

Betreft: **Statische berekening
Uitgangspunten**

Project: Universiteit Utrecht Botanische Kassen

Adviesbureau: DLVge
Horti House, Violierenweg 3
2665 MV Bleiswijk

Projectnummer: 24-0066

Datum: 18-03-2026
Revisie: A
Status: voor vergunning

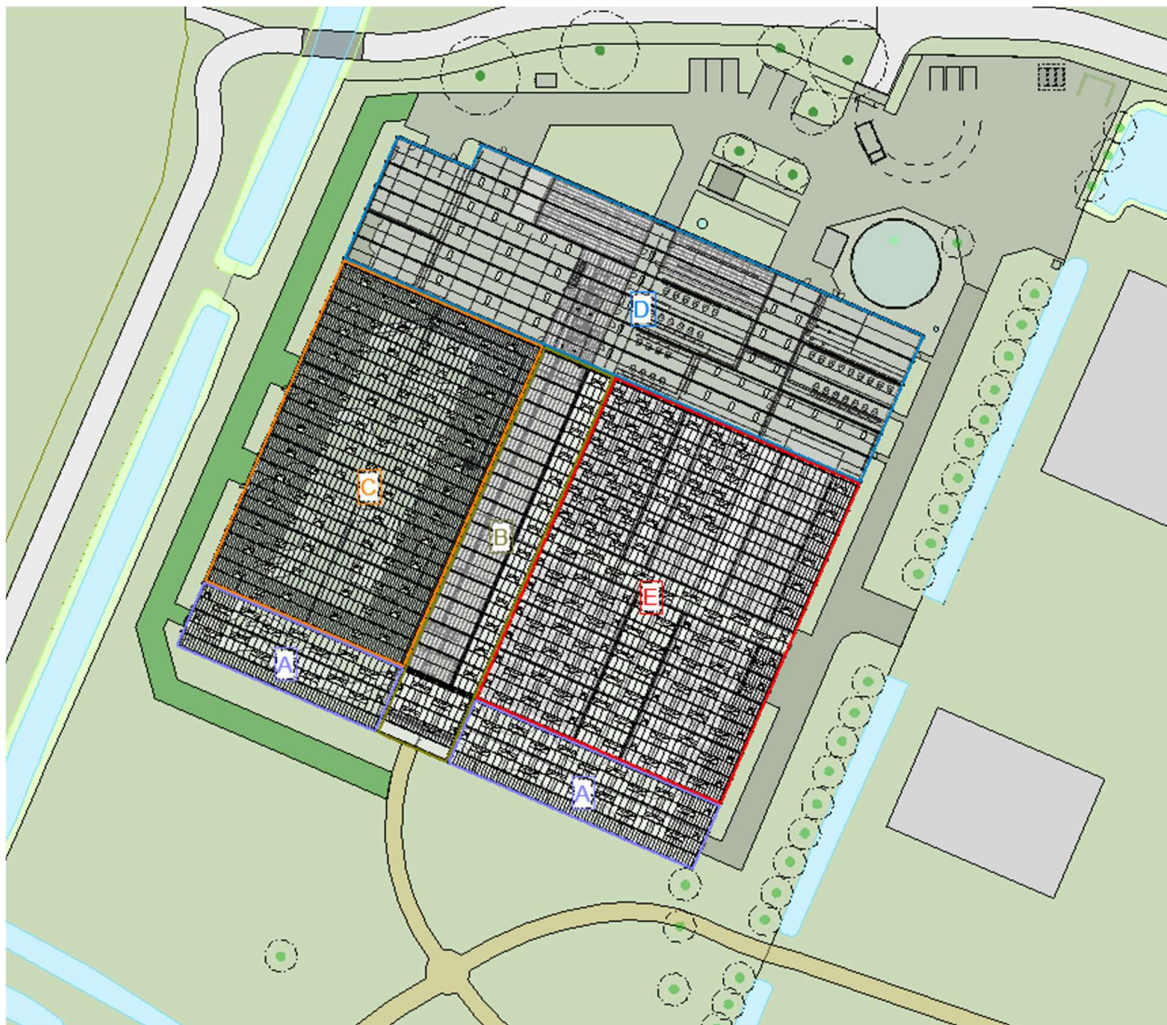
Inhoudsopgave

Inleiding	3
Algemene uitgangspunten.....	4
Toegepaste normen:	4
Constructiematerialen.....	6
Belastingen	7

Inleiding

Dit rapport bevat de constructieve uitgangspunten voor de nieuw te bouwen botanische kassen van de Universiteit Utrecht.

De constructie van de gebouwen bestaan in hoofdlijn uit stalen kasconstructies met tralieliggers en kokerkolommen geplaatst op in het werk gestorte funderingsbalken en betonvloeren. Het dek en gevel zijn voornamelijk glas met aluminium roeden en/of geïsoleerde sandwichpanelen. De funderingsbalken worden ondersteund door prefab betonnen heipalen volgens sondering en advies Van Dijk Geotechniek en Milieu.



Situatie met gebieden

De gebieden zijn als volgt verdeeld:

- A Botan. kas laag
- B MFR en zadencentrum
- C Botan. kas hoog
- D Werkruimtes BoTu en Onderzoek
- E Kas voor onderzoek en opkweek

Algemene uitgangspunten

Toegepaste normen:	Eurocode 0: Grondslagen	NEN-EN 1990
	Eurocode 1: Belastingen op constructies	NEN-EN 1991
	Eurocode 2: Betonconstructies	NEN-EN 1992
	Eurocode 3: Staalconstructies	NEN-EN 1993
	Eurocode 5: Houtconstructies	NEN-EN 1995
	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp	NEN 9997-1
	En bij alle normen de bijbehorende Nationale Bijlage	

De definitieve uitwerking van het project geschied in een latere fase.

Hierbij worden werktekeningen en berekeningen gemaakt van de onderdelen en elementen.

Dit zal door de aannemer/kassenbouwer en door de desbetreffende leverancier voor het desbetreffende onderdeel en/of element.

Deze stukken worden doorgaans minimaal 3 weken voor aanvang van het desbetreffende onderdeel ingedient bij bouw- en woningtoezicht, tenzij bouw- en woningtoezicht dit specifiek anders aangeeft.

Aansturing, planningstechnisch, bewaking en indiening hiervan geschied door de opdrachtgever/aannemer.

Gebied A t/m D

Gevolgklasse CC2: Middelmattige gevolgen t.a.v. verlies van mensenlevens, of aanzienlijke economische of sociale gevolgen of voor de omgeving

Ontwerplevensduurklasse 3 => ontwerplevensduur 50 jaar

Correctiefactor $\xi = 0,89$

Betrouwbaarheidsfactor $\beta = 3,80$ K_{FI} -factor 1,00

Gebruikscategorie B (kantoor) $\psi_0 = 0,50 / \psi_1 = 0,50 / \psi_2 = 0,30$
 C (bijeenkomst) $\psi_0 = 0,40 / \psi_1 = 0,70 / \psi_2 = 0,60$
 E (industrie) $\psi_0 = 1,00 / \psi_1 = 0,90 / \psi_2 = 0,80$
 H (daken) $\psi_0 = 0,00 / \psi_1 = 0,00 / \psi_2 = 0,00$
 Sneeuw $\psi_0 = 0,00 / \psi_1 = 0,20 / \psi_2 = 0,00$
 Wind $\psi_0 = 0,00 / \psi_1 = 0,20 / \psi_2 = 0,00$

belastingfactoren γ (NEN-EN 1990)	blijvende belasting		overheersend variabele belasting	
	ongunstig	gunstig		
formules van belastingcombinaties	$\gamma * G_{kj,sup}$	$\gamma * G_{kj,inf}$	γ	
tabel A 1.2(A) (EQU) (groep A) formule 6.10	1,10	0,9	1,50	$Q_{k,1}$
tabel A 1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10a	1,35	0,9		
tabel A 1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10b	1,20	0,9	1,50	$Q_{k,1}$

Gebied E Kas voor onderzoek en opkweek

Gevolgklasse CC1b: Geringe gevolgen t.a.v. verlies van mensenlevens en kleine of verwaarloosbare economische of sociale of voor de omgeving

Ontwerplevensduurklasse 2 => ontwerplevensduur 15 jaar

Betrouwbaarheidsfactor $\beta = 3,30$ K_{FI} -factor 0,90

Gebruikscategorie E (industrie) $\psi_0 = 1,00 / \psi_1 = 0,90 / \psi_2 = 0,80$
 H (daken) $\psi_0 = 0,00 / \psi_1 = 0,00 / \psi_2 = 0,00$
 Sneeuw $\psi_0 = 0,00 / \psi_1 = 0,20 / \psi_2 = 0,00$
 Wind $\psi_0 = 0,00 / \psi_1 = 0,20 / \psi_2 = 0,00$

gfactoren γ (NEN-EN 1990)	blijvende belasting		overheersend variabele belasting	
	ongunstig	gunstig		
formules van belastingcombinaties	$\gamma * G_{kj,sup}$	$\gamma * G_{kj,inf}$	γ	
tabel A 1.2(A) (EQU) (groep A) formule 6.10	1,10	0,9	1,50	$Q_{k,1}$
tabel A 1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10a	1,22	0,9		
tabel A 1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10b	1,08	0,9	1,35	$Q_{k,1}$

Constructiematerialen**Staalconstructies**

walsprofielen	S235JR	buisprofielen	S235JOH
kokerprofielen	275JOH		
SFB-, IFB- en THQ profielen	nvt		
bouten	8.8 (<i>gerold draad</i>)	ankers 4.6 (<i>gerold draad</i>)	
lasdikte	0,5 * lijfdikte; 0,7 * flensdikte; min. A=4mm		

Betonconstructies

in het werk gestort beton	C30/37	vloeren	
	C20/25	funderingsbalken/poeren	
prefab beton	C35/45	heipalen	
betonstaal staven	B500B		
betonstaal netten	B500B		

Houtconstructies

Houten balklagen	Vuren C24		
------------------	-----------	--	--

Belastingen

1.1 dak/vloerbelastingen

				G	Q	ψ_0
belastingaannamen vloeren e.d. kN/m²				[kN/m ²]	[kN/m ²]	
helling van vlak						
Kasdek glas	dakhelling:	22 gr.	[kN/m ² dakvlak]	[kN/m ² grondvlak]		
dek			0,13	0,14		
installaties			0,07	0,08		
goot				0,07 (kN/m1)		
				0,00		
					0,00	
H5: Daken met sneeuwbelasting belemmerd			categorie: H	v.b. =	0,56	
Totaal Kasdek glas :				0,22	0,56	0,00

Kasdek sandwich	dakhelling:	22 gr.	[kN/m ² dakvlak]	[kN/m ² grondvlak]		
dek			0,20	0,22		
installaties			0,07	0,08		
goot				0,07 (kN/m1)		
				0,00		
					0,00	
H5: Daken met sneeuwbelasting belemmerd			categorie: H	v.b. =	0,56	
Totaal Kasdek glas :				0,29	0,56	0,00

Kasdek dubb gl	dakhelling:	22 gr.	[kN/m ² dakvlak]	[kN/m ² grondvlak]		
dek			0,25	0,27		
installaties			0,07	0,08		
goot				0,07 (kN/m1)		
				0,00		
					0,00	
H5: Daken met sneeuwbelasting belemmerd			categorie: H	v.b. =	0,56	
Totaal Kasdek glas :				0,35	0,56	0,00

B. MFR en zadencentrum

Zoldervloer(installatie)		[kN/m ² dakvlak]		[kN/m ² grondvlak]		
houten vloer met balken en plafond				0,55		
					0,00	
E2: Ruimte voor licht industrieel gebruik			categorie: E	$\psi_t = 1,00$	v.b. =	1,00
Totaal Kasdek glas :				0,55	1,00	0,00

begane grondvloer				[kN/m ²]		
beton (gewapend)		160 mm		4,00		
cementdekvloer		60 mm		1,20		
					1,20	
scheidingswanden (<=3,0kN/m) in v.b.						
C1: kantoor/kantine			categorie: C	$\psi_t = 1,00$	v.b. =	4,00
Totaal begane grondvloer :				5,20	5,20	0,40

D. Werkruimtes BoTu en Onderzoek

begane grondvloer kantine kantoor				[kN/m ²]		
beton (gewapend)		160	mm	4,00		
cementdekvloer		60	mm	1,20		
scheidingswanden (<=3,0kN/m) in v.b.					1,20	
C1: kantoor/kantine	categorie: C	$\psi_t = 1,00$		v.b. =	4,00	
Totaal begane grondvloer :				5,20	5,20	0,40

begane grondvloer werkruimte				[kN/m ²]		
beton (gewapend)		160	mm	4,00		
E: Industrie				categorie: E	$\psi_t = 1,00$	v.b. = 7,50
Totaal begane grondvloer :				4,00	7,50	1,00

begane grondvloer opslag/techniek				[kN/m ²]		
beton (gewapend)		160	mm	4,00		
E: Industrie				categorie: E	$\psi_t = 1,00$	v.b. = 20,00
Totaal begane grondvloer :				4,00	20,00	1,00

E. Kas voor onderzoek en opweek

begane grondvloer				[kN/m ²]		
beton (gewapend)		160	mm	4,00		
E: Industrie				categorie: E	$\psi_t = 1,00$	v.b. = 5,00
Totaal begane grondvloer :				4,00	5,00	1,00

A. Botan.kas laag en opweek en C. Botan. kas hoog

Betonpaden "op staal" gefundeerd

begane grondvloer				[kN/m ²]		
beton (gewapend)		160	mm	4,00		
E: Industrie				categorie: E	$\psi_t = 1,00$	v.b. = 5,00
Totaal begane grondvloer :				4,00	5,00	1,00

Canopywalk

Veranderlijke belasting (Q)

Opgelegde vloerbelasting	$q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$ (cat. C5, tabel 6.2 EN 1991-1-1)
Lijnbelasting leuning	$q_k = 3,0 \text{ kN/m}$ (horizontaal, EN 1991-1-1 §6.4)
Puntlast	$Q_k = 4,0 \text{ kN}$ op $50 \times 50 \text{ mm}$ (cat. C, tabel 6.2 EN 1991-1-1)
Voetgangerfrequentie	Looppfrequentie $\pm 1,8 - 2,4 \text{ Hz}$
Eis eigenfrequentie	$f_{n,1} > 5,0 \text{ Hz}$ (verticaal) of ontworpen met dempingseis

1.2 eigen gewichten van materialen gevels en bouwmuren e.d.

Sandwichpanelen + sigma	0,25 kN/m^2
Kasgevels	0,15 kN/m^2
Dubbel glas gevel hoge kas	0,25 kN/m^2
Kalkzandsteen binnenmuren	1,85 kN/m^2
Metal stud binnenmuren	0,45 kN/m^2

1.3 Sneeuwbelasting

sneeuwbelasting $s = \mu_i C_e C_t s_k f$

μ_i = sneeuwbelastingvormcoefficient volgens 5.3

C_e = blootstellingsc = 1,0 -

C_t = warmtecoefficient = 1,0 -

s_k = karakteristieke waarde sneeuwbelasting op de grond = 0.7 (zie NB art 4.1 (1) b)

f = correctiefactor op basis van herhalingstijd = s_n / s_k

herhalingsinterval in jaren

n = 50 jaar

variatiecoefficient

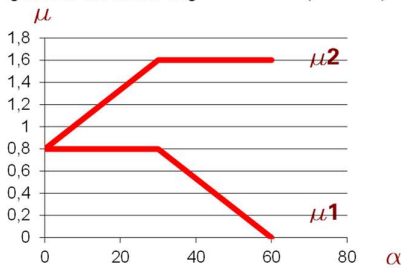
V = 0,8 zie NB: bijlage D blz 5

$S_n = \mu_i$ 0,70 kN/m^2

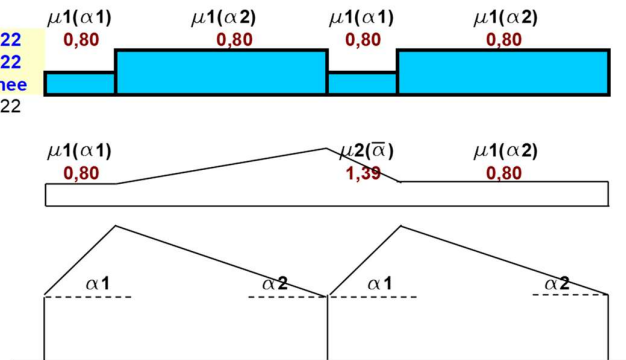
$P_{sn,rep,50} = \mu_i * C_e * C_t * S_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$

5.3.4 daken met meer dan één overspanning

dakhelling $\alpha_1 = 22$
 dakhelling $\alpha_2 = 22$
 kan de sneeuw onbelemmerd afglijden **nee**
 gemiddelde dakhelling $\bar{\alpha} = (\alpha_1 + \alpha_2) / 2 = 22$



figuur 5.1 sneeuwbelastingcoefficient



1.4 Windbelasting

C. Botan. kas hoog

gebouwbreedte	52	m	art. 4.5 extreme stuwdruk	$q_{p(z)}$	=	804	N/m ²
gebouwdiepte	32	m	art. 7.5 wrijvingscoëfficiënten				
gebouwhoogte	15	m	oppervlak dak		=	glad	
referentieperiode	50	jaar	wrijving op dakvlak	$C_{fr,dak}$	=	0,01	-
gebied in NL	III		oppervlak gevels		=	zeer ruw	
omgeving	II		wrijving op gevelvlak	$C_{fr,gevel}$	=	0,04	-
hoogte	15	m	bijlage D $c_s c_d$ -waarden	$C_s c_d$	=	0,85	-

art. 7.2.1 uitwendige drukcoëfficiënt gebouwen met oppervlak tussen 1 en 10 m²

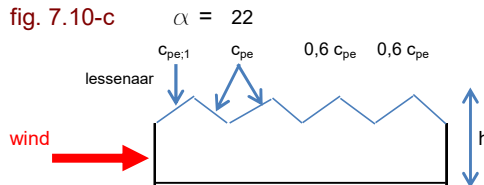
zone A zijgevel, eerste zone $A = 10 \text{ m}^2$ $C_{pe} = -1,20$ combineren met

art. 7.2.2 verticale gevels van gebouwen met rechthoekige plattegrond figuur 7.5

tabel NB.6 - 7.1 uitwendige drukcoëfficiënten verticale gevels

zone	gebied	-A	-B	-C	D	-E	$\alpha = 90,0$ graden
1	$C_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,305	
2	$C_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,5	0,605	-0,5	
3	$C_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,5	1,11		

fig. 7.10-c



tabel 7.4a zadeldak; 0 graden; wind loodrecht op de nok positieve hoeken

	-F	+F	-G	+G	-H	+H
$C_{pe,1}$	factoren eerste dakvlak zijn ontleend aan lessenaardaken					
C_{pe}	-0,71	0,43	-0,66	0,43	-0,25	0,29
$0,6 C_{pe}$	-0,43	0,26	-0,40	0,26	-0,15	0,18
$0,6 C_{pe}$	-0,43	0,26	-0,40	0,26	-0,15	0,18

	-I	+I	-J	+J
$C_{pe,1}$	overige factoren zijn ontleend aan zadeldaken			
C_{pe}	-0,40	0,00	-0,77	0,00
$0,6 C_{pe}$	-0,24	0,00	-0,46	0,00
$0,6 C_{pe}$	-0,24	0,00	-0,46	0,00

art. 7.2.9 inwendige druk figuur 7.13

bouwwerk zonder dominante openingen

$C_{pi,overdruk} = 0,20$ -

$C_{pi,onderdruk} = -0,30$ -

De bepaling van de windbelasting van overige "lage" kassen/gebouwen te bepalen middels CASTA berekening door de kassenbouwer