

STATISCHE BEREKENING — VOORBEELD

Uitbouw of aanbouw

VOORBEELD — fictieve gegevens; een geleverde berekening is door de constructeur gecontroleerd en goedgekeurd

PROJECTGEGEVENS

OPDRACHTGEVER

Voorbeeld — Uitbouw of
aanbouw

BOUWADRES

Operastraat 11, Enschede

RAPPORTNUMMER

SB-20260927-0234

DOCUMENTDATUM

n.v.t. (voorbeeld)

REVISIE

0

Getoetst volgens NEN-EN 1990/1991-1-4/1992/1993/1995/1996/1997 en NEN 9997-1 met de Nederlandse Nationale Bijlage · gevolgklasse CC1

COLOFON

Opsteller berekening	statischeberekening.nl (deterministische rekenkern)
Controle en goedkeuring	bij levering gecontroleerd en goedgekeurd door de constructeur
Gevolgklasse	CC1 (projectbreed — zie Belastingfactoren)
Voorwaarden	DNR 2011 + Nederlands consumentenrecht
Status	VOORBEELD (fictieve gegevens, geen geldige berekening)

De berekening is deterministisch opgesteld door de rekenkern van statischeberekening.nl; de bovengenoemde constructeur controleert de waarden, de toetsen en de profielkeuze en keurt ze goed vóór levering.

REVISIEBEHEER

Rev.	Datum	Status	Omschrijving
0	n.v.t. (voorbeeld)	Voorbeeld	Voorbeelduitgave (fictieve gegevens).

VOORBEELD

Inhoudsopgave

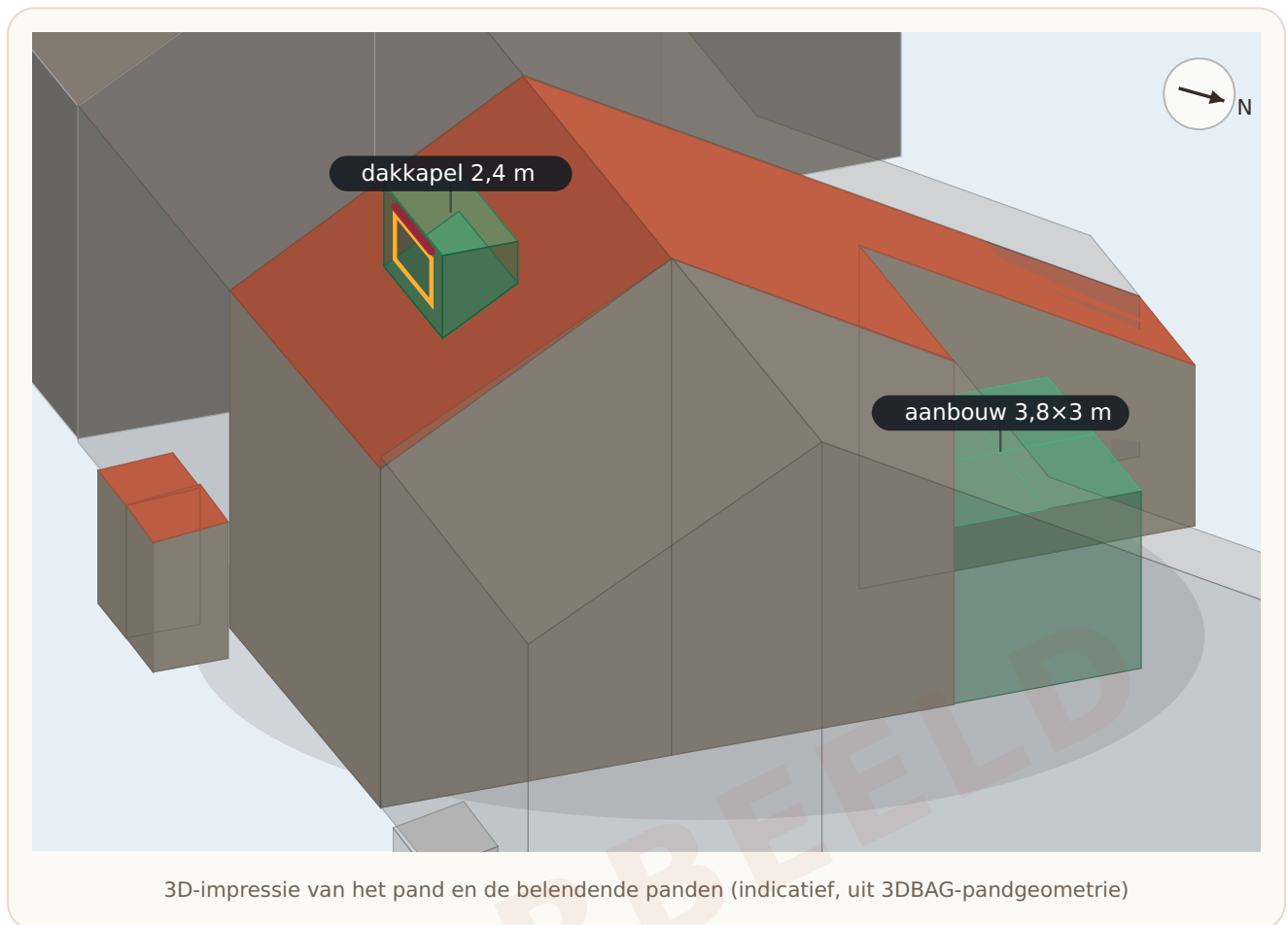
1. Projectomschrijving	4
2. Belastingfactoren	7
3. Belastingaannee	8
4. Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)	10
5. Muurplaat-verankering windopwaaiing — Muurplaat-verankering dakkapel	13
6. Houten balklaag — Dakbalklaag aanbouw	15
7. Houten balklaag — Plat-dak balklaag dakkapel	19
8. Betonvloer 1-richting — Begane-grondvloer aanbouw	22
9. Stalen ligger — boven doorbraak	25
10. Stalen ligger — Latei/raveelbalk boven het kozijn	28
11. Houten gevelstijl — HSB-gevelstijl aanbouw	31
12. Houten gevelstijl — HSB-zijwand/voorwand dakkapel	34
13. Metselwerkpenant — onder oplegging doorbraak	36
14. BESTAANDE woning (6,1 x 14,5 m, 2 bouwlagen) als één...	38
15. Druk-/trekpaal — Drukpaal	58
16. Fundatiebalken — balkenrooster op palen (automatisch...)	61
17. Zetting van de fundering (3D-grondmodel) — funderingslasten uit...	70
18. Samenvatting en conclusie	73
19. Overzichten	76
Bijlage — profieleigenschappen (staal)	79
Revisiebeheer	2

1. PROJECTOMSCHRIJVING

Deze berekening behandelt de constructieve onderdelen van het project; per onderdeel zijn het statische schema, de belastingen en de toetsing opgenomen. De toe te passen profielen zijn samengevat in de samenvatting/conclusie. Deze berekening is bestemd voor de omgevingsvergunning en de uitvoerend aannemer.

Te beoordelen onderdelen — dit rapport toetst de volgende constructieve onderdelen:

Nr.	Onderdeel	Toepassing
1	Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)	Dakkapel (raveelbalk nok + voorzijde) — dakhelling $\sim 30.3^\circ$ uit 3DBAG (VERIFIEER) — AANNAME...
2	Muurplaat-verankering windopwaaiing	Muurplaat-verankering dakkapel (windopwaaiing) — dakhelling $\sim 30.3^\circ$ uit 3DBAG (VERIFIEER)...
3	Houten balklaag	Dakbalklaag aanbouw — balklaag overspant de diepte — AANDACHTSPUNT: trekt de windzuiging het dak...
4	Houten balklaag	Plat-dak balklaag dakkapel
5	Betonvloer 1-richting	Begane-grondvloer aanbouw — PS-/kanaalplaatvloer op het balkenrooster (VERIFIEER; toets...)
6	Stalen ligger	Stalen ligger boven doorbraak (westgevel) — achtergevel-spuwmuur ≥ 26 cm aangehouden (totale...)
7	Stalen ligger	Latei/raveelbalk boven het kozijn in de aanbouwgevel — draagt de gevel-/daklast over de opening af...
8	Houten gevelstijl	HSB-gevelstijl aanbouw (achtergevel, dubbele stijl naast het kozijn) — stijllengte = de opgegeven...
9	Houten gevelstijl	HSB-zijwand/voorwand dakkapel
10	Metselwerkpenant	Metselwerkpenant onder oplegging doorbraak (indicatief)
11	Rekenmodel — fem3d-solver	BESTAANDE woning (6,1 x 14,5 m, 2 bouwlagen) als één 3D-FEM-wandmodel — dragende wanden, vloeren...
12	Druk-/trekpaal	Drukpaal (buispaal Ø168) onder de aanbouw-fundatiebalken (slappe grond) — handmatig op palen...
13	Rekenmodel — rooster-solver	Fundatiebalken — balkenrooster op palen (automatisch gegenereerd; open in de balkrooster-solver...)
14	Rekenmodel — geo3d-solver	Zetting van de fundering (3D-grondmodel) — funderingslasten uit de 3D-FEM · grondprofiel...





Luchtfoto van het pand en de directe omgeving (PDOK — actueel ortho, indicatief)

Symbool	Betekenis
g / q	permanente (blijvende) / veranderlijke (variabele) belasting
M;Ed / V;Ed / N;Ed	optredend moment / dwarskracht / normaalkracht
M;Rd / V;Rd / N;Rd	bijbehorende capaciteit (weerstand)
w	doorbuiging
As	benodigd wapeningsoppervlak
R;c;d / R;t;d	reken-druk- / -trekdraagkracht
UC	unity check = optredende last / capaciteit; voldoet bij $UC \leq 1,00$

2. BELASTINGFACTOREN

- Normen: NEN-EN 1990, NEN-EN 1991-1-4, NEN-EN 1992, NEN-EN 1993, NEN-EN 1995, NEN-EN 1996, NEN-EN 1997, NEN 9997-1 (+ NL Nationale Bijlage).

Materiaaleigenschappen en partiële factoren per aanwezig materiaal:

Materiaal	Norm	Kernwaarden	Partiële factor
Constructiestaal S235	NEN-EN 1993	$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$, $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_{M0} = 1,00$
Constructiehout	NEN-EN 1995	$k_{\text{mod}}/k_{\text{def}}$ per klimaatklasse en lastduur; sterkteklasse per sectie	$\gamma_M = 1,30$
Beton + wapening B500	NEN-EN 1992	sterkteklasse per sectie	$\gamma_C = 1,50 \cdot \gamma_S = 1,15$
Metselwerk	NEN-EN 1996	sterkteparameters per sectie (NL NB)	γ_M per sectie

Gevolgklasse, belastingcombinaties en doorbuigingseisen (projectbreed):

Onderwerp	Waarde
Gevolgklasse / KFI	CC1 $\rightarrow$ KFI = 0,90 (projectbreed, alle onderdelen)
Combinatie 6.10a	$\text{KFI} \cdot (1,35 \cdot g + 1,5 \cdot \psi_0 \cdot q)$
Combinatie 6.10b	$\text{KFI} \cdot (1,20 \cdot g + 1,5 \cdot q)$
ψ_0 opgelegde vloerlast	0,40 (dak $\psi_0 = 0,0$)
Doorbuiging staal	$w_{\text{eind}} \leq 0,004 \cdot L$ en $w_{\text{bij}} \leq 0,003 \cdot L$ (NL NB); hout per sectie

3. BELASTINGAANNAME

Onderwerp	Waarde
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede (locatie voor het windklimaat)
Gebouwfunctie	woning (cat. A) — vloerlast $q_k = 1,75 \text{ kN/m}^2 \cdot \psi_0 = 0,40$
Ontwerplevensduur	50 jaar
Windklimaat	gebied III · terrein bebouwd · hoogte 7,0 m
Piekdruk q_p	0,48 kN/m^2 (NEN-EN 1991-1-4 + NB)
Gevelwinddruk (zone A)	0,67 kN/m^2

Locatie- en brongegevens (publieke bronnen, automatisch ingeladen op het bouwadres; INDICATIEF, door de constructeur geverifieerd; niet automatisch in een toets verwerkt):

Bron	Gegeven (indicatief)
3D-pandmodel (3DBAG)	hoogte ~7.6 m boven maaiveld, dak hellend ~30 graden (uit 3D-geometrie), ~3 bouwlagen (geschat), aangebouwd/rijtjes, plattegrond ~8.9 x 6.1 m, footprint ~54 m^2 , volume ~385 m^3 [BAG-pand 0153100000209584]
Kadastraal perceel (Kadaster)	Lonneker F 5593, kavel ~156 m^2
Maximale bouwhoogte (bestemmingsplan, oude Wro-data, indicatief)	~8 m - kruischeck op de gebouwhoogte / bovengrens bij optoppen

Belastingen per onderdeel — alles hierboven geldt projectbreed; hieronder alleen wat een onderdeel daarnaast eigen heeft:

Onderdeel	Belastingen
1. Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)	g dakkapeldak 0,50 kN/m^2 · g voorwand 0,50 kN/m^2
2. Muurplaat-verankering windopwaaiing — Muurplaat-verankering dakkapel	conform de belastingaanname hierboven
3. Houten balklaag — Dakbalklaag aanbouw	g;k 0,50 kN/m^2
4. Houten balklaag — Plat-dak balklaag dakkapel	g;k 0,50 kN/m^2
5. Betonvloer 1-richting — Begane-grondvloer aanbouw	g;k 1,50 kN/m^2 · q;k 1,75 kN/m^2
6. Stalen ligger — boven doorbraak	g;k 0,75 kN/m · q;k 1,50 kN/m · 1 lastpost(en) uit de catalogus
7. Stalen ligger — Latei/raveelbalk boven het kozijn	g;k 0,75 kN/m · q;k 1,50 kN/m · 1 lastpost(en) uit de catalogus
8. Houten gevelstijl — HSB-gevelstijl aanbouw	N;perm 0,40 kN · N;var 0,90 kN · N latei perm 0,40 kN · N latei var 1,00 kN

Onderdeel	Belastingen
9. Houten gevelstijl — HSB-zijwand/voorwand dakkapel	N;perm 0,20 kN · N;var 0,40 kN
10. Metselwerkpenant — onder oplegging doorbraak	N;Ed 4,30 kN
11. BESTAANDE woning (6,1 x 14,5 m, 2 bouwlagen) als één...	belastingen in het rekenmodel zelf (zie het hoofdstuk van het model en de inzagelink)
12. Druk-/trekpaal — Drukpaal	N;Ed 56,00 kN
13. Fundatiebalken — balkenrooster op palen (automatisch...)	belastingen in het rekenmodel zelf (zie het hoofdstuk van het model en de inzagelink)
14. Zetting van de fundering (3D-grondmodel) — funderingslasten uit...	belastingen in het rekenmodel zelf (zie het hoofdstuk van het model en de inzagelink)

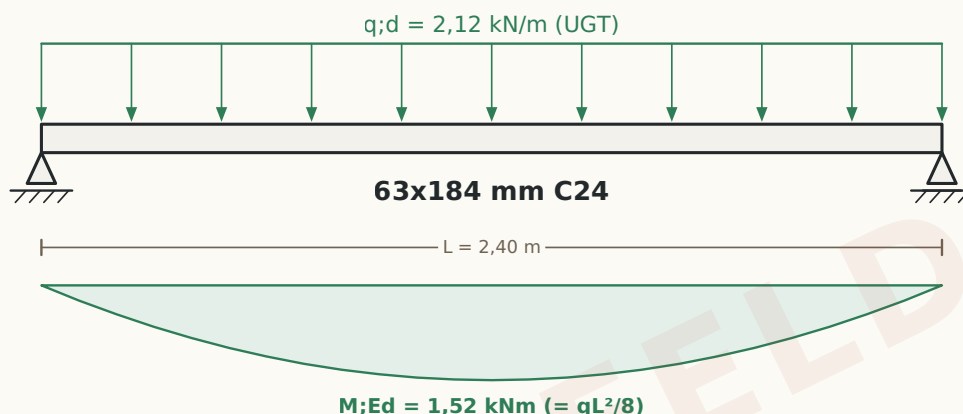
VOORBEELD

4. DAKKAPEL (RAVEELBALK + SLAPERBALK)

Toepassing: Dakkapel (raveelbalk nok + voorzijde) — dakhelling $\sim 30.3^\circ$ uit 3DBAG (VERIFIEER) — AANNAME: dakkapeldak 0,30 m boven het dakvlak aan de achterzijde (niet besteld, niet gemeten); daarmee voorwand 1,50 m bij 1,2 m diep op 30°

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

raveelbalk dakkapel



Profiel 63x184 mm C24 · UC 0,26 · maatgevend: Raveel voor · doorbuiging w_{eind} UC 0,30

voldoet

Raveelbalk (nokzijde) · 63x184 mm C24

Buiging	M_{Ed} 1,52 kNm	u.c. = 0,26	voldoet
Afschuiving	V_{Ed} 2,54 kN	u.c. = 0,18	voldoet
Doorbuiging w_{eind}	2,76 / 9,6 mm	u.c. = 0,29	voldoet
Doorbuiging w_{bij}	1,66 / 7,2 mm	u.c. = 0,23	voldoet

Raveelbalk (voorzijde) · 63x184 mm C24

Buiging	M_{Ed} 1,66 kNm	u.c. = 0,28	voldoet
Afschuiving	V_{Ed} 2,10 kN	u.c. = 0,17	voldoet
Doorbuiging w_{eind}	2,91 / 9,6 mm	u.c. = 0,30	voldoet
Doorbuiging w_{bij}	1,59 / 7,2 mm	u.c. = 0,22	voldoet

Lastafdeling op de bestaande constructie (reviewpunt aansluiting/oplegging)

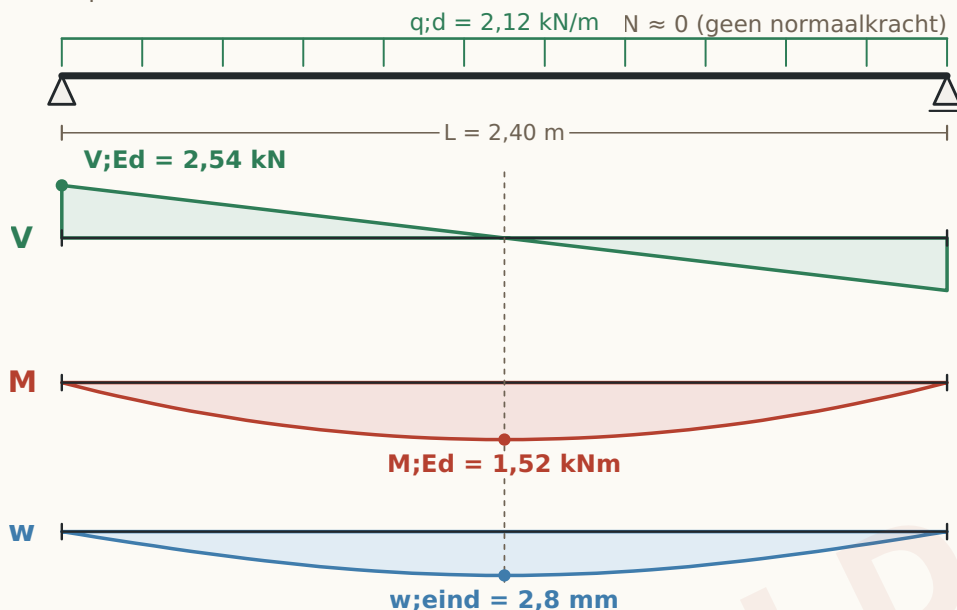
Raveelbalk-reactie	2,5 kN
Voorzijde-reactie	2,1 kN

Toepassen: raveelbalk **63x184 mm C24** ·
raveelbalk **63x184 mm C24**

ULS u.c. **0,28** · SLS u.c. **0,30** ✓ **voldoet**

Resultaten · dwarskracht/moment (UGT) + vervorming (BGT)

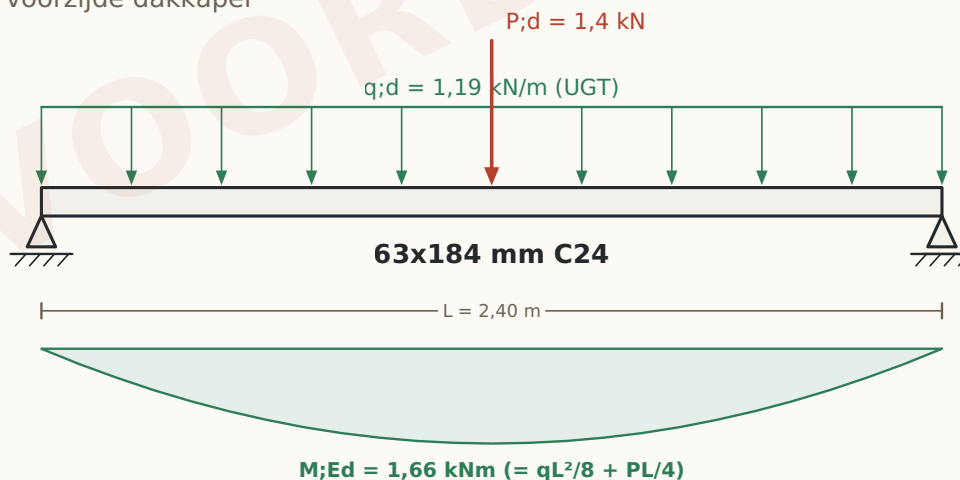
raveelbalk dakkapel



UGT = uiterste grenstoestand · BGT = bruikbaarheidsgrenstoestand (karakteristieke last)

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

raveelbalk voorzijde dakkapel

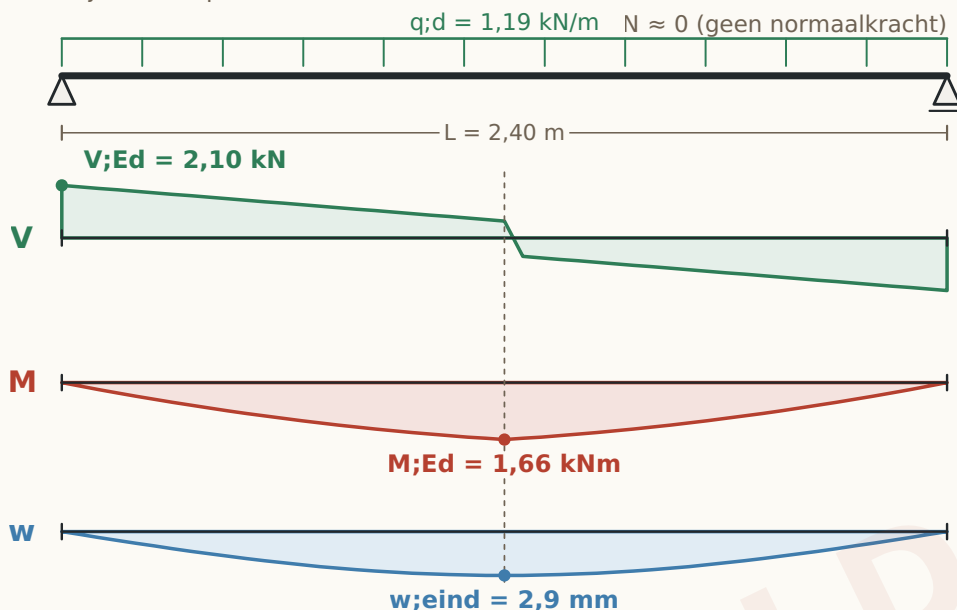


Profiel $63 \times 184 \text{ mm C24}$ · UC 0,28

voldoet

Resultaten · dwarskracht/moment (UGT) + vervorming (BGT)

raveelbalk voorzijde dakkapel



UGT = uiterste grenstoestand · BGT = bruikbaarheidsgrenstoestand (karakteristieke last)

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Dak	Raveelbalk: discrete daksporen-puntlasten (idealiseren controleren), sneeuwophoping, kip/LTB en de oplegging/aansluiting op de bestaande kap
Schematisering	Raveelbalk (voorzijde): aansluiting op de bestaande sporen/muren, kip/LTB en oplegging
Schematisering	Schuine zijwang-slaperbalk (evenwijdig aan het dak, langs beide zijwangen): draagt de zijwang + de zijranden van het plat dak en legt op de bestaande sporen/muurplaat op. Deze is NIET apart deterministisch getoetst — door de constructeur te dimensioneren/detailleren
Dak	Raveelbalk (voorzijde): sneeuwOPHOPING/-afschuiving op het platte dakkapeldak tegen het HOGERE hellende hoofddak (NEN-EN 1991-1-3 5.3.6, $\mu_s + \mu_w$) is niet meegerekend omdat het hoogteverschil dakkapeldak-nok ontbreekt — hoogte opgeven of zelf beoordelen

5. MUURPLAAT-VERANKERING WINDOPWAAIING — MUURPLAAT-VERANKERING DAKKAPEL

Toepassing: Muurplaat-verankering dakkapel (windopwaaing) — dakhelling $\sim 30.3^\circ$ uit 3DBAG (VERIFIEER) — windbelasting op de GEMETEN gebouwhoogte 7,6 m (3DBAG)

Aannames

Windzuiging dakvlak	$q_p = 0,50 \text{ kN/m}^2$ (windgebied III, terrein bebouwd, hoogte 7,6 m); dakhelling 30 graden → zuiging aan de dakvoet $ c_{pe} = 1,80$ (opgegeven; normwaarde aan de dakvoet op deze helling 1,10, tab. 7.2/7.4a/7.4b) + $c_{pi} = 0,20 \rightarrow w = 1,00 \text{ kN/m}^2$ ($c_{pe,10}$).
Per m1 muurplaat (belaste daklengte 1,50 m)	opwaarts $KFI \cdot \gamma_Q \cdot w \cdot L = 2,24 \text{ kN/m}$; stabiliserend $0,9 \cdot g_{dak} \cdot L = 0,68 \text{ kN/m}$ ($g_{dak} = 0,50 \text{ kN/m}^2$).
-	Muurplaat 70x70 mm ($f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$, $k_{mod} 0,90/\gamma_M 1,30$): $M; R_d = 0,95 \text{ kNm}$; de plaat overspant de ankerafstand onder de uplift ($M = F_{up} \cdot s^2/8$) → buigings-UC = 0,21 bij de gekozen h.o.h..
-	netto uplift $F_{up} = 1,57 \text{ kN/m} \rightarrow$ ankers h.o.h. $\leq 1000 \text{ mm}$ (maatgevend: praktische h.o.h.-grens).

Algemene gegevens		
Belaste daklengte	1,50	m
Dakhelling	30	°
Muurplaat b×h	70 × 70	mm
Gebouwhoogte	7,6	m

Belastingen (wind + gewicht)		
Stuwdruk q_p	0,50	kN/m ²
Zuiging $ c_{pe} $ dakrand (tab. 7.4)	1,80	
Windzuiging w	1,00	kN/m ²
Opwaartse windkracht	2,24	kN/m
Gunstig eigen gewicht	0,68	kN/m
Netto uplift F_{up}	1,57	kN/m

Verankering + muurplaat			
Ankercapaciteit	5,0	kN/anker	
Max. ankerafstand h.o.h.	1.000	mm	
Muurplaat-momentweerstand M_{Rd}	0,95	kNm	
Maatgevend	praktische h.o.h.-grens		
Toetsing · NEN-EN 1991-1-4 / 1995			
Muurplaat-buiging $M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Rd} 0,95 kNm	u.c. = 0,21	voldoet
Verankering (windopwaaing) ankers h.o.h. $\leq s_{max}$	F_{up} 1,57 kN/m → ankers $\leq$ 1.000 mm	u.c. = 0,00	voldoet

Toepassen: ankers h.o.h. $\leq 1000 \text{ mm}$ (5,0 kN/anker)	ULS u.c. 0,21 • SLS u.c. n.v.t. ✓ voldoet
--	--

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Wanden	Anker-uittrekweerstand (productblad) bevestigen; verankering van de muurplaat in het metselwerk en de spatkracht apart beoordelen

VOORBEELD

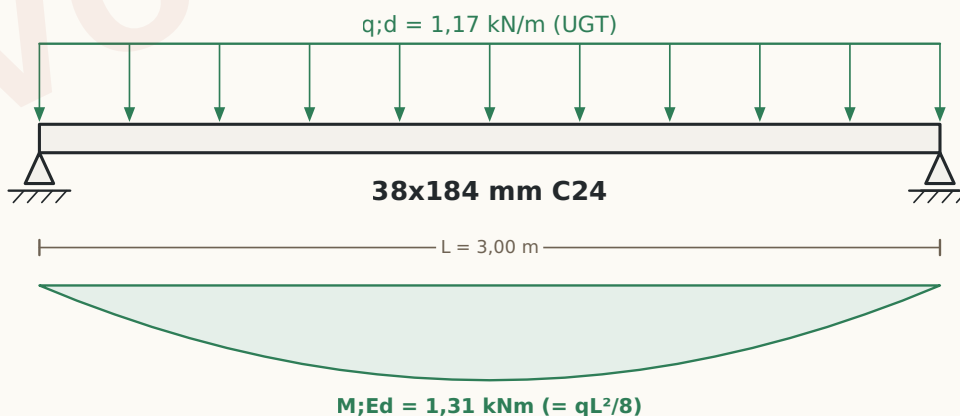
6. HOUTEN BALKLAAG — DAKBALKLAAG AANBOUW

Toepassing

Onderwerp	Toelichting
Verbouwing in het model	Dakbalklaag aanbouw — balklaag overspant de diepte —
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: trekt de windzuiging het dak omhoog (zie de windtoets van deze balklaag), dan zit de verankering van de oplegging op de bestaande gevel in BESTAAND metselwerk; controleer daar de uittrekcapaciteit — MODEL H: de aanbouw staat tegen een BESTAANDE muur (rechts); die zijwand wordt niet nieuw gebouwd.
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: de bestaande zijmuur (rechts) en de fundering eronder zijn niet nagerekend.
Vloeren	Per muur draagt die alleen de dakrand over de halve balkafstand (0,3 m), want de balklaag loopt evenwijdig aan die muur: 0,1 kN/m permanent + 0,3 kN/m veranderlijk (karakteristiek).
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT — toets die muur en zijn fundering op deze lijnlast SAMEN met de last die er al op staat (uit de tekening van die muur; tools 'bestaand', 'lastafdeling' en 'strook'): alleen de extra last toetsen zou een marge suggereren die er niet is

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

Dakbalklaag aanbouw — balklaag overspant de diepte — AANDACHTSPUNT: trekt de windzuiging het dak omhoog (...)



Profiel 38x184 mm C24 · UC 0,37 · maatgevend: Doorbuiging w;eind UC 0,46

voldoet

Aannames

Statisch schema	vrij opgelegde houten balklaag (balken h.o.h.) voor een dak; per balk de last over 600 mm balkafstand.
-----------------	--

Sneeuwophoping (NEN-EN 1991-1-3 5.3.6)	NIET beschouwd — het hoogteverschil met een hoger bouwdeel (bv. de bestaande gevel bij een aanbouwdak) is niet opgegeven, dus de ophoping zit NIET in de gerekende sneeuwlast. Zodra dat hoogteverschil en de breedte van het hogere dakvlak bekend zijn, wordt de ophoping ($\mu_2 +$ afschuiving) deterministisch meegetoetst.
NIET BESCHOUWD	wateraccumulatie op dit platte dak. Bij een plat dak kan regenwater blijven staan; het dak zakt daardoor iets verder door, waardoor er nóg meer water bij past. Die wisselwerking is hier niet doorgerekend.
AANDACHTSPUNT	de wateraccumulatietoets loopt in Nederland via NPR 6703 bij NEN 6702 en valt buiten de Eurocode-set waarop deze berekening rust. Twee wegen: (a) toon een afschot van minstens 1,6% naar de afvoeren dat ook IN DE DOORGEBOGEN STAND overal behouden blijft (NEN 6702 art. 10.4.3) — dan is er geen accumulatie; of (b) laat de iteratie doorbuiging-waterstand apart uitvoeren, met de noodoverstorten (aantal, breedte en inplakhoogte) erin.
Wind op het dak (NEN-EN 1991-1-4)	netto winddruk $0,24 \text{ kN/m}^2$ en windzuiging $0,96 \text{ kN/m}^2$ loodrecht op het dakvlak. Automatisch gevuld is dat $q;p$ uit het projectwindklimaat $\times$ de OMHULLENDE netto dakcoëfficiënt over alle zones en beide windrichtingen; bij 0 graden is dat druk $c_{\text{net}} 0,50$ (zone I, NEN-EN 1991-1-4 tab. 7.2 (plat dak), $c_{\text{pi}} -0,3$) en zuiging $c_{\text{net}} 2,00$ (zone F, NEN-EN 1991-1-4 tab. 7.2 (plat dak), $c_{\text{pi}} +0,2$). Een eigen zonewaarde in de invoer wint.
Windzuiging als EIGEN combinatie	$0,90 \times 1,5 \times$ zuiging tegen $1,0 \times$ eigen gewicht (gunstig, NEN-EN 1990 tab. A1.2(B) + NL NB; KFI alleen op de wind), k_{mod} kort. Netto OPWAARTS $0,45 \text{ kN/m}$ per balk $\rightarrow$ opwaartse oplegreactie $0,67 \text{ kN}$ per balk, die de verankering op de oplegging moet opnemen. De ONDERrand staat dan op druk en is getoetst op kip over een vrije lengte van $3,00 \text{ m}$ ($l_{\text{ef}} = 0,9 \times l$; $k_{\text{crit}} 0,663$, UC 0,21).
Oplegging (druk loodrecht op de vezel 6.1.5)	reactie per balk $R = 1,70 \text{ kN}$; minimale opleglengte $\sim 70 \text{ mm}$ ($f_{c90,d} = 1,73 \text{ N/mm}^2$, $k_{c90} = 1,00$). Een balkschoen kan de oplegging vervangen; aansluiting/afdracht naar de draagconstructie = reviewpunt.
Kip (6.3.3)	onder de neerwaartse lasten is de bovenrand de drukrand, doorlopend zijdelings gesteund door het dakbeschoot $\rightarrow$ daar kip n.v.t. Onder windzuiging is de ONDERrand de drukrand; die kiptoets zit in deze berekening (zie de windregel).

Algemene gegevens		
Overspanning	3,00	m
Statisch schema	vrij opgelegd	
Toegepast profiel	38x184 mm C24	

Belastingen (karakteristiek)		
Eigen gewicht	0,03	kN/m
Maatgevende combinatie	6.10b	

Materiaalgrootheden (C24)		
$f_{m;k}$	24	N/mm ²
E_{mean}	11.000	N/mm ²
k_{mod}	0,90	
γ_M	1,30	
$f_{m;d}$	16,62	N/mm ²
$f_{v;d}$	2,77	N/mm ²

Profiel eigenschappen · 38x184 mm C24		
Breedte b	38	mm
Hoogte h	184	mm
W_y	214,4	×10 ³ mm ³
I_y	1.973	×10 ⁴ mm ⁴

Belastinggevallen → ontwerplast (UGT)	
permanente daklast	0,30 kN/m
sneeuw/onderhoud dak	0,60 kN/m
winddruk dak (loodrecht op het dakvlak)	0,14 kN/m
per balk h.o.h. 600 mm (+ eigen gewicht balk)	
Ontwerplast (UGT, 6.10b)	M_{Ed} 1,31 kNm · V_{Ed} 1,75 kN

Toetsing UGT · NEN-EN 1995-1-1 art. 6.1.6			
Buiging NEN-EN 1995-1-1 art. 6.1.6	$\sigma_{m;d}$ 6,11 / $f_{m;d}$ 16,62 N/mm ²	u.c. = 0,37	voldoet
Afschuiving art. 6.1.7	τ_d 0,56 / $f_{v;d}$ 2,77 N/mm ²	u.c. = 0,20	voldoet
Kip onderrand (windzuiging) NEN-EN 1995-1-1 §6.3.3	k_{crit} 0,663 over l_{ef} 2,70 m (onderrand op druk)	u.c. = 0,21	voldoet

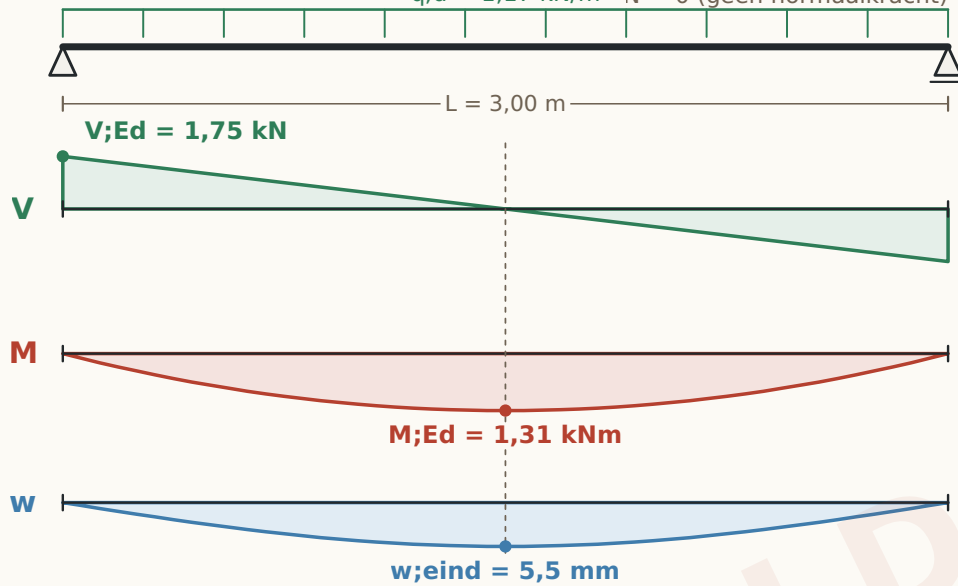
Toetsing BGT · NEN-EN 1995-1-1 art. 7.2			
$w_{eind} \leq 0,004 \cdot L$	5,47 / 12,0 mm	u.c. = 0,46	voldoet
$w_{bij} \leq 0,003 \cdot L$	3,88 / 9,0 mm	u.c. = 0,43	voldoet

Toepassen: 38x184 mm C24 (L = 3,00 m)	ULS u.c. 0,37 · SLS u.c. 0,46 ✓ voldoet
--	--

Resultaten · dwarskracht/moment (UGT) + vervorming (BGT)

Dakbalklaag aanbouw — balklaag overspant de diepte — AANDACHTSPUNT: trekt de windzuiging het dak omhoog (zie...

$q;d = 1,17 \text{ kN/m}$ $N \approx 0$ (geen normaalkracht)



UGT = uiterste grenstoestand · BGT = bruikbaarheidsgrenstoestand (karakteristieke last)

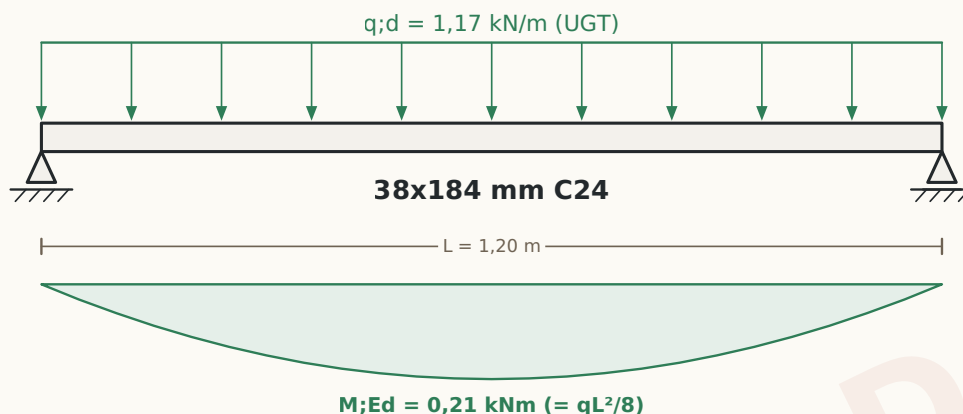
Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Schematisering	de afdracht naar de draagconstructie en — bij $f_1 < 8 \text{ Hz}$ — de volledige snelheidsresponstoets (7.4) zijn aanvullend te beoordelen.

7. HOUTEN BALKLAAG — PLAT-DAK BALKLAAG DAKKAPEL

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

Plat-dak balklaag dakkapel



Profiel 38x184 mm C24 · UC 0,06

voldoet

Aannames

Statisch schema	vrij opgelegde houten balklaag (balken h.o.h.) voor een dak; per balk de last over 600 mm balkafstand.
Sneeuwophoping (NEN-EN 1991-1-3 5.3.6)	NIET beschouwd — het hoogteverschil met een hoger bouwdeel (bv. de bestaande gevel bij een aanbouwdak) is niet opgegeven, dus de ophoping zit NIET in de gerekende sneeuwlast. Zodra dat hoogteverschil en de breedte van het hogere dakvlak bekend zijn, wordt de ophoping (μ_2 + afschuiving) deterministisch meegetoetst.
NIET BESCHOUWD	wateraccumulatie op dit platte dak. Bij een plat dak kan regenwater blijven staan; het dak zakt daardoor iets verder door, waardoor er nóg meer water bij past. Die wisselwerking is hier niet doorgerekend.
AANDACHTSPUNT	de wateraccumulatietoets loopt in Nederland via NPR 6703 bij NEN 6702 en valt buiten de Eurocode-set waarop deze berekening rust. Twee wegen: (a) toon een afschot van minstens 1,6% naar de afvoeren dat ook IN DE DOORGEBOGEN STAND overal behouden blijft (NEN 6702 art. 10.4.3) — dan is er geen accumulatie; of (b) laat de iteratie doorbuiging-waterstand apart uitvoeren, met de noodoverstorten (aantal, breedte en inplakhoogte) erin.

Wind op het dak (NEN-EN 1991-1-4)	netto winddruk $0,24 \text{ kN/m}^2$ en windzuiging $0,96 \text{ kN/m}^2$ loodrecht op het dakvlak. Automatisch gevuld is dat $q;p$ uit het projectwindklimaat x de OMHULLENDE netto dakcoëfficiënt over alle zones en beide windrichtingen; bij 0 graden is dat druk $c;net$ $0,50$ (zone I, NEN-EN 1991-1-4 tab. 7.2 (plat dak), $c;pi$ $-0,3$) en zuiging $c;net$ $2,00$ (zone F, NEN-EN 1991-1-4 tab. 7.2 (plat dak), $c;pi$ $+0,2$). Een eigen zonewaarde in de invoer wint.
Windzuiging als EIGEN combinatie	$0,90 \times 1,5 \times$ zuiging tegen $1,0 \times$ eigen gewicht (gunstig, NEN-EN 1990 tab. A1.2(B) + NL NB; KFI alleen op de wind), k_{mod} kort. Netto OPWAARTS $0,45 \text{ kN/m}$ per balk → opwaartse oplegreactie $0,27 \text{ kN}$ per balk, die de verankering op de oplegging moet opnemen. De ONDERrand staat dan op druk en is getoetst op kip over een vrije lengte van $1,20 \text{ m}$ ($l;ef = 0,9 \times l$, $k;crit$ $0,993$, UC $0,02$).
Oplegging (druk loodrecht op de vezel 6.1.5)	reactie per balk $R = 0,70 \text{ kN}$; minimale opleglengte $\sim 70 \text{ mm}$ ($f_{c90,d} = 1,73 \text{ N/mm}^2$, $k_{c90} = 1,00$). Een balkschoen kan de oplegging vervangen; aansluiting/afdracht naar de draagconstructie = reviewpunt.
Kip (6.3.3)	onder de neerwaartse lasten is de bovenrand de drukrand, doorlopend zijdelings gesteund door het dakbeschot → daar kip n.v.t. Onder windzuiging is de ONDERrand de drukrand; die kiptoets zit in deze berekening (zie de windregel).

Algemene gegevens		
Overspanning	1,20	m
Statisch schema	vrij opgelegd	
Toegepast profiel	38x184 mm C24	

Belastingen (karakteristiek)		
Eigen gewicht	0,03	kN/m
Maatgevende combinatie	6.10b	

Materiaalgrootheden (C24)		
$f_{m;k}$	24	N/mm ²
E_{mean}	11.000	N/mm ²
k_{mod}	0,90	
γ_M	1,30	
$f_{m;d}$	16,62	N/mm ²
$f_{v;d}$	2,77	N/mm ²

Profiel eigenschappen · 38x184 mm C24		
Breedte b	38	mm
Hoogte h	184	mm
W_y	214,4	$\times 10^3 \text{ mm}^3$
I_y	1.973	$\times 10^4 \text{ mm}^4$

Belastinggevallen → ontwerplast (UGT)	
permanente daklast	0,30 kN/m
sneeuw/onderhoud dak	0,60 kN/m
winddruk dak (loodrecht op het dakvlak)	0,14 kN/m
per balk h.o.h. 600 mm (+ eigen gewicht balk)	
Ontwerplast (UGT, 6.10b)	M_{Ed} 0,21 kNm · V_{Ed} 0,70 kN

Toetsing UGT · NEN-EN 1995-1-1 art. 6.1.6

Buiging NEN-EN 1995-1-1 art. 6.1.6	$\sigma_{m;d} 0,98 / f_{m;d} 16,62 \text{ N/mm}^2$	u.c. = 0,06	voldoet
Afschuiving art. 6.1.7	$\tau_d 0,22 / f_{v;d} 2,77 \text{ N/mm}^2$	u.c. = 0,08	voldoet
Kip onderrand (windzuiging) NEN-EN 1995-1-1 §6.3.3	$k_{crit} 0,993$ over $l_{ef} 1,08 \text{ m}$ (onderrand op druk)	u.c. = 0,02	voldoet

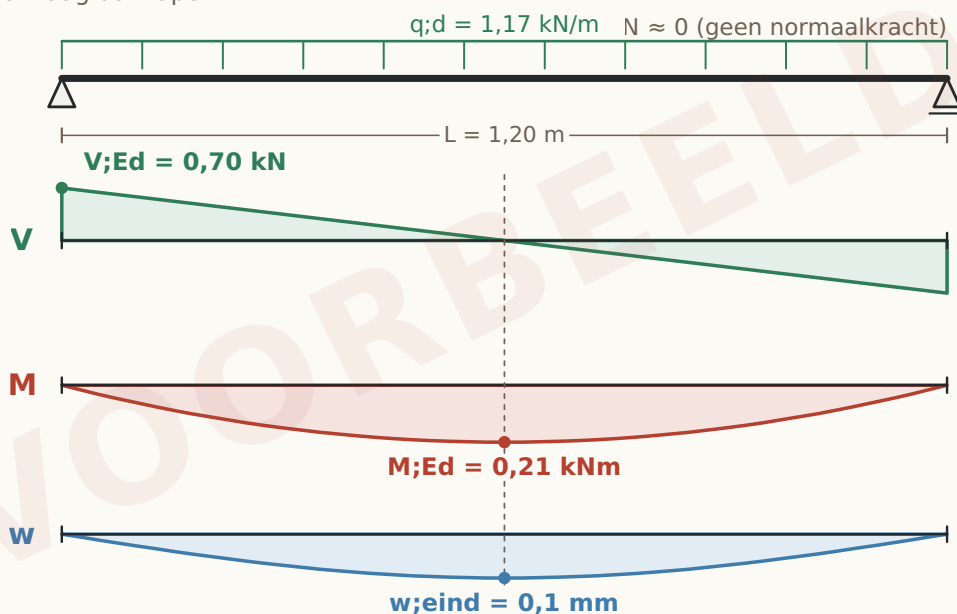
Toetsing BGT · NEN-EN 1995-1-1 art. 7.2

$w_{eind} \leq 0,004 \cdot L$	0,14 / 4,8 mm	u.c. = 0,03	voldoet
$w_{bij} \leq 0,003 \cdot L$	0,10 / 3,6 mm	u.c. = 0,03	voldoet

 Toepassen: **38x184 mm C24** (L = 1,20 m)

 ULS u.c. **0,08** · SLS u.c. **0,03** ✓ **voldoet**
Resultaten · dwarskracht/moment (UGT) + vervorming (BGT)

Plat-dak balklaag dakkapel



UGT = uiterste grenstoestand · BGT = bruikbaarheidsgrenstoestand (karakteristieke last)

Aandachtspunten

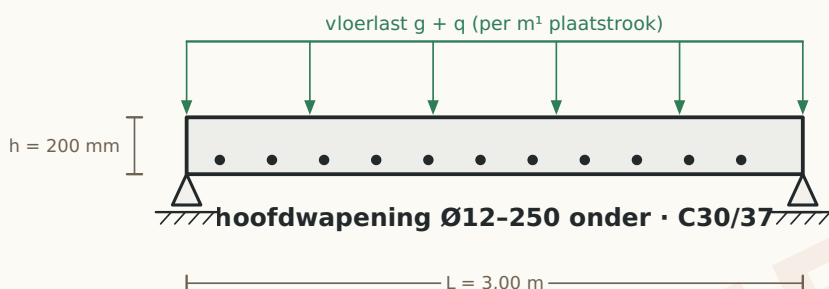
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Schematisering	de afdracht naar de draagconstructie en — bij $f_1 < 8 \text{ Hz}$ — de volledige snelheidsresponstoets (7.4) zijn aanvullend te beoordelen.

8. BETONVLOER 1-RICHTING — BEGANE-GRONDVLOER AANBOUW

Toepassing: Begane-grondvloer aanbouw — PS-/kanaalplaatvloer op het balkenrooster (VERIFIEER; toets de kanaalplaat met de VBI-rekentool, vbi-techniek.nl/Editor/Kanaalplaten — voeg die leveranciersberekening als bijlage toe)

Rekenmodel · betonvloer (1-richting)

Begane-grondvloer aanbouw — PS-/kanaalplaatvloer op het balkenrooster (VERIFIEER; toets de kanaalplaat me...



Toets NEN-EN 1992-1-1

$M;Ed = 10,6 \text{ kNm/m}$
 $V;Ed = 14,1 \text{ kN/m}$
 $As \geq 255 \text{ mm}^2/\text{m}$
 $M;Rd = 32,3 \text{ kNm/m}$
 buiging UC 0,33
 $l/d \leq 115,69$

Profiel plaat 200 mm, Ø12-250 · buiging UC 0,33 · l/d 17,75/115,69
maatgevend: Brandwerendheid R60 UC 0,81

voldoet

Aannames

-	Massieve 1-richting betonvloer, dikte 200 mm, overspanning 3,00 m (vrij opgelegd); getoetst als strook van 1 m breed.
Belasting	permanent $1,50 \text{ kN/m}^2$ (+ eigen gewicht plaat) + veranderlijk $1,75 \text{ kN/m}^2$; $M;Ed = 10,6 \text{ kNm/m}$, $V;Ed = 14,1 \text{ kN/m}$ (6.10b).
Beton C30/37, d = 169 mm	buiging $M;Ed 10,6 / M;Rd 32,3 \text{ kNm/m}$ van de toegepaste wapening ($z = 164 \text{ mm}$, $x/d = 0,07 \leq 0,45$) UC 0,33, dwarskracht UC 0,15 ($V;Ed/V_{Rd,c}$ — plaat zonder beugels, 6.2.2), doorbuiging $l/d 17,8/115,7$.
Wapening (INDICATIE)	hoofdwapening Ø12-250 (As ; toegepast $452 \geq$ benodigd $255 \text{ mm}^2/\text{m}$; buiging 145, minimum 9.2.1.1 255); verdeelwapening Ø8-400. Hoofdwapening h.o.h. $\leq \min(2h; 250 \text{ mm})$, verdeelwapening $\leq \min(3h; 400 \text{ mm})$ en $\geq 20\%$ (NEN-EN 1992 9.3.1.1(3), zone max. moment).
Scheurwijdte 7.3 (milieuklasse XC1)	$w_k = 0,12 \text{ mm} \leq 0,40 \text{ mm}$ (UC 0,30).
-	Brandwerendheid R60 (asafstand $a = 31 \text{ mm}$, balktabel als benadering): voldoet.
Minimale plaatdikte brand (tabel 5.8)	$200 \text{ mm} \geq 80 \text{ mm}$ vereist voor R60 — voldoet.

Aanname (conservatief)	getoetst als 1-richting, enkelveld vrij opgelegd ($M = qd \cdot L^2/8$, l/d met $K=1,0$). Doorgaande velden en 2-richting-werking verlagen veldmoment/doorbuiging en zijn aan de veilige kant verwaarloosd; bovenwapening boven doorgaande steunpunten valt onder de wapeningsdetaillering.
Aanname (scope)	vloer op lijnopleggingen (strook van 1 m) — geen puntsteunen/kolommen, dus geen ponstoets van toepassing. Bij een kolom-ondersteunde/vlakke plaat is deze 1-richtingmodule niet geschikt.

Algemene gegevens		
Overspanning	3,00	m
Betonklasse	C30/37	
Milieuklasse	XC1	
Brandklasse	R60	
Doorsnede	plaat 200 mm	

Belastingen (karakteristiek)		
Permanente last g	1,50	kN/m ²
Veranderlijke last q	1,75	kN/m ²
Eigen gewicht beton	5,00	kN/m ²
Maatgevende combinatie	6.10b	

Materiaalgrootheden (C30/37 / B500)		
f_{ck}	30	N/mm ²
f_{cd}	20,0	N/mm ²
f_{yk} (B500)	500	N/mm ²
f_{yd}	435	N/mm ²

Doorsnede + wapening		
Breedte b	1.000	mm
Hoogte h	200	mm
Nuttige hoogte d	169	mm
$A_{s;vereist}$ (buiging §6.1)	145	mm ² /m
$A_{s;min}$ (§9.2.1.1)	255	mm ² /m
$A_{s;toegepast}$	452	mm ² /m
Hoofdwapening	Ø12-250	
Verdeelwapening	Ø8-400	

Belastinggevallen → ontwerplast (UGT)	
Maatgevende combinatie	6.10b
Ontwerplast (UGT)	M_{Ed} 10,56 kNm/m · V_{Ed} 14,07 kN/m

Toetsing UGT · NEN-EN 1992-1-1 §6			
Buiging §6.1	M_{Ed} 10,56 / M_{Rd} 32,27 kNm/m	u.c. = 0,33	voldoet
Drukzonehoogte $x/d \leq 0,45$ §5.5	x/d 0,073 (toegepaste wapening)	u.c. = 0,16	voldoet
Dwarskracht §6.2	V_{Ed} 14,07 / V_{Rd} 91,39 kN/m	u.c. = 0,15	voldoet

Toetsing BGT · scheurwijdte §7.3 + brand			
Scheurwijdte §7.3	w_k 0,119 / w_{max} 0,40 mm	u.c. = 0,30	voldoet
Brand R60 asdekking	a 31 / a_{eis} 25 mm	u.c. = 0,81	voldoet

Toepassen: plaat 200 mm — Ø12-250 + Ø8-400	ULS u.c. 0,33 · SLS u.c. 0,30 ✓ voldoet
---	--

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Schematisering	Wapeningsdetaillering + verankering/opleglengte (NEN-EN 1992 §8), incl. bovenwapening boven eventuele doorgaande steunpunten — de berekende As is een INDICATIE

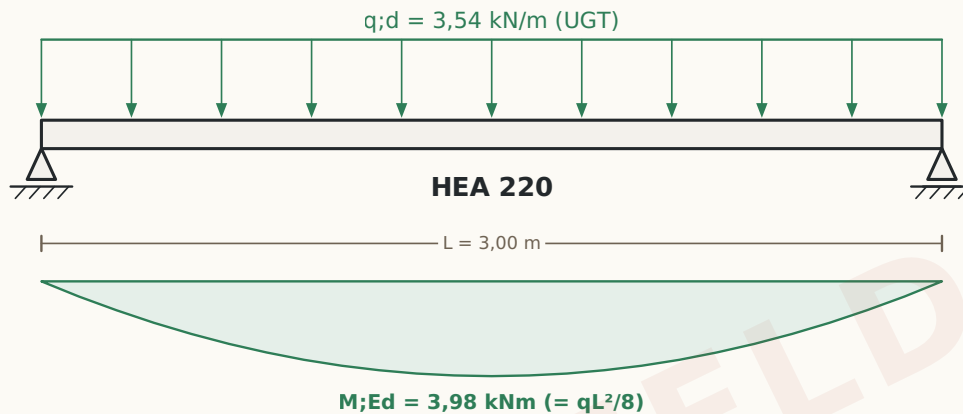
VOORBEELD

9. STALEN LIGGER — BOVEN DOORBRAAK

Toepassing: Stalen ligger boven doorbraak (westgevel) — achtergevel-spouwmuur ≥ 26 cm aangehouden (totale dikte; bepaalt de flensbreedte/het profiel)

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

Stalen ligger boven doorbraak (westgevel) — achtergevel-spouwmuur ≥ 26 cm aangehouden (totale dikte; bep...



Profiel HEA 220 · UC 0,03

voldoet

Aannames

Statisch schema	vrij opgelegde ligger (twee steunpunten), enkelvoudig.
-	Eigen gewicht ligger (0,50 kN/m) iteratief als permanente last meegenomen.
-	De veranderlijke lijnlast is de REPRESENTATIEVE waarde uit de lastcompositie: de combinatiefactoren ψ_0 per lastpost zijn daar al toegepast (leidende veranderlijke vol, overige met ψ_0). Daarom staat $\psi_0 = 1,00$ in 6.10a — geen tweede verlaging.
Detailering	de ligger draagt een muur van 260 mm; de flensbreedte is daarom minstens 220 mm gekozen (de muur mag de flens 40 mm overschrijden, ca. 20 mm speling per zijde), zodat het metselwerk vol op de bovenflens draagt. Een te smal profiel (bv. een smalle IPE onder een steensmuur) is daarmee uitgesloten en de keuze verschuift vanzelf naar een breder HEA/HEB.
Kip/LTB 6.3.2 getoetst	drukflens zijdelings gesteund om 0,60 m (het segment rond het grootste moment, gaffels op de steunpunten); M_{cr} uit het werkelijke momentverloop met de last op de BOVENFLENS ($z_g = +105 \text{ mm}$, $C_1;eff = 0,99$), knikkromme b; $M_{cr} = 11174,6 \text{ kNm}$, $\lambda_{LT} = 0,11$, $\chi_{LT} = 1,00 \rightarrow M_{b,Rd} = 133,6 \text{ kNm}$ (UC = 0,03).

Opleglengte NIET opgegeven maar BEPAALD	100 mm per oplegging, zodat de oplegdruk op metselwerk Kalkzandsteen CS12 binnen fd blijft. Dat is een uitkomst van deze berekening (net als de profielkeuze), geen aanname — houd deze lengte aan bij de uitvoering.
-	Overspanning aangehouden op de opgegeven maat $l = 3,00$ m, ZONDER oplegtoeslag: de opleglengte is niet opgegeven. Lig de ligger op metselwerk of op een brede oplegging, geef die dan op - dan wordt de effectieve overspanning $l_{\text{eff}} = l + 2 \times \min(h/2 ; t/2)$ aangehouden (NEN-EN 1992-1-1 par. 5.3.2.2) en valt de toets zwaarder uit.
Brandwerendheid	NIET BESCHOUWD - er is geen brandeis vastgesteld, dus de sectiefactor, de kritieke staaltemperatuur en de eventuele bekledingsdikte zijn niet bepaald. AANDACHTSPUNT - BRANDEIS: stel de eis vast volgens Bbl art. 4.17 (tabel 4.17a: geen verblijfsgebiedvloer hoger dan 7 m → 60 min; 7-13 m → 90; boven 13 m → 120) en laat de brandtoets meelopen; onbekleed staal haalt gemeten mediaan 18,6 minuten, dus een eis leidt vrijwel altijd tot een brandwerende bekleding of coating.

Algemene gegevens	
Overspanning	3,00 m
Statisch schema	vrij opgelegd
Materiaal	S235
Toegepast profiel	HEA 220

Belastingen (karakteristiek)	
Permanente lijnlast g	0,75 kN/m
Veranderlijke lijnlast q	1,50 kN/m
Eigen gewicht	0,50 kN/m
ψ_0 (veranderlijk)	1,00

Materiaalgrootheden (S235)	
f_y	235 N/mm ²
E	210.000 N/mm ²
γ_{M0}	1,0
$f_{y;d} = f_y / \gamma_{M0}$	235 N/mm ²

Profiel eigenschappen · HEA 220	
Hoogte h	210 mm
Breedte b	220 mm
$W_{y;pl}$	568,5 × 10 ³ mm ³
I_y	5.410 × 10 ⁴ mm ⁴

Belastinggevallen → ontwerplast (UGT)					
belastinggeval	q_k (kN/m)	$\gamma \cdot K_{FI}$	q_d (kN/m)	M_{Ed} (kNm)	V_{Ed} (kN)
Permanent (g + eig. gewicht)	1,25	1,22	1,51	.	.
Veranderlijk (q)	1,50	1,35	2,03	.	.
Maatgevend 6.10a	.	.	3,54	3,98	5,31

Toetsing UGT · NEN-EN 1993-1-1 art. 6.2			
Buiging NEN-EN 1993-1-1 art. 6.2	$M_{Ed} \ 3,98 / M_{Rd} \ 133,60$ kNm	u.c. = 0,03	voldoet
Afschuiving art. 6.2	$V_{Ed} \ 5,31 / V_{Rd} \ 280,85$ kN	u.c. = 0,02	voldoet
Kip NEN-EN 1993-1-1 §6.3.2	$M_{Ed} \ 3,98 / M_{b;Rd} \ 133,60$ kNm ($\chi_{LT} \ 1,00, L_{cr} \ 0,60$ m)	u.c. = 0,03	voldoet

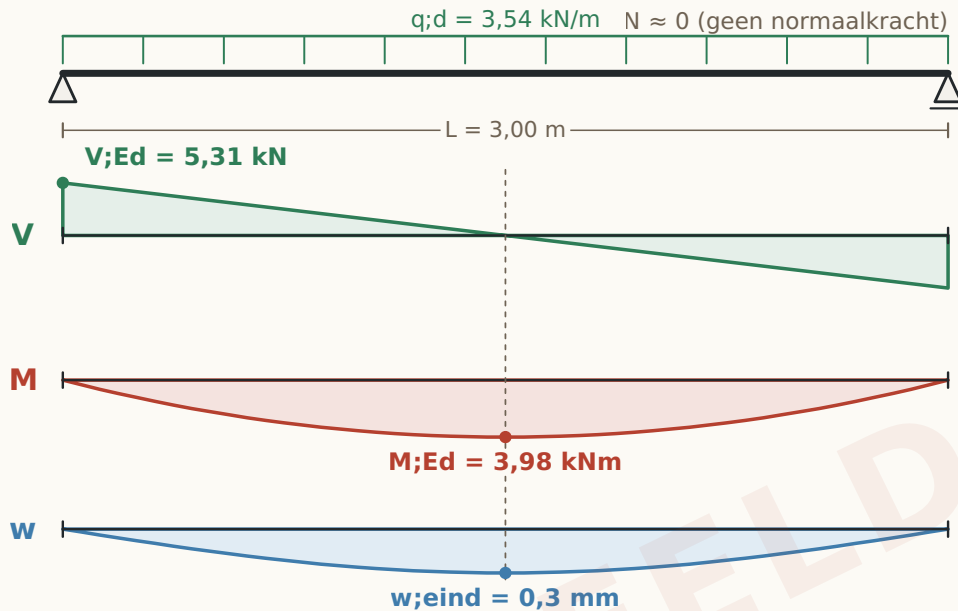
Toetsing BGT · doorbuiging (NL Nationale Bijlage)			
$w_{eind} \leq 0,004 \cdot L$	0,25 / 12,0 mm	u.c. = 0,02	voldoet
$w_{bij} \leq 0,003 \cdot L$	0,14 / 9,0 mm	u.c. = 0,02	voldoet

Toepassen: **HEA 220** (S235, $L = 3,00$ m)

ULS u.c. **0,03** · SLS u.c. **0,02** ✓ voldoet

Resultaten · dwarskracht/moment (UGT) + vervorming (BGT)

Stalen ligger boven doorbraak (westgevel) — achtergevel-spouwmuur ≥ 26 cm aangehouden (totale dikte; bepaalt...



UGT = uiterste grenstoestand · BGT = bruikbaarheidsgrenstoestand (karakteristieke last)

Aandachtspunten

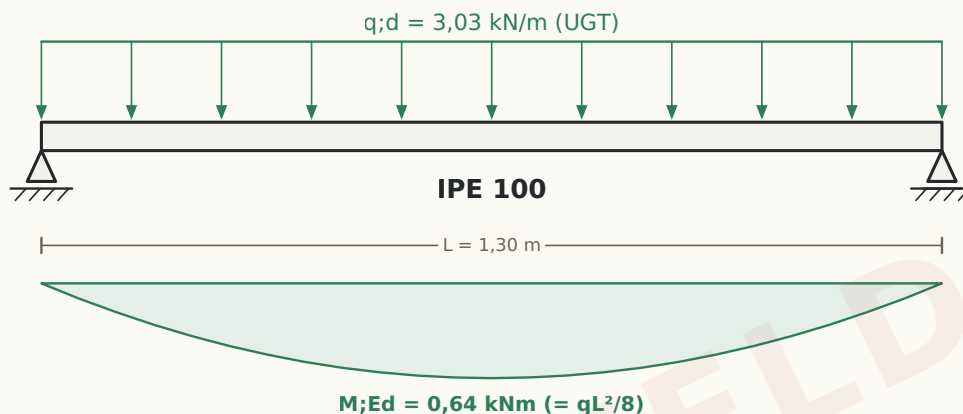
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Aandachtspunt	De oplegging en de aansluiting van dit onderdeel op de ondersteunende constructie zijn in deze berekening niet getoetst; controleer ze bij de uitvoering.

10. STALEN LIGGER — LATEI/RAVEELBALK BOVEN HET KOZIJN

Toepassing: Latei/raveelbalk boven het kozijn in de aanbouwgevel — draagt de gevel-/daklast over de opening af op de dubbele stijlen; oplegging VERIFIEREN

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

Latei/raveelbalk boven het kozijn in de aanbouwgevel — draagt de gevel-/daklast over de opening af op de...



Profiel IPE 100 · UC 0,07

voldoet

Aannames

Statisch schema	vrij opgelegde ligger (twee steunpunten), enkelvoudig.
-	Eigen gewicht ligger (0,08 kN/m) iteratief als permanente last meegenomen.
-	De veranderlijke lijnlast is de REPRESENTATIEVE waarde uit de lastcompositie: de combinatiefactoren ψ_0 per lastpost zijn daar al toegepast (leidende veranderlijke vol, overige met ψ_0). Daarom staat $\psi_0 = 1,00$ in 6.10a — geen tweede verlagings.
Kip/LTB 6.3.2 getoetst	drukflens zijdelings gesteund om 0,60 m (het segment rond het grootste moment, gaffels op de steunpunten); M_{cr} uit het werkelijke momentverloop met de last op de BOVENFLENS ($z_g = +50 \text{ mm}$, $C1;eff = 0,95$), knikkromme b; $M_{cr} = 49,8 \text{ kNm}$, $\lambda_{LT} = 0,43$, $\chi_{LT} = 0,99 \rightarrow M_{b,Rd} = 9,1 \text{ kNm}$ (UC = 0,07).
Oplegspanning/web-crippling	niet getoetst (geen opleglengte + oplegmateriaal opgegeven). Vul de opleglengte en het oplegmateriaal in voor de oplegdruk-toets.
-	Overspanning aangehouden op de opgegeven maat $l = 1,30 \text{ m}$, ZONDER oplegtoeslag: de opleglengte is niet opgegeven. Ligt de ligger op metselwerk of op een brede oplegging, geef die dan op - dan wordt de effectieve overspanning $l_{eff} = l + 2 \times \min(h/2 ; t/2)$ aangehouden (NEN-EN 1992-1-1 par. 5.3.2.2) en valt de toets zwaarder uit.

Brandwerendheid

NIET BESCHOUWD - er is geen brandeis vastgesteld, dus de sectiefactor, de kritieke staaltemperatuur en de eventuele bekledingsdikte zijn niet bepaald. AANDACHTSPUNT - BRANDEIS: stel de eis vast volgens Bbl art. 4.17 (tabel 4.17a: geen verblijfsgebiedvloer hoger dan 7 m → 60 min; 7-13 m → 90; boven 13 m → 120) en laat de brandtoets meelopen; onbekleed staal haalt gemeten mediaan 18,6 minuten, dus een eis leidt vrijwel altijd tot een brandwerende bekleding of coating.

Algemene gegevens

Overspanning	1,30 m
Statisch schema	vrij opgelegd
Materiaal	S235
Toegepast profiel	IPE 100

Belastingen (karakteristiek)

Permanente lijnlast g	0,75 kN/m
Veranderlijke lijnlast q	1,50 kN/m
Eigen gewicht	0,08 kN/m
ψ_0 (veranderlijk)	1,00

Materiaalgrootheden (S235)

f_y	235 N/mm ²
E	210.000 N/mm ²
γ_{M0}	1,0
$f_{y;d} = f_y / \gamma_{M0}$	235 N/mm ²

Profiel eigenschappen · IPE 100

Hoogte h	100 mm
Breedte b	55 mm
$W_{y;pl}$	39,4 × 10 ³ mm ³
I_y	171 × 10 ⁴ mm ⁴

Belastinggevallen → ontwerplast (UGT)

belastinggeval	q_k (kN/m)	$\gamma \cdot K_{FI}$	q_d (kN/m)	M_{Ed} (kNm)	V_{Ed} (kN)
Permanent (g + eig. gewicht)	0,83	1,22	1,01	·	·
Veranderlijk (q)	1,50	1,35	2,03	·	·
Maatgevend 6.10a	·	·	3,03	0,64	1,97

Toetsing UGT · NEN-EN 1993-1-1 art. 6.2

Buiging NEN-EN 1993-1-1 art. 6.2	$M_{Ed} 0,64 / M_{Rd} 9,26$ kNm	u.c. = 0,07	voldoet
Afschuiving art. 6.2	$V_{Ed} 1,97 / V_{Rd} 68,92$ kN	u.c. = 0,03	voldoet
Kip NEN-EN 1993-1-1 §6.3.2	$M_{Ed} 0,64 / M_{b;Rd} 9,15$ kNm ($\chi_{LT} 0,99$, $L_{cr} 0,60$ m)	u.c. = 0,07	voldoet

Toetsing BGT · doorbuiging (NL Nationale Bijlage)

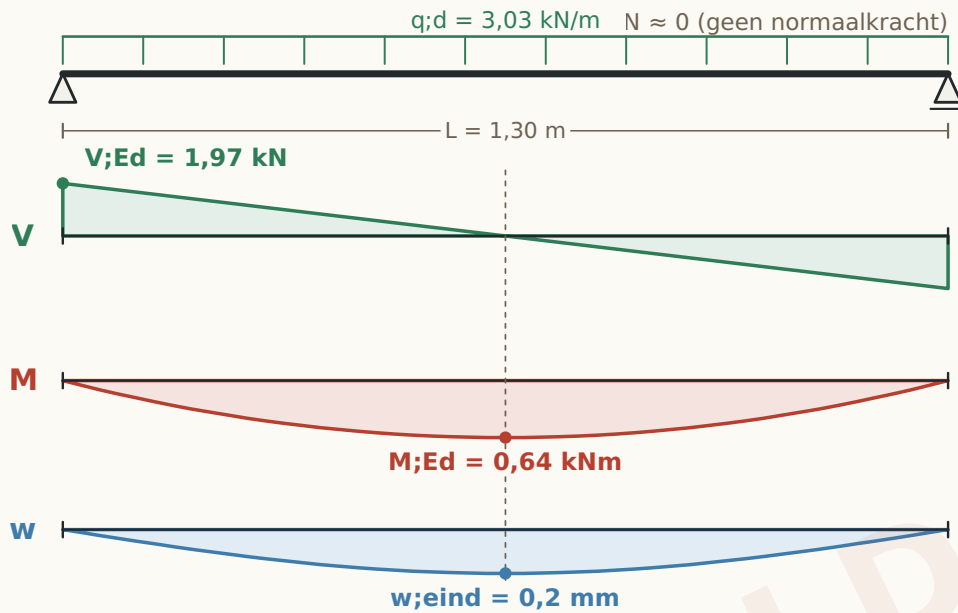
$w_{eind} \leq 0,004 \cdot L$	0,24 / 5,2 mm	u.c. = 0,05	voldoet
$w_{bij} \leq 0,003 \cdot L$	0,16 / 3,9 mm	u.c. = 0,04	voldoet

 Toepassen: **IPE 100** (S235, L = 1,30 m)

 ULS u.c. **0,07** · SLS u.c. **0,05** ✓ **voldoet**

Resultaten · dwarskracht/moment (UGT) + vervorming (BGT)

Latei/raveelbalk boven het kozijn in de aanbouwgevel — draagt de gevel-/daklast over de opening af op de dubb...



UGT = uiterste grenstoestand · BGT = bruikbaarheidsgrenstoestand (karakteristieke last)

Aandachtspunten

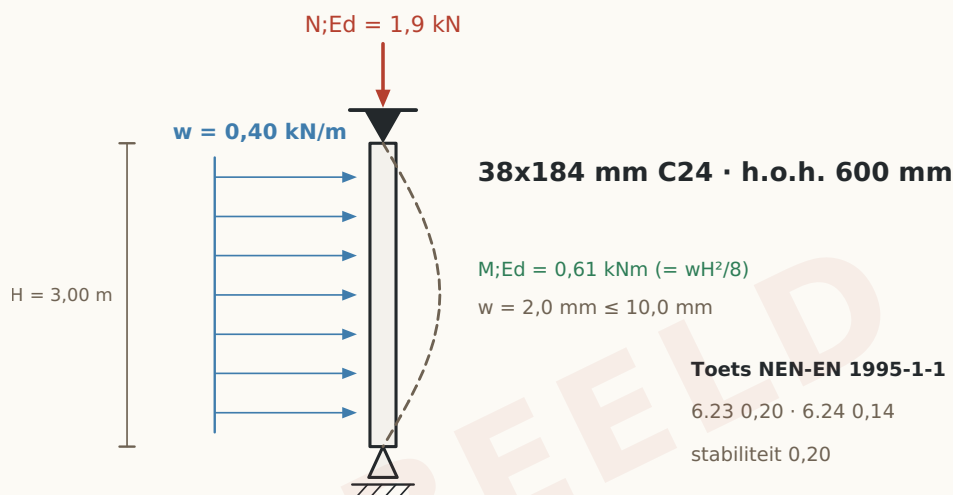
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Aandachtspunt	De oplegging en de aansluiting van dit onderdeel op de ondersteunende constructie zijn in deze berekening niet getoetst; controleer ze bij de uitvoering.

11. HOUTEN GEVELSTIJL — HSB-GEVELSTIJL AANBOUW

Toepassing: HSB-gevelstijl aanbouw (achtergevel, dubbele stijl naast het kozijn) — stijllengte = de opgegeven wandhoogte 3 m (AANNAME: aan de veilige kant als hier de dakrand is opgegeven — de stijl is dan iets korter)

Rekenmodel · houten gevelstijl (wind + druk + knik)

HSB-gevelstijl aanbouw (achtergevel, dubbele stijl naast het kozijn) — stijllengte = de opgegeven wandhoo...



Profiel $38 \times 184 \text{ mm C24} \cdot 6.23 \ 0,20 \cdot 6.24 \ 0,14 \cdot$ maatgevend: Knik + buiging **6.23 UC 0,20**

voldoet

Aannames

Statisch schema	vrij opgelegde gevelstijl, hoogte $H = 3,00 \text{ m}$, stijlafstand h.o.h. 600 mm ; wind buigt de stijl ($M = q \cdot H^2/8$).
-	Wind $0,67 \text{ kN/m}^2$ (karakteristiek, netto) → lijnlast $0,40 \text{ kN/m}$ per stijl. Axiaal: $0,40 \text{ kN perm.} + 0,90 \text{ kN veranderlijk} (\psi_0 = 0,40)$. Hout C24. Deze (dubbele) stijl staat NAAST een gevelopening en draagt bovendien de latei-oplegreactie: $+0,40 \text{ kN perm.} + 1,00 \text{ kN veranderlijk}$ (halve latei-reactie boven het kozijn).
Toetsing NEN-EN 1995-1-1	druk + buiging met knik (6.3.2; gecombineerd $6.23/6.24$, $k_m = 0,7$); k_{mod} per belastingduurklasse bij gebruiksklasse 1 (binnen, verwarmd). beplating steunt de zwakke as (knik z-z verhinderd; $k_{c;z} = 1,0$).
BGT	winddoorbuiging $w \leq l/300$ (instantaan, karakteristieke winddruk).
Zijdelingse steun (§9.2.5)	de aanname $k_{c;z} = 1,0$ vereist dat de beplating + bevestiging een stabiliserende kracht $F_d = N;Ed/50 \sim 0,07 \text{ kN}$ per stijl afdragen ($\sim 0,02 \text{ kN/m}$; bij schroeven h.o.h. $150 \text{ mm} \sim 0,003 \text{ kN}$ per schroef). De beplating moet als schijf werken (rondom bevestigd); de capaciteit per bevestiging wordt door de constructeur bevestigd.

Algemene gegevens		
Stijlhoogte	3,00	m
H.o.h.-afstand	0,60	m
Statisch schema	wind-buiging (+ evt. N)	
Houtklasse	C24	
Toegepast profiel	38x184 mm C24	

Belastingen (karakteristiek)		
Winddruk/-zuiging	0,67	kN/m ²
Permanente druk N_G	0,40	kN
Veranderlijke druk N_Q	0,90	kN
Maatgevend belastinggeval	A wind leidend	

Materiaalgrootheden (C24)		
k_{mod}	0,90	
$f_{m;d}$	16,62	N/mm ²
$f_{c;0;d}$	14,54	N/mm ²
γ_M	1,30	

Profiel eigenschappen · 38x184 mm C24		
Breedte b	38	mm
Hoogte h	184	mm
W_y	214,4	×10 ³ mm ³
I_y	1.973	×10 ⁴ mm ⁴

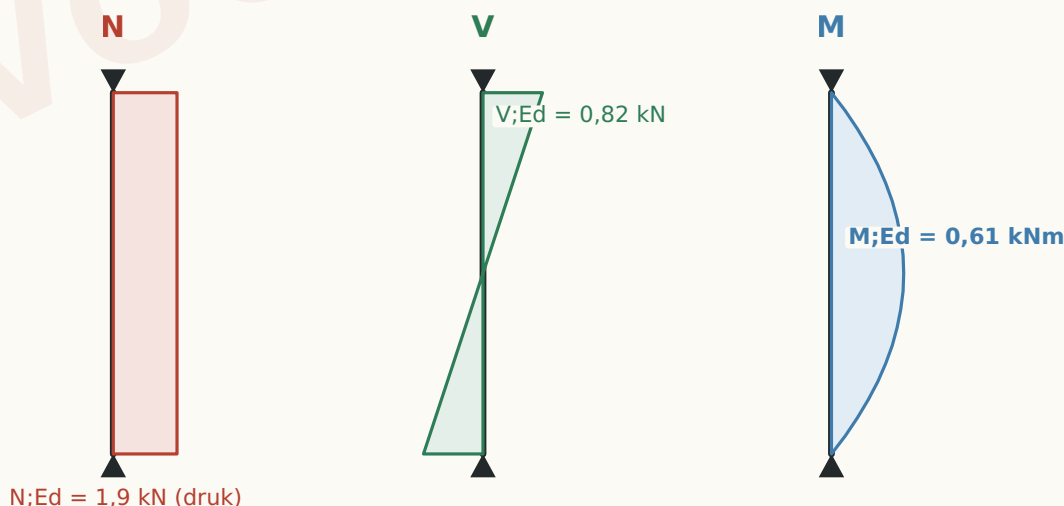
Toetsing UGT · NEN-EN 1995-1-1 §6.2/§6.3				
Buiging+druk y-y (6.23)	$\sigma_{m;d}$	$2,86 \text{ N/mm}^2 \cdot k_{c,y}$	0,721	u.c. = 0,20 voldoet
Buiging+druk z-z (6.24)	$\sigma_{m;d}$	$2,86 \text{ N/mm}^2 \cdot k_{c,z}$	1,000	u.c. = 0,14 voldoet

Toetsing BGT · doorbuiging §7.2				
Doorbuiging w	1,96 / 10,0	mm	u.c. = 0,20	voldoet

Toepassen: 38x184 mm C24 (h.o.h. 600 mm)	ULS u.c. 0,20 · SLS u.c. 0,20 ✓ voldoet
---	--

Resultaten · N-, V- en M-lijn gevelstijl (UGT)

HSB-gevelstijl aanbouw (achtergevel, dubbele stijl naast het kozijn) — stijllengte = de opgegeven wandhoo...



Vrij opgelegde stijl onder verdeelde wind + axiale druk: N constant, V lineair, M parabolisch.
Waarden uit de rekenkern (maatgevend geval, incl. KFI en belastingfactoren).

Profiel 38x184 mm C24 · w = 2,0 mm ≤ 10,0 mm (H/300)
maatgevend: Knik + buiging 6.23 UC 0,20

voldoet

Aandachtspunten

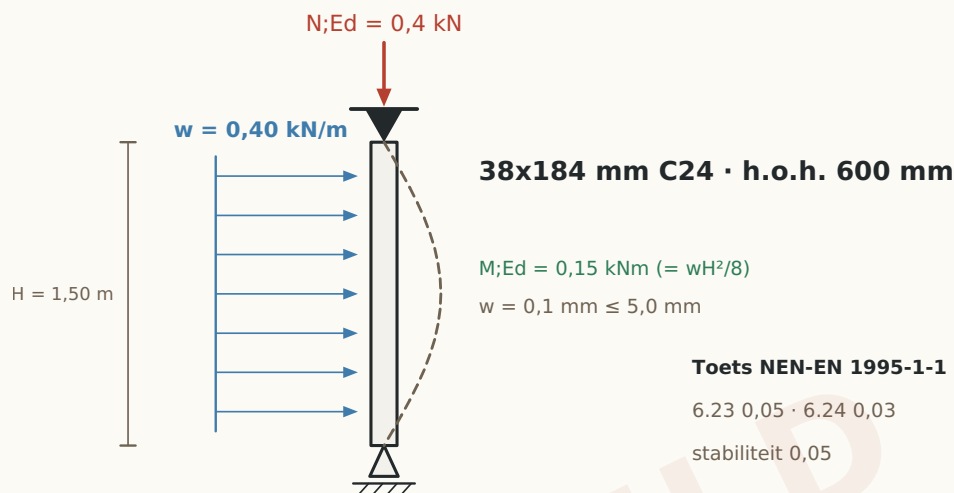
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Windbelasting	Winddrukbe­paling (C_{pe}/C_{pi} , gevelgebied, hoogte) en de aansluiting van de stijl op onder-/bovenregel en fundering/vloer
Windbelasting	de oplegging/aansluiting boven en onder, 2e-orde-effecten en de exacte winddruk (C_{pe}/C_{pi} , gevelgebied) zijn NIET automatisch getoetst.

VOORBEELD

12. HOUTEN GEVELSTIJL — HSB-ZIJWAND/VOORWAND DAKKAPEL

Rekenmodel · houten gevelstijl (wind + druk + knik)

HSB-zijwand/voorwand dakkapel



Profiel 38x184 mm C24 · 6.23 0,05 · 6.24 0,03 · maatgevend: Knik + buiging 6.23 UC 0,05

voldoet

Aannames

Statisch schema	vrij opgelegde gevelstijl, hoogte $H = 1,50 \text{ m}$, stijlafstand h.o.h. 600 mm; wind buigt de stijl ($M = q \cdot H^2/8$).
-	Wind $0,67 \text{ kN/m}^2$ (karakteristiek, netto) → lijnlast $0,40 \text{ kN/m}$ per stijl. Axiaal: $0,20 \text{ kN perm.} + 0,40 \text{ kN veranderlijk}$ ($\psi_0 = 0,40$). Hout C24.
Toetsing NEN-EN 1995-1-1	druk + buiging met knik (6.3.2; gecombineerd 6.23/6.24, $k_m = 0,7$); k_{mod} per belastingduurklasse bij gebruiksklasse 1 (binnen, verwarmd). beplating steunt de zwakke as (knik z-z verhinderd; $k_{c;z} = 1,0$).
BGT	winddoorbuiging $w \leq l/300$ (instantaan, karakteristieke winddruk).
Zijdelingse steun (§9.2.5)	de aanname $k_{c;z} = 1,0$ vereist dat de beplating + bevestiging een stabiliserende kracht $F_d = N;Ed/50 \sim 0,02 \text{ kN}$ per stijl afdragen ($\sim 0,01 \text{ kN/m}$; bij schroeven h.o.h. 150 mm $\sim 0,002 \text{ kN}$ per schroef). De beplating moet als schijf werken (rondom bevestigd); de capaciteit per bevestiging wordt door de constructeur bevestigd.

Algemene gegevens		
Stijlhoogte	1,50	m
H.o.h.-afstand	0,60	m
Statisch schema	wind-buiging (+ evt. N)	
Houtklasse	C24	
Toegepast profiel	38x184 mm C24	

Belastingen (karakteristiek)		
Winddruk/-zuiging	0,67	kN/m^2
Permanente druk N_G	0,20	kN
Veranderlijke druk N_Q	0,40	kN
Maatgevend belastinggeval	A wind leidend	

Materiaalgrootheden (C24)	
k_{mod}	0,90
$f_{m;d}$	16,62 N/mm ²
$f_{c;0;d}$	14,54 N/mm ²
γ_M	1,30

Profielgegevens · 38x184 mm C24	
Breedte b	38 mm
Hoogte h	184 mm
W_y	214,4 ×10 ³ mm ³
I_y	1.973 ×10 ⁴ mm ⁴

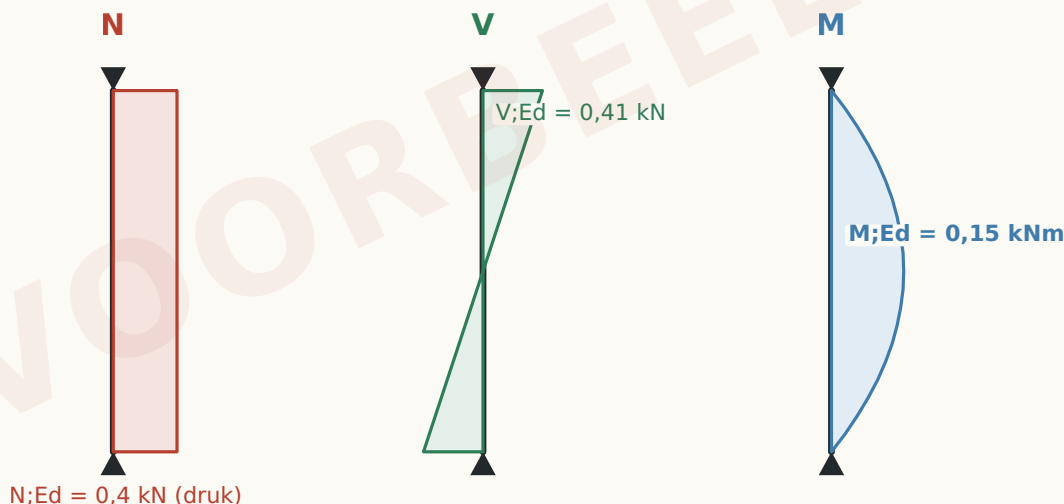
Toetsing UGT · NEN-EN 1995-1-1 §6.2/§6.3			
Buiging+druk y-y (6.23)	$\sigma_{m;d}$ 0,71 N/mm ² · $k_{c,y}$ 0,956	u.c. = 0,05	voldoet
Buiging+druk z-z (6.24)	$\sigma_{m;d}$ 0,71 N/mm ² · $k_{c,z}$ 1,000	u.c. = 0,03	voldoet

Toetsing BGT · doorbuiging §7.2			
Doorbuiging w	0,12 / 5,0 mm	u.c. = 0,02	voldoet

Toepassen: 38x184 mm C24 (h.o.h. 600 mm)	ULS u.c. 0,05 · SLS u.c. 0,02 ✓ voldoet
---	--

Resultaten · N-, V- en M-lijn gevelstijl (UGT)

HSB-zijwand/voorwand dakkapel



Vrij opgelegde stijl onder verdeelde wind + axiale druk: N constant, V lineair, M parabolisch.
 Waarden uit de rekenkern (maatgevend geval, incl. KFI en belastingfactoren).

Profiel 38x184 mm C24 · w = 0,1 mm ≤ 5,0 mm (H/300)
 maatgevend: Knik + buiging 6.23 UC 0,05

voldoet

Aandachtspunten

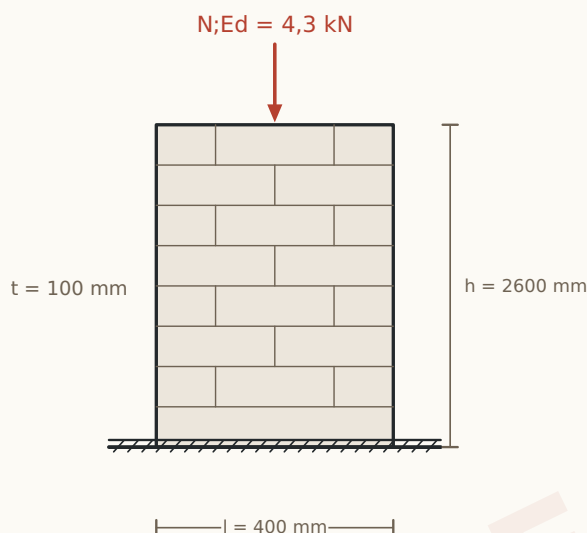
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Windbelasting	Winddrukbeoordeling (C_{pe}/C_{pi} , gevelgebied, hoogte) en de aansluiting van de stijl op onder-/bovenregel en fundering/vloer
Windbelasting	de oplegging/aansluiting boven en onder, 2e-orde-effecten en de exacte winddruk (C_{pe}/C_{pi} , gevelgebied) zijn NIET automatisch getoetst.

13. METSELWERKPENANT — ONDER OPLEGGING DOORBRAAK

Toepassing: Metselwerkpenant onder oplegging doorbraak (indicatief)

Rekenmodel · metselwerkpenant

Metselwerkpenant onder oplegging doorbraak (indicatief)



Toets NEN-EN 1996-1-1 §6.1.2

$$\lambda = h;ef/t = 19,50$$

$$e;mk = 10,0 \text{ mm} \cdot \Phi = 0,44$$

$$f;d = 2,18 \text{ N/mm}^2$$

$$N;Rd = 31,2 \text{ kN}$$

$$N;Ed / N;Rd = 0,14$$

Profiel 100x400 mm Kalkzandsteen CS12 · λ 19,50 · Φ 0,44
maatgevend: Druk + knik UC 0,14

voldoet

Aannames

-	Metselwerkpenant 100 x 400 mm, hoogte 2600 mm, Kalkzandsteen CS12, mortel $f_m = 5,0 \text{ N/mm}^2$. Ontwerplast $N;Ed = 4,3 \text{ kN}$.
-	Steenkwaliteit/mortel (Kalkzandsteen CS12, $f_m = 5,0 \text{ N/mm}^2$) aangenomen; bij een BESTAANDE penant de werkelijke steen-/mortelklasse verifiëren — oud/zacht metselwerk (bv. kalkmortel) kan een lagere f_k geven dan hier aangenomen.
NEN-EN 1996-1-1	$f_k = K \cdot f_b \cdot a \cdot f_m \cdot b \cdot \delta = 3,70 \text{ N/mm}^2 \rightarrow f_d = 2,18 \text{ N/mm}^2$ ($\gamma_m = 1,7$, uitvoeringsklasse — NIET de gevolgklasse; die zit in KFI).
Slankheid	$heff = \rho_n \cdot h = 1950 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 19,5 (\leq 27)$; excentriciteit $e_{mk} = 10 \text{ mm}$; reductiefactor $\Phi_m = 0,436$.
-	Draagvermogen $N;R;d = \Phi_m \cdot f_d \cdot l \cdot t = 31,2 \text{ kN}$ (UC = 0,14).
-	Oplegspanning (geconcentreerde last, NEN-EN 1996-1-1 §6.1.3) OMGEKEERD opgelost — de oplegmaat van de ligger staat nog niet vast: minimaal benodigd oplegvlak $A_{br;req} = 1581 \text{ mm}^2$ ($F_{E;d} = 4,3 \text{ kN} \leq F_{R;d} = \beta \cdot f_d \cdot A_{br}$, met $f_d = 2,18 \text{ N/mm}^2$ en $a_1 = 0 \text{ mm}$). Over de volle wanddikte $t = 100 \text{ mm}$ betekent dat een oplegging (onderflens of oplegplaat) van ten minste 16 mm langs de wand; bij een oplegdiepte $a_l < t$ moet die maat evenredig groter zijn ($a_b \geq A_{br;req}/a_l$).

Algemene gegevens	
Penantaftmeting	100x400 mm Kalkzandsteen CS12
Dikte t	100 mm
Lengte l	400 mm
Hoogte h	2,60 m

Belasting (ontwerp)	
Ontwerpnormalkracht N_{Ed}	4,3 kN

Draagvermogen metselwerk (NEN-EN 1996-1-1)			
Karakt. druksterkte f_k	3,70	N/mm ²	
Rekenwaarde f_d	2,18	N/mm ²	
Slankheid λ	19,5		
Reductiefactor Φ	0,436		
Draagvermogen N'_{Rd}	31,2	kN	
Toetsing · NEN-EN 1996-1-1 §6.1			
Druk $N_{Ed} \leq N'_{Rd}$	4,3 / 31,2 kN	u.c. = 0,14	voldoet

Toepassen: 100x400 mm Kalkzandsteen CS12	ULS u.c. 0,14 · SLS u.c. n.v.t. ✓ voldoet
---	---

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Schematisering	Aansluiting op de bestaande/aangrenzende constructie

14. BESTAANDE WONING (6,1 X 14,5 M, 2 BOUWLAGEN) ALS ÉÉN... (MODELUITVOER — fem3d-solver)

De volledige berekening online (fem3d-solver)

Invoer, uitvoer en toetsing van dit model zijn hier volledig in te zien en na te rekenen in de rekentool waarmee het is doorgerekend — ook door de toetsende instantie, zonder account. Hieronder staan de modelgegevens en de conclusie.

https://statischeberekening.nl/berekening/0ye_-0i-UL9OZxk9QJQI_w/0

Modelgegevens

Gegeven	Waarde
Herkomst geometrie	uit de gemeten 3DBAG-schil; de indeling is AANGENOMEN (geen bouwtekening aangeleverd); buitenmaten, dakvorm en nokrichting 3DBAG-leidend (gemeten)
Buitenmaten (b x d)	6,1 x 14,5 m
Bouwlagen	2
Plattegrondvorm	gemeten 3DBAG-footprint (niet-rechthoekig, 2 vleugels)
Niveaus in het model	+0,00 · +8,41
Aanbouwen in het model	1
Dakkapellen in het model	1
Modelomvang	1336 knopen · 166 staven · 1703 vlakelementen
Belastinggevallen	Permanent (G) · Veranderlijk vloer (Q) · Wind +x (Wx) · Sneeuw dak (S) · Wind dwars +y (Wy) · Wind -x (Wx-) · Wind dwars -y (Wy-)
Gevolgklasse (model)	CC1

Toelichting op de schematisering

Onderwerp	Toelichting
Vloeren	BESTAANDE woning (6,1 x 14,5 m, 2 bouwlagen) als één 3D-FEM-wandmodel — dragende wanden, vloeren en dak als vlakelementen.
Geometrie	Buitenmaten, dakvorm en nokrichting zijn 3DBAG-leidend (gemeten); de indeling is AANGENOMEN — er is GEEN bouwtekening aangeleverd.
Dak	BOUWLAGEN GECORRIGEERD: 3 → 2 op de GEMETEN goothoogte (5,7 m bij een verdiepingshoogte van 2,8 m).
Dak	De opgegeven/afgeleide waarde telde de zolder onder de kap als bouwlaag mee; dat is er geen.
Dak	Zonder die correctie komt er een extra verdiepingsvloer in het model en sluit de kap een laag te hoog aan.

Onderwerp	Toelichting
Plattegrond	Plattegrond: GEMETEN 3DBAG-footprint (niet-rechthoekig, 2 vleugels) — de FEM meshet de werkelijke woningvorm.
Dak	Dak: KAP (gemeten) — nok 8,4 m, goot 5,7 m boven maaiveld, helling 30,0 graden.
Wanden	Wand-eigengewicht 4,0 kN/m ² (Metselwerk 200 mm — AANNAME, het archiefstuk noemt geen materiaal en dikte, materiaalcatalogus): het model draagt een dun beton-equivalent blad via selfWeight (25,0 kN/m ³), de rest staat als permanente wandlast op de dragende wanden.
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: de toeslag voor lichte scheidingswanden op de vloeren (0,8 kN/m ²) zit niet in de vloerlast van dit 3D-model.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: NEN-EN 1991-1-1 6.3.1.2(8) — de deterministische modules (draagmuur/doorbraak) rekenen die toeslag wel; de vloerlast in dit model is daarmee 0,8 kN/m ² aan de lichte kant voor de wand- en vloertoetsen.
Wanden	Fundering IN het model: strokenfundering (strook 600x200 mm beton, AANNAME waar het archiefstuk zwijgt) op grondveren (Winkler) onder alle bestaande wanden.
Fundering	Aanbouw op PALEN (keuze uit de 3D-viewer): fundatiebalk 350x500 mm op buispalen Ø168 h.o.h. ~3,5 m (puntveer 50000 kN/m op -1,4 m) — zelfde schematisering als het balkenrooster-model.
Fundering	De krachten in de funderingsbalken zijn in dit 3D-model indicatief: de voet van elke muur staat er stijver op dan in werkelijkheid.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: de voetknopen zijn door de wandschematisering rotatiegesteund, dus de maatgevende funderingstoets blijft de eigen deterministische funderingsberekening.
Vloeren	Begane-grondvloer IN het model: als VRIJDRAGENDE vloer over de kruipruimte gemodelleerd, opgelegd op het fundatiemetselwerk — zijn last loopt via de wandvoeten naar de fundatiestroken en via de binnenwandvoet naar de tussenfundering; waar een plaatfundatie ligt is die gebedde plaat zelf de begane-grondvloer.
Vloeren	AANNAME: Beton C30/37 van 160 mm (4,0 kN/m ² eigen gewicht) — over de begane-grondvloer staat in de aangeleverde stukken niets, terwijl deze last rechtstreeks naar de wandvoeten, de fundering en de zettingsanalyse gaat.
Niet beschouwd	De kruipruimte of kelder als constructie is niet beschouwd.
Vloeren	OVERSPANNINGSRICHTING: elke vloer is als EENZIJDIG overspannende schijf gemodelleerd — de buigstijfheid dwars op de overspanning is 5% van die in de overspanningsrichting, zodat de vloer zich als een reeks parallelle balken gedraagt (systeem-/kanaalplaatvloer, houten balklaag).
Plattegrond	AANNAME, en zo is hij bepaald: per vloerveld de KORTSTE overspanning tussen de dragende lijnen die het model kent (de gevelvoetlijnen en de dragende binnenwanden uit de tekening), gemeten aan het veld zelf — niet afgeleid uit de verhouding van de plattegrond.
Vloeren	Is een vloerveld breder dan 8,0 m, dan is dat geen kamer meer maar binnenwerk dat niet in het model zit: die velden houden de isotrope schijf en worden hieronder met naam genoemd.

Onderwerp	Toelichting
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: hoeveel last elke funderingsstrook apart draagt — in dit model verdeelt de grond de last van het hele huis over alle muren samen, waardoor de strook onder een dragende binnenmuur er lichter uitkomt dan hij in werkelijkheid draagt.
Vloeren	De fundering wordt daarom NIET op die verdeling gedimensioneerd: er wordt gerekend met de last die er volgens de overspanning van de vloeren echt op rust.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT — FUNDATIESTROOK ONDER EEN DRAGENDE BINNENWAND: de N;Ed van de strook-/funderingsmodule is het MAXIMUM van de FEM-lijnlast en de TRIBUTAIRE lijnlast (de halve overspanning van elk aangrenzend vloerveld dat op die lijn afdraagt, over alle vloerniveaus, plus het eigen gewicht van de wand erboven); beide waarden en de opbouw staan in de toepassing van die module; de verdeling over de wandvoetlijnen volgt hier namelijk uit de WINKLER-BEDDING onder de wandvoeten en niet uit de overspanningsrichting, omdat de bovenbouw als doorgaande schijvenbak veel stijver is dan de grondveren; GEMETEN (8,0 x 9,0 m, dragende binnenwand in het midden, headless fem3d): van 100 kN die rechtstreeks op de voetlijn van die binnenwand wordt gezet komt daar 27 kN terug — de rest verdeelt zich over alle wandvoetlijnen naar rato van hun beddingstijfheid — en de tussenfundering krijgt 13,20 kN/m1 van de vloerlast tegen 33,24 kN/m1 tributair.
Aandachtspunt	LET OP — AANNAME: over de verdiepingsvloer staat in de aangeleverde stukken niets, dus is hij als BETONVLOER van 180 mm gemodelleerd.
Vloeren	Is het een houten balklaag, vul dat dan in bij de bestaande constructie: de benodigde betonwapening in dit model vervalt dan en de balklaag-module neemt het over.
Verbouwing in het model	INCLUSIEF 1 aanbouw(en) in hetzelfde model (1-laags, plat dak, verankerd op het in 3D aangetikte gevelvlak (gemeten anker)).
Verbouwing in het model	Gevelopening aanbouwgevel: pui 1,89 x 2,52 m in het front.
Verbouwing in het model	Gevelopening dakkapel: raam 1.2 x 0.87 m in de kopgevel.
Aandachtspunt	LET OP — de latei boven een kozijn is in dit 3D-model niet maatgevend getoetst: hij zit ingeklemd in de HSB-wand (de doorgaande bovenregel, de korte stijlen erboven en de beplating dragen mee), zodat maar een deel van de last boven de opening door de latei loopt — gemeten een derde.
Schematisering	De dimensionering van de latei komt uit de deterministische latei-/liggermodule; de staaf-UC van dit model is daar geen vervanging voor.
Dak	INCLUSIEF 1 dakkapel(len) als schematische opbouw-doos (last en volume tellen mee; de kap-/raveelconstructie blijft de eigen module).
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: de inbouwdiepte van de dakkapel is aangehouden op 2,6 m in plaats van de gevraagde 1,2 m — het platte dakje sluit knoop-conform aan waar het gemeten dakvlak de bovenkant van de doos kruist.
Verbouwing in het model	Controleer de dakkapelmaat; de eigen module rekent wel met de gevraagde diepte.

Onderwerp	Toelichting
Aandachtspunt	LET OP: er is GEEN bouwtekening aangeleverd, dus de verdiepingsvloer is NIET VASTGESTELD.
Vloeren	Het model houdt een betonvloer van 180,0 mm aan — voor de wanden en de fundering eronder is dat de veilige kant, maar de berekende WAPENING van die vloer geldt alleen als er ook werkelijk beton ligt.
Vloeren	Het bouwjaar bevestigt beton (naoorlogs pand (1978) → betonvloer).
Aandachtspunt	LET OP: 1 onderdeel/onderdelen ZONDER gemeten vlak-anker (3DBAG niet bereikbaar bij het genereren, of geen aanwijzing in 3D) — geplaatst op kompas; controleer de positie in de solver en genereer zo nodig opnieuw.
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: hoe dik de bestaande dragende wanden zijn staat niet in de aangeleverde stukken, en daarmee is niet te berekenen hoeveel die wanden nog kunnen dragen — die toets is dus overgeslagen.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT — METSELWERKTOETS NIET UITGEVOERD: de wanddikte t is de grootste knop op $N;R_d = \Phi \times f_d \times t$ (en Φ zakt ook nog eens met $\lambda = 0,75 \times h/t$); GEMETEN op een gemeten pand geeft $t = 100$ mm een $N;R_d$ van 44 kN/m1 tegen 172 bij $t = 150$ mm, een factor 3,9, bij een wandvoetlast van 76-104 kN/m1.
Wanden	Een unity check op een aangenomen dikte is geen berekening; vul de wanddikte in bij de bestaande constructie (of voeg een bouwtekening toe) en het model toetst de wanden alsnog volgens NEN-EN 1996-1-1 par. 6.1.2.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: bevestig de exacte positie langs de gevel én de aanbouw-wind.
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: de bestaande zijmuur waar de aanbouw tegenaan staat (rechts) zit niet in dit 3D-model; aan die kant staat geen nieuwe wand en geen nieuwe fundering, en de dakrand ligt daar vrij.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: in het model dragen de dakbalken van de gevel naar de nieuwe achtergevel, wat voor de nieuwe wanden aan de veilige kant is; wat de bestaande muur in werkelijkheid draagt staat met zijn grootte bij de dakbalklaag van de aanbouw.
Geometrie	GEOMETRIE: model rechtstreeks uit de gemeten 3DBAG-schil (geometrie exact op de meting; 1726 elementen, 1.85% van het oppervlak buiten de meshkwaliteitsgrens).
Vloeren	VLOERNIVEAUS in het model: 1e verdiepingsvloer 393 plaalementen; 2e verdiepingsvloer 327 plaalementen; Begane grondvloer 397 plaalementen.
Aandachtspunt	LET OP: een los gemeten deel zonder fundering (26 knopen, 24,1 m ²) is uit het model gelaten — het kan niet dragen; controleer wat het is.
Niet beschouwd	De bestaande constructie blijft een reviewpunt bij de goedkeuring.

Het rekenmodel is met deze schematisering en belasting doorgerekend.

Oordeel uit de solver (de volledige uitvoer staat achter de link): Knikvorm/ α_{cr} en eigenfrequenties: NIET BESCHOUWD — model 8016 vrijheidsgraden > drempel 900; de stabiliteit is apart beoordeeld (zie de stabiliteits-/funderingsmodules)

Maatgevende unity check $UC = 1,10$. NIET BESCHOUWD: deze overschrijding komt niet uit de constructie maar uit de rekenwijze — de nieuwe fundering (een plaat of palen) is in dit model veel stijver dan de bestaande fundering ernaast en trekt daardoor krachten naar zich

toe die er in werkelijkheid niet doorheen lopen. AANDACHTSPUNT 1 constructievlak(ken) vallen in deze categorie; met de nieuwe fundering op de stijfheid die de bestaande stroken zelf leveren voldoen ze alle. De krachtsverdeling in de BOVENBOUW volgt uit dat eenstapsmodel en is niet gecorrigeerd; beoordeel de aansluiting oud/nieuw en de verschilzetting.

Aandachtspunt — de constructeur bevestigt de schematisering, steunpunten en uitkomsten van dit solvermodel bij de goedkeuring.

Constructieberekening - 3D FEM (staven + platen)

gegeven	waarde
Gevolgklasse	CC1
Rekenmethode	directe stijfheidsmethode, 6 vrijheidsgraden per knoop
Omvang model	1336 knopen, 166 staven

Knopen: 1336 totaal, waarvan 63 opgelegd (61× T2R3 (vast: ux, uy, rx, ry, rz), 2× T2R0 (vast: ux, uy)). 50 voetknopen dragen verticaal op een grondveer (Winkler-bedding), beddingsconstante $k = 86\text{--}50000$ kN/m per knoop; de berekende zakking hangt rechtstreeks aan die waarde. De knoop- en elementuitvoer per stuk (coördinaten, opleggingen, id-reeksen) staat in de online berekening; die is met alle invoer en uitvoer in te zien via de link bij dit model.

Staven (identieke gegroepeerd)

aantal	profiel	materiaal	type	scharnier i / j
48	Strook 600x200	Beton C30/37	normaal	vast / vast
13	Fundatiebalk 350x500	Beton C30/37	normaal	vast / vast
2	Buispaal Ø168	S235	normaal	vast / vast
79	38x184 C24	Hout C24	normaal	vast / vast
10	76x184 C24 dubbel	Hout C24	normaal	vast / vast
6	IPE100	S235	normaal	vast / vast
8	63x184 C24	Hout C24	normaal	vast / vast

Stramien

as	maatvoering [m]
X-as	A (-1,22) · B (6,20)
Y-as	1 (-1,69) · 2 (14,52)
Z-niveau	+0,00 · +8,41

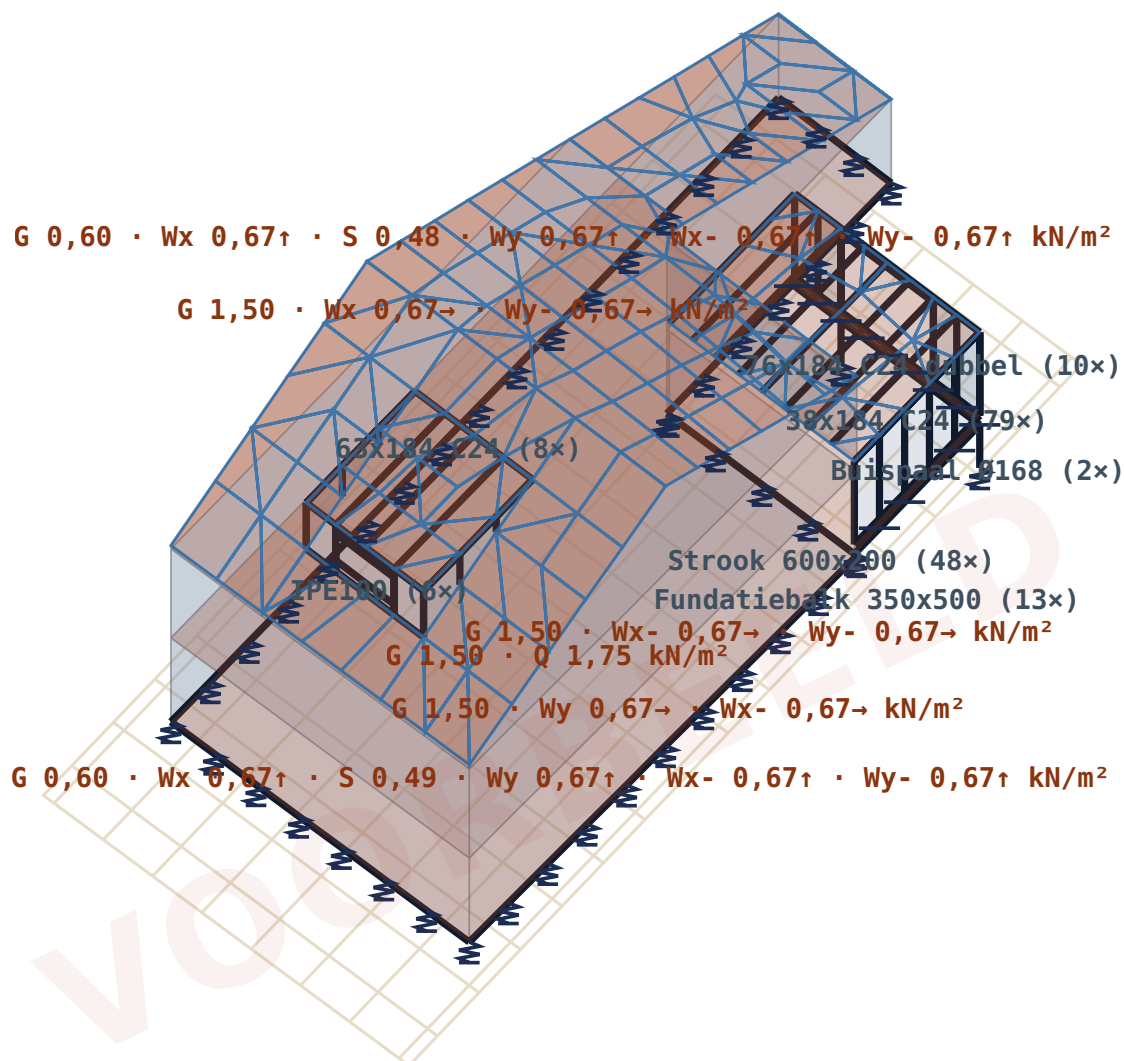
Oppervlaktelasten op de vlakken [kN/m²]

q	richting	belastinggeval	constructievlakken	deelvlakken	o.a.
1,50	omlaag (–z)	Permanent (G)	11	1502	begane grondvloer, kopgevel y = 0,00 m, kopgevel y = 14,50 m, ...
1,75	omlaag (–z)	Veranderlijk vloer (Q)	3	1117	begane grondvloer, vloer 1e verdieping, vloer 2e verdieping

0,67	⊥ op het vlak (druk)	Wind -x (Wx-)	5	246	kopgevel y = 0,00 m, kopgevel y = 14,50 m, langsgevel x = 6,11 m, ...
0,67	⊥ op het vlak (druk)	Wind dwars -y (Wy-)	3	201	kopgevel y = 14,50 m, langsgevel x = 0,01 m, wand y = 9,11 m
0,67	⊥ op het vlak (druk)	Wind dwars +y (Wy)	3	171	kopgevel y = 0,00 m, langsgevel x = 6,11 m, wand x = 2,34 m
0,67	opwaarts (+z)	Wind +x (Wx)	6	163	dakschild 1 (30°, richting -y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,67	opwaarts (+z)	Wind dwars +y (Wy)	6	163	dakschild 1 (30°, richting -y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,67	opwaarts (+z)	Wind -x (Wx-)	6	163	dakschild 1 (30°, richting -y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,67	opwaarts (+z)	Wind dwars -y (Wy-)	6	163	dakschild 1 (30°, richting -y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,60	omlaag (-z)	Permanent (G)	5	138	dakschild 1 (30°, richting -y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,67	⊥ op het vlak (druk)	Wind +x (Wx)	1	126	langsgevel x = 0,01 m
0,48	omlaag (-z)	Sneeuw dak (S)	3	84	dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), dakschild 4 (30°, richting +y)
0,49	omlaag (-z)	Sneeuw dak (S)	1	41	dakschild 1 (30°, richting -y)
0,70	omlaag (-z)	Sneeuw dak (S)	2	38	vloer 1e verdieping (nieuw werk), vloer 3e verdieping (nieuw werk)
0,70	omlaag (-z)	Permanent (G)	1	25	vloer 1e verdieping (nieuw werk)

Oppervlaktelast gegroepeerd op WAARDE en richting (verticaal: positieve q werkt omlaag in -z; ⊥ op het vlak: de last staat loodrecht op dát vlak, zoals winddruk op een gevel): 15 verschillende last(en) over 62 constructievlakken en 4341 deelvlakken. Welke last op wélk vlak staat, is af te lezen op het 3D-modelaanzicht hieronder (zelfde bron, zelfde getallen) en volledig in te zien in de online berekening. Het eigen gewicht van de schijven/staven rekent de solver daarnaast zelf mee (permanente last).

Aangehouden belasting op het model (knoop-, staaf- en oppervlaktelasten)



maatgevende UC 0,84
 max verplaatsing 28,67 mm
 totale verticale reactie 2966,4 kN

belastinggeval	aangehouden belasting in het model
Permanent (G)	eigen gewicht constructie · 0,60–1,50 kN/m ² op vlak (omlaag)
Veranderlijk vloer (Q)	1,75 kN/m ² op vlak (omlaag)
Wind +x (Wx)	0,67 kN/m ² op vlak (opwaarts), 0,67 kN/m ² ⊥ op het vlak (druk)
Sneeuw dak (S)	0,48–0,70 kN/m ² op vlak (omlaag)
Wind dwars +y (Wy)	0,67 kN/m ² op vlak (opwaarts), 0,67 kN/m ² ⊥ op het vlak (druk)
Wind -x (Wx-)	0,67 kN/m ² op vlak (opwaarts), 0,67 kN/m ² ⊥ op het vlak (druk)
Wind dwars -y (Wy-)	0,67 kN/m ² op vlak (opwaarts), 0,67 kN/m ² ⊥ op het vlak (druk)

De belastinggevallen staan TEGELIJK in het beeld hierboven, elk in zijn eigen kleur; de code tussen haakjes achter de naam is het label bij de pijlen en bij de belaste vlakken. Oranje vlaktint = de last DRUKT op het vlak (neerwaarts, of loodrecht op een gevel), blauw = hij trekt eraf (zuiging); een oranje vlak met blauwe omranding draagt beide. In het label achter een belastinggeval betekent $\uparrow$ dat die last op dat vlak OPWAARTS werkt (windzuiging), $\downarrow$ dat hij in beide richtingen voorkomt en $\rightarrow$ dat hij HORIZONTAAL staat, loodrecht op dat vlak (winddruk op een gevel). Een lijnlast is getekend als GEVULDE STROOK tussen de staaf en de lastlijn; de pijlen erover geven de richting. De pijlLENGTE is per belastinggeval geschaald op de zwaarste last van dat geval, en apart voor kN en kN/m — pijlen van VERSCHILLENDE gevallen of eenheden zijn dus niet onderling te vergelijken. De grootte staat bij de pijl en in deze tabel. De combinaties met hun factoren staan bij "Belastingcombinaties".

Belastinggevallen

geval	soort	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Permanent (G)	permanent	1,00	1,00	1,00
Veranderlijk vloer (Q)	veranderlijk	0,40	0,50	0,30
Wind +x (Wx)	veranderlijk	0,00	0,20	0,00
Sneeuw dak (S)	veranderlijk	0,00	0,20	0,00
Wind dwars +y (Wy)	veranderlijk	0,00	0,20	0,00
Wind -x (Wx-)	veranderlijk	0,00	0,20	0,00
Wind dwars -y (Wy-)	veranderlijk	0,00	0,20	0,00

Samenvatting resultaten

grootheid	waarde	toelichting
Maximale vervorming	28,7 mm	uz (verticaal), knoop 1197 (resultante 28,7 mm)
Maximale vervorming t.o.v. de fundering	7,6 mm	uz (verticaal), knoop 1217 — zonder bodemzetting: de starre zakkings en scheefstand van het gebouw op de grondvering zijn eruit gerekend
Verticale oplegreactie ΣR_z	2966,4 kN	opwaarts +; gelijk aan de totale neerwaartse belasting (evenwichtscontrole). Maatgevende UGT-combinatie: 6.10a
Horizontale afdracht (basisschuif)	85,9 kN	ΣH over de MAATGEVENDE UGT-combinatie (windcombinatie): $\Sigma R_x = 79,3$ kN, $\Sigma R_y = -32,8$ kN. Dit is de kracht die de fundering op glijden en verankering moet opnemen.
Horizontale oplegreactie — getoonde combinatie	0,0 kN	$\Sigma R_x = 0,0$ kN, $\Sigma R_y = 0,0$ kN in de HIER getoonde combinatie — die bevat niet altijd wind; de regel hierboven is maatgevend.
Max. plaatbuigspanning	6,7 N/mm ²	extreme vezel $\sigma = 6 \cdot m/h^2$, begane grondvloer ($h = 160$ mm) — 6.10b · Q leid.
Max. schijf(membraan)spanning	16,30 N/mm ²	druk, in-vlak $\sigma = n/h$, langsgevel $x = 6,11$ m ($h = 100$ mm) — 6.10a

ΣR_z is de som van alle verticale oplegreacties; die is per evenwicht gelijk aan de totale neerwaartse belasting (eigen gewicht + opgelegde lasten). De membraan-/in-vlakspanning

van schijven volgt nu WÉL uit de solve (membraan-krachtenrecovery: $n=h \cdot C \cdot \varepsilon$ met dezelfde B-matrix als de schaalstijfheid) en is als $\sigma=n/h$ opgenomen — indicatief, de constructeur verifieert.

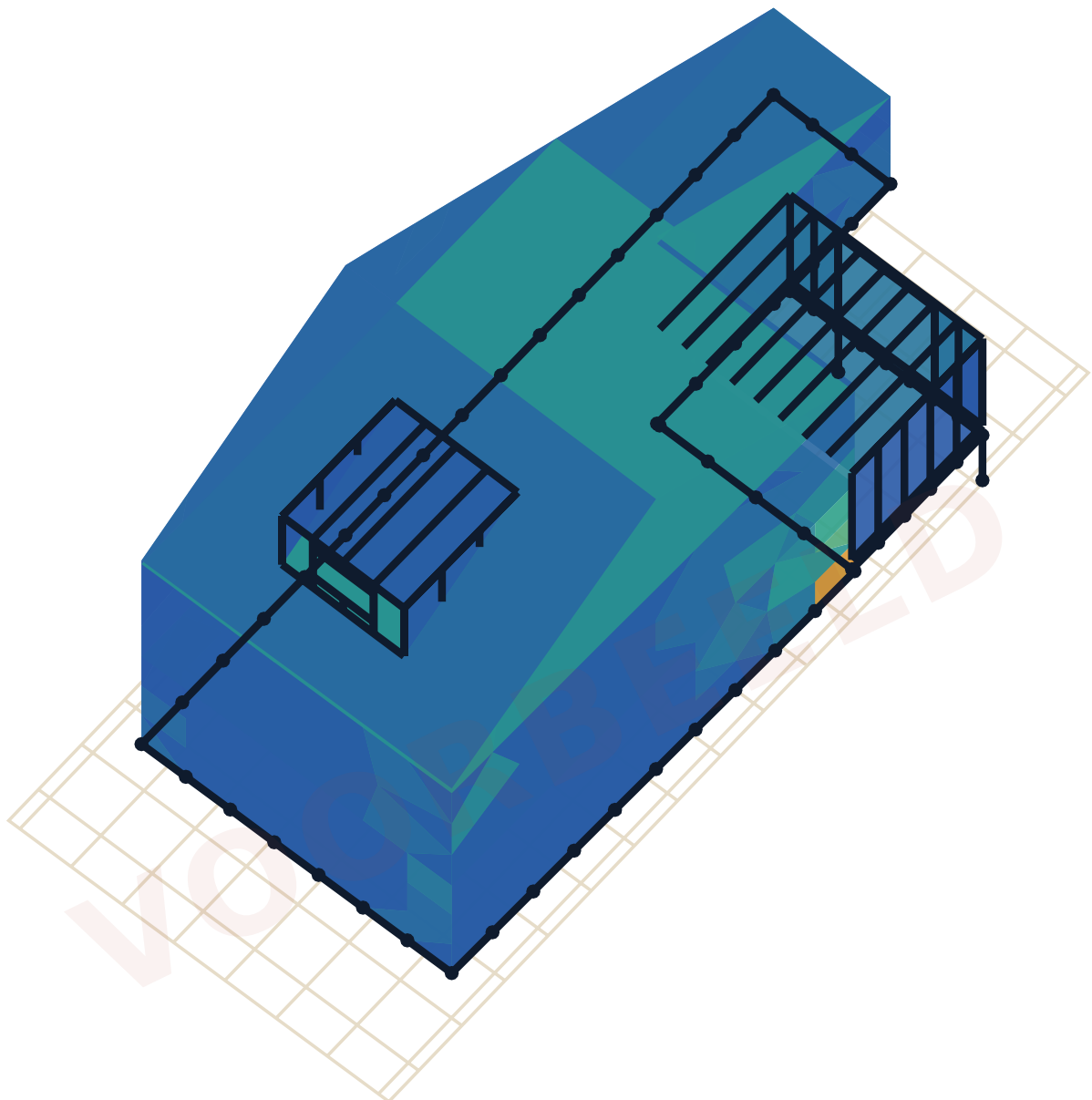
Wandvoetlasten per wand-voetlijn [kN/m]

lijn	wand	bereik	lengte [m]	gem. [kN/m]	piek [kN/m]	totaal [kN]
6	wand y = 9,11 m	x = 2,33 - 6,20 m	3,87	27,5	318,6	106,4
3	kopgevel y = 0,00 m	x = -0,05 - 6,00 m	6,05	38,5	41,2	233,1
4	langsgevel x = 0,01 m	y = 0,00 - 14,52 m	14,52	36,9	39,4	535,0
1	kopgevel y = 14,50 m	x = 0,05 - 2,37 m	2,31	34,3	36,5	79,3
5	langsgevel x = 6,11 m	y = 0,00 - 9,10 m	9,10	33,3	36,5	302,8
2	wand x = 2,34 m	y = 9,13 - 14,48 m	5,36	32,0	33,8	171,3
·	puntsteun knoop 404	(6,17; 12,10)	-	-	-	773,8
·	puntsteun knoop 413	(3,34; 12,12)	-	-	-	759,1
·	puntsteun knoop 162 (aandeel 0,50)	(6,15; 9,10)	-	-	-	5,6

Verticale oplegreactie per wand-voetlijn: elke basisknoop is gekoppeld aan de voet van zijn wand-constructievlak en omgerekend naar lijnlast (gemiddeld = totaal/lengte; piek uit de tributaire knooplengte). Hoek-/kruisingsknopen tellen 50/50 mee in beide rakende wanden; een gat in de knopenrij ($> 2 \times$ de mediane knoopafstand) splitst de lijn en segmenten met < 3 knopen vallen fail-closed terug op puntsteunen. Knopen zonder wand (kolomvoeten) staan apart als puntsteun. Som lijnen = 1427,9 kN + puntsteunen 1538,5 kN, $\Sigma R_z = 2966,4$ kN (verticaal evenwicht klopt). Indicatief; de constructeur verifieert.

Indicatieve UC per constructievlak (indicatief — constructeur verifieert)

Indicatieve UC per constructievlak — aanzicht 1 (rood = UC > 1,00)



unity check

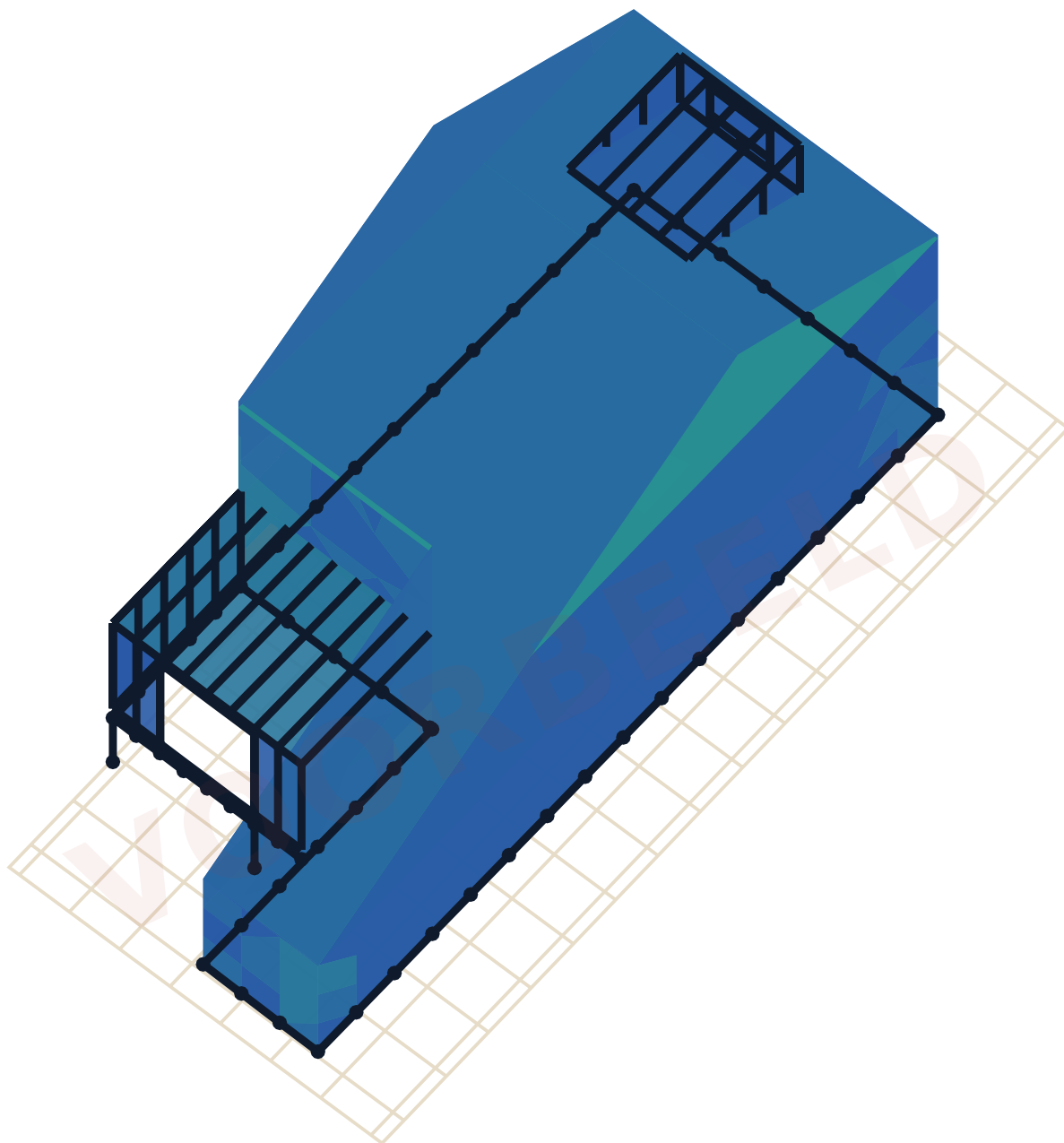


0,00

1,00 = grens

rood = UC > 1,00: modelartefact — hoogste 1,10

Indicatieve UC per constructievlak — aanzicht 2, tegenoverliggende zijde



unity check

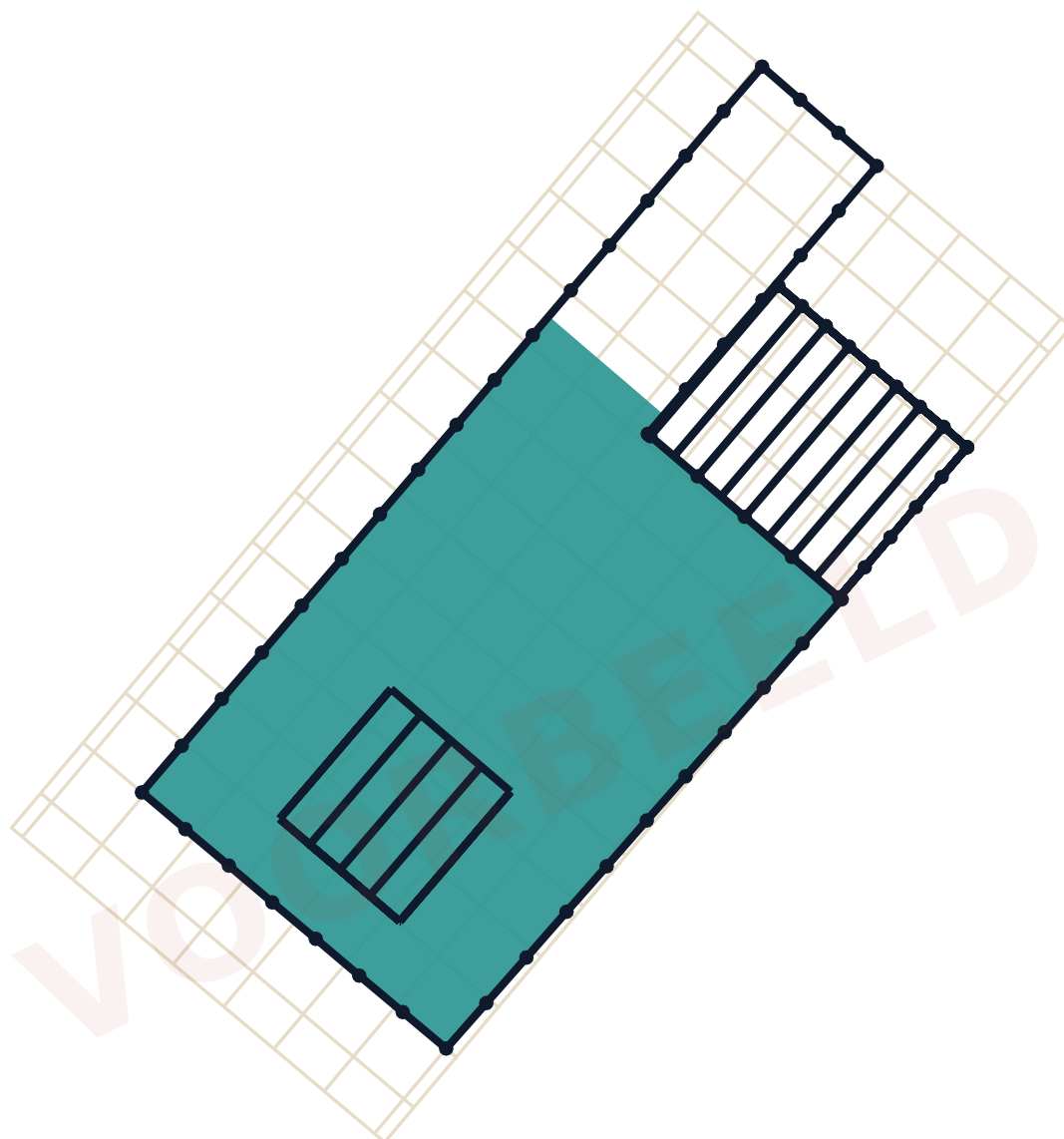


0,00

1,00 = grens

rood = UC > 1,00: modelartefact – hoogste 1,10

**Indicatieve UC per constructievlak — bovenaanzicht, zwaarst belast
horizontaal niveau $z = 5,60$ m (vloer 2e verdieping, UC 0,29)**



unity check



0,00

1,00 = grens

rood = UC > 1,00: modelartefact – hoogste 1,10

maatgevend vlak	toets	waarde	grens	UC
wand $y = 9,11$ m ($l = 3,9$ m · $h = 5,8$ m)	betondruk $\sigma = n /h + 6 \cdot m /h^2$	21,92 N/mm ²	$f_{cd} = 20$ N/mm ² (C30/37)	1,10 (zie het aandachtspunt)

LET OP: 1 van de 26 getoetste constructievlakken komen alleen in het eenstapsmodel boven UC 1,00 (modelartefact (zie het aandachtspunt)) — hierboven volledig uitgeschreven. Op de figuur is te zien waar ze zitten. Dit is een indicatieve toets: de constructeur beoordeelt of het model of de constructie moet worden aangepast.

Trek in het vlak (n_1) — vlakken boven de attentiedrempel

vlak	n_1 [kN/m]	σ_t [N/mm ²]
vloer 1e verdieping	1285,4	7,14
wand y = 9,11 m	524,8	5,25
langsgevel x = 6,11 m	480,2	4,80
wand x = 2,34 m	445,9	4,46
langsgevel x = 6,16 m (nieuw werk)	413,1	4,13
vloer 2e verdieping	709,5	3,94
kopgevel y = 14,50 m	184,4	1,84
langsgevel x = 0,01 m	160,8	1,61

Beoordeel voor deze vlakken de trekweerstand/wapening. $\sigma_t = n_1/h$ uit de UGT-omhullende. Attentiedrempel: $\sigma_t > 0,5$ N/mm² of $n_1 > 50$ kN/m (ter vergelijking: $f_{ctd} \approx 1,3$ N/mm² voor C30/37). 4 vlakken met lagere trek zijn hier weggelaten; de volledige set staat in de online berekening. Daarnaast 6 vlakken met GERINGE trek ($\sigma_t < 0,5$ N/mm², ruim onder de betontreksterkte) — geen aparte beoordeling nodig.

Doorbuiging uit de BGT-omhullende t.o.v. L/250 (L per vlak in de tabel). Wanddruk $\sigma = |n|/h + 6 \cdot |m|/h^2$ uit de UGT-omhullende t.o.v. $f_{cd} = 20$ N/mm² (C30/37). Indicatief — de constructeur verifieert; dit vervangt geen toetsing.

Eurocode-combinaties (NEN-EN 1990, CC1)

Berekeningswijze: eerste orde (lineair).

grenstoestand	combinatie	factoren
UGT	6.10a	$1,22 \cdot G + 0,54 \cdot Q$
UGT	6.10a · alleen G	$1,22 \cdot G$
UGT	6.10b · Q leid.	$1,08 \cdot G + 1,35 \cdot Q$
UGT	6.10b · W leid.	$1,08 \cdot G + 0,54 \cdot Q + 1,35 \cdot W$
UGT	6.10b · W leid., ov.Q=0	$1,08 \cdot G + 1,35 \cdot W$
UGT	6.10b · S leid.	$1,08 \cdot G + 0,54 \cdot Q + 1,35 \cdot S$
UGT	6.10b · S leid., ov.Q=0	$1,08 \cdot G + 1,35 \cdot S$
UGT	6.10b · W leid.	$1,08 \cdot G + 0,54 \cdot Q + 1,35 \cdot W$
UGT	6.10b · W leid., ov.Q=0	$1,08 \cdot G + 1,35 \cdot W$
UGT	6.10b · W leid.	$1,08 \cdot G + 0,54 \cdot Q + 1,35 \cdot W$
UGT	6.10b · W leid., ov.Q=0	$1,08 \cdot G + 1,35 \cdot W$
UGT	6.10b · W leid.	$1,08 \cdot G + 0,54 \cdot Q + 1,35 \cdot W$
UGT	6.10b · W leid., ov.Q=0	$1,08 \cdot G + 1,35 \cdot W$
UGT	EQU · Q leid. (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 1,35 \cdot Q$
UGT	EQU · W leid. (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 0,54 \cdot Q + 1,35 \cdot W$

UGT	EQU · W leid., ov.Q=0 (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 1,35 \cdot W$
UGT	EQU · S leid. (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 0,54 \cdot Q + 1,35 \cdot S$
UGT	EQU · S leid., ov.Q=0 (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 1,35 \cdot S$
UGT	EQU · W leid. (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 0,54 \cdot Q + 1,35 \cdot W$
UGT	EQU · W leid., ov.Q=0 (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 1,35 \cdot W$
UGT	EQU · W leid. (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 0,54 \cdot Q + 1,35 \cdot W$
UGT	EQU · W leid., ov.Q=0 (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 1,35 \cdot W$
UGT	EQU · W leid. (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 0,54 \cdot Q + 1,35 \cdot W$

(de 24 zwaarste van de 38 regels getoond — de rest is voor het rapport niet leesbaar. De volledige uitvoer staat in de online berekening (link boven aan deze berekening).)

Maatgevende omhullende per staaf (UGT) — zwaarst belaste staven

staaf	N[kN]	Vy[kN]	Vz[kN]	My[kNm]	Mz[kNm]	maatgevend
6	0,0	0,0	1481,4	444,1	0,0	6.10a (Vz)
10	773,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6.10a (N)
85	1,7	1,0	6,3	1,9	0,3	6.10b · S leid. (Vy)
8	0,0	0,0	1481,3	444,1	0,0	6.10a (Vz)
7	0,0	0,0	1476,9	442,7	0,0	6.10a (Vz)

(de 6 zwaarste van de 21 regels getoond — de rest is voor het rapport niet leesbaar. De volledige uitvoer staat in de online berekening (link boven aan deze berekening).)

146 staven met lagere waarden zijn hier weggelaten; de tabel toont de maatgevende gevallen, gesorteerd op zwaarte. Het volledige resultaat per knoop/staaf staat in de rekenmodule (3D-FEM-solver).

Toetsing — unity-checks (UGT sterkte NEN-EN 1993 · BGT doorbuiging L/250)

Resultaat toetsing: hoogste UC sterkte = 0,84, hoogste UC doorbuiging = 0,05. De constructie VOLDOET aan de getoetste doorsnede- en doorbuigingseisen.

Getoond: de 20 staven met de hoogste unity-checks (aflopend).

staaf	mat.	UC N	UC My	UC Mz	UC V	UC N+M	UC knik	UC δ	L/δ
10	S235	0,82	0,00	0,00	0,00	0,82	0,84	0,00	-
19	S235	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,82	0,00	-
49	S235	0,01	0,03	0,08	0,01	0,13	0,01	0,02	L/12742
52	S235	0,01	0,01	0,08	0,00	0,10	-	0,02	L/15175
50	S235	0,01	0,04	0,01	0,02	0,06	0,00	0,01	L/40349

(de 6 zwaarste van de 21 regels getoond — de rest is voor het rapport niet leesbaar. De volledige uitvoer staat in de online berekening (link boven aan deze berekening).)

146 staven met lagere waarden zijn hier weggelaten; de tabel toont de maatgevende gevallen, gesorteerd op zwaarte. Elke staaf die NIET voldoet ($UC > 1,0$) staat altijd in de tabel. Het volledige resultaat per knoop/staaf staat in de rekenmodule (3D-FEM-solver).

LET OP - de latei boven een kozijn (aanbouw/dakkapel) is in dit model geen vrij overspannende ligger: hij zit ingeklemd in de HSB-wand, waar de doorgaande bovenregel, de korte stijlen erboven en de beplating meedragen. Er loopt daardoor maar een deel van de last boven de opening door de latei (gemeten een derde), dus zijn unity-check hier is NIET maatgevend. De latei wordt gedimensioneerd door de aparte latei-/liggermodule.

Knik §6.3.1 maatgevende as per staaf:

staaf	$N_{c,Ed}$	as	$L_{cr,y}/L_{cr,z}$	λ_{cy}	λ_{cz}	χ	$N_{b,Rd}$	UC
10	773,2	z	1,40/1,40	0,26	0,26	0,978	925,8	0,84
19	758,6	z	1,40/1,40	0,26	0,26	0,978	925,8	0,82
49	2,6	z	0,47/0,47	0,12	0,40	0,924	223,7	0,01
50	0,0	z	0,47/0,47	0,12	0,40	0,924	223,7	0,00
98	0,0	z	0,60/0,60	0,16	0,51	0,878	212,5	0,00

Kip / LTB §6.3.2 — buiging om de sterke as:

staaf	M_{Ed}	L_{kip}	C_1	M_{cr}	λ_{LT}	χ_{LT}	$M_{b,Rd}$	UC
49	0,3	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij
50	0,3	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij
51	0,1	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij
52	0,1	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij
98	0,1	0,60	1,00	52,3	0,39	0,955	7,7	vrij
100	0,2	0,60	1,00	52,3	0,39	0,955	7,7	vrij

N-M-knik-interactie §6.3.3 interactiefactoren Annex B (Methode 2), C_m standaard 1,0 (conservatief: uniform momentverloop):

staaf	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}	UC 6.61	UC 6.62	UC
49	0,999	0,601	0,600	1,002	0,094	0,115	0,12
50	1,000	0,600	0,600	1,000	0,051	0,039	0,05
98	1,000	0,600	0,600	1,000	0,009	0,006	0,01

UC knik = $N_{c,Ed}/N_{b,Rd}$ (§6.3.1, maatgevende as y/z; kniklengte L_{cr} per as ingevoerd, leeg = staaf lengte). UC kip = $M_{Ed}/M_{b,Rd}$ (§6.3.2, M_{cr} met C_1 , I_z/I_y , I_t , I_w). UC §6.3.3 = gecombineerde N-M-knik-interactie (vgl. 6.61/6.62).

Maatgevende uitkomsten

grootheid	waarde	waar
Maximale normaalkracht	-773,2 kN	staaf 10 (druk) — 6.10a
Maximale dwarskracht V_y	1,0 kN	staaf 85 — 6.10b · S leid.
Maximale dwarskracht V_z	1481,4 kN	staaf 6 — 6.10a
Maximale moment M_y (sterke as)	444,1 kNm	staaf 6 — 6.10a
Maximale moment M_z (zwakke as)	0,3 kNm	staaf 85 — 6.10b · S leid.
Grootste verticale oplegreactie	773,8 kN	knoop 404 — R_x 0,0 · R_y 0,0 kN

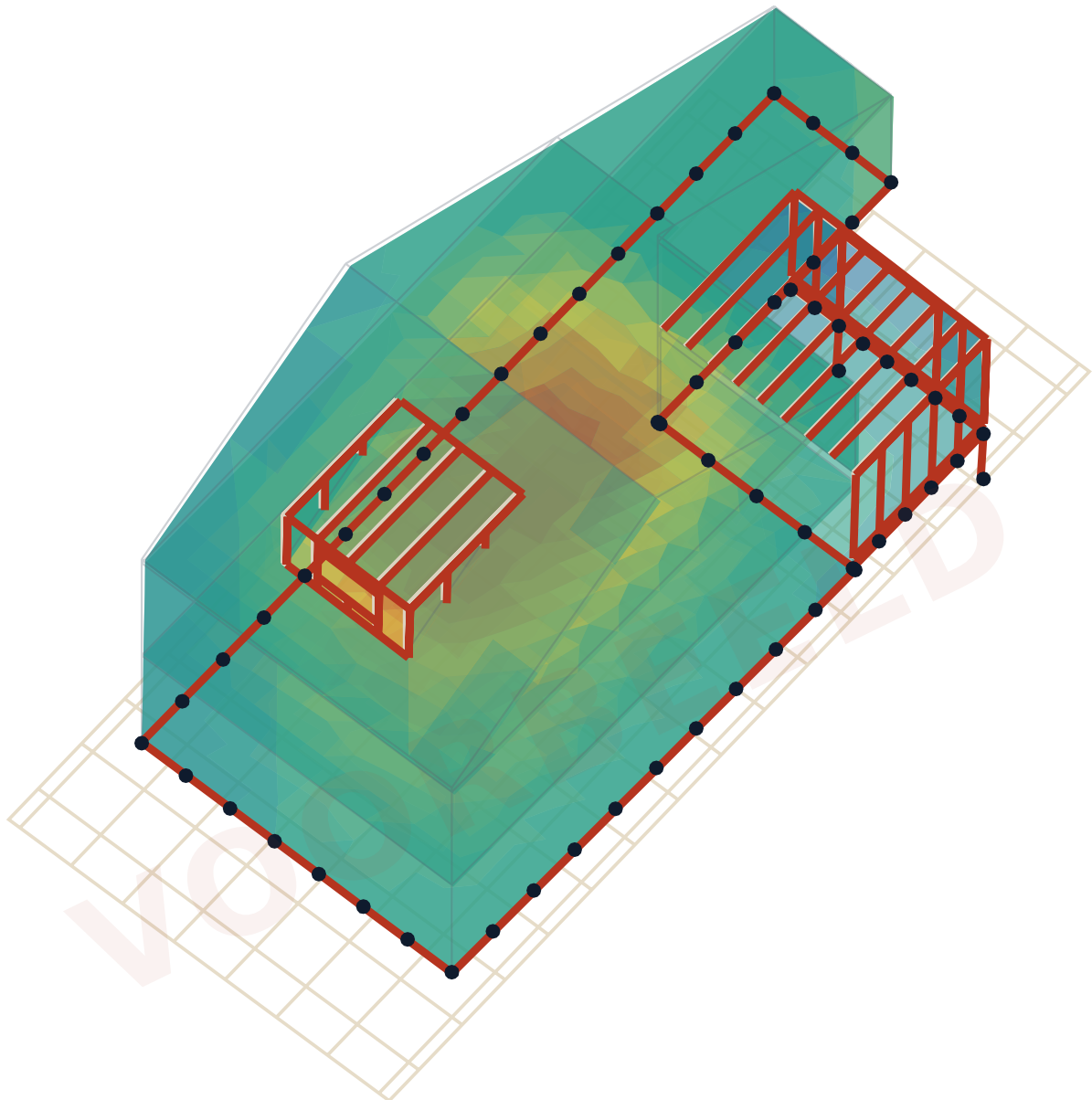
Per grootheid de zwaarste waarde in het model over ALLE UGT-combinaties (de omhullende), met de staaf en de maatgevende combinatie waar hij optreedt. De volledige uitvoer per

knoop, staaf en oplegging staat in de online berekening — daar is het model met alle invoer en uitvoer in te zien.

Grootste doorbuiging (getoond resultaat): 28,67 mm zakking in vloer 2e verdieping (dikte 180 mm). De doorbuiging per constructievlak staat in de online berekening.

VOORBEELD

3D-aanzicht: vervorming (zonder bodemzetting)



doorbuiging plaat

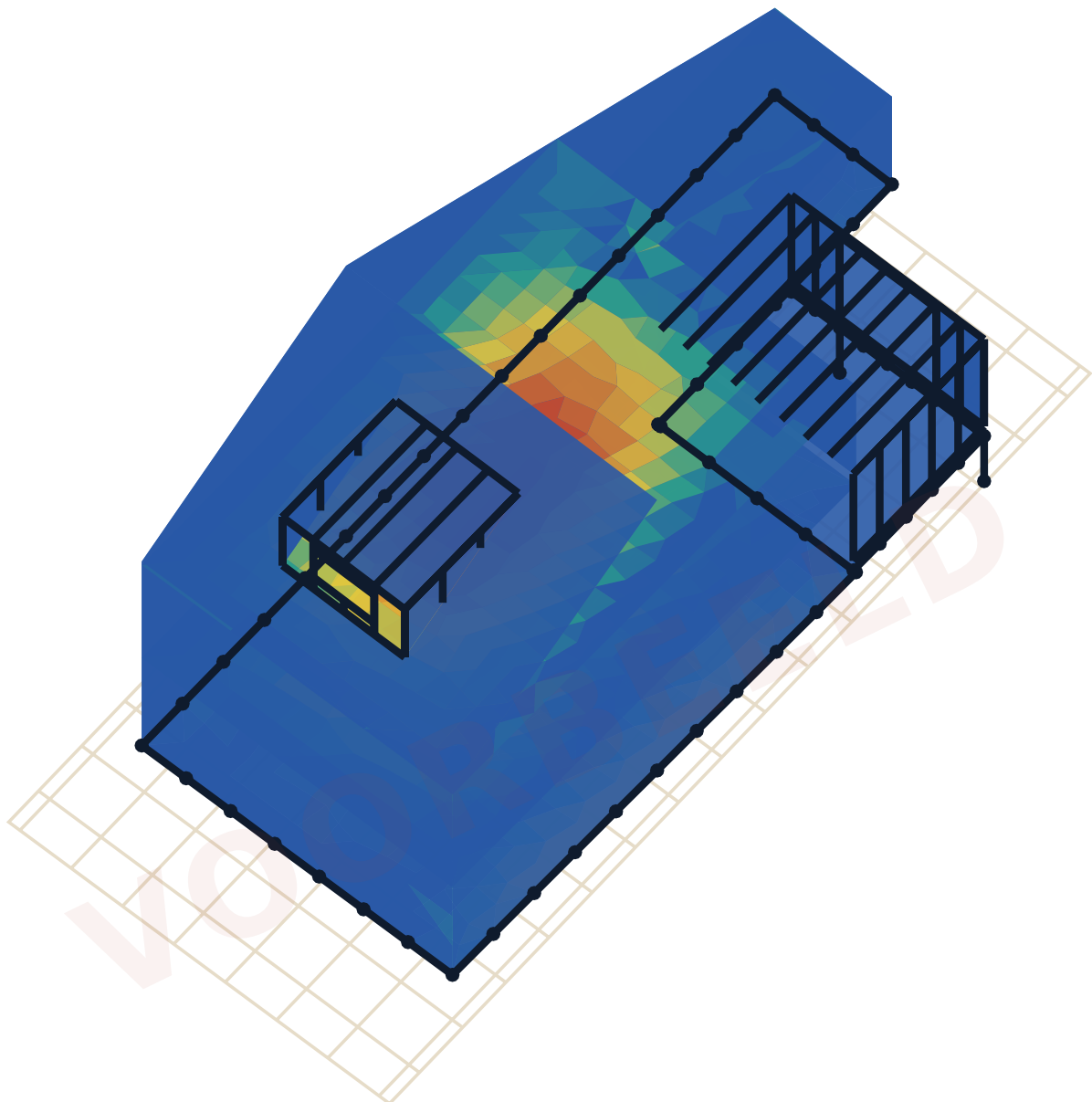


0,00 mm

7,58 mm

rood = meeste zakking t.o.v. de fundering
(zonder bodemzetting)

3D-aanzicht: plaatmoment m1 (hoofdmoment, contour)



|m1| plaatmoment

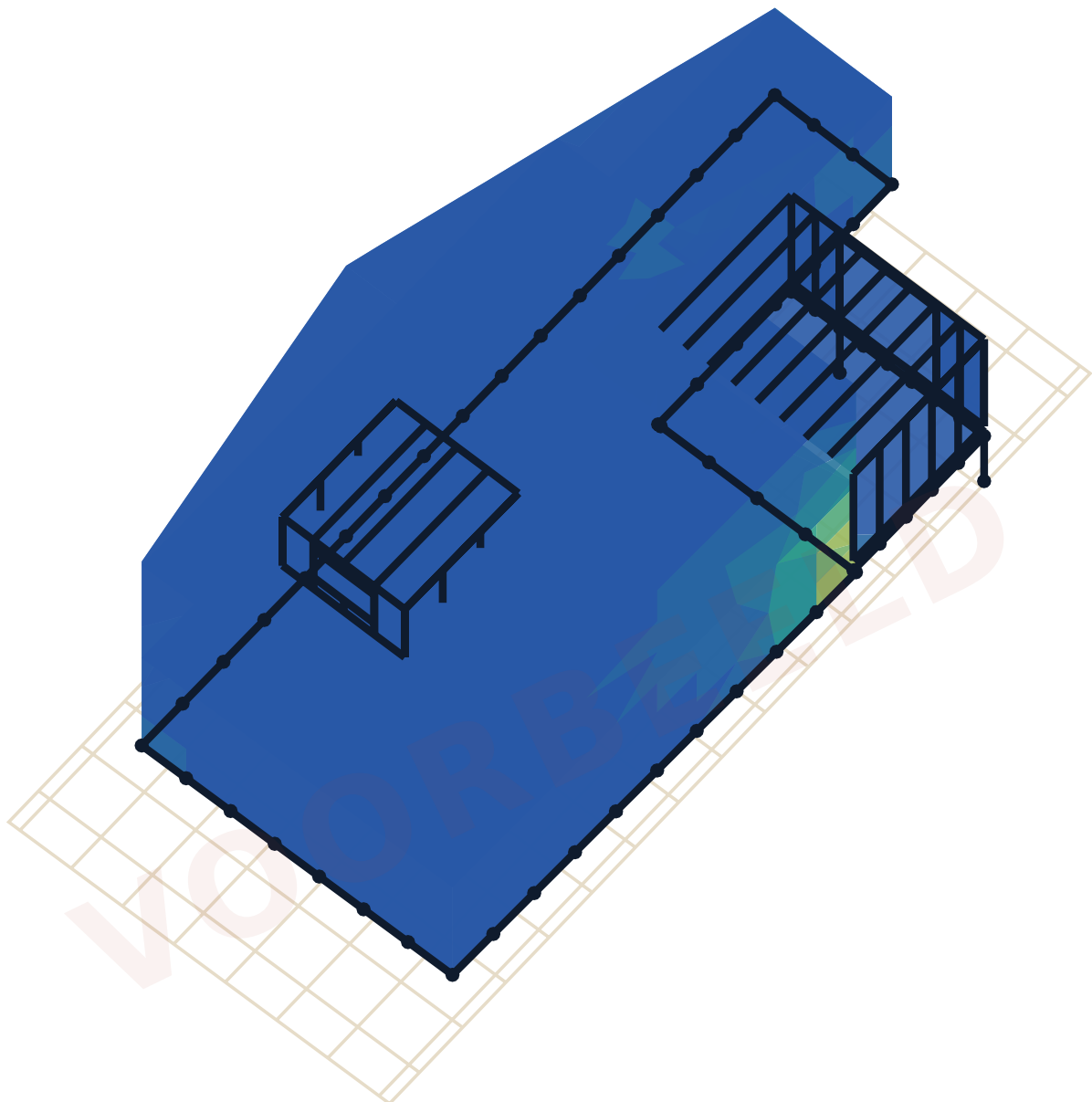


0

32,3 kNm/m

bereik -21,6 ... +32,3 kNm/m

3D-aanzicht: membraan-/schijfspanning $\sigma = n/h$ (contour)



$$|\sigma| = |n|/h$$

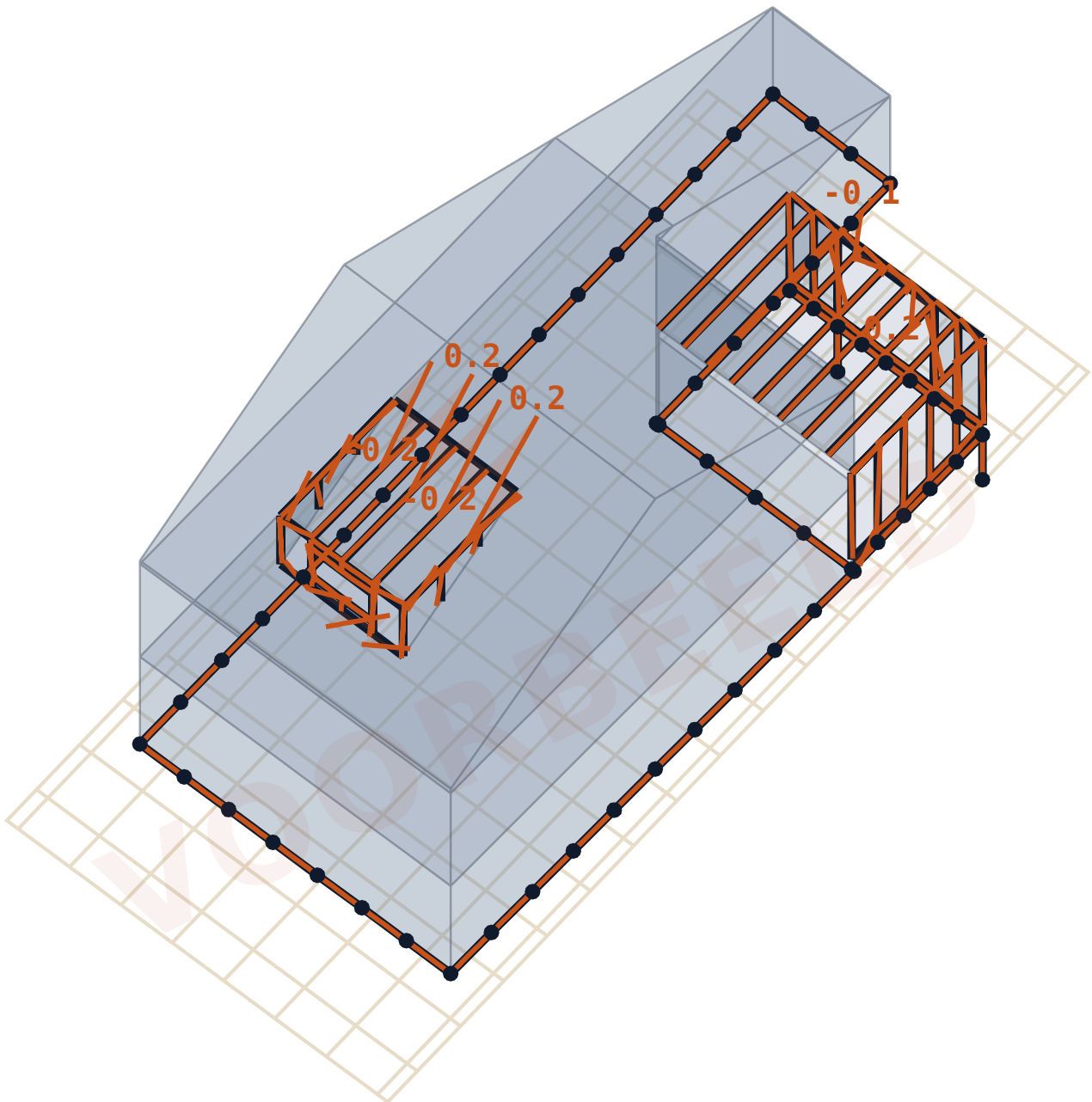


0

13,15 N/mm²

bereik -13,15 (druk -) ... +2,67

3D-aanzicht: moment M_z (zwakke as)



Niet als figuur opgenomen (wel in de rekenmodule doorgerekend en zichtbaar in de 3D-FEM-solver): 3D-aanzicht: moment M_y (sterke as); 3D-aanzicht: globaal moment $M_{g,XZ}$; 3D-aanzicht: globaal moment $M_{g,YZ}$.

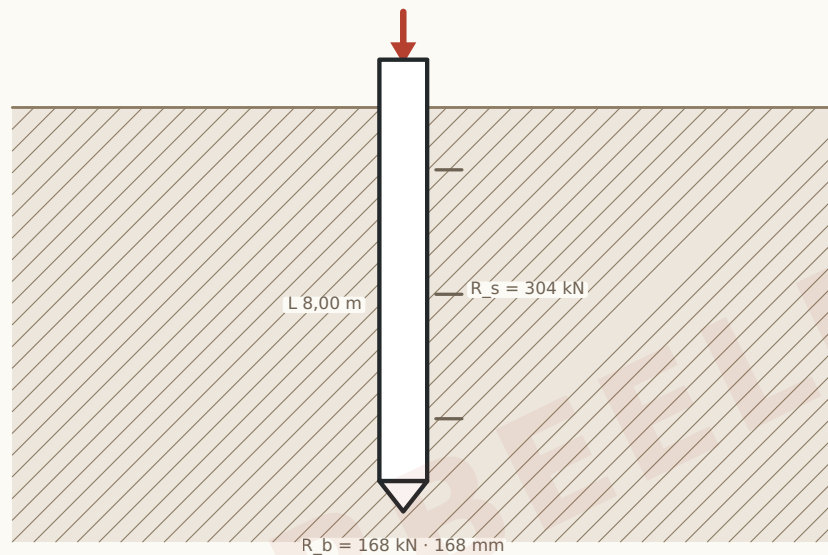
15. DRUK-/TREKPAAL — DRUKPAAL

Toepassing: Drukpaal (buispaal Ø168) onder de aanbouw-fundatiebalken (slappe grond) — handmatig op palen gekozen (op staal was mogelijk geweest)

Rekenmodel · drukpaal (uit sondering)

Drukpaal (buispaal Ø168) onder de aanbouw-fundatiebalken (slappe grond) — handmatig op pa...

$N;Ed = 56,0 \text{ kN}$



Profiel Ø168 mm rond, $L_{\text{schacht}} 8,0 \text{ m} \cdot R_{c;d} = 283 \text{ kN}$ (xi 1,39)
maatgevend: Draagkracht UC 0,20

voldoet

Aannames

-	Stalen buispaal (grondverdringend, gesloten punt) Ø168 mm rond; ontwerplast $N_{Ed} = 56,0$ kN. NEN 9997-1 (Koppejan 4D/8D); paalklassefactoren $\alpha_p = 0.63$, $\alpha_s = 0.009$ (per paaltype, NL NB).
Puntweerstand	$R_b = \alpha_p * q_{c,gem} * A_{punt} = 0.63 * 12,0 \text{ MPa} * 0,022 \text{ m}^2 = 168$ kN. $q_{c,gem}$ is OPgegeven als het Koppejan-gemiddelde (4D onder / 8D boven de paalpunt, NEN 9997-1); de middeling is hier niet uit een sonderingsprofiel bepaald.
Schachtwrijving	$R_s = \alpha_s * q_{c,schacht} * O * L = 0.009 * 8,0 \text{ MPa} * 0,53 \text{ m} * 8,0 \text{ m} = 304$ kN.
NIET BESCHOUWD	de middeling van de conusweerstand rond de paalpunt volgens Koppejan is niet uit een sondering bepaald; de opgegeven 12,0 MPa is als dat gemiddelde aangehouden.
AANDACHTSPUNT constructeur	$q_{c,gem}$ volgens Koppejan $= 1/2 * (1/2 * (q_{c,I} + q_{c,II}) + q_{c,III})$, met $q_{c,I}$ en $q_{c,II}$ over 0,7D tot 4D onder de paalpunt (gemiddelde en afdalend minimum) en $q_{c,III}$ als opgaand minimum over 8D erboven; een losse aflezing bij de punt ligt daar vaak boven. Zit er binnen 8D boven de punt een slappere laag, dan valt $q_{c,gem}$ lager uit en de UC hoger. Controleer de waarde tegen het sonderingsprofiel of laad de .gef, dan bepaalt de tool de middeling zelf.
Correlatiefactor $\xi = 1,39$ (1 sondering(en))	partiele factoren $\gamma_b = 1.2$, $\gamma_s = 1.2$ (NL NB). Ontwerpdraagvermogen $R_{c;d} = 283$ kN (UC = 0,20).

Algemene gegevens	
Funderingstype	paalfundering
Afmeting	Ø168 mm rond, $L_{schacht}$ 8,0 m
Paaltype	buispaal
Schachtlengte in draaglaag	8,0 m

Belasting (ontwerp)		
Ontwerpnormalkracht N_{Ed}	56,0	kN

Paaldraagvermogen			
$q_{c,gem}$ volgens Koppejan 4D/8D (opgegeven — niet door deze berekening uit een sonderingsbestand gemiddeld)	12,0	MPa	
Puntweerstand R_b	167,6	kN	
Schachtweerstand R_s	304,0	kN	
Correlatiefactor ξ	1,39		
Rekenwaarde $R_{c;d}$	282,7	kN	
Toetsing · NEN 9997-1 · paaldraagvermogen			
Draagvermogen paal $N_{Ed} \leq R_{c;d}$	56,0 / 282,7 kN	u.c. = 0,20	voldoet

Toepassen: Ø168 mm rond, $L_{schacht}$ 8,0 m	ULS u.c. 0,20 · SLS u.c. n.v.t. ✓ voldoet
--	---

VOORSTEL funderingswijze (bevestigen door constructeur): DRUKPAAL, gekozen op basis van opgegeven of aangenomen grondparameters (geen sonderingsbestand ingeladen — reviewpunt); de afmeting/draagkracht staan in de toetsregel hierboven. De Koppejan 4D/8D- q_c -punt en de schachtwrijving bevestigt de constructeur hieronder.

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Fundering	Sondering (q_c -profiel) + Koppejan 4D/8D voor q_c -punt verifiëren; negatieve kleef, paalgroep-interactie en zettingen apart beoordelen
Fundering	de conusweerstand (sondering) + de 4D/8D-Koppejan-bepaling van q_c -punt, negatieve kleef, paalgroep/hart-op-hart-afstand, horizontale belasting en zettingen zijn NIET automatisch getoetst.

VOORBEELD

16. FUNDATIEBALKEN — BALKENROOSTER OP PALEN (AUTOMATISCH...) (MODELUITVOER — rooster-solver)

De volledige berekening online (rooster-solver)

Invoer, uitvoer en toetsing van dit model zijn hier volledig in te zien en na te rekenen in de rekentool waarmee het is doorgerekend — ook door de toetsende instantie, zonder account. Hieronder staan de modelgegevens en de conclusie.

https://statischeberekening.nl/berekening/0ye_-0i-UL9OZxk9QJQI_w/5

Modelgegevens

Gegeven	Waarde
Omhullende maten model (b × d × h)	3,80 × 0,00 × 3,00 m
Modelomvang	5 knopen · 4 staven
Belastinggevallen	Permanent (muur + dak + vloer) · Veranderlijk (vloer/sneeuw)

Toelichting op de schematisering

Onderwerp	Toelichting
Verbouwing in het model	Fundatiebalken — balkenrooster op palen (automatisch gegenereerd; open in de balkrooster-solver, VERIFIEER) — aanbouwbreedte 3,8 m (opgegeven) — MODEL H: langs de bestaande zijmuur (rechts) geen nieuwe randlast en geen nieuwe fundatiebalk: die muur staat op zijn eigen fundering (de lijnlast erop staat bij de dakbalklaag) — de palen staan op minstens 0,5 m van de bestaande zijmuur (hei-/boorstelling); de fundatiebalk kraagt daar uit — handmatig op palen gekozen (op staal was mogelijk geweest)

Het rekenmodel is met deze schematisering en belasting doorgerekend.

Maatgevende unity check $UC = 0,37$ — voldoet (indicatief; de constructeur verifieert de schematisering).

Aandachtspunt — de constructeur bevestigt de schematisering, steunpunten en uitkomsten van dit solvermodel bij de goedkeuring.

Funderingsberekening balkenrooster — directe stijfheidsmethode

Rekentool: Balkenrooster (rooster-solver) · statischeberekening.nl/rooster · gegenereerd: [object Object]

Automatisch gegenereerd rekendocument: de volledige invoer (knopen, balken, steunpunten, lasten per belastinggeval), alle Eurocode-combinaties met factoren, de omhullende resultaten en de 2D-/3D-viewerbeelden zijn opgenomen zodat de berekening zelfstandig verifieerbaar is. Lineair-elastische 1e-orde roosterberekening (buiging + torsie). Beoordeling door een constructeur blijft vereist.

Projectgegevens

Projectnummer

-

Projectnaam	Aanbouw-fundatie (U-balk op palen, automatisch — VERIFIEER)
Datum	-
Projectleider	-
Gevolgklasse	CC1 ($K_{FI} = 0,90$)
Torsiefactor GJ	0.2 (alleen beton; staal/hout 1,0)
Eigengewicht-factor	-1 ($-1 = 1 \times$ omlaag in het permanente geval; 0 = uit)
Toetsmodules	beton
Modelomvang	5 knopen · 4 balken · 2 belastinggevallen · 6 lasten
Gegenereerd	[object Object]

Belastinggevallen (NEN-EN 1990)

#	Naam	Soort	Categorie (ψ -type)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
0	Permanent (muur + dak + vloer)	permanent (G)		—	—	—
1	Veranderlijk (vloer/sneeuw)	veranderlijk (Q)	Gebruik woning (opgelegd cat. A)	0,4 0	0,5 0	0,3 0

Eigengewicht van de balken zit automatisch in het permanente geval (factor -1; zie kolom e.g. in de balkentabel).

Belastingcombinaties met factoren (doorgerekend)

Grenstoest and	Combinatie	Factoren per belastinggeval
UGT	6.10a	$1,22 \cdot G + 0,54 \cdot Q$
UGT	6.10a · alleen G	$1,22 \cdot G + 0,00 \cdot Q$
UGT	6.10b · Q leid.	$1,08 \cdot G + 1,35 \cdot Q$
UGT	EQU · Q leid. (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 1,35 \cdot Q$
UGT	EQU · alleen G	$0,90 \cdot G + 0,00 \cdot Q$
BGT	BGT kar. · Q leid.	$1,00 \cdot G + 1,00 \cdot Q$
BGT	BGT quasi-blijv.	$1,00 \cdot G + 0,30 \cdot Q$

UGT 6.10a: $1,35 \cdot K_{FI} \cdot G + 1,5 \cdot K_{FI} \cdot \psi_0 \cdot Q$. 6.10b: $0,89 \cdot 1,35 \cdot K_{FI} \cdot G + 1,5 \cdot K_{FI} \cdot Q_{leid} + 1,5 \cdot K_{FI} \cdot \psi_0 \cdot Q_{overig}$. EQU: $\gamma_{G, stb} = 0,90$ op het permanente deel. Gevolgklasse CC1 → $K_{FI} = 0,90$. Een GUNSTIG werkend veranderlijk geval telt met $\gamma_Q = 0$ (EN 1990); daarvoor zijn ook de takken met (een deel van) de overige Q op nul doorgerekend.

Doorsneden & materialen

Betonnen balken

b×h [mm]	beton	E _{cm} [MPa]	I [mm ⁴]	J [mm ⁴]	EI [kNm ²]	GJ [kNm ²]
350×500	C30/37	33000	$3.646 \cdot 10^9$	$4.049 \cdot 10^9$	120313	11134

GJ incl. torsiefactor (beton 0.2; staal/hout 1,0). $G = E/(2(1+\nu))$, $\nu = 0.2$ (beton). $J = \beta \cdot b^3 \cdot h$ (Saint-Venant).

Gewapende betondoorsneden (voor de betontoets)

Naam	b×h	Beton	Dekkin g	Onder	Boven	Beugels	A _{s, onder} [mm ²]	A _{sw/s} [mm ² /m]	Staal
Fundatiebalk 350x500	350×500	C30/37	35 mm	3Ø12	3Ø12	Ø8-150 (2-snedig)	339	670	B500B

Paaltypes (veerstijfheden)

Paaltype	k [kN/m]	Gekoppelde knopen
Buispaal Ø168	50000	2, 3, 5

Stramien

Lbl	Type	Positie / van-tot
A	vert.	X = 0,000 m
B	vert.	X = 3,800 m
1	horiz.	Z = 0,000 m
2	horiz.	Z = 3,000 m

De uitvoer per knoop, staaf en oplegging is hier weggelaten: rijenlijsten met coördinaten zijn niet te lezen en voegen aan het rapport niets toe. De volledige uitvoer staat in de online berekening (link boven aan deze berekening).

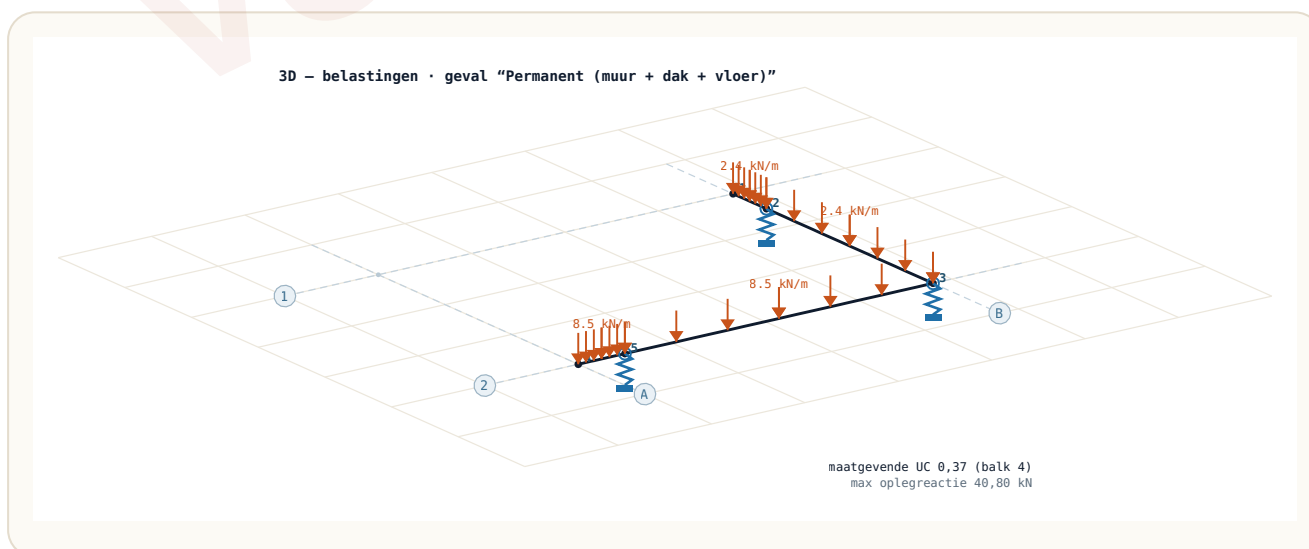
Balken

#	i	j	L [m]	materiaal	doorsnede	kwaliteit	e.g. [kN/m]	aansl.
1	1	2	0,50	beton	350×500	C30/37	4,38	NVM
2	2	3	2,50	beton	350×500	C30/37	4,38	NVM
3	4	5	0,50	beton	350×500	C30/37	4,38	NVM
4	5	3	3,30	beton	350×500	C30/37	4,38	NVM

M = momentvast, - = scharnier. Bedding in kN/m³ (Winkler-lijnveer over de balkbreedte). e.g. = eigengewicht per m¹ (meegenomen ×1,00 omlaag in het permanente geval). Torsiefactor GJ: beton 0.2, staal/hout 1,0.

Belastingen per belastinggeval

Geval "Permanent (muur + dak + vloer)" — permanent

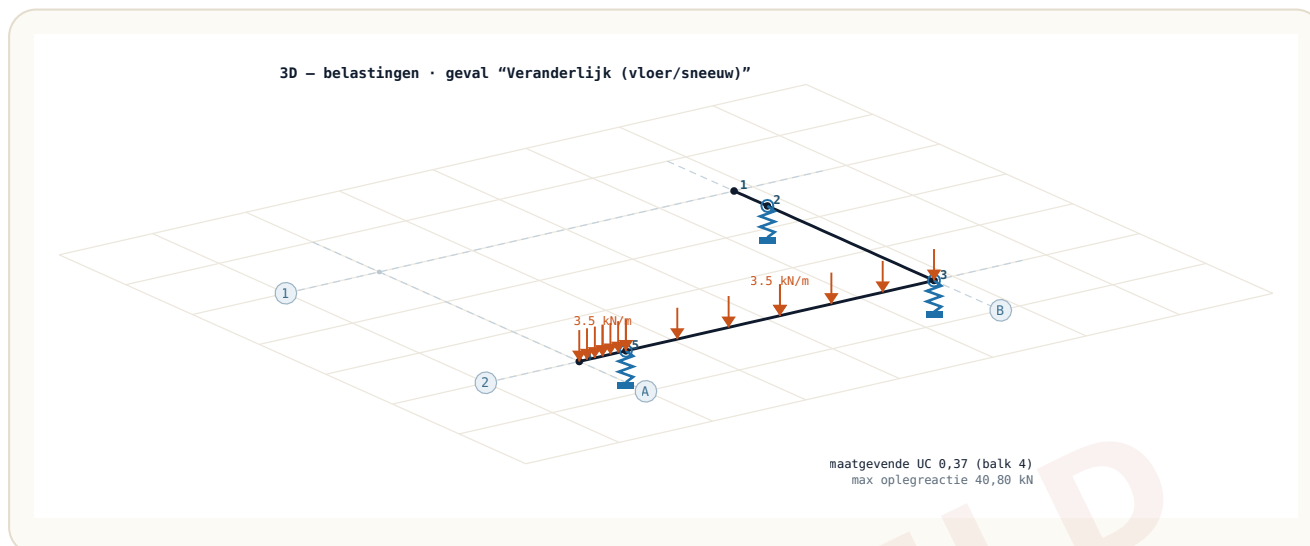


+ eigengewicht van alle balken (automatisch in dit permanente geval; per balk zie kolom e.g. in de balkentabel).

Balklasten	Type	Waarde	positie [m]
balk 1	q-last	2,40 kN/m	0,00 – 0,50

balk 2	q-last	2,40 kN/m	0,00 – 2,50
balk 3	q-last	8,50 kN/m	0,00 – 0,50
balk 4	q-last	8,50 kN/m	0,00 – 3,30

Geval “Veranderlijk (vloer/sneeuw)” — Gebruik woning (opgelegd cat. A)



Balklasten	Type	Waarde	positie [m]
balk 3	q-last	3,50 kN/m	0,00 – 0,50
balk 4	q-last	3,50 kN/m	0,00 – 3,30

Resultaten

Onderstaande zakkings, oplegreacties en balkkrachten gelden voor de maatgevende BGT-combinatie “BGT kar. · Veranderlijk (vloer/sneeuw) leidend” (de combinatie met de grootste zakking in het model).

Knoorzakkingen — BGT kar. · Q leid.

Knoop	w [mm]	θ_x [mrad]	θ_y [mrad]
1		0,14	-0,21
2		0,24	-0,21
3		0,69	-0,14
4		0,63	-0,14
5		0,72	-0,14

Oplegreacties — omhullende UGT (ontwerpwaarde; bij een fundatierooster de paalbelasting)

Steun	$R_{z;d}$ [kN]	type	maatgevende combinatie
steun 2	14,82	paalveer	6.10a
steun 3	38,85	paalveer	6.10b · Q leid.
steun 5	40,80	paalveer	6.10b · Q leid.

Ontwerpwaarde: grootste absolute reactie over alle UGT-combinaties. De karakteristieke waarden hieronder zijn BGT (factor 1,0) en NIET geschikt om een paal of poer op te dimensioneren.

Oplegreacties — kar. (BGT kar. · Q leid.)

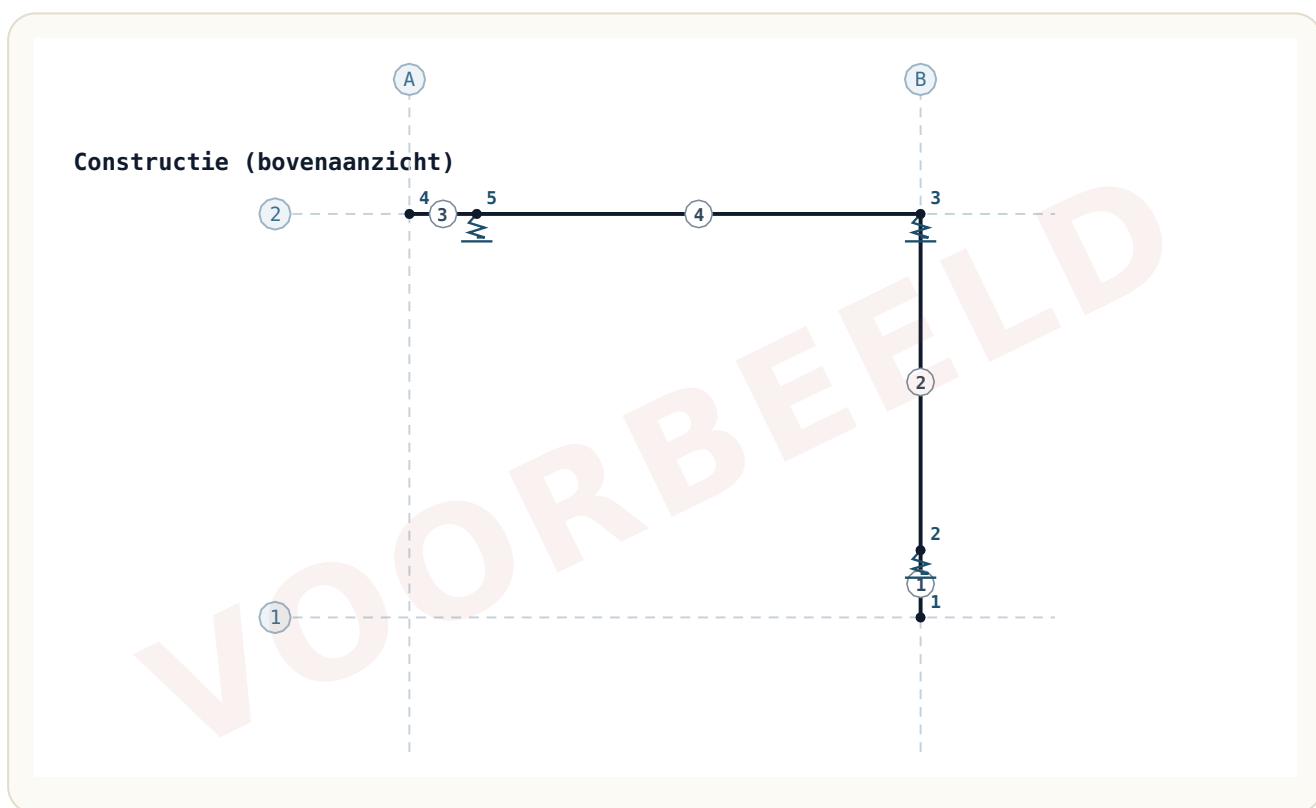
Steun	R_z [kN]	type
steun 2	12,20	paalveer

steun 3	34,53	paalveer
steun 5	35,83	paalveer

Balkkrachten — BGT kar. · Q leid.

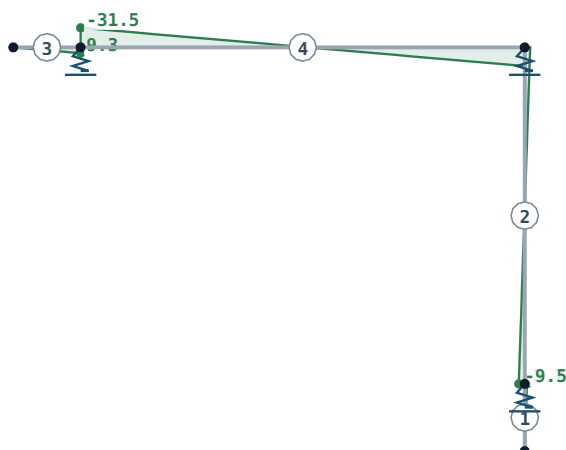
Balk	V_max [kN]	M_max [kNm]	T [kNm]	x_M [m]
1	3,39	0,85	0,00	0,50
2	-8,81	-4,88	0,00	1,29
3	8,19	2,05	0,00	0,50
4	-27,64	-21,28	0,00	1,70

Overzichten



Dwarskracht V [kN]

max = 31.47 kN

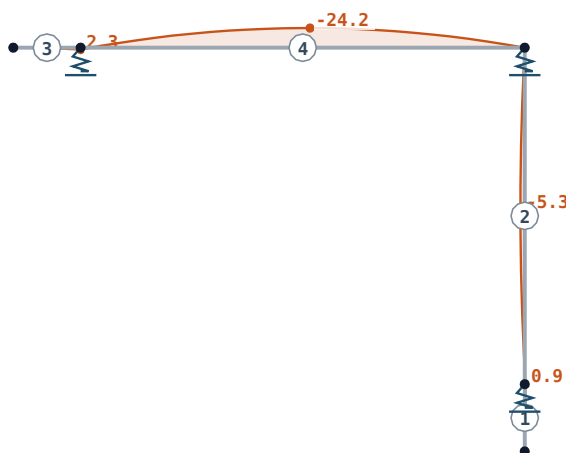


Figuur en tabel hieronder: BGT kar. · Q leid.. De MAATGEVENDE waarden voor de toetsing staan in "Maatgevende balkkrachten (omhullende UGT)".

Balk	V_max [kN]	positie
1	3,66	x = 0,50 m
2	-9,52	x = 0,00 m
3	9,32	x = 0,50 m
4	-31,47	x = 0,00 m

Moment M [kNm]

max = 24.22 kNm

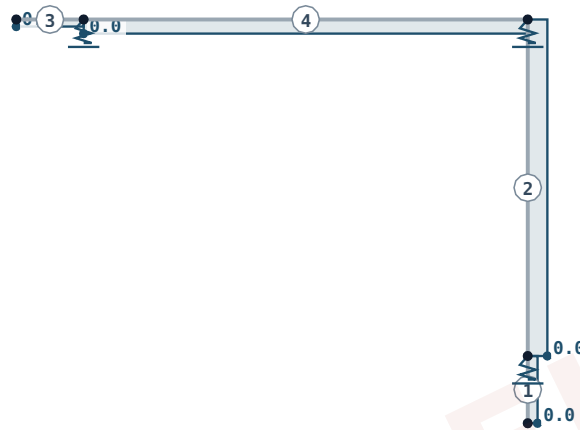


Figuur en tabel hieronder: BGT kar. · Q leid.. De MAATGEVENDE waarden voor de toetsing staan in "Maatgevende balkkrachten (omhullende UGT)".

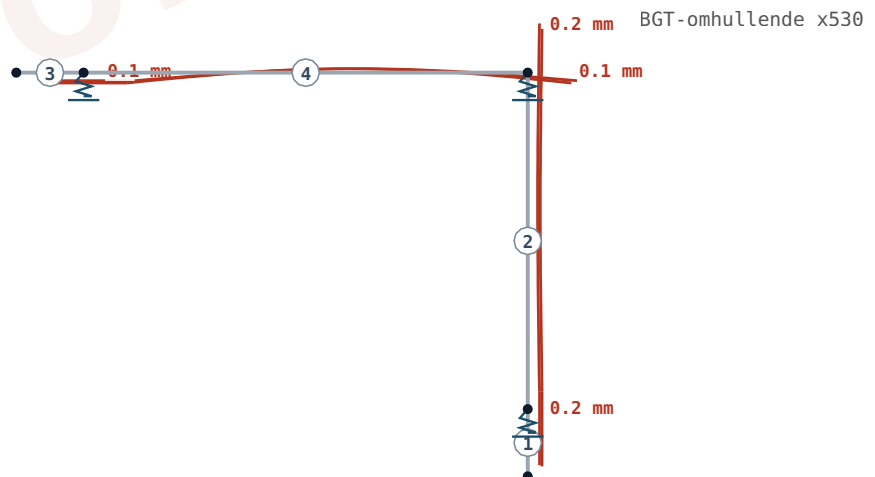
Balk	M_max [kNm]	positie
1	0,92	x = 0,50 m
2	-5,27	x = 1,29 m
3	2,33	x = 0,50 m
4	-24,23	x = 1,70 m

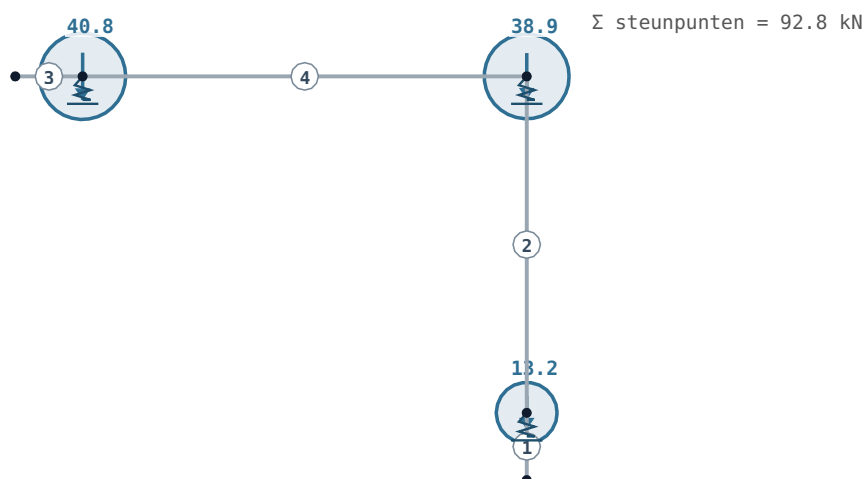
Torsie T [kNm]

max = 0 kNm



Zakking



Oplegreacties [kN]

3D-isometrie

Toetsing (unity-checks): per balk de maatgevende UC over buiging, dwarskracht en torsie. Groen $\leq 1,0$ (voldoet), rood $> 1,0$ (afgekeurd). Gebaseerd op de maatgevende UGT-combinatie.

3D-isometrie ter illustratie. Vervorming sterk overdreven weergegeven.

Eurocode-combinaties (NEN-EN 1990)

Gevolgsklasse CC1 ($K_{FI} = 0,90$). UGT-methode 6.10a/b. Maatgevende omhullende over alle UGT-combinaties.

Maatgevende balkkrachten (omhullende UGT)

Balk	V [kN]	M [kNm]	T [kNm]	x_M [m]	maatg. comb. (M)
1	4,12	1,03	0,00	0,50	6.10a
2	-10,70	-5,93	0,00	1,29	6.10a
3	9,32	2,33	0,00	0,50	6.10b · Q leid.
4	-31,47	-24,23	0,00	1,70	6.10b · Q leid.

Doorgerekende combinaties

Grenstoestand	Combinatie	Factoren
UGT	6.10a	$1,22 \cdot G + 0,54 \cdot Q$
UGT	6.10a · alleen G	$1,22 \cdot G + 0,00 \cdot Q$
UGT	6.10b · Q leid.	$1,08 \cdot G + 1,35 \cdot Q$
UGT	EQU · Q leid. (G gunst.)	$0,90 \cdot G + 1,35 \cdot Q$
UGT	EQU · alleen G	$0,90 \cdot G + 0,00 \cdot Q$
BGT	BGT kar. · Q leid.	$1,00 \cdot G + 1,00 \cdot Q$
BGT	BGT quasi-blijv.	$1,00 \cdot G + 0,30 \cdot Q$

UGT 6.10a: $1,35 \cdot K_{FI} \cdot G + 1,5 \cdot K_{FI} \cdot \psi_0 \cdot Q$. 6.10b: $0,89 \cdot 1,35 \cdot K_{FI} \cdot G + 1,5 \cdot K_{FI} \cdot Q_{lead} + 1,5 \cdot K_{FI} \cdot \psi_0 \cdot Q_{overig}$.

Constructieve toetsing — unity-checks (UGT)

Resultaat toetsing: hoogste UC = 0,37 (beton 0,37). Alle getoetste balken VOLDOEN aan de gecontroleerde grenstoestanden.

Betontoets — doorsnede (NEN-EN 1992-1-1)

Balk	b×h	beton	A _s onder/ boven	d	x/d	M _{Ed}	M _{Rd}	V _{Ed}	V _{Rd}	T _{Ed}	UC _M	UC _V	UC _T	UC	oordeel	code
1	350×500	C30/37	339 / 339	451	0,06	1,0	65,0	4,1	295,7	0,0	0,02	0,01	0,01	0,02	OK	S
2	350×500	C30/37	339 / 339	451	0,06	5,9	65,0	10,7	295,7	0,0	0,09	0,04	0,02	0,09	OK	—
3	350×500	C30/37	339 / 339	451	0,06	2,3	65,0	9,3	295,7	0,0	0,04	0,03	0,02	0,04	OK	S
4	350×500	C30/37	339 / 339	451	0,06	24,2	65,0	31,5	295,7	0,0	0,37	0,11	0,06	0,37	OK	—

Het VELDMoment (trek onder) is getoetst tegen de ONDERwapening en het STEUNmoment (trek boven) tegen de BOVENwapening; M_{Ed}, M_{Rd} en d in de tabel horen bij de maatgevende van die twee. Een balk voldoet als $UC \leq 1,0$ én de doorsnede ductiel en maakbaar is ($x/d \leq 0,45$; de staven passen naast elkaar). Codes in de kolom "code": — = voldoet, geen bijzonderheid (veldmoment maatgevend). S = steunmoment maatgevend (getoetst op de bovenwapening) — voldoet.

Toegepaste formules en normverwijzingen (NEN-EN 1992-1-1)

grootheid	formule	norm
M _{Rd} — buiging	$x/d = A_s \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd})$; $z = d(1 - 0,4 \cdot x/d)$; $M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	§3.1.7 rechthoekig spanningsblok
x/d — ductiliteit	$x/d \leq 0,45$	§5.6.3 / 9.2.1.1
V _{Rd} — dwarskracht	$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s} \text{ (beugels, } \theta = 21,8^\circ \text{) of } V_{Rd,c}; V_{Rd,max})$	§6.2; V _{Rd,max} = drukdiagonaal 6.2.3(3)
t _{ef} , A _k — torsiebuis	$t_{ef} = A/u$; $A_k = (b - t_{ef})(h - t_{ef})$	§6.3 dunwandige-buis-model
UC _T — torsie + dwarskracht	$T_{Ed}/T_{Rd,max} + V_{Ed}/V_{Rd,max}$	(6.29)
UC _T — zodra torsiewapening vereist is (†)	$T_{Ed}/T_{Rd,s} + V_{Ed}/V_{Rd,s}$ op de gesloten beugels	(6.31) bepaalt de wapeningsplicht
A _{sl} — torsielangswapening	$A_{sl} = T_{Ed} \cdot u_k \cdot \cot \theta / (2 \cdot A_k \cdot f_{yd})$, getoetst tegen wat er na de buigbehoefte overblijft	(6.28)
vrije staafafstand — maakbaarheid	$\geq \max(\emptyset; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}) = \max(\emptyset; 21 \text{ mm})$ bij $d_g = 16 \text{ mm}$	§8.2(2)

Zelfde grondslag als de deterministische betonligger-rekenkern.

Lineair-elastische 1e-orde roosterberekening — directe stijfheidsmethode (buiging + torsie).

17. ZETTING VAN DE FUNDERING (3D-GRONDMODEL) — FUNDERINGSLASTEN UIT... (MODELUITVOER — geo3d-solver)

De volledige berekening online (geo3d-solver)

Invoer, uitvoer en toetsing van dit model zijn hier volledig in te zien en na te rekenen in de rekentool waarmee het is doorgerekend — ook door de toetsende instantie, zonder account. Hieronder staan de modelgegevens en de conclusie.

https://statischeberekening.nl/berekening/0ye_-0i-UL9OZxk9QJQI_w/13

Toepassing

Onderwerp	Toelichting
Fundering	Zetting van de fundering (3D-grondmodel) — funderingslasten uit de 3D-FEM
Aandachtspunt	grondprofiel BRO-sondering CPT000000036259 op 897 m afstand (5 gemeten lagen tot 14,9 m) (indicatief, VERIFIEER met sondering)
Fundering	grondmodel vanaf het AANLEGNIVEAU 0,80 m -mv (de vaste laag begint pas op 7,00 m -mv (meer dan 1,5 m); fundering op staal is hier niet de aangewezen wijze) — de grond daarboven is weggegraven of staat naast de fundering en draagt niet mee; een plaatfundatie in hetzelfde model staat dan op grondverbetering tot dat niveau (AANNAME, VERIFIEER)
Belasting	lasten voor de zetting: BGT-combinatie 'BGT kar., Veranderlijk vloer (Q) leidend' (gamma 1,0, zonder KfI; de zwaarste $ \Sigma \sigma_{Rz} $ van alle BGT-combinaties, karakteristiek en quasi-blijvend; NEN-EN 1997-1 §2.4.8(2)/§6.6.2, NEN-EN 1990 §6.5.3 — de NL-NB daarbij is niet ingezien) — $\Sigma \sigma_{Rz}$ 2628,9 kN; de UGT-rekenwaarden blijven de N_{Ed} van de strook-/funderingsmodule; de tijdsafhankelijke zetting (consolidatie/kruip) zit niet in dit lineair-elastische increment
Schematisering	getoetst is de EXTRA zetting door deze verbouwing: de bestaande woning staat al jaren op deze grond en is onder haar eigen gewicht al gezet, die zetting komt niet terug.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT de funderingslasten in dit grondmodel zijn de TOENAME, samen 91,3 kN (het hele pand zonder ingreep: 2618,5 kN): per funderingsobject de last uit het 3D-model met de ingreep min die van hetzelfde pand zonder ingreep (zelfde grond en BGT-combinatie), en een nieuwe gebedde plaat op zijn eigen last; een ontlasting (het weggebroken metselwerk van een doorbraak, of de last die de stijve nieuwe plaat in het eenstapsmodel van de bestaande lijnen wegtrekt) is niet afgetrokken - de veilige kant
Wanden	de 2 nieuwe paal/palen staan in dit grondmodel op de EIGEN last van het nieuwe werk (86,4 kN) en niet op de reactie uit het 3D-model (1358,2 kN): een paal is daarin veel stijver dan de wandvoeten van de woning en trekt in dat eenstapsmodel woninglast naar zich toe, terwijl de woning al op haar eigen fundering stond

Onderwerp	Toelichting
Verbouwing in het model	getoetst is ook de RELATIEVE ROTATIE van de nieuwe fundering ten opzichte van de bestaande woning: het verschil in zetting tussen de aansluiting op de woning en de verste rand van de nieuwe fundering, gedeeld door die afstand, met als grens 1/500 (NEN-EN 1997-1 bijl. H.1) - de aanbouw is aan de woning verbonden, dus als hij zakt en de woning niet, draait hij ten opzichte van de woning.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT de rotatie is bepaald op 3 meetlijn(en) langs de aansluiting (op 1/6, 1/2 en 5/6 ervan) en de grootste telt; de woning zakt daarin alleen onder haar EIGEN extra last, want de grond onder de oude fundering is al decennia voorbelast (bij herbelasting veel stijver) en de woning is een stijve doos - het lineair-elastische grondblok zou haar anders met de nieuwe fundering meetrokken en de rotatie in de zettingskom laten verdwijnen; voldoet hij niet, dan hoort er een aansluiting die de verschilzetting kan volgen (een dilatatievoeg en een dakoplegging op de gevel die mag meezakken) of een fundering op palen
Fundering	de 2 paalpunt(en) staan als PALEN in het grondmodel: een verstijfde kolom van het aanlegniveau tot de paalpunt op 7,50 m -mv (AFGELEID uit het grondprofiel: de eerste draagkrachtige laag (zand matig of vaster, minstens 1,0 m dik) begint op 7,00 m -mv en de punt staat 0,50 m daarin, zoals in de paalberekening - VERIFIEER met de paalberekening), zodat de last via de paal naar de draagkrachtige laag zakt; de draagkracht van de paal zelf toetst de paalberekening
Wanden	fundering in het model: 3 funderingsobject(en) — 0 wandvoetlijn(en), elk met de GEMIDDELDE lijnlast van dat wandvoetsegment + 3 puntsteun(en) (de som is de TOENAME hierboven, niet Sigma-Rz van het pand; de PIEK per segment staat in het strooklabel en blijft de maatgevende N;Ed van de strook-funderingsmodule).
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: de buigstijfheid van de funderingsstrook/-plaat zelf (de last staat als oppervlaktedruk op het maaiveld, dus de lastspreiding door het beton telt niet mee); de strookbreedte is een aanname; de toelaatbare zetting van 25 mm is de STANDAARDWAARDE VAN DE REKENTOOL, geen normwaarde en niet uit dit project afgeleid - stel hem per project vast;
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: de grondsterkte (Mohr-Coulomb).
Schematisering	Dit is een increment-analyse zonder eigen gewicht van de grond - dat is juist voor de ZETTING (de geostatistische zetting is al opgetreden), maar er is dan geen opsluitspanning en dus geen zinvolle schuifsterktetoets.
Fundering	Het oordeel van deze module gaat over de zetting; de draagkracht/grondsterkte wordt door de funderingsmodule getoetst

Het rekenmodel is met deze schematisering en belasting doorgerekend.

Maatgevende unity check $UC = 0,26$ — voldoet (indicatief; de constructeur verifieert de schematisering).

Aandachtspunt — de constructeur bevestigt de schematisering, steunpunten en uitkomsten van dit solvermodel bij de goedkeuring.

3D Grond-FEM — zettings-/spanningsanalyse

Project: Zetting fundering — lasten uit de 3D-FEM (-)

Datum: -

Constructeur: -

Model

Blok 10.8 x 11 x 11.7 m, mesh 40x40x16 (Hex8, 25600 elementen).

Laag 1: Klei, slap, dikte 2.5 m, E 3 MPa, ν 0.35, γ 14 kN/m³, ϕ' 17.5 gr, c' 5 kN/m²

Laag 2: Leem, dikte 3.7 m, E 10 MPa, ν 0.33, γ 19 kN/m³, ϕ' 27.5 gr, c' 2 kN/m²

Laag 3: Grind, dikte 1.3 m, E 70 MPa, ν 0.3, γ 21 kN/m³, ϕ' 37.5 gr, c' 0 kN/m²

Laag 4: Veen, dikte 2.3 m, E 1.5 MPa, ν 0.35, γ 10.5 kN/m³, ϕ' 15 gr, c' 3 kN/m²

Laag 5: Klei, vast, dikte 1.9 m, E 12 MPa, ν 0.33, γ 20 kN/m³, ϕ' 27.5 gr, c' 2 kN/m²

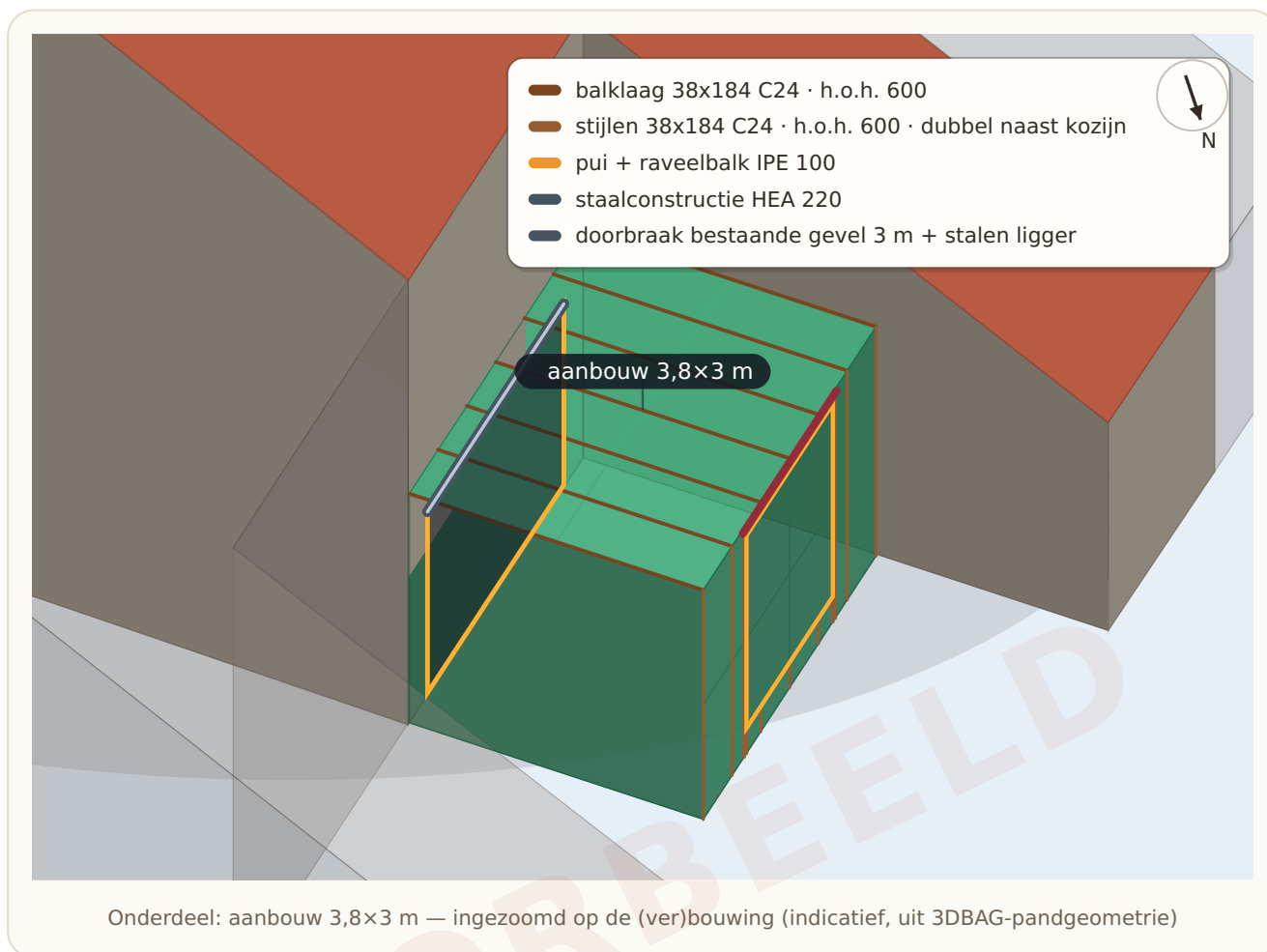
Belasting $q = 0$ kN/m² op 0 x 0 m.

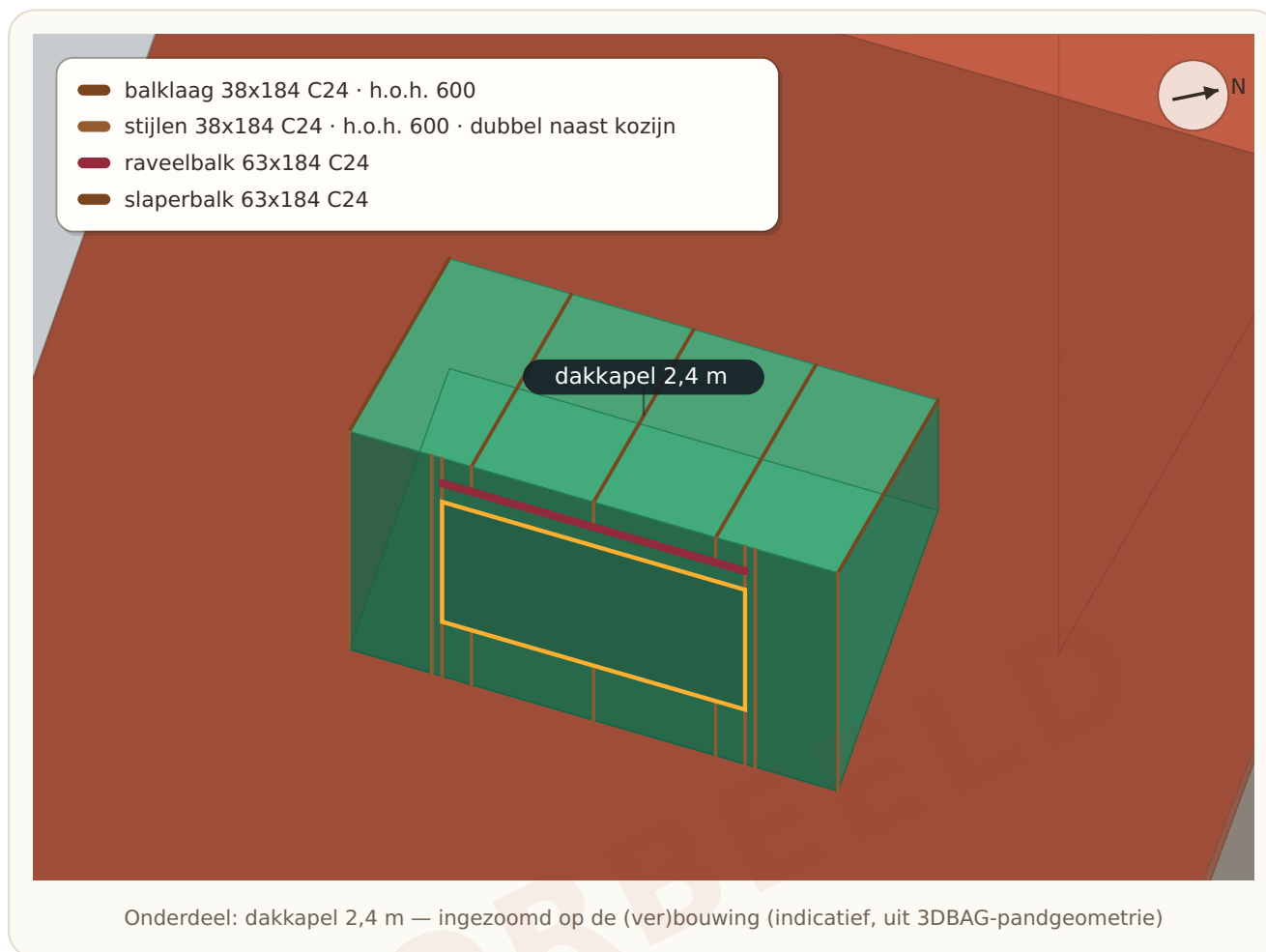
VOORBEELD

18. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Nr.	Onderdeel	Toe te passen	Max. UC	Oordeel
1	Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)	raveelbalk (nok) 63x184 mm C24 + raveelbalk (voorzijde) 63x184 mm C24	0,30	voldoet
2	Muurplaat-verankering windopwaaiing	ankers h.o.h. ≤ 1000 mm (5,0 kN/anker)	0,21	voldoet
3	Houten balklaag	38x184 mm C24	0,46	voldoet
4	Houten balklaag	38x184 mm C24	0,08	voldoet
5	Betonvloer 1-richting	plaat 200 mm, Ø12-250	0,81	voldoet
6	Stalen ligger	HEA 220	0,03	voldoet
7	Stalen ligger	IPE 100	0,07	voldoet
8	Houten gevelstijl	38x184 mm C24	0,20	voldoet
9	Houten gevelstijl	38x184 mm C24	0,05	voldoet
10	Metselwerkpenant	100x400 mm Kalkzandsteen CS12	0,14	voldoet
11	Rekenmodel — fem3d-solver	Strook 600x200 · Fundatiebalk 350x500 · Buispaal Ø168 · plaat 100 mm Beton C30/37 · plaat 100 mm Hout C24 (+7)	1,10	te verifiëren (modelartefact)
12	Druk-/trekpaal	Ø168 mm rond, L_schacht 8,0 m	0,20	voldoet
13	Rekenmodel — rooster-solver	zie de modeluitvoer	0,37	voldoet (indicatief)
14	Rekenmodel — geo3d-solver	zie de modeluitvoer	0,26	voldoet (indicatief)

11 van de 14 beschouwde onderdelen voldoen op de geautomatiseerde toetsen; 3 rekenmodellen worden door de constructeur geverifieerd; maatgevend is Betonvloer 1-richting — Begane-grondvloer aanbouw met UC 0,81. Voorgestelde constructie per onderdeel (indicatief; de profielen staan in de berekeningstabellen hierboven en in de overzichtstekening):





De aandachtspunten per onderdeel worden door de constructeur bij de goedkeuring bevestigd.

Geldigheid en grondslag

- Geldig in de door de constructeur goedgekeurde versie; door die goedkeuring neemt hij de verantwoordelijkheid voor de uitgangspunten en de toetsing.
- De berekening geldt voor het vermelde bouwadres en de aangenomen uitgangspunten; wijzigt de situatie, dan is een herziene berekening nodig.
- Op de advisering en deze constructieberekening is de DNR 2011 (De Nieuwe Regeling 2011, rechtsverhouding opdrachtgever–adviseur) van toepassing; bij levering aan een consument geldt daarnaast dwingend Nederlands consumentenrecht.

19. OVERZICHTEN

Hieronder een schematische constructieve overzichtstekening met de toe te passen profielen.

VOORBEELD

Constructieve overzichtstekening

schematisch — de toe te passen onderdelen uit deze berekening



Stalen ligger

toe te passen: HEA 220



Metselwerkpenant

toe te passen: 100x400 mm Kalkzandsteen CS12



Houten balklaag

toe te passen: 38x184 mm C24



Betonvloer 1-richting

toe te passen: plaat 200 mm, Ø12-250



Druk-/trekpaal

toe te passen: Ø168 mm rond, L_schacht 8,0 m



Houten gevelstijl

toe te passen: 38x184 mm C24



Stalen ligger

toe te passen: IPE 100



Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)

toe te passen: raveelbalk (nok) 63x184 mm C24 + raveelbalk (voorzijde) 63x184 mm C24



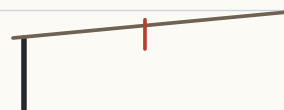
Houten balklaag

toe te passen: 38x184 mm C24



Houten gevelstijl

toe te passen: 38x184 mm C24



Muurplaat-verankering windopwaaing

toe te passen: ankers h.o.h. ≤ 1000 mm (5,0 kN/anker)

Schets ter orientatie; de constructietekening met oplegging en aansluitingen maakt geen deel uit van dit document.

Constructieve overzichtstekening — toe te passen profielen

- Aandachtspunt — de constructieve overzichtstekening wordt door de constructeur bevestigd of vervangen door de definitieve constructietekening met oplegging en aansluitingen (bij de goedkeuring).

VOORBEELD

BIJLAGE — PROFIELEIGENSCHAPPEN (STAAL)

Profiel	h [mm]	b [mm]	gewicht [kg/m]	I _y [cm ⁴]	W _{pl;y} [cm ³]	Av _z [cm ²]
HEA 220	210	220	50,50	5.410	568,50	20,70
IPE 100	100	55	8,10	171	39,40	5,08

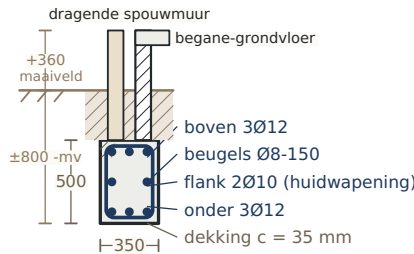
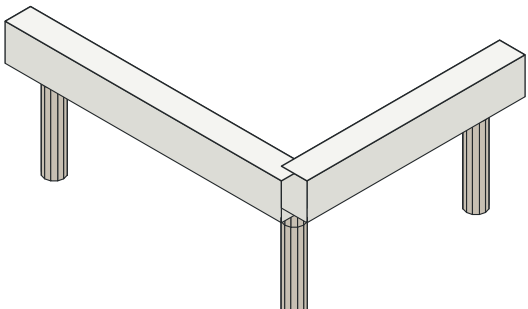
Waarden uit een standaard profieltabel (ArcelorMittal); de constructeur verifieert deze tegen een actuele tabel.

UITVOERINGSSTUKKEN — WERKTEKENINGEN

Vorm- en werktekeningen van de constructie (alleen vorm en wapening/configuratie; de onderbouwing staat in de berekening hierboven). Uitvoering uitsluitend na goedkeuring door de constructeur.

VOORBEELD

FUNDERINGSPLAN / PALENPLAN — bovenaanzicht



DOORSNEDE A-A · Fundatiebalk 350x500 · C30/37 / B500B · beugels 2-snedig
RENVOOI PALEN

sym	type	afmeting	lengte	aantal
○	Buispaal Ø168	Ø168 mm	n.t.b. (sondering)	3

RENVOOI MATERIALEN

beton	C30/37
betondekking	35 mm
milieuklasse	XC1
wapeningsstaal	B500B

OPMERKINGEN

- Maten in m (plattegrond) en mm (doorsneden); maatvoering in het werk controleren.
- Wapening (incl. bijleg) is bepaald in de bijbehorende berekening SB-20260927-0234 — dit blad toont alleen vorm en configuratie.
- Uitvoering pas na goedkeuring door de constructeur (status DEFINITIEF).

statischeberekening.nl			
ing. P.M.M. Lankhorst			
Project	Uitbouw of aanbouw		
Onderwerp	Funderingsplan — balkenrooster (vorm + wapening)		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Uitbouw of aanbouw		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20260927-0234-W01	Blad	1
Schaal	1:17	Formaat	A3 (liggend)
Datum	27-09-2026	Getekend	automatisch — rekenkern
Status	VOORBEELD		
Gecontroleerd	— (constructeur, vóór uitvoering)		
Rev	Datum	Omschrijving	
0	27-09-2026	eerste uitgave	

BUIGSTAAT / WAPENINGSSTAAT — fundatiebalken

merk	vorm	Ø (mm)	aantal	lengte/staaf (mm)	totaal (m)	gewicht (kg)
Doorsnede Fundatiebalk 350x500 — 350×500 mm, dekking c = 35 mm, lopende lengte 6,8 m						
O1		Ø12	3 doorlopend	L + stek/las	22,4	20
B1		Ø12	3 doorlopend	L + stek/las	22,4	20
F1		Ø10	2 doorlopend (flank)	L + stek/las	15	9
S1		Ø8	46 st. · h.o.h. 150	1580 (omtrek)	72,7	29
Totaal betonstaal (indicatief, excl. bijleg):						78 kg

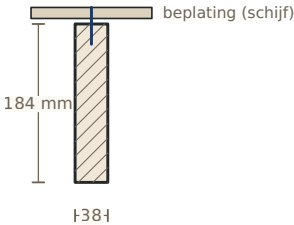
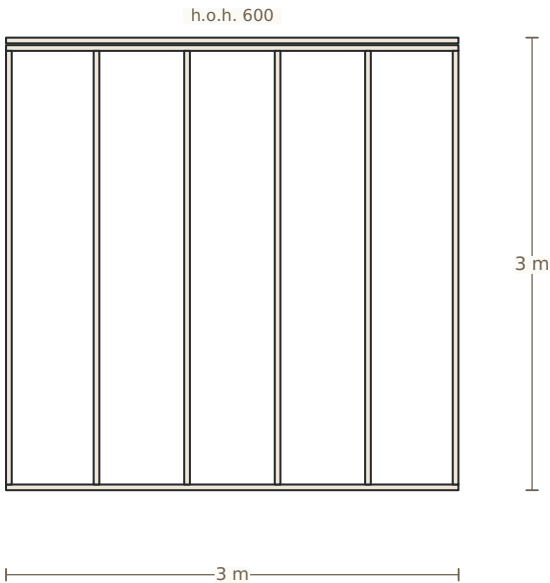
OPMERKINGEN

- Buigstaat INDICATIEF: staaflengtes incl. ~10% stek/las; beugellengte = omtrek + 2 haken (~10Ø).
- Exacte stek-/las- en verankeringslengtes + buigmaten volgens het uitvoeringsdetail (NEN-EN 1992-1-1).
- Betonstaal B500B; dekking en milieuklasse conform de doorsnede op W-01.
- Uitvoering pas na goedkeuring door de constructeur (status DEFINITIEF).

statischeberekening.nl			
ing. P.M.M. Lankhorst			
Project	Uitbouw of aanbouw		
Onderwerp	Buigstaat / wapeningsstaat — fundatiebalken		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Uitbouw of aanbouw		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20260927-0234-W02	Blad	2
Schaal	—	Formaat	A4 (liggend)
Datum	27-09-2026	Getekend	automatisch — rekenkern
Status	VOORBEELD		
Gecontroleerd	— (constructeur, vóór uitvoering)		
Rev	Datum	Omschrijving	
0	27-09-2026	eerste uitgave	

HSB-WANDEN — wandenoverzicht (stijlen + regels)

WAND A — zijgevel links

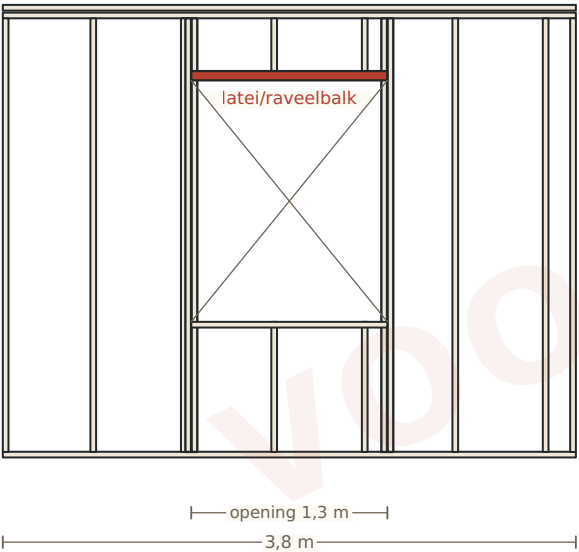


DETAIL A — stijl 38x184 C24 + beplating (schroeven h.o.h. 150)

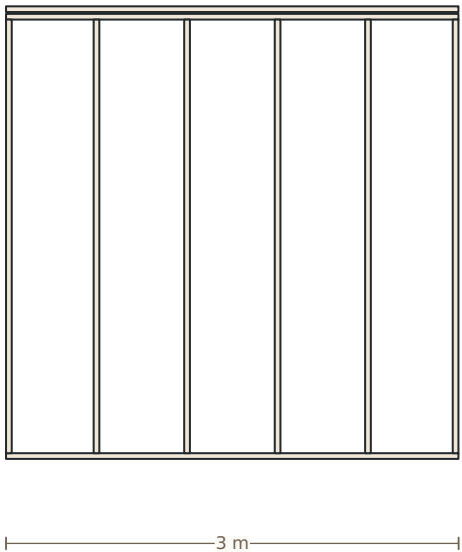
RENVOOI MATERIALEN

hout	C24 (stijlen/regels 38x184)
beplating	OSB/3 of gelijkwaardig — schijfwerking
bevestiging	schroeven rondom, h.o.h. 150 mm
verankering	onderregel aan de fundering — reviewpunt

WAND B — achtergevel



WAND C — zijgevel rechts



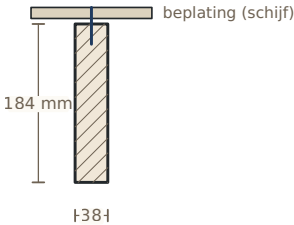
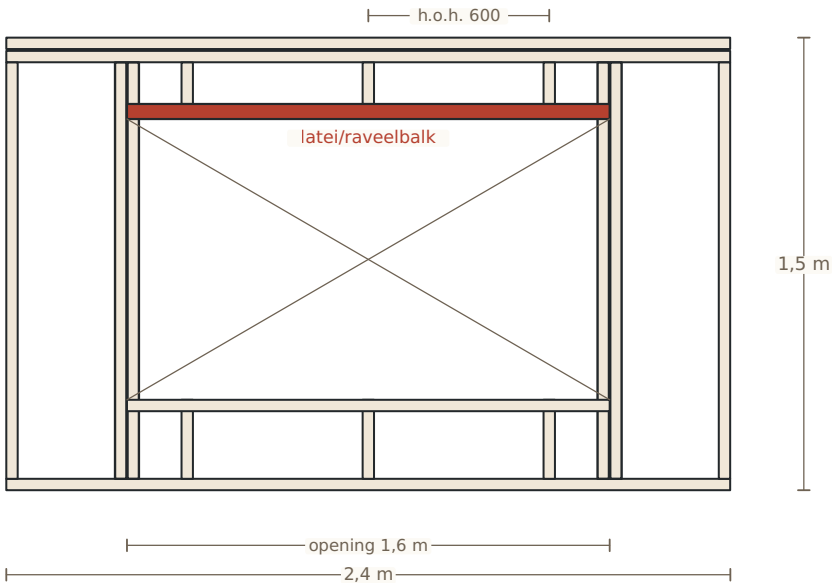
OPMERKINGEN

- Maten in mm; wandlengte, openingpositie en kozijnmaat volgens de bouwkundige tekening.
- Stijlprofiel + latei zijn gedimensioneerd in de bijbehorende berekening SB-20260927-0234; dit blad toont alleen de configuratie.
- De beplating steunt de zwakke as ($k_c; z = 1,0$) en moet als SCHIJF werken: rondom bevestigd volgens het renvooi (§9.2.5) — capaciteit per bevestiging reviewpunt.
- Dubbele stijlen naast de gevelopening dragen de latei-oplegreactie af.
- Uitvoering pas na goedkeuring door de constructeur (status DEFINITIEF).

statischeberekening.nl			
ing. P.M.M. Lankhorst			
Project	Uitbouw of aanbouw		
Onderwerp	HSB-wanden — wandenoverzicht (vorm/configuratie)		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Uitbouw of aanbouw		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20260927-0234-W03	Blad	3
Schaal	—	Formaat	A3 (liggend)
Datum	27-09-2026	Getekend	automatisch — rekenkern
Status	VOORBEELD		
Gecontroleerd	— (constructeur, vóór uitvoering)		
Rev	Datum	Omschrijving	
0	27-09-2026	eerste uitgave	

DAKKAPEL-HSB — voorwand (kozijn) + zijwangen (stijlen + regels)

Voorwand dakkapel (met kozijn)

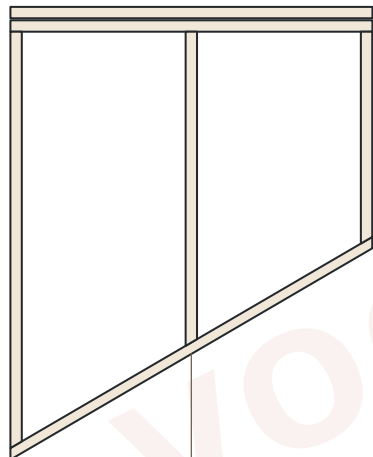


DETAIL A — stijl 38x184 C24 + beplating (schroeven h.o.h. 150)

RENVOOI MATERIALEN

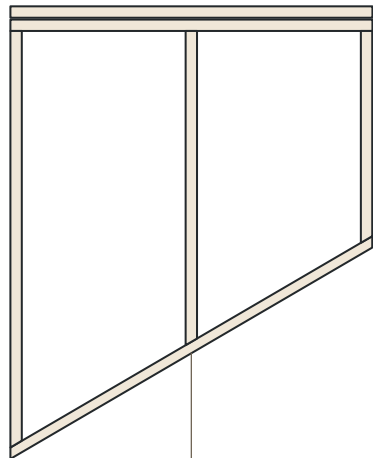
hout	C24 (stijlen/regels 38x184)
beplating	OSB/3 of gelijkwaardig — schijfwerking
bevestiging	schroeven rondom, h.o.h. 150 mm
verankering	onderregel op de verdiepingsvloer/slaperbalk — reviewpunt

Zijwang links (diepte)



onderregel volgt de slaperbalk — dakhelling 30°

Zijwang rechts (diepte)



onderregel volgt de slaperbalk — dakhelling 30°

OPMERKINGEN

- Maten in mm; wandlengte, openingpositie en kozijnmaat volgens de bouwkundige tekening.
- Stijlprofiel + latei zijn gedimensioneerd in de bijbehorende berekening SB-20260927-0234; dit blad toont alleen de configuratie.
- De beplating steunt de zwakke as ($k_c/z = 1,0$) en moet als SCHIJF werken: rondom bevestigd volgens het renvooi (§9.2.5) — capaciteit per bevestiging reviewpunt.
- Dubbele stijlen naast de gevelopening dragen de latei-oplegreactie af.
- Uitvoering pas na goedkeuring door de constructeur (status DEFINITIEF).

statischeberekening.nl			
ing. P.M.M. Lankhorst			
Project	Uitbouw of aanbouw		
Onderwerp	Dakkapel-HSB — voorwand (kozijn) + zijwangen (vorm/c		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Uitbouw of aanbouw		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20260927-0234-W05	Blad	5
Schaal	—	Formaat	A3 (liggend)
Datum	27-09-2026	Getekend	automatisch — rekenkern
Status	VOORBEELD		
Gecontroleerd	— (constructeur, vóór uitvoering)		
Rev	Datum	Omschrijving	
0	27-09-2026	eerste uitgave	

EINDE RAPPORT

Dit document is compleet tot en met deze pagina.

VOORBEELD