statischeberekening.nl

Statische berekening

Balkon of luifel

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

OPDRACHTGEVER

Voorbeeld — Balkon of luifel

BOUWADRES

Operastraat 11, Enschede

RAPPORTNUMMER

SB-20261001-0254

DOCUMENTDATUM

n.v.t. (voorbeeld)

REVISIE

0

Getoetst volgens NEN-EN 1990/1991/1992/1993/1996 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

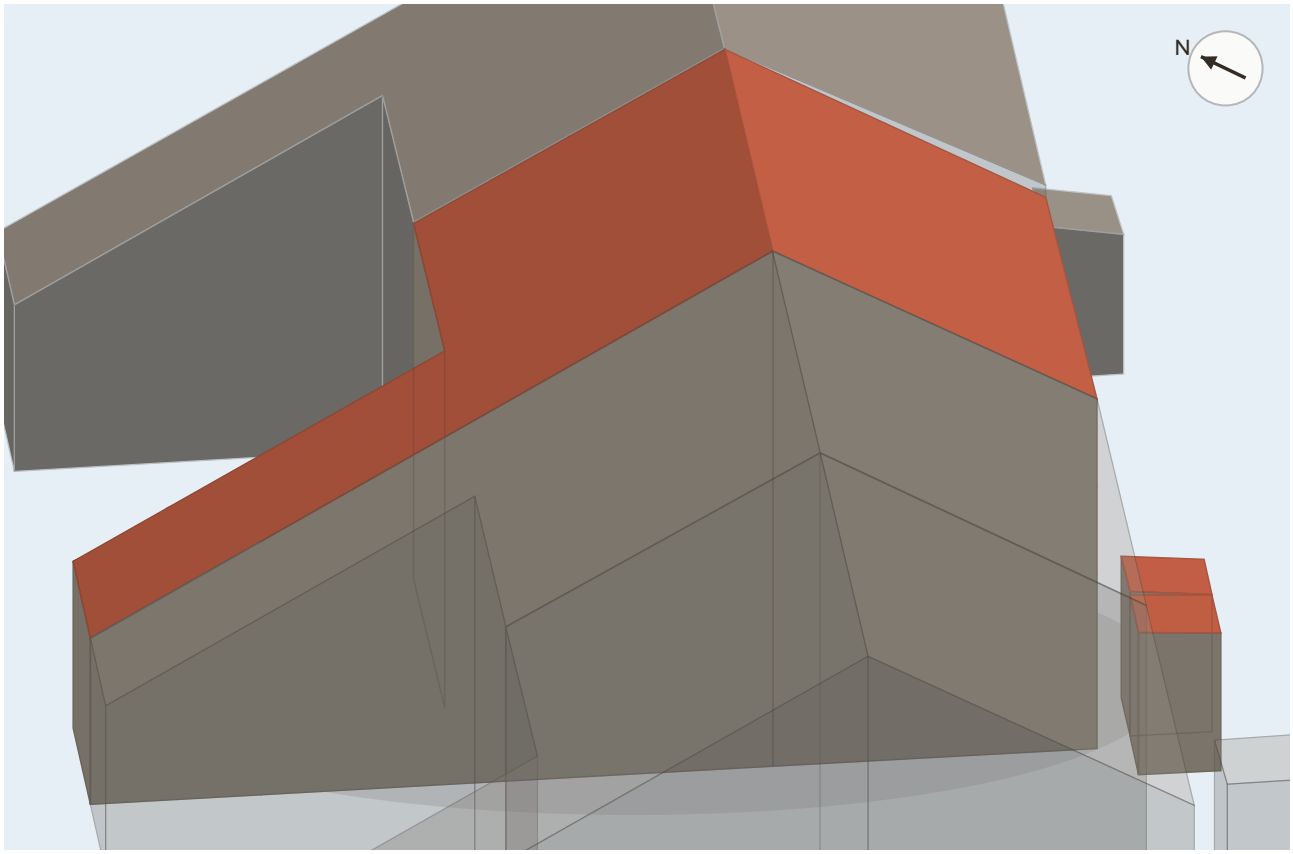
1. Algemene uitgangspunten 3
2. Belastingfactoren 5
3. Belastingaanname 5
4. Berekeningen 7
    4.1. Uitkragende console (balkon/luifel) — uitkragend balkon/luifel 7
    4.2. Hek / balustrade — Hek/balustrade balkon 9
    4.3. Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel 11
5. Samenvatting en conclusie 26
6. Constructieve overzichten 27
Bijlage — profieleigenschappen (staal) 27
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	Uitkragende console (balkon/luifel)	Console uitkragend balkon/luifel
2	Hek / balustrade	Hek/balustrade balkon (stootbelasting)
3	Rekenmodel — fem3d-solver	Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel



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 1996 (+ 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	γ_{M0} = 1,00

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

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
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

VOORBEELD

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

Onderdeel	Belastingen
1. Uitkragende console (balkon/luifel) — uitkragend balkon/luifel	g_k 9,60 kN/m · q_k 3,75 kN/m · 1 lastpost(en) uit de catalogus
2. Hek / balustrade — Hek/balustrade balkon	q hor 0,50 kN/m
3. Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel	belastingen in het rekenmodel zelf (zie het hoofdstuk van het model en de inzagelink)

VOORBEELD

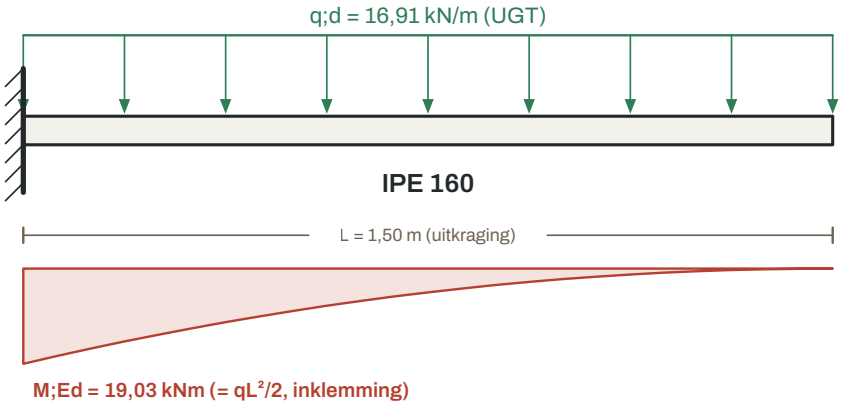
4. Berekeningen

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

4.1. Uitkragende console (balkon/luifel) — Uitkragend balkon/luifel

Rekenmodel · uitkragende console (balkon/luifel)

Console uitkragend balkon/luifel



Profiel IPE 160 · UC 0,65 · maatgevend: Kip/LTB 6.3.2 UC 0,84 voldoet

Aannames

- **Statisch schema:** volledig ingeklemde console (uitkraging), vrij uiteinde.
- Eigen gewicht (0,15 kN/m) iteratief als permanente last meegenomen.
- Doorbuiging tip getoetst tegen $w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot l$ en $w_{bij} \leq 0{,}003 \cdot l$ met l = 2 x de uitkraging (NL NB bij NEN-EN 1990, zoals de solvers).
- Kip/LTB (NEN-EN 1993-1-1 §6.3.2) MEEGETOETST in de profielkeuze: bij een uitkraging is de ONDERflens gedrukt en die is niet door de vloer gesteund, dus kip is hier een normale (vaak maatgevende) toets. Kiplengte L_{cr} = 1,4 × 1,50 m = 2,10 m (kiplengtefactor voor een aan de wortel ingeklemde uitkraging met VRIJ uiteinde en belasting op de bovenflens/destabiliserend, zoals bij een balkondek; bij belasting op de zwaartelijn zou 0,8 gelden; BS 5950-1 tab. 14 rij d1, gelijk aan NCCI SN009 voor EC3). RANDVOORWAARDE: de inklemming houdt de ligger lateraal, tegen torsie EN tegen rotatie in het horizontale vlak vast; is dat niet zo (alleen lateraal + torsie), dan geldt 2,5 x de uitkraging, C1 = 1,0 (uniform moment; de gunstige momentvorm van een uitkraging zit al in de kiplengtefactor). Knikkromme b (h/b), M_{cr} = 39,2 kNm, λ_{LT} = 0,86, χ_{LT} = 0,78 → $M_{b,Rd}$ = 22,8 kNm, UC = 0,84. NIET beschouwd: de combinatie van hoge dwarskracht EN kip (de M-V-reductie 6.2.8 zit alleen in de doorsnedetoets).
- **Maatgevende krachten inklemming:** M = 19,0 kNm, V = 25,4 kN; terugverankering als koppel over de hefboomsarm z = de profielhoogte (160 mm; gangbaar voor een kopplaataansluiting - een afwijkende boutgeometrie wijzigt z, de constructeur bevestigt) → trekkracht achterzijde T = M/z = 118,9 kN.
- **NIET BESCHOUWD - terugverankering:** het aansluitende materiaal en/of het anker is niet opgegeven, dus de verankering is NIET getoetst. Toets de aansluiting op T = 118,9 kN trek en V = 25,4 kN afschuiving: in beton met NEN-EN 1992-4 (ankermodule), op staal met NEN-EN 1993-1-8. Vul betonklasse + ankermaat + inbeddiepte + aantal ankers in om die toets automatisch mee te laten lopen.

VOORBEELD

• NIET BESCHOUWD - kantelen/stabiliteit van het DRAGENDE element zelf (de wand/vloer waarin de console is ingeklemd moet het inklemmoment en de trekkracht kunnen opnemen) en de trillingsgevoeligheid van een uitkragend balkon (NEN-EN 1990 bijlage A1.4.4). De constructeur beoordeelt beide.

Algemene gegevens		
Uitkraging	1,50	m
Statisch schema	uitkragend (ingeklemd, vrij einde)	
Materiaal	S235	
Toegepast profiel	**IPE 160**	

Belastingen (karakteristiek)		
Permanente lijnlast g	9,60	kN/m
Veranderlijke lijnlast q	3,75	kN/m
Eigen gewicht	0,15	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 160		
Hoogte h	160	mm
Breedte b	82	mm
$W_{y_{pl}}$	124,0	×10³ mm³
I_y	869	×10⁴ 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)	9,75	1,22	11,85	·	·
Veranderlijk (q)	3,75	1,35	5,06	·	·
Maatgevend 6.10a	·	·	**16,91**	**19,03**	**25,37**

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

Buiging NEN-EN 1993-1-1 art. 6.2	M_{Ed} 19,03 / M_{Rd} 29,14 kNm	u.c. = **0,65**	**voldoet**
Afschuiving art. 6.2	V_{Ed} 25,37 / V_{Rd} 131,06 kN	u.c. = **0,19**	**voldoet**
Kip NEN-EN 1993-1-1 §6.3.2	M_{Ed} 19,03 / $M_{b_{Rd}}$ 22,78 kNm (χ_{LT} 0,78, L_{cr} 2,10 m)	u.c. = **0,84**	**voldoet**

Toetsing BGT · doorbuiging (NL Nationale Bijlage)

$w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$	2,34 / 6,0 mm	u.c. = **0,39**	**voldoet**
$w_{bij} \leq 0{,}003 \cdot L$	0,65 / 4,5 mm	u.c. = **0,14**	**voldoet**

Toepassen: **IPE 160** (S235, L = 1,50 m) — ULS u.c. **0,84** · SLS u.c. **0,39** ✓ voldoet

Aandachtspunten

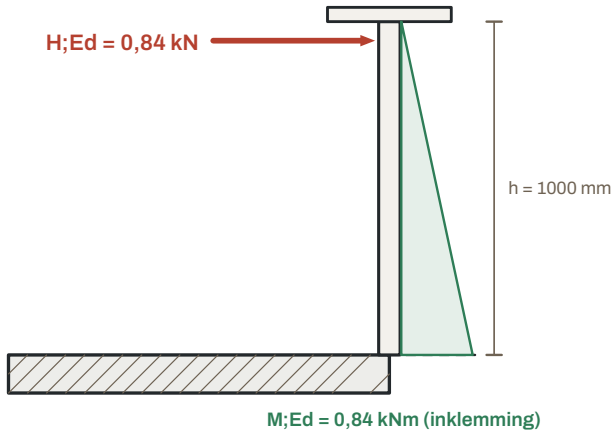
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Aandachtspunt	De oplegging en de aansluiting van dit onderdeel op de ondersteunende constructie zijn in deze berekening niet getoetst; controleer ze bij de uitvoering.

VOORBEELD

4.2. Hek / balustrade — Hek/balustrade balkon

Rekenmodel · hek / balustrade

Hek/balustrade balkon (stootbelasting)



Toets NEN-EN 1993-1-1

q;rand = 0,68 kN/m

h.o.h. stijlen 1000 mm

W;pl,req = 3,60 cm³

M;Rd = 1,31 kNm

Profiel koker 40x40x3 · UC 0,65 · S235 — voldoet

VOORBEELD

Aannames

- Per stijl (h.o.h. 1,00 m): $H_{Ed} = KFI \cdot \gamma_Q \cdot k \cdot q_{hor} \cdot s = 0{,}84$ kN, met steunpuntsfactor k = 1,250 (een doorgaande regel, middensteunpunt bij twee velden); moment aan de voet $M_{Ed} = H_{Ed} \cdot h = 0{,}84$ kNm.
- Benodigde plastische sectiemodulus stijl (f_{yd} = 235 N/mm², γ_{M0} = 1,0): $W_{pl;req}$ = M;Ed/f_yd = 3,6 cm³ (NEN-EN 1993-1-1 §6.2.5, klasse 1 of 2).
- **Stijlprofiel (koker (SHS)):** koker 40 × 40 × 3 (S235, klasse 1: c/t = 10,3 ≤ 33); W_{pl} = 5,6 cm³ → M_{Rd} = 1,31 kNm, UC buiging = 0,65; dwarskracht UC 0,03. Profieltabel conservatief gereduceerd — te bevestigen tegen een actuele profieltabel (EN 10219).
- **Kip:** n.v.t. voor een gesloten koker of buis (torsiestijf).
- Op de dragende rand (vloer/console/raveelbalk) werkt een horizontale lijnlast w_{Ed} = 0,68 kN/m op 1,00 m hoogte (extra moment op het dragende element).
- Doorgeven aan de aansluiting (voetplaat of dwarsligger), per stijl: V_{Ed} = 0,84 kN en $M_{Ed} = H_{Ed}$ x (h + e) = 0,84 x (1,000 + 0,000) = 0,84 kNm, met e de afstand van de stijlvoet tot het hart van de aansluiting. Bij een korte dwarsligger met dit eindmoment is de dwarskracht V = M/L.
- **NIET BESCHOUWD:** de doorbuiging van de stijl; de norm geeft er geen grens voor (w = 10,8 mm onder H_k = 0,62 kN, alleen de stijl). AANDACHTSPUNT: geef een eis op (bv. h/100, de opgave van de opdrachtgever) om hem te toetsen.

Algemene gegevens		
Hekhoogte	1,00	m
Stijl-h.o.h.	1,00	m
Profieltype	koker	
Materiaal	S235	
Toegepast profiel	**koker 40 × 40 × 3**	

Belastingen		
Horizontale leuningbelasting	0,50	kN/m
Kracht per stijl H_{Ed}	0,84	kN
Stijlmoment M_{Ed}	0,84	kNm

Profieleigenschappen · koker 40 × 40 × 3		
Weerstandsmoment W_{pl}	5,6	cm^3
Momentweerstand M_{Rd}	1,31	kNm
Vereist W_{pl}	3,6	cm^3

Toetsing · NEN-EN 1993-1-1 §6.2			
Buiging §6.2	M_{Ed} 0,84 / M_{Rd} 1,31 kNm	u.c. = **0,65**	**voldoet**

Toepassen: **koker 40 × 40 × 3** (S235) — ULS u.c. **0,65** · SLS u.c. **n.v.t.** ✓ voldoet

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Fundering	Verankering/bevestiging van de hek-/balustradestijl in de bestaande constructie (anker/boutgroep, doorponsing) — het stijlprofiel is bepaald, de verankering niet

VOORBEELD

4.3. 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/0lsquZB5bQpqyui1BGJA8Q/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
Modelomvang	1230 knopen · 46 staven · 1592 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	De krachten in de funderingsbalken zijn in dit 3D-model indicatief: de voet van elke muur staat er stijver op dan in werkelijkheid.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: de voetknopen zijn door de wandschematisering rotatiegesteund, dus de maatgevende funderingstoets blijft de eigen deterministische funderingsberekening.

VOORBEELD

Onderwerp	Toelichting
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.
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.
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.
Geometrie	GEOMETRIE: model rechtstreeks uit de gemeten 3DBAG-schil (geometrie exact op de meting; 1628 elementen, 0.98% van het oppervlak buiten de meshkwaliteitsgrens).
Vloeren	VLOERNIVEAUS in het model: 1e verdiepingsvloer 397 plaatelementen; 2e verdiepingsvloer 326 plaatelementen; Begane grondvloer 400 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.

VOORBEELD

Onderwerp	Toelichting
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: De zetting door deze verbouwing.
Fundering	De ingreep staat niet in dit 3D-model, dus dit model verandert de last op de fundering niet.
Belasting	De bestaande woning is onder haar eigen gewicht al jaren geleden gezet; een zettingsanalyse van die last zegt niets over de verbouwing.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT beoordeel een extra last op de bestaande fundering uit de onderdelen van deze verbouwing (bijvoorbeeld een optopping, een nieuwe kolom of een doorbraak); die toename zit niet in dit 3D-model

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 7380 vrijheidsgraden > drempel 900; de stabiliteit is apart beoordeeld (zie de stabiliteits-/funderingsmodules)

Maatgevende unity check UC = 0,28 — voldoet (indicatief; de constructeur verifieert de schematisering).

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	1230 knopen, 46 staven

Knopen: 1230 totaal, waarvan 46 opgelegd (46× T2R3 (vast: ux, uy, rx, ry, rz)). 46 voetknopen dragen verticaal op een grondveer (Winkler-bedding), beddingsconstante k = 1317–1656 kN/m per knoop; de berekende zakking hangt rechtstreeks aan die waarde. De knoop- en elementuitvoer per stuk (coördinaten, opleggingen, id-reeksen) staat in de online berekening; die is met alle invoer en uitvoer in te zien via de link bij dit model.

Staven (identieke gegroepeerd)

aantal	profiel	materiaal	type	scharnier i / j
46	Strook 600 × 200	Beton C30/37	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)	9	1454	begane grondvloer, kopgevel y = 0,00 m, kopgevel y = 14,50 m, …
1,75	omlaag (−z)	Veranderlijk vloer (Q)	3	1123	begane grondvloer, vloer 1e verdieping, vloer 2e verdieping
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind -x (Wx-)	5	204	kopgevel y = 0,00 m, kopgevel y = 14,50 m, langsgevel x = 6,10 m, …

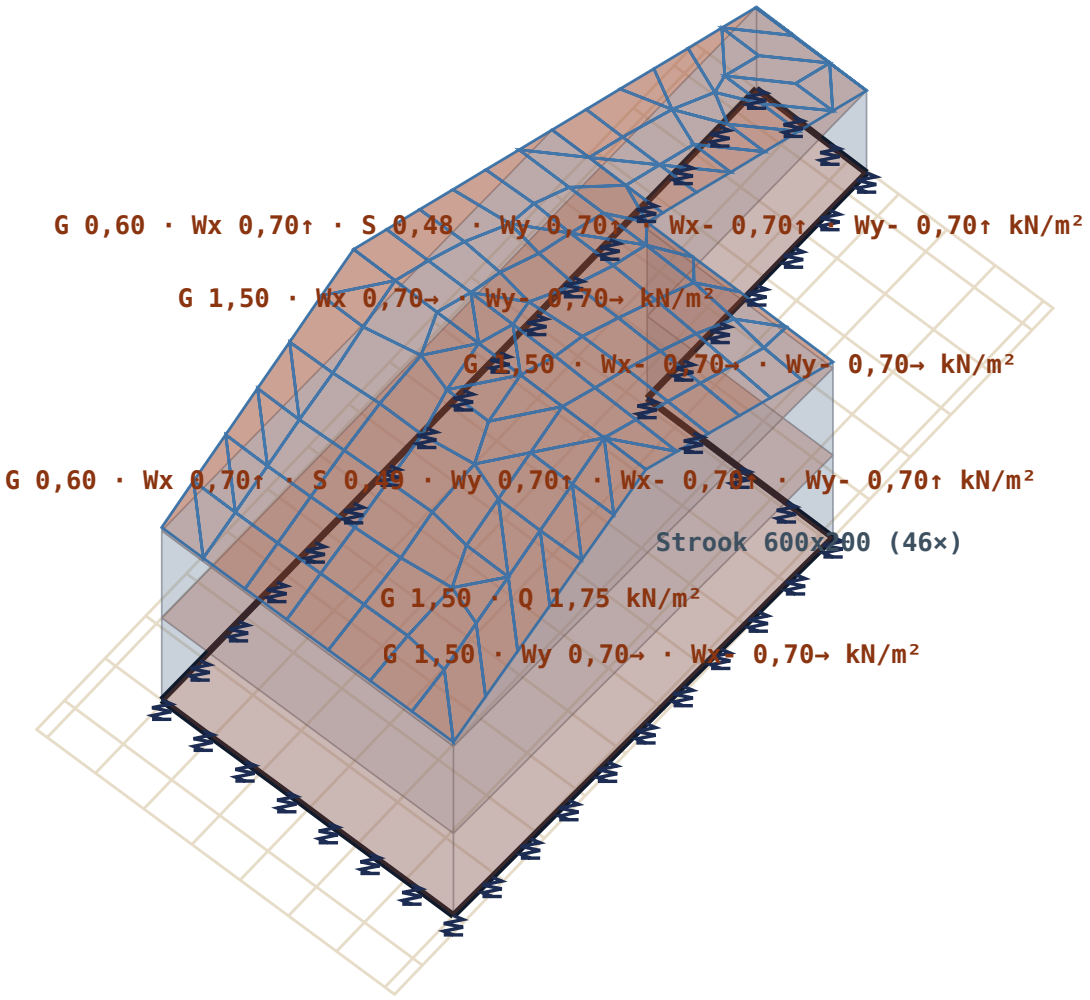
VOORBEELD

0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind dwars +y (Wy)	3	171	kopgevel y = 0,00 m, langsgevel x = 6,10 m, wand x = 2,34 m
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind dwars -y (Wy-)	3	160	kopgevel y = 14,50 m, langsgevel x = 0,01 m, wand y = 9,11 m
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	opwaarts (+z)	Wind +x (Wx)	4	138	dakschild 1 (30°, richting –y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,70	opwaarts (+z)	Wind dwars +y (Wy)	4	138	dakschild 1 (30°, richting –y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,70	opwaarts (+z)	Wind -x (Wx-)	4	138	dakschild 1 (30°, richting –y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,70	opwaarts (+z)	Wind dwars -y (Wy-)	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)
0,49	omlaag (–z)	Sneeuw dak (S)	1	56	dakschild 1 (30°, richting –y)

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): 13 verschillende last(en) over 48 constructievlakken en 4067 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)



max verplaatsing 49,68 mm
totale verticale reactie 2953,7 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 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 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

VOORBEELD

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	49,7 mm	uz (verticaal), knoop 1104 (resultante 49,7 mm)
Maximale vervorming t.o.v. de fundering	7,5 mm	uz (verticaal), knoop 1107 — zonder bodemzetting: de starre zakking en scheefstand van het gebouw op de grondveren zijn eruit gerekend
Verticale oplegreactie ΣRz	2953,7 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	6,6 N/mm²	extreme vezel σ=6·m/h², vloer 2e verdieping (h=180 mm) — 6.10b · Q leid.
Max. schijf(membraan)spanning	0,98 N/mm²	druk, in-vlak σ=n/h, vloer 2e verdieping (h=180 mm) — 6.10b · Q leid.

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]

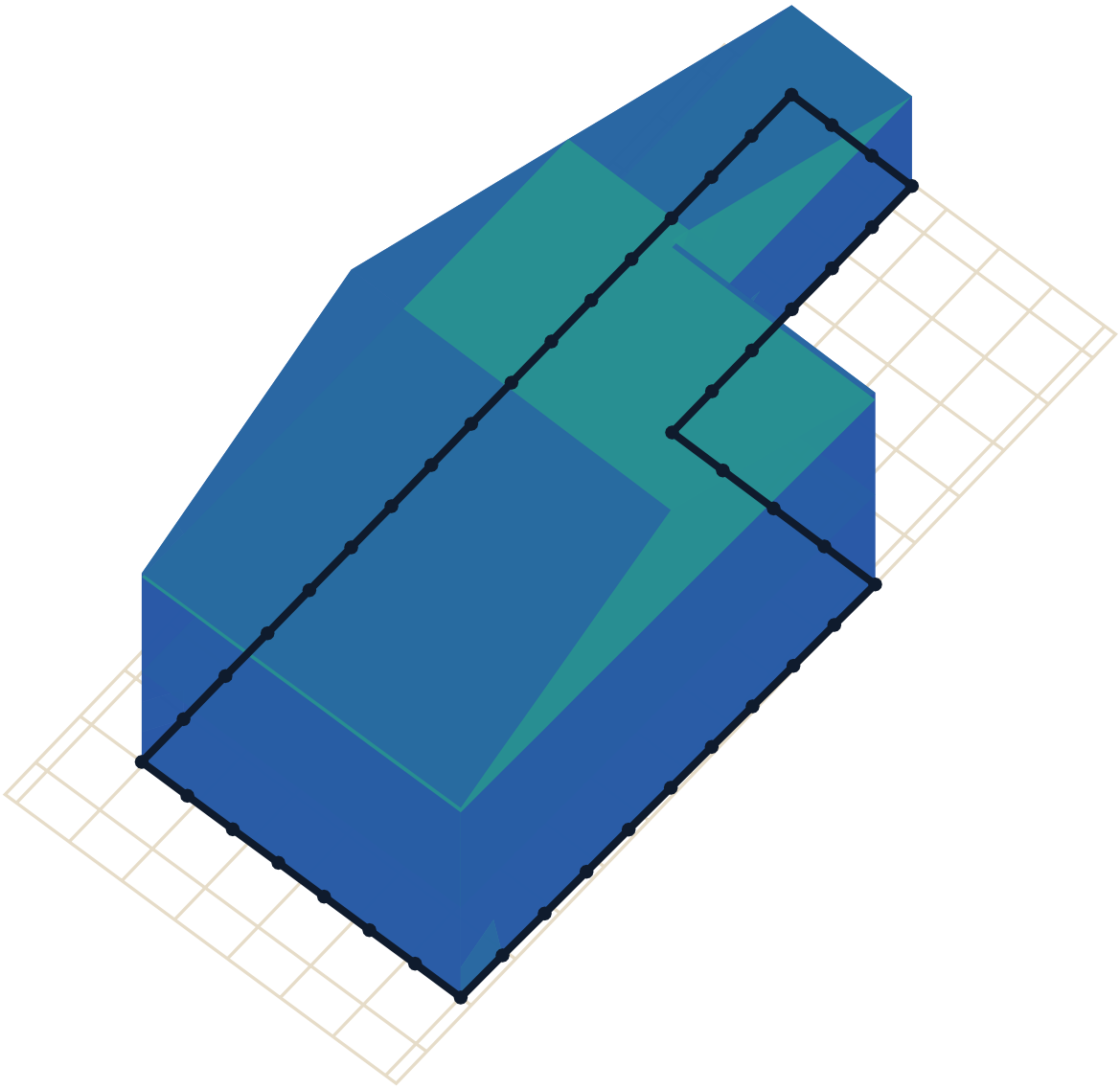
lijn	wand	bereik	lengte [m]	gem. [kN/m]	piek [kN/m]	totaal [kN]
3	kopgevel y = 0,00 m	x = -0,05 – 6,00 m	6,05	73,3	75,9	443,5
1	kopgevel y = 14,50 m	x = 0,05 – 2,37 m	2,31	71,9	75,7	166,3
6	langsgevel x = 6,10 m	y = 0,00 – 9,10 m	9,10	72,3	74,2	657,9
2	wand x = 2,34 m	y = 9,13 – 14,48 m	5,36	70,5	74,2	377,6
5	langsgevel x = 0,01 m	y = 0,00 – 14,52 m	14,52	71,3	72,7	1035,0
4	wand y = 9,11 m	x = 2,33 – 6,20 m	3,87	70,6	71,3	273,4

VOORBEELD

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 = 2953,7 kN, ΣRz = 2953,7 kN (verticaal evenwicht klopt). Indicatief; de constructeur verifieert.

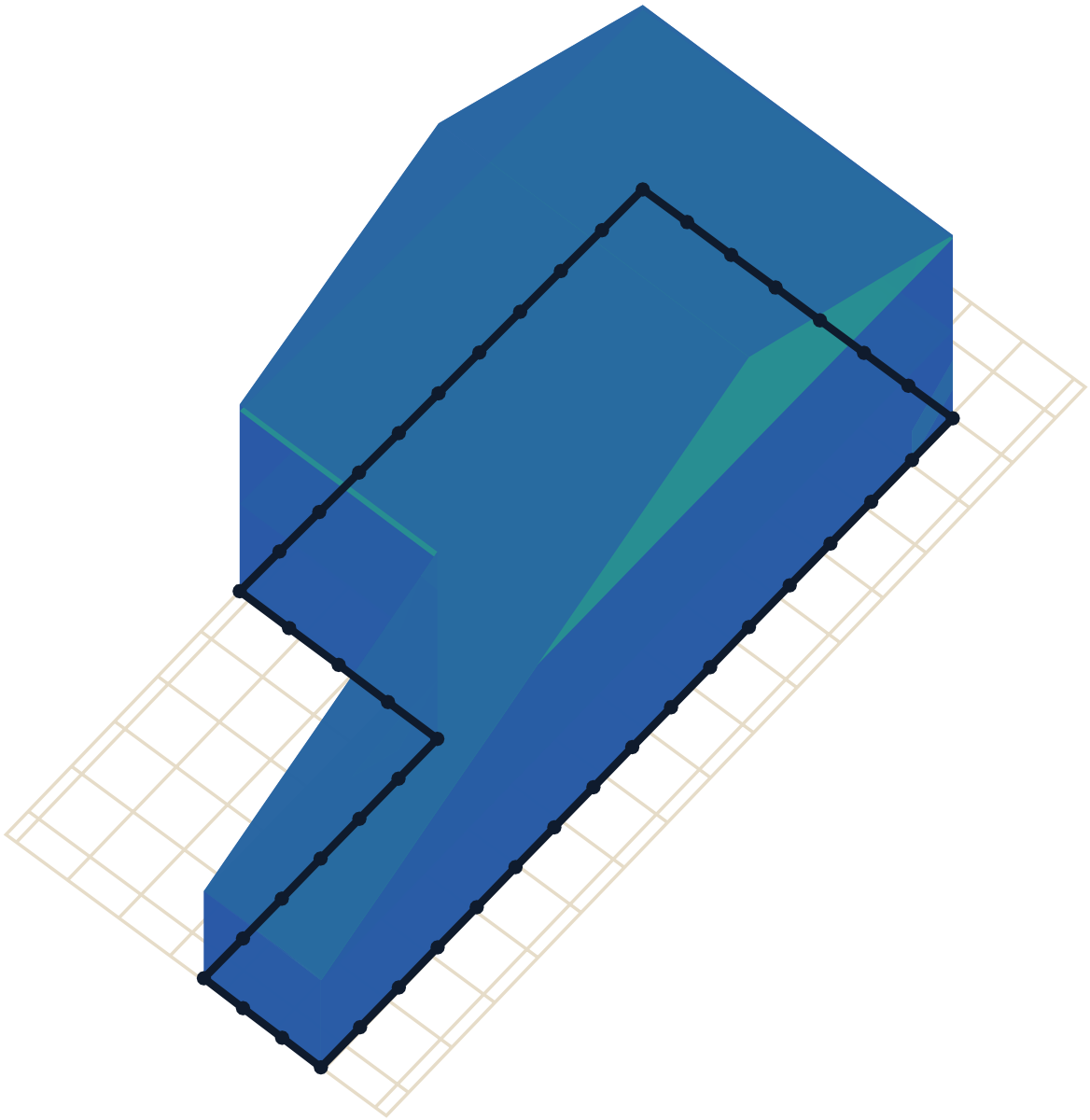
Indicatieve UC per constructievlak (indicatief — constructeur verifieert)

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



VOORBEELD

Indicatieve UC per constructievlak — aanzicht 2, tegenoverliggende zijde



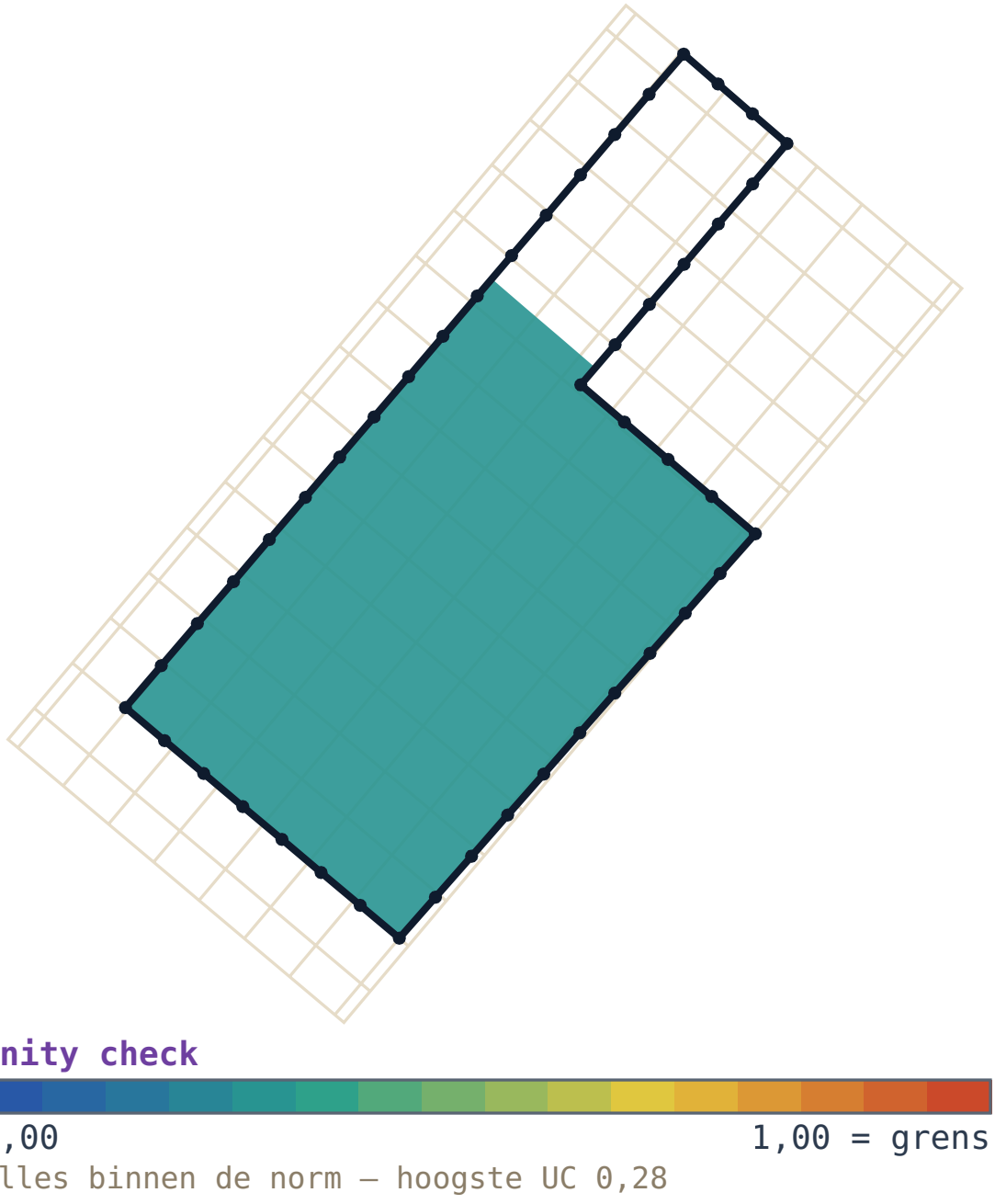
VOORBEELD

unity check

0,00 — 1,00 = grens

alles binnen de norm — hoogste UC 0,28

Indicatieve UC per constructievlak — bovenaanzicht, zwaarst belast horizontaal niveau z = 5,60 m (vloer 2e verdieping, UC 0,28)



maatgevend vlak	toets	waarde	grens	UC
vloer 2e verdieping (z = 5,60 m · 6,2 × 9,5 m)	doorbuiging w ≤ L/250 (L = 6,25 m) [1]	7,0 mm	25,0 mm	0,28

[1] L = de kortste vlak-afmeting (aanname; de werkelijke overspanning kan korter zijn). w wordt RELATIEF t.o.v. de opleggingen van dat vlak gemeten — de ZETTING van het gebouw zit er NIET in, die staat in de zettingsmodule.

Alle 16 getoetste constructievlakken voldoen; het zwaarst belaste staat hierboven. De UC per afzonderlijk vlak is af te lezen uit de figuur en volledig in te zien in de online berekening.

VOORBEELD

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

vlak	n_1[kN/m]	σ_t[N/mm²]
vloer 2e verdieping	162,7	0,90
langsgevel x = 0,01 m	52,0	0,52
vloer 1e verdieping	50,9	0,28

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). Daarnaast 9 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
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).)

VOORBEELD

Maatgevende omhullende per staaf (UGT) — zwaarst belaste staven

staaf	N[kN]	Vy[kN]	Vz[kN]	My[kNm]	Mz[kNm]	maatgevend
23	0,0	0,0	27,6	11,9	0,0	6.10b · Q leid. (Vy)
35	0,0	0,0	27,3	11,8	0,0	6.10b · Q leid. (My)
25	0,0	0,0	27,2	11,7	0,0	6.10b · Q leid. (Vz)
36	0,0	0,0	27,0	11,7	0,0	6.10b · Q leid. (My)
42	0,0	0,0	26,8	11,5	0,0	6.10b · Q leid. (My)

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

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

Toetsing — unity-checks (BGT doorbuiging L/250)

Resultaat toetsing: sterktetoets NIET UITGEVOERD voor deze staven (materiaaltoets uitgeschakeld), hoogste UC doorbuiging = 0,00. De constructie VOLDOET aan de getoetste doorbuigingseisen.

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

staaf	mat.	UC δ	L/δ
23	Beton C30/37	0,00	L/87299
35	Beton C30/37	0,00	L/88058
25	Beton C30/37	0,00	L/88579
36	Beton C30/37	0,00	L/88845
42	Beton C30/37	0,00	L/89749

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

26 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).

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

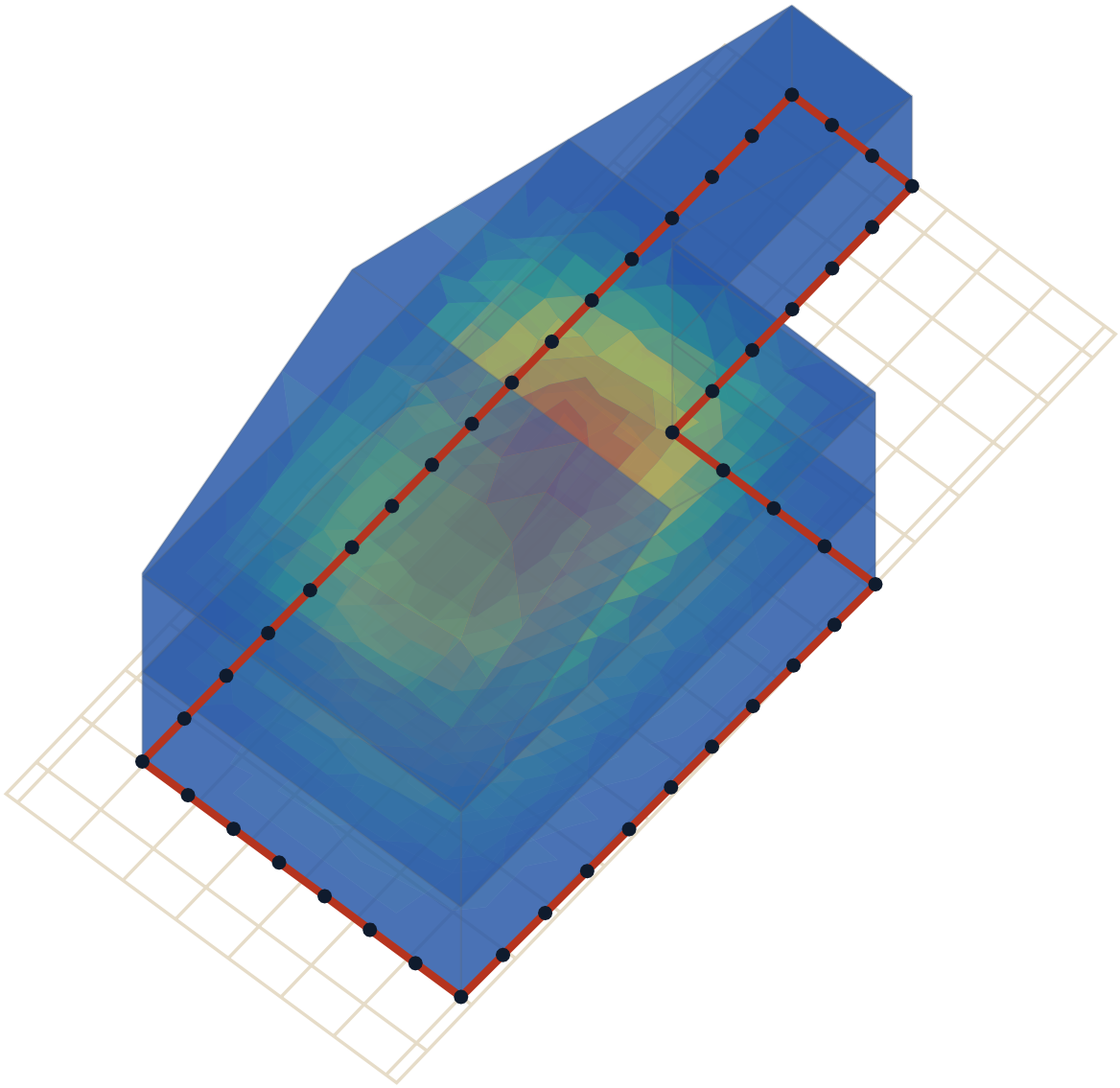
grootheid	waarde	waar
Maximale dwarskracht Vz	27,6 kN	staaf 23 — 6.10b · Q leid.
Maximale moment My (sterke as)	11,9 kNm	staaf 23 — 6.10b · Q leid.
Grootste verticale oplegreactie	69,1 kN	knoop 164 — Rx 17,9 · Ry 4,3 kN

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): 49,68 mm zakking in vloer 2e verdieping (dikte 180 mm). De doorbuiging per constructievlak staat in de online berekening.

VOORBEELD

3D-aanzicht: vervorming (zonder bodemzetting)



VOORBEELD

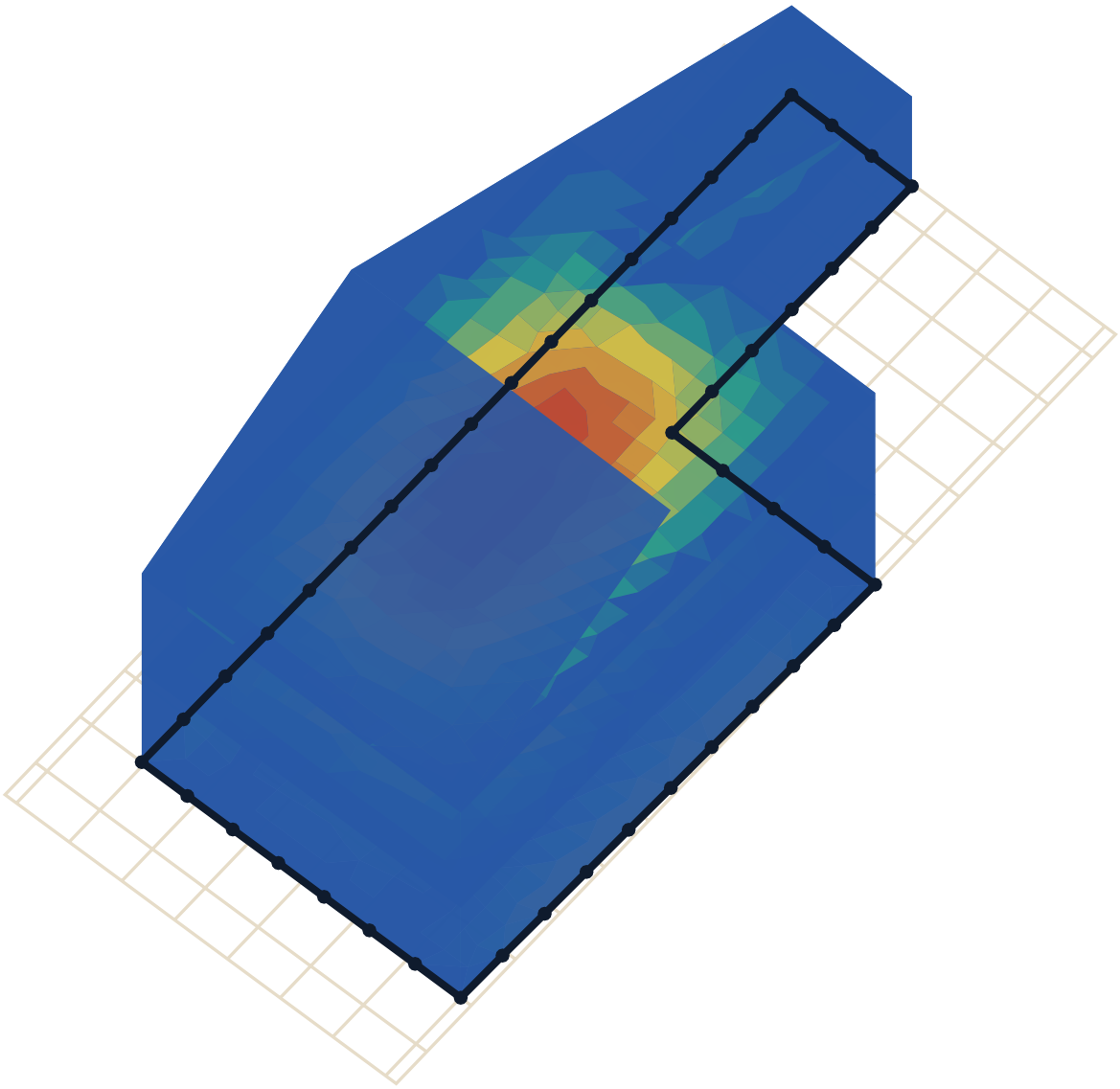
doorbuiging plaat



0,00 mm 7,54 mm

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

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



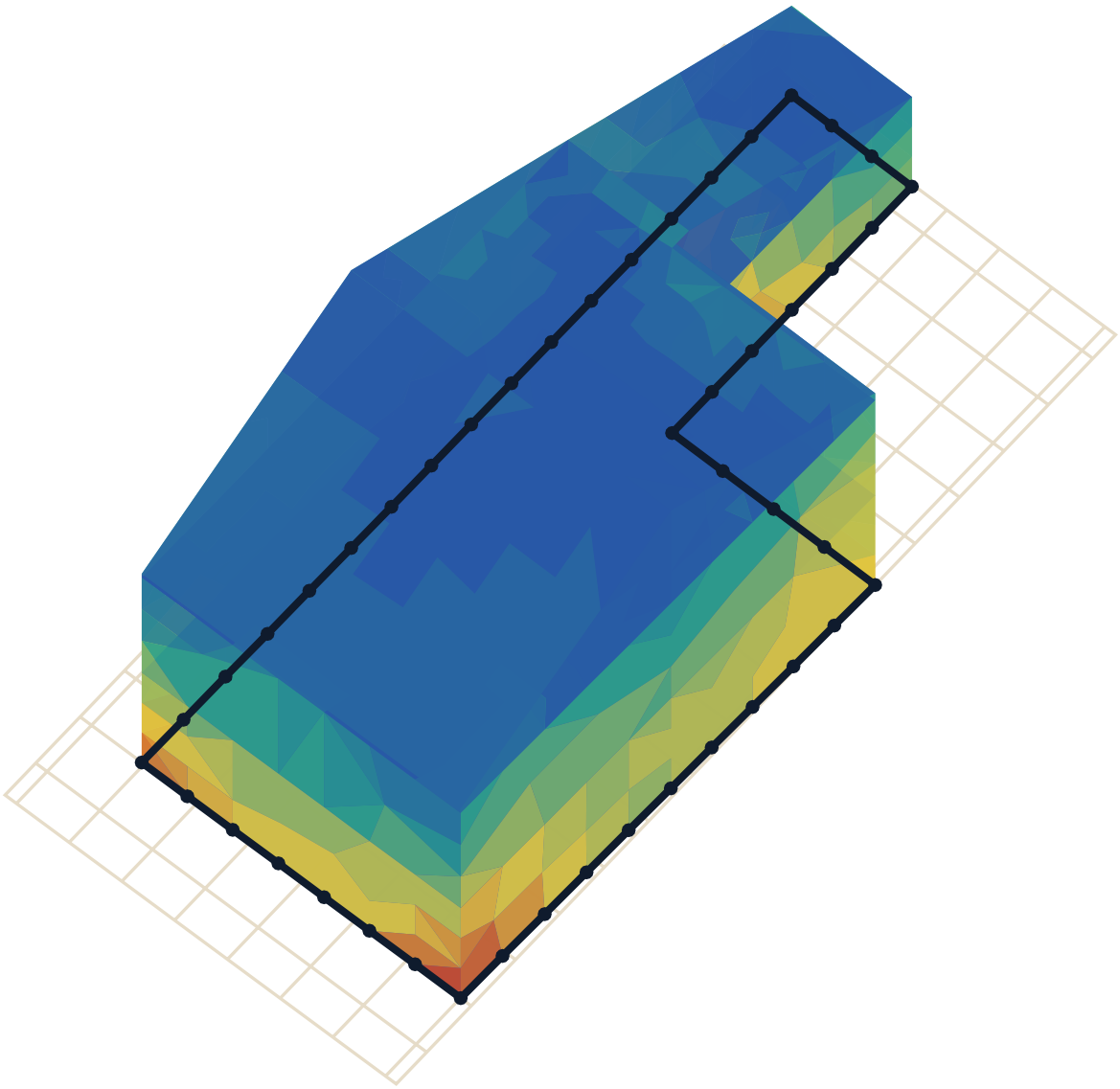
VOORBEELD

|m1| plaatmoment

0 32,5 kNm/m

bereik -18,6 … +32,5 kNm/m

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



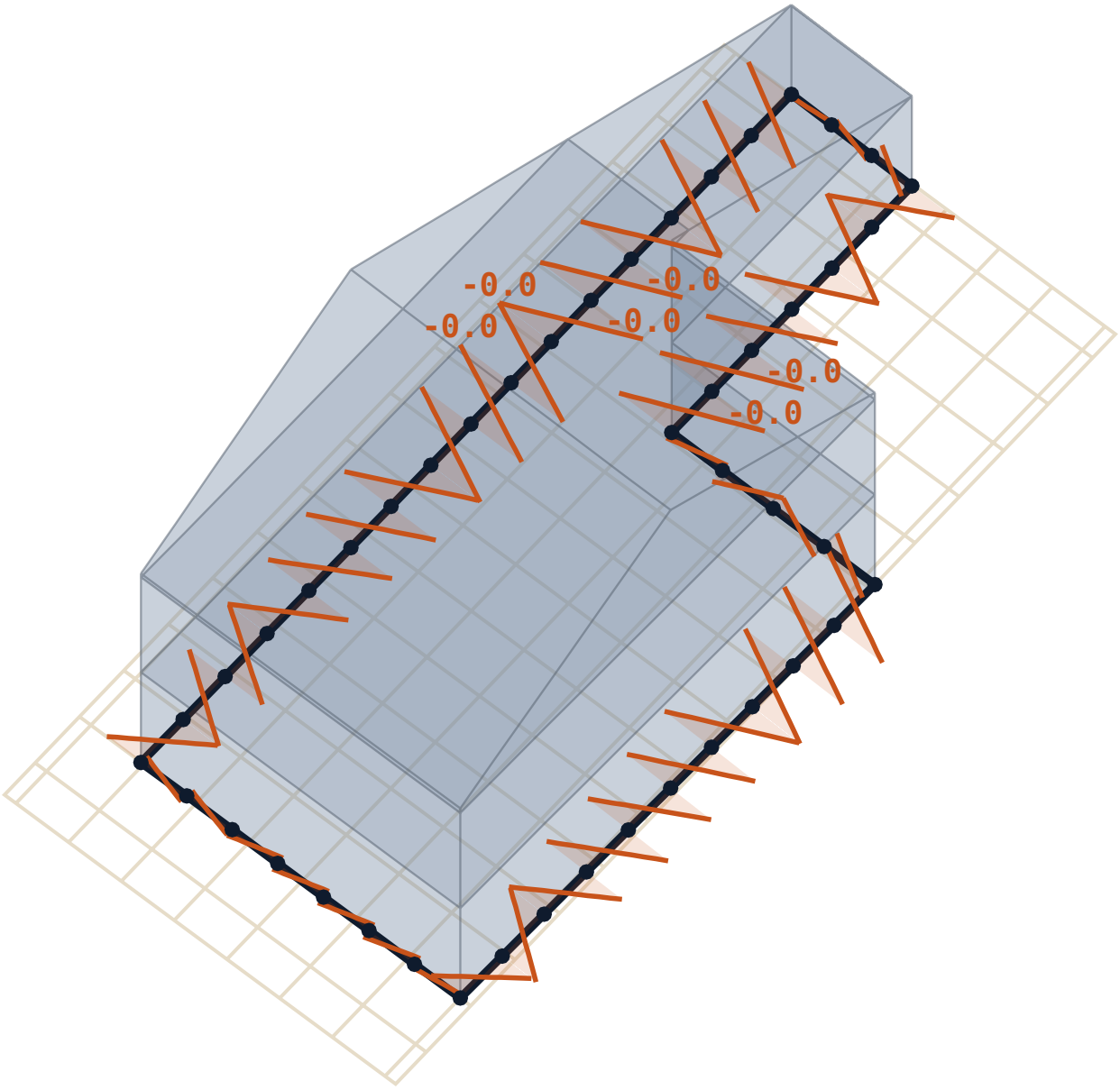
|σ| = |n|/h

0 — 0,87 N/mm²

bereik -0,87 (druk −) … +0,29

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

5. Samenvatting en conclusie

Nr.	Onderdeel	Toe te passen	Max. UC	Oordeel
1	Uitkragende console (balkon/luifel)	IPE 160	**0,84**	**voldoet**
2	Hek / balustrade	koker 40 × 40 × 3 · UC 0,65	**0,65**	**voldoet**
3	Rekenmodel — fem3d-solver	controlemodel van de woning met de ingreep — de nieuwe onderdelen staan hierboven	**0,28**	voldoet (indicatief)

2 van de 3 beschouwde onderdelen voldoen op de geautomatiseerde toetsen; 1 rekenmodel wordt bij levering door de constructeur geverifieerd; maatgevend is Uitkragende console (balkon/luifel) — uitkragend balkon/luifel met UC 0,84. De aandachtspunten per onderdeel en het onderstaande punt worden door de constructeur bij de goedkeuring bevestigd.

- Samenhang/stabiliteit van het geheel en de krachtsafdracht naar de bestaande constructie/fundering: LET OP: dit rapport bevat geen aparte stabiliteits- of funderingsmodule — de constructeur beoordeelt de horizontale afdracht en de fundering expliciet.

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



Uitkragende console (balkon/luifel)

toe te passen: IPE 160

Hek / balustrade

toe te passen: koker 40x40x3 · UC 0,65

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 160	160	82	15,80	869	124,00	9,66

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

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

VOORBEELD