RAPPORT

PAALTECHNISCHE BEREKENING

Project:

Amsterdam

Waalsteeg 8-10

Verbouwing

Projectnummer : *W2022.789*

Volgnummer : 1

Datum : 20 oktober 2022

Opdrachtgever : *Ten Napel Schroefinjectie Palen B.V.*
Marsdiep 6
5321 MC Urk
Tel. 0527 - 682821

Opgesteld door : 5.1,2,e

Blikveldweg 9
1359 KA Almere
T+31(0)36 5245229
M 5.1.2.e
E 5.1,2,e @hfcweijde.nl
www.hfcweijde.nl
Per 01-01-2020:
IBAN NL74INGB0002268585
K.vK. 30227607
BTW NL 001186762B79

1 Inleiding

Voor de berekening(en) wordt gebruik gemaakt van de volgende voorschriften, aanbevelingen, richtlijnen en software.

1.1 Normen (indien toegepast)

- NEN–EN 206: Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit;
- NEN – EN 1536: 2010 +A1: 2015 "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Boorpalen";
- NEN–EN 1990+A1+A1/C2 Eurocode,
  - Grondslagen van het constructief ontwerp;
  - + Nationale bijlage;
- NEN–EN 1991–1–1+C1 Eurocode 1: Belastingen op constructies,
  - Deel 1–1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen;
  - + Nationale bijlage;
- NEN–EN 1992–2–1+C2 Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies,
  - Deel 1.1: Algemene regels en regels voor gebouwen;
  - + Nationale bijlage;
- NEN–EN 1993(+NB) Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies,
  - Deel 1: Algemene regels en regels voor gebouwen;
  - Deel 5: Palen en damwanden;
  - Deel 8: Ontwerp en berekening van verbindingen;
- NEN–EN 1994–1–1+C1 Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal–betonconstructies,
  - Deel 1.1: Algemene regels en regels voor gebouwen;
  - + NB Nationale bijlage;
- NEN 9997-1:2016+C2:2017: Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels;
- NEN–EN 12063: Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Damwanden;
- NEN–EN 12699: Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Verdringingspalen;
- NEN–EN 14199: Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Micropalen;
- NPR 2053: Nationale praktijkrichtlijn NPR 2053 Lasverbindingen met betonstaal en stalen strippen;
- NVN 6724: Voorschriften beton – In de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel – maart 2001;
- NEN 6008: Betonstaal;
- NEN 6741: Het uitvoeren van houten paalfunderingen;
- NEN 6742: Het uitvoeren van funderingen met geprefabriceerde betonnen palen;
- NEN 8005+C1: Nederlandse invulling van NEN-EN 206: Beton - Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit;
- NEN 8700: Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen;
- NEN 8701: Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouwen en afkeuren – Belastingen;
- NEN 8707: Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Geotechnische constructies;
- NEN–EN 10025: Warmgewalste producten van constructiestaal, deel 1 tot en met deel 5,
- NEN–EN 10080: Staal voor het wapenen van beton, lasbaar betonstaal – Algemeen;
- NEN–EN 10219: Koudvervaardigde gelaste buisprofielen voor constructiedoeleinden, deel 1 tot en met deel 3.

1.2 Richtlijnen/ aanbevelingen (indien toegepast)

- CUR 109: Akoestisch doormeten funderingspalen;
- CUR 114: Toezicht op realisatie van paalfunderingen;
- CUR 162: Construeren met grond;
- CUR 166: Damwandconstructies;
- CUR 223: Meten–monitoren–bouwputten;
- CUR 228: Ontwerprichtlijn door grond horizontaal belaste palen;
- CUR 229 Axiaal draagvermogen van palen;
- CUR 231: Handboek Diepwanden ontwerp en uitvoering;
- CUR 236: Ankerpalen;
- CUR 2004–1: Beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen;
- Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 0501: Betonstaal;
- Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 1710: Het aanbrengen van stalen buissegmentpalen;
- Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 1721: Betonnen oplangers;
- Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 2302: Houten heipalen;
- Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 2352/02: Betonnen heipalen;
- Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 2356,
  - Algemeen: In de grond gevormde palen;
  - Bijlage A: Werkwijze bij het vervaardigen van schroefpalen, type Avegaarpalen;
  - Bijlage B: Werkwijze bij het vervaardigen van buisschroefpalen;
  - Bijlage C: Werkwijze bij het vervaardigen van ingeheide en schokkend of trillend getrokken palen;
  - Bijlage D: Werkwijze bij het vervaardigen van ingeheide palen met uitgeheide voet;
  - Bijlage E: Werkwijze bij het vervaardigen van trillingsvrij in de grond gevormde ingebrachte palen;
- Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 2357: Heien van geprefabriceerde betonpalen;
- Richtlijnen constructie gemeente Almere, geldigheid vanaf d.d. 01–01–2017;
- Dienst Stadsontwikkeling Gemeente Utrecht, nummer wr 05: Uitvoering van schroefpalen; type Avegaar;
- Gemeente Breda, Richtlijn in de grond gevormde palen 'type avegaarpalen (vervaardiging van in de grond gevormde palen), status 'definitief', uitgave 'augustus 2004';

1.3 Software (indien toegepast)

- Microsoft Office,
  - Excel;
  - Word;
- Deltares Systems,
  - D–Sheet Piling;
  - D–Foundations;
  - D–Settlement;
  - D–Stability;
- Technosoft,
  - Paalfunderingen;
  - Funderingen op staal;
  - Construct;
  - Construct Liggers
  - Construct Raamwerken;
- MatrixFrame® Toolbox.

Knikberekening

Algemeen

Aanvullend op het laboratoriumonderzoek heeft de Technische Universität München (TUM) een nieuw wiskundig model opgesteld gebaseerd op een lineair elastisch plastische bedding. Om een bovengrens aan de kniklast te definiëren wordt een plastisch bezwijkcriterium vastgesteld. De staaf gaat uit van het principe van een staaf met een continue kniklengte (vrij vervormbaar.

Modelbeschrijving

De basis voor het model van de (TUM) is gebaseerd op de Eurlerse/Engerse kniktheorie, waarbij de stabiliteit van een staaf dat onderhevig is aan een normaalkracht en excentriciteit wordt beschouwd. De grond is gemodelleerd als een lineair elastisch perfect plastische (LEPP) bedding en de maatgevende eigenvorm is aangenomen als een enkele knikvorm. Verder zijn in het model geometrische imperfecties geïmplementeerd gebaseerd op de EC3; deze zijn gemodelleerd als extra excentriciteit.
Verder maakt het model onderscheid tussen het bezwijken als gevolg van een overschreden knikstabiliteit en het plastisch bezwijken van de paal. Dit betekent dat het model dus zowel wiskundige als mechanische sterkte van de staaf beschouwt.

Het basis mechanicamodel, gebruikt door de TUM, blijft echter de staaf op een LEPP bedding.
De oplossing is gegeven door hier onderstaande vergelijking, waarin $e_0 = l_{buc} / imp$.

$$N_{buc} = \frac{w_{ki} \cdot \left(\frac{n \cdot \pi}{L}\right)^2 \cdot EI + k \cdot w_{ki} \cdot \left(\frac{L}{n \cdot \pi}\right)^2}{(w_{ki} + e_0)}$$

Waarin:

$\mathbf{N_{buc}}$ **= De maatgevende kniklast [kN]**

$\mathbf{w_{ki}}$ **= de elastische grens van de bedding [m]**

$\mathbf{k}$ **= de lineaire beddingconstante [kN/m²]**

$\mathbf{e_0}$ **= de voorvervorming [m]**

$\mathbf{L}$ **= lengte van het systeem [m]**

Omdat er is aangenomen dat de kniklengte zich onafhankelijk van de randvoorwaarden kan ontwikkelen wordt de LEPP oplossing omschreven. Uit de mechanica volgt $L_{buc} = \nu = l / n$. Substitutie in de LEPP oplossing van de hier bovenstaande vergelijking geeft:

$$N_{ki} = \frac{w_{ki} \cdot \left(\frac{\pi}{L_{buc}}\right)^2 \cdot EI + k \cdot w_{ki} \cdot \left(\frac{L_{buc}}{\pi}\right)^2}{\left(w_{ki} + \frac{L_{buc}}{imp}\right)}$$

Voor de bepaling van de maximale grondmobilisatie w_{ki} en de beddingconstante k, kunnen empirische relaties worden gebruikt. Voor de koppeling tussen verplaatsing en gronddruk kunnen bilaterale p-y relaties gebruikt worden op basis van van bijvoorbeeld de API p-y curve.

De, in het model, voorgestelde relatie is gegeven door (Vogt et al 2005):

$$w_{ki} = \frac{6 \cdot C_u \leq p_u \leq 11 \cdot C_u}{60 \cdot C_u \leq k \leq 110 \cdot C_u}$$

In de vergelijking voor N_{ki}, wordt de effectieve staaflengte L_{buc} bepaald door het minimaliseren van N_{ki}.
De minimaal gevonden normaalkracht N_{ki} is de maatgevende kniklast met de bijbehorende L_{buc}.

De vergelijking voor N_{ki} geeft enkel de wiskundige instabiliteit van het mechanicasysteem weer. Voor de controle op de sterkte van de paal heeft de Technische Universität München (TUM) een check ingebouwd voor het bezwijken van de (anker-)paaldoorsnede. Er is gesteld, dat de paaldoorsnede kan bezwijken op het overschrijden van de plastische doorsnedecapaciteit alvorens de Eulerse knik. De basis van dit criterium wordt gegeven door de interactiekromme van de DIN18800, zie onderstaande vergelijking:

$$M = M_{pl}\left(1 - \left(\frac{N}{N_{pl}}\right)^{\alpha}\right)$$

Men vindt:

$$\frac{N_u \cdot \frac{L_{buc}}{imp}}{\left(\frac{\pi}{L_{buc}}\right)^2 EI + k \cdot w_{ki} \cdot \left(\frac{L_{buc}}{\pi}\right)^2 - N_u} = \left(1 - \left(\frac{N_u}{N_{pl}}\right)^{\alpha}\right) \cdot \frac{M_{pl} \cdot {L_{buc}}^2}{EI \cdot \pi^2} - \frac{L_{buc}}{imp}$$

waarin:

N_u = de plastische kniklast van de paal [kN].

De linkerzijde van deze uitdrukking geeft de effectieve momenten aan de paal weer. De rechterzijde het maximaal toegestane moment in de paaldoorsnede. Door deze vergelijking numeriek op te lossen, startend vanaf de bovengrens $N_u = N_{pl}$, kan de maximaal toegestane normaal N_u worden gevonden waarop het plastisch bezwijken optreedt.

De maatgevende bezwijklast wordt gevonden door $N_{buc} = \min (N_{ki}, N_u)$. Een aanname in deze beschrijving is, dat het vervorminggedrag van de paal elastisch blijft tot het bereiken van de equivalente doorsnedecapaciteit volgens de $M_{pl} - N_{pl}$ interactie 18800. Uit mechanica volgt dat bij het bereiken van de vloeispanning en het bijbehorende vloeimoment M_y de constructie niet langer elastisch, maar elasto-plastisch zal gaan vervormen.

Het basisidee van het model, gebaseerd op proefresultaten, is dat de laagdikte van de cohesieve grond geen invloed heeft op de effectieve lengte van de paal. Met deze aanname geldt dat een vrij vervormbare staaf als mechanicamodel kan worden aangehouden.

In onderstaande lijst zijn de belangrijkste kenmerken van het model weergegeven:

- Semi-empirische model kan met een theoretische achtergrond gebaseerd op de Euler-Bernoulli staaf;
- De staaf een lineair elastische perfect plastische bedding (LEP) is de basis voor het mechanicamodel;
- Empirische relaties zijn nodig om de stijfheid en sterkte van de grond te koppelen. Hierbij kan een bi-lineaire p-y relatie worden aangenomen om de interactie tussen de paal en de cohesieve grond te beschrijven;
- Verschil tussen het instabiliteitcriterium voor de kniklast en het ontstaan van een vloeischarnier in de paaldoorsnede voordat de maximale grondreactie is gemobiliseerd;
- Stabiliteitvoorwaarde is enkel gebaseerd op het bereiken van de maximale grondmobilisatie W_{ki} in het midden van de effectieve lengte van de paal;
- Verschillende randvoorwaarden, zoals inklemmingen en veren worden niet beschouwd. Het model is gebaseerd op de oplossing van een vrij vervormbare staaf;
- Materiaalimperfecties door middel van een boogvorming tot het bereiken van het equivalente plastische moment volgens de interactiecurve tussen M en N van DIN 18800. Dit is mechanisch gezien niet correct, omdat elasto-plastische vervormingen groter zijn, omdat de stijfheid van de paal afneemt.

Berechnung stabilitätsgefährdeter Pfähle

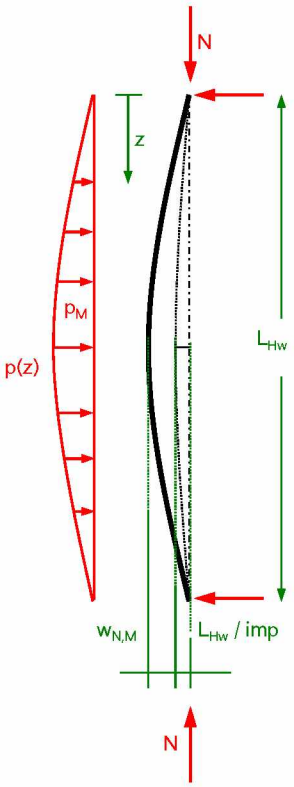
(Abschätzung der Traglast am unendlich langen Pfahl)

Version 1.5

Zentrum Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. 5.1,2,e

Dipl.-Ing. 5.1,2,e



Nachweiskonzept siehe Veröffentlichung "Bautechnik" 12/2005 mit Korrigendum 01/2006 oder Forschungsbericht IRB T-3084)

Eingabe der Systemparameter: "Materialdaten Pfahl" z.B. aus den Hilfsdatenblättern, "Materialdaten Weichschicht" z.B. aus Drucksondierungen oder Flügelscherversuchen;

Berechnungsschritte im Excel-Programm:

1. Bestimmung der maßgebenden Länge der Knickhalbwelle L_{Hw};

2. Berechnung der Verzweigungslast des Systems Pfahl-Boden;

3. Prüfung, ob Zustandsgrößen (Biegespannungen) bei der Verzweigungslast zulässig sind;

4. Falls die Materialfestigkeit überschritten ist, ergibt sich die Traglast des Pfahles N_u aus dem Schnittpunkt der grünen (dünnen) Kurve mit der blauen (dicken) Linie im Kraft-Verformungs-Diagramm (N - $w_{N,M}$ Diagramm);

5. Liegt der Verzweigungspunkt im N - $w_{N,M}$ Diagramm innerhalb der grünen (dünnen) Linie, so ist die Verzweigungslast N_{ki} die Traglast des Pfahles N_u;

Materialdaten Pfahl * verschiedene bauaufsichtliche Zulassungen des DIBt

d	0,0889	[m]	Pfahldurchmesser (bei GEWI-Pfahl: Durchmesser Zementstein)		
t	0,0100	[m]	Wanddicke Rohr		
EI	411,56	[kNm²]	Biegesteifigkeit des Pfahles (nach Zulassung*: nur aus Stahltragglied)		
N_{pl}	879,90	[kN]	vollplastische Normalkraft (nach Zulassung*: nur aus Stahltragglied)		
M_{pl}	22,22	[kNm]	vollplastisches Biegemoment (nach Zulassung*: nur aus Stahltragglied)		
alpha	1,27	[-]	Exponent der vereinfachten Interaktionsbeziehung (bei GEWI: a = 1,7)		
imp	800	[-]	Maß der Imperfektion (-1 für "perfekte" Pfähle)		
imp_{ziel}	260	[-]	--> gemäß Krümmungsradius	100	[m]

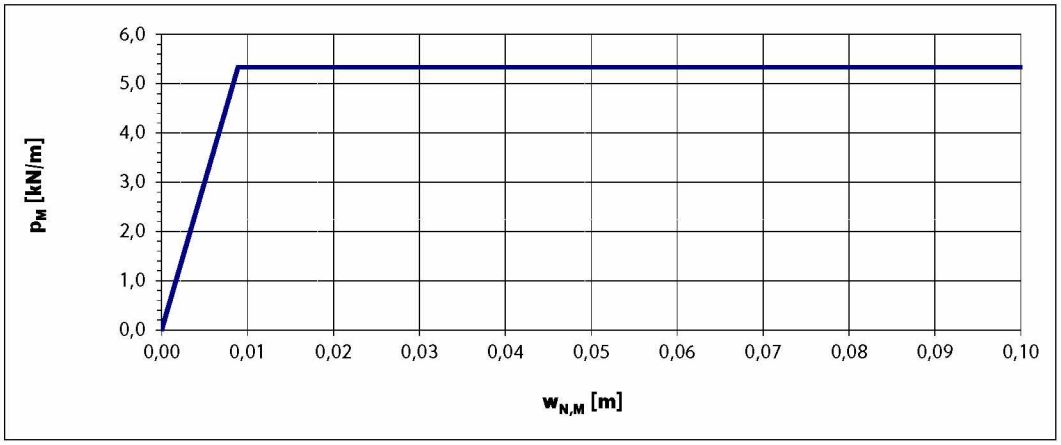
Materialdaten Weichschicht

c_u	10	[kN/m²]	undrainierte Scherfestigkeit c_u, aus Triaxialversuchen oder (Seiten-)drucksondierungen; Hinweis: organische Böden können hohe Scherfestigkeiten bei einer zugleich ausgeprägten Kompressibilität und Viskosität aufweisen; der Einfluss der Bodenviskosität auf c_u ist zu berücksichtigen (z.B: $c_u = c_{u,ref} \cdot (1 + I_v \cdot \ln(\dot{\varepsilon}/\dot{\varepsilon}_{ref}))$
k_l	600	[kN/m²]	Steifigkeit der Linienfeder; --> üblich $60 \bullet c_u \le k_l \le 110 \bullet c_u$;
p_f	5,3340	[kN/m]	Fließspannung / Maximale Bodenreaktion; --> üblich: $6 \bullet c_u \bullet d \le p_f \le 11 \bullet c_u \bullet d$
w_{ki}	0,00889	[m]	Mobilisierungsweg, ergibt sich aus k_l und p_f;

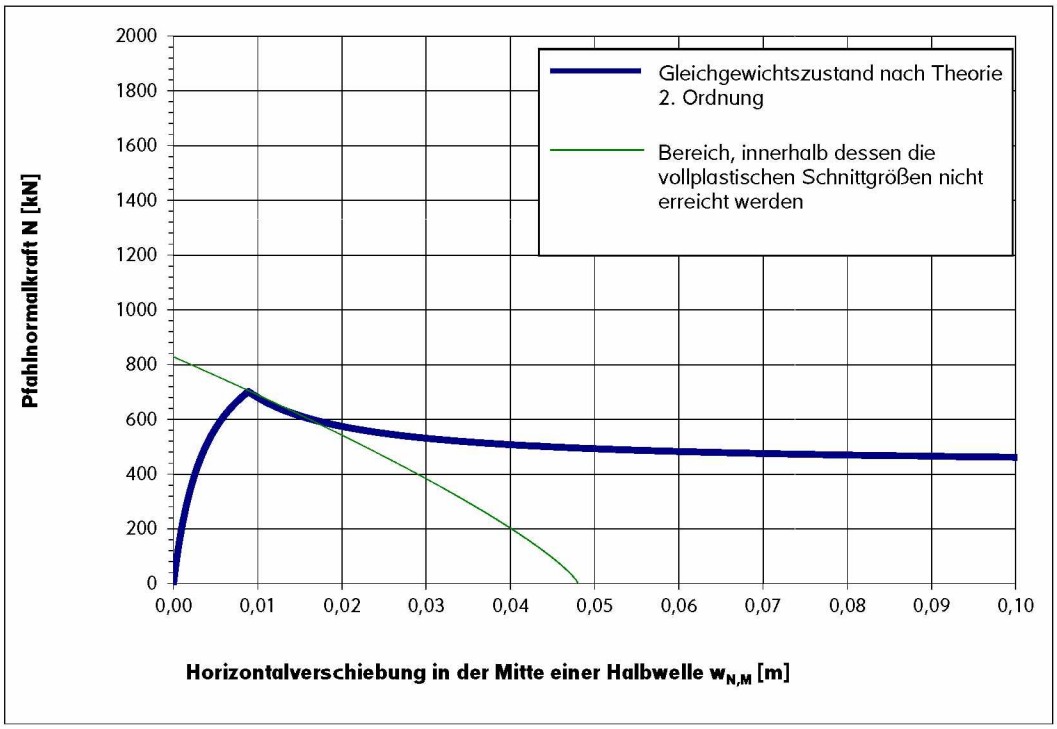
Knicklänge

L_{Hw}	3,08	[m]	Länge der Halbwelle der maßgebenden Knickfigur

Mobilisierungsfunktion der seitlichen Bodenstützung



Kraft - Verschiebungs Verlauf



Last- und Schnittgrößen des Pfahls

Knicklast N_{ki} (Pfahlnormalkraft N bei w_{ki})	701,21	[kN]
Biegemoment M am Verzweigungspunkt w_{ki}	3,81	[kNm]
Zulässige Schnittgrößen überschritten?	nein	[-]

falls "nein" ergibt sich die Traglast N_u aus der Knicklast N_{ki};

falls "ja" erhält man die Traglast N_u aus dem Schnittpunkt der durchgezogenen blauen mit der gestrichelten grünen Linie im Diagramm "Kraft-Verschiebungs-Verlauf"

Traglast N_u	701,2	[kN]

CONTROLE STALEN BUIS

NEN–EN 1993–1

(Alleen buis met beton–/groutvulling)

Versie: 18-11-2022

Projectnr.	W2022.789	Datum	20-10-2022
Plaats	Amsterdam		
Straat	Waalsteeg 8-10		
Project	Verbouwing		

BESCHRIJVING CONSTRUCTIE

Type constructie	=	Gebouwen en andere gewone constructies		Constructieklasse	=	S4	
Ontwerplevensduurklasse (NEN-EN 1990)	=	3		Ontwerplevensduur	=	50	jaar

BELASTINGEN (Conform NEN-EN 1990+A1+A1/C2)

Drukkracht (max.)	$N_{Ed;max}$	=	352,0	kN [↓]	Paalmisstand (paalkop)				
Trekkracht (max.)	$N_{Et;max}$	=	0,0	kN [↑]	Aansluiting	=	Vloer (i.v.m. imperfecties)	Mrep	= 0,00 kN.m [↻]
Dwarskracht (max.)	$V_{Ed;max}$	=	0,0	kN [→]	e0	=	0,0200 m	γ_f	= 0,00 [-]
Moment (max)	$M_{Ed;max}$	=	7,04	kN.m [↻]	$M_{kop;Ed}$	=	7,04 kN.m [↻]	M_{Ed}	= 0,00 kN.m [↻]

STALEN BUIS (Constructiestaal t ≤ 40 mm volgens NEN-EN 10025-2)

Diameter stalen buis	$Ø_{buis}$	=	88,9	mm	Staalkwaliteit	S	=	S355	
Minimale wanddikte	t_{min}	=	10,0	mm	Materiaalfactor	γ_{m0}	=	1,0	
Omstandigheden (Groutschil)	Agressieve natuurlijke gronden (moeras, veen, onder water gelopen gronden)				Rekenwaarde vloeigrens	$f_{y;d}$	=	355	N/mm²
Conform NEN-EN 1993-5	Δt	=	0,60	mm	Rekenwaarde treksterkte	$f_{t;d}$	=	510	N/mm²
Gereduceerde wanddikte	$t_{buis;red.}$	=	9,40	mm	Elasticiteitsmodulus	E_y	=	210.000	N/mm²

STATISCHE WAARDEN STALEN BUIS

Oppervlakte buis	$A_{buis} = \frac{\pi}{4}[(D_{buis})^2 - (D_{buis} - 2 \cdot t)^2]$	Oppervlakte staal	A_{buis}	=	2.478,7	mm²
Gereduceerde oppervlakte	$A_{buis;red} = \frac{\pi}{4}[(D_{buis} - 2 \cdot \Delta t)^2 - (D_{buis} - 2 \cdot t)^2]$	Netto oppervlakte staal	$A_{buis;red}$	=	2.312,3	mm²
Traagheidsmoment	$I_{buis;red} = \frac{\pi}{64}[(D_{buis} - 2 \cdot \Delta t)^4 - (D_{buis} - 2 \cdot t)^4]$	Traagheidsmoment staal	$I_{buis;red}$	=	1,798E+06	mm⁴
Elast. weerstandsmoment staal	$W_{y;el} = \frac{\pi}{32 \times (D_{buis} - 2 \cdot t)}[(D_{buis} - 2 \cdot \Delta t)^4 - (D_{buis} - 2 \cdot t)^4]$	Elast. weerstandsmoment staal	$W_{y;el}$	=	4,099E+04	mm³
Plast. weerstandsmoment staal	$W_{y;pl} = \frac{[(D_{buis} - 2 \cdot \Delta t)^3 - (D_{buis} - 2 \cdot t)^3]}{6}$	Plast. weerstandsmoment staal	$W_{y;pl}$	=	5,791E+04	mm³

BETON (vulling in de buis, conform NEN-EN 1992-1-1+C2, art. 3.1.9. "Omsloten beton")

Diameter beton	$Ø_c$	=	68,90	mm	Verhoogde kar. cilinderdruksterkte	$f_{ck;c}$	=	30,00	N/mm²
Sterkteklasse NEN-EN 206	C	=	30/37		Coëfficiënt langeduureffect	α_{cc}	=	1,0	
Omtrek betondoorsnede	U_c	=	216	mm	Partiële materiaalfactor	γ_c	=	1,5	
Oppervlakte betondoorsnede	A_c	=	3.728	mm²	Rekenwaarde sterkte	f_{cd}	=	20,0	N/mm²
Weerstandsmoment beton	W_c	=	3,211E+04	mm³	Gemiddelde waarde cilinderdruksterkte	f_{cm}	=	38,0	N/mm²
Traagheidsmoment beton	I_c	=	1,106E+06	mm⁴	Elasticiteitsmodulus	E_{cm}	=	32.837	N/mm²

KRUIPEFFECT

Factor effect RH

$$\phi_{RH} = \left[1 + \frac{1 - RH/100}{0{,}1 \times \sqrt[3]{h_0}}\right], \text{voor } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa}$$

$$\phi_{RH} = \left[1 + \frac{1 - RH/100}{0{,}1 \times \sqrt[3]{h_0}} \times \alpha_1\right] \times \alpha_2, \text{voor } f_{cm} > 35 \text{ MPa}$$

Theoretische dikte	h_0	=	34	mm	
Relatieve vochtigheid	RH	=	100	%	
$\alpha_1 = \left[\frac{35}{f_{cm}}\right]^{0,7}$	α_1	=	0,94		
$\alpha_2 = \left[\frac{35}{f_{cm}}\right]^{0,2}$	α_2	=	0,98		
$\alpha_3 = \left[\frac{35}{f_{cm}}\right]^{0,5}$	α_3	=	0,96		
Effect relatieve vochtigheid	φ_{RH}	=	0,98		

Effect betonsterkte $\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}}$

$\beta(f_{cm})$	=	2,73		

Effect tijdstip belasten $\beta(t_0) = \frac{1}{(0{,}1 + t_0^{0,20})}$

Belasten na	t_0	=	28	dagen
Belastingsduur	t	=	18.250	dagen
Factor belastingstijd	$\beta(t_0)$	=	0,49	

Coëfficiënt ontwikkelling kruip in tijd

$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)}\right]^{0,3}$$

$\beta_h = 1{,}5 \times [1 + (0{,}012 \times RH)]^{18} \times h_0 + 250 \leq 1500$, voor $f_{cm} \leq 35$ MPa

$\beta_h = 1{,}5 \times [1 + (0{,}012 \times RH)]^{18} \times h_0 + 250 \times \alpha_3 \leq 1500$, voor $f_{cm} \geq 35$ MPa

β_h	=	1.500,0		
$\beta_{c(t,t0)}$	=	0,98		

Theoretische kruipcoëfficiënt $\phi_0 = \phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0)$

Kruipcoëfficiënt $\phi_{(t,t_0)} = \phi_0 \times \beta_{(t,t_0)}$

φ_0	=	1,31		
$\varphi_{(t,t0)}$	=	1,29		
Elasticiteitsmodulus	E_φ	=	17.016	N/mm²

CONTROLE STALEN BUIS

NEN–EN 1993–1

(Alleen buis met beton–/groutvulling)

Versie: 18-11-2022

Projectnr.	W2022.789	Datum	20-10-2022
Plaats	Amsterdam		
Straat	Waalsteeg 8-10		
Project	Verbouwing		

VERDELING KRACHTEN

Normaalkracht

$$N_{Ed} = NEd_{,staal} + NEd_{,beton}$$

$$N'_b = \frac{N'_d}{\frac{E_{staal} \times A_{staal}}{E'_{beton} \times A_{beton}} + 1}$$

als: $\delta_{staal} = \delta_{beton}$

$N_{ED;beton}$	=	38,2 kN
$N_{Ed;staal}$	=	313,8 kN

Dwarskracht

$$V'_d = V'_{staal} + V'_{beton}$$

$$V'_b = \frac{V'_d}{\frac{E_{staal} \times A_{staal}}{E'_{beton} \times A_{beton}} + 1}$$

als: $\delta_{staal} = \delta_{beton}$

$V_{Ed;beton}$	=	0,0 kN
$V_{Ed;staal}$	=	0,0 kN

Moment

$$M_{Ed} = MEd_{,staal} + MEd_{,beton}$$

$$M'_b = \frac{M'_d}{\frac{E_{staal} \times I_{staal}}{E'_{beton} \times I_{beton}} + 1}$$

als: $\kappa_{staal} = \kappa_{beton}$

$M_{Ed;beton}$	=	0,3 kNm
$M_{Ed;staal}$	=	6,7 kNm

CONTROLE BETONDOORSNEDE

BUIGING EN/OF NORMAALKRACHT	DWARSKRACHT
	$\tau_{d;v} = \frac{V_{Ed}}{b \times d}$ In de berekening wordt uitgegaan dat de dwarskracht door de doorsnede van de stalen buis wordt opgenomen

PROFIELKLASSE (conform tabel 5.2 NEN-EN 1993-1-1 + C2/NB)

factor die invloed v.d. vloeigrens				ε	= 0,81
op de doorsnede classificatie				ε^2	= 0,66
buis/wanddikte	d/t	9		**Klasse**	**1**

CAPACITEIT VAN DE DOORSNEDE (conform art. 6 NEN-EN 1993-1)

Drukkracht	$N_{c;Rd}$	=	820,9 kN	(= $N_{pl;d}$)
Trekkracht	$N_{t;Rd}$	=	820,9 kN	(= $N_{pl;d}$)
Dwarskracht	$V_{V;Rd}$	=	301,7 kN	
Moment om y-as	$M_{V;Rd}$	=	14,6 kN.m	

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$$

$V_{pl;Rd}$	=	301,7	kN
$M_{pl;Rd}$	=	20,6	kN.m

BUIGING MET NORMAALKRACHT EN AFSCHUIVING (conform art. 6.2.10 NEN-EN 1993-1-1 + C2/NB)

$$\frac{V_{z;Rd}}{V_{pl;Rd}} = 0{,}00$$

$$q = 1{,}03\sqrt{1 - \left(\frac{V_{Ed}}{V_{pl;Rd}}\right)^2}$$

q = 0,00

$N_{V;Rd} = q \cdot N_{pl;Rd}$ $\quad N_{V;Rd} = q \cdot N_{pl;Rd}$

Rekenw. cap. normaalkracht $N_{V;Rd}$ = 0,0 kN

$M_{V;Rd} = q \cdot M_{pl;Rd}$ $\quad M_{V;Rd} = q \cdot M_{pl;Rd}$

Rekenw. cap. buigend moment $M_{V;Rd}$ = 0,0 kN.m

Voorwaarden

Eis :

$$\frac{M_{ed;}}{1{,}04 \times M_{V;Rd}} + \left(\frac{N_{e;d}}{N_{pl;Rd}}\right)^{1,7} + \left(\frac{V_{e;d}}{V_{pl;Rd}}\right) \leq 1{,}0$$

$\frac{M_{ed}}{1{,}04 \times M_{V;Rd}}$	=	0,314	
$\left(\frac{N_{e;d}}{N_{pl;Rd}}\right)^{1,7}$	=	0,195	
$\left(\frac{V_{e;d}}{V_{pl;Rd}}\right)^{1,7}$	=	0,000	waarde: 0,509 ≤ 1,0 Voldoet

BEREKENING VIERKANTE PONSPLAAT

(drukverdeelplaat t.b.v. (beton)constructie)

Versie: 18-11-2022

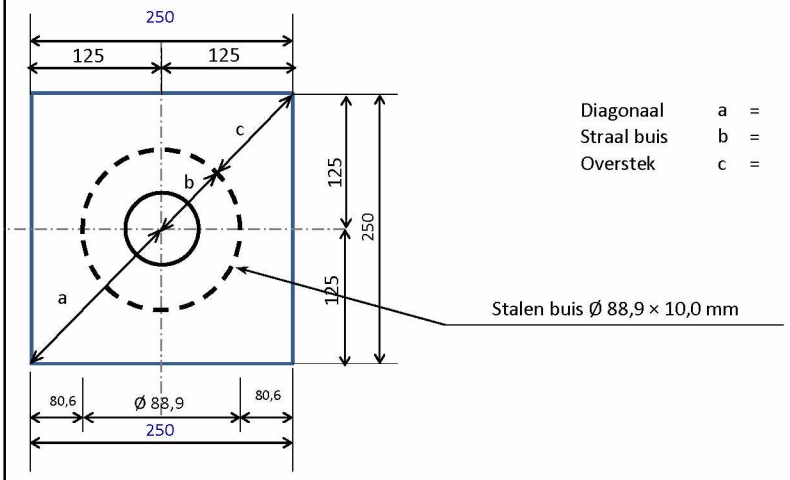
Projectnr.	W2022.789	Datum	20-10-2022
Plaats	Amsterdam		
Straat	Waalsteeg 8-10		
Project	Verbouwing		

BEREKENING VIERKANTE STALEN PONSPLATEN CONFORM NEN–EN 1993–7

Invoer

Ponsplaat	□	=	250	mm					
Plaatdikte	t	=	40	mm	Vloeigrens	f_y	=	335	N/mm² (t ≤ 40mm)
Staalkwaliteit	S	=	S355	N/mm²	Materiaalfactor	γ_{M0}	=	1,0	
Buisdiameter	Ø	=	88,9	mm	Rekenwaarde	$f_{y;d}$	=	335	N/mm²
Paalbelasting	$N_{E;d}$	=	352,0	kN					

Afmetingen



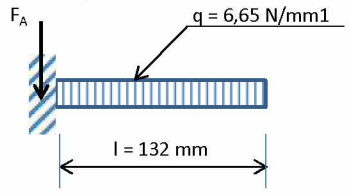
Diagonaal	a	=	176,78	mm
Straal buis	b	=	44,45	mm
Overstek	c	=	132,33	mm

Gelijkmatig verdeelde belasting (per mm¹ breedte)

Oppervlakte	A	=	62.500	mm²
Verdeelde belasting	q	=	6,65	N/mm¹
Weerstandsmoment	W	=	267	mm³/mm¹

Ter plaatse van de inklemming

Mechanicasysteem



Lengte ligger	l	=	132,3	mm
Kracht	F_A	=	879,97	N/mm¹
Moment	M_A	=	58.222	Nmm/mm¹

Controle staalspanning

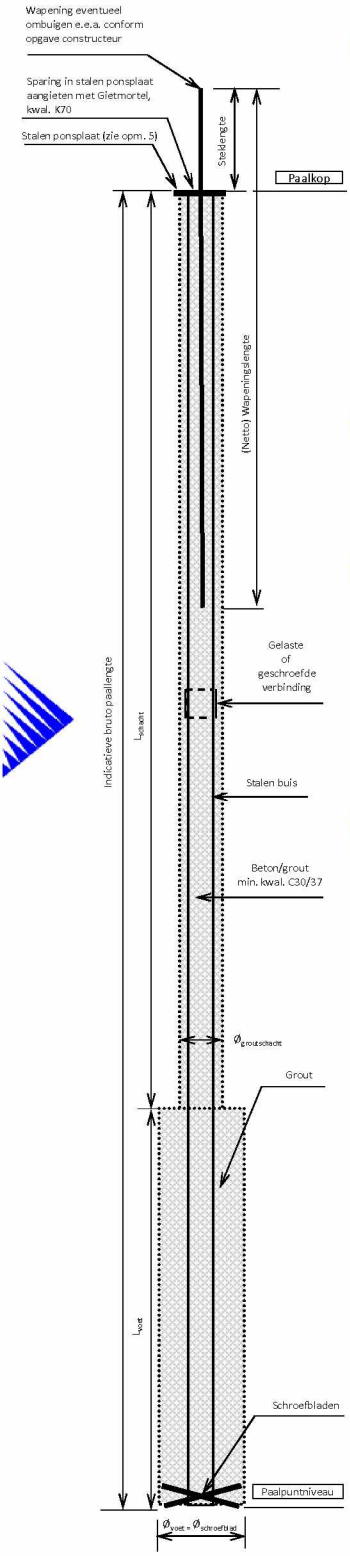
Tg.v. kracht F_A	F/A	=	25,96	N/mm²/mm¹
Tg.v. moment M_A	M/W	=	257,63	N/mm²/mm¹
Max. staalsp.	σ	=	283,59	N/mm²/mm¹
Unitycheck	UC	=	0,847	≤1,0 Voldoet

Opmerking: Ponsplaat i.v.m. corrosiebescherming omstorten met beton min. C20/25, dekking ≥75 mm

Aansluiting paal aan constructie:
Er moet vooral gelet worden op de aansluiting tussen de paal en constructie, waarbij opgemerkt wordt dat het wapenen van de paal maar (zeer) beperkt mogelijk is.
Opgegeven wapening is niet berekend!

Momenten t.g.v. eventuele paalmisstanden, als gevolg van de geringe momentencapaciteit van de paalwapening, dienen in de (funderings-)constructie te worden opgelost.

Ponsvoorziening door constructeur te bepalen en te berekenen



PAALTECHNISCHE BEREKENING
Ingeschroefde stalen buispaal met groutschil (SIP)

Projectnr.	W2022.789	Datum	20-10-2022
Plaats	Amsterdam		
Straat	Waalsteeg 8-10		
Project	Verbouwing		

Versie: 18-11-2022

Paalkenmerk					
ALGEMENE GEGEVENS					
Aantal palen	M	8 stuks	0 stuks	0 stuks	0 stuks
Afmetingen $Ø_{buis}/Ø_{schacht}/Ø_{schroefblad}$		Ø 89/180/250	0	0	0
Stalen buis	$Ø_{buis}$	88,9 mm[1]	0,0 mm[1]	0,0 mm[1]	0,0 mm[1]
Minimale wanddikte	t_{min}	10,0 mm[1]	0,0 mm[1]	0,0 mm[1]	0,0 mm[1]
Corrosie (NEN-EN 1993-5)	Δ_t	0,60 mm[1]	0,00 mm[1]	0,00 mm[1]	0,00 mm[1]
Netto wanddikte	$t_{corosie}$	9,40 mm[1]	0,00 mm[1]	0,00 mm[1]	0,00 mm[1]
Schachtdiameter[3]	$Ø_{schacht}$	180,0 mm[1]	0,0 mm[1]	0,0 mm[1]	0,0 mm[1]
Voetdiameter[4]	$Ø_{voet}$	250,0 mm[1]	0,0 mm[1]	0,0 mm[1]	0,0 mm[1]
Schroefbladdiameter	$Ø_{schroefblad}$	250,0 mm[1]	0,0 mm[1]	0,0 mm[1]	0,0 mm[1]
Lengte schacht[1]	$L_{schacht}$	15,57 m[1]	0,00 m[1]	0,00 m[1]	0,00 m[1]
(Maximale) lengte voet[1]	$L_{voet;max}$	4,50 m[1]	0,00 m[1]	0,00 m[1]	0,00 m[1]
Indicatieve bruto paallengte	L_{paal}[1]	20,07 m[1]	0,00 m[1]	0,00 m[1]	0,00 m[1]
BELASTINGEN					
Maximale drukbelasting	$N_{E;d;max}$	352,00 kN [↓]	0,00 kN [↓]	0,00 kN [↓]	0,00 kN [↓]
Maximale trekbelasting	$N_{E;t;d;max}$	0,00 kN [↑]	0,00 kN [↑]	0,00 kN [↑]	0,00 kN [↑]
Max. horizontale belasting	$V_{E;d;max}$	0,00 kN [→]	0,00 kN [→]	0,00 kN [→]	0,00 kN [→]
Maximale (kop-)moment	$M_{E;d;max}$	7,04 kNm [↻]	0,00 kNm [↻]	0,00 kNm [↻]	0,00 kNm [↻]
WAPENING (NEN–EN 10080)					
Betonstaal		B500B			
Vloeigrens	$f_{y;k}$	500 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²
Materiaalfactor	γ_s	1,15	0,00	0,00	0,00
Rekenwaarde	$f_{y;d}$	435 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²
Aantal staven	n	1 stuks	0 stuks	0 stuks	0 stuks
Staafdiameter	$Ø_{k;m}$	12 mm[1]	0 mm[1]	0 mm[1]	0 mm[1]
Steklengte	$l_{o;d}$	300 mm[1]	0 mm[1]	0 mm[1]	0 mm[1]
(Netto) lengte wapening	$L_{wap.}$	3.000 mm[1]	0 mm[1]	0 mm[1]	0 mm[1]
SCHACHTDRAAGVERMOGEN					
Beton / Grout[2] [3] [4]					
Schacht (vulling in de buis, conform NEN-EN 1992-1-1+C2, art. 3.1.9. "Omsloten beton")					
Sterkteklasse NEN-EN 206	C	30/37			
Druksterkte	f_{ck}	30 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²
Part. veiligheidsfactor	γ_c	1,5	0,0	0,0	0,0
Rekenw. druksterkte	f_{cd}	20,00 N/mm²	0,00 N/mm²	0,00 N/mm²	0,00 N/mm²
Elasticiteitmodulus	E_{cm}	32.837 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²
Oppervlakte	A_c	3.728 mm²	0 mm²	0 mm²	0 mm²
	R_{cd}	75 kN	0 kN	0 kN	0 kN
Voet (alleen o.b.v. grout, exclusief stalen buis)					
Druksterkte	f_{ck}	12 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²
Partiële veiligheidsfactor	$\gamma_c \times k_f$	1,5	0,0	0,0	0,0
Factor in-situ gestorte palen	k_f	1,1	0,0	0,0	0,0
Rekenw. druksterkte	f_{cd}	7,27 N/mm²	0,00 N/mm²	0,00 N/mm²	0,00 N/mm²
Elasticiteitmodulus	E_{cm}	32.837 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²
Oppervlakte	A_c	49.087 mm²	0 mm²	0 mm²	0 mm²
	R_{cd}	357 kN	0 kN	0 kN	0 kN
Stalen buis (Constructiestaal t ≤ 40 mm volgens NEN-EN 10025-2)					
Kwaliteit	S	S355			
Representatieve waarde	f_y	355 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²
Materiaalfactor	γ_c	1,0	0,0	0,0	0,0
Rekenwaarde	$f_{y;d}$	355 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²
Elasticiteitmodulus	E_y	210.000 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²	0 N/mm²
Oppervlakte	A_y	2.312 mm²	0 mm²	0 mm²	0 mm²
	$R_{d;buis}$	821 kN	0 kN	0 kN	0 kN
Rekenwaarde paal	$R_{d;paal;min}$	895 kN	0 kN	0 kN	0 kN
Elastische verkorting					
Elastische verkorting	ΔL	9 mm[1]	0 mm[1]	0 mm[1]	0 mm[1]

[1] Paalpuntniveau conform geotechnisch advies, aantallen en paallengte te controleren door aannemer en constructeur
[2] W.C.F. ≤ 0,55, conform art. 6.4.3 van NEN–EN14199
[3] Min. groutdekking (NEN-EN 149199, art. 7.6.3), 20 mm op de buis, op de wapening c_{nom} = 25 mm (controle o.b.v. steekproef);
[4] Over de laatste 8× Øvoet niet ↑↓ en onder verhoogde druk afpersen en de paal vastdraaien
[5] Ponsplaat i.v.m. corrosiebescherming omstorten met beton min. C20/25, dekking ≥75 mm

Bruil Beton & Mix B.V. Op alle rechtsbetrekkingen van Bruil Beton zijn de algemene voorwaarden van de V.O.B.N. van toepassing, welke gedeponeerd zijn bij de griffie van de Arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage. Voor onze algemene verkoopvoorwaarden zie www.bruil.nl/verkoopvoorwaarden.

Bruil MIX DROGE MORTEL
Productinformatieblad

Groutmortel GPM350

Bruil Mix Groutmortel GPM350 is een fabrieksmatig vervaardigde droge mortel.

Toepassing
Wordt veelal toegepast voor het vullen van groutankers en boorpalen

Groutmortel
Voldoet aan de in overleg met de afnemer gespecificeerde samenstelling

Bruil Mix Groutmortel GPM350

Eigenschappen specie en mortel

Waterbehoefte	35-40%
Volumieke massa specie	1900 kg/m^3 (NEN5959)
Verwerkingstijd	120 min
Uitlevering per ton	
Bij 35% water (wcf 0.44)	+/- 700 liter groutmortelspecie
Bij 40% water (wcf 0.50)	+/- 750 liter groutmortelspecie
Druksterkte	24 uur 2 N/mm^2 (NEN-EN1015-11)
Druksterkte	7 dgn 34 N/mm^2 (NEN-EN1015-11)
Druksterkte	28 dgn 45 N/mm^2 (NEN-EN1015-11)
Verhouding	
cement / kalksteenmeel	80/20
Korrel	< 0,200

Samenstelling	**NEN-EN 998-2**
Bindmiddel	CEM III 42,5 LH HS (NEN-EN 197)
Vulstof	kalksteenmeel (NEN-EN 12620)
Hulpstoffen	superplastificeerder

Leveringsmogelijkheden
Silo, bigbag en zakken (25kg)

Verwerken
- De specie dient binnen twee uur na aanmaak verwerkt te worden bij een temperatuur boven de 4°C en onder de 30°C

Voor deskundig morteladvies kunt u contact opnemen met de afdeling Technisch advies van Bruil beton & mix.

bruil® beton & mix

Adres
Galvanistraat 8
6716 AE Ede
Postbus 19
6710 AE Ede

T (0318) 671 750
F (0318) 671 751
E betonenmix@bruil.nl
W www.bruil.nl

BANK 47.09.72.505
BTW NL814608176B01
IBAN NL33ABNA0470972505
BIC ABNANL2A
KVK 09153334

Productomschrijving

Bruil Groutmortel GPM 350 is een fabrieksmatig vervaardigde cementgebonden droge mortel, geleverd op samenstelling.

Toepassing

Bruil Groutmortel GPM 350 is geschikt voor het vullen van groutankers en funderingspalen.

Producteigenschappen

Bindmiddel	: Cement	(NEN-EN 197-1)
Vulstof	: Kalksteenmeel	(NEN-EN 13139)
Toevoegingen	: Hulpstoffen	(NEN-EN 934-3)
Maximale korrel	: < 200 µm	
Waterbehoefte	: bij 44% water (wcf 0,55)	1830 ± 15 kg/m^3
	: bij 48% water (wcf 0,60)	1790 ± 15 kg/m^3
	: bij 52% water (wcf 0,65)	1760 ± 15 kg/m^3
Volumieke massa	: 2 uur	
Buig-treksterkte	: ≥ 5,0 N/mm^2	
Druksterkte	: ≥ 35 N/mm^2	

Gebruiksaanwijzing

Zakgoed:

Doseer ca. 12 liter schoon leidingwater per zak van 25kg in een schone kuip of speciemolen. Voeg hier de benodigde hoeveelheid Bruil Groutmortel GPM 350 aan toe. Meng machinaal tot een homogene plastische groutspecie ontstaat.

Silo:

Maak gebruik van schoon leidingwater en stel de waterbehoefte op de doorstroommenger zodanig in tot de gewenste verwerkbaarheid (volumieke massa 1760 - 1830 kg/m^3) is verkregen. Verwerk de groutspecie binnen 2 uur bij een omgevingstemperatuur van 5 tot 30 °C. Machines en gereedschap direct na gebruik reinigen met water.

Nabehandeling

Bescherm de aangebrachte groutspecie indien nodig tegen ongunstige weersinvloeden (regen, tocht vorst en zon) en in het bijzonder bevriezing.

Verbruik

Het verbruik is sterk afhankelijk van de toepassing van het product.

Eén zak Bruil Lichtgewicht betonmortel LB 2804 van 18 kg levert ca. 12 liter betonspecie op.

Ecologie/ toxicologie

Het verbruik is sterk afhankelijk van de toepassing van het product.

Eén zak Bruil Groutmortel GPM 350 mortel van 25 kg levert ca. 20 liter groutspecie op.

De uitlevering in bulk per ton is afhankelijk van de waterdosering:

- Bij 44% water (wcf 0.55) +/- 785 liter groutspecie per ton
- Bij 48% water (wcf 0.60) +/- 825 liter groutspecie per ton
- Bij 52% water (wcf 0.65) +/- 865 liter groutspecie per ton

Veiligheidsvoorschriften

Van alle Bruil beton & mix producten is een separaat veiligheidsinformatieblad beschikbaar. Neem deze informatie altijd van tevoren door. Niet in combinatie met andere middelen gebruiken tenzij nadrukkelijk vermeld in deze documentatie.

Leveringsvorm

Bruil Groutmortel GPM 350 wordt geleverd in de volgende verpakkingseenheden:

Verpakking	Gewicht	Equipment
Zakgoed	25 kg	Nvt
Big bag	1000 kg	Nvt
Silo	Ca. 22.000 kg	D100b, SMP, D150 (nat) Schuine worm (droog)

Opslag en houdbaarheid

Bruil Groutmortel GPM 350 droog en vorstvrij opslaan. In ongeopende verpakking minimaal 1 jaar na productiedatum houdbaar (zie zijkant verpakking of afleverbon).

Overige informatie

De informatie berust op onze huidige kennis en ervaring en is van toepassing op het product zoals door ons geleverd. Bruil beton & mix verstrekt deze informatie zonder waarborg en aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor schade welke zou kunnen ontstaan uit het gebruik van deze informatie. Dit product is speciaal bedoeld voor de professionele verwerker.

Keurmerken

Bruil Groutmortel GPM 350 wordt geleverd onder het KOMO certificaat conform BRL 1904 en is gecertificeerd conform Besluit Bodem Kwaliteit.

734

734-jj-BBK

vormgegeven bouwstof

Vragen en advies

Voor vragen of deskundig advies met betrekking tot de verwerking van Bruil Groutmortel GPM 350 kunt u contact opnemen met onze technisch adviseurs. Voor overige informatie verwijzen wij u graag naar onze website.

Bruil beton & mix
Galvanistraat 8
Postbus 19
NL-6710 BA Ede
www.bruil.nl