

1301

216 479
1301



CENTRALE STUDIEDIENST RIJKSWATERSTAAT

Nota C.S.D. 53 - 3

Voorstel tot normalisatie van symbolen
voor getij-en stormvloeds-berekeningen

1953

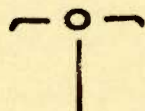
CENTRALE STUDIEDIENST

RUKSWATERSTAAT

Nota C.S.D. 53 - 3

216479

Voorstel
tot normalisatie van
symbolen voor getij-en
stormvloeds - berekeningen.



Voorstel tot normalisatie van symbolen voor getij- en
stormvloeds-berekeningen.

Inhoud

1. Inleiding.
2. Algemene principes.
3. Grondslagen van het symbolensysteem.
4. Symbolen voor harmonische getijberekeningen.
5. Symbolen voor karakteristieke getijberekeningen.
6. Benamingen.

Literatuur.

Biilagen:

1. Symbolen voor getijhydraulika; algemeen.
2. Symbolen voor getijhydraulika; harmonische methoden.
3. Symbolen voor getijhydraulika; karakteristieke methoden.
4. Aanbevolen indices.
5. Definities van enige hydraulische grootheden; algemeen.
6. Definities van enige hydraulische grootheden; periodiek getij.

1. Inleiding.

Het doel van deze nota is een normalisatie van de lettersymbolen voor getijberekeningen te bevorderen.

Beschouwt men de symbolen die bij de verschillende methoden van getijberekeningen toepassing vinden, dan blijkt in de eerste plaats dat het aantal in gebruik zijnde symbolen zeer groot is en dat, mede als gevolg van het grote aantal, het systeem der symbolen ook moeilijk te overzien is. Verder blijkt dat er niet overal overeenstemming bestaat tussen de symbolen in dienst bij de verschillende methoden, en dat deze symbolen ook niet steeds aansluiten bij het gebruik dat overigens in de hydraulika heerst.

De vraag moet dus gesteld worden, of het niet mogelijk is door een rationeel symbolensysteem dat de gehele getijhydraulika omvat, tot vereenvoudiging in de toepassing der verschillende methoden te komen en de overzichtelijkheid van het geheel te vergroten. Uiteraard zal het zaak zijn daarbij zoveel mogelijk aan te sluiten bij de hydraulika in het algemeen.

Aangezien de studies der getijden en stormvloed en momenteel sterk geïntensifiëerd worden met het oog op de deltaplannen, lijkt het zeer gewenst juist nu een normalisering als boven bedoeld in te voeren, teneinde een zo groot mogelijke efficiëntie bij de te ondernemen studies te bereiken.

Er bestaat een nauw verband tussen symbolen en benamingen. Ook de nomenclatuur zal daarom nader beschouwd worden.

2. Algemene principes

Bij het ontwerpen van een symbolensysteem moet in het algemeen met de volgende gezichtspunten rekening worden gehouden:

1. Het syteem moet een logische samenhang vertonen, d.w.z. de belangrijkste betrekkingen tussen de weer te geven grootheden moeten een afspiegeling vinden in de verschillen en overeenkomsten in de symbolen (lettertype, indices etc.).

2. Het systeem moet aanpassingsvermogen bezitten, zodat ook voor nieuwe gedachtegangen de vereiste symbolen tot stand kunnen komen in samenhang met de reeds ontworpen symbolen.

3. Het nieuwe systeem moet zoveel mogelijk rekening houden met reeds tot stand gekomen normalisaties en algemene gebruiken op het gebied waarvoor het te ontwerpen symbolen-systeem moet dienen (getijhydraulika), of op algemenere gebieden (hydraulika, natuurkunde). Ook kan het gewenst zijn op bepaalde punten rekening te houden met symbolensystemen van verwante gebieden.

4. Het letter-symbool moet bij voorkeur de beginletter zijn van een naam voor het aan te duiden begrip, in een taal die dient voor het internationale wetenschappelijke contact.

5. Met het oog op de reproductie moeten de symbolen typografisch niet te ingewikkeld zijn. Dit is trouwens ook uit een oogpunt van overzichtelijkheid gewenst.

We zullen deze vijf gezichtspunten nader gaan beschouwen in verband met de getijhydraulika.

, -----0-----

Door het gebruik van bepaalde lettertypen, zoals hoofdletter of kleine letter, Latijnse of Griekse letters, cursief of vet type, kunnen bepaalde eigenschappen van de aan te duiden groot-

heden worden aangegeven. Zo kan b.v., indien een hoofdletter een zekere fysische grootheid aanduidt (b.v. de afvoer Q), de overeenkomstige kleine letter die zelfde grootheid per eenheid van breedte, lengte, oppervlak of volumen (q voor afvoer per eenheid van breedte) aanduiden.

Ook kunnen hoofdletter en kleine letter gebruikt worden voor grootheden met dezelfde dimensie, waarvan de ene groter of meer samengesteld is dan de andere (b.v. energiehogte H , piezometrische hoogte h).

Van beide principes zullen we gebruik maken.

Er is vaak een voorkeur voor, de Griekse letters te reserveren voor dimensieloze grootheden, of althans voor constante fysische grootheden. We zullen hiermede, ook met het oog op het hiervoor genoemde punt 3, rekening houden en de Griekse letters voor veranderlijke fysische grootheden trachten te vermijden.

Van vette letters wordt vrij vaak gebruik gemaakt om vectoren of complexe grootheden aan te duiden. Dit kan in het bijzonder bij de harmonische getijanalyse met voordeel worden toegepast (zie par. 4).

Behalve door het letter-type, kan ook door het gebruik van bepaalde indices een nadere inlichting over de weergegeven grootheid worden verschaft, terwijl natuurlijk ook het aantal beschikbare symbolen aanzienlijk groter wordt door het maken van allerlei combinaties van kernletters met indices.

Zo kan b.v. door eenzelfde index te gebruiken worden aangegeven dat een aantal verschillende fysische grootheden alle op de middenstand betrekking hebben, terwijl uit de kernletter toch ook blijkt van welke aard elke grootheid is.

Ook het onderscheid tussen letters met en letters zonder

index kan zinvol gemaakt worden. De voornaamste basisgrootheden moeten liefst worden voorgesteld door letters zonder index.

-----0-----

Het principe van kernletters en indices is ook zeer geschikt om het systeem aanpassingsvermogen te geven. Men kan namelijk de normalisatie in hoofdzaak beperken tot de voornaamste basisgrootheden; deze stelt men dan door kernletters zonder index voor. Symbolen voor grootheden van meer secundair belang kunnen dan uit de genormaliseerde symbolen voor de basisgrootheden gevormd worden door het aanhechten van een index. .

Het kan verder gewenst zijn voor sommige grootheden twee symbolen als alternatief te normaliseren, indien het ene symbool onder zekere omstandigheden, doch het andere symbool weer onder andere omstandigheden de voorkeur verdient.

In het algemeen is het aan te bevelen, niet alleen bij het toepassen maar ook reeds bij het ontwerpen van het symboolsysteem, een zekere soepelheid te betrachten.

-----0-----

Normalisaties waarmee rekening zal moeten worden gehouden zijn vooral die op algemeen hydraulisch, fysisch en mathematisch terrein. Dit zijn onder andere:

Letter symbols for Hydraulics, van de American Standards Association (Lit. 9).

Symbolen voor de wiskunde van de Hoofdcommissie voor de normalisatie in Nederland (Lit. 7).

Vocrts zal met de Nederlandse normaalbladen betreffende symbolen voor de natuurkunde rekening gehouden moeten worden (Lit. 29).

Behalve met deze normalisaties, zal ook op bepaalde punten rekening moeten worden gehouden met de normalisatie op verwante terreinen en wel (zie par. 4) in het bijzonder met die op elektrotechnisch gebied (b.v. Lit. 2 en 8).

Tenslotte moet in aanmerking worden genomen dat het terrein der verhang- en afvoer-berekeningen in zekere zin een grensgeval vormt van het terrein der lange golf-bewegingen. Om die reden zullen we in het oog moeten houden dat de te normaliseren symbolen ook voor verhang- en afvoer-bewegingen geschikt moeten zijn.

-----0-----

Voor het gemakkelijk onthouden van een symbool is het van voordeel als het symbool de beginletter van de (of een) naam van de grootheid is. Voor de oorlog was vooral de Duitse nomenclatuur vaak richtinggevend. Na de oorlog is evenwel het Angelsaksische spraakgebruik meer beslissend geworden. Daarnaast moet echter ook het Franse spraakgebruik niet uit het oog verloren worden.

Daar tegenwoordig het belang van de internationalisatie van de wetenschap sterk op de voorgrond is gekomen, en het Nederlands slechts in een beperkt taalgebied gesproken wordt, verdient normalisatie op grond van uitsluitend Nederlandse benamingen geen aanbeveling.

-----0-----

Teneinde de symbolen niet te ingewikkeld te maken, zullen we voor de indices alleen van letters, cijfers en enkele gangbare andere tekens gebruik maken.

Om dezelfde reden zullen we ons tot hoogstens twee verschillende letter-typen beperken. Dit zullen in drukwerk bij

voorkeur het cursieve en het vette type zijn. In handschrift kunnen hiervoor het lopende schrift en het blokschrift gebruikt worden.

Aangezien op een schrijfmachine slechts één lettertype aanwezig is, zullen we bij wijze van variant ook symbolen volgens één type aangeven (zie par. 4).

-----0-----

Het is niet mogelijk met alle gestelde eisen volledig rekening te houden. Het opgestelde ontwerp draagt daardoor in vele opzichten een compromis-karakter, dat uiteraard niet geheel van willekeur valt vrij te pleiten. Dit zou intussen bij ieder ander ontwerp evenzeer het geval zijn.

3. Grondslagen van het symbolensysteem. (zie hierbij bijlage 1.)

Het is in de eerste plaats gewenst een algemeen geometrisch-kinematisch beschrijvingsraam op te stellen, dus een symbolensysteem voor afmetingen, snelheden en dergelijke grootheden.

We zullen de coördinaatassen x , y en z noemen. Het symbool wordt gekozen voor die coördinaat, die bij langegolfproblemen het meest gebruikt moet worden, dat is de horizontale coördinaat in de lengterichting van de rivier. De positieve x -richting leggen we in de hoofdrichting van de stromen, dat is dus van boven naar beneden, en in het getijgebied de eb-richting.

De y -as leggen we horizontaal, zodanig dat in plattegrond de positieve y -as links van de positieve x -as ligt.

De z -as stellen we verticaal. Teneinde het stelsel x - y - z rechts-schroevend te maken, zal de richting omhoog de positieve zijn.

Voor (stroom)snelheden wordt tegenwoordig meestal de letter v gebruikt.

Het is gewenst voor voortplantingssnelheden een eigen symbool in te voeren. Dit zal volgens algemeen gebruik C zijn.

Voor de tijd kiezen we het symbool t .

-----0-----

De voornaamste afmetingen in een waterloop zijn lengte, breedte en hoogte of diepte.

Voor de lengte kiezen we de letter l (length, longueur, lengte) en voor de breedten de letter b (breadth, breedte).

Voor hoogten en diepten wordt veelal de letter h gebruikt (height, hauteur, hoogte). Er zijn echter bij de getijberekeningen

zoveel verschillende hoogten en diepten te benoemen, dat het, naar onze ervaring, niet wel mogelijk blijkt tot een overzichtelijk systeem te komen tenzij we $\angle$ hoogten (boven het vlak $z = 0$) en diepten (beneden de waterspiegel) verschillende symbolen invoeren. We hebben geopteerd voor een systeem waarin de hoogten door z en h , en diepten door a worden weergegeven.

- Het symbool a voor diepten is enerzijds gemotiveerd als tegenhanger van b voor breedten (a en b als eerste twee letters van het alfabet), en verder in samenhang met A voor dwarsprofiel (zie hieronder).

De meer samengestelde afmetingen zijn de oppervlakten en inhouden.

Het is gewenst voor doorstroomprofielen en voor bergende oppervlakken verschillende symbolen in te voeren, ten eerste met het oog op de fysisch geheel verschillende functie (dit zal hieronder nog nader behandeld worden), en ook omdat de eenheden verschillend kunnen zijn (Lit. 28).

We kiezen daarom A voor dwarsprofielen (area) en B voor bergende oppervlakten. Dan kan de diepte a als dwarsprofiel per eenheid van breedte, en de bergende breedte b als bergend oppervlak per eenheid van lengte worden opgevat.

Voor het volumen kiezen we V .

Ook een verhang is te beschouwen als een samengestelde geometrische grootheid, namelijk als een verval gedeeld door een lengte. We hebben hiervoor het symbool i gekozen (inclination) dat buiten Amerika en Engeland (waar men S van slope gebruikt) vrijwel algemeen aanvaard is.

-----0-----

Behalve op geometrisch-kinematisch standpunt, kan men zich

ook op een meer fysisch-hydraulisch standpunt plaatsen, door een waterloop te beschouwen als een systeem waarin enerzijds water wordt geborgen (geaccumuleerd), en waardoor anderzijds water getransporteerd kan worden. We kunnen dus onderscheid maken tussen de bergende en de afvoerende functie (taak) van het rivierbed.

Bij permanenties wordt de afvoerende functie bepaald door de weerstand in het bed (wrijvings-, krib-, bocht- en andere weerstanden). Deze weerstand wordt gekenmerkt door de geldigheid van een evenredigheid tussen vervallen of verhangen enerzijds, en het kwadraat van de afvoer anderzijds. Een meer uitvoerige analyse hiervan is te vinden in Lit. 27.

De evenredigheidscoëfficiënten zijn grootheden die kenmerkend zijn voor het weerstandsaspect van de afvoerende functie van de waterloop. Het is gewenst deze grootheden door symbolen voor te stellen. De keuze van enige dezer symbolen kwam tot stand na de volgende overwegingen:

Het symbool R voor de weerstand (resistance), dat is in de hydraulika het verval per eenheid van afvoer, is internationaal aannemelijk. In het algemeen zal er geen bezwaar tegen zijn dit symbool te gebruiken zowel in geval van een lineaire, als in geval van een niet lineaire machts-weerstandswet.

Bij de getijberekeningen is het evenwel gewenst, vooral met het oog op de harmonische methoden waarin zowel quadratische weerstanden als ook gelineariseerde weerstanden voorkomen, voor beide categorieën verschillende tekens in te voeren. Daar buiten de hydraulika (b.v. in de elektrotechniek) R in de regel een lineaire weerstand zal aanduiden, is dit symbool ook voor de hydraulische lineaire weerstanden gekozen. Voor de niet lineaire, in het bij-

zonder de quadratische weerstand is het symbool W (weerstand, Widerstand) gekozen.

Het symbool K werd tegelijk met het begrip "conveyance" (afvoervermogen; zie par. 6) door Bakmeteff ingevoerd (Lit. 3).
Deze grootheid geeft de afvoer door een profiel $\angle$ eenheid van verhang weer.

Het symbool D geeft in het Engels aan de "capacity of delivery" (wellicht kan de term "deliverance" ook ingang vinden) of "capacity of discharge", in het Frans de "capacité de débit" en in het Nederlands de "doorlating" (zie par. 6). Deze grootheid geeft de afvoer door een rivervak per eenheid van verval weer.

-----0-----

Bij golfbewegingen kan in de afvoerende functie van de waterloop ook de traagheid tot gelding komen. Bovendien gaat dan ook de bergende functie van invloed worden. Voor een analyse van de twee begrippen traagheid en berging moge verwezen worden naar Lit. 25.

Voor de traagheid wordt het symbool M voorgesteld, dat tot uitdrukking brengt dat deze grootheid in nauw verband staat met de massa. De letter I (voor inertia of iner^tance) is minder geschikt met het oog op de aanduiding van het verhang.

Voor de berging (bergend oppervlak) wordt het symbool B voorgesteld, als afgeleid uit de bergende breedte b . In het Nederlands is het bovendien de beginletter van "berging". Het symbool C (capacity of capacité) is minder geschikt met het oog op de coëfficiënt van Chézy..

-----0-----

Bij de verschillende methoden van getijberekening kan het nodig zijn nog verdere symbolen in te voeren die min of meer

specifiek bij de beschouwde methode behoren.

We verdelen de methoden in drie groepen:

1. Directe methoden, d.w.z. methoden waarbij elk van beide differentiaalvergelijkingen (de continuïteitsvergelijking en de krachtvergelijking) direct geïntegreerd wordt door middel van een differentieproces, een machtreeks, of een iteratieproces.
2. Harmonische methoden.
3. Karakteristieke methoden.

In het bijzonder zijn het de harmonische en karakteristieke methoden, waarbij nog een aanvulling van het symbolensysteem nodig is. We beschouwen dit in de volgende twee paragrafen.

4. Symbolen voor harmonische getijberekeningen.
(zie hierbij bijlage 2.)

Bij een harmonische methode van getijberekening, wordt het getij gestyleerd tot een zuiver periodiek getij, meestal met de periode van het maansgetij M2.

Dit getij wordt dan door middel van Fourier-analyse ontbonden in een gemiddelde toestand (middenstand, bovenafvoer), een sinusvormig grondgetij en sinusvormige bovengetijden.

Dit betekent dat elke grootheid die representatief is voor verticaal of horizontaalgetij (energiehoogte, waterstand, afvoer, stroomsnelheid), of die althans met het getij varieert (berging, traagheid, weerstand enz.), ontwikkeld kan worden in een Fourierreeks, en dus voorgesteld kan worden door een reeks coëfficiënten. Voor deze coëfficiënten moeten symbolen worden ingevoerd. Ook is het gewenst voor de componenten zelf (middenstand, grondgetijden) symbolen in te voeren.

Door de coëfficiënten worden zowel de amplituden als de fasen (zie par. 6) van de verschillende Fouriercomponenten weergegeven. Nu kan men de Fourierreeks in verschillende vormen brengen, en met elk dezer vormen correspondeert een bepaald coëfficiënten-systeem.

Een zeer compacte, en voor het afleiden van vergelijkingen zeer doelmatige vorm van de Fourierreeks is de complexe vorm. Hierbij wordt elke Fouriercomponent gekenmerkt door één complexe Fourier coëfficiënt, waarvan de modulus de amplitude, en het argument de fase weergeeft. Het is gewenst zowel deze complexe coëfficiënten, als ook amplitude en argument afzonderlijk door symbolen te kunnen weergeven.

Teneinde enerzijds een overzichtelijk systeem te verkrijgen,

en anderzijds de mogelijkheid te hebben van iedere grootheid desgewenst de Fourierontwikkeling te formuleren, is een systeem gekozen waarbij alle componenten en coëfficiënten die van eenzelfde grootheid (b.v. de waterstand) zijn afgeleid, ook met eenzelfde kernletter (h in het geval van waterstanden) worden weergegeven, en waarbij de nodige onderscheidingen worden gemaakt door middel van indices, en door gebruik te maken van een tweede lettertype (bij drukwerk b.v. het vette type naast het cursieve type, en bij handschrift het blokschrift naast het lopende schrift). Hierbij hebben we het tweede lettertype (vet, blokschrift) gekozen voor alle complexe coëfficiënten. Slechts wat de fasen betreft is van deze algemene opzet enigszins afgeweken en is bij wijze van variant ook de usance gevolgd, hoeken door Griekse letters weer te geven.

-----0-----

Naast de coëfficiënten die de periodiek veranderende grootheden en hun componenten zelf weergeven, moeten ook bepaalde relaties tussen die coëfficiënten in aanmerking worden genomen. Dit zijn ten eerste de relatie tussen het verticale en het horizontale grondgetij op eenzelfde plaats, en ten tweede de relatie tussen het verticale (of horizontale) grondgetij op twee verschillende plaatsen, of overeenkomstige relaties bij bovengetijden.

Deze relaties worden zeer compact weergegeven door complexe impedanties of admittanties, en voortplantingsexponenten. Deze grootheden zijn niet alleen nuttige rekengrootheden, doch zij hebben ook een fysische betekenis.

Voor impedanties en admittanties worden in de elektrotechniek

de symbolen **Z** en **Y** gebruikt. Deze symbolen zijn ook vaak voor analoge niet-elektrische grootheden overgenomen (b.v. in de akoustiek). Tegen overneming in de hydraulika bestaat, naar gemeend wordt, geen overwegend bezwaar.

Het symbool **K** voor voortplantingsexponenten is afgeleid van het gebruikelijke symbool **k** voor een golfgetal, dat als een voortplantingsexponent per eenheid van lengte opgevat kan worden. Verwarring met het symbool **K** voor afvoervermogen (zie par. 3) zal in de praktijk in het algemeen niet te vrezen zijn, daar doorgaans alleen weerstanden harmonisch geanalyseerd behoeven te worden, en niet de afvoervermogens; het afvoervermogen neemt dus in de harmonische methoden slechts een zeer bijkomstige plaats in.

Voor nadere gegevens over de hier aangeroeerde problemen wordt verwezen naar de literatuur over getijberekeningen, en verder in het bijzonder ook naar Lit. 25.

5. Symbolen voor karakteristieke getijberekeningen.
(zie hierbij bijlage 3).

Bij een karakteristieke methode van getij- of stormvloedsberekening, wordt de gehele beweging in iedere waterloop opgevat als samengesteld uit twee golfcomponenten, waarvan de ene zich van zee uit naar boven voortplant (oplopende golfcomponent) en de andere van boven af naar zee toe (aflopende golfcomponent).

Elk der componenten wordt gekenmerkt door de snelheid waarmee hij zich voortplant, en door zijn uitwerking op energiehoogte en afvoer.

Voor de voortplantingssnelheden van de twee componenten is uitgegaan van het algemene symbool C .

De uitwerking van een golfcomponent op energiehoogte en afvoer wordt gekenmerkt door de golftegenstand of de golfteolating. Deze grootheden dragen het karakter van een impedantie, resp. admittantie, en daarom zijn hiervoor de symbolen Z en Y gekozen (zie ook par. 4).

Bij het opzetten van een berekening met karakteristieken wordt gebruik gemaakt van gemiddelde waarden van verschillende grootheden onder andere van een gemiddelde waarde van de voortplantingstijd van elk der vakken waarin een waterloop verdeeld wordt. Het is gewenst voor deze gemiddelde grootheden symbolen in te voeren.

6. Benamingen.

(zie hierbij bijlage 5 en 6)

In aansluiting op het voorstel tot normalisatie van symbolen voor de getijhydraulika, is ook een poging gedaan voor een aantal begrippen tot een nadere vaststelling van namen te komen.

De voorstellen hiertoe zijn in twee lijsten van namen met definities opgenomen.

In bijlage 5 zijn een aantal begrippen behandeld, die betrekking hebben op een directe fysisch-mathematische analyse van hydraulische systemen vanuit het oogpunt van betrekkingen tussen vervallen of verhangen en afvoeren.

Een dergelijke analyse van weerstanden, zelfinducties en capaciteiten op het analoge gebied der elektrotechniek is reeds betrekkelijk oud (voor normalisatie hiervan, zie Lit. 8). Naar het voorbeeld hiervan zijn ook op andere gebieden der fysika analoge analyses uitgevoerd (zie b.v. Lit. 17).

De eerste poging tot een soortgelijke analyse in de hydraulika, is wellicht die van Bakhmeteff (Lit. 3) geweest, waarbij het begrip "conveyance" werd ingevoerd, dat in bijlage 5 door "afvoervermogen" is weergegeven. Ook van wat in bijlage 5 "weerstand" is genoemd, is stellig reeds herhaaldelijk de fysische en praktische betekenis ingezien, getuige o.a. Lit. 12, 22, 23 en 24.

Een verder doordringen van de bovenbedoelde analytische beschouwingswijze in de hydraulika en wel tot de verschijnselen van traagheid en berging, blijkt verder uit artikelen van dr Ir Van Veen (Lit. 5, 11). In deze artikelen wordt evenwel onzes inziens de elektrisch-hydraulische analogie iets te veel vooropgesteld. Wij menen dat veeleer de toepassing van de bovenbedoelde analytische gedachtegang op de hydraulika voorop

dient te staan, waarna de analogie dan vanzelf evident wordt.

De voortzetting van de aangeduide ontwikkelingslijn, in het bijzonder in de getijhydraulika, vindt men in Lit. 20, 25, 27 en 31.

Geconstateerd moet worden, dat de besproken begrippen nog geen gemeengoed in de hydraulika zijn. Doch men mag verwachten, gezien de ontwikkelingslijn, dat de hydraulici er in toenemende mate mee vertrouwd zullen raken. Het lijkt daarom wel gewenst aan deze ontwikkeling verder richting te geven, door nu een basis-nomenclatuur vast te stellen.

-----0-----

In bijlage 6 is een nomenclatuur speciaal voor getijden uitgewerkt.

Hierin zijn in de eerste plaats enige algemene begrippen opgenomen, die van toepassing zijn op iedere periodiek veranderende grootheid. Daarbij is gebruik gemaakt van de algemeen in de fysika geldende gezichtspunten. Verder zijn een aantal specifieke getijtermen opgenomen.

Opgemerkt wordt:

Aan de term "amplitude" wordt in Frankrijk op het gebied der getijhydraulika een andere betekenis gehecht dan hier beschreven, en wel de betekenis van "wijdte" van een slingering, dus van tweemaal de hier bedoelde amplitude. Ofschoon dit Franse gebruik etymologisch op sterke gronden verdedigbaar is, menen wij het te moeten verwerven, omdat het noch buiten Frankrijk, noch zelfs in Frankrijk op gebieden als b.v. de elektrotechniek, aanvaard wordt. De door ons gestelde betekenis wordt dus nagenoeg algemeen aanvaard.

Het begrip fase is hier, in overeenstemming b.v. met de internationale elektrotechnische nomenclatuur, zó gedefinieerd,

dat een grootheid a die periodiek met hoekfrequentie ω en amplitude $\hat{a}$ varieert, wordt voorgesteld door

$$a = \hat{a} \cos (\omega t + \text{fase}).$$

Veelal verstaat men onder fase het tegengestelde, zodat

$$a = \hat{a} \cos (\omega t - \text{fase})$$

gesteld moet worden; het z.g.n. kappagetal uit de harmonische analyse van het astronomisch getij is in dit laatste geval een fase.

Gemeenend wordt evenwel dat de hier gehuldigde definitie op logische gronden en met het oog op het rekenen te verkiezen is.

De term "halfdaags getij" wordt juist geacht dan de veel gebruikelijke term "dubbeldaags getij". Immers, het bedoelde getij speelt zich af in een halve dag. Weliswaar kan men zeggen, dat zich in een dag een dubbel getij afspeelt, maar "dubbel" slaat dan klaarblijkelijk meer op "getij" dan op "daags". De uitdrukking "halfdaags" sluit ook meer aan bij het algemene Nederlandse spraakgebruik (halfmaandelijks tijdschrift, halfjaarlijkse balans) en bij het specifieke internationale spraakgebruik (semi-diurnal).

De termen "vloedvolumen" e.d. worden verkieslijk geacht boven termen als "vloedvermogen", omdat de term "vloedvolumen" exacter aangeeft waar het om gaat, n.l. om een volumen water.

Literatuur

1. Verslag Staatscommissie Zuiderzee 1926
2. A.S.A. Z 10g 1-1929, Letter symbols for electrical quantities, 1929
3. Bakhmeteff, B., Hydraulics of open channels 1932
4. Dronkers, J.J., Een getijberekening voor benedenrivieren, De Ingenieur, V. 50, 1935
5. Veen, J. van, Getijstroomberekening met wetten analoog aan die van Kirchhoff en Ohm (met commentaar door Prof. Burgers) De Ingenieur, V. 52 1937
6. Mazure, J.P., De berekening van getijden en stormvloeden op benedenrivieren, proefschrift Delft, 1937
7. Hoofdcomm. Norm. Ned., N 1267, Symbolen voor de wiskunde, 1941
8. A.S.A. C 42 -1941, Definitions of Electrical terms, 1941
9. A.S.A. Z 10.2-1942, Letter symbols for hydraulics, 1942
10. A.S.A. Z 10.3-1942, Letter symbols for mechanics of solid bodies, 1942
11. Veen, J. van, Electriscbe nabootsing van getijden, (met commentaar door Dr Dronkers) De Ingenieur, V.58 1946
12. Bendegom, L. van, Enige beschouwingen over riviermorphologie en riviervverbetering, De Ingenieur, V.59 1947
13. Holsters, H., Le calcul du mouvement non-permanent dans les rivières par la méthode dite des lignes d'influence, Rev. g.Hydr., 1947
14. Stroband, H.J., Een bijdrage tot de kennis van de getijbeweging op benedenrivieren en zeearmen, De Ingenieur, V. 59, 1947
15. Dronkers, J.J., Methoden van getijberekening, De Ingenieur, V. 59 1947
16. Symposium: Electriscbe, acoustiscbe en optiscbe impedanties, Ned.T.Nat., V 14, 1948
17. Coppoolse, C.W., De energiehuishouding van de benedenrivieren, De Ingenieur, V. 60, 1948
18. Lamoën, J., Tides and current velocities in a sea-level canal, Engineering, V. 168, 1949
19. Gorcum, A.H. van, Berekening van het drukverlies in het gasleidingsnet van de gasafstandsvoorziening, De Ingenieur, V.62 1950

20. Schönfeld, J.C., Propagation of tides and similar waves, proefschrift Delft, 1951
21. Dronkers, J.J., Berekeningen over de afsluiting van de Brielse Maas en Botlek met practische beschouwingen over getijberekeningen in het algemeen, De Ingenieur, V. 63, 1951
22. Noz, F.J., Een electrotechnische analogie in de hydraulica, Pol.T., V. 6, 1951
(met commentaar door H.v.Uchelen en W. de Braaf in P.T. 1952).
23. Valken, K.F., Een grafische methode ter bepaling van verhanglijnen bij stationnaire stromen in open waterlopen, De Ingenieur, V. 63, 1951
24. Valken, K.F., idem, De Ingenieur V. 64, 1952
25. Schönfeld, J.C., Het impedantiebegrip in de hydraulika, Nota C.S.D. 53 - 1, 1953
26. Schönfeld, J.C., Inleiding tot de methode der karakteristieken, Nota C.S.D. 53 - 2, 1953
27. Schönfeld, J.C., Wrijvings- en weerstandsformules voor leidingen en waterlopen, De Ingenieur, V. 65, 1953
28. Schönfeld, J.C., Toepassing van het kms-stelsel bij getijberekeningen, Nota C.S.D. 53 - 4, 1953
- 1268 en 29. Hoofdcmm. Norm. Ned., (oud N/1269; nieuwe normen in bewerking) Symbolen voor de natuurkunde.
30. Schönfeld, J.C., Getijberekening door grafische constructie van karakteristieken (Nota C.S.D. in voorbereiding)
31. Schönfeld, J.C., Getijberekening met de harmonische impedantiemethode (Nota C.S.D. in voorbereiding)

Biilage 1.

Symbolen voor getij-hydraulika; algemeen
=====

coördinaatassen

- x in lengterichting rivier van boven naar beneden
 y in dwarsrichting horizontaal, naar beneden ziende
 van rechts naar links
 z recht omhoog
 x - en y - as liggen in het nulvlak (N.A.P.)
 x - en z - as liggen in het vlak van het langsprofiel
 y - en z - as liggen in het vlak van het (een) dwarsprofiel

tijden

- t tijd
 T getijperiode

snelheden

- v algemeen voor stroomsnelheden
 v_x, v_y, v_z componenten in de coördinaatrichtingen
 $\bar{v}$ of v gemiddelde stroomsnelheid in een dwarsprofiel
 c algemeen voor voortplantingssnelheden
 v_c kritische snelheid

hoogten

- h algemeen voor hoogten
 h in het bijzonder: piëzometrisch niveau (boven nulvlak)
 h_w of h wateratand (boven nulvlak)
 z plaatshoogte boven nulvlak
 h_p drukhoogte
 h_k snelheidshoogte
 H energiehoogete (boven nulvlak)
 h_m middelwaarde van de waterstand; in het bijzonder
 ook middenstand
 h_o of h_m middenstand

diepten

a	algemeen voor diepten onder de waterspiegel
a_s	gemiddelde diepte stroomvoerend profiel
a_h	hydraulisch gemiddelde diepte
a_m	middelwaarde van de diepte bij verschillende waterstanden; in het bijzonder diepte bij middenstand
$a_r (R)$	hydraulische straal

breedten

b	algemeen voor breedten
b	in het bijzonder: breedte van de waterspiegel
b_s	stroomvoerende breedte
b_b	bodembreedte
b_m	middelwaarde van de breedte bij verschillende waterstanden; in het bijzonder breedte bij middenstand

lengten

l of L	algemeen voor lengten
L	in het bijzonder: lengte van een rivier
l of Δx	lengte van een vak

oppervlakken en inhouden

A	oppervlak stroomvoerend profiel
B	oppervlak van een waterspiegel; berging
V	volumen

verhangen

i of I	algemeen voor verhangen
i of i_x	langs-verhang waterspiegel
I	langsverhang energievlak
i_y	dwarsverhang waterspiegel
i_b	bodemverhang
i_m	middenstandsverhang
i_r	weerstandsverhang
i_s	verhang samenhangend met de schuifspanning langs de waterspiegel; in het bijzonder windverhang

afvoeren

Q	totale afvoer
q	afvoer per breedte-eenheid

energie en vermogen

P	vermogen
E	energie
e	energie per eenheid van lengte, oppervlak of volumen

weerstand

R	weerstand, in het bijzonder lineaire weerstand
r	lineaire weerstand per eenheid van lengte
W	quadratische (of algemeen niet lineaire) weerstand
w	quadratische weerstand per eenheid van lengte
D	doorlating (b.v. lineair of quadratisch)
K	afvoervermogen van een profiel
C	coëfficiënt van de weerstand (Chézy)
U of W_k	kinetische factor

traagheid

M	hydraulische traagheid
m	hydraulische traagheid per eenheid van lengte

berging

B	berging
b	berging per eenheid van lengte

diversen

ω	algemeen voor hoekfrequentie of hoeksnelheid
ω	in het bijzonder: hoekfrequentie van het grondgetij
g	versnelling van de zwaartekracht
ρ	dichtheid

Bijlage 2

Symbolen voor getijhydraulika; harmonische methoden

gemiddelden (nulte harmonische)

h_0	middenstand	
Q_0	bovenafvoer	
H_0	gemiddelde energiehogte	
v_0	gemiddelde snelheid	
b_0, B_0	gemiddelde van	b, B
m_0, M_0		m, M
w_0, W_0		w, W
U_0		U
b_m, B_m	waarde in de middenstand van	b, B
m_m, M_m		m, M
w_m, W_m		w, W
U_m, A_m		U, A

getijden

H_Δ of $H_{1\infty}$	totale verticale getij	
h_Δ of $h_{1\infty}$		
Q_Δ of $Q_{1\infty}$	totale getijstroom (eb positief)	
v_Δ of $v_{1\infty}$	totale getijsnelheid (eb positief)	
H_1, h_1	grondgetij, (eerste harmonische) van	H, h
Q_1, v_1		Q, v
$H_{2\infty}, h_{2\infty}$	som der bovengetijden van	H, h
$Q_{2\infty}, h_{2\infty}$		Q, v
H_n, h_n	n- de harmonische van	H, h
Q_n, v_n		Q, v
b_n, B_n		b, B
m_n, M_n		m, M
w_n, W_n		w, W
U_n		U

amplituden en fasehoeken

$\hat{H}_n$, $\hat{h}_n$	)	(	H, h
$\hat{Q}_n$, $\hat{v}_n$	)	(	Q, v
	)	(	
$\mathbf{h}_n$ of $\vec{h}_n$	)	(	h
	)	(	
$\mathbf{H}_n$ of $\vec{H}_n$	)	(	H
	)	(	
$\mathbf{Q}_n$ of $\vec{Q}_n$	)	(	Q
	)	(	
enz.	)	(	enz.
	)	(	

$\bar{h}$ resp. $\bar{h}$ complex gespiegelde van h resp. $\vec{h}$

$\arg \mathbf{h}_n$ of $\gamma_n (-\kappa_n)$ fasehoek n- de harmonische van h (of H)

$\arg \mathbf{Q}_n$ of $\theta_n (-\varphi_n)$ fasehoek n- de harmonische van $-Q$

ϕ_n faseverschil tussen $-Q$ en H (of h)

impedanties en admittanties

Z	algemeen voor complexe impedantie
Y	algemeen voor complexe admittantie
Z	in het bijzonder: verhouding van de complexe amplituden van energiehogte en afvoer op één plaats
Y	in het bijzonder: verhouding van de complexe amplituden van afvoer en energiehogte op één plaats
z_s	(gelineariseerde) serieimpedantie per eenheid van lengte van de waterloop
y_p	(gelineariseerde) paralleladmittantie per eenheid van lengte van de waterloop
Z_s	(gelineariseerde) serieimpedantie van een vak
Y_p	(gelineariseerde) paralleladmittantie van een vak
Z_c^+ , Z_c^-	voortzettings-(continuatie-)impedantie voor het benedenstroomse, resp. bovenstroomse riviergedeelte
Y_c^+ , Y_c^-	voortzettings-admittantie voor het benedenstroomse, resp. bovenstroomse riviergedeelte
Z^+ , Z^-	elementaire (= karakteristieke) impedantie voor een afgaande, resp. opgaande golf
Y^+ , Y^-	elementaire (= karakteristieke) admittantie voor een afgaande, resp. opgaande golf.

Voortplantingsgrootheden

K	complexe voortplantingsexponent van een (vak van een) waterloop
K_H, K_Q	complexe voortplantingsexponent van de energiehoogte, resp. de afvoer
k	complexe voortplantingsexponent per eenheid van lengte (zo nodig te voorzien van index H, Q of dergelijk)
k_c^+, k_c^-	voortzettings- (continuatie-) exponent voor het benedenstroomse, resp. bovenstroomse riviergedeelte
k^+, k^-	elementaire (= karakteristieke) voortplantings-exponent voor een afgaande, resp. opgaande golf (zo nodig te voorzien van index $H, Q, o.d.$)
$rek^\pm$ of k_r	dampingsexponent (zo nodig te voorzien van indices $+, -, H, Q, o.d.$)
$imk^\pm$ of k_i	golfgetal (zo nodig te voorzien van indices $+, -, H, Q, o.d.$)
c_ω, c_n	fasesnelheid van een golf met hoekfrequentie ω , resp. van n -de harmonische component (zo nodig te voorzien van indices $+, -, H, Q, o.d.$).

Biilage 3

Symbolen voor getijhydraulika; karakteristieke methoden

c^+, c^-	voortplantingssnelheid van de aflopende, resp. oplopende golfcomponent
Z^+, Z^-	golftegenstand van de aflopende, resp. oplopende golfcomponent
Y^+, Y^-	golftoelating van de aflopende, resp. oplopende golfcomponent
c_0	gemiddelde van de absolute waarde van de voortplantingssnelheden c^+ en c^-
Z_0	gemiddelde van de absolute waarden van de golftegenstanden Z^+ en Z^-
Y_0	gemiddelde van de absolute waarden van de golftoelatingsen Y^+ en Y^-
c_m	)
Z_m, Y_m	) waarden bij een gemiddelde
M_m, B_m	) waterstand (b.v. bij de
W_m	) middenstand) van
	)
	)
	)
	)
Δt of τ	gemiddelde voortplantingstijd van een vak
H_i, Q_i enz.	beginwaarden (waarden voort $t = 0$) van H, Q enz.

Bijlage 4

Aanbevolen indices

=====

Kernletter heeft betrekking op:	index:
x - as, y - as, z - as, of idem - richting	x, y, z
stroomvoerend bed (<u>s</u> tream-bed)	s
waterspiegel (<u>w</u> ater-surface)	w
bodem (<u>b</u> ottom)	b
middenstand of middelwaarde van de waterstand (<u>m</u> ean)	m
schuifspanning langs de bodem (<u>r</u> esistance)	r
schuifspanning langs de waterspiegel (<u>w</u> ater- <u>s</u> urface)	s (w)
kritische stromingstoestand (<u>c</u> ritical)	c
beginvoorwaarde (<u>i</u> nitial)	i (o)
harmonische componenten (nulde, eerste, tweede enz.)	0, 1, 2 enz.

Bijlage 5

Definities van enige hydraulische grootheden; algemeen =====

Weerstands- of doorlaatsysteem.

Dit is een hydraulisch systeem (geul, buis, overlaat, sluis, grondmassa enz.) dat onder inwerking van een verval of waterstand water doorlaat, zodanig dat de afvoer een functie is van het verval of de waterstand, en omgekeerd.

Machtswet.

Dit is een weerstandswet (of doorlaatwet) waarbij de afvoer evenredig is gesteld met een bepaalde macht van het verval of van de waterstand boven zeker nulpunt. Het verval of de waterstand is dan ook omgekeerd evenredig met een zekere macht van de afvoer.

Weerstandsexponent.

Dit is de exponent van de macht van de afvoer waarmee het verval of de waterstand evenredig is.

Doorlaatexponent.

Dit is de exponent van de macht van het verval of de waterstand waarmee de afvoer evenredig is.

Lineaire weerstand of doorlating.

Hierbij zijn verval of waterstand en afvoer evenredig met elkaar. Voorbeeld: buis met laminaire stroming; grondmassa.

Quadratische weerstand.

Hierbij is het verval evenredig met het kwadraat van de afvoer. Voorbeeld: geul, buis met turbulente stroming, bocht, profiel verwijding.

Quadratische doorlating.

Hierbij is de afvoer evenredig met het kwadraat van het verval of de waterstand. Voorbeeld: parabolische overlaat.

Weerstand.

Dit is bij een weerstandssysteem met machtswet het verval of de waterstand die optreedt (of volgens de machtswet zou optreden) bij een afvoer één.

Doorlating.

Dit is bij een doorlaatsysteem met machtswet de afvoer die optreedt (of volgens de machtswet zou optreden) bij een verval één of bij een waterstand één boven het nulpunt.

Afvoervermogen

van een dwarsprofiel, is de afvoer die door het profiel gaat (of volgens de weerstandswet zou gaan) bij een verhang één.

Traagheidssysteem.

Dit is een hydraulisch systeem dat onder inwerking van een verval water doorlaat, zodanig dat de fluxie van de afvoer evenredig is met het verval.

Traagheid.

Dit is het verval over een traagheidssysteem bij een toename der afvoer per eenheid van tijd, ter grootte één.

Bergingssysteem.

Dit is een hydraulisch systeem dat onder inwerking van een verval of waterstand een waterverplaatsing overdraagt of opneemt, zodanig dat het volumen verplaatst water een functie is van het verval of de waterstand.

Berging.

Dit is de toename van de waterverplaatsing door of naar een bergingssysteem, per eenheid van toename van het verval of de waterstand.

Golftegenstand.

Dit is de limiet van de toename van de energiehogte per eenheid van toename van de afvoer, veroorzaakt door een plotselinge, hetzij van beneden af hetzij van boven af komende regime-verandering in een waterloop, indien zowel de toename der afvoer zelf als de tijd waarin deze plaats grijpt, tot nul naderen.

Golftoelating.

Dit is de limiet van de toename van de afvoer per eenheid van toename van de energiehogte, veroorzaakt door een plotselinge, hetzij van beneden af hetzij van boven af komende regime-verandering in een waterloop, indien zowel de toename der energiehogte zelf als de tijd waarin deze plaats grijpt, tot nul naderen.

Kinetische factor of kinetische schijnweerstand

is de factor waarmee het kwadraat van de afvoer vermenigvuldigd moet worden om de snelheidshogte te verkrijgen.

Biilage 6

Definities van enige hydraulische grootheden; periodiek getij
=====

Gemiddelde

van een periodiek veranderende grootheid, is het gemiddelde dier grootheid, gevonden door integratie naar de tijd over een volle periode.

Amplitude

van een sinusvormig veranderende grootheid, is de grootste afwijking van het gemiddelde dier grootheid, naar boven of (dit is hetzelfde) naar beneden.

Periode.

Dit is de tijd waarna een periodiek veranderende grootheid weer dezelfde waarde bereikt.

Frequentie.

Dit is het aantal perioden per tijdseenheid.

Ogenblikkelijke fase

van een sinusvormig veranderende grootheid, is dat gedeelte van de periode dat verlopen is sedert het voorafgaande maximum bereikt werd, uitgedrukt in hoekmaat, waarbij dan de volle periode op 2π rad (of 360°) gesteld wordt.

Hoekfrequentie

van een sinusvormig veranderende grootheid, is de toename van de ogenblikkelijke fase per eenheid van tijd.

Fase of aanvankelijke fase

van een sinusvormig met de tijd veranderende grootheid, is de ogenblikkelijke fase op het nulpunt van de tijdrekening.

Faseverschil

van twee sinusvormig in de tijd veranderende grootheden met gelijke periode, is het verschil der (aanvankelijke) fasen dier grootheden.

In fase (synchroon, in synchronisme).

Twee sinusvormig in de tijd veranderende grootheden zijn met elkaar in fase, als hun faseverschil nul is. Men zegt dan ook wel dat de grootheden synchroon, of dat ze in synchronisme zijn.

In oppositie.

Twee sinusvormig in de tijd veranderende grootheden zijn met elkaar in oppositie, als hun faseverschil $\pm \pi$ rad bedraagt.

In quadratuur.

Twee sinusvormig in de tijd veranderende grootheden zijn met elkaar in quadratuur, als hun faseverschil $\pm \frac{1}{2}\pi$ rad bedraagt.

Voor (na-)ijling.

Een sinusvormig in de tijd veranderende grootheid ijlt bij een andere dergelijke grootheid voor (na), als het faseverschil tussen die eerste en die tweede grootheid tussen 0 en π ($-\pi$ en 0) gelegen is.

Daagsgetij.

Dit is een getij met een periode van (ongeveer) een etmaal.

Halvdaagsgetij.

Dit is een getij met een periode van (ongeveer) een half etmaal.

Hoogwater.

Dit is (het tijdstip van) de hoogste waterstand.

Laagwater.

Dit is (het tijdstip van) de laagste waterstand.

Halftij

Dit is het gemiddelde van hoogwater en laagwater.

Tijverschil.

Dit is het verschil tussen hoogwater en laagwater.

Middenstand.

Dit is het gemiddelde van de waterstand, ingeval deze een periodieke functie van de tijd is.

Wassend (rijzend, stijgend) tij.

Dit is (het tijdperk van) het wassen van de waterspiegel van laagwater naar hoogwater.

Vallend (zakkend, dalend) tij.

Dit is (het tijdperk van) het vallen van de waterspiegel van hoogwater naar laagwater.

Vloed.

Dit is (het tijdperk van) de afvoer van water van zee uit naar boven (binnen).

Eb.

Dit is (het tijdperk van) de afvoer van water van boven (binnen) naar zee toe.

Kentering.

Dit is het tijdstip waarop de gemiddelde afvoer door een dwarsprofiel nul is.

Bovenafvoer.

Dit is het gemiddelde van de afvoer, ingeval deze een periodieke functie van de tijd is.

Getijstroom (getijafvoer).

Dit is de vloed vermeerderd, of de eb verminderd, met de bovenafvoer.

Vloedvolumen.

Dit is het volumen water dat tussen twee kenteringen door de vloed naar boven (binnen) gebracht wordt.

Ebvolumen.

Dit is het volumen water dat tussen twee kenteringen door de eb naar beneden (buiten) gebracht wordt.

Getijvolumen.

Dit is het volumen water dat door de getijstroom heen en weer gebracht wordt (gemiddelde van vloed- en eb-volumen).

Bovenafvoervolumen.

Dit is het volumen water dat door de bovenafvoer in een getijperiode wordt afgevoerd (verschil van eb- en vloed-volumen).

