statischeberekening.nl

Statische berekening

Uitbouw of aanbouw

VOORBEELD — bedacht werk, geen geldige berekening; een geleverde berekening is door de constructeur gecontroleerd en goedgekeurd

OPDRACHTGEVER

Voorbeeld — Uitbouw of aanbouw

BOUWADRES

Operastraat 11, Enschede

RAPPORTNUMMER

SB-20261001-0250

DOCUMENTDATUM

n.v.t. (voorbeeld)

REVISIE

0

Getoetst volgens NEN-EN 1990/1991/1992/1993/1995/1996/1997 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 (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.

Geldigheid en grondslag

- Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande revisie haar geldigheid; losse fragmenten van dit document zijn niet geldig.
- 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.

VOORBEELD

Inhoudsopgave

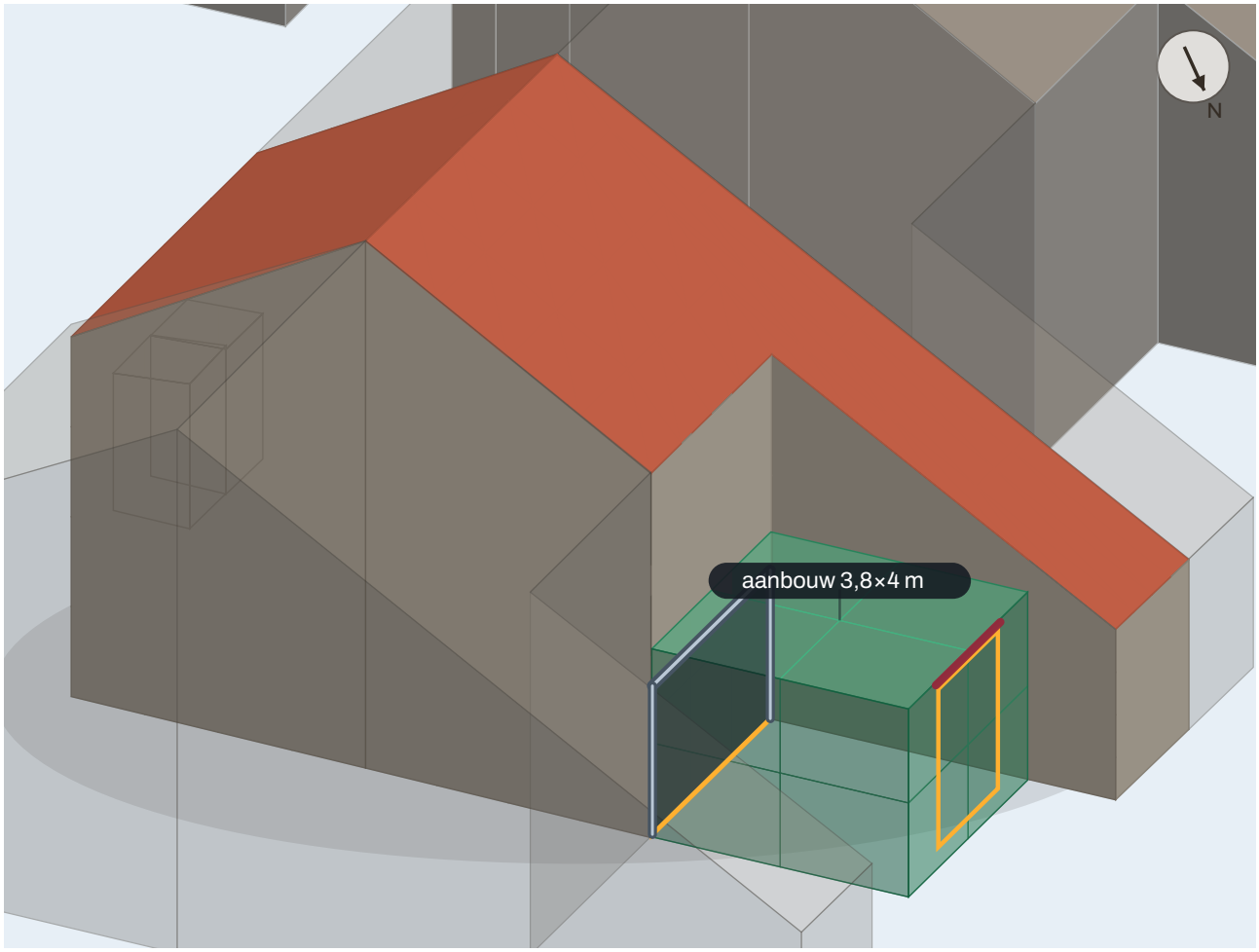
1. Algemene uitgangspunten 3
2. Belastingfactoren 5
3. Belastingaanname 5
4. Berekeningen 7
    4.1. Houten balklaag — Dakbalklaag aanbouw 7
    4.2. Prefab vloerplaat — benodigd draagvermogen (kanaalplaat/staalplaatbeton) — Begane-grondvloer aanbouw 10
    4.3. Stalen ligger — Draagbalk boven pui 12
    4.4. Stalen portaal — ligger boven doorbraak 15
    4.5. Houten gevelstijl — HSB-gevelstijl aanbouw 18
    4.6. Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel 20
    4.7. Druk-/trekpaal — Drukpaal 38
    4.8. Fundatiebalken — balkenrooster op palen 41
    4.9. Zetting van de fundering (3D-grondmodel) 49
5. Samenvatting en conclusie 53
6. Constructieve overzichten 54
Bijlage — profieleigenschappen (staal) 54
Revisiebeheer 2

1. Algemene uitgangspunten

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	Houten balklaag	Dakbalklaag aanbouw — balklaag overspant de diepte —
2	Prefab vloerplaat — benodigd draagvermogen (kanaalplaat/ staalplaatbeton)	Begane-grondvloer aanbouw
3	Stalen ligger	Draagbalk boven pui in de aanbouwgevel
4	Stalen portaal	Stalen ligger boven doorbraak (westgevel)
5	Houten gevelstijl	HSB-gevelstijl aanbouw
6	Rekenmodel — fem3d-solver	Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel
7	Druk-/trekpaal	Drukpaal onder de aanbouw-fundatiebalken
8	Rekenmodel — rooster-solver	Fundatiebalken — balkenrooster op palen
9	Rekenmodel — geo3d-solver	Zetting van de fundering (3D-grondmodel)



3D-impressie van het pand en de belendende panden (indicatief, uit 3DBAG-pandgeometrie)

VOORBEELD



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 ≤ 1,00

VOORBEELD

2. Belastingfactoren

- Normen: NEN-EN 1990, NEN-EN 1991, 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	fy = 235 N/mm², E = 210 000 N/mm²	$\gamma_{M0} = 1{,}00$
Constructiehout	NEN-EN 1995	k_mod/k_def per klimaatklasse en lastduur; sterkteklasse per sectie	$\gamma_M = 1{,}30$
Beton + wapening B500	NEN-EN 1992	sterkteklasse per sectie	$\gamma_C = 1{,}50 \cdot \gamma_S = 1{,}15$

Gevolgklasse, belastingcombinaties en doorbuigingseisen (projectbreed):

Onderwerp	Waarde
Gevolgklasse / KFI	CC1 → KFI = 0,90 (projectbreed, alle onderdelen)
Combinatie 6.10a	KFI·(1,35·g + 1,5·ψ0·q)
Combinatie 6.10b	KFI·(1,20·g + 1,5·q)
ψ0 opgelegde vloerlast	0,40 (dak ψ0 = 0,0)
Doorbuiging staal	$w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$ en $w_{bij} \leq 0{,}003 \cdot L$ (NL NB); hout per sectie

VOORBEELD

3. Belastingaanname

Onderwerp	Waarde
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede (locatie voor het windklimaat)
Gebouwfunctie	woning (cat. A) — vloerlast qk = 1,75 kN/m² · ψ0 = 0,40
Ontwerplevensduur	50 jaar
Windklimaat	gebied III · terrein bebouwd · hoogte 7,6 m
Piekdruk qp	0,50 kN/m² (NEN-EN 1991-1-4 + NB)
Gevelwinddruk (zone A)	0,70 kN/m²

Grondonderzoek — 1 sondering(en) ingeladen (projectbreed)

Sondering	Locatie (RD)	mv [m NAP]	qc~1 m [MPa]
CPT000000036259 **[MAATGEVEND]**	262753/470899	41,00	0,06

Maatgevend qc = 0,06 MPa → indicatieve φ′ ~ 27,50 graden; te slap voor op staal → drukpaal geadviseerd. De grondparameters en de funderingswijze zijn een VOORSTEL uit de sondering; de constructeur verifieert de q_c-interpretatie en de funderingswijze.

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

Bron	Gegeven (indicatief)
Locatie brongegevens (PDOK Locatieserver)	Operastraat 11, 7534EG Enschede
3D-pandmodel (3DBAG)	hoogte ~7,6 m boven maaiveld, dak hellend ~30 graden (uit 3D-geometrie), ~3 bouwlagen (geschat uit de gebouwhoogte), aangebouwd/rijtjes, plattegrond BAG-pand ~8,9 × 6,1 m, footprint ~54 m², volume ~385 m³ **[BAG-pand 0153100000209584]**
Maaiveldhoogte (put)	+38,54 m NAP

Bron	Gegeven (indicatief)
Grondwaterstand (BRO)	GHG ~1,0 m-mv / GLG ~2,0 m-mv (peilbuis GMW000000030457, ~71 m); INDICATIEF uit de filterdiepte van de put, geen meetreeks
Kadastraal perceel (Kadaster)	Lonneker F 5593, kavel ~156 m²
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. Houten balklaag — Dakbalklaag aanbouw	g_k 0,50 kN/m²
2. Prefab vloerplaat — benodigd draagvermogen (kanaalplaat/ staalplaatbeton) — Begane-grondvloer aanbouw	conform de belastingaanname hierboven
3. Stalen ligger — Draagbalk boven pui	g_k 1,00 kN/m · q_k 2,00 kN/m · 1 lastpost(en) uit de catalogus
4. Stalen portaal — ligger boven doorbraak	q_k 7,30 kN/m · g perm 34,60 kN/m
5. Houten gevelstijl — HSB-gevelstijl aanbouw	N_{perm} 0,60 kN · N_{var} 1,20 kN · N latei perm 0,90 kN · N latei var 1,90 kN
6. Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel	belastingen in het rekenmodel zelf (zie het hoofdstuk van het model en de inzagelink)
7. Druk-/trekpaal — Drukpaal	N_{Ed} 69,00 kN · negatieve kleef 17,90 kN
8. Fundatiebalken — balkenrooster op palen	belastingen in het rekenmodel zelf (zie het hoofdstuk van het model en de inzagelink)
9. Zetting van de fundering (3D-grondmodel)	belastingen in het rekenmodel zelf (zie het hoofdstuk van het model en de inzagelink)

VOORBEELD

4. Berekeningen

Per onderdeel het statische schema, de belastingen en de toetsing; de toe te passen profielen staan samengevat in hoofdstuk 5.

4.1. Houten balklaag — Dakbalklaag aanbouw

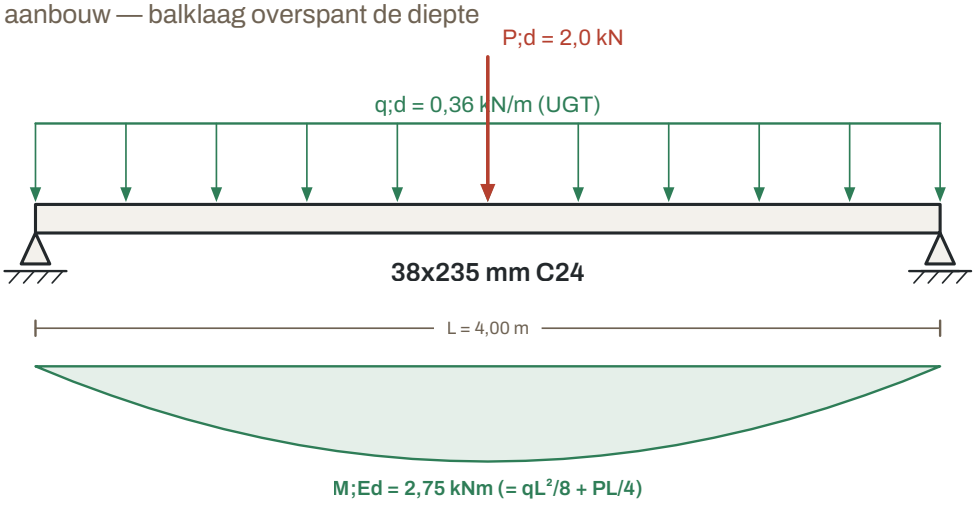
Toepassing

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', 'lastafdaling' en 'strook'): alleen de extra last toetsen zou een marge suggereren die er niet is

VOORBEELD

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

Dakbalklaag aanbouw — balklaag overspant de diepte



Profiel 38x235 mm C24 · UC 0,47 · maatgevend: Doorbuiging w;eind UC 0,52 — voldoet

Aannames

- **Statisch schema:** vrij opgelegde houten balklaag (balken h.o.h.) voor een dak; per balk de last over 600 mm balkafstand.
- **Maatgevend lastgeval:** onderhoud cat. H (persoon) voor de buiging (M_{Ed} = 2,75 kNm uit q_d = 0,36 kN/m en P_d = 2,03 kN in het midden van de overspanning). Per toets is de zwaarste van de elkaar uitsluitende lastgevallen getoond; de andere toetsen volgen uit het lastgeval met de daklast (sneeuw of de verdeelde onderhoudslast).

- **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 (μ2 + afschuiving) deterministisch meegetoetst.
- **Wind op het dak (NEN-EN 1991-1-4):** netto winddruk 0,25 kN/m² en windzuiging 1,00 kN/m² loodrecht op het dakvlak. Automatisch gevuld is dat q_p uit het projectwindklimaat x de OMHULLENDE netto dakcoefficient 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 × 1,5 x zuiging tegen 1,0 x eigen gewicht (gunstig, NEN-EN 1990 tab. A1.2(B) + NL NB; KFI alleen op de wind), kmod kort. Netto OPWAARTS 0,47 kN/m per balk → opwaartse oplegreactie 0,94 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 4,00 m (l_{ef} = 0,9 x l, k_{crit} 0,410, UC 0,39).
- **Oplegging (druk loodrecht op de vezel 6.1.5):** reactie per balk R = 2,30 kN; minimale opleglengte ~70 mm ($f_{c90,d}$ = 1,73 N/mm², 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).
- **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.

VOORBEELD

Algemene gegevens		
Overspanning	4,00	m
Statisch schema	vrij opgelegd	
Toegepast profiel	**38 × 235 mm C24**	

Belastingen (karakteristiek)		
Eigen gewicht	0,04	kN/m
Maatgevende combinatie	6.10b	

Materiaalgrootheden (C24)		
f_{m_k}	24	N/mm²
E_{mean}	11.000	N/mm²
k_{mod}	0,90	
γ_M	1,30	
f_{m_d}	16,62	N/mm²
f_{v_d}	2,77	N/mm²

Profieleigenschappen · 38 × 235 mm C24		
Breedte b	38	mm
Hoogte h	235	mm
W_y	349,8	×10³ mm³
I_y	4.110	×10⁴ mm⁴

Belastinggevallen → ontwerplast (UGT)	
permanente daklast	0,30 kN/m
sneeuw/onderhoud dak	0,60 kN/m
winddruk dak (loodrecht op het dakvlak)	0,15 kN/m
onderhoud cat. H (persoon) (apart lastgeval)	1,50 kN puntlast
per balk h.o.h. 600 mm (+ eigen gewicht balk)	
Ontwerplast (UGT, 6.10b)	**M_{Ed} 2,75 kNm · V_{Ed} 2,35 kN**

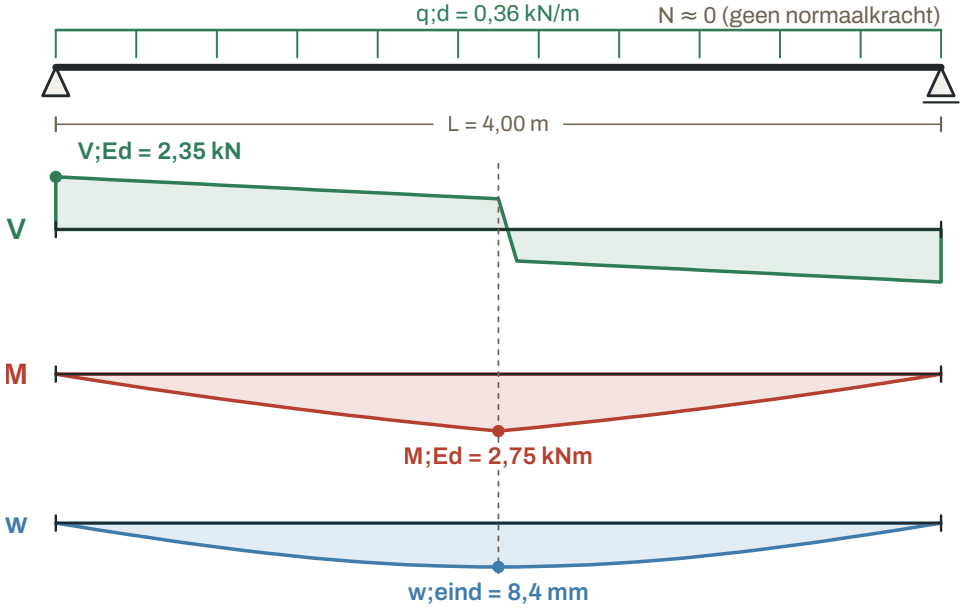
Toetsing UGT · NEN-EN 1995-1-1 art. 6.1.6			
Buiging NEN-EN 1995-1-1 art. 6.1.6	σ_{m_d} 7,87 / f_{m_d} 16,62 N/mm²	u.c. = **0,47**	**voldoet**
Afschuiving art. 6.1.7	τ_d 0,59 / f_{v_d} 2,77 N/mm²	u.c. = **0,21**	**voldoet**
Kip onderrand (windzuiging) NEN-EN 1995-1-1 §6.3.3	k_{crit} 0,410 over l_{ef} 3,60 m (onderrand op druk)	u.c. = **0,39**	**voldoet**

Toetsing BGT · NEN-EN 1995-1-1 art. 7.2			
$w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$	8,40 / 16,0 mm	u.c. = **0,52**	**voldoet**
$w_{bij} \leq 0{,}003 \cdot L$	5,91 / 12,0 mm	u.c. = **0,49**	**voldoet**

Toepassen: **38 × 235 mm C24** (L = 4,00 m) — ULS u.c. **0,47** · SLS u.c. **0,52** ✓ voldoet

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

Dakbalklaag aanbouw — balklaag overspant de diepte



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

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Schematisering	de afdracht naar de draagconstructie en — bij f1 < 8 Hz — de volledige snelheidsresponstoets (7.4) zijn aanvullend te beoordelen.

VOORBEELD

4.2. Prefab vloerplaat — Benodigd draagvermogen (kanaalplaat/staalplaatbeton) — Begane-grondvloer aanbouw

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

Aannames

- Prefab vloerplaat Kanaalplaatvloer 200 mm + dekvloer over 4,00 m, VRIJ OPGELEGD over één veld (doorgaand over meer velden is gunstiger — conservatief aangehouden).
- **Belasting per m²:** permanent 3,50 kN/m² (plaatopbouw 3,50), veranderlijk 1,75 kN/m² (woning, cat. A, ψ0 = 0,40). Gevolgklasse CC1 → K_{FI} = 0,90.
- **Maatgevende UGT-combinatie 6.10b:** q_d = 6,14 kN/m per meter breedte.
- Doorbuiging maatgevend op $w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$ (quasi-blijvend met ψ2 = 0,30).
- De plaatCAPACITEIT wordt niet berekend maar INGEVOERD. Een kanaalplaat/staalplaatbetonvloer is een voorgespannen leverancierspproduct; doorsnede, strengen en voorspanning staan in de tabel van de fabrikant en niet in een norm. Zelf een doorsnede toetsen zou die wapening moeten verzinnen. Deze module bepaalt wat de plaat MOET kunnen en toetst dat tegen de waarden van het leveranciersblad.
- Het eigen gewicht 3,50 kN/m² komt uit de geverifieerde belastingcatalogus voor Kanaalplaatvloer 200 mm + dekvloer (inclusief dekvloer en afwerking); vul de werkelijke waarde van het gekozen plaattype in zodra die bekend is.
- **NIET BESCHOUWD:** oplegdetail (oplegmateriaal en de dwarskrachtcapaciteit ter plaatse van de oplegging), de druklaag/koppeling tussen de platen en het schijfwerking-detail bij een dragende wand. Die volgen uit het leveranciersvoorschrift.
- **NIET BESCHOUWD:** de sterkte en de stijfheid van de vloerplaat zelf zijn NIET getoetst — dit onderdeel bepaalt alleen wat de plaat moet kunnen (M_{Ed}, V_{Ed} en de benodigde EI per meter breedte); er is nog geen capaciteit van het leveranciersblad ingevoerd (M_{Rd}, V_{Rd}, EI).
- **AANDACHTSPUNT constructeur:** kies uit het leveranciersblad een plaat met $M_{Rd} \geq 12{,}29$ kNm/m, $V_{Rd} \geq 12{,}29$ kN/m en EI ≥ 839 kNm2/m (plus het opleg- en druklaagvoorschrift van de leverancier); met die drie waarden ingevuld toetst deze module de plaat zelf (unity check per onderdeel).
- **NIET BESCHOUWD:** de brandwerendheid van de vloer (hoe lang hij bij brand blijft dragen).
- **AANDACHTSPUNT - BRAND:** stel de eis vast volgens Bbl art. 4.17 (tabel 4.17a: 60, 90 of 120 minuten naar de hoogte van de hoogste verblijfsgebiedvloer) en controleer met het leveranciersblad de brandwerendheid (R-klasse) van de plaat en de dwarskracht bij brand $V_{Rd,fi}$ aan de oplegging; bij een kanaalplaat is die vaak maatgevend, ook als M_{Rd} en V_{Rd} ruim voldoen (NEN-EN 1168 en NEN-EN 1992-1-2).

Algemene gegevens		
Vloerplaat	Kanaalplaatvloer 200 mm + dekvloer	
Overspanning	4,00	m
Gebruiksfunctie	woonfunctie	

Belastingen		
Permanent (plaat + opbouw)	3,50	kN/m²
Veranderlijk q_k	1,75	kN/m²
Ontwerplast q_d (6.10b)	6,14	kN/m

Benodigd draagvermogen (per m breedte)		
Benodigd M_{Ed}	12,29	kNm/m
Benodigd V_{Ed}	12,29	kN/m
Benodigde EI ($w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$)	839	kNm²/m
Doorbuigingsgrens w_{eind} / w_{bij}	16,0 / 12,0	mm

Capaciteit uit het leveranciersblad		
M_{Rd} plaat	nog niet ingevoerd	kNm/m
V_{Rd} plaat	nog niet ingevoerd	kN/m
EI plaat	nog niet ingevoerd	kNm²/m

VOORBEELD

Toepassen: **Kanaalplaatvloer 200 mm + dekvloer** — plaat kiezen op $M_{Rd} \geq 12{,}29$ kNm/m, $V_{Rd} \geq 12{,}29$ kN/m, $EI \geq 839$ kNm²/m	ULS u.c. **n.v.t.** · SLS u.c. **n.v.t.** ✓ bepaald — benodigd draagvermogen

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.

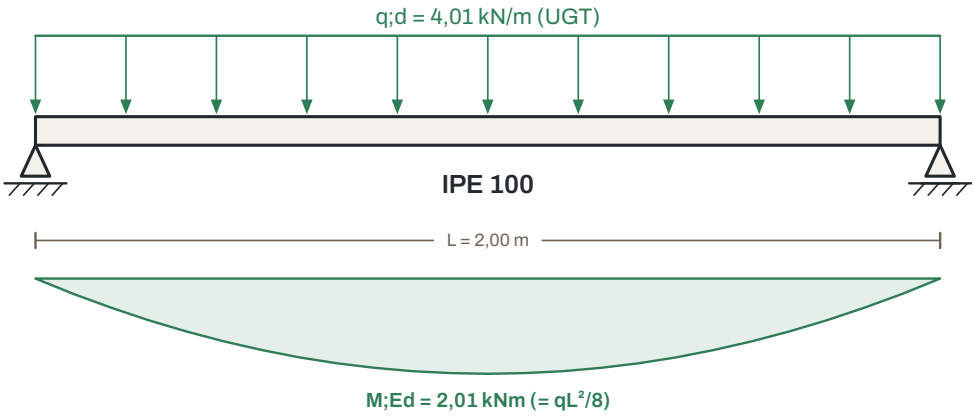
VOORBEELD

4.3. Stalen ligger — Draagbalk boven pui

Toepassing: Draagbalk boven pui in de aanbouwgevel (opening tot de grond) — oplegging op de stijlen VERIFIEREN

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

Draagbalk boven pui in de aanbouwgevel (opening tot de grond) — oplegging op de stijlen VERIFIEREN



Profiel IPE 100 · UC 0,22 — voldoet

VOORBEELD

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 ψ0 per lastpost zijn daar al toegepast (leidende veranderlijke vol, overige met ψ0). Daarom staat ψ0 = 1,00 in 6.10a — geen tweede verlaging.
- **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 mm, C1;eff = 0,98), knikkromme b; M_{cr} = 51,3 kNm, λ_{LT} = 0,42, χ_{LT} = 0,99 → $M_{b,Rd}$ = 9,2 kNm (UC = 0,22).
- **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.
- **Effectieve overspanning:** l_{eff} = 2,00 m = l_n + 2 x min(h/2 ; t/2) (NEN-EN 1992-1-1 par. 5.3.2.2), met l_n = 1,90 m de vrije opening en t = 100 mm de bepaalde opleglengte (zie de oplegtoets). De ligger draagt op zijn opleggingen af, dus de afstand tussen de reacties is groter dan de vrije opening; de toeslag is begrensd op een halve liggerhoogte per zijde.
- **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	2,00	m
Statisch schema	vrij opgelegd	
Materiaal	S235	
Toegepast profiel	**IPE 100**	

Belastingen (karakteristiek)		
Permanente lijnlast g	1,00	kN/m
Veranderlijke lijnlast q	2,00	kN/m
Eigen gewicht	0,08	kN/m
ψ_0 (veranderlijk)	1,00	

Materiaalgrootheden (S235)		
f_y	235	N/mm²
E	210.000	N/mm²
γ_{M0}	1,0	
$f_{y_d} = f_y/\gamma_{M0}$	235	N/mm²

Profieleigenschappen · IPE 100		
Hoogte h	100	mm
Breedte b	55	mm
$W_{y_{pl}}$	39,4	$\times 10^3$ mm³
I_y	171	$\times 10^4$ mm⁴

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)	1,08	1,22	1,31	·	·
Veranderlijk (q)	2,00	1,35	2,70	·	·
Maatgevend 6.10a	·	·	**4,01**	**2,01**	**4,01**

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

Buiging NEN-EN 1993-1-1 art. 6.2	M_{Ed} 2,01 / M_{Rd} 9,26 kNm	u.c. = **0,22**	**voldoet**
Afschuiving art. 6.2	V_{Ed} 4,01 / V_{Rd} 68,92 kN	u.c. = **0,06**	**voldoet**
Kip NEN-EN 1993-1-1 §6.3.2	M_{Ed} 2,01 / $M_{b_{Rd}}$ 9,17 kNm (χ_{LT} 0,99, L_{cr} 0,60 m)	u.c. = **0,22**	**voldoet**

Toetsing BGT · doorbuiging (NL Nationale Bijlage)

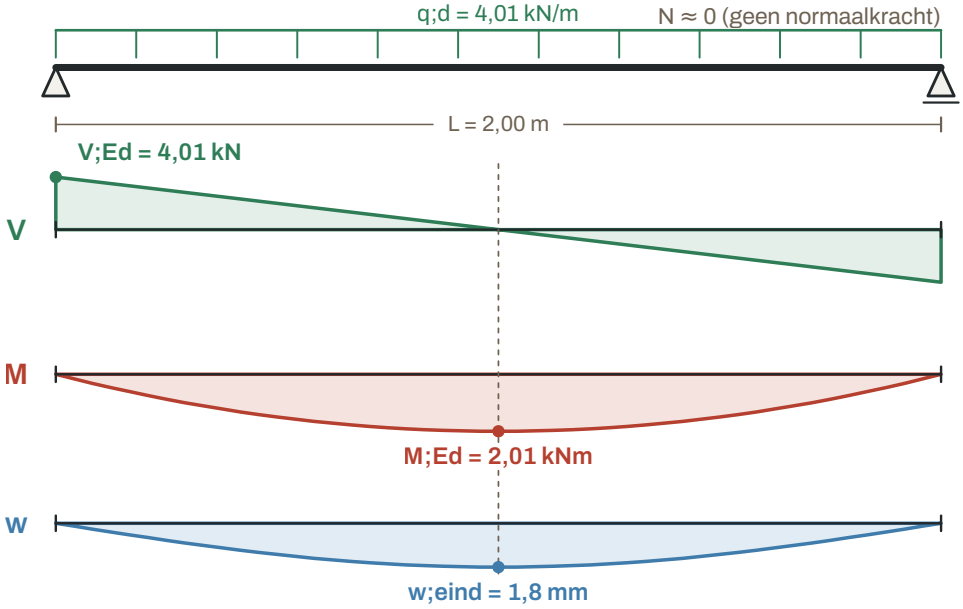
$w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$	1,79 / 8,0 mm	u.c. = **0,22**	**voldoet**
$w_{bij} \leq 0{,}003 \cdot L$	1,16 / 6,0 mm	u.c. = **0,19**	**voldoet**

Toepassen: **IPE 100** (S235, L = 2,00 m) — ULS u.c. **0,22** · SLS u.c. **0,22** ✓ voldoet

VOORBEELD

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

Draagbalk boven pui in de aanbouwgevel (opening tot de grond) — oplegging op de stijlen VERIFIEREN



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

VOORBEELD

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.

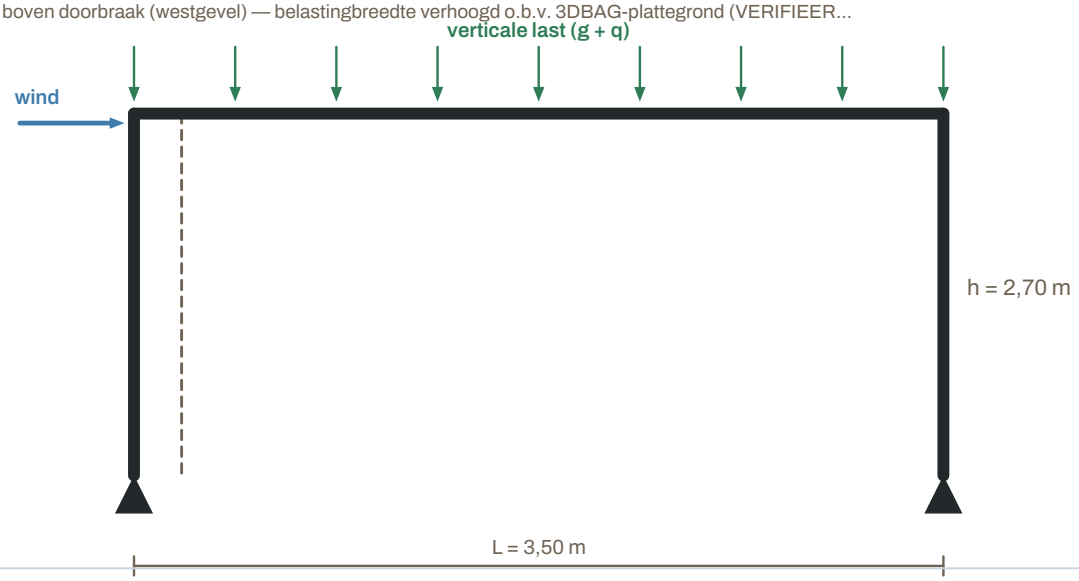
4.4. Stalen portaal — Ligger boven doorbraak

Toepassing

Onderwerp	Toelichting
Verbouwing in het model	Stalen ligger boven doorbraak (westgevel) — belastingbreedte verhoogd o.b.v.
Plattegrond	3DBAG-plattegrond (VERIFIEER) — uitgevoerd als momentvast STABILITEITSPORTAAL (draagt de muur boven én de windstabiliteit; VERIFIEER de wind en de portaalvoeten op de bestaande fundering) — kolomhoogte en windhoogte 2,7 m: de doorbraak zit in de BESTAANDE gevel en volgt de verdiepingshoogte van de woning, niet de wandhoogte van de aanbouw (3 m)

Rekenmodel · stalen portaal

Stalen ligger boven doorbraak (westgevel) — belastingbreedte verhoogd o.b.v. 3DBAG-plattegrond (VERIFIEER...



Profiel HEB 200 / HEB 200 · M;lig 40,50 kNm · sway 3,8/9,0 mm

maatgevend: Ligger-kolomknoop (verbinding) UC 0,81

voldoet

Aannames

- **Statisch schema:** tweescharnierportaal (2 kolommen + ligger); stabiliteit in het vlak door het portaal, omhullende van verticaal + wind (beide richtingen) + permanent gunstig.
- **Geometrie:** overspanning 3,50 m, kolomhoogte 2,70 m; profielen ligger HEB 200, kolom HEB 200 (S235).
- **Karakteristiek:** verticaal permanent 34,60 kN/m + veranderlijk 7,30 kN/m; wind 6,1 kN horizontaal aan de top.
- **Getoetst:** doorsnede (6.2) van ligger en BEIDE kolommen, sterke-as-knik (y-y), zwakke-as-knik (z-z), de N+M-staafstabiliteit (6.3.3: 6.61 met k_{yy} uit bijlage B en C_{my} = 1,0, 6.62 met k_{zy} = 1,0; χ_{LT} in de M-term) van ligger en kolommen, kip/LTB (6.3.2) van ligger en kolom, en de zijdelingse verplaatsing (sway) tegen h/300.
- Kip/LTB (NEN-EN 1993-1-1 §6.3.2, χ_{LT} volgens §6.3.2.3 voor gewalste profielen): ligger: M_{cr} per belastingcombinatie uit het werkelijke momentverloop (eindmomenten uit het raamwerk plus de verdeelde last), gaffels bij de knieën, geen tussensteun, last op de bovenflens (z_g = +h/2 = 100 mm, destabiliserend); maatgevend verticaal: M_{cr} = 357,9 kNm (C1;eff = 0,70), χ_{LT} = 0,894, UC 0,30; kolom: lineair momentverloop met psi = 0 (scharnierende voet), C1 = 1,77 (NCCI SN003b tab. 3.1), L_{cr} = kolomhoogte, χ_{LT} = 1,000, UC 0,26. Randvoorwaarde: de knieën zijn zijdelings en tegen torsie vastgehouden (kopplaat over de volle hoogte op de kolomflens, knie gekoppeld aan het bestaande metselwerk of de vloerrand); de χ_{LT} van de maatgevende combinatie gaat ook de N+M-toets (6.61/6.62) in. Een zijdelingse steun van de drukflens tussen de knieën is NIET aangenomen; wordt die aangebracht, dan wordt de kiptoets gunstiger.

VOORBEELD

- **Interactiefactoren (6.3.3):** bijlage B van NEN-EN 1993-1-1 (methode 2), dezelfde als in de solvers; $k_{yy} = C_{my}(1 + (\lambda_y - 0{,}2)\, n_y) \leq C_{my}(1 + 0{,}8\, n_y)$ in 6.61, en in 6.62 $k_{zy} = 1{,}0$, wat volgens tabel B.2 nooit gunstiger is dan de norm (NCCI SN048b). De Nederlandse nationale bijlage is op de methodekeuze (6.3.3(5)) niet ingezien; bijlage A (methode 1) kan iets gunstiger uitkomen.
- **Sway-gevoeligheid (§5.2.1):** alfa_cr = 41,0 (≥ 10 → niet-sway-gevoelig; 2e-orde verwaarloosbaar).

Algemene gegevens		
Ligger	HEB 200	
Kolom	HEB 200	
Overspanning	3,50	m
Portaalhoogte	2,70	m

Krachten & weerstanden		
Moment ligger M_{Ed}	40,50	kNm
Normaalkracht kolom N_{Ed}	82,64	kN
M_{Rd} ligger	150,99	kNm
$N_{b,Rd}$ kolom (knik)	1.476,03	kN

Toetsing portaal · NEN-EN 1993-1-1/1-8			
Ligger doorsnede $M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed} 40,50 / M_{Rd} 150,99 kNm	u.c. = **0,28**	**voldoet**
Ligger dwarskracht §6.2.6	V_{Ed} 82,64 / V_{Rd} 336,48 kN	u.c. = **0,25**	**voldoet**
Ligger knik y-y §6.3.1	N_{Ed} 14,42 kN	u.c. = **0,01**	**voldoet**
Ligger knik z-z §6.3.1	N_{Ed} 14,42 kN	u.c. = **0,01**	**voldoet**
Ligger N+M-stabiliteit §6.3.3	interactie met χ_{LT}	u.c. = **0,31**	**voldoet**
Ligger kip §6.3.2	M_{cr} 357,9 kNm · χ_{LT} 0,894 (verticaal)	u.c. = **0,30**	**voldoet**
Kolom doorsnede N+M §6.2	N_{Ed} 82,64 kN	u.c. = **0,30**	**voldoet**
Kolom knik y-y §6.3.1	$N_{b,Rd}$ 1.476,03 kN	u.c. = **0,05**	**voldoet**
Kolom knik z-z §6.3.1	$N_{b,Rd}$ 1.476,03 kN	u.c. = **0,06**	**voldoet**
Kolom dwarskracht §6.2.6	V_{Rd} 336,48 kN	u.c. = **0,25**	**voldoet**
Kolom N+M-stabiliteit §6.3.3	interactie	u.c. = **0,31**	**voldoet**
Kolom kip §6.3.2	C1 1,77 · χ_{LT} 1,000	u.c. = **0,26**	**voldoet**
Zijdel. verplaatsing (sway) 2e-orde	sway-toets	u.c. = **0,42**	**voldoet**
Voetverbinding voetplaat 260 mm, t 8 mm + 2 st. M12 ankers scharnier op beton	N 82,6 + V 14,4 kN	u.c. = **0,54**	**voldoet**
Ligger-kolomknoop 6 st. M16 8.8 + las a 3 mm — niet getoetst: T-stub kopplaat (plaatbuiging met prying, §6.2.4) momentvast	M 40,5 kNm · V 82,6 kN	u.c. = **0,81**	**voldoet**

Kip: M_{cr} van de ligger per combinatie uit het werkelijke momentverloop, gaffels bij de knieën, last op de bovenflens, geen tussensteun; kolom C1 = 1,77 (ψ = 0). Boutpatroon/prying/wind-uittrek + fundering = reviewpunt.

Toepassen: **HEB 200 / HEB 200** — ULS u.c. **0,81** · SLS u.c. **n.v.t.** ✓ voldoet

VOORBEELD

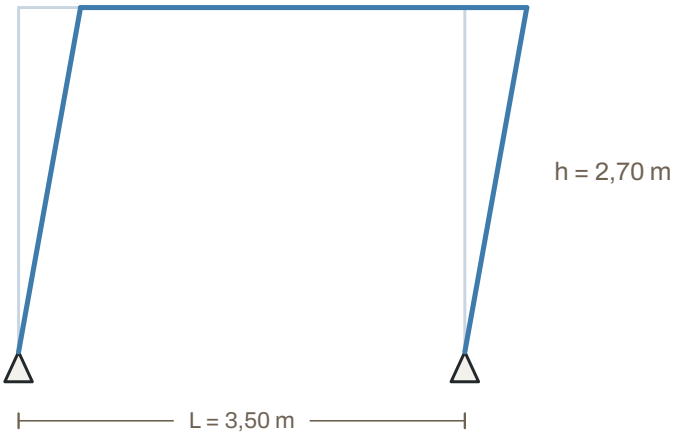
Resultaten · zijdelingse verplaatsing (sway, BGT)

Stalen ligger boven doorbraak (westgevel) — belastingbreedte verhoogd o.b.v. 3DBAG-plattegrond (VERIFIEER)...

u = 3,8 mm (toel. 9,0 mm, h/300)

N;kolom ~ 82,6 kN (druk)

sway geometrie op schaal; vervorming x129 uitvergroot

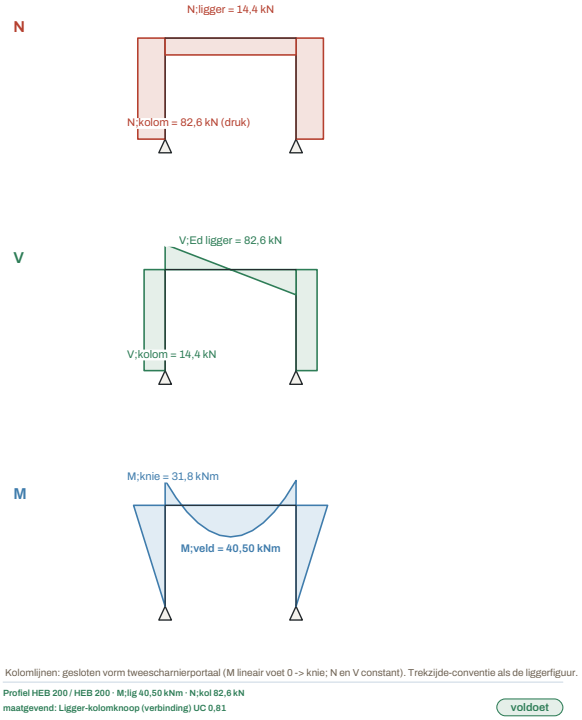


BGT = bruikbaarheidsgrenstoestand (karakteristieke last)

VOORBEELD

Resultaten · normaalkracht, dwarskracht en momenten (UGT)

Stalen ligger boven doorbraak (westgevel) — belastingbreedte verhoogd o.b.v. 3DBAG-plattegrond (VERIFIEER)...



Kolomlijnen: gesloten vorm tweescharnierportaal (M lineair voet 0 -> knie; N en V constant). Trekzijde-conventie als de liggerfiguur.

Profiel HEB 200 / HEB 200 · M;lig 40,50 kNm · N;kol 82,6 kN

maatgevend: Ligger-kolomknoop (verbinding) UC 0,81 — voldoet

Aandachtspunten

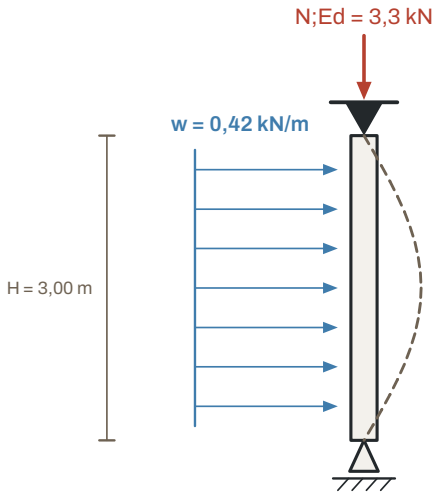
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Fundering	de verbindingsdetaillering (en daarmee de zijdelingse en torsiesteun bij de knieën die de kiptoets als randvoorwaarde aanneemt) blijft ter beoordeling; de voet-/kopplaatmaten zijn dimensioneringshulp (detaillering + fundering = review).

4.5. 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…



38x184 mm C24 · h.o.h. 600 mm

M;Ed = 0,64 kNm (= wH²/8)

w = 2,0 mm ≤ 10,0 mm

Toets NEN-EN 1995-1-1

6.23 0,22 · 6.24 0,16

stabiliteit 0,22

Profiel 38x184 mm C24 · 6.23 0,22 · 6.24 0,16 · maatgevend: Knik + buiging 6.23 UC 0,22 — voldoet

Aannames

- **Statisch schema:** vrij opgelegde gevelstijl, hoogte H = 3,00 m, stijlafstand h.o.h. 600 mm; wind buigt de stijl (M = q·H²/8).
- Wind 0,70 kN/m² (karakteristiek, netto) → lijnlast 0,42 kN/m per stijl. Axiaal: 0,60 kN perm. + 1,20 kN veranderlijk (ψ0 = 0,40). Hout C24. Deze (dubbele) stijl staat NAAST een gevelopening en draagt bovendien de latei-oplegreactie: +0,90 kN perm. + 1,90 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, km = 0,7); kmod per belastingduurklasse bij gebruiksklasse 1 (binnen, verwarmd). beplating steunt de zwakke as (knik z-z verhinderd; kc;z = 1,0).
- **BGT:** winddoorbuiging w ≤ l/300 (instantaan, karakteristieke winddruk).
- **Zijdelingse steun (§9.2.5):** de aanname kc;z = 1,0 vereist dat de beplating + bevestiging een stabiliserende kracht Fd = N;Ed/50 ~ 0,12 kN per stijl afdragen (~0,04 kN/m; bij schroeven h.o.h. 150 mm ~0,006 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	**38 × 184 mm C24**	

Belastingen (karakteristiek)		
Winddruk/-zuiging	0,70	kN/m²
Permanente druk N_G	0,60	kN
Veranderlijke druk N_Q	1,20	kN
Maatgevend belastinggeval	A wind leidend	

VOORBEELD

Materiaalgrootheden (C24)		
k_{mod}	0,90	
f_{m_d}	16,62	N/mm²
$f_{c_{0;d}}$	14,54	N/mm²
γ_M	1,30	

Profieleigenschappen · 38 × 184 mm C24		
Breedte b	38	mm
Hoogte h	184	mm
W_y	214,4	×10³ mm³
I_y	1.973	×10⁴ mm⁴

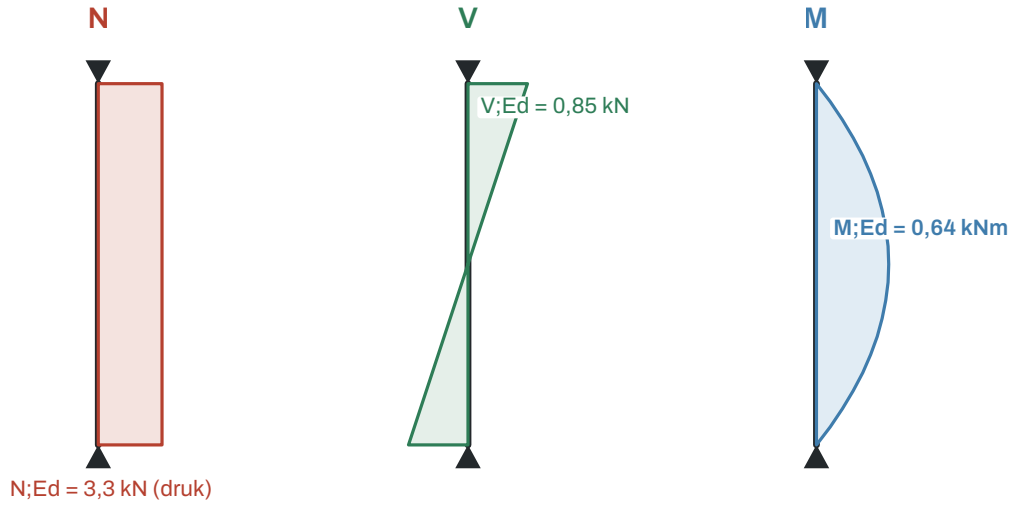
Toetsing UGT · NEN-EN 1995-1-1 §6.2/§6.3			
Buiging+druk y-y (6.23)	σ_{m_d} 2,96 N/mm² · $k_{c,y}$ 0,721	u.c. = **0,22**	**voldoet**
Buiging+druk z-z (6.24)	σ_{m_d} 2,96 N/mm² · $k_{c,z}$ 1,000	u.c. = **0,16**	**voldoet**

Toetsing BGT · doorbuiging §7.2			
Doorbuiging w	2,03 / 10,0 mm	u.c. = **0,20**	**voldoet**

Toepassen: **38 × 184 mm C24** (h.o.h. 600 mm) — ULS u.c. **0,22** · 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 0,22

voldoet

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Windbelasting	Winddrukbepaling (Cpe/Cpi, 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 (Cpe/Cpi, gevelgebied) zijn NIET automatisch getoetst.

VOORBEELD

4.6. Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel (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/Y_QUepg6lU17qkDb-j4gXg/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 × d)	6,1 × 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
Modelomvang	1340 knopen · 130 staven · 1715 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 × 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.
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/m² (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/m³), 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/m²) 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/m² aan de lichte kant voor de wand- en vloertoetsen.
Wanden	Fundering IN het model: strokenfundering (strook 600 × 200 mm beton, AANNAME waar het archiefstuk zwijgt) op grondveren (Winkler) onder alle bestaande wanden.
Fundering	Aanbouw op PALEN (keuze uit de 3D-viewer): fundatiebalk 350 × 500 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.

VOORBEELD

Onderwerp	Toelichting
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/m² 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.
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 × 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 × 2,52 m in het front.
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.
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).
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_{Rd} = Phi x f_d x t (en Phi zakt ook nog eens met lambda = 0,75 x h/t); GEMETEN op een gemeten pand geeft t = 100 mm een N_{Rd} van 44 kN/m1 tegen 172 bij t = 150 mm, een factor 3,9, bij een wandvoetlast van 76-104 kN/m1.

VOORBEELD

Onderwerp	Toelichting
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; 1736 elementen, 1.63% van het oppervlak buiten de meshkwaliteitsgrens).
Vloeren	VLOERNIVEAUS in het model: 1e verdiepingsvloer 393 plaatelementen; 2e verdiepingsvloer 327 plaatelementen; Begane grondvloer 397 plaatelementen.
Aandachtspunt	LET OP: een los gemeten deel zonder fundering (26 knopen, 24,1 m²) 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 8040 vrijheidsgraden > drempel 900; de stabiliteit is apart beoordeeld (zie de stabiliteits-/funderingsmodules)

Maatgevende unity check UC = 1,24. 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.

Toetsen uit het model (de grootste u.c. per soort):

- Sterkte staven (UGT): u.c. 0,68
- Doorbuiging staven (BGT, grens L/250): u.c. 0,05

Maatgevende staaf: staaf 58 (IPE100), u.c. 0,15.

AANDACHTSPUNT — de paalreacties in de uitvoer van dit model komen uit het eenstapsmodel en zijn niet de paallast: een paal is daarin veel stijver dan de wandvoeten van de woning en trekt woninglast naar zich toe, terwijl de woning al op haar eigen fundering stond. Het nieuwe werk op de palen weegt zelf 100,4 kN (BGT); de paalberekening rekent met wat de aanbouw zelf draagt.

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	1340 knopen, 130 staven

Knopen: 1340 totaal, waarvan 66 opgelegd (63× T2R3 (vast: ux, uy, rx, ry, rz), 3× T2R0 (vast: ux, uy)). 51 voetknopen dragen verticaal op een grondveer (Winkler-bedding), beddingsconstante k = 86–50000 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.

VOORBEELD

Staven (identieke gegroepeerd)

aantal	profiel	materiaal	type	scharnier i / j
48	Strook 600 × 200	Beton C30/37	normaal	vast / vast
15	Fundatiebalk 350 × 500	Beton C30/37	normaal	vast / vast
3	Buispaal Ø168	S235	normaal	vast / vast
47	38 × 184 C24	Hout C24	normaal	vast / vast
4	76 × 184 C24 dubbel	Hout C24	normaal	vast / vast
4	IPE100	S235	normaal	vast / vast
9	38 × 235 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	1507	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
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind -x (Wx-)	5	248	kopgevel y = 0,00 m, kopgevel y = 14,50 m, langsgevel x = 6,11 m, …
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind dwars -y (Wy-)	3	202	kopgevel y = 14,50 m, langsgevel x = 0,01 m, wand y = 9,11 m
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind dwars +y (Wy)	3	173	kopgevel y = 0,00 m, langsgevel x = 6,11 m, wand x = 2,34 m
0,70	opwaarts (+z)	Wind +x (Wx)	5	169	dakschild 1 (30°, richting −y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), …
0,70	opwaarts (+z)	Wind dwars +y (Wy)	5	169	dakschild 1 (30°, richting −y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), …
0,70	opwaarts (+z)	Wind -x (Wx-)	5	169	dakschild 1 (30°, richting −y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), …
0,70	opwaarts (+z)	Wind dwars -y (Wy-)	5	169	dakschild 1 (30°, richting −y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), …
0,60	omlaag (−z)	Permanent (G)	4	138	dakschild 1 (30°, richting −y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), …
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind +x (Wx)	1	127	langsgevel x = 0,01 m
0,48	omlaag (−z)	Sneeuw dak (S)	3	82	dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), dakschild 4 (30°, richting +y)

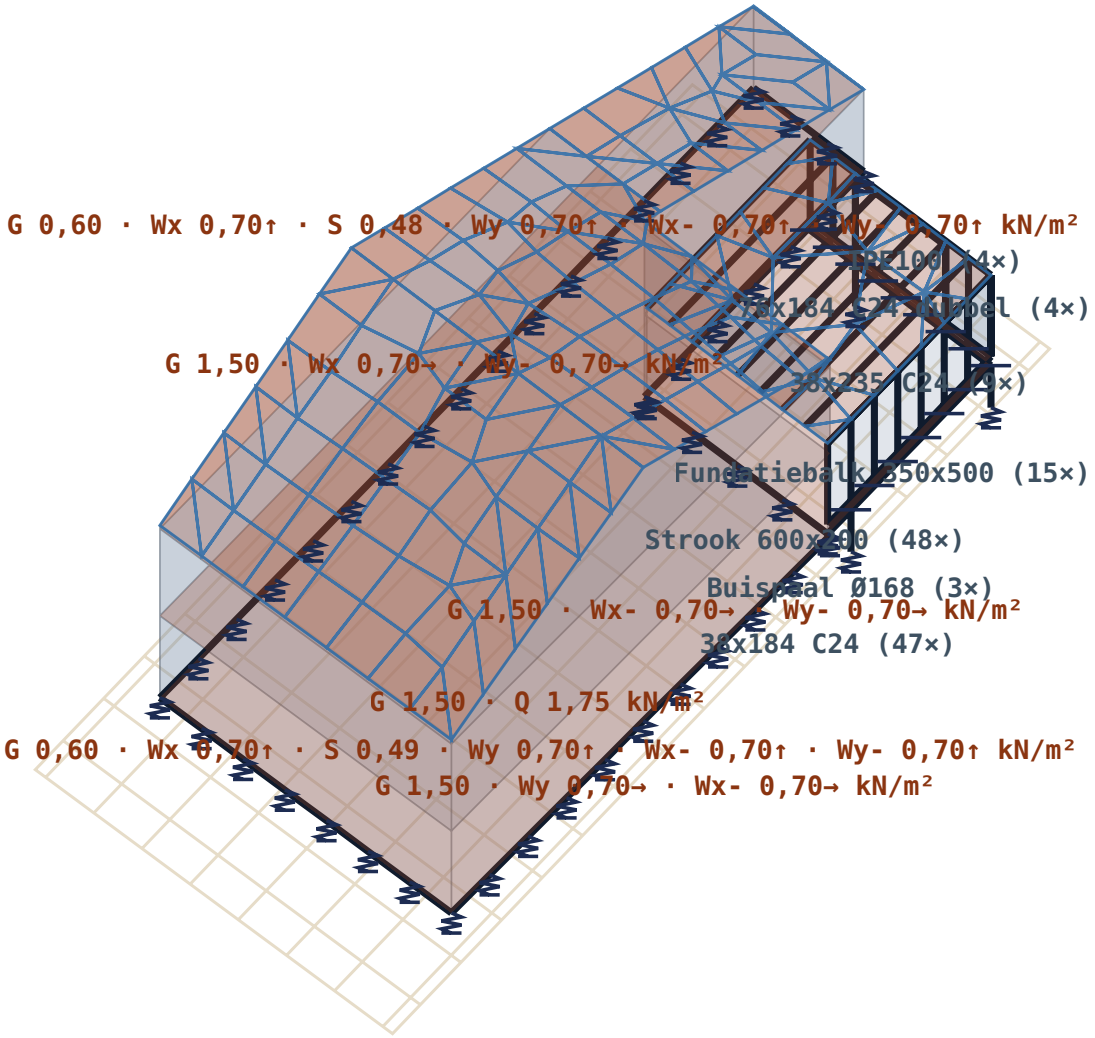
VOORBEELD

0,49	omlaag (−z)	Sneeuw dak (S)	1	56	dakschild 1 (30°, richting −y)
0,70	omlaag (−z)	Permanent (G)	1	31	vloer 1e verdieping (nieuw werk)
0,70	omlaag (−z)	Sneeuw dak (S)	1	31	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 56 constructievlakken en 4388 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).

VOORBEELD

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



maatgevende UC 0,68
max verplaatsing 25,13 mm
totale verticale reactie 2979,0 kN

belastinggeval	aangehouden belasting in het model
Permanent (G)	eigen gewicht constructie · 0,60–1,50 kN/m² op vlak (omlaag)
Veranderlijk vloer (Q)	1,75 kN/m² op vlak (omlaag)
Wind +x (Wx)	0,70 kN/m² op vlak (opwaarts), 0,70 kN/m² ⊥ op het vlak (druk)
Sneeuw dak (S)	0,48–0,70 kN/m² op vlak (omlaag)
Wind dwars +y (Wy)	0,70 kN/m² op vlak (opwaarts), 0,70 kN/m² ⊥ op het vlak (druk)
Wind -x (Wx-)	0,70 kN/m² op vlak (opwaarts), 0,70 kN/m² ⊥ op het vlak (druk)
Wind dwars -y (Wy-)	0,70 kN/m² op vlak (opwaarts), 0,70 kN/m² ⊥ 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 ↑ dat die last op dat vlak OPWAARTS werkt (windzuiging), ↕ dat hij in

VOORBEELD

beide richtingen voorkomt en → 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	25,1 mm	uz (verticaal), knoop 1201 (resultante 25,2 mm)
Maximale vervorming t.o.v. de fundering	7,6 mm	uz (verticaal), knoop 1221 — zonder bodemzetting: de starre zakking en scheefstand van het gebouw op de grondveren zijn eruit gerekend
Verticale oplegreactie ΣRz	2979,0 kN	opwaarts +; gelijk aan de totale neerwaartse belasting (evenwichtscontrole). Maatgevende UGT-combinatie: 6.10a
Horizontale afdracht (basisschuif)	89,0 kN	ΣH over de MAATGEVENDE UGT-combinatie (windcombinatie): ΣRx=82,3 kN, ΣRy=-34,1 kN. Dit is de kracht die de fundering op glijden en verankering moet opnemen.
Horizontale oplegreactie — getoonde combinatie	0,0 kN	ΣRx=0,0 kN, ΣRy=0,0 kN in de HIER getoonde combinatie — die bevat niet altijd wind; de regel hierboven is maatgevend.
Max. plaatbuigspanning	7,0 N/mm²	extreme vezel σ=6·m/h², begane grondvloer (h=160 mm) — 6.10b · Q leid.
Max. schijf(membraan)spanning	18,71 N/mm²	druk, in-vlak σ=n/h, langsgevel x = 6,11 m (h=100 mm) — 6.10a

ΣRz 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·C·ε met dezelfde B-matrix als de schaalstijfheid) en is als σ=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]
5	wand y = 9,11 m	x = 2,33 – 6,20 m	3,87	21,9	259,4	84,8
3	kopgevel y = 0,00 m	x = -0,05 – 6,00 m	6,05	32,7	35,5	197,6
4	langsgevel x = 0,01 m	y = 0,00 – 14,52 m	14,52	31,1	33,8	450,9
6	langsgevel x = 6,11 m	y = 0,00 – 9,10 m	9,10	27,1	30,3	246,2
1	kopgevel y = 14,50 m	x = 0,05 – 2,37 m	2,31	27,9	29,9	64,6

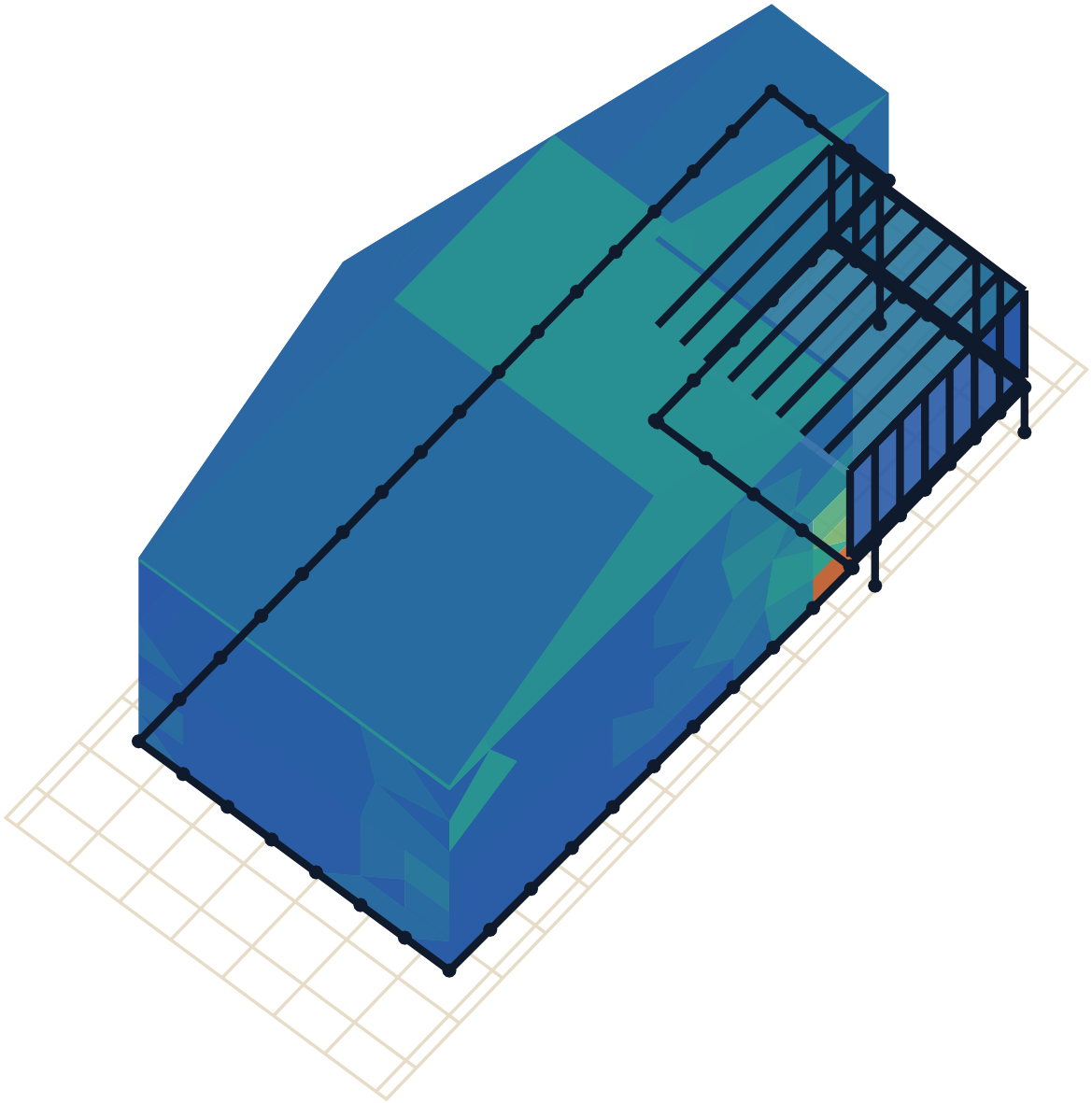
VOORBEELD

2	wand x = 2,34 m	y = 9,13 – 14,48 m	5,36	26,0	27,6	139,3
·	puntsteun knoop 416	(6,15; 9,67)	-	-	-	627,3
·	puntsteun knoop 417	(6,18; 13,10)	-	-	-	587,5
·	puntsteun knoop 426	(3,35; 13,12)	-	-	-	576,5
·	puntsteun knoop 164 (aandeel 0,50)	(6,15; 9,10)	-	-	-	4,3

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× 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 = 1183,5 kN + puntsteunen 1795,6 kN, ΣRz = 2979,0 kN (verticaal evenwicht klopt). Indicatief; de constructeur verifieert.

VOORBEELD

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



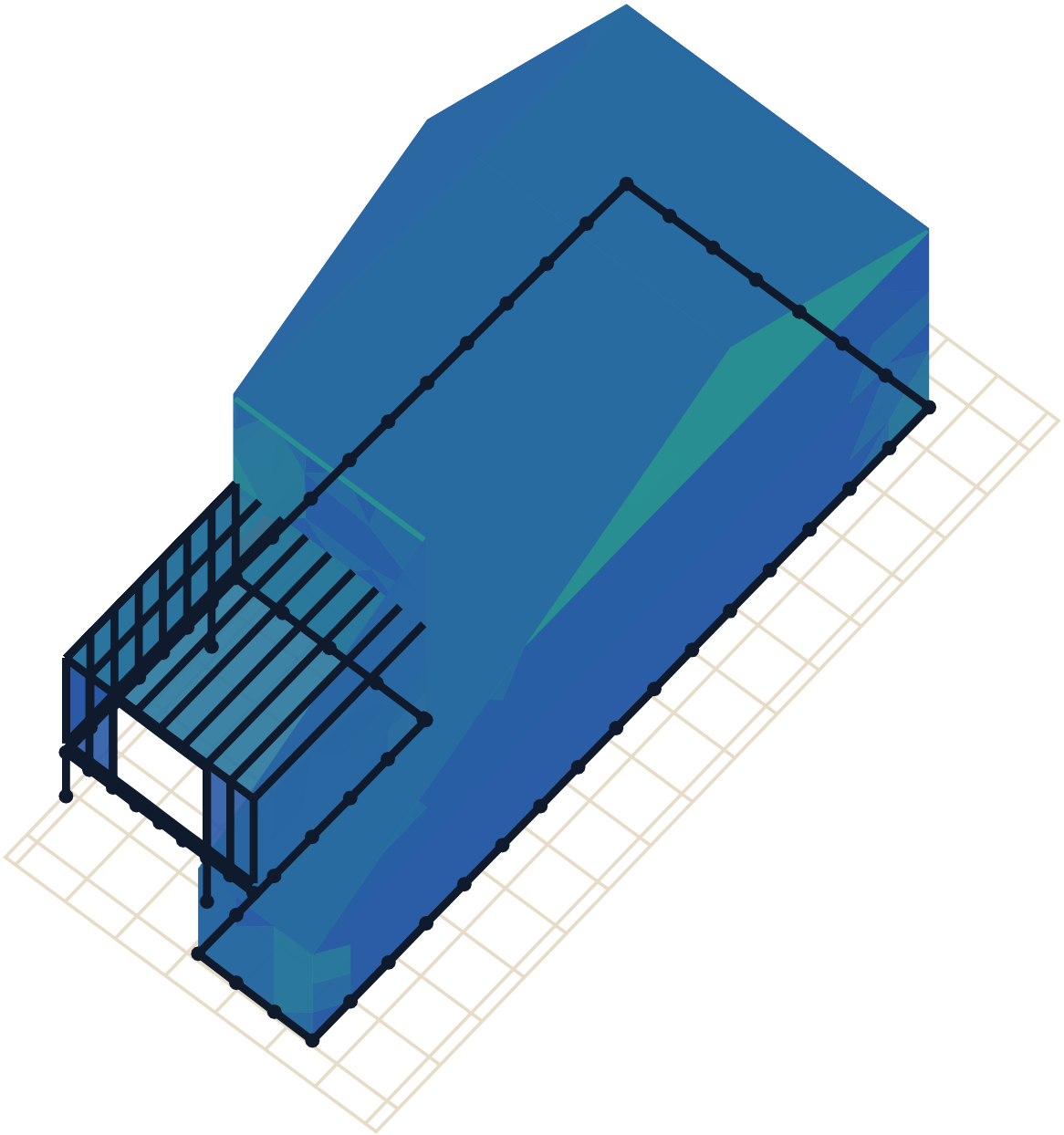
VOORBEELD

unity check

0,00 1,00 = grens

rood = UC > 1,00: modelartefact — hoogste 1,24

Indicatieve UC per constructievlak — aanzicht 2, tegenoverliggende zijde



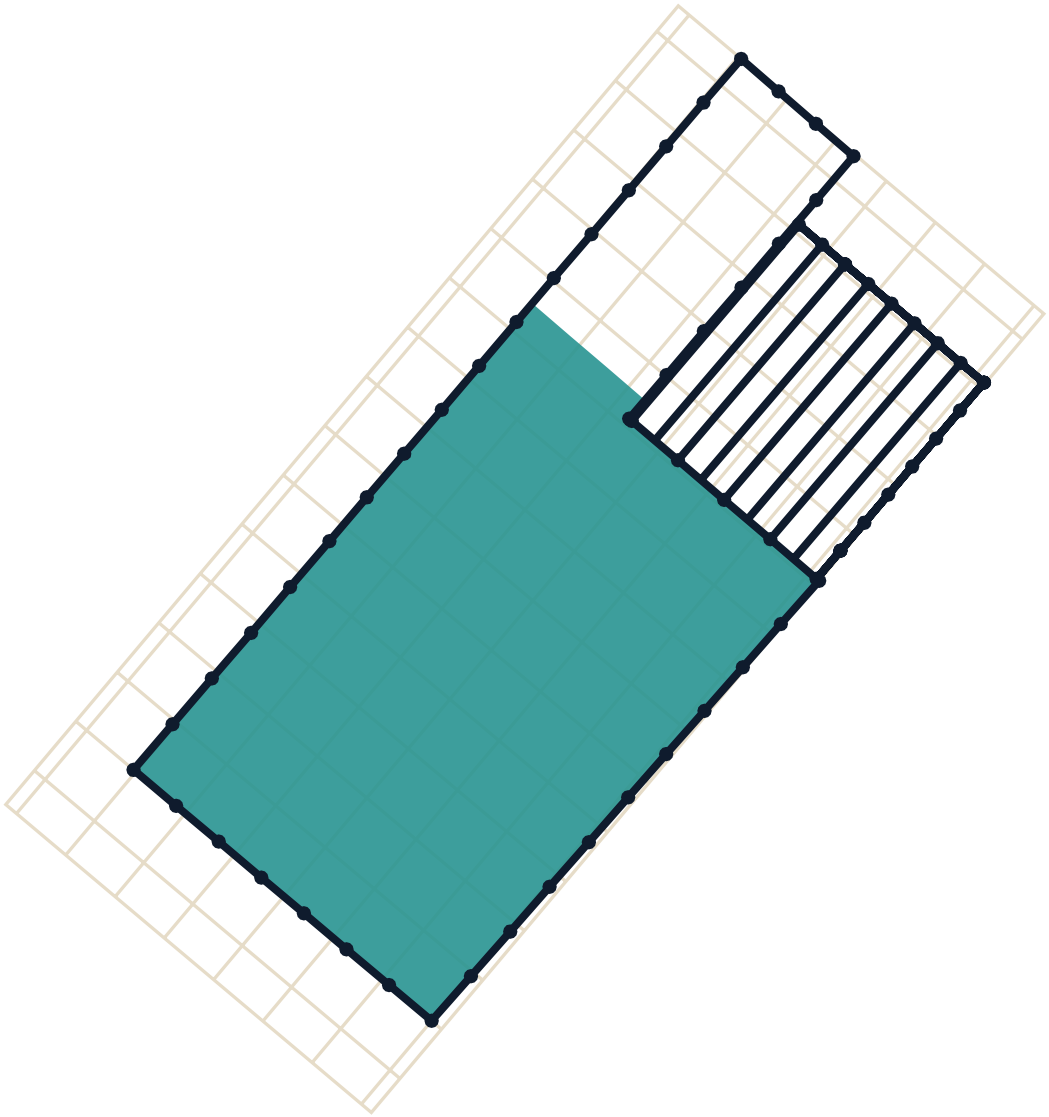
VOORBEELD

unity check

0,00 — 1,00 = grens

rood = UC > 1,00: modelartefact — hoogste 1,24

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



maatgevend vlak	toets	waarde	grens	UC
wand y = 9,11 m (l = 3,9 m · h = 5,8 m)	betondruk σ = |n|/h + 6·|m|/h²	24,79 N/mm²	f_{cd} = 20 N/mm² (C30/37)	**1,24 [redacted] modelarte (zie het aandachtspunt)**

LET OP: 1 van de 21 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.

VOORBEELD

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

vlak	n_1[kN/m]	σ_t[N/mm²]
vloer 1e verdieping	1468,7	8,16
wand y = 9,11 m	663,8	6,64
langsgevel x = 6,16 m (nieuw werk)	603,0	6,03
langsgevel x = 6,11 m	555,0	5,55
wand x = 2,34 m	529,6	5,30
vloer 2e verdieping	824,1	4,58
kopgevel y = 14,50 m	219,4	2,19
langsgevel x = 0,01 m	180,3	1,80

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 3 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·G + 0,54·Q
UGT	6.10a · alleen G	1,22·G
UGT	6.10b · Q leid.	1,08·G + 1,35·Q
UGT	6.10b · W leid.	1,08·G + 0,54·Q + 1,35·W
UGT	6.10b · W leid., ov.Q=0	1,08·G + 1,35·W
UGT	6.10b · S leid.	1,08·G + 0,54·Q + 1,35·S
UGT	6.10b · S leid., ov.Q=0	1,08·G + 1,35·S
UGT	6.10b · W leid.	1,08·G + 0,54·Q + 1,35·W
UGT	6.10b · W leid., ov.Q=0	1,08·G + 1,35·W
UGT	6.10b · W leid.	1,08·G + 0,54·Q + 1,35·W
UGT	6.10b · W leid., ov.Q=0	1,08·G + 1,35·W
UGT	6.10b · W leid.	1,08·G + 0,54·Q + 1,35·W
UGT	6.10b · W leid., ov.Q=0	1,08·G + 1,35·W
UGT	EQU · Q leid. (G gunst.)	0,90·G + 1,35·Q
UGT	EQU · W leid. (G gunst.)	0,90·G + 0,54·Q + 1,35·W
UGT	EQU · W leid., ov.Q=0 (G gunst.)	0,90·G + 1,35·W
UGT	EQU · S leid. (G gunst.)	0,90·G + 0,54·Q + 1,35·S
UGT	EQU · S leid., ov.Q=0 (G gunst.)	0,90·G + 1,35·S
UGT	EQU · W leid. (G gunst.)	0,90·G + 0,54·Q + 1,35·W
UGT	EQU · W leid., ov.Q=0 (G gunst.)	0,90·G + 1,35·W
UGT	EQU · W leid. (G gunst.)	0,90·G + 0,54·Q + 1,35·W

VOORBEELD

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

(de 24 zwaarste van de 38 regels getoond. 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
5	0,0	0,0	1655,4	472,7	0,0	6.10a (Vz)
12	626,7	0,0	0,0	0,0	0,0	6.10a (N)
55	3,4	1,0	1,9	0,6	0,2	6.10b · Q leid. (Vy)
13	586,9	0,0	0,0	0,0	0,0	6.10a (N)
22	576,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6.10a (N)

(de 6 zwaarste van de 21 regels getoond. De volledige uitvoer staat in de online berekening (link boven aan deze berekening).)

110 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).

VOORBEELD

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

Resultaat toetsing: hoogste UC sterkte = 0,68, 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
12	S235	0,66	0,00	0,00	0,00	0,66	0,68	0,00	-
13	S235	0,62	0,00	0,00	0,00	0,62	0,63	0,00	-
22	S235	0,61	0,00	0,00	0,00	0,61	0,62	0,00	-
58	S235	0,01	0,05	0,10	0,02	0,15	0,01	0,02	L/11675
61	S235	0,01	0,01	0,09	0,01	0,11	0,00	0,02	L/13277

(de 6 zwaarste van de 21 regels getoond. De volledige uitvoer staat in de online berekening (link boven aan deze berekening).)

110 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 \u167?6.3.1 \u8212? maatgevende as per staaf:

staaf	$N_{c,Ed}$	as	Lcr,y/Lcr,z	λȳ	λz̄	χ	Nb,Rd	UC
12	626,7	z	1,40/1,40	0,26	0,26	0,978	925,8	0,68
13	586,9	z	1,40/1,40	0,26	0,26	0,978	925,8	0,63
22	576,0	z	1,40/1,40	0,26	0,26	0,978	925,8	0,62
58	1,7	z	0,47/0,47	0,12	0,40	0,924	223,7	0,01
60	0,3	z	0,47/0,47	0,12	0,40	0,924	223,7	0,00
61	0,0	z	0,47/0,47	0,12	0,40	0,924	223,7	0,00

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

staaf	M_{Ed}	L_{kip}	C1	M_{cr}	$\bar{\lambda}_{LT}$	χ_{LT}	Mb,Rd	UC
58	0,4	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij
59	0,3	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij
60	0,2	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij
61	0,1	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij

N-M-knik-interactie \u167?6.3.3 \u8212? interactiefactoren Annex B (Methode 2), Cm standaard 1,0 (conservatief: uniform momentverloop):

staaf	kyy	kyz	kzy	kzz	UC 6.61	UC 6.62	UC
58	0,999	0,601	0,600	1,002	0,114	0,135	0,13
61	1,000	0,600	0,600	1,000	0,068	0,099	0,10
60	1,000	0,600	0,600	1,000	0,033	0,029	0,03

UC knik = N_c,Ed/N_b,Rd (§6.3.1, maatgevende as y/z; kniklengte L_{cr} per as ingevoerd, leeg = staaflengte). UC kip = M_Ed/M_b,Rd (§6.3.2, M_{cr} met C1, Iz/Iy, It, Iw). UC §6.3.3 = gecombineerde N-M-knik-interactie (vgl. 6.61/6.62).

Maatgevende uitkomsten

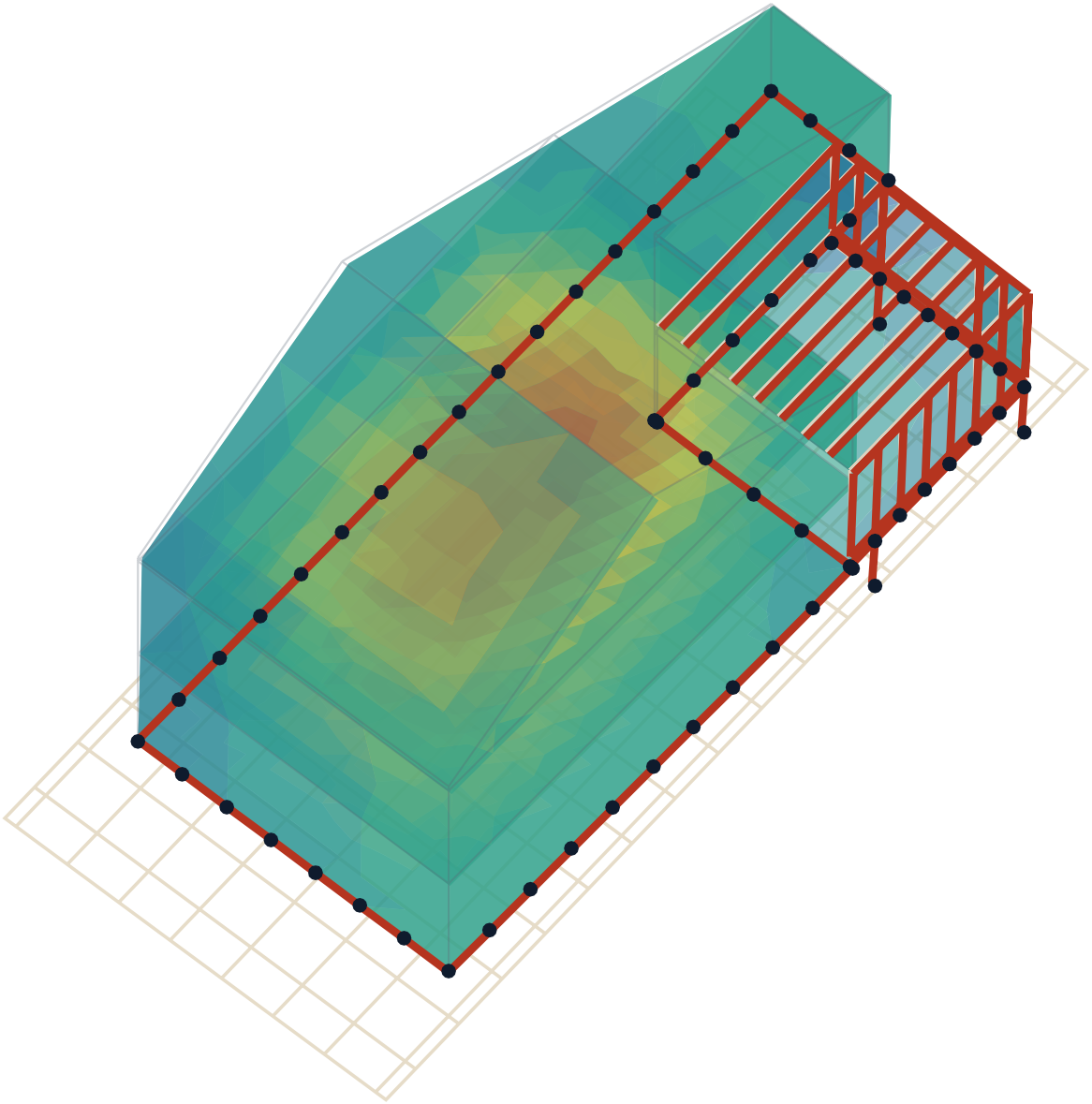
grootheid	waarde	waar
Maximale normaalkracht	-626,7 kN	staaf 12 (druk) — 6.10a
Maximale dwarskracht Vy	1,0 kN	staaf 55 — 6.10b · Q leid.
Maximale dwarskracht Vz	1655,4 kN	staaf 5 — 6.10a
Maximale moment My (sterke as)	472,7 kNm	staaf 5 — 6.10a
Maximale moment Mz (zwakke as)	0,2 kNm	staaf 55 — 6.10b · W leid.
Grootste verticale oplegreactie	627,3 kN	knoop 416 — Rx 0,0 · Ry 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): 25,13 mm zakking in vloer 2e verdieping (dikte 180 mm). De doorbuiging per constructievlak staat in de online berekening.

VOORBEELD

3D-aanzicht: vervorming (zonder bodemzetting)



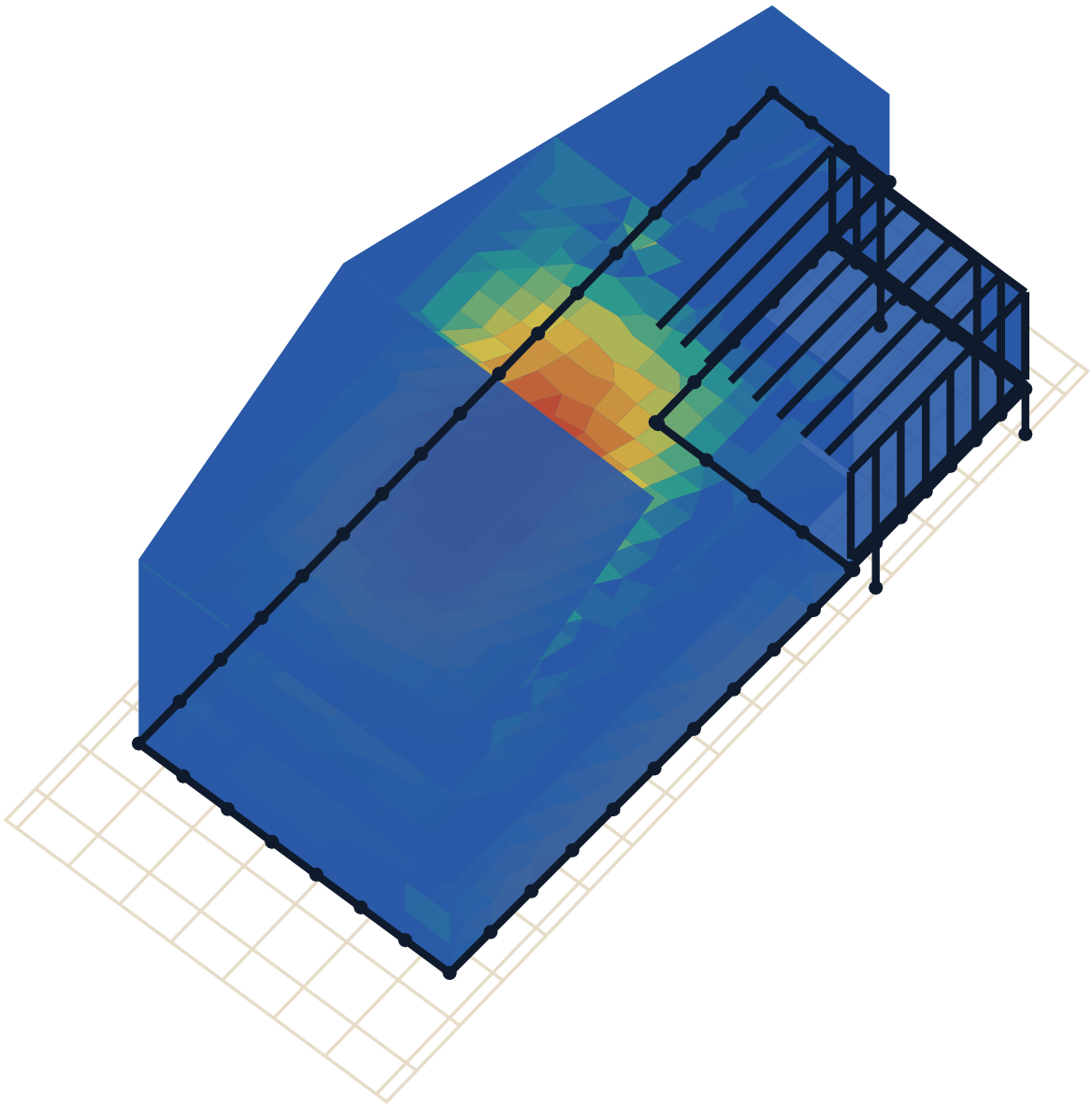
doorbuiging plaat

0,00 mm — 7,56 mm

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

VOORBEELD

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



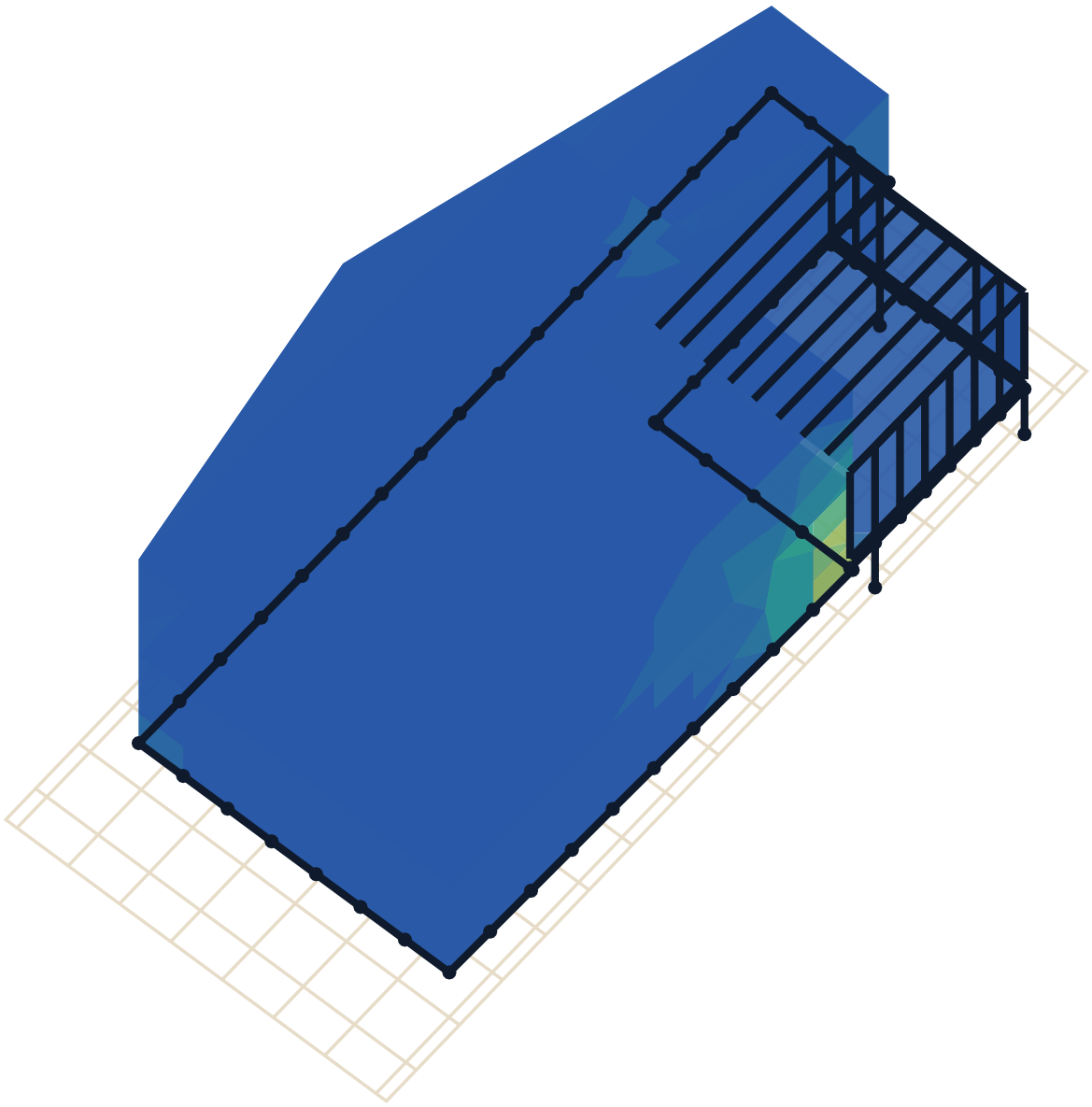
|m1| plaatmoment

0 32,2 kNm/m

bereik -22,2 … +32,2 kNm/m

VOORBEELD

3D-aanzicht: membraan-/schijfspanning σ = n/h (contour)



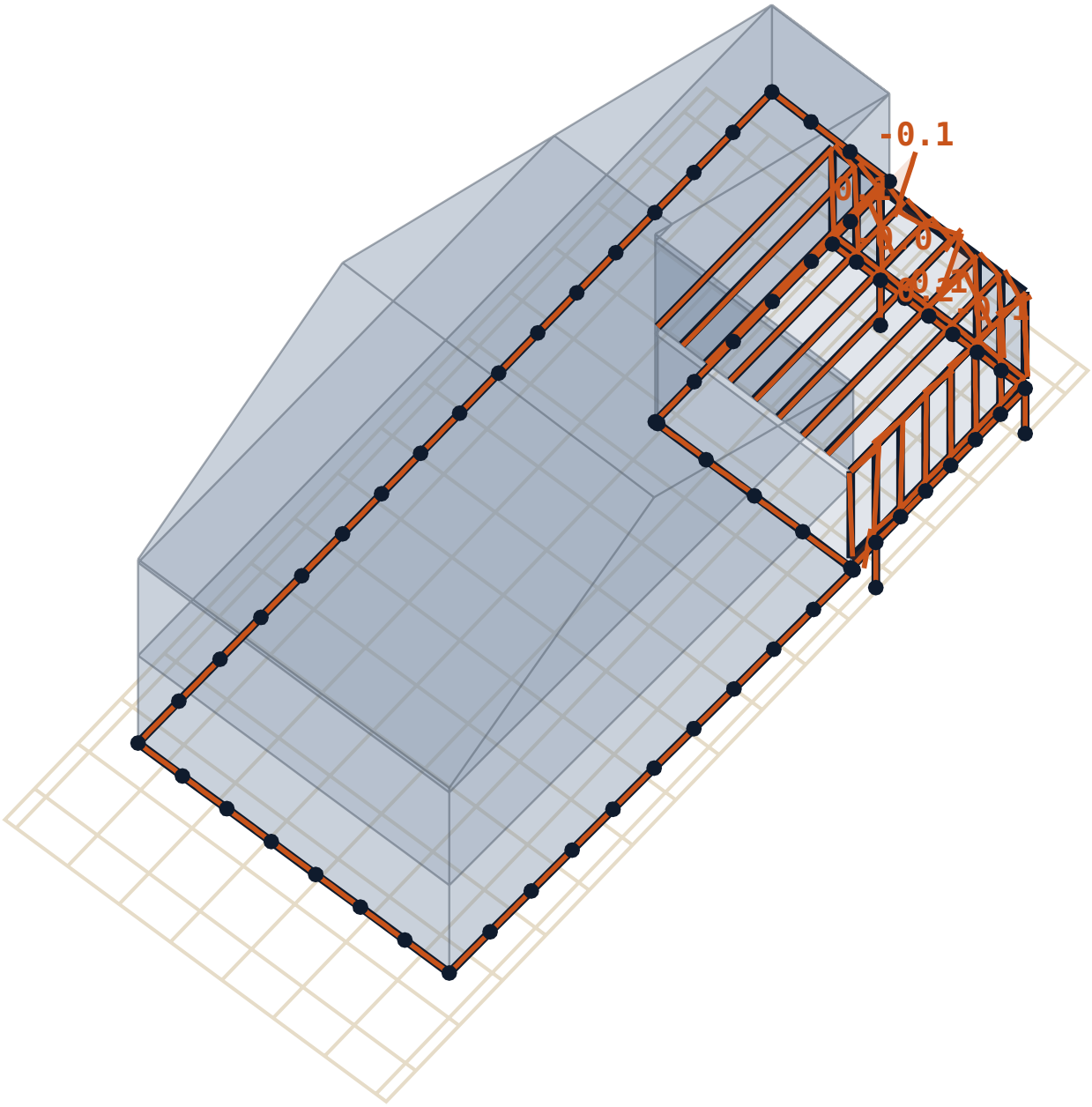
|σ| = |n|/h

0 15,10 N/mm²

bereik -15,10 (druk −) … +3,19

VOORBEELD

3D-aanzicht: moment Mz (zwakke as)



Niet als figuur opgenomen (wel in de rekenmodule doorgerekend en zichtbaar in de 3D-FEM-solver): 3D-aanzicht: moment My (sterke as); 3D-aanzicht: globaal moment Mg,XZ; 3D-aanzicht: globaal moment Mg,YZ.

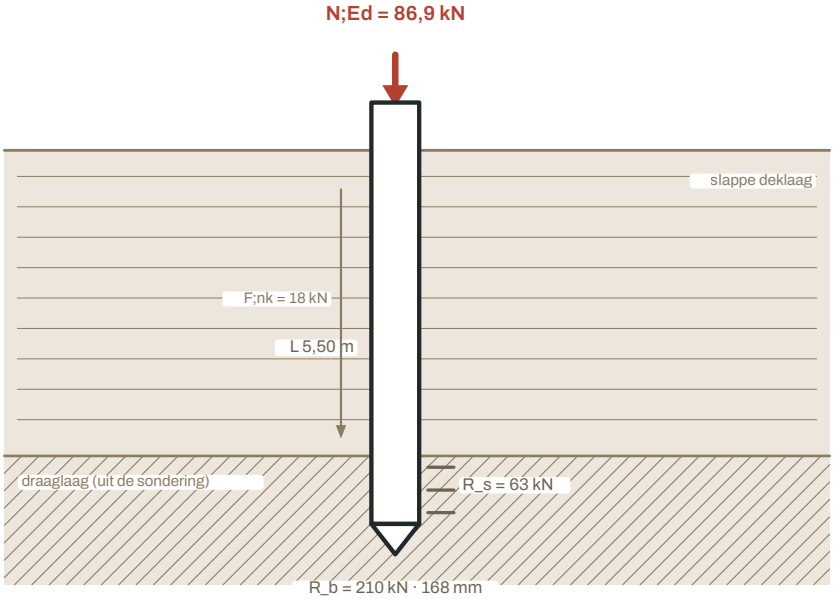
VOORBEELD

4.7. Druk-/trekpaal — Drukpaal

Toepassing: Drukpaal (buispaal Ø168) onder de aanbouw-fundatiebalken (slappe grond)

Rekenmodel · drukpaal (uit sondering)

Drukpaal (buispaal Ø168) onder de aanbouw-fundatiebalken (slappe grond)



Profiel Ø168 mm rond, paalpunt 5,5 m -mv (schacht in draaglaag 1,0 m)

R_c;d = 164 kN (xi 1,39) · maatgevend: Draagkracht UC 0,53

voldoet

Aannames

- Stalen buispaal (grondverdringend, gesloten punt) Ø168 mm rond; ontwerplast N_{Ed} = 69,0 kN. NEN 9997-1 (Koppejan 4D/8D); paalklassefactoren α_p = 0,63, α_s = 0,008 (per paaltype, NEN 9997-1+C1:2025, tabel 7.c).
- **Puntweerstand:** $R_b = \alpha_p \cdot q_{c;gem} \cdot A_{punt}$ = 0,63 · 15,0 MPa · 0,022 m² = 209 kN ($q_{c;gem}$ 21,6 MPa begrensd op 15 MPa). $q_{c;gem}$ volgens Koppejan (4D onder / 8D boven de paalpunt, NEN 9997-1), bepaald uit de sondering (CPT000000036259 · BRO, ~897 m).
- **Schachtwrijving:** $R_s = \alpha_s \cdot q_{c;schacht} \cdot O \cdot L$ = 0,008 · 15,0 MPa · 0,53 m · 1,0 m = 63 kN.
- **Paalpuntniveau 5,5 m -mv (uit de sondering):** de schachtwrijving telt alleen over de draaglaag onder de neutrale lijn (1,0 m), niet over de slappe deklaag.
- **Negatieve kleef (effectieve-spanningsmethode, NEN 9997-1):** N_k = 18 kN telt als NEERWAARTSE belasting mee. Toets: $R_{c;d} \geq N_{Ed} + N_k$ = 69 + 18 = 87 kN.
- **Correlatiefactor xi = 1,39 (1 sondering(en)):** partiele factoren γ_b = 1,2, γ_s = 1,2 (NL NB). Ontwerp-draagvermogen $R_{c;d}$ = 164 kN (UC = 0,53).
- **NIET BESCHOUWD:** de schachtwrijving per grondlaag. Er is gerekend met één opgegeven gemiddelde $q_{c;schacht}$ over de hele opgegeven lengte.
- **AANDACHTSPUNT constructeur:** NEN 9997-1 art. 7.6.2.3 telt de wrijving per laag met $q_{c;z;a}$ (pieken boven 12 MPa afgesneden; in een laag van ten minste 1 m op de laagste q_c, hooguit 15 MPa) en α_s uit tabel 7.c voor zand en grind; klei, leem en veen volgen tabel 7.d en geven veel minder of geen wrijving. Telt de opgegeven lengte klei- of veenlagen mee, of ligt $q_{c;schacht}$ boven 12 MPa, dan is R_s te hoog. Laad de .gef: dan rekent de tool per laag.
- **NIET BESCHOUWD:** een verlaging van de conusweerstand door overconsolidatie (voorbelasting) of door een ontgraving na de sondering; niet opgegeven.
- **AANDACHTSPUNT constructeur:** is de draagkrachtige laag overgeconsolideerd (OCR > 1), dan telt q_c / wortel(OCR) (zoals D-Foundations; bij OCR 4 de helft van R_b); is er na de sondering ontgraven, dan is q_c te hoog. Geef 'ocr_draaglaag' (1 = normaal geconsolideerd) en 'ontgraving' (m na de sondering, 0 = geen) op.

VOORBEELD

- **NIET BESCHOUWD:** of het zand langs de schacht grof is (d50 > 0,6 mm); dat is uit een sondering niet af te lezen.
- **AANDACHTSPUNT constructeur:** in grof zand en grind verlaagt NEN 9997-1 α_s voor een voorgevormde geheide paal (D-Foundations 25.1: prefab en stalen buis x 0,85, hout x 0,75); de schachtwrijving is dan tot 25 %% te hoog. Geef 'd50_zand' (mm) uit de boorbeschrijving op.
- **AANDACHTSPUNT:** deze paal rekent als GEHEIDE of getrilde stalen buispaal met gesloten voet (S1, NEN 9997-1+C1:2025, tabel 7.c: α_p 0,63, α_s 0,008, α_t 0,006). Een GESCHROEFDE stalen paal (S5) heeft in die tabel veel lagere factoren (α_p 0,30, α_s 0,006): reken die niet met dit paaltype.

Algemene gegevens		
Funderingstype	paalfundering	
Afmeting	Ø168 mm rond, paalpunt 5,5 m -mv (schacht in draaglaag 1,0 m)	
Paaltype	buispaal	
Paalpuntniveau	5,5	m -mv
Schachtlengte in draaglaag	1,0	m

Belasting (ontwerp)		
Ontwerpnormaalkracht N_{Ed}	86,9	kN

Paaldraagvermogen		
$q_{c_{gem}}$ volgens Koppejan 4D/8D (uit de sondering)	21,6	MPa
Puntweerstand R_b	209,5	kN
Schachtweerstand R_s	63,3	kN
Correlatiefactor ξ	1,39	
Rekenwaarde R_{c_d}	163,6	kN

Toetsing · NEN 9997-1 · paaldraagvermogen			
Draagvermogen paal $N_{Ed} \leq R_{c_d}$	86,9 / 163,6 kN	u.c. = **0,53**	**voldoet**

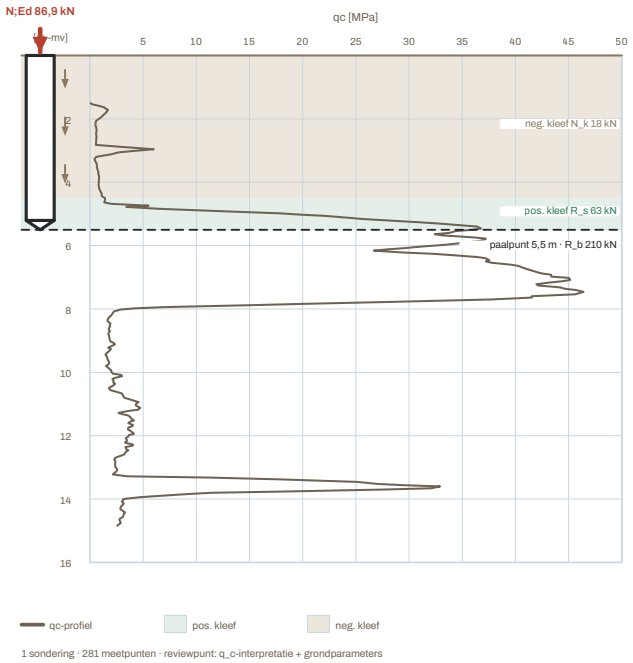
Toepassen: **Ø168 mm rond, paalpunt 5,5 m -mv (schacht in draaglaag 1,0 m)**

ULS u.c. **0,53** · SLS u.c. **n.v.t.** ✓ voldoet

VOORBEELD

Sondering · qc-profiel + paaldraagkracht (.gef)

sondering: CPT000000036259 · BRO, ~897 m



1 sondering · 281 meetpunten · reviewpunt: q_c-interpretatie + grondparameters

VOORBEELD

VOORSTEL funderingswijze (bevestigen door constructeur): DRUKPAAL, gekozen o.b.v. de sondering (zie Uitgangspunten, grondonderzoek); 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 $q_{c;punt}$ verifieren; negatieve kleef, paalgroep-interactie en zettingen apart beoordelen
Fundering	de conusweerstand (sondering) + de 4D/8D-Koppejan-bepaling van $q_{c;punt}$, de grondparameters van de negatieve kleef, paalgroep/hart-op-hart-afstand, horizontale belasting en zettingen zijn deels automatisch getoetst.

4.8. Fundatiebalken — Balkenrooster op palen (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/Y_QUepg6lU17qkDb-j4gXg/4

Modelgegevens

Gegeven	Waarde
Omhullende maten model (b × d)	3,80 × 4,00 m — vlak model, alles op één niveau
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

VOORBEELD

Het rekenmodel is met deze schematisering en belasting doorgerekend.

Maatgevende unity check UC = 0,45 — voldoet (indicatief; de constructeur verifieert de schematisering).

Toetsen uit het model (de grootste u.c. per soort):

- doorbuiging balk 1: u.c. 0,00
- doorbuiging balk 2: u.c. 0,01
- doorbuiging balk 3: u.c. 0,00
- doorbuiging balk 4: u.c. 0,02

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

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

Belastinggevallen (NEN-EN 1990)

#	Naam	Soort	Categorie (ψ-type)	ψ₀	ψ₁	ψ₂
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)

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

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

VOORBEELD

Doorsneden & materialen

Betonnen balken

b×h [mm]	beton	E_{cm} [MPa]	I [mm⁴]	J [mm⁴]	EI [kNm²]	GJ [kNm²]
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+ν)), ν = 0.2 (beton). J = β·b³·h (Saint-Venant).

Gewapende betondoorsneden (voor de betontoets)

Naam	b×h	Beton	Dekking	Onder	Boven	Beugels	$A_{s,onder}$ [mm²]	A_sw/s [mm²/m]	Staal
Fundatiebalk 350 × 500	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

Stramienen

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 = 4,000 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).

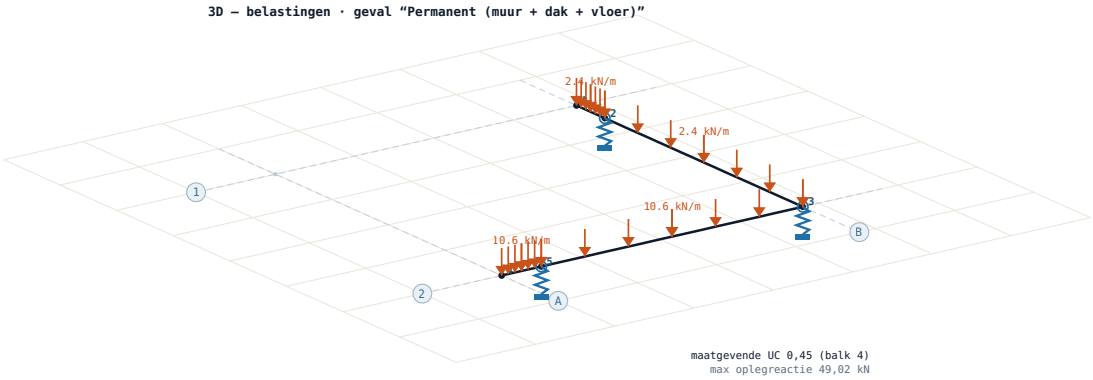
Balken

#	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	3,50	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

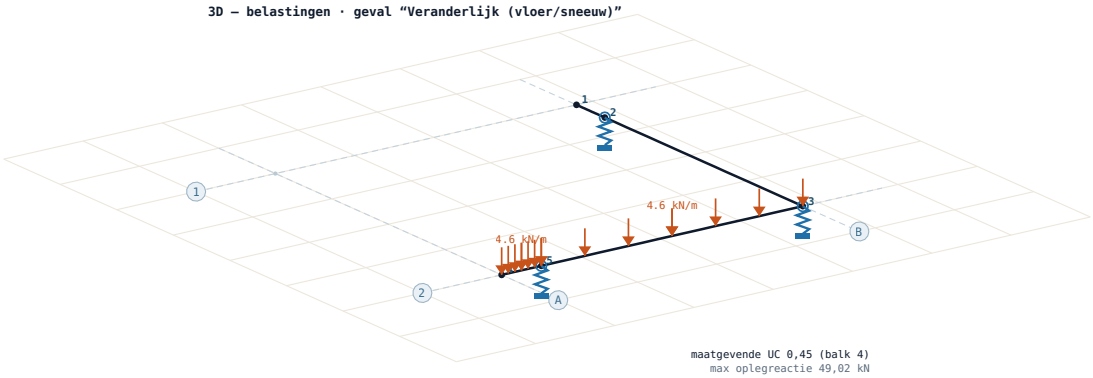
Geval “Permanent (muur + dak + vloer)” — permanent



+ 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 – 3,50
balk 3	q-last	10,60 kN/m	0,00 – 0,50
balk 4	q-last	10,60 kN/m	0,00 – 3,30

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



Balklasten	Type	Waarde	positie [m]
balk 3	q-last	4,60 kN/m	0,00 – 0,50

VOORBEELD

balk 4	q-last	4,60 kN/m	0,00 – 3,30

Resultaten

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

Knoopzakkingen — BGT kar. · Q leid.

Knoop	w [mm]	θx [mrad]	θy [mrad]
1	0,18	-0,25	-0,23
2	0,31	-0,25	-0,23
3	0,86	-0,06	-0,23
4	0,75	-0,06	0,22
5	0,86	-0,06	0,22

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

Steun	$R_{z;d}$ [kN]	type	maatgevende combinatie
steun 2	18,82	paalveer	6.10a
steun 3	48,68	paalveer	6.10b · Q leid.
steun 5	49,02	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.)

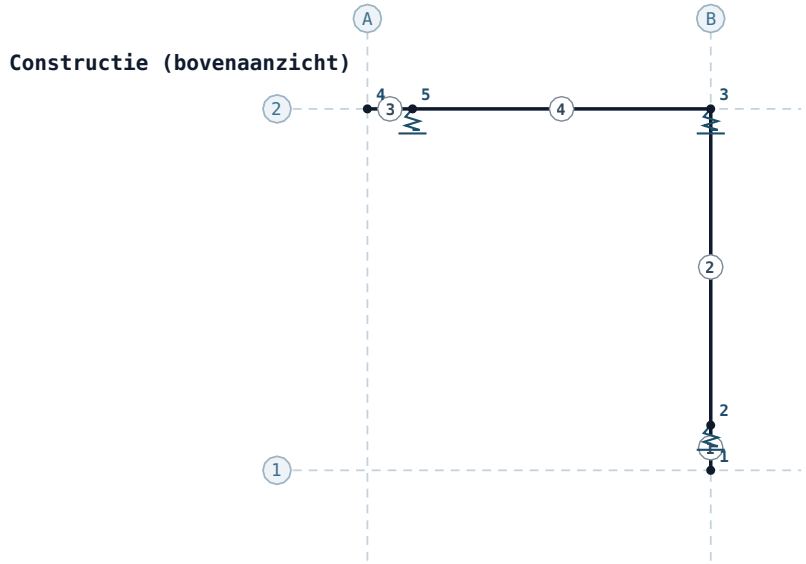
Steun	R_z [kN]	type
steun 2	15,49	paalveer
steun 3	43,17	paalveer
steun 5	42,83	paalveer

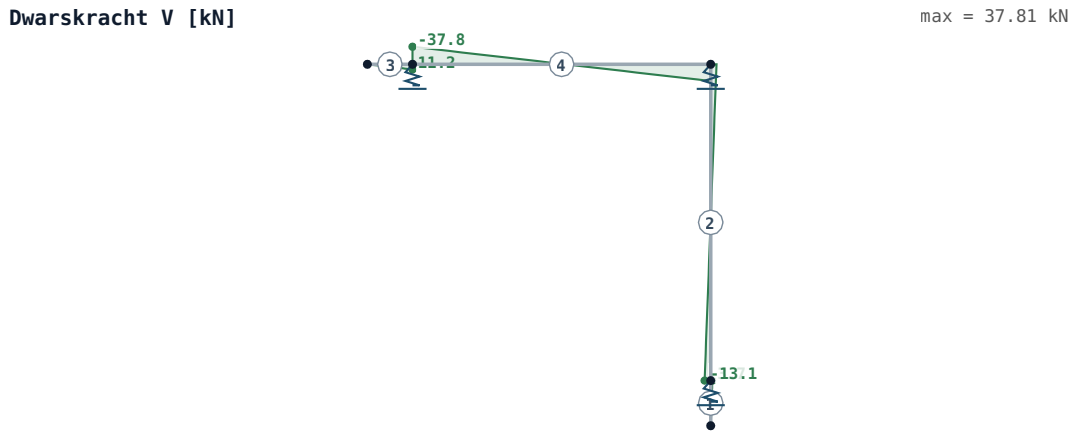
Balkkrachten — BGT kar. · Q leid.

Balk	V_{max} [kN]	M_{max} [kNm]	T [kNm]	x_M [m]
1	3,39	0,85	0,00	0,50
2	-12,10	-9,95	0,00	1,81
3	9,79	2,45	0,00	0,50
4	-33,04	-25,43	0,00	1,70

VOORBEELD

Overzichten

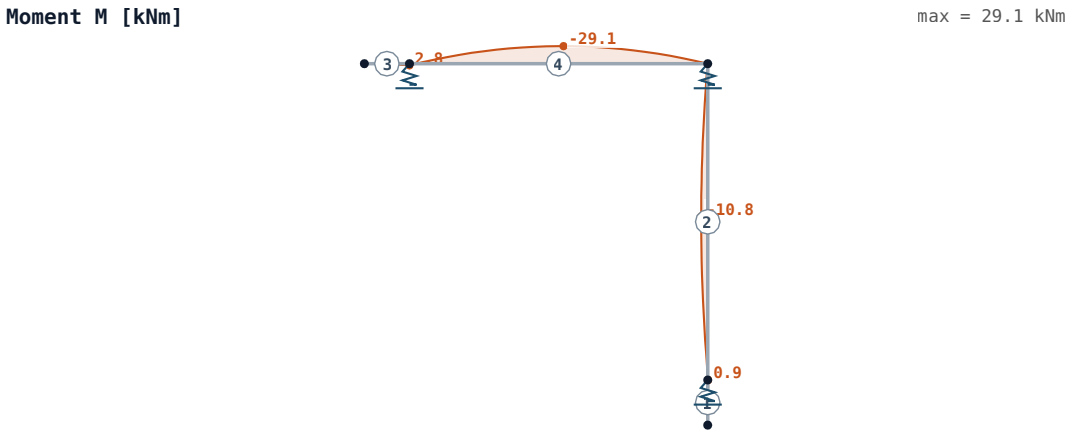




VOORBEELD

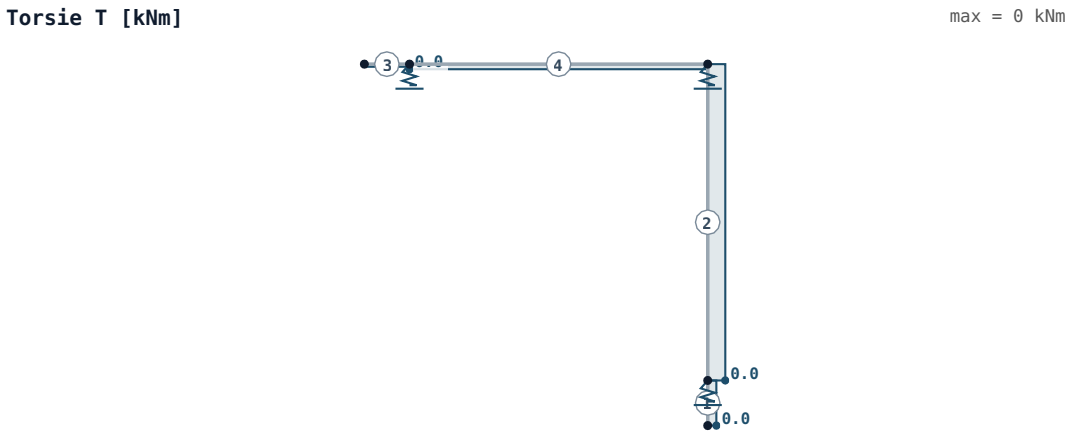
Figuur en tabel hieronder: BGT kar. · Q leid.. De MAATGEVENDE waarden voor de toetsing staan in "Maatgevende balkkrachten (omhullende UGT)".

Balk	V_{max} [kN]	positie
1	3,66	x = 0,50 m
2	-13,08	x = 0,00 m
3	11,20	x = 0,50 m
4	-37,81	x = 0,00 m



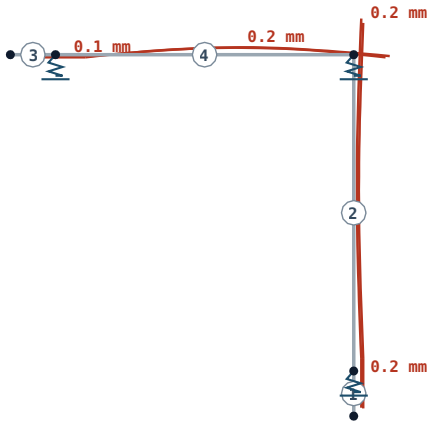
Figuur en tabel hieronder: BGT kar. · Q leid.. De MAATGEVENDE waarden voor de toetsing staan in "Maatgevende balkkrachten (omhullende UGT)".

Balk	M_{max} [kNm]	positie
1	0,92	x = 0,50 m
2	-10,76	x = 1,81 m
3	2,80	x = 0,50 m
4	-29,11	x = 1,70 m



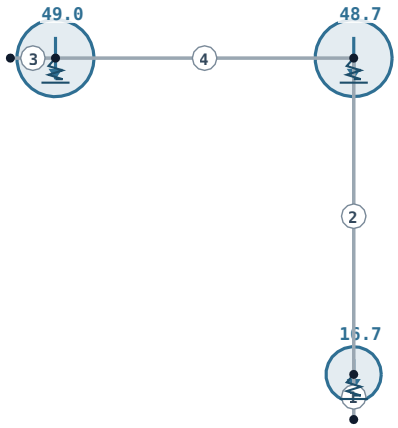
VOORBEELD

Zakking



BGT-omhullende x463

Oplegreacties [kN]



Σ steunpunten = 114 kN

VOORBEELD

3D-isometrie

Toetsing (unity-checks): per balk de maatgevende UC over buiging, dwarskracht en torsie. Groen ≤ 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)

Gevolgklasse 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	-14,70	-12,09	0,00	1,81	6.10a
3	11,20	2,80	0,00	0,50	6.10b · Q leid.
4	-37,81	-29,11	0,00	1,70	6.10b · Q leid.

Doorgerekende combinaties

Grenstoestand	Combinatie	Factoren
UGT	6.10a	1,22·G + 0,54·Q
UGT	6.10a · alleen G	1,22·G + 0,00·Q
UGT	6.10b · Q leid.	1,08·G + 1,35·Q
UGT	EQU · Q leid. (G gunst.)	0,90·G + 1,35·Q
UGT	EQU · alleen G	0,90·G + 0,00·Q
BGT	BGT kar. · Q leid.	1,00·G + 1,00·Q
BGT	BGT quasi-blijv.	1,00·G + 0,30·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 = 0,45 (beton 0,45). 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	12,1	65,0	14,7	295,7	0,0	0,19	0,05	0,03	0,19	OK	—
3	350 × 500	C30/37	339 / 339	451	0,06	2,8	65,0	11,2	295,7	0,0	0,04	0,04	0,02	0,04	OK	S
4	350 × 500	C30/37	339 / 339	451	0,06	29,1	65,0	37,8	295,7	0,0	0,45	0,13	0,07	0,45	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 ≤ 1,0 én de doorsnede ductiel en maakbaar is (x/d ≤ 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 ≤ 0,45	§5.6.3 / 9.2.1.1
V_{Rd} — dwarskracht	$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}$ (beugels, θ = 21,8°) 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	≥ max(Ø; d_g + 5 mm; 20 mm) = max(Ø; 21 mm) bij d_g = 16 mm	§8.2(2)

Zelfde grondslag als de deterministische betonligger-rekenkern.

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

VOORBEELD

4.9. Zetting van de fundering (3D-grondmodel) (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/Y_QUepg6lU17qkDb-j4gXg/8

Toepassing

Onderwerp	Toelichting
Fundering	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-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-Rz 2639,3 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 104,2 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 3 nieuwe paal/palen staan in dit grondmodel op de EIGEN last van het nieuwe werk (100,4 kN) en niet op de reactie uit het 3D-model (1586,6 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
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 4 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 meetrekken 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 3 paalpunt(en) staan als PALEN in het grondmodel: een verstijfde kolom van het aanlegniveau tot de paalpunt op 5,50 m -mv (de paalpuntdiepte uit de paalberekening van dit rapport), 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: 4 funderingsobject(en) — 0 wandvoetlijn(en), elk met de GEMIDDELDE lijnlast van dat wandvoetsegment + 4 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).

VOORBEELD

Onderwerp	Toelichting
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 50 mm komt uit NEN-EN 1997-1 bijl. H.2 (informatief: 'total settlement up to 50 mm is often acceptable'), dezelfde grens als waarop de plaatdikte wordt gekozen - stel hem per project scherper bij een gevoelige afwerking;
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 geostatische 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).

Toetsen uit het model (de grootste u.c. per soort):

- zetting t.o.v. toelaatbaar: u.c. 0,12
- relatieve rotatie t.o.v. de bestaande woning 1/1926 (grens 1/500): u.c. 0,26

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

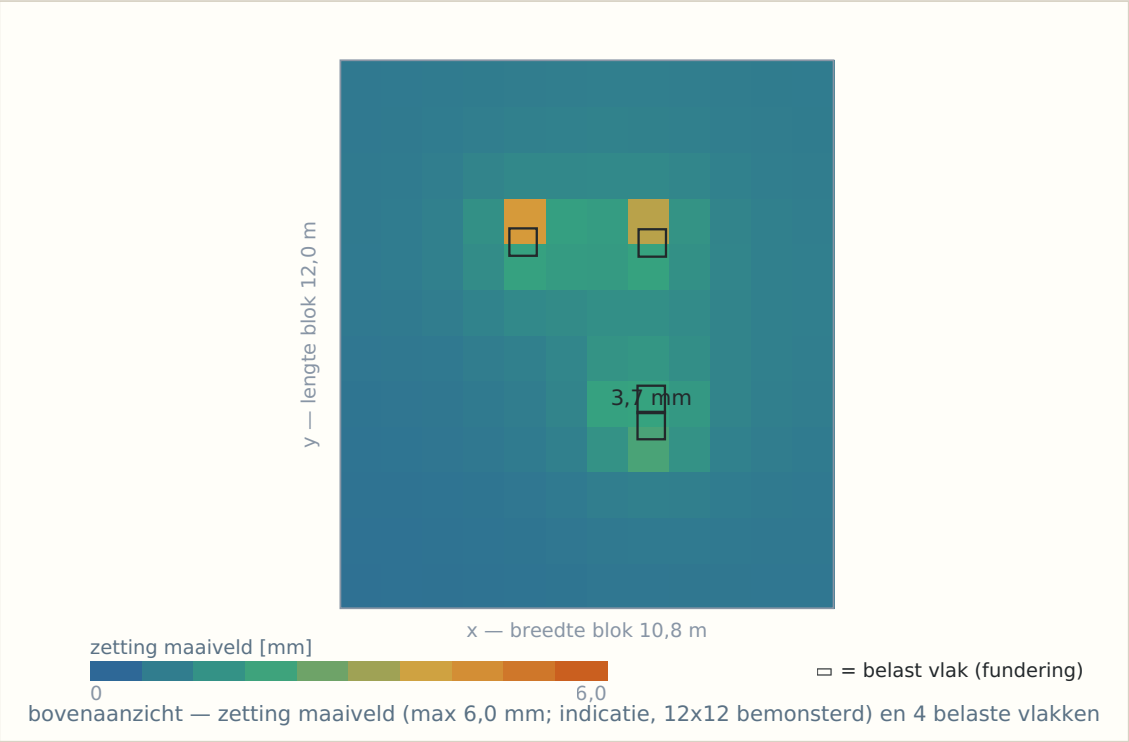
VOORBEELD

3D Grond-FEM — zettings-/spanningsanalyse

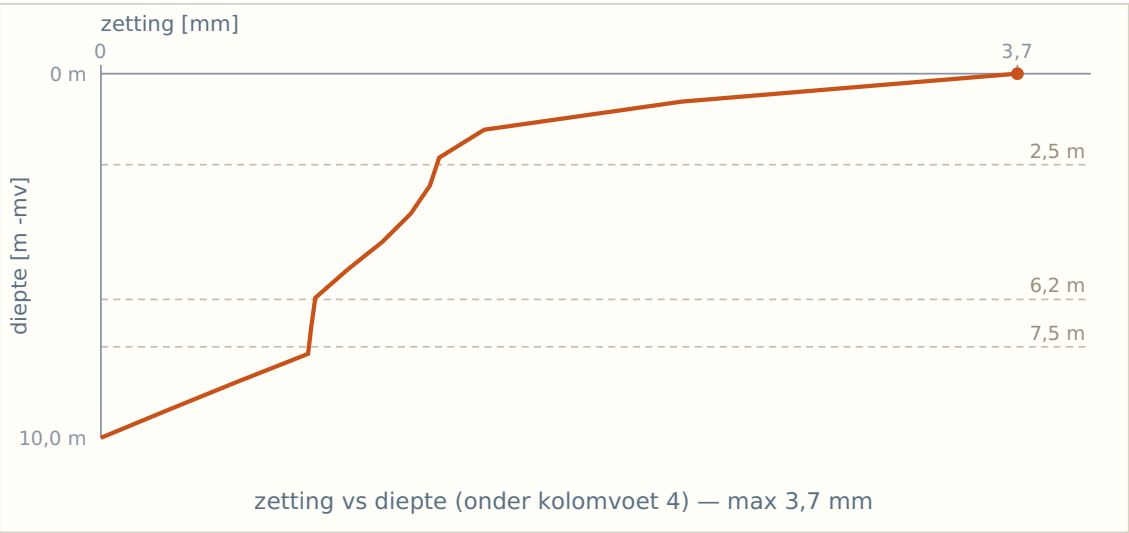
Project: Zetting fundering — lasten uit de 3D-FEM

Model
Blok 10.8 x 12 × 10 m, mesh 40 × 40 × 13 (Hex8, 20800 elementen).
Laag 1: Klei, slap, dikte 2.5 m, E 3 MPa, v 0.35, g 14 kN/m³, φ′ 17.5 gr, c' 5 kN/m²
Laag 2: Leem, dikte 3.7 m, E 10 MPa, v 0.33, g 19 kN/m³, φ′ 27.5 gr, c' 2 kN/m²
Laag 3: Grind, dikte 1.3 m, E 70 MPa, v 0.3, g 21 kN/m³, φ′ 37.5 gr, c' 0 kN/m²
Laag 4: Veen, dikte 2.5 m, E 1.5 MPa, v 0.35, g 10.5 kN/m³, φ′ 15 gr, c' 3 kN/m²
Belasting: 4 belaste vlak(ken) uit de scène, samen 104,2 kN.

Resultaten (lineair-elastisch, indicatief)
Max. zetting oppervlak: 6,0 mm
Grootste zetting onder een belast vlak: 3,7 mm - kolomvoet 4 (10,6 kN/m²).
Daarna: 2,0 mm onder paal 2 (punt 5,50 m -mv); 2,0 mm onder paal 1 (punt 5,50 m -mv).
4 belaste vlakken in het model; de zetting onder ELK vlak staat in de online berekening (zie de inzagelink) - hier alleen de maatgevende.
Verschilzetting tussen de belaste stroken: 1,8 mm (3,7 mm onder kolomvoet 4 tegen 1,9 mm onder paal 3 (punt 5,50 m -mv)). Die verschilzetting tussen willekeurige stroken is zelf NIET GETOETST (hij hangt af van de afstand waarover je hem betrekt); de relatieve rotatie ten opzichte van de bestaande woning hieronder wel - daar liggen de meetpunten vast.
Relatieve rotatie t.o.v. de bestaande woning: 1/1926 (grens 1/500, NEN-EN 1997-1 bijl. H.1) → u.c. 0,26 (voldoet): 2,0 mm aan de verste rand van de nieuwe fundering tegen 0,0 mm bij de aansluiting op wand x = 2,34 m, over 3,82 m (4 meetlijnen, de grootste telt). De woning zakt daarin alleen onder haar EIGEN extra last; het lineair-elastische grondblok zou haar tot 1,3 mm met de nieuwe fundering meetrekken, maar de grond onder de oude fundering is al lang voorbelast en de woning is stijf.
Max. verticale spanning sz: 357 kN/m²
Paalfundering: 3 palen Ø168 mm tot 5,50 m -mv (de bovenkant van het grondblok ligt op 0,80 m -mv) (verstijfde elementkolommen, uitgesmeerde EA; paaldraagkracht apart te toetsen).



bovenaanzicht — zetting maaiveld (max 6,0 mm; indicatie, 12x12 bemonsterd) en 4 belaste vlakken



zetting vs diepte (onder kolomvoet 4) — max 3,7 mm

VOORBEELD

CUR 166 — veiligheid en toetsing
Veiligheidsklasse II. Rekenwaarde-belasting gf·q = 1,10·0 = 0 kN/m².
Vervormingstoetsing: zetting 6,0 ≤ toelaatbaar 50 mm (NEN-EN 1997-1 bijl. H.2, informatief) → u.c. 0,12 (voldoet).
LET OP - aandachtspunten bij deze berekening
- Mesh automatisch verfijnd rond de objecten in het model (belaste strook: x 16 → 40; belaste strook: y 16 → 40) — een grof raster benadert een buis of smalle kuip trapvormig. Stel nx/ny/nz zelf hoger in als u een fijner raster wilt.
- Mohr-Coulomb-indicatie NIET van toepassing: dit model rekent zonder eigen gewicht (increment-analyse) en de grond heeft geen cohesie, dus er is geen opsluitspanning waaraan schuifsterkte te ontlenen valt. Zet 'eigen gewicht grond' aan voor een zinvolle indicatie; de zetting/spanningsuitkomst blijft gewoon geldig.
- Zonder eigen gewicht heeft de grond geen opsluitspanning: 86 elementen komen in een TREKzone en zijn NIET als bezwijkend geteld (modelartefact). Zet 'eigen gewicht grond' aan voor een zinvolle Mohr-Coulomb-indicatie.
Convergentie CG-oplosser: geconvergeerd (671 iteraties).

Lineair-elastisch continuum met een Mohr-Coulomb-indicatie op de rekensterkte (CUR 166-materiaalfactoren), grondwater via de effectieve spanning, gefaseerde ontgraving (heave) en een damwand-veermodel (momenten +

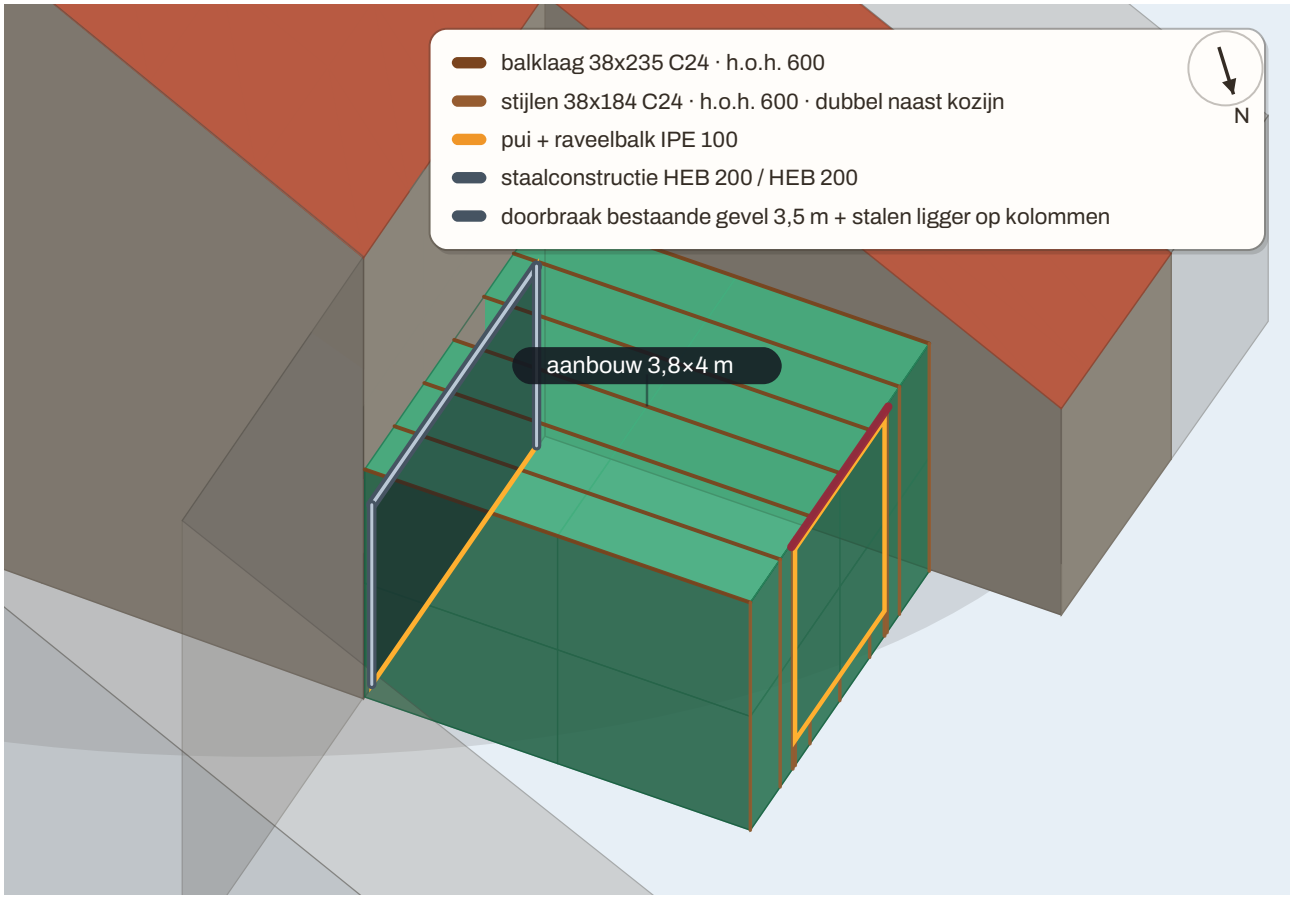
ankerkracht). Indicatief; een geotechnicus/constructeur beoordeelt en verifieert EI/k_h/anker tegen CUR 166. De figuren hierboven zijn het BOVENAANZICHT (zetting maaiveld + de belaste vlakken) en het zettingsprofiel over de diepte. NIET BESCHOUWD in dit rapport: het roteerbare 3D-kleurenveld en de doorsneden (rasterbeeld) - die zijn alleen in de online berekening te zien, via de inzagelink; het bovenaanzicht toont dezelfde grootheid, maar op een vaste bemonstering.

VOORBEELD

5. Samenvatting en conclusie

Nr.	Onderdeel	Toe te passen	Max. UC	Oordeel
1	Houten balklaag	38 × 235 mm C24	**0,53**	**voldoet**
2	Prefab vloerplaat — benodigd draagvermogen (kanaalplaat/ staalplaatbeton)	plaat met $M_{Rd} \geq 12{,}29$ kNm/m · $V_{Rd} \geq 12{,}29$ kN/m · EI ≥ 839 kNm²/m (leveranciersblad)	—	bepaald — geen toets
3	Stalen ligger	IPE 100	**0,22**	**voldoet**
4	Stalen portaal	ligger HEB 200 / kolom HEB 200	**0,81**	**voldoet**
5	Houten gevelstijl	38 × 184 mm C24	**0,22**	**voldoet**
6	Rekenmodel — fem3d-solver	controlemodel van de woning met de ingreep — de nieuwe onderdelen staan hierboven	**1,24**	te verifiëren (modelartefact)
7	Druk-/trekpaal	Ø168 mm rond, paalpunt 5,5 m -mv (schacht in draaglaag 1,0 m)	**0,53**	**voldoet**
8	Rekenmodel — rooster-solver	Fundatiebalk 350 × 500 C30/37	**0,45**	voldoet (indicatief)
9	Rekenmodel — geo3d-solver	zie de modeluitvoer	**0,26**	voldoet (indicatief)

Alle 5 getoetste onderdelen voldoen op de geautomatiseerde toetsen; daarnaast is 1 onderdeel een bepaling zonder toets; 3 rekenmodellen worden bij levering door de constructeur geverifieerd; maatgevend is Stalen portaal — ligger boven doorbraak met UC 0,81. Voorgestelde constructie per onderdeel (indicatief; de profielen staan in de berekeningstabellen hierboven en in de overzichtstekening):



Onderdeel: aanbouw 3,8 × 4 m — ingezoomd op de (ver)bouwing (indicatief, uit 3DBAG-pandgeometrie)

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

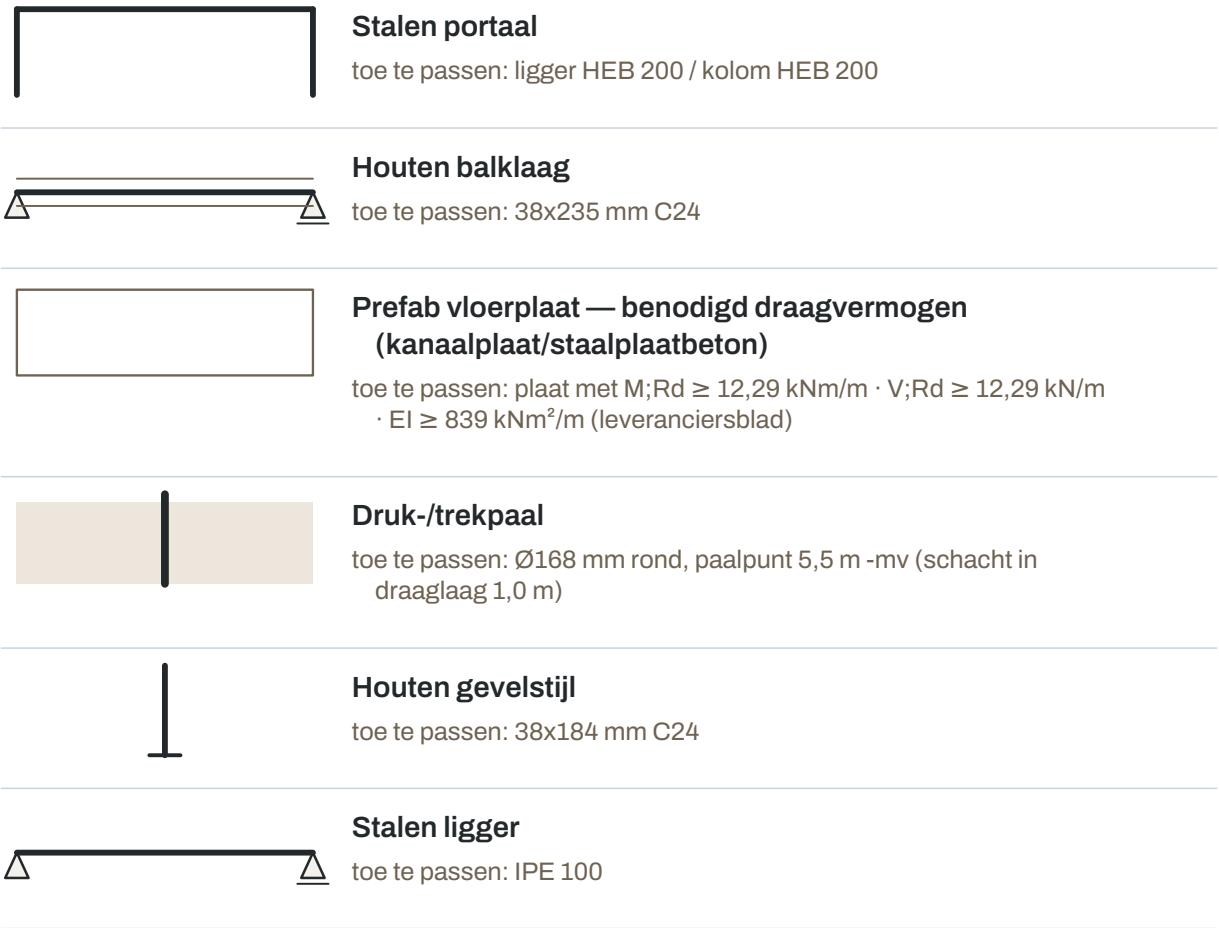
VOORBEELD

6. Constructieve overzichten

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

Constructieve overzichtstekening

schematisch — de toe te passen onderdelen uit deze berekening



Stalen portaal

toe te passen: ligger HEB 200 / kolom HEB 200

Houten balklaag

toe te passen: 38x235 mm C24

Prefab vloerplaat — benodigd draagvermogen (kanaalplaat/staalplaatbeton)

toe te passen: plaat met M;Rd ≥ 12,29 kNm/m · V;Rd ≥ 12,29 kN/m · EI ≥ 839 kNm²/m (leveranciersblad)

Druk-/trekpaal

toe te passen: Ø168 mm rond, paalpunt 5,5 m -mv (schacht in draaglaag 1,0 m)

Houten gevelstijl

toe te passen: 38x184 mm C24

Stalen ligger

toe te passen: IPE 100

Schets ter oriëntatie; 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).

Bijlage — Profieleigenschappen (staal)

Profiel	h [mm]	b [mm]	gewicht [kg/m]	Iy [cm⁴]	Wpl;y [cm³]	Avz [cm²]
IPE 100	100	55	8,10	171	39,40	5,08
HEB 200	200	200	61,30	5.696	642,50	24,80

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

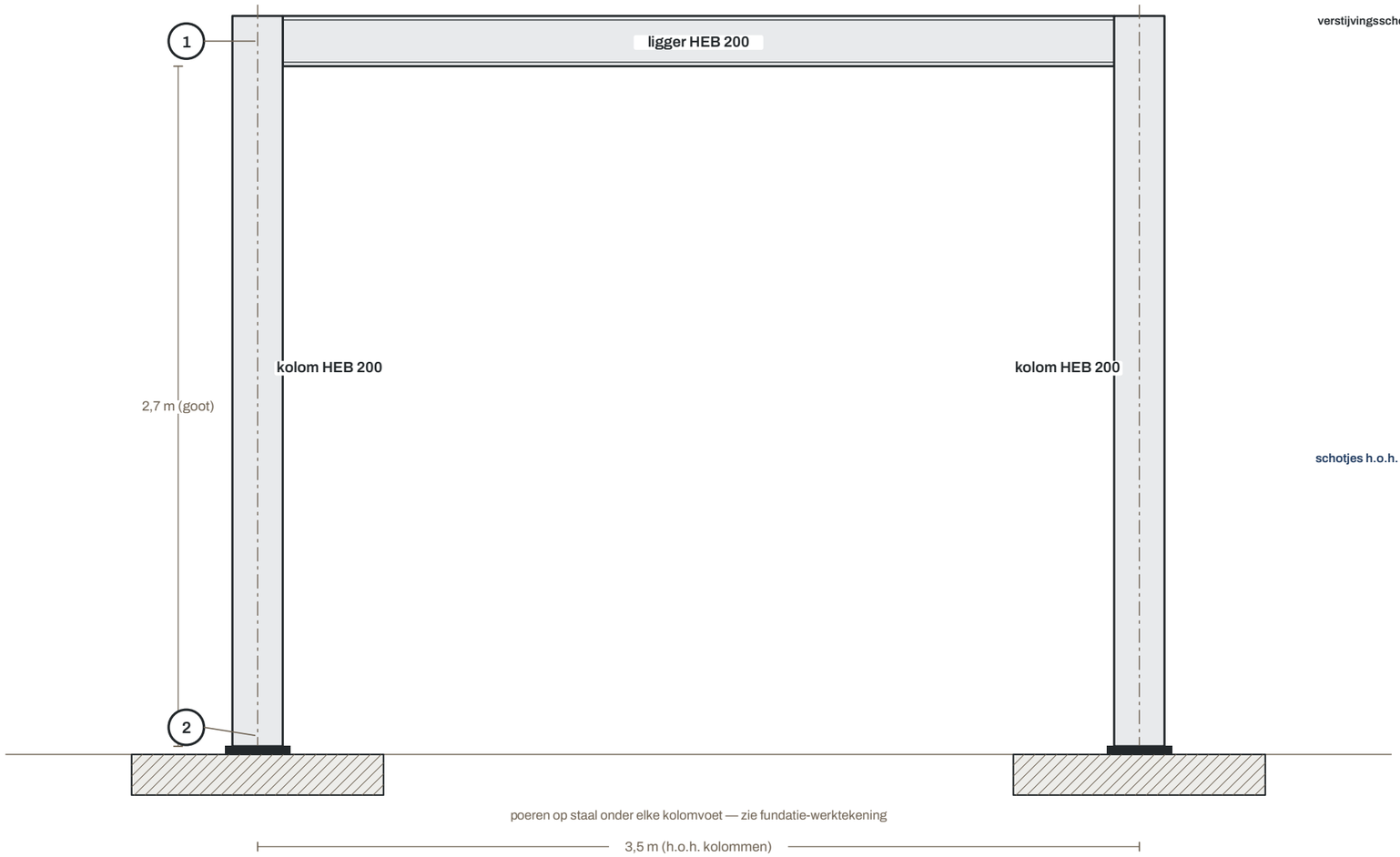
VOORBEELD

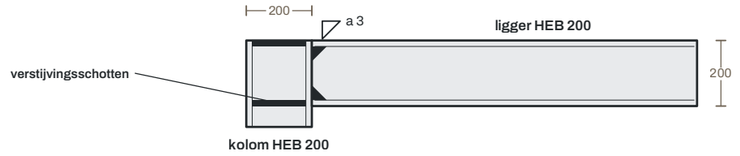
Uitvoeringsstukken — Werktekeningen

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.

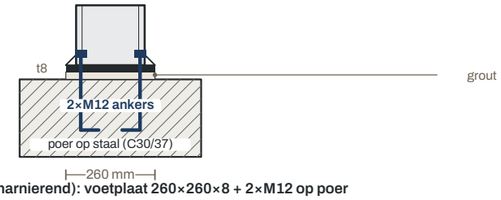
VOORBEELD

STAALPORTAAL — aanzicht (vorm + verbindingsdetails)

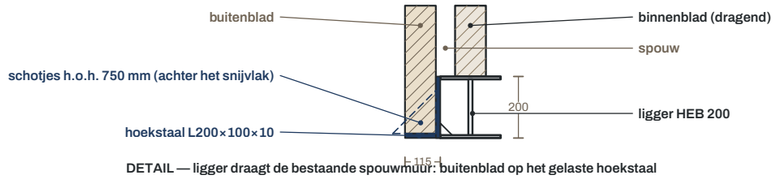




DETAIL 1 — goot-hoekknoop (momentvast): GELAST + verstijvingsschotten · hoeklas a 3



DETAIL 2 — portaalvoet (scharnierend): voetplaat 260×260×8 + 2×M12 op poer



DETAIL — ligger draagt de bestaande spouwmuur: buitenblad op het gelaste hoekstaal

RENVOOI MATERIALEN

staal	S235JR (profielen + platen)
bouten/ankers	8.8, elektrolytisch verzinkt
lassen	hoeklassen; GELASTE hoekknoop + verstijvingsschotten
conservering	stralen SA 2½ + 2-laags coating; buiten: verzinkt

OPMERKINGEN

1. Maten in m (aanzicht) en mm (details); maatvoering in het werk controleren.
2. De HOEKKNOOP is GELAST: ligger doorgelast op de kolom + verstijvingsschotten t.p.v. de liggerflenzen; las/voetplaat/boutgroep uit berekening SB-20261001-0250 (reviewpunt).
3. Conservering: stralen SA 2½ + primer + afwerklaag (binnenklimaat, C1/C2); buiten of vochtig milieu: thermisch verzinkt dan wel coatsysteem C3 — door de constructeur te bevestigen.
4. Portaal tijdens de montage schoren; zijdelingse steun buiten het vlak volgens de berekening.
5. Uitvoering pas na goedkeuring door de constructeur (status DEFINITIEF).

statischeberekening.nl
ing. P.M.M. Lankhorst

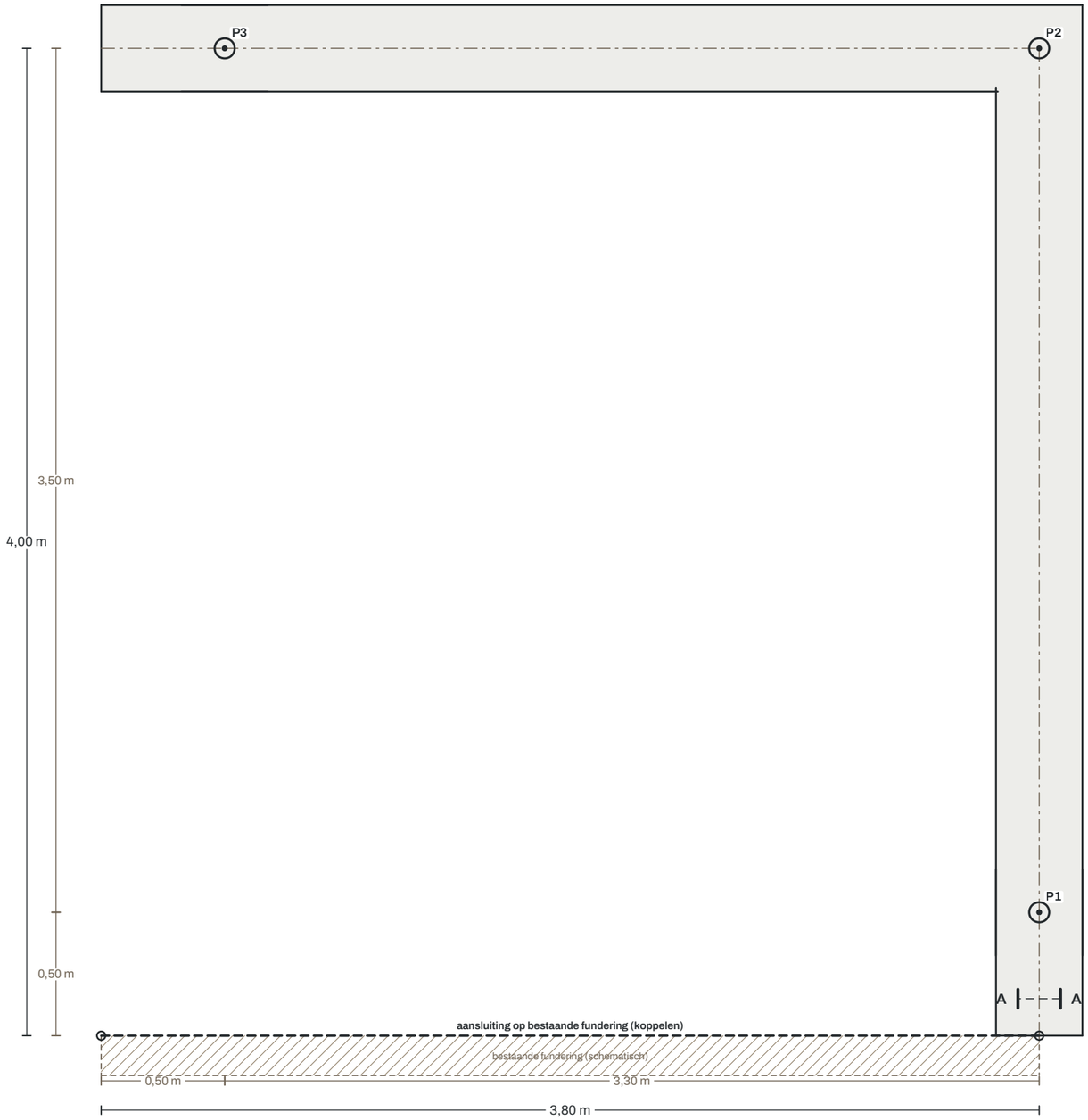
Project	Uitbouw of aanbouw		
Onderwerp	Staalportaal — vorm + verbindingsdetails		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Uitbouw of aanbouw		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20261001-0250-W01	Blad	1
Schaal	1:20	Formaat	A3 (liggend)
Datum	01-10-2026	Getekend	automatisch — rekenkern
Status	VOORBEELD		
Gecontroleerd	— (constructeur, vóór uitvoering)		

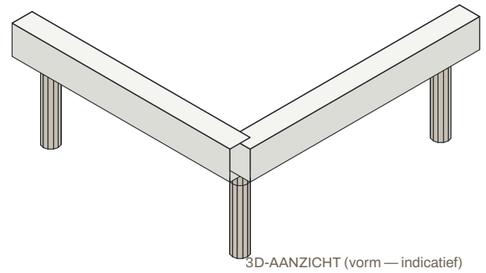
Rev	Datum	Omschrijving
0	01-10-2026	eerste uitgave

VOORBEELD

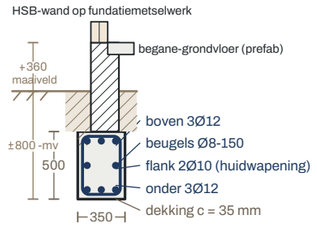
VOORBEELD

FUNDERINGSPLAN / PALENPLAN — bovenaanzicht





3D-AANZICHT (vorm — indicatief)



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

RENVOOI PALEN

sym	type	afmeting	lengte	aantal
◯	Buispaal Ø168	Ø168 mm	5,5 m (sondering)	3

RENVOOI MATERIALEN

beton	C30/37
betondekking	35 mm
milieuklasse	XC2 (fundering)
wapeningsstaal	B500B

OPMERKINGEN

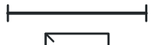
1. Maten in m (plattegrond) en mm (doorsneden); maatvoering in het werk controleren.
2. Wapening (incl. bijleg) is bepaald in de bijbehorende berekening SB-20261001-0250 — dit blad toont alleen vorm en configuratie.
3. Uitvoering pas na goedkeuring door de constructeur (status DEFINITIEF).

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-20261001-0250-W02	Blad	2
Schaal	1:20	Formaat	A3 (liggend)
Datum	01-10-2026	Getekend	automatisch — rekenkern
Status	VOORBEELD		
Gecontroleerd	— (constructeur, vóór uitvoering)		

Rev	Datum	Omschrijving
0	01-10-2026	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 7,8 m						
O1		Ø12	3 doorlopend	L + stek/las	25,7	23
B1		Ø12	3 doorlopend	L + stek/las	25,7	23
F1		Ø10	2 doorlopend (flank)	L + stek/las	17,2	11
S1		Ø8	52 st. · h.o.h. 150	1580 (omtrek)	82,2	32
				Totaal betonstaal (indicatief, excl. bijleg):		**89 kg**

OPMERKINGEN

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

statischeberekening.nl
ing. P.M.M. Lankhorst

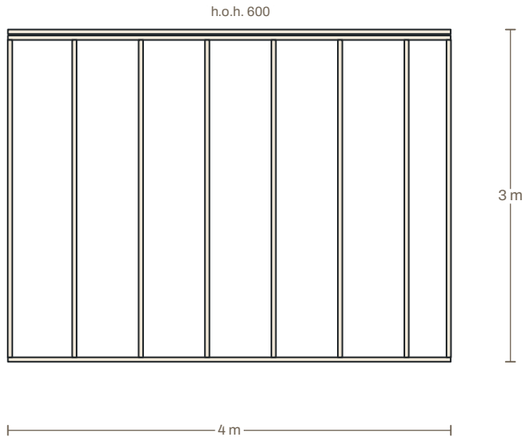
Project	Uitbouw of aanbouw		
Onderwerp	Buigstaat / wapeningsstaat — fundatiebalken		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Uitbouw of aanbouw		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20261001-0250-W03	Blad	3
Schaal	—	Formaat	A4 (liggend)
Datum	01-10-2026	Getekend	automatisch — rekenkern
Status	VOORBEELD		
Gecontroleerd	— (constructeur, vóór uitvoering)		

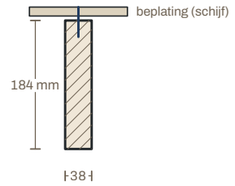
Rev	Datum	Omschrijving
0	01-10-2026	eerste uitgave

VOORBEELD

HSB-WANDEN — wandenoverzicht (stijlen + regels)

WAND A — zijgevel links



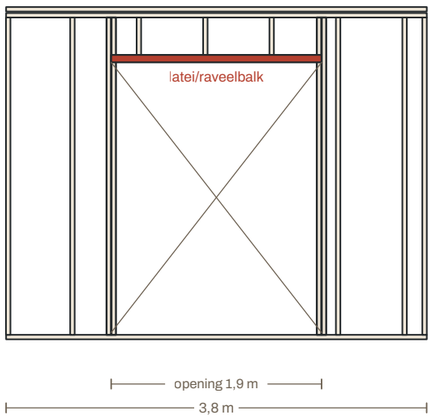


DETAIL A — stijl 38x184 C24 + beplating (schroeven h.o.h. 150)

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



OPMERKINGEN

1. Maten in mm; wandlengte, openingpositie en kozijnmaat volgens de bouwkundige tekening.
2. Stijlprofiel + latei zijn gedimensioneerd in de bijbehorende berekening SB-20261001-0250; dit blad toont alleen de configuratie.
3. De beplating steunt de zwakke as (kc;z = 1,0) en moet als SCHIJF werken: rondom bevestigd volgens het renvooi (§9.2.5) — capaciteit per bevestiging reviewpunt.
4. Dubbele stijlen naast de gevelopening dragen de latei-oplegreactie af.
5. 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-20261001-0250-W04	Blad	4
Schaal	—	Formaat	A3 (liggend)
Datum	01-10-2026	Getekend	automatisch — rekenkern
Status	VOORBEELD		
Gecontroleerd	— (constructeur, vóór uitvoering)		

Rev	Datum	Omschrijving
0	01-10-2026	eerste uitgave

VOORBEELD

EINDE RAPPORT Dit document is compleet tot en met deze pagina.

VOORBEELD