



## Renovatie walmuur Vroesentuin Gouda

### Berekening vervanging bovendeel gewichtsmuren

Opdrachtgever : **B.V. Aannemersbedrijf B. van Hees en Zonen**

Referentie : **P63208-BER-01**

Versie : **1.1**

Datum : **20 oktober 2025**

#### **Nebest B.V.**

Marconiweg 2  
4131 PD Vianen

Postbus 106  
4130 EC Vianen

**E** [info@nebest.nl](mailto:info@nebest.nl)  
**W** [www.nebest.nl](http://www.nebest.nl)

**T** 085 489 01 00

## ALGEMENE GEGEVENS

### Opdrachtgever

Organisatie : **B.V. Aannemersbedrijf B. van Hees en Zonen**  
Contactpersoon : ██████████

### Project

Projectnummer : **P63208**  
Projectnaam : **Gouda Constructief herstel walmuren Vroesentuin**  
Foto voorblad : **Luchtfoto Vroesentuin Cyclomedia 10-05-2025**

### Document

Titel : **Renovatie walmuur Vroesentuin Gouda**  
Subtitel : **Berekening vervanging bovendeeel gewichtsmuren**  
Referentie : **P63208-BER-01**  
Versie : **1.1**  
Auteur(s) : ██████████  
Datum : **20 oktober 2025**

### Autorisatie

Vrijgave : ██████████  
Datum : **20 oktober 2025**

## VERSIEGESCHIEDENIS

Versie	Datum	Omschrijving
1.0	14 oktober 2025	Definitief, externe versie.
1.1	20 oktober 2025	Diverse kleine praktische aanpassingen in advies o.b.v. mail OG 17-10-'25.

## INHOUD

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>GEGEVENS VAN DE CONSTRUCTIE</b>	<b>5</b>
2.1	Constructieopbouw	5
2.2	Proefvakken	7
2.3	Materialen	8
<b>3</b>	<b>UITGANGSPUNTEN</b>	<b>9</b>
3.1	Algemeen	9
3.2	Normen en richtlijnen	9
3.3	Overige aspecten	9
<b>4</b>	<b>BELASTINGEN EN BELASTINGSCOMBINATIES</b>	<b>10</b>
4.1	Belastinggevallen	10
4.2	Belastingsfactoren	10
4.2.1	Partiële belastingsfactoren	10
4.3	Belastingscombinaties	11
<b>5</b>	<b>MODELFORMING</b>	<b>12</b>
5.1	Faalmechanismen	12
<b>6</b>	<b>ANALYSE EN TOETSING</b>	<b>13</b>
6.1	Toetsing kademuur A Kantelstabiliteit	13
6.1.1	Kantelstabiliteit	13
6.1.2	Horizontale stabiliteit	13
<b>7</b>	<b>RESUMÉ</b>	<b>14</b>

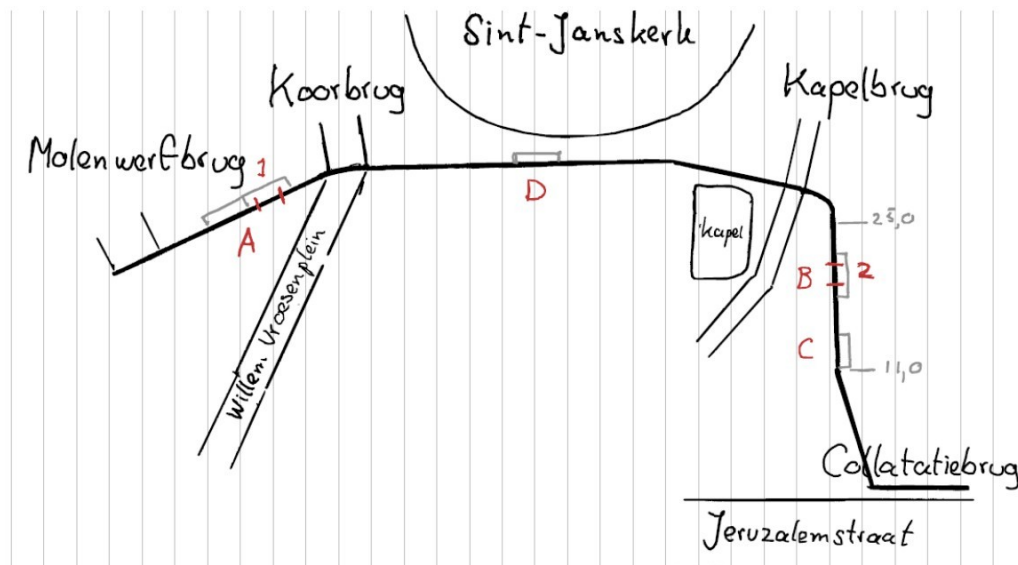
## BIJLAGE

Bijlage A      Stabiliteitsberekening walmuren A & D en B & C



## 2 GEGEVENS VAN DE CONSTRUCTIE

De kademuur bevindt zich langs de Vroesentuin, zie figuur 2.1. en is onderverdeeld in vier secties; A tot en met D. De geometrie van walmuur A & D en die van B & C zijn gelijk. Walmuur A en D zijn voorzien van muurankers.



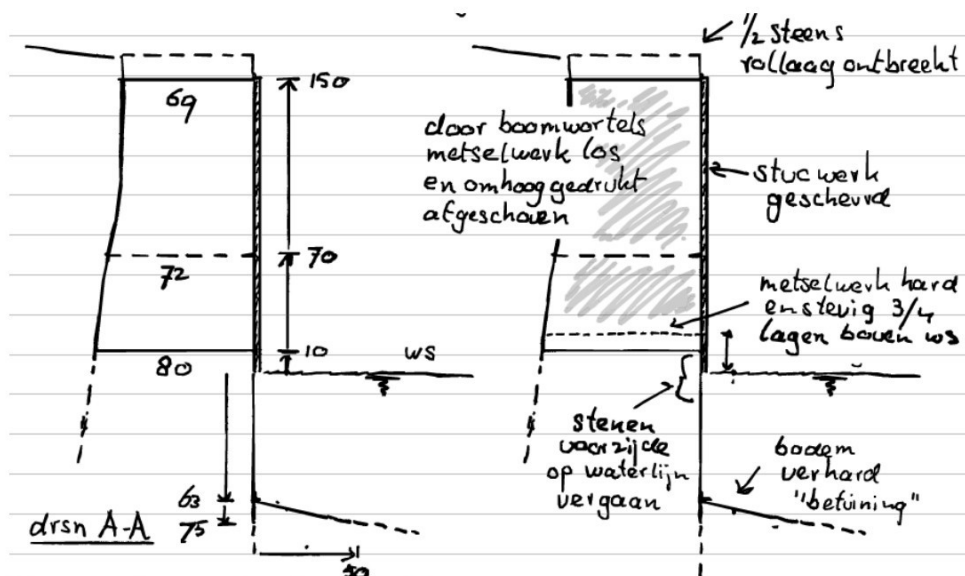
Figuur 2.1: Situatieschets walmuren Vroesentuin

### 2.1 Constructieopbouw

Door het graven van proefsleuven is de kademuur in kaart gebracht, zie §2.2.

#### Walmuur A & D

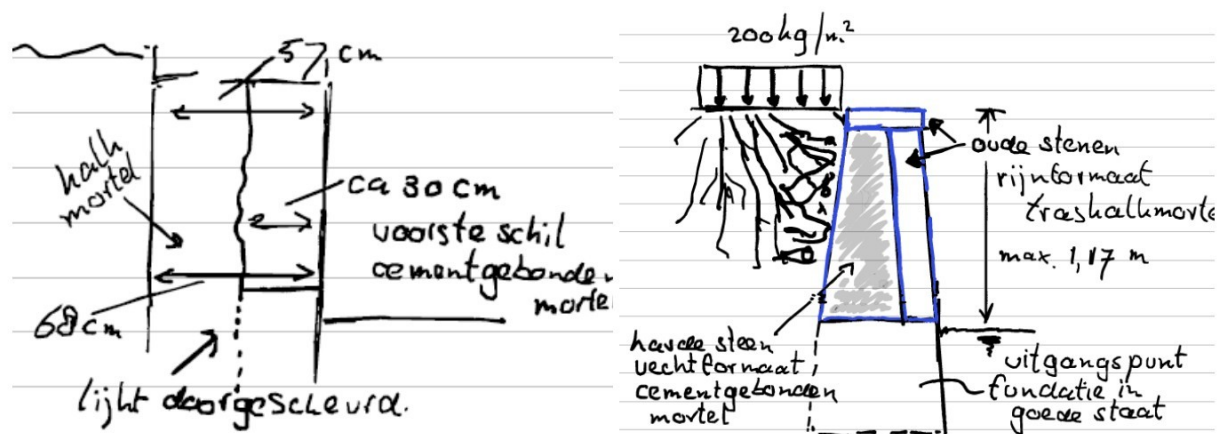
- Bij walmuur A en D zijn muurankers aanwezig.
- Walmuur A en D zijn hoger bij de aansluiting op de bruggen.
- Afmetingen naast boomwortels: 80 cm onderzijde verlopend naar 69 cm aan de bovenzijde, zie figuur 2.2.
- Hoogte boven de waterlijn: 1,50 m (1,40 m boven onderste deel walmuur).



Figuur 2.2: Doorsnede walmuur A en D

### Walmuur B & C

- Afmetingen naast boomwortels: 68 cm onderzijde verlopend naar 57 cm aan de bovenzijde, zie figuur 2.3.
- Hoogte boven waterlijn: 1,17 m.



Figuur 2.3: Doorsnede walmuur B en C

Het uitgangspunt is dat de nieuwe opmetseling qua afmetingen iets kleiner zal worden dan in de huidige situatie. Vanwege mogelijke (bot)resten is het niet wenselijk om grond achter de walmuren te ontgraven. Het idee is om de nieuwe bovenbouw gelijk, of iets naar achteren op te metselen, waarbij deze aan de achterzijde ook iets 'taps' toeloopt, zie de rechter schets in figuur 2.3.

## 2.2 Proefvakken

Aannemersbedrijf B. van Hees heeft door het graven van twee proefsleuven de opbouw van het bovendeele van de walmuren in kaart gebracht. Hiervan heeft Nebest foto's ontvangen. Daarnaast zijn er ook foto's van de voorzijde van de Walmuren ontvangen. Zie figuur 2.1 voor overzicht van de walmuren en proefsleuven.

### Walmuur A / D en proefsleuf 1

De volgende zaken zijn geconstateerd, zie foto 2.1 - foto 2.3:

- Er zijn muurankers geconstateerd bij walmuur A en D.
- De bomen achter walmuur A zijn recent gekapt.
- Fundatie is onbekend, maar lijkt in goede staat.
- Stucwerk is gescheurd.
- Gele stenen (zacht) Rijnformaat 37/40 x 80/85 x 170/185.
- Kalkrijke mortel.
- Muren zijn door wortelgroei voorover gedrukt en ankers iets uitgebogen.
- Wortels hebben metselwerk uit elkaar gedrukt.



Foto 2.1: Vooraanzicht walmuur A



Foto 2.2: Proefsleuf 1



Foto 2.3: Proefsleuf 1

### Walmuur B/C en proefsleuf 2

De volgende zaken zijn geconstateerd, zie foto 2.4 - foto 2.6:

- Fundatie is onbekend, maar lijkt in goede staat.
- Geen ankers geconstateerd.
- De afsmeerlaag is gescheurd.
- Gele stenen (zacht) Rijnformaat 37/40 x 80/85 x 170/185.
- Kalkrijke mortel.
- Muren zijn door wortelgroei voorover gedrukt en ankers iets uitgebogen.
- Wortels hebben metselwerk uit elkaar gedrukt.
- Er is een eerdere reparatie van de voorzetwand geweest met cementgebonden mortel, het kleurverschil in de mortel is goed zichtbaar op foto 2.5.



Foto 2.4: Walmuur B



Foto 2.5: Proefsleuf 2



Foto 2.6: Proefsleuf 2

## 2.3 Materialen

Nieuw metselwerk bestaat uit hard steen en het bestaande metselwerk uit zacht steen. Voor de stabiliteitsberekening wordt voor het gewicht van het metselwerk uitgegaan van  $18 \text{ kN/m}^3$

### 3 UITGANGSPUNTEN

#### 3.1 Algemeen

De verificatieberekening wordt uitgevoerd op verbouwniveau voor gevolgklasse CC2 op basis van een referentieperiode van 30 jaar.

#### 3.2 Normen en richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen zijn gehanteerd:

Norm/richtlijn	Titel	Jaar	Revisie
NEN-EN 1990	Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp, 2019. 1990+A1+A1/C2 en 1990+A1/C2/NB:2019	2011	2019
NEN-EN 1991-1-1	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen, 2019. 1991-1+C1 en 1991-1+C1/NB:2019	2011	2019
NEN-EN 1991-1-4	Eurocode 1: Belasting op constructies - Deel 1-4: Algemene belastingen - Windbelasting 1991-1-4+A1+C2 en 1991-1-4+A1+C2/NB	2011	2023
NEN 9997-1	Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels, 2016	2011	2020
NEN 8700	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen, 2011+A1:2020.	2011	2020
NEN 8701	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Belastingen, 2011+A1:2020.	2011	2020
NEN 8702	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Betonconstructies, 2023	2023	
NEN 8707	Beoordeling van de constructieve veiligheid van bestaande geotechnische constructies – Geotechnische constructies, 2018.	2018	

Verder is gebruikgemaakt van de richtlijnen en/of artikelen:

Richtlijn/artikel	Titel	Jaar	Revisie
SBRCUR 649.14	Binnenstedelijke kademuren	2014	-
CUR 166	Damwandconstructies	2012	6 <sup>e</sup> druk

#### 3.3 Overige aspecten

- De belasting uit de bomen wordt niet meegenomen, de walmuur zal deze belasting rekentechnisch niet kunnen opnemen.
- De ankers bij walmuur A worden niet meegenomen in de berekening. De geometrie en toestand van de ankers is onbekend.
- Hoogte bij walmuur A loopt op over een lengte van 3,5m richting de Koorbrug en Molenwerfbrug. Voor deze secties wordt een extra berekening uitgevoerd.
- Er wordt niet direct naast de walmuur geparkeerd. Er zit minimaal een groenstrook tussen parkeren en de walmuur. Belasting uit parkeren of belasting door mensenmenigten wordt daarom niet meegenomen voor de stabiliteitsbeschouwing van het bovenste deel van de walmuur.
- Walmuur wordt opgebouwd uit harde steen met cementgebonden mortel en daarvoor aan de waterzijde één steens laag met bestaande (zachte) stenen. Deze lagen worden samen opgemetseld en vormen één geheel.

## 4 BELASTINGEN EN BELASTINGSCOMBINATIES

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de aangehouden belastinggevallen en belastingsfactoren en -combinaties.

### 4.1 Belastinggevallen

Voor de stabiliteitsberekening van de kademuur is rekening gehouden met de volgende belastinggevallen:

BG1 - Eigen gewicht van de constructie, metselwerk 1800 kg/m<sup>3</sup>.

BG2 - Gronddruk en waterdruk.

BG3 - Bovenbelasting van 2,0 kN/m<sup>2</sup> (groenberm: alleen personen, geen voertuigen of mensenmassa).

### 4.2 Belastingsfactoren

#### 4.2.1 Partiële belastingsfactoren

Voor de belastingsfactoren wordt uitgegaan van verbouwniveau en gevolgklasse 2, voor een constructie van voor 2003.

Tabel N.1 — Partiële factoren voor belastingen ( $\gamma$ ) of belastingeffecten ( $\gamma$ )

Belasting		Symbool	Combinatie								
			A2								
			Overig						Afkeur		
			Verbouw			Veiligheidsklasse voor 2003 <sup>a</sup>			Veiligheidsklasse		
			RC1	RC2	RC3	RC1	RC2	RC3	RC1	RC2	RC3
Permanent	Ongunstig	$\gamma_e$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Gunstig		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Veranderlijk	Ongunstig	$\gamma_Q$	1,1	1,2	1,3	1,1	1,15	1,25	1,0	1,1	1,2
	Gunstig		0	0	0	0	0	0	0	0	0

<sup>a</sup> Deze waarden mogen alleen zijn toegepast bij bouwwerken waarvoor een omgevingsvergunning voor het bouwen is verleend onder Bouwbesluit 2003 of daarvoor.

Tabel 4.1: Belastingsfactoren op verbouwniveau [Tabel N.1 NEN8707]

Parameter	$\gamma$ en $\Delta$ betrokken op $X_k$												Rekenwaarde
	Verbouw												
	Veiligheidsklasse						Veiligheidsklasse voor 2003 <sup>a</sup>						
	RC1		RC2		RC3		RC1		RC2		RC3		
	$\beta^b = 2,8$		$\beta^b = 3,3$		$\beta^b = 3,8$		$\beta^b = 2,8$		$\beta^b = 3,1$		$\beta^b = 3,6$		
	$\gamma_{geo}$	$\Delta\sigma$	$\gamma_{geo}$	$\Delta\sigma$	$\gamma_{geo}$	$\Delta\sigma$	$\gamma_{geo}$	$\Delta\sigma$	$\gamma_{geo}$	$\Delta\sigma$	$\gamma_{geo}$	$\Delta\sigma$	
Kerende hoogte (m)	1,8	0,24	2,15	0,29	2,40	0,33	1,8	0,24	2,0	0,27	2,25	0,31	$\max(\mu + \gamma_{geo} \times \sigma; \mu + \Delta)$
(Grond) waterstand lage zijde (m NAP)	1,45	0,17	1,70	0,20	1,90	0,25	1,45	0,17	1,60	0,19	1,82	0,22	$\max(\mu + \gamma_{geo} \times \sigma; \mu + \Delta)$ of $\min(\mu - \gamma_{geo} \times \sigma; \mu - \Delta)^c$
(Grond) waterstand hoge zijde (m NAP)	0,74	0,05	0,87	0,05	1,18	0,05	0,74	0,05	0,82	0,05	1,06	0,05	$\max(\mu + \gamma_{geo} \times \sigma; \mu + \Delta)^d$

<sup>a</sup> Deze waarden mogen alleen zijn toegepast bij bouwwerken waarvoor een omgevingsvergunning voor het bouwen is verleend onder Bouwbesluit 2003 of daarvoor.  
<sup>b</sup> Betrouwbaarheidsindex uit tabel B.2 van NEN 8700:2011 is voor wind niet dominant.  
<sup>c</sup> Zie de toelichting bij de dimensioneringsberekeningen beschreven in 9.7.1 van NEN 9997-1+C2:2017 en tabel A.2 van deze norm.  
<sup>d</sup> Voor de rekenwaarde van de grondwaterstand aan de hoge zijde kan als maximum de maaiveldhoogte worden gehanteerd, als een hogere waarde fysiek niet mogelijk is. Voor de stijghoogte van diepere watervoerende lagen hoeft dit niet op te gaan.

Figuur 4.1: Toeslagen bodem- en waterniveau

### 4.3 Belastingscombinaties

Op basis van NEN-EN 1990 worden voor de UGT de volgende fundamentele belastingscombinaties aangehouden.

$$6.10 a \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$6.10 b \quad \sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Hierin is:

- $G_k$  : karakteristieke waarde van een blijvende belasting
- $P$  : representatieve waarde van een voorspankracht
- $Q_{k,1}$  : karakteristieke waarde van de overheersende variabele belasting
- $Q_{k,i}$  : karakteristieke waarde van de gelijktijdig optredende veranderlijke belasting
- $\gamma_G$  : partiële factor voor blijvende belastingen
- $\gamma_Q$  : partiële factor voor veranderlijke belastingen
- $\gamma_P$  : partiële factor voor voorspankrachten
- $\xi$  : reductiefactor voor ongunstige, blijvende belastingen
- $\Psi_0$  : momentaanfactor in verband met combinatiewaarde van een veranderlijke belasting

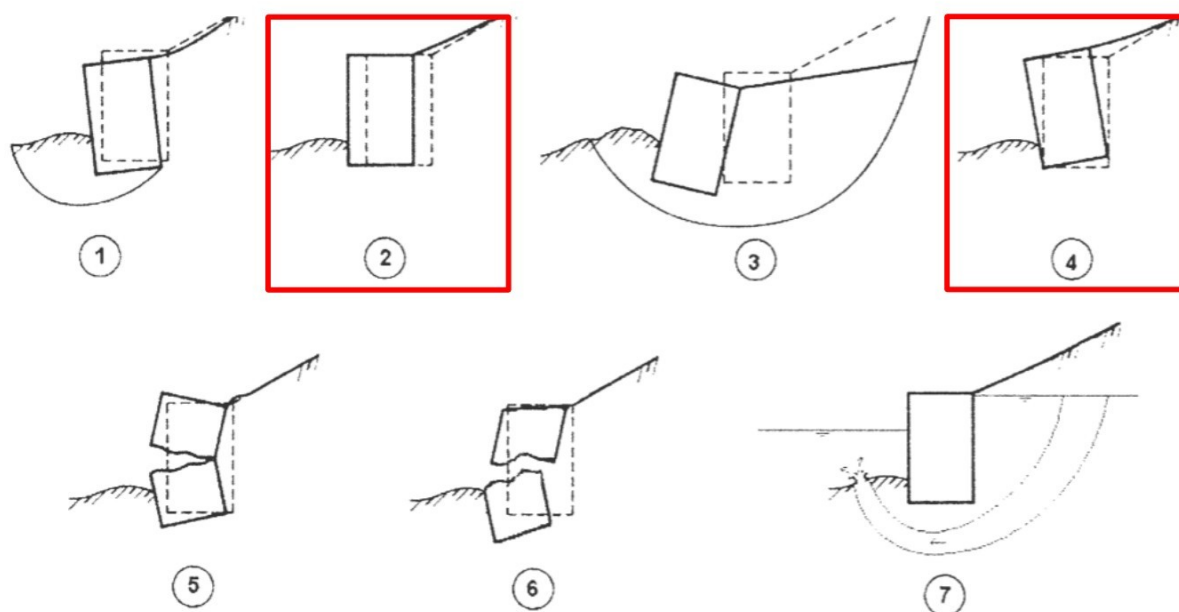
Door de aanwezigheid van de factor  $\Psi_0$  in vergelijking 6.10a zal deze niet maatgevend zijn. Daarom is in deze rapportage alleen vergelijking 6.10b gebruikt voor het opstellen van de belastingscombinaties.

## 5 MODELFORMING

Dit hoofdstuk beschrijft de relevante faalmechanisme en geeft een overzicht van de modellering voor de stabiliteitsberekening.

### 5.1 Faalmechanismen

Voor de controle van de kademuur zijn de volgende mogelijke faalmechanismen beschouwd conform SBRCUR 649.14 'Binnenstedelijke kademuren'. Hieronder wordt per faalmechanisme uitgelegd waarom deze wel of niet relevant wordt geacht en gecontroleerd zal worden.



Figuur 5.1: Visueel overzicht faalmechanismen gewichtsmuur

1. Een overschrijding van de verticale draagkracht van de grond (en/of de fundering) zal leiden tot zettingen. Uitgangspunt is dat de onderste fundering stabiel is. Zodoende is dit buiten beschouwing gelaten in de toetsing van de kademuur.
2. **Een overschrijding van de horizontale capaciteit kan leiden tot een horizontale verplaatsing van de muur. Dit wordt onderzocht door middel van een berekening**
3. Globaal falen van de grond door macro-instabiliteit wordt niet beschouwd. Uitgangspunt is dat het onderste kadedeel / de fundering stabiel is.
4. **Het kantelen van de constructie doordat er geen momentevenwicht is, wordt gezien als het belangrijkste faalmechanisme en wordt onderzocht door middel van een berekening.**
5. Het breken van de muur door een overschrijding van de materiaalsterkte wordt niet als een relevant bezwijkmechanisme gezien. Vanwege de grote afmetingen heeft de kademuur een dusdanig hoge capaciteit dat een overschrijding van de sterkte niet aan de orde is.
6. Het breken van de muur als gevolg van grote verplaatsing wordt niet als een relevant bezwijkmechanisme gezien. Vanwege de grote afmetingen heeft de kademuur een dusdanig hoge capaciteit dat een overschrijding van de sterkte niet aan de orde is.
7. Uitspoeling van de grond door onderloopsheid is niet aan de orde omdat alleen het bovenste deel van de walmuur wordt beschouwd.

## 6 ANALYSE EN TOETSING

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de stabiliteitsberekening.

### 6.1 Toetsing kademuur A Kantelstabiliteit

#### 6.1.1 Kantelstabiliteit

Zie Bijlage A voor de constructieve stabiliteitsberekening. Er zijn drie situaties berekend: Minimale afmetingen, maximale afmetingen en gemiddelde afmetingen.

De resultaten zijn samengevat in tabel 6.1.

Walmuur	Hoogte (m)	Breedte (onder / boven) (m)	UC (Unity Check)
A / D maximale afmeting	1,40	0,80 / 0,69	0,44
A / D minimale afmeting	1,40	0,49 / 0,38	0,98
A / D gemiddelde afmeting	1,40	0,65 / 0,54	0,62
A t.p.v. Koorbrug en Molenwerfbrug max. afmeting	1,91	0,80 / 0,69	0,65
B / C maximale afmeting	1,17	0,68 / 0,57	0,44
B / C minimale afmeting	1,17	0,41 / 0,30	0,98
B / C gemiddelde afmeting	1,17	0,55 / 0,44	0,62

Tabel 6.1: Resultaten kantelstabiliteit walmuren

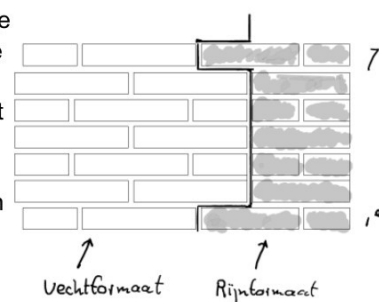
Door de relatief lage bovenbelasting voldoen de walmuren ruimschoots met de maximale afmetingen. De boombelasting is niet in de beschouwing meegenomen.

#### 6.1.2 Horizontale stabiliteit

Zie Bijlage A voor de constructieve stabiliteitsberekening voor de horizontale stabiliteit. Uitgangspunt voor de beschouwing horizontale stabiliteit is dat de bestaande fundering van de walmuren ruw wordt gemaakt en het nieuwe metselwerk met cementgebonden (M5 - M10) en traskalk-mortel (M5) wordt opgemetseld. Een M5 mortel heeft voldoende afschuifsterkte ( $f_{vk,0}$ ).

De voorste schil met ouder en zachter metselwerk moet een geheel vormen met het achterliggende metselwerk. Door metselwerk vertand te metselen wordt de samenhang vergroot, zie figuur 6.1.

De resultaten zijn samengevat in tabel 6.2.



Figuur 6.1: Vertanding om 7 lagen

Walmuur	Hoogte (m)	Breedte (onder / boven) (m)	UC (Unity Check)
A / D maximale afmeting	1,40	0,80 / 0,69	0,34
A / D minimale afmeting	1,40	0,49 / 0,38	0,55
A / D gemiddelde afmeting	1,40	0,65 / 0,54	0,42
A & D bij Koorbrug en Molenwerfbrug max. afmeting	1,91	0,80 / 0,69	0,60
B / C maximale afmeting	1,17	0,68 / 0,57	0,29
B / D minimale afmeting	1,17	0,41 / 0,30	0,48
B / C gemiddelde afmeting	1,17	0,55 / 0,44	0,36

Tabel 6.2: Resultaten horizontale stabiliteit walmuren

De horizontale stabiliteit is niet maatgevend ten opzichte van de kantelstabiliteit.

## 7 RESUMÉ

De walmuur langs de Willem Vroesentuin is door decennialange invloed van klimatologische omstandigheden en wortelgroei aangetast. Specifiek het deel boven de waterlijn is gedegradeerd; de samenhang is grotendeels verloren gegaan en over delen is de kade naar voren (richting het water) gedrukt.

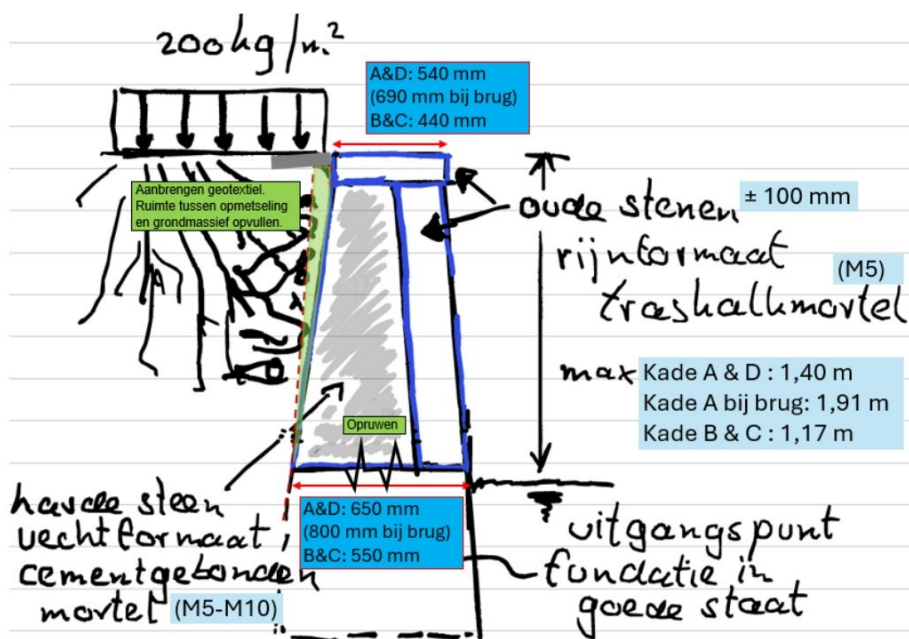
Aannemersbedrijf B. van Hees en Zonen ( ) is met de gemeente Gouda als bouwteam bezig met een uitvoeringsoplossing voor pragmatisch herstel van Walmuur Willem Vroesentuin. De walmuur ligt rondom de Willem Vroesentuin en is te verdelen in vier kadesecties.

Uitgangspunt is dat de globale stabiliteit van de kademuur en de fundering onder water in voldoende goede staat zijn. De bovenbelasting op de walmuren neemt niet toe, het gebruik wijzigt niet. Het gaat om de stabiliteit van de nieuwe opmetseling boven de waterlijn. Verder is het uitgangspunt dat de nieuwe opmetseling qua afmetingen gelijk of iets kleiner zal worden omdat er geen graafwerkzaamheden<sup>1</sup> worden uitgevoerd aan de zijde van de Vroesentuin.

Nebest heeft constructieve berekeningen uitgevoerd om na te gaan welke geometrie, met name dikte, de walmuur moet krijgen om voldoende stabiliteit te krijgen. De conclusie is dat de walmuren ruimschoots stabiel zijn bij de grootste mogelijke afmetingen. De belasting uit de bomen is hierbij niet in beschouwing genomen. De minimale breedte is ook bepaald, deze is circa 30 cm smaller dan de maximale afmetingen. Voor de traskalkmortel is een M5 klasse voldoende, dit geldt ook voor de cement gebonden mortel.

De resultaten bij gemiddelde afmetingen zijn ook bepaald. Hierbij is nog circa 15 cm marge ten opzichte van de maximale afmetingen. Het advies is om deze gemiddelde afmetingen aan te houden. Breder mag ook, dat is qua kantelstabiliteit gunstiger en verkleint de te vullen ruimte tussen nieuw metselwerk en grondlichaam.

Bij beide einden van walmuur A (delen grenzend aan de Koorbrug en Molenwerfbrug) is het advies om olopend over een lengte van circa 3,5 m de naar de maximaal mogelijke afmetingen toe te metselen; omdat de walmuur hier oploopt qua kerende hoogte en aansluit op walmuren onder de bruggen (met verkeersbelastingen).



Figuur 7.1: Principeschets met afmeting nieuwe walmuren A & D vs. B & C

<sup>1</sup> Vanwege mogelijk archeologische (bot)resten achter de walmuren is het niet wenselijk om grond aan de walzijde af te gaven.

## **Bijlage A    Stabiliteitsberekening walmuren A & D en B & C**

In deze bijlage zijn de stabiliteitsberekeningen opgenomen (7 x 5 pagina's = 35 pagina's totaal).

## Berekening stabiliteit kademuur A / D

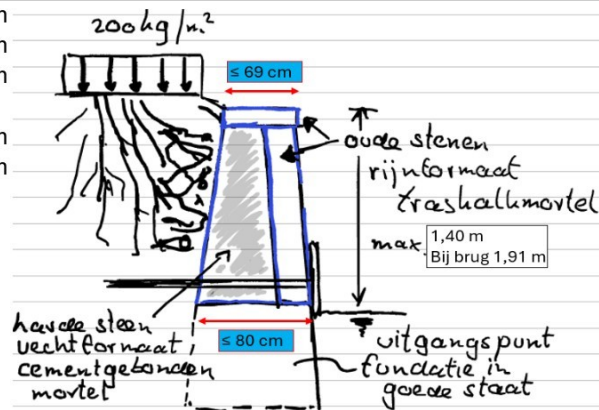
### Gegevens

#### Maximale breedtes opmeteling

#### Afmetingen en niveaus

Hoogte kademuur	1,40 m
Breedte bovenzijde kademuur	0,69 m
Breedte onderzijde kademuur	0,80 m

(Grond)waterstand, onder top kade	1,60 m
Bodemniveau, onder top kade	2,13 m



#### Metselwerk

Soortelijk gewicht	18 kN/m <sup>3</sup>	(Aanname)
--------------------	----------------------	-----------

#### Grond (NEN 9997-1)

Voorzijde kademuur (waterzijde)

Klei (organisch, matig) (Aanname)

Soortelijk gewicht	16 kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	15 graden

Achterzijde kademuur (straatzijde)

Niet aanwezig

Soortelijk gewicht	kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	graden

#### Bovenbelasting

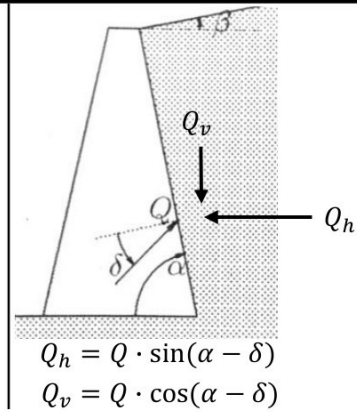
Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
----------------------------	---------------------

## Gronddrukcoëfficiënten

Partiële factor, NEN 8707, tabel L.1 1,12 -

Partiële factor toe te passen op  $\tan\phi$

$\phi_{\text{klei,k}}$	15 graden
$\phi_{\text{klei,d}}$	13,45 graden



### Actieve gronddruk achterzijde

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	85,51	1,49		
$\beta$	0	0		
$\phi$	13,45	0,23		
$\delta$	8,97	0,16 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	0,9725
			$\cos(\alpha - \delta)$	0,2328
<b><math>K_a</math></b>	<b>0,59</b>	-		

### Passieve gronddruk voorzijde (niet aanwezig)

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	90	1,57		
$\beta$	0	0		
$\phi$	0,00	0,00		
$\delta$	0,00	0,00 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	1,0000
<b><math>K_p</math></b>	<b>1,00</b>	-		

## Grond- en waterdrukken

### Niveaus ten opzichte van kadeniveau

#### Voorzijde kademuur

Waterniveau	1,50 m
Toeslag, $\Delta a$	0,19 m
<b>Water rekenniveau</b>	<b>1,69 m</b>

Bodemniveau	2,13 m
Toeslag, $\Delta a$	0,27 m
<b>Bodem rekenniveau</b>	<b>2,40 m</b>

#### Achterzijde kademuur

Grondwaterniveau	1,50 m
Toeslag, $\Delta a$	0,05 m
<b>Grondwater rekenniveau</b>	<b>1,45 m</b>

Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
Partiële factor, NEN 8707, tabel K.1	1,15 -
<b>Rekenwaarde bovenbelasting, <math>Q_d</math></b>	<b>2,3 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Gronddruk bovenzijde kademuur

$\sigma_{v2}$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$p_2$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2}'$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}'$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}$	1,4 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk op grondwaterniveau

$\sigma_{v2,5}$	25,5 kN/m <sup>2</sup>
$p_{2,5}$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2,5}'$	25,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}'$	15,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}$	15,2 kN/m <sup>2</sup>

#### Waterdruk op bodemniveau

Waterdiepte	0,71 m
$p_0$	7,1 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h0}$	7,1 kN/m <sup>2</sup>

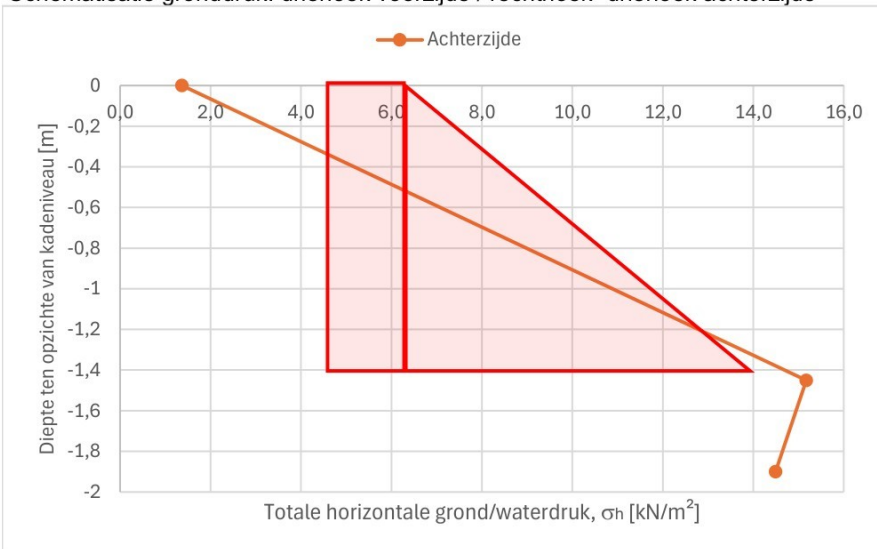
#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v1}$	-8,9 kN/m <sup>2</sup>
$p_1$	-2,9 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v1}'$	-6,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}'$	-6,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}$	-8,9 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v3}$	24,7 kN/m <sup>2</sup>
$p_3$	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v3}'$	25,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}'$	15,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}$	14,5 kN/m <sup>2</sup>

### Schematisatie gronddruk: driehoek voorzijde / rechthoek+driehoek achterzijde



## Momenten

### Tegenwerkend moment

#### Gronddruk voorzijde kademuur

Driehoek	<b>1</b>
h	-0,29 m
$\sigma$	-8,9 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,3 kN/m'
Arm = h/3	-0,10 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

##### Verticale component

Rechthoek	<b>2</b>
Kracht = $\sigma h \cdot \cos(\alpha - \delta)$	0,4 kN/m'
Arm = $b_b + (b_o - b_b)/2$	0,75 m
Moment = kracht*arm	<b>0,3 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>3</b>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \cos(\alpha - \delta)$	2,1 kN/m'
Arm = $b_b + 2/3 \cdot (b_o - b_b)$	0,76 m
Moment = kracht*arm	<b>1,6 kNm/m'</b>

#### Gewicht kademuur + grond

$\gamma_{\text{metselwerk}}$	18 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{\text{grond}}$	20 kN/m <sup>3</sup>
$h_{\text{kade}}$	1,40 m
$b_{\text{boven}}$	0,69 m
$b_{\text{onder}}$	0,80 m

Rechthoek, metselwerk	<b>4</b>
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b_{\text{boven}}$	17,4 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}}/2$	0,35 m
Moment = kracht*arm	<b>6,0 kNm/m'</b>

Driehoek, metselwerk	<b>5</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,4 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + b/3$	0,73 m
Moment = kracht*arm	<b>1,0 kNm/m'</b>

Driehoek, grond	<b>6</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,5 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + 2/3 \cdot b$	0,76 m
Moment = kracht*arm	<b>1,2 kNm/m'</b>

#### Wandwrijving

$\delta$	8,97 graden
$\alpha$	4,49 graden
$\tan(\alpha + \delta)$	0,239 -
$\sigma_{h_{\text{gem}}}'$	8,2 kN/m'
h	1,40 m
$F_H' = \sigma_{h_{\text{gem}}}' \cdot h$	11,5 kN/m'
$F_V' = F_H' \cdot \tan(\alpha + \delta)$	2,7 kN/m'
$b_{\text{onder}}$	0,80 m
Arm = $\cos(\alpha) \cdot b_{\text{onder}}$	0,798 m
Moment = $F_V' \cdot \text{arm}$	<b>2,2 kNm/m'</b>

### Drijvend moment

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

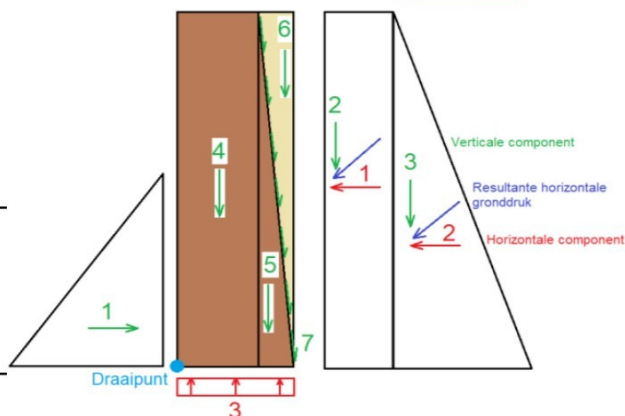
##### Horizontale component

Rechthoek	<b>1</b>
h	1,40 m
$\sigma$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,9 kN/m'
Arm = h/2	0,70 m
Moment = kracht*arm	<b>1,3 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>2</b>
h	1,40 m
$\sigma$	13,1 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	8,9 kN/m'
Arm = h/3	0,47 m
Moment = kracht*arm	<b>4,2 kNm/m'</b>

#### Waterdruk onderzijde kademuur **3**

p	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$b_{\text{onder}}$	0,80 m
Kracht = $p \cdot b_{\text{onder}}$	-0,4 kN/m'
Arm = $b_{\text{onder}}/2$	0,40 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>



#### Totaal drijvend moment

$M_{Ed}$  **5,5 kNm/m'**

#### Totaal tegenwerkend moment

$M_{Rd}$  **12,3 kNm/m'**

$uc = M_{Ed} / M_{Rd}$  **0,44 -**

**Voldoet**

## Horizontaal evenwicht

Grond achterzijde

Rechthoek

$F_H$  1,9 kN/m'

Driehoek

$F_H$  8,9 kN/m'

Totaal

$F_H$  10,8 kN/m'

Dwarskrachtcapaciteit metselwerk

Afschuifsterkte  $f_{vk0}$  0,1 N/mm<sup>2</sup> (Tabel 3.4 NEN-EN 1996-1-1, minimaal M10)

Veiligheidsfactor  $\lambda$  2,2 (Tabel NB-1 NEN-EN 1996-1-1)

$f_{vd}$  (0,30 / 2,2) 0,04 N/mm<sup>2</sup>

Afschuifoppervlak A 0,8 m<sup>2</sup>

Totaal,  $F_{v,Rd}$  32,0 kN/m'

**$uc = F_H / F_{v,Rd}$  0,34 -**

**Voldoet**

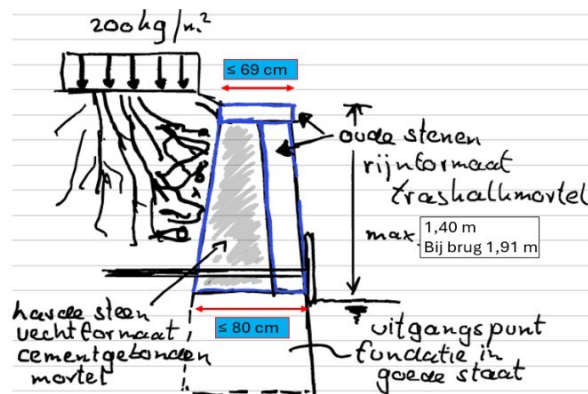
## Berekening stabiliteit kademuur A / D

### Gegevens

#### Minimale breedtes opmetseling

#### Afmetingen en niveaus

Hoogte kademuur	1,40 m
Breedte bovenzijde kademuur	0,38 m
Breedte onderzijde kademuur	0,49 m
(Grond)waterstand, onder top kade	1,60 m
Bodemniveau, onder top kade	2,13 m



#### Metselwerk

Soortelijk gewicht	18 kN/m <sup>3</sup>	(Aanname)
--------------------	----------------------	-----------

#### Grond (NEN 9997-1)

Voorzijde kademuur (waterzijde)

Klei (organisch, matig) (Aanname)

Soortelijk gewicht	16 kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	15 graden

Achterzijde kademuur (straatzijde)

Niet aanwezig

Soortelijk gewicht	kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	graden

#### Bovenbelasting

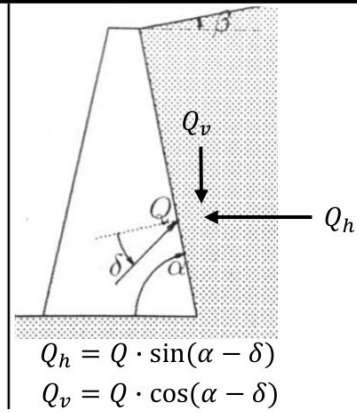
Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
----------------------------	---------------------

## Gronddrukcoëfficiënten

Partiële factor, NEN 8707, tabel L.1 1,12 -

Partiële factor toe te passen op  $\tan\phi$

$\phi_{\text{klei,k}}$	15 graden
$\phi_{\text{klei,d}}$	13,45 graden



### Actieve gronddruk achterzijde

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	85,51	1,49		
$\beta$	0	0		
$\phi$	13,45	0,23		
$\delta$	8,97	0,16 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	0,9725
			$\cos(\alpha - \delta)$	0,2328
<b><math>K_a</math></b>	<b>0,59 -</b>			

### Passieve gronddruk voorzijde (niet aanwezig)

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	90	1,57		
$\beta$	0	0		
$\phi$	0,00	0,00		
$\delta$	0,00	0,00 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	1,0000
<b><math>K_p</math></b>	<b>1,00 -</b>			

## Grond- en waterdrukken

### Niveaus ten opzichte van kadeniveau

#### Voorzijde kademuur

Waterniveau	1,50 m
Toeslag, $\Delta a$	0,19 m
<b>Water rekenniveau</b>	<b>1,69 m</b>

Bodemniveau	2,13 m
Toeslag, $\Delta a$	0,27 m
<b>Bodem rekenniveau</b>	<b>2,40 m</b>

#### Achterzijde kademuur

Grondwaterniveau	1,50 m
Toeslag, $\Delta a$	0,05 m
<b>Grondwater rekenniveau</b>	<b>1,45 m</b>

Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
Partiële factor, NEN 8707, tabel K.1	1,15 -
<b>Rekenwaarde bovenbelasting, <math>Q_d</math></b>	<b>2,3 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Gronddruk bovenzijde kademuur

$\sigma_{v2}$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$p_2$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2}'$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}'$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}$	1,4 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk op grondwaterniveau

$\sigma_{v2,5}$	25,5 kN/m <sup>2</sup>
$p_{2,5}$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2,5}'$	25,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}'$	15,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}$	15,2 kN/m <sup>2</sup>

#### Waterdruk op bodemniveau

Waterdiepte	0,71 m
$p_0$	7,1 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h0}$	7,1 kN/m <sup>2</sup>

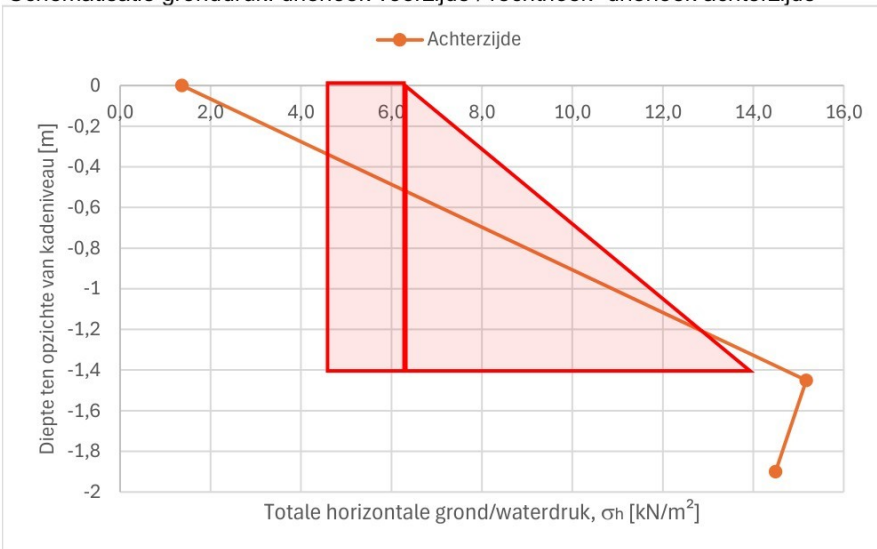
#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v1}$	-8,9 kN/m <sup>2</sup>
$p_1$	-2,9 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v1}'$	-6,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}'$	-6,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}$	-8,9 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v3}$	24,7 kN/m <sup>2</sup>
$p_3$	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v3}'$	25,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}'$	15,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}$	14,5 kN/m <sup>2</sup>

### Schematisatie gronddruk: driehoek voorzijde / rechthoek+driehoek achterzijde



## Momenten

### Tegenwerkend moment

#### Gronddruk voorzijde kademuur

Driehoek	<b>1</b>
h	-0,29 m
$\sigma$	-8,9 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,3 kN/m'
Arm = h/3	-0,10 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

##### Verticale component

Rechthoek	<b>2</b>
Kracht = $\sigma h \cdot \cos(\alpha - \delta)$	0,4 kN/m'
Arm = $b_b + (b_o - b_b)/2$	0,44 m
Moment = kracht*arm	<b>0,2 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>3</b>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \cos(\alpha - \delta)$	2,1 kN/m'
Arm = $b_b + 2/3 \cdot (b_o - b_b)$	0,45 m
Moment = kracht*arm	<b>1,0 kNm/m'</b>

#### Gewicht kademuur + grond

$\gamma_{\text{metselwerk}}$	18 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{\text{grond}}$	20 kN/m <sup>3</sup>
$h_{\text{kade}}$	1,40 m
$b_{\text{boven}}$	0,38 m
$b_{\text{onder}}$	0,49 m

Rechthoek, metselwerk	<b>4</b>
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b_{\text{boven}}$	9,6 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}}/2$	0,19 m
Moment = kracht*arm	<b>1,8 kNm/m'</b>

Driehoek, metselwerk	<b>5</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,4 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + b/3$	0,42 m
Moment = kracht*arm	<b>0,6 kNm/m'</b>

Driehoek, grond	<b>6</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,5 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + 2/3 \cdot b$	0,45 m
Moment = kracht*arm	<b>0,7 kNm/m'</b>

Wandwrijving	<b>7</b>
$\delta$	8,97 graden
$\alpha$	4,49 graden
$\tan(\alpha + \delta)$	0,239 -
$\sigma_{h_{\text{gem}}}'$	8,2 kN/m'
h	1,40 m
$F_H' = \sigma_{h_{\text{gem}}}' \cdot h$	11,5 kN/m'
$F_V' = F_H' \cdot \tan(\alpha + \delta)$	2,7 kN/m'
$b_{\text{onder}}$	0,49 m
Arm = $\cos(\alpha) \cdot b_{\text{onder}}$	0,488 m
Moment = $F_V' \cdot \text{arm}$	<b>1,3 kNm/m'</b>

### Drijvend moment

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

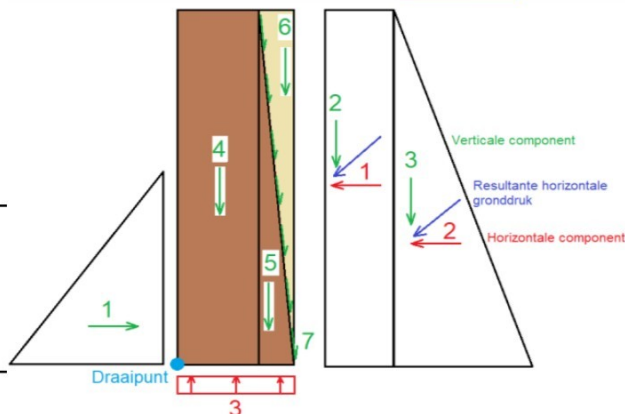
##### Horizontale component

Rechthoek	<b>1</b>
h	1,40 m
$\sigma$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,9 kN/m'
Arm = h/2	0,70 m
Moment = kracht*arm	<b>1,3 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>2</b>
h	1,40 m
$\sigma$	13,1 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	8,9 kN/m'
Arm = h/3	0,47 m
Moment = kracht*arm	<b>4,2 kNm/m'</b>

#### Waterdruk onderzijde kademuur **3**

p	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$b_{\text{onder}}$	0,49 m
Kracht = $p \cdot b_{\text{onder}}$	-0,2 kN/m'
Arm = $b_{\text{onder}}/2$	0,25 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>



#### Totaal drijvend moment

$M_{Ed}$  **5,5 kNm/m'**

#### Totaal tegenwerkend moment

$M_{Rd}$  **5,6 kNm/m'**

$uc = M_{Ed} / M_{Rd}$  **0,98 -**

**Voldoet**

## Horizontaal evenwicht

Grond achterzijde

Rechthoek

$F_H$  1,9 kN/m'

Driehoek

$F_H$  8,9 kN/m'

Totaal

$F_H$  10,8 kN/m'

Dwarskrachtcapaciteit metselwerk

Afschuifsterkte  $f_{vk0}$  0,1 N/mm<sup>2</sup> (Tabel 3.4 NEN-EN 1996-1-1, minimaal M10)

Veiligheidsfactor  $\lambda$  2,2 (Tabel NB-1 NEN-EN 1996-1-1)

$f_{vd}$  (0,30 / 2,2) 0,04 N/mm<sup>2</sup>

Afschuifoppervlak A 0,49 m<sup>2</sup>

Totaal,  $F_{v,Rd}$  19,6 kN/m'

**$uc = F_H / F_{v,Rd}$  0,55 -**

**Voldoet**

## Berekening stabiliteit kademuur A / D

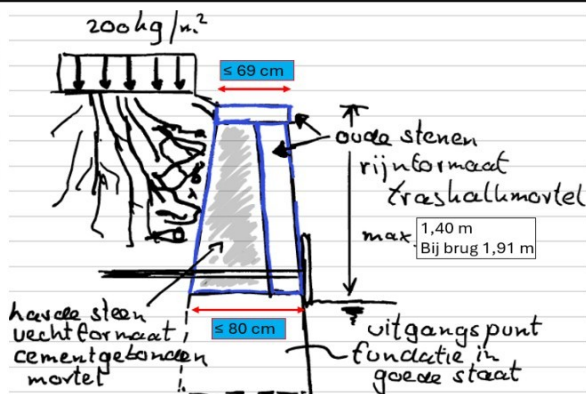
### Gegevens

### Gemiddelde breedtes opmetseling

#### Afmetingen en niveaus

Hoogte kademuur	1,40 m
Breedte bovenzijde kademuur	0,54 m
Breedte onderzijde kademuur	0,65 m

(Grond)waterstand, onder top kade	1,60 m
Bodemniveau, onder top kade	2,13 m



#### Metselwerk

Soortelijk gewicht	18 kN/m <sup>3</sup>	(Aanname)
--------------------	----------------------	-----------

#### Grond (NEN 9997-1)

Voorzijde kademuur (waterzijde)

Klei (organisch, matig) (Aanname)

Soortelijk gewicht	16 kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	15 graden

Achterzijde kademuur (straatzijde)

Niet aanwezig

Soortelijk gewicht	kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	graden

#### Bovenbelasting

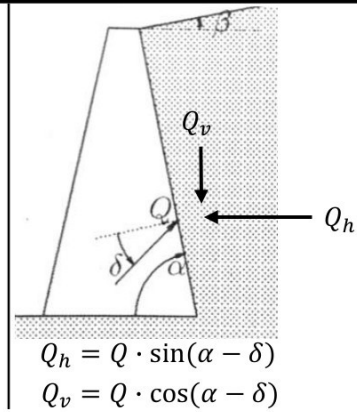
Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
----------------------------	---------------------

## Grondrukcoëfficiënten

Partiële factor, NEN 8707, tabel L.1 1,12 -

Partiële factor toe te passen op  $\tan\phi$

$\phi_{\text{klei,k}}$	15 graden
$\phi_{\text{klei,d}}$	13,45 graden



### Actieve gronddruk achterzijde

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	85,51	1,49		
$\beta$	0	0		
$\phi$	13,45	0,23		
$\delta$	8,97	0,16 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	0,9725
			$\cos(\alpha - \delta)$	0,2328
<b><math>K_a</math></b>	<b>0,59 -</b>			

### Passieve gronddruk voorzijde (niet aanwezig)

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	90	1,57		
$\beta$	0	0		
$\phi$	0,00	0,00		
$\delta$	0,00	0,00 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	1,0000
<b><math>K_p</math></b>	<b>1,00 -</b>			

## Grond- en waterdrukken

### Niveaus ten opzichte van kadeniveau

#### Voorzijde kademuur

Waterniveau	1,50 m
Toeslag, $\Delta a$	0,19 m
<b>Water rekenniveau</b>	<b>1,69 m</b>

Bodemniveau	2,13 m
Toeslag, $\Delta a$	0,27 m
<b>Bodem rekenniveau</b>	<b>2,40 m</b>

#### Achterzijde kademuur

Grondwaterniveau	1,50 m
Toeslag, $\Delta a$	0,05 m
<b>Grondwater rekenniveau</b>	<b>1,45 m</b>

Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
Partiële factor, NEN 8707, tabel K.1	1,15 -
<b>Rekenwaarde bovenbelasting, <math>Q_d</math></b>	<b>2,3 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Gronddruk bovenzijde kademuur

$\sigma_{v2}$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$p_2$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2}'$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}'$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}$	1,4 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk op grondwaterniveau

$\sigma_{v2,5}$	25,5 kN/m <sup>2</sup>
$p_{2,5}$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2,5}'$	25,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}'$	15,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}$	15,2 kN/m <sup>2</sup>

#### Waterdruk op bodemniveau

Waterdiepte	0,71 m
$p_0$	7,1 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h0}$	7,1 kN/m <sup>2</sup>

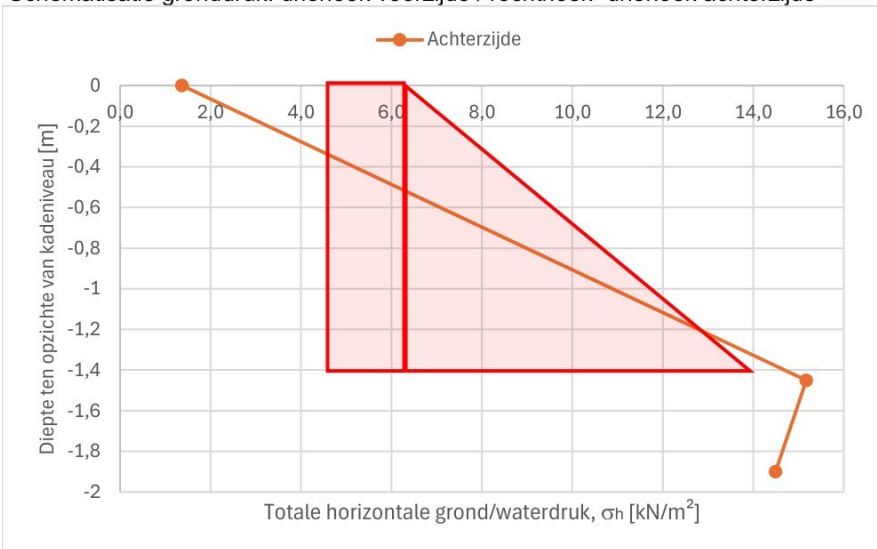
#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v1}$	-8,9 kN/m <sup>2</sup>
$p_1$	-2,9 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v1}'$	-6,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}'$	-6,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}$	-8,9 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v3}$	24,7 kN/m <sup>2</sup>
$p_3$	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v3}'$	25,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}'$	15,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}$	14,5 kN/m <sup>2</sup>

### Schematisatie gronddruk: driehoek voorzijde / rechthoek+driehoek achterzijde



## Momenten

### Tegenwerkend moment

#### Gronddruk voorzijde kademuur

Driehoek	<b>1</b>
h	-0,29 m
$\sigma$	-8,9 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,3 kN/m'
Arm = h/3	-0,10 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

##### Verticale component

Rechthoek	<b>2</b>
Kracht = $\sigma h \cdot \cos(\alpha - \delta)$	0,4 kN/m'
Arm = $b_b + (b_o - b_b)/2$	0,60 m
Moment = kracht*arm	<b>0,3 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>3</b>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \cos(\alpha - \delta)$	2,1 kN/m'
Arm = $b_b + 2/3 \cdot (b_o - b_b)$	0,61 m
Moment = kracht*arm	<b>1,3 kNm/m'</b>

#### Gewicht kademuur + grond

$\gamma_{\text{metselwerk}}$	18 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{\text{grond}}$	20 kN/m <sup>3</sup>
$h_{\text{kade}}$	1,40 m
$b_{\text{boven}}$	0,54 m
$b_{\text{onder}}$	0,65 m

Rechthoek, metselwerk	<b>4</b>
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b_{\text{boven}}$	13,6 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}}/2$	0,27 m
Moment = kracht*arm	<b>3,7 kNm/m'</b>

Driehoek, metselwerk	<b>5</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,4 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + b/3$	0,58 m
Moment = kracht*arm	<b>0,8 kNm/m'</b>

Driehoek, grond	<b>6</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,5 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + 2/3 \cdot b$	0,61 m
Moment = kracht*arm	<b>0,9 kNm/m'</b>

Wandwrijving	<b>7</b>
$\delta$	8,97 graden
$\alpha$	4,49 graden
$\tan(\alpha + \delta)$	0,239 -
$\sigma_{h_{\text{gem}}}'$	8,2 kN/m'
h	1,40 m
$F_H' = \sigma_{h_{\text{gem}}}' \cdot h$	11,5 kN/m'
$F_V' = F_H' \cdot \tan(\alpha + \delta)$	2,7 kN/m'
$b_{\text{onder}}$	0,65 m
Arm = $\cos(\alpha) \cdot b_{\text{onder}}$	0,648 m
Moment = $F_V' \cdot \text{arm}$	<b>1,8 kNm/m'</b>

### Drijvend moment

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

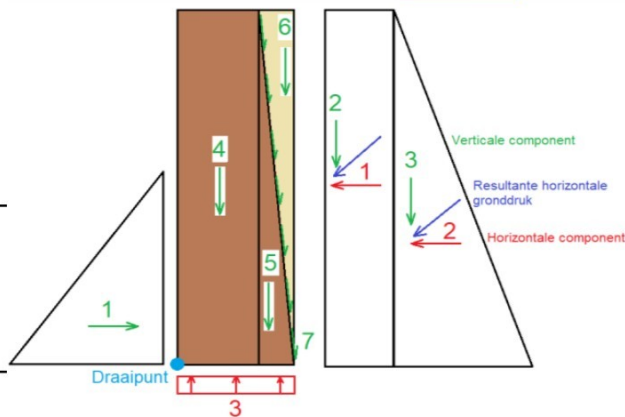
##### Horizontale component

Rechthoek	<b>1</b>
h	1,40 m
$\sigma$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,9 kN/m'
Arm = h/2	0,70 m
Moment = kracht*arm	<b>1,3 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>2</b>
h	1,40 m
$\sigma$	13,1 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	8,9 kN/m'
Arm = h/3	0,47 m
Moment = kracht*arm	<b>4,2 kNm/m'</b>

#### Waterdruk onderzijde kademuur **3**

p	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$b_{\text{onder}}$	0,65 m
Kracht = $p \cdot b_{\text{onder}}$	-0,3 kN/m'
Arm = $b_{\text{onder}}/2$	0,33 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>



#### Totaal drijvend moment

$M_{Ed}$  **5,5 kNm/m'**

#### Totaal tegenwerkend moment

$M_{Rd}$  **8,8 kNm/m'**

$uc = M_{Ed} / M_{Rd}$  **0,62 -**

**Voldoet**

## Horizontaal evenwicht

Grond achterzijde

Rechthoek

$F_H$  1,9 kN/m'

Driehoek

$F_H$  8,9 kN/m'

Totaal

$F_H$  10,8 kN/m'

Dwarskrachtcapaciteit metselwerk

Afschuifsterkte  $f_{vk0}$  0,1 N/mm<sup>2</sup> (Tabel 3.4 NEN-EN 1996-1-1, minimaal M10)

Veiligheidsfactor  $\lambda$  2,2 (Tabel NB-1 NEN-EN 1996-1-1)

$f_{vd}$  (0,30 / 2,2) 0,04 N/mm<sup>2</sup>

Afschuifoppervlak A 0,65 m<sup>2</sup>

Totaal,  $F_{v,Rd}$  26,0 kN/m'

**$uc = F_H / F_{v,Rd}$  0,42 -**

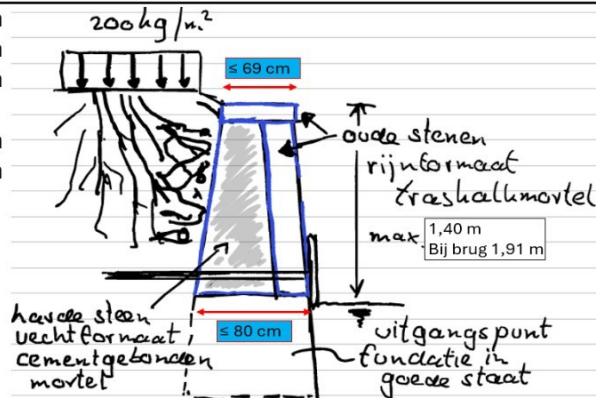
**Voldoet**

## Berekening stabiliteit kademuur A (tpv brug)

### Gegevens Maximale breedtes opmeting bij brug

#### Afmetingen en niveaus

Hoogte kademuur	1,91 m
Breedte bovenzijde kademuur	0,69 m
Breedte onderzijde kademuur	0,80 m
(Grond)waterstand, onder top kade	2,01 m
Bodemniveau, onder top kade	2,61 m



#### Metselwerk

Soortelijk gewicht	18 kN/m <sup>3</sup>	(Aanname)
--------------------	----------------------	-----------

#### Grond (NEN 9997-1)

Voorzijde kademuur (waterzijde)

Klei (organisch, matig) (Aanname)

Soortelijk gewicht	16 kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	15 graden

Achterzijde kademuur (straatzijde)

Niet aanwezig

Soortelijk gewicht	kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	graden

#### Bovenbelasting

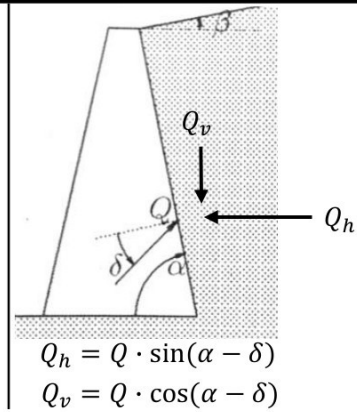
Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
----------------------------	---------------------

## Gronddrukcoëfficiënten

Partiële factor, NEN 8707, tabel L.1 **1,12 -**

Partiële factor toe te passen op  $\tan\phi$

$\phi_{\text{klei,k}}$	15 graden
$\phi_{\text{klei,d}}$	13,45 graden



### Actieve gronddruk achterzijde

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	86,70	1,51		
$\beta$	0	0		
$\phi$	13,45	0,23		
$\delta$	8,97	0,16 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	0,9772
			$\cos(\alpha - \delta)$	0,2124

**$K_a$  0,59 -**

### Passieve gronddruk voorzijde (niet aanwezig)

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	90	1,57		
$\beta$	0	0		
$\phi$	0,00	0,00		
$\delta$	0,00	0,00 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	1,0000

**$K_p$  1,00 -**

## Grond- en waterdrukken

### Niveaus ten opzichte van kadeniveau

#### Voorzijde kademuur

Waterniveau	2,01 m
Toeslag, $\Delta a$	0,19 m
<b>Water rekenniveau</b>	<b>2,20 m</b>

Bodemniveau	2,61 m
Toeslag, $\Delta a$	0,27 m
<b>Bodem rekenniveau</b>	<b>2,88 m</b>

#### Achterzijde kademuur

Grondwaterniveau	2,01 m
Toeslag, $\Delta a$	0,05 m
<b>Grondwater rekenniveau</b>	<b>1,96 m</b>

Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
Partiële factor, NEN 8707, tabel K.1	1,15 -
<b>Rekenwaarde bovenbelasting, <math>Q_d</math></b>	<b>2,3 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Gronddruk bovenzijde kademuur

$\sigma_{v2}$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$p_2$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2}'$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}'$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}$	1,4 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk op grondwaterniveau

$\sigma_{v2,5}$	33,66 kN/m <sup>2</sup>
$p_{2,5}$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2,5}'$	33,7 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}'$	19,8 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}$	19,8 kN/m <sup>2</sup>

#### Waterdruk op bodemniveau

Waterdiepte	0,68 m
$p_0$	6,8 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h0}$	6,8 kN/m <sup>2</sup>

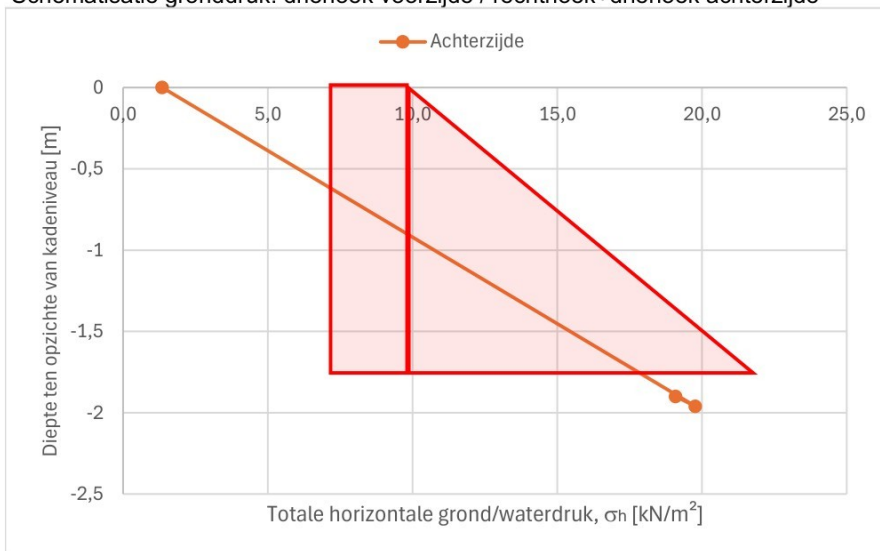
#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v1}$	-8,7 kN/m <sup>2</sup>
$p_1$	-2,9 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v1}'$	-5,8 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}'$	-5,8 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}$	-8,7 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v3}$	32,9 kN/m <sup>2</sup>
$p_3$	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v3}'$	33,4 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}'$	19,6 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}$	19,1 kN/m <sup>2</sup>

### Schematisatie gronddruk: driehoek voorzijde / rechthoek+driehoek achterzijde



## Momenten

### Tegenwerkend moment

#### Gronddruk voorzijde kademuur

Driehoek	<b>1</b>
h	-0,29 m
$\sigma$	-8,7 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,3 kN/m'
Arm = h/3	-0,10 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

##### Verticale component

Rechthoek	<b>2</b>
Kracht = $\sigma h \cdot \cos(\alpha - \delta)$	0,5 kN/m'
Arm = $b_b + (b_o - b_b)/2$	0,75 m
Moment = kracht*arm	<b>0,4 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>3</b>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \cos(\alpha - \delta)$	3,6 kN/m'
Arm = $b_b + 2/3 \cdot (b_o - b_b)$	0,76 m
Moment = kracht*arm	<b>2,7 kNm/m'</b>

#### Gewicht kademuur + grond

$\gamma_{\text{metselwerk}}$	18 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{\text{grond}}$	20 kN/m <sup>3</sup>
$h_{\text{kade}}$	1,91 m
$b_{\text{boven}}$	0,69 m
$b_{\text{onder}}$	0,80 m

Rechthoek, metselwerk	<b>4</b>
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b_{\text{boven}}$	23,7 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}}/2$	0,35 m
Moment = kracht*arm	<b>8,2 kNm/m'</b>

Driehoek, metselwerk	<b>5</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,9 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + b/3$	0,73 m
Moment = kracht*arm	<b>1,4 kNm/m'</b>

Driehoek, grond	<b>6</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	2,1 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + 2/3 \cdot b$	0,76 m
Moment = kracht*arm	<b>1,6 kNm/m'</b>

Wandwrijving	<b>7</b>
$\delta$	8,97 graden
$\alpha$	3,30 graden
$\tan(\alpha + \delta)$	0,217 -
$\sigma_{h' \text{ gem}}$	10,5 kN/m'
h	1,91 m
$F_H' = \sigma_{h' \text{ gem}} \cdot h$	20,0 kN/m'
$F_V' = F_H' \cdot \tan(\alpha + \delta)$	4,3 kN/m'
$b_{\text{onder}}$	0,80 m
Arm = $\cos(\alpha) \cdot b_{\text{onder}}$	0,799 m
Moment = $F_V' \cdot \text{arm}$	<b>3,5 kNm/m'</b>

### Drijvend moment

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

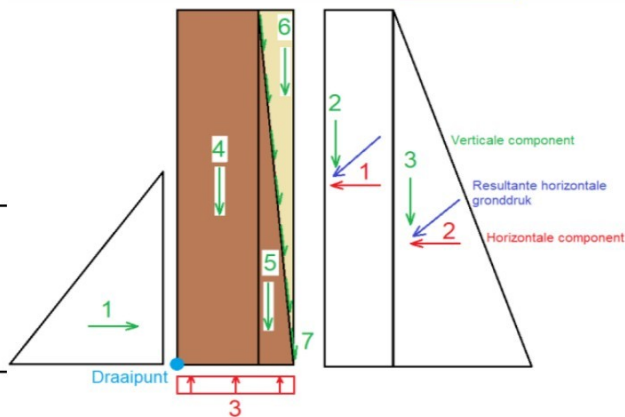
##### Horizontale component

Rechthoek	<b>1</b>
h	1,91 m
$\sigma$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	2,5 kN/m'
Arm = h/2	0,96 m
Moment = kracht*arm	<b>2,4 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>2</b>
h	1,91 m
$\sigma$	17,7 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	16,6 kN/m'
Arm = h/3	0,64 m
Moment = kracht*arm	<b>10,5 kNm/m'</b>

#### Waterdruk onderzijde kademuur **3**

p	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$b_{\text{onder}}$	0,80 m
Kracht = $p \cdot b_{\text{onder}}$	-0,4 kN/m'
Arm = $b_{\text{onder}}/2$	0,40 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>



#### Totaal drijvend moment

$M_{Ed}$  **12,9 kNm/m'**

#### Totaal tegenwerkend moment

$M_{Rd}$  **17,8 kNm/m'**

$uc = M_{Ed} / M_{Rd}$  **0,73 -**

**Voldoet**

## Horizontaal evenwicht

Grond achterzijde

Rechthoek

$F_H$  2,5 kN/m'

Driehoek

$F_H$  16,6 kN/m'

Totaal

$F_H$  19,1 kN/m'

Dwarskrachtcapaciteit metselwerk

Afschuifsterkte  $f_{vk0}$  0,1 N/mm<sup>2</sup> (Tabel 3.4 NEN-EN 1996-1-1, minimaal M10)

Veiligheidsfactor  $\lambda$  2,2 (Tabel NB-1 NEN-EN 1996-1-1)

$f_{vd}$  (0,30 / 2,2) 0,04 N/mm<sup>2</sup>

Afschuifoppervlak A 0,8 m<sup>2</sup>

Totaal,  $F_{v,Rd}$  32,0 kN/m'

**$uc = F_H / F_{v,Rd}$  0,60 -**

**Voldoet**

## Berekening stabiliteit kademuur B / C

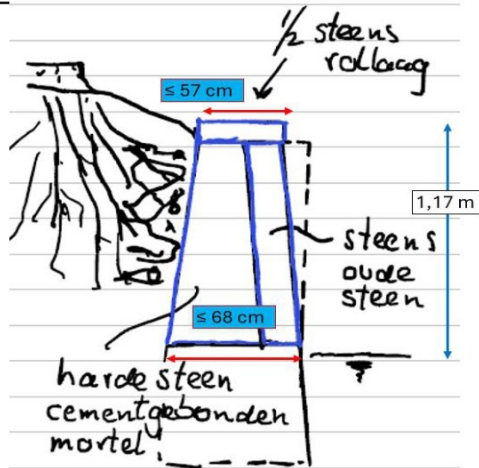
### Gegevens

### Maximale breedtes opmeting

#### Afmetingen en niveaus

Hoogte kademuur	1,17 m
Breedte bovenzijde kademuur	0,57 m
Breedte onderzijde kademuur	0,68 m

(Grond)waterstand, onder top kade	1,27 m
Bodemniveau, onder top kade	1,77 m



#### Metselwerk

Soortelijk gewicht	18 kN/m <sup>3</sup>	(Aanname)
--------------------	----------------------	-----------

#### Grond (NEN 9997-1)

Voorzijde kademuur (waterzijde)

Klei (organisch, matig) (Aanname)

Soortelijk gewicht	16 kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	15 graden

Achterzijde kademuur (straatzijde)

Niet aanwezig

Soortelijk gewicht	kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	graden

#### Bovenbelasting

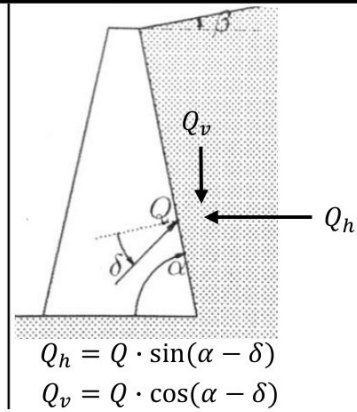
Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
----------------------------	---------------------

## Gronddrukcoëfficiënten

Partiële factor, NEN 8707, tabel L.1 1,12 -

Partiële factor toe te passen op  $\tan\phi$

$\phi_{\text{klei,k}}$	15 graden
$\phi_{\text{klei,d}}$	13,45 graden



### Actieve gronddruk achterzijde

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	84,63	1,48		
$\beta$	0	0		
$\phi$	13,45	0,23		
$\delta$	8,97	0,16 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	0,9688
			$\cos(\alpha - \delta)$	0,2477
<b><math>K_a</math></b>	<b>0,60</b>	-		

### Passieve gronddruk voorzijde (niet aanwezig)

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	90	1,57		
$\beta$	0	0		
$\phi$	0,00	0,00		
$\delta$	0,00	0,00 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	1,0000
<b><math>K_p</math></b>	<b>1,00</b>	-		

## Grond- en waterdrukken

### Niveaus ten opzichte van kadeniveau

#### Voorzijde kademuur

Waterniveau	1,27 m
Toeslag, $\Delta a$	0,19 m
<b>Water rekenniveau</b>	<b>1,46 m</b>

Bodemniveau	1,77 m
Toeslag, $\Delta a$	0,27 m
<b>Bodem rekenniveau</b>	<b>2,04 m</b>

#### Achterzijde kademuur

Grondwaterniveau	1,27 m
Toeslag, $\Delta a$	0,05 m
<b>Grondwater rekenniveau</b>	<b>1,22 m</b>

Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
Partiële factor, NEN 8707, tabel K.1	1,15 -
<b>Rekenwaarde bovenbelasting, <math>Q_d</math></b>	<b>2,3 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Gronddruk bovenzijde kademuur

$\sigma_{v2}$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$p_2$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2}'$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}'$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}$	1,4 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk op grondwaterniveau

$\sigma_{v2,5}$	21,82 kN/m <sup>2</sup>
$p_{2,5}$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2,5}'$	21,8 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}'$	13,1 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}$	13,1 kN/m <sup>2</sup>

#### Waterdruk op bodemniveau

Waterdiepte	0,58 m
$p_0$	5,8 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h0}$	5,8 kN/m <sup>2</sup>

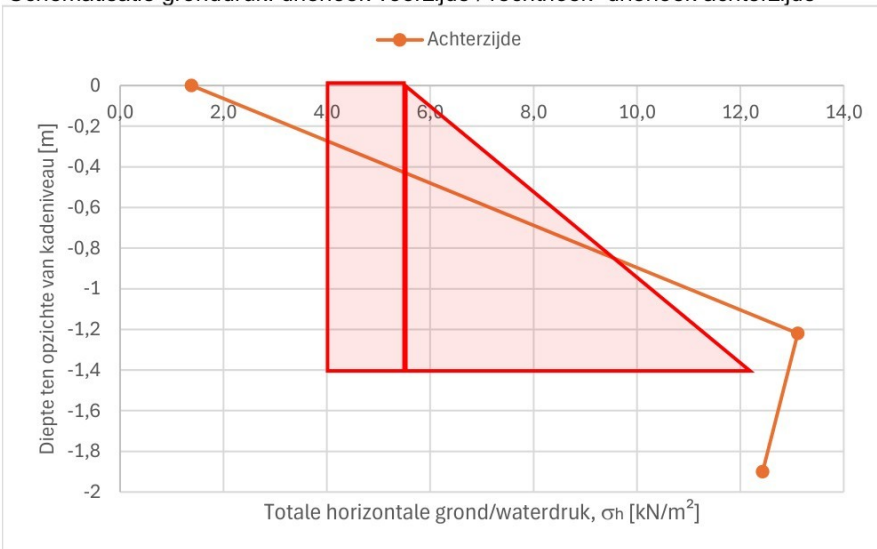
#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v1}$	-8,1 kN/m <sup>2</sup>
$p_1$	-2,9 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v1}'$	-5,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}'$	-5,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}$	-8,1 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v3}$	21,0 kN/m <sup>2</sup>
$p_3$	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v3}'$	21,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}'$	12,9 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}$	12,4 kN/m <sup>2</sup>

### Schematisatie gronddruk: driehoek voorzijde / rechthoek+driehoek achterzijde



## Momenten

### Tegenwerkend moment

#### Gronddruk voorzijde kademuur

Driehoek	<b>1</b>
h	-0,29 m
$\sigma$	-8,1 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,2 kN/m'
Arm = h/3	-0,10 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

##### Verticale component

Rechthoek	<b>2</b>
Kracht = $\sigma h \cdot \cos(\alpha - \delta)$	0,4 kN/m'
Arm = $b_b + (b_o - b_b)/2$	0,63 m
Moment = kracht*arm	<b>0,3 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>3</b>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \cos(\alpha - \delta)$	1,6 kN/m'
Arm = $b_b + 2/3 \cdot (b_o - b_b)$	0,64 m
Moment = kracht*arm	<b>1,0 kNm/m'</b>

#### Gewicht kademuur + grond

$\gamma_{\text{metselwerk}}$	18 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{\text{grond}}$	20 kN/m <sup>3</sup>
$h_{\text{kade}}$	1,17 m
$b_{\text{boven}}$	0,57 m
$b_{\text{onder}}$	0,68 m

Rechthoek, metselwerk	<b>4</b>
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b_{\text{boven}}$	12,0 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}}/2$	0,29 m
Moment = kracht*arm	<b>3,4 kNm/m'</b>

Driehoek, metselwerk	<b>5</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,2 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + b/3$	0,61 m
Moment = kracht*arm	<b>0,7 kNm/m'</b>

Driehoek, grond	<b>6</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,3 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + 2/3 \cdot b$	0,64 m
Moment = kracht*arm	<b>0,8 kNm/m'</b>

<b>Wandwrijving</b>	<b>7</b>
$\delta$	8,97 graden
$\alpha$	5,37 graden
$\tan(\alpha + \delta)$	0,256 -
$\sigma_{h \text{ gem}}$	7,2 kN/m'
h	1,17 m
$F_H' = \sigma_{h \text{ gem}} \cdot h$	8,4 kN/m'
$F_V' = F_H' \cdot \tan(\alpha + \delta)$	2,1 kN/m'
$b_{\text{onder}}$	0,68 m
Arm = $\cos(\alpha) \cdot b_{\text{onder}}$	0,677 m
Moment = $F_V' \cdot \text{arm}$	<b>1,4 kNm/m'</b>

### Drijvend moment

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

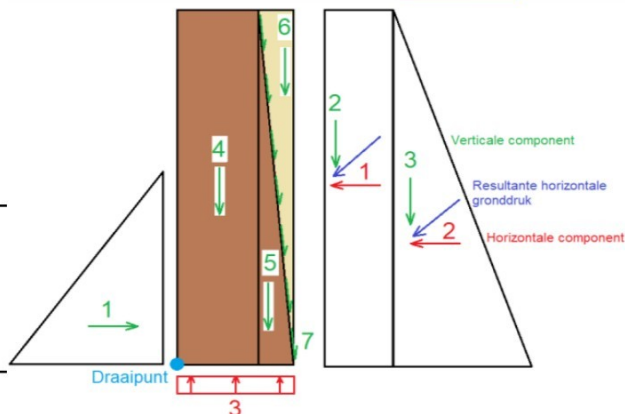
##### Horizontale component

Rechthoek	<b>1</b>
h	1,17 m
$\sigma$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,6 kN/m'
Arm = h/2	0,59 m
Moment = kracht*arm	<b>0,9 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>2</b>
h	1,17 m
$\sigma$	11,0 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	6,3 kN/m'
Arm = h/3	0,39 m
Moment = kracht*arm	<b>2,4 kNm/m'</b>

#### Waterdruk onderzijde kademuur **3**

p	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$b_{\text{onder}}$	0,68 m
Kracht = $p \cdot b_{\text{onder}}$	-0,3 kN/m'
Arm = $b_{\text{onder}}/2$	0,34 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>



#### Totaal drijvend moment

$M_{Ed}$  **3,4 kNm/m'**

#### Totaal tegenwerkend moment

$M_{Rd}$  **7,7 kNm/m'**

$uc = M_{Ed} / M_{Rd}$  **0,44 -**

**Voldoet**

## Horizontaal evenwicht

Grond achterzijde

Rechthoek

$F_H$  1,6 kN/m'

Driehoek

$F_H$  6,3 kN/m'

Totaal

$F_H$  7,8 kN/m'

Dwarskrachtcapaciteit metselwerk

Afschuifsterkte  $f_{vk0}$  0,1 N/mm<sup>2</sup> (Tabel 3.4 NEN-EN 1996-1-1, minimaal M10)

Veiligheidsfactor  $\lambda$  2,2 (Tabel NB-1 NEN-EN 1996-1-1)

$f_{vd}$  (0,30 / 2,2) 0,04 N/mm<sup>2</sup>

Afschuifoppervlak A 0,68 m<sup>2</sup>

Totaal,  $F_{v,Rd}$  27,2 kN/m'

**$uc = F_H / F_{v,Rd}$  0,29 -**

**Voldoet**

## Berekening stabiliteit kademuur B / C

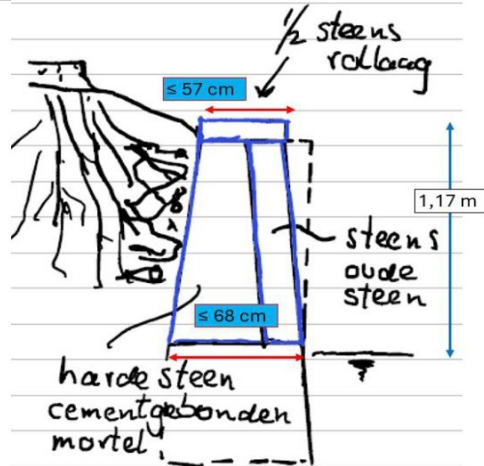
### Gegevens

### Minimale breedtes opmetseling

#### Afmetingen en niveaus

Hoogte kademuur	1,17 m
Breedte bovenzijde kademuur	0,3 m
Breedte onderzijde kademuur	0,41 m

(Grond)waterstand, onder top kade	1,27 m
Bodemniveau, onder top kade	1,77 m



#### Metselwerk

Soortelijk gewicht	18 kN/m <sup>3</sup>	(Aanname)
--------------------	----------------------	-----------

#### Grond (NEN 9997-1)

Voorzijde kademuur (waterzijde)

Klei (organisch, matig) (Aanname)

Soortelijk gewicht	16 kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	15 graden

Achterzijde kademuur (straatzijde)

Niet aanwezig

Soortelijk gewicht	kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	graden

#### Bovenbelasting

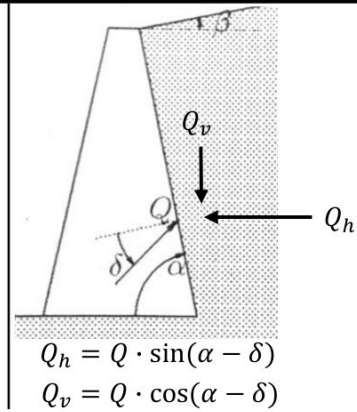
Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
----------------------------	---------------------

## Gronddrukcoëfficiënten

Partiële factor, NEN 8707, tabel L.1 1,12 -

Partiële factor toe te passen op  $\tan\phi$

$\phi_{\text{klei,k}}$	15 graden
$\phi_{\text{klei,d}}$	13,45 graden



### Actieve gronddruk achterzijde

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	84,63	1,48		
$\beta$	0	0		
$\phi$	13,45	0,23		
$\delta$	8,97	0,16 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	0,9688
			$\cos(\alpha - \delta)$	0,2477
<b><math>K_a</math></b>	<b>0,60</b>	-		

### Passieve gronddruk voorzijde (niet aanwezig)

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	90	1,57		
$\beta$	0	0		
$\phi$	0,00	0,00		
$\delta$	0,00	0,00 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	1,0000
<b><math>K_p</math></b>	<b>1,00</b>	-		

## Grond- en waterdrukken

### Niveaus ten opzichte van kadeniveau

#### Voorzijde kademuur

Waterniveau	1,27 m
Toeslag, $\Delta a$	0,19 m
<b>Water rekenniveau</b>	<b>1,46 m</b>

Bodemniveau	1,77 m
Toeslag, $\Delta a$	0,27 m
<b>Bodem rekenniveau</b>	<b>2,04 m</b>

#### Achterzijde kademuur

Grondwaterniveau	1,27 m
Toeslag, $\Delta a$	0,05 m
<b>Grondwater rekenniveau</b>	<b>1,22 m</b>

Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
Partiële factor, NEN 8707, tabel K.1	1,15 -
<b>Rekenwaarde bovenbelasting, <math>Q_d</math></b>	<b>2,3 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Gronddruk bovenzijde kademuur

$\sigma_{v2}$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$p_2$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2}'$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}'$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}$	1,4 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk op grondwaterniveau

$\sigma_{v2,5}$	21,82 kN/m <sup>2</sup>
$p_{2,5}$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2,5}'$	21,8 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}'$	13,1 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}$	13,1 kN/m <sup>2</sup>

#### Waterdruk op bodemniveau

Waterdiepte	0,58 m
$p_0$	5,8 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h0}$	5,8 kN/m <sup>2</sup>

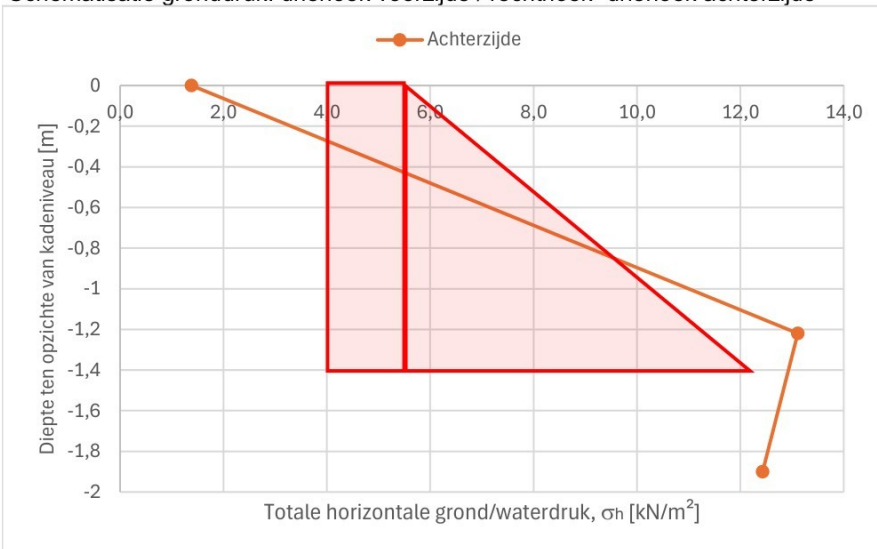
#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v1}$	-8,1 kN/m <sup>2</sup>
$p_1$	-2,9 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v1}'$	-5,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}'$	-5,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}$	-8,1 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v3}$	21,0 kN/m <sup>2</sup>
$p_3$	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v3}'$	21,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}'$	12,9 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}$	12,4 kN/m <sup>2</sup>

### Schematisatie gronddruk: driehoek voorzijde / rechthoek+driehoek achterzijde



## Momenten

### Tegenwerkend moment

#### Gronddruk voorzijde kademuur

Driehoek	<b>1</b>
h	-0,29 m
$\sigma$	-8,1 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,2 kN/m'
Arm = h/3	-0,10 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

##### Verticale component

Rechthoek	<b>2</b>
Kracht = $\sigma h \cdot \cos(\alpha - \delta)$	0,4 kN/m'
Arm = $b_b + (b_o - b_b)/2$	0,36 m
Moment = kracht*arm	<b>0,1 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>3</b>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \cos(\alpha - \delta)$	1,6 kN/m'
Arm = $b_b + 2/3 \cdot (b_o - b_b)$	0,37 m
Moment = kracht*arm	<b>0,6 kNm/m'</b>

#### Gewicht kademuur + grond

$\gamma_{\text{metselwerk}}$	18 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{\text{grond}}$	20 kN/m <sup>3</sup>
$h_{\text{kade}}$	1,17 m
$b_{\text{boven}}$	0,3 m
$b_{\text{onder}}$	0,41 m

Rechthoek, metselwerk	<b>4</b>
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b_{\text{boven}}$	6,3 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}}/2$	0,15 m
Moment = kracht*arm	<b>0,9 kNm/m'</b>

Driehoek, metselwerk	<b>5</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,2 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + b/3$	0,34 m
Moment = kracht*arm	<b>0,4 kNm/m'</b>

Driehoek, grond	<b>6</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,3 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + 2/3 \cdot b$	0,37 m
Moment = kracht*arm	<b>0,5 kNm/m'</b>

Wandwrijving	<b>7</b>
$\delta$	8,97 graden
$\alpha$	5,37 graden
$\tan(\alpha + \delta)$	0,256 -
$\sigma_{h \text{ gem}}$	7,2 kN/m'
h	1,17 m
$F_H' = \sigma_{h \text{ gem}} \cdot h$	8,4 kN/m'
$F_V' = F_H' \cdot \tan(\alpha + \delta)$	2,1 kN/m'
$b_{\text{onder}}$	0,41 m
Arm = $\cos(\alpha) \cdot b_{\text{onder}}$	0,408 m
Moment = $F_V' \cdot \text{arm}$	<b>0,9 kNm/m'</b>

### Drijvend moment

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

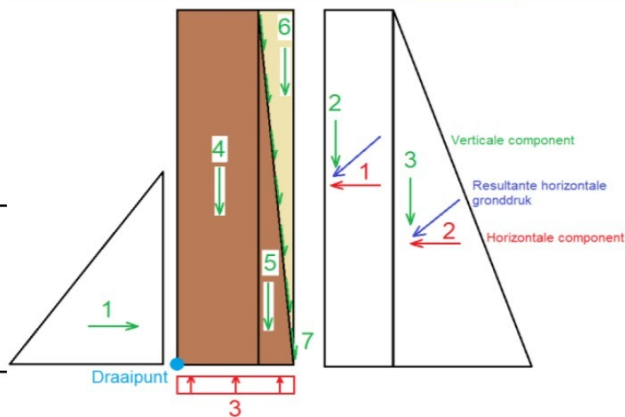
##### Horizontale component

Rechthoek	<b>1</b>
h	1,17 m
$\sigma$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,6 kN/m'
Arm = h/2	0,59 m
Moment = kracht*arm	<b>0,9 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>2</b>
h	1,17 m
$\sigma$	11,0 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	6,3 kN/m'
Arm = h/3	0,39 m
Moment = kracht*arm	<b>2,4 kNm/m'</b>

#### Waterdruk onderzijde kademuur **3**

p	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$b_{\text{onder}}$	0,41 m
Kracht = $p \cdot b_{\text{onder}}$	-0,2 kN/m'
Arm = $b_{\text{onder}}/2$	0,21 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>



#### Totaal drijvend moment

$M_{Ed}$  **3,4 kNm/m'**

#### Totaal tegenwerkend moment

$M_{Rd}$  **3,4 kNm/m'**

$uc = M_{Ed} / M_{Rd}$  **0,98 -**

**Voldoet**

## Horizontaal evenwicht

Grond achterzijde

Rechthoek

$F_H$  1,6 kN/m'

Driehoek

$F_H$  6,3 kN/m'

Totaal

$F_H$  7,8 kN/m'

Dwarskrachtcapaciteit metselwerk

Afschuifsterkte  $f_{vk0}$  0,1 N/mm<sup>2</sup> (Tabel 3.4 NEN-EN 1996-1-1, minimaal M10)

Veiligheidsfactor  $\lambda$  2,2 (Tabel NB-1 NEN-EN 1996-1-1)

$f_{vd}$  (0,30 / 2,2) 0,04 N/mm<sup>2</sup>

Afschuifoppervlak A 0,41 m<sup>2</sup>

Totaal,  $F_{v,Rd}$  16,4 kN/m'

**$uc = F_H / F_{v,Rd}$  0,48 -**

**Voldoet**

## Berekening stabiliteit kademuur B / C

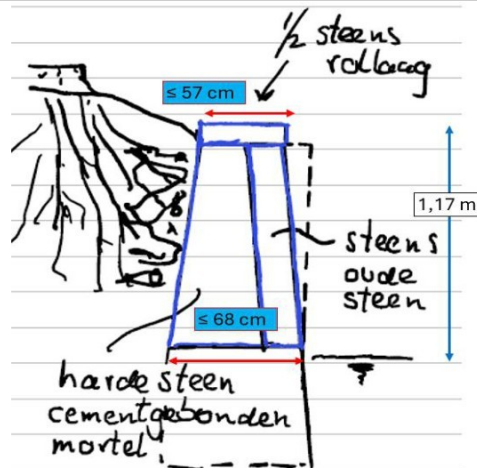
### Gegevens

### Gemiddelde breedtes opmetseling

#### Afmetingen en niveaus

Hoogte kademuur	1,17 m
Breedte bovenzijde kademuur	0,44 m
Breedte onderzijde kademuur	0,55 m

(Grond)waterstand, onder top kade	1,27 m
Bodemniveau, onder top kade	1,77 m



#### Metselwerk

Soortelijk gewicht	18 kN/m <sup>3</sup>	(Aanname)
--------------------	----------------------	-----------

#### Grond (NEN 9997-1)

Voorzijde kademuur (waterzijde)

Klei (organisch, matig) (Aanname)

Soortelijk gewicht	16 kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	15 graden

Achterzijde kademuur (straatzijde)

Niet aanwezig

Soortelijk gewicht	kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving	graden

#### Bovenbelasting

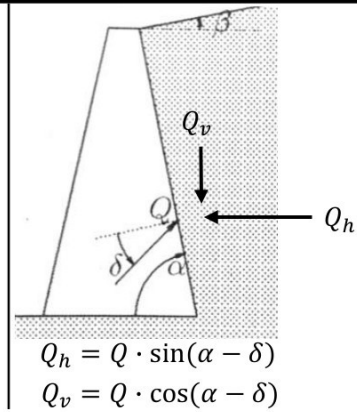
Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
----------------------------	---------------------

## Gronddrukcoëfficiënten

Partiële factor, NEN 8707, tabel L.1 1,12 -

Partiële factor toe te passen op  $\tan\phi$

$\phi_{\text{klei,k}}$	15 graden
$\phi_{\text{klei,d}}$	13,45 graden



### Actieve gronddruk achterzijde

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	84,63	1,48		
$\beta$	0	0		
$\phi$	13,45	0,23		
$\delta$	8,97	0,16 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	0,9688
			$\cos(\alpha - \delta)$	0,2477
<b><math>K_a</math></b>	<b>0,60</b>	-		

### Passieve gronddruk voorzijde (niet aanwezig)

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

	graden	rad		
$\alpha$	90	1,57		
$\beta$	0	0		
$\phi$	0,00	0,00		
$\delta$	0,00	0,00 (Aanname: $\delta = 2/3 * \phi$ )	$\sin(\alpha - \delta)$	1,0000
<b><math>K_p</math></b>	<b>1,00</b>	-		

## Grond- en waterdrukken

### Niveaus ten opzichte van kadeniveau

#### Voorzijde kademuur

Waterniveau	1,27 m
Toeslag, $\Delta a$	0,19 m
<b>Water rekenniveau</b>	<b>1,46 m</b>

Bodemniveau	1,77 m
Toeslag, $\Delta a$	0,27 m
<b>Bodem rekenniveau</b>	<b>2,04 m</b>

#### Achterzijde kademuur

Grondwaterniveau	1,27 m
Toeslag, $\Delta a$	0,05 m
<b>Grondwater rekenniveau</b>	<b>1,22 m</b>

Bovenbelasting uit verkeer	2 kN/m <sup>2</sup>
Partiële factor, NEN 8707, tabel K.1	1,15 -
<b>Rekenwaarde bovenbelasting, <math>Q_d</math></b>	<b>2,3 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Gronddruk bovenzijde kademuur

$\sigma_{v2}$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$p_2$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2}'$	2,3 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}'$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2}$	1,4 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk op grondwaterniveau

$\sigma_{v2,5}$	21,82 kN/m <sup>2</sup>
$p_{2,5}$	0,0 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v2,5}'$	21,8 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}'$	13,1 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h2,5}$	13,1 kN/m <sup>2</sup>

#### Waterdruk op bodemniveau

Waterdiepte	0,58 m
$p_0$	5,8 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h0}$	5,8 kN/m <sup>2</sup>

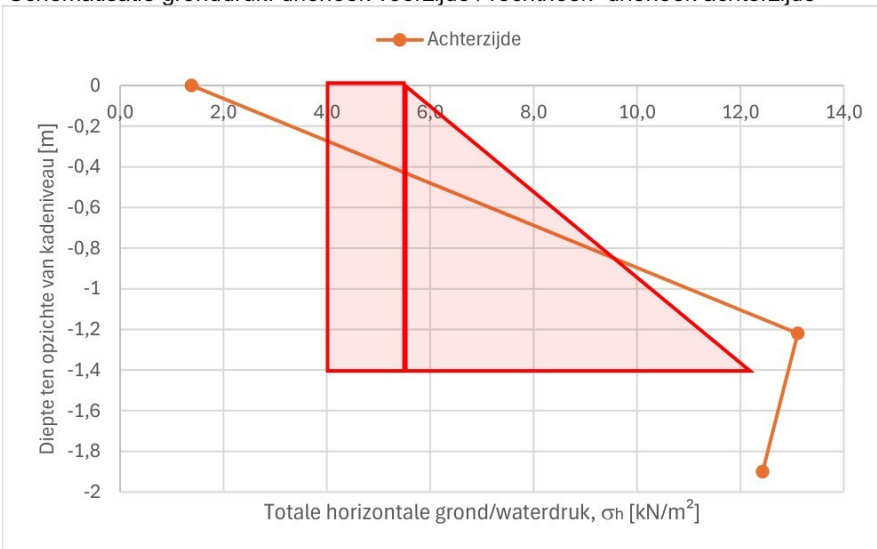
#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v1}$	-8,1 kN/m <sup>2</sup>
$p_1$	-2,9 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v1}'$	-5,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}'$	-5,2 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h1}$	-8,1 kN/m <sup>2</sup>

#### Gronddruk onderzijde kademuur

$\sigma_{v3}$	21,0 kN/m <sup>2</sup>
$p_3$	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{v3}'$	21,5 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}'$	12,9 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{h3}$	12,4 kN/m <sup>2</sup>

### Schematisatie gronddruk: driehoek voorzijde / rechthoek+driehoek achterzijde



## Momenten

### Tegenwerkend moment

#### Gronddruk voorzijde kademuur

Driehoek	<b>1</b>
h	-0,29 m
$\sigma$	-8,1 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,2 kN/m'
Arm = h/3	-0,10 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

##### Verticale component

Rechthoek	<b>2</b>
Kracht = $\sigma h \cdot \cos(\alpha - \delta)$	0,4 kN/m'
Arm = $b_b + (b_o - b_b)/2$	0,50 m
Moment = kracht*arm	<b>0,2 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>3</b>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \cos(\alpha - \delta)$	1,6 kN/m'
Arm = $b_b + 2/3 \cdot (b_o - b_b)$	0,51 m
Moment = kracht*arm	<b>0,8 kNm/m'</b>

#### Gewicht kademuur + grond

$\gamma_{\text{metselwerk}}$	18 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{\text{grond}}$	20 kN/m <sup>3</sup>
$h_{\text{kade}}$	1,17 m
$b_{\text{boven}}$	0,44 m
$b_{\text{onder}}$	0,55 m

Rechthoek, metselwerk	<b>4</b>
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b_{\text{boven}}$	9,3 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}}/2$	0,22 m
Moment = kracht*arm	<b>2,0 kNm/m'</b>

Driehoek, metselwerk	<b>5</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,2 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + b/3$	0,48 m
Moment = kracht*arm	<b>0,6 kNm/m'</b>

Driehoek, grond	<b>6</b>
$b = b_{\text{onder}} - b_{\text{boven}}$	0,11 m
Kracht = $\gamma \cdot h_{\text{kade}} \cdot b/2$	1,3 kN/m'
Arm = $b_{\text{boven}} + 2/3 \cdot b$	0,51 m
Moment = kracht*arm	<b>0,7 kNm/m'</b>

Wandwrijving	<b>7</b>
$\delta$	8,97 graden
$\alpha$	5,37 graden
$\tan(\alpha + \delta)$	0,256 -
$\sigma_{h \text{ gem}}$	7,2 kN/m'
h	1,17 m
$F_H' = \sigma_{h \text{ gem}} \cdot h$	8,4 kN/m'
$F_V' = F_H' \cdot \tan(\alpha + \delta)$	2,1 kN/m'
$b_{\text{onder}}$	0,55 m
Arm = $\cos(\alpha) \cdot b_{\text{onder}}$	0,548 m
Moment = $F_V' \cdot \text{arm}$	<b>1,2 kNm/m'</b>

### Drijvend moment

#### Horizontale gronddruk achterzijde kade

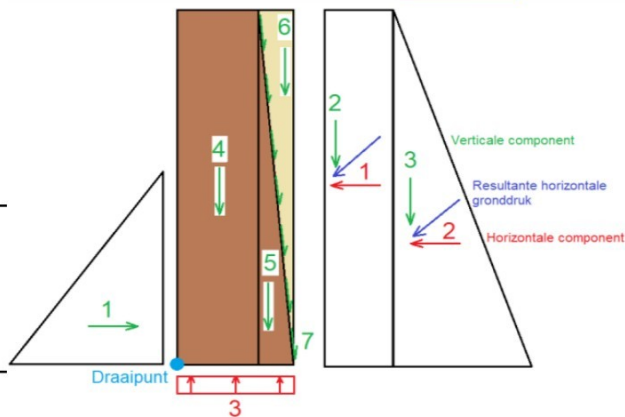
##### Horizontale component

Rechthoek	<b>1</b>
h	1,17 m
$\sigma$	1,4 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	1,6 kN/m'
Arm = h/2	0,59 m
Moment = kracht*arm	<b>0,9 kNm/m'</b>

Driehoek	<b>2</b>
h	1,17 m
$\sigma$	11,0 kN/m <sup>2</sup>
Kracht = $\sigma h/2 \cdot \sin(\alpha - \delta)$	6,3 kN/m'
Arm = h/3	0,39 m
Moment = kracht*arm	<b>2,4 kNm/m'</b>

#### Waterdruk onderzijde kademuur **3**

p	-0,5 kN/m <sup>2</sup>
$b_{\text{onder}}$	0,55 m
Kracht = $p \cdot b_{\text{onder}}$	-0,3 kN/m'
Arm = $b_{\text{onder}}/2$	0,28 m
Moment = kracht*arm	<b>0,0 kNm/m'</b>



#### Totaal drijvend moment

$M_{Ed}$  **3,4 kNm/m'**

#### Totaal tegenwerkend moment

$M_{Rd}$  **5,4 kNm/m'**

$uc = M_{Ed} / M_{Rd}$  **0,62 -**

**Voldoet**

## Horizontaal evenwicht

Grond achterzijde

Rechthoek

$F_H$  1,6 kN/m'

Driehoek

$F_H$  6,3 kN/m'

Totaal

$F_H$  7,8 kN/m'

Dwarskrachtcapaciteit metselwerk

Afschuifsterkte  $f_{vk0}$  0,1 N/mm<sup>2</sup> (Tabel 3.4 NEN-EN 1996-1-1, minimaal M10)

Veiligheidsfactor  $\lambda$  2,2 (Tabel NB-1 NEN-EN 1996-1-1)

$f_{vd}$  (0,30 / 2,2) 0,04 N/mm<sup>2</sup>

Afschuifoppervlak A 0,55 m<sup>2</sup>

Totaal,  $F_{v,Rd}$  22,0 kN/m'

**$uc = F_H / F_{v,Rd}$  0,36 -**

**Voldoet**