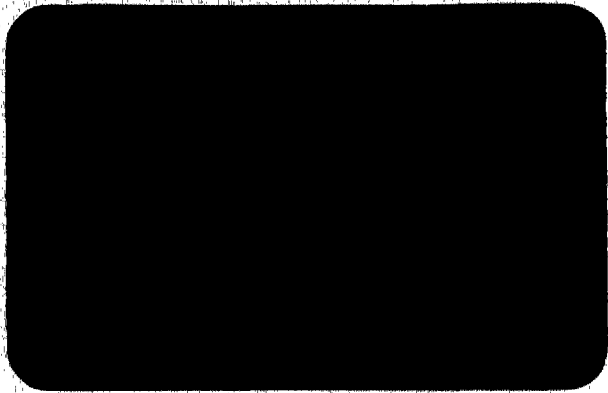


BIBLIOTHEEK
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 5044, 2600 GA
Tel. 015

30 OKT. 1990



dienst weg- en waterbouwkunde

BIBLIOTHEEK
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 5044, 2600 GA DELFT
Tel. 015 - 699111

30 OKT. 1990

notanr : WBA-N-88.028

Strandhuisjes op de
taludbekleding bij
het waterschap Walcheren.

projectnr : W.88.06/01.

Dienst Weg en Waterbouwkunde.

Hoofdafdeling Waterbouw.

Afdeling Advies.

J.C.P.Johanson.

datum : 29 april 1988.

Inhoud.

bladzijde.

| | |
|---------------------------|----|
| 1. Inleiding. | 1. |
| 2. Beschrijving situatie. | 1. |
| 3. Berekeningen. | 1. |
| 4. Discussie. | 2. |
| 5. Maatregelen. | 3. |
| 6. Conclusies. | 6. |

Bijlagen.

1. Berekening grootte golfklap en benodigde paaldoorsnede.
2. Berekeningen paallengte.

1. Inleiding.

Ten behoeve van de strandrecreatie bestaan plannen om langs de kust van Walcheren op daartoe geschikte plaatsen het aantal strandhuisjes uit te breiden. Aan het waterschap Walcheren wordt toestemming gevraagd om deze huisjes ook op de harde bekleding te plaatsen. Daartoe is het noodzakelijk om palen door de bekleding tot in het dijklichaam te plaatsen. Aan de Dienst Weg- en Waterbouwkunde is verzocht na te gaan of hiertoe toestemming kan worden verleend en welke maatregelen noodzakelijk zijn om schade ten gevolge van de aanwezigheid van de palen te voorkomen.

2. Beschrijving situatie.

De strandhuisjes hebben een afmeting van $2 * 2 \text{ m}^2$. Het ligt in de bedoeling dat de vloer op NAP + 4,0 m zal komen te liggen. De achterzijde van het grondvlak rust op de glooiing. De voorzijde wordt op baddingen gelegd die worden bevestigd aan palen die door de bekleding heen zullen worden gestoken. De palen zullen ongeveer op NAP + 3,3 m uit het talud steken. Gedurende het stormseizoen zijn slechts de palen aanwezig. De huisjes zelf en de baddingen worden jaarlijks na het toeristenseizoen verwijderd.

In eerste instantie gaat het om een bekleding van gepenetreerde breuksteen. Indien hiervoor toestemming wordt verleend, verwacht het waterschap dat in een later stadium zal worden gevraagd of ook glooiingen van gezette natuursteen in aanmerking kunnen komen voor het plaatsen van strandhuisjes.

3. Berekeningen.

Rekenen aan de krachten die ten gevolge van golfklappen op de palen worden uitgeoefend is niet eenvoudig. Enerzijds zijn er berekeningsmethoden om krachten op palen te berekenen tengevolge van golven op diep water. Deze berekeningen worden gebruikt om

booreilanden en dergelijke te dimensioneren. Anderzijds kan worden gerekend aan de krachten die brekende golven uitoefenen op loodrechte wanden. Beide methoden kunnen eigenlijk niet op eenvoudige wijze worden toegepast ten aanzien van palen op een talud in de brekerzône. Desondanks zijn enige globale berekeningen uitgevoerd met behulp van de laatstgenoemde methode. De resultaten hiervan zijn in bijlage 1 weergegeven. Tevens blijkt uit deze bijlage dat houten palen met een doorsnede van 20*20 cm² ruimschoots voldoen.

Op bijlage 2 wordt een indicatie gegeven van de benodigde paallengte in de draagkrachtige ondergrond. Hierbij is gebruik gemaakt van een berekeningsmethode voor ducdalven.

Naast bovenbedoelde krachten die door golfklappen op de palen kunnen worden overgebracht, bestaat in theorie de mogelijkheid dat de palen ten gevolge van de golfklappen in trilling worden gebracht. Gezien de geringe lengte van de palen boven het talud is deze mogelijkheid niet verder in het onderzoek betrokken.

4. Discussie.

1. Strandhuisjes kunnen worden beschouwd als vreemde objecten op een waterkering. Bij het verlenen van toestemming tot het plaatsen hiervan op een waterkering wordt afgeweken van de leidraad voor ontwerp, beheer en onderhoud van constructies en vreemde objecten in, op en nabij waterkeringen, uitgegeven door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) waarin het plaatsen van vreemde objecten in of nabij waterkeringen wordt ontraden. Deze aanbeveling wordt gegeven om een uit waterkerings-technisch oogpunt (qua veiligheid en beheer) zo goed mogelijke constructie te verkrijgen.

2. Er kunnen evenwel andere zwaarwegende overwegingen zijn die nopen tot afwijking van de gewenste situatie volgens de leidraad, zoals in dit geval het recreatief medegebruik. Het afwijken van de voor de waterkering meest ideale situatie is toelaatbaar zoals ook

vermeld wordt in de brief waarmee de toenmalige minister van verkeer en waterstaat deze leidraad aan de provincies heeft toegezonden (briefnr. HW/AL 65231 d.d. 01-10-1976).

3. Het spreekt vanzelf dat het dan niet toelaatbaar is dat de veiligheid van de waterkering door plaatsing van strandhuisjes niet meer aan de geldende minimum normen voldoet. Eventuele negatieve effecten die ontstaan ten gevolge van het afwijken van de leidraad dienen te worden gecompenseerd. Technisch gezien is het mogelijk om een constructie tot stand te brengen die voldoende veilig is. Daartoe worden in het volgende hoofdstuk enige maatregelen aanbevolen.

5. Maatregelen.

Maatregelen die kunnen worden getroffen om de kwaliteit van de waterkering te handhaven.

1. Om stormschade aan de bekleding van het buitentalud ten gevolge van losgeraakte strandhuisjes of onderdelen daarvan te voorkomen, wordt door het waterschap geëist dat de strandhuisjes gedurende het stormseizoen van de glooiing worden verwijderd. Om de kans op stormschade verder te beperken wordt aanbevolen om een nog kortere periode aan te houden waarin toestemming wordt verleend om de strandhuisjes te plaatsen.

2. Een van de redenen waarom rijen perkoenpalen, die boven het talud uitsteken tegenwoordig minder gewenst worden geacht is het ontstaan van trillingen tengevolge van golfklappen die, vooral bij gezette glooiingen, tot schade kunnen leiden. Het is aan te bevelen om rond de palen een ruimte in de bekleding te creëren die wordt opgevuld met een bitumineus penetratiemortel. Tijdens inspectie van de waterkering en na een stormvloed is het raadzaam enige extra aandacht aan deze gedeelten te besteden.

3. De keuze van het materiaal waaruit de palen dienen te bestaan is moeilijk. Zowel houten palen als stalen palen hebben zowel voor- als nadelen. Hier worden enige voor- en nadelen van houten en metalen palen genoemd.

Voordelen houten palen:

- Waarschijnlijk zijn de trillingen ten gevolge van golfklappen gering.
- Wellicht een vriendelijker aanzicht.

Nadelen van houten palen:

- Snelle beschadiging mogelijk, onder andere door brandstichting.
- Hout kan gaan rotten, ook hardhout in een minder zout milieu.

Voordelen stalen palen.

- Grotere toelaatbare krachten.

Nadelen van stalen palen.

- Roestvorming.
- Wellicht sterkere trillingen.

4. Aan het einde van de levensduur van de palen of na het ontstaan van schade dienen de palen te worden verwijderd. De te volgen procedure dient nu reeds te worden vastgesteld, evenals degene die de kosten dient te voldoen.

5. Om de aanspreekbaarheid van de eigenaren van de strandhuisjes te bevorderen is het beter dat hun aantal niet al te uitgebreid is. Het is raadzaam om mede naar aanleiding van bovenstaande punten afspraken te maken voordat toestemming wordt verleend tot het plaatsen van huisjes.

6. Indien ruimte is ontstaan tussen de paal en de penetratiemortel, zal de golfklap moeten worden opgevangen door de ondergrond. Om dit te kunnen zal de paal over een zekere lengte in de draagkrachtige (zand)laag moeten steken. Op bijlage 2 is een berekening uitgevoerd waarmee de inheidiepte is bepaald.

6. Conclusies.

1. Het toestaan van strandhuisjes op een bekleding van gepene-
treerde breuksteen of van gezette natuursteen kan voor een beheer-
der enige overlast met zich mee brengen. Deze overlast en eventue-
le kosten kunnen worden beperkt door het maken van goede afspra-
ken.

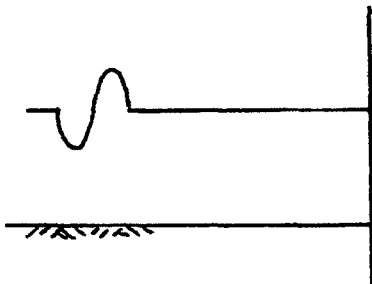
2. De aanwezigheid van de palen, waarop de strandhuisjes rusten,
is toelaatbaar mits de in hoofdstuk 5 genoemde maatregelen in acht
worden genomen.

BIJLAGE 1.

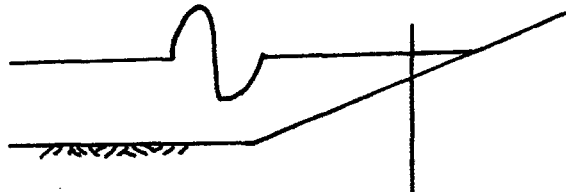
Berekening grootte golfklap en benodigde paaldiameter.

Ten behoeve van het milieumonument te Vlissingen is met de Minikin Methode een kracht bepaald tengevolge van een golf op de constructie. Met de formule die destijds voor het monument is gebruikt is ook hier gerekend. Opgemerkt wordt dat deze methode eigenlijk geldt voor een loodrechte wand, die over een grote breedte als waterkering dient en waarvan de teen in min of meer diep water is gesitueerd.

Zowel de breedte van een paal als de hoogteligging van de paal ten opzichte van de waterspiegel zijn hiermee niet in overeenstemming zoals uit onderstaande principeschetsjes blijkt.



toepassingsgebied



paal op talud

De formule waarvan gebruik is gemaakt luidt als volgt :

$$R_m = 675 * 10^3 * \frac{H_b^2}{L_0} * d_s , \text{ waarin}$$

R_m = kracht door dynamische drukverdeling [N/m^1].

H_b = breker golfhoogte [m].

L_0 = golflengte bij waterdiepte d_s [m].

d_s = waterdiepte ter plaatse van de constructie [m].

Aannamen : de waterdiepte voor de constructie is constant gedacht op NAP.

: de golfhoogte wordt bepaald door de waterdiepte volgens $H_s = d_s / 2$.

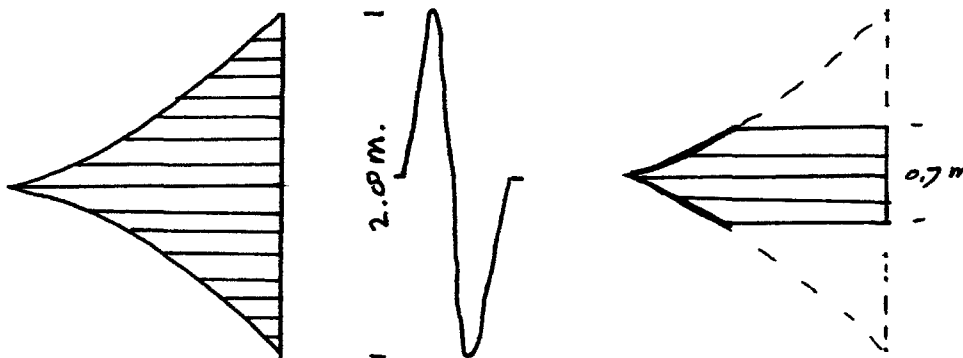
: voor L_0 is 20 m aangehouden, dit is een ongunstige aanname, de bijbehorende golfperiode van 3,6 s is extreem kort.

In de volgende tabel zijn waarden van R_m weergegeven.

| waterstand [m tov NAP] | strand- ligging [m tov NAP] | golf- hoogte [m] | R_m [N/m ¹] |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------------|
| 2,00 | NAP | 1,00 | 67.500 |
| 4,00 | NAP | 2,00 | 540.000 |
| 5,60 | NAP | 2,80 | 1.481.760 |

kracht door dynamische drukverdeling.

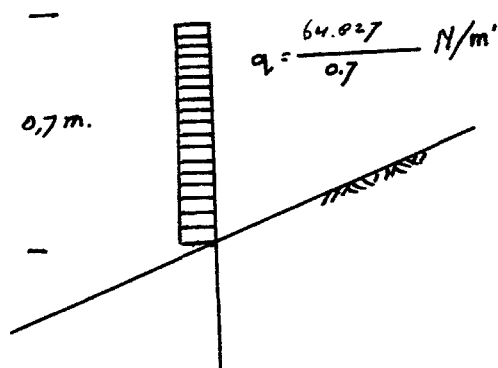
De krachten die in deze tabel zijn weergegeven worden uitgeoefend op een loodrecht in zee staande wand tussen het dal en de top van de golf. De lengte van de palen die ten behoeve van de strandhuisjes boven de glooiing uitsteken zal ongeveer 0,7 m zijn. Aangenomen wordt dat in dit gedeelte de grootste kracht wordt overgebracht. Volgens onderstaande figuur komt dit neer op 648.270 N/m¹.



totale kracht op wand

maximale kracht op paal.

Uitgaande van palen met een diameter van 0,2 m en een paalafstand van 2,0 m komt dit neer op 64.827 N per paal. Er wordt dan geen rekening gehouden met reductie voor de beperkte afmetingen van de paal. Deze belasting wordt nu aangenomen als zijnde gelijkmatig verdeeld. Volgens onderstaande figuur volgt een moment van :
 $0,5 * (64.827 / 0,7) * 0,7^2 = 22,7 \text{ kNm}$.



bepaling maximaal moment bij inklemming tpv talud.

Het weerstandsmoment van een vierkante paal met een doorsnede van 0,2 m is $1/6 * 0,2^3 = 0,0013 \text{ m}^3$.

De optredende buigspanning is dan 17.461 kN/m^2 , dit is 175 kg/cm^2 , hetgeen voldoende is. Zeker indien in aanmerking wordt genomen dat de aannamen zeer ongunstig zijn ingeschat.

BIJLAGE 2.

Berekening paallengte.

Er wordt van uitgegaan dat de bovenbelasting zo gering is dat de krachten die door de golven op de palen worden uitgeoefend maatgevend zijn.

In deze bijlage is gebruik gemaakt van formules die door Blum zijn afgeleid ten behoeve van het berekenen van elastische inklemming bij ducdalven.

De volgende aannamen zijn toegepast :

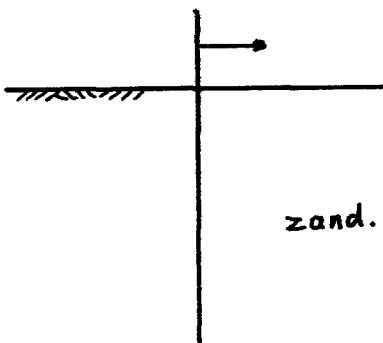
De belasting per paal bedraagt 64.800 N, deze kracht grijpt aan op 0,35 m boven maaiveld (halve hoogte boven mv.).

De lengte van de paal boven maaiveld is 0,7 m.

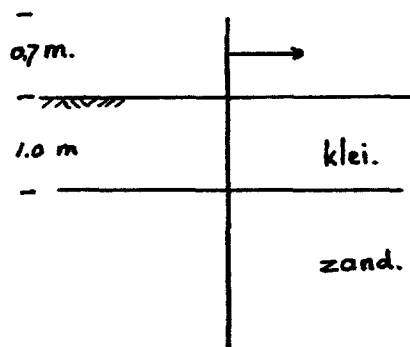
De breedte van de paal is 0,2 m.

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd.

- 1 De weerstandbiedende laag begint gelijk bij het maaiveld.
- 2 De weerstandbiedende laag begint pas op mv. -1,0m, hierboven bevindt zich een laag klei.



principe berekening 1



principe berekening 2

De theoretische inheidiepte wordt bepaald met de formule:

$$\frac{24 * P}{f_w} = t_0^3 * \frac{4 * b + t_0}{h + t_0}$$

waarin :

P = belasting [kN].

$f_w = \gamma * \text{tg}^2(45^\circ + \text{phi}/2)$.

γ = soortelijk gewicht grond, aangehouden is 16 kN / m³.

phi = hoek van inwendige wrijving, aangehouden is 30°.

t₀ = theoretische inheidiepte [m].

b = breedte van de paal [m].

h = afstand tussen de weerstandbiedende laag en belasting [m].

Bij de eerste berekening wordt een t₀ gevonden van 3,1 m.

Hieruit volgt een inheidiepte van :

$$1,2 * 3,1 = 3,7 \text{ m.}$$

lengte boven maaiveld : 0,7 m.

totale paallengte : 4,4 m.

Bij de tweede berekening wordt een t₀ gevonden van 3,3 m.

Hieruit volgt een inheidiepte van :

$$1,2 * 3,3 = 4,0 \text{ m}$$

dikte slappe laag : 1,0 m.

lengte boven maaiveld : 0,7 m.

totale paallengte : 5,7 m.

Met behulp van andere methoden kan de paallengte exacter worden bepaald, dit geeft kortere paallengten. Aangezien de aannamen bij deze lengtebepaling zeer grof zijn benaderd is het toepassen van andere methoden niet zinvol.

notanr : WBA-N-88.028

**Strandhuisjes op de
taludbekleding bij
het waterschap Walcheren.**

projectnr : W.88.06/01.

Dienst Weg en Waterbouwkunde.

Hoofdafdeling Waterbouw.

Afdeling Advies.

J.C.P.Johanson.

datum : 29 april 1988.

Inhoud.

bladzijde.

| | |
|---------------------------|----|
| 1. Inleiding. | 1. |
| 2. Beschrijving situatie. | 1. |
| 3. Berekeningen. | 1. |
| 4. Discussie. | 2. |
| 5. Maatregelen. | 3. |
| 6. Conclusies. | 6. |

Bijlagen.

1. Berekening grootte golfklap en benodigde paaldoorsnede.
2. Berekeningen paallengte.

1. Inleiding.

Ten behoeve van de strandrecreatie bestaan plannen om langs de kust van Walcheren op daartoe geschikte plaatsen het aantal strandhuisjes uit te breiden. Aan het waterschap Walcheren wordt toestemming gevraagd om deze huisjes ook op de harde bekleding te plaatsen. Daartoe is het noodzakelijk om palen door de bekleding tot in het dijklichaam te plaatsen. Aan de Dienst Weg- en Waterbouwkunde is verzocht na te gaan of hiertoe toestemming kan worden verleend en welke maatregelen noodzakelijk zijn om schade ten gevolge van de aanwezigheid van de palen te voorkomen.

2. Beschrijving situatie.

De strandhuisjes hebben een afmeting van $2 * 2 \text{ m}^2$. Het ligt in de bedoeling dat de vloer op NAP + 4,0 m zal komen te liggen. De achterzijde van het grondvlak rust op de glooiing. De voorzijde wordt op baddingen gelegd die worden bevestigd aan palen die door de bekleding heen zullen worden gestoken. De palen zullen ongeveer op NAP + 3,3 m uit het talud steken. Gedurende het stormseizoen zijn slechts de palen aanwezig. De huisjes zelf en de baddingen worden jaarlijks na het toeristenseizoen verwijderd.

In eerste instantie gaat het om een bekleding van gepenetreerde breuksteen. Indien hiervoor toestemming wordt verleend, verwacht het waterschap dat in een later stadium zal worden gevraagd of ook glooiingen van gezette natuursteen in aanmerking kunnen komen voor het plaatsen van strandhuisjes.

3. Berekeningen.

Rekenen aan de krachten die ten gevolge van golfklappen op de palen worden uitgeoefend is niet eenvoudig. Enerzijds zijn er berekeningsmethoden om krachten op palen te berekenen tengevolge van golven op diep water. Deze berekeningen worden gebruikt om

booreilanden en dergelijke te dimensioneren. Anderzijds kan worden gerekend aan de krachten die brekende golven uitoefenen op loodrechte wanden. Beide methoden kunnen eigenlijk niet op eenvoudige wijze worden toegepast ten aanzien van palen op een talud in de brekerzône. Desondanks zijn enige globale berekeningen uitgevoerd met behulp van de laatstgenoemde methode. De resultaten hiervan zijn in bijlage 1 weergegeven. Tevens blijkt uit deze bijlage dat houten palen met een doorsnede van 20*20 cm² ruimschoots voldoen.

Op bijlage 2 wordt een indicatie gegeven van de benodigde paallengte in de draagkrachtige ondergrond. Hierbij is gebruik gemaakt van een berekeningsmethode voor ducdalven.

Naast bovenbedoelde krachten die door golfklappen op de palen kunnen worden overgebracht, bestaat in theorie de mogelijkheid dat de palen ten gevolge van de golfklappen in trilling worden gebracht. Gezien de geringe lengte van de palen boven het talud is deze mogelijkheid niet verder in het onderzoek betrokken.

4. Discussie.

1. Strandhuisjes kunnen worden beschouwd als vreemde objecten op een waterkering. Bij het verlenen van toestemming tot het plaatsen hiervan op een waterkering wordt afgeweken van de leidraad voor ontwerp, beheer en onderhoud van constructies en vreemde objecten in, op en nabij waterkeringen, uitgegeven door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) waarin het plaatsen van vreemde objecten in of nabij waterkeringen wordt ontraden. Deze aanbeveling wordt gegeven om een uit waterkerings-technisch oogpunt (qua veiligheid en beheer) zo goed mogelijke constructie te verkrijgen.

2. Er kunnen evenwel andere zwaarwegende overwegingen zijn die nopen tot afwijking van de gewenste situatie volgens de leidraad, zoals in dit geval het recreatief medegebruik. Het afwijken van de voor de waterkering meest ideale situatie is toelaatbaar zoals ook

vermeld wordt in de brief waarmee de toenmalige minister van verkeer en waterstaat deze leidraad aan de provincies heeft toegezonden (briefnr. HW/AL 65231 d.d. 01-10-1976).

3. Het spreekt vanzelf dat het dan niet toelaatbaar is dat de veiligheid van de waterkering door plaatsing van strandhuisjes niet meer aan de geldende minimum normen voldoet. Eventuele negatieve effecten die ontstaan ten gevolge van het afwijken van de leidraad dienen te worden gecompenseerd. Technisch gezien is het mogelijk om een constructie tot stand te brengen die voldoende veilig is. Daartoe worden in het volgende hoofdstuk enige maatregelen aanbevolen.

5. Maatregelen.

Maatregelen die kunnen worden getroffen om de kwaliteit van de waterkering te handhaven.

1. Om stormschade aan de bekleding van het buitentalud ten gevolge van losgeraakte strandhuisjes of onderdelen daarvan te voorkomen, wordt door het waterschap geëist dat de strandhuisjes gedurende het stormseizoen van de glooiing worden verwijderd. Om de kans op stormschade verder te beperken wordt aanbevolen om een nog kortere periode aan te houden waarin toestemming wordt verleend om de strandhuisjes te plaatsen.

2. Een van de redenen waarom rijen perkoenpalen, die boven het talud uitsteken tegenwoordig minder gewenst worden geacht is het ontstaan van trillingen tengevolge van golfklappen die, vooral bij gezette glooiingen, tot schade kunnen leiden. Het is aan te bevelen om rond de palen een ruimte in de bekleding te creëren die wordt opgevuld met een bitumineus penetratiemortel. Tijdens inspectie van de waterkering en na een stormvloed is het raadzaam enige extra aandacht aan deze gedeelten te besteden.

3. De keuze van het materiaal waaruit de palen dienen te bestaan is moeilijk. Zowel houten palen als stalen palen hebben zowel voor- als nadelen. Hier worden enige voor- en nadelen van houten en metalen palen genoemd.

Voordelen houten palen:

- Waarschijnlijk zijn de trillingen ten gevolge van golfklappen gering.
- Wellicht een vriendelijker aanzicht.

Nadelen van houten palen:

- Snelle beschadiging mogelijk, onder andere door brandstichting.
- Hout kan gaan rotten, ook hardhout in een minder zout milieu.

Voordelen stalen palen.

- Grotere toelaatbare krachten.

Nadelen van stalen palen.

- Roestvorming.
- Wellicht sterkere trillingen.

4. Aan het einde van de levensduur van de palen of na het ontstaan van schade dienen de palen te worden verwijderd. De te volgen procedure dient nu reeds te worden vastgesteld, evenals degene die de kosten dient te voldoen.

5. Om de aanspreekbaarheid van de eigenaren van de strandhuisjes te bevorderen is het beter dat hun aantal niet al te uitgebreid is. Het is raadzaam om mede naar aanleiding van bovenstaande punten afspraken te maken voordat toestemming wordt verleend tot het plaatsen van huisjes.

6. Indien ruimte is ontstaan tussen de paal en de penetratiemortel, zal de golfklap moeten worden opgevangen door de ondergrond. Om dit te kunnen zal de paal over een zekere lengte in de draagkrachtige (zand)laag moeten steken. Op bijlage 2 is een berekening uitgevoerd waarmee de inheidiepte is bepaald.

6. Conclusies.

1. Het toestaan van strandhuisjes op een bekleding van gepene-
treerde breuksteen of van gezette natuursteen kan voor een beheer-
der enige overlast met zich mee brengen. Deze overlast en eventue-
le kosten kunnen worden beperkt door het maken van goede afspra-
ken.

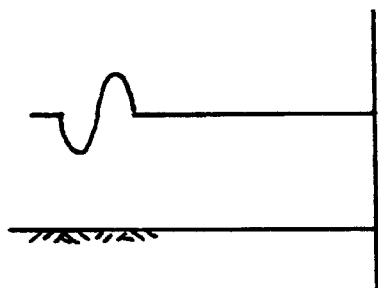
2. De aanwezigheid van de palen, waarop de strandhuisjes rusten,
is toelaatbaar mits de in hoofdstuk 5 genoemde maatregelen in acht
worden genomen.

BIJLAGE 1.

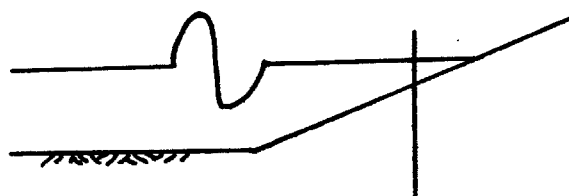
Berekening grootte golfklap en benodigde paaldiameter.

Ten behoeve van het milieumonument te Vlissingen is met de Minikin Methode een kracht bepaald tengevolge van een golf op de constructie. Met de formule die destijds voor het monument is gebruikt is ook hier gerekend. Opgemerkt wordt dat deze methode eigenlijk geldt voor een loodrechte wand, die over een grote breedte als waterkering dient en waarvan de teen in min of meer diep water is gesitueerd.

Zowel de breedte van een paal als de hoogteligging van de paal ten opzichte van de waterspiegel zijn hiermee niet in overeenstemming zoals uit onderstaande principeschetsjes blijkt.



toepassingsgebied



paal op talud

De formule waarvan gebruik is gemaakt luidt als volgt :

$$R_m = 675 * 10^3 * \frac{H_b^2}{L_0} * d_s, \text{ waarin}$$

R_m = kracht door dynamische drukverdeling [N/m^1].

H_b = breker golfhoogte [m].

L_0 = golflengte bij waterdiepte d_s [m].

d_s = waterdiepte ter plaatse van de constructie [m].

Aannamen : de waterdiepte voor de constructie is constant gedacht op NAP.

: de golfhoogte wordt bepaald door de waterdiepte volgens $H_s = d_s / 2$.

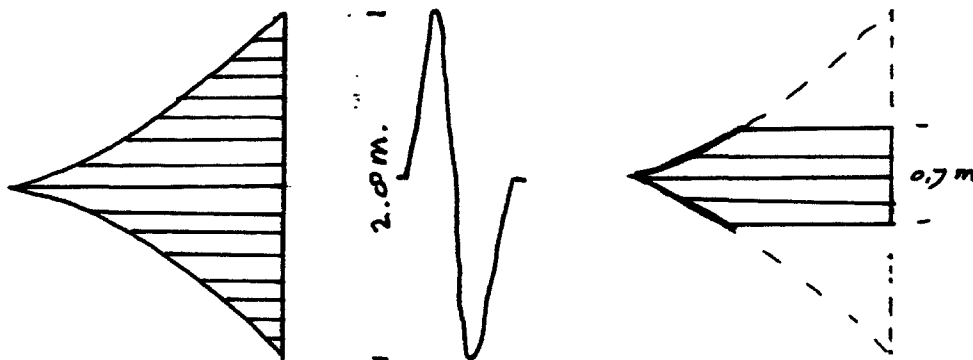
: voor L_0 is 20 m aangehouden, dit is een ongunstige aanname, de bijbehorende golfperiode van 3,6 s is extreem kort.

In de volgende tabel zijn waarden van R_m weergegeven.

| waterstand [m tov NAP] | strand- ligging [m tov NAP] | golf- hoogte [m] | R_m [N/m ¹] |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------------|
| 2,00 | NAP | 1,00 | 67.500 |
| 4,00 | NAP | 2,00 | 540.000 |
| 5,60 | NAP | 2,80 | 1.481.760 |

kracht door dynamische drukverdeling.

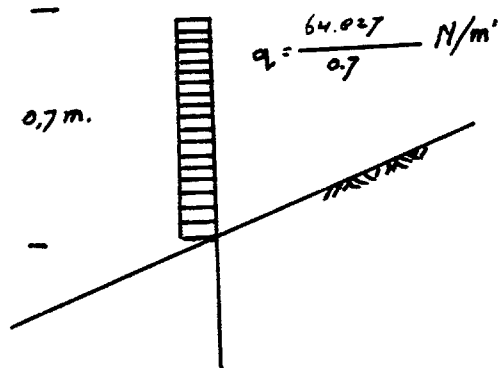
De krachten die in deze tabel zijn weergegeven worden uitgeoefend op een loodrecht in zee staande wand tussen het dal en de top van de golf. De lengte van de palen die ten behoeve van de strandhuisjes boven de glooiing uitsteken zal ongeveer 0,7 m zijn. Aangenomen wordt dat in dit gedeelte de grootste kracht wordt overgebracht. Volgens onderstaande figuur komt dit neer op 648.270 N/m¹.



totale kracht op wand

maximale kracht op paal.

Uitgaande van palen met een diameter van 0,2 m en een paalafstand van 2,0 m komt dit neer op 64.827 N per paal. Er wordt dan geen rekening gehouden met reductie voor de beperkte afmetingen van de paal. Deze belasting wordt nu aangenomen als zijnde gelijkmatig verdeeld. Volgens onderstaande figuur volgt een moment van :
 $0,5 * (64.827 / 0,7) * 0,7^2 = 22,7 \text{ kNm}$.



bepaling maximaal moment bij inklemming tpv talud.

Het weerstandsmoment van een vierkante paal met een doorsnede van 0,2 m is $\frac{1}{6} * 0,2^3 = 0,0013 \text{ m}^3$.

De optredende buigspanning is dan 17.461 kN/m^2 , dit is 175 kg/cm^2 , hetgeen voldoende is. Zeker indien in aanmerking wordt genomen dat de aannamen zeer ongunstig zijn ingeschat.

BIJLAGE 2.

Berekening paallengte.

Er wordt van uitgegaan dat de bovenbelasting zo gering is dat de krachten die door de golven op de palen worden uitgeoefend maatgevend zijn.

In deze bijlage is gebruik gemaakt van formules die door Blum zijn afgeleid ten behoeve van het berekenen van elastische inklemming bij ducdalven.

De volgende aannamen zijn toegepast :

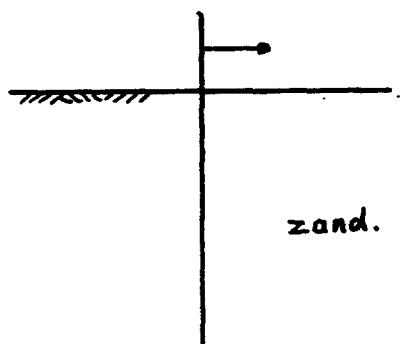
De belasting per paal bedraagt 64.800 N, deze kracht grijpt aan op 0,35 m boven maaiveld (halve hoogte boven mv.).

De lengte van de paal boven maaiveld is 0,7 m.

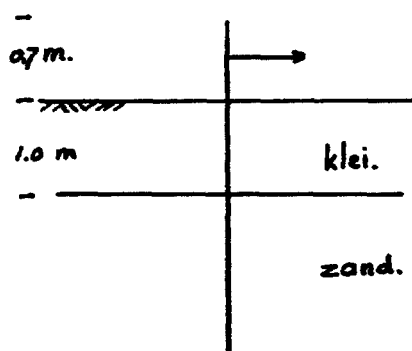
De breedte van de paal is 0,2 m.

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd.

- 1 De weerstandbiedende laag begint gelijk bij het maaiveld.
- 2 De weerstandbiedende laag begint pas op mv. -1,0m, hierboven bevindt zich een laag klei.



principe berekening 1



principe berekening 2

De theoretische inheidiepte wordt bepaald met de formule:

$$\frac{24 * P}{f_w} = t_0^3 * \frac{4 * b + t_0}{h + t_0}$$

waarin :

P = belasting [kN].

$f_w = \gamma * \text{tg}^2(45^\circ + \text{phi}/2)$.

γ = soortelijk gewicht grond, aangehouden is 16 kN / m³.

phi = hoek van inwendige wrijving, aangehouden is 30°.

t₀ = theoretische inheidiepte [m].

b = breedte van de paal [m].

h = afstand tussen de weerstandbiedende laag en belasting [m].

Bij de eerste berekening wordt een t₀ gevonden van 3,1 m.

Hieruit volgt een inheidiepte van :

$$1,2 * 3,1 = 3,7 \text{ m.}$$

lengte boven maaiveld : 0,7 m.

totale paallengte : 4,4 m.

Bij de tweede berekening wordt een t₀ gevonden van 3,3 m.

Hieruit volgt een inheidiepte van :

$$1,2 * 3,3 = 4,0 \text{ m}$$

dikte slappe laag : 1,0 m.

lengte boven maaiveld : 0,7 m.

totale paallengte : 5,7 m.

Met behulp van andere methoden kan de paallengte exacter worden bepaald, dit geeft kortere paallengten. Aangezien de aannamen bij deze lengtebepaling zeer grof zijn benaderd is het toepassen van andere methoden niet zinvol.