



Inhoud

1.	Algemeen	2
1.	Constructieve Berekening Nokbalk	3
2.	Constructieve berekening zijwanden	6
3.	Constructieve Berekening – Achtergevel boven verdieping	8
4.	Constructieve Berekening – Verdiepingsvloer (binnen)	9
5.	Constructieve Berekening – Platdak	11
6.	Constructieve Berekening – Dubbele balken onder achtergevel	13
7.	Constructieve Berekening – Begane-grond wand Porothers PM25	15



1. Algemeen

De berekeningen zijn opgesteld volgens de eisen gesteld door de diverse delen van de Eurocode. In dit document wordt een overzicht gegeven van de gevolgde methoden en gehanteerde waarden en factoren.

Voor de berekeningen zijn gegevens gebruikt welke gebruikt zijn voor het opstellen van tekeningen met als kenmerk: JW3_004_3_15000. Derhalve kan deze berekening niet zonder het inzien van de eerder vermelde tekening beschouwd worden.

Alle waarden zijn afkomstig uit de ontwerptekeningen en uit de Eurocodes.



1. Constructieve Berekening Nokbalk

Situatie

- Zadeldak met dakhelling 25 graden
- Gebouwbreedte: 5,26 m (halve overspanning per paneel = 2,63 m)
- Noklengte: 4,81 m (effectief tussen spant A en spant C)
- IsoBouw XT 6.3 3/3 R sandwichpanelen, zelfdragend
- Nokbalk fungeert als opleg voor de panelen
- Afgesteund op drie punten:
 - Spant A: 0,00 m
 - Spant B: 2,89 m
 - Spant C: 4,81 m

Belastingen volgens Eurocode

Belasting	Waarde [kN/m ²]
Eigen gewicht + afwerking (G)	0,90 (NEN-EN 1991-1-1, tabel A.1)
Sneeuw (Q _s , zone I, $\mu=0,8$)	0,56 (NEN-EN 1991-1-3, figuur 5.2, NB Nederland)
Wind (Q _w , $C_{pe} \approx \pm 0,8$)	$\pm 0,36$ (NEN-EN 1991-1-4, figuur 7.6, zone II)

Paneelbelasting (per paneel: 2,63 m²)

- Permanent G = $0,90 \times 2,63 = 2,37$ kN (NEN-EN 1991-1-1)
 - Sneeuw Q_s = $0,56 \times 2,63 = 1,47$ kN (NEN-EN 1991-1-3)
 - Wind Q_w = $0,36 \times 2,63 = 0,95$ kN (NEN-EN 1991-1-4)
- Totale belasting per paneel = 3,3 – 3,8 kN (afhankelijk van scenario)
Opleg op nokbalk = ca. 1,7 – 1,9 kN per paneel

Totale lijnlast op nokbalk

- Aantal panelen: 10 (5 per zijde)
- Totale opleg op nok = ca. 19 kN



- Verdeeld over 4,81 m noklengte $\rightarrow q \approx 3,9 \text{ kN/m}$

Interne krachten (ULS)

- Veld 1 ($l=2,89 \text{ m}$):
 - Moment $M \approx 4,1 \text{ kNm}$
 - Dwarskracht $V \approx 5,6 \text{ kN}$
- Veld 2 ($l=1,92 \text{ m}$):
 - Moment $M \approx 1,8 \text{ kNm}$
 - Dwarskracht $V \approx 3,7 \text{ kN}$
- Grootste moment: $4,1 \text{ kNm}$
- Grootste dwarskracht: $5,6 \text{ kN}$

Houtklasse C18 (NEN-EN 1995-1-1)

- $f_{m,k} = 18 \text{ N/mm}^2 \rightarrow f_{m,d} = 13,8 \text{ N/mm}^2$ ($\gamma_M=1,3$, §2.3.2.2)
- $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2 \rightarrow f_{v,d} = 1,92 \text{ N/mm}^2$
- $E_{0,mean} = 9.000 \text{ N/mm}^2$ (tabel 3.2)

Doorsnedeberkening

Benodigd weerstandsmoment:

$$W_{req} = M_{Ed} / f_{m,d} = 4,1 \cdot 10^6 / 13,8 \approx 297.000 \text{ mm}^3 \text{ (NEN-EN 1995-1-1 §6.1)}$$

Voorbeeld doorsneden:

- $63 \times 150 \text{ mm} \rightarrow W = 236.000 \text{ mm}^3 \rightarrow$ onvoldoende
- $63 \times 175 \text{ mm} \rightarrow W = 320.000 \text{ mm}^3 \rightarrow$ voldoende
- $75 \times 175 \text{ mm} \rightarrow W = 382.000 \text{ mm}^3 \rightarrow$ ruim voldoende

Afschuifcontrole

- $V_{Ed} = 5,6 \text{ kN}$
- $A_{v,req} = 2.920 \text{ mm}^2$ (NEN-EN 1995-1-1 §6.1.7)
- $A_v(63 \times 175) = 5.500 \text{ mm}^2 \rightarrow$ voldoende



Doorbuiging (quasi-permanent)

- Belasting $q_{SLS} \approx 1,7 \text{ kN/m}$ (NEN-EN 1990 §6.5.3)
 - Doorbuiging veld 1 ($l=2,89 \text{ m}$): $\delta \approx 2,7 \text{ mm}$
 - Toelaatbaar $l/300 = 9,6 \text{ mm}$ (NEN-EN 1995-1-1 §7.2)
- Voldoet ruim

Conclusie

De nokbalk wordt slechts belast door oplegkrachten van de zelfdragende IsoBouw panelen.

Een C18 balk $63 \times 175 \text{ mm}$ voldoet aan sterkte- en doorbuigingseisen.

Advies: kies een balkmaat $75 \times 175 \text{ mm}$ voor extra veiligheidsmarge en stijfheid.



2. Constructieve berekening zijwanden

Situatie

- Dragende houten wand voor opname daklasten
- Regelwerk: stijlen C18, sectie 44×170 mm
- Hart-op-hart afstand: 400 mm
- Wandlengte: 4,90 m
- Verdiepingshoogte: ca. 2,60 m
- Beplating: OSB 12 mm (buitenzijde)

Belastingen uit dak

- Dakbelasting (ULS): $q \approx 6,9 \text{ kN/m}$ (NEN-EN 1990, §6.4.3.2)
- Totale belasting op wand (L=4,90 m): $N_{\text{tot}} \approx 34 \text{ kN}$
- Verdeeld over stijlen (13 stuks): ca. 2,6 kN per stijl

Capaciteit stijlen C18 (NEN-EN 1995-1-1)

- Doorsnede: 44×170 mm → $A = 7480 \text{ mm}^2$
- Druksterkte: $f_{c,0,k} = 18 \text{ N/mm}^2$ (NEN-EN 338)
- Rekeneigenschap: $f_{c,0,d} = 18 / 1,3 = 13,8 \text{ N/mm}^2$
- Capaciteit per stijl: $7480 \times 13,8 \approx 103 \text{ kN}$
- Belasting per stijl: 2,6 kN
- Veiligheidsmarge > factor 30

Slankheid en knikcontrole

- Lengte stijl: 2600 mm
- Traagheidsmoment: $I = 18,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
- Radius $i = \sqrt{I/A} \approx 49 \text{ mm}$
- Slankheidsfactor $\lambda = 2600 / 49 \approx 53$
- Reductiefactor $k_c \approx 0,75$ (EN 1995-1-1 §6.3.2)
- Effectieve capaciteit: $0,75 \times 103 \approx 77 \text{ kN}$
- Vergelijking: $2,6 \text{ kN} \ll 77 \text{ kN}$



→ Voldoet ruim

Rol OSB 12 mm beplating

- OSB 12 mm fungeert als schijfwerkingselement (NEN-EN 1995-1-1 §9.2.4)
- Zorgt voor zijdelingse steun aan stijlen → sterk gereduceerde knikgevoeligheid
- Neemt windschuifkrachten op in het wandvlak
- Verbetert de algehele stabiliteit van het gebouw

Conclusie

De houten wand opgebouwd uit stijlen 44×170 mm (C18) met h.o.h.-afstand 400 mm, voorzien van OSB 12 mm beplating, voldoet ruimschoots aan de eisen uit de Eurocode. De verticale belasting uit het dak (6,9 kN/m) wordt zonder problemen opgenomen. De combinatie met OSB-beplating garandeert voldoende stabiliteit tegen knik en schuifkrachten.



3. Constructieve Berekening – Achtergevel boven verdieping

Situatie

- Wand opgebouwd uit stijlen 44×170 mm, C18, h.o.h. 400 mm
- Isolatie: steenwol
- Beplating: OSB 12 mm
- Afwerking buitenzijde: Keralit potdekselpanelen ($0,15 \text{ kN/m}^2$)

Belastingen

- Dak/vloerbelasting wordt afgedragen via de wand
- Eigen gewicht wand: $0,15 \text{ kN/m}^2$ (Keralit) + $0,10 \text{ kN/m}^2$ (OSB + stijlen) $\approx 0,25 \text{ kN/m}^2$

Controle stijlen

- Doorsnede $A = 44 \times 170 = 7480 \text{ mm}^2$
- Drukcapaciteit $= 7480 \times 13,8 \approx 103 \text{ kN}$
- Belasting per stijl incl. wandgewicht: ca. 10 kN
- Capaciteit ruim voldoende
- Slankheidscontrole $\lambda \approx 53 \rightarrow$ reductiefactor $k_c \approx 0,75$
- Effectieve capaciteit $\approx 77 \text{ kN} \gg$ benodigde 10 kN

Rol OSB-beplating

- Zorgt voor zijdelingse steun tegen knik
- Verzorgt schijfwerking voor windbelasting (NEN-EN 1995-1-1 §9.2.4)

Conclusie

Gevelwand 44×170 mm met OSB 12 mm en Keralit bekleding voldoet ruim aan de eisen.



4. Constructieve Berekening – Verdiepingsvloer (binnen)

Situatie

- Overspanning: 4,94 m
- Lengte: 1,96 m
- Balken: C18, sectie 69×275 mm
- H.o.h.-afstand: 400 mm
- Gebruikscategorie: A (woonfunctie, $Q = 2,0 \text{ kN/m}^2$, NEN-EN 1991-1-1 tabel 6.2)

Belastingen

- Permanente belasting $G = 0,90 \text{ kN/m}^2$ (vloeropbouw + afwerking)
- Variabele belasting $Q = 2,0 \text{ kN/m}^2$ (woonfunctie)
- Totale belasting per $\text{m}^2 = 2,9 \text{ kN/m}^2$
- Lijnlast per balk: $2,9 \times 0,40 = 1,16 \text{ kN/m}$

Interne krachten (ULS)

- Moment: $M = q \cdot l^2 / 8 = 1,16 \times 4,94^2 / 8 \approx 3,5 \text{ kNm}$
- Dwarskracht: $V = q \cdot l / 2 = 1,16 \times 4,94 / 2 \approx 2,9 \text{ kN}$

Doorsnedetoetsing

- Benodigd weerstandsmoment $W_{\text{req}} = 3,5 \cdot 10^6 / 13,8 \approx 254.000 \text{ mm}^3$
- Balk 63×200 mm: $W = 420.000 \text{ mm}^3 \rightarrow$ voldoende
- Minimale balkmaat: ca. 63×200 mm
- Toegepast: 69×275 mm \rightarrow voldoet ruim

Doorbuiging (SLS)

- $q_{\text{SLS}} = G + \psi_2 \cdot Q = 0,90 + 0,3 \cdot 2,0 = 1,5 \text{ kN/m}^2$ (NEN-EN 1990 §6.5.3)
- Lijnlast = $1,5 \times 0,40 = 0,60 \text{ kN/m}$



- $\delta = 5 \cdot q \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot I)$
- Voor 63×200 mm: $\delta \approx 10 \text{ mm} < l/300 \text{ (16 mm)} \rightarrow$ voldoet net
- Voor 69×275 mm: $\delta \approx 5 \text{ mm} < l/300 \rightarrow$ voldoet ruim

Conclusie

Minimale balkmaat $\approx 63 \times 200 \text{ mm}$. De toegepaste balken $69 \times 275 \text{ mm}$ voldoen ruim.



5. Constructieve Berekening – Platdak

Situatie

- Overspanning: 4,94 m
- Lengte: 3,25 m
- H.o.h.-afstand: 400 mm
- Gebruikscategorie: B (balkons, $Q = 4,0 \text{ kN/m}^2$, NEN-EN 1991-1-1 tabel 6.2) (extra zwaar getoetst)

Belastingen

- Permanente belasting $G = 0,90 \text{ kN/m}^2$
- Variabele belasting $Q = 4,0 \text{ kN/m}^2$
- Totale belasting $= 4,9 \text{ kN/m}^2$
- Lijnlast per balk: $4,9 \times 0,40 = 1,96 \text{ kN/m}$

Interne krachten (ULS)

- Moment: $M = 1,96 \times 4,94^2 / 8 \approx 5,9 \text{ kNm}$
- Dwarskracht: $V = 1,96 \times 4,94 / 2 \approx 4,8 \text{ kN}$

Doorsnedetoetsing

- Benodigd $W_{req} = 5,9 \cdot 10^6 / 13,8 \approx 428.000 \text{ mm}^3$
- Balk $63 \times 225 \text{ mm}$: $W = 531.000 \text{ mm}^3 \rightarrow$ voldoende
- Minimale balkmaat: ca. $63 \times 225 \text{ mm}$

Doorbuiging (SLS)

- $q_{SLS} = G + \psi_2 \cdot Q = 0,90 + 0,3 \cdot 4,0 = 2,1 \text{ kN/m}^2$
- Lijnlast $= 2,1 \times 0,40 = 0,84 \text{ kN/m}$



- δ (63×225 mm) \approx 14 mm < $l/300$ (16 mm) → voldoet

Conclusie

Minimale balkmaat \approx 63×225 mm. De toegepaste balken 69×275 mm voldoen ruim.



6. Constructieve Berekening – Dubbele balken onder achtergevel

Situatie

- De achtergevelwand rust op twee samengevoegde vloerbalken.
- Balken: C18, sectie 69×275 mm (dubbel uitgevoerd).
- Overspanning: 4,94 m.
- H.o.h.-afstand: 400 mm.
- Gevelwand: stijlen 44×170 mm, OSB 12 mm, steenwol, Keralit buitenbekleding.

Belastingen

- Vloerbelasting per balk (woonfunctie): $q_{vloer} = 1,16 \text{ kN/m}$ (NEN-EN 1991-1-1).
- Eigen gewicht wand: $0,25 \text{ kN/m}^2 \times 2,60 \text{ m} = 0,65 \text{ kN/m}$ (NEN-EN 1991-1-1).
- Totale lijnlast = $1,16 + 0,65 = 1,81 \text{ kN/m}$.
- Verdeeld over 2 balken → $0,91 \text{ kN/m}$ per balk.

Interne krachten (ULS)

- Moment: $M = q \cdot l^2 / 8 = 0,91 \times 4,94^2 / 8 \approx 2,8 \text{ kNm}$.
- Dwarskracht: $V = q \cdot l / 2 = 0,91 \times 4,94 / 2 \approx 2,2 \text{ kN}$.

Doorsnedetoetsing

- Benodigd weerstandsmoment $W_{req} = 2,8 \cdot 10^6 / 13,8 \approx 203.000 \text{ mm}^3$ (NEN-EN 1995-1-1 §6.1).
- Beschikbaar W (69×275 mm) $\approx 870.000 \text{ mm}^3$.
- Veiligheidsmarge \approx factor 4,3 → voldoet ruim.

Doorbuiging (SLS)

- $q_{SLS} = 0,90 + 0,3 \times 2,0 = 1,5 \text{ kN/m}^2 \times 0,40 = 0,60 \text{ kN/m}$ (vloerbelasting).
- Wandlast SLS = $0,65 / 2 = 0,33 \text{ kN/m}$.



- Totale $q_{SLS} = 0,93 \text{ kN/m}$.
 - $\delta = 5 \cdot q \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot I) \approx 4 \text{ mm}$.
 - Toelaatbaar $l/300 = 16 \text{ mm}$.
- Voldoet ruim.

Conclusie

De dubbele balken $69 \times 275 \text{ mm}$ onder de achtergevel zijn ruim voldoende om zowel de vloerbelasting als het extra gewicht van de wand te dragen.

Zowel sterkte (ULS) als doorbuiging (SLS) voldoen ruimschoots aan de Eurocode-eisen.



7. Constructieve Berekening – Begane-grond wand Porotherm PM25

Situatie

- Begane-grond wanden uitgevoerd in Porotherm PM25 blokken, dikte 140 mm.
- Wandhoogte tot onderzijde verdiepingsvloer: 2,73 m.
- Bovengelegen constructie: houten verdiepingsvloer, houtskeletbouw eerste verdieping, pannendak.

Belastingen

Per strekkende meter wand:

- Verdiepingsvloer: $2,9 \text{ kN/m}^2 \times 4,94 \text{ m} / 2 \approx 7,2 \text{ kN/m}$
- Houtskelet gevelwand: $0,25 \text{ kN/m}^2 \times 2,60 \text{ m} \approx 0,65 \text{ kN/m}$
- Dakbelasting: $\approx 6,9 \text{ kN/m}$
- Totaal karakteristiek $\approx 14,8 \text{ kN/m}$

Drukspanning in wand

- Doorsnede per meter wand: $b \times h = 140 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} = 140.000 \text{ mm}^2 = 0,14 \text{ m}^2$
- Spanning $\sigma = N/A = 14,8 / 0,14 \approx 1,06 \text{ N/mm}^2$

Toelaatbare druksterkte (Eurocode 6)

- Karakteristieke druksterkte Porotherm PM25: $f_{bk} \approx 10 \text{ N/mm}^2$
- Reductiefactor $K \approx 0,45$ (dunne blokken, mortel M5)
- Materiaalfactor $\gamma_M = 2,7$
- Rekendruksterkte $f_d = (0,45 \times 10) / 2,7 \approx 1,67 \text{ N/mm}^2$

Vergelijking

- Berekende belasting: $1,06 \text{ N/mm}^2$
- Toelaatbaar: $1,67 \text{ N/mm}^2$



→ De belasting blijft binnen de toelaatbare druksterkte.

Conclusie

De begane-grond wanden in Porotherm PM25 blokken, dikte 140 mm en hoogte 2,73 m, kunnen de belasting uit verdiepingsvloer, houtskeletbouw en pannendak veilig dragen. De berekende drukspanning ($1,06 \text{ N/mm}^2$) blijft ruim onder de toelaatbare waarde ($1,67 \text{ N/mm}^2$).