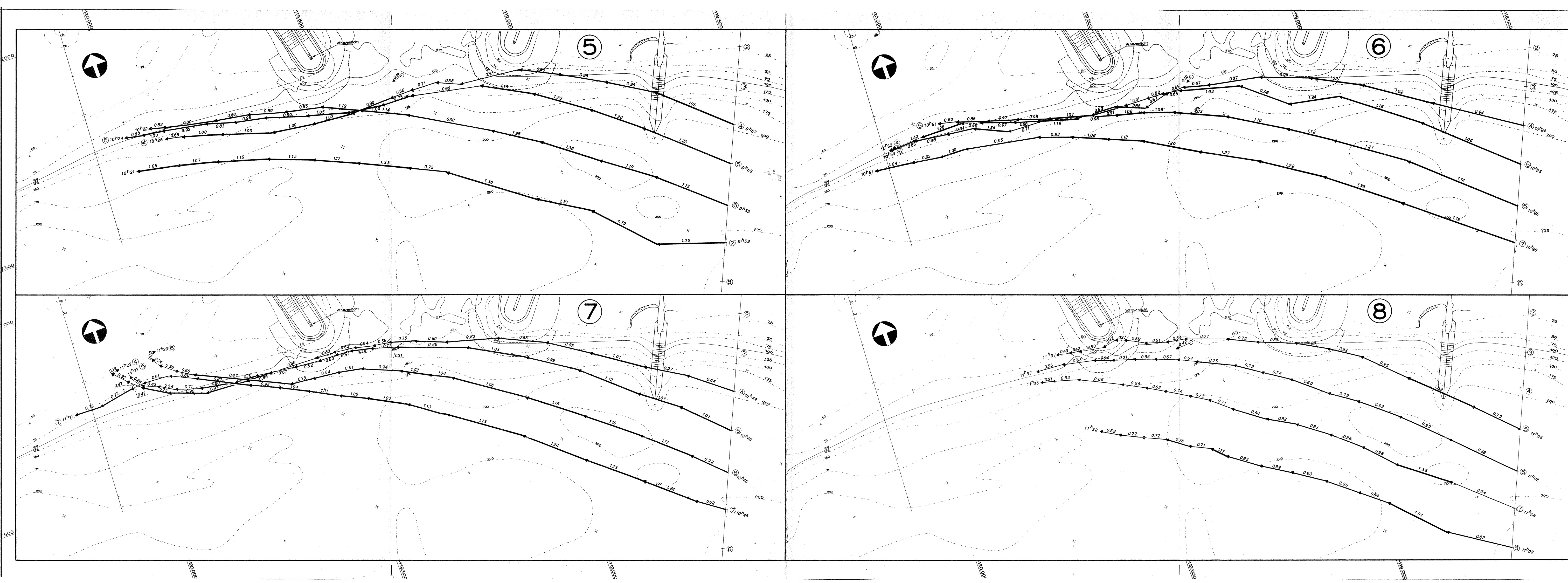
	WATERSTAND IN dm t.o.v. N.A.P.	
	HOOGWATER	LAAGWATER
GEM. SPRINGTU	+ 23	- 20.9
GEM. GETU	+ 19.6	- 18.5
GEM. DOODTU	+ 14.2	- 15.2

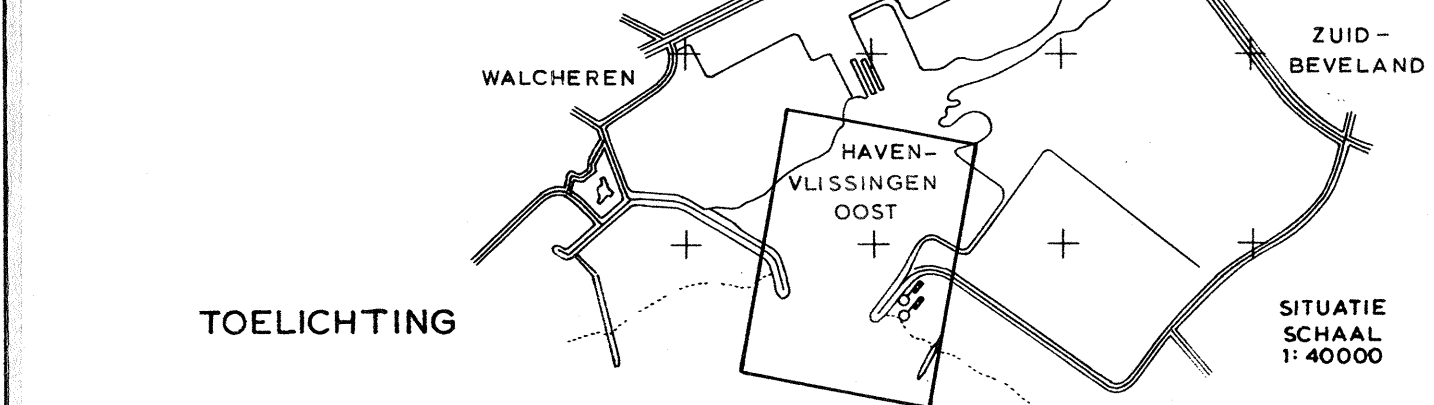
LJN VAN N.A.P. + 45 dm	
" " " + 10 "	
" " N.A.P.	
" " " - 25 "	
" " " - 50 "	
" " " - 100 "	











STROOMSNELHEDEN IN m/sec.

— — — — — DIEPTEDRUIVER " 5 - 8 m
 — — — — — SNELHEID VAN 0.00 - 0.25 m/sec.

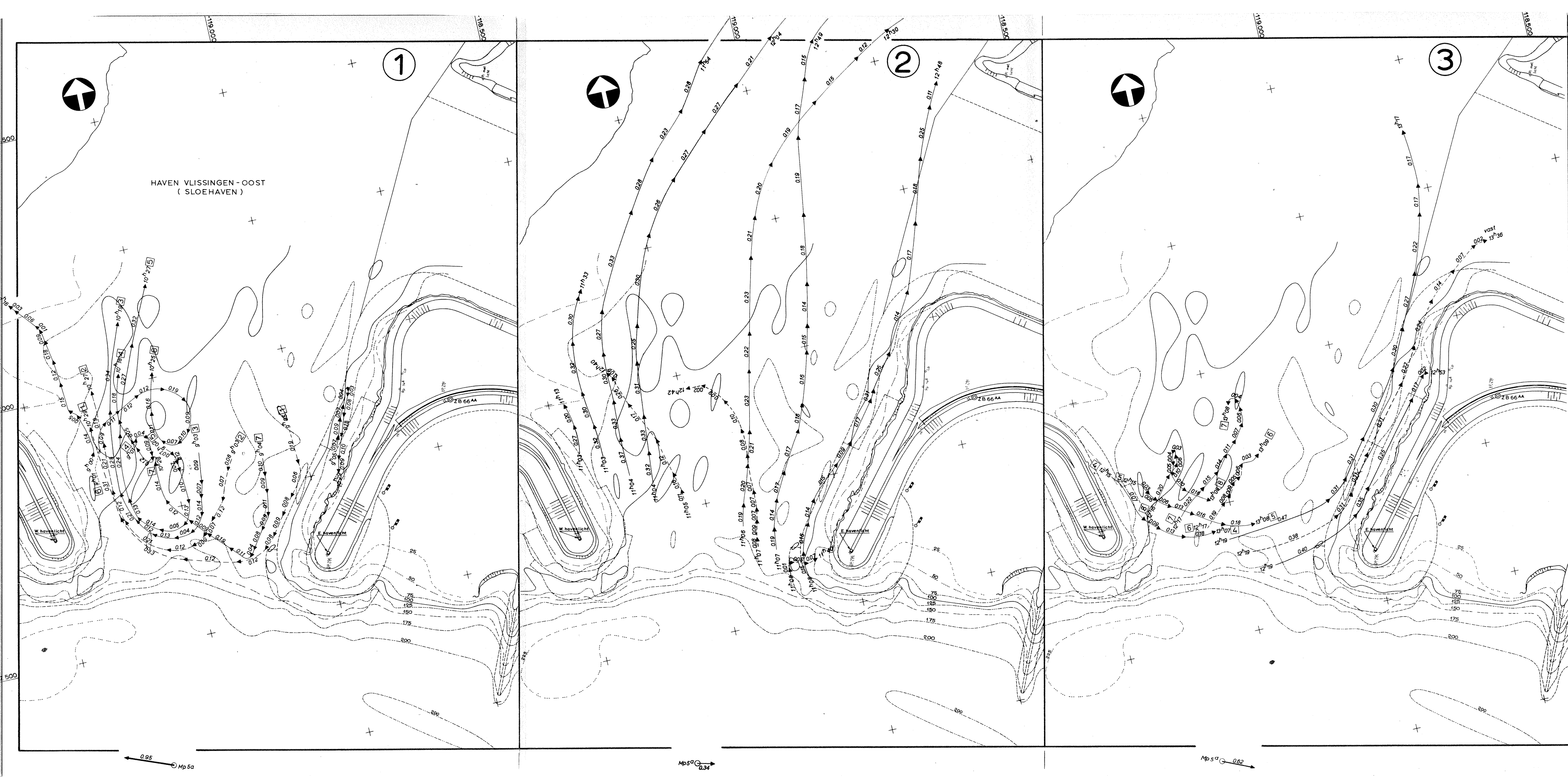
=====	"	"	0.75 - 1.00	"
=====			1.00 m. con EN HOGER	

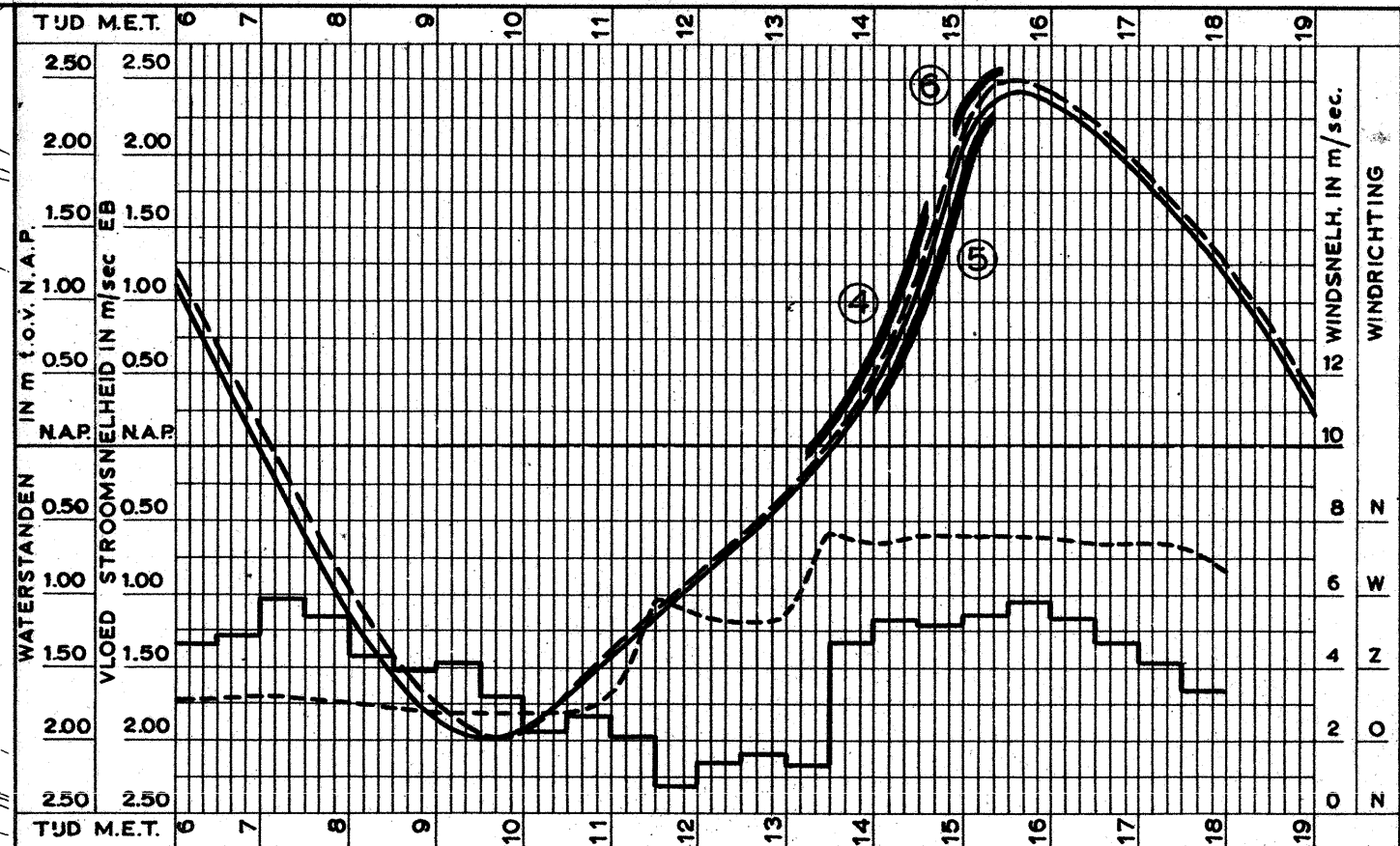
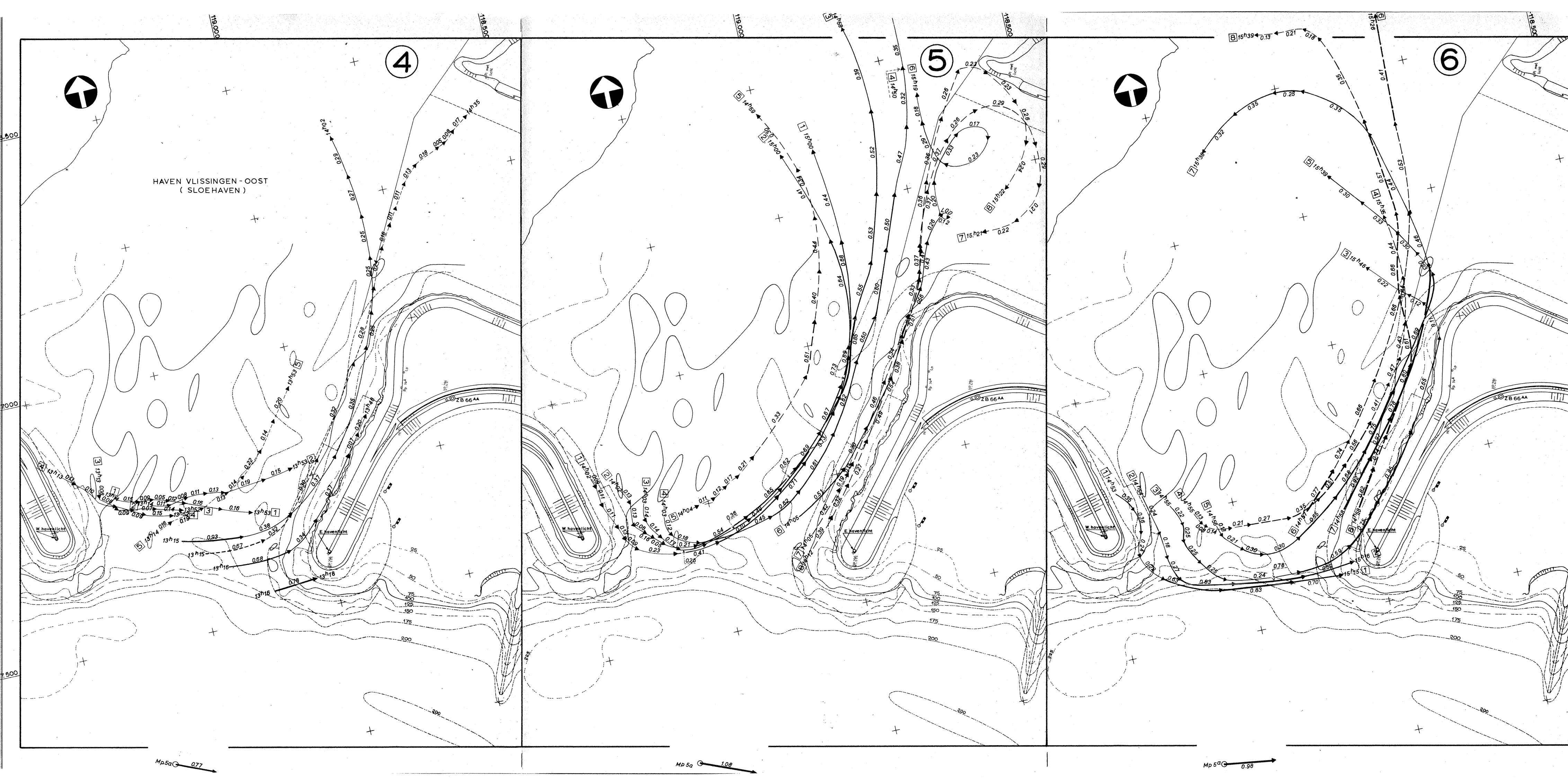
VERTIKAAL IN 1117 SEC. M
G

WESTERSCHELDE

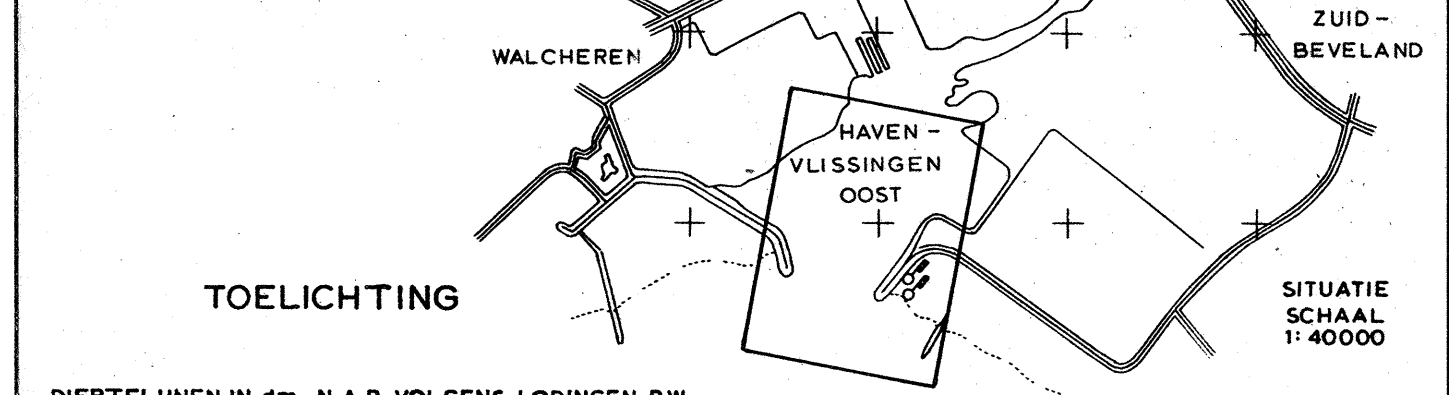
IN DE HAVEN
20 JULI 1966 (EBKENTERING - VLOED)

EZ. <i>V.H.</i>	IN 2 BLADEN	A4	66.668
EC. <i>W.H.</i>	BLAD 1		
KK. <i>W.H.</i>			





--- WATERSTANDEN (GETUKROMME) OOSTHAVENDAM
--- WATERSTANDEN (GETUKROMME) VLISSINGEN
--- WINDSNELHEID
--- WINDRICHTING



TOELICHTING

DIEPTELIJNEN IN dm-N.A.P. VOLGENS LODINGEN R.W.
TUD = M.E.T.

STROOMSNELHEDEN IN m/sec.

STOKDRUVER DIEPGANG 3.5m	---
DIEPTEDRUVER " 6-8 m	---
SNELHEID VAN 0.00-0.25 m/sec.	---
" " 0.25-0.50 "	---
" " 0.50-0.75 "	---
" " 0.75-1.00 "	---
" " 1.00 m sec. EN HOGER	---

0.59 → GEM. STROOMSNELHEID IN DE VERTIKAAL IN m/sec.

RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

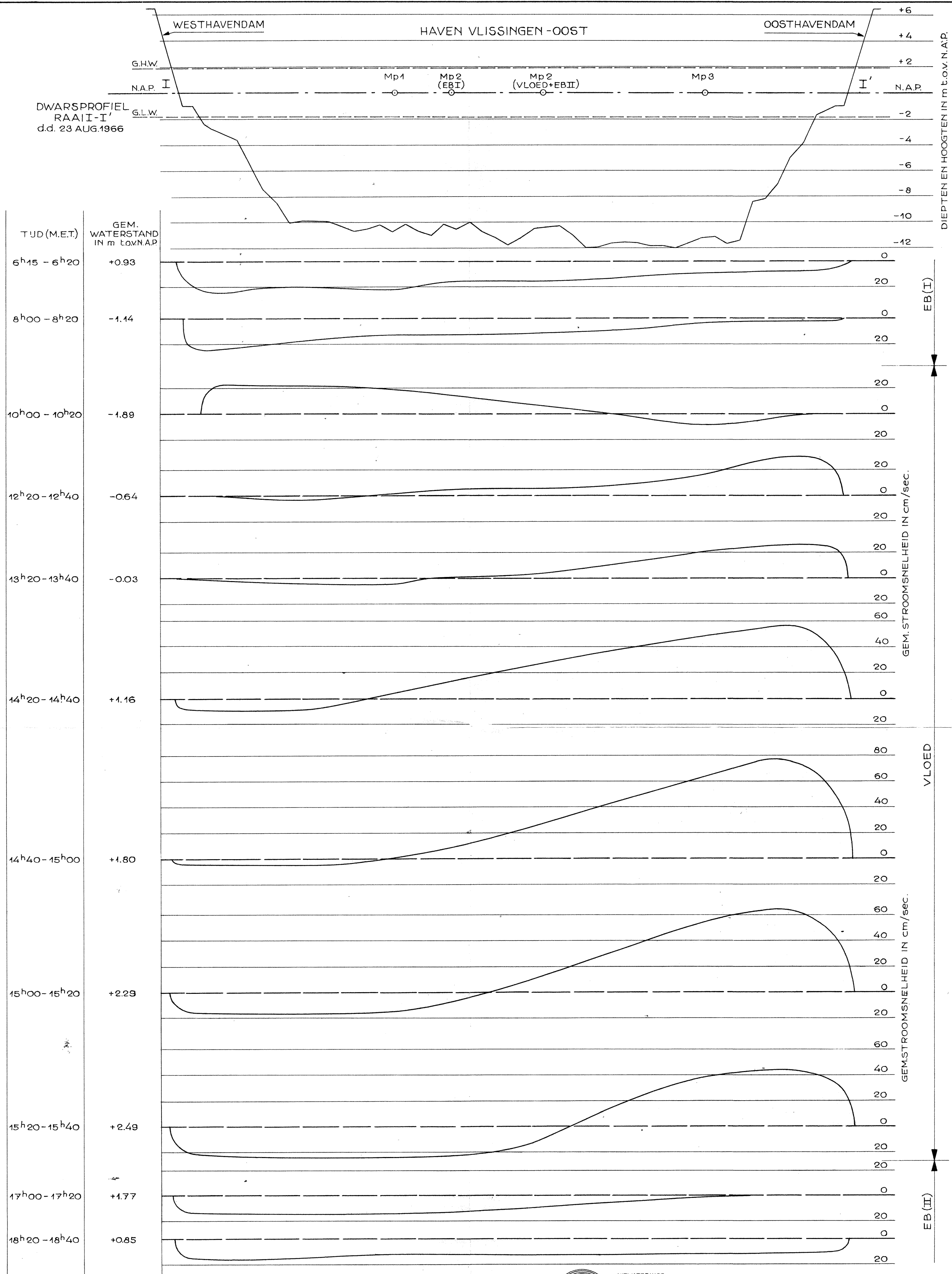
WESTERSCHDELDE
HAVEN - VLISSINGEN OOST
STROOMDRUVINGEN 60. G.5
IN DE HAVEN
20 JULI 1966 (VLOED)

MONTAGE GET. DEC. 66
GEZ. V.H.
GEC. J.H.
AKK. J.H.

SCHAAL 1:5 000

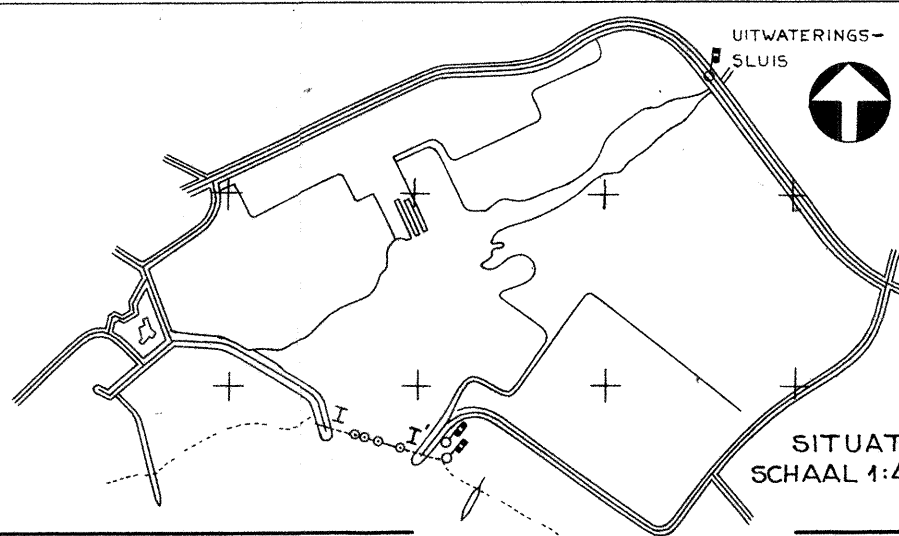
IN 2 BLADEN
BLAD 2

A4 66.669



DE GEMETEN STROOMSNELHEDEN ZUN
GEREDUCEERD TOT SNELHEDEN
LOODRECHT OP DE MEETRAAI I-I'

☐ INSTROMEND
☐ UITSTROMEND



RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE

HAVEN VLISSINGEN-OOST
DEBIETMETING RAAI-I' (60.G.5)
STROOMSNELHEDEN 20 JULI 1966

20 DEC. '66
GET. H.J.E.
GEZ. *VW*
GEC. *del*
AKK. *mil*

LENGTESCHAAL 1:2000
 HOOGTESCHAAL 1 cm = 20 cm/sec.

B2	66.656
----	--------

HAVEN VLISSINGEN - OOST
GEMETEN EN BEREKENDE DEBIETEN RAAI I-I'

20 JULI 1966

