statischeberekening.nl

Statische berekening

Dakkapel

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

OPDRACHTGEVER

Voorbeeld — Dakkapel

BOUWADRES

Operastraat 11, Enschede

RAPPORTNUMMER

SB-20261001-0251

DOCUMENTDATUM

n.v.t. (voorbeeld)

REVISIE

0

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

Colofon

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

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

Revisiebeheer

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

Geldigheid en grondslag

- Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande revisie haar geldigheid; losse fragmenten van dit document zijn niet geldig.
- Geldig in de door de constructeur goedgekeurde versie; door die goedkeuring neemt hij de verantwoordelijkheid voor de uitgangspunten en de toetsing.
- De berekening geldt voor het vermelde bouwadres en de aangenomen uitgangspunten; wijzigt de situatie, dan is een herziene berekening nodig.
- Op de advisering en deze constructieberekening is de DNR 2011 (De Nieuwe Regeling 2011, rechtsverhouding opdrachtgever–adviseur) van toepassing; bij levering aan een consument geldt daarnaast dwingend Nederlands consumentenrecht.

VOORBEELD

Inhoudsopgave

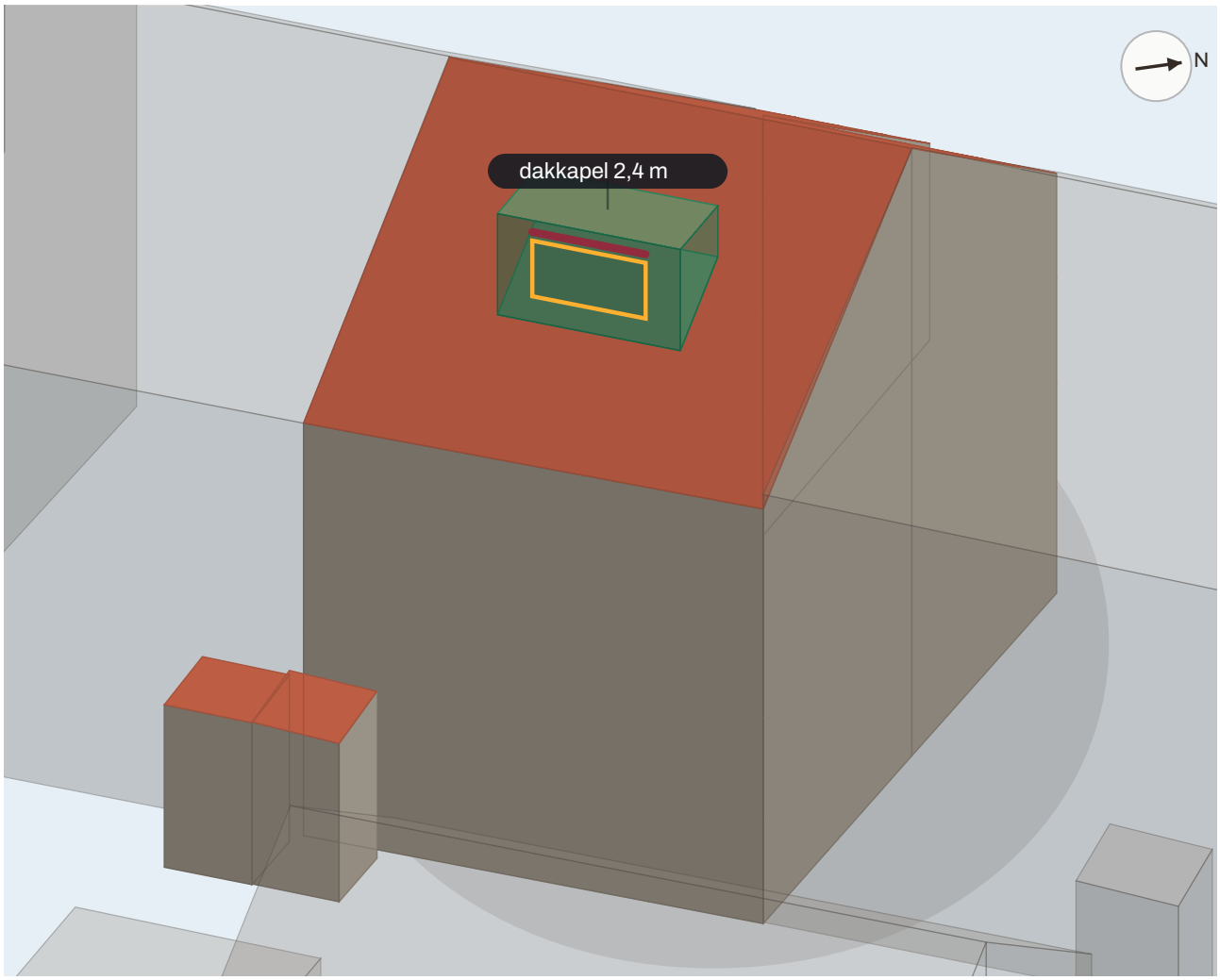
1. Algemene uitgangspunten 3
2. Belastingfactoren 5
3. Belastingaanname 5
4. Berekeningen 7
    4.1. Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk) 7
    4.2. Muurplaat-verankering windopwaaiing — Muurplaat-verankering dakkapel 10
    4.3. Houten balklaag — Plat-dak balklaag dakkapel 11
    4.4. Houten gevelstijl — HSB-zijwand/voorwand dakkapel 14
    4.5. Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel 16
5. Samenvatting en conclusie 31
6. Constructieve overzichten 32
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	Plat-dak balklaag dakkapel
4	Houten gevelstijl	HSB-zijwand/voorwand dakkapel
5	Rekenmodel — fem3d-solver	Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel



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

VOORBEELD



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

Symbool	Betekenis
g / q	permanente (blijvende) / veranderlijke (variabele) belasting
M_{Ed} / V_{Ed} / N_{Ed}	optredend moment / dwarskracht / normaalkracht
M_{Rd} / V_{Rd} / N_{Rd}	bijbehorende capaciteit (weerstand)
w	doorbuiging
As	benodigd wapeningsoppervlak
$R_{c;d}$ / $R_{t;d}$	reken-druk- / -trekdraagkracht
UC	unity check = optredende last / capaciteit; voldoet bij UC ≤ 1,00

VOORBEELD

2. Belastingfactoren

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

Materiaaleigenschappen en partiële factoren per aanwezig materiaal:

Materiaal	Norm	Kernwaarden	Partiële factor
Constructiehout	NEN-EN 1995	k_mod/k_def per klimaatklasse en lastduur; sterkteklasse per sectie	$\gamma_M = 1{,}30$

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	per onderdeel, in de sectie van dat onderdeel

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

VOORBEELD

Grondonderzoek — 1 sondering(en) ingeladen (projectbreed)

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

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

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

Bron	Gegeven (indicatief)
Locatie brongegevens (PDOK Locatieserver)	Operastraat 11, 7534EG Enschede
3D-pandmodel (3DBAG)	hoogte ~7,6 m boven maaiveld, dak hellend ~30 graden (uit 3D-geometrie), ~3 bouwlagen (geschat uit de gebouwhoogte), aangebouwd/rijtjes, plattegrond BAG-pand ~8,9 × 6,1 m, footprint ~54 m², volume ~385 m³ **[BAG-pand 0153100000209584]**
Maaiveldhoogte (put)	+38,54 m NAP
Grondwaterstand (BRO)	GHG ~1,0 m-mv / GLG ~2,0 m-mv (peilbuis GMW000000030457, ~71 m); INDICATIEF uit de filterdiepte van de put, geen meetreeks
Kadastraal perceel (Kadaster)	Lonneker F 5593, kavel ~156 m²
Maximale bouwhoogte (bestemmingsplan, oude Wro-data, indicatief)	~8 m - kruischeck op de gebouwhoogte / bovengrens bij optoppen

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 — Plat-dak balklaag dakkapel	g_k 0,50 kN/m²
4. Houten gevelstijl — HSB-zijwand/voorwand dakkapel	N_{perm} 0,20 kN · N_{var} 0,40 kN
5. Bestaande woning als één 3D-FEM-wandmodel	belastingen in het rekenmodel zelf (zie het hoofdstuk van het model en de inzagelink)

VOORBEELD

4. Berekeningen

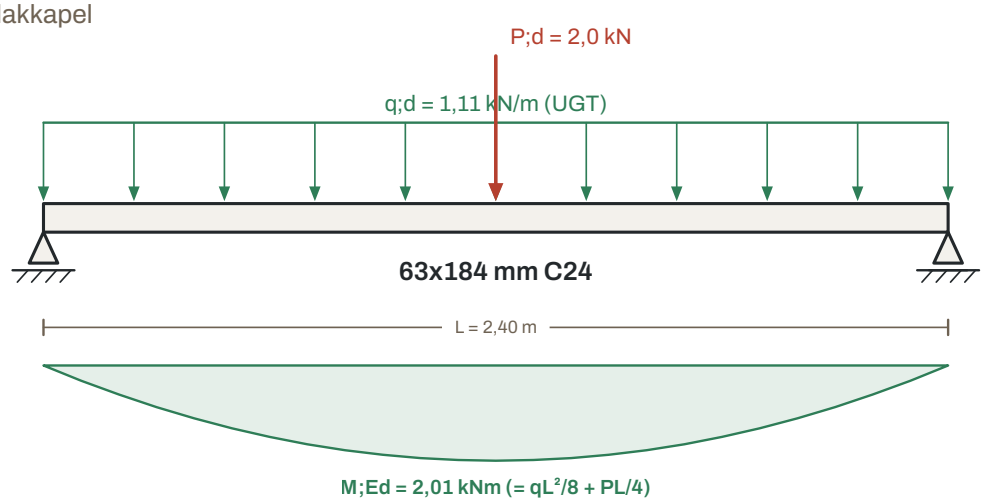
Per onderdeel het statische schema, de belastingen en de toetsing; de toe te passen profielen staan samengevat in hoofdstuk 5.

4.1. Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)

Toepassing: Dakkapel (raveelbalk nok + voorzijde) — 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 40°

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

raveelbalk dakkapel



Profiel 63x184 mm C24 · UC 0,34 — voldoet

Raveelbalk (nokzijde) · 63 × 184 mm C24			
Buiging	M_{Ed} 2,01 kNm	u.c. = **0,34**	**voldoet**
Afschuiving	V_{Ed} 2,34 kN	u.c. = **0,16**	**voldoet**
Doorbuiging w_{eind}	3,17 / 9,6 mm	u.c. = **0,33**	**voldoet**
Doorbuiging w_{bij}	1,94 / 7,2 mm	u.c. = **0,27**	**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**

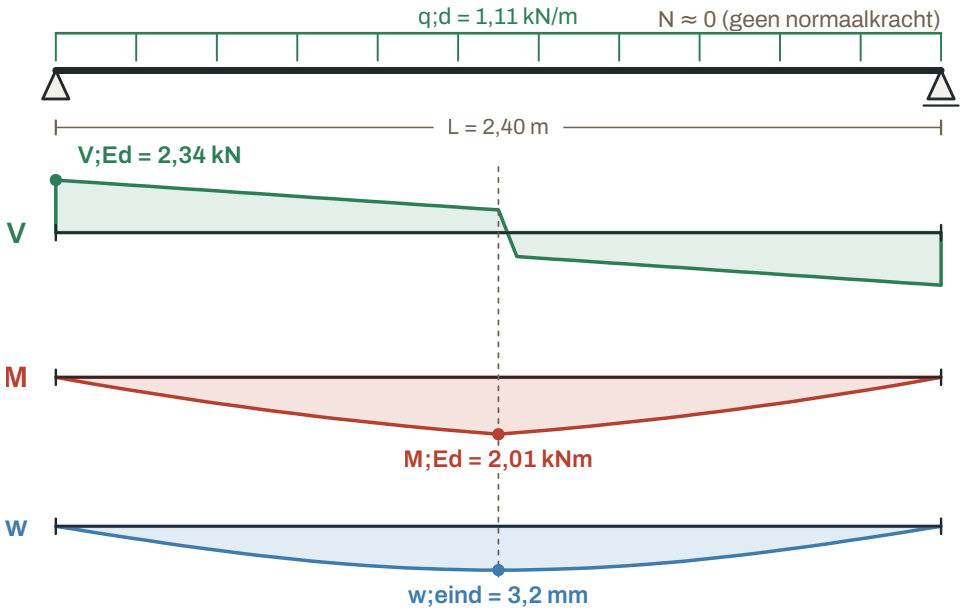
Lastafdaling op de bestaande constructie (reviewpunt aansluiting/oplegging)		
Raveelbalk-reactie	2,3	kN
Voorzijde-reactie	2,4	kN

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

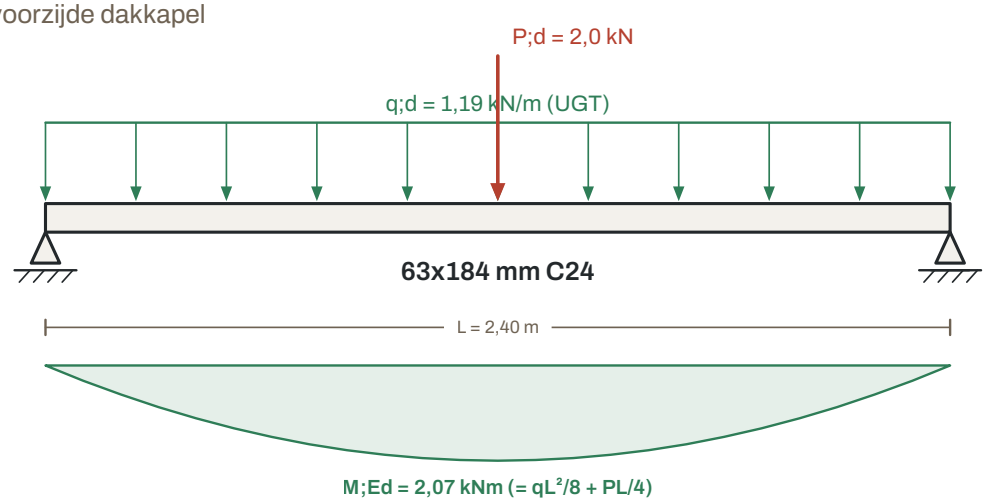


UGT = uiterste grenstoestand · BGT = bruikbaarheidsgrenstoestand (karakteristieke last)

VOORBEELD

Rekenmodel · vrij opgelegde ligger

raveelbalk voorzijde dakkapel

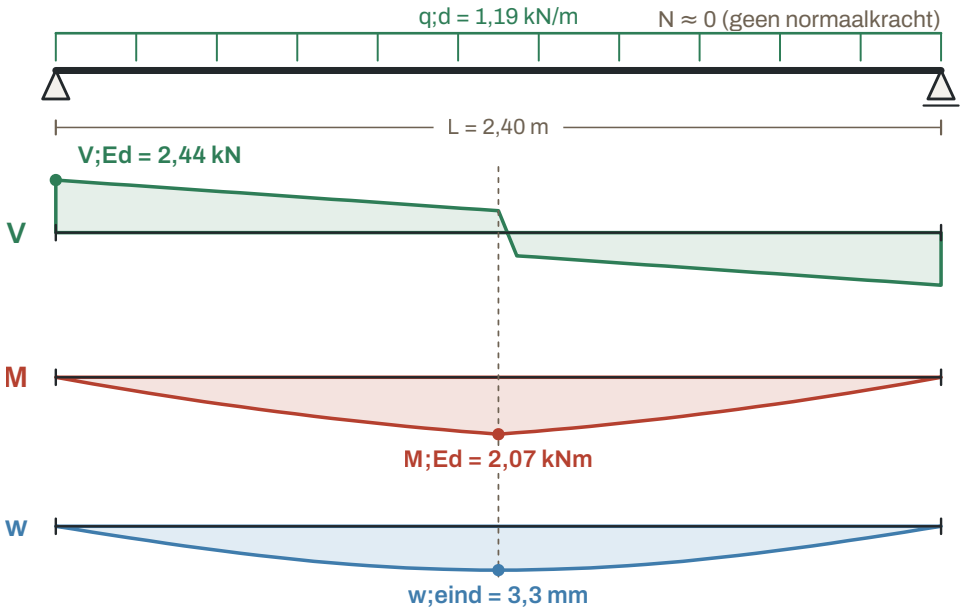


Profiel 63x184 mm C24 · UC 0,35

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) — 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 40 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	40	°
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 $M_{Ed} \le M_{Rd}$	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

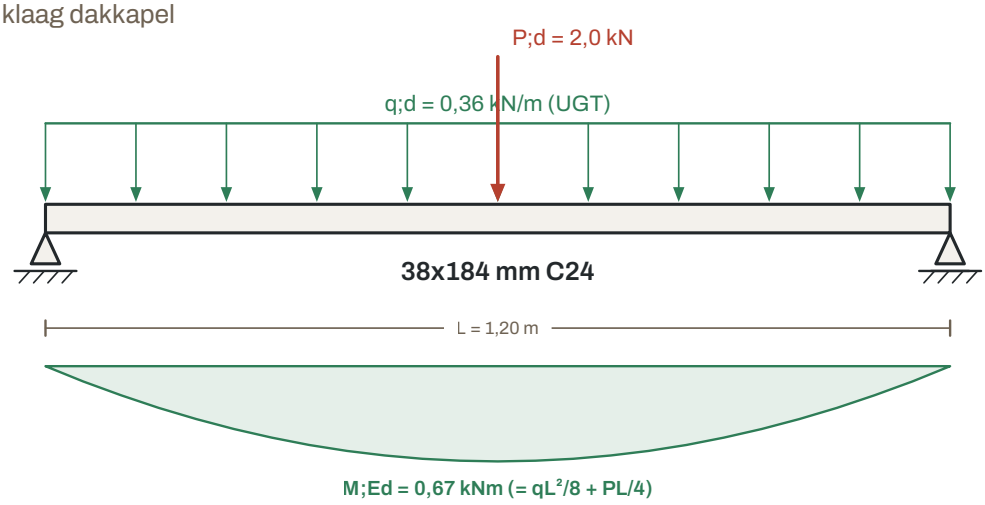
Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Wanden	Anker-uittrekweerstand (productblad) bevestigen; verankering van de muurplaat in het metselwerk en de spatkracht apart beoordelen

VOORBEELD

4.3. Houten balklaag — 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**

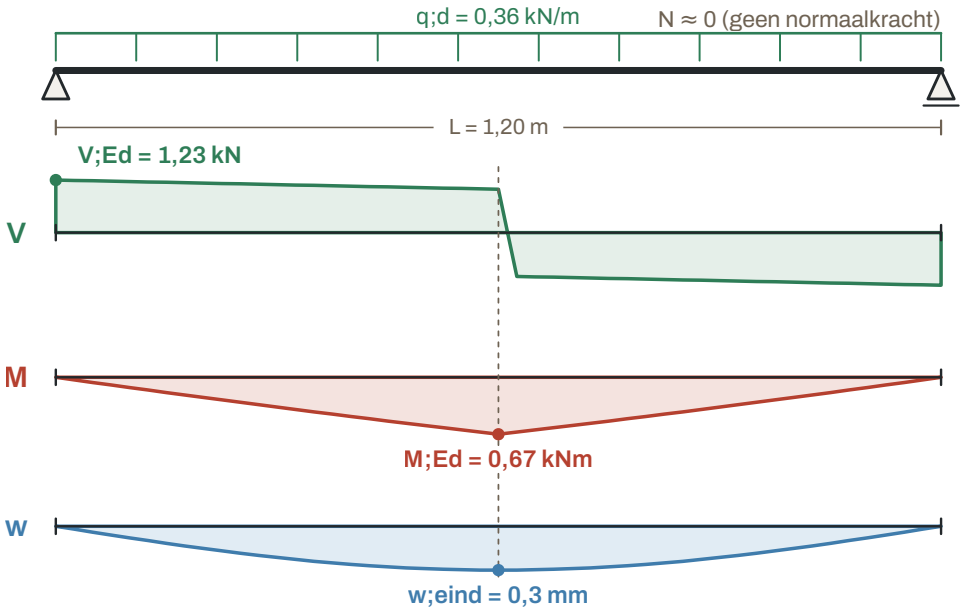
Toetsing BGT · NEN-EN 1995-1-1 art. 7.2			
$w_{eind} \leq 0{,}004 \cdot L$	0,31 / 4,8 mm	u.c. = **0,07**	**voldoet**
$w_{bij} \leq 0{,}003 \cdot L$	0,27 / 3,6 mm	u.c. = **0,08**	**voldoet**

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

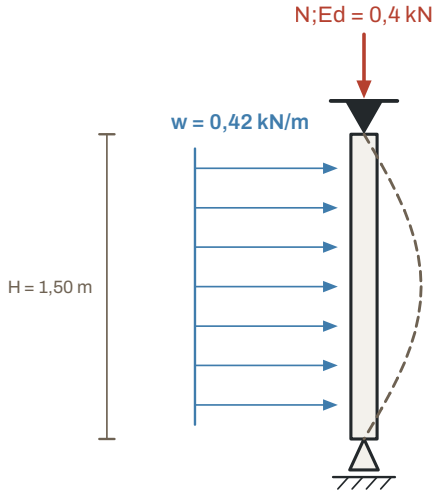
Aandachtspunten

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.

4.4. 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

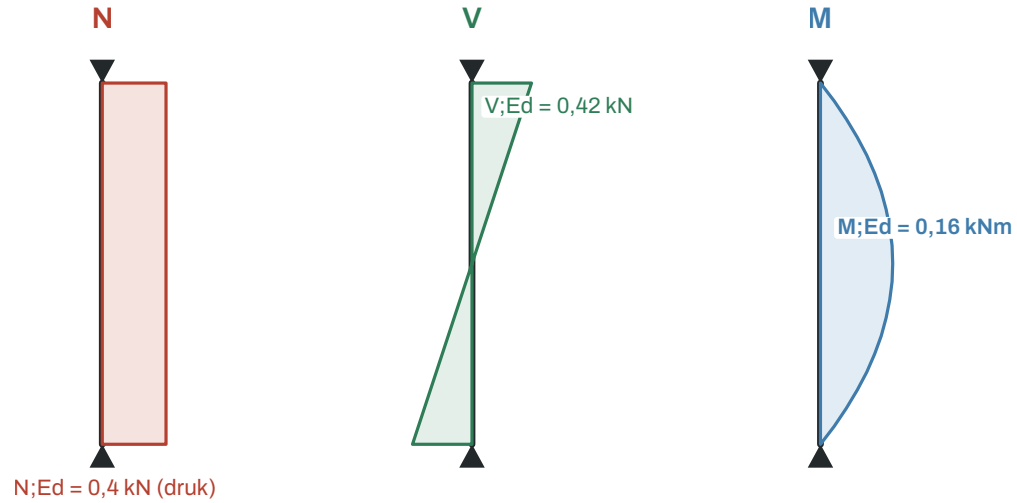
Toetsing UGT · NEN-EN 1995-1-1 §6.2/§6.3			
Buiging+druk y-y (6.23)	σ_{m_d} 0,74 N/mm² · $k_{c,y}$ 0,956	u.c. = **0,05**	**voldoet**
Buiging+druk z-z (6.24)	σ_{m_d} 0,74 N/mm² · $k_{c,z}$ 1,000	u.c. = **0,04**	**voldoet**

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

4.5. 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/SfWcn5EPkD4Em1fe6LOC5w/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
Dakkapellen in het model	1
Modelomvang	1239 knopen · 91 staven · 1593 vlakelementen
Belastinggevallen	Permanent (G) · Veranderlijk vloer (Q) · Wind +x (Wx) · Sneeuw dak (S) · Wind dwars +y (Wy) · Wind -x (Wx-) · Wind dwars -y (Wy-)
Gevolgklasse (model)	CC1

Toelichting op de schematisering

Onderwerp	Toelichting
Vloeren	BESTAANDE woning (6,1 × 14,5 m, 2 bouwlagen) als één 3D-FEM-wandmodel — dragende wanden, vloeren en dak als vlakelementen.
Geometrie	Buitenmaten, dakvorm en nokrichting zijn 3DBAG-leidend (gemeten); de indeling is AANGENOMEN — er is GEEN bouwtekening aangeleverd.
Dak	BOUWLAGEN GECORRIGEERD: 3 → 2 op de GEMETEN goothoogte (5,7 m bij een verdiepingshoogte van 2,8 m).
Dak	De opgegeven/afgeleide waarde telde de zolder onder de kap als bouwlaag mee; dat is er geen.
Dak	Zonder die correctie komt er een extra verdiepingsvloer in het model en sluit de kap een laag te hoog aan.
Plattegrond	Plattegrond: GEMETEN 3DBAG-footprint (niet-rechthoekig, 2 vleugels) — de FEM meshet de werkelijke woningvorm.
Dak	Dak: KAP (gemeten) — nok 8,4 m, goot 5,7 m boven maaiveld, helling 30,0 graden.
Wanden	Wand-eigengewicht 4,0 kN/m² (Metselwerk 200 mm — AANNAME, het archiefstuk noemt geen materiaal en dikte, materiaalcatalogus): het model draagt een dun beton-equivalent blad via selfWeight (25,0 kN/m³), de rest staat als permanente wandlast op de dragende wanden.
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: de toeslag voor lichte scheidingswanden op de vloeren (0,8 kN/m²) zit niet in de vloerlast van dit 3D-model.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: NEN-EN 1991-1-1 6.3.1.2(8) — de deterministische modules (draagmuur/doorbraak) rekenen die toeslag wel; de vloerlast in dit model is daarmee 0,8 kN/m² aan de lichte kant voor de wand- en vloertoetsen.
Wanden	Fundering IN het model: strokenfundering (strook 600 × 200 mm beton, AANNAME waar het archiefstuk zwijgt) op grondveren (Winkler) onder alle bestaande wanden.
Fundering	De krachten in de funderingsbalken zijn in dit 3D-model indicatief: de voet van elke muur staat er stijver op dan in werkelijkheid.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT: de voetknopen zijn door de wandschematisering rotatiegesteund, dus de maatgevende funderingstoets blijft de eigen deterministische funderingsberekening.

VOORBEELD

Onderwerp	Toelichting
Vloeren	Begane-grondvloer IN het model: als VRIJDRAGENDE vloer over de kruipruimte gemodelleerd, opgelegd op het fundatiemetselwerk — zijn last loopt via de wandvoeten naar de fundatiestroken en via de binnenwandvoet naar de tussenfundering; waar een plaatfundatie ligt is die gebedde plaat zelf de begane-grondvloer.
Vloeren	AANNAME: Beton C30/37 van 160 mm (4,0 kN/m² eigen gewicht) — over de begane-grondvloer staat in de aangeleverde stukken niets, terwijl deze last rechtstreeks naar de wandvoeten, de fundering en de zettingsanalyse gaat.
Niet beschouwd	De kruipruimte of kelder als constructie is niet beschouwd.
Vloeren	OVERSPANNINGSRICHTING: elke vloer is als EENZIJDIG overspannende schijf gemodelleerd — de buigstijfheid dwars op de overspanning is 5% van die in de overspanningsrichting, zodat de vloer zich als een reeks parallelle balken gedraagt (systeem-/kanaalplaatvloer, houten balklaag).
Plattegrond	AANNAME, en zo is hij bepaald: per vloerveld de KORTSTE overspanning tussen de dragende lijnen die het model kent (de gevelvoetlijnen en de dragende binnenwanden uit de tekening), gemeten aan het veld zelf — niet afgeleid uit de verhouding van de plattegrond.
Vloeren	Is een vloerveld breder dan 8,0 m, dan is dat geen kamer meer maar binnenwerk dat niet in het model zit: die velden houden de isotrope schijf en worden hieronder met naam genoemd.
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: hoeveel last elke funderingsstrook apart draagt — in dit model verdeelt de grond de last van het hele huis over alle muren samen, waardoor de strook onder een dragende binnenmuur er lichter uitkomt dan hij in werkelijkheid draagt.
Vloeren	De fundering wordt daarom NIET op die verdeling gedimensioneerd: er wordt gerekend met de last die er volgens de overspanning van de vloeren echt op rust.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT — FUNDATIESTROOK ONDER EEN DRAGENDE BINNENWAND: de N_{Ed} van de strook-/funderingsmodule is het MAXIMUM van de FEM-lijnlast en de TRIBUTAIRE lijnlast (de halve overspanning van elk aangrenzend vloerveld dat op die lijn afdraagt, over alle vloerniveaus, plus het eigen gewicht van de wand erboven); beide waarden en de opbouw staan in de toepassing van die module; de verdeling over de wandvoetlijnen volgt hier namelijk uit de WINKLER-BEDDING onder de wandvoeten en niet uit de overspanningsrichting, omdat de bovenbouw als doorgaande schijvenbak veel stijver is dan de grondveren; GEMETEN (8,0 × 9,0 m, dragende binnenwand in het midden, headless fem3d): van 100 kN die rechtstreeks op de voetlijn van die binnenwand wordt gezet komt daar 27 kN terug — de rest verdeelt zich over alle wandvoetlijnen naar rato van hun beddingstijfheid — en de tussenfundering krijgt 13,20 kN/m1 van de vloerlast tegen 33,24 kN/m1 tributair.
Aandachtspunt	LET OP — AANNAME: over de verdiepingsvloer staat in de aangeleverde stukken niets, dus is hij als BETONVLOER van 180 mm gemodelleerd.
Vloeren	Is het een houten balklaag, vul dat dan in bij de bestaande constructie: de benodigde betonwapening in dit model vervalt dan en de balklaag-module neemt het over.
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.
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.

VOORBEELD

Onderwerp	Toelichting
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: hoe dik de bestaande dragende wanden zijn staat niet in de aangeleverde stukken, en daarmee is niet te berekenen hoeveel die wanden nog kunnen dragen — die toets is dus overgeslagen.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT — METSELWERKTOETS NIET UITGEVOERD: de wanddikte t is de grootste knop op N_{Rd} = Phi x f_d x t (en Phi zakt ook nog eens met lambda = 0,75 x h/t); GEMETEN op een gemeten pand geeft t = 100 mm een N_{Rd} van 44 kN/m1 tegen 172 bij t = 150 mm, een factor 3,9, bij een wandvoetlast van 76-104 kN/m1.
Wanden	Een unity check op een aangenomen dikte is geen berekening; vul de wanddikte in bij de bestaande constructie (of voeg een bouwtekening toe) en het model toetst de wanden alsnog volgens NEN-EN 1996-1-1 par. 6.1.2.
Geometrie	GEOMETRIE: model rechtstreeks uit de gemeten 3DBAG-schil (geometrie exact op de meting; 1629 elementen, 1.18% van het oppervlak buiten de meshkwaliteitsgrens).
Vloeren	VLOERNIVEAUS in het model: 1e verdiepingsvloer 397 plaatelementen; 2e verdiepingsvloer 326 plaatelementen; Begane grondvloer 400 plaatelementen.
Aandachtspunt	LET OP: een los gemeten deel zonder fundering (26 knopen, 24,1 m²) is uit het model gelaten — het kan niet dragen; controleer wat het is.
Niet beschouwd	De bestaande constructie blijft een reviewpunt bij de goedkeuring.
Aandachtspunt	LET OP — NIET UIT DE BEREKENING: 1 profiel(en) in dit 3D-model zijn AANGENOMEN praktijkmaten i.p.v. de moduleuitkomst (draagbalk boven de pui/het kozijn: Raveel-/slaperbalk aangehouden (geen berekend profiel in deze order)).
Schematisering	Het lastpad klopt, de dimensionering van dat onderdeel komt uit de eigen module.
Niet beschouwd	NIET BESCHOUWD: De zetting door deze verbouwing.
Fundering	De ingreep verandert de last op de fundering nauwelijks (toename 0,0 kN).
Belasting	De bestaande woning is onder haar eigen gewicht al jaren geleden gezet; een zettingsanalyse van die last zegt niets over de verbouwing.
Aandachtspunt	AANDACHTSPUNT beoordeel een extra last op de bestaande fundering uit de onderdelen van deze verbouwing (bijvoorbeeld een optopping, een nieuwe kolom of een doorbraak); die toename zit niet in dit 3D-model

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 7434 vrijheidsgraden > drempel 900; de stabiliteit is apart beoordeeld (zie de stabiliteits-/funderingsmodules)

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

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

Constructieberekening – 3D FEM (staven + platen)

gegeven	waarde
Gevolgklasse	CC1
Rekenmethode	directe stijfheidsmethode, 6 vrijheidsgraden per knoop
Omvang model	1239 knopen, 91 staven

Knopen: 1239 totaal, waarvan 46 opgelegd (46× T2R3 (vast: ux, uy, rx, ry, rz)). 46 voetknopen dragen verticaal op een grondveer (Winkler-bedding), beddingsconstante k = 1317–1656 kN/m per knoop; de berekende zakking hangt rechtstreeks aan die waarde. De knoop- en elementuitvoer per stuk (coördinaten, opleggingen, id-reeksen) staat in de online berekening; die is met alle invoer en uitvoer in te zien via de link bij dit model.

Staven (identieke gegroepeerd)

aantal	profiel	materiaal	type	scharnier i / j
8	63 × 184 C24	Hout C24	normaal	vast / vast

29	38 × 184 C24	Hout C24	normaal	vast / vast
6	76 × 184 C24 dubbel	Hout C24	normaal	vast / vast
2	Raveel-/slaperbalk	Hout C24	normaal	vast / vast
46	Strook 600 × 200	Beton C30/37	normaal	vast / vast

Stramien

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

Oppervlaktelasten op de vlakken [kN/m²]

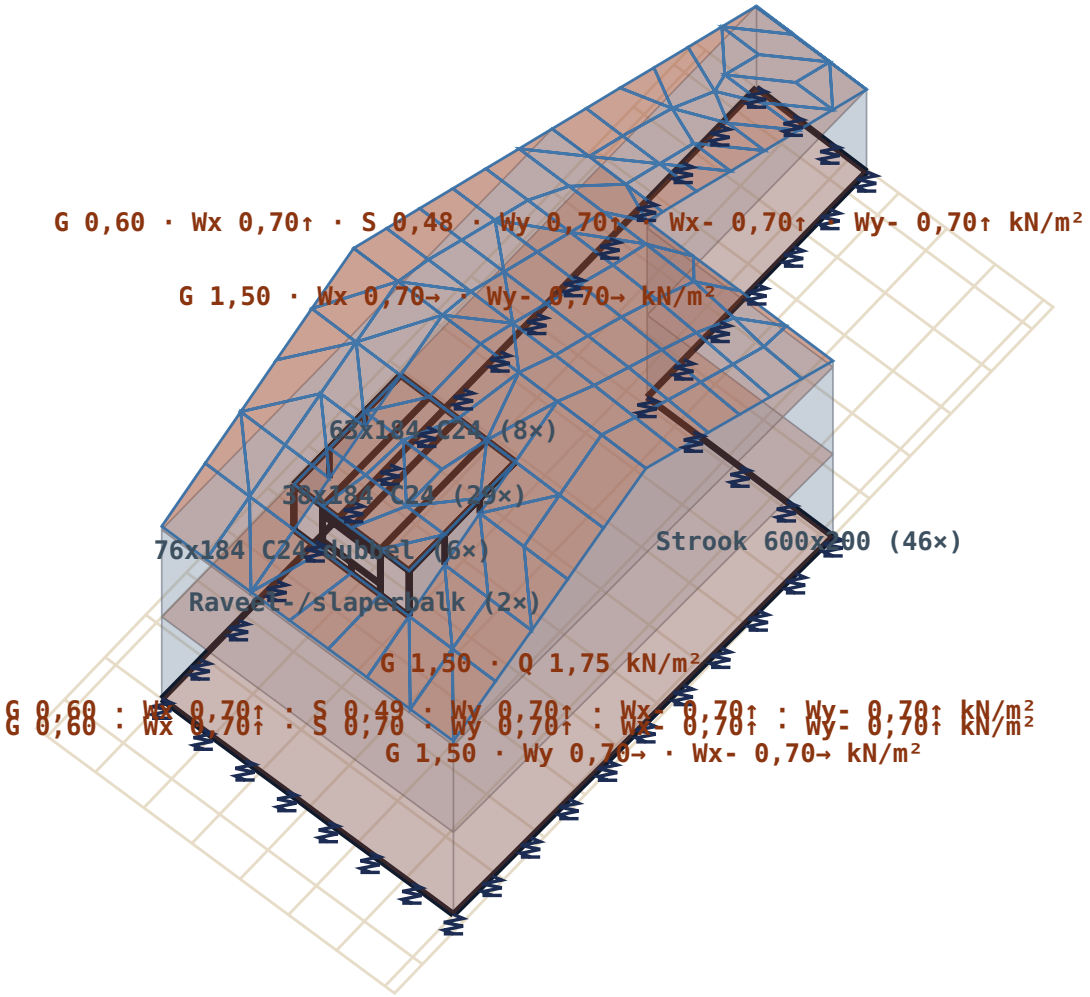
q	richting	belastinggeval	constructievlakken	deelvlakken	o.a.
1,50	omlaag (−z)	Permanent (G)	9	1451	begane grondvloer, kopgevel y = 0,00 m, kopgevel y = 14,50 m, ...
1,75	omlaag (−z)	Veranderlijk vloer (Q)	3	1123	begane grondvloer, vloer 1e verdieping, vloer 2e verdieping
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind -x (Wx-)	5	202	kopgevel y = 0,00 m, kopgevel y = 14,50 m, langsgevel x = 6,10 m, ...
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind dwars +y (Wy)	3	169	kopgevel y = 0,00 m, langsgevel x = 6,10 m, wand x = 2,34 m
0,70	⊥ op het vlak (druk)	Wind dwars -y (Wy-)	3	159	kopgevel y = 14,50 m, langsgevel x = 0,01 m, wand y = 9,11 m
0,60	omlaag (−z)	Permanent (G)	5	136	dakschild 1 (30°, richting −y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,70	opwaarts (+z)	Wind +x (Wx)	5	136	dakschild 1 (30°, richting −y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,70	opwaarts (+z)	Wind dwars +y (Wy)	5	136	dakschild 1 (30°, richting −y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,70	opwaarts (+z)	Wind -x (Wx-)	5	136	dakschild 1 (30°, richting −y), dakschild 2 (24°, richting +y), dakschild 3 (17°, richting +y), ...
0,70	opwaarts (+z)	Wind dwars -y (Wy-)	5	136	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	82	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)	1	13	vloer 3e 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): 14 verschillende last(en) over 54 constructievlakken en 4046 deelvlakken. Welke last op wélk vlak staat, is af te lezen op het 3D-modelaanzicht hieronder (zelfde bron,

VOORBEELD

zelfde getallen) en volledig in te zien in de online berekening. Het eigen gewicht van de schijven/staven rekent de solver daarnaast zelf mee (permanente last).

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



max verplaatsing 49,72 mm
totale verticale reactie 2954,7 kN

belastinggeval	aangehouden belasting in het model
Permanent (G)	eigen gewicht constructie · 0,60–1,50 kN/m² op vlak (omlaag)
Veranderlijk vloer (Q)	1,75 kN/m² op vlak (omlaag)
Wind +x (Wx)	0,70 kN/m² op vlak (opwaarts), 0,70 kN/m² ⊥ op het vlak (druk)
Sneeuw dak (S)	0,48–0,70 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

VOORBEELD

het label achter een belastinggeval betekent ↑ dat die last op dat vlak OPWAARTS werkt (windzuiging), ↕ dat hij in beide richtingen voorkomt en → dat hij HORIZONTAAL staat, loodrecht op dat vlak (winddruk op een gevel). Een lijnlast is getekend als GEVULDE STROOK tussen de staaf en de lastlijn; de pijlen erover geven de richting. De pijlLENGTE is per belastinggeval geschaald op de zwaarste last van dat geval, en apart voor kN en kN/m — pijlen van VERSCHILLENDE gevallen of eenheden zijn dus niet onderling te vergelijken. De grootte staat bij de pijl en in deze tabel. De combinaties met hun factoren staan bij "Belastingcombinaties".

Belastinggevallen

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

Samenvatting resultaten

grootheid	waarde	toelichting
Maximale vervorming	49,7 mm	uz (verticaal), knoop 1113 (resultante 49,7 mm)
Maximale vervorming t.o.v. de fundering	7,6 mm	uz (verticaal), knoop 1116 — zonder bodemzetting: de starre zakking en scheefstand van het gebouw op de grondveren zijn eruit gerekend
Verticale oplegreactie ΣRz	2954,7 kN	opwaarts +; gelijk aan de totale neerwaartse belasting (evenwichtscontrole). Maatgevende UGT-combinatie: 6.10a
Horizontale afdracht (basisschuif)	89,0 kN	ΣH over de MAATGEVENDE UGT-combinatie (windcombinatie): ΣRx=82,3 kN, ΣRy=-34,1 kN. Dit is de kracht die de fundering op glijden en verankering moet opnemen.
Horizontale oplegreactie — getoonde combinatie	0,0 kN	ΣRx=0,0 kN, ΣRy=0,0 kN in de HIER getoonde combinatie — die bevat niet altijd wind; de regel hierboven is maatgevend.
Max. plaatbuigspanning	6,6 N/mm²	extreme vezel σ=6·m/h², vloer 2e verdieping (h=180 mm) — 6.10b · Q leid.
Max. schijf(membraan)spanning	0,97 N/mm²	druk, in-vlak σ=n/h, vloer 2e verdieping (h=180 mm) — 6.10b · Q leid.

ΣRz is de som van alle verticale oplegreacties; die is per evenwicht gelijk aan de totale neerwaartse belasting (eigen gewicht + opgelegde lasten). De membraan-/in-vlakspanning van schijven volgt nu WÉL uit de solve (membraan-krachtenrecovery: n=h·C·ε met dezelfde B-matrix als de schaalstijfheid) en is als σ=n/h opgenomen — indicatief, de constructeur verifieert.

Wandvoetlasten per wand-voetlijn [kN/m]

lijn	wand	bereik	lengte [m]	gem. [kN/m]	piek [kN/m]	totaal [kN]
3	kopgevel y = 0,00 m	x = -0,05 – 6,00 m	6,05	73,4	75,9	443,7
1	kopgevel y = 14,50 m	x = 0,05 – 2,37 m	2,31	72,0	75,8	166,3
6	langsgevel x = 6,10 m	y = 0,00 – 9,10 m	9,10	72,3	74,3	658,1
2	wand x = 2,34 m	y = 9,13 – 14,48 m	5,36	70,5	74,2	377,8

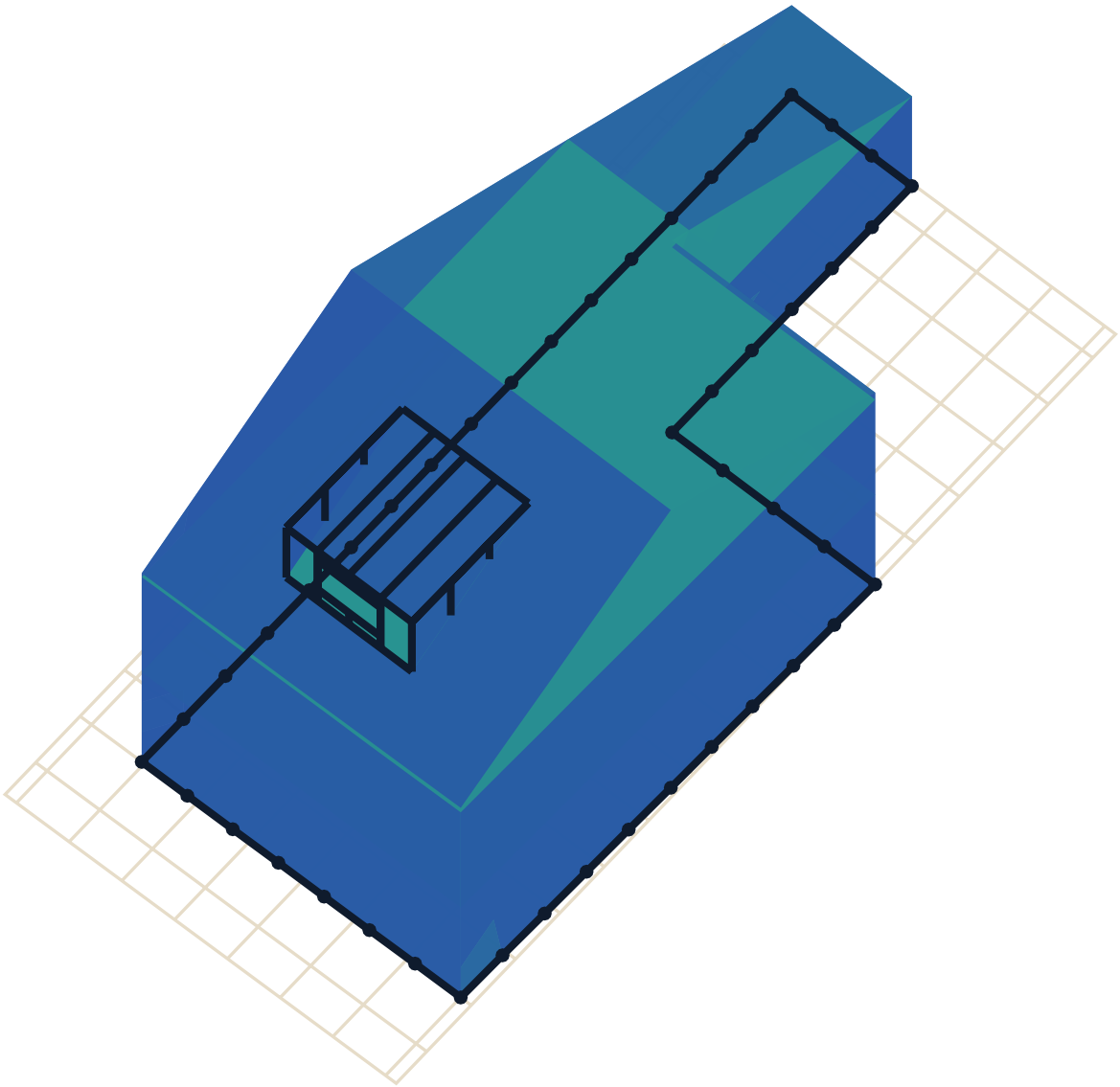
VOORBEELD

5	langsgevel x = 0,01 m	y = 0,00 – 14,52 m	14,52	71,3	72,7	1035,3
4	wand y = 9,11 m	x = 2,33 – 6,20 m	3,87	70,6	71,3	273,5

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 = 2954,7 kN, ΣRz = 2954,7 kN (verticaal evenwicht klopt). Indicatief; de constructeur verifieert.

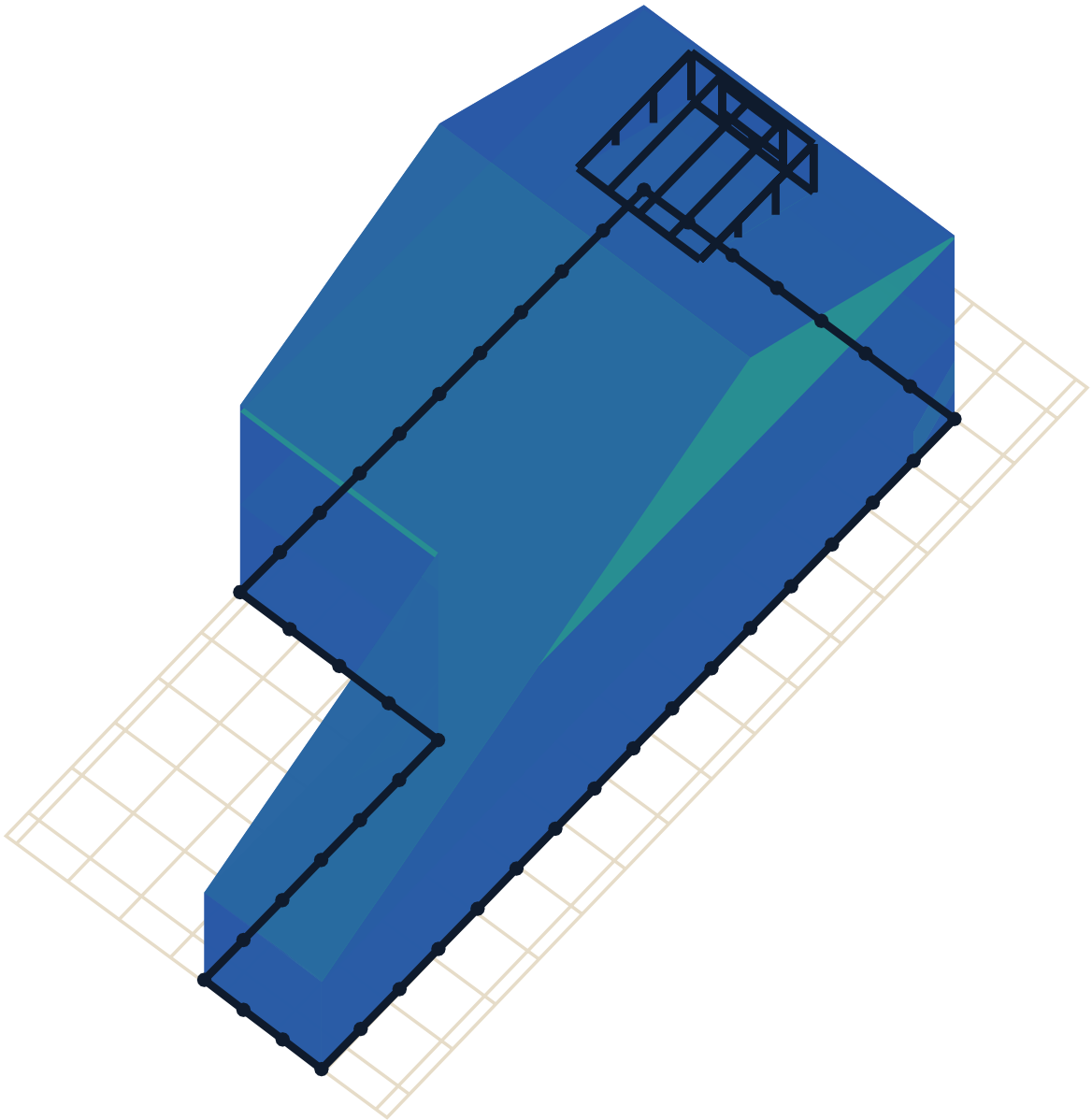
Indicatieve UC per constructievlak (indicatief — constructeur verifieert)

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



VOORBEELD

Indicatieve UC per constructievlak — aanzicht 2, tegenoverliggende zijde



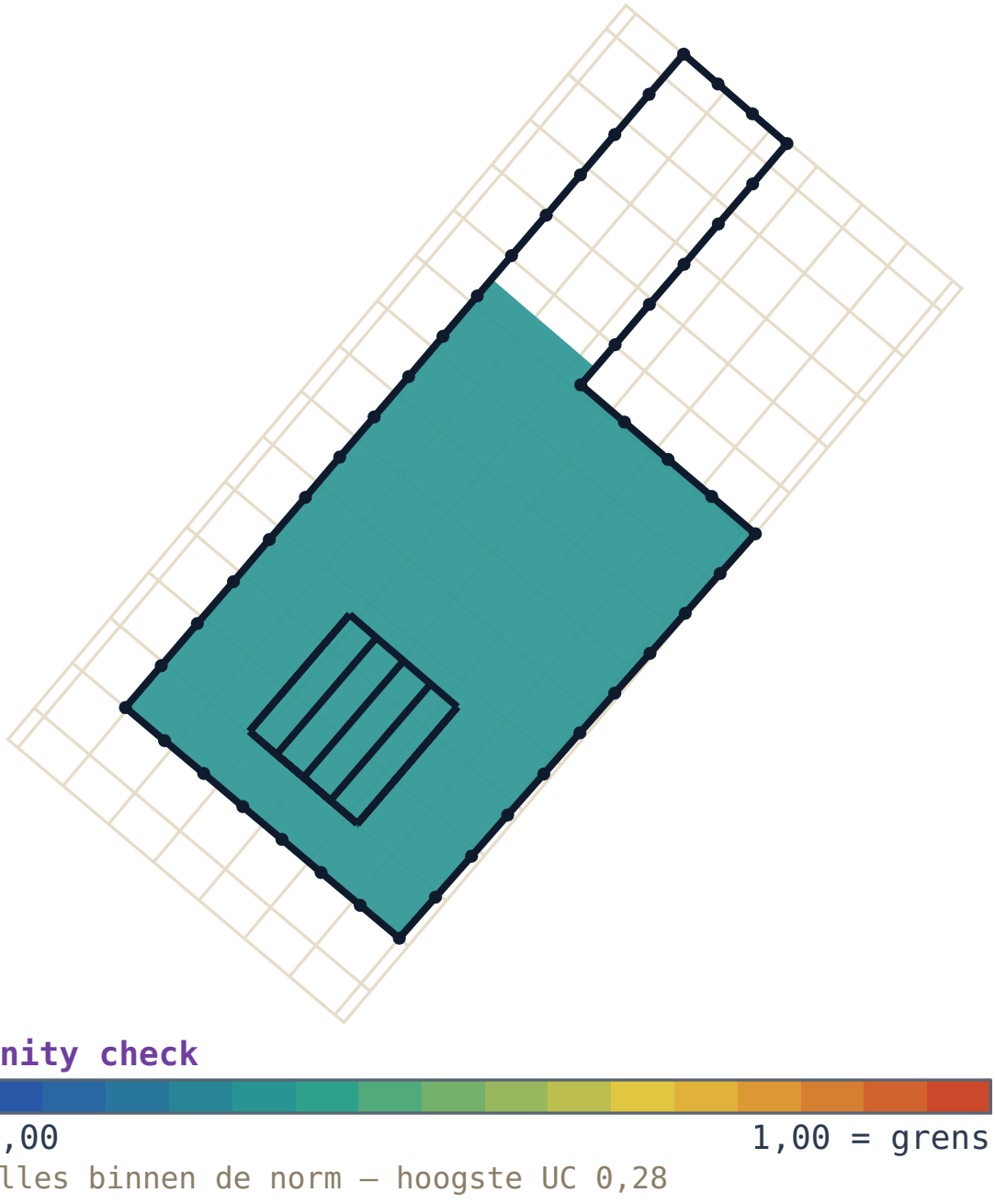
VOORBEELD

unity check

0,00 — 1,00 = grens

alles binnen de norm — hoogste UC 0,28

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



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

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

Alle 21 getoetste constructievlakken voldoen; het zwaarst belaste staat hierboven. De UC per afzonderlijk vlak is af te lezen uit de figuur en volledig in te zien in de online berekening.

VOORBEELD

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

vlak	n_1[kN/m]	σ_t[N/mm²]
vloer 2e verdieping	162,5	0,90
langsgevel x = 0,01 m	51,8	0,52
vloer 1e verdieping	51,0	0,28

Beoordeel voor deze vlakken de trekweerstand/wapening. $\sigma_t = n_1/h$ uit de UGT-omhullende. Attentiedrempel: $\sigma_t > 0{,}5$ N/mm² of $n_1 > 50$ kN/m (ter vergelijking: $f_{ctd} \approx 1{,}3$ N/mm² voor C30/37). Daarnaast 12 vlakken met GERINGE trek ($\sigma_t < 0{,}5$ N/mm², ruim onder de betontreksterkte) — geen aparte beoordeling nodig.

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

Eurocode-combinaties (NEN-EN 1990, CC1)

Berekeningswijze: eerste orde (lineair).

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

(de 24 zwaarste van de 38 regels getoond. De volledige uitvoer staat in de online berekening (link boven aan deze berekening).)

VOORBEELD

Maatgevende omhullende per staaf (UGT) — zwaarst belaste staven

staaf	N[kN]	Vy[kN]	Vz[kN]	My[kNm]	Mz[kNm]	maatgevend
3	0,2	1,0	1,7	0,5	0,3	6.10b · S leid., ov.Q=0 (Vy)
14	1,8	0,0	0,2	0,2	0,0	6.10b · S leid., ov.Q=0 (N)
35	1,8	0,0	0,2	0,2	0,0	6.10b · S leid., ov.Q=0 (N)
68	0,0	0,0	27,5	11,8	0,0	6.10b · Q leid. (Vz)
80	0,0	0,0	27,1	11,7	0,0	6.10b · Q leid. (My)

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

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

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

Resultaat toetsing: sterktetoets NIET UITGEVOERD voor deze staven (materiaaltoets uitgeschakeld), hoogste UC doorbuiging = 0,02. De constructie VOLDOET aan de getoetste doorbuigingseisen.

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

staaf	mat.	UC δ	L/δ
42	Hout C24	0,02	L/12407
31	Hout C24	0,02	L/13322
34	Hout C24	0,02	L/13495
4	Hout C24	0,02	L/14540
2	Hout C24	0,02	L/15868

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

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

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

Maatgevende uitkomsten

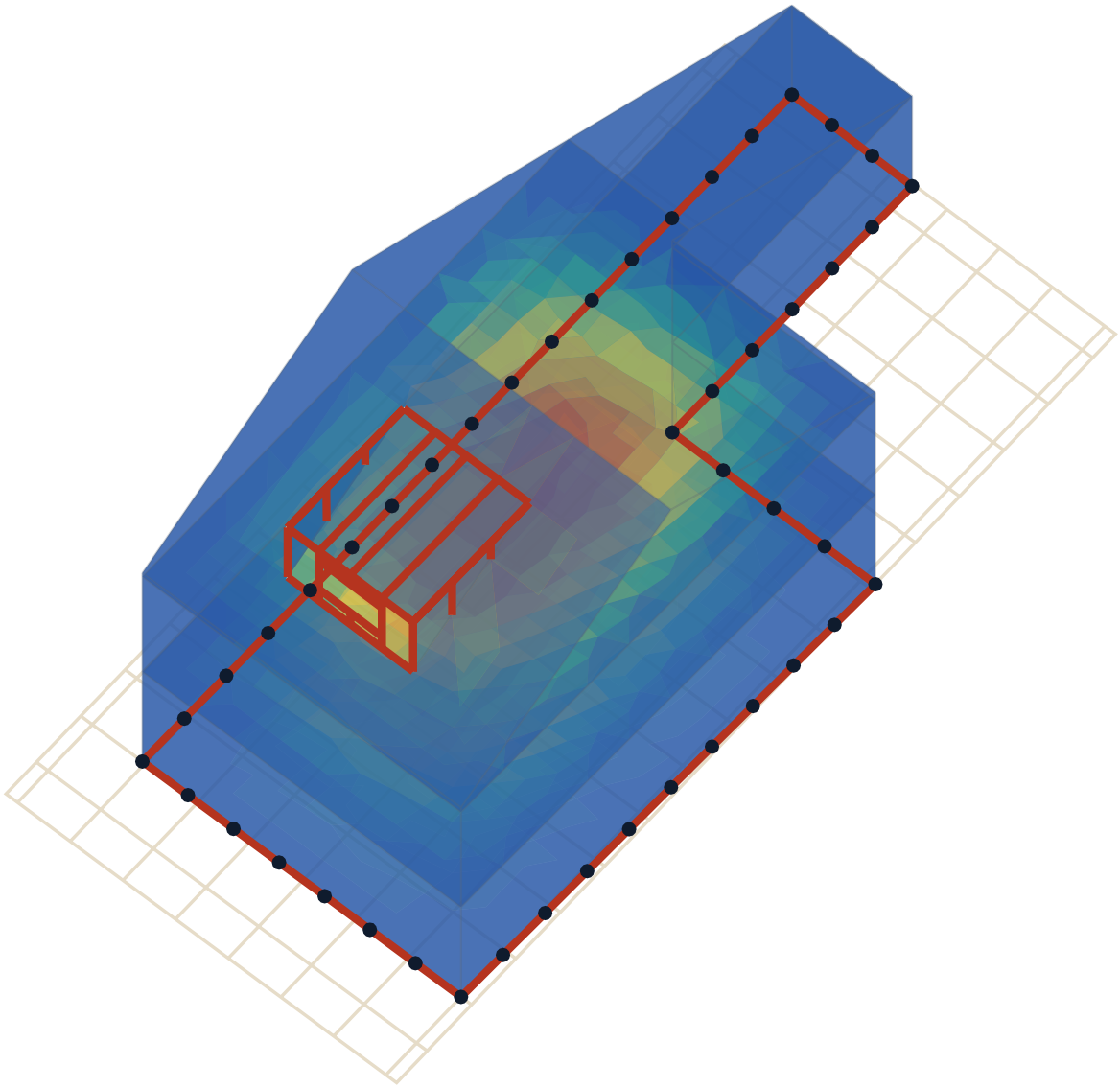
grootheid	waarde	waar
Maximale normaalkracht	-1,8 kN	staaf 14 (druk) — 6.10b · S leid., ov.Q=0
Maximale dwarskracht Vy	1,0 kN	staaf 3 — 6.10b · S leid., ov.Q=0
Maximale dwarskracht Vz	27,5 kN	staaf 68 — 6.10b · Q leid.
Maximale moment My (sterke as)	11,8 kNm	staaf 68 — 6.10b · Q leid.
Maximale moment Mz (zwakke as)	0,3 kNm	staaf 3 — 6.10b · S leid., ov.Q=0
Grootste verticale oplegreactie	69,1 kN	knoop 162 — Rx 17,9 · Ry 4,2 kN

Per grootheid de zwaarste waarde in het model over ALLE UGT-combinaties (de omhullende), met de staaf en de maatgevende combinatie waar hij optreedt. De volledige uitvoer per knoop, staaf en oplegging staat in de online berekening — daar is het model met alle invoer en uitvoer in te zien.

Grootste doorbuiging (getoond resultaat): 49,72 mm zakking in vloer 2e verdieping (dikte 180 mm). De doorbuiging per constructievlak staat in de online berekening.

VOORBEELD

3D-aanzicht: vervorming (zonder bodemzetting)



VOORBEELD

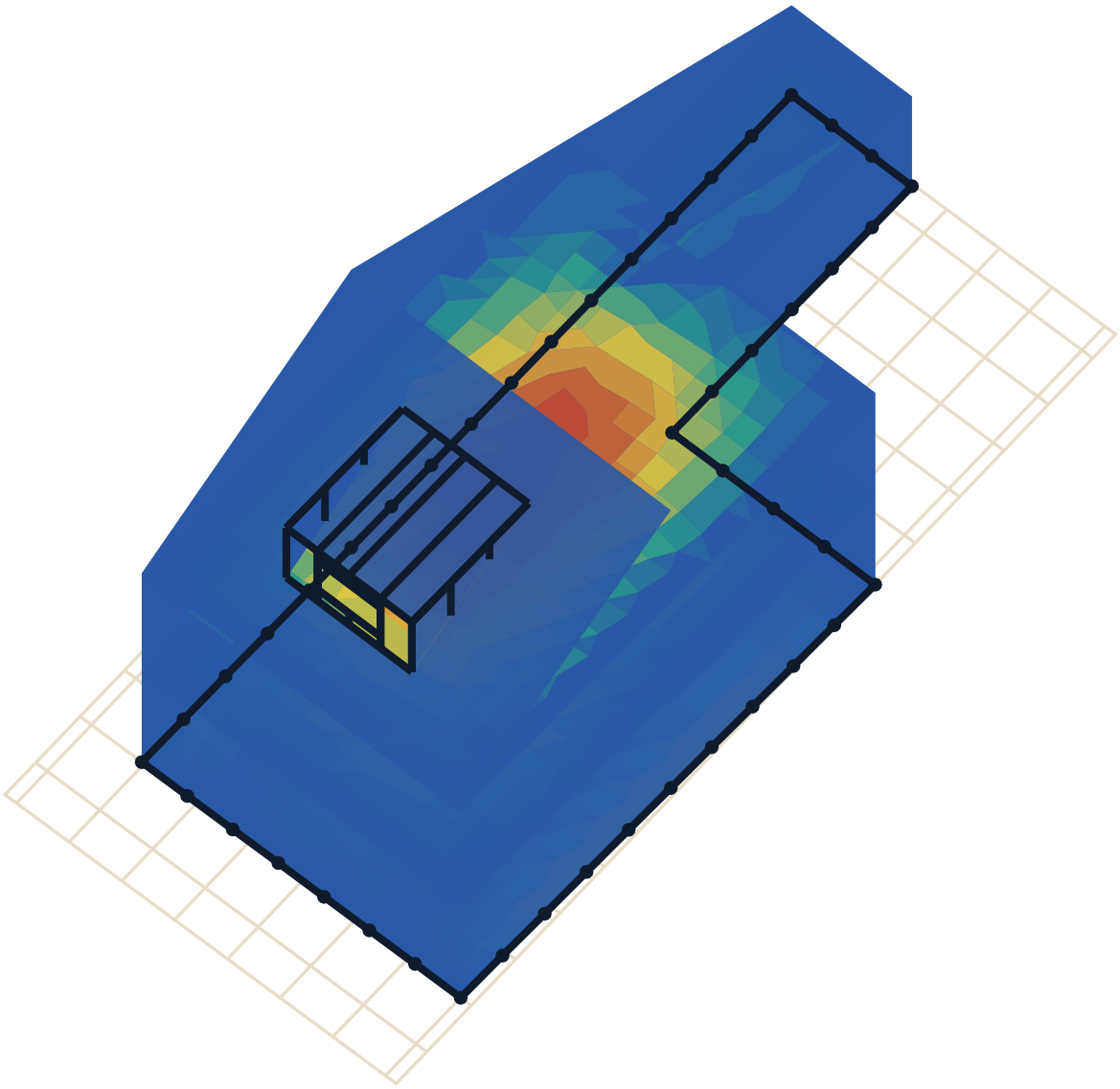
doorbuiging plaat



0,00 mm 7,56 mm

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

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



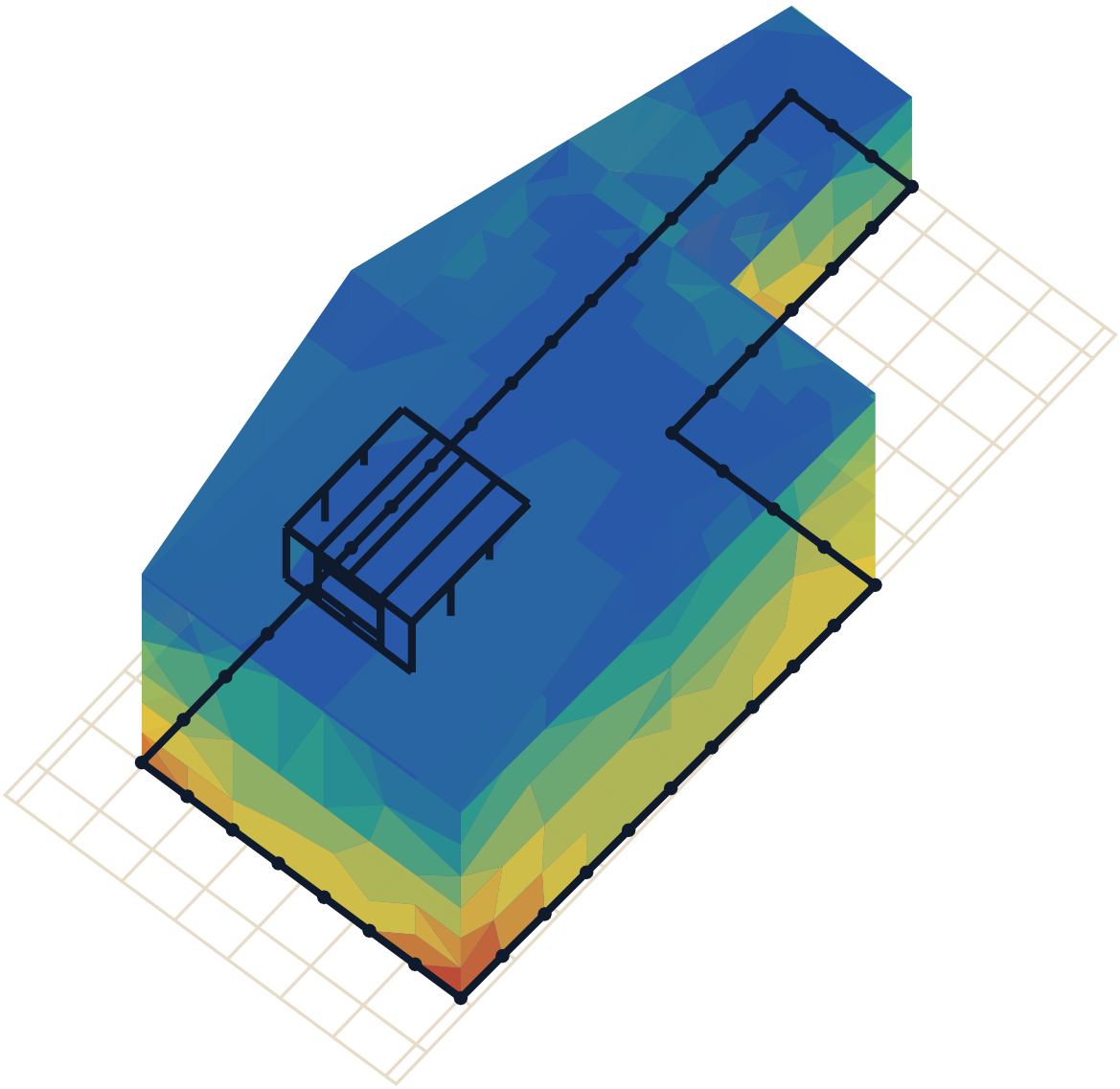
|m1| plaatmoment

0 32,6 kNm/m

bereik -18,6 … +32,6 kNm/m

VOORBEELD

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



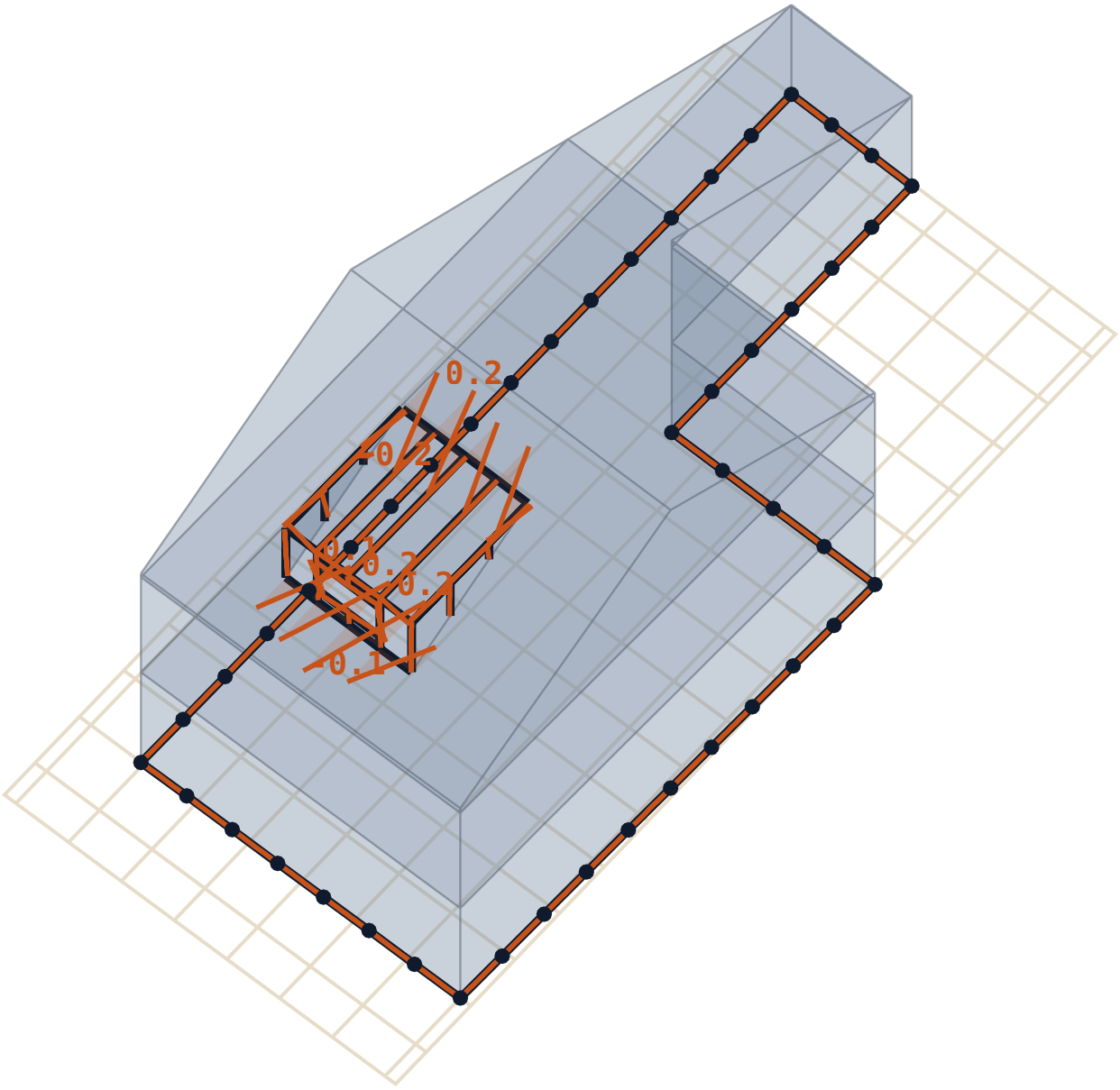
|σ| = |n|/h

0 0,86 N/mm²

bereik -0,86 (druk −) … +0,29

VOORBEELD

3D-aanzicht: moment Mz (zwakke as)



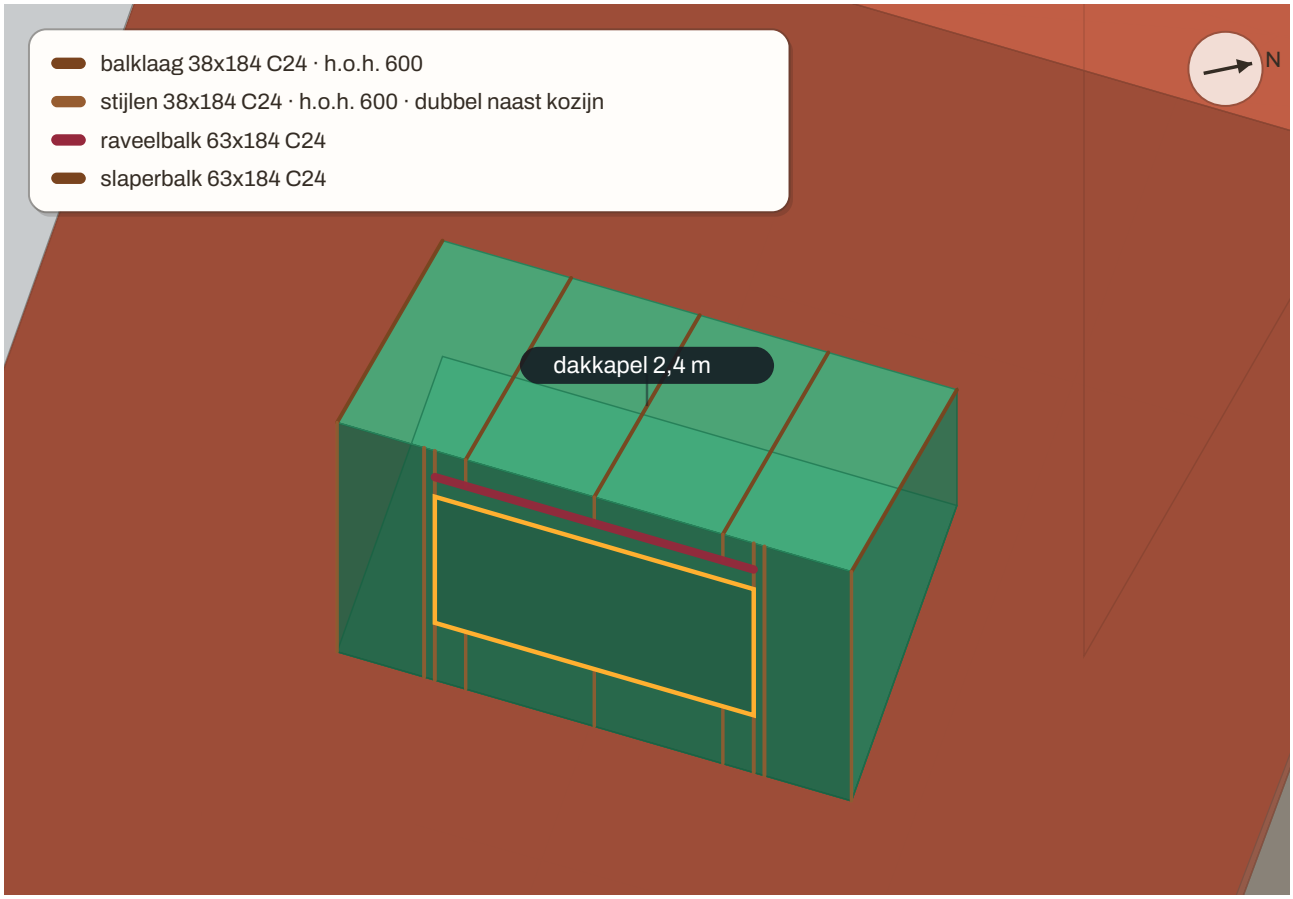
Niet als figuur opgenomen (wel in de rekenmodule doorgerekend en zichtbaar in de 3D-FEM-solver): 3D-aanzicht: moment My (sterke as); 3D-aanzicht: globaal moment Mg,XZ; 3D-aanzicht: globaal moment Mg,YZ.

VOORBEELD

5. Samenvatting en conclusie

Nr.	Onderdeel	Toe te passen	Max. UC	Oordeel
1	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	**0,19**	**voldoet**
4	Houten gevelstijl	38 × 184 mm C24	**0,05**	**voldoet**
5	Rekenmodel — fem3d-solver	controlemodel van de woning met de ingreep — de nieuwe onderdelen staan hierboven	**0,28**	voldoet (indicatief)

4 van de 5 beschouwde onderdelen voldoen op de geautomatiseerde toetsen; 1 rekenmodel wordt bij levering door de constructeur geverifieerd; maatgevend is Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk) met UC 0,35. Voorgestelde constructie per onderdeel (indicatief; de profielen staan in de berekeningstabellen hierboven en in de overzichtstekening):



Onderdeel: dakkapel 2,4 m — ingezoomd op de (ver)bouwing (indicatief, uit 3DBAG-pandgeometrie)

De aandachtspunten per onderdeel en het onderstaande punt worden door de constructeur bij de goedkeuring bevestigd.

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

VOORBEELD

6. Constructieve overzichten

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

Constructieve overzichtstekening

schematisch — de toe te passen onderdelen uit deze berekening



Dakkapel (raveelbalk + slaperbalk)

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



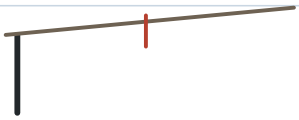
Houten balklaag

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

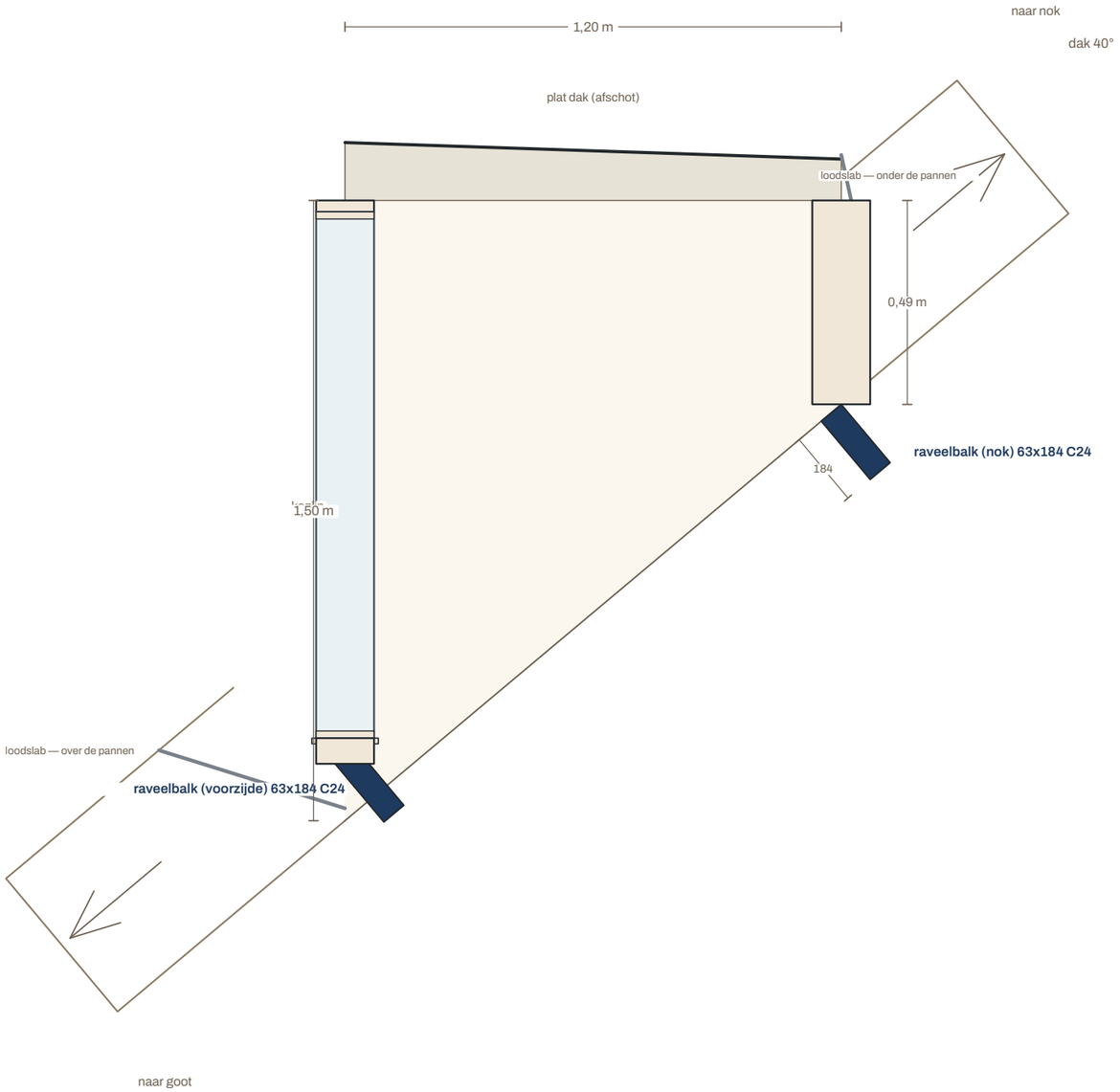
- Aandachtspunt — de constructieve overzichtstekening wordt door de constructeur bevestigd of vervangen door de definitieve constructietekening met oplegging en aansluitingen (bij de goedkeuring).

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.

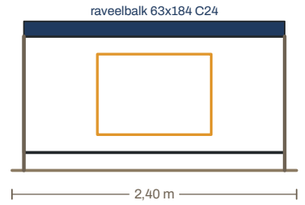
VOORBEELD

DAKKAPEL — doorsnede + aanzicht (vorm + constructie)

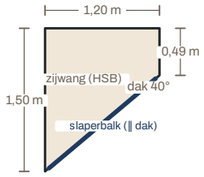


DOORSNEDE — dakkapel op bestaand dak (sporenkap)

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-20261001-0251; 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

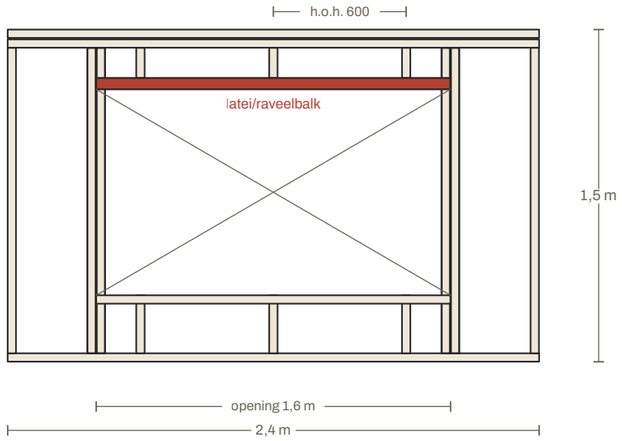
Project	Dakkapel		
Onderwerp	Dakkapel — doorsnede + aanzicht (vorm + constructie)		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Dakkapel		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20261001-0251-W01	Blad	1
Schaal	—	Formaat	A3 (liggend)
Datum	01-10-2026	Getekend	automatisch — rekenkern
Status	VOORBEELD		
Gecontroleerd	— (constructeur, vóór uitvoering)		

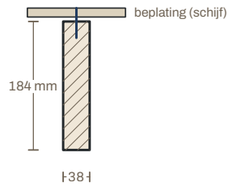
Rev	Datum	Omschrijving
0	01-10-2026	eerste uitgave

VOORBEELD

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

Voorwand dakkapel (met kozijn)



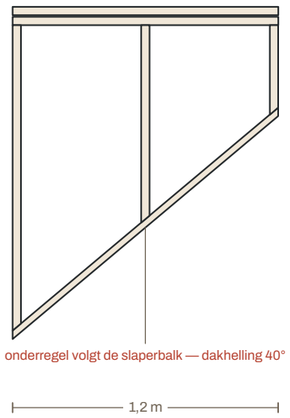


DETAIL A — stijl 38x184 C24 + beplating (schroeven h.o.h. 150)

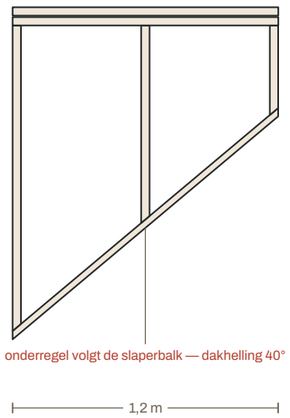
RENVOOI MATERIALEN

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-20261001-0251; 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	Dakkapel		
Onderwerp	Dakkapel-HSB — voorwand (kozijn) + zijwangen (vorm/c		
Opdrachtgever	Voorbeeld — Dakkapel		
Bouwadres	Operastraat 11, Enschede		
Werknummer	—		
Tekeningnr.	SB-20261001-0251-W02	Blad	2
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