

ONDERZOEK NAAR DE OVERDRUKKEN  
ONDER EEN ASFALTBODEMBESCHERMING  
BIJ EEN GELEIDELIJKE SLUITING

VERSLAG ONDERZOEK

AFGEHANDELD

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM  
DELFT M 924

RIJKSWATERSTAAT DELTADIENST  
WATERLOOPKUNDIGE AFDELING W 937

4 JULI 1969

BIBLIOTHEEK  
**Waterloopkundig Laboratorium**  
Raam 61 - DELFT

ONDERZOEK NAAR DE OVERDRUKKEN  
ONDER EEN ASFALTBODEMBESCHERMING  
BIJ EEN GELEIDELIJKE SLUITING

Verslag modelonderzoek

Waterloopkundig Laboratorium  
Delft M 924  
Rijkswaterstaat Deltadienst  
Waterloopkundige Afdeling W937

## INHOUD

|   | <u>blz.:</u> |
|---|--------------|
| <u>1. Inleiding</u> .....   | 1            |
| <u>2. Hydraulische metingen</u>                                   |              |
| 2.1. Algemeen .....   | 3            |
| 2.2. Maatgevende omstandigheden .....                             | 3            |
| 2.3. Codering der situaties .....                                 | 5            |
| 2.4. Schalen .....  | 6            |
| 2.5. Proefopstelling en meetmethode .....                         | 6            |
| 2.6. Meetresultaten .....   | 7            |
| <u>3. Elektrische analogiemetingen</u>                            |              |
| 3.1. Modellen .....   | 8            |
| 3.2. Randvoorwaarden .....  | 9            |
| 3.3. Elektrische metingen .....                                   | 9            |
| 3.4. Meetresultaten .....   | 9            |
| <u>4. Beschouwing over de verwerking van de meetresultaten</u> .. | 11           |
| <u>5. Opmerkingen</u> .....                                       | 12           |
| <u>6. Conclusies</u> .....  | 13           |

## TABELLEN

1 ... 22 Overzicht van de verrichte proeven.

## FIGUREN

1. Middengoot.
- 2, 3. Damvormen met een aanlegdiepte van N.A.P. - 7 m en N.A.P. - 14 m.
- 4, 5, 6. Damvormen met een aanlegdiepte van N.A.P. - 21 m.
7. Situering drukkpunten bij de diverse bodemdiepten en damvormen.
8. Elektrische analogiemodellen.
9. Invloed ondergrens op de maximale overdrukken.

Brede sluitkade van stortsteen 10 - 300 kg.

- |     |      |             |
|-----|------|-------------|
| 10. | T3.1 | 16. T2.2.D. |
| 11. | T3.2 | 17. T2.3    |
| 12. | T3.3 | 18. T2.4    |
| 13. | T3.4 | 19. T2.4.D. |
| 14. | T2.1 | 20. T1.1    |
| 15. | T2.2 |             |

21. T1.1 Brede sluitkade van betonkubussen.
22. T1.1 Brede sluitkade van asfalt met ruw oppervlak.
23. T1.1 Brede sluitkade van asfalt met glad oppervlak.

Brede sluitkade van stortsteen 10-300 kg.

- |     |        |  |
|-----|--------|--|
| 24. | T1.2   |  |
| 25. | T1.3   |  |
| 26. | T1.3.B |  |
| 27. | T1.3.D |  |
| 28. | T1.3   | Brede sluitkade van betonkubussen.             |
| 29. | T1.3   | Brede sluitkade van asfalt met ruw oppervlak.  |
| 30. | T1.3   | Brede sluitkade van asfalt met glad oppervlak. |

Brede sluitkade van stortsteen 10 - 300 kg

- |     |        |  |
|-----|--------|--|
| 31. | T1.4   |  |
| 32. | T1.4.B |  |
| 33. | T1.4.D |  |
| 34. | T1.5.B |  |
| 35. | T1.5.D |  |

Smalle sluitkade.

- 36. T1.1 Stortsteen 10 - 300 kg.
- 37. T1.1 Betonkubussen.
- 38. T1.1 Asfalt met ruw oppervlak.
- 39. T1.3 Stortsteen 10 - 300 kg.
- 40. T1.3 Betonkubussen.
- 41. T1.4 Betonkubussen.
- 42. T1.3 Asfalt met ruw oppervlak.

Extra brede drempel. Smalle sluitkade van stortsteen 10 - 300 kg.

- 43. T1.1
- 44. T1.3

Situatie zonder drempel.

- 45. T1.1 Sluitkade van betonkubussen. Eén kruin.
- 46. T1.1 Sluitkade van betonkubussen. Dubbele kruin.
- 47. T1.3 Sluitkade van betonkubussen. Eén kruin.
- 48. T1.3 Sluitkade van betonkubussen. Dubbele kruin.
- 49, 50. T1.E Situatie zonder drempel. Eindfase geleidelijke sluiting. Dubbele kruin.
- 51. T1.1.C, T1.3.C Invloed ondergrens op de maximale overdrukken.
- 52. Verloop van de maximale overdrukken bij verschillende asfaltslablengten.

Onderzoek naar de overdrukken onder een asfaltbodembescherming  
bij een geleidelijke sluiting

1. Inleiding

Bij de sluiting van zeegaten ontstaat tijdens de sluitperiode tengevolge van profielvernauwing, een aanzienlijke verhoging van de stroomsnelheden in en nabij de sluitgaten. Om ontgrondingen direkt benedenstrooms van de sluitdam tegen te gaan, worden op uitgebreide schaal bodembeschermingen aangebracht.

Wanneer asfalt als materiaal voor deze bodembescherming wordt gekozen ligt het voordeel vooral daarin, dat de grote oppervlakken snel aangebracht kunnen worden. Als nadeel van de toepassing van een asfaltslab wordt genoemd de mogelijkheid dat wateroverdrukken aan de onderkant ervan ontstaan. In extreme gevallen kan dit, wanneer het eigen gewicht niet voldoende is, tot oplichting van grote gedeelten van de asfaltslab leiden.

De maximale overdrukken, die tijdens de sluiting kunnen voorkomen, bepalen de dikte van de aan te brengen asfaltslab. Daarbij is het mogelijk, dat om technische en/of economische redenen afgezien zou moeten worden van de toepassing van een dergelijke asfaltslab. Dit onderzoek is bedoeld om inzicht te verschaffen in de dikte van de onder diverse omstandigheden toe te passen asfaltslab.

Voor het bepalen van de overdrukken is het kennen van de drukverdeling op de bodem van het sluitgat en omgeving noodzakelijk. Deze drukverdeling wordt hier verder "vervalkromme" over het sluitgat genoemd.

De vervalkrommen zijn gemeten in een twee-dimensionaal hydraulisch model in het Waterloopkundig Laboratorium De Voorst voor verschillende situaties. Gevarieerd werden hierbij de bodemdiepte; het materiaal, de vorm en de kruinhoogte van de sluitdam alsmede het verval over de dam.

De vervalkrommen dienen als randvoorwaarden voor de elektrische analogiemetingen ter bepaling van het drukverloop onder de asfaltslabben. Bij deze analogiemetingen zijn voor enkele toestanden nog extra gevarieerd de lengte van de asfaltslab en de dikte van het watervoerend pakket. De verschillen tussen de vervalkromme aan de bovenkant van de slab en het drukverloop aan de onderkant van de asfaltslab geven het verloop van de overdrukken, waaruit de dikte van de

asfaltslab kan worden bepaald.

Dit verslag werd samengesteld door F.J. Haverhoek project-ingenieur bij het Waterloopkundig Laboratorium en J.C. van der Burg van de Waterloopkundige Afdeling van de Deltadienst der Rijkswaterstaat.

## 2. Hydraulische metingen

### 2.1. Algemeen

De hydraulische proeven, die het meten van de vervalkromme over het sluitgat tot doel hebben, zijn, gedurende de periode van september 1966 tot mei 1967, uitgevoerd in één der goten (de middengoot) van het Waterloopkundig Laboratorium De Voorst.

Deze goot is 30 m lang; 0,80 m breed en 1,15 m hoog. Een lange zijwand van de goot bestaat geheel uit perspex, zodat de proeven visueel goed te volgen waren. Twee pompen, die elk een debiet, variërend van 0 tot 300 l/s, kunnen leveren, zorgen ervoor dat het water in een gesloten circuit wordt rondgepompt. De pompen voeren het water in een hooggeplaatste stalen bak. Via een cirkelstuw stort het water uit deze bak in de goot. Na het doorlopen van de goot wordt het water, via een retourkanaal, weer naar de pompen teruggeleid. (figuur 1).

### 2.2. Maatgevende omstandigheden

Alle profielen, waarbij de drukken boven de asfaltbodembescherming gemeenten zijn, zijn gebaseerd op hetzelfde schema. Van rivier- naar zeezijde gezien, bestaat het profiel achtereenvolgens uit: een horizontale doorlatende bescherming van het orthodoxe type (zinkstukken), een horizontale asfaltslab, de dam, wederom een horizontale asfaltslab en een horizontale doorlatende bescherming. Tussen de dam en de asfaltslab bevindt zich, afhankelijk van de damvorm, eventueel nog een doorlatende bescherming.

De aanlegdiepte van de asfaltslabben is gevarieerd en kwam respectievelijk overeen met diepten van N.A.P. - 7 m, N.A.P. - 14 m en N.A.P. - 21 m. Als slablengte werd in deze drie gevallen respectievelijk aangehouden 25 m, 45 m en 65 m.

Bij de aanlegdiepten van N.A.P. - 7 m en N.A.P. - 14 m is er slechts één damvorm onderzocht. In deze gevallen bestaat de dam uit twee gedeelten, te weten: een drempel met taluds van 1:6, reikend tot een hoogte van respectievelijk N.A.P.-4,5 m en N.A.P.-10 m en een sluitkade met taluds van  $1:1\frac{1}{4}$ . De aanlegbreedte, dat is de kruinbreedte van de drempel, en de kruinbreedte van de sluitkaden zijn zodanig gekozen dat de taluds van  $1:1\frac{1}{4}$  elkaar in het verlengde op N.A.P.+3 m snijden.



De hoogte van de dammen in hun geheel is zodanig gevarieerd, dat de vernauwing in verticale zin, ten opzichte van de totale benedenstroomse waterdiepte (gerekend vanaf de bodem tot N.A.P.), achtereenvolgens 50, 60, 70 en 80% bedraagt (zie figuur 2). Er zijn diverse soorten dammateriaal toegepast.

Iedere situatie is, waar nodig en mogelijk, doorgemeten voor vier verschillende vervallen 0,375 m; 0,75 m; 1,125 m, en 1,50 m. Behalve in een paar toestanden is voor de benedenwaterstand steeds N.A.P. aangehouden. In het elektrische model zijn in sommige toestanden bovendien nog variaties toegepast in de slablengte en de dikte van het watervoerend pakket onder de dam. De tabellen 1 t/m 22 geven een overzicht van de onderzochte combinaties van variabelen.

Bij de aanlegdiepte van N.A.P. - 21 m zijn meerdere damvormen onderzocht.

- a. De eerste damvorm komt overeen met de vorm van de dammen met respectievelijk aanlegdiepten van N.A.P. - 7 m en N.A.P. - 14 m. De taluds van de drempel (1:6) reiken nu tot een hoogte van N.A.P. - 18 m en de sluitkade met taluds van  $1:1\frac{1}{4}$  sluit weer achtereenvolgens 50, 60, 70 en 80% van het doorstromingsprofiel af (in een enkel geval zelfs 90%). De kruinbreedte van de drempel bedraagt 52,50 m (figuur 4).
- b. De tweede damvorm heeft precies dezelfde drempel als genoemd onder a. De sluitkade (taluds  $1:1\frac{1}{4}$ ) is echter veel smaller en wel zodanig, dat de kruinbreedte van de sluitkade 3 m bedraagt. Deze damvorm is onderzocht voor een vernauwing van het doorstromingsprofiel van 50 en 70% (figuur 5).
- c. De derde damvorm heeft dezelfde sluitkade als genoemd onder b maar de drempel is 20 m breder, dus 72,5 m. De asfaltslabben zijn dienovereenkomstig ieder 10 m smaller, dus 55 m. De onderzochte profielvernauwing bedroeg 50 en 70% van de benedenstroomse waterdiepte (figuur 6).
- d. Bij de vierde damvorm is geen drempel aanwezig. Wel liggen de asfaltslabben op dezelfde plaats en zijn ze even lang als bij de dammen onder a en b. De sluitkade, bestaande uit betonkubussen met een ribbe van 1,25 m, heeft taluds van 1:1. De onderzochte profielvernauwing bedraagt 50 en 70% van de benedenstroomse waterdiepte (figuur 6).
- e. De laatste onderzochte damvorm wijkt alleen van de onder d genoemde af, doordat deze twee kruinen heeft (gebruik van twee kabelbanen), die 6,5 m

h.o.h. liggen. De onderzochte profielvernuwing bedraagt respectievelijk 50 en 70%.

Bovendien is deze damvorm onderzocht met een kruinhoogte op N.A.P. + 4 m (figuur 6).

Gavarieerd zijn weer o.m.: het verval, de benedenwaterstand, het materiaal van drempel en/of sluitkade en in het elektrisch model de slablengte en de dikte van het watervoerend pakket onder de dam. Voor een overzicht van de onderzochte combinaties van variabelen, zie de tabellen.

### 2.3. Codering der situaties

Voor de in 2.2. genoemde toestanden is, voor wat betreft de aanlegdiepte, de kruinhoogte en het verval, een codering toegepast.

Het eerste cijfer na de letter T (toestand) geeft daarbij de aanlegdiepte weer, waarbij:

1 = aanlegdiepte N.A.P. - 21 m;

2 = aanlegdiepte N.A.P. - 14 m;

3 = aanlegdiepte N.A.P. - 7 m;

Het tweede cijfer na de letter T geeft de profielvernuwing benedenstrooms (t.o.v. N.A.P.) weer, waarbij:

1 = profielvernuwing van 50%;

2 = profielvernuwing van 60%;

3 = profielvernuwing van 70%;

4 = profielvernuwing van 80%;

5 = profielvernuwing van 90%;

De letter, die na de code voor de profielvernuwing is toegepast, heeft betrekking op het verval.

A = verval 0,375 m;

B = verval 0,75 m;

C = verval 1,125 m;

D = verval 1,50 m.

T2.3.D geeft dus een dam weer met een aanlegdiepte van N.A.P. - 14 m, een profielvernuwing van 70% (kruinhoogte in dit geval N.A.P. - 4,20 m), terwijl het verval over de dam 1,50 m bedraagt.

De andere variabelen zoals damvorm, materiaal e.d. zijn niet in het codesys-

teem opgenomen, maar in de tabellen en figuren is de damvorm steeds met een tekening aangegeven, terwijl de overige variabelen erbij vermeld staan.

#### 2.4. Schalen

De schaal van het model in de middengoot wordt enerzijds beperkt door de afmetingen van de goot, anderzijds door de vereiste meetnauwkeurigheid. Daar het van belang is, dat de variaties in de waterspiegel en het stroombeeld over de dam juist worden weergegeven, is een model vereist met gelijke lengte- en hoogteschaal ( $n_l$  en  $n_h$ ).

Gekozen is  $n_l = n_h = 25$ . De overige schalen voldoen aan de modelwet van Froude. Hieruit volgt voor de snelheidsschaal  $n_v = \sqrt{n_h} = \sqrt{25} = 5$ .

Omdat de dichtheid van de in het prototype te gebruiken materialen gelijk is aan die van het model ( $\rho = \text{ca. } 2700 \text{ kg/m}^3$ ) is de gewichtsschaal  $n_G = n_l^3$ .

De gewenste nauwkeurigheid voor de drukmetingen bedraagt voor het prototype 2 cm waterkolom. In het model komt dat dus neer op een meetnauwkeurigheid van  $\frac{2}{25}$  cm = 0,8 mm.

#### 2.5. Proefopstelling en meetmethoden

Het hart van iedere dam is steeds gesitueerd op een afstand van 19 m benedenstrooms van het bovenstroomse begin van de goot. De toegepaste materialen zijn op schaal weergegeven. In plaats van asfalt is in het model echter multiplex gebruikt.

De drukken, die uiteindelijk in de "vervalkromme" resulteren, zijn allen in een horizontaal vlak, gelegen op een hoogte gelijk aan de bovenkant van de asfaltslabben, gemeten.

Het eerste drukpunt is gelegen ter plaatse van het meest bovenstrooms gelegen gedeelte van de asfaltslab en het laatste op de plaats waar de druk weer overeenkomt met de benedenstroomse waterstand. Voer de situering van de drukpunten bij de diverse bodemdiepten, zie figuur 4.

De drukken zijn gemeten door gebruik te maken van plastic slangen met een inwendige diameter van 8 mm. Een, rechtgesneden, uiteinde van iedere slang eindigt precies in het eerder genoemde vlak van de bovenkant der asfaltslabben. Bijzondere aandacht is geschonken aan een gladde afwerking van de bovenkant van de slang. Braam is weggeschuurd om geen, hetzij positieve of negatieve, snelheidshoogte te introduceren. Alle slangen lopen onder de dam door naar

het benedenstroomse einde van de goot, waar ze over de gootwand heen geleid worden en aangesloten worden op peilbuizen of -glazen.

De drukken, optredend bij de dammen met een aanlegdiepte van N.A.P. - 7 m, zijn vastgelegd met behulp van foto's. Om de 4 seconden zijn foto's genomen van het verloop van de drukhoogte (waterkolom) in de peilbuizen (inwendige diameter 8 mm).

Achter de peilbuizen is een millimeterverdeling aangebracht teneinde het uitwerken van de foto's mogelijk te maken. Van iedere proef zijn steeds 16 foto's genomen.

Omdat het uitwerken van de foto's een tijdrovende bezigheid bleek te zijn en bij grote drukverschillen hinder ondervonden zou kunnen worden van parallax, is voor de verdere proeven een andere meetmethode gebruikt.

Daarbij zijn de slangen, in plaats van op peilbuizen, aangesloten op veel wijdere peilglazen (inwendige diameter 3,5 cm). De stijghoogte van het water in de glazen is vastgelegd met behulp van peilnaalden, waarbij steeds het gemiddelde van 10 aflezingen is aangehouden.

Zowel de boven- als de benedenwaterstand is bepaald door gebruik te maken van de statische opening van twee pitotbuizen.

Beide pitotbuizen zijn aangebracht op een hoogte van 0,10 m onder de waterspiegel, waarbij de bovenstroomse pitotbuis geplaatst is boven het eerste drukpunt en de benedenstroomse pitotbuis boven het laatste drukpunt. Het verval, zoals het in de tabellen staat aangegeven, is gedefinieerd als het verschil tussen de, op de hiervoor vermelde wijze gemeten, boven- en benedenwaterstand.

## 2.6. Meetresultaten

De meetresultaten, die uiteindelijk resulteren in de diverse vervalkrommen, zijn weergegeven in de figuren 10 t/m 50.

Ten overvloede wordt er op gewezen dat de vervalkrommen niet het waterstandsverloop over het sluitgat weergeven, maar het drukverloop op de bodem.

Tijdens de proeven is gebleken dat het gebruik van verschillende materialen voor de drempel ( $d_{50} = 0,035$  m;  $d_{50} = 0,15$  m of  $d_{50} = 0,575$  m) weinig invloed heeft op de vervalkrommen.

### 3. Elektrische analogiemetingen

Voor het bepalen van de drukken, die kunnen optreden onder de asfaltslab benedenstrooms van de geleidelijke sluitdam, zijn in het Elektrisch Laboratorium van de Deltadienst een groot aantal metingen in elektrische analogiemodellen verricht.

#### 3.1. Modellen

Van de ondergrond zijn op schaal modellen in elektrisch geleidend papier uitgevoerd. In verband met de afmeting van het beschikbare papier zijn de volgende schalen toegepast: 1:200, 1:400 en 1:500 voor respectievelijk bodem op N.A.P. - 7 m, N.A.P. - 14 m, en N.A.P. - 21 m.

Voor de afmetingen van de diverse elektrische analogiemodellen wordt verwezen naar figuur 8.

De grondwaterstroming is op deze wijze voor de twee-dimensionale situatie te bepalen. Hierbij wordt steeds verondersteld, dat het zandpakket homogeen is voor wat betreft de doorlatendheid voor water.

Aan de onderkant wordt het model begrensd op een diepte, die voor een bepaalde situatie wordt gevormd door een afsluitende (klei) laag. Aangezien de ligging van deze laag niet à priori vaststaat, is de invloed nagegaan van de diepte van deze ondergrens op de grootte der overdrukken. Tijdens inleidende metingen is dit nagegaan voor een situatie met een bodemdiepte van N.A.P. - 7 m en asfaltslabben van 25 m aan weerszijden van de drempel. Als resultaat bleek, dat bij een hoogte (H) van het watervoerend pakket groter dan 80 m de overdrukken nauwelijks toenamen (zie figuur 9). Daarbij bestaat een verhouding tussen de hoogte (H) van het stroomvoerend pakket en de totale afstand (L) tussen de verst van elkaar verwijderde uiteinden van de asfaltslabben aan weerszijden van de drempel, groot:  $\frac{H}{L} = 0,80$ .

Deze verhouding is voor de modellen van de verdere proevenseries (T3, T2 en T1), met andere bodemdiepten, drempelbreedten en asfaltslablengten, waarbij dus L varieert, steeds aangehouden.

De zijbegrenzungen van het model worden vertikaal genomen op een zodanige afstand uit de buitenuiteinden van de asfaltslabben, dat de invloed op het stroombeeld ter plaatse van de asfaltslabben zeer gering is. Hiervoor is minstens tweemaal de doorvoerhoogte H van het zandpakket aangehouden. Uit vroegere onderzoeken is deze afstand gevonden als een zeer redelijke weergave van de wer-

kelijke stromingstoestand.

Tevens is uit inleidende metingen gebleken, dat behalve de genoemde invloed van de ondergrens van het watervoerend pakket, mede de grootte van het verval over de sluitdam en de vorm van de vervalcurve van grote invloed zijn op de grootte van de overdrukken. Het was daarom noodzakelijk in het hydraulisch model in het Waterloopkundig Laboratorium De Voorst een uitgebreide meetserie voor verschillende situaties uit te voeren.

### 3.2. Randvoorwaarden

Het verloop van de waterdrukken langs de bodem, zoals die gemeten werden in de hydraulische modelproeven, dienen als randvoorwaarde voor de elektrische metingen.

Met een gekozen potentiaalschaal worden de waterdrukken omgerekend tot elektrische spanningen. Deze potentialen worden elektrisch betrokken van een gelijkspanningsbron. Via potentiometers (dit zijn regelbare weerstanden), die met lamellen aan de bovenkant van het model zijn verbonden, wordt de juiste potentiaalverdeling diskreet als randvoorwaarde ingevoerd. Dit gebeurt uiteraard alleen voor het bodemgedeelte, waar vrij water in en uit kan stromen; de asfaltslabben worden hierbij als niet waterdoorlatende gedeelten uit het model gesneden.

### 3.3. Elektrische metingen

Voor dezelfde variaties, waarbij in het hydraulisch model de vervalcurven zijn gemeten, zijn de elektrische overdrukmetingen uitgevoerd. Voor het overzicht van de onderzochte combinaties van variabelen zij verwezen naar de tabellen.

In de elektrische metingen zijn in enkele gevallen bovendien nog twee grootheden als varianten toegevoegd, n.l.:

- 1) de slablengte en
- 2) de dikte van het watervoerend pakket.

### 3.4. Meetresultaten

Het verloop van de overdrukken, zoals die uit de elektrische analogiemetingen zijn bepaald, zijn getekend op dezelfde figuren, waarop de metingen van de vervalcurven uit het hydraulisch model zijn weergegeven; zie hiervoor de

figuren 10 t/m 50.

Ten aanzien van de varianten: slablengte en dikte van het watervoerend pakket kan het volgende worden opgemerkt:

a. de slablengte

De variaties in slablengte zijn alleen uitgevoerd voor verschillende toestanden bij een bodemdiepte van N.A.P. - 21 m. De proevenserie T1 werd uitgevoerd met een slablengte van 65 m. Bij de variatie werden beide slabben aan de binnenzijden verlengd tot 75 m respectievelijk verkort tot 45 m en 25 m, waarbij de afstand tussen de buitenuiteinden van de slabben constant wordt gehouden. Voor deze variantmetingen werden geen nieuwe hydraulische proeven uitgevoerd, maar zijn dezelfde randvoorwaarden gebruikt als in de normale serie. De meetresultaten zijn weergegeven in de figuren 25, 26, 27, 28, 29, 39, 40, 42, 44, 48 en 49.

b. de dikte van het watervoerend pakket

De invloed van de dikte van het watervoerend pakket op de grootte van de overdrukken werd bij de aanvang van de metingen, zoals vermeld werd onder 3.1., voor één bepaald geval gemeten bij een bodemdiepte van N.A.P. - 7 m en een asfaltslab van 25 m lengte (zie figuur 9). Andere varianten van de dikte van het watervoerend pakket werden gemeten voor enkele toestanden bij een bodemdiepte van N.A.P. - 21 m, met betonblokken als sluitkade materiaal, smalle kruin en twee kruinhoogten, n.l. N.A.P. - 10,50 m (T1.1.C) en N.A.P. - 6,30 m (T1.3.C), zowel voor een asfaltslablengte van 65 m als 45 m, steeds voor één verval ( $C = 1,12$  m) over de sluitdam.

De meetresultaten in de vorm van het overdrukverloop onder de asfaltslab, zijn weergegeven op de figuren 37 en 41. Op figuur 51 is het verband tussen de maximale waarden van de overdrukken en  $\frac{H}{L}$  weergegeven. Hierin is H de dikte van het watervoerend pakket en L de totale afstand tussen de verst van elkaar verwijderde uiteinden van de asfaltslabben aan weerszijden van de dam. Uit deze figuur blijkt, dat de keuze  $\frac{H}{L} = 0,80$  voor de gehele proevenseries T1, T2 en T3 juist is geweest.

Voor de bepaling van de overdrukken voor het geval dat de ondoorlatende laag hoger ligt dan de hier aangehouden diepten is geen werkwijze aan te geven. Hiervoor zullen nieuwe analogiemetingen moeten worden gedaan.

#### 4. Beschouwing over de verwerking van de meetresultaten

De dimensionering van een asfaltbodembescherming ter weerszijden van een sluitdam kan thans voor een groot aantal situaties geschieden door middel van berekeningen, gebaseerd op de resultaten van de metingen van de overdrukken. Voor een horizontale bodem geldt hierbij de volgende formule:

$$\Delta h = d \left( \frac{\rho_a}{\rho_w} - 1 \right), \quad (1)$$

waarin:

- $\Delta h$  = toelaatbare stijghoogteverschil tussen onder- en bovenkant van de bekleding in m waterkolom;
- $d$  = dikte van de asfaltbodembekleding in m;
- $\rho_a$  = dichtheid asfalt in  $\text{kg/m}^3$ ;
- $\rho_w$  = dichtheid water in  $\text{kg/m}^3$ .

Voor de grootte van de overdruk ( $\Delta h$ ) is naast de vorm en de afmetingen van de sluitdam en de lengte van de asfaltmat ook de waarde van het optredende verval van belang. Voor een gegeven lengte van de asfaltmat en een bepaalde wijze van opbouw van de sluitdam kan in iedere fase van die opbouw de grootte van de overdruk als functie van het verval bepaald worden.

In het prototype vormt de waarde van het verval in iedere situatie een stochastische grootte. De dikte van de asfaltmat kan dus pas worden bepaald, indien een keuze is gedaan met betrekking tot de frequentie, waarmede het ontwerp-criterium mag worden overschreden.

Aangezien de waarde van de overdruk in de lengterichting van de asfaltmat varieert, zou ook een variërend verloop in de dikte kunnen worden berekend. Uit een oogpunt van uitvoeringstechniek zal men er echter de voorkeur aan geven de mat een uniforme dikte te geven. Een alternatieve oplossing wordt gevormd door een relatief dunne asfaltmat, waarop stortmateriaal wordt aangebracht.

Het gewicht van de asfaltmat en de steenbestorting samen zullen dan evenwicht moeten maken met de kritieke waarde van de overdruk. Een apart onderzoek zal antwoord moeten geven op de vraag welke risico's gemoeid zijn met een dikte van de asfaltmat, die kleiner is dan overeenkomend met het in formule (1) gegeven criterium of wat het risico is van het overschrijden van de als maatgevend aangenomen frequentie van het kritieke verval.



## 5. Opmerkingen

1. Bij de metingen is geen rekening gehouden met drukvariaties ten gevolge van windgolven en turbulentie verschijnselen, waardoor de overdrukken om de hier gegeven waarden zullen schommelen. Verondersteld wordt dat de perioden van deze drukveranderingen dusdanig klein zijn, dat in deze korte tijd de asfaltslab niet opgelicht kan worden, omdat door de geringe doorlatendheid van de grond in deze korte periode niet voldoende water kan toestromen.
2. In alle metingen is, zowel bij de elektrische als bij de hydraulische modelproeven, bij permanente stromingstoestand gemeten.  
De compressibiliteit van het water in de bodem is verwaarloosd, zodat de grondwaterbeweging zich onmiddellijk en zonder demping aanpast aan de randvoorwaarden.  
De getijbeweging in het open water kan hierdoor bij de overdrukmetingen buiten beschouwing worden gelaten.  
Indien het grondwater in de bodem wel samendrukbaar zou zijn, dan kunnen tengevolge van demping en faseverschuiving de overdrukken groter waarden aannemen dan in de metingen als resultaten zijn verkregen. De invloed van deze compressibiliteit is zeer moeilijk na te gaan, omdat de grootte hiervan in situ onbekend is.  
Bovendien is de invoering van deze grootte in de elektrische metingen moeilijk uitvoerbaar.

## 6. Conclusies

1. Bij toename van het verval over de dam neemt de vereiste dikte van de asfaltslab in sterke mate toe (vergelijk de situaties T1.1 ... T1.4, T2.1 ... T2.4 en T3.1 ... T3.4 respectievelijk voor de vervallen A (0,375 m), B (0,75 m), C (1,12 m) en D (1,50 m); zie figuren 10 ... 15, 17, 18, 20, 24, 31).
2. Bij eenzelfde verval en gelijke mate van profielvernaauwing neemt de vereiste dikte van de asfaltslab, vooral bij grote vervallen, toe bij toenemende bodemdiepte (vergelijk T1.4, T2.4 en T3.4). Zo is b.v. bij een bodemdiepte van N.A.P. - 7 m, een verval van 1,5 m en 80% profielvernaauwing een maximale overdruk van ca. 0,28 m aanwezig; bij een bodemdiepte van N.A.P. - 21m bedraagt de maximale overdruk onder gelijke omstandigheden ca. 0,4 m (zie figuur 13 en 31).
3. De invloed van de benedenwaterstand op de maximale overdrukken onder de asfaltslab is bij overigens gelijke vervallen en omstandigheden in het algemeen duidelijk merkbaar.  
Een lagere benedenwaterstand geeft een lagere overdruk te zien (zie figuren 19, 26, 27, 32 ... 35, 50).
4. Het toepassen van stortsteen dan wel betonkubussen als materiaal voor de sluitkade heeft nagenoeg geen invloed op de grootte van de optredende maximale overdrukken.  
(vergelijk b.v. figuur 20 en 21; figuur 36 en 37; figuur 39 en 40)
5. Het toepassen van asfalt met een ruw of een glad oppervlak als materiaal voor de sluitkade heeft geen invloed van betekenis op de optredende maximale overdrukken (vergelijk figuur 22 en 23; figuur 29 en 30).  
Daarentegen is het toepassen van een al dan niet waterdoorlatend materiaal voor de sluitkade (respectievelijk stortsteen en asfalt) van grote betekenis, daar de invloed duidelijk merkbaar is op de maximale overdrukken. Deze zijn bij de niet waterdoorlatende sluitkade aanzienlijk hoger (vergelijk figuur 20 en 22; figuur 25 en 29).
6. Bij toepassing van een sluitkade met een smalle kruin treden - met name voor gevallen met een relatief kleine profielvernaauwing (50%) - kleinere maximale overdrukken op dan bij een sluitkade met een brede kruin (vergelijk fi-

- guur 20 en 36, figuur 21 en 37, figuur 22 en 38, figuur 29 en 42).
7. De invloed van het inkorten van de asfaltslab - aan de zijde die het dichtst bij de as van de dam is gelegen - heeft een zeer duidelijke invloed op de maximale overdrukken en dus op de dikte van de asfaltslab, onder overigens dezelfde omstandigheden. Deze invloed wordt zeer duidelijk gedemonstreerd op figuur 52.
  8. De dikte van het watervoerende pakket heeft een grote invloed op de optredende overdrukken (zie figuur 37 en 41).
  9. Als H de dikte van het watervoerende pakket is en L de totale afstand tussen de verst van elkaar verwijderde uiteinden van de asfaltslabben aan weerszijden van de dam, dan is voor  $\frac{H}{L} > 0,8$  de invloed van de ondergrens van het elektrisch analogiemodel niet meer merkbaar (zie figuur 51).

Oversicht van de verrichte proeven

**Tabel 1** Oversicht van de proeven:

|  | Verval in m | Benedenwaterstand in m t.o.v. N.A.P. | Materiaal drempel | Materiaal sluitkade           | Slablengthte l in m     | Watervoerend pakket d in m | Figuur no. |    |
|--|-------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------|----|
|  | T5.1.A      | 0,39                                 | -0,038            | stortsteen<br>$d_{50}=0,15$ m | stortsteen<br>10-300 kg | 25                         | 80         | 10 |
|  | T5.1.B      | 0,77                                 | -0,038            | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 25                         | 80         | 10 |
|  | T5.1.C      | 1,07                                 | +0,03             | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 25                         | 80         | 10 |

**Tabel 2** Oversicht van de proeven:

|  |        |      |       |                 |           |    |    |    |
|--|--------|------|-------|-----------------|-----------|----|----|----|
|  | T5.2.A | 0,58 | -0,02 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 25 | 80 | 11 |
|  | T5.2.B | 0,74 | -0,02 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 25 | 80 | 11 |
|  | T5.2.C | 1,11 | -0,01 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 25 | 80 | 11 |
|  | T5.2.D | 1,40 | -0,02 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 25 | 80 | 11 |

**Tabel 3** Oversicht van de proeven:

|  |        |       |        |                 |           |    |    |    |
|--|--------|-------|--------|-----------------|-----------|----|----|----|
|  | T5.3.A | 0,39  | -0,055 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 25 | 80 | 12 |
|  | T5.3.B | 0,75  | -0,03  | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 25 | 80 | 12 |
|  | T5.3.C | 1,125 | -0,025 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 25 | 80 | 12 |
|  | T5.3.D | 1,48  | +0,01  | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 25 | 80 | 12 |

**Tabel 4** Oversicht van de proeven:

|  | Verval in m | Benedenwaterstand in m t.o.v. N.A.P. | Materiaal drempel | Materiaal sluitkade           | Slablengthte l in m     | Watervoerend pakket d in m | Figuur no. |    |
|--|-------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------|----|
|  | T5.4.A      | 0,37                                 | 0                 | stortsteen<br>$d_{50}=0,15$ m | stortsteen<br>10-300 kg | 25                         | 80         | 13 |
|  | T5.4.B      | 0,74                                 | -0,05             | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 25                         | 80         | 13 |
|  | T5.4.C      | 1,105                                | -0,02             | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 25                         | 80         | 13 |
|  | T5.4.D      | 1,49                                 | +0,01             | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 25                         | 80         | 13 |

**Tabel 5** Oversicht van de proeven:

|  |        |       |        |                 |           |    |     |    |
|--|--------|-------|--------|-----------------|-----------|----|-----|----|
|  | T2.1.A | 0,375 | -0,01  | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45 | 144 | 14 |
|  | T2.1.B | 0,75  | -0,005 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45 | 144 | 14 |
|  | T2.1.C | 1,125 | +0,005 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45 | 144 | 14 |

**Tabel 6** Oversicht van de proeven:

|  |        |       |        |                 |           |          |            |          |
|--|--------|-------|--------|-----------------|-----------|----------|------------|----------|
|  | T2.2.A | 0,335 | +0,01  | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45       | 144        | 15       |
|  | T2.2.B | 0,71  | 0      | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45       | 144        | 15       |
|  | T2.2.C | 1,05  | +0,035 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45       | 144        | 15       |
|  | T2.2.D | 1,48  | -0,015 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45       | 144        | 15 en 16 |
|  | T2.2.E | 1,52  | -1,00  | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45       | 144        | 16       |
|  | T2.2.F | 1,445 | +1,00  | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45<br>55 | 144<br>144 | 16<br>16 |

**Tabel 7** Oversicht van de proeven:

|  |        |      |        |                               |                         |    |     |    |
|--|--------|------|--------|-------------------------------|-------------------------|----|-----|----|
|  | T2.3.A | 0,36 | -0,02  | stortsteen<br>$d_{50}=0,15$ m | stortsteen<br>10-300 kg | 45 | 144 | 17 |
|  | T2.3.B | 0,75 | -0,02  | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 45 | 144 | 17 |
|  | T2.3.C | 1,12 | -0,025 | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 45 | 144 | 17 |
|  | T2.3.D | 1,51 | -0,04  | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 45 | 144 | 17 |

**Tabel 8** Oversicht van de proeven:

|  |        |       |        |                 |           |          |            |          |
|--|--------|-------|--------|-----------------|-----------|----------|------------|----------|
|  | T2.4.A | 0,375 | 0      | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45       | 144        | 18       |
|  | T2.4.B | 0,745 | -0,035 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45       | 144        | 18       |
|  | T2.4.C | 1,115 | -0,01  | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45       | 144        | 18       |
|  | T2.4.D | 1,50  | -0,015 | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45       | 144        | 18 en 19 |
|  | T2.4.E | 1,50  | -1,00  | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45       | 144        | 19       |
|  | T2.4.F | 1,50  | +0,99  | $d_{50}=0,15$ m | 10-300 kg | 45<br>55 | 144<br>144 | 19<br>19 |

**Tabel 9** Overzicht van de proeven:

|        | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel          | Materiaal<br>sluitkade  | Slablangte<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|--------|----------------|---|-------------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------|
| T1.1.A | 0,575          | 0   | stortsteen<br>$d_{50}=0,15$ m | stortsteen<br>10-300 kg | 65                   | 175                                   | 20            |
| T1.1.B | 0,75           | +0,01   | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65                   | 175                                   | 20            |
| T1.1.C | 1,11           | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65                   | 175                                   | 20            |
|        |                |   |                               | beton-<br>kubussen      |                      |                                       |               |
| T1.1.A | 0,57           | +0,005  | $d_{50}=0,15$ m               | $d_n=1,25$ m            | 65                   | 175                                   | 21            |
| T1.1.B | 0,755          | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | $d_n=1,25$ m            | 65                   | 175                                   | 21            |
| T1.1.C | 1,11           | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | $d_n=1,25$ m            | 65                   | 175                                   | 21            |
| T1.1.D | 1,495          | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | $d_n=1,25$ m            | 65                   | 175                                   | 21            |
| T1.1.A | 0,58           | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | Asfalt met<br>ruw opp.  | 65                   | 175                                   | 22            |
| T1.1.B | 0,75           | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | Asfalt met<br>ruw opp.  | 65                   | 175                                   | 22            |
| T1.1.C | 1,11           | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | Asfalt met<br>ruw opp.  | 65                   | 175                                   | 22            |
| T1.1.D | 1,50           | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | Asfalt met<br>ruw opp.  | 65                   | 175                                   | 22            |
| T1.1.B | 0,75           | +0,01   | $d_{50}=0,15$ m               | Asfalt met<br>glad opp. | 65                   | 175                                   | 23            |
| T1.1.C | 1,10           | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | Asfalt met<br>glad opp. | 65                   | 175                                   | 23            |

**Tabel 10** Overzicht van de proeven:

|            | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel          | Materiaal<br>sluitkade  | Slablangte<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|------------|----------------|---|-------------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------|
| T1.2.A     | 0,575          | 0   | stortsteen<br>$d_{50}=0,15$ m | stortsteen<br>10-300 kg | 65                   | 175                                   | 24            |
| T1.2.B     | 0,75           | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65                   | 175                                   | 24            |
| T1.2.C     | 1,12           | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65                   | 175                                   | 24            |
| T1.2(1,50) | 1,50           | +0,005  | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65                   | 175                                   | 24            |

**Tabel 11** Overzicht van de proeven:

|        | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel | Materiaal<br>sluitkade | Slablangte<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no.        |
|--------|----------------|---|----------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|
| T1.5.A | 0,58           | 0   | $d_{50}=0,15$ m      | 10-300 kg              | 65<br>75<br>45<br>25 | 175<br>175<br>175<br>175              | 25<br>25<br>25<br>25 |
| T1.5.B | 0,75           | 0   | $d_{50}=0,15$ m      | 10-300 kg              | 65<br>75<br>45<br>25 | 175<br>175<br>175<br>175              | 25<br>25<br>25<br>25 |
| T1.5.C | 1,15           | 0   | $d_{50}=0,15$ m      | 10-300 kg              | 65<br>75<br>45<br>25 | 175<br>175<br>175<br>175              | 25<br>25<br>25<br>25 |

**Tabel 11 (vervolg)**

|        | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel          | Materiaal<br>sluitkade  | Slablangte<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no.        |
|--------|----------------|---|-------------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|
| T1.5.D | 1,50           | 0   | stortsteen<br>$d_{50}=0,15$ m | stortsteen<br>10-300 kg | 65<br>75<br>45<br>25 | 175<br>175<br>175<br>175              | 25<br>25<br>25<br>25 |
| T1.5.B | 0,74           | -1,99   | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65<br>75<br>45<br>25 | 175<br>175<br>175<br>175              | 26<br>26<br>26<br>26 |
| T1.5.B | 0,75           | -1,00   | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65                   | 175                                   | 26                   |
| T1.5.B | 0,755          | +1,00   | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65                   | 175                                   | 26                   |
| T1.5.B | 0,76           | +2,00   | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65<br>75<br>45<br>25 | 175<br>175<br>175<br>175              | 26<br>26<br>26<br>26 |
| T1.5.D | 1,495          | -1,995  | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65<br>75<br>45<br>25 | 175<br>175<br>175<br>175              | 27<br>27<br>27<br>27 |
| T1.5.D | 1,51           | -1,00   | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65                   | 175                                   | 27                   |
| T1.5.D | 1,50           | +1,005  | $d_{50}=0,15$ m               | 10-300 kg               | 65                   | 175                                   | 27                   |

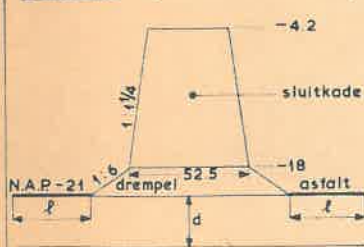
Tabel 11 (vervolg)

|        | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel          | Materiaal<br>sluitkade             | Slablengthe<br>l in m | water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no.        |
|--------|----------------|---|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------|
| T1.3.D | 1,49           | +2,01   | stortsteen<br>$d_{50}=0,15$ m | stortsteen<br>10-500 kg            | 65<br>75<br>45<br>25  | 175<br>175<br>175<br>175              | 27<br>27<br>27<br>27 |
| T1.3.A | 0,37           | +0,005  | stortsteen<br>$d_{50}=0,15$ m | beton-<br>kubussen<br>$d_n=1,25$ m | 65<br>75<br>45<br>25  | 175<br>175<br>175<br>175              | 28<br>28<br>28<br>28 |
| T1.3.B | 0,745          | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | $d_n=1,25$ m                       | 65                    | 175                                   | 28                   |
| T1.3.C | 1,14           | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | $d_n=1,25$ m                       | 65<br>75<br>45<br>25  | 175<br>175<br>175<br>175              | 28<br>28<br>28<br>28 |
| T1.3.D | 1,51           | 0   | $d_{50}=0,15$ m               | $d_n=1,25$ m                       | 65                    | 175                                   | 28                   |
| T1.3.A | 0,375          | 0   | stortsteen<br>10-300 kg       | asfalt met<br>ruw opp.             | 65<br>75<br>45<br>25  | 175<br>175<br>175<br>175              | 29<br>29<br>29<br>29 |

Tabel 11 (vervolg)

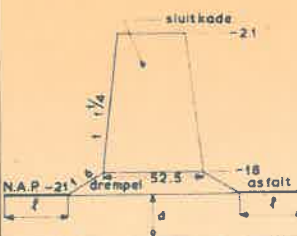
|        | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel    | Materiaal<br>sluitkade  | Slablengthe<br>l in m | water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no.        |
|--------|----------------|---|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------|
| T1.3.B | 0,75           | 0   | stortsteen<br>10-300 kg | asfalt met<br>ruw opp.  | 65                    | 175                                   | 29                   |
| T1.3.C | 1,125          | 0   | 10-300 kg               | asfalt met<br>ruw opp.  | 65<br>75<br>45<br>25  | 175<br>175<br>175<br>175              | 29<br>29<br>29<br>29 |
| T1.3.D | 1,505          | 0   | 10-300 kg               | asfalt met<br>ruw opp.  | 65                    | 175                                   | 29                   |
| T1.3.B | 0,76           | -0,005  | $d_{50}=0,15$ m         | asfalt met<br>glad opp. | 65                    | 175                                   | 30                   |
| T1.3.D | 1,51           | 0   | $d_{50}=0,15$ m         | asfalt met<br>glad opp. | 65                    | 175                                   | 30                   |

Tabel 12 Overzicht van de proeven:



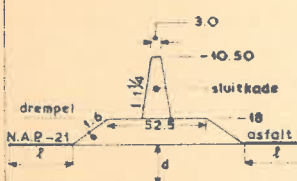
|        | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel | Materiaal<br>sluitkade  | Slablengthe<br>l in m | water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|--------|----------------|---|----------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| T1.4.A | 0,38           | 0   | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 31            |
| T1.4.B | 0,74           | +0,005  | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 31 en 32      |
| T1.4.C | 1,12           | +0,005  | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 31            |
| T1.4.D | 1,50           | 0   | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 31 en 33      |
| T1.4.B | 0,755          | -2,00   | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 32            |
| T1.4.B | 0,76           | -1,00   | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 32            |
| T1.4.B | 0,74           | +1,00   | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 32            |
| T1.4.B | 0,745          | +2,00   | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 32            |
| T1.4.D | 1,50           | -2,00   | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 33            |
| T1.4.D | 1,50           | -1,00   | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 33            |
| T1.4.D | 1,50           | +1,00   | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 33            |
| T1.4.D | 1,49           | +2,005  | $d_{50}=0,15$ m      | stortsteen<br>10-300 kg | 65                    | 175                                   | 33            |

**Tabel 13**    **Oversicht van de proeven:**



|        | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel    | Materiaal<br>sluitkade | Slablengthe<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|--------|----------------|---|-------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| T1.5.B | 0,75           | -2,00   | stortsteen              | stortsteen             | 65                    | 175                                   | 34            |
| T1.5.B | 0,75           | -1,00   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 34            |
| T1.5.B | 0,75           | 0   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 34            |
| T1.5.B | 0,75           | +1,00   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 34            |
| T1.5.B | 0,75           | +2,00   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 34            |
| T1.5.D | 1,27           | -2,00   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 35            |
| T1.5.D | 1,51           | -1,00   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 35            |
| T1.5.D | 1,495          | 0   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 35            |
| T1.5.D | 1,50           | +1,00   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 35            |
| T1.5.D | 1,50           | +2,00   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 35            |

**Tabel 14**    **Oversicht van de proeven:**

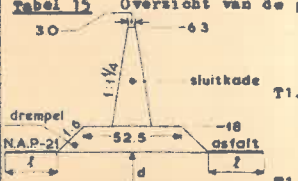


|            | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel    | Materiaal<br>sluitkade | Slablengthe<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|------------|----------------|---|-------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| T1.1.A     | 0,38           | 0   | stortsteen              | stortsteen             | 65                    | 175                                   | 36            |
| T1.1.B     | 0,75           | +0,01   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 36            |
| T1.1(0,90) | 0,895          | 0   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 36            |
| T1.1.A     | 0,37           | 0   | stortsteen              | beton-<br>kubuseen     | 65                    | 175                                   | 37            |
| T1.1.B     | 0,75           | 0   | d <sub>50</sub> =0,15 m | d <sub>n</sub> =1,25 m | 65                    | 175                                   | 37            |
| T1.1(0,90) | 0,90           | 0   | d <sub>50</sub> =0,15 m | d <sub>n</sub> =1,25 m | 65                    | 175                                   | 37            |
| T1.1.C     | 1,125          | 0   | d <sub>50</sub> =0,15 m | d <sub>n</sub> =1,25 m | 65                    | 175                                   | 37            |
|            |                |   |                         |                        | 65                    | 80                                    | 37            |
|            |                |   |                         |                        | 65                    | 40                                    | 37            |
|            |                |   |                         |                        | 65                    | 20                                    | 37            |
|            |                |   |                         |                        | 65                    | 10                                    | 37            |
|            |                |   |                         |                        | 45                    | 175                                   | 37            |
|            |                |   |                         |                        | 45                    | 80                                    | 37            |
|            |                |   |                         |                        | 45                    | 40                                    | 37            |
|            |                |   |                         |                        | 45                    | 20                                    | 37            |
|            |                |   |                         |                        | 45                    | 10                                    | 37            |
| T1.1(1,38) | 1,38           | 0   | d <sub>50</sub> =0,15 m | d <sub>n</sub> =1,25 m | 65                    | 175                                   | 37            |

**Tabel 14 (vervolg)**

|            | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel | Materiaal<br>sluitkade | Slablengthe<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|------------|----------------|---|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| T1.1.A     | 0,37           | +0,005  | 10-300 kg            | asfalt met<br>ruw opp. | 65                    | 175                                   | 38            |
| T1.1.B     | 0,76           | 0   | 10-300 kg            | asfalt met<br>ruw opp. | 65                    | 175                                   | 38            |
| T1.1(0,90) | 0,90           | 0   | 10-300 kg            | asfalt met<br>ruw opp. | 65                    | 175                                   | 38            |
| T1.1.C     | 1,12           | +0,005  | 10-300 kg            | asfalt met<br>ruw opp. | 65                    | 175                                   | 38            |
| T1.1(1,38) | 1,385          | 0   | 10-300 kg            | asfalt met<br>ruw opp. | 65                    | 175                                   | 38            |
| T1.1.D     | 1,51           | 0   | 10-300 kg            | asfalt met<br>ruw opp. | 65                    | 175                                   | 38            |

**Tabel 15**    **Oversicht van de proeven:**



|        | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel    | Materiaal<br>sluitkade | Slablengthe<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|--------|----------------|---|-------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| T1.3.A | 0,37           | 0   | stortsteen              | stortsteen             | 65                    | 175                                   | 39            |
|        |                |   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 75                    | 175                                   | 39            |
|        |                |   |                         |                        | 45                    | 175                                   | 39            |
|        |                |   |                         |                        | 25                    | 175                                   | 39            |
| T1.3.B | 0,75           | 0   | d <sub>50</sub> =0,15 m | 10-300 kg              | 65                    | 175                                   | 39            |

Tabel 15 (vervolg)

|            | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel                  | Materiaal<br>sluitkade          | Slablengthe<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|------------|----------------|---|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| T1.5.C     | 1,115          | +0,01   | stortsteen<br>$d_{50}=0,15 \text{ m}$ | stortsteen<br>10-300 kg         | 65                    | 175                                   | 39            |
|            |                |   |                                       |                                 | 75                    | 175                                   | 39            |
|            |                |   |                                       |                                 | 45                    | 175                                   | 39            |
|            |                |   |                                       |                                 | 25                    | 175                                   | 39            |
| T1.5(1,24) | 1,24           | 0   | $d_{50}=0,15 \text{ m}$<br>stortsteen | 10-300 kg<br>beton-<br>kubussen | 65                    | 175                                   | 39            |
| T1.5.A     | 0,37           | 0   | $d_{50}=0,15 \text{ m}$               | $d_n=1,25 \text{ m}$            | 65                    | 175                                   | 40            |
|            |                |   |                                       |                                 | 75                    | 175                                   | 40            |
|            |                |   |                                       |                                 | 45                    | 175                                   | 40            |
|            |                |   |                                       |                                 | 25                    | 175                                   | 40            |
| T1.5.B     | 0,76           | 0   | $d_{50}=0,15 \text{ m}$               | $d_n=1,25 \text{ m}$            | 65                    | 175                                   | 40            |
| T1.5.C     | 1,12           | 0   | $d_{50}=0,15 \text{ m}$               | $d_n=1,0 \text{ m}$             | 65                    | 175                                   | 40 en 41      |
|            |                |   |                                       |                                 | 65                    | 80                                    | 41            |
|            |                |   |                                       |                                 | 65                    | 40                                    | 41            |
|            |                |   |                                       |                                 | 65                    | 20                                    | 41            |
|            |                |   |                                       |                                 | 65                    | 10                                    | 41            |
|            |                |   |                                       |                                 | 75                    | 175                                   | 40            |
|            |                |   |                                       |                                 | 45                    | 175                                   | 40 en 41      |
|            |                |   |                                       |                                 | 45                    | 80                                    | 41            |
|            |                |   |                                       |                                 | 45                    | 40                                    | 41            |
|            |                |   |                                       |                                 | 45                    | 20                                    | 41            |
|            |                |   |                                       |                                 | 45                    | 10                                    | 41            |
| 25         | 175            | 40  |                                       |                                 |                       |                                       |               |

Tabel 15 (vervolg)

|            | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel                  | Materiaal<br>sluitkade                     | Slablengthe<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|------------|----------------|---|---------------------------------------|--|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| T1.5(1,24) | 1,24           | 0   | stortsteen<br>$d_{50}=0,15 \text{ m}$ | beton-<br>kubussen<br>$d_n=1,25 \text{ m}$ | 65                    | 175                                   | 40            |
| T1.5.D     | 1,50           | 0   | $d_{50}=0,15 \text{ m}$<br>stortsteen | $d_n=1,25 \text{ m}$                       | 65                    | 175                                   | 40            |
| T1.5.A     | 0,38           | 0   | 10-300 kg                             | asfalt met<br>ruw opp.                     | 65                    | 175                                   | 42            |
|            |                |   |                                       |  | 75                    | 175                                   | 42            |
|            |                |   |                                       |  | 45                    | 175                                   | 42            |
|            |                |   |                                       |  | 25                    | 175                                   | 42            |
| T1.5.B     | 0,75           | 0   | 10-300 kg                             | asfalt met<br>ruw opp.                     | 65                    | 175                                   | 42            |
| T1.5.C     | 1,12           | 0   | 10-300 kg                             | asfalt met<br>ruw opp.                     | 65                    | 175                                   | 42            |
|            |                |   |                                       |  | 75                    | 175                                   | 42            |
|            |                |   |                                       |  | 45                    | 175                                   | 42            |
|            |                |   |                                       |  | 25                    | 175                                   | 42            |
| T1.5(1,24) | 1,24           | 0   | 10-300 kg                             | asfalt met<br>ruw opp.                     | 65                    | 175                                   | 42            |
| T1.5.D     | 1,50           | 0   | 10-300 kg                             | asfalt met<br>ruw opp.                     | 65                    | 175                                   | 42            |

Tabel 16 Overzicht van de proeven;

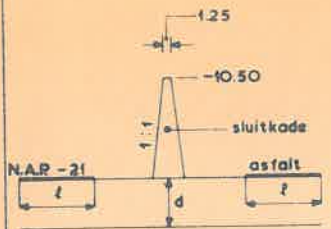
|            | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel    | Materiaal<br>sluitkade  | Slablengthe<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|------------|----------------|---|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| T1.1.A     | 0,38           | 0   | stortsteen<br>10-300 kg | stortsteen<br>10-300 kg | 55                    | 175                                   | 43            |
| T1.1.B     | 0,755          | 0   | 10-300 kg               | 10-300 kg               | 55                    | 175                                   | 43            |
| T1.1(0,85) | 0,85           | 0   | 10-300 kg               | 10-300 kg               | 55                    | 175                                   | 43            |

Tabel 17 Overzicht van de proeven

|            | Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel | Materiaal<br>sluitkade | Slablengthe<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|------------|----------------|---|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| T1.5.A     | 0,38           | 0   | 10-300 kg            | 10-300 kg              | 55                    | 175                                   | 44            |
|            |                |   |                      |                        | 75                    | 175                                   | 44            |
|            |                |   |                      |                        | 45                    | 175                                   | 44            |
|            |                |   |                      |                        | 25                    | 175                                   | 44            |
|            |                |   |                      |                        | 65                    | 175                                   | 44            |
| T1.5.B     | 0,75           | 0   | 10-300 kg            | 10-300 kg              | 55                    | 175                                   | 44            |
| T1.5.C     | 1,12           | 0   | 10-300 kg            | 10-300 kg              | 55                    | 175                                   | 44            |
|            |                |   |                      |                        | 75                    | 175                                   | 44            |
|            |                |   |                      |                        | 45                    | 175                                   | 44            |
|            |                |   |                      |                        | 25                    | 175                                   | 44            |
|            |                |   |                      |                        | 65                    | 175                                   | 44            |
| T1.5(1,25) | 1,25           | 0   | 10-300 kg            | 10-300 kg              | 55                    | 175                                   | 44            |
| T1.5(1,37) | 1,37           | 0   | 10-300 kg            | 10-300 kg              | 55                    | 175                                   | 44            |



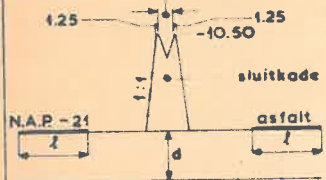
Tabel 18 **Oversicht van de proeven**



T1.1.A  
T1.1.C

| Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel | Materiaal<br>sluitkade             | Slablengthe<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|----------------|---|----------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| 0,38           | 0   | -                    | beton-<br>kubuseen<br>$d_n=1,25$ m | 65                    | 175                                   | 45            |
| 1,125          | 0   | -                    | $d_n=1,25$ m                       | 65                    | 175                                   | 45            |

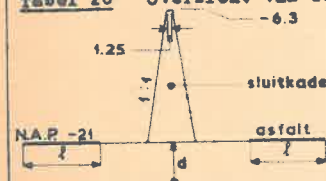
Tabel 19 **Oversicht van de proeven**



T1.1.A  
T1.1.C

|       |   |   |              |    |     |    |
|-------|---|---|--------------|----|-----|----|
| 0,375 | 0 | - | $d_n=1,25$ m | 65 | 175 | 46 |
| 1,125 | 0 | - | $d_n=1,25$ m | 65 | 175 | 46 |

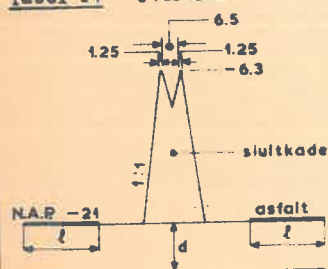
Tabel 20 **Oversicht van de proeven**



T1.3.A  
T1.3.C

|       |   |   |              |    |     |    |
|-------|---|---|--------------|----|-----|----|
| 0,375 | 0 | - | $d_n=1,25$ m | 65 | 175 | 47 |
| 1,13  | 0 | - | $d_n=1,25$ m | 65 | 175 | 47 |

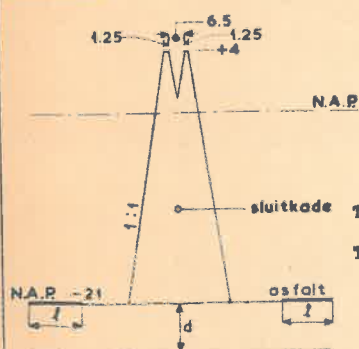
Tabel 21 **Oversicht van de proeven:**



T1.3.A  
T1.3.C

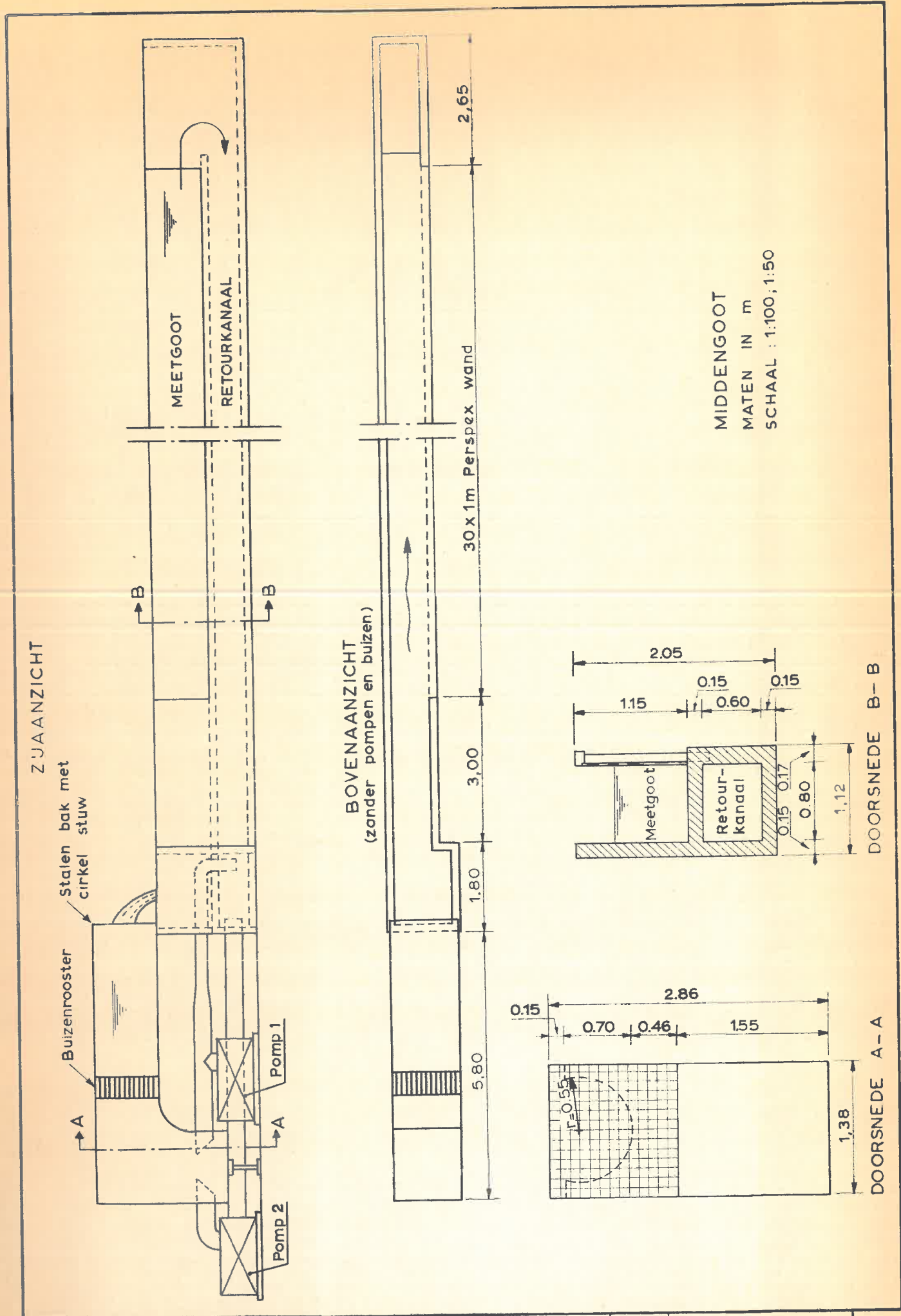
| Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel | Materiaal<br>sluitkade             | Slablengthe<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|----------------|---|----------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| 0,375          | 0   | -                    | beton-<br>kubuseen<br>$d_n=1,25$ m | 65                    | 175                                   | 48            |
|                |   |                      |                                    | 75                    | 175                                   | 48            |
|                |   |                      |                                    | 45                    | 175                                   | 48            |
|                |   |                      |                                    | 25                    | 175                                   | 48            |
| 1,13           | 0   | -                    | $d_n=1,25$ m                       | 65                    | 175                                   | 48            |
|                |   |                      |                                    | 75                    | 175                                   | 48            |
|                |   |                      |                                    | 45                    | 175                                   | 48            |
|                |   |                      |                                    | 25                    | 175                                   | 48            |

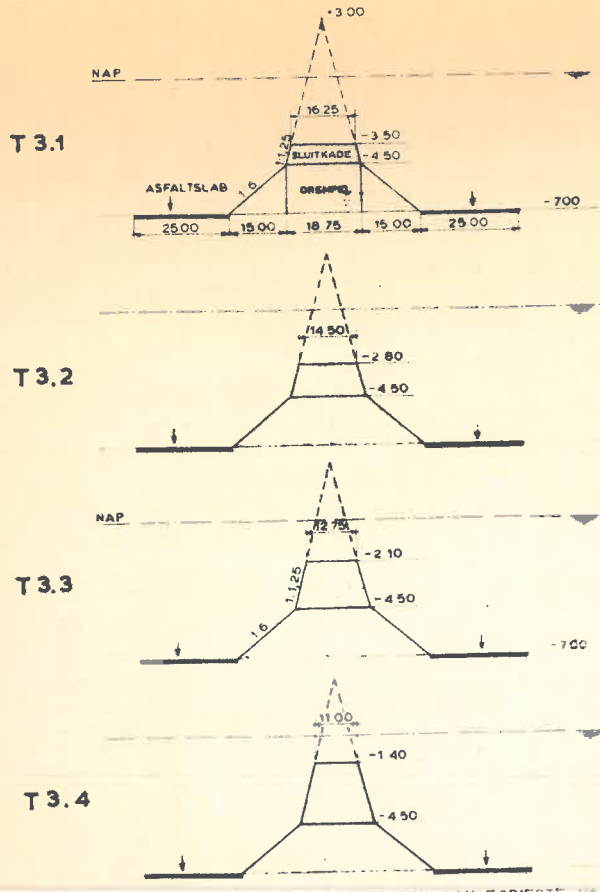
Tabel 22 **Oversicht van de proeven:**



T1.E  
T1.E  
T1.E  
T1.E  
T1.E  
T1.E  
T1.E  
T1.E  
T1.E  
T1.E

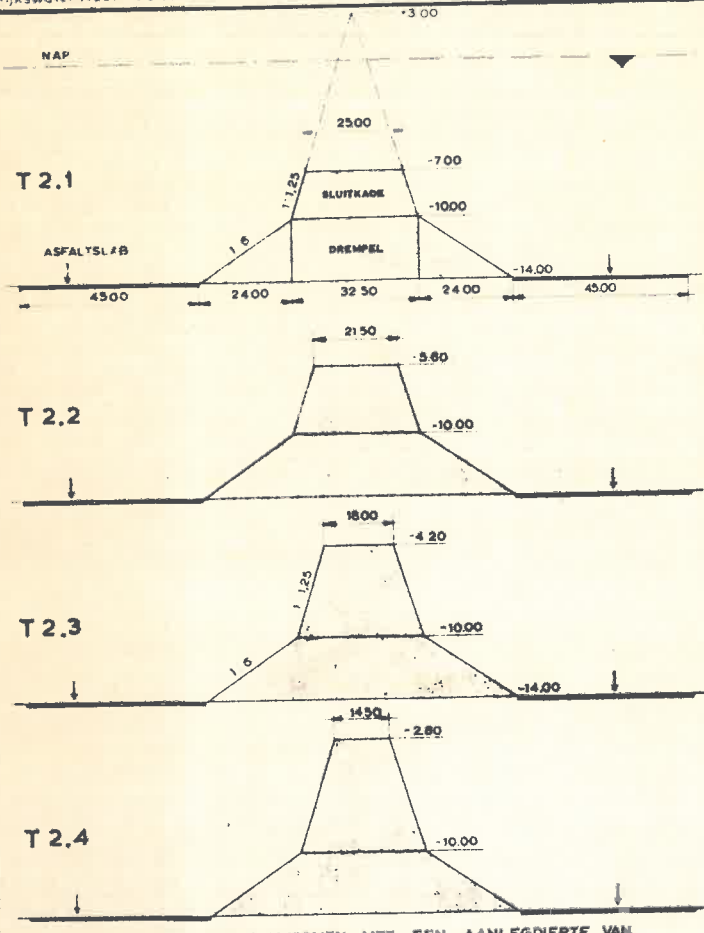
| Verval<br>in m | Beneden-<br>waterstand<br>in m t.o.v.<br>N.A.P. | Materiaal<br>drempel | Materiaal<br>sluitkade             | Slablengthe<br>l in m | Water-<br>voerend<br>pakket<br>d in m | Figuur<br>no. |
|----------------|---|----------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| 1,005          | 0   | -                    | beton-<br>kubuseen<br>$d_n=1,25$ m | 65                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 65                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 75                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 45                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 25                    | 175                                   | 49            |
| 1,51           | 0   | -                    | $d_n=1,25$ m                       | 65                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 75                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 45                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 25                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 2,00                  | 0                                     | -             |
| 2,495          | 0   | -                    | $d_n=1,25$ m                       | 65                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 75                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 45                    | 175                                   | 49            |
| 3,005          | 0   | -                    | $d_n=1,25$ m                       | 65                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 75                    | 175                                   | 49            |
|                |   |                      |                                    | 45                    | 175                                   | 49            |
| 1,01           | -1,00   | -                    | $d_n=1,25$ m                       | 65                    | 175                                   | 50            |
| 1,995          | -1,995  | -                    | $d_n=1,25$ m                       | 65                    | 175                                   | 50            |





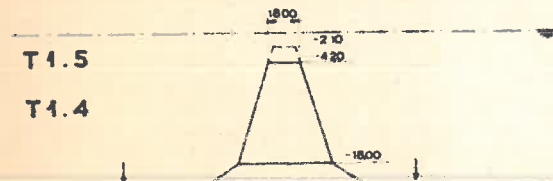
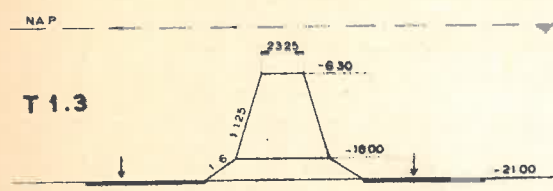
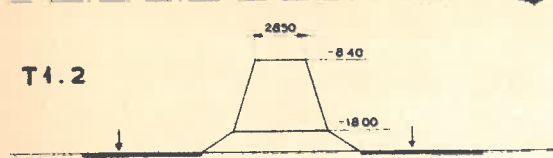
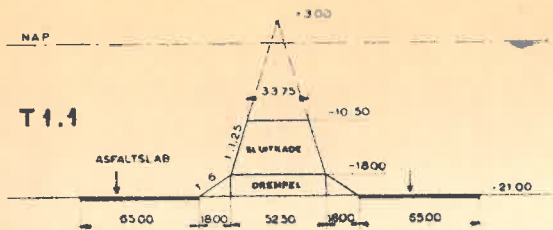
ONDERZOCHE DAMVORMEN MET EEN AANLEGDIEPTE VAN  
 NAP - 700m  
 T3.1 1/4 m T3.4  
 SCHAAL HOR 1:1000, VERT 1:200  
 MATEN IN m

Waterloopkundig Laboratorium M. 924 A1 Nr.68.588 Fig. 2  
 Rijkswaterstaat Deltadienst Waterloopk. ofd. W. 937

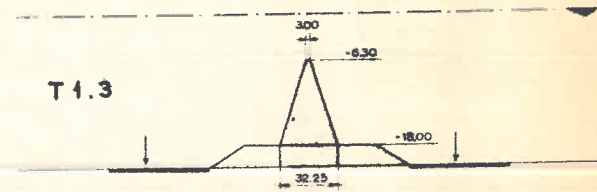
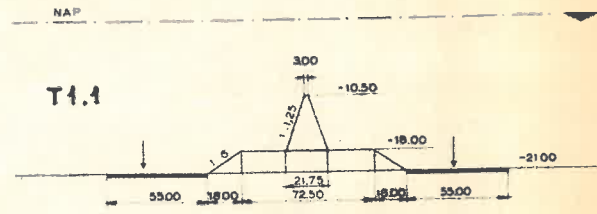
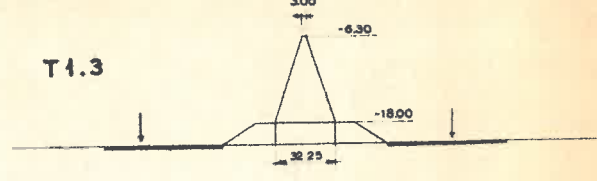
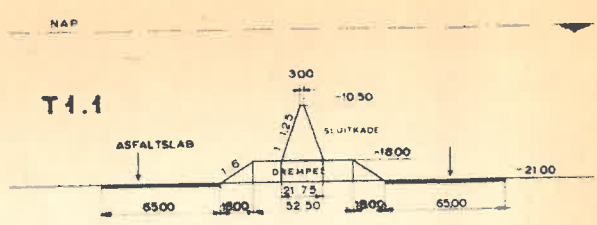


ONDERZOCHE DAMVORMEN MET EEN AANLEGDIEPTE VAN  
 NAP - 1400m  
 T2.1 1/4 m T2.4  
 SCHAAL HOR 1:1000, VERT 1:250  
 MATEN IN m

Waterloopkundig Laboratorium M. 924 A1 Nr.68.589 Fig. 3  
 Rijkswaterstaat Deltadienst Waterloopk. ofd. W. 937



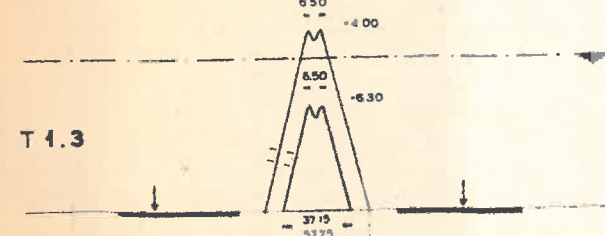
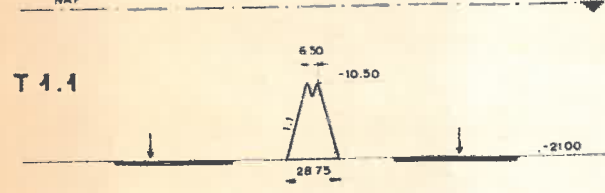
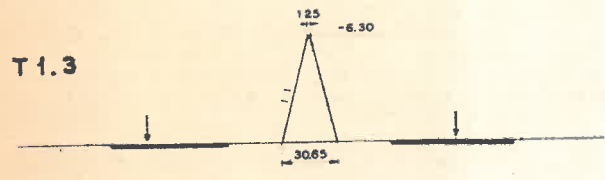
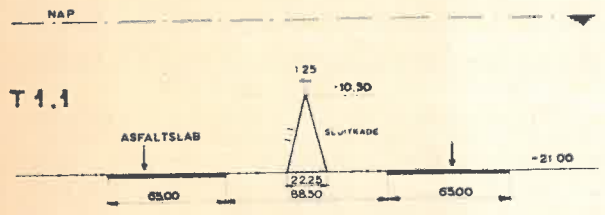
ONDERZOCHE DAMVORMEN MET EEN AANLEGDIEPTE VAN  
NAP - 2100m  
T1.1 en T1.4  
SCHAAL HOR 1:2000, VERT 1:500  
MATEN IN m



ONDERZOCHE DAMVORMEN MET EEN AANLEGDIEPTE VAN  
NAP - 2100m  
T1.1 en T1.3  
SCHAAL HOR 1:2000, VERT 1:500  
MATEN IN m

Waterlooplekundig Laboratorium M 924 A1 Nr.68.590 Fig 4  
Rijkswaterstaat Delfdienst Waterlooplek afd W 937

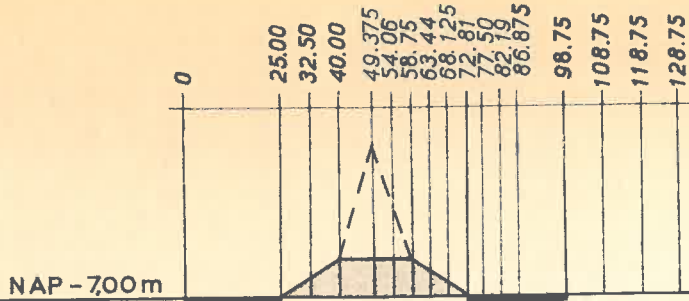
Waterlooplekundig Laboratorium M 924 A1 Nr.68.591 Fig 5  
Rijkswaterstaat Delfdienst Waterlooplek afd W 937



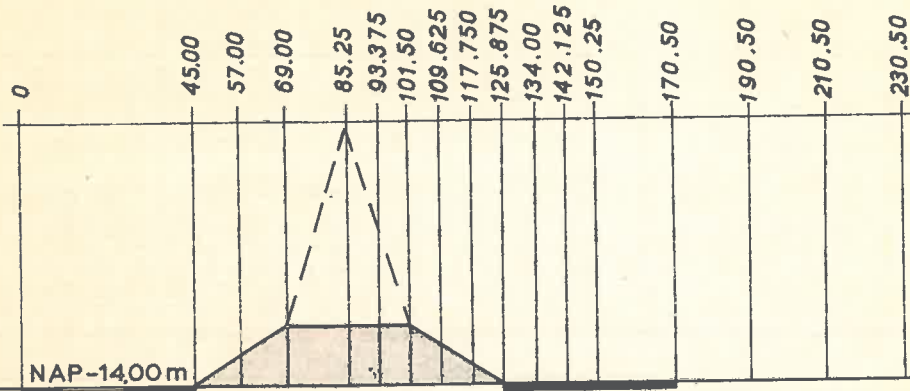
ONDERZOCHE DAMVORMEN MET EEN AANLEGDIEPTE VAN  
NAP - 21.00 m  
T1.1 en T1.3  
SCHAAL HOR 1:2000, VERT 1:500  
MATEN IN m

Waterlooplekundig Laboratorium M 924 A1 Nr.68.592 Fig 4  
Rijkswaterstaat Delfdienst Waterlooplek afd W 937

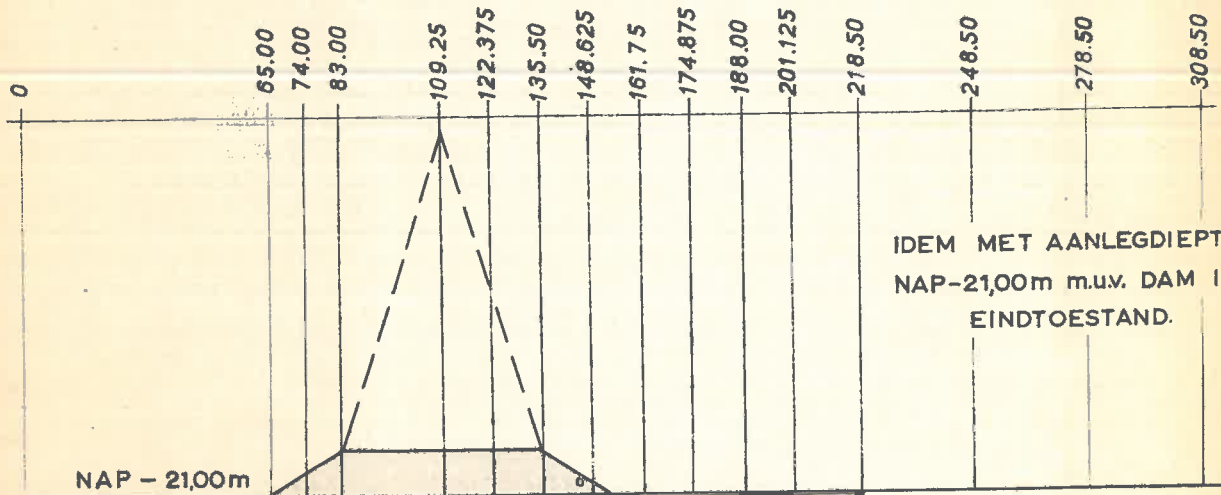
Fig. 4, 5 en 6



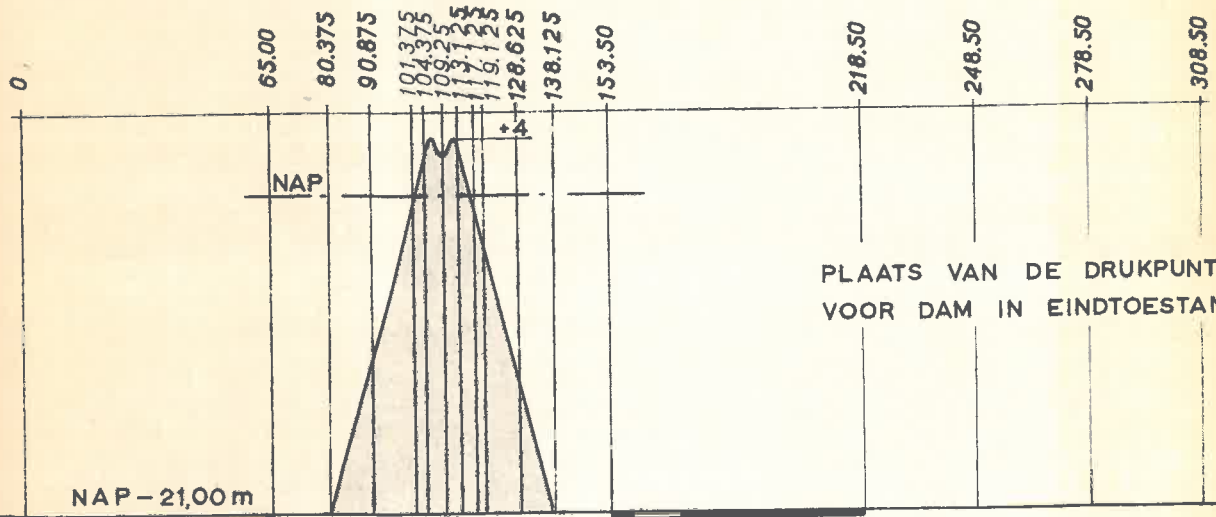
PLAATS VAN DE DRUKPUNTEN  
VOOR ALLE DAMMEN MET  
AANLEGDIEPTE NAP - 7,00 m



IDEM MET  
AANLEGDIEPTE  
NAP - 14,00 m



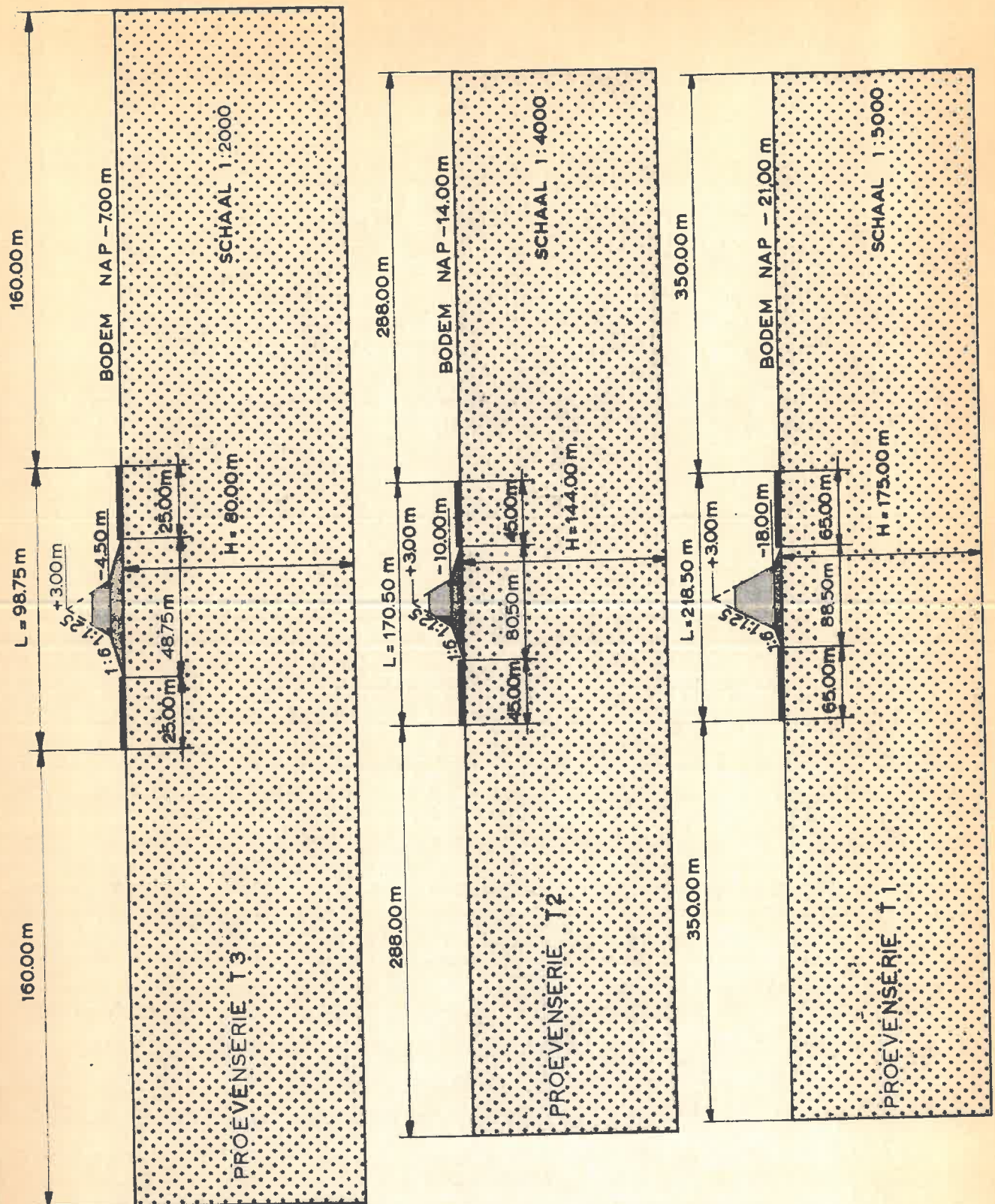
IDEM MET AANLEGDIEPTE  
NAP - 21,00 m m.u.v. DAM IN  
EINDTOESTAND.



PLAATS VAN DE DRUKPUNTEN  
VOOR DAM IN EINDTOESTAND.

SITUERING DRUKPUNTEN BIJ DE DIVERSE  
BODEMDIEPTEN EN DAMVORMEN

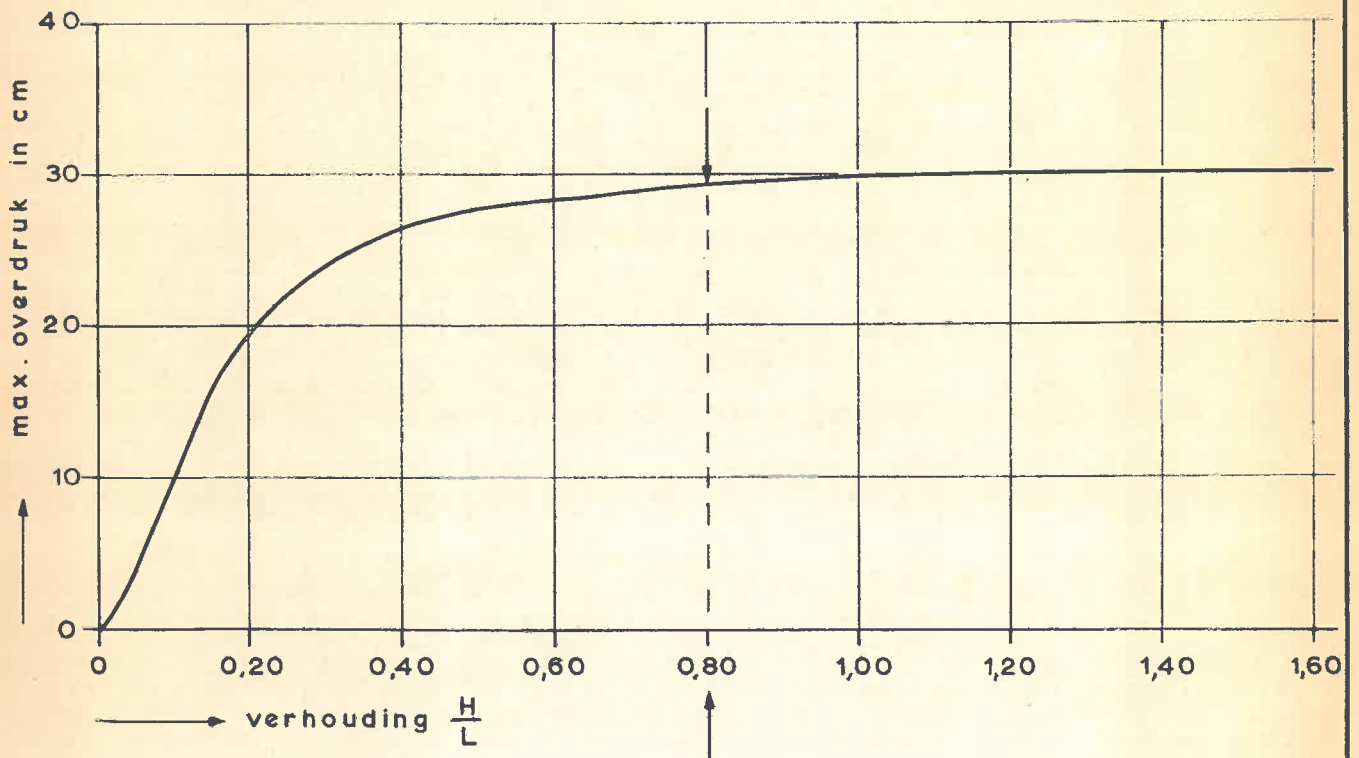
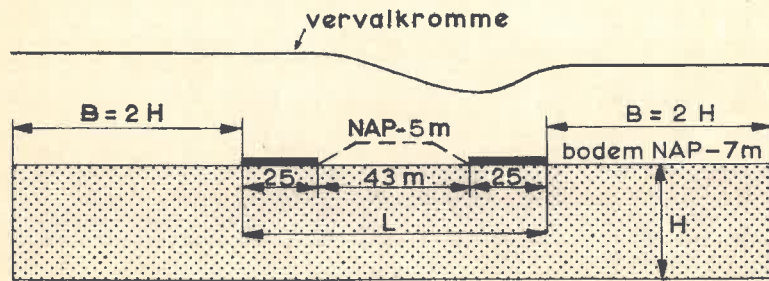
SCHAAL HOR. 1:2000; VERT. 1:500  
MATEN IN m



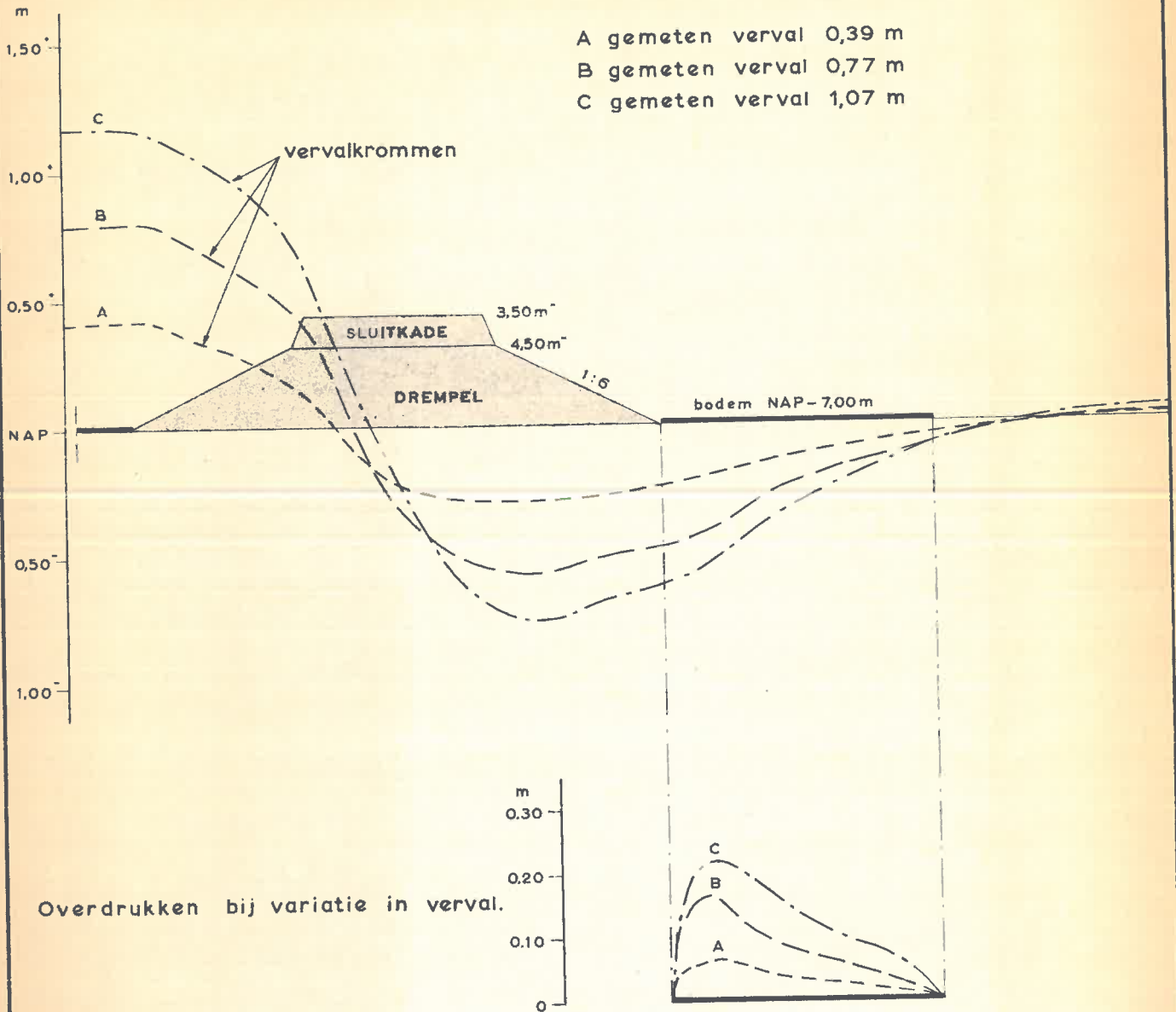
AFMETINGEN VAN DE ELEKTR. ANALOGIEMODELLEN WAARIN DE OVERDRUKMETINGEN, BIJ DE VERSCHILLENDE BODEMDIPTEN, WERDEN UITGEVOERD.  
 SCHALEN 1:2000 ; 1:4000 ; 1:5000

Invloed ondergrens op de max. overdrukken bij een toestand:  
 verval : 1.50 m  
 bodemdiepte : NAP - 7 m.  
 alleen drempel (zonder sluitkade)  
 kruin drempel op NAP - 5 m.  
 asfaltslabben van 25 m

MODELSHEMA :



hor. schaal 1:600    drempel: stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m  
 sluitkade: stortsteen 10-300 kg

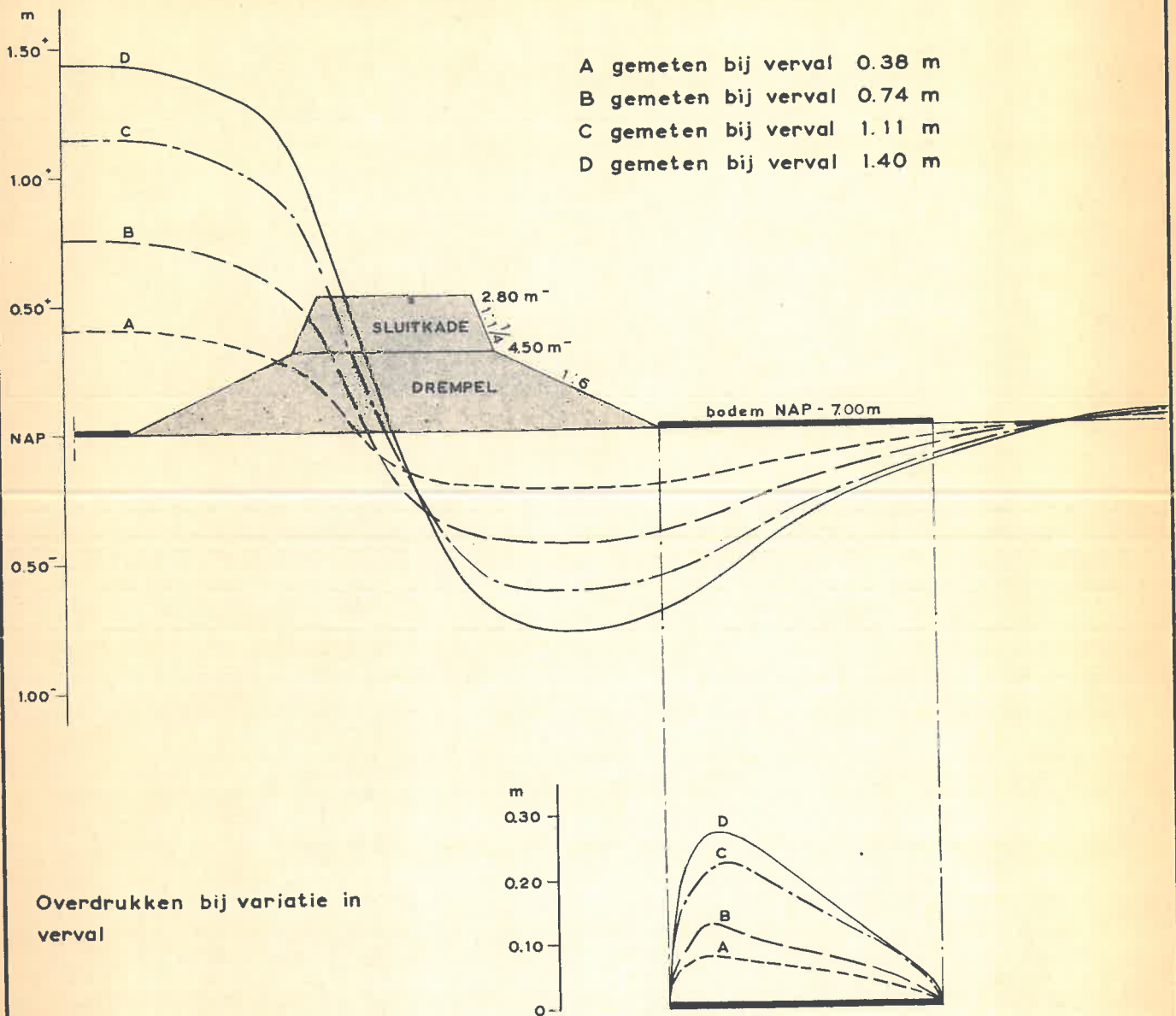




hor. schaal 1 : 600

drempel : stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m

sluitkade : stortsteen 10 - 300 kg

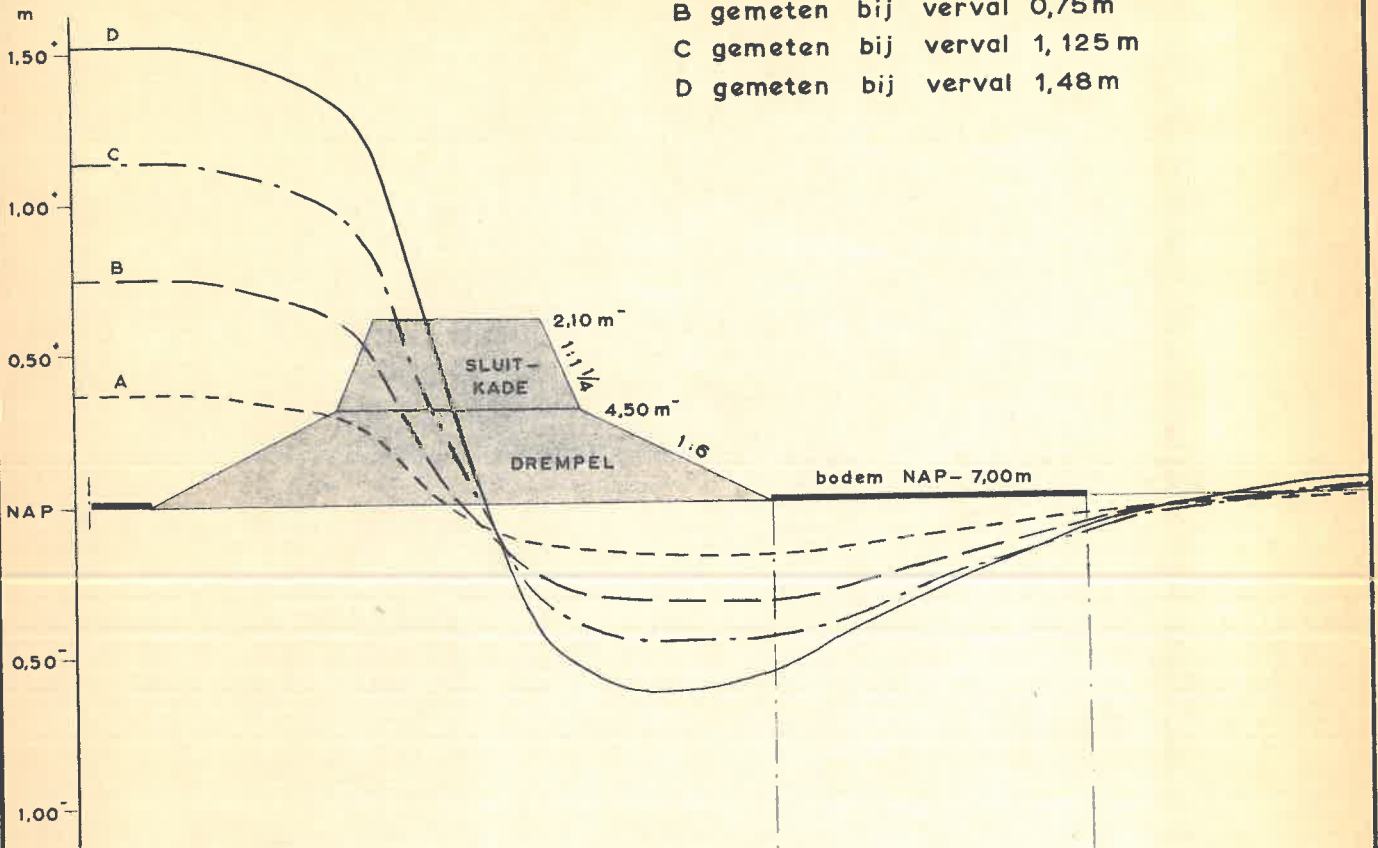


hor. schaal 1:600

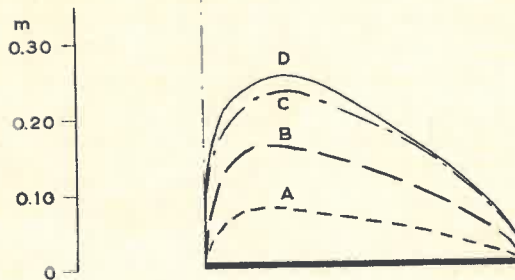
drempel: stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m

sluitkade: stortsteen 10-300 kg

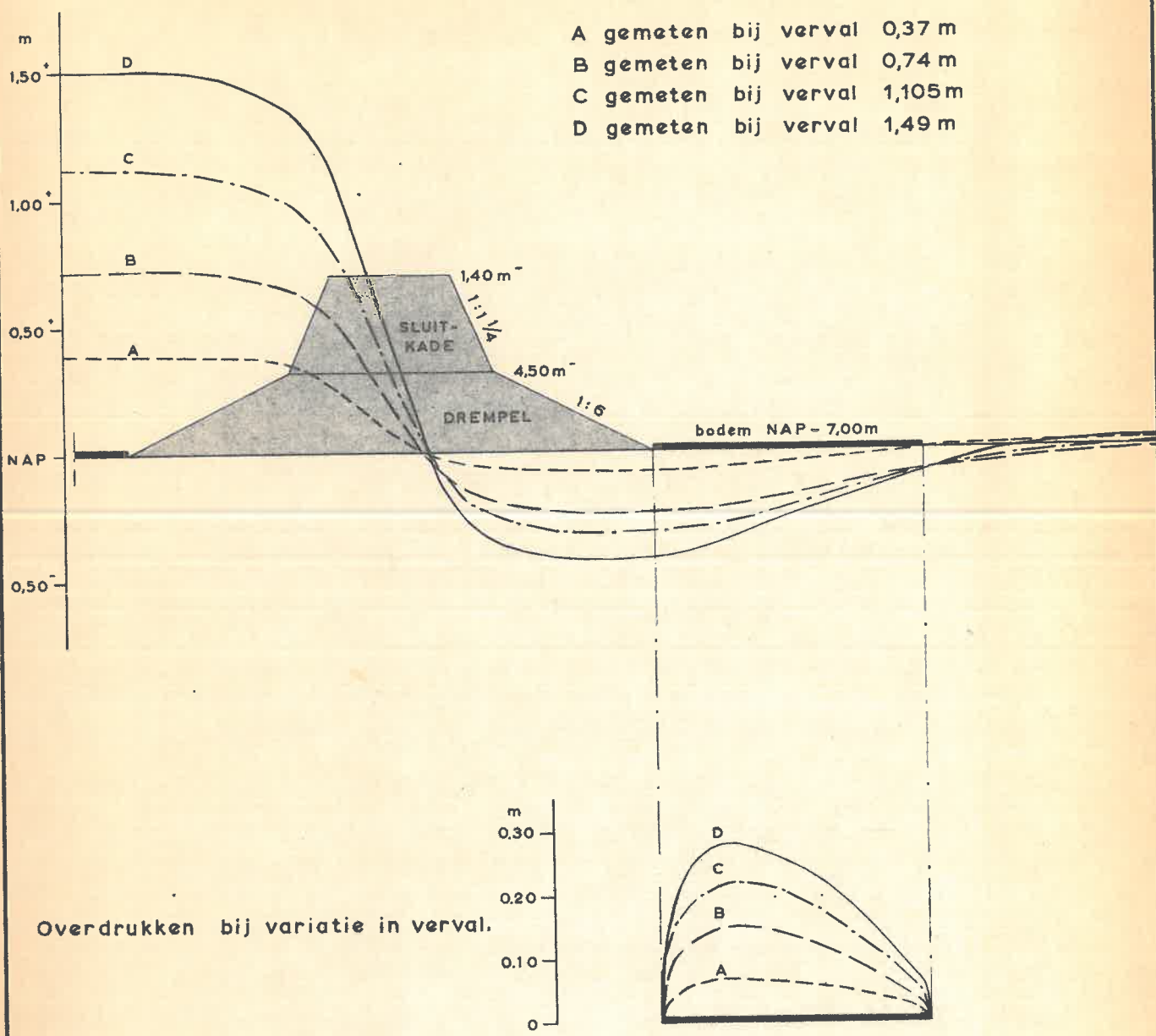
- A gemeten bij verval 0,39 m
- B gemeten bij verval 0,75 m
- C gemeten bij verval 1,125 m
- D gemeten bij verval 1,48 m



Overdrukken bij variatie in verval.



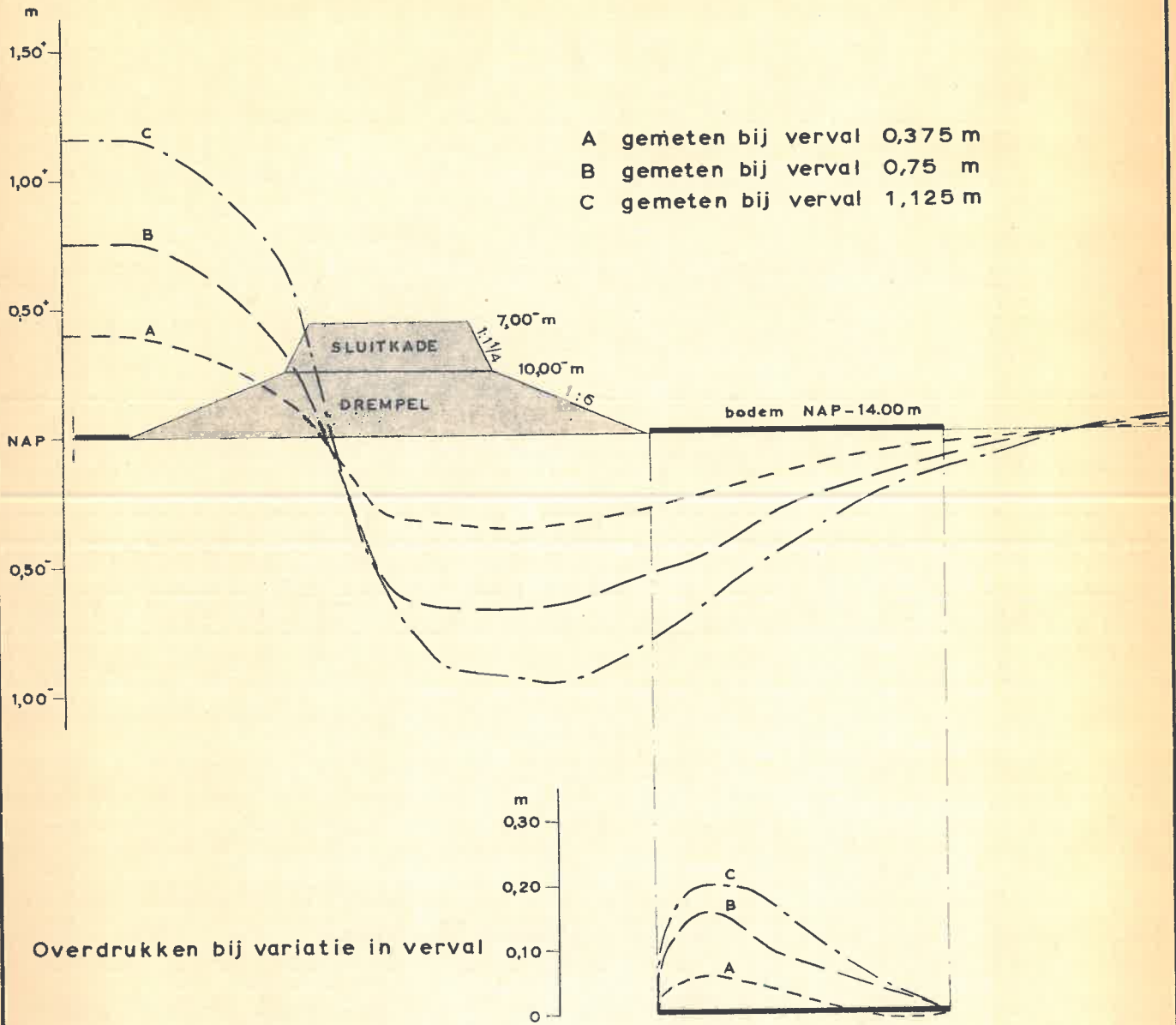
hor. schaal 1:600 drempel: stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m  
 sluitkade: stortsteen 10 - 300 kg



hor. schaal 1 : 1000

drempel : stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m

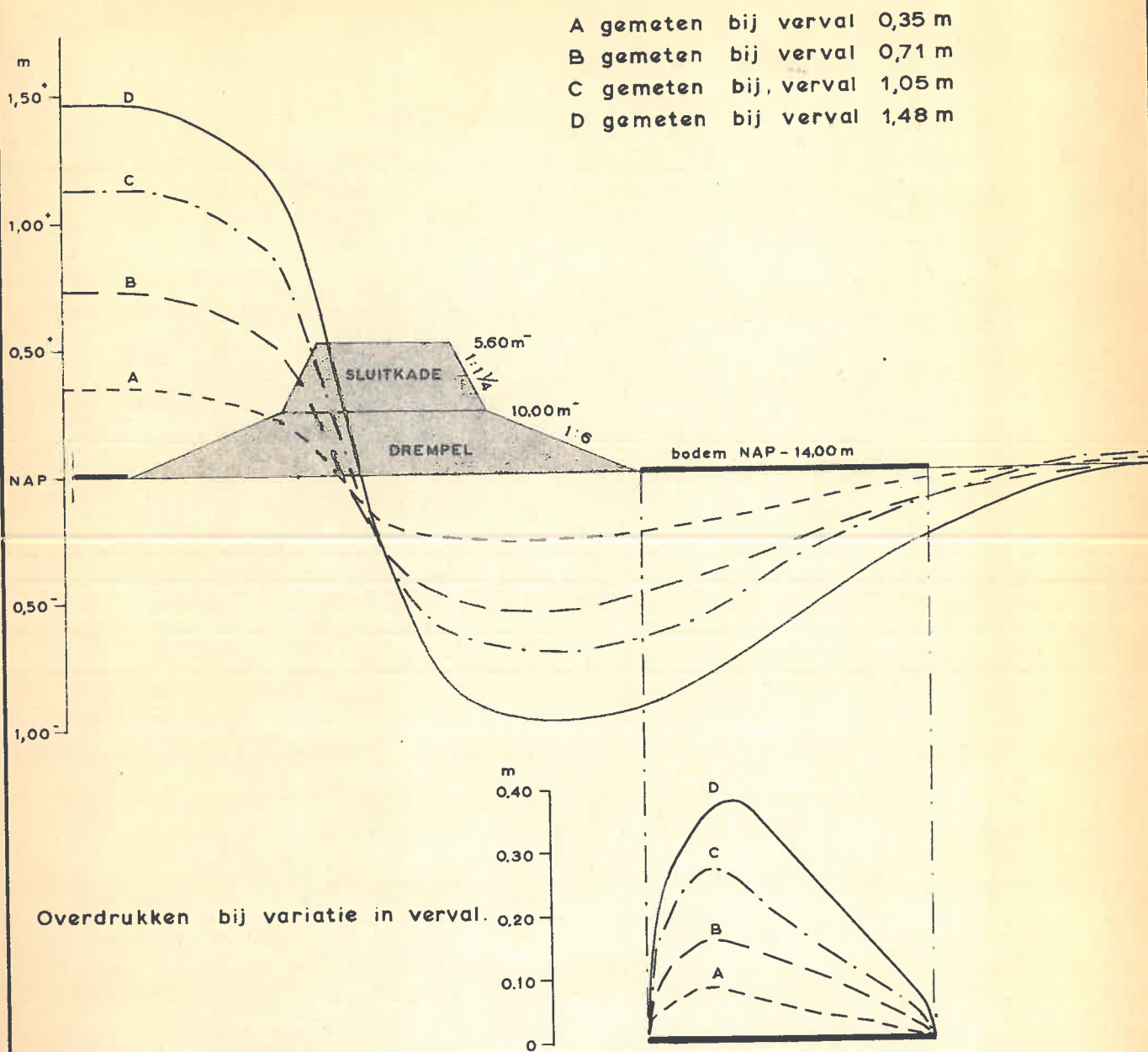
sluitkade : stortsteen 10 - 300 kg



hor. schaal 1:1000

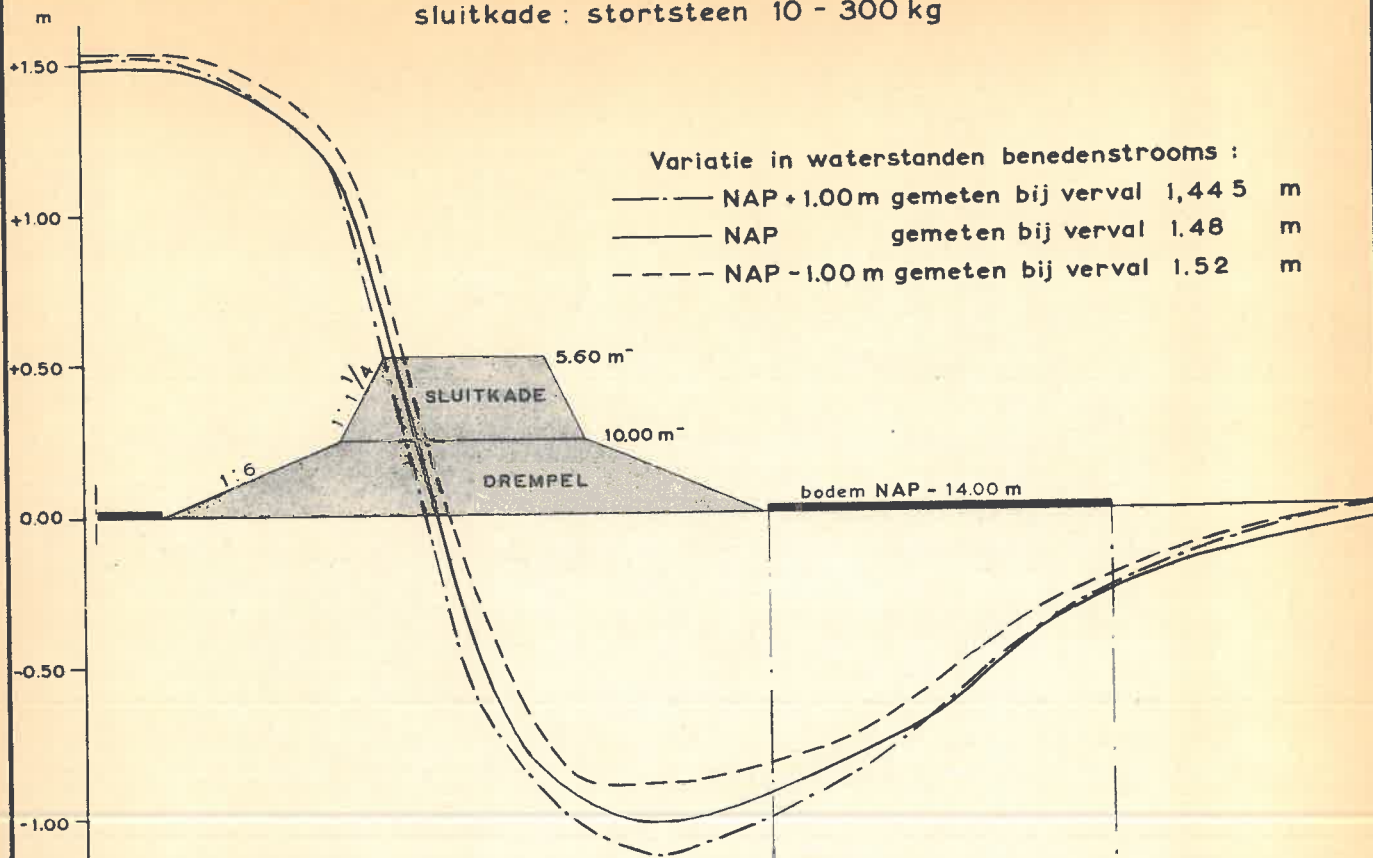
drempel : stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m

sluitkade : stortsteen 10 - 300 kg

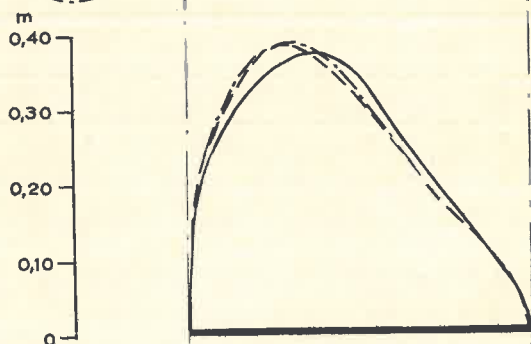


hor. schaal 1:1000

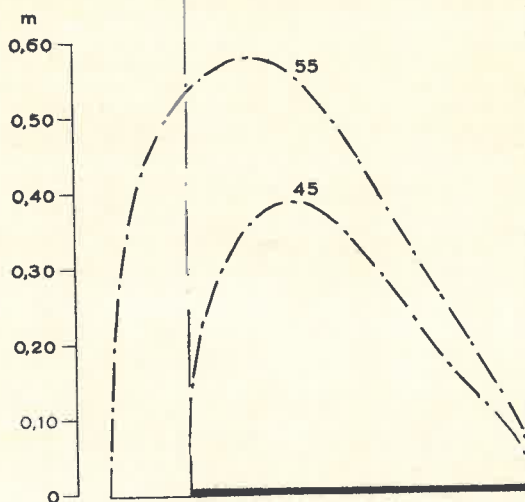
drempel: stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m  
 sluitkade: stortsteen 10 - 300 kg



Overdrukken bij variatie in waterstanden benedenstrooms resp. NAP + 1.00m, NAP, NAP - 1.00m

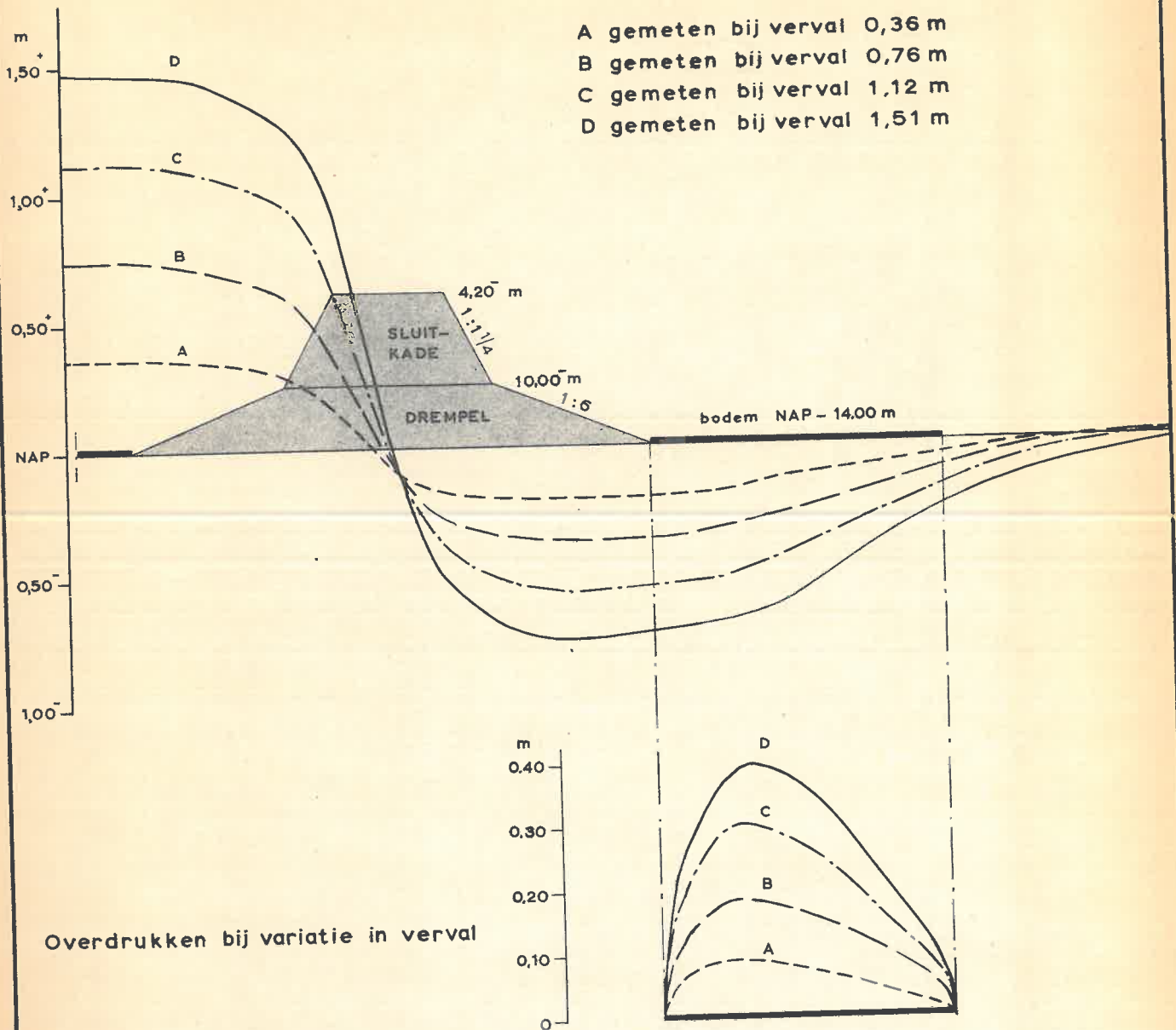


Overdrukken voor waterstand benedenstrooms NAP + 1.00 m bij variatie in slablengte resp. 55m en 45 m



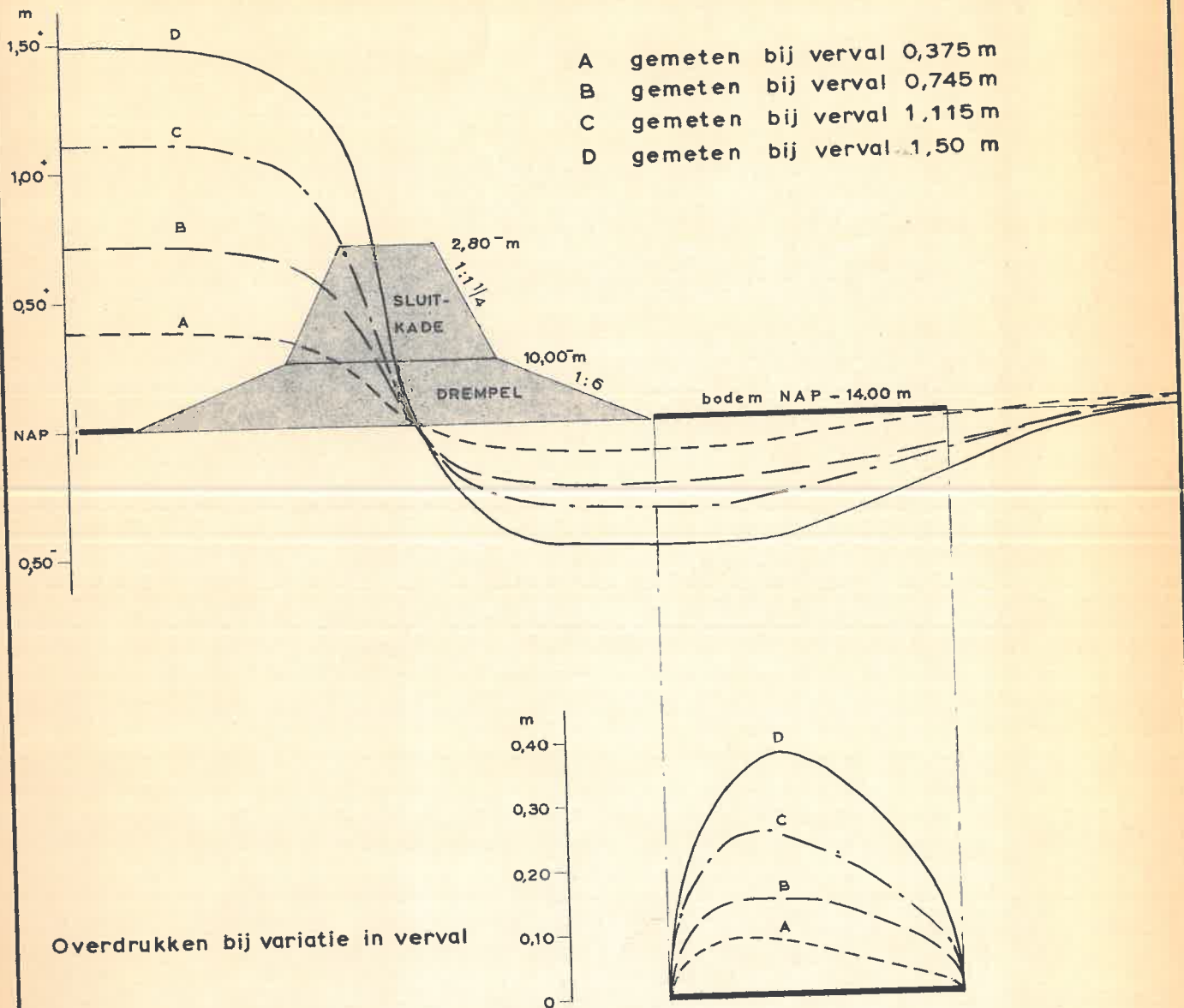
hor. schaal 1:1000

drempel : stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m  
 sluitkade : stortsteen 10 - 300 kg



hor. schaal 1:1000

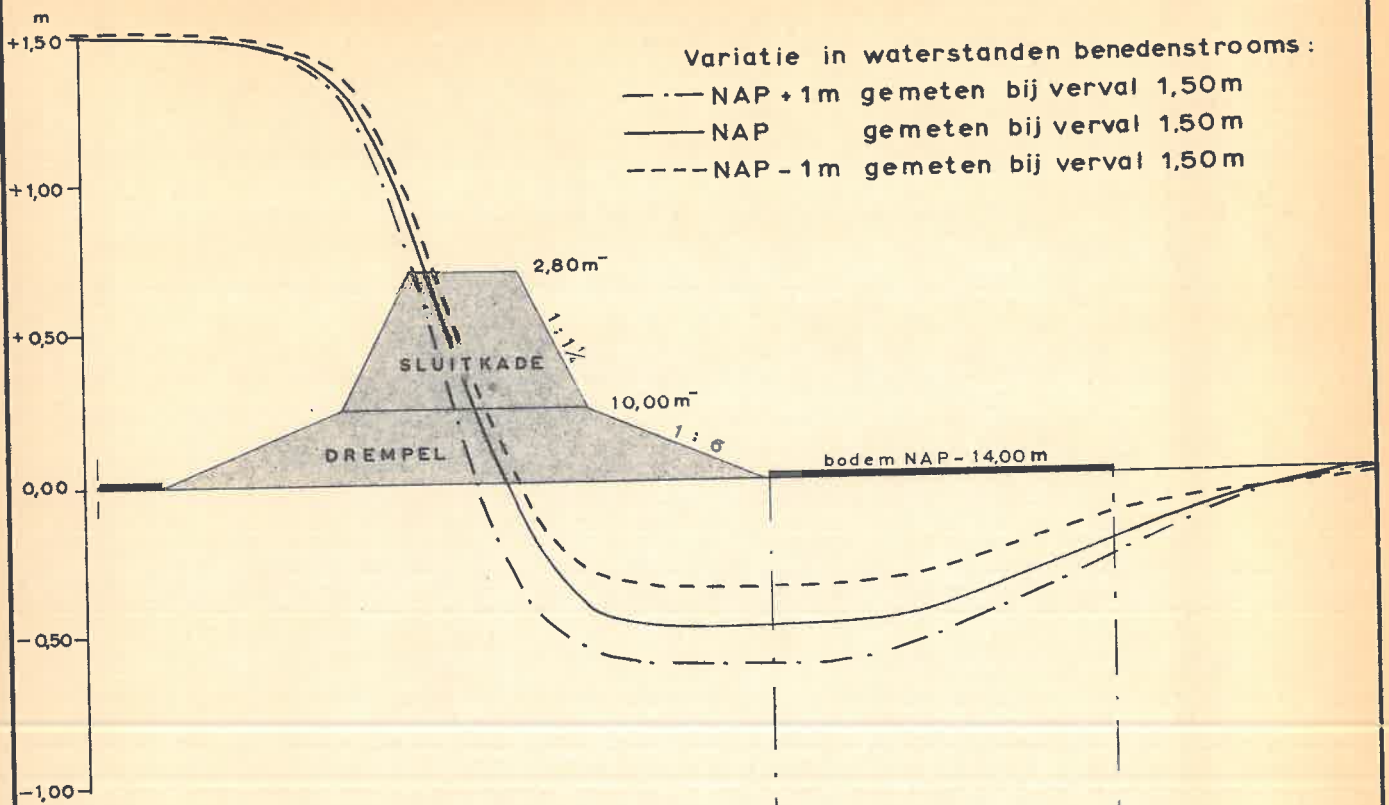
drempel: stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m  
 sluitkade stortsteen 10 - 300 kg





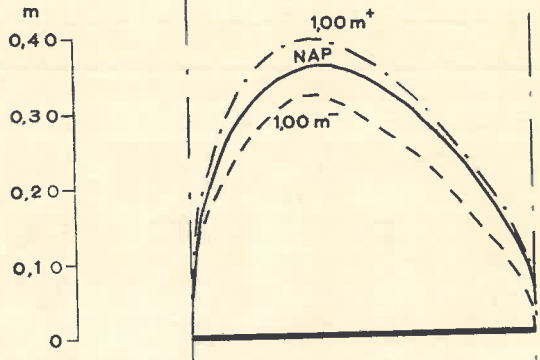
hor. schaal 1 : 1000

drempel : stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m  
 sluitkade : stortsteen 10 - 300 kg

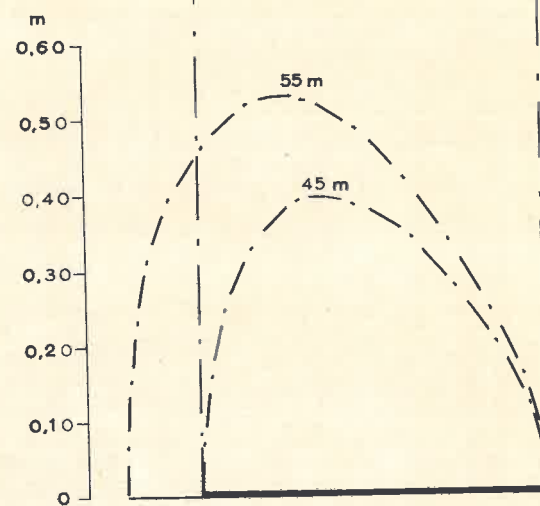


Variatie in waterstanden benedenstrooms :  
 - - - NAP + 1m gemeten bij verval 1,50m  
 ——— NAP gemeten bij verval 1,50m  
 - · - NAP - 1m gemeten bij verval 1,50m

Overdrukken bij variatie in waterstanden benedenstrooms resp. NAP + 1 m, NAP en NAP - 1 m



Overdrukken voor waterstand benedenstrooms NAP + 1 m bij variatie in slablengte resp. 55 m en 45 m

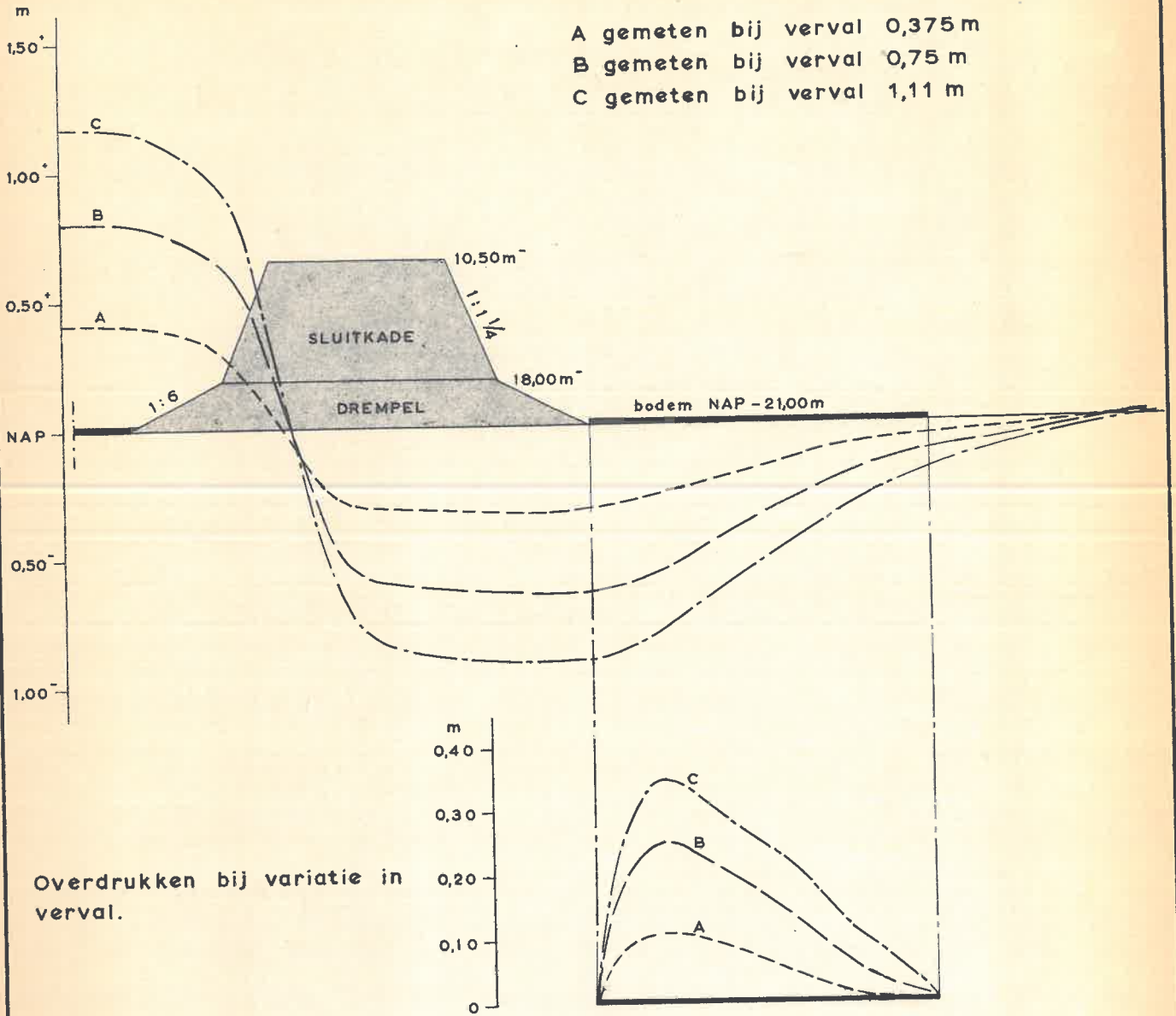


hor. schaal 1:1250

drempel : stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m

sluitkade : stortsteen 10-300 kg

brede kruin

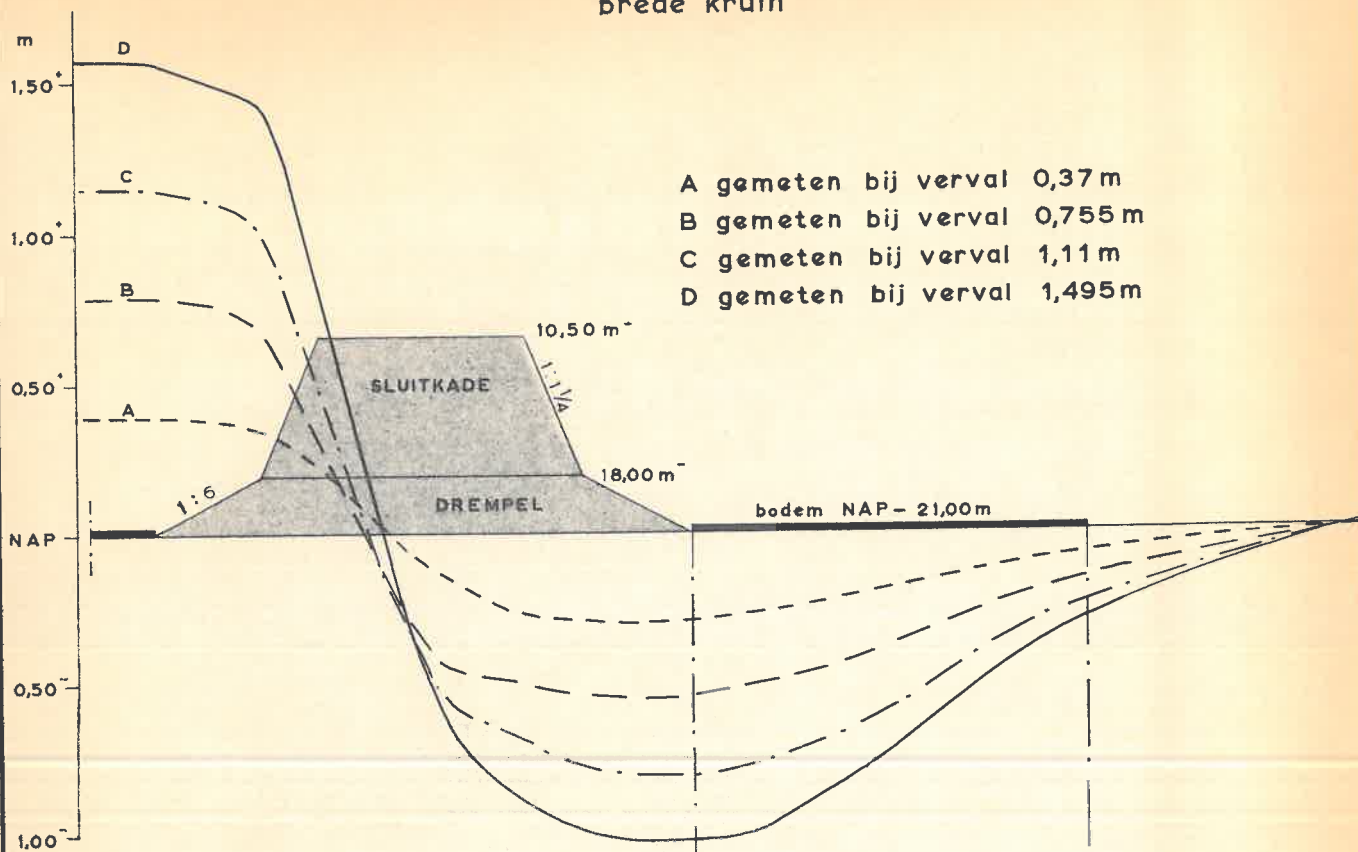


hor. schaal 1:1250

drempel: stortsteen  $d_{50} = 0,15$  m

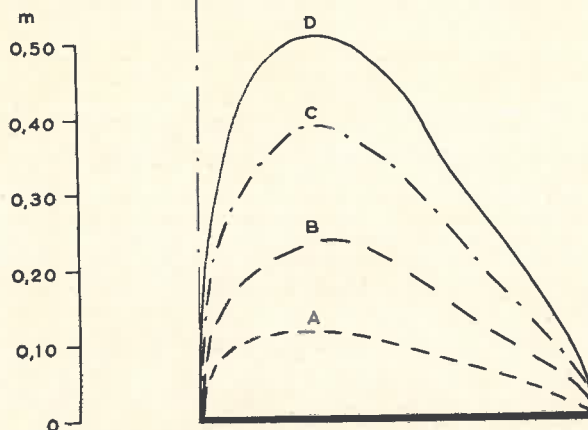
sluitkade: betonkubussen  $d_n = 1,25$  m

brede kruin



A gemeten bij verval 0,37 m  
 B gemeten bij verval 0,755 m  
 C gemeten bij verval 1,11 m  
 D gemeten bij verval 1,495 m

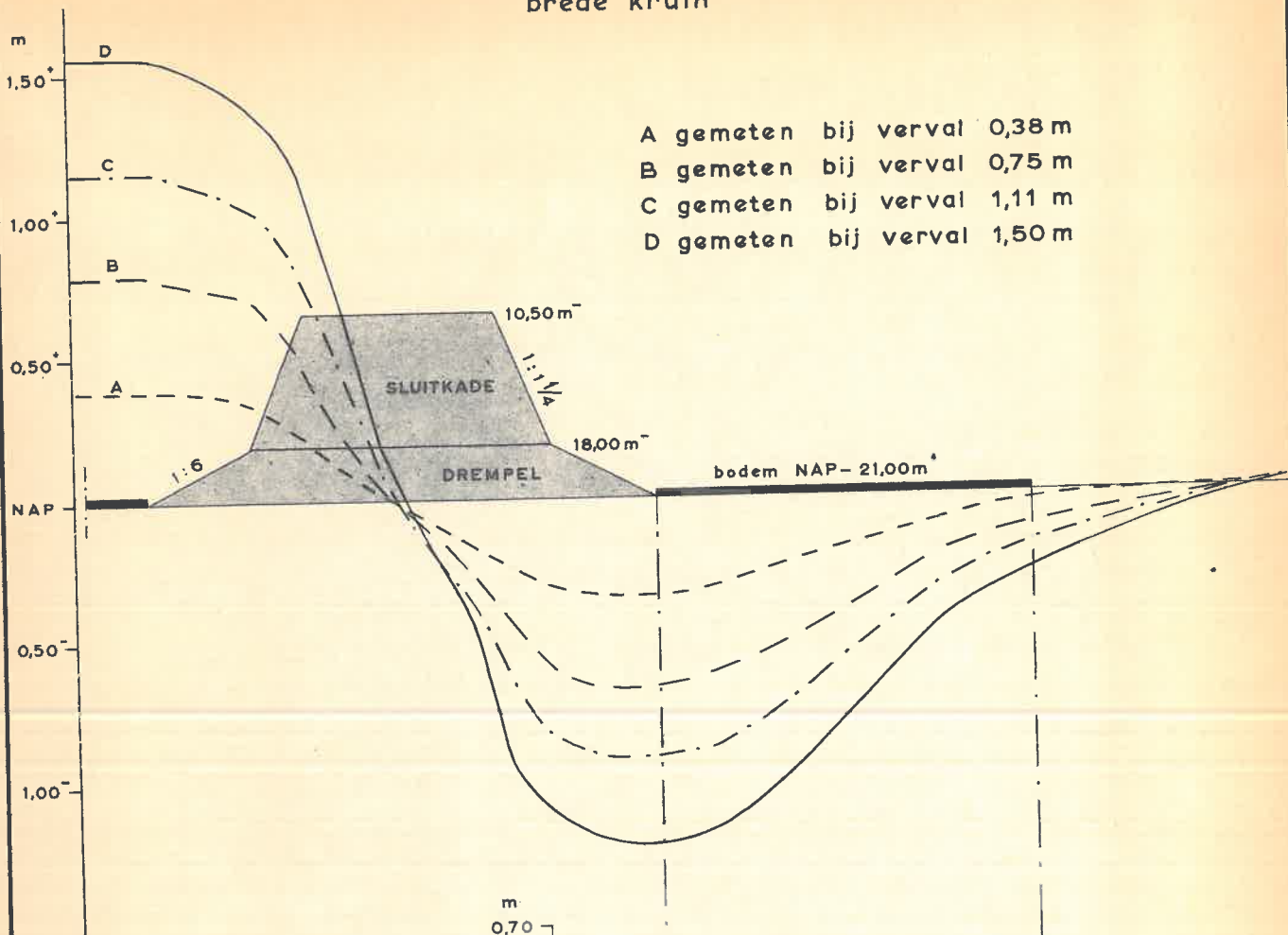
Overdrukken bij variatie in verval.



hor. schaal 1:1250

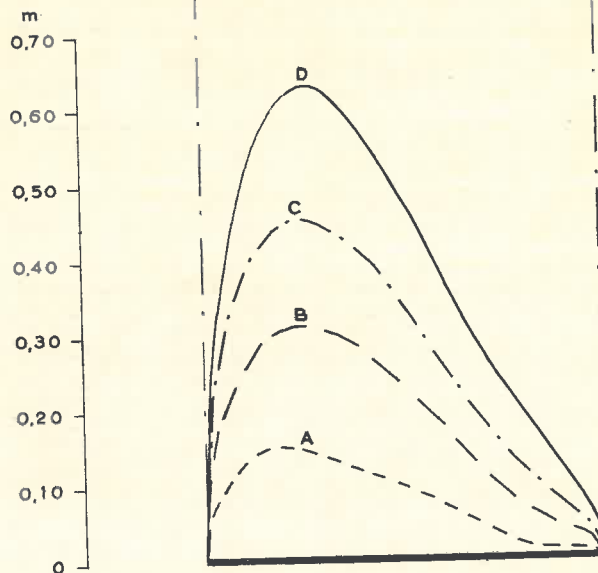
drempel: stortsteen  $d_{50} = 0,15$  m

sluitkade: asfalt met ruw opp.  
brede kruin



A gemeten bij verval 0,38 m  
 B gemeten bij verval 0,75 m  
 C gemeten bij verval 1,11 m  
 D gemeten bij verval 1,50 m

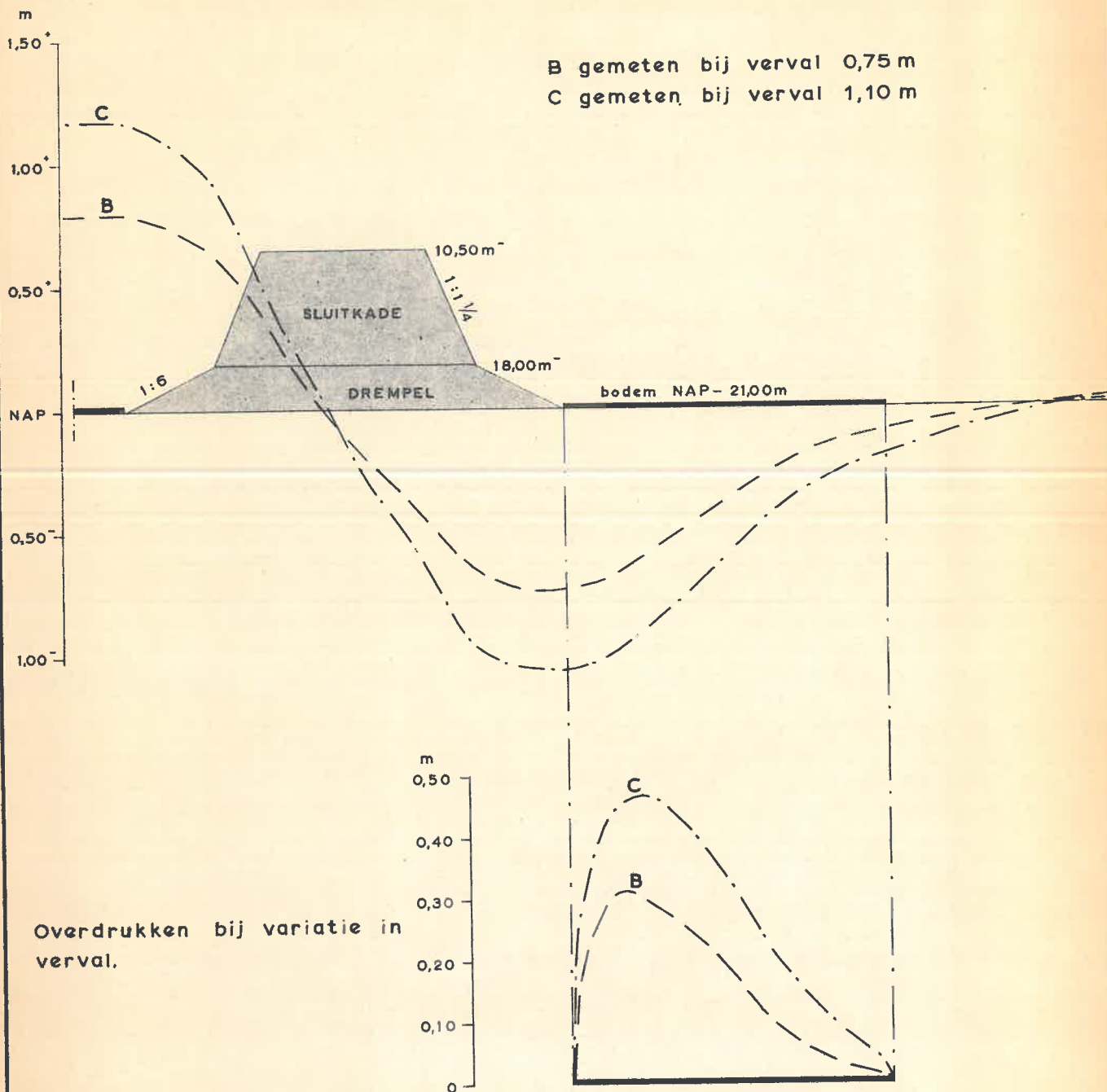
Overdrukken bij variatie in verval.



hor. schaal 1:1250

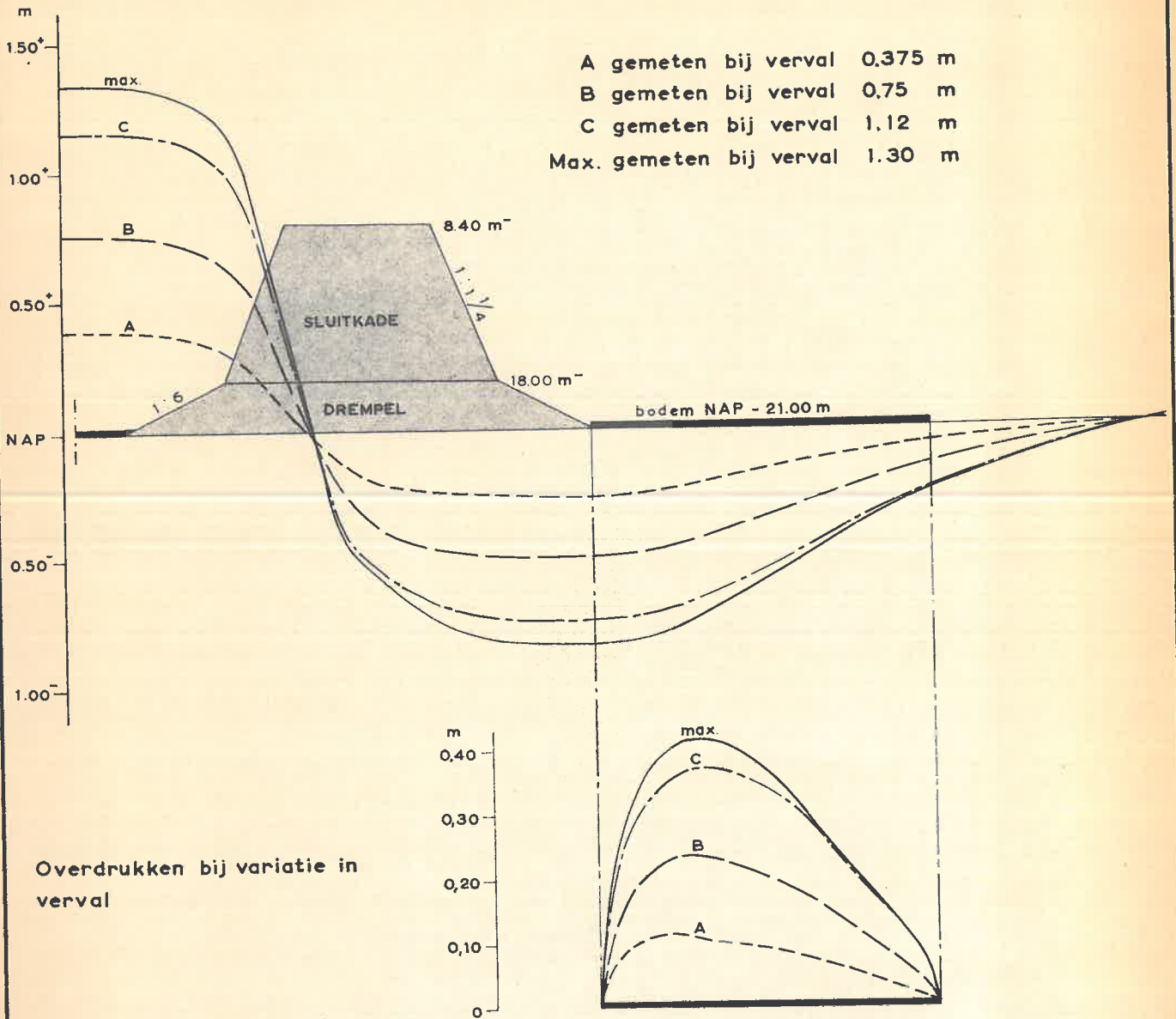
drempel: stortsteen  $d_{50} = 0,15\text{ m}$

sluitkade: asfalt met glad opp.  
brede kruin



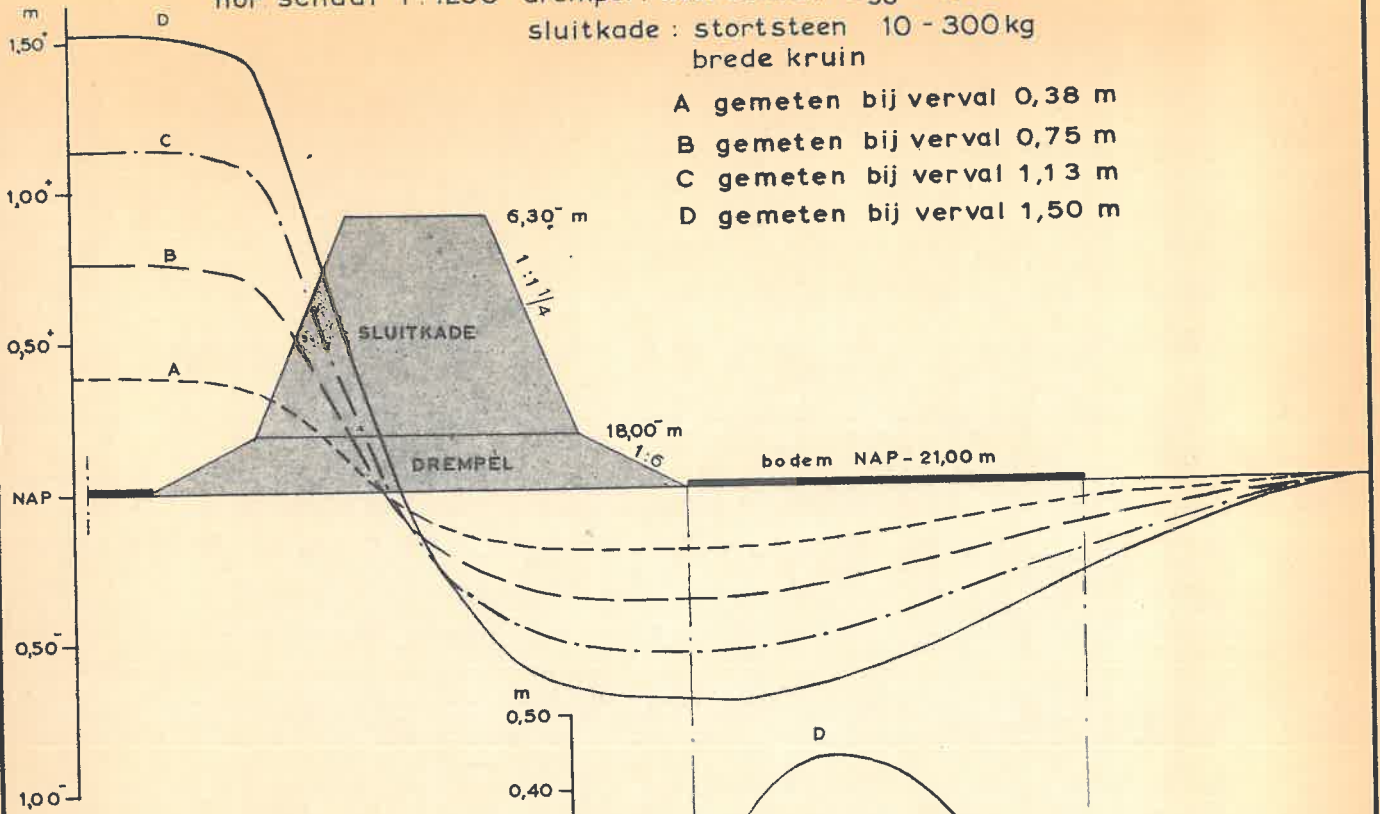
hor. schaal 1 : 1250

drempel : stortsteen  $d_{50} = 0,15$  m  
 sluitkade : stortsteen 10 - 300 kg  
 brede kruin

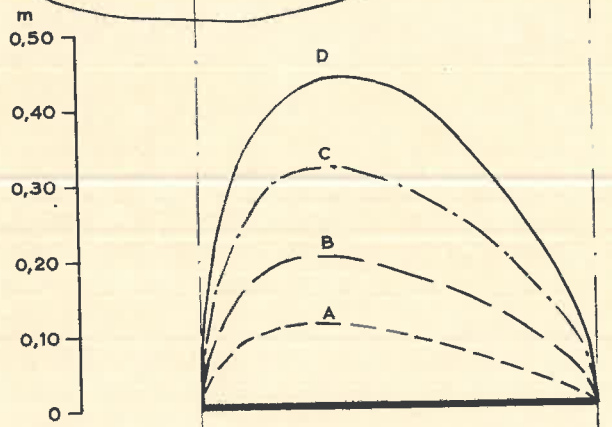


hor schaal 1 : 1250 drempel : stortsteen  $d_{50} = 0,15$  m  
 sluitkade : stortsteen 10 - 300 kg  
 brede kruin

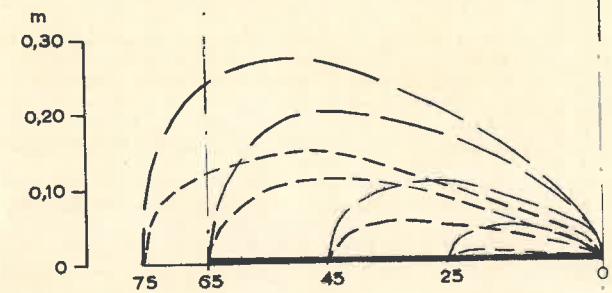
- A gemeten bij verval 0,38 m
- B gemeten bij verval 0,75 m
- C gemeten bij verval 1,13 m
- D gemeten bij verval 1,50 m



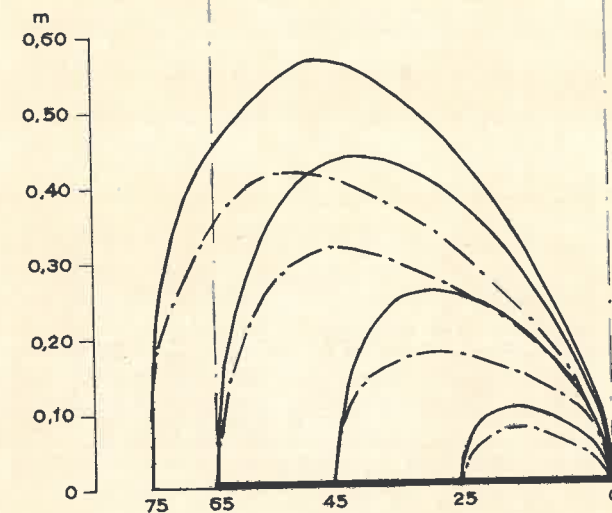
Overdrukken bij variatie in verval



Overdrukken bij variatie in slablengte voor T1.3A en T1.3B met slab: 75m, 65m, 45m en 25m



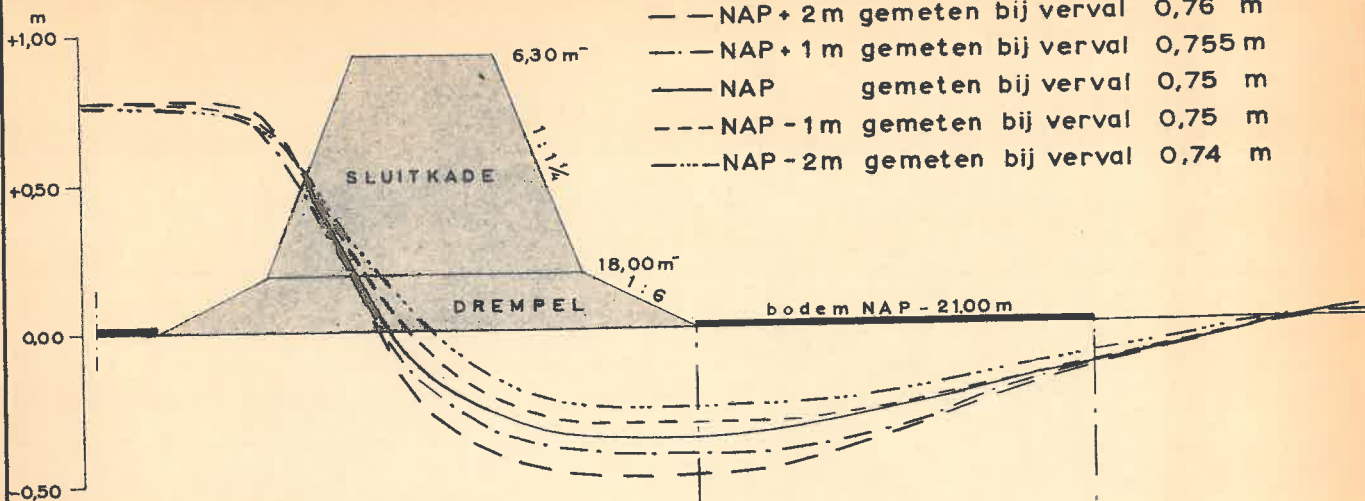
Overdrukken bij variatie in slablengte voor T1.3C en T1.3D met slab: 75m, 65m, 45m en 25m



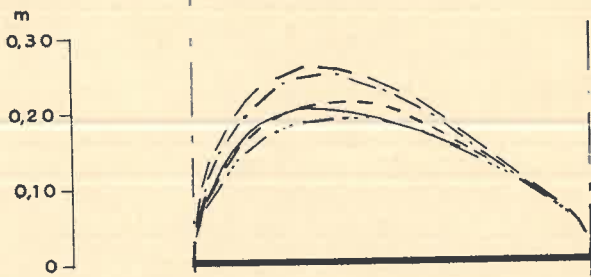
hor. schaal 1:1250 drempel: stortsteen  $d_{50} = 0,15$  m  
 sluitkade: stortsteen 10 - 300 kg  
 brede kruin

Verschillende waterstanden benedenstrooms:

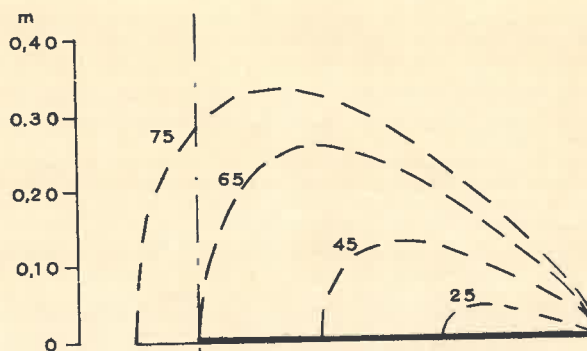
- — NAP + 2 m gemeten bij verval 0,76 m
- · - · - NAP + 1 m gemeten bij verval 0,755 m
- — NAP gemeten bij verval 0,75 m
- - - - NAP - 1 m gemeten bij verval 0,75 m
- · - · - NAP - 2 m gemeten bij verval 0,74 m



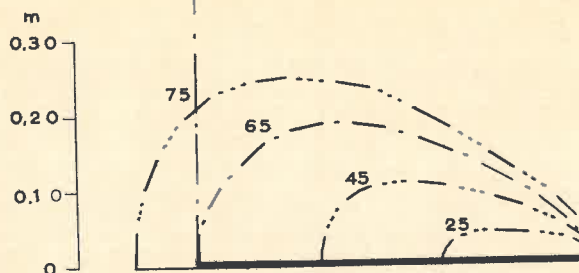
Overdrukken bij variatie in waterstanden benedenstrooms resp. NAP + 2 m, NAP + 1 m, NAP - 1 m en NAP - 2 m



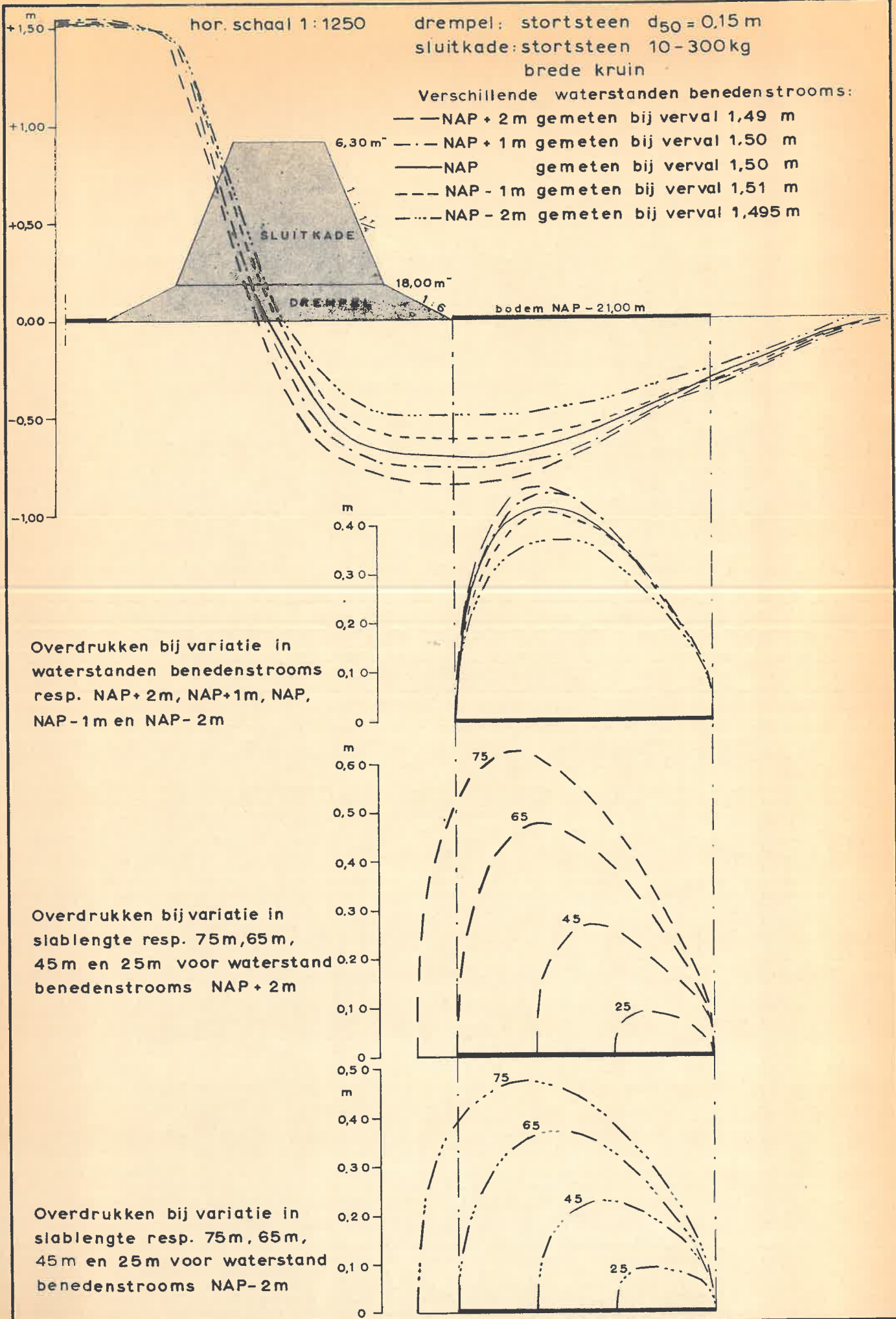
Overdrukken bij variatie in slablengte resp. 75 m, 65 m, 45 m en 25 m voor waterstand benedenstrooms NAP + 2 m



Overdrukken bij variatie in slablengte resp. 75 m, 65 m, 45 m en 25 m voor waterstand benedenstrooms NAP - 2 m

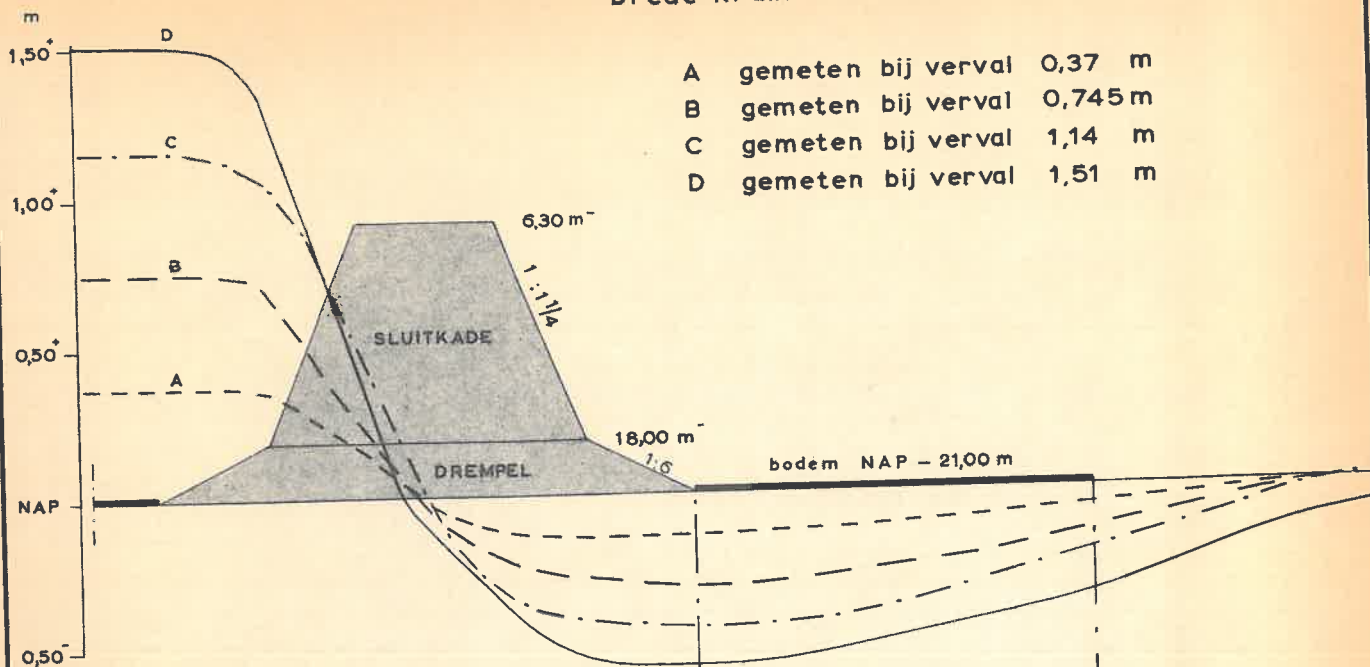






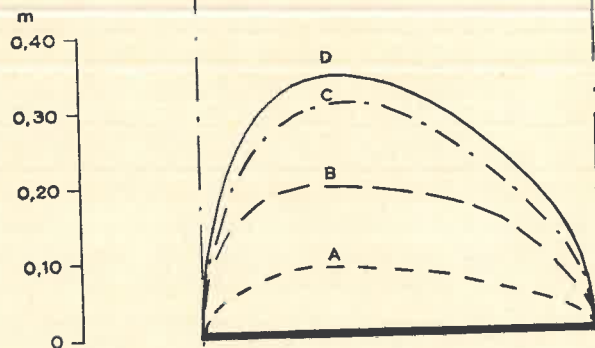
hor. schaal 1:1250

drempel: stortsteen  $d_{50} = 0,15$  m  
 sluitkade: betonkubussen  $d_n = 1,25$  m  
 brede kruin

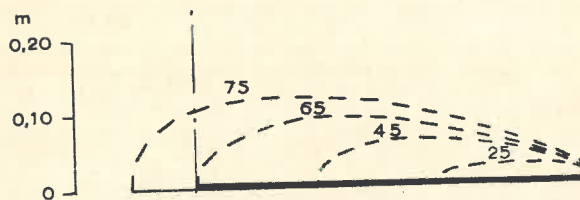


- A gemeten bij verval 0,37 m
- B gemeten bij verval 0,745 m
- C gemeten bij verval 1,14 m
- D gemeten bij verval 1,51 m

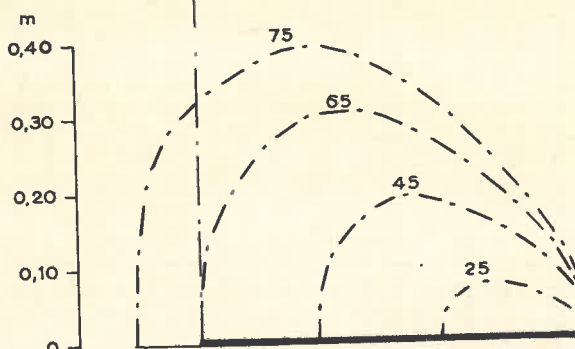
Overdrukken bij variatie in verval

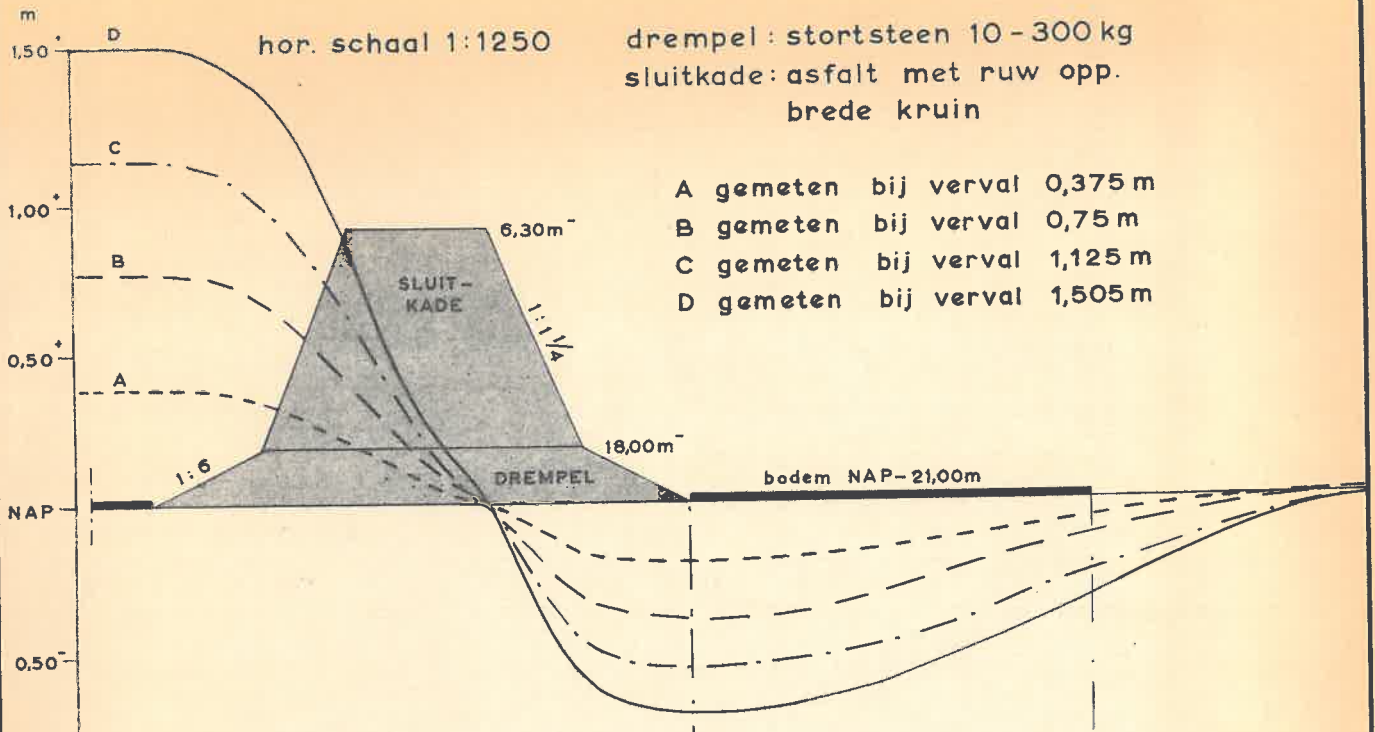


Overdrukken voor T1.3 A bij variatie in slablengte resp. 75 m, 65 m, 45 m en 25 m

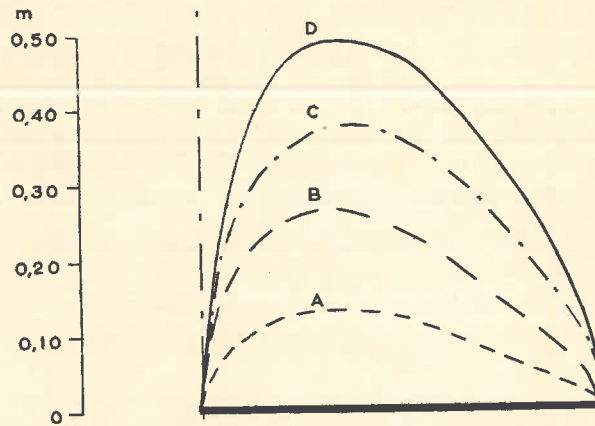


Overdrukken voor T1.3 C bij variatie in slablengte resp. 75 m, 65 m, 45 m en 25 m

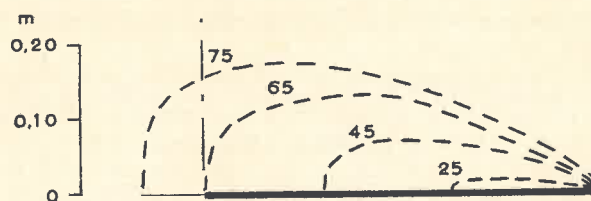




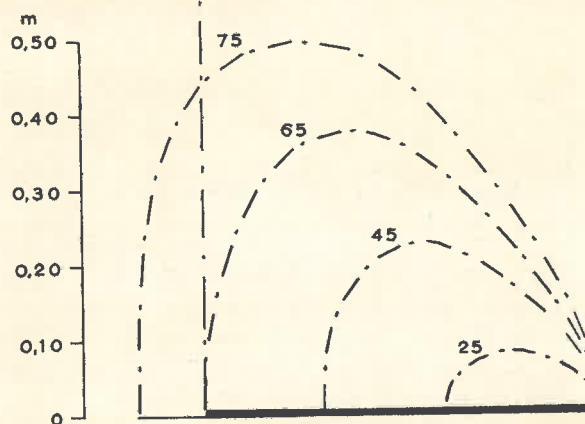
Overdrukken bij variatie in verval.



Overdrukken voor T13 A bij variatie in slablengte resp. 75m, 65m, 45 en 25m



Overdrukken van T13 C bij variatie in slablengte resp. 75m, 65m, 45m en 25m

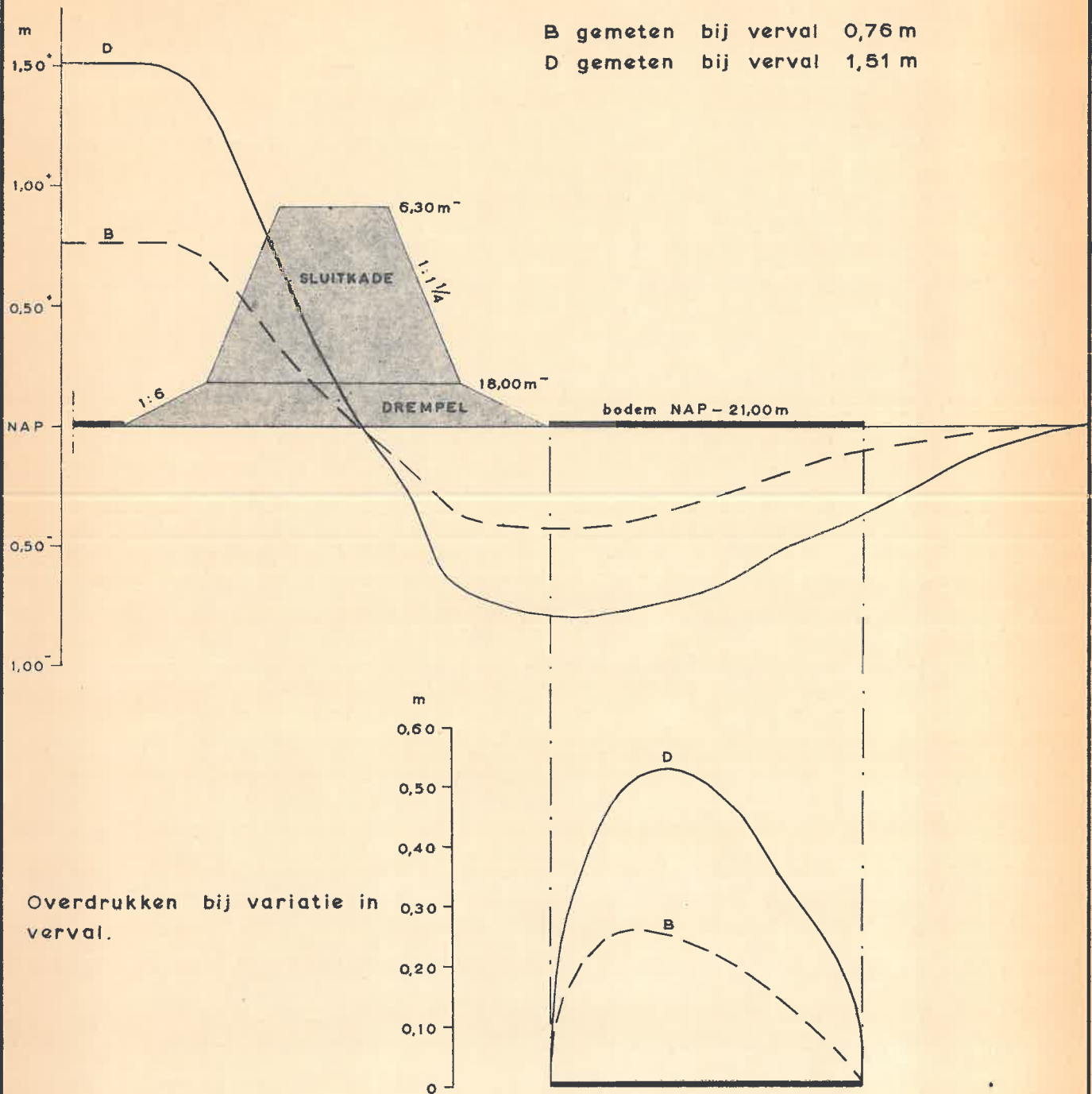


hor. schaal 1:1250

drempel: stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m

sluitkade: asfalt met glad opp.

brede kruin

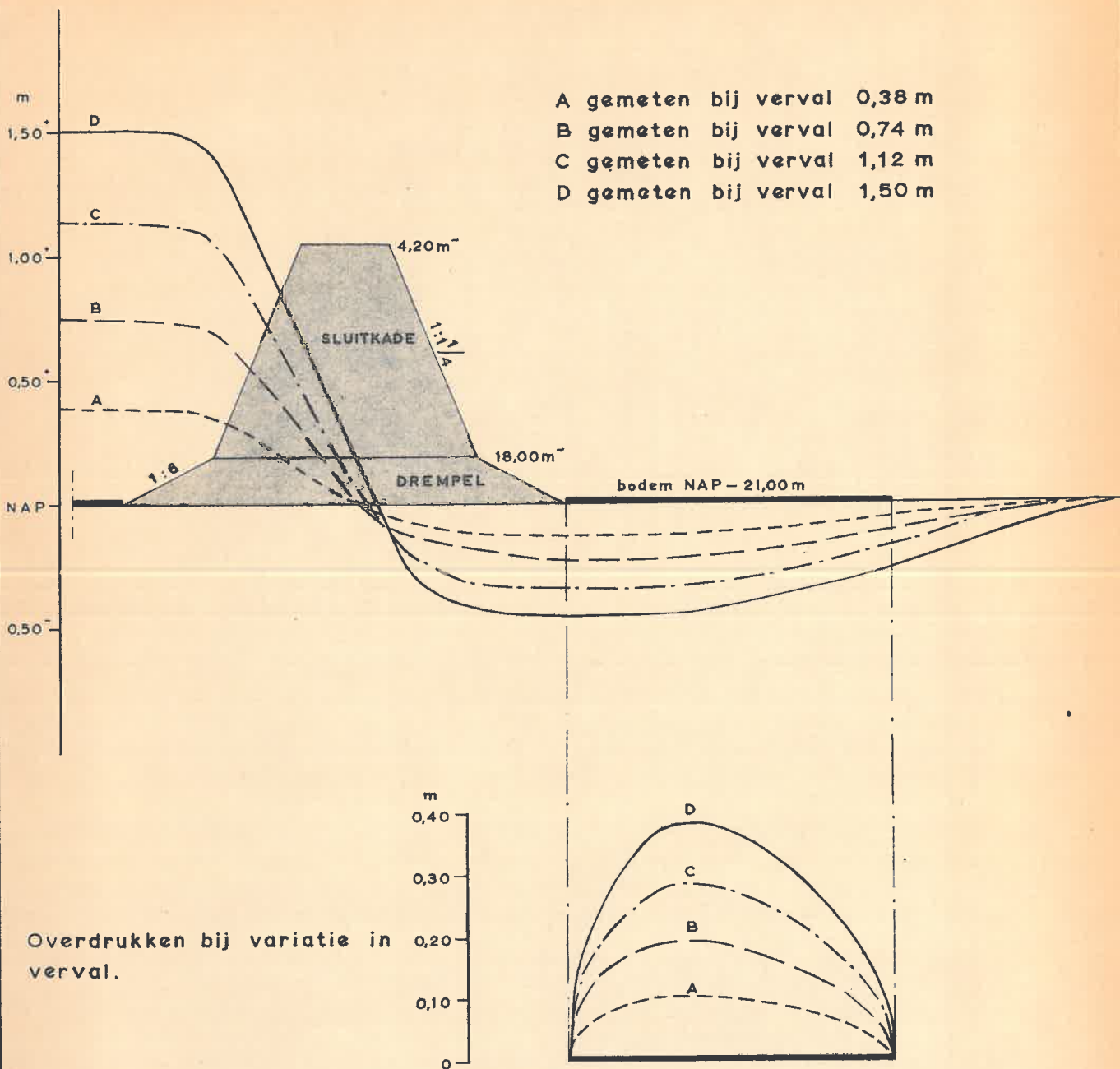


hor. schaal 1:1250

drempel : stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m

sluitkade : stortsteen 10-300 kg

brede kruin



hor. schaal 1 : 1250

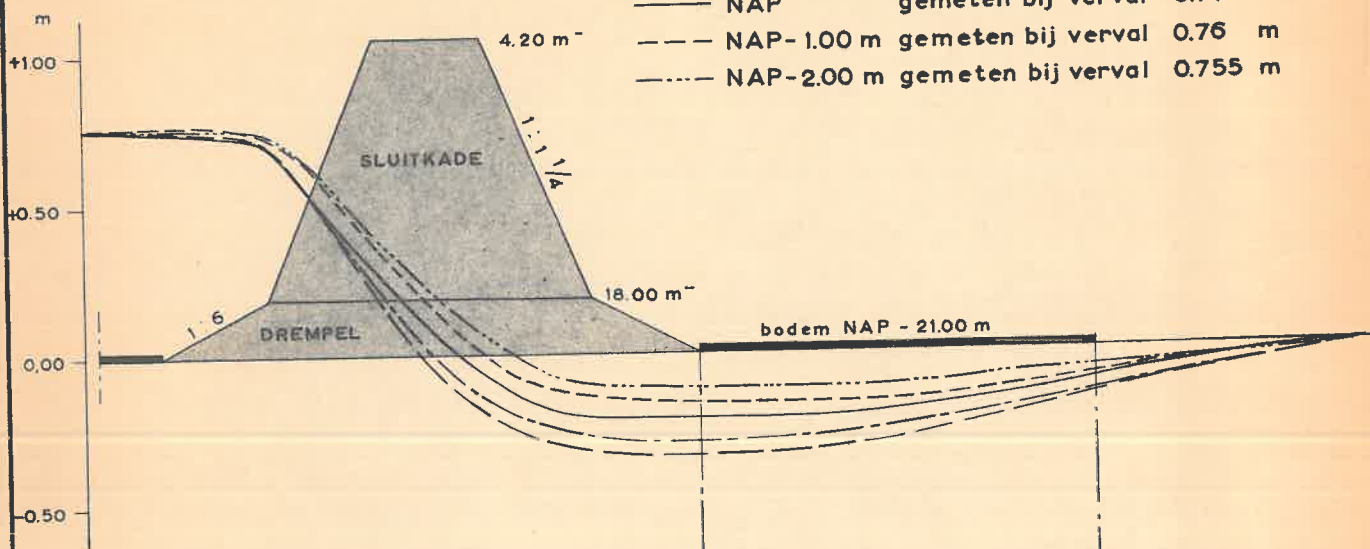
drempel: stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m

sluitkade: stortsteen 10 - 300 kg

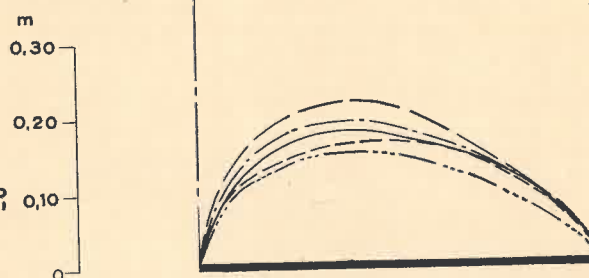
brede kruin

Verschillende waterstanden benedenstrooms:

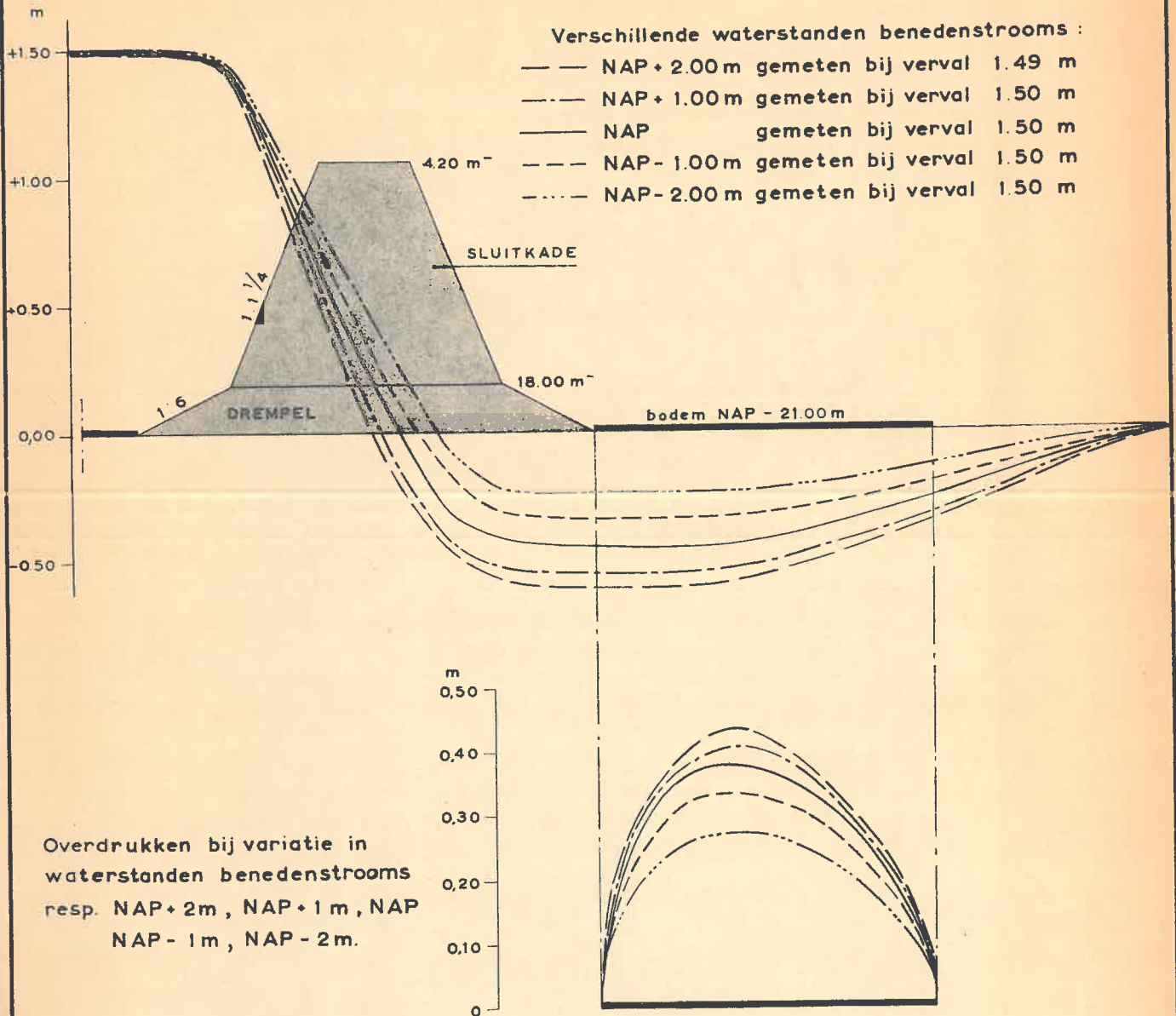
- — — NAP+2.00m gemeten bij verval 0.745 m
- · — · — NAP+ 1.00 m gemeten bij verval 0.74 m
- — — NAP gemeten bij verval 0.74 m
- - - - - NAP- 1.00 m gemeten bij verval 0.76 m
- · - · - NAP-2.00 m gemeten bij verval 0.755 m



Overdrukken bij variatie in  
waterstanden benedenstrooms  
resp. NAP+ 2.00m, NAP+ 1.00m, NAP,  
NAP- 1.00m, NAP- 200 m.



hor. schaal 1 : 1250    drempel : stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m  
 sluitkade : stortsteen 10 - 300 kg  
 brede kruin

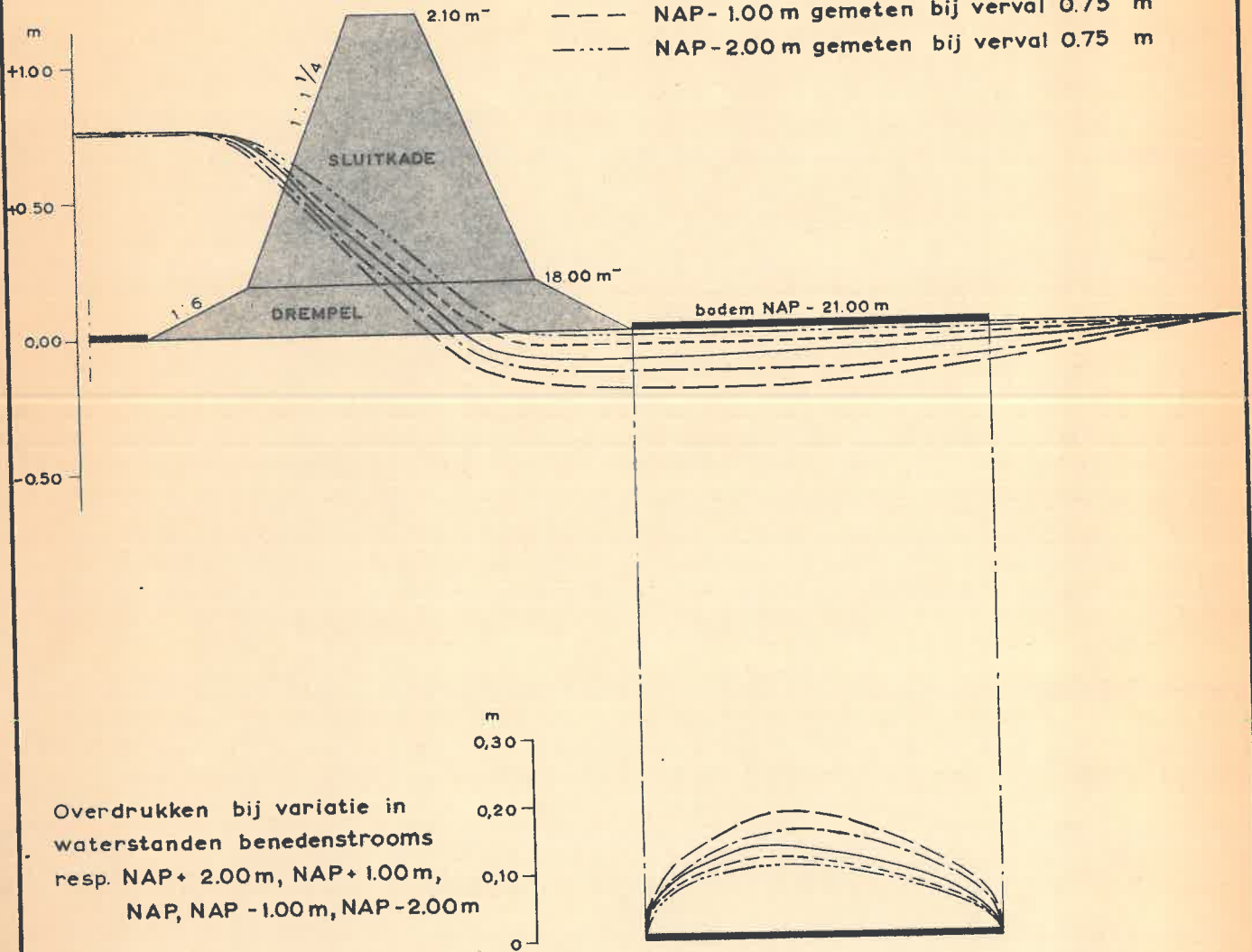


hor. schaal 1:1250

drempel : stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m  
 sluitkade : stortsteen 10 - 300 kg  
 brede kruin

Verschillende waterstanden benedenstrooms :

- — — NAP+ 2.00 m gemeten bij verval 0.755 m
- — — NAP+ 1.00 m gemeten bij verval 0.75 m
- — — NAP gemeten bij verval 0.75 m
- - - - NAP- 1.00 m gemeten bij verval 0.75 m
- · · · · NAP- 2.00 m gemeten bij verval 0.75 m



Overdrukken bij variatie in  
 waterstanden benedenstrooms  
 resp. NAP+ 2.00 m, NAP+ 1.00 m,  
 NAP, NAP - 1.00 m, NAP - 2.00 m

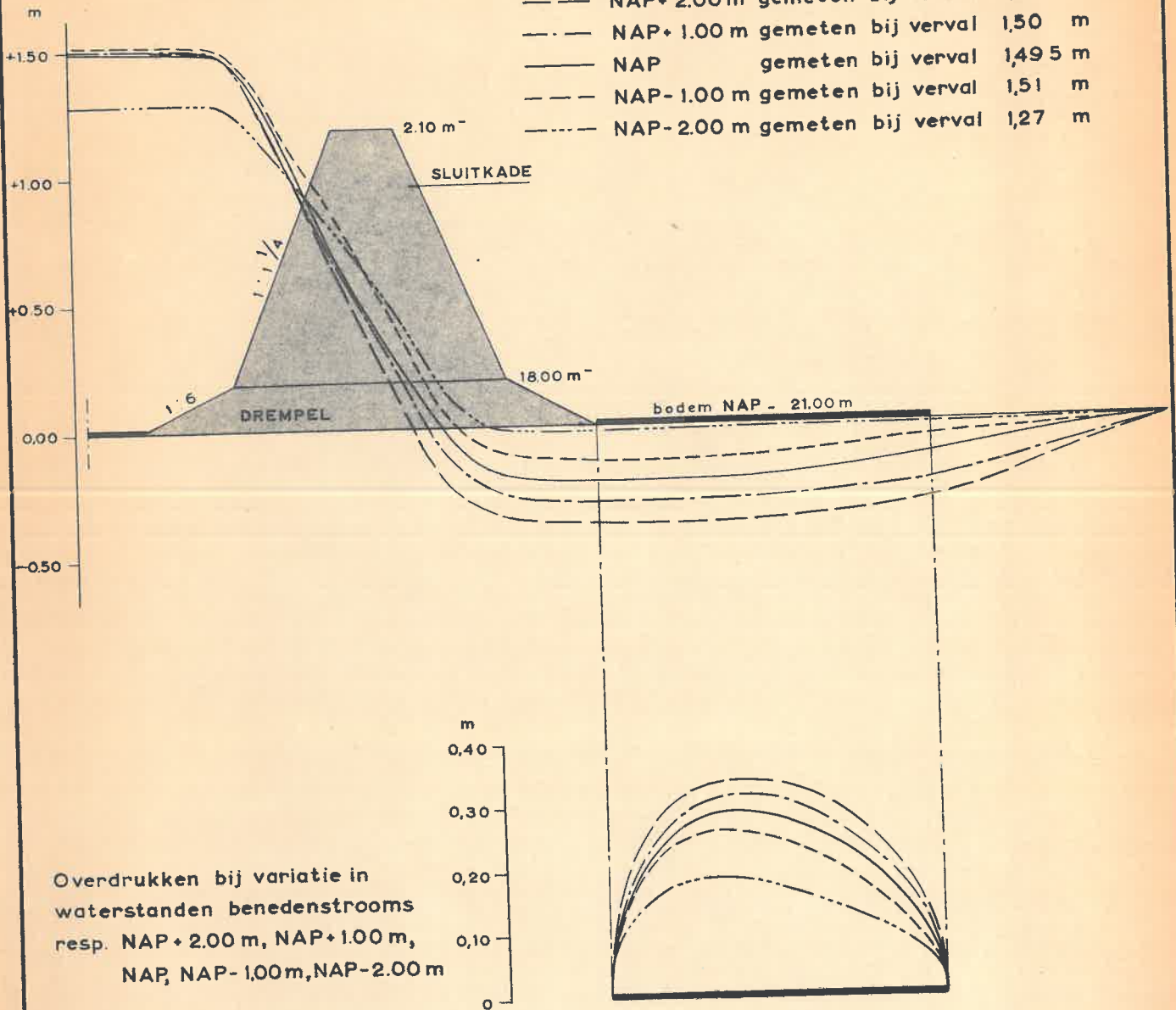


hor. schaal 1:1250

drempel : stortsteen  $d_{50} = 0,15$  m  
 sluitkade : stortsteen 10 - 300 kg  
 brede kruin

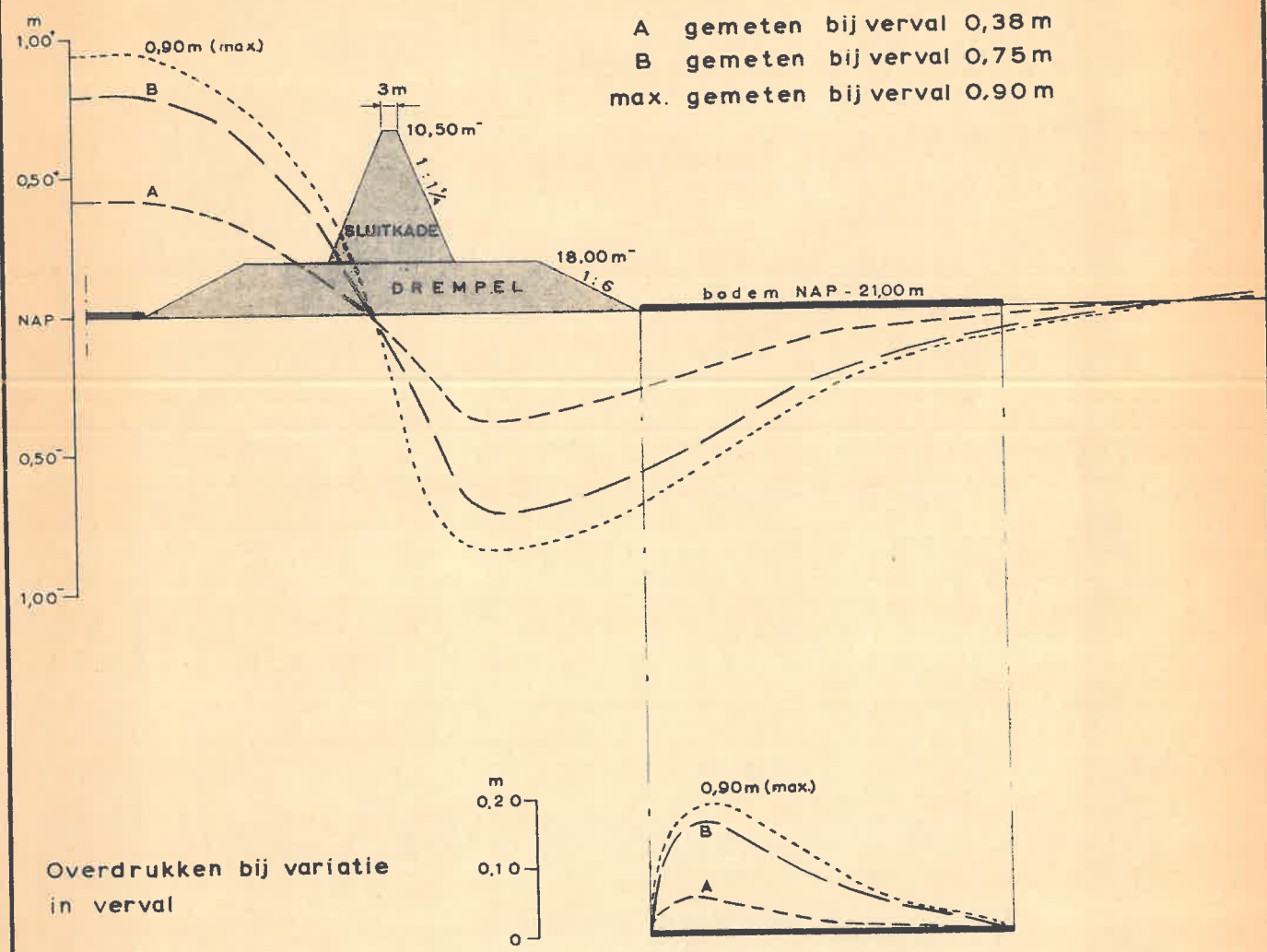
Verschillende waterstanden benedenstrooms :

- NAP+ 2.00 m gemeten bij verval 1,50 m
- - - NAP+ 1.00 m gemeten bij verval 1,50 m
- NAP gemeten bij verval 1,495 m
- - - NAP- 1.00 m gemeten bij verval 1,51 m
- - - NAP- 2.00 m gemeten bij verval 1,27 m



hor. schaal 1:1250

drempel : stortsteen  $d_{50} = 0.15$  m  
 sluitkade : stortsteen 10-300 kg  
 smalle kruin



A gemeten bij verval 0,38 m  
 B gemeten bij verval 0,75 m  
 max. gemeten bij verval 0,90 m

Overdrukken bij variatie  
 in verval

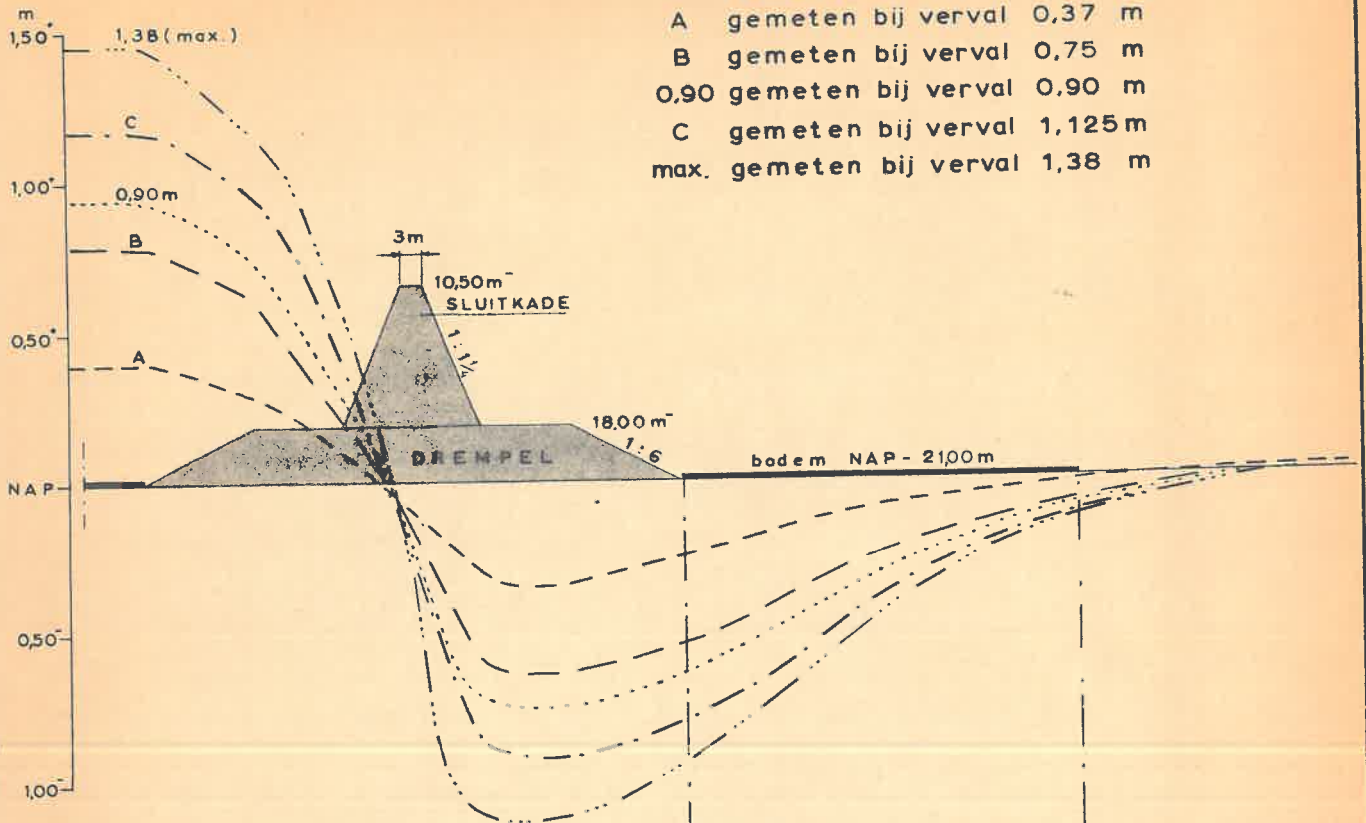
hor. schaal 1:1250

drempel: stortsteen

$d_{50} = 0,15 \text{ m}$

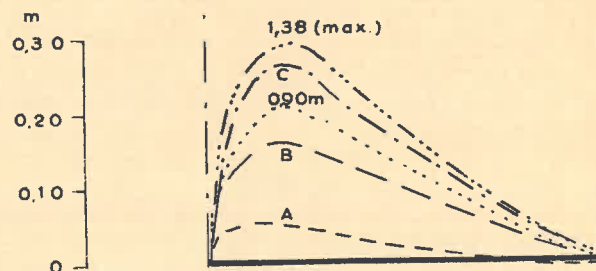
sluitkade: betonkubussen  $d_n = 1,25 \text{ m}$

smalle kruin

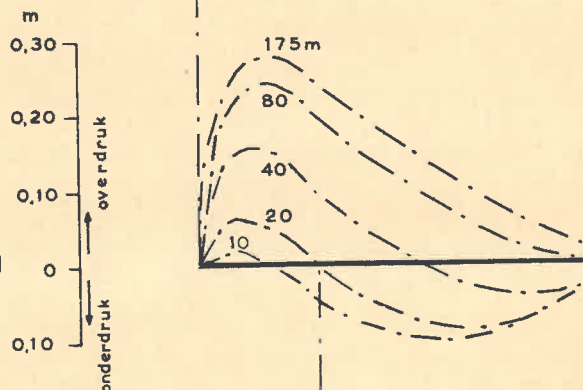


- A gemeten bij verval 0,37 m
- B gemeten bij verval 0,75 m
- 0,90 gemeten bij verval 0,90 m
- C gemeten bij verval 1,125 m
- max. gemeten bij verval 1,38 m

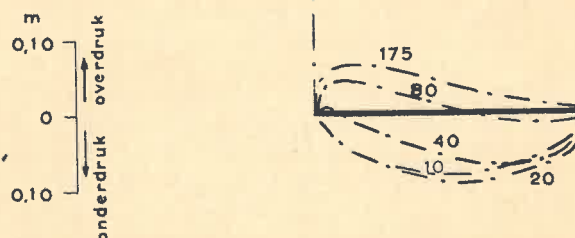
Overdrukken bij variatie in verval



Overdrukken voor T1.1 C en slablengte 65m bij variatie in dikte van het watervoerend pakket resp. 175m, 80m, 40m, 20m en 10m

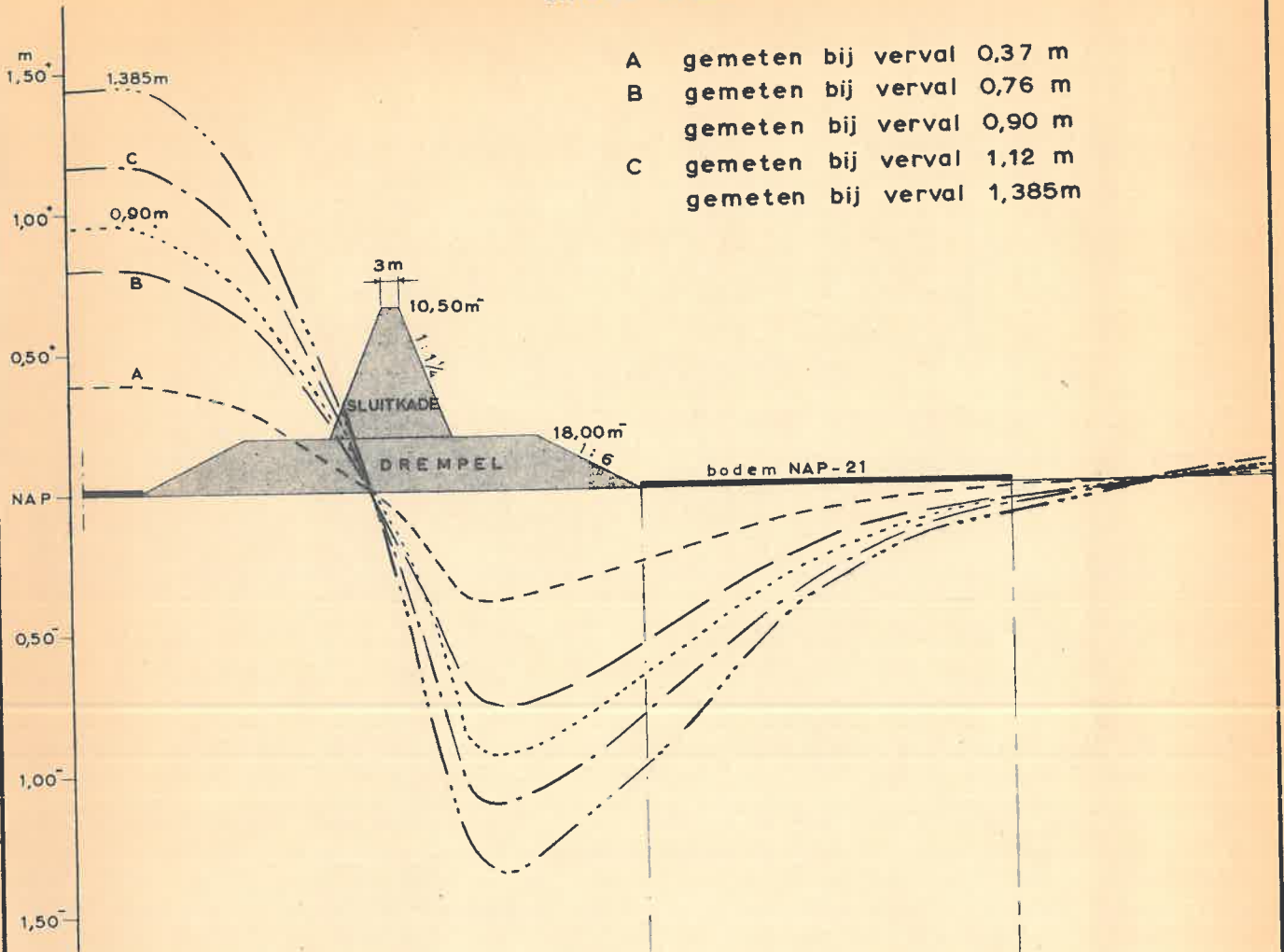


Overdrukken voor T1.1 C en slablengte 45m bij variatie in dikte van het watervoerend pakket resp. 175m, 80m, 40m, 20m en 10m



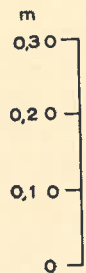
hor. schaal 1:1250

drempel: storsteen 10-300 kg  
 sluitkade: asfalt met ruw oppervlak  
 smalle kruin

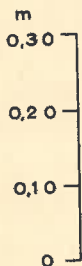


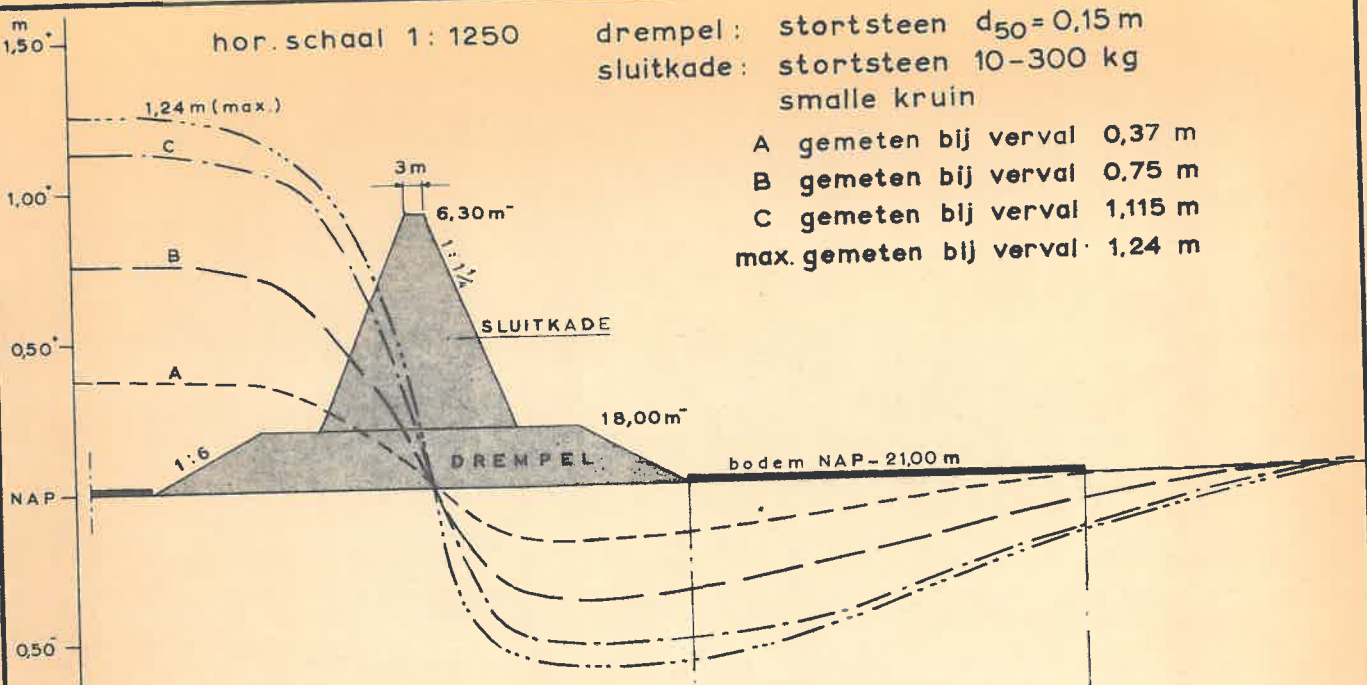
- A gemeten bij verval 0,37 m
- B gemeten bij verval 0,76 m
- gemeten bij verval 0,90 m
- C gemeten bij verval 1,12 m
- gemeten bij verval 1,385 m

Overdrukken bij variatie in verval voor A,B,C

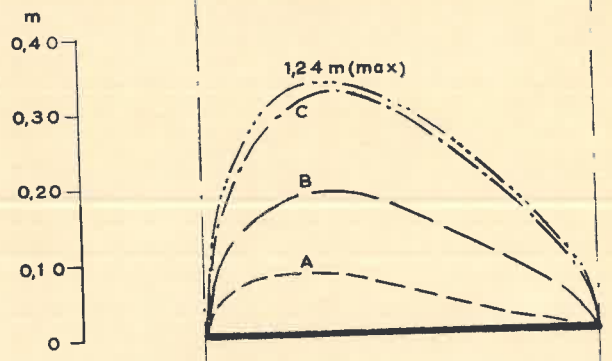


Overdrukken bij variatie in verval voor verval 0,90 m en 1,385 m

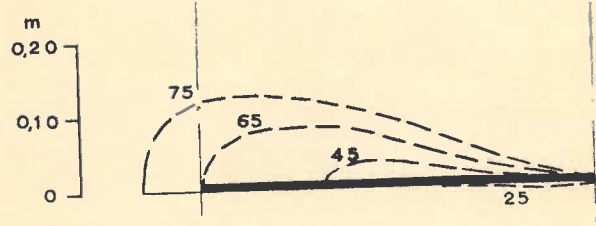




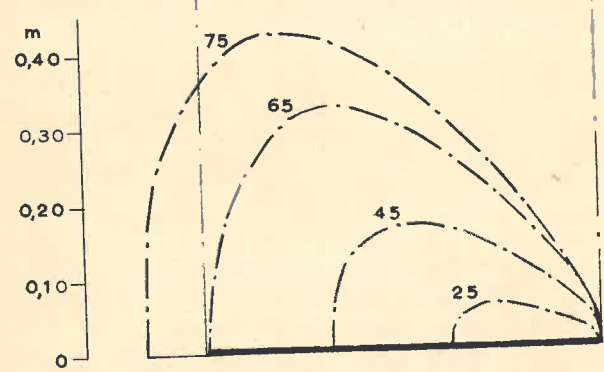
Overdrukken bij variatie in verval



Overdrukken voor T1.3A bij variatie in slablenkte resp. 75 m, 65 m, 45 m en 25 m

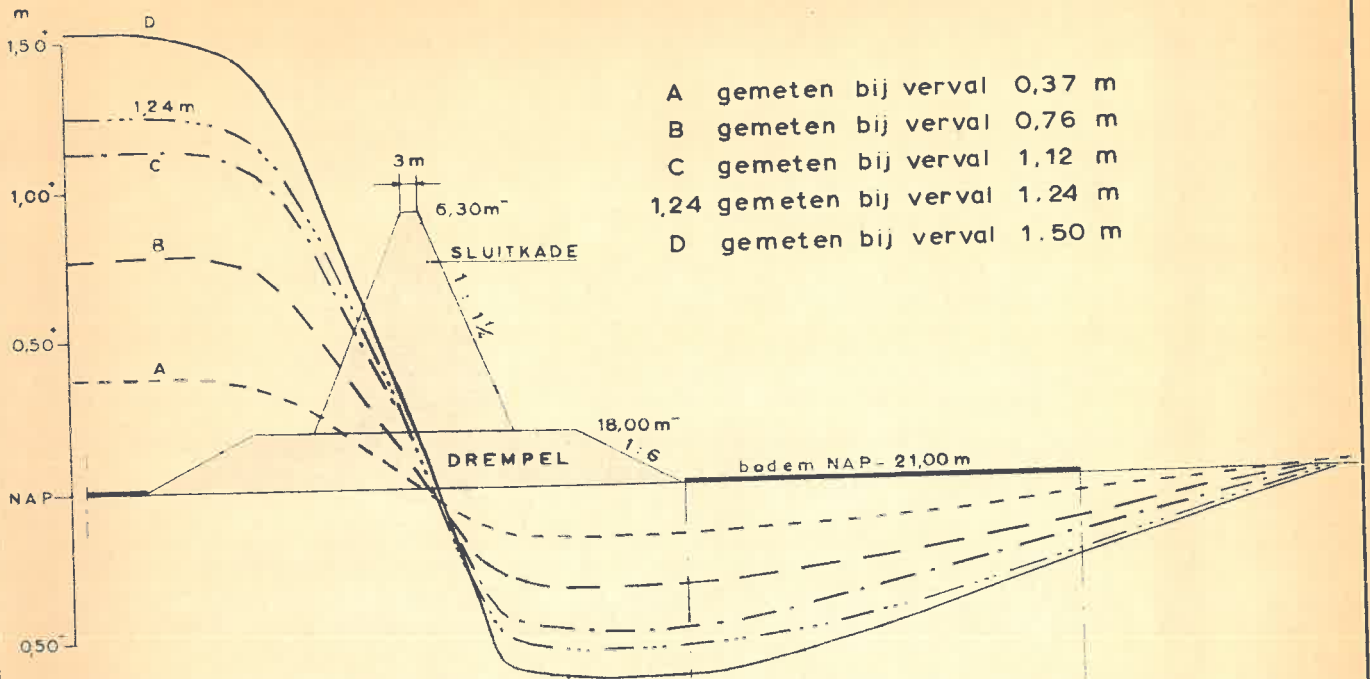


Overdrukken voor T1.3C bij variatie in slablenkte resp. 75 m, 65 m, 45 m en 25 m



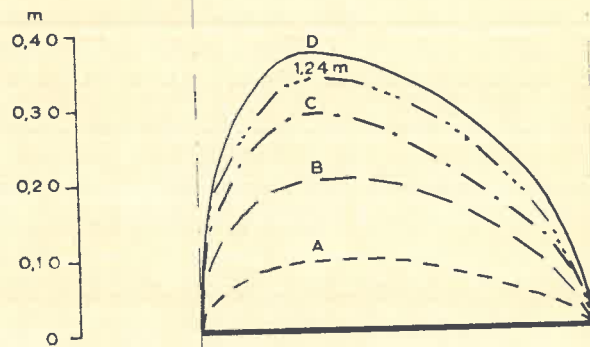
hor. schaal 1:1250

drempel stortsteen  $d_{50} = 0,15 \text{ m}$   
 sluitkade betonkubussen  $d_n = 1,25 \text{ m}$   
 smalle kruin

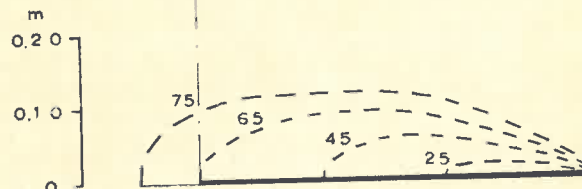


- A gemeten bij verval 0,37 m
- B gemeten bij verval 0,76 m
- C gemeten bij verval 1,12 m
- 1,24 gemeten bij verval 1,24 m
- D gemeten bij verval 1,50 m

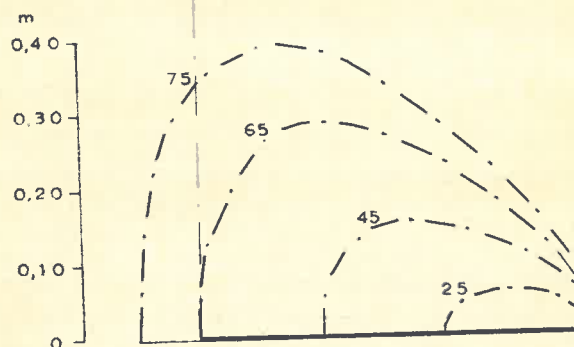
Overdrukken bij variatie in verval



Overdrukken voor T1.3 A bij variatie in slablengte resp. 75 m, 65 m, 45 m en 25 m

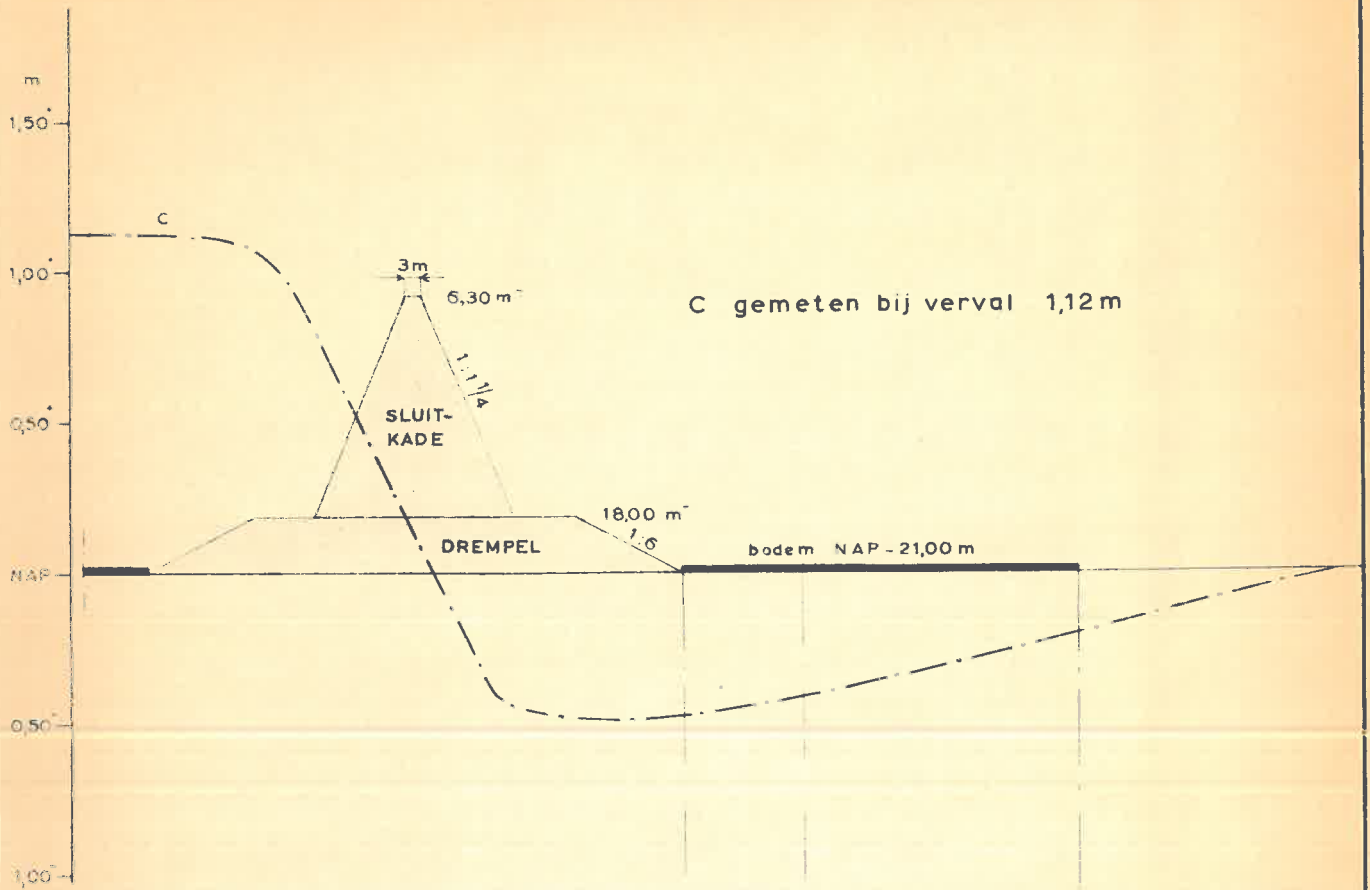


Overdrukken voor T1.3 C bij variatie in slablengte resp. 75 m, 65 m, 45 m en 25 m



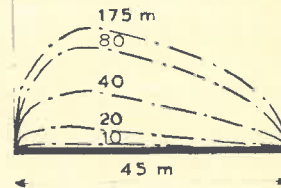
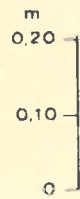
hor. schaal 1:1250

drempel: stortsteen  $d_{50} = 0,15 \text{ m}$   
 sluitkade: betonkubussen  $d_n = 1,25 \text{ m}$   
 smalle kruin

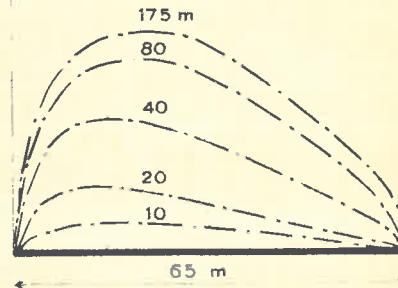
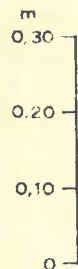


C gemeten bij verval 1,12 m

Overdrukken voor T1.3C voor  
 slablengte 45m bij variatie in  
 dikte van het watervoerend  
 pakket resp. 175m, 80m, 40m,  
 20m en 10m



Overdrukken voor T1.3C voor  
 slablengte 65m bij variatie in  
 dikte van het watervoerend  
 pakket resp. 175m, 80m, 40m,  
 20m en 10m

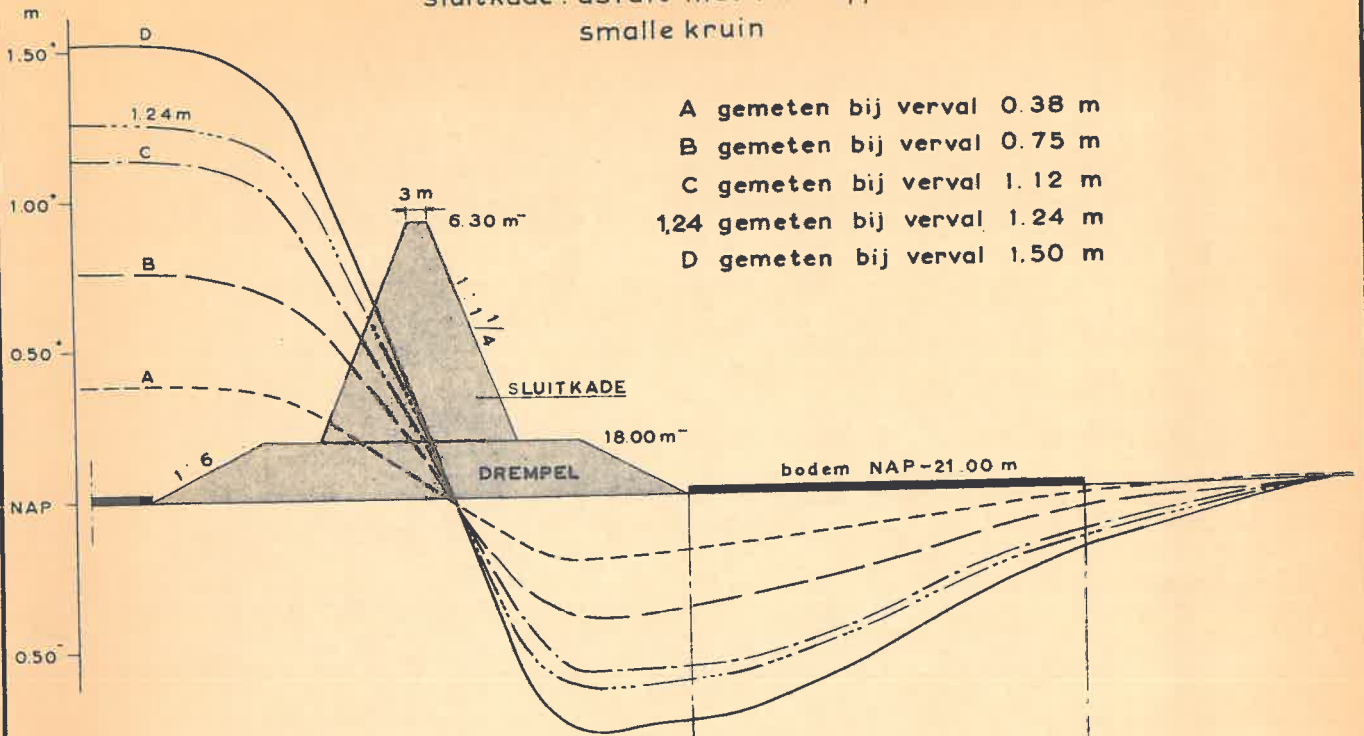


hor. schaal 1:1250

drempel: stortsteen 10-300 kg

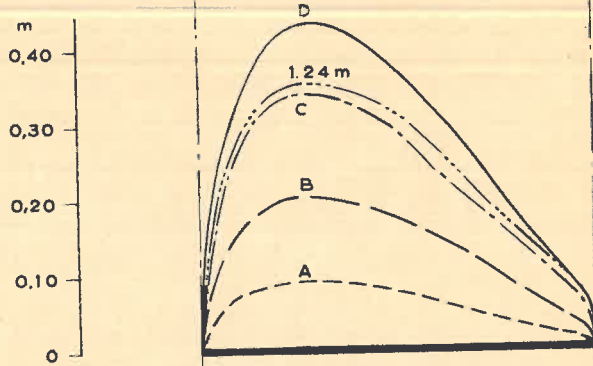
sluitkade: asfalt met ruw opp.

smalle kruin



A gemeten bij verval 0.38 m  
 B gemeten bij verval 0.75 m  
 C gemeten bij verval 1.12 m  
 1,24 gemeten bij verval 1.24 m  
 D gemeten bij verval 1.50 m

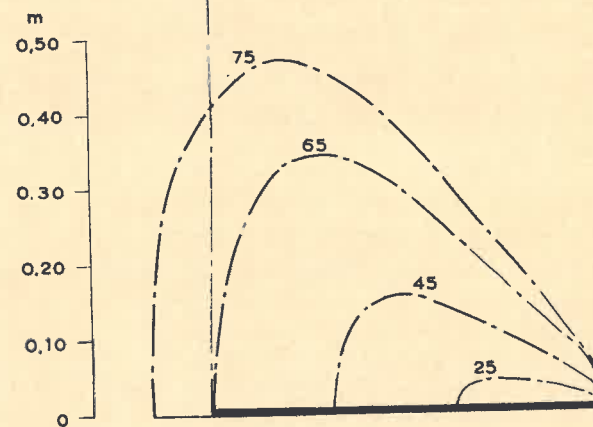
Overdrukken bij variatie in verval



Overdrukken voor T 1.3 A bij variatie in slablengte resp. 75 m, 65 m, 45 m, 25 m

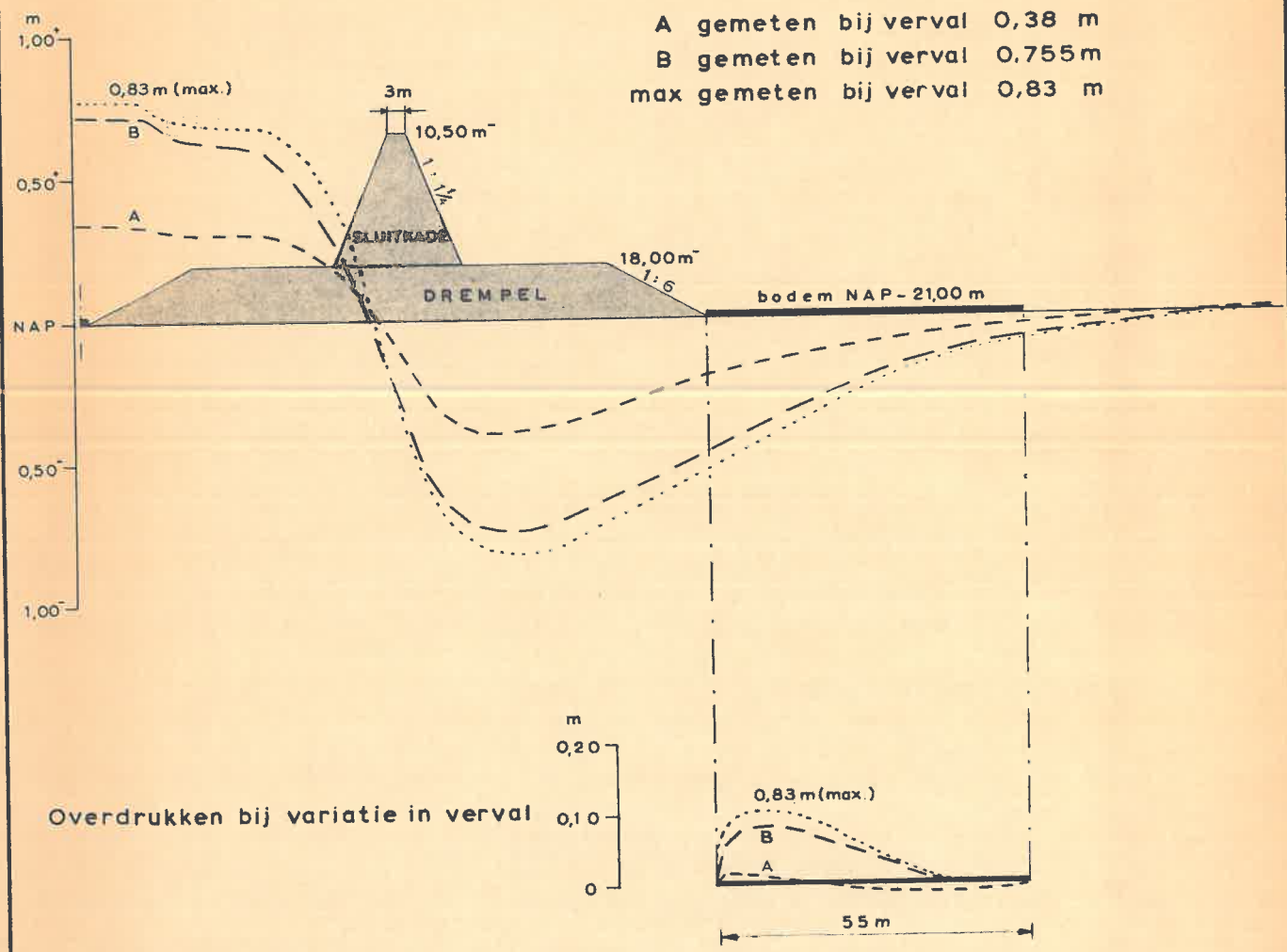


Overdrukken voor T 1.3 C bij variatie in slablengte resp. 75 m, 65 m, 45 m, 25 m



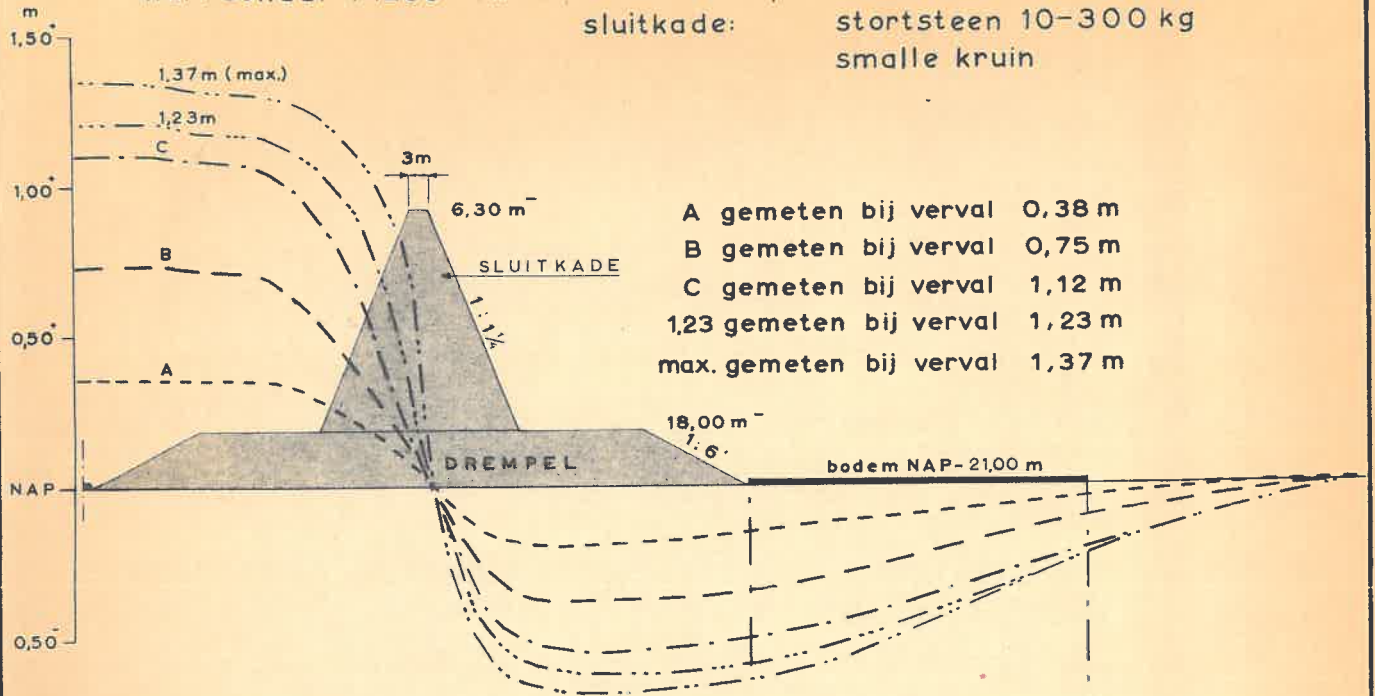


hor. schaal 1:1250      extra brede drempel: stortsteen 10-300kg  
 sluitkade: stortsteen 10-300kg  
 smalle kruin



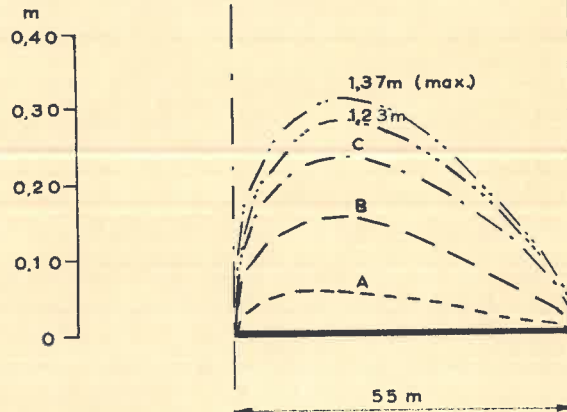
# Meting T 1.3

hor. schaal 1:1250 extra brede drempel: stortsteen 10-300 kg  
 sluitkade: stortsteen 10-300 kg  
 smalle kruin

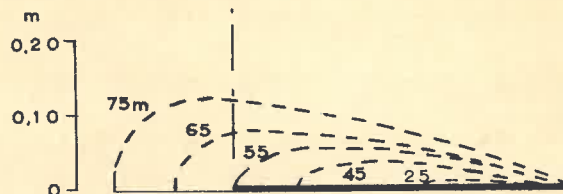


A gemeten bij verval 0,38 m  
 B gemeten bij verval 0,75 m  
 C gemeten bij verval 1,12 m  
 1,23 gemeten bij verval 1,23 m  
 max. gemeten bij verval 1,37 m

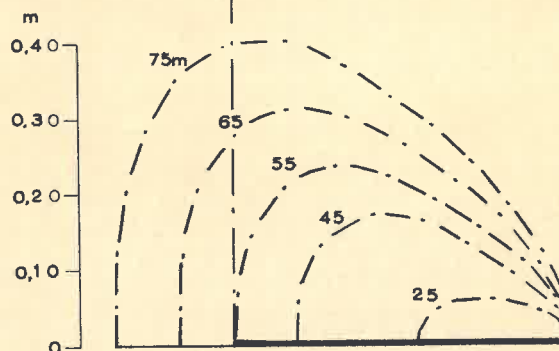
Overdrukken bij variatie in verval



Overdrukken voor T 1.3A bij variatie in slablengte resp. 75m, 65m, 55m, 45m en 25m



Overdrukken voor T 1.3C bij variatie in slablengte resp. 75m, 65m, 55m, 45m en 25m



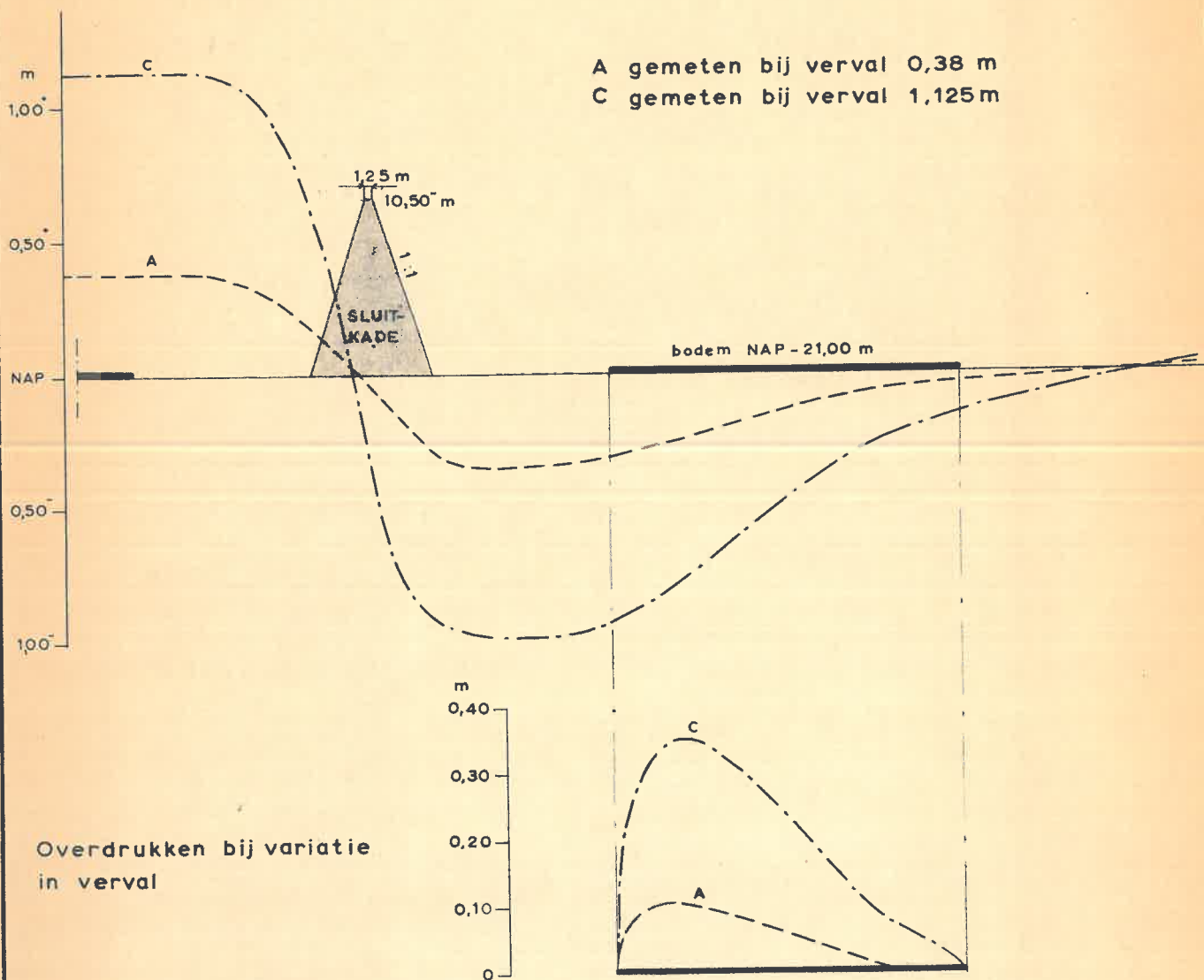
hor. schaal 1:1250

geen drempel

sluitkade: betonkubussen  $d_n = 1.25\text{ m}$

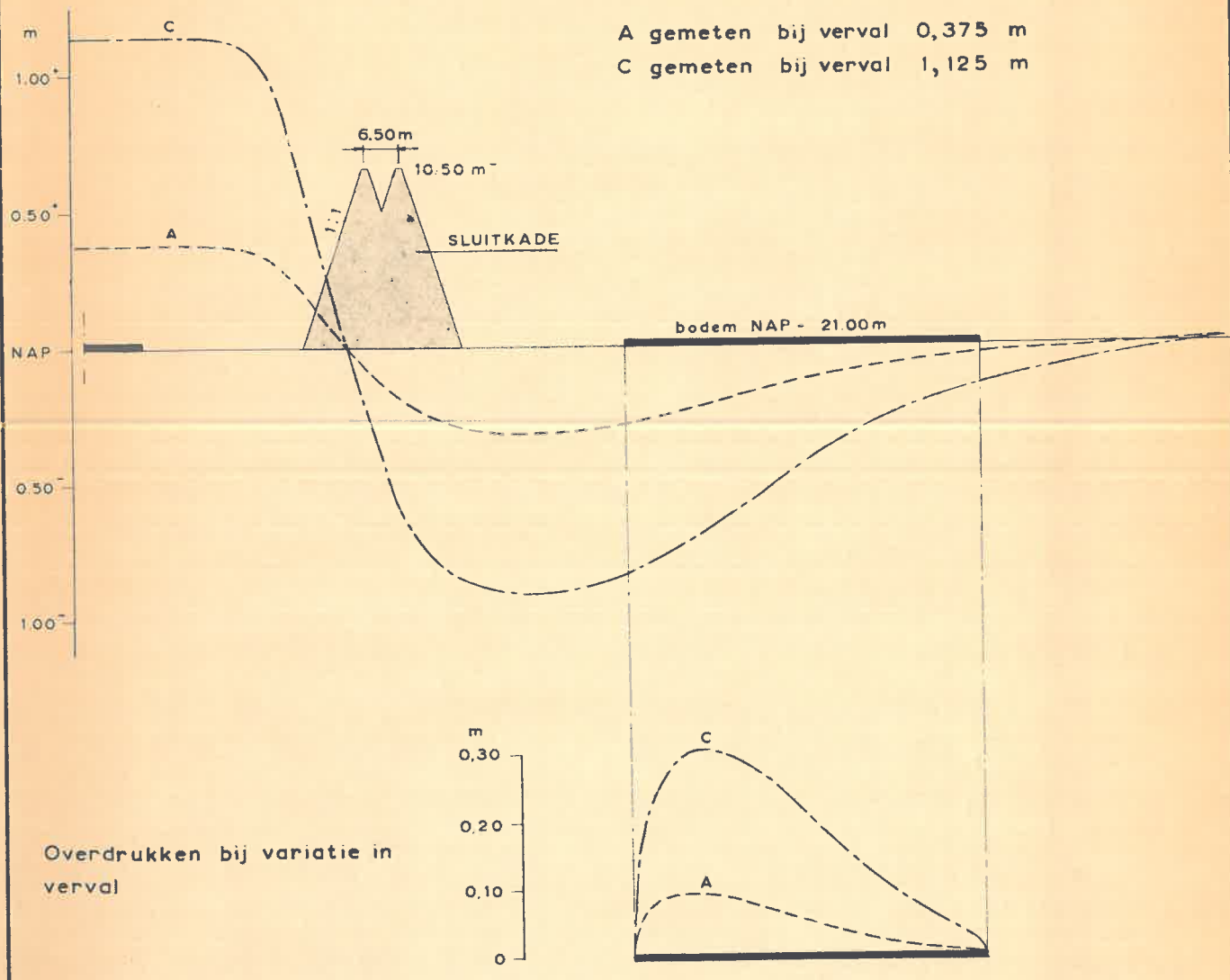
taluds 1:1

één kruin



hor. schaal 1:1250

geen drempel  
sluitkade: betonkubussen  $d_n = 1.25m$   
hellingen taluds 1:1  
dubbele kruin



A gemeten bij verval 0,375 m  
C gemeten bij verval 1,125 m

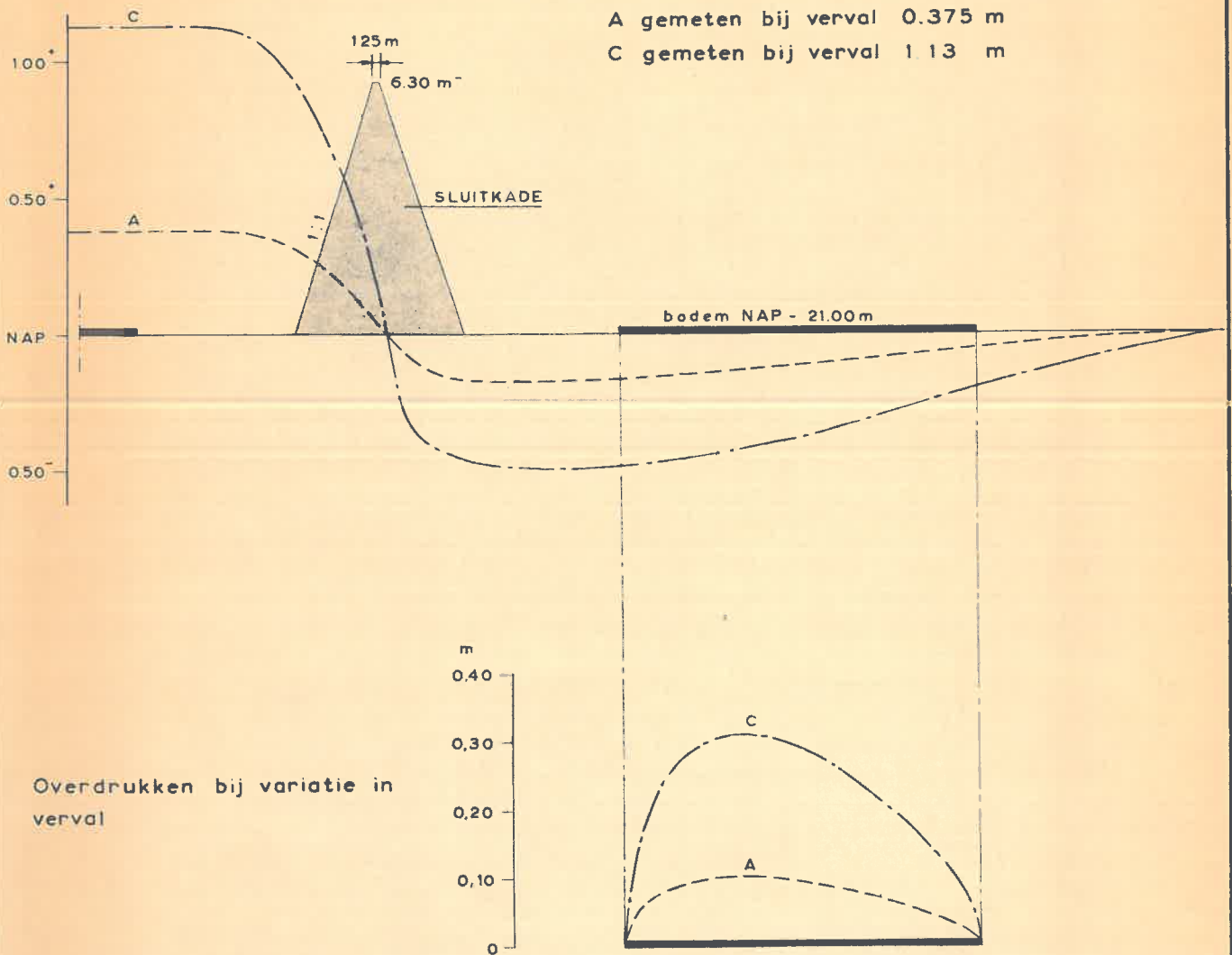
hor. schaal 1:1250

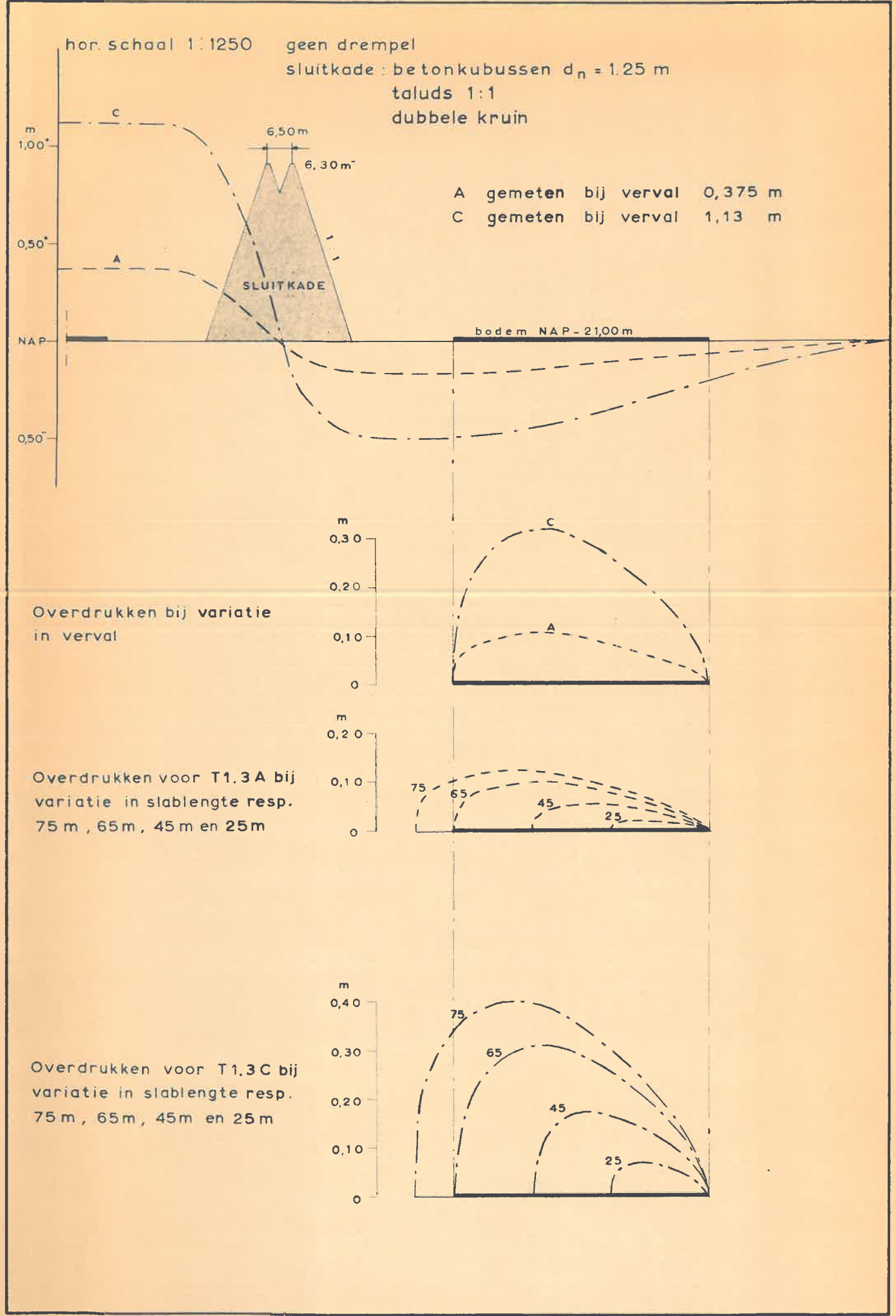
geen drempel

sluitkade: betonkubussen  $d_n = 1.25$  m

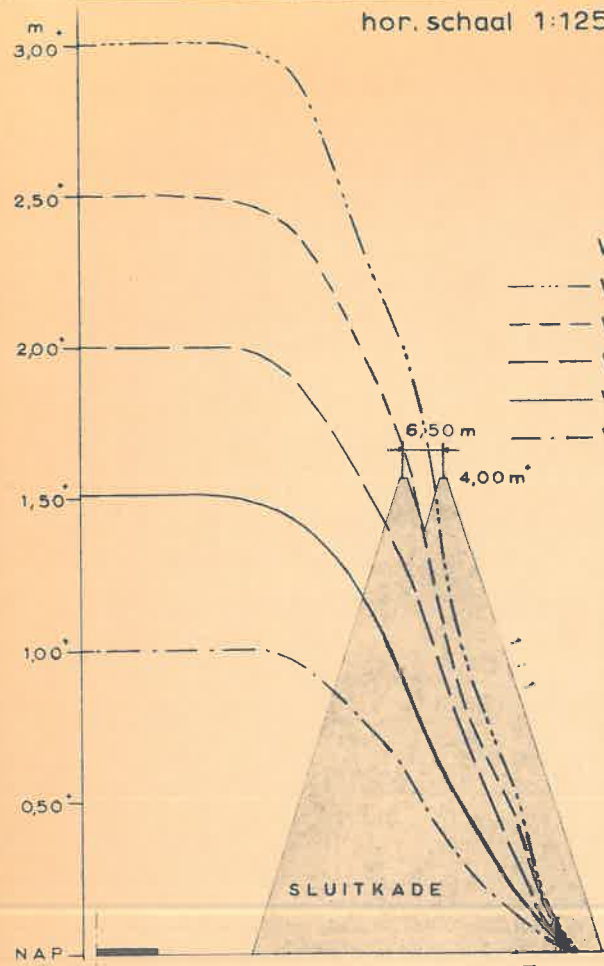
taluds 1:1

één kruin



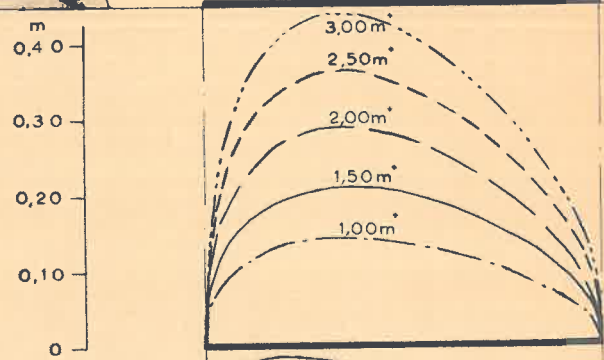


hor. schaal 1:1250 Eindfase geleidelijke sluiting  
 geen drempel  
 sluitkade: betonkubussen  $d_n = 125\text{m}$   
 taluds 1:1  
 hoge dam NAP + 4,00 m  
 dubbele kruin

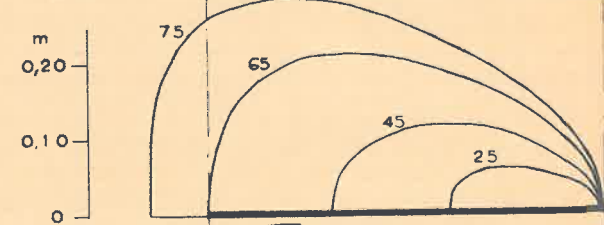


- Waterstand benedenstrooms = NAP :
- Waterstand bovenstrooms = NAP + 3,00 m
  - - - Waterstand bovenstrooms = NAP + 2,50 m
  - — — Waterstand bovenstrooms = NAP + 2,00 m
  - — — Waterstand bovenstrooms = NAP + 1,50 m
  - · - · Waterstand bovenstrooms = NAP + 1,00 m

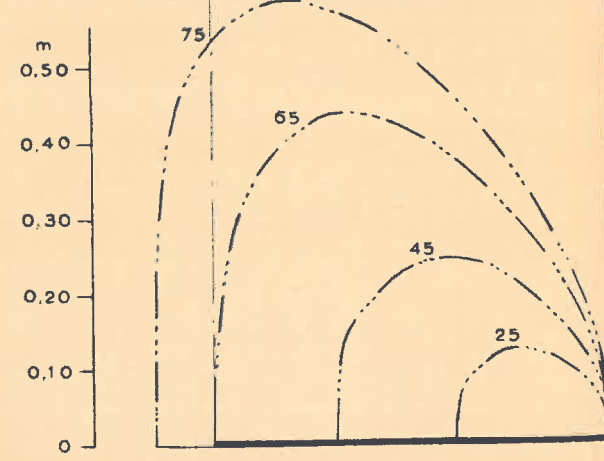
Overdrukken bij variatie in waterstand bovenstrooms



Overdrukken voor waterstand bovenstrooms 1,50 m bij variatie in slablengte resp. 75 m, 65 m, 45 m en 25 m



Overdrukken voor waterstand bovenstrooms 3,00 m bij variatie in slablengte resp. 75 m, 65 m, 45 m en 25 m



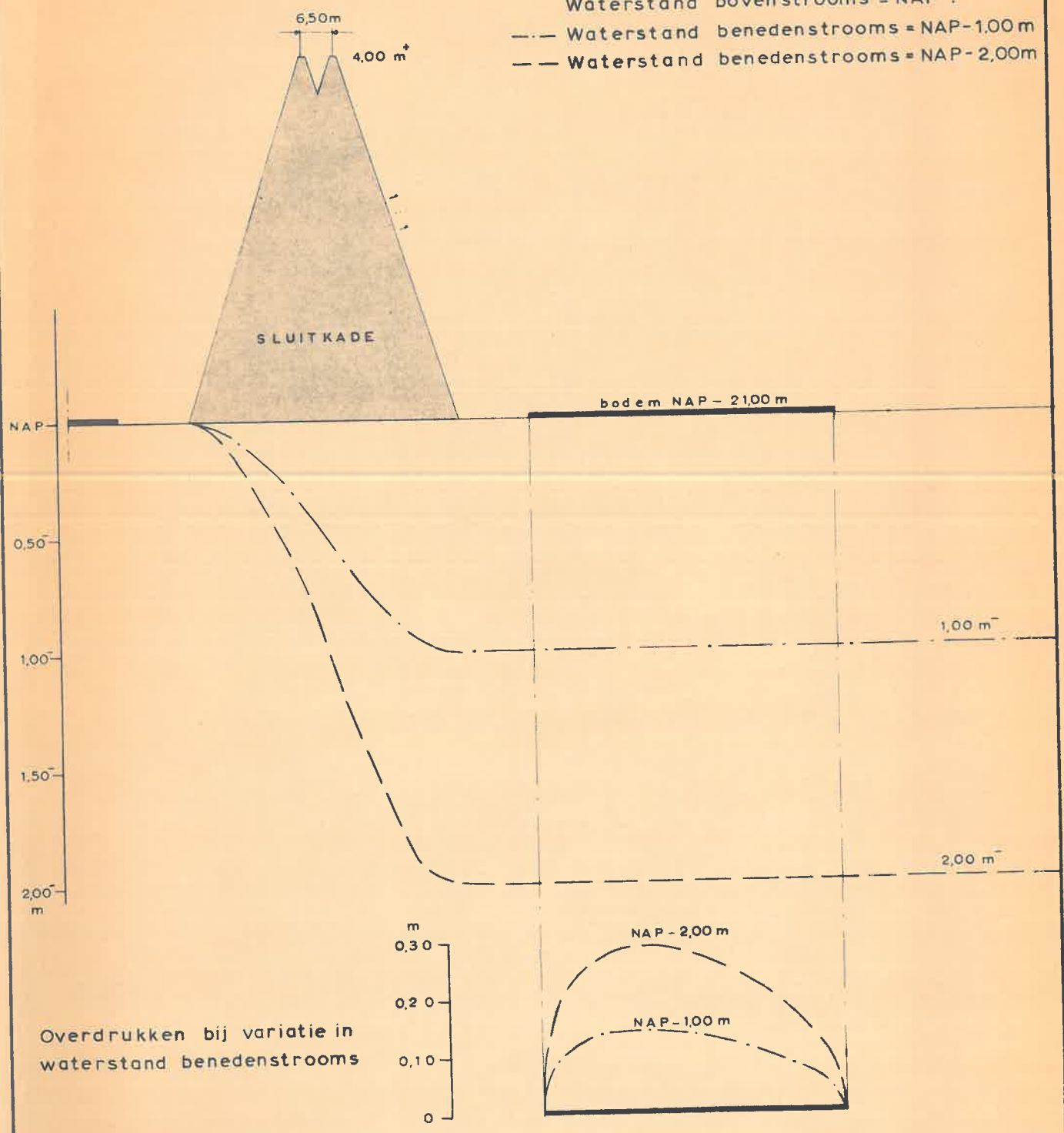
hor. schaal 1:1250

Eindfase geleidelijke sluiting:

- geen drempel
- sluitkade: betonkubussen  $d_n = 1,25$  m
- taluds 1:1
- hoge dam NAP + 4,00 m
- dubbele kruin

Waterstand bovenstrooms = NAP :

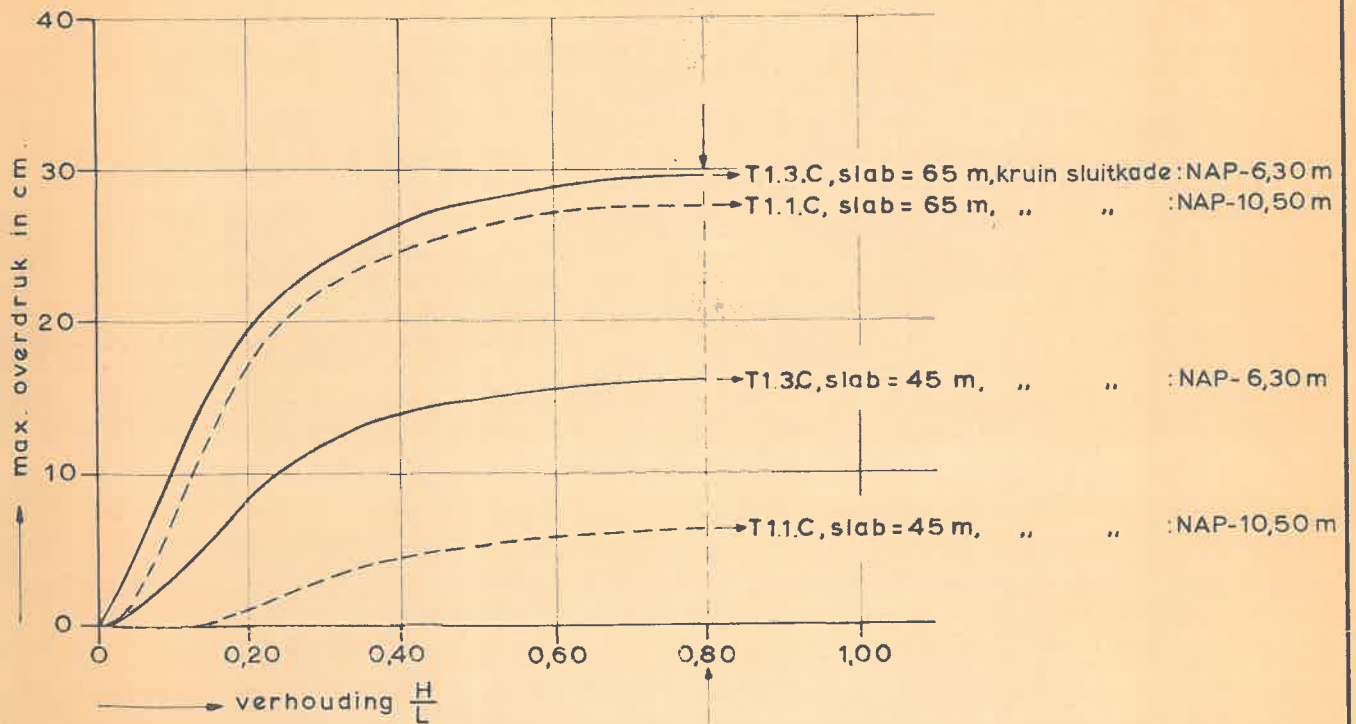
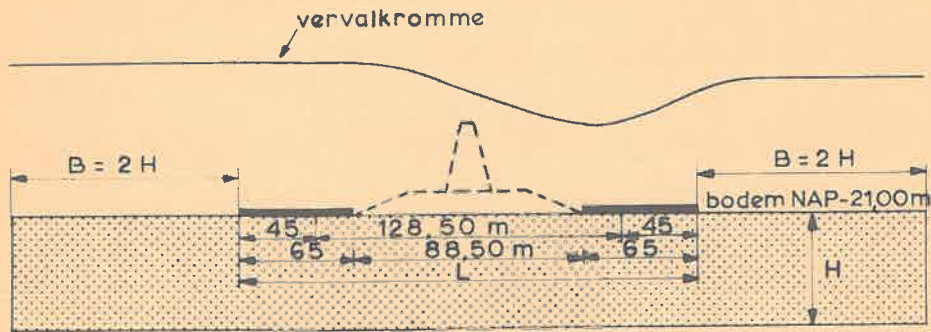
- Waterstand benedenstrooms = NAP - 1,00 m
- - - Waterstand benedenstrooms = NAP - 2,00 m





Invloed ondergrens op de max. overdrukken voor  
 T1.1.C en T1.3.C zowel asfaltslab 45 m als 65 m:  
 met: drempel: stortsteen  $d_{50} = 0,15$  m  
 sluitkade: betonkubussen  $d_n = 1,25$  m  
 smalle kruin.

MODELSHEMA



Verloop van de maximale overdrukken  
bij verschillende asfaltslablengten

- A gemeten bij verval 0,38 m
- B gemeten bij verval 0,75 m
- C gemeten bij verval 1,13 m
- D gemeten bij verval 1,50 m

