

KOAC-NPC

Esscheweg 105
5262 TV Vught

Tel. 088 562 26 72
Fax 088 562 25 11
info@koac-npc.com
www.koac-npc.com

e130230301

Bureaustudie asfalt op bermen

Projectnummer : e130230301
Offertenummer en datum : o130761/ov/rda 21 juni 2013
Titel rapport : Bureaustudie asfalt op bermen
Status rapport : Definitief

Naam opdrachtgever : Deltares
Adres : Postbus 177
Plaats : 2600 MH DELFT
Naam contactpersoon : de heer ir. R. 't Hart
Datum opdracht : 1 juli 2013
Kenmerk opdracht : 1208045-020-HYE-0001

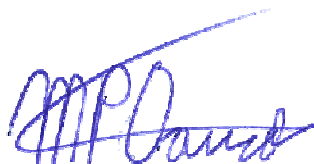
Contactpersoon KOAC·NPC : ir. M.P. Davidse
Auteur(s) rapport : ir. M.P. Davidse

Rapportage

Naam: ir. M.P. Davidse

Functie: Projectleider

Handtekening:



Datum: 4 december 2013

Autorisatie

Naam: ing. A.K. de Looff

Functie: Manager productgroep
advies

Handtekening:



Datum: 4 december 2013

Zonder schriftelijke toestemming van KOAC·NPC mag het rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Inleiding	7
1.2	Probleemstelling en doelstelling	7
1.3	Opbouw rapport	7
2	Resultaten literatuurstudie	9
2.1	Inleiding	9
2.2	Doorzoeken relevante literatuur	9
2.3	Resultaat literatuurstudie	9
2.4	Conclusies	18
3	Uitvoeringsvarianten	19
3.1	Inleiding	19
3.2	Definitie berm	19
3.3	Principeschetsen uitvoeringsvarianten	19
3.4	Categorieën van bermen	22
3.5	Conclusies	22
4	Belastingen	23
4.1	Inleiding	23
4.2	In de literatuur genoemde belastingen	23
4.3	Samenvatting en conclusies	27
5	Rekenregels	29
5.1	Inleiding	29
5.2	Bepaling hoogte en breedte van de berm	29
5.3	Bepaling opbouw en dikte van de bekleding	30
5.4	Toetsen van bermen	32
5.5	Samenvatting en conclusies	37
6	Samenvatting en conclusies	39
6.1	Inleiding	39
6.2	Categorien van bermen	39
6.3	Ontwerp asfaltberm	39
6.4	Toetsing asfaltberm	40
6.5	Kennisleemten	40
7	Referenties	42
	Bijlage 1 Doorzochte literatuur en relevantie	1
	Bijlage 2 Dwarsprofielen uitvoeringsvarianten	2
	Bijlage 3 Extra gegevens literatuurstudie	22

Bijlage 4 Notitie beoordeling asfaltwegen op dijken	26
Bijlage 5 De uitvoeringsvarianten gecategoriseerd	29

Lijst met figuren

Figuur 2-1 Principeschets van een onderhoudsstrook [Johanson, 2000].....	11
Figuur 2-2 Nieuwe standaardconstructies gebaseerd op de verkeersbelasting [Van de Ven e.a., 2011]...	14
Figuur 2-3 Overgangsconstructie van ondertalud naar berm [Oranjewoud, 1993]	15
Figuur 2-4 Resultaten beproeving van verschillende bermen in de windgoot t.b.v. boulevard de Ruyter ..	17
Figuur 3-1 A. Buitentalud geheel bekleed met dichte bekledingen	20
Figuur 3-2 B. Buitentalud tot boven de berm bekleed met dichte bekledingen.....	20
Figuur 3-3 C. De overgang van benedenbeloop naar berm tot aan de kruin is bekleed met asfalt (dichte bekledingen)	20
Figuur 3-4 D: Deel van het benedentalud naar berm, de berm zelf en de overgang naar het bovenbeloop uitgevoerd in asfalt	21
Figuur 3-5 E: Op de berm zelf ligt een strook asfalt.....	21
Figuur 4-1 De invloed van een kleine berm op de benodigde hoeveelheid asfaltbeton (gerekend van damwand tot NAP + 4,5 m) [Bischoff, 1962]	24
Figuur 4-2 Ingesloten lucht [Bischoff, 1962].....	24
Figuur 4-3 Gebied waarover de stootfactor wordt bepaald [de Looft e.a., 2009]	26
Figuur 5-1 Schematisatie, breedte en diepteligging van de berm [TAW, 2002b].....	30
Figuur 5-2 De invloedsfactor voor de berminvloed [TAW, 2002b]	30
Figuur 5-3 Minimale benodigde laagdikte als functie van de golfhoogte, de taludhelling en de beddingsconstante [TAW, 1996].....	33
Figuur 5-4 Formule om de benodigde laagdikte te bepalen [TAW, 1996].....	33
Figuur 5-5 Globale waarden voor de beddingsconstante van verschillende grondtypen [TAW, 1996]	34
Figuur 5-6 Schema eerste selectie [de Looft, 2012].....	36
Figuur 0-1 Dwarsprofiel Noorder havendam Harlingen [Barentsen, 1964].....	2
Figuur 0-2 Dwarsprofiel zeewering 's-Gravenzande [Barentsen, 1964].....	2
Figuur 0-3 Dwarsprofiel zeewering Flaauwe werk [Barentsen, 1964].....	2
Figuur 0-4 Dwarsprofiel verlenging van de Helderse zeewering te Huisduinen [Barentsen, 1964].....	2
Figuur 0-5 Dwarsprofielen zeedijken Overflakkee [Barentsen, 1964].....	3
Figuur 0-6 Dwarsprofiel gewijzigde teenconstructie Veerse dam [Barentsen, 1964].....	3
Figuur 0-7 Dwarsprofiel Veerse dam [Biezeveld, N., 1967].....	4
Figuur 0-8 Havendam Harlingen [Biezeveld, N., 1967].....	4
Figuur 0-9 Overzicht en dwarsprofielen boulevard de Ruyter [DBD, 1959].....	5
Figuur 0-10 Overzicht en dwarsprofielen Brouwersdam [Deltadienst, 1967].....	6
Figuur 0-11 Onderhoudsweg op de berm van een dijk op Ameland [TAW, 2002a].....	7
Figuur 0-12 Situatie dijkverzwaring te Ossenissee [DBD, 1961]	7
Figuur 0-13 Doorsnede van de dijkverzwaring bij Ossenissee (Nijspolder) [DBD, 1961].....	8
Figuur 0-14 Situatie van de afsluiting van het Zuider-Sloe [DBD, 1962]	8
Figuur 0-15 Dwarsprofielen van de dijk rond het Zuider Sloe [DBD, 1962].....	9
Figuur 0-16 Situatie van de zeedijk van de polder Hoedekenskerke [DBD, 1965].....	9
Figuur 0-17 Dwarsdoorsnede van de afsluitdam (Grevelingendam) [DBD, 1964].....	9
Figuur 0-18 Dwarsdoorsnede van de dijkverzwaring (Hoedekenspolder) [DBD, 1965]	10
Figuur 0-19 Dwarsdoorsnede van de waterkering op het werkeiland Roggeplaat [DBD, 1969]	10
Figuur 0-20 Overzicht en dwarsdoorsnede damvak Geul (Oosterscheldekering) [DBD, 1972]	11
Figuur 0-21 Dwarsdoorsnede damaanzet Noord Beveland (Oosterscheldekering) [DBD, 1972]	11
Figuur 0-22 Werkeiland Noordland en de bouwput [DBD, 1964].....	12

Figuur 0-23 Dwarsdoorsneden van werkeiland Noordland (Oosterscheldekering) [DBD, 1973]	13
Figuur 0-24 Dwarsprofielen Oesterdam [DBD, 1980]	13
Figuur 0-25 Dwarsprofiel Ommelanderzeedijk [DBD, 1985].....	13
Figuur 0-26 Zeedijk bij de keersluis in Termunten [Davidse, 2009]	14
Figuur 0-27 Plattgrond en doorsnede van het werkeiland op de Roggeplaat [DBD, 1969]	14
Figuur 0-28 Overzicht en dwarsdoorsnede damvak Geul (Oosterscheldekering) [DBD 1972].....	15
Figuur 0-29 Overzicht en dwarsdoorsnede damaanzet Noord Beveland (Oosterscheldekering) [DBD, 1972]	16
Figuur 0-30 Dwarsdoorsnede tijdelijke omringdijk bouwput Haringvliet [DBD, 1957].....	16
Figuur 0-31 Overzicht dwarsprofielen Pettemer zeewering [DBD, 1970]	17
Figuur 0-32 Dwarsprofielen Pettemer zeewering [DBD, 1970].....	18
Figuur 0-33 Hondsbosche zeewering [Thije, 1985]	19
Figuur 0-34 Dwarsprofiel verzwareing zeewering Westkapelle [DWW, 1980].....	19
Figuur 0-35 Dwarsprofiel Veerdam Holwerd - Ternaarderpolder [Thije, 1985]	20
Figuur 0-36 Dwarsprofiel Oostholwerderpolder - Wierum [Thije, 1985]	20
Figuur 0-37 Rijkszeewering Oude Schild [Thije, 1985]	21
Figuur 0-38 Mokbaaidijk [Thije, 1985].....	21
Figuur 0-39 Bolwerk Robbengat [Thije, 1985].....	21
Figuur 0-40 Dwarsprofiel Eendrachtdijk [Thije, 1985]	21

Lijst met tabellen

Tabel 2-1 Gebruikte materiaaleigenschappen voor de afleiding van de ontwerpgrafieken	12
Tabel 4-1 Drukstoten bij verschillende hellingen [WGD, 1961]	26
Tabel 5-1 Risicoprofiel voor asfaltwegen op de waterkering [de Loeff, 2012]	36

1 Inleiding

1.1 Inleiding

In dit rapport zijn de resultaten beschreven van een bureaustudie uitgevoerd om informatie over de toepassing van asfalt op bermen op dijken te verzamelen en te bundelen. De bureaustudie is uitgevoerd in opdracht van Deltares in het kader van het project: "Advisering steenbekledingen Zeeland". Om de kennis samen te brengen in dit rapport zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Met een literatuurstudie is de kennis en ervaring uit het verleden samengevat. De literatuurstudie is gericht op de volgende aspecten:
 - welke uitvoeringsvarianten van bermen en omliggende bekleding zijn er
 - welke belastingsituaties worden onderkend
 - welke rekenregels zijn gebruikt
- De belastingen en faalmechanismen zijn omschreven en gerelateerd aan de locatie in het dijkprofiel.
- De rekenregels in het kader van de veiligheidstoetsing zijn omschreven en geïnventariseerd. Hierbij is informatie uit technische rapporten en documenten uit het wettelijk toetsinstrumentarium samengevat.

1.2 Probleemstelling en doelstelling

In onze huidige leidraden en technische rapporten zijn bermbekledingen in asfalt een onderbelicht deel van het dijkprofiel. Er zijn geen specifieke rekenregels voor, terwijl belasting en/of stabiliteit waarschijnlijk wel afwijken van de situatie op het talud. En de wijze van uitvoering loopt uiteen van regio tot regio. Het is verstandig om te komen tot een aantal standaard uitvoeringsvarianten van een asfaltbekleding op bermen. En om voor die varianten te komen tot een set rekenregels waarmee de bekleding op de berm kan worden berekend.

Afhankelijk van eventuele nevenfuncties van de met asfalt beklede berm, de hoogteligging van de berm en de aard van de aangrenzende bekledingen kunnen verschillende belastingen een rol spelen bij het ontwerp en de beoordeling van dit type berm.

Het doel van de inventarisatie is het samenbrengen van kennis rondom het aspect asfalt op bermen om daarmee tot rekenregels te komen die in de veiligheidstoetsing gebruikt kunnen worden. Deze bureaustudie is een hulpmiddel om de rekenregels op te stellen.

1.3 Opbouw rapport

Er is begonnen met het uitvoeren van een literatuurstudie. Hierbij is het waterbouwasfalt archief geraadpleegd waaruit de relevante documenten zijn gefilterd. De resultaten van de literatuurstudie zijn beschreven in hoofdstuk 2. Vervolgens zijn in hoofdstuk 3 de verschillende uitvoeringsvarianten van bermen in Nederland gecategoriseerd. In hoofdstuk 4 zijn de in de literatuur onderscheiden belastingsituaties beschreven waarna in hoofdstuk 5 de in het verleden toegepaste rekenregels zijn weergegeven. In hoofdstuk 6 is vervolgens een samenvatting

gegevens en zijn conclusies geformuleerd. De referenties waaruit de informatie is verkregen zijn weergegeven in hoofdstuk 7.

2 Resultaten literatuurstudie

2.1 Inleiding

De literatuurstudie is uitgevoerd om informatie te verkrijgen over bermen in asfaltbekledingen toegepast op de waterkering. Hierbij is specifiek gezocht naar informatie over uitvoeringsvarianten, bezwijkmechanismen en ontwerpmethoden.

Informatie over asfalt toegepast in de waterbouw is gebundeld in het gedigitaliseerde waterbouwasfalt archief waarover KOAC·NPC en Deltares beschikking hebben. Dit archief is doorzocht in combinatie met enkele leidraden en technische rapporten.

In dit hoofdstuk is de wijze van doorzoeken beschreven en is de relevante informatie over bermen kort beschreven. In de hoofdstukken 3, 4 en 5 is nader ingegaan op de uitvoeringsvarianten, belastingen en rekenregels. Aan het einde van elk hoofdstuk is een samenvatting gegeven van welke informatie in de doorzochte stukken is gevonden en welke informatie ontbreekt.

2.2 Doorzoeken relevante literatuur

Het waterbouwasfaltarchief is gedigitaliseerd waarbij de tekst doorzoekbaar is. De indexatie optie van Windows 7 is gebruikt om het archief te filteren op het woord “berm”. Vervolgens is een lijst opgesteld met documenten waarna deze gefilterd is op relevantie.

In totaal zijn 328 documenten gevonden waarin het woord berm is genoemd. Onder deze documenten is 92 keer een driemaandelijks bericht van de Deltawerken genoemd. In deze berichten van de Deltawerken zijn vooral uitvoeringsvarianten genoemd. Verder is er een aantal van ongeveer 40 dubbele documenten (conceptversie en definitieve versie). Er is begonnen met de meest relevante documenten die in het plan van aanpak van het project in een literatuurlijst is weergegeven. Deze documenten zijn gecategoriseerd naar onderwerpen in dit rapport. Vervolgens zijn de 328 documenten doorzocht waarna relevante informatie (dwarsprofielen) in dit rapport zijn toegevoegd.

2.3 Resultaat literatuurstudie

In deze paragraaf zijn de resultaten van de literatuurstudie beschreven die niet vallen in de hoofdstukken uitvoeringsvarianten, belastingssituaties en rekenregels. Een korte beschrijving van de literatuur is gegeven, de uitgebreide details in de relevante hoofdstuk of in de bijlagen.

2.3.1 *Technisch rapport asfalt voor waterkeren [TAW, 2002a]*

Het technisch rapport geeft een aantal algemene regels voor het ontwerp van een asfaltberm. Voor het dimensioneren van de laagdikte is een aantal vuistregels gegeven. Deze zijn in § 5.3 gerapporteerd.

Verder is in het technisch rapport de volgende vermelding gegeven: “Bij zeedijken wordt vaak een buitenberm aangelegd om de golfoploop te reduceren. Een berm op stilwaterniveau (MHW) is het meest effectief.”

Er wordt verwezen naar de leidraad zee- en meerdijken [TAW, 1999] en (een eerdere versie van) het technisch rapport Golfloop en Golfoverslag [TAW, 2002b] voor rekenregels t.a.v. de te kiezen bermbreedte.

2.3.2 Technische rapport golfloop en golfoverslag bij dijken [TAW, 2002b]

In dit technisch rapport is de volgende definitie van een berm gegeven:

Een berm is een stuk uit een dijkprofiel waarbij de helling mag variëren tussen horizontaal en 1:15. De bermligging ten opzichte van de stilwaterlijn wordt bepaald door de diepteligging d_n , de verticale afstand tussen het midden van de berm en de stilwaterlijn. De breedte van een berm, B , mag niet groter zijn dan een kwart van de golflengte, met andere woorden: $B < 0,25 \times L_0$. Als de breedte wel groter is dan zit de constructie tussen een berm en een voorland in en kan de golfloop en golfoverslag via interpolatie worden berekend.

Uit deze definitie wordt duidelijk dat twee kenmerken van de berm van belang zijn voor de golfloop en -overslag:

1. de diepte ten opzichte van de stilwaterlijn
2. de breedte van de berm in verhouding tot de golflengte

Verder is een aantal rekenregels gegeven. Deze zijn in § 5.3 gerapporteerd. Hieruit blijkt dat als een berm op grond van golfloop danwel golfoverslag is ontworpen deze om en nabij de maatgevende waterstand zal liggen waarbij zijn breedte bij voorkeur veel groter moet zijn dan de golfhoogte.

2.3.3 Voorschrift toetsen op veiligheid [VTV, 2006]

In het voorschrift toetsen op veiligheid wordt voor de eenvoudige en de gedetailleerde toetsmethode gesteld dat de berm getoetst moet worden met de bekledingseigenschappen van de berm maar met de taludhelling en golfbelasting van het ondertalud. Opgemerkt moet worden dat als eenzelfde asfaltbekleding op het ondertalud aanwezig is, deze bijna altijd maatgevend is omdat lager op het talud meer golfklappen optreden.

2.3.4 Toetsing plaatbekledingen op bermen van IJselmeerdijken [de Looff, 1997]

De notitie geeft een beschrijving van de methode om asfaltbermen te toetsen. Er wordt gebruik gemaakt van de rekenregels voor een asfaltbekleding op een talud door te verwijzen naar de leidraad toetsen op veiligheid (groene versie) uit 1996 [TAW, 1996]. In § 5.4 zijn deze rekenregels samengevat.

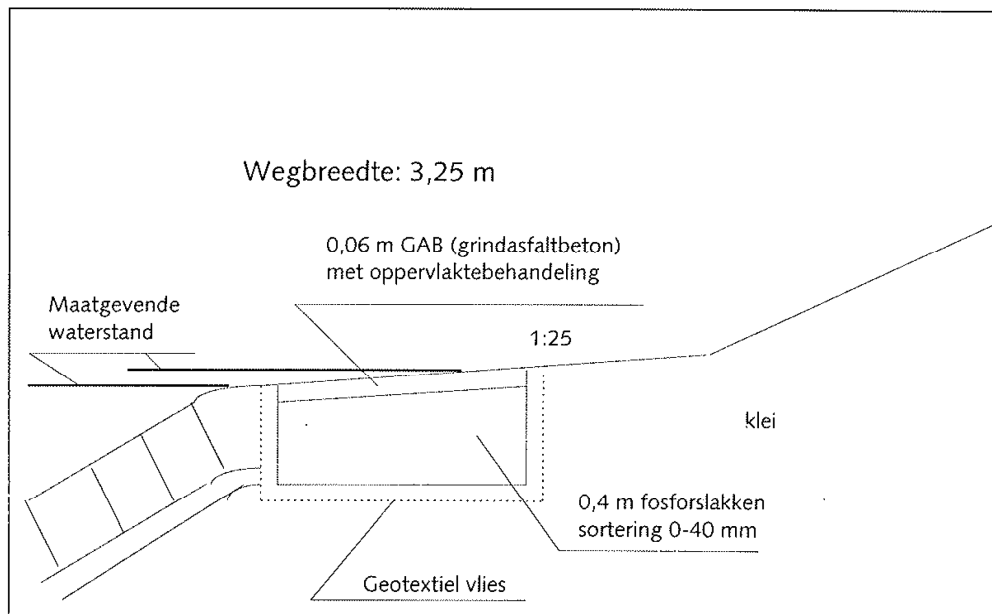
2.3.5 Wegen op bermen van de dijken langs de Westerschelde [de Looff e.a., 2000]

In deze referentie is een toetsing van een weg op een berm beschreven. De toetsing is uitgevoerd omdat de constructie afwijkt van de standaardconstructie op het talud. De weg is aangelegd met grindasfaltbeton op een fundering van fosforslakken. De toetsing is samengevat in § 5.4.

2.3.6 Werkgroep Kennis; Het toetsen van een onderhoudsstrook op de stormvloedberm [Johanson, 2000]

In de memo is een beschrijving gegeven van een uitvoeringsvariant van de onderhoudsberm. De berm bestaat uit een 3 m brede strook asfaltbeton met een laagdikte van 0,06 m. De

onderliggende laag bestaat uit fosforslakken (0-40 mm), de onderhoudsstrook sluit meestal aan op de steenbekleding. In Figuur 2-1 is een prinschesets voor de bermconstructie gegeven.



Figuur 2-1 Prinschesets van een onderhoudsstrook [Johanson, 2000]

Gegevens ten aanzien van de toetsing zijn in § 5.4 samengevat.

2.3.7 Onderhoudsweggetjes Noord-Oost-polder [Montauban, 2000a]

In de brief zijn de volgende eisen van de berm/wegconstructie gegeven:

- Weerstand tegen wateroverdrukken
- Waterafdichting
- Weerstand tegen golfklappen
- Weerstand tegen verkeersbelasting

Deze belastingsituaties zijn beschreven in § 4.2.1 tot § 4.2.4.

2.3.8 Toetsing op golfklappen asfaltbermen (Oostelijk Flevoland) [Montauban, 2001]

In deze referentie is uiteengezet in welke mate golfklappen optreden op een berm. Verondersteld wordt dat het aantal klappen op een berm 10 á 20 % is van het aantal op het talud. Dit aantal is in de referentie niet gerelateerd aan een waterstand. In § 4.2.3 is hier verder op ingegaan. Vervolgens is een oordeel gegeven over een aantal schadelocaties langs het IJsselmeer. De schades bestaan uit scheuren waarbij de scheurwijdte meer dan 10 mm is. Er is een kostenoverweging geschetst over het uitvoeren van scheuronderzoek, bepalen van asfaltparameters en reparatie enerzijds en het vervangen van de bekleding (bij afkeuren) anderzijds.

2.3.9 Toepassing van open steenasfalt als werkweg [PBZ, 2003]

Er is ingegaan op de uitvoeringstechniek van de aanleg van open steenasfalt. De ruwheid van het oppervlak kan beïnvloed worden door met de bak van de kraan het open steenasfalt aan te duwen. Hierdoor wordt een glad oppervlak verkregen. Ook kan met een lichte wals worden

gewerkt. Voor open steenasfalt is dit echter niet noodzakelijk. Verder wordt een laagdikte van 12 cm open steenasfalt genoemd i.p.v. 6 cm (grind)asfalt(beton).

2.3.10 Toetsen van de werkweg op Terschelling [Montauban, 2000b]

Deze referentie beschrijft een vergelijking van eigenschappen van waterbouwasfaltbeton met grindasfaltbeton. Het bitumengehalte van het grindasfaltbeton toegepast op een 'werkweg' is te laag (4,5 %) om goedgekeurd te worden volgens een eenvoudige beoordeling volgens de toetsing volgens [TAW, 1996]. Het bepalen van de materiaaleigenschappen voor een gedetailleerde toetsing is kostbaar zodat nagegaan is of de eigenschappen van het grindasfaltbeton ook afgeleid kunnen worden. De stijfheid en vermoeiingseigenschappen van het grindasfaltbeton zijn afgeleid met behulp van nomogrammen. De invoerparameters en de resulterende eigenschappen zijn gegeven in een tabel. Deze tabel is toegevoegd in bijlage 3.

Geconcludeerd is dat het onwaarschijnlijk is dat grindasfaltbeton grote verschillen oplevert ten opzichte van waterbouwasfaltbeton als getoetst wordt met het programma GOLFKLAP. Er zijn echter geen berekeningen uitgevoerd. Eerst moeten karakteristieke eigenschappen bepaald worden.

2.3.11 Toepassing van asfalt op een onderhoudsplateau [PBZ, 2004]

In deze correspondentie wordt gemeld dat voor toegang van onderhoudsmaterieel de asfaltbekleding op het plateau geconstrueerd kan worden in 0,15 m waterbouwasfaltbeton op zand of 0,2 m waterbouwasfaltbeton op klei. Als de verwachting is dat belast wordt met hoge stempeldrukken door kranen dan gaat de voorkeur uit naar een wegebouwmengsel van 0,1 m dichtasfaltbeton op een 0,4 m dikke funderingslaag met een gradering van 0/40 mm. Deze constructie biedt meer weerstand tegen permanente vervorming door een hoge stempeldruk.

2.3.12 Rekentechnische vergelijking waterbouwasfaltbeton-grindasfaltbeton ontwerpgrafiek [van de Ven e.a., 2007]

In deze referentie is een onderzoek beschreven om ontwerpgrafieken voor grindasfaltbeton af te kunnen leiden. Omdat alleen ontwerpgrafieken voor waterbouwasfaltbeton beschikbaar waren en grindasfaltbeton gebruikt wordt op berm is er behoefte aan deze ontwerpgrafieken. Bijkomende probleem was dat het grindasfaltbeton geproduceerd is met 50% asfaltgranulaat. De eigenschappen van dit (nieuwe) mengsel waren niet bekend. Om de eigenschappen af te leiden, is geprobeerd dezelfde procedure te gevolgen als beschreven in § 2.3.10. Hierbij is gebruik gemaakt van het programma PRADO. Het veranderen van het mengselontwerp (dus incl. 50% asfaltgranulaat) leverde geen andere stijfheden of vermoeiingseigenschappen op dan al gemeld in [Montauban, 2000b]. Vervolgens zijn de ontwerpgrafieken voor grindasfaltbeton bepaald door met GOLFKLAP berekeningen uit te voeren waarbij de materiaaleigenschappen zijn gebruikt zoals weergegeven in Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Gebruikte materiaaleigenschappen voor de afleiding van de ontwerpgrafieken

	GAB	WAB
Elasticiteitsmodulus (MPa)	14000	10000
Constante van Poisson (-)	0,35	0,35
logk	5,1	4,9
a	4,2	4,2

Verder is toegevoegd dat uit literatuur blijkt dat er geen verschil is, in stijfheid en vermoeiingseigenschappen, van grindasfaltbeton met of zonder asfaltgranulaat.

Geconcludeerd is dat laagdikte van grindasfaltbeton iets groter (0,01 – 0,06 m) moet zijn dan de laagdikte van waterbouwasfaltbeton. Ook worden kleinere laagdiktes gevonden dan in de ontwerpgrafieken zijn weergegeven.

2.3.13 Ontwerp asfaltbekleding op berm en havenplateau [Bosters, 2010]

Voor het ontwerp van een asfaltbekleding op berm of havenplateau moet bekend zijn welke asfaltsoort toegepast moet worden en welke laagdikte nodig is. Hierbij moet rekening worden gehouden met de hydraulische belastingen en verkeersbelastingen.

Een berm is een asfaltstrook van 5 á 10 m waarop een weg met laagdikte van 6 cm en mengsel AC 22 base O2 is aangelegd. Een havenplateau heeft een breedte van 50 á 100 m, er zijn verschillende asfalmengsels gebruikt. Beide liggen op ontwerppeil.

Vervolgens is uiteengezet middels eisen en vragen dat de levensduur van het toe te passen mengsel voldoende moet zijn maar het mengsel ook stabiel genoeg moet zijn voor verkeersbelastingen. Nadat verschillende personen zijn benaderd over dit onderwerp is voor de berm en het havenplateau een hypothese opgesteld. Voor de berm wordt gesteld dat de maatgevende belasting uit waterstroming bestaat door golfoploop en –terugloop, met name als objecten door de stroom meegevoerd worden. Voor het havenplateau zal op een strook aan de zeezijde voornamelijk golfklappen optreden, verder landinwaarts is de verkeersbelasting maatgevend. Voor de berm wordt voorgesteld om deze te ontwerpen op de verkeersbelasting door onderhoudsvoertuigen. Er wordt een vaste dikte en asfaltsoort gehanteerd. Vervolgens is een ontwerpmethode voorgesteld voor een havenplateau waarin de volgende stappen worden doorlopen:

1. Kies een asfalmengsel dat voldoet aan zowel de waterkeringseisen als de verkeerseisen;
2. Bereken de benodigde dikte met het programma GOLFKLAP door uit te gaan van een helling van minimaal 1:8 en eigenschappen van waterbouwasfaltbeton;
3. Bereken of bepaal de benodigde dikte voor de verkeersbelasting;
4. Pas de maatgevende dikte toe, of de hydraulische dikte voor een strook van 10 m breed aan de zeezijde en verder de dikte voor de verkeersbelasting.

2.3.14 Structureel ontwerp van asfaltbermen en asfaltplateaus voor waterkeringen [Van de Ven e.a., 2011]

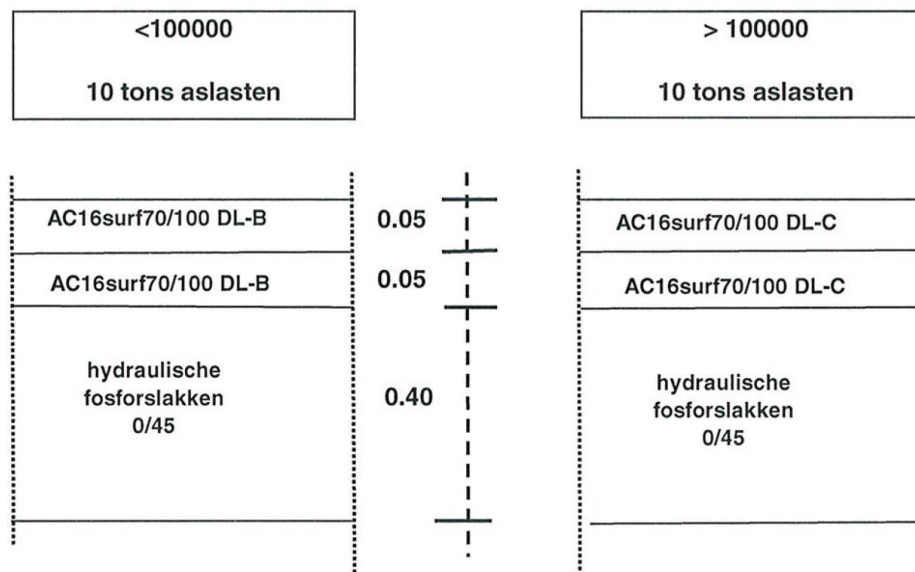
Dit rapport geeft een beschrijving van een ontwerp van een asfaltverharding die dient als verkeersweg. Als constructie is gekozen om een asfaltlaag op een funderingslaag van fosforslakken te construeren. Er zijn 12 berekeningen uitgevoerd waarbij variabelen als laagdikte en stijfheid zijn gebruikt. Opgemerkt is dat uitgegaan is van volledige hechting tussen de lagen zodat tijdens de uitvoering van de aanleg van de constructie kleeflagen aangebracht moeten worden.

De rekken die ontstaan in het asfalt onder de belasting van een vrachtwagenwiel van 50 kN zijn berekend. Deze rek is getoetst voor verschillende asfaltmengsels. De eigenschappen van de mengsels zijn gegeven in het rapport. Vervolgens is berekend hoeveel aslasten van vrachtwagens kunnen worden weerstaan. Voor de doorgerekende constructie met 100 mm asfalt en 400 mm fosforslakken kunnen 600.000 aslasten passeren. Met een rekenvoorbeeld is aannemelijk gemaakt dat bij passage van 5 zware vrachtwagens per dag de constructie 100 jaar mee gaat. Met een worst case scenario om slechte uitvoering te simuleren is berekend dat de constructie na 3 jaren zou bezwijken bij dezelfde belasting als in het rekenvoorbeeld.

Vervolgens is een ontwerp op golfbelasting uitgevoerd. Hiervoor is gebruik gemaakt van de invoerparameters zoals gebruikt voor de ontwerpgrafiek op golfklappen voor waterbouwasfaltbeton [STOWA, 2010]. Er is een samengestelde beddingsconstante voor de fosforslakken en ondergrond opgesteld waarbij van de procedure zoals beschreven in [de Loeff e.a., 2000] gebruik is gemaakt. Geconcludeerd is dat de constructie voldoende sterkte heeft voor de belasting op golfklappen.

2.3.15 Standaard asfaltconstructie voor bermen en havenplateaus op waterkeringen [Van de Ven e.a., 2011]

In dit rapport zijn de ontwerpeisen beschreven die kunnen worden opgenomen in een bestek. Twee standaardconstructies zijn beschreven, in Figuur 2-2 zijn deze constructies weergegeven.



Figuur 2-2 Nieuwe standaardconstructies gebaseerd op de verkeersbelasting [Van de Ven e.a., 2011]

Vervolgens zijn de besteksbepalingen omschreven om daarmee de juiste asfaltmengsels te verkrijgen en om een juiste uitvoering van de aanleg te reguleren.

2.3.16 Verbeteren invloed taludhelling op stootfactor in GOLFKLAP [t Hart, 2010]

De referentie beschrijft de invloed van een berm op de rekenresultaten van het programma GOLFKLAP. Er wordt onderscheid gemaakt tussen het gebruik van één taludhelling of

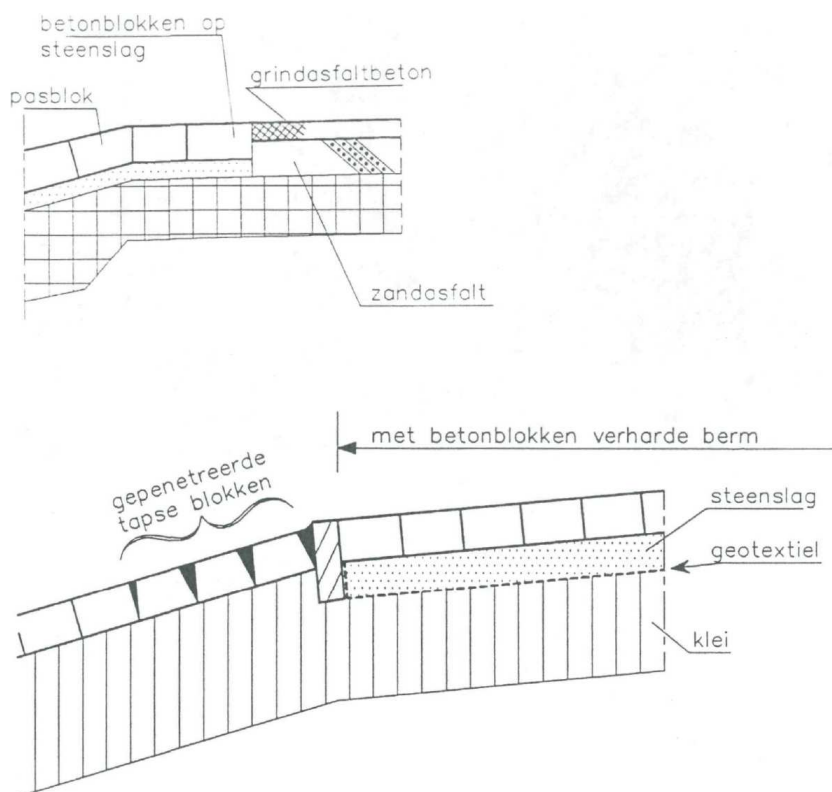
meerdere taludhellingen (verrekenend in een effectieve taludhelling). Omdat er grote verschillen zijn tussen het rekenen met één taludhelling of met een effectieve taludhelling wordt een voorstel gedaan om veranderingen in de rekenmethodiek door te voeren.

2.3.17 Gebruikershandleiding GOLFKLAP 1.3 [de Looff e.a., 2009]

In de gebruikershandleiding van het programma GOLFKLAP is uiteengezet hoe de invloed van een berm is verdisconteerd in de berekeningen voor het ontwerpen of toetsen van een asfaltbekleding. In § 4.2.3 is de rekenmethode beschreven. Een beschrijving van hoe dit in de programmatuur (van GOLFKLAP 1.2) is verwerkt is gegeven in [Golfklap, 2004]. Deze informatie is toegevoegd aan dit rapport in bijlage 3.

2.3.18 Overgangsconstructies bij asfaltbekledingen [Oranjewoud, 1993]

In dit rapport wordt gemeld dat de locatie waar het talud overgaat op de berm schadegevoelig is. Doordat ongelijkmatige zetting optreden ter plaatse van de knik ontstaat schade. Verder zijn overgangsconstructies gegeven (zie Figuur 2-3).



Figuur 2-3 Overgangsconstructie van ondertalud naar berm [Oranjewoud, 1993]

2.3.19 Voorlopig rapport 1961[WGD, 1961]

In het voorlopig rapport 1961 is een beschrijving gegeven van de kracht die op een talud en berm worden uitgeoefend door golfklappen. In § 4.2.3 is dit samengevat.

2.3.20 Besteksbepalingen open steenasfalt, prestatiebestek [van de Ven e.a, 2009]

Ten aanzien van bermen is opgemerkt dat deze soms aangelegd worden met open steenasfalt waarbij de berm als weg dient. De open steenasfaltconstructie moet worden getoetst met een meerlagenmodel om te controleren of de optredende spanningen en rekken ten gevolge van een standaard 10 tons aslast bij een temperatuur van 20 °C en 1 Hz. In § 4.2.4 is de procedure verder uitgewerkt.

2.3.21 Beoordeling asfaltwegen op dijken [de Looff, 2012]

In deze notitie is een beoordelingsmethode voor asfaltwegen op een waterkering gegeven. De beoordeling moet worden uitgevoerd volgens een aantal stappen. Als er voldoende informatie is en een beoordeling is relevant, dan moet er een risicoprofiel worden opgesteld. Dit risicoprofiel bepaald de mate van inspanning voor de toetsing. In § 5.4 is deze notitie samengevat. Vanwege de relevantie is deze notitie in zijn geheel toegevoegd in bijlage 4.

2.3.22 Waterspanningen onder de asfaltbekleding van dijken [Bisschop, 1962]

Deze referentie geeft inzicht in de wateroverdrukken die op kunnen treden onder een asfaltbekleding. Er is ook kort ingegaan op de invloed van een berm aan de teen van de bekleding. In § 4.2.1 is hier verder op ingegaan.

2.3.23 Stormschade aan de Rijkszeewering: "Boulevard De Ruyter" te Vlissingen [WGD, 1960]

Een beschrijving van de schade aan de asfaltbekleding op de berm van de Boulevard De Ruyter is gegeven. In § 4.2.1 is verder op het ontstaan van deze schade ingegaan.

2.3.24 De zeedijk sedert 1900 (slot) [Barentsen, 1964]

In het artikel worden verschillende constructievarianten vermeld. Deze zijn: de havendam bij Harlingen, de noordelijke en zuidelijke dijken van Goerree en de verlengde Helderse zeewering. Het artikel gaat vooral in op de ontwikkeling van de toepassing van waterbouwasfalt op de waterkering. De manier van aanleg en de samenstelling van de verschillende bekledingen is genoemd.

2.3.25 Deltadammen in Zeeland [Biezeveld, 1967]

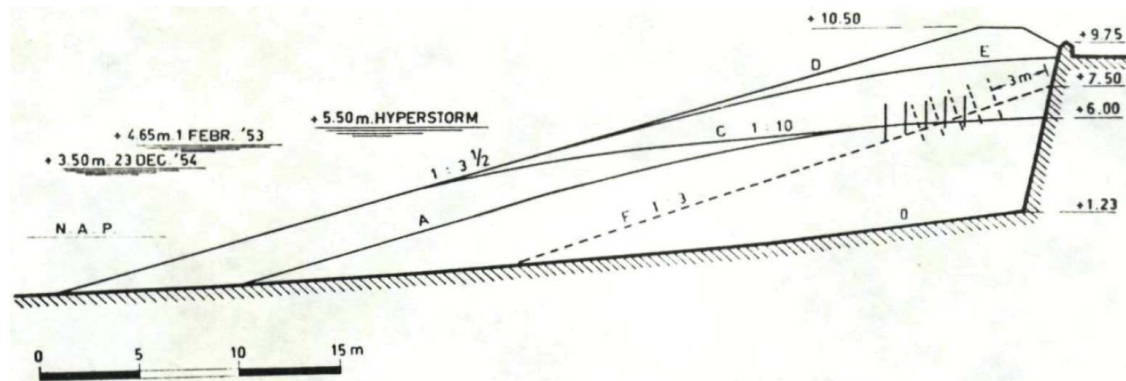
In het artikel is een beschrijving gegeven van de toepassing van waterbouwasfaltbeton op de dammen in Zeeland. Van de Brouwersdam is beschreven dat de aanleg van een berm de golfloop beperkt waardoor de hoogte van de totale kering verminderd kan worden. Het kostenverschil tussen aanleg met of zonder berm was minimaal. Vanwege de recreatieve mogelijkheden is gekozen om een berm aan te leggen. Bij het construeren van verschillende dammen in de tijd (1952-1978), is de berm aan de landzijde in de loop der jaren steeds breder geworden. Dit om ruimte te reserveren en om de mogelijkheid te hebben autoverkeer over de dam te laten gaan. Een ontwikkeling in de methode van aanleg van de dammen en in de aanleg van asfalt is beschreven.

2.3.26 Toepassing van asfalt in de waterbouwkunde [Burgt e.a., 1956]

Van de Burgt en Wiersma geven een uitgebreide en interessante beschrijving van de toepassing van asfalt in de waterbouw. Ten aanzien van bermen worden echter nauwelijks uitspraken gedaan.

2.3.27 De versterking van de Rijkszeewering "Boulevard de Ruyter" te Vlissingen [DBD, 1959]

De boulevard de Ruyter in Vlissingen wordt beschermd door een berm met een asfaltbekleding. In het artikel is beschreven hoe de berm verbeterd is om daarmee golfaanval op de muur van de boulevard te verminderen. Er zijn proeven uitgevoerd in de windgoot in het waterbouwkundig laboratorium in Delft. De verschillende bermprofielen zijn weergegeven in Figuur 2-4.



Figuur 2-4 Resultaten beproeving van verschillende bermprofielen in de windgoot t.b.v. boulevard de Ruyter

De profielen A en C bleken een reductie van de golfoverslag van 80% tot 90% op te leveren t.o.v. het oorspronkelijke profiel (O). Onder het asfaltbeton is een kleilaag aanwezig om uitspoeling van de zandkern te voorkomen bij een aanvaring van een schip. Ook zijn filters aangebracht om overdruk te voorkomen. In deze referentie is niet omschreven hoe deze filters zijn geconstrueerd. In bijlage 2 zijn de dwarsprofielen voor verschillende locaties gegeven. In een andere referentie is beschreven dat bij de reconstructie die in 2003 heeft plaatsgevonden de filters gemaakt zijn door een strook open steenasfalt aan te leggen [Cor., 2003].

2.3.28 De afsluiting van het Brouwerhavensegat [Deltadienst, 1967]

In de publicatie is weergegeven dat de buitenberm geconstrueerd is, onder andere, voor toegang voor toerisme. Meer informatie t.a.v. bermprofielen is niet gegeven.

2.3.29 Criteria voor de toepassing van bekledingen op waterkeringen [Witteveen + Bos, 2010]

In dit rapport worden faalmechanismen en belastingmechanismen genoemd voor bekledingen. Ten aanzien van bermprofielen is beschreven dat de waterkering ook secundaire functies kan vervullen. Hieronder valt ook de verkeersfunctie. De verkeersbelasting kan maatgevend zijn boven een hydraulische belasting. De verkeersintensiteit is hierin een belangrijke factor. Om de (asfalt)berm te dimensioneren kunnen de volgende stappen worden doorlopen [Witteveen + Bos, 2010]:

- Vaststellen maatgevende aslast. Dit qua grootte of qua aantal
- Bereken met een lineair elastisch meerlagenprogramma (bv. CARE [DWW, 1998]) de spanningen en rekken aan de onderzijde van de bekleding
- Toets de spanningen en rekken aan de maximale buigtreksterkte en de breukrek

Meer informatie over deze procedure is gegeven in [DWW, 1998].

2.3.30 Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw [TAW, 1984]

De TAW-Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw (1984) geeft in paragraaf 20.3.2 een rekenregel voor de dikte van de bodembescherming voor het geval de golfhoogte groter is dan de lengte van de bodembescherming (afleiding in Bijlage II van deze Leidraad). Deze rekenregel is één op één overgenomen in [TAW, 2002a] en staat inmiddels ook in het concept van het Technisch Rapport Dijkbekledingen deel 3, asfaltbekledingen [TRDB, 2013]. Aangezien een asfaltbekleding op een lage berm normaliter vele malen minder breed is dan de golfhoogte, is deze rekenregel mogelijk van toepassing. In § 4.2.1 is hier verder op ingegaan.

2.4 Conclusies

Tijdens de literatuurstudie is gezocht naar informatie van bermen op waterkeringen. Duidelijk is dat een berm een verkeersdragende functie heeft en/of een functie voor het reduceren van golfoploop en golfoverslag.

Ten aanzien van de verschillende uitvoeringsvarianten kan worden geconcludeerd dat de berm meestentijds geconstrueerd wordt op het ontwerppeil of maatgevend hoog water. Ook worden verschillende bermbreedtes gehanteerd, dit lijkt afhankelijk te zijn van de functie van de berm. Overige bevindingen qua uitvoeringsvarianten zijn gegeven in hoofdstuk 3.

Als belasting op de bermen worden verkeerslasten en golfklappen gezien als relevante belastingen. Voor beide belastingen zijn rekenregels gegevens. In hoofdstuk 4 en 5 is hier verder op ingegaan.

Een gedetailleerde beschrijving van het ontwerp van asfaltbekleding op een berm is alleen te vinden in de documenten van projectbureau zeeweringen. In de overige documenten lijkt een keuze te zijn gemaakt op basis van de asfaltdiktes van het onder- of boventalud.

In verschillende documenten wordt onderkend dat er ontbrekende informatie is over de eigenschappen van grindasfaltbeton. Over de golfbelasting die op een berm optreedt, is verhoudingsgewijs weinig bekend.

3 Uitvoeringsvarianten

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de verschillende uitvoeringsvarianten gecategoriseerd. Dit aan de hand van verschillende principeschetsen van de toepassing van bermen op de waterkering. Veel beschrijvingen van uitvoeringsvarianten zijn gegeven in de driemaandelijke berichten van de Deltawerken.

De gevonden dwarsprofielen tijdens de literatuurstudie zijn weergegeven in bijlage 2. In bijlage 5 is een indeling van gevonden dwarsprofiel naar principeschets gemaakt. Toegevoegd hierin zijn:

- de bermbreedte
- het niveau van de berm t.o.v. NAP
- aanlegjaar bekleding

Duidelijk is dat er veel verschillende uitvoeringsvarianten zijn. Niet alle gevonden profielen komen exact overeen met de principeschetsen.

3.2 Definitie berm

Een berm wordt gedefinieerd met een breedte, hoogte en taludhelling. De bureaustudie is uitgevoerd voor bermen op toetspeil die bekleed zijn met asfalt. Een berm heeft de volgende eigenschappen:

- Taludhelling 1:15 of flauwer
- Breedte is kleiner dan een kwart van de golflengte
- Ligging altijd boven de teenconstructie. Dus teenbeschermingen of vooroeverbeschermingen worden hier niet beschouwd.
- Functies: golfbreking, golfploopreductie, verkeersdrager.

3.3 Principeschetsen uitvoeringsvarianten

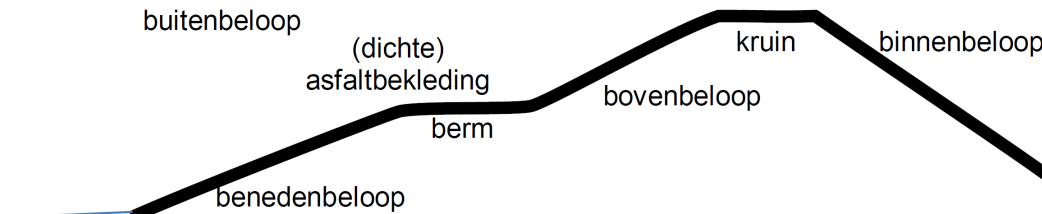
In deze paragraaf zijn de principeschetsen weergegeven van verschillende uitvoeringsvarianten die mogelijk zijn. De principeschetsen hebben elk een lettercode (A t/m E). De dijkvakken die horen bij de principevariant zijn in de paragrafen genoemd. De dwarsprofielen zijn gegeven in bijlage 2.

De principeschetsen zijn aangepast naar algemeen voorkomende uitvoeringsvarianten. De volgende kenmerken zijn hierbij gehanteerd:

- de berm ligt meestal rond het ontwerppeil
- de schets eindigt op NAP hoogte
- in de tijzone (NAP tot gemiddeld hoog water) ligt meestal geen waterbouwasfaltbeton maar een (ingegoten) steenbekleding of een gepenetreerde breuksteen. Dit omdat hier de wateroverdrukken het grootst zijn en omdat in de tijzone het asfalt te snel afkoelt bij aanleg

In Figuur 3-1 t/m Figuur 3-5 zijn de principeschetsen gegeven van uitvoeringsvarianten met asfalt op bermen.

3.3.1 Principeschets A

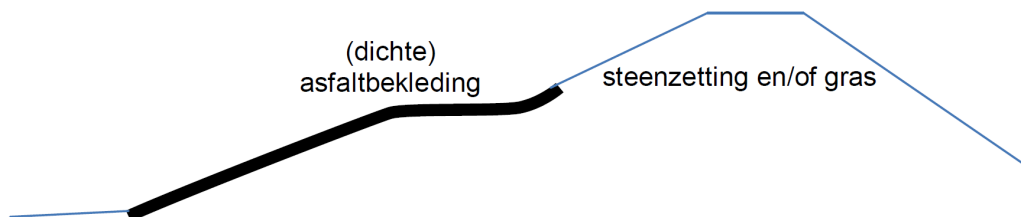


Figuur 3-1 A. Waterkering geheel bekleed met dichte bekledingen

De dijkvakken van de bekledingen die onder deze principeschets vallen zijn:

- Havendam Harlingen [Barentsen, 1964]
- Brouwersdam [Biezeveld, 1967]
- Veerse dam [Biezeveld, 1967]

3.3.2 Principeschets B

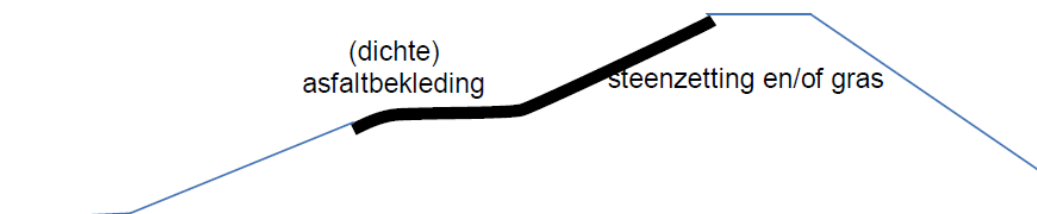


Figuur 3-2 B. Buitentalud tot boven de berm bekleed met dichte bekledingen

De dijkvakken van de bekledingen die onder deze principeschets vallen zijn:

- Zeewering 's Gravenzande [Barentsen, 1964]
- Mokbaaidijk [ten Thije, 1985]
- Bolwerk Robbengat [ten Thije, 1985]

3.3.3 Principeschets C

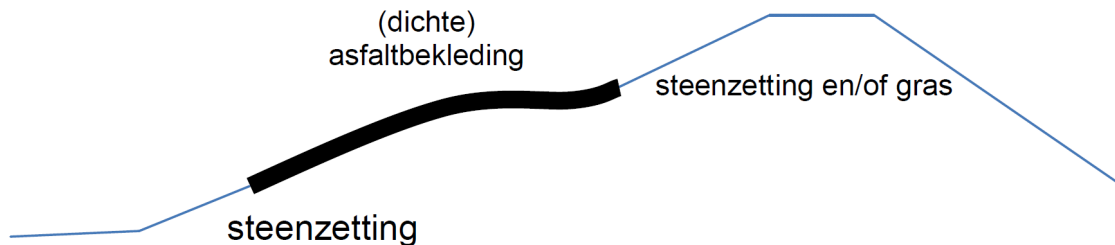


Figuur 3-3 C. De overgang van benedenbeloop naar berm tot aan de kruin is bekleed met asfalt (dichte bekledingen)

De dijkvakken van de bekledingen die onder deze principeschets vallen zijn:

- Noordelijke dijken Goerree [Barentsen, 1964]
- Dijk bij Ossensisse [DBD, 1961]
- Werkeiland Noordland [DBD, 1973]
- Zeedijk bij de keersluis te Termunten [Davidse, 2009]

3.3.4 Principeschets D



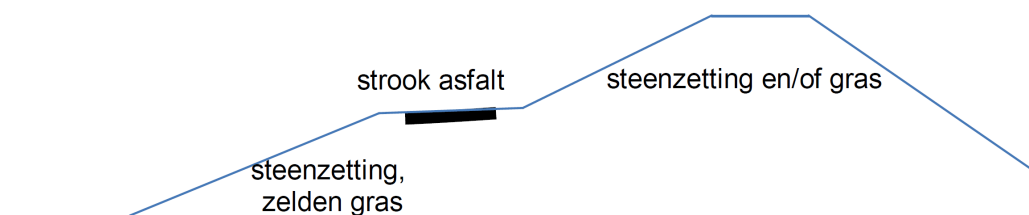
Figuur 3-4 D: Deel van het benedentalud naar berm, de berm zelf en de overgang naar het bovenbeloop uitgevoerd in asfalt

De dijkvakken van de bekledingen die onder deze principeschets vallen zijn:

- Verlengde Helderse zeewering bij Huisduinen [Barentsen, 1964]
- Hondsbosche zeewering [ten Thije, 1985]
- Ommelander zeedijk [DBD, 1985]
- Veerdam Holwerd – Ternaarder polder [ten Thije, 1985]
- Pettemer zeewering [DBD, 1970]
- Rijkszeewering Oude Schild [ten Thije, 1985]
- Eendrachtsdijk [ten Thije, 1985]
- Zuidelijke dijken Goerree [Barentsen, 1964]
- Damvak Geul [DBD, 1972]
- Westkapelse zeedijk [DWW, 1990]
- Werkeiland Noordland [DBD, 1973]
- Tijdelijke omringdijk bouwput Haringvliet [DBD, 1957]
- Werkeiland Roggeplaat [DBD, 1969]

Bij deze variant is de overgang naar het bovenbeloop (in Zeeland) niet altijd in asfalt uitgevoerd.

3.3.5 Principeschets E



Figuur 3-5 E: Op de berm zelf ligt een strook asfalt

De dijkvakken van de bekledingen die onder deze principeschets vallen zijn:

- dijk op Ameland [TAW, 2002a]
- dijk om Sloehaven [DBD, 1962]
- Grevelingendam [DBD, 1964]
- dijkverzwaring Hoedekenskerke [DBD, 1965]

Deze uitvoeringsvariant is over ongeveer 300 km aanwezig langs de Ooster- en Westerschelde. Hiervan zijn echter geen dwarsprofielen in het archief gevonden.

3.4 Categorieën van bermen

Specifieke kenmerken van bermen zijn de breedte en de hoogte ten opzichte van NAP. In bijlage 5 zijn de bermen gecategoriseerd. De keuze van de breedte van de berm kan in een aantal gevallen aan de functie van de berm worden toegekend.

- In veel gevallen heeft de berm een verkeers/toegangsfunctie. De breedte van deze berm ligt tussen de 3 en 5 m. De principeschetsen gaan uit van deze breedte, er zijn veel dwarsprofielen gevonden waar deze breedte van de berm is toegepast.
- De berm heeft een functie van reductie van golfloop en –overslag. De berm heeft dan een breedte van 5-15 m. Voorbeelden zijn de Pettermer en Helderse zeewering. Ook de Boulevard de Ruyter is hier een voorbeeld van.
- De berm kan een extra functie hebben van havenplateau of recreatieplaats. Op de berm moet ruimte zijn om goederen in of uit te laden of er moet ruimte zijn om voertuigen te parkeren. Voorbeelden hiervan zijn de Brouwersdam met een bermbreedte van 30 m en de havenplateaus genoemd in verschillende referenties.

De hoogte ten opzichte van NAP is in de meeste gevallen tussen 3,5 en 5 m+NAP. De in de bureaustudie gevonden laagst liggende berm ligt in het noorden van het land, de dijk op Ameland en de zeedijk bij Termunten en heeft een hoogte van 2,4 m+NAP. Vermoedelijk is de hoogte van de meeste bermen bepaald door de maatgevende hoogwaterstand of het ontwerppeil. Dit om zoveel mogelijk reductie van golfloop en –overslag te verkrijgen.

3.5 Conclusies

Duidelijk is dat vooral dammen in zijn geheel bekleed worden met asfalt. Vooral in het noorden van het land is gekozen om het ondertalud (boven GHW) en de berm in asfalt uit te voeren en het boventalud als grasbekleding. In het zuiden van het land worden juist vooral het boventalud en berm uitgevoerd in asfalt en het ondertalud in een steenbekleding. De keuze van de breedte van de berm is vermoedelijk afhankelijk van de functie die de berm vervult. Is dit een verkeers-/toegangsfunctie dan is een berm van 3-5 m voldoende breed. Als reductie van golfloop en –overslag moet plaatsvinden dan wordt een bredere berm gekozen (10-15 m). Bredere bermen (>30 m) worden aangelegd voor recreatie of dienen als havenplateau.

Vanuit het oogpunt van levensduur heeft het de voorkeur om een asfaltbekleding boven het gemiddeld hoog water aan te leggen. Dit om te voorkomen dat het asfalt onder water staat bij vloed of springvloed. Water heeft een negatief effect op de levensduur dus moet voorkomen worden dat de berm veelvuldig onder water staat. Als water of vocht veelvuldig op de asfaltbekleding aanwezig is kan dit in het asfalt dringen waardoor het asfalt desintegreert door stripping of vorst. Ook kan het, vanuit praktisch oogpunt, de voorkeur hebben om bermen op ontwerppeil aan te brengen. Hiermee is er ook toegang tot de berm bij hoog water.

4 Belastingen

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de informatie gerapporteerd die tijdens de literatuurstudie is gevonden en die is toegespitst op optredende belastingen. De belastingen zijn onderscheiden waarbij per geval de gevonden informatie is samengevat. In § 4.3 is vervolgens een samenvatting gegeven van de bevindingen en is vermeld welke belastingen ontbreken in de literatuur.

4.2 In de literatuur genoemde belastingen

Er is in verschillende referenties ingegaan op de belastingmechanismen die van toepassing zijn voor bermen [Montauban, 2000a]. De bermbekleding moet de volgende belastingen kunnen weerstaan:

- Wateroverdrukken
- Waterinfiltratie
- Golfklappen
- Verkeerslasten

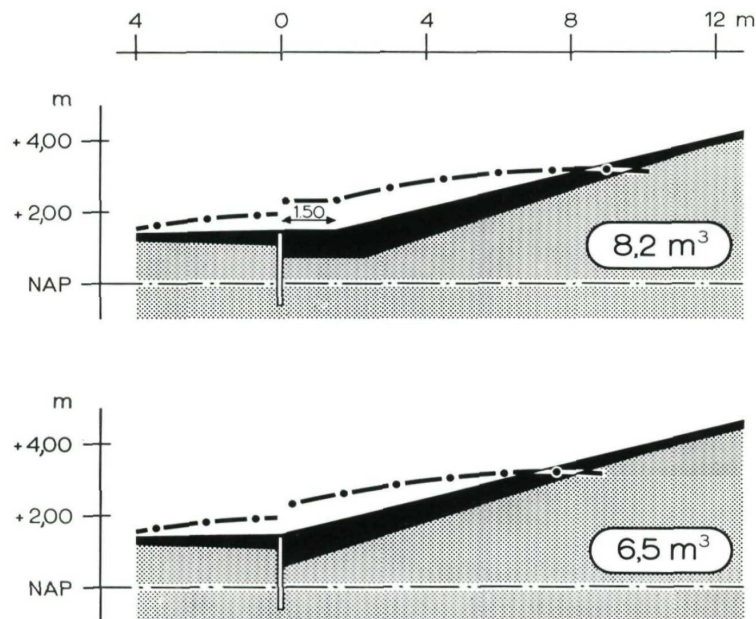
4.2.1 Wateroverdrukken

De waarschuwing wordt gegeven om het funderingsmateriaal onder de berm niet meer waterdoorlatend te laten zijn dan zand [TAW, 2002a]. Dit om schade door wateroverdrukken te voorkomen.

Dit mechanisme is alleen relevant voor bermen die zo laag liggen dat de freatische lijn in het grondlichaam tijdens een maatgevende storm hoger komt te liggen dan de berm. Dit betekent dat dit mechanisme voor bermen op een niveau van MHW of hoger niet relevant is.

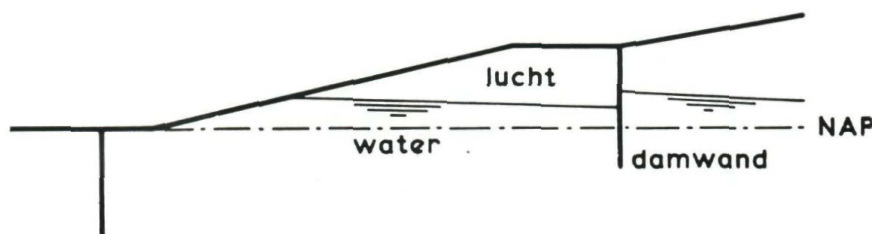
De weerstand tegen wateroverdrukken wordt verkregen uit het gewicht van de asfaltlaag en de eventuele onderlaag. De onderlaag moet daarbij wel voldoende onderdoorlatend zijn of voldoende hechting hebben met de asfaltlaag. In [Montauban, 2000a] is beschreven dat de gebruikte funderingslaag (welk type wordt niet vermeld) in hoge mate verdicht is. Dit omdat de funderingslaag als werkweg is gebruikt.

De invloed van een berm aan de teen van de asfaltbekleding is kort beschreven in [Bischoff, 1962]. In Figuur 4-1 is het verloop de potentiaallijnen zichtbaar met en zonder berm. Het toepassen van een berm brengt kosten met zich mee (meer asfalt nodig) die niet altijd opwegen tegen de voordelen ervan.



Figuur 4-1 De invloed van een kleine berm op de benodigde hoeveelheid asfaltbeton (gerekend van damwand tot NAP + 4,5 m) [Bischoff, 1962]

Ook wordt ten aanzien van wateroverdrukken geschetst dat het toepassen van een damwand voor luchtinsluiting kan zorgen. In Figuur 4-2 is dit weergegeven.



Figuur 4-2 Ingesloten lucht [Bischoff, 1962]

Ten aanzien van bermen valt uit [WGD, 1960] op te maken dat, als scheuren in het asfalt zijn ontstaan en er een ondoorlatende funderingslaag onder het asfalt aanwezig is, er een gevaar is voor opdrukken van de bekleding door lokaal zeer hoge dynamische waterdrukken. Deze waterdrukken worden veroorzaakt doordat tijdens de golfslag water tussen de bekleding en de funderingslaag wordt geperst wat lokaal tot hoge piekdrukken leidt. Het water kan via de scheur tussen de bekleding en de funderingslaag komen waardoor dit wordt veroorzaakt.

In de leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw [TAW, 1984], bijlage 2, is een beschrijving gegeven van een rekenmethodiek voor het optillen van een bodembescherming onder golfaanval. De methodiek is overgenomen in het concept Technisch Rapport Dijkbekledingen [TRDB, 2013]. Omdat een specifieke rekenregel is gegeven is deze in § 5.3 gerapporteerd.

4.2.2 Waterinfiltratie

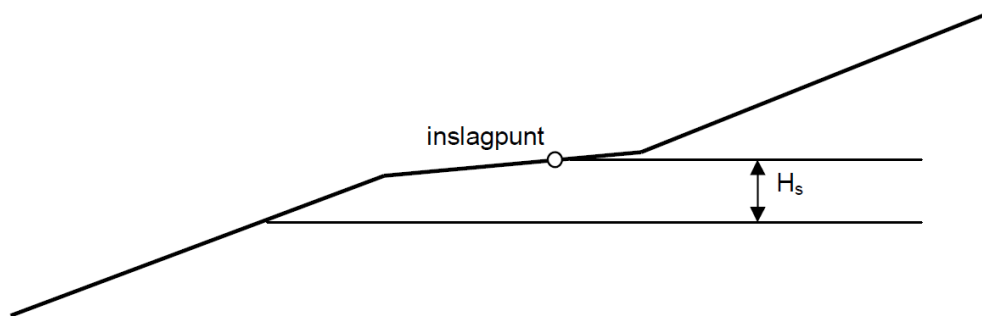
In [Montauban, 2000a] is gemeld dat een lage holle ruimte van 4-5% voldoende is om de waterafdichting te waarborgen. Een extra afdichtende laag (van klei of keileem) onder de funderingslaag is daarom niet nodig. Opgemerkt wordt dat bij een berm uitgevoerd in open steenasfalt dit mogelijk wel een aandachtspunt is, zeker als de onderlaag uit zand bestaat.

4.2.3 Golfklappen

In [Montauban, 2000a] is beschreven dat de weerstand tegen golfklappen een niet relevant mechanisme is. Dit omdat de stootfactor bij hellingen flauwer dan 1:6 erg laag is. Opgemerkt moet worden dat de relevantie van de weerstand tegen golfklappen ook afhankelijk is van de kwaliteit van het materiaal en het aantal golfklappen dat optreedt. Er kan dus niet op voorhand gesteld worden dat de weerstand tegen golfklappen niet relevant is zoals in [Montauban, 2000] wordt gesteld. Bij een materiaal met lage vermoeiingsweerstand en een hoog aantal golfklappen kan de bermbekleding wel degelijk falen. Daarnaast wordt de stootfactor bij bermen vooral bepaald door de helling van het onderliggende taluddeel. Dit betekent dat relatief zware golfklappen wel degelijk op kunnen treden.

In de referentie over de toetsing op golfklappen van asfaltbermen in oostelijk Flevoland [Montauban, 2001] is in de inleiding vermeld dat in het verleden de volgende benadering voor golfklappen op bermen is aangehouden. Omdat de klapgrootte afhangt van de steilheid van het talud is af te leiden dat bij een horizontaal vlak geen golfklappen optreden. Er vindt dus een extrapolatie plaats van metingen op taluds van 1:3 tot 1:6. Gesteld wordt dat een veilige benadering voor het toetsen van bermen is om te rekenen met een helling van 1:6. Volgens vernieuwde inzichten (gesprekken met het waterbouwkundig laboratorium) is er echter geen reden om te veronderstellen dat de golfklappen op een berm anders zijn omdat de opbouw van de golf afhankelijk is van het ondertalud. Er wordt dan ook gesuggereerd om de berm te toetsen alsof deze hetzelfde is als het ondertalud. Binnen Rijkswaterstaat leeft de gedachte dat er minder golfklappen op een berm inslaan (ca. 10 á 20 % van het aantal op het talud) [Montauban, 2001]. De redenering is dat een waterlaag op de berm de druk door de golfklap reduceert. Enkele grote golven zullen wel op een 'droog' talud inslaan vandaar het aantal van 10 á 20 %.

In de gebruikershandleiding bij het programma GOLFKLAP 1.3 [de Looff e.a., 2009] is beschreven wat de invloed van een berm op de grootte van de golfklap (de stootfactor) is. Voor elk inslag punt wordt een gemiddelde stootfactor berekend, gemiddeld over het deel van het inslagpunt tot H_s onder het inslagpunt. In Figuur 4-3 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 4-3 Gebied waarover de stootfactor wordt bepaald [de Looff e.a., 2009]

Het inslagpunt heeft een verdeling rondom de stilwaterlijn. De stilwaterlijn verloopt over het talud en is afhankelijk van het getij, de gemiddelde waterstand en de stormopzet.

In [WGD, 1961] is een beschrijving gegeven van de drukstoot die veroorzaakt wordt door een golfklap. Er zijn laboratoriummetingen en buitenmetingen uitgevoerd. De grootte van de drukstoot is gegeven in Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Drukstoten bij verschillende hellingen [WGD, 1961]

helling van het beloop	drukstoot in m waterkolom	meting
1 : 2	3 H	laboratorium: één proefreeks
1 : 3	4 H à 5 H	laboratorium: één proefreeks
1 : 4	2 H à 3 H	laboratorium: meerdere proefreeksen
1 : 6	2 H	Westkappelse zeedijk

Ten aanzien van de drukstoot op een berm is beschreven dat metingen uitwijzen dat deze $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{3}$ is van de drukstoot op de helling. Bij een grotere golfperiode zijn de drukstoten over het algemeen kleiner dan bij een kleinere golfperiode.

Ten aanzien van het ontwerp van een onderhoudsberm in open steenasfalt [van de Ven e.a., 2009] wordt opgemerkt dat hiervoor de ontwerpgrafiek uit [TAW, 2002a] gebruikt wordt. In speciale gevallen kan de bekleding met het nieuwe GOLFKLAP-model [de Looff e.a., 2009] worden ontworpen. Indien een deel van de bekleding als onderhoudsberm wordt uitgevoerd kunnen in navolging van paragraaf 7.9 van [TAW, 2002a] de volgende (minimale) diktes worden aangehouden:

- 0,12 m bij een filterlaag van geotextiel op een steenfundering
- 0,15 m bij een filterlaag van zandasfalt op zand
- 0,20 m bij een filterlaag van geotextiel op zand
- 0,25 m bij een filterlaag van geotextiel op klei

4.2.4 Verkeerslasten

Een verkeerslast bestaat uit een druk vanuit een band op het asfalt. In het technisch rapport [TAW, 2002a] is voor verschillende belastingen een toe te passen laagdikte van waterbouwasfaltbeton op bermen gegeven. Duidelijk is dat de laagdikte afhankelijk is van de grootte en het aantal verkeerslasten. In § 5.3 is meer informatie gegeven..

Ten aanzien van het ontwerp van een berm van open steenasfalt welke een verkeersfunctie vervuld is in [van de Ven e.a., 2009] een procedure beschreven. De constructie moet worden getoetst door de optredende spanningen en rekken onder een belasting van een aslast van 10 ton te vergelijken met de toelaatbare spanningen en rekken. De spanningen en rekken moeten worden berekend bij 20 °C en 1 Hz. De volgende eigenschappen en criteria moeten worden aangehouden:

- maximale permanente deformatie van de ondergrond van 20 mm
- eigenschappen van open steenasfalt uit [Bunschoten e.a, 1982] of nomogrammen voor vermoeding en stijfheid uit de Shell Pavement Design Manual
- de vertical strain criterion volgens AASHTO road test

Rekenregels en procedures zijn gegeven in § 5.3.

4.3 Samenvatting en conclusies

Nu de informatie uit de literatuur is samengevat moeten hieruit leringen worden gehaald voor de bermbekledingen die tegenwoordig worden toegepast. De volgende belastingmechanismen zijn beschreven:

- Wateroverdrukken; Ten aanzien van statische wateroverdrukken geldt dat er geen andere belastingsituatie is dan die van een asfaltbekleding op een talud. Ten aanzien van dynamische wateroverdrukken is het van belang dat als er een scheur in de bekleding is de (onderdoorlatende, harde) funderingslaag onder de berm ervoor kan zorgen dat zeer hoge piekdrukken ontstaan waardoor de bekleding als het ware van de funderingslaag af wordt gepeld. Ten aanzien van dynamische waterdrukken wordt in [TAW, 2002A] aangegeven dat de ondergrond niet doorlatender mag zijn dan zand omdat anders het risico op schade groot wordt. in [TRDB, 2013] een rekenmethodiek gegeven voor een bodembescherming. Deze kan gebruikt worden voor berekeningen van dynamische overdrukken als er sprake is van een strook asfalt op een berm (principeschets E).
- Waterinfiltratie; De bekleding mag geen water doorlaten om verzadiging van de kern van de waterkering te vertragen/ te voorkomen. Waterbouw-asfaltbeton met een holle ruimte van 4-5% is voldoende waterdicht om infiltratie te voorkomen. Bij toepassing van open steenasfalt zal de top laag infiltratie van buitenwater niet tegengaan. Als infiltratie moet worden verhinderd dan moet een onderlaag daar op berekend zijn..
- Doorbuiging door golfklappen; Van het belastingmechanisme golfklappen is bekend dat een flauwer talud minder hoge stootfactoren oplevert. Op bijna horizontale hellingen zijn echter geen metingen verricht (slechts tot 1:6) zodat niet met metingen kan worden aangetoond in hoeverre de belasting door golfklappen reduceert door de flauwere taludhelling. Voor de buitenrand van een niet al te diep beneden de stilwaterlijn gelegen berm zal de belasting worden bepaald door de helling van het benedentalud. Wat hoger op de berm is het een veilige aanname om van een helling van 1:6 uit te gaan. Een optie is om vervolgens nog een reductie van aantal golfklappen op de berm toe te passen (van bijvoorbeeld 50%)
- Verkeerslasten; Voor verkeerslasten is een methodiek beschreven om een berm te dimensioneren. Hiervoor wordt de dimensioneringmethode uit de wegebouw gebruikt.

Een uitgebreide beschrijving van de belastingmechanismen specifiek voor bermen is niet gevonden. Wel zijn vooral ten aanzien van verkeersbelastingen ontwerpmethoden beschreven. Voor de belasting van golfklappen wordt meestal gebruik gemaakt van de ontwerpgrafieken voor waterbouwasfaltbeton waarbij een helling van 1:6 wordt gehanteerd. In een aantal referenties wordt dit als een overdimensionering gezien.

Niet in de literatuur genoemde belastingen en eisen die eveneens op kunnen treden zijn:

- stroming langs de bekleding en de erosie die dit kan veroorzaken. In [TAW, 2002a] (hoofdstuk 7) is algemene informatie opgenomen over de strominggevoeligheid van asfaltbekledingen. Dit is ook van toepassing op bermen.
- volgen van zettingen en ontgrondingen
- weerstand tegen belastingen door ijs en drijvende objecten
- begaanbaarheid
- begroeibaarheid
- bestendigheid tegen vandalisme

Voor deze belastingen en eisen is geen onderscheid gemaakt tussen belastingen voor het talud of belastingen voor bermen.

5 Rekenregels

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de gevonden rekenregels van toepassing op asfalt op bermen gerapporteerd. Eerst zijn de rekenregels beschreven die ingaan op het bepalen van de hoogte en breedte van de berm (§ 5.2). In § 5.3 is beschreven hoe de constructie van de berm wordt gedimensioneerd. Vervolgens is ingegaan op de rekenregels die gebruikt zijn bij het toetsen van bermen (§ 5.4). In § 5.5 is een samenvatting gegeven en zijn conclusies geformuleerd.

5.2 Bepaling hoogte en breedte van de berm

Een berm kan worden aangelegd om voor een reductie van golfoploop of golfoverslag te dienen [TAW, 2002a]. In het technisch rapport voor golfoploop en golfoverslag [TAW, 2002b] zijn algemene rekenregels gegeven om de invloed van een berm op de overslag te bepalen. Het voert te ver om in dit rapport deze algemene rekenregels in zijn geheel te beschrijven. Een korte beschrijving van de invloed van bermen is hier gegeven.

In het technisch rapport asfalt voor waterkeren wordt vermeld dat de asfaltbekleding moet worden doorgetrokken tot een hoogte zodat erosie van de grasbekleding door golfklappen wordt voorkomen. De bekleding moet worden doorgetrokken tot maatgevend hoog water (MHW) + 0,25 tot $0,50 \times H_s$.

- Indien er een berm op het niveau van het maatgevend hoogwater aanwezig is kan de bekleding minder ver worden doorgetrokken;
- de bekleding moet zo ver zijn doorgetrokken dat de bovenliggende grasmat voldoet aan de ontwerpcriteria ten aanzien van golfklappen en stroming.

Hieruit blijkt dat bij toepassing van een berm het asfalt minder hoog op het talud aangebracht hoeft te worden. Buiten de gegeven asfaltdiktes voor verkeersbelasting is in het technisch rapport asfalt voor waterkeren [TAW, 2002a] niet verder ingegaan op het ontwerp van asfaltbermen.

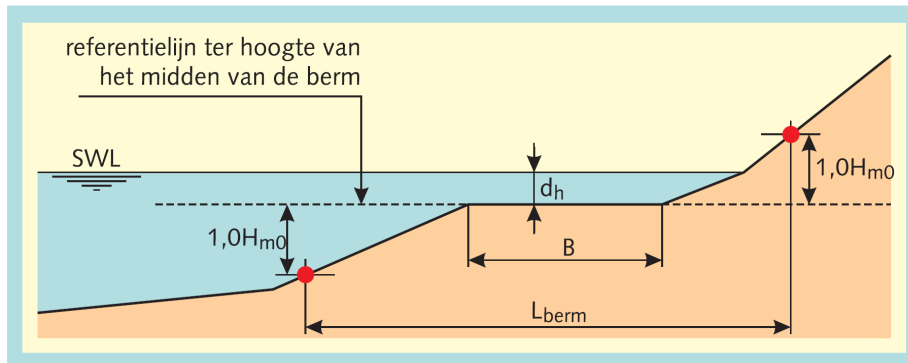
In het technisch rapport golfoploop en golfoverslag bij dijken is de volgende definitie van een berm gegeven:

Een berm is een stuk uit een dijkprofiel waarbij de helling mag variëren tussen horizontaal en 1:15. De bermligging ten opzichte van de stilwaterlijn wordt bepaald door de diepteligging d_n , de verticale afstand tussen het midden van de berm en de stilwaterlijn. De breedte van een berm, B , mag niet groter zijn dan een kwart van de golf lengte, met andere woorden: $B < 0,25 \times L_0$. Als de breedte wel groter is dan zit de constructie tussen een berm en een voorland in en kan de golfoploop en golfoverslag via interpolatie worden berekend.

Uit deze definitie wordt duidelijk dat twee kenmerken van de berm van belang zijn:

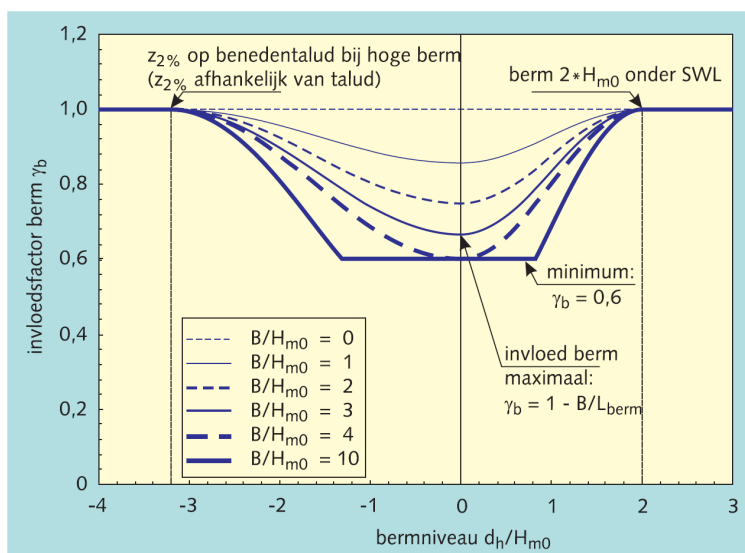
1. de diepte ten opzichte van de stilwaterlijn
2. de breedte van de berm (in verhouding tot de golf lengte)

In Figuur 5-1 is een schematisatie weergegeven waarbij ook definities zichtbaar zijn.



Figuur 5-1 Schematisatie, breedte en diepteligging van de berm [TAW, 2002b]

Vervolgens moet de invloedsfactor van de berm berekend worden op basis van een aantal formules. Het effect van de breedte van de berm en de diepteligging ten opzichte van de stilwaterlijn is weergegeven in Figuur 5-2.



Figuur 5-2 De invloedsfactor voor de berminvloed [TAW, 2002b]

Duidelijk is dat de maximale invloed van de berm een reductie van 40% geeft op de golfloop en – overslag.

5.3 Bepaling opbouw en dikte van de bekleding

Als de breedte en hoogteligging van de berm bekend is moet de opbouw en dikte van de bermconstructie bepaald worden. Duidelijk is geworden dat in de literatuur vooral met golfbelastingen en verkeerslasten is gerekend.

5.3.1 Verkeerslasten

Voor de verkeerslasten is in [TAW, 2002a] een onderscheid tussen belastingen gemaakt:

- voetgangers, fietsers; minimale laagdikte (de laagdikte is dus afhankelijk van een andere belasting)

- <1000 aslasten per jaar; ondergrond zand: 0,15 m WAB; ondergrond klei: 0,20 m WAB, bij OSA of ZA 0,05 m dikker
- als gebruikt als een openbare weg, dimensioneren als een weg

Verder is beschreven dat een funderingsmateriaal toegepast kan worden om de laagdikte te reduceren. Een lichtgebonden hydraulisch materiaal wordt voorgesteld (slakken 0/40).

Om voldoende draagkracht te hebben bij een verkeersbelasting kan waterbouwasfaltbeton gebruikt worden [Montauban, 2000a]. Veiligheidshalve wordt echter voor grindasfaltbeton gekozen voor meer stabiliteit van het mengsel. Mocht getwijfeld worden aan de stabiliteit van grindasfaltbeton dan kan als alternatief steenslagasfaltbeton verkeersklasse 2 gebruikt worden. De ontwerp holle ruimte van 5-6% van dit mengsel kan dan worden verlaagd door iets meer bitumen toe te voegen om daarmee de waterafdichtende functie te waarborgen.

Om de (asfalt)berm te dimensioneren kunnen de volgende stappen worden doorlopen [Witteveen+Bos, 2010]:

- Vaststellen maatgevende aslast. Dit qua grootte en qua aantal.
- Bereken met een lineair elastisch meerlagenprogramma (bv. CARE [DWW, 1998]) de spanningen en rekken aan de onderzijde van de bekleding.
- Toets de spanningen en rekken aan de maximale buigtreksterkte en de breukrek.

Meer informatie over deze procedure is gegeven in [DWW, 1998]. Opgemerkt wordt dat de tegenwoordig vigerende ontwerprichtlijn is beschreven in [DVS, 2011]. In deze ontwerprichtlijn kan ook gerekend worden met eigenschappen van specifieke mengsel zoals waterbouwasfaltbeton of open steenasfalt.

5.3.2 Golfbelasting

Uit de literatuur is duidelijk geworden dat de bekleding ten aanzien van golfbelastingen wordt ontworpen met behulp van ontwerpgrafieken of met behulp van het programma GOLFKLAP [Montauban, 2000a], [Montauban, 2001] en [van de Ven e.a., 2009]. Er wordt een (conservatieve) aanname gedaan voor een bermhelling van 1:6 [Montauban, 2001]. Als met het programma GOLFKLAP gerekend wordt moet rekening worden gehouden met de verdiscontering van het onder- en boventalud in de stootfactor op de berm [de Looff e.a., 2009].

5.3.3 Wateroverdrukken

In [TRDB, 2013] zijn rekenregels genoemd voor het berekenen van de dynamische wateroverdruk op een bodembescherming. Een waterdruk wordt gezien als een opwaartse belasting op de asfaltbekleding. Deze ontwerpregel is opgesteld voor (nagenoeg) horizontaal gelegen bekledingen aan de zeezijde van de teenconstructie. Een citaat uit deze referentie:

Een benadering voor de maximale overdruk onder de bekleding kan worden gegeven door te stellen dat het gewicht van de bekleding groter moet zijn dan de overdruk zodat wordt voorkomen dat de bekleding wordt opgetild:

$$d \leq \frac{\rho_w}{\rho_a} \cdot \frac{H}{2} \quad \text{voor: } l_b < L$$

In deze formule is:

d	dikte van de bodembescherming [m]
ρ_w	dichtheid van water [kg/m^3]
ρ_a	dichtheid van het bodembeschermingsmateriaal [kg/m^3]
H	golfhoogte [m]
l_b	lengte van de bodembescherming in de golfrichting [m]
L	golflengte [m]

Aangezien deze rekenregel niet is afgeleid voor bermen is het goed naar toepassingsvoorwaarden te kijken.

Uit de afleiding van deze rekenregel blijkt dat hij is gebaseerd op de veronderstelling dat de bekleding op een verzadigd zandpakket ligt, waardoor de golfdrukken vertraagd en gedempt tot onder de bekleding doordringen. Als die drukdoordringing op een effectieve wijze wordt voorkomen, dan hoeft uiteraard niet op dit mechanisme te worden beoordeeld.

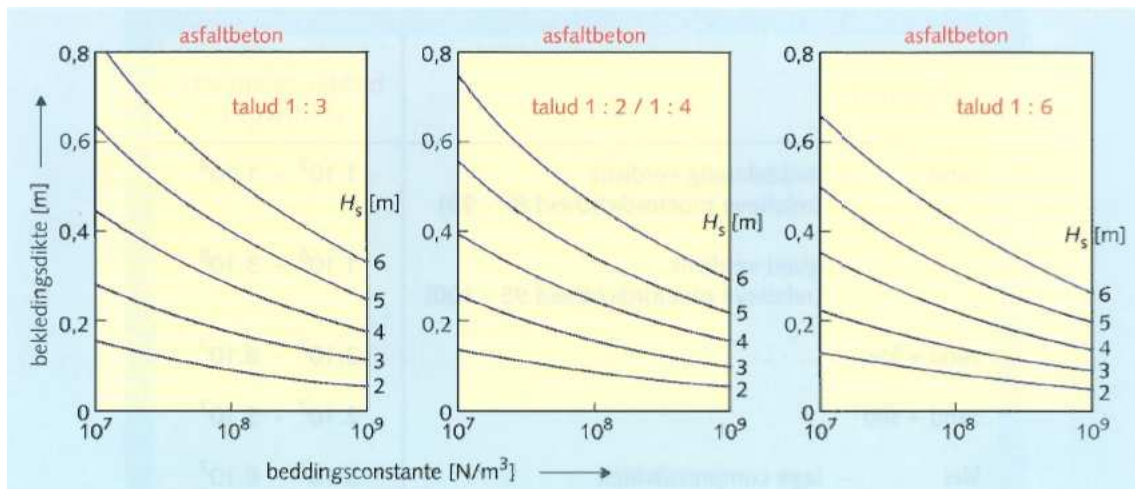
Voorts is uit de afleiding duidelijk dat de golf passeert boven de bekleding, zonder dat deze droogvalt. De berm dient dus minstens een halve golfhoogte beneden de hoogste stilwaterlijn te liggen.

5.4 Toetsen van bermen

De toetsing van bermen is veelvuldig in de literatuur beschreven. Ondanks dat in een aantal gevallen van verouderde leidraden gebruik is gemaakt, is de informatie in deze paragraaf samengevat. Dit omdat voor elke toetsing aannames zijn gedaan voor materiaalparameters voor asfalt en ondergrond welke ook in de toekomst gebruikt kunnen worden.

Voor de toetsing van bermen op de IJselmeerdijken is in een notitie uit 1997 [de Looff, 1997] een voorstel gedaan voor te hanteren rekenregels en parameters. Voor de toetsing op golfbelasting zijn de volgende keuzes gemaakt:

- bepaal de karakteristieke laagdikte op basis van boorkernonderzoek (uitgevoerd bij aanleg)
- bepaal met behulp van de toetsgrafiek uit de leidraad toetsen op veiligheid [TAW, 1996] de benodigde laagdikte (zie Figuur 5-3). Gebruik hierbij de lijn voor een talud van 1:6.
- als de laagdikte volgens de toetsgrafiek te klein is kan de toetsing worden uitgevoerd met een formule (zie Figuur 5-4) waarbij de volgende waarden kunnen worden gehanteerd:
 - dwarscontractiecoëfficiënt: 0,35
 - q = stootfactor = $0,5 \times$ de stootfactor van onderliggend talud (op basis van [WGD, 1961])
 - buigtreksterkte = 1,8 MPa (op basis van [TAW, 1984] blz. 135)
 - stijfheid (S_{mix}) = 7000 MPa (op basis van [TAW, 1984] blz. 135)
 - beddingsconstante (c) volgens Figuur 5-5



Figuur 5-3 Minimale benodigde laagdikte als functie van de golfhoogte, de taludhelling en de beddingsconstante [TAW, 1996]

$$d = 624,4 \sqrt[5]{\frac{1}{1 - \nu^2} \left(\frac{qH_s^2}{\sigma_b} \right)^4 \frac{S_{mix}}{c}}$$

waarin:

- d Asfaltdikte [m]
- ν Constante van Poisson (dwarscontractiecoëfficiënt) [-]
- H_s Significante golfhoogte [m]
- q Factor afhankelijk van de taludhelling [-], zie tabel 3.2.4.2
- σ_b Breuksterkte van de bekleding [N/m²]
- S_{mix} Stijfheidsmodulus van het asfalt [N/m²]
- c Beddingsconstante [N/m³]

Figuur 5-4 Formule om de benodigde laagdikte te bepalen [TAW, 1996]

ondergrond	beddingsconstante c [N/m ³]
zand – middelmatig verdicht (relatieve proctordichtheid 87 - 95)	1.10 ⁷ - 1.10 ⁸
– goed verdicht (relatieve proctordichtheid 95 - 100)	1.10 ⁸ - 3.10 ⁸
zand + klei	3.10 ⁷ - 8.10 ⁷
zand + slib	2.10 ⁷ - 5.10 ⁷
klei – lage compressibiliteit	3.10 ⁷ - 6.10 ⁷
– hoge compressibiliteit	< 4.10 ⁷
veen	< 5.10 ⁷
grind	> 7.10 ⁷
gebitumineerd zand	> 5.10 ⁸

Figuur 5-5 Globale waarden voor de beddingsconstante van verschillende grondtypen [TAW, 1996]

In [van Herpen, 1997] is vermeld dat de notitie aan TAW-A4 is voorgelegd. Het stuk is echter niet besproken in de daarop volgende vergadering. Dit was de laatste vergadering van TAW-A4, zodat de mening van TAW-A4 over deze notitie niet bekend is.

Ten aanzien van het toetsen van betonnen plaatbekledingen wordt verwezen naar katern 8, § 2.2.2 en § 2.2.3 van [TAW, 1996] waar de toetsing van steenzettingen beschreven is. De bekleding moet worden getoetst op afschuiving, materiaaltransport in het filter en stabiliteit. De toetsing op afschuiving en materiaaltransport wordt gebaseerd op de ervaringen van de beheerder. Ten aanzien van stabiliteit wordt gemeld dat de maximaal opwaartse kracht wordt bepaald bij maximale golfterugtrekking. Specifieke formules zijn niet gegeven.

Een toetsing van een wegconstructie op een berm is beschreven in [de Looff e.a., 2000]. Deze referentie is vooral interessant voor het berekenen van een samengestelde beddingsconstante als een fundering onder de berm is toegepast. De volgende stappen zijn gevolgd:

- bepalen hydraulische belasting op de berm
- bepalen sterkteparameters grindasfaltbeton
- bepalen beddingsconstante ondergrond (fosforslakken + zand)
- uitvoeren berekeningen met GOLFCLAP

Omdat de hydraulische belasting langs de Westerschelde varieert is gerekend met verschillende golfhoogtes en golfperiodes. Het verloop van de stilwaterlijn is bepaald met als uitgangspunt dat het toetspeil op 5 m + NAP ligt en de gemiddelde getij amplitude 3 m is. De berm wordt belast als de stilwaterlijn tussen de 4,5 en 5 m +NAP ligt. Berekend is dat de berm ca. 3,2 uur belast wordt.

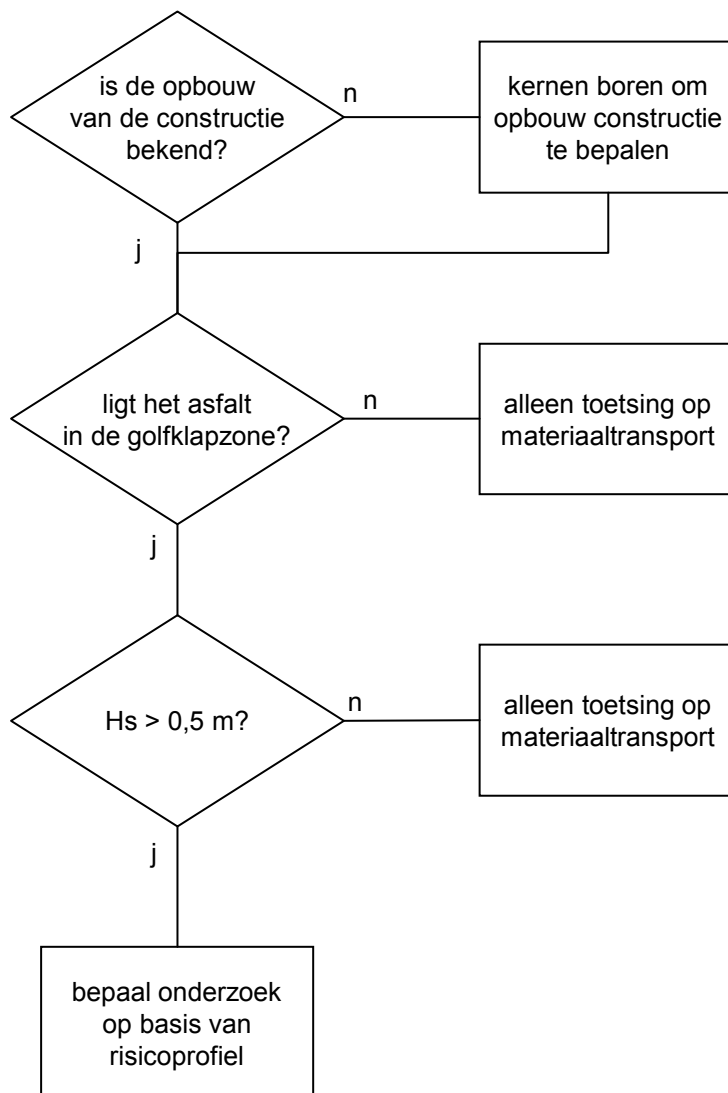
De stijfheid van het grindasfaltbeton is ingeschat op 10.000 MPa en de dwarsconstractiecoëfficiënt op 0,35. Voor de vermoeiingseigenschappen zijn de resultaten van de vermoeiingsproef voor een waterbouwasfaltbetonmengsel gekozen die qua samenstelling het grindasfaltbeton benadert. Er is een aantal correcties uitgevoerd waarna vervolgens de karakteristieke vermoeiingslijn is beschreven met de parameters $\log(k) = 3,6$ en $-a = 3,0$. De laagdikte van het asfalt is 0,06 m.

De beddingsconstante (k-waarde) van de ondergrond is bepaald op basis van literatuur (plaatbelastingproeven), nomogrammen en een productbeschrijving van de fosforslakken. De beddingsconstante voor fosforslakken op klei is 60 MPa/m voor fosforslakken op zand is 170 MPa/m.

Vervolgens zijn berekeningen uitgevoerd met het programma GOLFKLAP. De hoogste minersom is 0,1 zodat geconcludeerd is dat de constructie voldoende sterkte heeft.

In een memo [Johanson, 2000] is ten aanzien van toetsen beschreven dat een toetsing volgens de leidraad toetsen op veiligheid (waarschijnlijk [TAW, 1996]) tot een onterecht afkeuren leidt. Een berekeningen met het programma GOLFKLAP is uitgevoerd [de Loeff e.a. , 2000], waaruit is gebleken dat de constructie voldoende sterkte heeft om een maatgevende storm te weerstaan. De conclusies is dat een toetsing van een berm volgens de leidraad tot afkeuring leidt. Bij het doorrekenen met het programma GOLFKLAP blijkt dat de constructie zeer betrouwbaar is.

De meest recente informatie over het toetsen van een asfaltweg op dijken is beschreven in een notitie [de Loeff, 2012]. De beoordeling van asfaltwegen is zo opgesteld dat in een aantal stappen bepaald wordt in hoeverre een volledige toetsing uitgevoerd moet worden. De notitie is toegevoegd aan dit rapport in bijlage 4. In Figuur 5-6 is aangegeven dat in ieder geval de constructieopbouw bekend moet zijn. Vervolgens moet worden bepaald of de asfaltweg in de golfklapzone ligt en of golven hoger dan 0,5 m voorkomen. Als de asfaltweg niet in de golfklapzone ligt of de golven zijn kleiner dan 0,5 m dan is alleen een toetsing op materiaaltransport noodzakelijk.



Figuur 5-6 Schema eerste selectie [de Looff, 2012]

Met het risicoprofiel wordt een score opgesteld op basis van de golfhoogte, de locatie in het profiel, de taludhelling en of een fundering aanwezig is of niet. Voor elk van deze vier kenmerken wordt een score bepaald die vervolgens worden opgeteld.

Tabel 5-1 Risicoprofiel voor asfaltwegen op de waterkering [de Looff, 2012]

kenmerk	risicoprofiel		
	Laag (1)	Middel (2)	Hoog (3)
H_s	< 0,75 m	0,75 – 2 m	> 2 m
Locatie in het profiel	Toetspeil – 1 m of hoger	Tussen – 1 m en – 3m onder toetspeil	Toetspeil – 3 m of lager
taludhelling	Flauwer dan 1:8	Steiler dan 1:8	
Fundering aanwezig	Ja		nee

Bij een score van 7 punten of meer moet een gedetailleerde beoordeling op golfklappen worden uitgevoerd. Als de asfaltweg hoog op het talud ligt (toetspeil -1 m of hoger) dan kan er getoetst worden zonder vermoeiingsproeven uit te voeren. Breuksterkteproeven zijn wel noodzakelijk.

Bij een score van 6 punten of minder kan met een toetsing op materiaaltransport worden volstaan.

De notitie is bedoeld voor asfaltwegen die op bermen zijn aangelegd maar kan mogelijk voor alle asfaltbermen worden toegepast.

Over hoe met een berm moet worden omgegaan is het vigerende toetsvoorschrift [VTV, 2006, pag 318/319] zeer duidelijk:

Stap 3: Eenvoudige methode

.....

Asfaltbekledingen op een berm moeten in deze stap als volgt worden getoetst: ten aanzien van de bekledingseigenschappen worden de werkelijk op de berm aanwezige waarden gebruikt, maar voor de taludhelling en de golfbelasting worden de waarden gebruikt van het talud onder de berm. Ook voor dit geval is de tussenscore 'twijfelachtig' als de aanwezige dikte kleiner is dan de berekende benodigde dikte en wordt de toetsing voortgezet met stap 4.

Stap 4: Rekenmodel GOLFKLAP (gedetailleerd)

.....

Er zijn enkele gevallen die speciale aandacht behoeven:

- ten aanzien van asfaltbekledingen op een berm is de werkwijze hetzelfde als voor de Eenvoudige methode in stap 3: ten aanzien van de bekledingseigenschappen worden de werkelijk op de berm aanwezige waarden gebruikt, maar voor de taludhelling en de golfbelasting worden de waarden gebruikt van het talud onder de berm. Het vervolg van de toetsing is hetzelfde als voor asfaltbekledingen op een talud;
-

In het voorschrift is duidelijk omschreven hoe asfaltbermen moeten worden getoetst. Uit deze literatuurstudie is gebleken dat er argumenten zijn om af te wijken van de procedure zoals beschreven in het voorschrift. Het beheerdersoordeel, die ook in het voorschrift is omschreven, biedt mogelijkheden om een andere invulling aan de toetsing van bermen te geven.

5.5 Samenvatting en conclusies

Er zijn algemene rekenregels beschikbaar om de vorm van de dimensies van een berm te bepalen ten behoeve van reductie van golfploop en –overslag. Ook zijn voor het dimensioneren van de constructie van de berm verschillende rekenmethodieken toegepast voor de golfbelastingen, verkeerslasten en dynamische wateroverdrukken. Er zijn rekenregels beschikbaar voor een bodembescherming bestaande uit een asfaltbekleding. Deze rekenregels kunnen mogelijk worden gebruikt voor de dimensionering van de asfaltberm.

Duidelijk is geworden dat, ten aanzien van het toetsen van bermen, geprobeerd wordt om deze zo goed mogelijk uit te voeren daarbij gebruik makend van de rekenregels geldend voor het talud. Bij verschillende toetsingen (volgens [VTV, 2006]) is geconcludeerd dat toetsen volgens de toetsgrafiek conservatiever is dan de gedetailleerde toetsing.

Er is een procedure beschreven waarbij de relevantie van een gedetailleerde toetsing volgens [VTV, 2006] wordt bepaald. Een risicoprofiel wordt opgesteld aan de hand waarvan de toetsing uitgevoerd wordt.

6 Samenvatting en conclusies

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is een samenvatting en beschouwing gegeven van de gevonden informatie.

6.2 Categorieën van bermen

De breedte van de berm is afhankelijk van de functie die de berm vervult. Is dit een verkeers-/toegangsfunctie dan is een berm van 3-5 m voldoende breed. Als reductie van golfoploop en –overslag moet plaatsvinden dan wordt een bredere berm gekozen (5-15 m). Bredere bermen (>30 m) worden aangelegd voor recreatie of dienen als havenplateau.

6.3 Ontwerp asfaltberm

Bij het ontwerp van een (asfalt)bekleding worden de functies die de bekleding moet vervullen omschreven. Bij het ontwerp van een berm moeten deze functie ook worden vastgesteld. De volgende functies zijn van toepassing [TAW, 2002a]:

- waterkeren
- verkeer
- landschap en ecologie
- recreatie

Vervolgens moeten functionele eisen worden opgesteld waar voor een berm andere eisen kunnen worden gesteld dan voor een talud. De volgende functionele eisen worden onderkend [TAW, 2002a]:

1. weerstand tegen hydraulische belastingen
2. volgen van zettingen en ontgroningen
3. weerstand tegen belastingen door ijs en drijvende objecten
4. waterdichtheid en grondichtheid
5. begaanbaarheid
6. draagvermogen
7. begroeibaarheid
8. bestendigheid tegen vandalisme

Ten aanzien van de functionele eisen 1, 5 en 6 speelt een berm een specifieke rol. Voor de overige functionele eisen wordt in de literatuur geen onderscheid tussen berm en talud gemaakt.

Ten aanzien van de weerstand tegen hydraulische belastingen kan een berm een rol spelen in de reductie van golfoploop en –overslag. De breedte en hoogte van de berm heeft hier invloed op. In [TAW, 2002b] en § 5.2 is hierop ingegaan.

Vanuit het oogpunt van levensduur heeft het de voorkeur om een asfaltbekleding boven het gemiddeld hoog water aan te leggen. Dit om te voorkomen dat het asfalt onder water staat bij vloed of springvloed. Water heeft een negatief effect op de levensduur dus moet voorkomen worden dat de berm veelvuldig onder water staat. Ook kan het, vanuit praktisch oogpunt, de

voorkeur hebben om bermen op ontwerppeil aan te brengen. Hiermee is er ook toegang tot de berm bij hoog water.

Voor de weerstand tegen golfklappen kan gebruik worden gemaakt van het programma GOLFKLAP waarbij gerekend wordt met een taludhelling van het onderliggende talud omdat deze met name de wijze van het breken van de golf op de berm en dus de stootfactor bepaalt. Dit is een conservatieve benadering, er kan gekozen worden om een reductie van het aantal golfklappen mee te nemen in de berekening. Voor het bepalen van stijfheidswaarden van asfalt en ondergrond zijn in dit rapport diverse referenties genoemd. Veilige aannamen zijn die waarden die ook bij het opstellen van de ontwerpgrafieken zijn gebruikt [STOWA, 2010]. Voor het asfalt (WAB) kan een stijfheid van 4260 MPa worden gebruikt en voor de ondergrond een waarde van 64 MPa voor zand en 30 MPa voor klei. Een rekenmethodiek voor de verrekening van een fundering is gegeven in [de Looff e.a., 2000].

Voor de functionele eisen 5 en 6 zijn de rekenmethodieken dezelfde. Als reductie van golfoploop en –overslag in mindere mate van belang is dan kan gekozen worden om de bembreedte af te laten hangen van het verkeersaanbod/ toelating. Er zijn verschillende rekenmethode genoemd in de referenties die betrekking hebben op verkeersbelastingen. De dimensionering is afhankelijk van de verkeersintensiteit en verkeersklassen. In [TAW, 2002a] zijn hier richtlijnen voor gegeven. Duidelijk is dat wanneer de berm als openbare weg fungeert de rekenregels voor de wegenbouw [DVS, 2011] van toepassing zijn.

6.4 Toetsing asfaltberm

In het huidig vigerende voorschrift [VTV, 2006] is duidelijk omschreven hoe een berm getoetst moet worden. Uit deze literatuurstudie is gebleken dat er argumenten zijn om af te wijken van de procedure zoals beschreven in het voorschrift. Het beheerdersoordeel, welke ook in het voorschrift is omschreven, biedt mogelijkheden om een andere invulling aan de toetsing van bermten te geven.

Voor de toetsing van een asfaltberm is recent een procedure opgesteld [de Looff, 2012]. Met de procedure is een stappenplan beschreven waarin afhankelijk van het opgestelde risicoprofiel de maat van toetsen wordt bepaald. Aangezien in de literatuur meerdere keren is gesteld dat de eenvoudige toetsing een (te) conservatieve benadering is voor bermten lijkt het goed om een risicoprofiel op te stellen. De wijze waarop met Golfklap kan worden gerekend om een invulling te geven aan het beheerdersoordeel van het voorschrift [VTV, 2006], is beschreven in paragraaf 6.3.

6.5 Kennisleemten

Ten aanzien van statische wateroverdrukken zijn geen specifieke rekenregels gegeven voor bermten. Alleen in uitzonderlijke situaties, waarbij er sprake is van een erg laag gelegen berm, waarbij de dichte bekleding zich ook uitstrekt over het onder- en bovenbeloop, zal hier aandacht voor moeten zijn. Voor gebruikelijke bermhoogten zijn specifieke rekenregels niet nodig. Voor dynamische wateroverdrukken zijn rekenregels gegeven die van toepassing zijn op bodembeschermingen. Deze rekenregel kan worden ingezet in geval van een (zeer) laag gelegen met asfalt beklede berm (type conform Figuur 3-3 of 3-5). Voor de situatie waarbij de

bermbekleding minder dan een halve golfhoogte onder de maatgevende buitenwaterstand ligt, is er geen scherpe rekenregel beschikbaar.

Ten aanzien van het belastingmechanisme golfklappen is onvoldoende kennis over de grootte van de golfklap op een berm. Extrapolatie van meetgegevens is nodig of een inschatting van het aantal golfklappen op een berm. Wordt deze kennisleemte niet ingevuld dan zijn er bij het toetsen van bermen gevallen denkbaar waarbij de bekleding op de berm onterecht wordt afgekeurd. Dit betreft met name gevallen waarbij de sterkte van het asfalt relatief laag is en de belasting hoog.

Er zijn meerdere belastingen die optreden bij bermen waar in de literatuur niet specifiek naar op ingaat. Vastgesteld moet worden in hoeverre de belasting op bermen afwijkt van de belasting op een talud. Hierbij gaat het om de belastingen van:

- stroming langs de bekleding en de erosie die dit kan veroorzaken
- zettingen en ontgrondingen
- ijs en drijvende objecten
- begroeiing
- vandalisme

Voor het ontwerp en de toetsing van een asfaltberm zijn materiaalparameters nodig. Voor grindasfaltbeton (wat regelmatig is toegepast) ontbreken de materiaalparameters als stijfheid, sterkte en vermoeiingseigenschappen.

7 Referenties

- [Barentsen, 1964] Barentsen, W De zeedijk sedert 1900 (slot) – Glooiingen van asfalt. OTAR, december 1964
- [Biezeveld, 1967] Biezeveld, N. Deltadammen in Zeeland, “Asfalt”-V.B.W. oktober 1967
- [Bischoff, 1962] Waterspanningen onder de asfaltbekleding van dijken, Vereniging voor bitumineuze werken, W. C. Bischoff van Heemskerck, 1962
- [Bosters, 2010] Notitie – Ontwerp asfaltbekleding op berm en havenplateau, Projectbureau Zeeweringen, R. Bosters, 1 juni 2010
- [Bunschoten e.a, 1982] Onderzoek naar de mechanische eigenschappen van een open steenasfalt mengsel, C.J. Bunschoten, P.H. Hiddinga. Technische Hogeschool Delft, juni 1982
- [Burgt, 1956] Burgt, J.H. v.d. en Wiersma, A.G. Toepassing van asfalt in de waterbouwkunde. (4 artikelen) Weg- en waterbouw Nrs. 5-6, 1956
- [Cor. ,2003] Reconstructie Boulevard De Ruyter – Bundel correspondentie 15 augustus 2002 t/m 15 januari 2003.
- [Davidse, 2009] Inventarisatie oude asfaltbekledingen (rapport e0803158-2), KOAC·NPC, 2009
- [DBD, 1957] Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr. 2, november 1957
- [DBD, 1959] De versterking van de Rijkszeewering “Boulevard de Ruyter” te Vlissingen. Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr 10, november 1959
- [DBD, 1961] Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr. 16, mei 1961
- [DBD, 1962] Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr. 21, augustus 1962
- [DBD, 1964] Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr. 27, februari 1964
- [DBD, 1965] Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr. 31, februari 1965
- [DBD, 1970] Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr. 52, mei 1970
- [DBD 1972] Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr. 61, augustus 1972
- [DBD, 1973] Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr. 64, mei 1973
- [DBD, 1980] Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr. 93, augustus 1980
- [DBD, 1969] Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr. 47, februari 1969
- [DBD, 1985] Driemaandelijks Berichten van de Deltawerken, nr. 114, november 1985
- [Deltadienst, 1967] Deltadienst, De afsluiting van het Brouwershavensche Gat. Deltadienst-publicatie, september 1967
- [DVS, 2011] Specificaties ontwerp asfaltverhardingen, Rijkswaterstaat, Dienst verkeer en scheepvaart, december 2011
- [DWW, 1980] Bundel gegevens m.b.t. SASW-Demoproject. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, 1990.
- [DWW, 1998] Handleiding wegenbouw, ontwerp verhardingen, Rijkswaterstaat, Dienst weg- en waterbouwkunde, Delft, november 1998
- [GOLFLAP, 2004] Map met correspondentie over ontwikkeling GOLFKLAP-model. DWW/KOAC-NPC/IKM/WL, 14 augustus 2001 t/m 30 november 2004
- [’t Hart, 2010] Verbeteren invloed taludhelling op stootfactor in GOLFKLAP, Deltares, R. ’t Hart, 19 januari 2010
- [van Herpen, 1997] [Verslag 41e bespreking TAW-projectgroep A4 “Asfalttoepassingen”. Oranjewoud, J.A. van Herpen, 25 november 1997

- [Johanson 2000] Memo Werkgroep Kennis inzake het toetsen van een onderhoudsstrook op de stormvloedberm, Projectbureau Zeeweringen, H. Johanson e.a., 22 september 2000
- [de Loof e.a., 1997] Notitie: Toetsing plaatbekledingen op bermen van IJsselmeerdijken, DWW, A.K. de Looff e.a., 18 november 1997
- [de Looff, 2000] Wegen op bermen van de dijken langs de Westerschelde – Toetsing op veiligheid (project 008125), A.K. de Looff e.a., 28 februari 2000
- [de Looff e.a., 2009] Gebruikershandleiding GOLFKLAP 1.3, KOAC·NPC, 10 april 2009
- [de Looff e.a., 2012] Beoordeling asfaltwegen op dijken (notitie n120745), KOAC·NPC, oktober 2012
- [Montauban, 2000a] Brief inzake: Onderhoudsweggetjes Noord-Oost-polder, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, C.C. Montauban, 30 november 2000
- [Montauban,2000b] Toetsen van een werkweg op Terschelling, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, C.C. Montauban, 30 november 2000
- [Montauban, 2001] Toetsing op golfklappen van asfaltbermen (Oostelijk Flevoland), Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, C.C. Montauban, 6 december 2001
- [Montauban, 2011] Standaard asfaltconstructie voor bermen en havenplateaus op waterkeringen (rapport 7-11-133-11), M.F.C. van de Ven, C. Montauban, Oktober 2011
- [Oranjewoud, 1993] Overgangsconstructies bij asfaltbekledingen (project 32172), Oranjewoud, juli 1993
- [PBZ, 2003] Mails inzake toepassing van open steenasfalt als werkweg, Projectbureau Zeeweringen, juni-juli 2003
- [PBZ, 2004] Mails en aantekeningen inzake: toepassing van asfalt op een onderhoudsplateau bij Projectbureau Zeeweringen, februari – mei 2004
- [STOWA, 2010] State of the art asfaltdijkbekledingen, STOWA, 2010
- [TAW, 1996] Leidraad toetsen op veiligheid groene versie, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, DWW, augustus 1996
- [TAW,1999] Leidraad zee- en meerdijken basisrapport, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, december 1999
- [TAW, 2002a] Technisch rapport asfalt voor waterkeren, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, november 2002
- [TAW, 2002b] Technisch rapport golfoploop en golfoverslag bij dijken, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 2002
- [TAW, 1984] Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw, Technische adviescommissie voor de waterkeringen, 1984
- [Thije, 1985] Inventarisatie Dijken - Asfalt op zand – Map no. Waddenzeedijken op Texel. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, M.H. ten Thije, september 1985
- [TRDB, 2013] Technisch rapport dijkbekledingen (Concept), 2013
- [VTV, 2006] Voorschrift toetsen op veiligheid, ministerie van verkeer en waterstaat, den haag, 2007
- [van de Ven e.a, 2007] Rekentechnische vergelijking WAB-GAB ontwerpgrafiek voor Projectbureau Zeeweringen (TUD rapport 7-07-133-9), M. van de Ven e.a., mei 2007
- [van de Ven e.a., 2009] Bestekbepalingen open steenasfalt prestatiebestek (rapport 7-09-133-12), M.F.C. van de Ven e.a., mei 2009
- [van de Ven e.a., 2011] Structureel ontwerp van asfaltbermen en asfaltplateaus voor waterkeringen (rapport 7-11-133-10), M.F.C. van de Ven e.a., Mei 2011

- [Witteveen + Bos, 2010] Criteria voor de toepassing van bekledingen op waterkeringen – hulpmiddel voor ontwikkeling voor innovatieve dijkbekledingen, Witteveen + Bos, 6 september 2010
- [WGD, 1960] Stormschade aan de Rijkszeewering: "Boulevard De Ruyter" te Vlissingen, Werkgroep Gesloten Dijkbekledingen, 26 januari 1960. [Verslag + foto's]
- [WGD, 1961] Voorlopig rapport 1961, werkgroep gesloten dijkbekledingen, 1961

Bijlage 1 Doorzochte literatuur en relevantie

Documentnaam	Relevantie	Titel document	Inhoud document	Relevant voor
Aalbers, T.G. e.a.-1990.pdf	0	Schuimbitumen geeft korrels een milieuvriendelijk jasje	Berm wegenbouw	
Agema, J.F.-1971.pdf	0	Memo i.v.m. toepassing van alternatieve asfaltconstructies (proefvakken) tijdens aanleg splitsingsdam		
AGEMA, J.F.-1973.pdf	0	BEDRIJFSconferentie ASFALT IN DE WATERBOWWKUNDE	Beschrijving berm splitsingsdam hoek van holland	uitvoeringsvariant
Agema, J.F.-1973.pdf	0	BEDRIJFSconferentie ASFALT IN DE WATERBOWWKUNDE	Beschrijving berm splitsingsdam hoek van holland	
Angremond, K. d', e.a.-1970.pdf	0	Use of asphalt in breakwaterconstruction. Coastal Engineering, chapter 98, 19	berm voor breakwater	
Asphalt Institute, The-1976.pdf	0	Asphalt in hydraulics. Manual series nr. 12, november 1976.	berm californie	
Barentsen, W.-1964.pdf	8	De zeedijk sedert 1900 (slot)	Beschrijving verschillende constructies met dwarspro	uitvoeringsvariant
BD-2003.pdf	5	Milieu-inventarisatie zeekeringen Westerschelde (in opdracht van PBZ). Bouw	Melding stormberm in de Westerschelde + profielen	uitvoeringsvariant
Biezeveld, N.-1967.pdf	9	DELTADAMMEN IN ZEELAND	Beschrijving redenen aanleg bermen	
Biezeveld, N.pdf	0	De afsluitdam in het Veerse Gat en de toepassing van asfalt. Overdruk uit Weg- en wa	melding constructie berm zonder parameters	
Bitumarin-1964.pdf	0	Verslag proefnemingen schraal zandasfalt. Bitumarin, Rapport 2.4.2.1. april 19		
Bitumarin-1966.pdf	0	Waterdoorlatendheid van S.R.O.-zand-mengsels. Bitumarin, Augustus 1966.		
Bitumarin-1980.pdf	0	Rapportage van Bitumaring over werk bestek 1750-11(Roompot?)	Platberm OSA 5 m breedt 0,5 m dik	
Bitumarin-1982.pdf	0	Fixtone 16/22 onderzoek en toepassing		
Bitumarin-2003-001.pdf	0	Discussie-stukken omtrent aanbesteding Baarlandpolder. Bitumarin, N. Leguit,		
Burgt, J.H. v.d. - Wiersma, A.G.-1956.pdf	9	Toepassing van asfalt in de waterbouwkunde	Beschrijving bermen en aanleg ervan	uitvoeringsvariant
Burgt, J.H. v.d.-1953.pdf	7	Toepassing van asfalt in waterbouwkundige werken. V.B.W.-publicatie, 2 ^e her	Melding proefvakken NO polder bij Urk met berm	uitvoeringsvariant
Burgt, J.H. v.d.-1958.pdf	0	Twintig jaar asfalt in de waterbouwkunde. Weg- en waterbouw Nr. 18, 1958.	Melding berm op flakee	
Cherrette, M. e.a.-1994-001.pdf	0	Environmentally attractive embankments for the Lys and Upper Scheldt. PIAN	(Melding platberm i.c.m. natuuvriendelijk	
Cherrette, M. e.a.-1994-002.pdf	0	Environmentally attractive embankments for the Lys and Upper Scheldt. S.I-4,	Melding platberm i.c.m. natuuvriendelijk	
COW-1984-002.pdf	6	Onderzoek golfklappen bij regelmatige golven ten behoeve van de dimensione	Samenvatting resultaten Deltagootproeven + meetre	rekenregels
Damme, L. van-1980.pdf	0	Gebruik van bitumineuze producten bij de bouw van de werkhaven te Zeebrugge. Bit		
DED-1959.pdf	10	De versterking van de Rijkszeewering "Boulevard de Ruyter" te Vlissingen. Dri	Aanbrengen berm t.b.v. golfreductie	rekenregels
DED-1967.pdf	7	DE AFSLUITING VAN HET Brouwerdamsegat	Beschrijving aanleg berm	uitvoeringsvariant
DED-1975-002.pdf	0	Bestek Nr. DED - 1452/7		0
DED-1978.pdf	0	Bestek Nr. DED-1750-5		0
DED-1980-001.pdf	0	Havendammen Noordland. Overdrukbepalingen d.m.v. elektrische analogieme		
DED-1980-002.pdf	0	Onderzoek schade bij de steenasfaltkragstukken op Noordland. Deltadienst-(
DED-1980.pdf	8	Havendam Neeltje Jans. Bepaling van overdrukken onder asfalttaludbekleding	Overdrukmetingen t.b.v. aanleg open of dichte berm	belastingsituaties
DED-1981.pdf	0	Proeven vermoeiing open steenasfalt. Deltadienst, notitie ONW-M-82040, J.G.		
DED-1982-002A.pdf	0	A-Proefvoorstel duurzaamheid open steenasfalt o.i.v. golfbelasting – Proef 82.		
DED-1982-002B.pdf	0	B-Proefvoorstel duurzaamheid open steenasfalt o.i.v. golfbelasting – Proef 82.		
Deltares-2007.pdf	0	Faalkansanalyse asfaltbekledingen, stadia in ontwikkeling van schade aan eer	Melding voertuigen op berm	
Deltares-2008-004.pdf	4	Verslag en eerste uitwerking 2e faalkansworkshop. Deltares, R. 't Hart, 17 sept	infiltratie van water in kering via berm	belastingsituaties
Deltares-2009.pdf	4	SBW-reststerkte asfaltbekleding op zand	Rapportage schades en oorzaken	belastingsituaties
Deltares-2010.pdf	10	Verbeteren invloed taludhelling op stootfactor in GOLFKLAP – Memo voor Pro		rekenregels
Dijk, W. van en Agema, J.F.-1985.pdf	0	Bituminous materials in hydraulic engineering. 3rd Eurobitume symposium, september		
Dijkstra, N.N.-1958.pdf	3	DE WERKZAAMHEDEN ter afsluiting van het Haringvliet	Globale beschrijving bermaanleg	uitvoeringsvariant
Dijkstra, N.N.-1959.pdf	0	DE WERKZAAMHEDEN ter afsluiting van het Haringvliet		
DLG-1998.pdf	0	Landschapsvisie zeekeringen Westerschelde. Dienst Landelijk Gebied-Zeelan		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_002.	8		Omringdijk bouwput haringvliet	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_004.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_005.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_008.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_009.	1		De voortzetting van de afsluitingswerken van het Veersche Gat	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_010.	0		De afsluitdam in de Zandkreek	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_011.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_012.	0		versterkte zeekering Zouteland, berm met betonblokken	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_013.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_014.	0			

Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_015.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_016.	6	Het ontwerp voor de Grevelingendam	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_017.	0	Berm bij Ossensisse	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_018.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_021.	6	De werkhaven bij Den Osse op Schouwen en Duiveland	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_022.	0	Dijk om Sloehaven	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_023.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_025.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_027.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_028.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_029.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_030.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_031.	0	Hoedekenspolder	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_032.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_033.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_034.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_035.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_036.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_037.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_038.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_039.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_040.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_041.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_044.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_045.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_046.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_047.	6	Werkeiland Roggeplaat	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_048.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_050.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_051.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_052.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_053.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_054.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_055.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_056.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_057.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_058.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_059.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_060.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_061.	6	Damvak Geul en damaanzet Noord Beveland	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_062.	0		
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_064.	6	Werkeiland Noordland	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_066.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_067.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_068.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_069.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_070.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_071.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_072.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_073.	0		0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_077.	0		

Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_078.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_079.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_081.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_082.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_083.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_084.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_087.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_088.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_089.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_090.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_091.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_092.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_093.	0		Oesterdam	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_094.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_096.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_097.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_099.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_100.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_102.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_104.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_105.	0	Vorderingen in de periode 1 jan-1 apr Philipsdam	Melding constructie (steun)berm	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_106.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_107.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_112.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_113.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_114.	8	Verhoging van de zeedijken langs de noordkust van Groningen	Melding aanleg en gebruik bermen	
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_116.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_118.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_119.	0			0
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_121.	0			
Driemaandelijkse_berichten_deltawerken_122.	5		Melding aanleg incl. redenen!	uitvoeringsvariant+reke
DWW et al-00-03.pdf	0			
DWW, et al-2001-2004.pdf	7	Offerte voor het ontwikkelen van het rekenmodel GOLFKLAP (werkstap 1)	Voorstel procedure bermen	rekenregels
DWW-1988.pdf	0	Archiefonderzoek asfaltbekledingen: Bestek DED 1452-7 Bouwputten Oosters		
DWW-1990.pdf	0	Mechanische eigenschappen asfaltbeton – Stand van zaken augustus 1990. C		
DWW-1991.pdf	0	Evaluatie van de verwerking van gietasfalt bij minimale verwerkingstemperatu		0
DWW-1993-001.pdf	0	Driepuntsbuigonderzoek aan asfaltbetonbekledingen (een samenvatting). MA		
DWW-1993-002.pdf	0	Het bepalen van de dynamische sterkte van waterbouwasfaltbeton. MAO-N-93		
DWW-1993.pdf	0	Groene alternatieven voor een bekleding van een rivierdijk (o.a. OSA). Dienst		
DWW-1995.pdf	0	Map met radar-locaties – 1993-1995. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, 1993-		
DWW-1996-001.pdf	0	laagdiktemetigen OSA Noordland	laagdiktemetigen OSA Noordland	
DWW-1997.pdf	0	Plan van aanpak – Driepuntsbuigonderzoek waterbouwasfaltbeton. DWW, C.C		
DWW-1999.pdf	0	Checklist Materialen & Milieu		0
DWW-2000.pdf	0	Toetsing Waddenzeedijken- Lijst met aandachtspunten. Dienst Weg- en Water		
DWW-2001-002.pdf	0	Proefvak ecologische dijkbekledingen dijkstuin 2		0
DWW-2001-003.pdf	0	Open steenasfaltbekledingen Oosterscheldekering — Beheer en Onderhoud		0
DWW-2001.pdf	0	Open steenasfaltbekledingen Oosterscheldekering — Beheer en Onderhoud		0
DWW-2003-001.pdf	0	OSA NJ		
DWW-2003-002.pdf	0	OSA NJ2		
DWW-99-03.pdf	0	data laagdiktemetingen		0
DWW-RDIJ-2005.pdf	0	Verwijzing naar golfoploop en -overslag		

DWW-T&A-2004.pdf	0	Bundel correspondentie m.b.t. Radarmetingen. DWW/T&A, augustus-december		
Elskens, F. e.a.-1992.pdf	0	Milieuvriendelijke oevers op de Leie	Melding constructie platberm voor natuur	
Ferguson, H.A.-1949.pdf	0	Over de toepassing van gietasfalt voor het vastleggen van steenglooiingen en		0
Fliervoet+L.-1991.pdf	0	BEGROEIING VAN OPEN STEENASFALT (FIXTONE), ALS oever- en dijkbek		0
Fliervoet, L.pdf	0			0
Francois, A.-1978.pdf	0			0
Frijling, J.J.-1951.pdf	0	zeer nuttig betoog over wateroverdrukken en verweking ondergrond!		
GD-1987.pdf	0	De toepasbaarheid van Niet-Destructieve methoden voor traceverkenning. Gr		
GD-1989-001.pdf	0	wel voor VGD-metingen vs. Labmetingen en troxlermetingen, radarmetingen d		
GD-1992.pdf	0	Ontwikkeling asfaltdiktemeter – Ontwerpfase. Grondmechanica Delft, CO-336		
GD-1993.pdf	0	Ontwikkeling asfaltdiktemeter – Meetverslag veldproeven. Grondmechanica D		
GD-1998-001.pdf	0			
GD-1998-002.pdf	0			
Graaf, K. de-1975.pdf	0			
GW-Rotterdam-1995.pdf	0		0	0
Heukelom e.a.-1970.pdf	0			
HJOS-2004-014-T EIND Rapport def eindvers	0			
Houdt, J.J. van, e.a.-1992.pdf	0			
Houtkoper, J.M.-1952.pdf	0			
ICB-1977-001..pdf	0		0	0
Jelgerhuis Swildens, J.C.-1957.pdf	0		0	0
Klasema, M.-1956.pdf	0			
KOAC-NPC-2004-004.pdf	10	Gebruikershandleiding GOLFKLAP 1.2	Invloed van bermen op berekening minersom	rekenregels
KOAC-NPC-2006-001.pdf	0	Monitoringsprogramma open steenasfalt havendammen Oosterschelde 2006		0
KOAC-NPC-2009.pdf	10	Gebruikershandleiding GOLFKLAP 1.3	Invloed van bermen op berekening minersom	rekenregels
KROOMWIJK-2005.pdf	0			
Kwak, F.J.-1970.pdf	0		0	0
LGM-1984-001.pdf	0	Onderzoek op een proeflokatie aan de Ommelander-zeedijk. Laboratorium voc		
LGM-1984-002.pdf	0	Bijlagen bij: Onderzoek op een proeflokatie aan de Ommelander-zeedijk. Labo		
LGM-1984-003.pdf	0	Documentatiemap CO-210069/6 bij: Onderzoek op een proeflokatie aan de Or		
Liere, B.pdf	0			
Loschacoff, M.J.-1970.pdf	0			
Loschacoff, M.J.pdf	0			
Lubbers, Haas, Wilschut-1994.pdf	0		0	0
Naamloos.pdf	0	Onderzoek naar de reconstructie van de havendammen in de Oosterscheldem		0
Nottingham, University Of-1968.pdf	0	Hydraulic uses of bitumen - Symposium. University of Nottingham, 17 decemb		
NPC-1995-001.pdf	0	Onderzoekplan en stand van onderzoek open steenasfaltbekledingen Tholen €		
NPC-1995-002.pdf	0	Materiaalonderzoek open-steenasfaltbekledingen lokatie Tholen. NPC-94353-;		
NPC-1995.pdf	0	2e concept – parameteronderzoek (2e fase) eindrapportage 93314 t/m 93318.		
NPC-1999-001.pdf	0			
NPC-1999-002.pdf	0			
NPC-1999-003.pdf	0	CONCEPT GEDETAILLEERDE visuele inspectie open steenasfaltbekledingen		0
NPC-1999-004.pdf	0	GEDETAILLEERDE visuele inspectie open steenasfaltbekledingen oostersche		0
NPC-2000-001.pdf	0			
NPC-2000-002.pdf	0			
NPC-2000-003.pdf	3	BUREAUSTUDIE OPEN steenasfaltbekledingen oosterschelde	Veroudering van bermen + natuurwaarde	belastingssituaties
NPC-2000-004.pdf	4	MULTIFUNCTIONEEL ONTWERP VAN DE havendammen in de oosterscheld	Melding kreukelberm en ecologische waarde	uitvoeringsvariant
NPC-2000-005.pdf	0			
NPC-2001-001.pdf	7	Verslag opstartvergadering "ontwikkeling computermodel GOLFKLAP" d.d. 3 c	implementatie stootfactor op bermen	rekenregels
NPC-2001-002.pdf	0	Concept Voorschrift Driepuntsbuigonderzoek Waterbouwasfaltbeton (deel I, II,		
NPC-2001-003.pdf	0	ONDERZOEK NAAR DE RECONSTRUCTIE van de havendam in de oostersc		0

NPC-2001-004.pdf	0	Toetsing Noord Holland		
NPC-2001-005.pdf	0	Boorplan waddenzeedijken		
NPC-2001-006-bijlage.pdf	0	MULTIFUNCTIONEEL ONTWERP VAN DE havendammen in de oosterscheld		
NPC-2001-006.pdf	0	MULTIFUNCTIONEEL ONTWERP VAN DE havendammen in de oosterscheld	Melding kreukelberm en ecologische waarde	
NPC-2001-007.pdf	0	Boorlocaties Brouwersdam, Vlissingen en Waddenzeedijken		
NPC-2001-008.pdf	0	Onderzoek naar de reconstructie van de havendammen in de Oosterscheldem	Boorkeren in berm + redenen schade bermen + rapportage begroeiing in berm	
NPC-2001-009.pdf	0	Concept – Dimensionering van de bekleding van de Boulevard de Ruyter. Netf		
NPC-2001-010.pdf	0	Lab onderzoek waddenzeedijken noordholland		
NPC-2001-011.pdf	0	Onderzoek naar de reconstructie van de havendammen in de Oosterscheldem	Boorkeren in berm + redenen schade bermen + rapportage begroeiing in berm	
NPC-2001-012.pdf	3	Onderzoek naar de reconstructie van de havendammen in de Oosterscheldem	Boorkeren in berm + redenen schade bermen + rapportage uitvoeringsvariant+bela	
NPC-2002-001.pdf	0	Concept - Gedetailleerde beoordeling op golfklappen van de Waddenzeedijker		
NPC-2002-003.pdf	0	Onderzoek asfaltbekleding Waddenzeedijken Noord-Holland - Eindrapportage		
NPC-2003-001.pdf	0	Hydraulische randvoorwaarden havendammen osk		0
NPC-2003-002.pdf	0	-Concept- Literatuurstudie Verificatiemetingen 3-puntsbuigproeven. NPC-0281		
NPC-2003-003.pdf	0	OPEN STEENASFALTBEKLEDING havendammen oosterscheldekering - gea		0
NPC-2003-004.pdf	0	Literatuurlijst verificatiemetingen 3pbproef. NPC, M. Moenilal, 24 januari 2003.		
NPC-2003-005.pdf	0	Onderzoekplan verificatiemetingen. M. Moenilal, NPC-028126, 25 augustus 2003		
NPC-2003.pdf	0	Hydraulische randvoorwaarden havendammen osk		0
NPC-99-03.pdf	0	tekeningen		
Oranjewoud-1985.pdf	0	Bundel diverse artikelen over doorlatendheid van asfaltbeton. Oranjewoud, J.A		
Oranjewoud-1991.pdf	10	Onderzoek naar de duurzaamheid van waterbouwasfaltbekledingen Fase 1	Ontwerp en uitvoering bermen	uitvoeringsvariant+reke
Oranjewoud-1992-007.pdf	0	Concept - Inspectiemethode open steenasfaltbekledingen - Case: Nieuwe-Ann		
Oranjewoud-1992.pdf	0	Sterktebeoordeling ZA Flevo		
Oranjewoud-1993.pdf	6	Concept - Overgangsconstructies bij asfaltbekledingen (toetsen van). Oranjew		
Oranjewoud-1995-001.pdf	0	Concept - Overgangsconstructies bij asfaltbekledingen (toetsen van). Oranjew		
Oranjewoud-1995-002.pdf	0	Concept – Inspectiemethode asfaltbekledingen – Schadehandboek waterbouw		
Oranjewoud-1995-003.pdf	0	Concept - Inspectiemethode, bevindingen n.a.v. de case studies. Oranjewoud		
Oranjewoud-1995-008.pdf	0	Inspectiemethode open steenasfaltbekledingen – Case: Nieuwe-Annex-Staver		
Oranjewoud-1995.pdf	0			
Oranjewoud-1997-001.pdf	0	Inspectiemethode asfaltbekledingen voor zeedijken – case study Veerse Dam.		
Oranjewoud-1997-002.pdf	0	Inspectiemethode asfaltbekledingen voor zeedijken – Case study Nieuwe Ann		
Oranjewoud-1997-003.pdf	0	Inspectiemethode asfaltbekledingen voor zeedijken – case study Noordwesteli		
Oranjewoud-1997.pdf	0	Inspectiemethode asfaltbekledingen voor zeedijken - case study Nieuwe Anne		
PATO-1993.pdf	8	CURSUS ontwerp, beheer en onderhoud van waterkeringen 3	Reductie golfploop t.g.v. bermen	rekenregels
PBZ et al -2002.pdf	1	Proef patroonpenetratie Borssele	Verslag kreukberm breuksteen	uitvoeringsvariant
PCS-1983.pdf	0			
Peters, A.C.-1954.pdf	0			
Pilon, J.J.pdf	8	Wellenbremsende konstruktionen bij uferdeckwerken in asphaltbauweisen in h	Rekenregels reductie golfploop t.g.v. bermen	rekenregels
RIKZ-1998-001.pdf	0	Potentiele begroeiing op zeedijken bij verschillende renovatie alternatieven		0
RIKZ-2000.pdf	0	Ecologisch advies voor de toepassing van asfaltconstructies in de getijdenzon		
RIZA-2005-002.pdf	0	Hydra		
Roos, H. en Tukker, H.G.-1982.pdf	0			
ROOS. A. ET AL-1964-1969.pdf	0	Vorbereidende werkzaamheden en bouw van de nieuwe havenhoofden te jirr		0
RWL e.a-1976.pdf	0			
RWL-1969.pdf	0			
RWL-1977.pdf	0			
RWL-1978.pdf	0	Onderzoek open steenasfalt Bouwput Schaar (1975). Rijkswegenbouwlaborat		
RWS E.A-1967.pdf	0	Havendammen Ijmuiden		
RWS-03-APR.pdf	0	Havendammen Ijmuiden		
RWS-1967-001.pdf	0	NOTA BETREFFENDE HET TE VERWACHTEN onderhoud aan de havendan		0
RWS-1967-002.pdf	0	NOTA BETREFFENDE HET TE VERWACHTEN onderhoud aan de havendan		0

RWS-2002.pdf	0	Reconstructie Boulevard De Ruyter – Bundel correspondentie 15 augustus 201	
RWS-2005.pdf	0	Invulling scenario herstel en noodmaatregelen havenhoofden IJmuiden	0
RWS-BD-2003-002.pdf	0	Havendammen IJmuiden	
RWS-BD-2003-004.pdf	0	Havendammen IJmuiden	
RWS-BD-2004-001.pdf	0	Havendammen IJmuiden	
RWS-BOR-1970.pdf	0	Oeververdedigingen van asfaltplaten en S.R.O.-zand	
RWS-BOR-67-68.pdf	0	langs de rivier de IJssel	
RWS-CUBVO-1984.pdf	0	Evaluatie praktijkproef verwerking olie/ zandmengsels in gietasfalt	
RWS-N-H-RWL-1968-1969.pdf	0	Havendammen IJmuiden	
RWS-ZLD et al-2003-2005.pdf	0	Behoort bij het inschrijvingsbiljet voor besteknr. ZLA-5860	Ontwerpeis + uitvoeringseisen berm Havendam Noor uitvoeringsvariant+bela
RWS-ZLD-1958.pdf	0	Bestek no. 115 (Dienst 1958-1959) voor het verzwaren van 450 m zeewering \	
RWS-ZLD-1959.pdf	0	Bestek no. 136 (Dienst 1959-1960) voor het verzwaren van 450 m zeewering \	
RWS-ZLD-1984.pdf	0	BESTEK EN VOORWAARDEN onderhoud kribben etc.	Bestek met termen: bermen (steenbekleding) en waterbouwasfaltbeton
RWS-ZLD-1985.pdf	0	BESTEK EN VOORWAARDEN onderhoud kribben etc.	Bestek met termen: bermen (steenbekleding) en waterbouwasfaltbeton
RWS-ZLD-1991-001.pdf	0	Overdracht natte werken – Boulevard te Vlissingen. RWS-Zeeland, Dienstkring	
RWS-ZLD-2000.pdf	0	ecologische waardering dijkvakken	kreukelberm Neeltje Jans
Schoenian, E.-1976.pdf	0		
Schuster, R.-1951.pdf	0	Asphalt-Wasserbau	
Shell-1960.pdf	0	Verslag schade 20 januari 1960. Shell Verkoopmaatschappij, J.E.Mebius, 11 fr	
Sprangers+J.!etal-1997.pdf	1	Begroeiing van asfaltbekledingen	Begroeiing in plasbermen
SWS-1991.pdf	0		uitvoeringsvariant
TAW-1979.pdf	10	Informatienota inzake golfklapkaracteristieken (TAW-wg-4). 27 oktober 1979.	
TAW-1981.pdf	0	Golfbelastingen op dijktafuds (concept). Notitie voor TAW 4A, J.A. van Herpen	
TAW-1984.pdf	0	Stand van zaken m.b.t. de kennis van de eigenschappen van open steenasfalt	
TAW-1985.pdf	0	OSA kennis van de eigenschappen verzameld uit onderzoek in de periode voc	
Terluin, G.-1954.pdf	3	Toepassing van asfaltbekledingen bij de dijksbouw op Goeree en Overflakkee dikte WAB berm van 20 cm aangegeven	uitvoeringsvariant
TNO-2000-001.pdf	0	Discussiedocument faalmechanismen asfalt PC-Ring. TNO Bouw, H. Steenbei	
TUD-2002.pdf	0	Studie naar het resultaat van het onderzoek van de OSA-bekleding in de ooste	0
TUD-2003-001.pdf	0	Studie naar het resultaat van het onderzoek van de OSA-bekleding in de ooste	
TUD-2003-002.pdf	0	Studie naar het resultaat van het onderzoek van de OSA-bekleding in de ooste	0
TUD-2004-002.pdf	0	Opstellen schema's NDO-analyse. Notitie SB/108/04, TUDelft, M.F.C. van de \	
TUD-2004.pdf	0	Studie naar het resultaat van het onderzoek van de OSA-bekleding in de ooste	0
TUD-2005-002.pdf	0	Concept – Data analyse onderzoek asfaltbekleding Waddenzeedijken Noord-H	
TUD-2005-003.pdf	0	Concept – Data analyse onderzoek asfaltbekleding Waddenzeedijken Noord-H	
TUD-2005-004.pdf	0	Concept – Data analyse onderzoek asfaltbekleding Waddenzeedijken Noord-H	
TUD-2005-005.pdf	0	Concept – Data analyse onderzoek asfaltbekleding Waddenzeedijken Noord-H	
TUD-2005-006.pdf	0	Concept – Data analyse onderzoek asfaltbekleding Waddenzeedijken Noord-H	
TUD-2005-010.pdf	0	Data Analyse onderzoek asfaltbekleding Waddenzeedijken Noord-Holland. Ra	
TUD-2009-001.pdf	8	Bestekbepalingen Open steenasfalt prestatiebestek	
TUD-2009-002.pdf	0	Project kennis open steenasfalt	
TUD-KOAC-2005-001.pdf	0	PvA monitoring OSA havendammen oosterschelde	0
TUD-KOAC-2005-002.pdf	0	PvA monitoring OSA havendammen oosterschelde	0
Vandenbossche, D.J.-1981.pdf	0	TOEPASSING VAN ZANDASFALT EN OPEN STEENASFALT in de werkhavemelding steunbermen voor zandasfalt	
VBW-1948.pdf	0	25 jaren asfaltwegenbouw in nederland	wegbermen
VBW-1962.pdf	10	Waterspanningen onder de asfaltbekleding van dijken	
VBW-1963.pdf	0	40 JAREN bitumineuze werken in Nederland	0
VBW-1965.pdf	0		
VBW-1988.pdf	0		
VBW-1995.pdf	0	Asfalt in de waterbouw, profielschets van een veelzijdig materiaal. Folder ISBN	
Ven, v.d. et al-2009-001.pdf	0	Bestekbepalingen Open steenasfalt prestatiebestek	
Ven, v.d. et al-2009-002.pdf	0	Project kennis open steenasfalt	

Verhagen, H.pdf	0			
Visser, W. en Schoenian, E.-1971.pdf	0	Bitumen voor dams and reservoirs		
Visser, W.pdf	0	Coast protection with bitumen		
VNK-2002.pdf	8	Veiligheid van Nederland in Kaart (VNK) Workshops	Grasbekleding; factoren voor rekenen met bermen	
Waardenburg-1988.pdf	0	De levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdzone van de Oosterschelde	Neeltje Jans	
Waardenburg-1995-001.pdf	0	Natuurvriendelijke waterkeringen langs de oosterschelde		0
Waardenburg-1997.pdf	0	Hardsubstraat-levensgemeenschappen in de getijdzone van de Oosterschelde	Neeltje Jans	
WAGNER, JAN-2004.pdf	0	RESEARCH ON COSTS OF ARMOUR UNITS, IJmuiden		
Waterschap Tholen-1991.pdf	0	Onderzoek dijkvegetatie (op open steenasfalt). Waterschap Tholen, L.A. Willer		
Waterschap Tholen-1991.pdf	0	Onderzoek dijkvegetatie (op open steenasfalt). Waterschap Tholen, L.A. Willer		
WBD-1981.pdf	0	Golfsnelheidsmetingen uitgevoerd op het werkeiland Neeltje Jans	Stijfheidsmetingen waterbouwasfaltberm	
WBD-1982.pdf	0	Inventarisering van de toestand van de open steenasfaltaluds (SVKO)	kreukelberm NJ = platberm	
WGD-1960-001.pdf	8	Stormschade aan de Rijkszeewering "Boulevard De Ruyter" te Vlissingen. We		
WGD-1961.pdf	10	VOORLOPIG RAPPORT 1961	melding drukstoten op bermen	rekenregels
WL-1958.pdf	0	Verzware van de zeewering "Boulevard De Ruyter" te Vlissingen. Notitie Wal		
WL-1976.pdf	0	Boulevard "De Ruyter" Vlissingen – golfbelasting en golfoverslag; verslag mod		
WL-1984-001.pdf	0	Duinafslag tijdens superstormvloed op Walcheren, Golflinks en Vijgeter – Ond		
WSZE-2000.pdf	0	Rapportage toetsing bekleding – Boulevard Vlissingen. Waterschap Zeeuwse		
Zitscher, F.F.pdf	8	analyse zur bemessung van ausenboschungen scharliegender seedeiche gege	rekenregels bermen	rekenregels
Zitscher, F.F.-1957.pdf	0	Möglichkeiten und Grenzen in der konstruktiven Anwendung; von Aaphaltbau		0
Zitscher, F.F.-1958.pdf	0			
Zitscher, F.F.-1959.pdf	0			
Zitscher, F.F.-1980.pdf	0			

Bijlage 2 Dwarsprofielen uitvoeringsvarianten

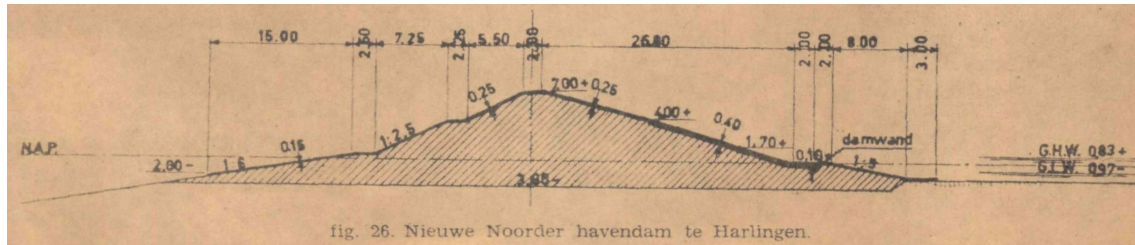


fig. 26. Nieuwe Noorder havendam te Harlingen.

Figuur 0-1 Dwarsprofiel Noorder havendam Harlingen [Barentsen, 1964]

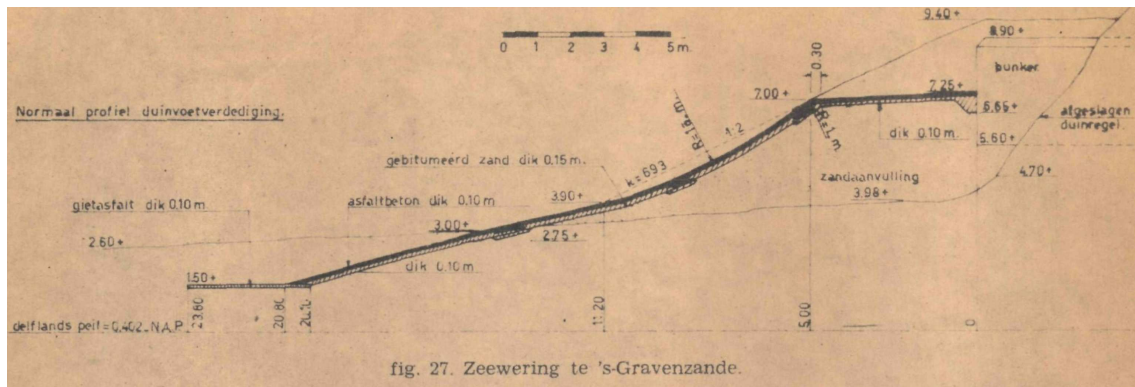


fig. 27. Zeewering te 's-Gravenzande.

Figuur 0-2 Dwarsprofiel zeewering 's-Gravenzande [Barentsen, 1964]

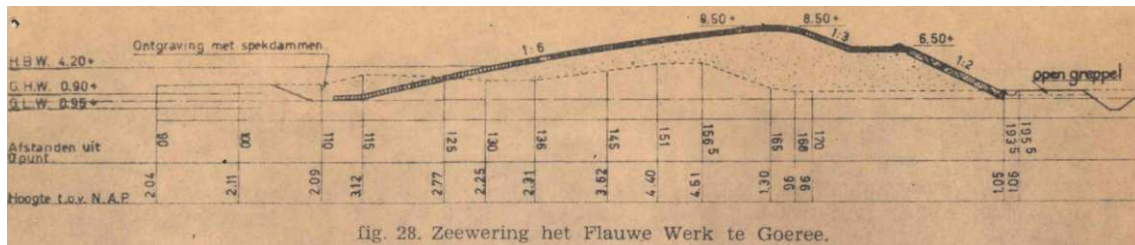


fig. 28. Zeewering het Flauwe Werk te Goeree.

Figuur 0-3 Dwarsprofiel zeewering Flauwe werk [Barentsen, 1964]

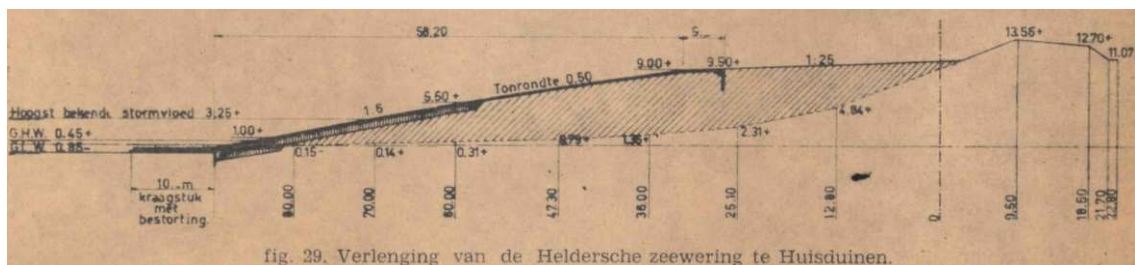
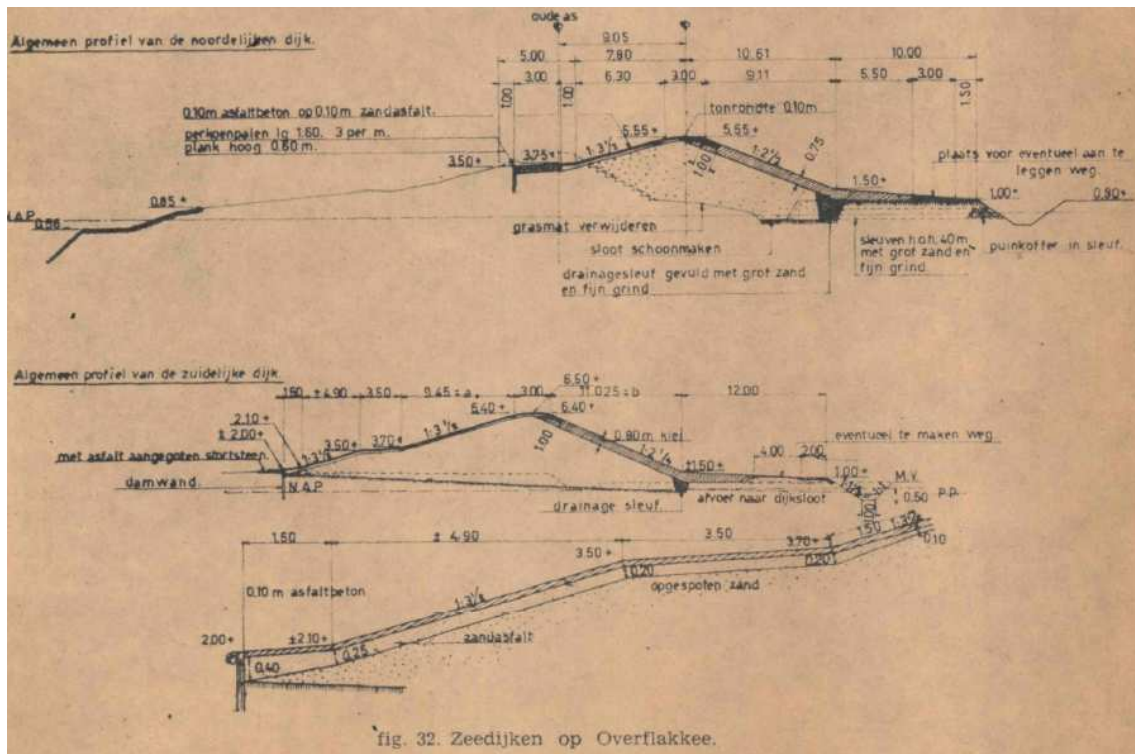
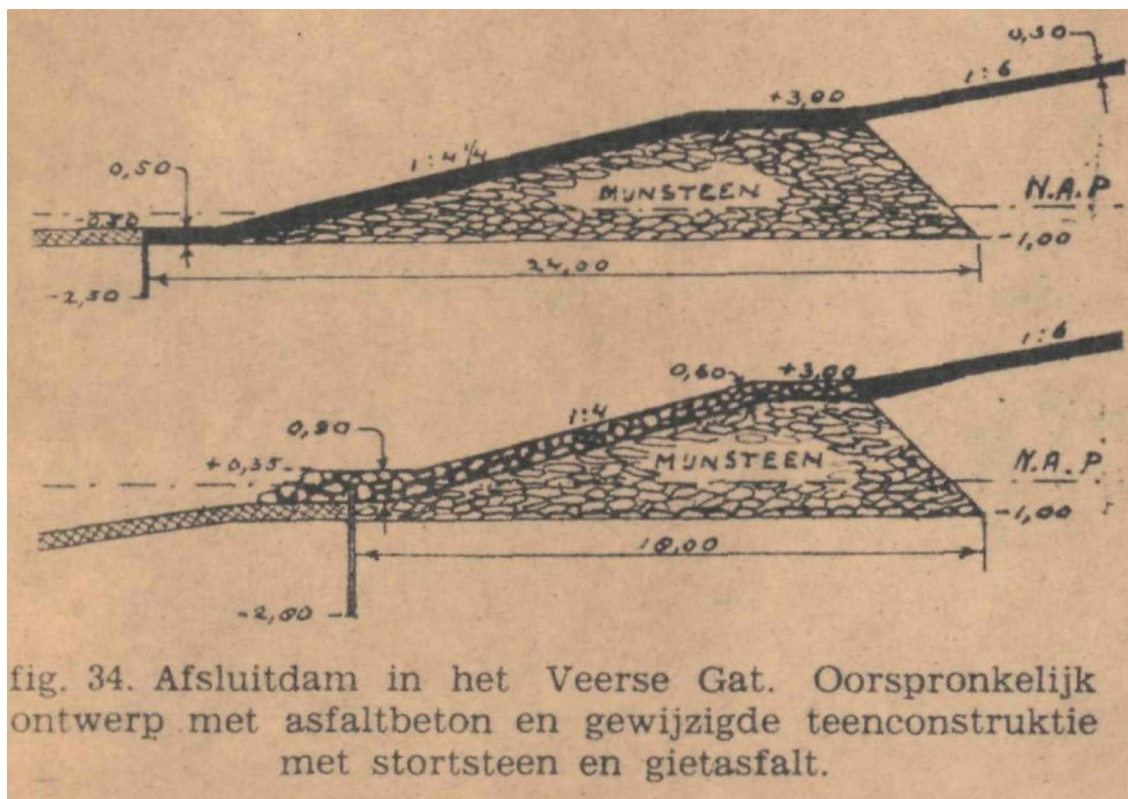


fig. 29. Verlenging van de Helderse zeewering te Huisduinen.

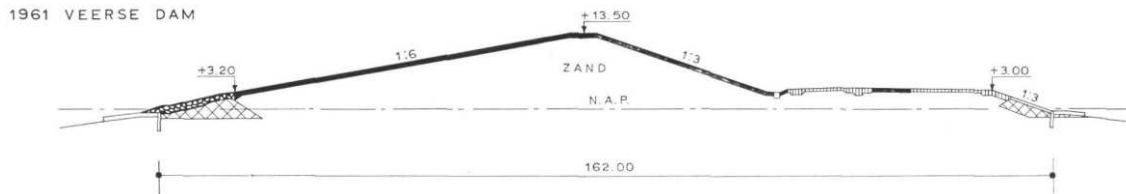
Figuur 0-4 Dwarsprofiel verlenging van de Helderse zeewering te Huisduinen [Barentsen, 1964]



Figuur 0-5 Dwarsprofielen zeedijken Overflakkee [Barentsen, 1964]



Figuur 0-6 Dwarsprofiel gewijzigde teenconstructie Veerse dam [Barentsen, 1964]



Figuur 0-7 Dwarsprofiel Veerse dam [Biezeveld, N., 1967]

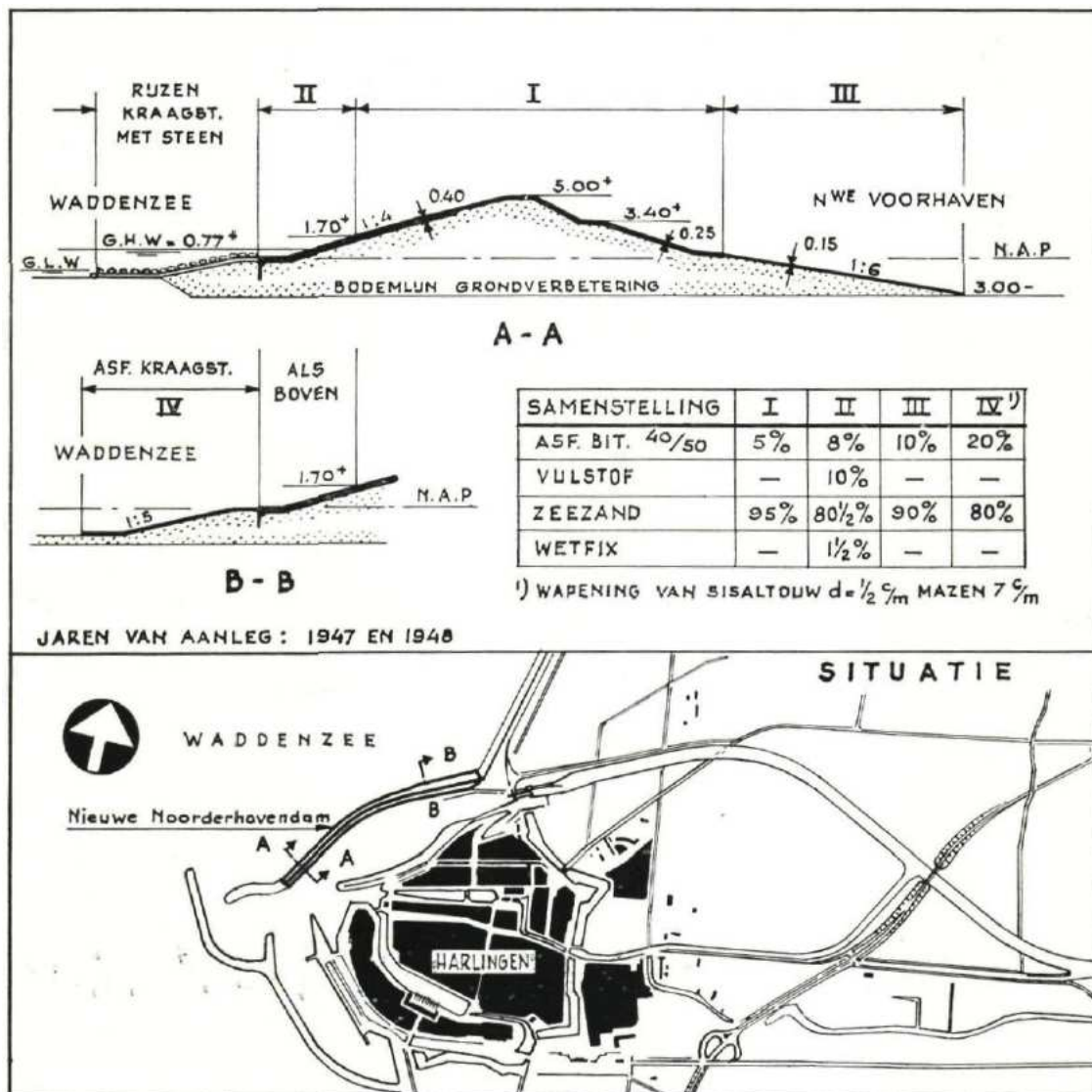
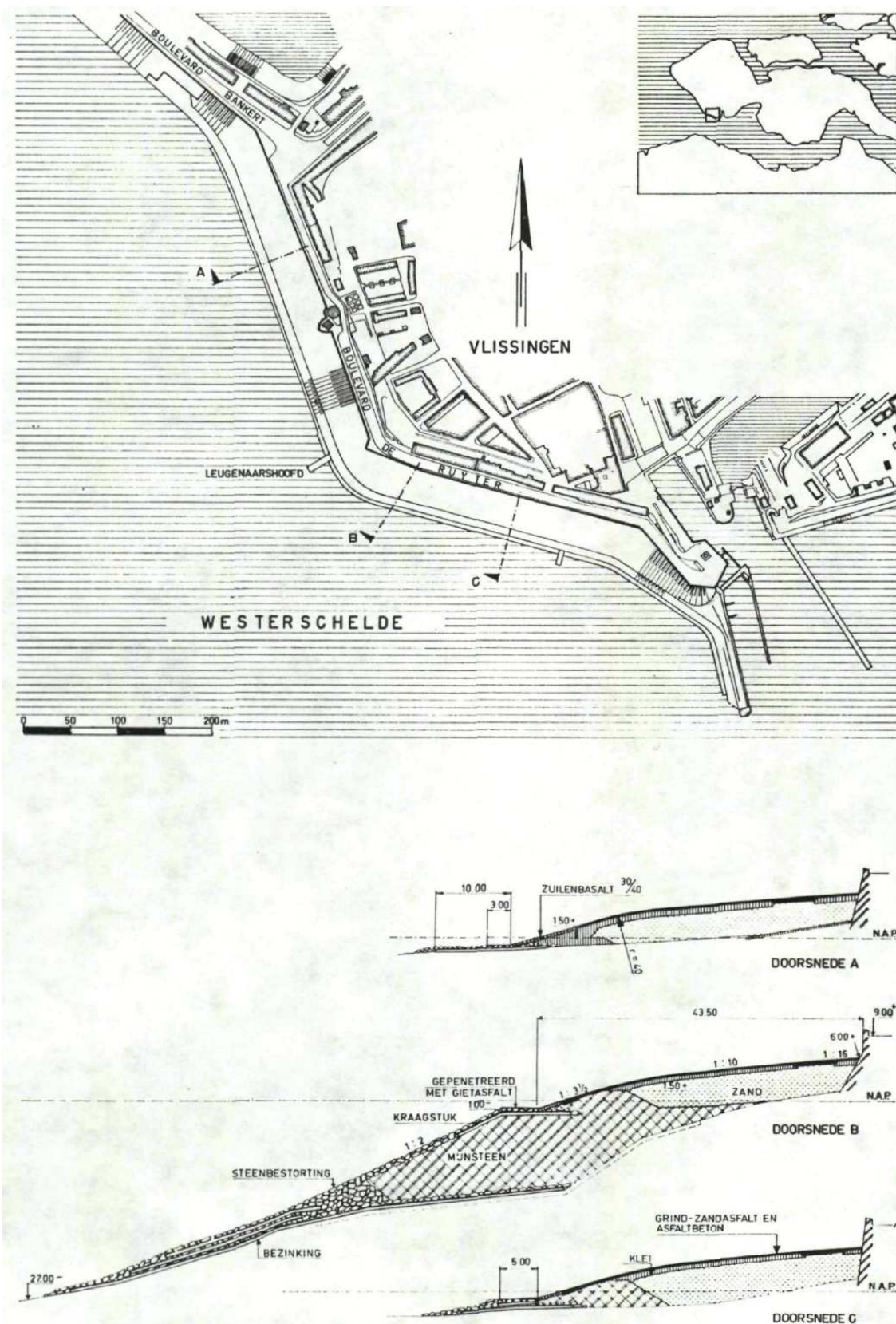
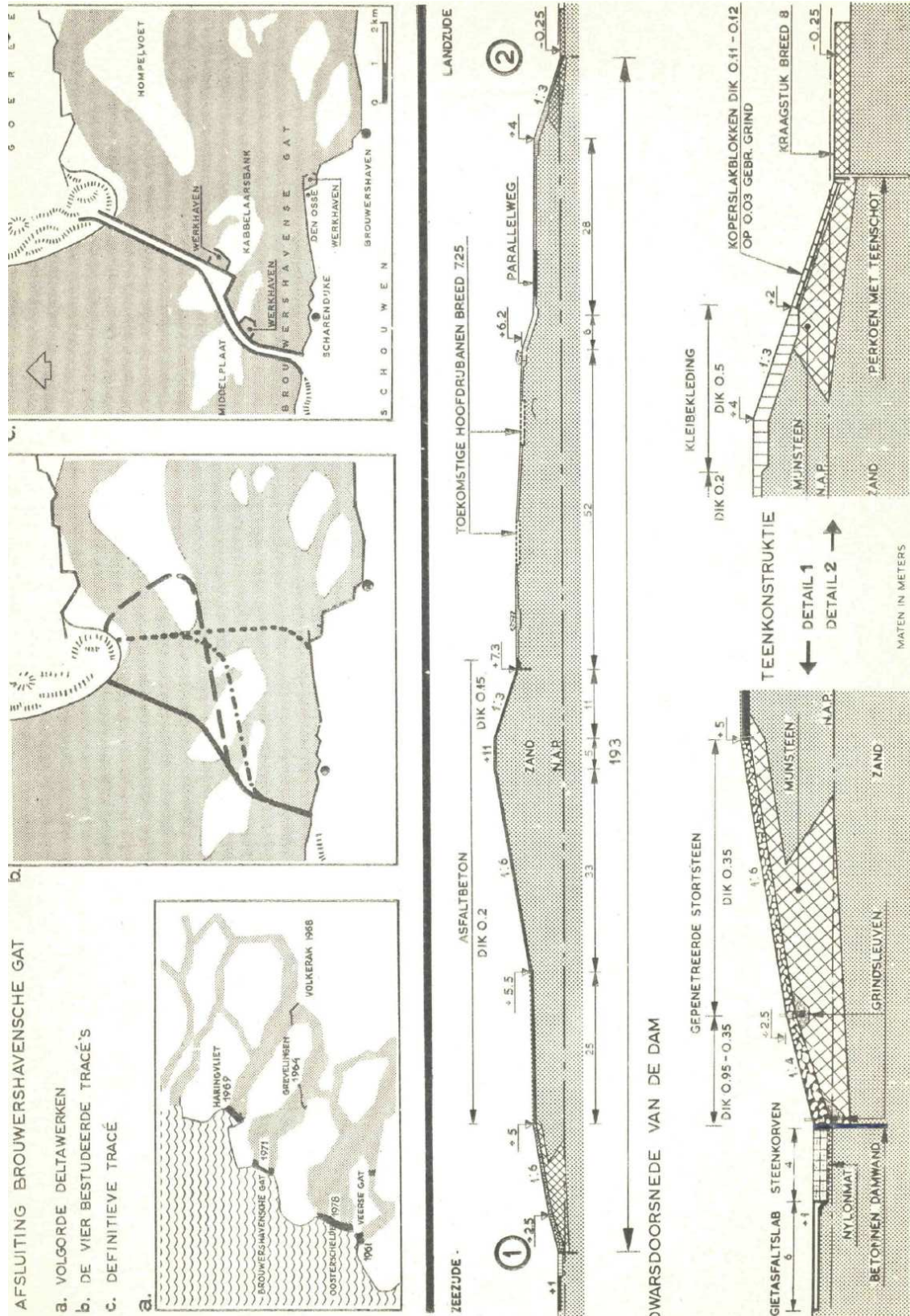


Fig. 7. Bekleding met bitumineus zand en asfaltkraagstukken van de nieuwe Noorderhavendam te Harlingen.

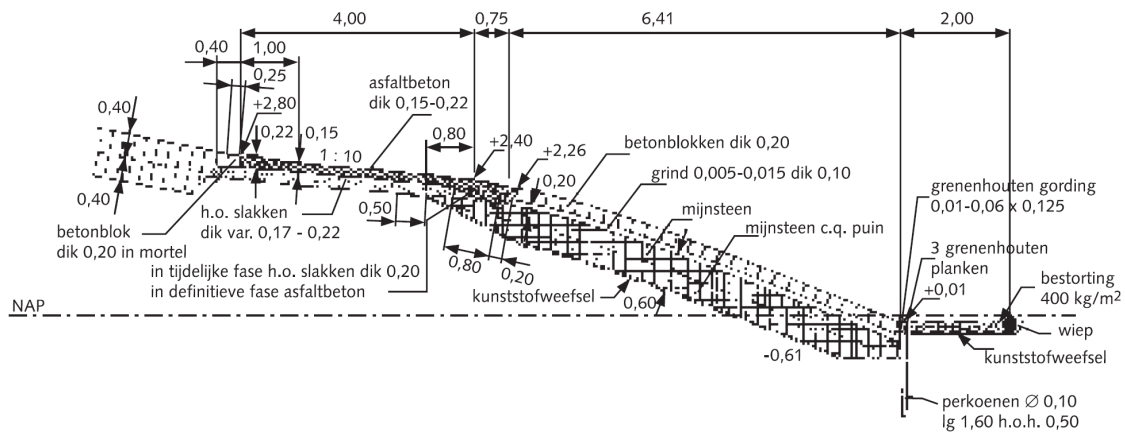
Figuur 0-8 Havendam Harlingen [Biezeveld, N., 1967]



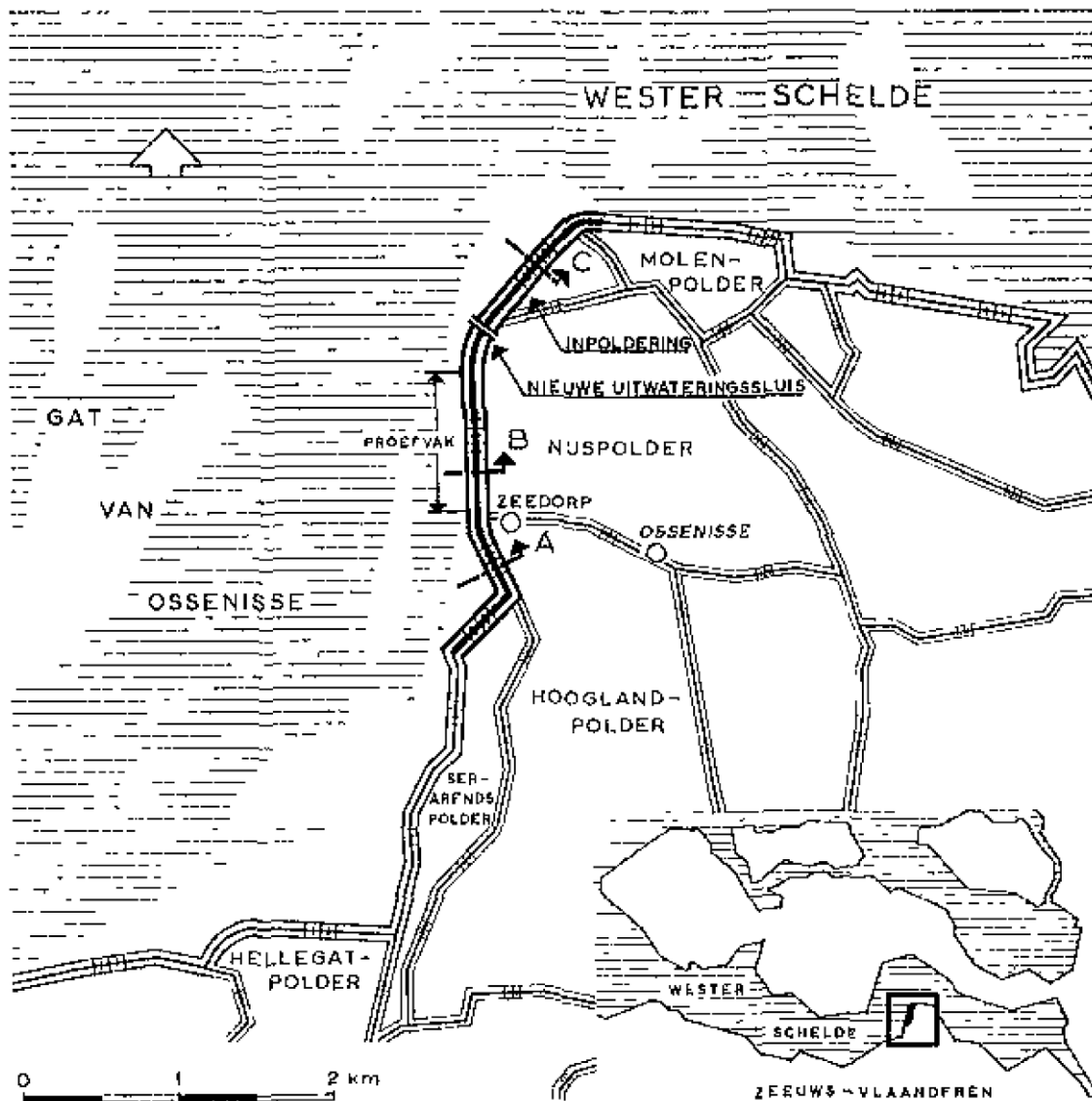
Figuur 0-9 Overzicht en dwarsprofielen boulevard de Ruyter [DBD, 1959



Figuur 0-10 Overzicht en dwarsprofielen Brouwersdam [Deltadienst, 1967]

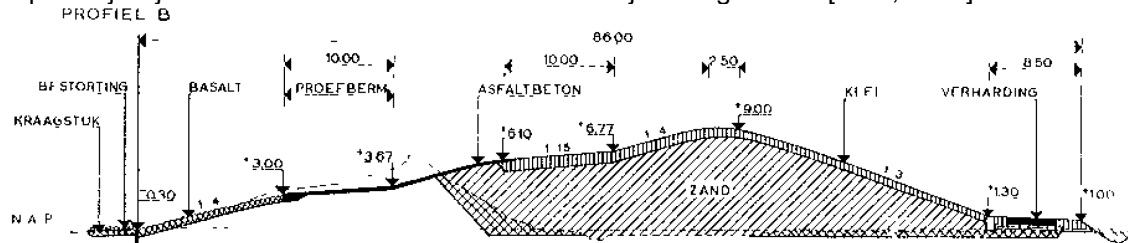


Figuur 0-11 Onderhoudsweg op de berm van een dijk op Ameland [TAW, 2002a]

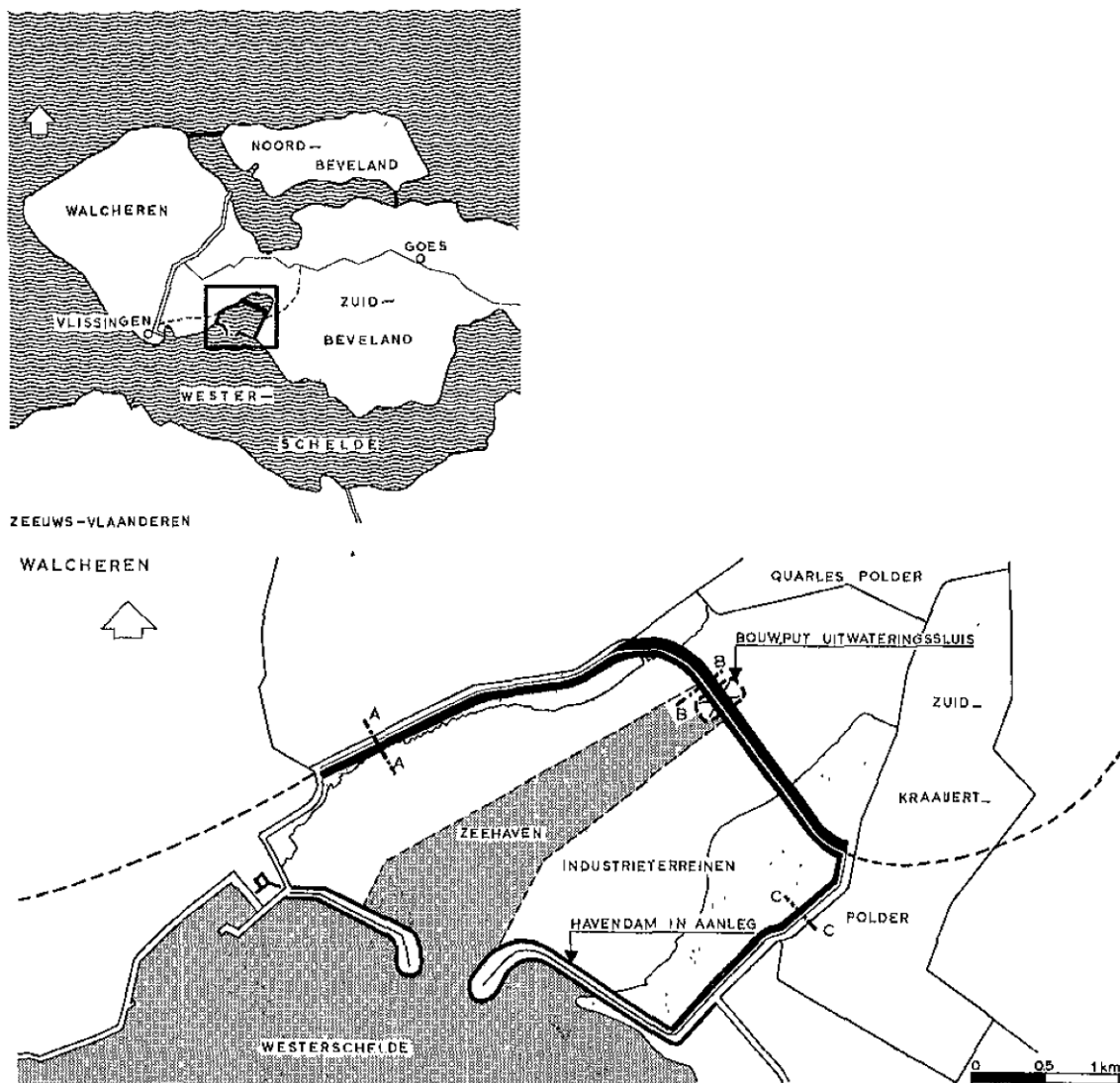


Figuur 0-12 Situatie dijkverzwaring te Ossenisse [DBD, 1961]

Op de dijk bij Ossensisse is een berm aan de buitenzijde aangebracht [DBD, 1961].

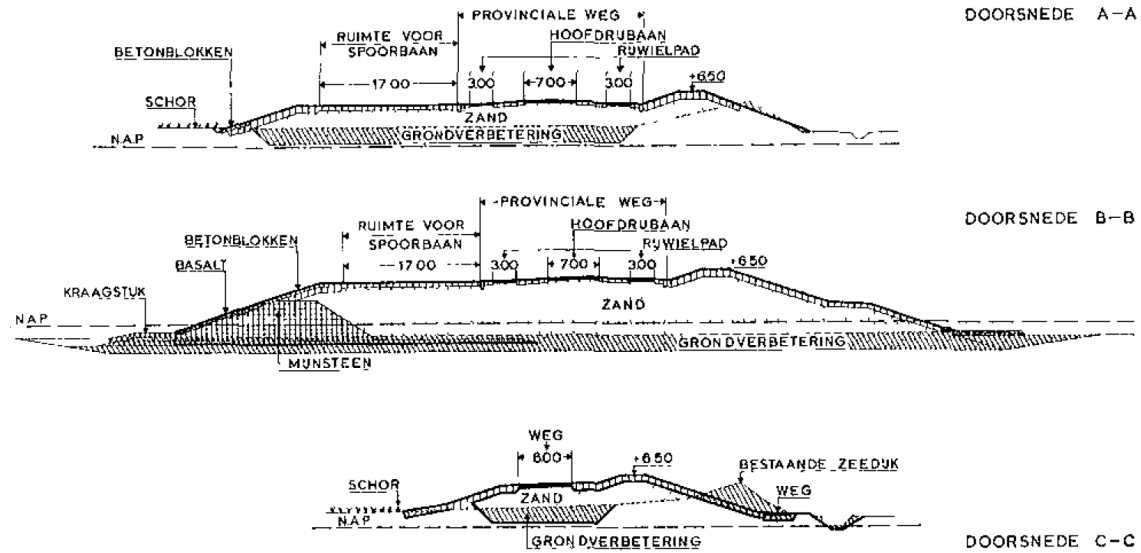


Figuur 0-13 Doorsnede van de dijkverzwaring bij Ossensisse (Nijspolder) [DBD, 1961]

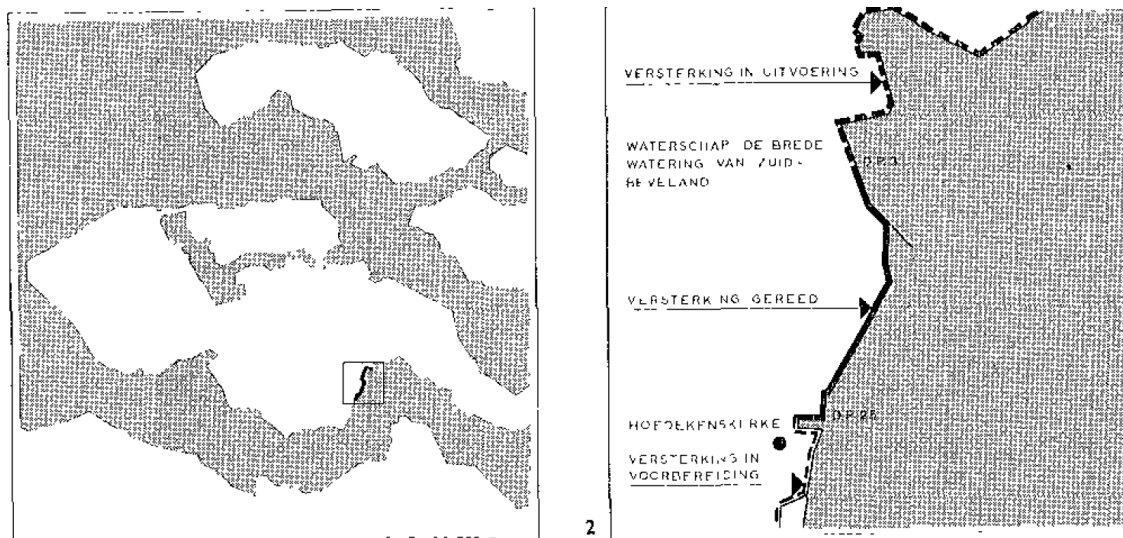


Figuur 0-14 Situatie van de afsluiting van het Zuider-Sloe [DBD, 1962]

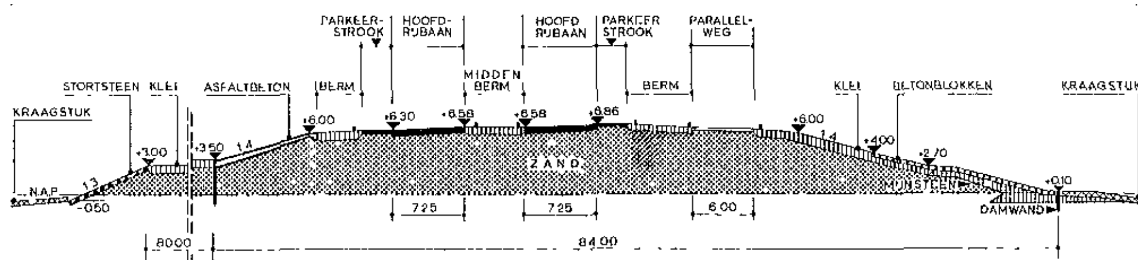
Een asfaltberm is aangebracht op de dijk rond de Sloehaven van Vlissingen.



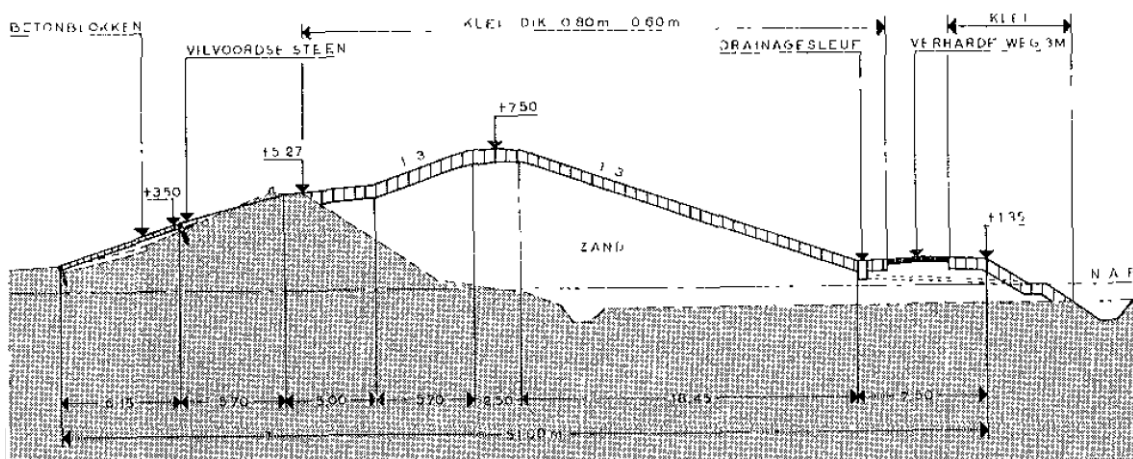
Figuur 0-15 Dwarsprofielen van de dijk rond het Zuider Sloe [DBD, 1962]



Figuur 0-16 Situatie van de zeedijk van de polder Hoedekenskerke [DBD, 1965]

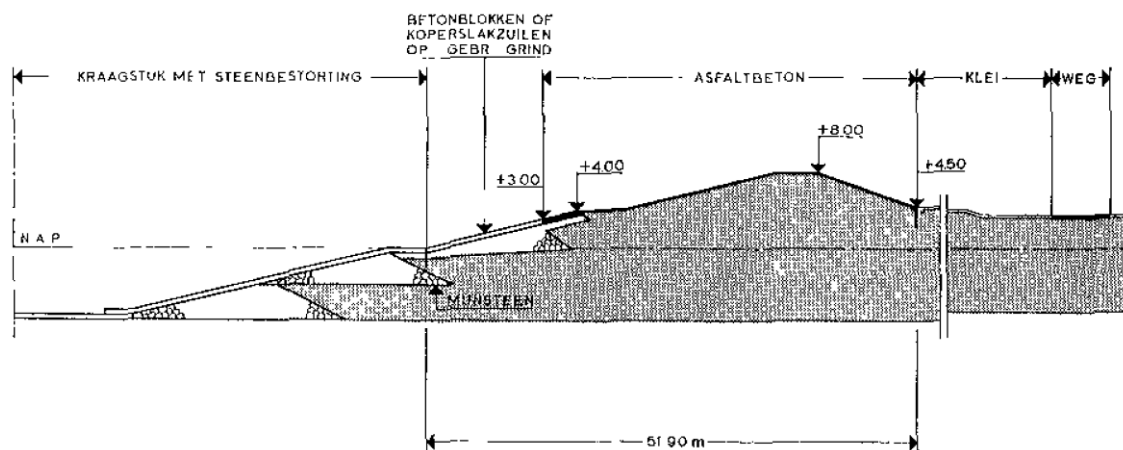


Figuur 0-17 Dwarsdoorsnede van de afsluitdam (Grevelingendam) [DBD, 1964]

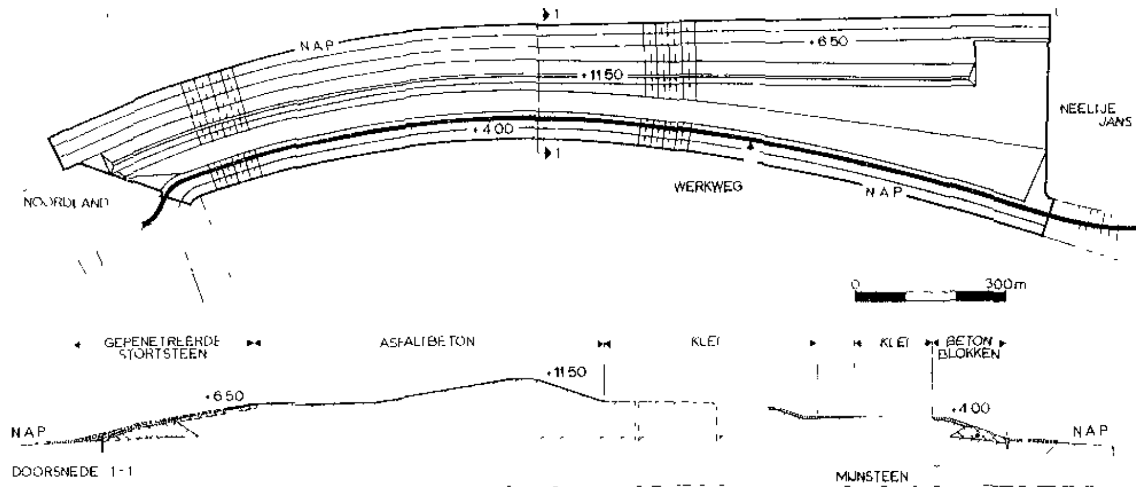


Figuur 0-18 Dwarsdoorsnede van de dijkverzwaring (Hoedekenspolder) [DBD, 1965]

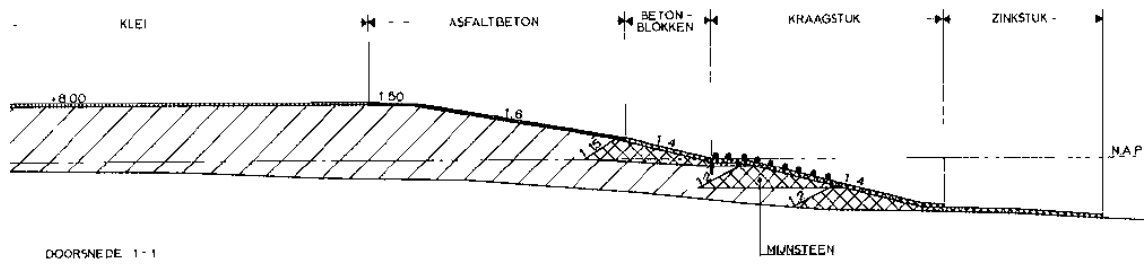
7.1.1 Deltawerken Oosterscheldekering



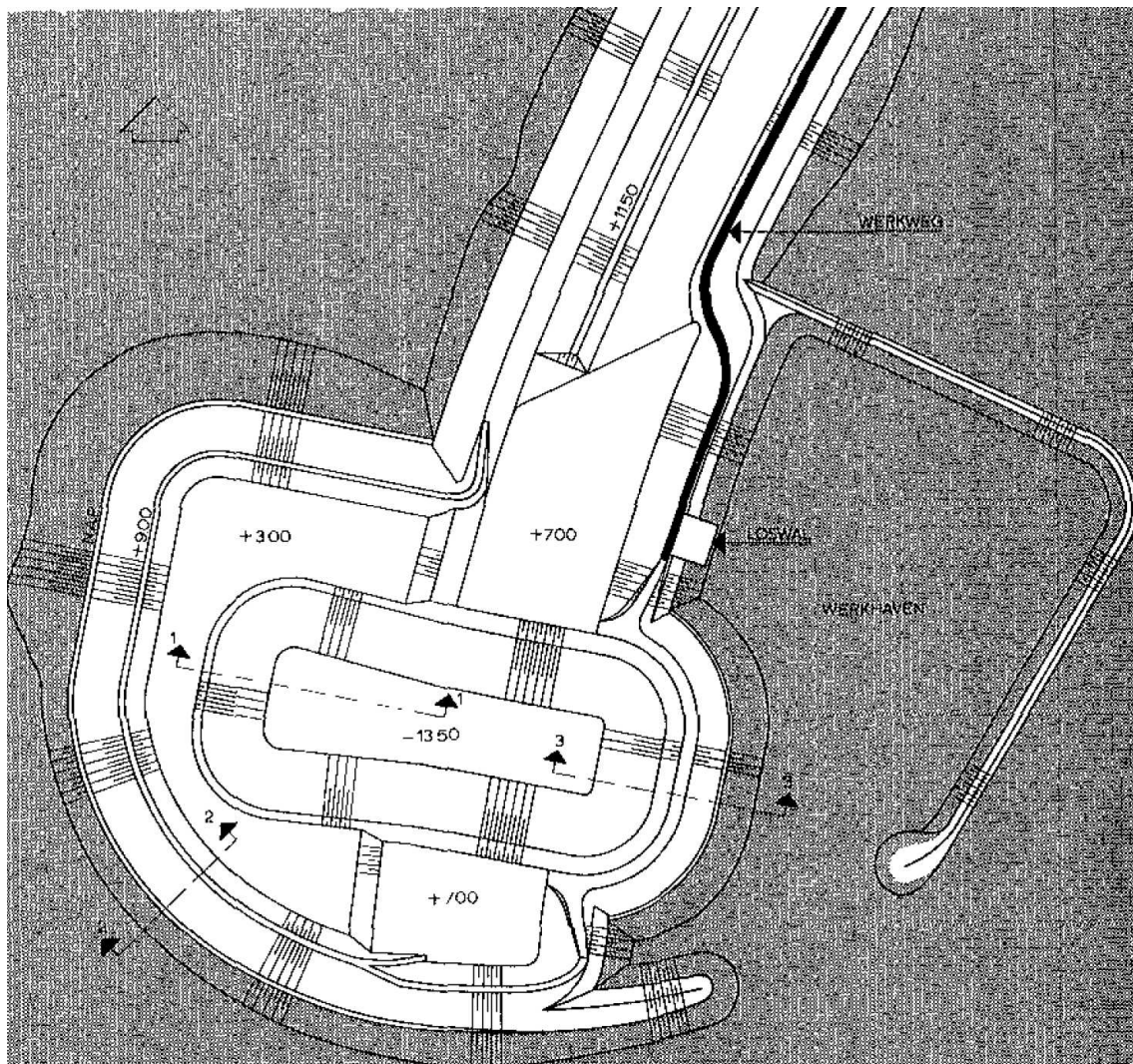
Figuur 0-19 Dwarsdoorsnede van de waterkering op het werkeiland Roggeplaat [DBD, 1969]



Figuur 0-20 Overzicht en dwarsdoorsnede damvak Geul (Oosterscheldekering) [DBD, 1972]

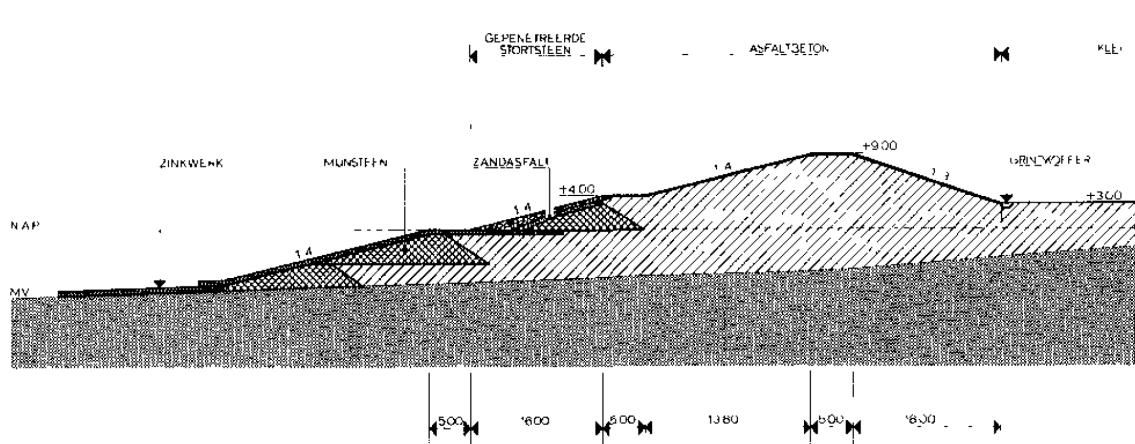


Figuur 0-21 Dwarsdoorsnede damaanzet Noord Beveland (Oosterscheldekering) [DBD, 1972]

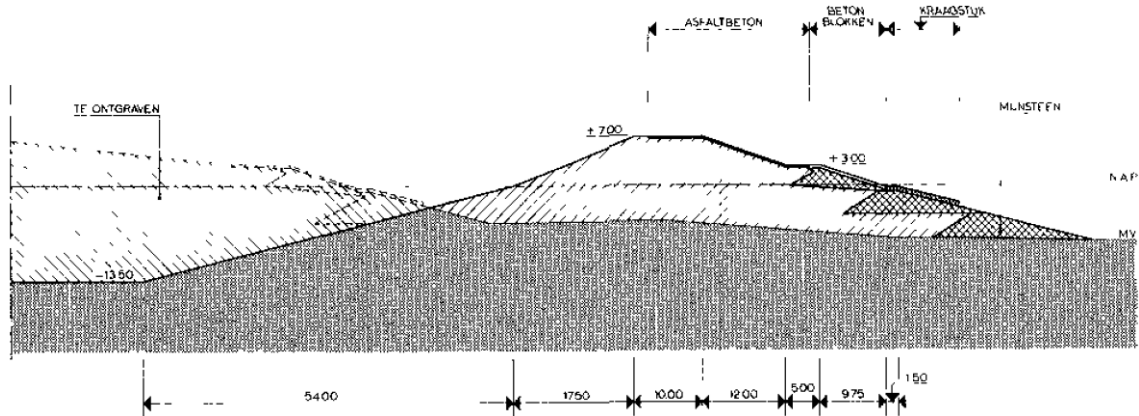


Figuur 0-22 Werkeiland Noordland en de bouwput [DBD, 1964]

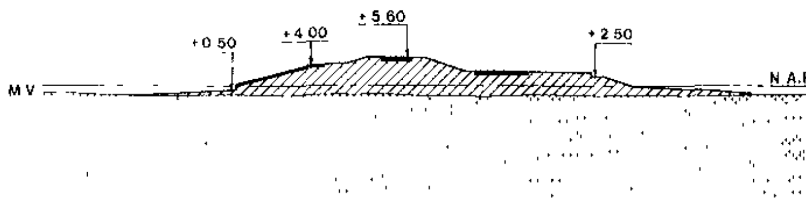
DOORNIET 2 2



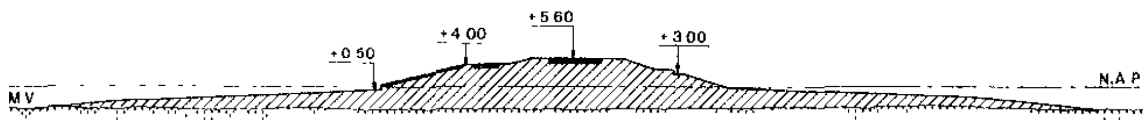
DOORSNEDE 3-3



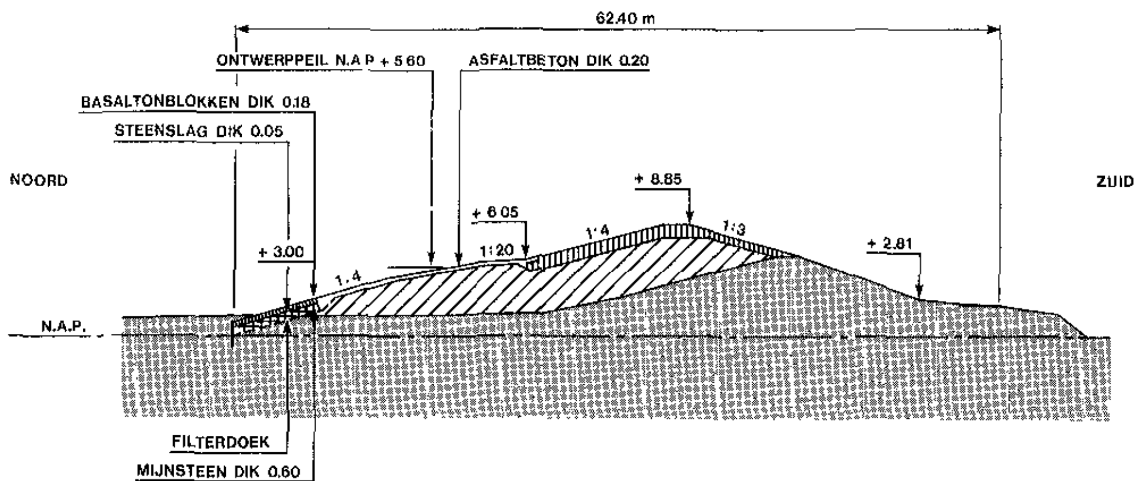
Figuur 0-23 Dwarsdoorsneden van werkeiland Noordland (Oosterscheldekering) [DBD, 1973]



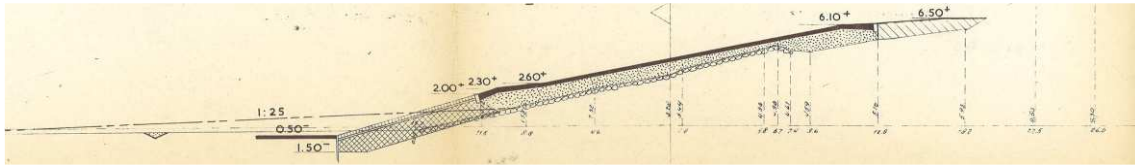
DOORSNEDE 1 p.v. DAMVAK SPEELMANSPLAAT



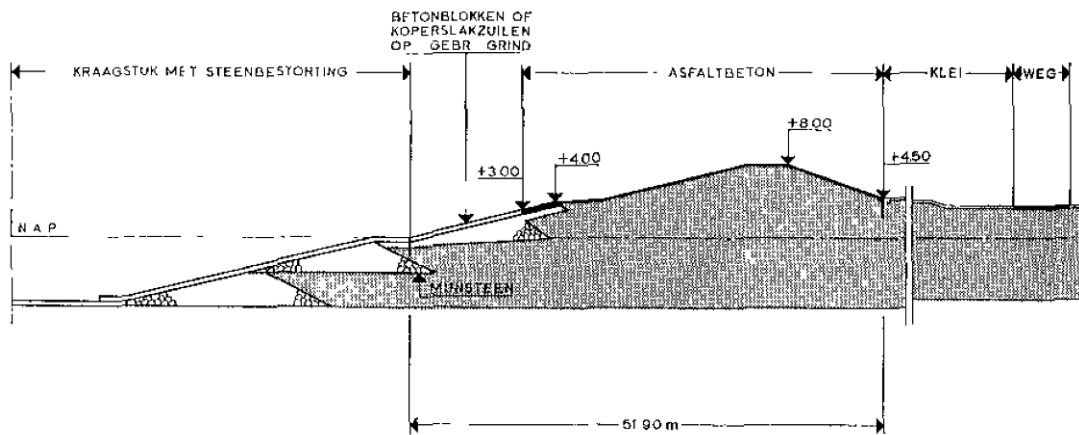
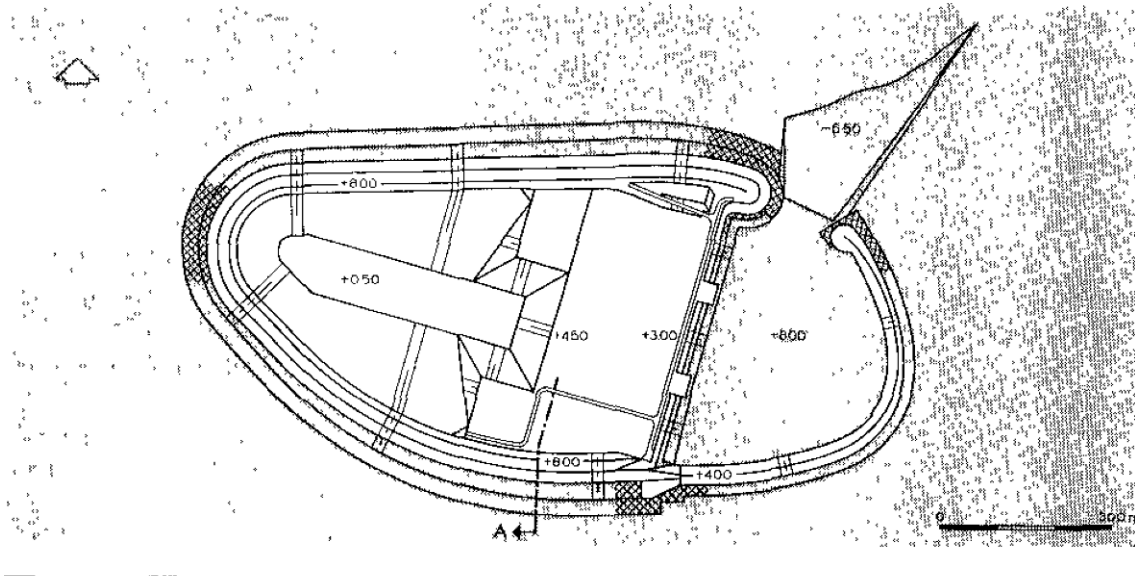
Figuur 0-24 Dwarsprofielen Oesterdam [DBD, 1980]



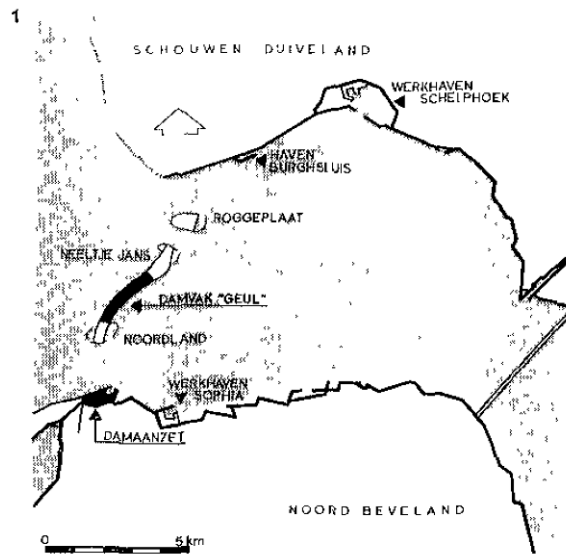
Figuur 0-25 Dwarsprofiel Ommelanderzeedijk [DBD, 1985]



Figuur 0-26 Zeedijk bij de keersluis in Termunten [Davidse, 2009]
Plattegrond en doorsnede A van het werkeiland



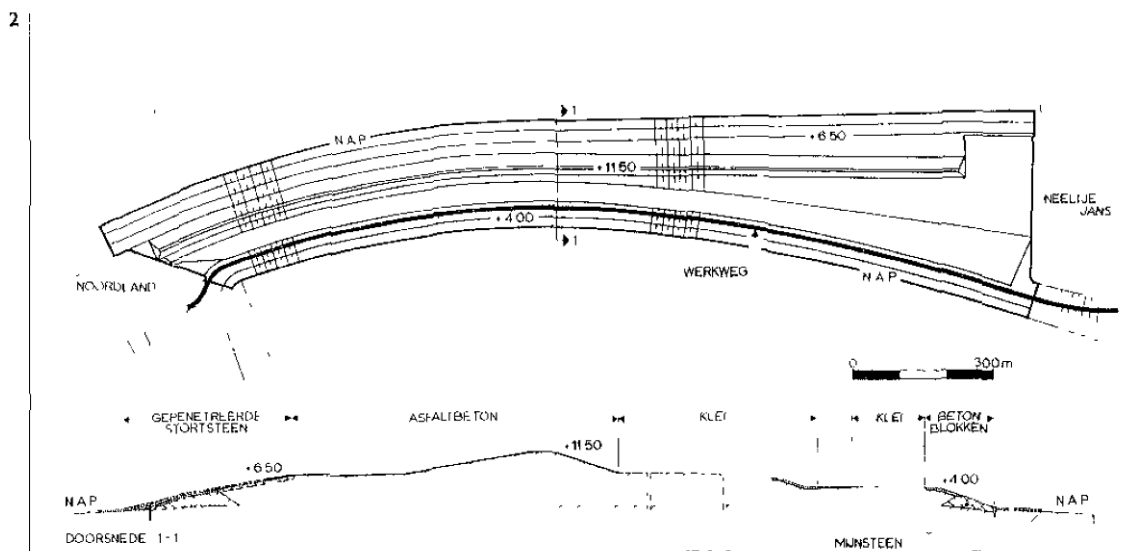
DOORSNEDE A
Figuur 0-27 Plattegrond en doorsnede van het werkeiland op de Roggeplaat [DBD. 1969]



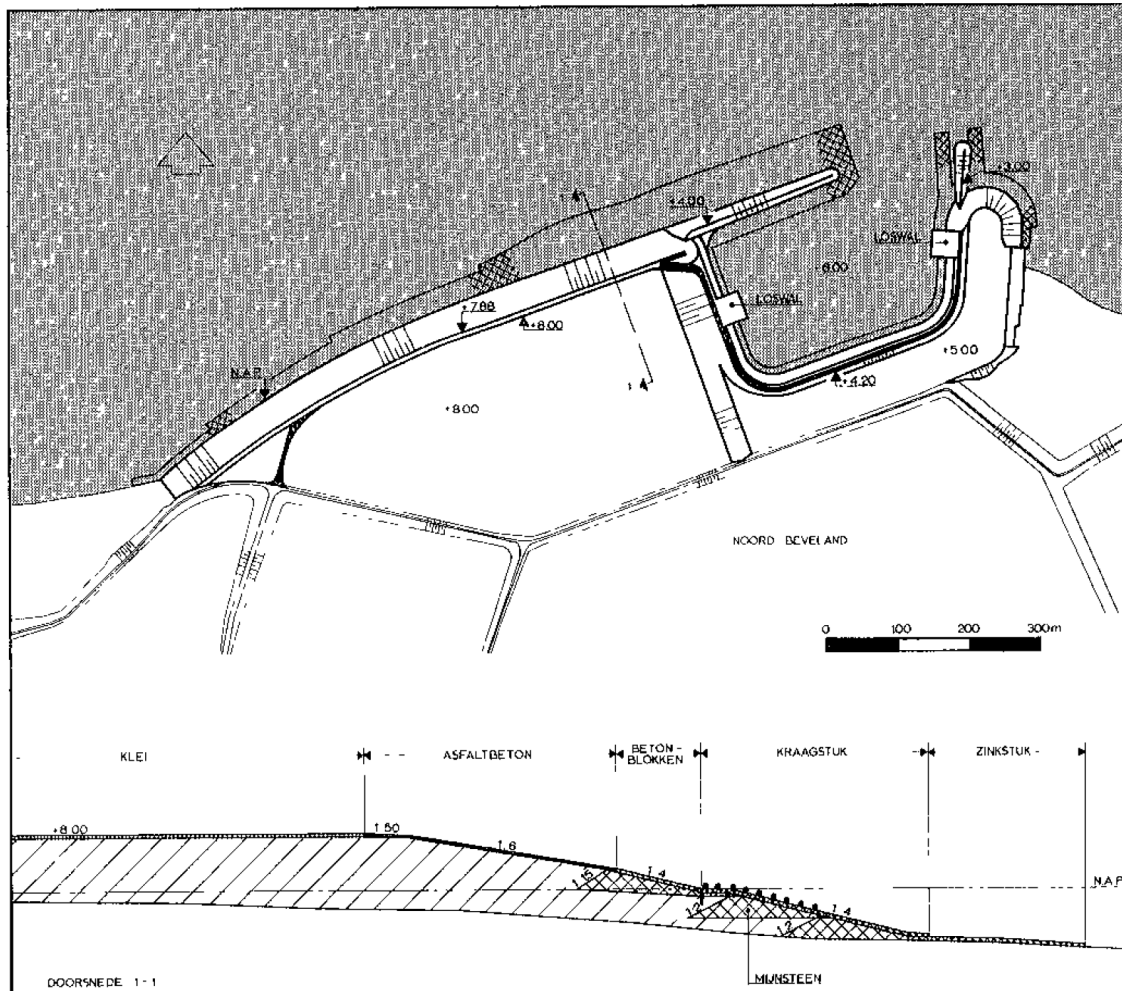
1. Situatie van het damvak 'Geul' en van de damaanzet op Noord-Beveland

2. Plattegrond en profiel van het damvak 'Geul'

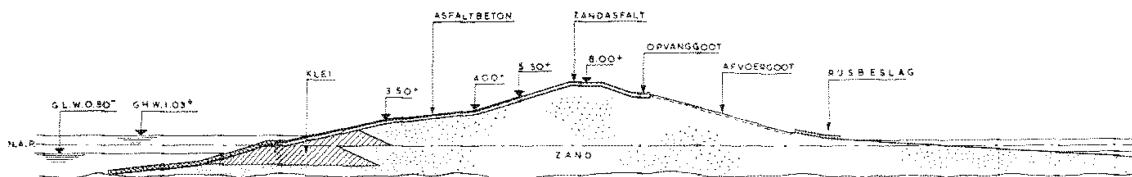
3. Damaanzet op Noord-Beveland met haven; overzicht en profiel



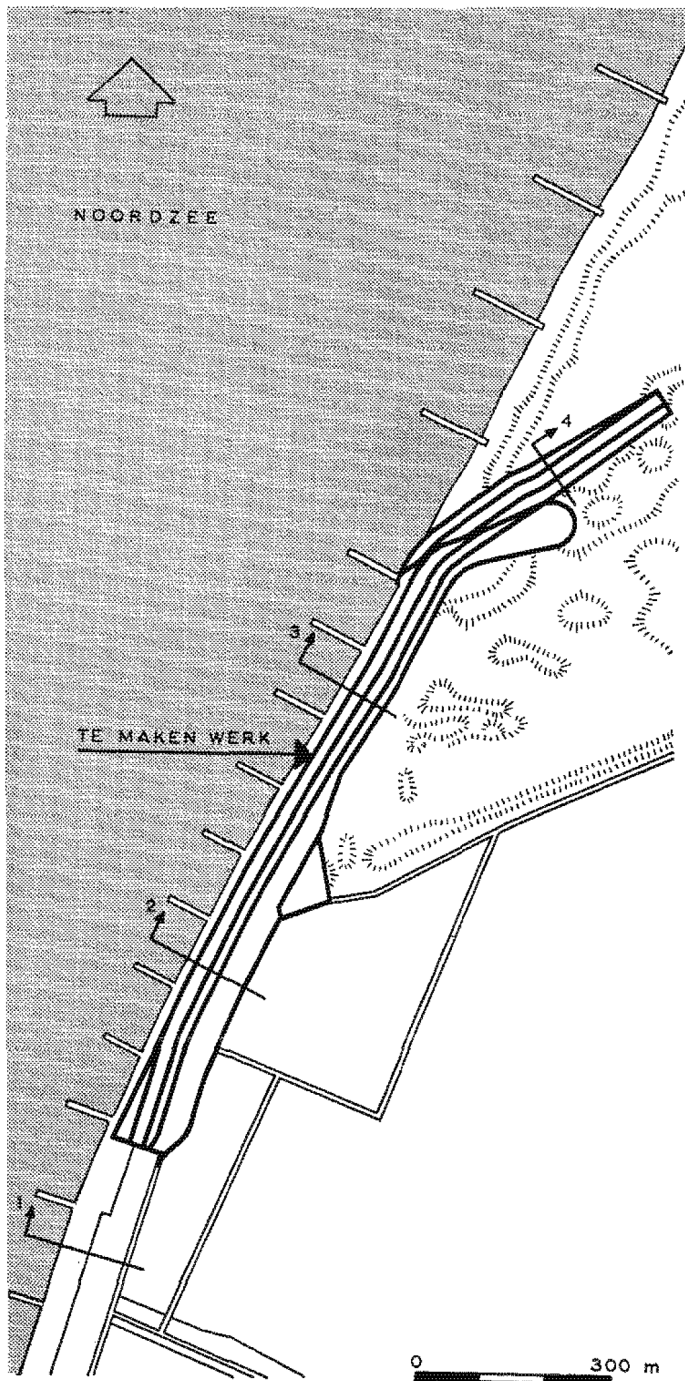
Figuur 0-28 Overzicht en dwarsdoorsnede damvak Geul (Oosterscheldekering) [DBD 1972]



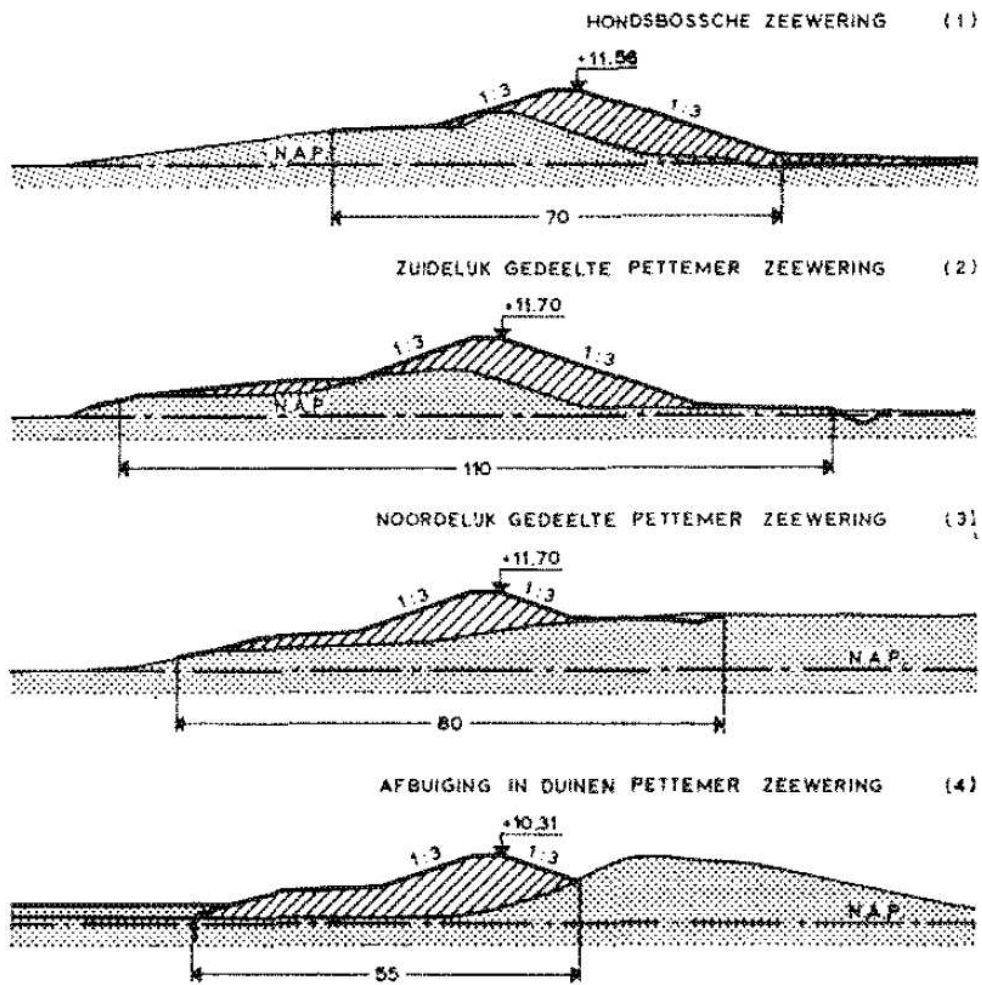
Figuur 0-29 Overzicht en dwarsdoorsnede damaanzet Noord Beveland (Oosterscheldekering) [DBD, 1972]



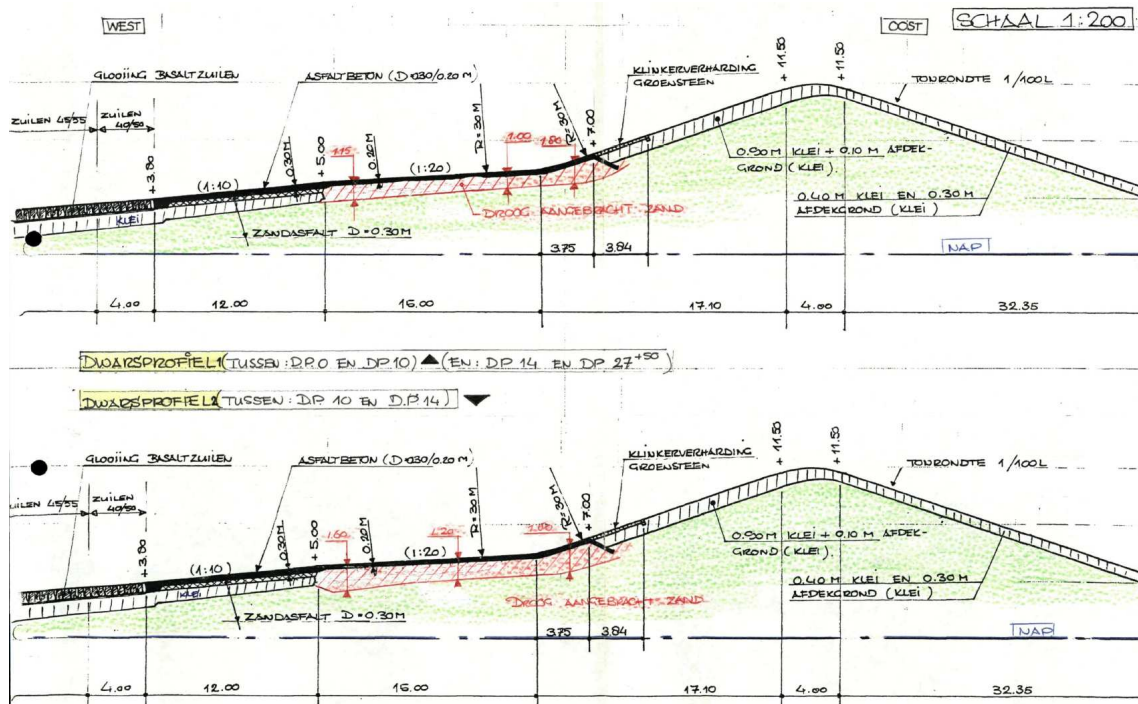
Figuur 0-30 Dwarsdoorsnede tijdelijke omringdijk bouwput Haringvliet [DBD, 1957]



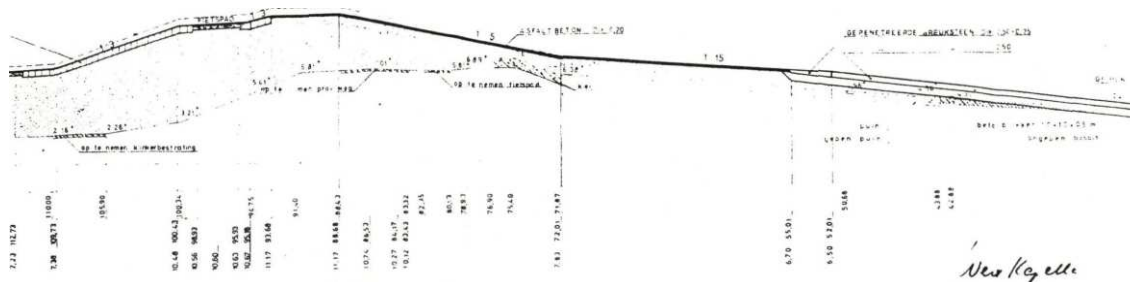
Figuur 0-31 Overzicht dwarsprofielen Pettemer zeewering [DBD, 1970]



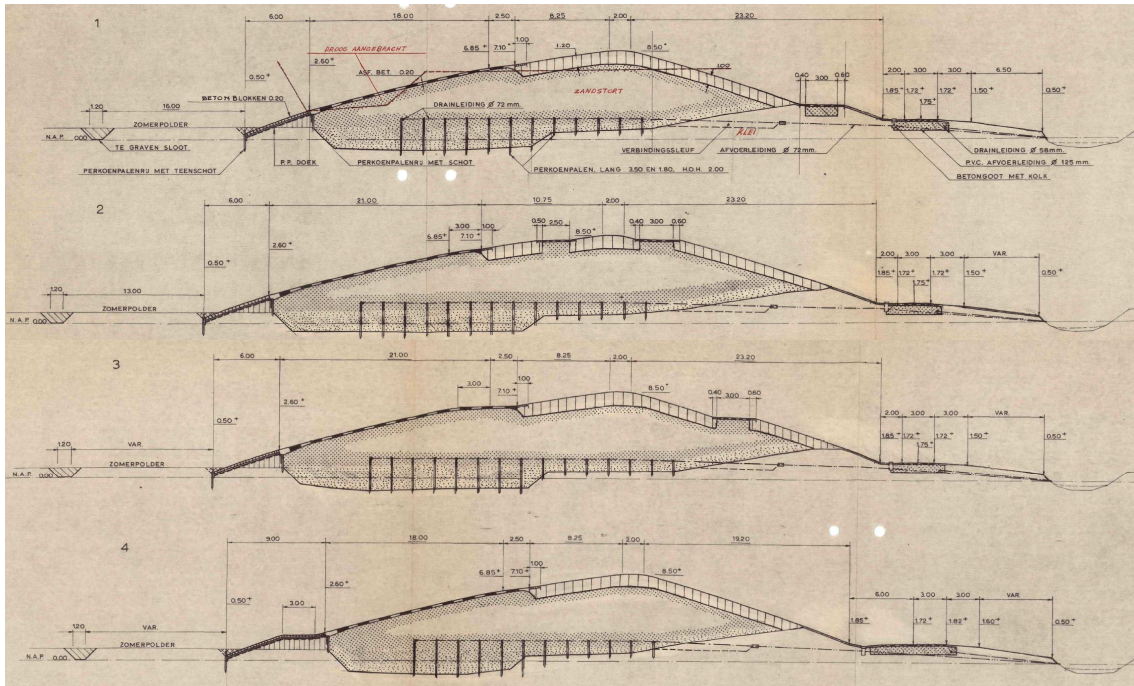
Figuur 0-32 Dwarsprofielen Pettemer zeekering [DBD, 1970]



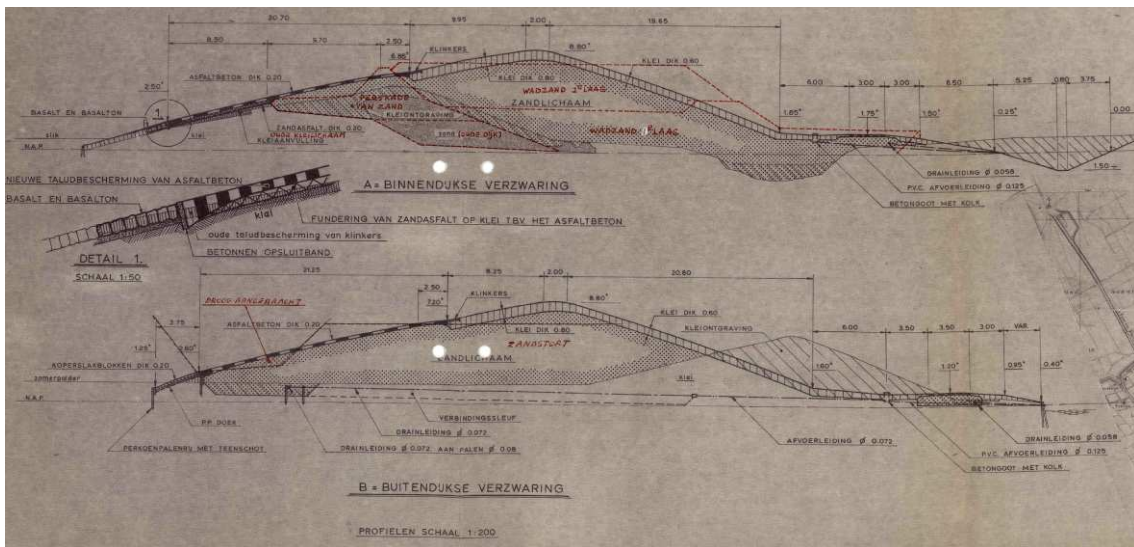
Figuur 0-33 Hondsbosche zeewering [Thije, 1985]



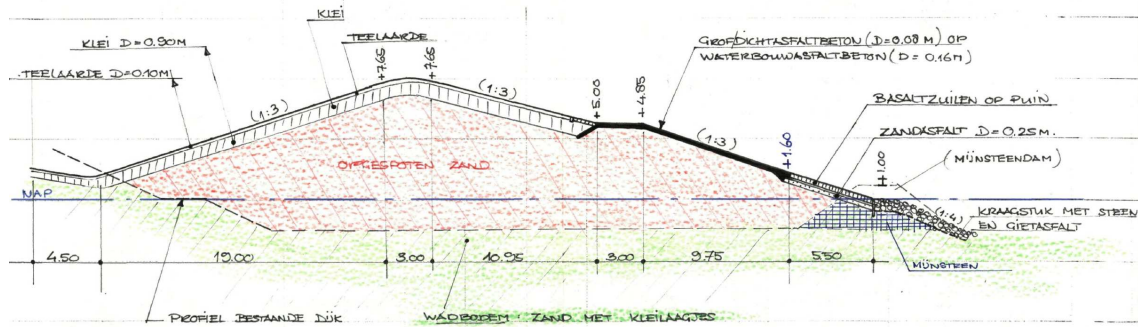
Figuur 0-34 Dwaarsprofiel verzwaring zeewering Westkapelle [DWW, 1980]



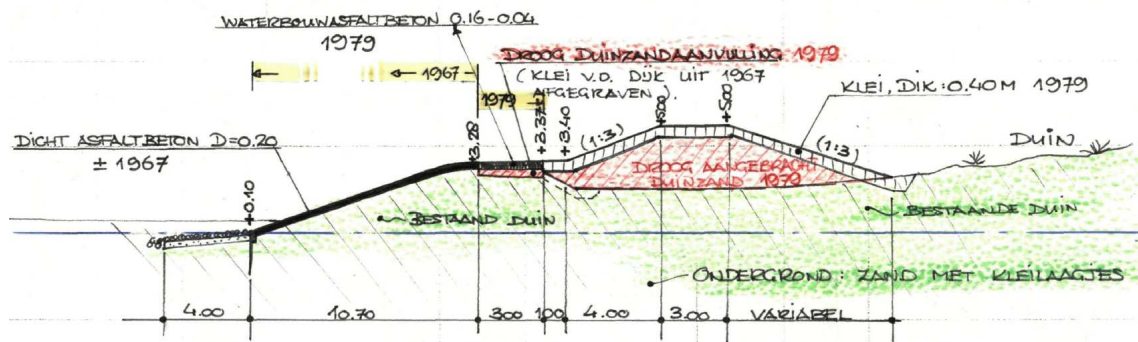
Figuur 0-35 Dwarsprofiel Veerdam Holwerd - Ternaarderpolder [Thije, 1985]



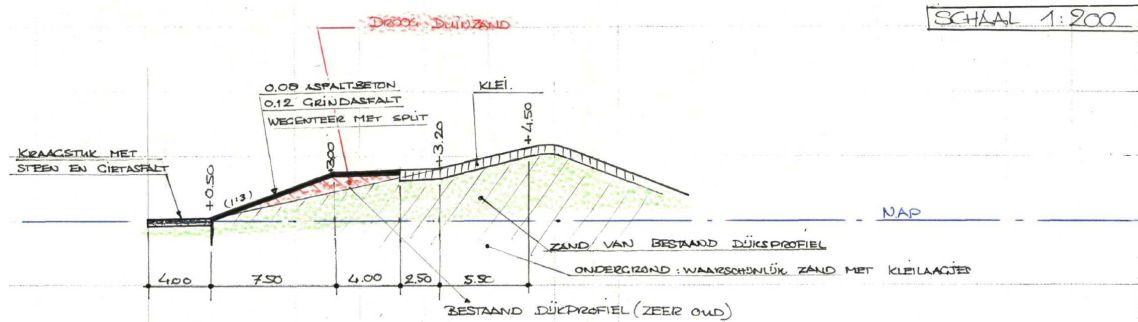
Figuur 0-36 Dwarsprofiel Oostholwerderpolder - Wierum [Thije, 1985]



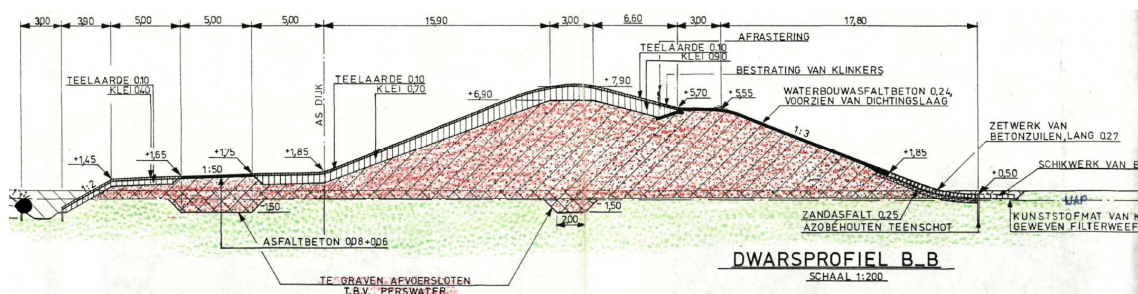
Figuur 0-37 Rijkzeeeewering Oude Schild [Thije, 1985]



Figuur 0-38 Mokbaaidijk [Thije, 1985]



Figuur 0-39 Bolwerk Robbengat [Thije, 1985]



Figuur 0-40 Dwarsprofiel Eendrachtisdijk [Thije, 1985]

Bijlage 3 Extra gegevens literatuurstudie

Afleiding eigenschappen WAB en GAB uit nomogrammen (zie § 2.3.10 en [Montauban, 2000a])

Asfaltsoort	Grindasfaltbeton		Waterbouwasfaltbeton	
Samenstelling:	soort	% (m/m)	soort	% (m/m)
<i>Steen</i>	grind	57	steenslag	50
<i>Zand</i>	A	37	A	42
<i>Vulstof</i>	kalksteen	6	Kalksteen	8
<i>Bitumen</i>	45/60	4.5 "op"	70/100	6.5 "op"
Bitumeneigenschappen:				
<i>Penetratie</i>	75 % van 60	45	75 % van 10	75
<i>Verwekingspunt</i>	berekend	55	berekend	50
<i>Pen.Index</i>	aanname	-0.5	aanname	-0.5
Bitumenstijfheid (N/m²):				
<i>Voor vermoeingssterkte</i>	5 °C en 1 Hz	1.0 * 10 ⁸	5 °C en 1 Hz	6.0 * 10 ⁷
<i>Voor E-modulus</i>	5 °C en 10 Hz	3.0 * 10 ⁸	5 °C en 10 Hz	1.5 * 10 ⁸
Volumieke samenstelling:				
<i>Mineraal</i>	Berekend	83.0	Berekend	82.0
<i>Bitumen</i>	Berekend	10.0	Berekend	14.0
<i>Holle ruimte</i>	aanname	7.0	aanname	4.0
Mengselstijfheid (N/m²):				
<i>Voor vermoeingssterkte</i>	5 °C en 1 Hz	1.0 * 10 ¹⁰	5 °C en 1 Hz	5.5 * 10 ⁹
<i>Voor E-modulus</i>	5 °C en 10 Hz	1.8 * 10 ¹⁰	5 °C en 10 Hz	1.1 * 10 ¹⁰
Vermoeingssterkte:				
<i>Initiële rek (m/m)</i>	N _r = 10 ²	3.0 * 10 ⁻⁴	N _r = 10 ²	6.0 * 10 ⁻⁴
	N _r = 10 ⁴	1.5 * 10 ⁻⁴	N _r = 10 ⁴	3.0 * 10 ⁻⁴
<i>Initiële spanning (N/m²)</i>	N _r = 10 ²	3.0 * 10 ⁶	N _r = 10 ²	3.3 * 10 ⁶
	N _r = 10 ⁴	1.5 * 10 ⁶	N _r = 10 ⁴	1.6 * 10 ⁶

Implementatie van de berekening met bermen in GOLFKLAP 1.2 (zie § 2.3.17 en [Golfklap , 2004])

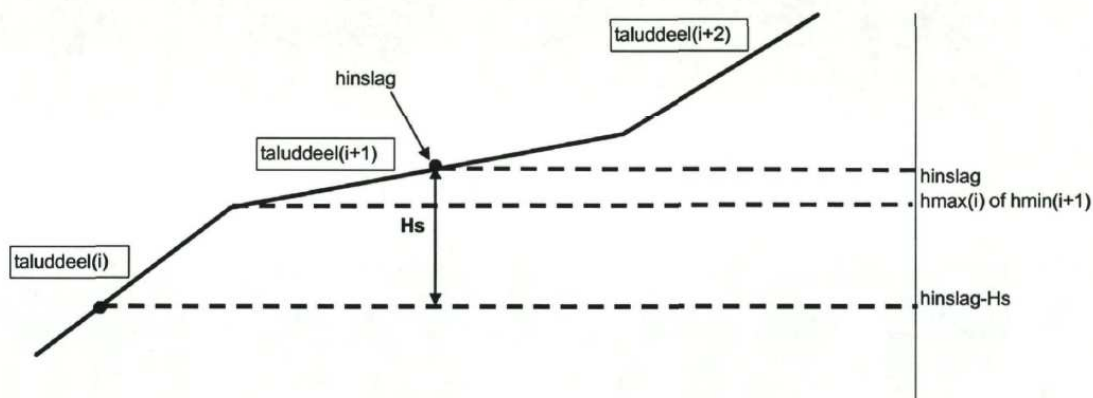
- De factor stoot wordt in het begin in een aparte lus bepaald voor $r = 1$ tot en met 11. Dit kan worden gehandhaafd. Deze factor stoot is geldig voor een talud van 1:4.
- Vervolgens wordt de factor stoot gecorrigeerd voor de taludhelling via de formule

$$stoot = stoot * \left(\frac{\tan \alpha}{0,25} \right)^a$$

bepaal de factor stoot voor alle taluddelen met een aparte taludhelling. Dit resulteert in:

stoot(taluddeel i)
 stoot(taluddeel i+1)
 stoot(taluddeel i+2)
 stoot(taluddeel...)

- De rekenwaarde van de factor stoot is afhankelijk van het inslagpunt en moet direct worden bepaald nadat het inslagpunt (hinslag) is bepaald (zie stroomschema).



$$stoot = \frac{h_{inslag} - h_{\max}(i)}{H_s} * stoot(i+1) + \frac{h_{\max}(i) + H_s - h_{inslag}}{H_s} * stoot(i)$$

waarbij:

- hinslag = inslagpunt van de golfklap
 hmax(i) = maximale hoogte van taluddeel i (mag ook worden vervangen door hmin(i+1), de minimale hoogte van taluddeel i+1).
 Hs = significante golfhoogte.
 Stoot(i) = factor stoot voor taluddeel i (afhankelijk van taludhelling, in het begin bepaald)
 Stoot(i+1) = factor stoot voor taluddeel i+1 etc.

In feite wordt gerekend met een gemiddelde factor stoot over een deel van het talud hinslag – Hs.

In het voorbeeld is ervan uitgegaan dat het deel van het talud hinslag – Hs twee taluddelen (i en i+1) heeft. Het kan ook zijn dat hinslag – Hs slechts op een taluddeel ligt. In dat geval kan gewoon de factor stoot van het betreffende taluddeel worden gebruikt.

Een andere mogelijkheid is dat het deel van het talud hinslag – Hs over drie taluddelen ligt (taluddelen i, i+1 en i+2). Dan wordt de factor stoot

$$stoot = \frac{h_{inslag} - h_{\max}(i+1)}{H_s} * stoot(i+2) + \frac{h_{\max}(i+1) - h_{\min}(i+1)}{H_s} * stoot(i+1) + \frac{h_{\max}(i) + H_s - h_{inslag}}{H_s} * stoot(i)$$

Uit [Burgt 1956]

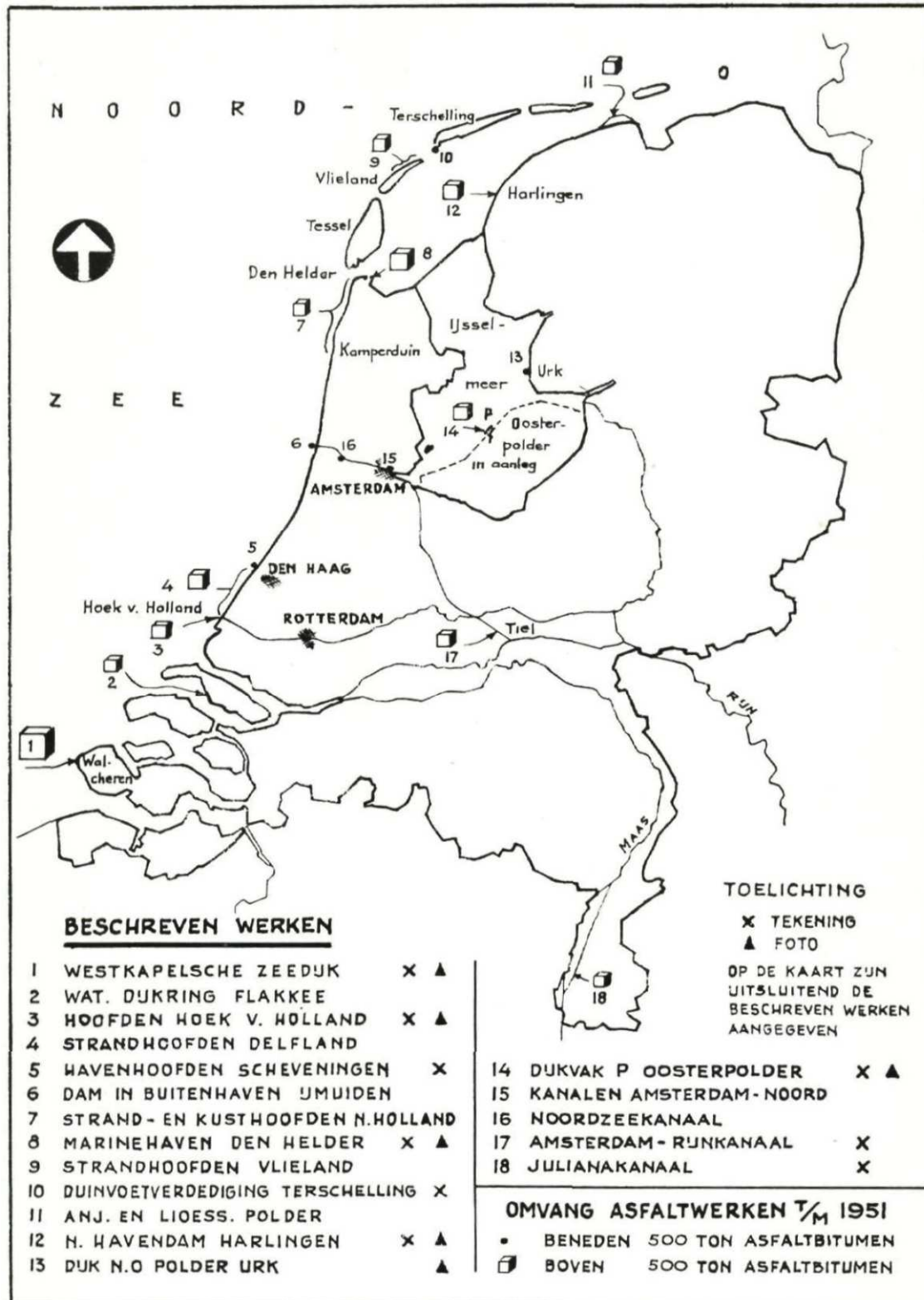


Fig. 1. Toepassing van asfalt voor waterbouwkundige werken in Nederland tot en met 1951.

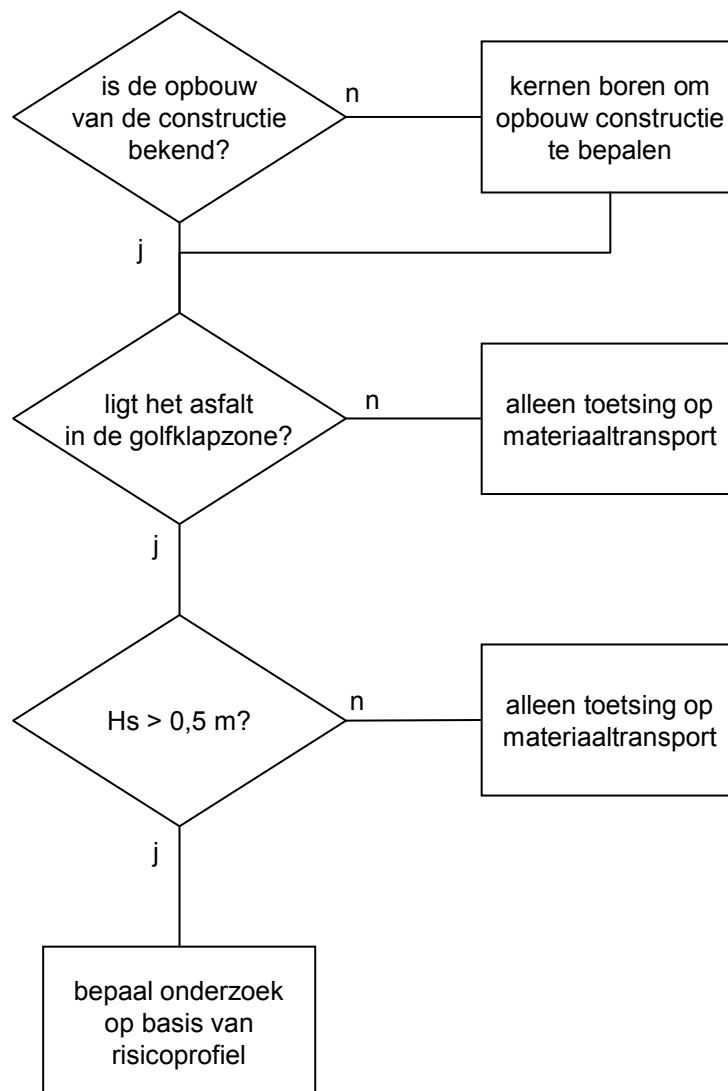
Bijlage 4 Notitie beoordeling asfaltwegen op dijken

NOTITIE

Onderwerp : Beoordeling asfaltwegen op dijken
 Projectnummer : 120214001
 Van : Arjan de Looff
 Datum : 24 oktober 2012
 Referentie : n120745/ov/adl

Inleiding

In het beheergebied van het hoogheemraadschap van Delfland liggen verschillende wegen met een asfaltverharding op de primaire waterkering. Daarom moet bij het toetsen op veiligheid worden bepaald of deze constructie voldoet aan de normen zoals gesteld in het VTV. Het is echter niet altijd duidelijk welk onderzoek noodzakelijk is om tot een oordeel gegeven. Vaak is een gedetailleerde beoordeling op golfklappen zoals het VTV voorschrijft niet nodig omdat er verschillende redenen zijn aan te wijzen die het risico op bezwijken van een wegconstructie onder maatgevende omstandigheden verkleinen. Deze notitie biedt een handvat om te bepalen welk onderzoek moet worden uitgevoerd om een onderbouwde toetsscore te kunnen geven.



Figuur 1: schema eerste selectie

Eerste selectie

Aangevangen wordt met een eerste selectie. In de eerste plaats moet worden nagegaan of de opbouw van de constructie bekend is. Deze gegevens moeten altijd beschikbaar zijn; bekend moet zijn wat precies wordt beheerd.

Daarna moet worden nagegaan in welke zone de constructie ligt. Ligt de weg niet in de golfklapzone maar wel in de golfploopzone, dan kan worden volstaan met een toetsing op materiaaltransport. Dit betreft het beoordelen van bij een visuele inspectie aangetroffen schade. Ligt een weg in de golfklapzone maar is de significante golfhoogte kleiner dan 0,5 m, dan kan worden volstaan met een toetsing op materiaaltransport.

Als de weg in de golfklapzone ligt en de significante golfhoogte is groter dan 0,5 m, dan kan met de onderstaande vragen het risicoprofiel worden vastgesteld om te bepalen welk onderzoek nodig is om tot een onderbouwde toetsscore te komen.

Bepalen risicoprofiel

Op basis van een aantal gegevens kan het risicoprofiel worden vastgesteld.

kenmerk	risicoprofiel		
	Laag (1)	Middel (2)	Hoog (3)
H_s	< 0,75 m	0,75 – 2 m	> 2 m
Locatie in het profiel	Toetspeil – 1 m of hoger	Tussen – 1 m en – 3m onder toetspeil	Toetspeil – 3 m of lager
taludhelling	Flauwer dan 1:8	Steiler dan 1:8	
Fundering aanwezig	Ja		nee

Golfhoogte

Hoe hoger de maatgevende golfbelasting, des te hoger de kans op bezwijken onder golfaanval.

Locatie in het profiel

Vaak is een weg aangelegd op een berm ongeveer op het niveau van het toetspeil. In zo'n geval is het aantal golfklappen gering dat bij een maatgevende storm de wegconstructie belast. De meeste golfklappen treffen immers het talud circa 0,5 H_s (verticaal gemeten) onder toetspeil in.

Hoe lager de wegconstructie op het buitentalud ligt, hoe meer golven de wegconstructie zullen belasten.

Een hoge freatische lijn is nodig om zand door een scheur te transporteren. Boven de freatische lijn ontbreekt dit mechanisme. Ook dit verkleint de kans op vervolgschade bij de aanwezigheid van scheuren in de constructie.

Taludhelling

Meestal ligt een weg in de lengterichting op de dijk op een berm en ligt de weg bijna vlak. Hierdoor is het verhang over de wegconstructie gering waardoor freatisch water niet of moeilijk uitstroomt. Bij een wegovergang dwars op de dijk zijn de omstandigheden anders. Deze moet worden beschouwd als een normale asfalt dijkbekleding.

Funderingslaag aanwezig

Vaak is in een wegconstructie een (half)gebonden funderingslaag onder de asfaltverharding aanwezig. Ook dit verkleint de kans op gevolgschade bij aanwezigheid van scheuren in het asfalt. Funderingsmateriaal zal niet of nauwelijks uitspoelen door een scheur in verband met de grootte van de korrel en de binding van het materiaal.

Bepalen benodigd onderzoek

Na het uitvoeren van de eerste selectie kan met behulp van de vier bovenstaande vragen worden vastgesteld of de kans op bezwijken van de constructie gering is of niet.

Bepaal per vraag of het risico laag, middel of hoog is en ken als volgt een score toe:

Laag	-	1 punt
Middel	-	2 punten
Hoog	-	3 punten

Bij een score van 7 punten of meer is het noodzakelijk om een gedetailleerde beoordeling op golfklappen uit te voeren conform het VTV. Hierbij worden in het veld grondradar- en valgewicht-deflectiemetingen uitgevoerd om de laagdikten en stijfheden van de constructie te bepalen. Op monsters uit de constructie worden breuksterkte- en vermoeiingsproeven uitgevoerd. Met het computermodel Golfklap wordt vastgesteld of de constructie in staat is om de maatgevende belastingen te weerstaan.

Als een score van 7 punten of meer wordt gehaald maar de constructie ligt op het niveau Toetspeil – 1 m of hoger, dan is het uitvoeren van vermoeiingsproeven niet noodzakelijk in verband met het geringe aantal golfklappen. In dat geval kan worden volstaan met het bepalen van de breuksterkte. Deze wordt getoetst aan de maximaal optreden spanningen onder golfbelasting.

Bij een score van 6 punten of lager kan worden volstaan met een toetsing op materiaaltransport. Hier wordt tijdens een visuele inspectie gecontroleerd of er schade (met name scheuren en openstaande naden) aanwezig is die kan leiden tot uitspoeling van materiaal uit de ondergrond. Overgangsconstructies naar andere materialen moeten hierbij goed worden gecontroleerd omdat dit zwakke plekken in de constructie zijn.

Bijlage 5 De uitvoeringsvarianten gecategoriseerd

				Naam dijkvak				
Bron	Aanlegjaar	Breedte berm (m)	Hoogte Berm (NAP +) (m)	A	B	C	D	E
DBD 52	1969	15	5				Pettemer zeewering	
TAW-1985-001	1977-1980	16	5				Hondsbosche zeewering	
DWW-1990		16	6,73-7,83				Westkapelse zeedijk	
Biezeveld, N.	1958-1961	nvt	3	Veerse dam				
Barentsen, W 1964	1947-1949	buitenberm 4, binnenberm 2,25		Havendam Harlingen (ZA)				
Barentsen, W 1964		3	3,5-3,75			Noordelijke dijken Goerree		
Barentsen, W 1964		3,5	3,5-3,7				Zuidelijke dijken Goerree	
Barentsen, W 1964		5	9-9,5				Verlengde Helderse zeewering bij Huisduinen	
Biezeveld, N. 1967	1971	25	5-5,5	Brouwersdam				
DBD 2	1958	niet bekend	3,5-4				(tijdelijke) Omringdijk bouwput Haringvliet	
DBD 16		10	3-3,7			Dijk bij Ossensisse (Nijspolder)		
DBD 21		30						Dijk om de Sloehaven
DBD 61	± 1973		6,5				Damvak Geul	
DBD 114		4	6				Ommelander zeedijk	
DBD 114		geen berm	geen berm				Emmapolder zeedijk	
Barentsen, W 1964		5	7			Zeewering 's Gravenzande		
DBD 47		± 4	4	Werkeiland Roggeplaat				
TAW-1985		± 2,5	7					
TAW-1985-001	1975-1976	3	4,85-5				Veerdam Holwerd - Wierum	
TAW-1985-001	1967 en 1979	3	3,3			Mokbaaidijk	Rijkszeewering Oude Schild	
TAW-1985-001	1965-1967	4	3			Bolwerk Robbengat		
TAW-1985-001	1980-1981	3	5,55-5,70				Eendrachtisdijk	
DBD 64		5	4			Werkeiland Noordland	Werkeiland Noordland	
DBD 31								Dijkverzwaring Hoedekenskerke
DBD 27		6	6,63-6,73					Afsluitdam Grevelingedam
TAW 2002		4	2,4					Dijk op Ameland
e0803158		± 3	2,3-2,6			Zeedijk bij de keersluis te Termunten		