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-20261001-0248

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 6
3. Belastingaanname 6
4. Berekeningen 8
    4.1. Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk) 8
    4.2. Muurplaat-verankering windopwaaiing — Muurplaat-verankering dakkapel 11
    4.3. Houten balklaag — Dakbalklaag aanbouw 12
    4.4. Houten balklaag — Plat-dak balklaag dakkapel 15
    4.5. Prefab vloerplaat — benodigd draagvermogen (kanaalplaat/staalplaatbeton) — Begane-grondvloer aanbouw 18
    4.6. Stalen ligger — boven doorbraak 20
    4.7. Stalen ligger — Draagbalk boven pui 23
    4.8. Houten gevelstijl — HSB-gevelstijl aanbouw 26
    4.9. Houten gevelstijl — HSB-zijwand/voorwand dakkapel 28
    4.10. Metselwerkpenant — onder oplegging doorbraak 30
    4.11. Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel 32
    4.12. Druk-/trekpaal — Drukpaal 50
    4.13. Fundatiebalken — balkenrooster op palen 53
    4.14. Zetting van de fundering (3D-grondmodel) 61
5. Samenvatting en conclusie 65

6. Constructieve overzichten 68
Bijlage — profieleigenschappen (staal) 70
Revisiebeheer 2

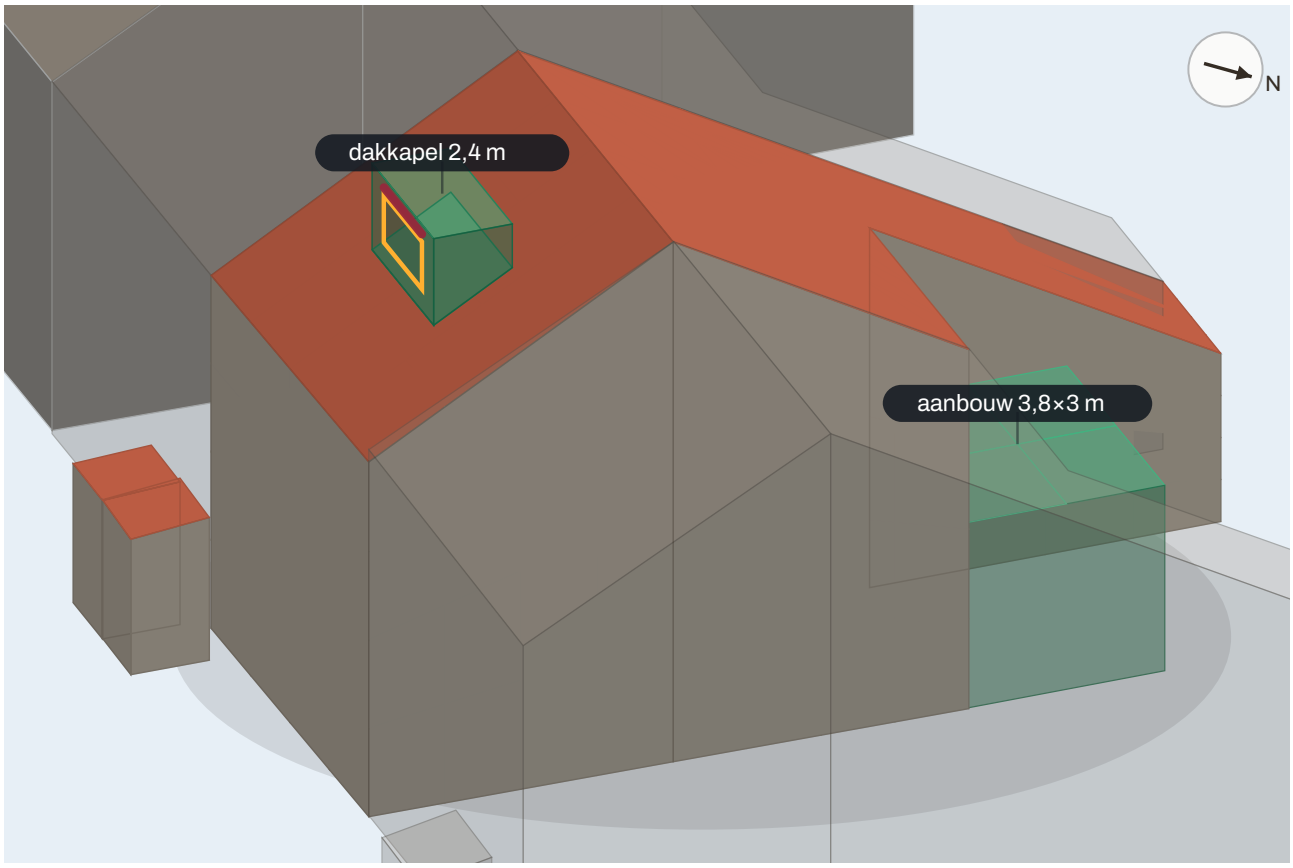
1. Algemene uitgangspunten

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	Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)	Dakkapel (raveelbalk nok + voorzijde)
2	Muurplaat-verankering windopwaaiing	Muurplaat-verankering dakkapel
3	Houten balklaag	Dakbalklaag aanbouw — balklaag overspant de diepte —
4	Houten balklaag	Plat-dak balklaag dakkapel
5	Prefab vloerplaat — benodigd draagvermogen (kanaalplaat/ staalplaatbeton)	Begane-grondvloer aanbouw
6	Stalen ligger	Stalen ligger boven doorbraak (westgevel)
7	Stalen ligger	Draagbalk boven pui in de aanbouwgevel
8	Houten gevelstijl	HSB-gevelstijl aanbouw
9	Houten gevelstijl	HSB-zijwand/voorwand dakkapel
10	Metselwerkpenant	Metselwerkpenant onder oplegging doorbraak (indicatief)
11	Rekenmodel — fem3d-solver	Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel
12	Druk-/trekpaal	Drukpaal onder de aanbouw-fundatiebalken
13	Rekenmodel — rooster-solver	Fundatiebalken — balkenrooster op palen
14	Rekenmodel — geo3d-solver	Zetting van de fundering (3D-grondmodel)

VOORBEELD



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	$\gamma_C = 1{,}50 \cdot \gamma_S = 1{,}15$
Metselwerk	NEN-EN 1996	sterkteparameters per sectie (NL NB)	γ_M per sectie

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]**

Bron	Gegeven (indicatief)
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

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

Onderdeel	Belastingen
1. Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)	g dakkapeldak 0,50 kN/m² · g voorwand 0,50 kN/m²
2. Muurplaat-verankering windopwaaiing — Muurplaat-verankering dakkapel	conform de belastingaanname hierboven
3. Houten balklaag — Dakbalklaag aanbouw	g_k 0,50 kN/m²
4. Houten balklaag — Plat-dak balklaag dakkapel	g_k 0,50 kN/m²
5. Prefab vloerplaat — benodigd draagvermogen (kanaalplaat/ staalplaatbeton) — Begane-grondvloer aanbouw	conform de belastingaanname hierboven
6. Stalen ligger — boven doorbraak	g_k 34,31 kN/m · q_k 6,84 kN/m · 3 lastpost(en) uit de catalogus
7. Stalen ligger — Draagbalk boven pui	g_k 0,75 kN/m · q_k 1,50 kN/m · 1 lastpost(en) uit de catalogus
8. Houten gevelstijl — HSB-gevelstijl aanbouw	N_{perm} 0,40 kN · N_{var} 0,90 kN · N latei perm 0,60 kN · N latei var 1,40 kN
9. Houten gevelstijl — HSB-zijwand/voorwand dakkapel	N_{perm} 0,20 kN · N_{var} 0,40 kN
10. Metselwerkpenant — onder oplegging doorbraak	N_{Ed} 55,50 kN
11. Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel	belastingen in het rekenmodel zelf (zie het hoofdstuk van het model en de inzagelink)
12. Druk-/trekpaal — Drukpaal	N_{Ed} 56,00 kN · negatieve kleef 17,90 kN
13. Fundatiebalken — balkenrooster op palen	belastingen in het rekenmodel zelf (zie het hoofdstuk van het model en de inzagelink)
14. Zetting van de fundering (3D-grondmodel)	belastingen in het rekenmodel zelf (zie het hoofdstuk van het model en de inzagelink)

VOORBEELD

4. Berekeningen

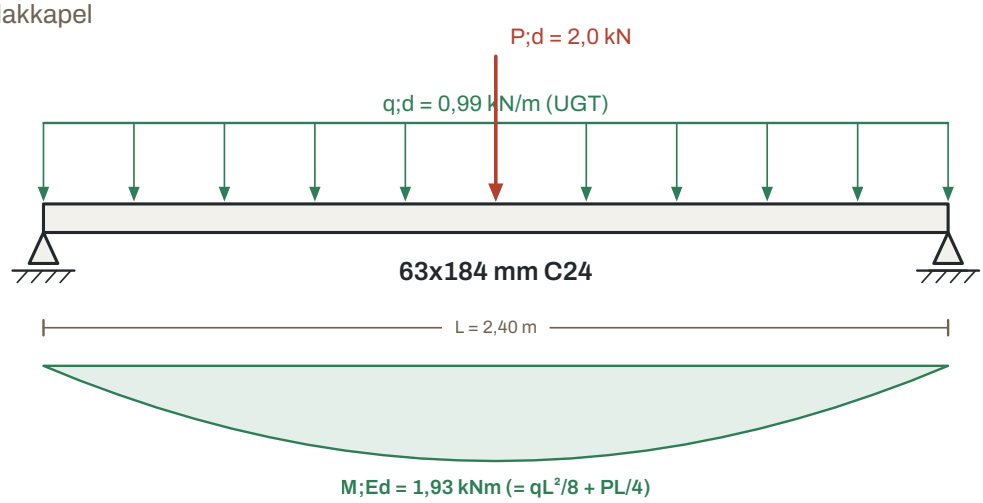
Per onderdeel het statische schema, de belastingen en de toetsing; de toe te passen profielen staan samengevat in hoofdstuk 5.

4.1. Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)

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

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

raveelbalk dakkapel



Profiel 63x184 mm C24 · UC 0,33 voldoet

Raveelbalk (nokzijde) · 63 × 184 mm C24			
Buiging	M_{Ed} 1,93 kNm	u.c. = **0,33**	**voldoet**
Afschuiving	V_{Ed} 2,20 kN	u.c. = **0,15**	**voldoet**
Doorbuiging w_{eind}	2,96 / 9,6 mm	u.c. = **0,31**	**voldoet**
Doorbuiging w_{bij}	1,86 / 7,2 mm	u.c. = **0,26**	**voldoet**

Raveelbalk (voorzijde) · 63 × 184 mm C24			
Buiging	M_{Ed} 2,07 kNm	u.c. = **0,35**	**voldoet**
Afschuiving	V_{Ed} 2,44 kN	u.c. = **0,17**	**voldoet**
Doorbuiging w_{eind}	3,31 / 9,6 mm	u.c. = **0,34**	**voldoet**
Doorbuiging w_{bij}	1,99 / 7,2 mm	u.c. = **0,28**	**voldoet**

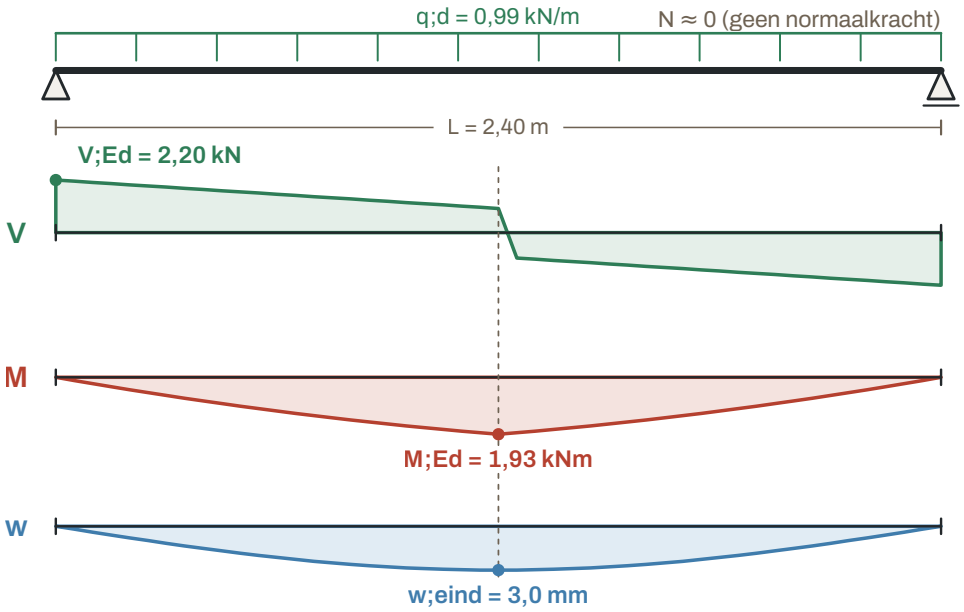
Lastafdaling op de bestaande constructie (reviewpunt aansluiting/oplegging)		
Raveelbalk-reactie	2,2	kN
Voorzijde-reactie	2,4	kN

Toepassen: raveelbalk (nokzijde) **63 × 184 mm C24** · raveelbalk (voorzijde) **63 × 184 mm C24**	ULS u.c. **0,35** · SLS u.c. **0,34** ✓ voldoet

VOORBEELD

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

raveelbalk dakkapel

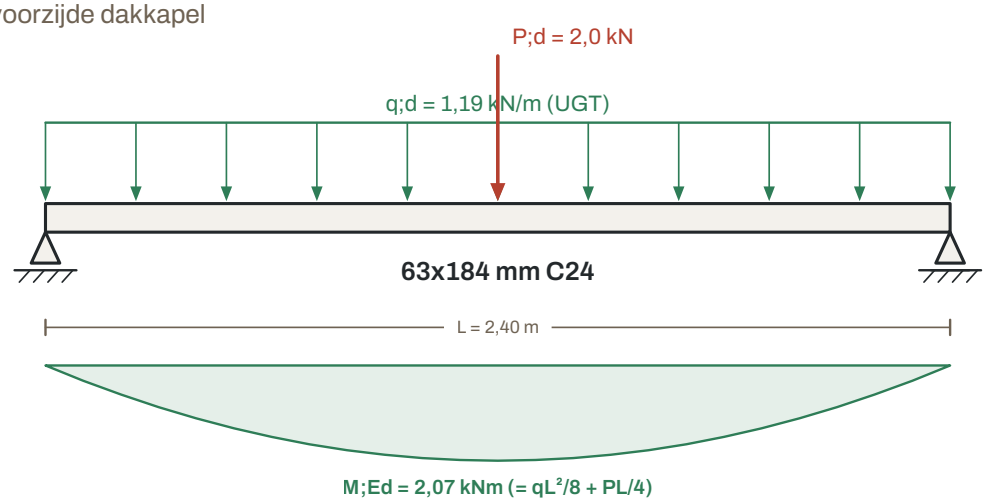


UGT = uiterste grenstoestand · BGT = bruikbaarheidsgrenstoestand (karakteristieke last)

VOORBEELD

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

raveelbalk voorzijde dakkapel

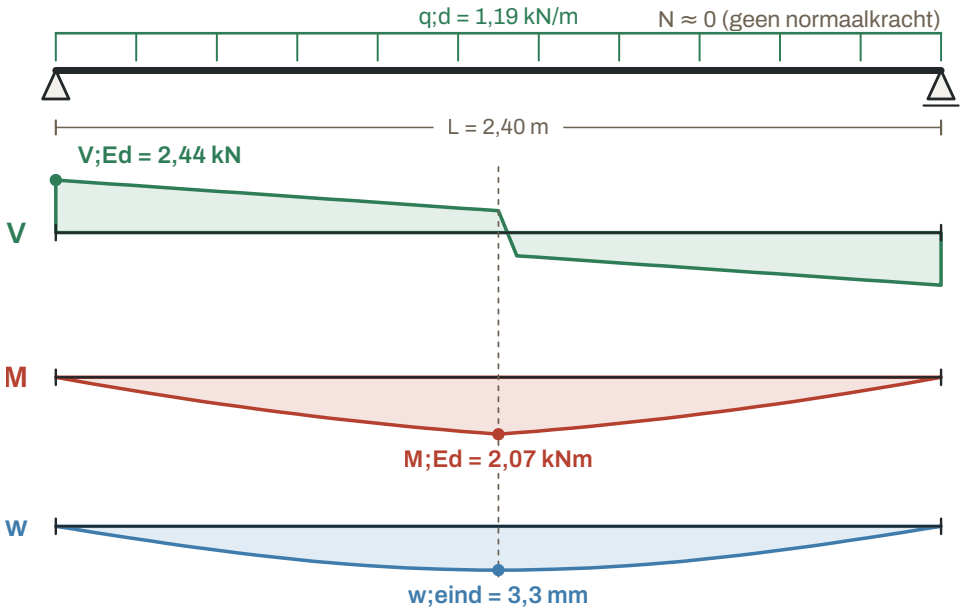


Profiel 63x184 mm C24 · UC 0,35

voldoet

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

raveelbalk voorzijde dakkapel



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

VOORBEELD

Aandachtspunten

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

4.2. Muurplaat-verankering windopwaaiing — Muurplaat-verankering dakkapel

Toepassing: Muurplaat-verankering dakkapel (windopwaaiing) — dakhelling ~30,3° uit 3DBAG (VERIFIEER) — windbelasting op de GEMETEN gebouwhoogte 7,6 m (3DBAG)

Aannames

- **Windzuiging dakvlak:** qp = 0,50 kN/m² (windgebied III, terrein bebouwd, hoogte 7,6 m); dakhelling 30 graden → zuiging aan de dakvoet $|c_{pe}|$ = 1,80 (opgegeven; normwaarde aan de dakvoet op deze helling 1,10, tab. 7.2/7.4a/7.4b) + c_{pi} = 0,20 → w = 1,00 kN/m² ($c_{pe,10}$).
- **Per m1 muurplaat (belaste daklengte 1,50 m):** opwaarts KFI·γ_Q·w·L = 2,24 kN/m; stabiliserend 0,9·g_{dak}·L = 0,68 kN/m (g_{dak} = 0,50 kN/m²).
- Muurplaat 70 × 70 mm ($f_{m,k}$ = 24 N/mm², k_{mod} 0,90/γ_M 1,30): M_{Rd} = 0,95 kNm; de plaat overspant de ankerafstand onder de uplift (M = F_{up}·s²/8) → buigings-UC = 0,21 bij de gekozen h.o.h..
- netto uplift F_{up} = 1,57 kN/m → ankers h.o.h. ≤ 1000 mm (maatgevend: praktische h.o.h.-grens).

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

Belastingen (wind + gewicht)		
Stuwdruk q_p	0,50	kN/m²
Zuiging $\|c_{pe}\|$ dakrand (tab. 7.4)	1,80	
Windzuiging w	1,00	kN/m²
Opwaartse windkracht	2,24	kN/m
Gunstig eigen gewicht	0,68	kN/m
Netto uplift F_{up}	1,57	kN/m

Verankering + muurplaat		
Ankercapaciteit	5,0	kN/anker
Max. ankerafstand h.o.h.	1.000	mm
Trek per anker bij h.o.h. 1.000 mm (F_{up}·s)	1,57	kN
Muurplaat-momentweerstand M_{Rd}	0,95	kNm
Maatgevend	praktische h.o.h.-grens	

Toetsing · NEN-EN 1991-1-4 / 1995			
Muurplaat-buiging $M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Rd} 0,95 kNm	u.c. = **0,21**	**voldoet**

Toepassen: **ankers h.o.h. ≤ 1000 mm (5,0 kN/anker)** — ULS u.c. **0,21** · SLS u.c. **n.v.t.** ✓ voldoet

Aandachtspunten

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

VOORBEELD

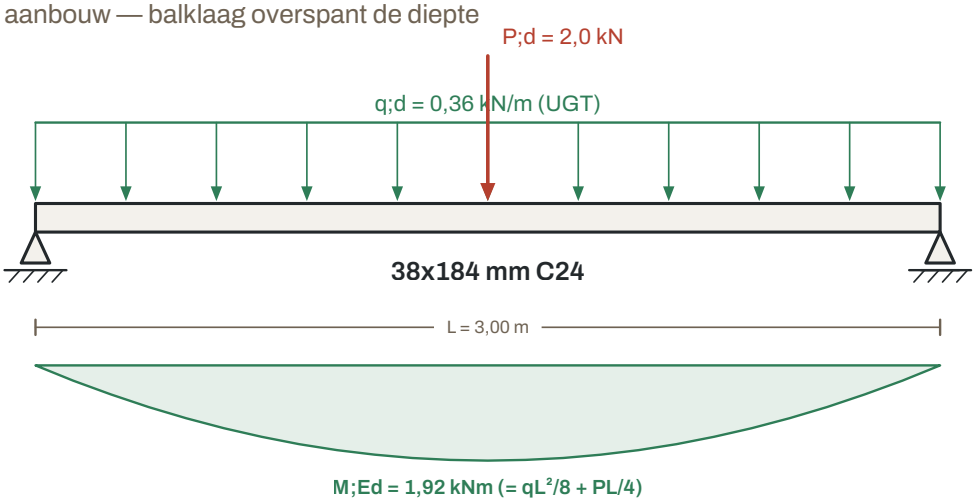
4.3. Houten balklaag — Dakbalklaag aanbouw

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

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

Dakbalklaag aanbouw — balklaag overspant de diepte



Profiel 38x184 mm C24 · UC 0,54 — 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 en de doorbuiging (M_{Ed} = 1,92 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.

VOORBEELD

- **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 0,48 kN/m per balk → opwaartse oplegreactie 0,72 kN per balk, die de verankering op de oplegging moet opnemen. De ONDERrand staat dan op druk en is getoetst op kip over een vrije lengte van 3,00 m (l_{ef} = 0,9 x l, k_{crit} 0,663, UC 0,23).
- **Oplegging (druk loodrecht op de vezel 6.1.5):** reactie per balk R = 1,70 kN; minimale opleglengte ~70 mm (fc90,d = 1,73 N/mm², kc90 = 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	3,00	m
Statisch schema	vrij opgelegd	
Toegepast profiel	**38 × 184 mm C24**	

Belastingen (karakteristiek)		
Eigen gewicht	0,03	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 × 184 mm C24		
Breedte b	38	mm
Hoogte h	184	mm
W_y	214,4	×10³ mm³
I_y	1.973	×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} 1,92 kNm · V_{Ed} 1,75 kN**

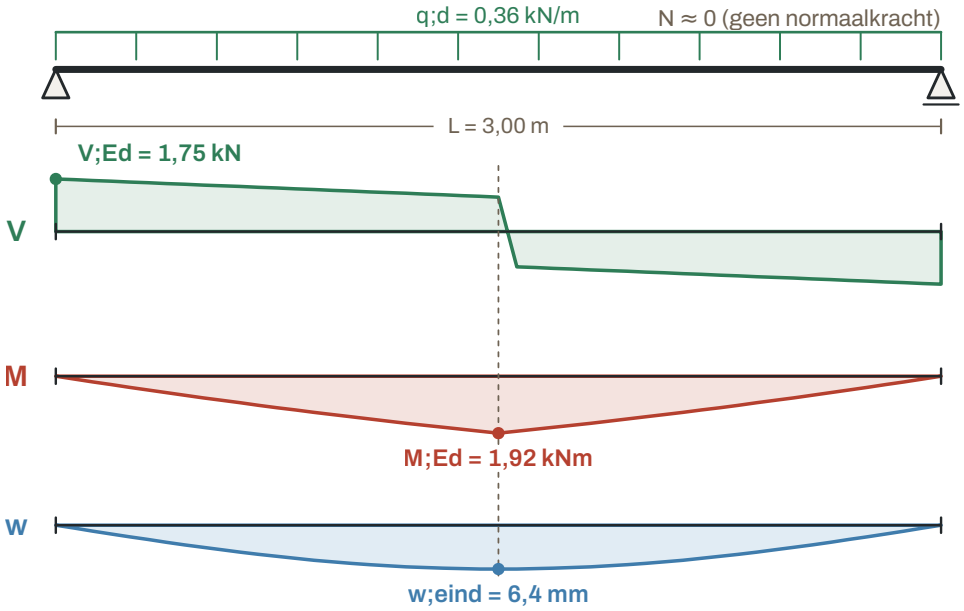
Toetsing UGT · NEN-EN 1995-1-1 art. 6.1.6			
Buiging NEN-EN 1995-1-1 art. 6.1.6	σ_{m_d} 8,95 / f_{m_d} 16,62 N/mm²	u.c. = **0,54**	**voldoet**
Afschuiving art. 6.1.7	τ_d 0,56 / f_{v_d} 2,77 N/mm²	u.c. = **0,20**	**voldoet**
Kip onderrand (windzuiging) NEN-EN 1995-1-1 §6.3.3	k_{crit} 0,663 over l_{ef} 2,70 m (onderrand op druk)	u.c. = **0,23**	**voldoet**

Toetsing BGT · NEN-EN 1995-1-1 art. 7.2			
$w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$	6,45 / 12,0 mm	u.c. = **0,54**	**voldoet**
$w_{bij} \leq 0{,}003 \cdot L$	4,85 / 9,0 mm	u.c. = **0,54**	**voldoet**

Toepassen: **38 × 184 mm C24** (L = 3,00 m) ULS u.c. **0,54** · SLS u.c. **0,54** ✓ voldoet

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

Dakbalklaag aanbouw — balklaag overspant de diepte



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

Aandachtspunten

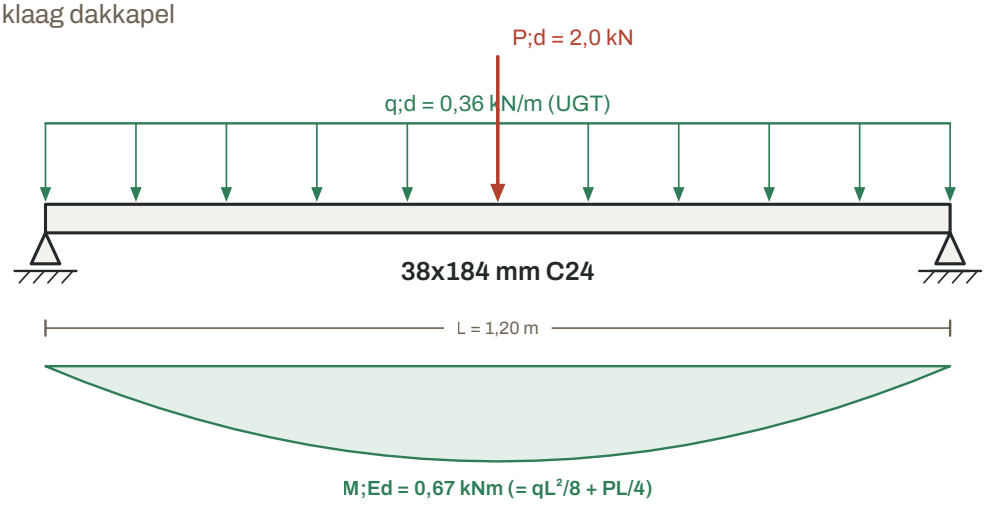
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Schematisering	de afdracht naar de draagconstructie en — bij f1 < 8 Hz — de volledige snelheidsresponstoets (7.4) zijn aanvullend te beoordelen.

VOORBEELD

4.4. Houten balklaag — Plat-dak balklaag dakkapel

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

Plat-dak balklaag dakkapel



Profiel 38x184 mm C24 · UC 0,19 — voldoet

VOORBEELD

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, de dwarskracht en de doorbuiging (M_{Ed} = 0,67 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 0,48 kN/m per balk → opwaartse oplegreactie 0,29 kN per balk, die de verankering op de oplegging moet opnemen. De ONDERrand staat dan op druk en is getoetst op kip over een vrije lengte van 1,20 m (l_{ef} = 0,9 x l, k_{crit} 0,993, UC 0,02).
- **Oplegging (druk loodrecht op de vezel 6.1.5):** reactie per balk R = 1,20 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.

Algemene gegevens		
Overspanning	1,20	m
Statisch schema	vrij opgelegd	
Toegepast profiel	**38 × 184 mm C24**	

Belastingen (karakteristiek)		
Eigen gewicht	0,03	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 × 184 mm C24		
Breedte b	38	mm
Hoogte h	184	mm
W_y	214,4	×10³ mm³
I_y	1.973	×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} 0,67 kNm · V_{Ed} 1,23 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} 3,13 / f_{m_d} 16,62 N/mm²	u.c. = **0,19**	**voldoet**
Afschuiving art. 6.1.7	τ_d 0,39 / f_{v_d} 2,77 N/mm²	u.c. = **0,14**	**voldoet**
Kip onderrand (windzuiging) NEN-EN 1995-1-1 §6.3.3	k_{crit} 0,993 over l_{ef} 1,08 m (onderrand op druk)	u.c. = **0,02**	**voldoet**

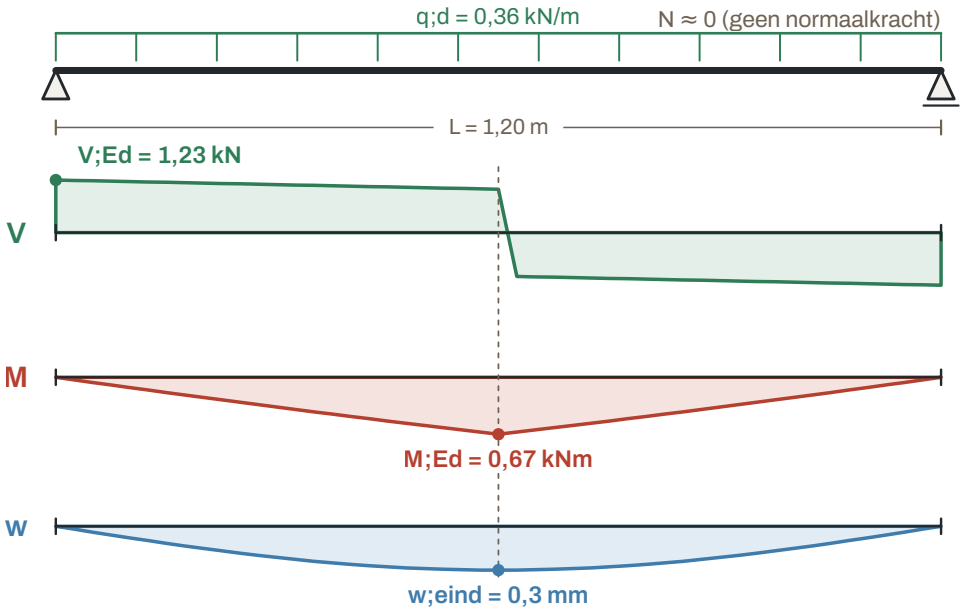
Toetsing BGT · NEN-EN 1995-1-1 art. 7.2			
$w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$	0,31 / 4,8 mm	u.c. = **0,07**	**voldoet**
$w_{bij} \leq 0{,}003 \cdot L$	0,27 / 3,6 mm	u.c. = **0,08**	**voldoet**

Toepassen: **38 × 184 mm C24** (L = 1,20 m) ULS u.c. **0,19** · SLS u.c. **0,08** ✓ voldoet

VOORBEELD

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

Plat-dak balklaag dakkapel



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

VOORBEELD

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.

4.5. 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 3,00 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 $M_{Rd} \geq 6{,}91$ kNm/m, $V_{Rd} \geq 9{,}21$ kN/m en EI ≥ 354 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	3,00	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}	6,91	kNm/m
Benodigd V_{Ed}	9,21	kN/m
Benodigde EI ($w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$)	354	kNm²/m
Doorbuigingsgrens w_{eind} / w_{bij}	12,0 / 9,0	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 $M_{Rd} \geq 6{,}91$ kNm/m, $V_{Rd} \geq 9{,}21$ kN/m, $EI \geq 354$ 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

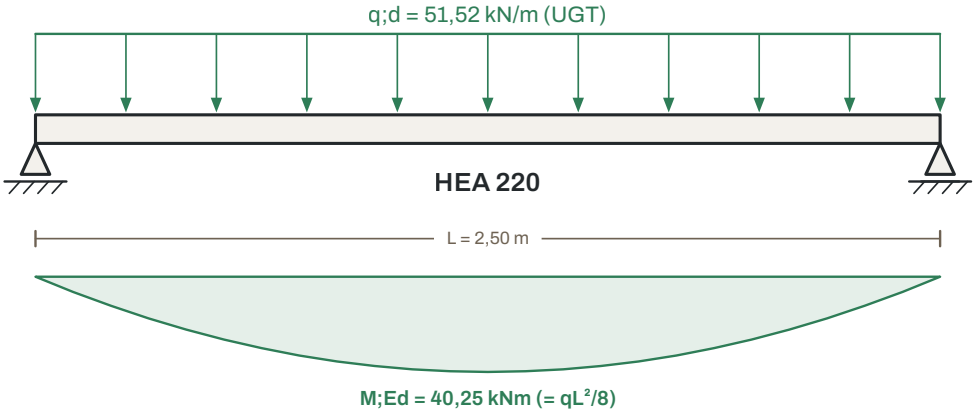
4.6. Stalen ligger — Boven doorbraak

Toepassing

Onderwerp	Toelichting
Verbouwing in het model	Stalen ligger boven doorbraak (westgevel) — belastingbreedte verhoogd o.b.v.
Plattegrond	3DBAG-plattegrond (VERIFIEER) — achtergevel-spouwmuur ≥ 26 cm aangehouden (totale dikte; bepaalt de flensbreedte/het profiel)

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

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



Profiel HEA 220 · UC 0,30 voldoet

VOORBEELD

Aannames

- **Statisch schema:** vrij opgelegde ligger (twee steunpunten), enkelvoudig.
- Eigen gewicht ligger (0,50 kN/m) iteratief als permanente last meegenomen.
- De veranderlijke lijnlast is de REPRESENTATIEVE waarde uit de lastcompositie: de combinatiefactoren ψ0 per lastpost zijn daar al toegepast (leidende veranderlijke vol, overige met ψ0). Daarom staat ψ0 = 1,00 in 6.10a — geen tweede verlaging.
- **Detaillering:** de ligger draagt een muur van 260 mm; de flensbreedte is daarom minstens 220 mm gekozen (de muur mag de flens 40 mm overschrijden, ca. 20 mm speling per zijde), zodat het metselwerk vol op de bovenflens draagt. Een te smal profiel (bv. een smalle IPE onder een steensmuur) is daarmee uitgesloten en de keuze verschuift vanzelf naar een breder HEA/HEB.
- **Kip/LTB 6.3.2 getoetst:** drukflens zijdelings gesteund om 0,60 m (het segment rond het grootste moment, gaffels op de steunpunten); M_{cr} uit het werkelijke momentverloop met de last op de BOVENFLENS (z_g = +105 mm, C1;eff = 0,98), knikkromme b; M_{cr} = 11115,9 kNm, λ_{LT} = 0,11, χ_{LT} = 1,00 → $M_{b,Rd}$ = 133,6 kNm (UC = 0,30).
- **Vloertype niet opgegeven:** voor het GEWICHT is een betonvloer aangehouden (de zwaarste), voor de KIP de ongunstigste mogelijke vloer, een balklaag die de bovenflens alleen ter plaatse van elke balk vasthoudt (steunafstand 600 mm). Houdt een betonvloer de bovenflens wél vast, dan is kip niet maatgevend (kiplengte 0 bij dit onderdeel).
- **Oplleglengte 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} = 2,50 m = l_n + 2 x min(h/2 ; t/2) (NEN-EN 1992-1-1 par. 5.3.2.2), met l_n = 2,40 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	2,50	m
Statisch schema	vrij opgelegd	
Materiaal	S235	
Toegepast profiel	**HEA 220**	

Belastingen (karakteristiek)		
Permanente lijnlast g	34,31	kN/m
Veranderlijke lijnlast q	6,84	kN/m
Eigen gewicht	0,50	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 · HEA 220		
Hoogte h	210	mm
Breedte b	220	mm
$W_{y_{pl}}$	568,5	×10³ mm³
I_y	5.410	×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)	34,81	1,22	42,29	·	·
Veranderlijk (q)	6,84	1,35	9,23	·	·
Maatgevend 6.10a	·	·	**51,52**	**40,25**	**64,40**

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

Buiging NEN-EN 1993-1-1 art. 6.2	M_{Ed} 40,25 / M_{Rd} 133,60 kNm	u.c. = **0,30**	**voldoet**
Afschuiving art. 6.2	V_{Ed} 64,40 / V_{Rd} 280,85 kN	u.c. = **0,23**	**voldoet**
Kip NEN-EN 1993-1-1 §6.3.2	M_{Ed} 40,25 / $M_{b_{Rd}}$ 133,60 kNm (χ_{LT} 1,00, L_{cr} 0,60 m)	u.c. = **0,30**	**voldoet**

Toetsing BGT · doorbuiging (NL Nationale Bijlage)

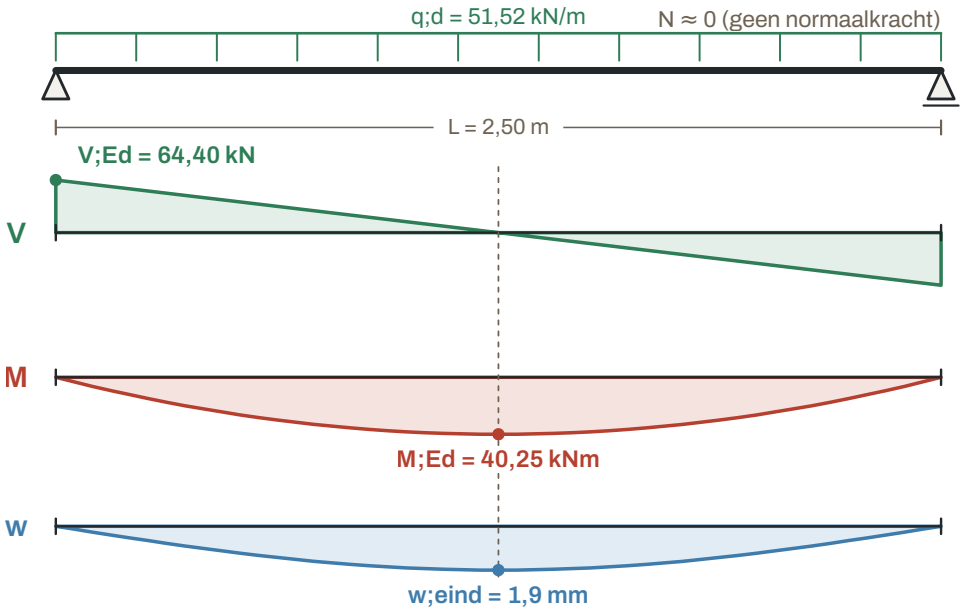
$w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$	1,86 / 10,0 mm	u.c. = **0,19**	**voldoet**
$w_{bij} \leq 0{,}003 \cdot L$	0,31 / 7,5 mm	u.c. = **0,04**	**voldoet**

Toepassen: **HEA 220** (S235, L = 2,50 m) — ULS u.c. **0,30** · SLS u.c. **0,19** ✓ voldoet

VOORBEELD

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

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



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

VOORBEELD

Aandachtspunten

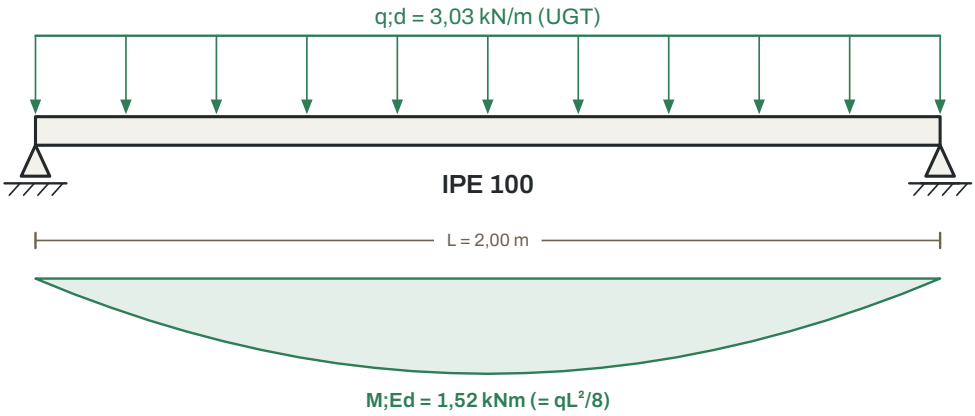
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Aandachtspunt	De oplegging en de aansluiting van dit onderdeel op de ondersteunende constructie zijn in deze berekening niet getoetst; controleer ze bij de uitvoering.

4.7. 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 0,16 — voldoet

Aannames

- **Statisch schema:** vrij opgelegde ligger (twee steunpunten), enkelvoudig.
- Eigen gewicht ligger (0,08 kN/m) iteratief als permanente last meegenomen.
- De veranderlijke lijnlast is de REPRESENTATIEVE waarde uit de lastcompositie: de combinatiefactoren 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 = 0,17).
- **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.

VOORBEELD

Algemene gegevens		
Overspanning	2,00	m
Statisch schema	vrij opgelegd	
Materiaal	S235	
Toegepast profiel	**IPE 100**	

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

Materiaalgrootheden (S235)		
f_y	235	N/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)	0,83	1,22	1,01	·	·
Veranderlijk (q)	1,50	1,35	2,03	·	·
Maatgevend 6.10a	·	·	**3,03**	**1,52**	**3,03**

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

Buiging NEN-EN 1993-1-1 art. 6.2	M_{Ed} 1,52 / M_{Rd} 9,26 kNm	u.c. = **0,16**	**voldoet**
Afschuiving art. 6.2	V_{Ed} 3,03 / V_{Rd} 68,92 kN	u.c. = **0,04**	**voldoet**
Kip NEN-EN 1993-1-1 §6.3.2	M_{Ed} 1,52 / $M_{b_{Rd}}$ 9,17 kNm (χ_{LT} 0,99, L_{cr} 0,60 m)	u.c. = **0,17**	**voldoet**

Toetsing BGT · doorbuiging (NL Nationale Bijlage)

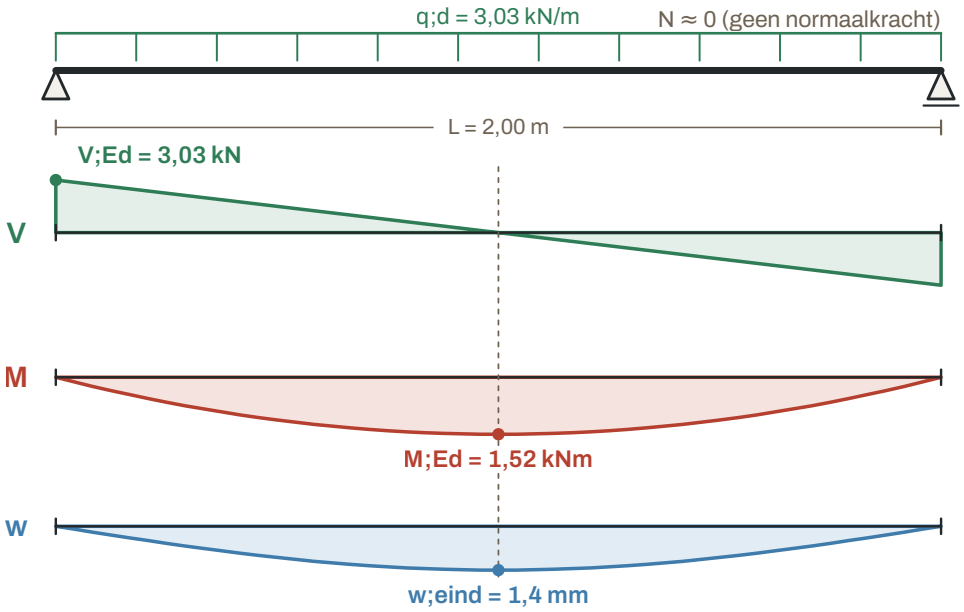
$w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$	1,35 / 8,0 mm	u.c. = **0,17**	**voldoet**
$w_{bij} \leq 0{,}003 \cdot L$	0,87 / 6,0 mm	u.c. = **0,15**	**voldoet**

Toepassen: **IPE 100** (S235, L = 2,00 m) — ULS u.c. **0,17** · SLS u.c. **0,17** ✓ 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

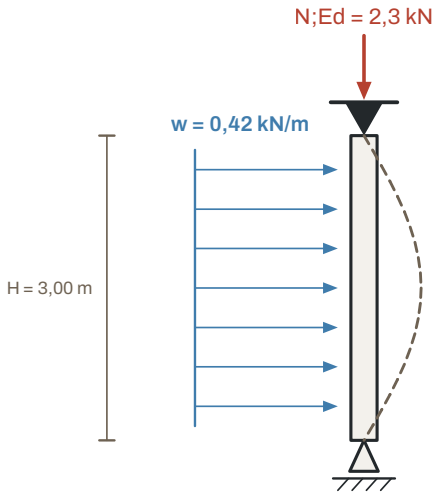
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Aandachtspunt	De oplegging en de aansluiting van dit onderdeel op de ondersteunende constructie zijn in deze berekening niet getoetst; controleer ze bij de uitvoering.

4.8. 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 0,21 · 6.24 0,15

stabiliteit 0,21

Profiel 38x184 mm C24 · 6.23 0,21 · 6.24 0,15 · maatgevend: Knik + buiging 6.23 UC 0,21 — 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: 0,40 kN perm. + 0,90 kN veranderlijk (ψ0 = 0,40). Hout C24. Deze (dubbele) stijl staat NAAST een gevelopening en draagt bovendien de latei-oplegreactie: +0,60 kN perm. + 1,40 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 ~ 0,08 kN per stijl afdragen (~0,03 kN/m; bij schroeven h.o.h. 150 mm ~0,004 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	0,40	kN
Veranderlijke druk N_Q	0,90	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

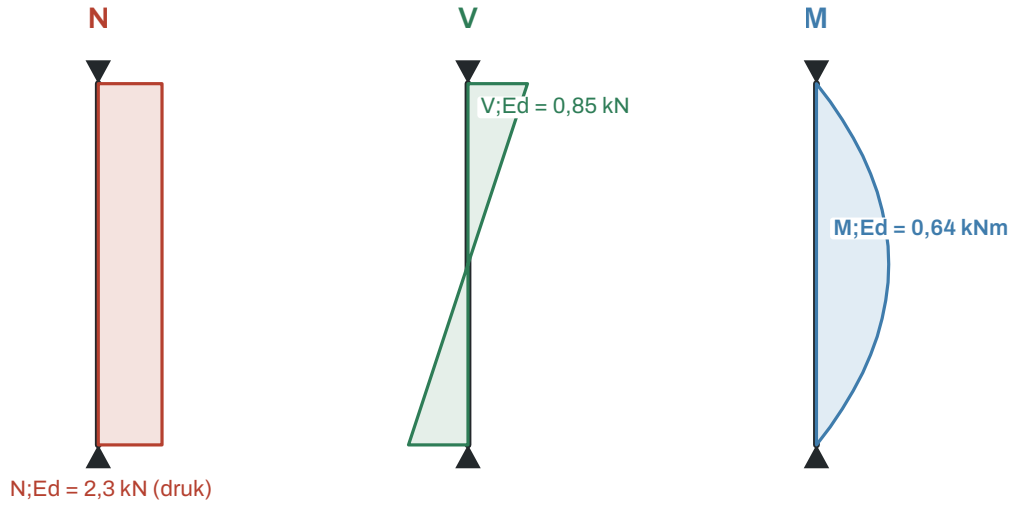
Toetsing UGT · NEN-EN 1995-1-1 §6.2/§6.3			
Buiging+druk y-y (6.23)	σ_{m_d} 2,96 N/mm² · $k_{c,y}$ 0,721	u.c. = **0,21**	**voldoet**
Buiging+druk z-z (6.24)	σ_{m_d} 2,96 N/mm² · $k_{c,z}$ 1,000	u.c. = **0,15**	**voldoet**

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. **0,21** · 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 0,21

voldoet

Aandachtspunten

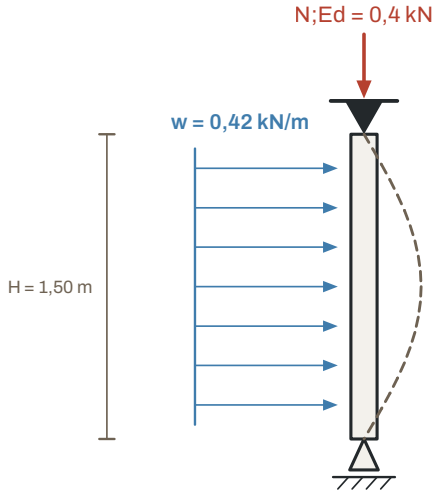
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Windbelasting	Winddrukbepaling (Cpe/Cpi, gevelgebied, hoogte) en de aansluiting van de stijl op onder-/bovenregel en fundering/vloer
Windbelasting	de oplegging/aansluiting boven en onder, 2e-orde-effecten en de exacte winddruk (Cpe/Cpi, gevelgebied) zijn NIET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

VOORBEELD

4.9. Houten gevelstijl — HSB-zijwand/voorwand dakkapel

Rekenmodel · houten gevelstijl (wind + druk + knik)

HSB-zijwand/voorwand dakkapel



38x184 mm C24 · h.o.h. 600 mm

M;Ed = 0,16 kNm (= wH²/8)

w = 0,1 mm ≤ 5,0 mm

Toets NEN-EN 1995-1-1

6.23 0,05 · 6.24 0,04

stabiliteit 0,05

Profiel 38x184 mm C24 · 6.23 0,05 · 6.24 0,04 · maatgevend: Knik + buiging 6.23 UC 0,05 — voldoet

VOORBEELD

Aannames

- **Statisch schema:** vrij opgelegde gevelstijl, hoogte H = 1,50 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: 0,20 kN perm. + 0,40 kN veranderlijk (ψ0 = 0,40). Hout C24.
- **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 ~ 0,02 kN per stijl afdragen (~0,01 kN/m; bij schroeven h.o.h. 150 mm ~0,002 kN per schroef). De beplating moet als schijf werken (rondom bevestigd); de capaciteit per bevestiging wordt door de constructeur bevestigd.

Algemene gegevens		
Stijlhoogte	1,50	m
H.o.h.-afstand	0,60	m
Statisch schema	wind-buiging (+ evt. N)	
Houtklasse	C24	
Toegepast profiel	**38 × 184 mm C24**	

Belastingen (karakteristiek)		
Winddruk/-zuiging	0,70	kN/m²
Permanente druk N_G	0,20	kN
Veranderlijke druk N_Q	0,40	kN
Maatgevend belastinggeval	A wind leidend	

Materiaalgrootheden (C24)		
k_{mod}	0,90	
f_{m_d}	16,62	N/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

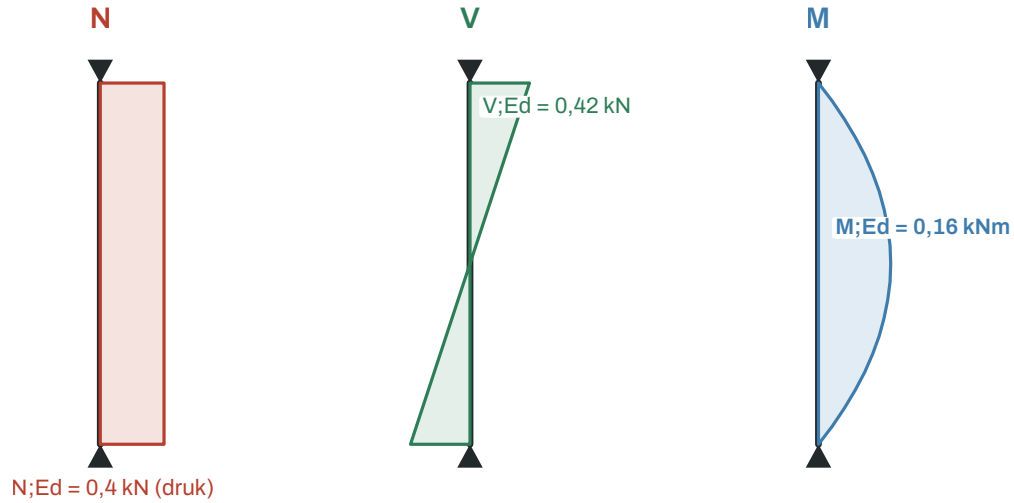
Toetsing UGT · NEN-EN 1995-1-1 §6.2/§6.3			
Buiging+druk y-y (6.23)	σ_{m_d} 0,74 N/mm² · $k_{c,y}$ 0,956	u.c. = **0,05**	**voldoet**
Buiging+druk z-z (6.24)	σ_{m_d} 0,74 N/mm² · $k_{c,z}$ 1,000	u.c. = **0,04**	**voldoet**

Toetsing BGT · doorbuiging §7.2			
Doorbuiging w	0,13 / 5,0 mm	u.c. = **0,03**	**voldoet**

Toepassen: **38 × 184 mm C24** (h.o.h. 600 mm) — ULS u.c. **0,05** · SLS u.c. **0,03** ✓ voldoet

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

HSB-zijwand/voorwand dakkapel



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

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

voldoet

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Windbelasting	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.

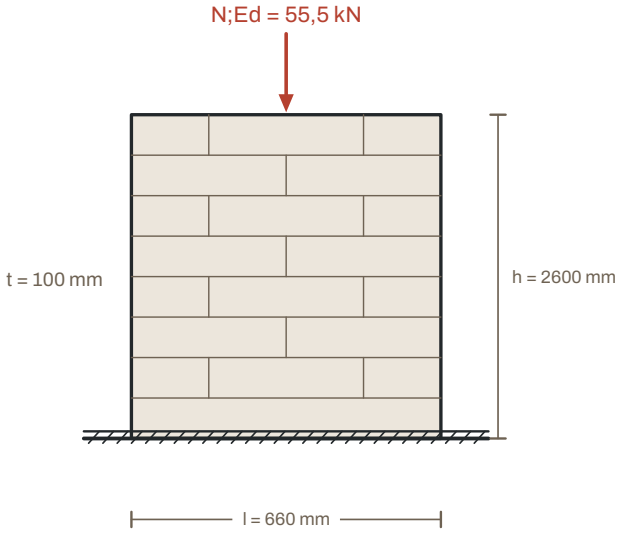
VOORBEELD

4.10. Metselwerkpenant — Onder oplegging doorbraak

Toepassing: Metselwerkpenant onder oplegging doorbraak (indicatief)

Rekenmodel · metselwerkpenant

Metselwerkpenant onder oplegging doorbraak (indicatief)



Toets NEN-EN 1996-1-1 §6.1.2

λ = h;ef/t = 19,50

e;mk = 10,0 mm · Φ = 0,44

f;d = 3,01 N/mm²

N;Rd = 77,8 kN

N;Ed / N;Rd = 0,71

Profiel 100x660 mm Kalkzandsteen CS12 · λ 19,50 · Φ 0,44

maatgevend: Druk + knik UC 0,71

voldoet

VOORBEELD

Aannames

- Metselwerkpenant 100 × 660 mm, hoogte 2600 mm, Kalkzandsteen CS12, gewone metselmortel f_m = 5,0 N/mm². Ontwerplast N_{Ed} = 55,5 kN.
- Steenkwaliteit/mortel (Kalkzandsteen CS12, gewone metselmortel f_m = 5,0 N/mm²) aangenomen; bij een BESTAANDE penant de werkelijke steen-/mortelklasse verifiëren — oud/zacht metselwerk (bv. kalkmortel) kan een lagere fk geven dan hier aangenomen.
- Druksterkte metselwerk Kalkzandsteen CS12, gewone metselmortel f_m = 5,0 N/mm²: $f_k = K \cdot f_b \wedge \alpha \cdot f_m \wedge \beta$ = 0,60·12^0,65·5,0^0,25 = 4,51 N/mm² (NEN-EN 1996-1-1 §3.6.1.2; K, α, β uit NL NB tabel NB.2: gewone mortel, perforaties ≤ 25%). f_b = 12 N/mm² is de CS-klasse = de genormaliseerde gemiddelde druksterkte van de steen (NEN-EN 771-2), de vormfactor δ zit daarin (δ = 1,0). γ_M = 1,5 (NL NB, gevolgklasse CC1, categorie I-stenen) → f_d = f_k/γ_M = 3,01 N/mm².
- **Slankheid:** heff = ρ_n·h = 1950 mm → lambda = 19,5 (≤ 27); excentriciteit emk = 10 mm; reductiefactor Phi_m = 0,436.
- Draagvermogen N'R;d = Phi_m·fd·l·t = 77,8 kN (UC = 0,71).
- Oplegspanning (geconcentreerde last, NEN-EN 1996-1-1 §6.1.3) OMGEKEERD opgelost — de oplegmaat van de ligger staat nog niet vast: minimaal benodigd oplegvlak Abr;req = 14761 mm² (FE;d = 55,5 kN ≤ FR;d = beta·fd·Abr, met fd = 3,01 N/mm² en a1 = 0 mm). Over de volle wanddikte t = 100 mm betekent dat een oplegging (onderflens of oplegplaat) van ten minste 148 mm langs de wand; bij een oplegdiepte al < t moet die maat evenredig groter zijn (ab ≥ Abr;req/al).

Algemene gegevens		
Penantafmeting	100 × 660 mm Kalkzandsteen CS12	
Dikte t	100	mm
Lengte l	660	mm
Hoogte h	2,60	m

Belasting (ontwerp)		
Ontwerpnormaalkracht N_{Ed}	55,5	kN

Draagvermogen metselwerk (NEN-EN 1996-1-1)		
Karakt. druksterkte f_k	4,51	N/mm²
Rekenwaarde f_d	3,01	N/mm²
Slankheid λ	19,5	
Reductiefactor Φ	0,436	
Draagvermogen N'_{Rd}	77,8	kN

Toetsing · NEN-EN 1996-1-1 §6.1			
Druk $N_{Ed} \leq N'_{Rd}$	55,5 / 77,8 kN	u.c. = **0,71**	**voldoet**

Toepassen: **100 × 660 mm Kalkzandsteen CS12** — ULS u.c. **0,71** · SLS u.c. **n.v.t.** ✓ voldoet

VOORBEELD

Aandachtspunten

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

4.11. 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/F1birJX_WBsNTXh-pStq5Q/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
Dakkapellen in het model	1
Modelomvang	1337 knopen · 167 staven · 1703 vlakelementen
Belastinggevallen	Permanent (G) · Veranderlijk vloer (Q) · Wind +x (Wx) · Sneeuw dak (S) · Wind dwars +y (Wy) · Wind -x (Wx-) · Wind dwars -y (Wy-)
Gevolgklasse (model)	CC1

Toelichting op de schematisering

Onderwerp	Toelichting
Vloeren	BESTAANDE woning (6,1 × 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.

VOORBEELD

Onderwerp	Toelichting
Fundering	De krachten in de funderingsbalken zijn in dit 3D-model indicatief: de voet van elke muur staat er stijver op dan in werkelijkheid.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: de voetknopen zijn door de wandschematisering rotatiegesteund, dus de maatgevende funderingstoets blijft de eigen deterministische funderingsberekening.
Vloeren	Begane-grondvloer IN het model: als VRIJDRAGENDE vloer over de kruipruimte gemodelleerd, opgelegd op het fundatiemetselwerk — zijn last loopt via de wandvoeten naar de fundatiestroken en via de binnenwandvoet naar de tussenfundering; waar een plaatfundatie ligt is die gebedde plaat zelf de begane-grondvloer.
Vloeren	AANNAME: Beton C30/37 van 160 mm (4,0 kN/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.
Verbouwing in het model	Gevelopening dakkapel: raam 1,20 × 0,87 m in de kopgevel.
Aandachtspunt	LET OP — de latei boven een kozijn is in dit 3D-model niet maatgevend getoetst: hij zit ingeklemd in de HSB-wand (de doorgaande bovenregel, de korte stijlen erboven en de beplating dragen mee), zodat maar een deel van de last boven de opening door de latei loopt — gemeten een derde.
Schematisering	De dimensionering van de latei komt uit de deterministische latei-/liggermodule; de staaf-UC van dit model is daar geen vervanging voor.
Dak	INCLUSIEF 1 dakkapel(len) als schematische opbouw-doos (last en volume tellen mee; de kap-/raveelconstructie blijft de eigen module).
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: de inbouwdiepte van de dakkapel is aangehouden op 2,6 m in plaats van de gevraagde 1,2 m — het platte dakje sluit knoop-conform aan waar het gemeten dakvlak de bovenkant van de doos kruist.
Verbouwing in het model	Controleer de dakkapelmaat; de eigen module rekent wel met de gevraagde diepte.
Aandachtspunt	LET OP: er is GEEN bouwtekening aangeleverd, dus de verdiepingsvloer is NIET VASTGESTELD.

VOORBEELD

Onderwerp	Toelichting
Vloeren	Het model houdt een betonvloer van 180,0 mm aan — voor de wanden en de fundering eronder is dat de veilige kant, maar de berekende WAPENING van die vloer geldt alleen als er ook werkelijk beton ligt.
Vloeren	Het bouwjaar bevestigt beton (naoorlogs pand (1978) → betonvloer).
Aandachtspunt	LET OP: 1 onderdeel/onderdelen ZONDER gemeten vlak-anker (3DBAG niet bereikbaar bij het genereren, of geen aanwijzing in 3D) — geplaatst op kompas; controleer de positie in de solver en genereer zo nodig opnieuw.
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: hoe dik de bestaande dragende wanden zijn staat niet in de aangeleverde stukken, en daarmee is niet te berekenen hoeveel die wanden nog kunnen dragen — die toets is dus overgeslagen.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT — METSELWERKTOETS NIET UITGEVOERD: de wanddikte t is de grootste knop op N_{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.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: bevestig de exacte positie langs de gevel én de aanbouw-wind.
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: de bestaande zijmuur waar de aanbouw tegenaan staat (rechts) zit niet in dit 3D-model; aan die kant staat geen nieuwe wand en geen nieuwe fundering, en de dakrand ligt daar vrij.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: in het model dragen de dakbalken van de gevel naar de nieuwe achtergevel, wat voor de nieuwe wanden aan de veilige kant is; wat de bestaande muur in werkelijkheid draagt staat met zijn grootte bij de dakbalklaag van de aanbouw.
Geometrie	GEOMETRIE: model rechtstreeks uit de gemeten 3DBAG-schil (geometrie exact op de meting; 1726 elementen, 1.85% van het oppervlak buiten de meshkwaliteitsgrens).
Vloeren	VLOERNIVEAUS in het model: 1e verdiepingsvloer 393 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.

VOORBEELD

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 8022 vrijheidsgraden > drempel 900; de stabiliteit is apart beoordeeld (zie de stabiliteits-/funderingsmodules)

Maatgevende unity check UC = 1,26. 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. 0,67
- Doorbuiging staven (BGT, grens L/250): u.c. 0,05

Maatgevende staaf: staaf 50 (IPE100), u.c. 0,14.

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 86,9 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	1337 knopen, 167 staven

Knopen: 1337 totaal, waarvan 64 opgelegd (61× 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.

Staven (identieke gegroepeerd)

aantal	profiel	materiaal	type	scharnier i / j
48	Strook 600 × 200	Beton C30/37	normaal	vast / vast
13	Fundatiebalk 350 × 500	Beton C30/37	normaal	vast / vast
3	Buispaal Ø168	S235	normaal	vast / vast
79	38 × 184 C24	Hout C24	normaal	vast / vast
10	76 × 184 C24 dubbel	Hout C24	normaal	vast / vast
6	IPE100	S235	normaal	vast / vast
8	63 × 184 C24	Hout C24	normaal	vast / vast

Stramien

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

Oppervlaktelasten op de vlakken [kN/m²]

q	richting	belastinggeval	constructievlakken	deelvlakken	o.a.
1,50	omlaag (−z)	Permanent (G)	11	1502	begane grondvloer, kopgevel y = 0,00 m, kopgevel y = 14,50 m, …
1,75	omlaag (−z)	Veranderlijk vloer (Q)	3	1117	begane grondvloer, vloer 1e verdieping, vloer 2e verdieping
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind -x (Wx-)	5	246	kopgevel y = 0,00 m, kopgevel y = 14,50 m, langsgevel x = 6,11 m, …
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind dwars -y (Wy-)	3	201	kopgevel y = 14,50 m, langsgevel x = 0,01 m, wand y = 9,11 m
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind dwars +y (Wy)	3	171	kopgevel y = 0,00 m, langsgevel x = 6,11 m, wand x = 2,34 m
0,70	opwaarts (+z)	Wind +x (Wx)	6	163	dakschild 1 (30°, richting −y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), …
0,70	opwaarts (+z)	Wind dwars +y (Wy)	6	163	dakschild 1 (30°, richting −y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), …

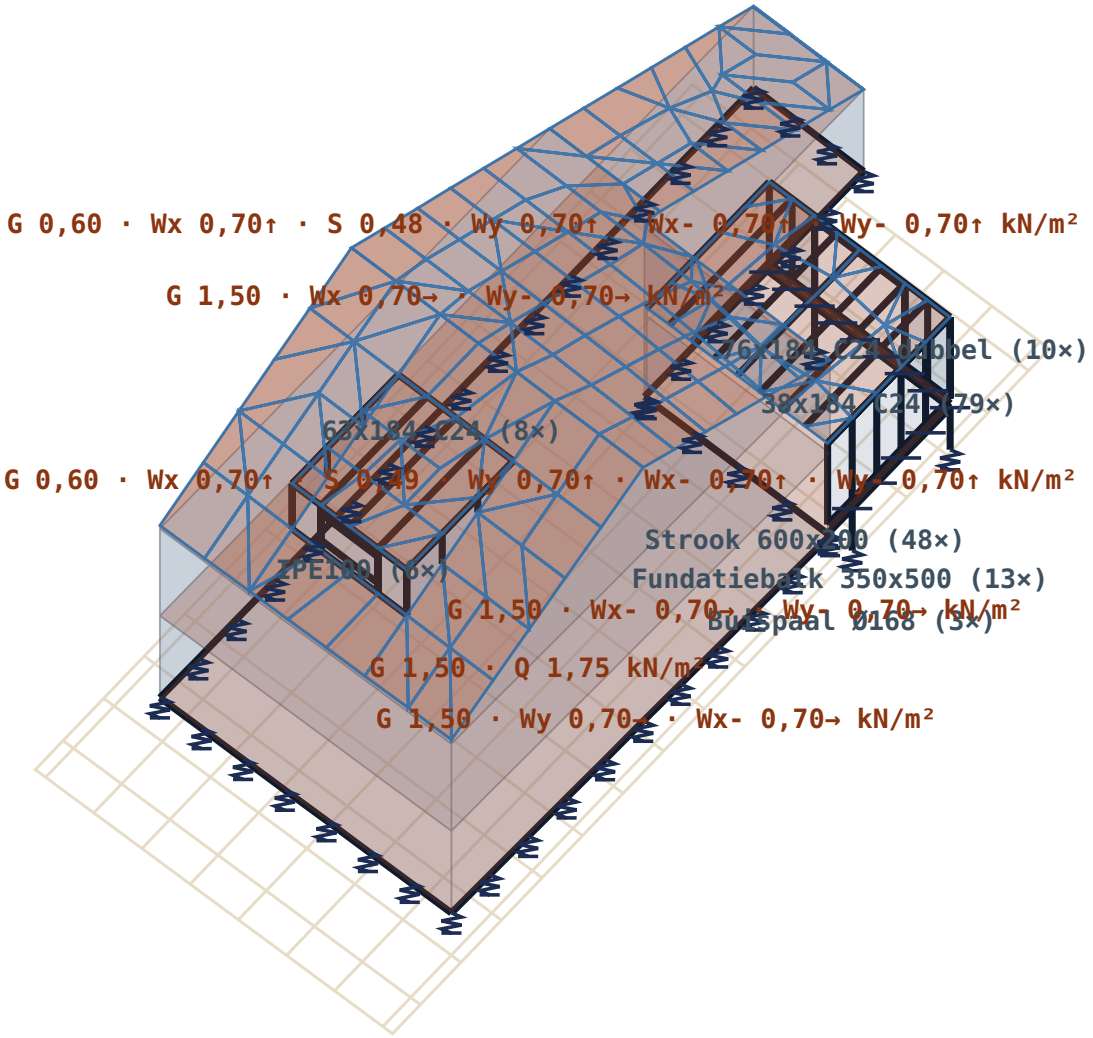
VOORBEELD

0,70	opwaarts (+z)	Wind -x (Wx-)	6	163	dakschild 1 (30°, richting –y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), …
0,70	opwaarts (+z)	Wind dwars -y (Wy-)	6	163	dakschild 1 (30°, richting –y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), …
0,60	omlaag (–z)	Permanent (G)	5	138	dakschild 1 (30°, richting –y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), …
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind +x (Wx)	1	126	langsgevel x = 0,01 m
0,48	omlaag (–z)	Sneeuw dak (S)	3	84	dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), dakschild 4 (30°, richting +y)
0,49	omlaag (–z)	Sneeuw dak (S)	1	41	dakschild 1 (30°, richting –y)
0,70	omlaag (–z)	Sneeuw dak (S)	2	38	vloer 1e verdieping (nieuw werk), vloer 3e verdieping (nieuw werk)
0,70	omlaag (–z)	Permanent (G)	1	25	vloer 1e verdieping (nieuw werk)

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

VOORBEELD

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



maatgevende UC 0,67
max verplaatsing 25,03 mm
totale verticale reactie 2966,9 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	25,0 mm	uz (verticaal), knoop 1198 (resultante 25,1 mm)
Maximale vervorming t.o.v. de fundering	7,6 mm	uz (verticaal), knoop 1218 — zonder bodemzetting: de starre zakking en scheefstand van het gebouw op de grondveren zijn eruit gerekend
Verticale oplegreactie ΣRz	2966,9 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	18,72 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]
6	wand y = 9,11 m	x = 2,33 – 6,20 m	3,87	21,7	257,5	84,2
3	kopgevel y = 0,00 m	x = -0,05 – 6,00 m	6,05	32,5	35,2	196,3
4	langsgevel x = 0,01 m	y = 0,00 – 14,52 m	14,52	30,9	33,6	447,9
5	langsgevel x = 6,11 m	y = 0,00 – 9,10 m	9,10	26,9	30,1	244,5
1	kopgevel y = 14,50 m	x = 0,05 – 2,37 m	2,31	27,8	29,7	64,1

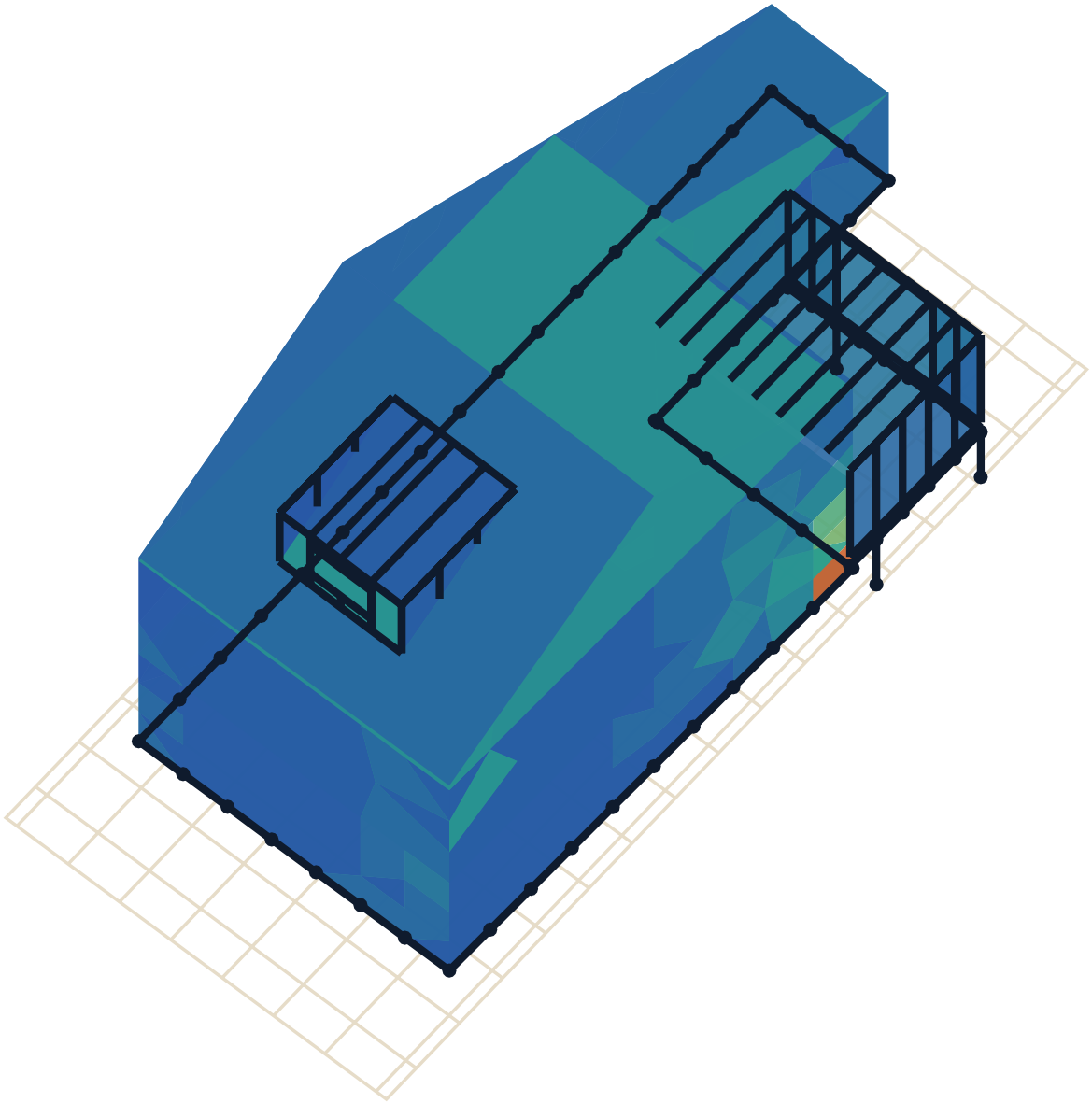
VOORBEELD

2	wand x = 2,34 m	y = 9,13 – 14,48 m	5,36	25,8	27,4	138,3
·	puntsteun knoop 404	(6,15; 9,70)	-	-	-	620,1
·	puntsteun knoop 405	(6,17; 12,10)	-	-	-	589,2
·	puntsteun knoop 414	(3,34; 12,12)	-	-	-	578,2
·	puntsteun knoop 162 (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 = 1175,2 kN + puntsteunen 1791,7 kN, ΣRz = 2966,9 kN (verticaal evenwicht klopt). Indicatief; de constructeur verifieert.

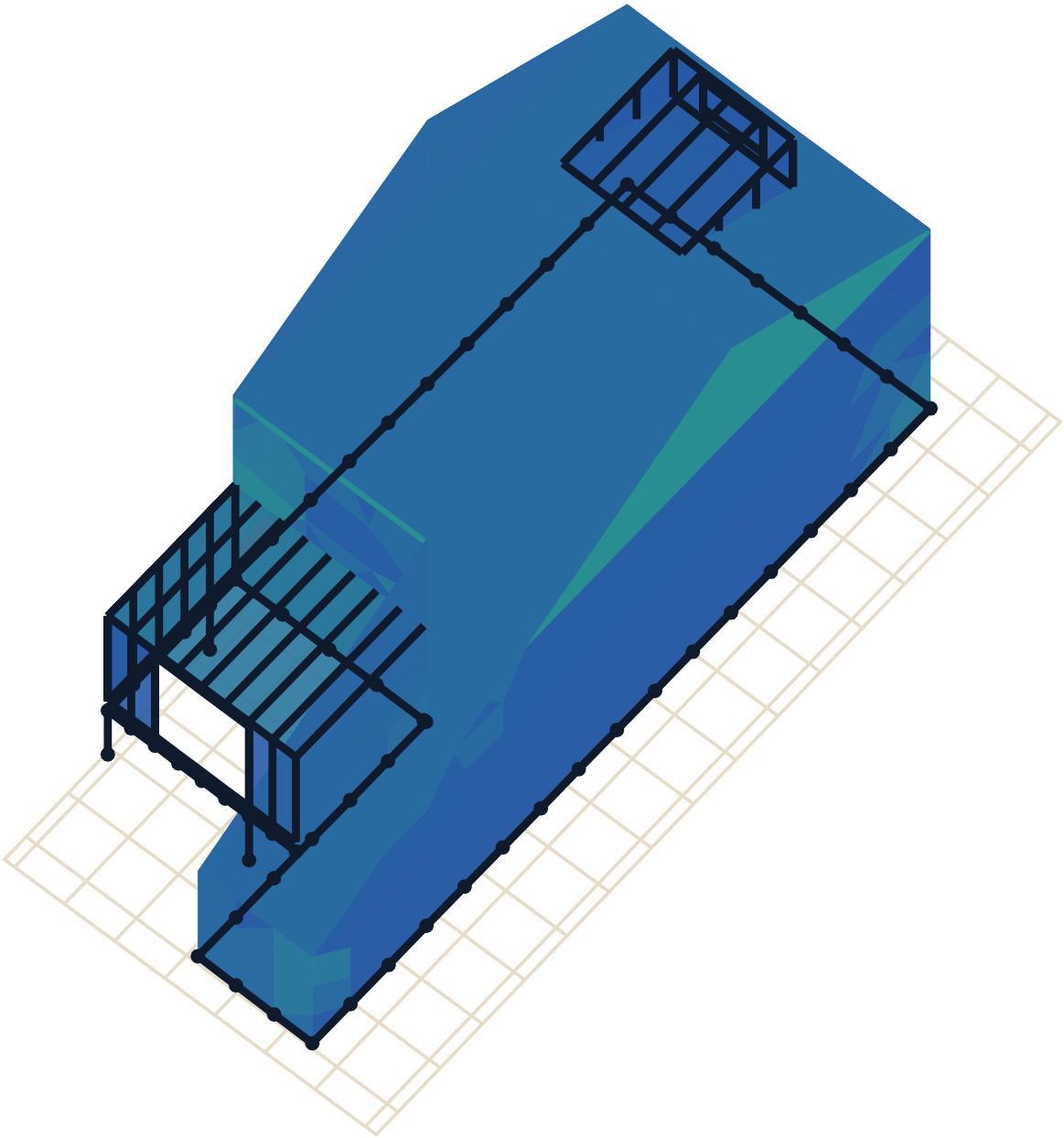
VOORBEELD

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



VOORBEELD

Indicatieve UC per constructievlak — aanzicht 2, tegenoverliggende zijde



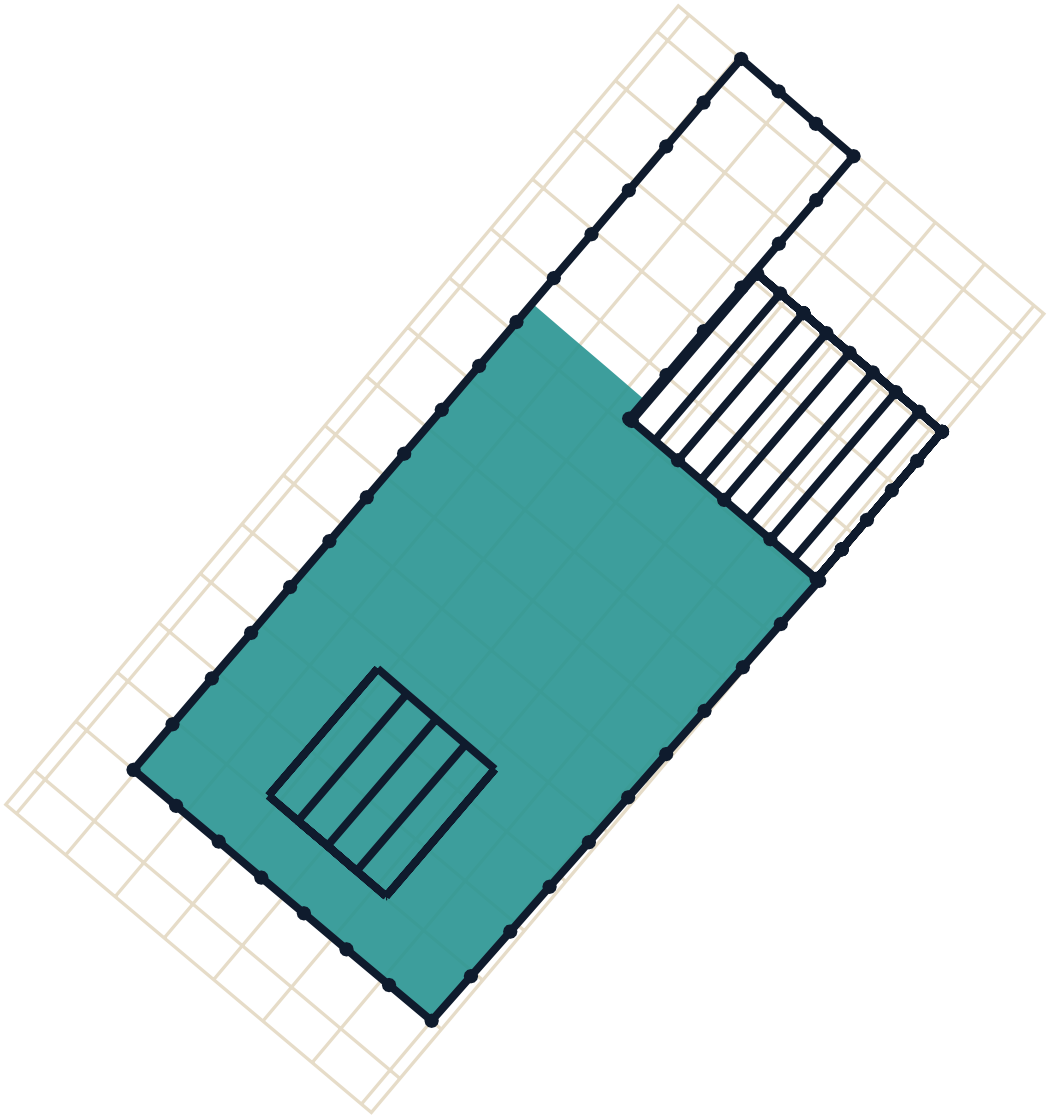
VOORBEELD

unity check

0,00 1,00 = grens

rood = UC > 1,00: modelartefact — hoogste 1,26

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



unity check

0,00 1,00 = grens

rood = UC > 1,00: modelartefact — hoogste 1,26

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	25,17 N/mm²	f_{cd} = 20 N/mm² (C30/37)	**1,26 modelarte (zie het aandachtsp unt)**

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

VOORBEELD

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

vlak	n_1[kN/m]	σ_t[N/mm²]
vloer 1e verdieping	1471,9	8,18
wand y = 9,11 m	684,9	6,85
langsgevel x = 6,16 m (nieuw werk)	578,6	5,79
langsgevel x = 6,11 m	556,4	5,56
wand x = 2,34 m	532,6	5,33
vloer 2e verdieping	839,7	4,67
kopgevel y = 14,50 m	217,8	2,18
langsgevel x = 0,01 m	180,1	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). 5 vlakken met lagere trek zijn hier weggelaten; de volledige set staat in de online berekening. Daarnaast 5 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	1657,5	496,9	0,0	6.10a (Vz)
10	619,5	0,0	0,0	0,0	0,0	6.10a (N)
47	3,4	1,0	3,5	0,8	0,2	6.10b · Q leid. (Vy)
86	1,9	1,0	6,8	2,1	0,3	6.10b · S leid. (Mz)
11	588,7	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).)

147 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 = 0,67, hoogste UC doorbuiging = 0,05. De constructie VOLDOET aan de getoetste doorsnede- en doorbuigingseisen.

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

staaf	mat.	UC N	UC My	UC Mz	UC V	UC N+M	UC knik	UC δ	L/δ
10	S235	0,65	0,00	0,00	0,00	0,65	0,67	0,00	-
11	S235	0,62	0,00	0,00	0,00	0,62	0,64	0,00	-
20	S235	0,61	0,00	0,00	0,00	0,61	0,62	0,00	-
50	S235	0,01	0,03	0,10	0,01	0,14	0,01	0,02	L/11229
53	S235	0,01	0,01	0,09	0,01	0,12	-	0,02	L/13781

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

147 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	$\lambda\bar{y}$	$\lambda\bar{z}$	χ	Nb,Rd	UC
10	619,5	z	1,40/1,40	0,26	0,26	0,978	925,8	0,67
11	588,7	z	1,40/1,40	0,26	0,26	0,978	925,8	0,64
20	577,6	z	1,40/1,40	0,26	0,26	0,978	925,8	0,62
50	3,0	z	0,47/0,47	0,12	0,40	0,924	223,7	0,01
51	0,0	z	0,47/0,47	0,12	0,40	0,924	223,7	0,00
99	0,0	z	0,60/0,60	0,16	0,51	0,878	212,5	0,00

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

staaf	M_{Ed}	L_{kip}	C1	M_{cr}	$\bar{\lambda}_{LT}$	χ_{LT}	Mb,Rd	UC
50	0,3	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij
51	0,3	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij
52	0,1	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij
53	0,1	0,47	1,00	79,2	0,32	0,973	7,8	vrij
99	0,1	0,60	1,00	52,3	0,39	0,955	7,7	vrij
101	0,2	0,60	1,00	52,3	0,39	0,955	7,7	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
50	0,999	0,602	0,599	1,003	0,103	0,129	0,13
51	1,000	0,600	0,600	1,000	0,051	0,039	0,05
99	1,000	0,600	0,600	1,000	0,010	0,008	0,01

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).

VOORBEELD

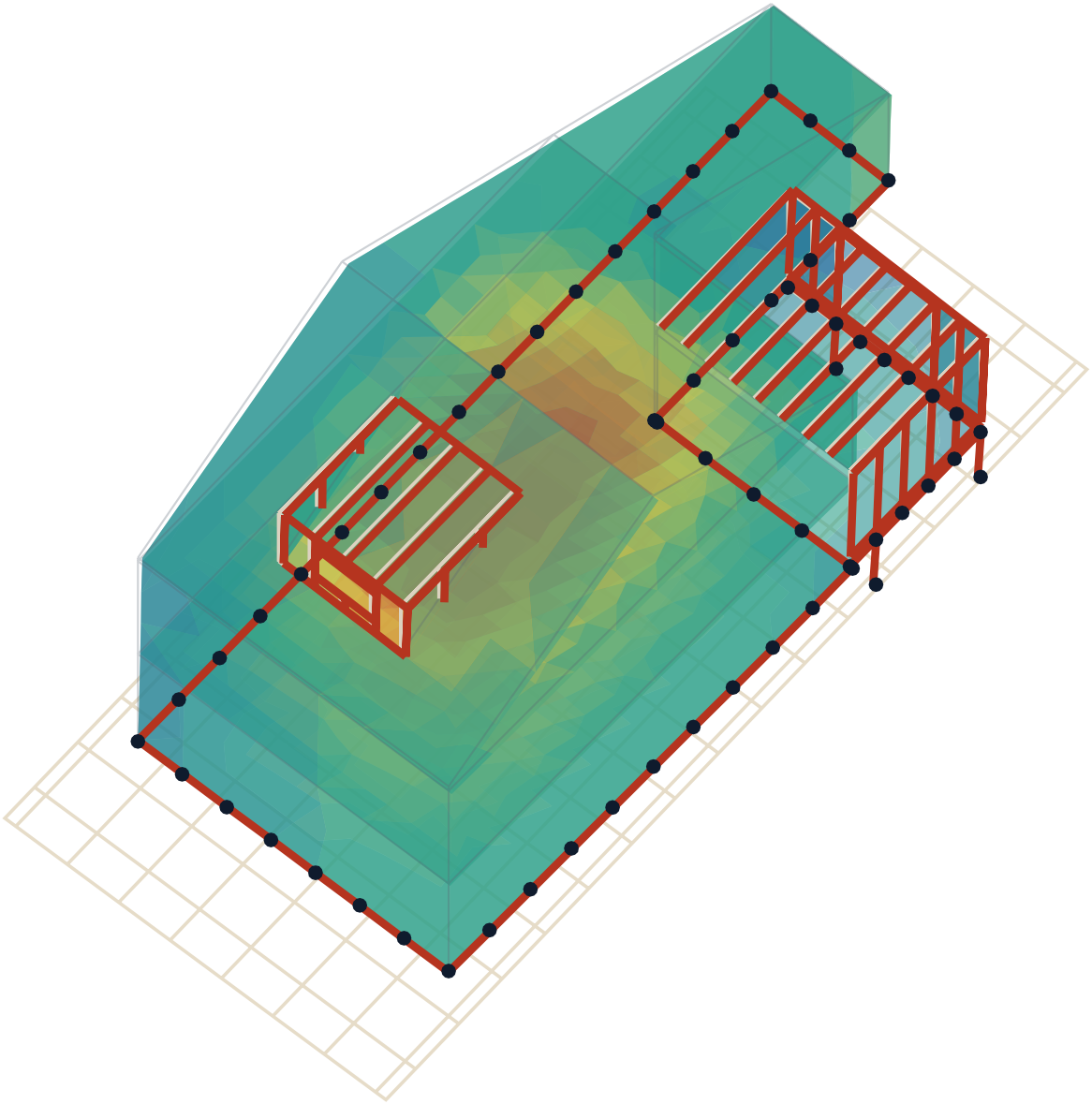
Maatgevende uitkomsten

grootheid	waarde	waar
Maximale normaalkracht	-619,5 kN	staaf 10 (druk) — 6.10a
Maximale dwarskracht Vy	1,0 kN	staaf 47 — 6.10b · Q leid.
Maximale dwarskracht Vz	1657,5 kN	staaf 5 — 6.10a
Maximale moment My (sterke as)	496,9 kNm	staaf 5 — 6.10a
Maximale moment Mz (zwakke as)	0,3 kNm	staaf 86 — 6.10b · S leid.
Grootste verticale oplegreactie	620,1 kN	knoop 404 — 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): 25,03 mm zakking in vloer 2e verdieping (dikte 180 mm). De doorbuiging per constructievlak staat in de online berekening.

3D-aanzicht: vervorming (zonder bodemzetting)



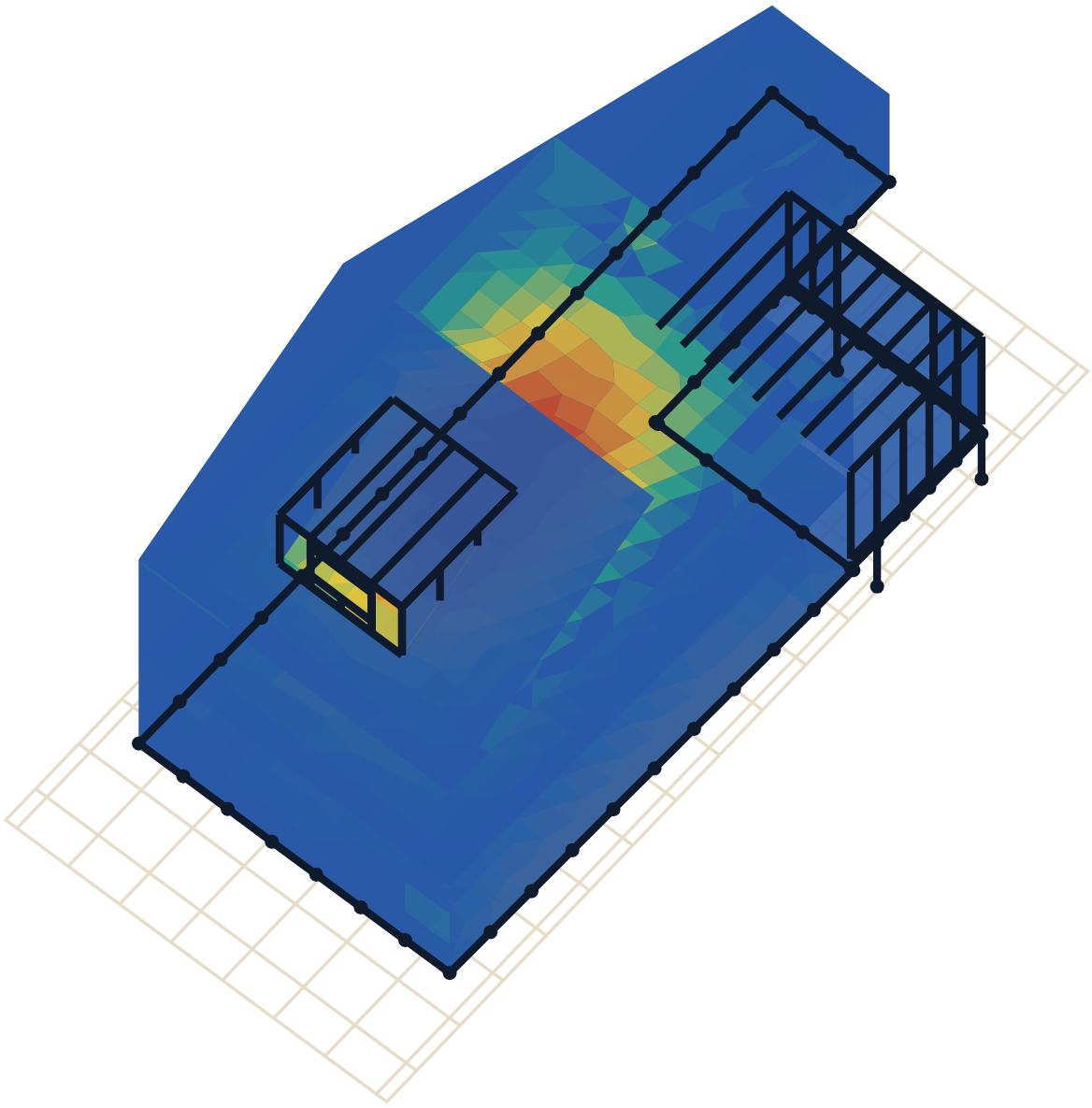
VOORBEELD

doorbuiging plaat

0,00 mm — 7,59 mm

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

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



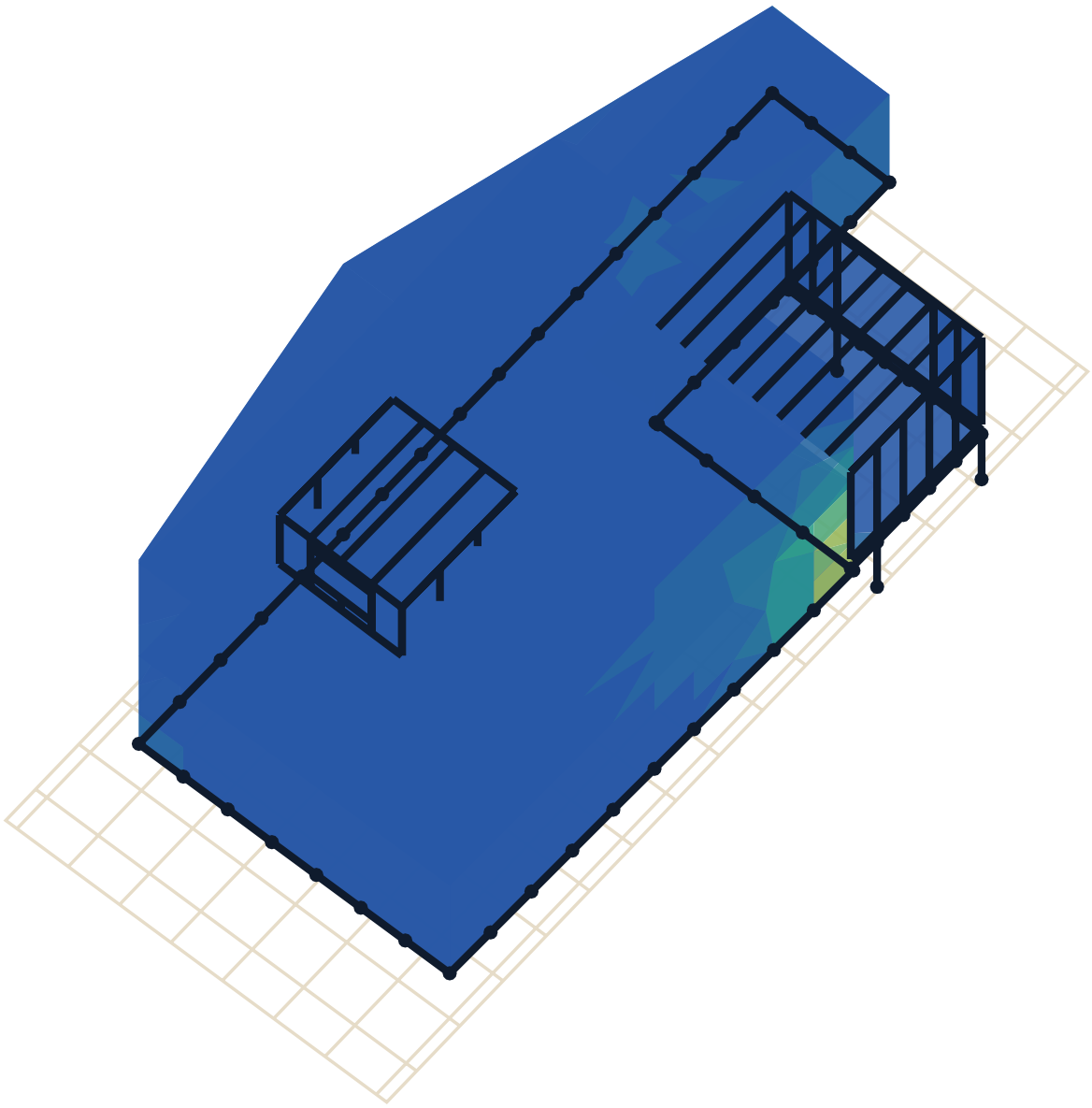
VOORBEELD

|m1| plaatmoment

0 — 32,3 kNm/m

bereik -22,2 … +32,3 kNm/m

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



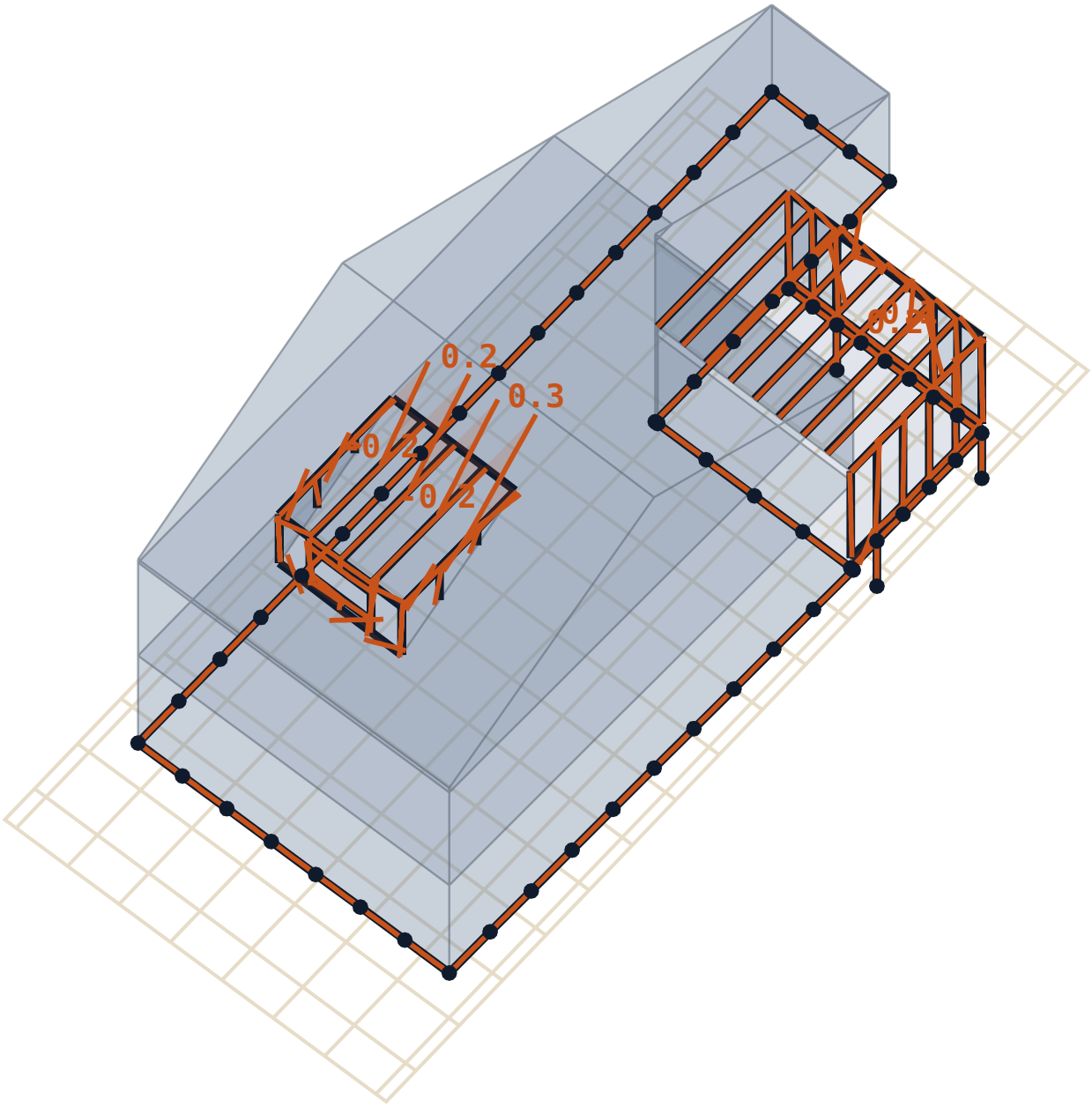
|σ| = |n|/h

0 15,10 N/mm²

bereik -15,10 (druk −) … +3,24

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.

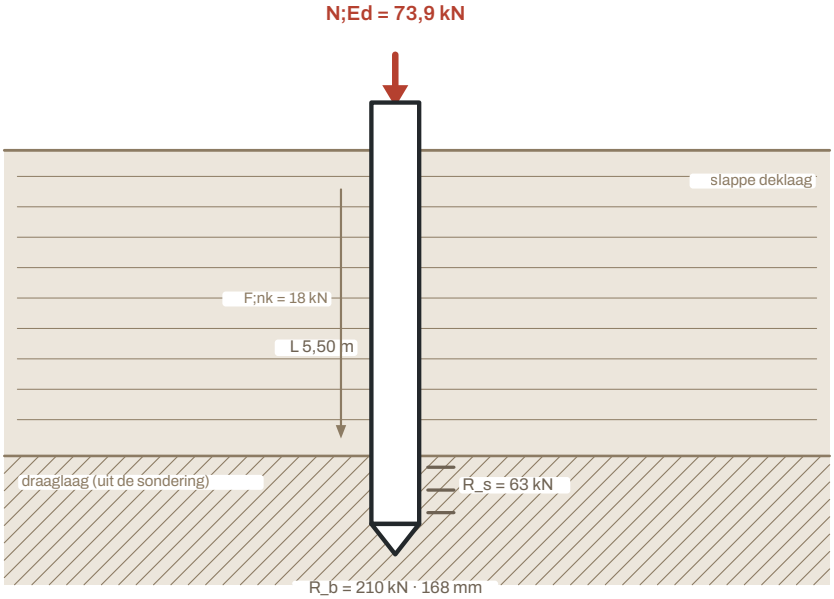
VOORBEELD

4.12. 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 0,45

voldoet

VOORBEELD

Aannames

- Stalen buispaal (grondverdringend, gesloten punt) Ø168 mm rond; ontwerplast N_{Ed} = 56,0 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: $R_{c;d} \geq N_{Ed} + N_k$ = 56 + 18 = 74 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 = 0,45).
- **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.

- **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}	73,9	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 $N_{Ed} \leq R_{c_d}$	73,9 / 163,6 kN	u.c. = **0,45**	**voldoet**

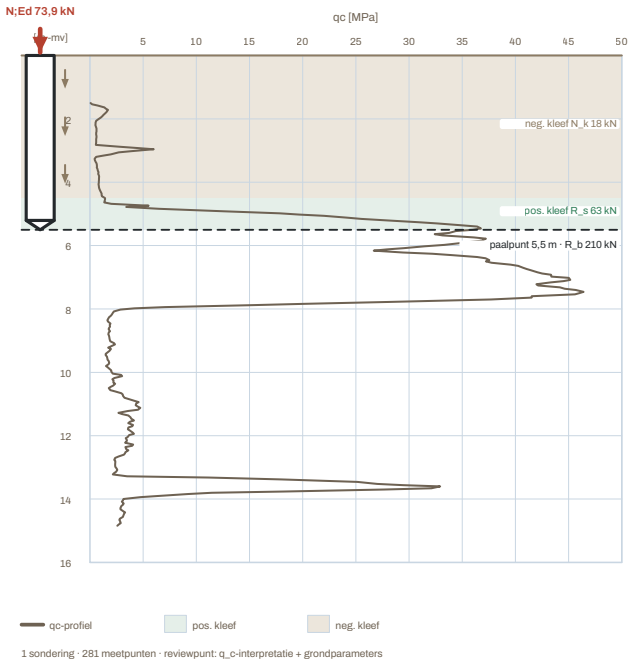
Toepassen: **Ø168 mm rond, paalpunt 5,5 m -mv (schacht in draaglaag 1,0 m)**

ULS u.c. **0,45** · 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.

4.13. 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/F1birJX_WBsNTXh-pStq5Q/5

Modelgegevens

Gegeven	Waarde
Omhullende maten model (b × d)	3,80 × 3,00 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 = 0,37 — 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. 0,00
- 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 = 3,000 m

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

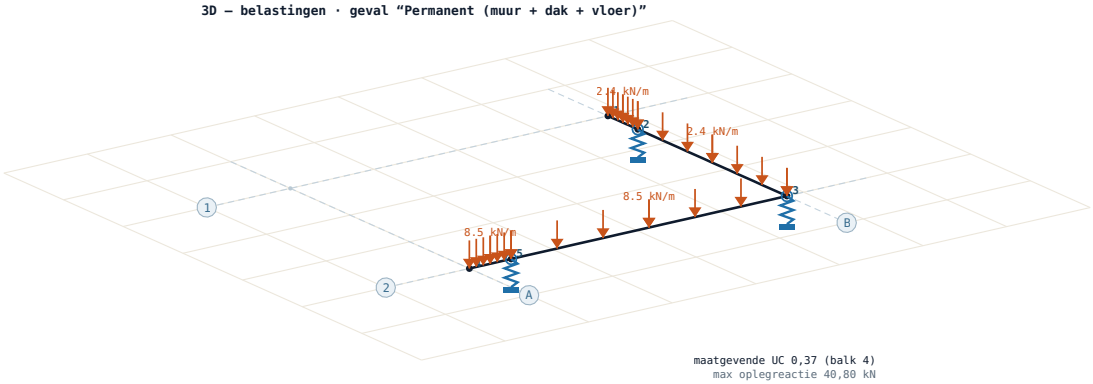
Balken

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

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

Belastingen per belastinggeval

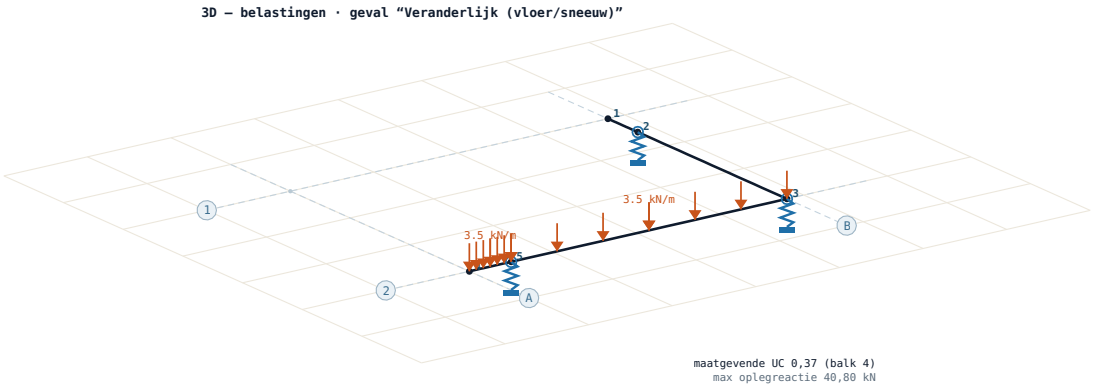
Geval “Permanent (muur + dak + vloer)” — permanent



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

Balklasten	Type	Waarde	positie [m]
balk 1	q-last	2,40 kN/m	0,00 – 0,50
balk 2	q-last	2,40 kN/m	0,00 – 2,50
balk 3	q-last	8,50 kN/m	0,00 – 0,50
balk 4	q-last	8,50 kN/m	0,00 – 3,30

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



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

VOORBEELD

balk 4	q-last	3,50 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	0,14	-0,21	-0,20	
2	0,24	-0,21	-0,20	
3	0,69	-0,14	-0,20	
4	0,63	-0,14	0,17	
5	0,72	-0,14	0,18	

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

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

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

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

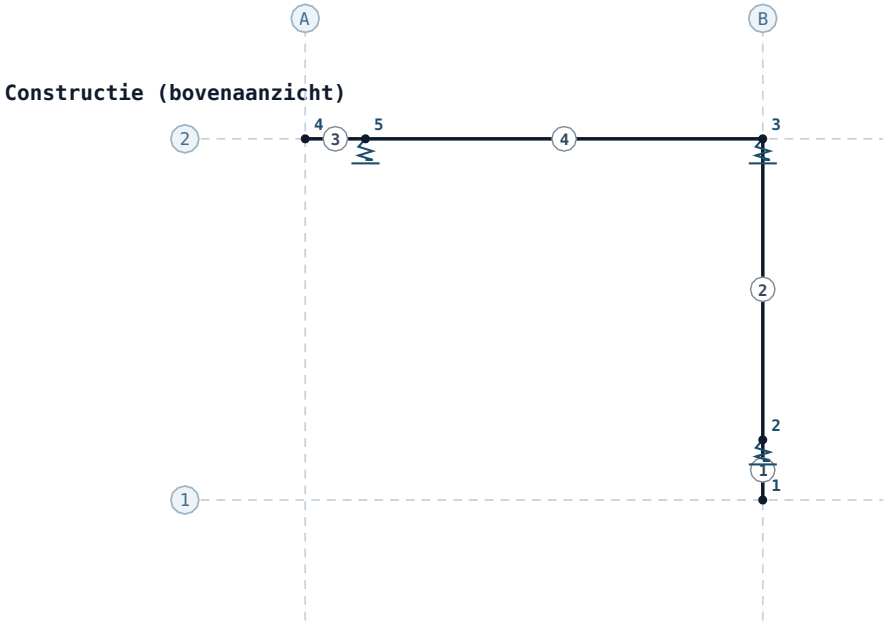
Steun	R_z [kN]	type
steun 2	12,20	paalveer
steun 3	34,53	paalveer
steun 5	35,83	paalveer

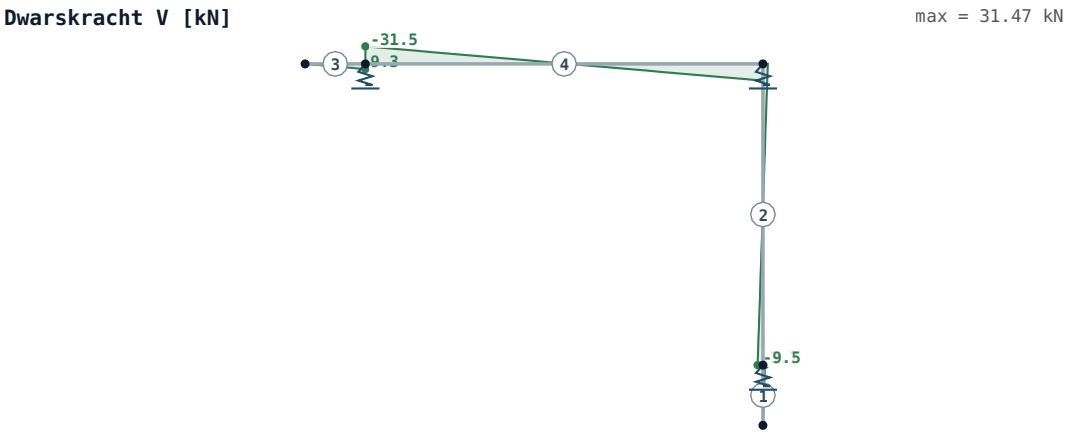
Balkkrachten — BGT kar. · Q leid.

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

VOORBEELD

Overzichten





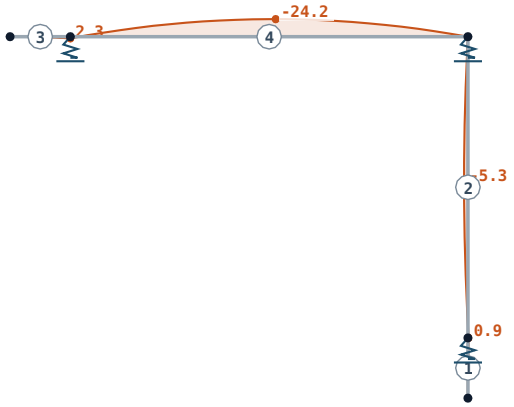
VOORBEELD

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	-9,52	x = 0,00 m
3	9,32	x = 0,50 m
4	-31,47	x = 0,00 m

Moment M [kNm]

max = 24.22 kNm



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

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

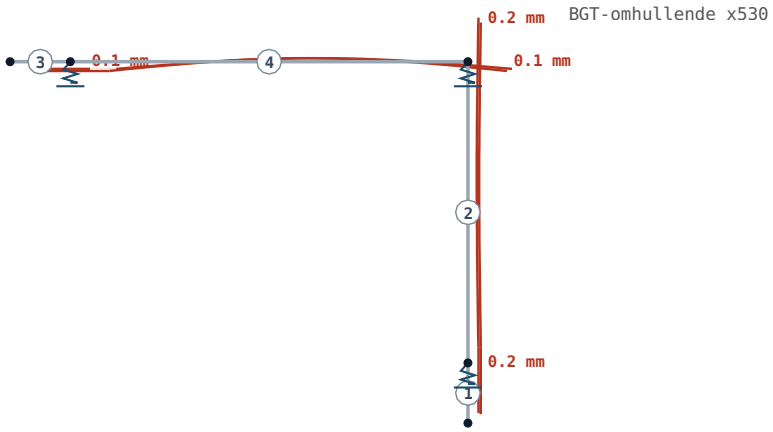
Torsie T [kNm]

max = 0 kNm

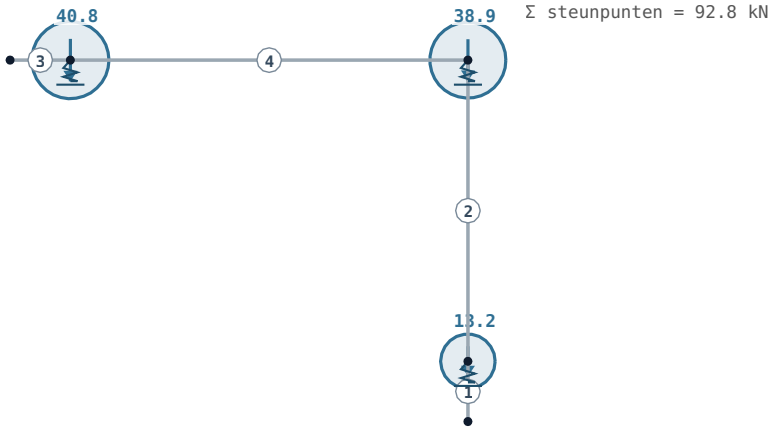


VOORBEELD

Zakking



Oplegreacties [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	-10,70	-5,93	0,00	1,29	6.10a
3	9,32	2,33	0,00	0,50	6.10b · Q leid.
4	-31,47	-24,23	0,00	1,70	6.10b · Q leid.

Doorgerekende combinaties

Grenstoestand	Combinatie	Factoren
UGT	6.10a	1,22·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 = 0,37 (beton 0,37). Alle getoetste balken VOLDOEN aan de gecontroleerde grenstoestanden.

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

Balk	b×h	beton	A_s onder/ boven	d	x/d	M_{Ed}	M_{Rd}	V_{Ed}	V_{Rd}	T_{Ed}	UC_ M	UC_V	UC_T	UC	oordeel	code
1	350 × 500	C30/37	339 / 339	451	0,06	1,0	65,0	4,1	295,7	0,0	0,02	0,01	0,01	0,02	OK	S
2	350 × 500	C30/37	339 / 339	451	0,06	5,9	65,0	10,7	295,7	0,0	0,09	0,04	0,02	0,09	OK	—
3	350 × 500	C30/37	339 / 339	451	0,06	2,3	65,0	9,3	295,7	0,0	0,04	0,03	0,02	0,04	OK	S
4	350 × 500	C30/37	339 / 339	451	0,06	24,2	65,0	31,5	295,7	0,0	0,37	0,11	0,06	0,37	OK	—

Het VELDmoment (trek onder) is getoetst tegen de ONDERwapening en het STEUNmoment (trek boven) tegen de BOVENwapening; M_{Ed}, M_{Rd} en d in de tabel horen bij de maatgevende van die twee. Een balk voldoet als UC ≤ 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

4.14. 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/F1birJX_WBsNTXh-pStq5Q/13

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 2629,4 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 90,7 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 (86,9 kN) en niet op de reactie uit het 3D-model (1583,8 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 = 0,28 — voldoet (indicatief; de constructeur verifieert de schematisering).

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

- zetting t.o.v. toelaatbaar: u.c. 0,10
- relatieve rotatie t.o.v. de bestaande woning 1/1793 (grens 1/500): u.c. 0,28

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

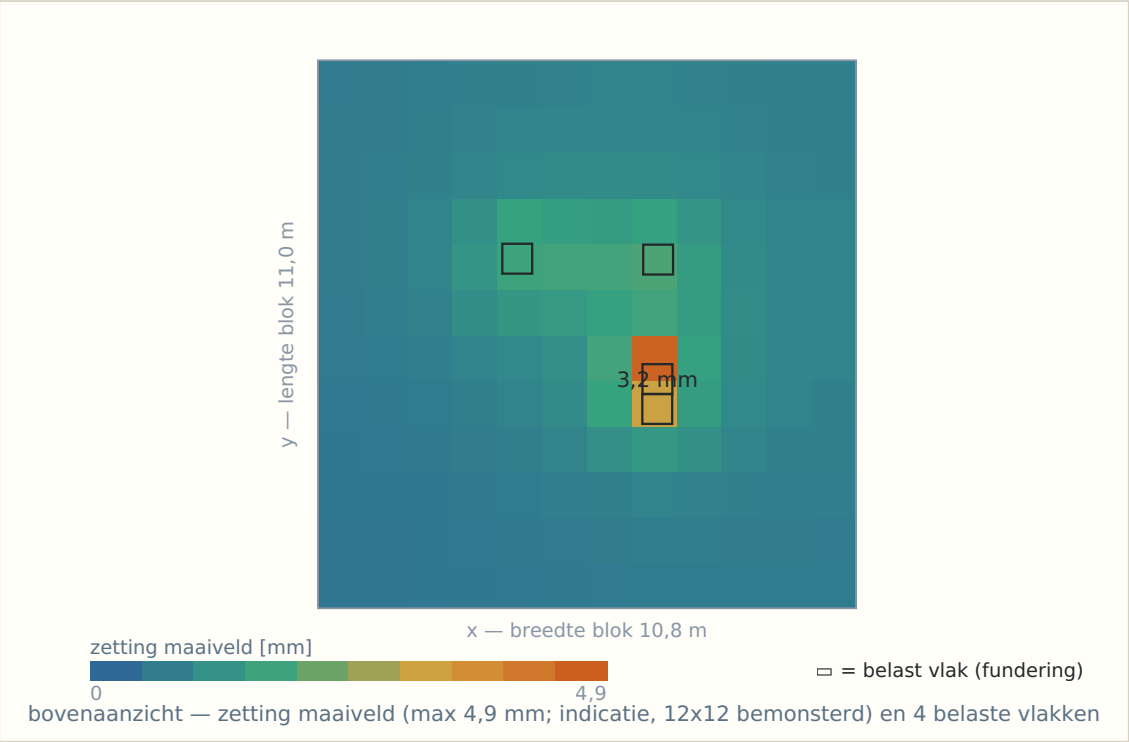
VOORBEELD

3D Grond-FEM — zettings-/spanningsanalyse

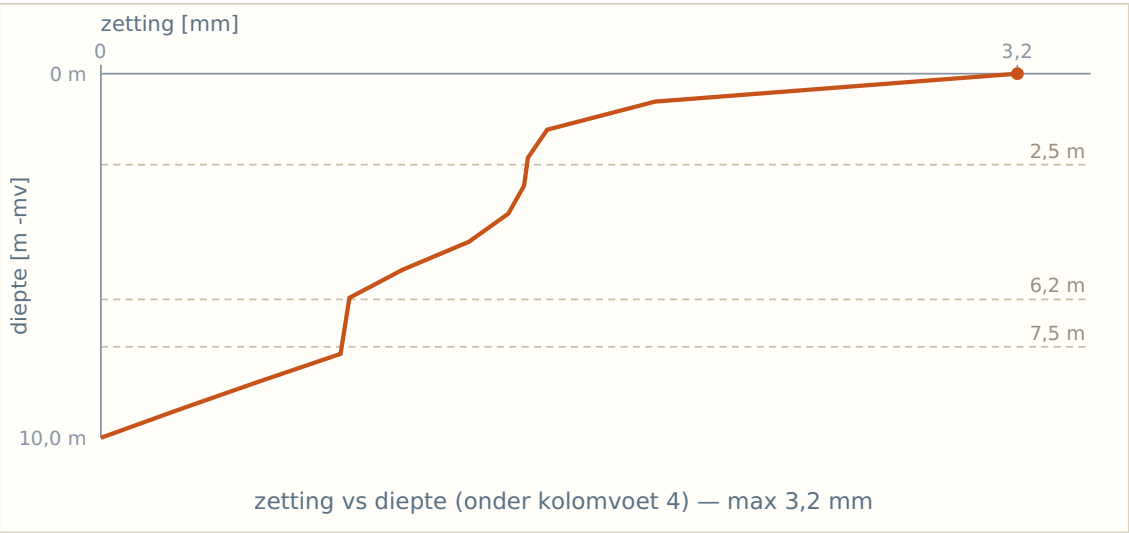
Project: Zetting fundering — lasten uit de 3D-FEM

Model
Blok 10.8 x 11 × 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 90,7 kN.

Resultaten (lineair-elastisch, indicatief)
Max. zetting oppervlak: 4,9 mm
Grootste zetting onder een belast vlak: 3,2 mm - kolomvoet 4 (10,5 kN/m²).
Daarna: 1,9 mm onder paal 1 (punt 5,50 m -mv); 1,9 mm onder paal 2 (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: 1,4 mm (3,2 mm onder kolomvoet 4 tegen 1,7 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: 1/1793 (grens 1/500, NEN-EN 1997-1 bijl. H.1) → u.c. 0,28 (voldoet): 1,7 mm aan de verste rand van de nieuwe fundering tegen 0,0 mm bij de aansluiting op wand y = 9,11 m, over 3,00 m (4 meetlijnen, de grootste telt). De woning zakt daarin alleen onder haar EIGEN extra last; het lineair-elastische grondblok zou haar tot 0,9 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: 341 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 4,9 mm; indicatie, 12x12 bemonsterd) en 4 belaste vlakken



zetting vs diepte (onder kolomvoet 4) — max 3,2 mm

VOORBEELD

CUR 166 — veiligheid en toetsing
Veiligheidsklasse II. Rekenwaarde-belasting gf·q = 1,10·0 = 0 kN/m².
Vervormingstoetsing: zetting 4,9 ≤ toelaatbaar 50 mm (NEN-EN 1997-1 bijl. H.2, informatief) → u.c. 0,10 (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: 77 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 (683 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

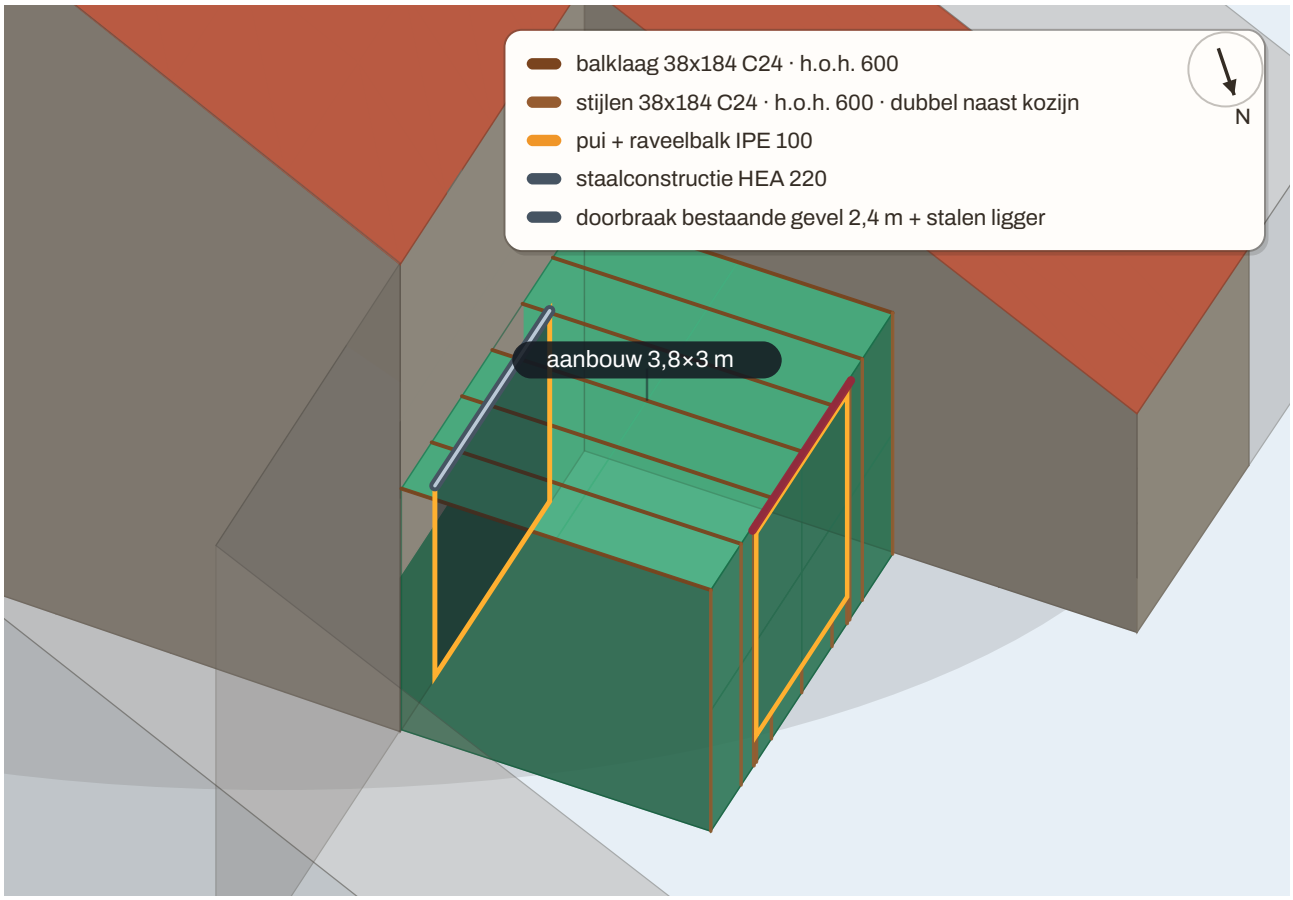
5. Samenvatting en conclusie

Nr.	Onderdeel	Toe te passen	Max. UC	Oordeel
1	Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)	raveelbalk (nok) 63 × 184 mm C24 + raveelbalk (voorzijde) 63 × 184 mm C24	**0,35**	**voldoet**
2	Muurplaat-verankering windopwaaiing	ankers h.o.h. ≤ 1000 mm (5,0 kN/anker)	**0,21**	**voldoet**
3	Houten balklaag	38 × 184 mm C24	**0,54**	**voldoet**
4	Houten balklaag	38 × 184 mm C24	**0,19**	**voldoet**
5	Prefab vloerplaat — benodigd draagvermogen (kanaalplaat/ staalplaatbeton)	plaat met M_{Rd} ≥ 6,91 kNm/m · V_{Rd} ≥ 9,21 kN/m · EI ≥ 354 kNm²/m (leveranciersblad)	—	bepaald — geen toets
6	Stalen ligger	HEA 220	**0,30**	**voldoet**
7	Stalen ligger	IPE 100	**0,17**	**voldoet**
8	Houten gevelstijl	38 × 184 mm C24	**0,21**	**voldoet**
9	Houten gevelstijl	38 × 184 mm C24	**0,05**	**voldoet**
10	Metselwerkpenant	100 × 660 mm Kalkzandsteen CS12	**0,71**	**voldoet**
11	Rekenmodel — fem3d-solver	controlemodel van de woning met de ingreep — de nieuwe onderdelen staan hierboven	**1,26**	te verifiëren (modelartefact)
12	Druk-/trekpaal	Ø168 mm rond, paalpunt 5,5 m -mv (schacht in draaglaag 1,0 m)	**0,45**	**voldoet**
13	Rekenmodel — rooster-solver	Fundatiebalk 350 × 500 C30/37	**0,37**	voldoet (indicatief)
14	Rekenmodel — geo3d-solver	zie de modeluitvoer	**0,28**	voldoet (indicatief)

Alle 10 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

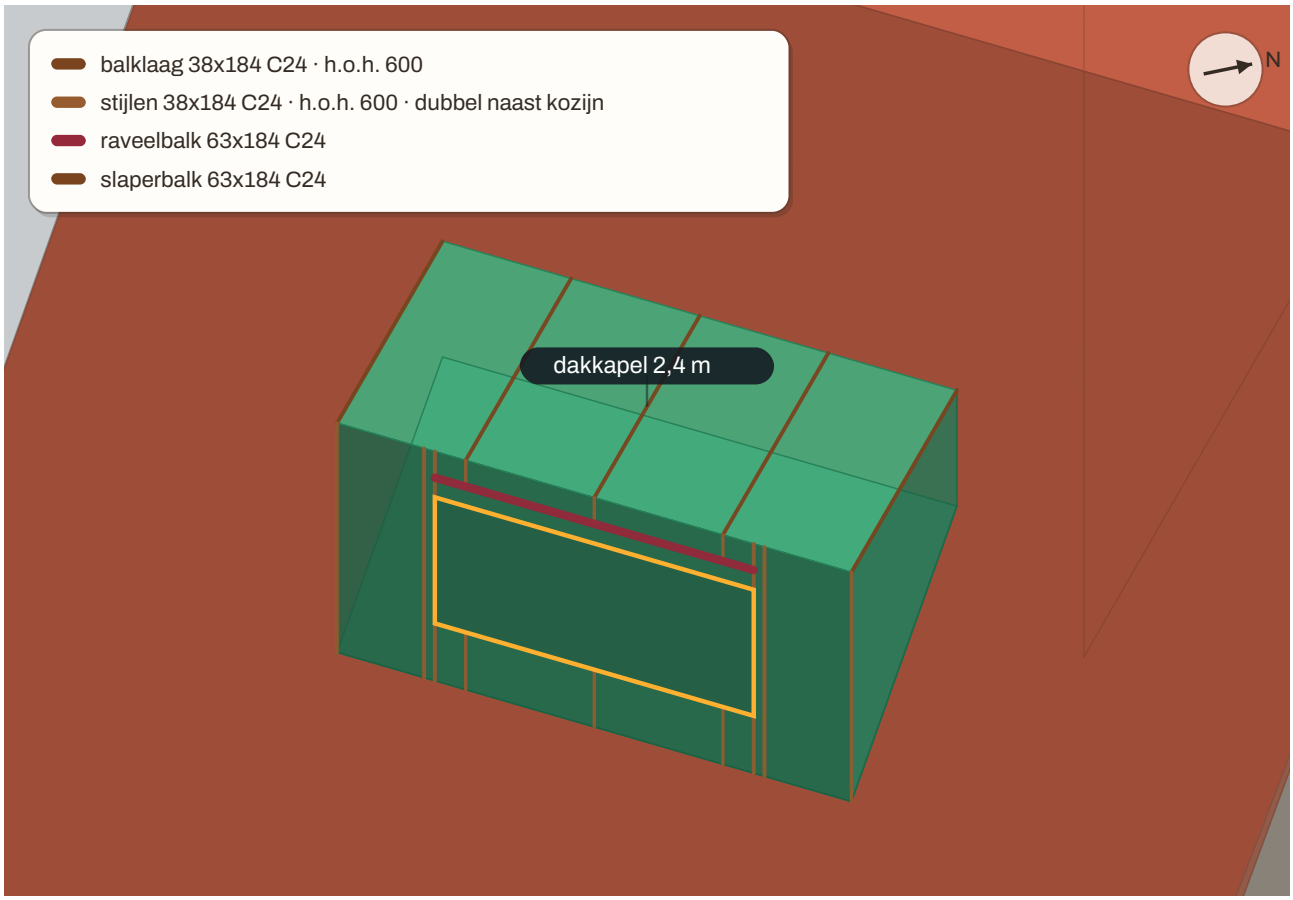
VOORBEELD

Metselwerkpenant — onder oplegging doorbraak met UC 0,71. Voorgestelde constructie per onderdeel (indicatief; de profielen staan in de berekeningstabellen hierboven en in de overzichtstekening):



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

VOORBEELD



Onderdeel: dakkapel 2,4 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.

VOORBEELD

Constructieve overzichtstekening

schematisch — de toe te passen onderdelen uit deze berekening



Stalen ligger

toe te passen: HEA 220



Metselwerkpenant

toe te passen: 100x660 mm Kalkzandsteen CS12



Houten balklaag

toe te passen: 38x184 mm C24



Prefab vloerplaat — benodigd draagvermogen (kanaalplaat/staalplaatbeton)

toe te passen: plaat met M;Rd ≥ 6,91 kNm/m · V;Rd ≥ 9,21 kN/m · EI ≥ 354 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



Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)

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



Houten balklaag

toe te passen: 38x184 mm C24



Houten gevelstijl

toe te passen: 38x184 mm C24



Muurplaat-verankering windopwaaiing

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

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).

VOORBEELD

Bijlage — Profieleigenschappen (staal)

Profiel	h [mm]	b [mm]	gewicht [kg/m]	Iy [cm⁴]	Wpl;y [cm³]	Avz [cm²]
HEA 220	210	220	50,50	5.410	568,50	20,70
IPE 100	100	55	8,10	171	39,40	5,08

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

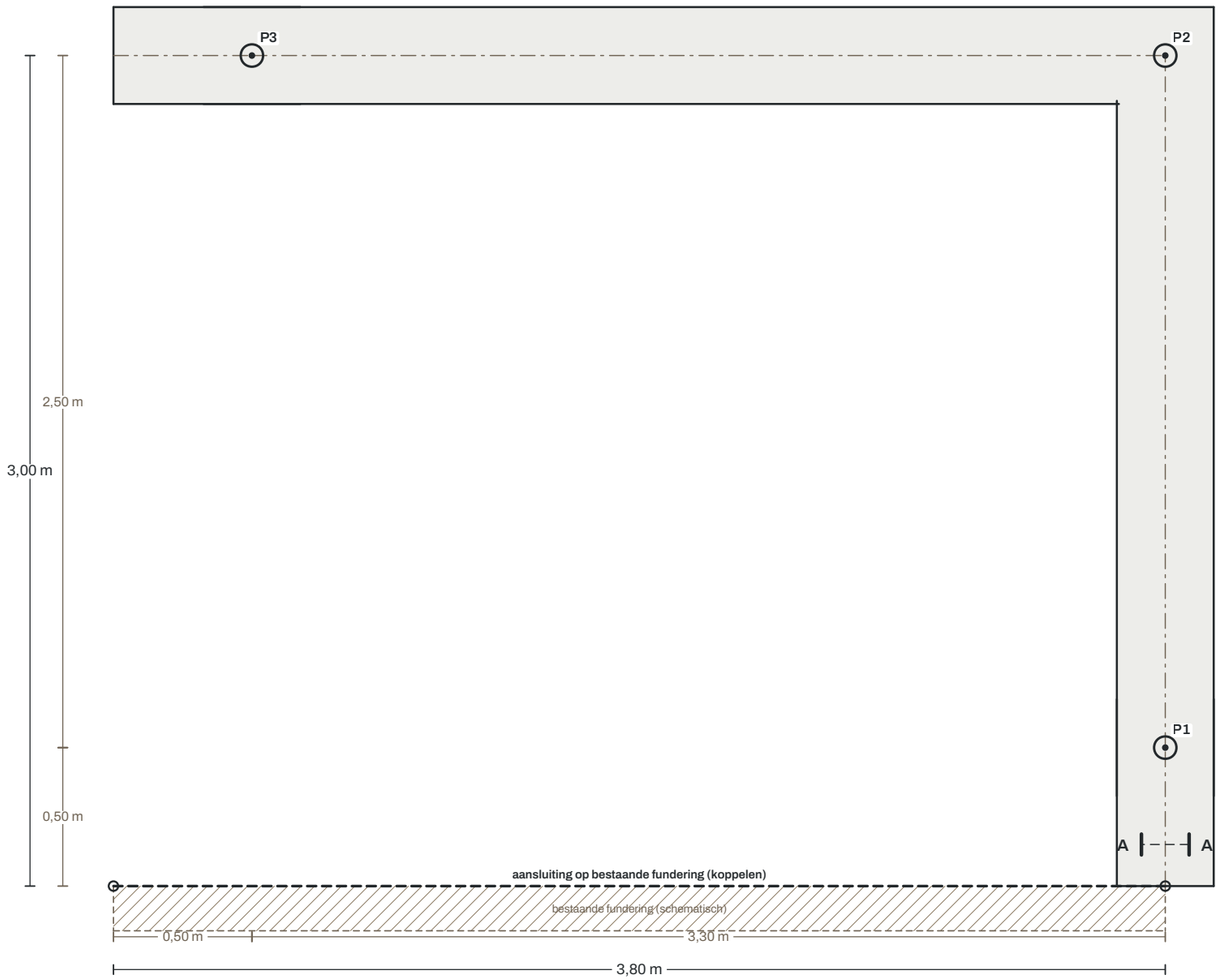
Uitvoeringsstukken — Werktekeningen

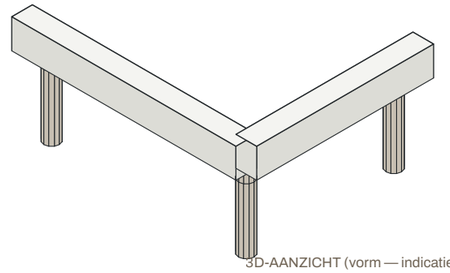
Vorm- en werktekeningen van de constructie (alleen vorm en wapening/configuratie; de onderbouwing staat in de berekening hierboven). Uitvoering uitsluitend na goedkeuring door de constructeur.

VOORBEELD

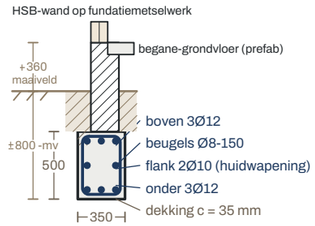
VOORBEELD

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

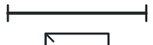
1. Maten in m (plattegrond) en mm (doorsneden); maatvoering in het werk controleren.
2. Wapening (incl. bijleg) is bepaald in de bijbehorende berekening SB-20261001-0248 — dit blad toont alleen vorm en configuratie.
3. Uitvoering pas na goedkeuring door de constructeur (status DEFINITIEF).

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-20261001-0248-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

BUIGSTAAT / WAPENINGSSTAAT — fundatiebalken

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

OPMERKINGEN

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

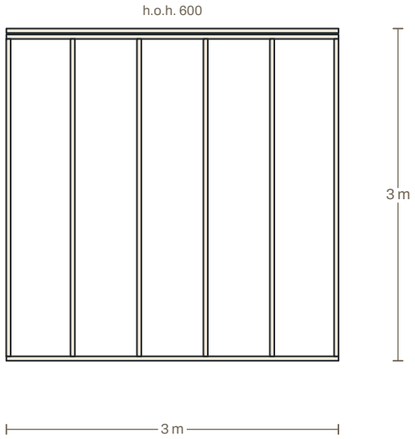
Project	Uitbouw of aanbouw		
Onderwerp	Buigstaat / wapeningsstaat — fundatiebalken		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Uitbouw of aanbouw		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20261001-0248-W02	Blad	2
Schaal	—	Formaat	A4 (liggend)
Datum	01-10-2026	Getekend	automatisch — rekenkern
Status	VOORBEELD		
Gecontroleerd	— (constructeur, vóór uitvoering)		

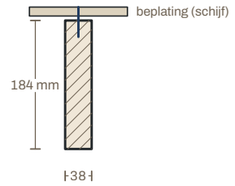
Rev	Datum	Omschrijving
0	01-10-2026	eerste uitgave

VOORBEELD

HSB-WANDEN — wandenoverzicht (stijlen + regels)

WAND A — zijgevel links



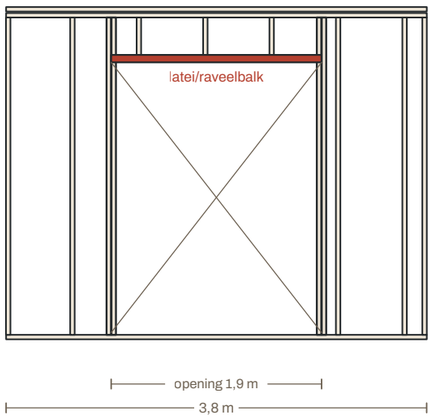


DETAIL A — stijl 38x184 C24 + beplating (schroeven h.o.h. 150)

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-20261001-0248; 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).

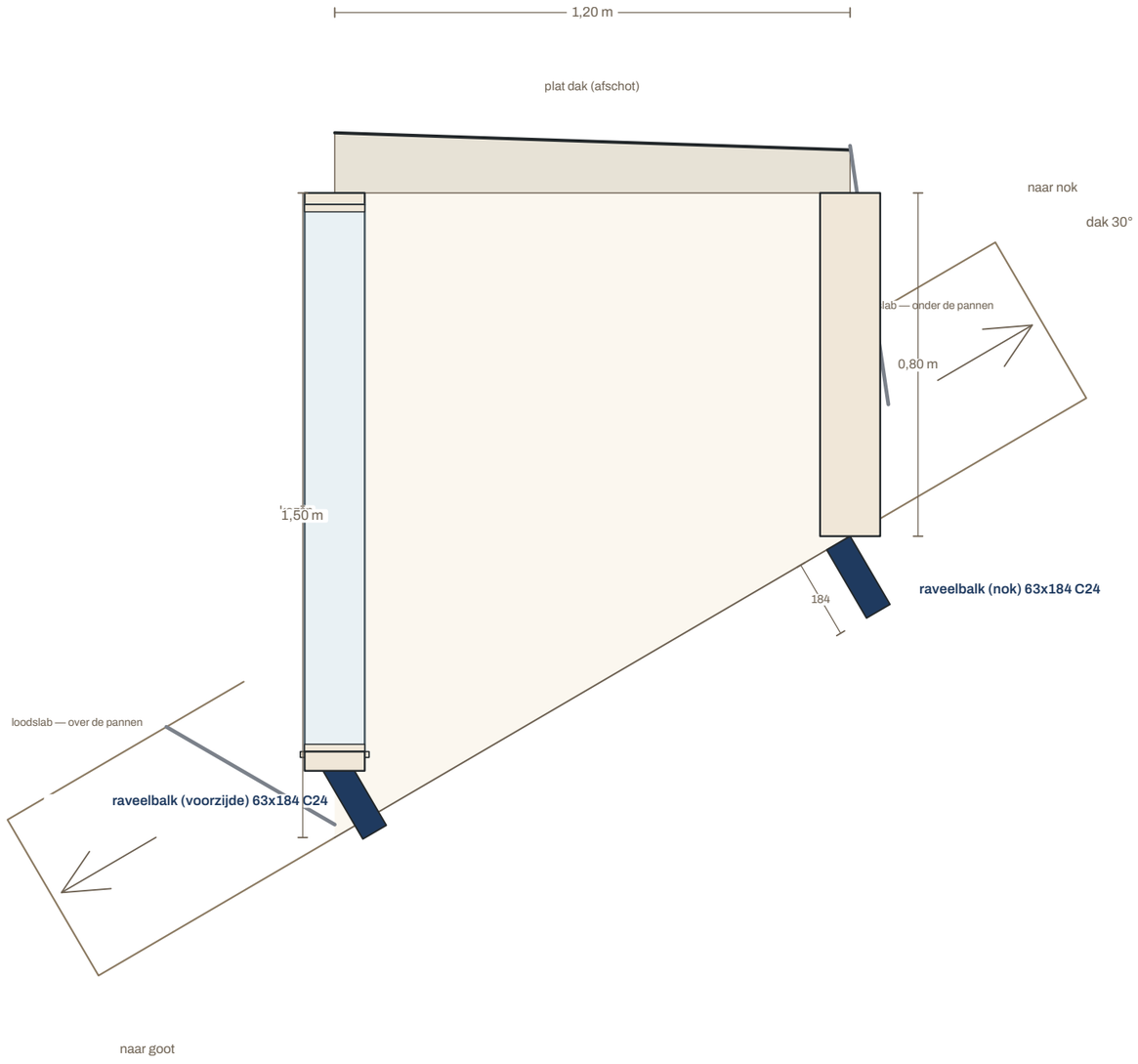
statischeberekening.nl
ing. P.M.M. Lankhorst

Project	Uitbouw of aanbouw		
Onderwerp	HSB-wanden — wandenoverzicht (vorm/configuratie)		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Uitbouw of aanbouw		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20261001-0248-W03	Blad	3
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

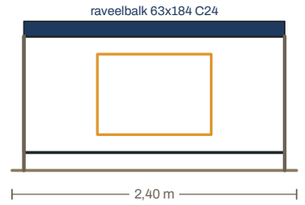
VOORBEELD

DAKKAPEL — doorsnede + aanzicht (vorm + constructie)

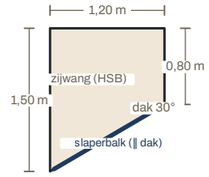


DOORSNEDE — dakkapel op bestaand dak (sporenkap)

VOORAANZICHT — breedte



ZIJAANZICHT zijwang — op schaal



RENVOOI MATERIALEN

raveelbalk (nok)	63x184 C24 (vangt de bovenste doorgesneden sporen)
raveelbalk (voorzijde)	63x184 C24 (vangt de onderste sporen + draagt de voorwand)
slaperbalk (schuin)	langs de zijwangen, evenwijdig aan het dak — door de constructeur te dimensioneren (reviewpunt)
dakkapeldak	plat dak, houten balklaag + dakbedekking (bouwk. tekening)
voorwand/zijwangen	HSB — aparte gevelstijl-werktekening
verankering	muurplaat/oplegging op de bestaande sporen — reviewpunt

OPMERKINGEN

1. Maten in m (aanzicht/doorsnede) en mm (profielen); maatvoering in het werk controleren.
2. De raveelbalken (nok + voorzijde) zijn gedimensioneerd in de bijbehorende berekening SB-20261001-0248; dit blad toont alleen de configuratie.
3. De doorgesneden sporen/kepers worden op de RAVEELBALKEN opgelegd; de oplegging op de bestaande sporen/muurplaat + de schuine zijwang-slaperbalk door de constructeur detailleren (reviewpunt bestaande constructie).
4. Voorwand en zijwangen (HSB) + kozijn volgens de bouwkundige tekening; zie de HSB-wandwerktekening voor de stijlen.
5. Uitvoering pas na goedkeuring door de constructeur (status DEFINITIEF).

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

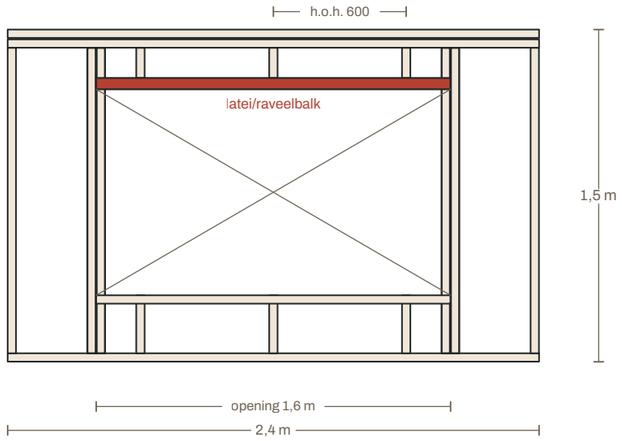
Project	Uitbouw of aanbouw		
Onderwerp	Dakkapel — doorsnede + aanzicht (vorm + constructie)		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Uitbouw of aanbouw		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20261001-0248-W04	Blad	4
Schaal	—	Formaat	A3 (liggend)
Datum	01-10-2026	Getekend	automatisch — rekenkern
Status	VOORBEELD		
Gecontroleerd	— (constructeur, vóór uitvoering)		

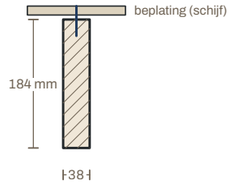
Rev	Datum	Omschrijving
0	01-10-2026	eerste uitgave

VOORBEELD

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

Voorwand dakkapel (met kozijn)



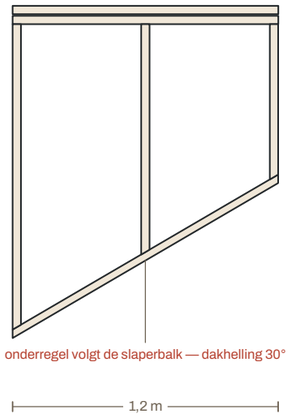


DETAIL A — stijl 38x184 C24 + beplating (schroeven h.o.h. 150)

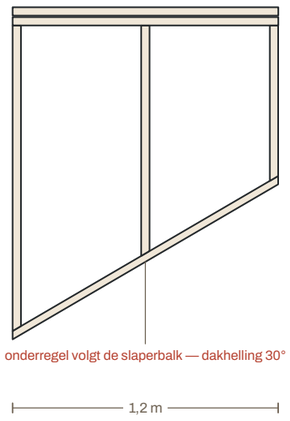
RENVOOI MATERIALEN

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

Zijwang links (diepte)



Zijwang rechts (diepte)



OPMERKINGEN

1. Maten in mm; wandlengte, openingpositie en kozijnmaat volgens de bouwkundige tekening.
2. Stijlprofiel + latei zijn gedimensioneerd in de bijbehorende berekening SB-20261001-0248; 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	Dakkapel-HSB — voorwand (kozijn) + zijwangen (vorm/c		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Uitbouw of aanbouw		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20261001-0248-W05	Blad	5
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