

1147.9.1

Bezwaar tegen gemiddelde SV-standen en vergaande extrapolatie.

De bekende op half-logarithmisch papier getekende frequentielijnen mogen, voor de 76 jaren waarover wij enigszins zijn ingelicht, ongeveer recht zijn, zij geven echter een beeld dat vaak aanleiding geeft tot misverstanden.

Als voorbeeld wordt hier genomen het station Brouwershaven: "de rechte lijn" wordt hieronder steeds "lijn A" genoemd.

Eerste bezwaar.

Een stand, die volgens "lijn A" gemiddeld eens in een eeuw voorkomt (dus hoger of lager kan zijn) is 3.72+. Men moet zich dan afvragen: hoeveel hoger of hoeveel lager kan die zijn? Het antwoord is dat de SV-stand in die eeuw zéér veel hoger kan zijn dan 3.72+ en ook vrij aanzienlijk lager.

Voor constructeurs is het werken met gemiddelden niet aantrekkelijk, zelfs niet aanvaardbaar.

Men ontwerpt geen brug op een gemiddelde belasting, maar op een maximale. Evenals bij bruggen heeft men bij dijken te maken met lichte en zware belastingen. Bruggenbouw zou eveneens een frequentievraagstuk dienen te zijn; immers zware wagens kunnen worden gevolgd door nog zwaardere en vooral de combinatie van zware wagens kan de belasting tot een hoog maximum opvoeren. Men heeft voorts het toenemen van de zwaarte der vehikels in de loop der jaren, analoog aan de zeespiegelrijzing.

Het "decisieprobleem" wordt bij bruggen opgelost, niet langs wiskundige of economische weg, maar op veel eenvoudiger manier. Men neemt de uiterst denkbare combinatie van zware belasting, of althans een zéér hoge, en men rekent bovendien nog met een zg. veiligheidscoëfficiënt van een paar honderd procenten. Men beoogt dus de "absolute" veiligheid, die in theorie misschien niet bestaat, maar in de praktijk wel.

In wezen is er weinig verschil tussen dijksbouw en bruggenbouw wat betreft de theorie der belastingsfrequentie en veiligheid. Weliswaar zijn dijken vaak kostbaarder, doch daar staat tegenover dat de belangen bij de dijken veel groter zijn. De bruggen bij Tien Gemeten worden geraamd op ongeveer 15 mln gulden, de dijksverhoging in het ZW des lands 100 malen meer, maar de schaden zijn daarmee evenredig. Een schade bij doorbraak van een belangrijke dijk is spoedig honderd malen groter dan een schade tengevolge van een grote brug, die zich heeft begeven.

Het kennelijk meten met twee maten is misschien verklaarbaar door het verschil in niveau der aanlegkosten? Een brug veroudert echter snel en wordt binnen een aantal jaren vernieuwd. Een dijk wordt gebouwd voor vele eeuwen. Een vergelijkende studie op economisch-frequentisch gebied van een primaire brug en een primaire dijk zou tot merkwaardige uitkomsten kunnen leiden.

Hoe dit zij, men mag een constructie (dijk, brug, kap, weg, enz.) niet op een gemiddelde belasting berekenen, noch een normale veiligheidsmarge verwaarlozen.

Tweede bezwaar.

Behalve met het werken met gemiddelden, heeft men nog het bezwaar der ver doorgevoerde extrapolatie.

Prof Thijsse en ik kwamen indertijd onafhankelijk van elkaar tot een maatgevende stand van ongeveer 5.20+ te Brouwershaven, (springtij van 1.66+ plus voorgekomen opzet vermeerderd met 10%). De frequentie van die stand was ongeveer 1/32000 d.w.z. hij zou gemiddeld eens in de 32000 jaren worden overschreden, indien er geen bodemdaling was. Dit betekent een grote extrapolatie. Het is bepaald fout hierbij te denken aan een toekomst van 32000 jaren, daar deskundigen over 20.000 jaren een tropisch klimaat in Nederland verwachten. Constructeurs willen het liefst niet verder zien dan een eeuw, en dit is ook voldoende.

Onderstaande beschouwingwijze komt tegemoet aan de beide bezwaren die hierboven zijn genoemd: het werken met gemiddelde belastingen en het verre extrapoleren. Er wordt niet betoogd dat de hier gevolgde beschouwingwijze geheel nieuwe uitkomsten geeft; immers alles berust slechts op 76 jaren van waarnemingen, doch het schijnt niet nodig met gemiddelden te werken of met een toekomsttermijn van langer dan een eeuw.

Om te beginnen werd met de jaarmaxima gewerkt. De basis was dus een lijst van 76 hoogten elk voorstellend de hoogste stand van een der jaren in de periode 1877-1954. Al deze hoogten werden herleid tot 1948 met het oog op de in die periode voorgekomen bodemdaling.

De standen der aldus opgestelde lijst varieerden voor Brouwershaven van 2.10+ tot 4.25+ (bijlage 1) terwijl lijn A bij frequentie van 1 jaar ( $10^0$ ) slechts 2.52+ aangeeft. Dit gemiddelde werd voor 55% overschreden, maximaal met een bedrag van 1.73 m.

Hieruit blijkt reeds dat men met de gemiddelden van lijn A voorzichtig moet zijn.

De gewone en de geaccumuleerde empirische frequentiekrommen werden op bijlage 1 voorgesteld. De theoretische, zg. Poissonse (scheve) verdeling is er tevens op aangegeven, alsmede de zg. risicolijnen. Onder risicolijnen worden hier verstaan de lijnen die de overschrijdingskansen aangeven met 50%, 40% ..... 2%, 1%, enz. Bedoeld worden hier de empirische risicolijnen.

Op bijlage 2 werden deze empirische risico percentages op de lijn der jaarmaxima (frequentie  $10^0$ ) uitgezet naast de bekende "rechte lijn", welke tot nog toe voor de extrapolatie gebruikt werd, (lijn A). Punt 1 stelt voor het laagste jaarmaximum (2.10+), punt 2 het hoogste (4.25+). Het gemiddelde der 76 jaarmaxima (2.52+) ligt op lijn A met frequentie  $10^0=1$ .

Uit de basislijst der 76 jaarmaxima kunnen tevens de twee-jaarmaxima, drie-jaarmaxima, enz. worden bepaald, door telkens het hoogste cijfer te nemen van achtereenvolgende groepen van 2, 3, ... cijfers. Ook deze maxima van telkens 2, 3, ... jaar werden op bijlage 2 getekend\*).

\*) De zwarte punten van bijlage 2, waardoor de risicolijnen werden getrokken, zijn genomen van bijlage 3, waaruit de spreiding der waarnemingspunten zelf volgt.

Er blijkt daarbij dat de lijnen met gelijke risico's ongeveer evenwijdig lopen met lijn A en dit moet ook volgens de theoretische Poissonse verdeling het geval wezen.

Men kan die evenwijdigheid slechts empirisch aantonen voor de risicolijnen tussen ongeveer 90% en 1%, omdat daarbuiten de waarnemingen niet in voldoende aantal aanwezig zijn. Theoretisch zou deze evenwijdigheid echter voor de overige risicolijnen eveneens aanwezig moeten zijn. Dit volgt nog uit het onderstaande.

De theoretische risicolijnen gebaseerd op rechtlijnige extrapolatie zijn getekend op bijlage 4. De bundel evenwijdige lijnen toont weer aan dat lijn A ver naar links ligt. Feitelijk interesseert ons de linker helft der bundel, inclusief lijn A, niet, doch slechts de uiterste lijnen rechts.

Keren wij terug tot de empirische gegevens. Bijlage 2 geeft slechts de meest rechtse risicolijnen, daar de andere ons geen belang inboezemen. Men kan nu als uitgangspunten nemen:

- a. dat men wil uitgaan van de max. voorgekomen vloedhoogte, punt 2.
- b. dat men voor een eeuw veilig wil wezen, dus tot de frequentielijn  $10^{-2} = 1/100$ .
- c. dat men een lijn mag trekken door punt 2 welke evenwijdig is met de empirische risicolijnen van de bundel (d.i. ongeveer evenwijdig met lijn A).
- d. dat er geen bodemdaling zal zijn na 1948.

Men komt dan voor Brouwershaven, rekenend dat de hydrografische toestand aldaar in de eeuw 1954-2054 niet verandert, tot een stand van 5.40+.

Deze stand kan men nog als volgt verklaren:

Uitgaande van frequentie 1/100 dus van de stand 3.70+ op lijn A, blijkt dat de stand te Brouwershaven van 5.40+ de stand is die gemiddeld één maal per eeuw bereikt of overschreden wordt, met een bedrag van 1.73 m (dit is het tussen 1877 en 1954 voorgekomen overschrijdingsbedrag).

Men vindt dan dus  $3.70 + 1,73 = 5.4+$ .

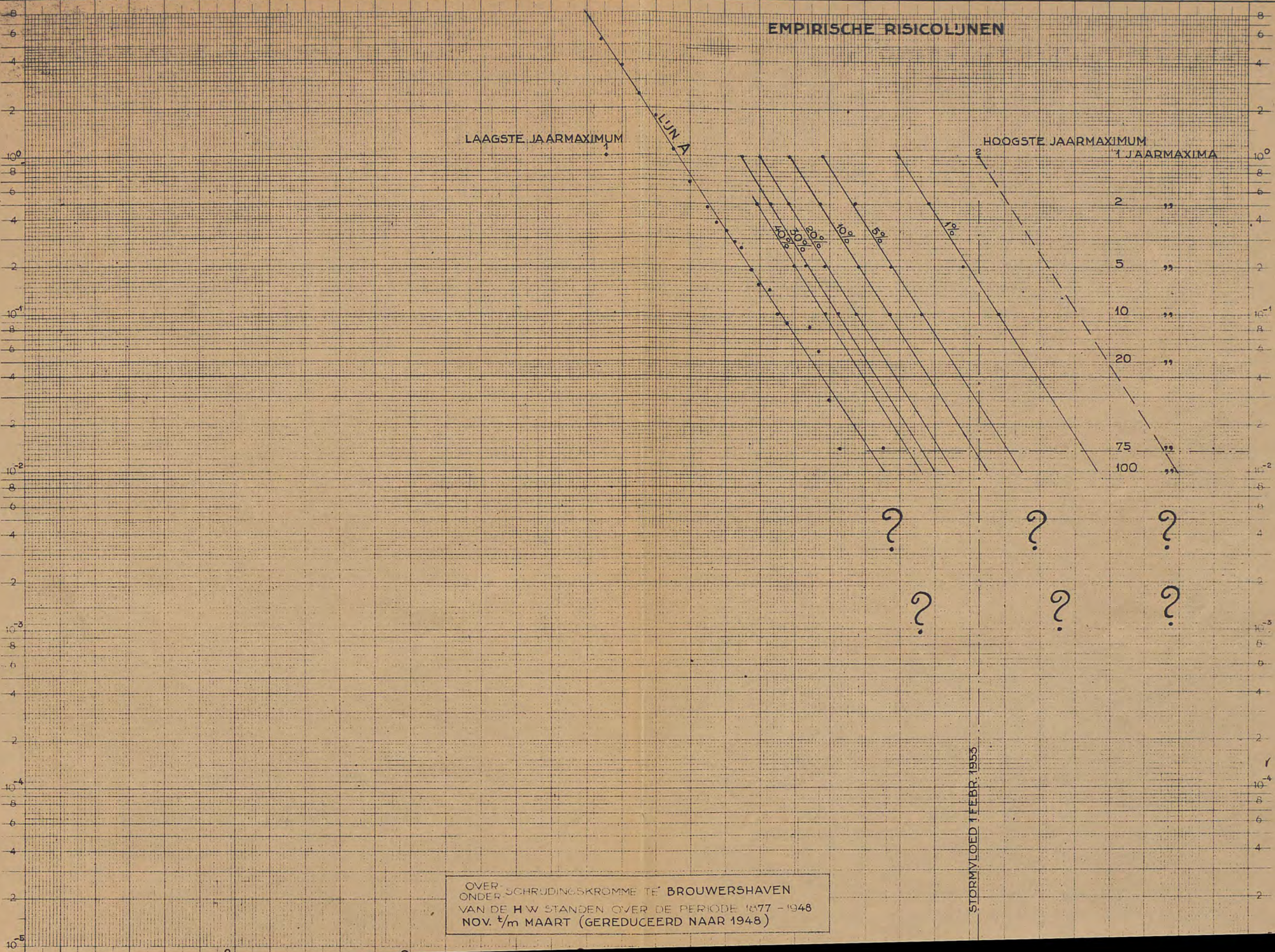
De stand van 5.4+ kan ook gedefinieerd worden als volgt: de stand die ontstaat bij een vrij hoge springvloed van 1.66+ (18 Januari 1953) en een opzet die 18% groter is dan die van 1953.

Hoewel deze berekening in wezen niets nieuws levert, geeft zij misschien voor de praktijk voordelen, welke aanvaardbaar zijn. In plaats van uit te gaan van punt 2 (vloedshoogte 1953) kan men ook van een hoger of lager punt uitgaan. Het al of niet precies evenwijdig zijn van de lijn door punt 2 (of diens plaatsvervanger) met lijn A is van betrekkelijk weinig betekenis; dit kan ten hoogste in de orde van grootte van  $\pm 1$  dm zijn.

Het voordeel van de hier gevolgde voorstellingswijze is dat men de helling van de frequentielijn A over nagenoeg een eeuw (76 jaren) kent en deze voor de volgende eeuw gebruikt, niet verder.

Met deze methode gaat het Mathematisch Centrum c.s. accoord volgens de vergadering van Vrijdag 9 April 1954 in Amsterdam.

GEM. AANTAL KEREN OVER-SCHRUDING PER JAAR



### EMPIRISCHE RISICOLIJNEN

LAAGSTE JAARMAXIMUM

LIJN A

HOOGSTE JAARMAXIMUM

1 JAARMAXIMA

100%  
80%  
20%  
10%  
5%  
1%

2

5

10

20

75

100

?

?

?

?

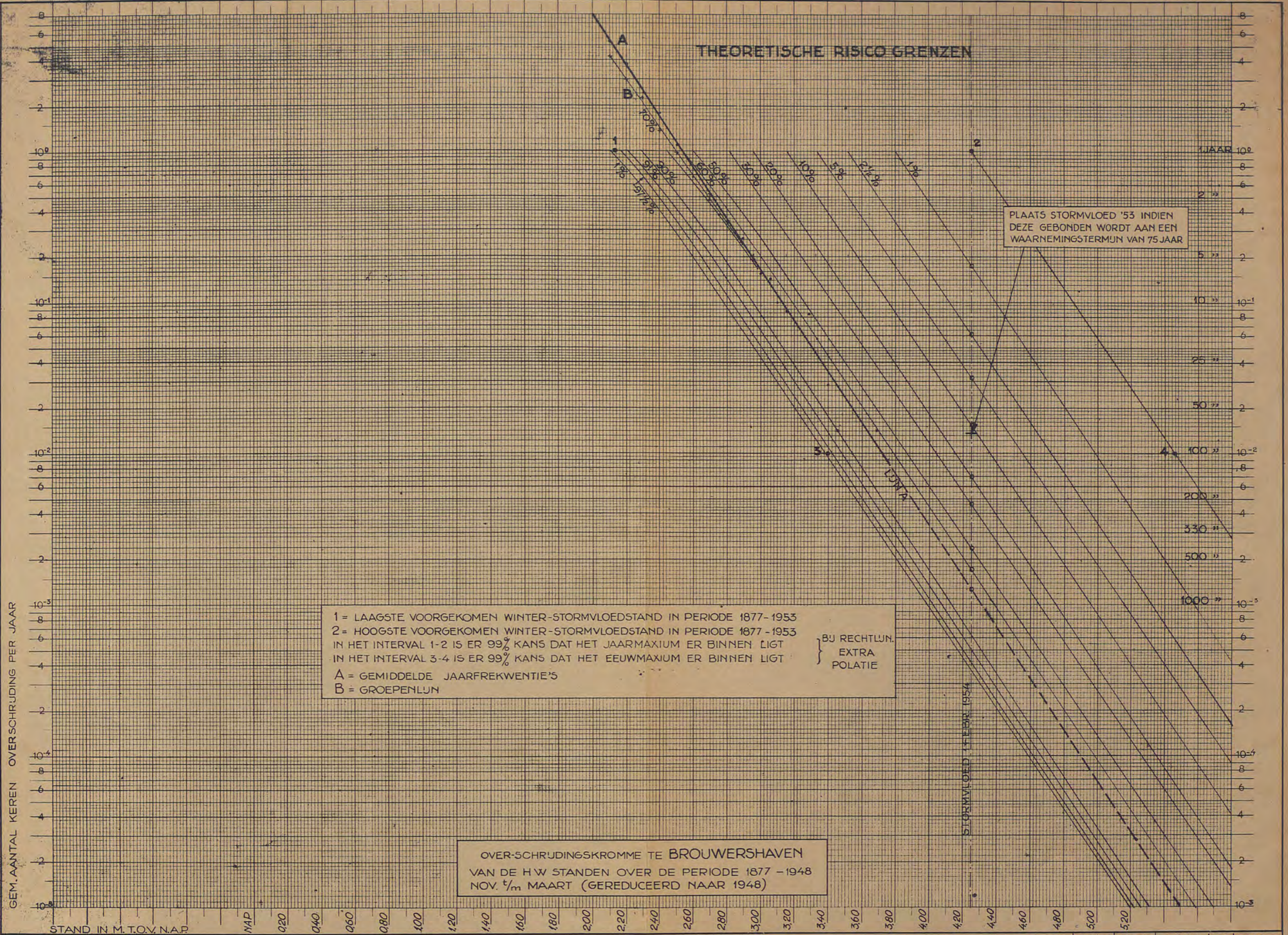
?

?

OVER-  
ONDER-SCHRUDINGSKROMME TE BROUWERSHAVEN  
VAN DE H.W. STANDEN OVER DE PERIODE 1877-1948  
NOV. t/m MAART (GEREDUCEERD NAAR 1948)

STORMVLOED 1 FEBR. 1953

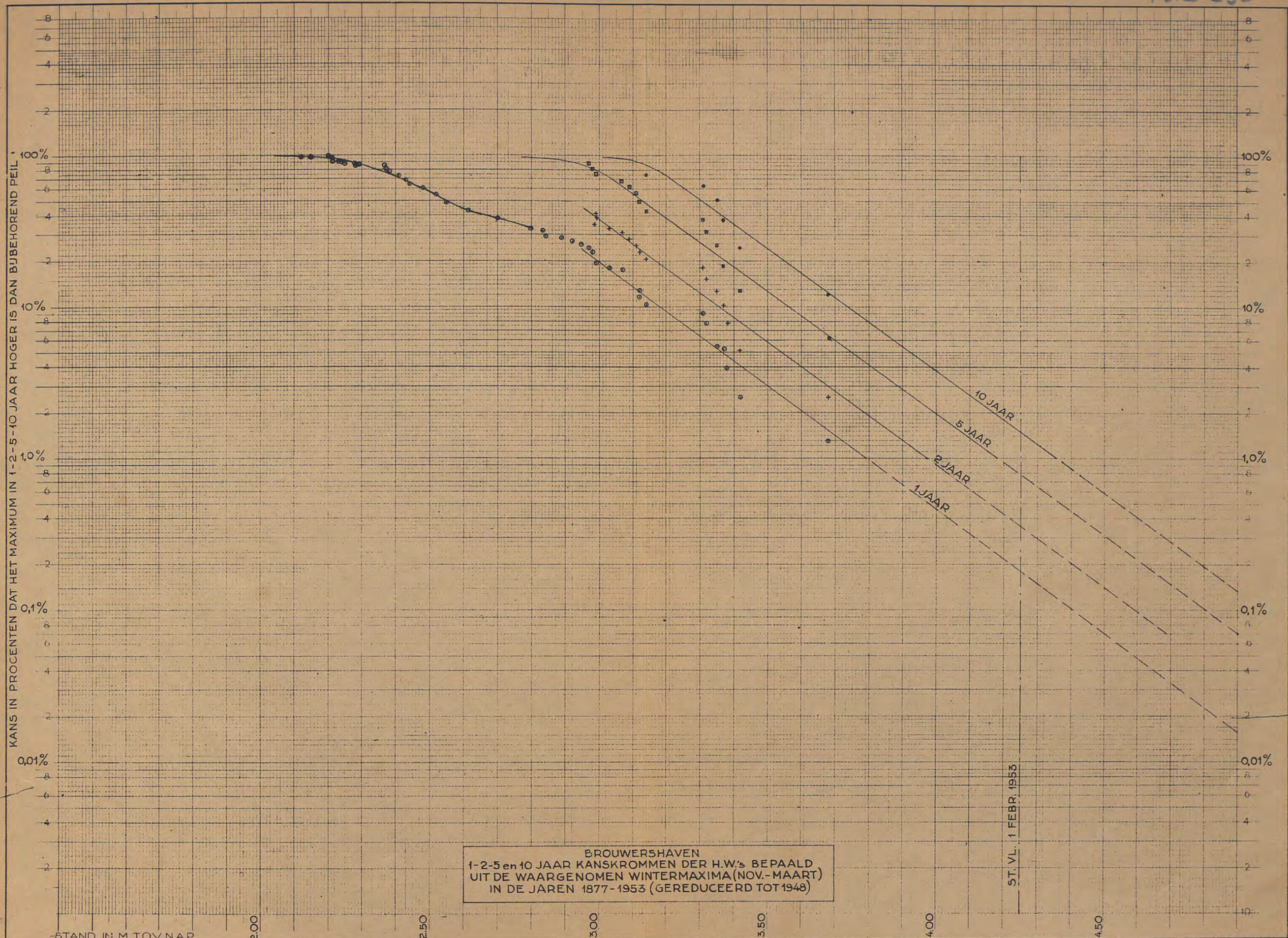
# THEORETISCHE RISICO GRENZEN



1 = LAAGSTE VOORGEKOMEN WINTER-STORMVLOEDSTAND IN PERIODE 1877-1953  
 2 = HOOGSTE VOORGEKOMEN WINTER-STORMVLOEDSTAND IN PERIODE 1877-1953  
 IN HET INTERVAL 1-2 IS ER 99% KANS DAT HET JAARMAXIUM ER BINNEN LIGT  
 IN HET INTERVAL 3-4 IS ER 99% KANS DAT HET EEUWMAXIUM ER BINNEN LIGT  
 A = GEMIDDELDE JAARFREKWENTIE'S  
 B = GROEPENLIJN

} BIJ RECHTLIJN. EXTRA POLATIE

OVER-SCHRJDINGSKROMME TE BROUWERSHAVEN  
 VAN DE H/W STANDEN OVER DE PERIODE 1877 - 1948  
 NOV. t/m MAART (GEREDUCEERD NAAR 1948)



BROUWERSHAVEN  
 1-2-5 en 10 JAAR KANSKROMMEN DER H.W.'s BEPAALD  
 UIT DE WAARGENOMEN WINTERMAXIMA (NOV.-MAART)  
 IN DE JAREN 1877-1953 (GEREDUCEERD TOT 1948)