

Archimedes

BREITNERSTRAAT 2D | POSTBUS 6494 | 5600 HL | EINDHOVEN | 040 7512345 | INFO@ARCHIMEDES.NL

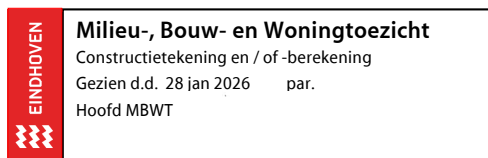
STATISCHE BEREKENING

Project: Verbouwing woonhuis te Eindhoven

Opdrachtgever:

Datum: 15-07-2025

Wijziging datum: 22-12-2025



STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

Projectgegevens

Werknummer: 2025000

Project: Verbouwing woonhuis
Sint Jansweg 15
Eindhoven

Opdrachtgever:

Constructeur:

Gecontroleerd:

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

Voorschriften en algemene gegevens

Materiaalkwaliteiten als hieronder tenzij anders aangegeven in de berekening

Belastingen	NEN-EN 1990 (Eurocode)	Grondslagen van het constructief ontwerp
	NEN-EN 1991 (Eurocode 1)	Belastingen op constructies
	Gevolgklasse	CC1
	Richtwaarde ontwerplevensduur	50 jaar
Beton	NEN-EN 1992 (Eurocode 2)	Ontwerp en berekening van betonconstructies
	NEN-EN 1994 (Eurocode 4)	Ontwerp en berekening van staal- betonconstructies
	Betonsterkteklasse i.h.w. gestort	C20/25
	Betonsterkteklasse prefab	C35/45
	Mortelklasse t.b.v. aangieten/injecteren K50	
	Wapening	B500 (staven –B, netten –A)
	Cement	CEM I 32,5 R (i.o.m. betontechnoloog)
Staal	NEN-EN 1993 (Eurocode 3)	Ontwerp en berekening van staalconstructies
	NEN-EN 1994 (Eurocode 4)	Ontwerp en berekening van staal- betonconstructies
	Staalkwaliteit gewalst staal	S235
	Ronde buizen	S235
	Vierkante en rechthoekige buizen	S275
	Geïntegreerde liggers, THQ/IFB/SFB	S355
	Lassen, elektrisch: minimale a	4 mm
	Bouten	8.8
	Ankers	4.6
Hout	NEN-EN 1995 (Eurocode 5)	Ontwerp en berekening van houtconstructies
	Naaldhout, sterkteklasse	C18
Metselwerk	NEN-EN 1996 (Eurocode 6)	Ontwerp en berekening metselwerkconstructies
Geotechniek	NEN-EN 1997 (Eurocode 7)	Geotechnisch ontwerp
Brand	Brandwerendheid hoofddraagconstr.	0 minuten
Software	Technosoft, SCIA Engineer, Microsoft Excel spreadsheets	

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

Inhoud

1	INLEIDING	4
2	UITGANGSPUNTEN	4
2.1	ONTWERPLEVENSDUUR	4
2.2	GEVOLGKLASSE	5
2.3	GEBRUIKSKLASSEN	5
2.4	BRANDWERENDHEID	5
3	BELASTINGEN, BELASTINGFACTOREN EN COMBINATIES	6
3.1	BLIJVENDE BELASTINGEN	6
3.2	VERANDERLIJKE BELASTINGEN	6
3.2.1	<i>Opgelegde belastingen</i>	6
3.2.2	<i>Sneeuwbelasting</i>	7
3.2.3	<i>Windbelasting</i>	7
3.3	OVERZICHT BLIJVENDE EN VERANDERLIJKE BELASTINGEN	8
3.4	BELASTINGFACTOREN EN BELASTINGCOMBINATIES	9
4	CONSTRUCTIEF ONTWERP	9
4.1	BOVENBOUW	9
4.2	FUNDERING	9
5	HOOFTBEREKENING	10
5.1	1 ^E VERDIEPINGSVLOER	10
5.1.1	<i>Stalen ligger boven kookeiland naar trapgat</i>	10
5.1.2	<i>Stalen ligger t.b.v. dragende wand tussen eetkamer en keuken</i>	11
5.2	KELDERDEK	14
5.2.1	<i>Ligger t.b.v. nieuwe deursparing</i>	14
5.3	STABILITEITSBESCHOUWING	14
6	GEWICHTSBEREKENING EN FUNDERING	15
6.1	ALGEMENE RICHTLIJNEN AANBRENGEN GRONDVERBETERING	15
6.2	TOELAATBARE GRONDSPANNINGEN	15
6.3	GEWICHTSBEREKENING	16

Bijlagen

A. Technosoft / QEC Uitvoer

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

1 Inleiding

In opdracht van verzorgt Archimedes de engineering voor de verbouwing van het woonhuis aan de Sint Jansweg 15 te Eindhoven. Voor de verbouwing zal een dragende wand tussen de huidige eetkamer en keuken worden verwijderd. Tevens wordt er in het souterrain een nieuwe deursparing gerealiseerd, hierbij wordt op basis van de bestaande stukken geconcludeerd dat een dergelijke deursparing op de originele tekeningen gemaakt zou zijn, hierom dient er in het werk te worden gecontroleerd of er mogelijk al een latei aanwezig is op de betreffende positie.

Wijziging 22-12-2025:

Op verzoek van de opdrachtgever is de stalen ligger op de verdiepingsvloer aangepast naar een IPE140 (eerder HEA100). Daarnaast is er in de achtergevel van de woning de stalen kolom opgegeven in plaats van de gemetselde penant. Als laatste is er tevens een toets van de bestaande fundering toegevoegd naar aanleiding van een opmerking van de gemeente.

2 Uitgangspunten**2.1 Ontwerplevensduur**

Conform Tabel 2.1 van de nationale bijlage van NEN-EN1990 geldt:

Ontwerplevensduur		Toepassing
klasse	jaren	
1	5	Tijdelijke constructies voor eenmalig gebruik en bouwwerken opgericht voor tijdelijke bewoning of op basis van een voorlopige bestemming^a Voor bouwwerken in gevolgklasse CC2 of CC3 moet een referentieperiode van 15 jaar voor de belastingen worden aangehouden. Indien sprake is van tijdelijk nieuwbouw voor bewoning, is een referentieperiode van 5 jaar altijd voldoende, omdat artikel 5.16 van het besluit omgevingsrecht geen langere vergunningstermijn dan 5 jaar toestaat. Voor een bouwwerk dat is opgericht op basis van een voorlopige bestemming (zie artikel 5.16 van het Besluit omgevingsrecht) moet ten minste als ontwerplevensduur zijn aangehouden de termijn die is genoemd in de betreffende omgevingsvergunning voor het bouwen en voor afwijken van het bestemmingsplan. Daarbij moet een minimum referentieperiode van 5 jaar zijn aangehouden voor constructies in gevolgklasse CC1.
2	15	Constructies voor landbouw en tuinbouw en soortgelijke toepassingen, uitsluitend voor productiedoeleinden, waarbij het aantal personen dat in het gebouw aanwezig is, beperkt is; Industriegebouwen met 1 of 2 bouwlagen
3	50	Gebouwen en andere gewone constructies
4	100	Monumentale gebouwen. De beslissing om een gebouw als monumentaal aan te merken is ter beoordeling van de opdrachtgever.
^a Constructies of delen van constructies die kunnen worden ontmanteld met de bedoeling om te worden hergebruikt mogen niet als tijdelijk zijn aangemerkt.		

Het gebouw van dit project valt onder Klasse 3

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

2.2 Gevolgklasse

De constructie moet worden berekend volgens de NEN-EN 1990 – Grondslagen van het constructief ontwerp. Uit Tabel B1 van de nationale bijlage horende bij NEN-EN 1990 volgen de volgende te hanteren gegevens:

Gevolgklasse CC1

Geringe gevolgen t.a.v. het verlies van mensenlevens, en/of verwaarloosbare economische of sociale gevolgen voor de omgeving.

Ondergeschikte gebouwen, lichte industrie maximaal 2 bouwlagen, gezinswoningen maximaal 3 bouwlagen, bouwwerken geen gebouw zijnde en landbouwgebouwen.

2.3 Gebruiksklassen

Volgens NEN-EN 1990-1-1, tabel NB.21-B1 en NEN-EN 1991-1-7, tabel NB.5-A1 wordt de gebouwconstructie ingedeeld in de volgende gebruiksklassen:

Vloeren	Categorie	
Begane grondvloer	A	Woonfunctie
Verdiepingsvloer	A	Woonfunctie
Dakvloer	H	Niet- toegankelijke daken, behalve voor gewoon onderhoud en Herstelwerkzaamheden

2.4 Brandwerendheid

Volgens Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL) hoofdstuk 4.2.2 Constructieve veiligheid bij brand, artikel 4.17, dient een bouwconstructie bij een brand in een brandcompartiment waarin die bouwconstructie niet ligt, niet binnen de in de onderstaande tabel aangegeven tijdsduur te bezwijken, door het bezwijken van een bouwconstructie binnen of aangrenzend aan dat brandcompartiment.

	hoogste vloer gebruiksfunctie boven meetniveau ¹											
	≤ 5 m			≤ 7 m			≤ 13 m			> 13 m		
	N	NR	B	N	NR	B	N	NR	B	N	NR	B
woonfunctie	60	30	0	60	30	0	90	90	30	120	120	60
slaapfunctie	60	30	0	90	60	30	90	60	30	120	90	60
andere functie	0	0	0	90	60	30	90	60	30	90	60	30
vluchtroute	30	30	20	30	30	20	30	30	20	30	30	20
N = nieuwbouw (zonder reductie) NR = nieuwbouw met reductie (volgens NEN 6090 bepaalde permanente vuurbelasting ≤ 500 MJ/m ²) B = bestaande bouw												
¹ het meetniveau is de hoogte van het aansluitende terrein, gemeten ter plaatse van de toegang van het gebouw.												

Grenswaarden brandwerendheid met betrekking tot bezwijken in minuten

Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL) eist dat de draagconstructie van een gebouw bij een brand in een bepaald brandcompartiment, gedurende een zekere tijdsduur in staat moet zijn de belasting te weerstaan om (voortschrijdend) bezwijken van de draagconstructie in andere brandcompartimenten te voorkomen. Mits door bezwijken van een draagconstructie van een woning waarin brand heerst geen (voortschrijdend) bezwijken op kan treden van de draagconstructie in andere compartimenten, geldt er voor eengezinswoningen geen brandwerendheidseis met betrekking tot bezwijken.

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

3 Belastingen, belastingfactoren en combinaties

3.1 Blijvende belastingen

Volumieke gewichten van materialen ten behoeve van het eigen gewicht van de constructie en de rustende belasting op de constructie worden bepaald volgens NEN-EN 1991-1-1, bijlage A.

3.2 Veranderlijke belastingen

3.2.1 Opgelegde belastingen

Voor het ontwerp en de berekening worden de volgende karakteristieke waarden voor de gelijkmatig verdeelde belastingen q_k en geconcentreerde belastingen Q_k van de opgelegde belastingen met de bijbehorende ψ -waarden toegepast.

Woonruimten

klasse/ categorie	gebruik	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	A [m ²]	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
	NEN-EN 1991-1-1, tabel 6.1	NEN-EN 1991-1-1, tabel NB.1 – 6.2			NEN-EN 1990 tabel NB.2 - A1.1		
A	Gemeenschappelijke – vloeren, trappen/ balkons	3,00	3	0,10 x 0,10	0,40	0,50	0,30
A	Woonruimte - vloeren	1,75	3	0,10 x 0,10	0,40	0,50	0,30
A	Woonruimte - trappen	2,00	3	0,10 x 0,10	0,40	0,50	0,30
A	Woonruimte - balkons	2,50	3	0,10 x 0,10	0,40	0,50	0,30

Volgens NEN-EN 1991-1-1, art. 6.3.1.2(1)P dient in het geval van vrije randen, zoals uitkragende vloeren, trapopeningen en balkons, een lijnlast worden toegepast van ten minste $q_k = 5$ kN/m over een lengte van 1 m en binnen een afstand van 0,1 m van de rand.

Op voorwaarde dat de vloerconstructie een zijdelingse verdeling van belastingen toelaat, mag volgens NEN-EN 1991-1-1, art. 6.3.1.2(8), het eigen gewicht van verplaatsbare scheidingswanden in rekening worden gebracht door een gelijkmatig verdeelde belasting q_k , die behoort te zijn opgeteld bij de veranderlijke belastingen op vloeren.

Scheidingswanden zwaarder dan 3,0 kN/m wandlengte worden, volgens NEN-EN 1991-1-1, art. 6.3.1.2(9), in rekening gebracht als een blijvende lijnlast.

Daken

klasse/ categorie	gebruik	α [°]	q_k^a [kN/m ²]	Q_k [kN]	A [m ²]	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
	NEN-EN 1991-1-1, tabel NB.4 – 6.10					NEN-EN 1990 tabel A1.1		
H	daken alleen	$0 \geq \alpha \leq 15^\circ$	1,00	2	0,10 x 0,10	0,00	0,00	0,00
	toegankelijk voor	$15 \geq \alpha \leq 20^\circ$	$4 - 0,2\{\alpha\}$	2	0,10 x 0,10	0,00	0,00	0,00
	onderhoud	$\alpha \geq 20^\circ$	0,00	2	0,10 x 0,10	0,00	0,00	0,00

^{a)} de belasting q_k werkt op elk afzonderlijk dak element tot een maximumoppervlakte van 10 m².

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

3.2.2 Sneeuwbelasting

De karakteristieke waarde van de sneeuwbelasting wordt bepaald volgens NEN-EN 1991-1-3. Hierbij wordt rekening gehouden met de belastingschikkingen op daken en lokale effecten.

Sneeuwbelasting plat dak: $q_s = 0,56 \text{ kN/m}^2$

Sneeuwbelasting hellend dak 30°: $q_s = 0,56 \text{ kN/m}^2$

3.2.3 Windbelasting

De karakteristieke windbelasting wordt bepaald volgens NEN-EN 1991-1-4. Hiervoor worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

Windgebied : III
 Terreincategorie : bebouwd
 Gebouwhoogte h = 10,0 m
 Extreme stuwdruk $q_p(h) = 0,56 \text{ kN/m}^2$

Tabel NB.5 — Extreme stuwdruk in kN/m² als functie van de hoogte

Hoogte m	Gebied I			Gebied II			Gebied III	
	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Onbebouwd	Bebouwd
1	0,93	0,71	0,69	0,78	0,60	0,58	0,49	0,48
2	1,11	0,71	0,69	0,93	0,60	0,58	0,49	0,48
3	1,22	0,71	0,69	1,02	0,60	0,58	0,49	0,48
4	1,30	0,71	0,69	1,09	0,60	0,58	0,49	0,48
5	1,37	0,78	0,69	1,14	0,66	0,58	0,54	0,48
6	1,42	0,84	0,69	1,19	0,71	0,58	0,58	0,48
7	1,47	0,89	0,69	1,23	0,75	0,58	0,62	0,48
8	1,51	0,94	0,73	1,26	0,79	0,62	0,65	0,51
9	1,55	0,98	0,77	1,29	0,82	0,65	0,68	0,53
10	1,58	1,02	0,81	1,32	0,85	0,68	0,70	0,56
15	1,71	1,16	0,96	1,43	0,98	0,80	0,80	0,66
20	1,80	1,27	1,07	1,51	1,07	0,90	0,88	0,74

Windcoëfficiënten worden per situatie bepaald in de berekening.

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

3.3 Overzicht blijvende en veranderlijke belastingen

Belastingen

Hellend dak - 30 graden

Eigen gewicht	0,65 /	cos 30 =	0,75
		+	-----
Totaal Permanent			0,75 kN/m ²
Veranderlijke belasting	0,80 *	0,70 =	0,56 kN/m ²
Momentaanfactor	0,00 /	0,56 =	0,00
Reductiefactor			1,00

Zoldervloer - hout

EG balklaag + underlayment		0,25 =	0,25
Isolatie en dakbedekking	0,03 +	0,12 =	0,15
Plafond, leidingen etc		0,15 =	0,15
Afwerking		0,35 =	0,35
		+	-----
Totaal Permanent			0,90 kN/m ²
Opgelegde belastingen	0,50 +	1,75 =	2,25 kN/m ²
Momentaanfactor	0,90 /	2,25 =	0,40
Reductiefactor			1,00

1e verdiepingvloer - Cusveller

Eigen gewicht		2,50 =	2,50
Afwerking	0,04 *	20,00 =	0,80
		+	-----
Totaal Permanent			3,30 kN/m ²
Opgelegde belastingen	0,50 +	1,75 =	2,25 kN/m ²
Momentaanfactor	0,90 /	2,25 =	0,40
Reductiefactor			1,00

Kelderdek - Cusveller

Eigen gewicht		2,50 =	2,50
Afwerking	0,04 *	20,00 =	0,80
		+	-----
Totaal Permanent			3,30 kN/m ²
Opgelegde belastingen	0,50 +	1,75 =	2,25 kN/m ²
Momentaanfactor	0,90 /	2,25 =	0,40
Reductiefactor			1,00

Spouwmuur 100 - x - 100

Eigen gewicht	0,10 *	18,50 =	1,85
Eigen gewicht	0,10 *	18,50 =	1,85
		+	-----
Totaal Permanent			3,70 kN/m ²

Wand d = 220 mm

Eigen gewicht	0,22 *	18,50 =	4,07
		+	-----
Totaal Permanent			4,07 kN/m ²

Wand d = 100 mm

Eigen gewicht	0,10 *	18,50 =	1,85
		+	-----
Totaal Permanent			1,85 kN/m ²

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

3.4 Belastingfactoren en belastingcombinaties

Gevolgsklasse CC1:

Tabel A1.2(C) - Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO)(Groep B)					
	Blijvende belasting		Overheersende belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (zo nodig)	Andere
Verg. 6.10a	$1,22 G_{kj,sup}$	$0,9 G_{kj,inf}$			$1,35 \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (i>1)$
Verg. 6.10b	$1,08 G_{kj,sup}$	$0,9 G_{kj,inf}$	$1,35 Q_{k,1}$		$1,35 \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (i>1)$
Tabel A1.3 - Rekenwaarden van belastingen voor het gebruik in buitengewone belastingcombinaties					
	Blijvende belasting		Overheersende belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (zo nodig)	Andere
Verg. 6.11a/b	$1,0 G_{kj,sup}$	$1,0 G_{kj,inf}$	$1,0 A_d$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (i>1)$

4 Constructief ontwerp

4.1 Bovenbouw

De draagconstructie van de bovenbouw is opgebouwd uit de volgende elementen:

Hellend dak 30° : Gordingen met spanten
 Verdiepingsvloeren : Cusvellervloer
 Kelderdek : Cusvellervloer
 Keldervloer : In het werk gestort beton

Dragende wanden : Metselwerk / Poriso
 Kelderwanden : Metselwerk

4.2 Fundering

Er is Geen geotechnisch onderzoek uitgevoerd dan wel bekend bij ons bureau. Op basis van de bestaande stukken kan worden geconcludeerd dat de bestaande woning is voorzien van een fundering op staal.

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

5 Hoofdberekening

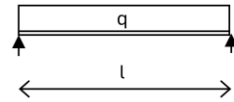
5.1 1^e verdiepingvloer

5.1.1 Stalen ligger boven kookeiland naar trapgat

Toepassen: IPE140

Schema

Balk, IPE140, dagmaat ±1.450 mm.



Lengte	=	1,6	m
Profiel	=	IPE140	
Doorsnedeklasse	=	4	
Wy	=	77,3	cm ³
I _y	=	541	cm ⁴
W _{kip}	=	1	

q	G _{rep}	$\psi_t \cdot \psi$	Q _{rep}	pb	vb	$\psi \cdot vb$
Wand d = 100 mm (	5,30)*(	1,85 +	0,00 *	0,00)=	9,81 +	0,00
Eigen gewicht ligger (	1,00)*(	0,13 +	0,00 *	0,00)=	0,13 +	0,00
Totaal				9,94 +	0,00 kN/m	0,00
			Reactie	7,95	0,00 kN	

Staalspanningen:

Belasting UGT

$$\begin{aligned}
 q_{s;d} &= 1,08 * 9,94 + 1,35 * 0,00 = 10,73 \text{ kN/m} & 6.10b \\
 &= 1,22 * 9,94 + 1,35 * 0,00 = 12,12 \text{ kN/m} & 6.10a \\
 M_{y;d;s} &= 0,125 * 12,12 * 1,600 * 1,600 = 3,88 \text{ kNm} \\
 M_{y;u;s} &= 77,30.E6 * 235.E-3 = 18,17 \text{ kNm} \\
 U.C. &= 3,88 / (1,000 * 18,17) = 0,21 < 1,00 \\
 R_d &= 0,50 * 12,12 * 1,600 = 9,70 \text{ kN} \\
 A_{opl} &= 9,70 * 10^3 / (4,00 / (1,80 / 1,20)) = 3.637 \text{ mm}^2 (=90 * 40 \text{ mm}^2)
 \end{aligned}$$

BGT

$$\begin{aligned}
 q &= 9,94 + 0,00 = 9,94 \text{ kN/m} \\
 d &= 5/384 * 9,94 * 1.600^4 / (2,1.E5 * 541.E4) = 0,75 \text{ mm} = l/2.144
 \end{aligned}$$

STATISCHE BEREKENING

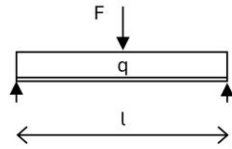
2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

5.1.2 Stalen ligger t.b.v. dragende wand tussen eetkamer en keuken

Toepassen: HEB240

Schema

Balk, HEB240, dagmaat ±4.150 mm.



Lengte	=	4,3	m
Profiel	=	HEB240	
Doorsnedeklasse	=	4	
Wy	=	938	cm ³
I _y	=	11259	cm ⁴
w _{kip}	=	1	

q		G _{rep}	ψ _t *ψ	Q _{rep}	pb	vb	ψ*vb
Hellend dak - 30 graden (		2,70)*(	0,75 + 0,00 *	0,56)=	2,03 +	0,00	0,00
Zoldervloer - hout (		2,70)*(	0,90 + 1,00 *	2,25)=	2,43 +	6,08 extr	2,43
1e verdiepingvloer - Cl (	1,25 *	2,70)*(	3,30 + 1,00 *	2,25)=	11,14 +	7,59 extr	3,04
Wand d = 100 mm (		5,30)*(	1,85 + 0,00 *	0,00)=	9,81 +	0,00	0,00
Eigen gewicht ligger (		1,00)*(	0,85 + 0,00 *	0,00)=	0,85 +	0,00	0,00
Totaal					26,25 +	13,67 kN/m	5,47

F		G _{rep}	ψ _t *ψ	Q _{rep}	pb	vb	ψ*vb
Reactie ligger (		1,00)*(	7,98 + 0,00 *	0,00)=	7,98 +	0,00	0,00
Totaal					7,98 +	0,00 kN	0,00
				Reactie	60,42	29,39 kN	

Staalspanningen:

Belasting UGT

$$\begin{aligned}
 q_{s;d} &= 1,08 * 26,25 + 1,35 * 13,67 = 46,80 \text{ kN/m} & 6.10b \\
 &= 1,22 * 26,25 + 1,35 * 5,47 = 39,40 \text{ kN/m} & 6.10a \\
 F_{s;d} &= 1,08 * 7,98 + 1,35 * 0,00 = 8,62 \text{ kN} & 6.10b \\
 &= 1,22 * 7,98 + 1,35 * 0,00 = 9,74 \text{ kN} & 6.10a \\
 M_{qy;d;s} &= 0,125 * 46,80 * 4,300 * 4,300 = 108,17 \text{ kNm} \\
 M_{Fy;d;s} &= 0,25 * 8,62 * 4,300 = 9,26 \text{ kNm} \\
 M_{y;d;s} &= 108,17 + 9,26 = 117,43 \text{ kNm} \\
 M_{y;u;s} &= 938,00.E6 * 235.E-3 = 220,43 \text{ kNm} \\
 U.C. &= 117,43 / (1,000 * 220,43) = 0,53 < 1,00 \\
 R_d &= 0,50 * 46,80 * 4,300 + 0,50 * 8,62 = 104,93 \text{ kN} \\
 A_{opt} &= 104,93 * 10^3 / (4,00 / (1,80 / 1,20)) = 39.348 \text{ mm}^2 (=250 * 157 \text{ mm}^2)
 \end{aligned}$$

BGT

$$\begin{aligned}
 q &= 26,25 + 13,67 = 39,92 \text{ kN/m} \\
 F &= 7,98 + 0,00 = 7,98 \text{ kN} \\
 d_{y;q} &= 5/384 * 39,92 * 4.300^4 / (2,1.E5 * 11.259.E4) = 7,52 \text{ mm} \\
 d_{F;q} &= 1/48 * (7,98 * 1000) * 4.300^3 / (2,1.E5 * 11.259.E4) = 0,56 \text{ mm} \\
 d &= 7,52 + 0,56 = 8,07 \text{ mm} = l/533
 \end{aligned}$$

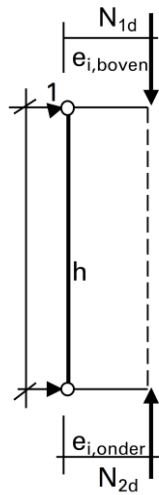
STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

5.1.2.1 Penant aan binnenzijde woning

Aanwezig: Penant 250x670 mm

Schema



Belastingen

F1	G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}	pb	vb	$\psi * vb$
Hellend dak - 30 graden (	2,70)*(	0,75 +	0,00 *	0,56) =	2,03 +	0,00
Zoldervloer - hout (	2,70)*(	0,90 +	1,00 *	2,25) =	2,43 +	6,08 extr 2,43
Reactie stalen ligger (	1,00)*(	60,42 +	1,00 *	29,39) =	60,42 +	29,39 extr 11,76
Wand d = 220 mm (	5,70)*(	4,07 +	0,00 *	0,00) =	23,20 +	0,00
Totaal				88,08 +	35,46 kN	14,19
Belasting UGT	$F_{s;d} = 1,08 * 88,08 + 1,35 * 35,46 = 143,00 \text{ kN}$			6.10b		
	$= 1,22 * 88,08 + 1,35 * 14,19 = 126,60 \text{ kN}$			6.10a		

Voor in- en uitvoer zie Bijlage A blz. 100-102

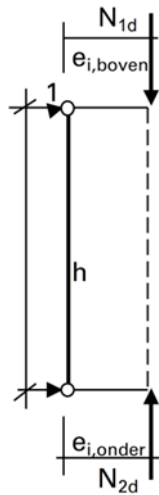
STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

5.1.2.2 Penant t.p.v. achtergevel woning

Toepassen: Nieuwe penant 210x300 mm

Schema



Belastingen

F1	G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}	pb	vb	$\psi * vb$
Hellend dak - 30 graden (	2,70)*(	0,75 +	0,00 *	0,56)=	2,03 +	0,00
Zoldervloer - hout (	2,70)*(	0,90 +	1,00 *	2,25)=	2,43 +	6,08 extr 2,43
Reactie stalen ligger (	1,00)*(	60,42 +	1,00 *	29,39)=	60,42 +	29,39 extr 11,76
Wand d = 100 mm (	5,70)*(	1,85 +	0,00 *	0,00)=	10,55 +	0,00
Totaal				75,42 +	35,46 kN	14,19
Belasting UGT	$F_{s;d} = 1,08 * 75,42 + 1,35 * 35,46 = 129,33 \text{ kN}$			6.10b		
	$= 1,22 * 75,42 + 1,35 * 14,19 = 111,17 \text{ kN}$			6.10a		

Voor in- en uitvoer zie Bijlage A blz. 103-105

Voor het alternatief in een stalen kolom zie in- en uitvoer Bijlage A blz. 106

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

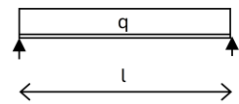
5.2 Kelderdek

5.2.1 Ligger t.b.v. nieuwe deursparing

Toepassen: HEA100

Schema

Balk, HEA100, dagmaat ±850 mm.



Lengte	=	1	m
Profiel	=	HEA100	
Doorsnedeklasse	=	4	
Wy	=	72,8	cm ³
I _y	=	349	cm ⁴
w _{kip}	=	1	

q		G _{rep}	ψ _t *ψ	Q _{rep}	pb	vb	ψ*vb
Hellend dak - 30 graden (		2,70)*(	0,75 +	0,00 *	0,56)=	2,03 +	0,00
Zoldervloer - hout (		2,70)*(	0,90 +	0,40 *	2,25)=	2,43 +	2,43
1e verdiepingvloer - Ct (	0,50 * 5,40 * 5,40 /	4,30)*(	3,30 +	0,40 *	2,25)=	11,19 +	3,05
Kelderdek - Cusveller (	0,50 * 5,40 * 5,40 /	4,30)*(	3,30 +	1,00 *	2,25)=	11,19 +	7,63 extr
Wand d = 100 mm (		8,05)*(	1,85 +	0,00 *	0,00)=	14,89 +	0,00
Eigen gewicht ligger (		1,00)*(	0,17 +	0,00 *	0,00)=	0,17 +	0,00
Totaal					+	+	+
					41,90 +	13,11 kN/m	8,53
				Reactie	20,95	6,56 kN	

Staalspanningen:

Belasting UGT

$$q_{s;d} = 1,08 * 41,90 + 1,35 * 13,11 = 62,95 \text{ kN/m}$$

$$= 1,22 * 41,90 + 1,35 * 8,53 = 62,63 \text{ kN/m}$$

$$M_{y;d;s} = 0,125 * 62,95 * 1,000 * 1,000 = 7,87 \text{ kNm}$$

$$M_{y;u;s} = 72,80.E6 * 235.E-3 = 17,11 \text{ kNm}$$

$$U.C. = 7,87 / (1,000 * 17,11) = 0,46 < 1,00$$

$$R_d = 0,50 * 62,95 * 1,000 = 31,47 \text{ kN}$$

$$A_{opl} = 31,47 * 10^3 / (4,00 / (1,80 / 1,20)) = 11.803 \text{ mm}^2 (=90 * 131 \text{ mm}^2)$$

BGT

$$q = 41,90 + 13,11 = 55,01 \text{ kN/m}$$

$$d = 5/384 * 55,01 * 1.000^4 / (2,1.E5 * 349.E4) = 0,98 \text{ mm} = 1/1.023$$

5.3 Stabiliteitsbeschouwing

De stabiliteit van het woonhuis wordt verzorgd door de schijfwerking in de vloeren. Daarnaast zijn er voldoende dragende wanden in beide windrichtingen aanwezig. Na het verwijderen van de wand t.g.v. de verbouwing zijn er nog steeds voldoende wanden in beide windrichtingen aanwezig. Hiermee is de stabiliteit voldoende gewaarborgd.

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

6 Gewichtsberekening en fundering

6.1 Algemene richtlijnen aanbrengen grondverbetering

Er moet worden ontgraven tot vaste zandbank. Vervolgens moet een goed verdicht zandpakket worden aangebracht tot onderkant fundering (en vloer, indien op zand gestort). Daarbij moet worden nagegaan of de noodzakelijke ontgravingen zonder risico voor de belendende percelen kunnen worden uitgevoerd. Het toegepaste zand dient geschikt te zijn voor grondverbetering conform NEN 6740. De zandaanvulling moet laagsgewijs, zoveel mogelijk in kruislingse gangen mechanisch worden verdicht door middel van trilapparatuur. De verdichtingsapparatuur dient te zijn afgestemd op kwaliteit van het zand en het te verdichten oppervlak. Het is niet toegestaan om een grondverbetering uit te voeren waarbij aanplempen of inwateren van zand wordt toegepast. De laagdikte dient tijdens het verdichten beperkt te blijven tot 0,2 à 0,3 meter. De grondverbetering kan worden gecontroleerd met behulp van sonderingen. Hierbij dient globaal een sondeerweerstand van tenminste 5 MN/m² te worden gehaald op een diepte van 0,5 meter. Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden voor grondverbetering dient de grondwaterstand te worden verlaagd zodat de bodem van de put droog is en de grondwaterstand zich buiten de invloedssfeer van de verdichtingsapparatuur bevindt. Over het algemeen zal een grondwaterniveau tot 0,5 meter onder het ontgravingsniveau toereikend zijn. De grondwaterspiegel mag niet verder verlaagd worden dan voor een goede uitvoering van de grondverbetering noodzakelijk is. De tijd van bemaling en openliggen van de ontgraven put dient hierbij zoveel mogelijk beperkt te worden.

6.2 Toelaatbare grondspanningen

Grondspanning bij strookbreedte van 400 mm:	$\sigma'_{\max;d}$	0,120	N/mm ²
Grondspanning bij strookbreedte van 1000 mm:	$\sigma'_{\max;d}$	0,160	N/mm ²
Grondspanning bij stroken breder dan 1200 mm:	$\sigma'_{\max;d}$	0,160	N/mm ²

Grondspanning m.b.t. poeren 10 % hoger

Voor tussenliggende waarden is geïnterpoleerd.

Strookbreedte c.q. Poerafmeting	Grondspanning $\sigma'_{\max;d}$	Toelaatbare Lijnlast Fr;v;d	Toelaatbare Puntlast Fr;v;d
400	0,120 N/mm ²	48,00 kN/m	21,12 kN
450	0,123 N/mm ²	55,50 kN/m	27,47 kN
500	0,127 N/mm ²	63,33 kN/m	34,83 kN
550	0,130 N/mm ²	71,50 kN/m	43,26 kN
600	0,133 N/mm ²	80,00 kN/m	52,80 kN
650	0,137 N/mm ²	88,83 kN/m	63,52 kN
700	0,140 N/mm ²	98,00 kN/m	75,46 kN
750	0,143 N/mm ²	107,50 kN/m	88,69 kN
800	0,147 N/mm ²	117,33 kN/m	103,25 kN
850	0,150 N/mm ²	127,50 kN/m	119,21 kN
900	0,153 N/mm ²	138,00 kN/m	136,62 kN
950	0,157 N/mm ²	148,83 kN/m	155,53 kN
1000	0,160 N/mm ²	160,00 kN/m	176,00 kN
1050	0,160 N/mm ²	168,00 kN/m	194,04 kN
1100	0,160 N/mm ²	176,00 kN/m	212,96 kN
1150	0,160 N/mm ²	184,00 kN/m	232,76 kN
1200	0,160 N/mm ²	192,00 kN/m	253,44 kN

STATISCHE BEREKENING

2025000 - Verbouwing woonhuis te Eindhoven

6.3 Gewichtsberekening

De muurdoorbraak bevindt zich onder de 1^e verdiepingvloer. De woningen zijn echter gebouwd met een half verdiepte kelder, hierbij is nog ca. 2 verdiepingshoogte aan metselwerk onder de stalen ligger aanwezig. Op basis hiervan wordt gesteld dat de bestaande wanden voldoende capaciteit bevatten om de betreffende belastingen weer het ter verdelen naar de fundering. Op basis hiervan zullen de optredende grondspanning minimaal toenemen.

Voor de volledigheid is de grondspanning op de twee posities getoetst.

Bestaande fundering t.p.v. midden woning

Poer 3.000 * 550 * 400 mm³.

			G _{rep}	ψ _t *ψ	Q _{rep}	pb	vb	ψ*vb
Hellend dak - 30 graden	(		2,70)*(	0,75 +	0,00 * 0,56) =	2,03 +	0,00	0,00
Zoldervloer - hout	(		2,70)*(	0,90 +	1,00 * 2,25) =	2,43 +	6,08 extr	2,43
Reactie stalen ligger	(		1,00)*(	60,41 +	1,00 * 29,39) =	60,41 +	29,39 extr	11,76
Wand d = 220 mm	(		5,70)*(	4,07 +	0,00 * 0,00) =	23,20 +	0,00	0,00
Kelderdek - Cusveller	(	1,25 *	2,70)*(	3,30 +	0,40 * 2,25) =	11,14 +	3,04	3,04
Wand d = 220 mm	(		3,00)*(	4,07 +	0,00 * 0,00) =	12,21 +	0,00	0,00
Eigen gewicht poer	(	0,40 * 3,00 *	0,55)*(	25,00 +	0,00 * 0,00) =	16,50 +	0,00	0,00
						+	+	+
Totaal						127,91 +	38,50 kN	17,22

Grondspanningen:

Belasting UGT $F_{s;d} = 1,08 * 127,91 + 1,35 * 38,50 = 190,12 \text{ kN}$ 6.10b

$= 1,22 * 127,91 + 1,35 * 17,22 = 179,30 \text{ kN}$ 6.10a

Poerafmetingen = 3.000 * 550 * 400 mm³ --> Grondspanning = sr;d = 190,12 / 1,650 = 115,22 kN/m²

De optredende grondspanning wordt acceptabel bevonden.

Bestaande fundering t.p.v. achtergevel

Poer 1.000 * 550 * 400 mm³.

			G _{rep}	ψ _t *ψ	Q _{rep}	pb	vb	ψ*vb
Hellend dak - 30 graden	(		1,00)*(	0,75 +	0,00 * 0,56) =	0,75 +	0,00	0,00
Zoldervloer - hout	(		1,00)*(	0,90 +	1,00 * 2,25) =	0,90 +	2,25 extr	0,90
Reactie stalen ligger	(	1,00 /	4,50)*(	60,41 +	1,00 * 29,39) =	13,42 +	6,53 extr	2,61
Wand d = 220 mm	(		5,70)*(	4,07 +	0,00 * 0,00) =	23,20 +	0,00	0,00
Kelderdek - Cusveller	(		0,50)*(	3,30 +	0,40 * 2,25) =	1,65 +	0,45	0,45
Wand d = 220 mm	(		3,00)*(	4,07 +	0,00 * 0,00) =	12,21 +	0,00	0,00
Eigen gewicht poer	(	0,40 * 1,00 *	0,55)*(	25,00 +	0,00 * 0,00) =	5,50 +	0,00	0,00
						+	+	+
Totaal						57,63 +	9,23 kN	3,96

Grondspanningen:

Belasting UGT $F_{s;d} = 1,08 * 57,63 + 1,35 * 9,23 = 74,70 \text{ kN}$ 6.10b

$= 1,22 * 57,63 + 1,35 * 3,96 = 75,66 \text{ kN}$ 6.10a

Poerafmetingen = 1.000 * 550 * 400 mm³ --> Grondspanning = sr;d = 75,66 / 0,550 = 137,57 kN/m²

De optredende grondspanning wordt acceptabel bevonden.

Bijlage A

Technosoft / QEC Uitvoer

Archimedes Bouwadvies B.V.

Eindhoven

Gebruikslicentie COMMERCIELE-versie tot 1-5-2026



Q

steenachtige constructies op druk en buiging

2-zijdig gesteund; dik 250 mm x 670 mm

berekening volgens eurocode 6 art.6.1.2: ongewapende metselwerk wanden

h= 2800 mm

werk = Verbouwing woonhuis
 werknummer = 2025000
 onderdeel = Penant in woning
 soort wand = enkel blad
 materiaal van wand of kolom = baksteen
 metselmortel shell-bedded metselwerk? nee

de steen wordt ingedeeld in categorie I
 genormaliseerde druksterkte steen $f_b = 15$ N/mm²
 perforaties in steen ≤ 0 %
 druksterkte mortel $f_m = 2,5$ N/mm²
 minimale voegdikte lintvoegen: $\geq 6,0$ mm en ≤ 15 mm

geometrie

wijze van ondersteuning v.d. wand = 2 zijdig
 aansluitende vloeren boven en onder = betonvloer
 dikte van de wand / kolom $t = 250$ mm
 breedte wand of kolom $b = 670$ mm
 vrije verdiepingshoogte $h = 2800$ mm geen verstijwingswanden
 totale hoogte constructie $h_{tot} = 7500$ mm
 doorgaande mortelvoeg // aan vlak v.d. wand? nee 3.6.2.1(6)

2-zijdig gesteunde wand

rekenwaarde uitwendige krachten

gevolgklasse CC 1 -
 normaalkracht aan bovenzijde $N_{1d} = 150$ kN
 normaalkracht in het midden $N_{md} = 150$ kN
 normaalkracht aan onderzijde $N_{2d} = 150$ kN

moment bovenzijde tgv vert. last $M_{1d} = 0$ kNm
 moment in midden tgv vert. last $M_{md} = 0$ kNm
 moment onderzijde tgv vert. last $M_{2d} = 0$ kNm

excentriciteit bovenzijde tgv hor.last $e_{he} = 0$ mm
 excentriciteit midden tgv hor.last $e_{hm} = 0$ mm
 excentriciteit onderzijde tgv hor.last $e_{he} = 0$ mm

voor de elasticiteitsmodulus rekenen met korteduur

bij een ingefreesde sleuf dieper dan 0,5t altijd een vrije rand rekenen

unity-checks	slankheid	0,31	knik	boven:	0,34	onder:	0,34	midden:	0,37	NB2018	0,38
--------------	-----------	------	------	--------	------	--------	------	---------	------	--------	------

effectieve hoogte : $h_{eff} = 2100$; effectieve dikte: $t_{eff} = 250$

bepaling rekenwaarde van de druksterkte, voor materialen A, B en C geldt: $\gamma_M = 1,5$

$$2.4.3(1) \quad f_d = f_k / \gamma_M = 4,4 / 1,5 = 2,9 \text{ N/mm}^2$$

bepaling karakteristieke druksterkte op basis van de samenstellende materialen art. 3.6.1.2

$$3.1 \quad f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta = 1,0 * 0,600 * 15^{0,65} * 2,5^{0,25} = 4,4 \text{ N/mm}^2$$

$$5.3(2) \quad \text{onvolkomenheden, scheefstand (in rad) } v = 1 / (100 \sqrt{h_{tot}}) = 1 / (100 \sqrt{7500}) = 0,0037 \text{ rad}$$

maximale scheefstand in de top $= v * h_{tot} = 0,0037 * 7500 = 27 \text{ mm}$
 maximale scheefstand wand of kolom $= v * h = 0,0037 * 2800 = 10 \text{ mm}$
 extra horizontale belasting $H = N_{Ed} * v * h / h = v * N_{Ed} = 0,0037 * 150 = 0,55 \text{ kN}$

de resulterende horizontale belasting hoort te zijn toegevoegd aan de overige belastingen

$$5.5.1.1(4) \quad \text{initiële excentriciteit } e_{init} = h_{eff} / 450 = 2100 / 450 = 4,7 \text{ mm}$$

$$\text{slankheid wand / penant } \lambda_h = h_{eff} / t_{ef} = 2100 / 250,0 = 8,4$$

$$5.5.1.4(2) \quad \text{slankheidsseis } \lambda_c = 27,0$$

$$3.7.2(2) \quad \text{elasticiteitsmodulus } E_2 = K_E * f_k * 1 / (1 + \phi) = 700 * 4,4 / 1,00 = 3070 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{elasticiteitsmodulus } E_1 = K_E * f_k * 1 / (1 + \phi) = 700 * 4,4 / 1,00 = 3070 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{kruipfactor voor korteduur } 1 / (1 + \phi) = 1 / (1 + 0) = 1,00$$

berekening effectieve hoogte met factor ρ

Penant in woning

$$5.5.1.2 \quad \text{effectieve hoogte van de te berekenen wand : } h_{ef} = \rho_h * h = 0,75 * 2800 = 2100 \text{ mm}$$

2-zijdig gesteunde wanden

$$5.3 \quad \text{i: wanden aan boven- en onderzijde gesteund door betonvloer } \rho_2 = 0,75$$

$$5.4 \quad \text{i: tenzij de excentriciteit } e_i \text{ aan bovenzijde groter is dan } 0,25t = 62,5 \quad e_{i,boven} = 12,5 \quad \rho_2 = 1,00$$

$$5.5 \quad \text{ii: wanden aan boven en onderzijde gesteund door een houten vloer, opleg} > 2/3t \quad \rho_2 = 1,00$$

opleg lengte houten balken groter dan $2/3 t = 2/3 * 250 = 166,7 \text{ mm}$ en $> 85 \text{ mm}$

Archimedes Bouwadvies B.V.

Eindhoven

Gebruikslicentie COMMERCIELE-versie tot 1-5-2026



maatgevende waarde voor 2-zijdig gesteunde wanden

$$\rho_h = 0,75$$

3-zijdig gesteunde wanden

5.5.1.2(4)	minimale lengte steunwand $= \frac{1}{5} h$	=	560	mm uc:	560	/	950	=	0,59
5.5.1.2(4)	minimale dikte steunwand $t_w = 0,3 t$	=	75	mm uc:	75	/	100	=	0,75
5.5.1.2(7)	maximum lengte wand $L1 = 15t$	=	3750	mm uc:	1200	/	3750	=	0,32

$$5.6 \quad \text{iii: driezijdig gesteund als } h \leq 3,5 L1 \leq 3,5 * 1200 = 4200 \text{ mm en } \rho_2 = 0,75$$

$$\rho_3 = \rho_2 / \{ 1 + (\rho_2 * h / 3 L1)^2 \} = 0,75 / \{ 1 + (\frac{0,75 * 2800}{3 * 1200})^2 \} = 0,56$$

$$5.7 \quad \text{iii: driezijdig gesteund als } h > 3,5 L1$$

$$\rho_3 = 1,5 L1 / h = 1,5 * 1200 / 2800 = 0,64$$

maatgevende waarde voor 3-zijdig gesteunde wanden $\rho_h = \text{n.v.t.}$

4-zijdig gesteunde wanden

	lengte steunwand $l1 =$	990	mm	en $(l2+l3) =$	950	mm		
5.5.1.2(4)	minimale lengte steunwand $l1 = \frac{1}{5} h$	=	560	mm uc:	560	/	990	= 1 -
	minimale lengte steunwand $l2+l3 = \frac{1}{5} h$	=	560	mm uc:	560	/	950	= 0,59 -
5.5.1.2(4)	minimale dikte steunwand $t_w = 0,3 t$	=	75	mm uc:	75	/	100	= 0,75 -
5.5.1.2(7)	maximum lengte wand $L2 = 30t$	=	7500	mm uc:	1200	/	7500	= 0,16 -

$$5.8 \quad \text{iv: vierzijdig gesteund als } h \leq 1,15 L2 \leq 1,15 * 1200 = 1380 \text{ mm en } \rho_2 = 0,75$$

$$\rho_4 = \rho_2 / \{ 1 + (\rho_2 * h / L2)^2 \} = 0,75 / \{ 1 + (\frac{0,75 * 2800}{1200})^2 \} = 0,18$$

$$5.9 \quad \text{iv: vierzijdig gesteund als } h > 1,15 L2$$

$$\rho_4 = 0,5 L2 / h = 0,5 * 1200 / 2800 = 0,21$$

maatgevende waarde voor 4-zijdig gesteunde wanden $\rho_h = \text{n.v.t.}$

berekening effectieve dikte

Penant in woning

$$5.5.1.3 \quad \text{effectieve dikte: enkel blad} \quad t_{ef} = \rho_t * t = 1,00 * 250,0 = 250,0 \text{ mm}$$

berekening factor ρ_t tbv bepaling effectieve dikte

(1)	enkelbladige wand	$t_{ef} = t$					$\rho_t =$	1,00	-
5.10	met steunberen	$l_{steun} / b_{steun} = 2000 / 200 = 10$	tabel 5.1	$\rho_t =$	0,96	-			
		$t_{steun} / t = 200 / 250 = 0,8$							
5.11	spouwmuur	$k_{terf} = E1 / E2 = 3070 / 3070 = 1,0$		$\rho_t =$	1,00	-			
		$k_{terf} = 0$ indien slechts 1 blad dragend is							
		$t_e = (k_{terf} t_1^3 + t_2^3)^{0,333} = (0,0 * 100^3 + 250^3)^{0,333} = 250,0 \text{ mm}$							

toetsingen

Penant in woning

6.1	$N_{Ed} \leq N_{Rd}$	boven	$N_{1d} / N_{Rd} = 150 / 440,8 = 0,34$	-
		midden	$N_{md} / N_{Rd} = 150 / 410,3 = 0,37$	-
		onder	$N_{2d} / N_{Rd} = 150 / 440,8 = 0,34$	-
5.5.1.1(5)	extra toets NB2018	midden	$N_{md} / N_{Rd} = 150 / 392,1 = 0,38$	-
5.5.1.4(2)	$\lambda_h = h_{ef} / t_{ef} \leq 27$	slankheid	$\lambda_c = 8,4 / 27,0 = 0,31$	-

berekening opneembare normaalkrachten N_{Rd}

	$N_{Rd} = \Phi b t (0,7 + 0,3A) f_d$	$N_{Rd} = \Phi$	b	t	factor	f_d	10^{-3}		
6.2		boven	0,90	670	250	1,000	2,92	10^{-3}	= 440,8 kN
		midden	0,84	670	250	1,000	2,92	10^{-3}	= 410,3 kN
		onder	0,90	670	250	1,000	2,92	10^{-3}	= 440,8 kN
5.5.1.1(5)	extra toets NB2018	midden	0,80	670	250	1,000	2,92	10^{-3}	= 392,1 kN

$$6.3 \quad \text{vermenigvuldigingsfactor druksterkte als } A < 0,1 m^2 = (0,7 + 3 A) = (0,7 + 3 * 0,1) = 1,00$$

met $A = b * t = 0,670 * 0,250 = 0,1675 m^2$

8.1.3 let op: de minimum doorsnede moet 0,04 m² zijn !

reductiefactor aan bovenzijde van de wand

$$6.4 \quad \Phi = 1 - 2 \frac{e_i}{t} = 1 - 2 \frac{12,5}{250,0} = 0,90$$

$$6.5 \quad e_{i,boven} = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} + e_{init} = \frac{0}{150} 10^3 + 0 + 4,7 = 4,7 \text{ mm}$$

$$6.5 \quad \text{minimaal } e_{i,boven} = 0,05t = 0,05 * 250 = 12,5 \text{ mm}$$

reductiefactor aan onderzijde van de wand

$$6.4 \quad \Phi = 1 - 2 \frac{e_i}{t} = 1 - 2 \frac{12,5}{250,0} = 0,90$$

$$6.5 \quad e_{i,onder} = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} + e_{init} = \frac{0}{150} 10^3 + 0 + 4,7 = 4,7 \text{ mm}$$



Archimedes Bouwadvies B.V.

Eindhoven

Gebruikslicentie COMMERCIELE-versie tot 1-5-2026



steenachtige constructies op druk en buiging

2-zijdig gesteund; dik 210 mm x 300 mm

berekening volgens eurocode 6 art.6.1.2: ongewapende metselwerk wanden

h= 2800 mm

werk = Verbouwing woonhuis
 werknummer = 2025000
 onderdeel = Penant in woning - achtergevel
 soort wand = enkel blad
 materiaal van wand of kolom = poriso
 metselmortel shell-bedded metselwerk? nee

de steen wordt ingedeeld in categorie I
 genormaliseerde druksterkte steen $f_b = 15$ N/mm²
 perforaties in steen ≤ 0 %
 druksterkte mortel $f_m = 10$ N/mm²
 minimale voegdikte lintvoegen: $\geq 6,0$ mm en ≤ 15 mm

geometrie

wijze van ondersteuning v.d. wand = 2 zijdig
 aansluitende vloeren boven en onder = betonvloer
 dikte van de wand / kolom $t = 210$ mm
 breedte wand of kolom $b = 300$ mm
 vrije verdiepingshoogte $h = 2800$ mm geen verstijwingswanden
 totale hoogte constructie $h_{tot} = 7500$ mm
 doorgaande mortelvoeg // aan vlak v.d. wand? nee 3.6.2.1(6)

2-zijdig gesteunde wand

rekenwaarde uitwendige krachten

gevolgklasse CC 1 -
 normaalkracht aan bovenzijde $N_{1d} = 140$ kN
 normaalkracht in het midden $N_{md} = 140$ kN
 normaalkracht aan onderzijde $N_{2d} = 140$ kN

moment bovenzijde tgv vert. last $M_{1d} = 0$ kNm
 moment in midden tgv vert. last $M_{md} = 0$ kNm
 moment onderzijde tgv vert. last $M_{2d} = 0$ kNm

excentriciteit bovenzijde tgv hor.last $e_{he} = 0$ mm
 excentriciteit midden tgv hor.last $e_{hm} = 0$ mm
 excentriciteit onderzijde tgv hor.last $e_{he} = 0$ mm

voor de elasticiteitsmodulus rekenen met korteduur

bij een ingefreesde sleuf dieper dan 0,5t altijd een vrije rand rekenen

unity-checks	slankheid	0,37	knik	boven:	0,67	onder:	0,67	midden:	0,75	NB2018	0,83
--------------	-----------	------	------	--------	------	--------	------	---------	------	--------	------

effectieve hoogte : $h_{eff} = 2100$; effectieve dikte: $t_{eff} = 210$

bepaling rekenwaarde van de druksterkte, voor materialen A, B en C geldt: $\gamma_M = 1,5$

$$2.4.3(1) \quad f_d = f_k / \gamma_M = 6,2 / 1,5 = 4,1 \text{ N/mm}^2$$

bepaling karakteristieke druksterkte op basis van de samenstellende materialen art. 3.6.1.2

$$3.1 \quad f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta = 1,0 * 0,600 * 15^{0,65} * 10^{0,25} = 6,2 \text{ N/mm}^2$$

$$5.3(2) \quad \text{onvolkomenheden, scheefstand (in rad) } v = 1 / (100 \sqrt{h_{tot}}) = 1 / (100 \sqrt{7500}) = 0,0037 \text{ rad}$$

maximale scheefstand in de top $= v * h_{tot} = 0,0037 * 7500 = 27 \text{ mm}$
 maximale scheefstand wand of kolom $= v * h = 0,0037 * 2800 = 10 \text{ mm}$
 extra horizontale belasting $H = N_{Ed} * v * h / h = v * N_{Ed} = 0,0037 * 140 = 0,51 \text{ kN}$

de resulterende horizontale belasting hoort te zijn toegevoegd aan de overige belastingen

$$5.5.1.1(4) \quad \text{initiële excentriciteit } e_{init} = h_{eff} / 450 = 2100 / 450 = 4,7 \text{ mm}$$

$$\text{slankheid wand / penant } \lambda_h = h_{eff} / t_{ef} = 2100 / 210,0 = 10,0$$

$$5.5.1.4(2) \quad \text{slankheidsseis } \lambda_c = 27,0$$

$$3.7.2(2) \quad \text{elasticiteitsmodulus } E_2 = K_E * f_k * 1 / (1 + \Phi) = 700 * 6,2 * 1,00 = 4342 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{elasticiteitsmodulus } E_1 = K_E * f_k * 1 / (1 + \Phi) = 700 * 6,2 * 1,00 = 4342 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{kruipfactor voor korteduur } 1 / (1 + \Phi) = 1 / (1 + 0) = 1,00$$

berekening effectieve hoogte met factor ρ

Penant in woning - achtergevel

$$5.5.1.2 \quad \text{effectieve hoogte van de te berekenen wand : } h_{ef} = \rho_h * h = 0,75 * 2800 = 2100 \text{ mm}$$

2-zijdig gesteunde wanden

$$5.3 \quad \text{i: wanden aan boven- en onderzijde gesteund door betonvloer } \rho_2 = 0,75$$

$$5.4 \quad \text{i: tenzij de excentriciteit } e_i \text{ aan bovenzijde groter is dan } 0,25t = 52,5 \quad e_{i,boven} = 10,5 \quad \rho_2 = 1,00$$

$$5.5 \quad \text{ii: wanden aan boven en onderzijde gesteund door een houten vloer, opleg} > 2/3t \quad \rho_2 = 1,00$$

$$\text{opleg} > 2/3t = 2/3 * 210 = 140,0 \text{ mm en } > 85 \text{ mm}$$

Archimedes Bouwadvies B.V.

Eindhoven

Gebruikslicentie COMMERCIELE-versie tot 1-5-2026



maatgevende waarde voor 2-zijdig gesteunde wanden

$$\rho_h = 0,75$$

3-zijdig gesteunde wanden

5.5.1.2(4)	minimale lengte steunwand = $\frac{1}{5} h$	=	560	mm uc:	560	/	950	=	0,59
5.5.1.2(4)	minimale dikte steunwand $t_w = 0,3 t$	=	63	mm uc:	63	/	100	=	0,63
5.5.1.2(7)	maximum lengte wand $L1=15t$	=	3150	mm uc:	1200	/	3150	=	0,38
5.6	iii: driezijdig gesteund als $h \leq 3,5 L1 \leq 3,5 * 1200$	=	4200	mm	en	ρ_2	=	0,75	
	$\rho_3 = \rho_2 / \{ 1 + (\rho_2 * h / 3 L1)^2 \} =$	0,75 / { 1 + (	0,75	2800	)^2 }	ρ_3	=	0,56	
			(	3	1200	)			
5.7	iii: driezijdig gesteund als $h > 3,5 L1$								
	$\rho_3 = 1,5 L1 / h =$	1,5	1200	/	2800	ρ_3	=	0,64	
	maatgevende waarde voor 3-zijdig gesteunde wanden					ρ_h	=	n.v.t.	

4-zijdig gesteunde wanden

	lengte steunwand $l1 =$	990	mm	en $(l2+l3) =$	950	mm		
5.5.1.2(4)	minimale lengte steunwand $l1 = \frac{1}{5} h$	=	560	mm uc:	560	/	990	= 1 -
	minimale lengte steunwand $l2+l3 = \frac{1}{5} h$	=	560	mm uc:	560	/	950	= 0,59 -
5.5.1.2(4)	minimale dikte steunwand $t_w = 0,3 t$	=	63	mm uc:	63	/	100	= 0,63 -
5.5.1.2(7)	maximum lengte wand $L2 = 30t$	=	6300	mm uc:	1200	/	6300	= 0,19 -
5.8	iv: vierzijdig gesteund als $h \leq 1,15 L2 \leq 1,15 * 1200$	=	1380	mm	en	ρ_2	=	0,75
	$\rho_4 = \rho_2 / \{ 1 + (\rho_2 * h / L2)^2 \} =$	0,75 / { 1 + (	0,75	2800	)^2 }	ρ_4	=	0,18
5.9	iv: vierzijdig gesteund als $h > 1,15 L2$							
	$\rho_4 = 0,5 L2 / h =$	0,5	1200	/	2800	ρ_4	=	0,21
	maatgevende waarde voor 4-zijdig gesteunde wanden					ρ_h	=	n.v.t.

berekening effectieve dikte

Penant in woning - achtergevel

5.5.1.3	effectieve dikte: enkel blad	$t_{ef} = \rho_t * t$	=	1,00	*	210,0	=	210,0	mm
	berekening factor ρ_t tbv bepaling effectieve dikte								
(1)	enkelbladige wand	$t_{ef} = t$				ρ_t	=	1,00	-
5.10	met steunberen	$t_{steun} / b_{steun} =$	2000	/	200	=	10	tabel 5.1	ρ_t = 0,99 -
		$t_{steun} / t =$	200	/	210	=	1,0		
5.11	spouwmuur	$k_{tef} = E1 / E2$	4342	/	4342	=	1,0		ρ_t = 1,00 -
		$k_{tef} = 0$ indien slechts 1 blad dragend is				=	0,0		
	$t_e = (k_{tef} t_1^3 + t_2^3)^{0,333} =$	0,0	100	3	+	210	3	0,333	= 210,0 mm

toetsingen

Penant in woning - achtergevel

6.1	$N_{Ed} \leq N_{Rd}$	boven	N_{1d}	/	N_{Rd}	=	140	/	208,5	=	0,67	-
		midden	N_{md}	/	N_{Rd}	=	140	/	186,7	=	0,75	-
		onder	N_{2d}	/	N_{Rd}	=	140	/	208,5	=	0,67	-
5.5.1.1(5)	extra toets NB2018	midden	N_{md}	/	N_{Rd}	=	140	/	169,2	=	0,83	-
5.5.1.4(2)	$\lambda_h = h_{ef} / t_{ef} \leq 27$	slankheid	λ_h	/	λ_c	=	10,0	/	27,0	=	0,37	-

berekening opneembare normaalkrachten N_{Rd}

	$N_{Rd} = \Phi$	b	t	factor	f_d	10^{-3}		
6.2	$N_{Rd} = \Phi b t (0,7 + 0,3A) f_d$	boven	0,90	300	210	0,889	4,14	10^{-3} = 208,5 kN
		midden	0,81	300	210	0,889	4,14	10^{-3} = 186,7 kN
		onder	0,90	300	210	0,889	4,14	10^{-3} = 208,5 kN
5.5.1.1(5)	extra toets NB2018	midden	0,73	300	210	0,889	4,14	10^{-3} = 169,2 kN

6.3	vermenigvuldigingsfactor druksterkte als $A < 0,1 m^2 = (0,7 + 3 A) =$	(0,7 +	3	0,063	) =	0,89	-
	met $A = b * t =$	0,300	*	0,210	=	0,063	m^2
8.1.3	let op: de minimum doorsnede moet 0,04 m^2 zijn !						

reductiefactor aan bovenzijde van de wand

6.4	$\Phi = 1 - 2 \frac{e_i}{t} =$	1	-	2	$\frac{10,5}{210,0}$	=	0,90
6.5	$e_{i,boven} = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} + e_{init} =$	0	$10^3 +$	0	+	4,7	= 4,7 mm
6.5	minimaal $e_{i,boven} = 0,05t$	=	0,05	210	=	10,5	mm

reductiefactor aan onderzijde van de wand

Reductiefactor aan onderzijde van de wand

6.4	$\Phi = 1 - 2 \frac{e_i}{t} =$	1	-	2	$\frac{10,5}{210,0}$	=	0,90
6.5	$e_{i,onder} = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} + e_{init} =$	0	$10^3 +$	0	+	4,7	= 4,7 mm

Q Datum : 2

Archimedes Bouwadvies B.V.

Eindhoven

Gebruikslicentie COMMERCIELE-versie tot 1-5-2026



prismatische op druk belaste staaf (centrisch belaste staalkolom)

K 080 x 80 x 5

werk

Verbouwing woonhuis

werknummer

2025000

onderdeel

Alternatief kolom

uc y-richting

0,66

materiaal S275

uc z-richting

0,66

klasse

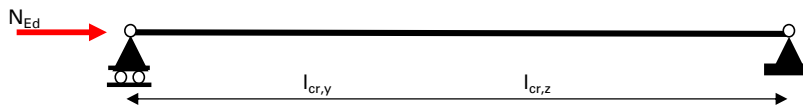
3

flensdikte <40

art. 6.3.1 prismatische op druk belaste staven

Alternatief kolom

rekenwaarde normaalkracht	N_{Ed}	=	120	kN	profiel	=	K 080 x 80 x 5 E	=	210000	N/mm ²
kniklengte y-richting	$l_{cr,y}$	=	3000	mm	kwalite	=	S275 A	=	14,4	cm ²
kniklengte z-richting	$l_{cr,z}$	=	3000	mm	f_y	=	275 N/mm ²	γ_{M1}	=	1,00 -
reductie doorsnede	A_{red}	=	0	cm ²	y-richting			z-richting		
kipkromme aanpassen naar warmgewalste buis		=	nee		i_y	=	30,3 mm	i_z	=	30,3 mm
					kromm	=	c	kromm	=	c



y-richting

$$6.46 \quad \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad = \quad \frac{120}{183} \quad = \quad 0,66$$

$$6.47-48 \quad N_{b,Rd} = \chi_y A f_y / \gamma_{M1} = N_{b,Rd} = 0,462 \cdot 14,4 \cdot 275 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 182,6 \text{ kN}$$

$$6.49 \quad \chi_y = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_y^2}} \leq 1,0 \quad \chi_y = \frac{1}{1,383 + \sqrt{(1,383^2 - 1,142^2)}} = 0,462$$

$$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 [1 + 0,49 (1,142 - 0,2) + 1,142^2] = 1,383$$

$$6.50 \quad \text{bij klasse 1, 2 en 3 geldt } \lambda_y = \lambda_y / \lambda_1 = 99,2 / 86,8 = 1,142$$

$$N_{cr} = A f_y / \lambda_y^2 = 14,4 \cdot 275 \cdot 10^{-1} / 1,142^2 = 302,7 \text{ kN (ter informatie)}$$

$$(4) N_{Ed} / N_{cr} = 120 / 302,7 = 0,396$$

$$6.52 \quad \text{bij klasse 1, 2 en 3 geldt } \lambda_T = \sqrt{(A f_y / N_{cr})} = \sqrt{(14,4 \cdot 10^2 / 275 / 302,7 \cdot 10^3)} = 1,142$$

$$6.53 \quad \text{bij klasse 4 geldt: } \lambda_T = \sqrt{(A_{eff} f_y / N_{cr})} = \sqrt{(14,4 \cdot 10^2 / 275 / 302,7 \cdot 10^3)} = 1,142$$

conclusie: hier komt hetzelfde uit als uit formule 6.50. en 6.51

z-richting

$$6.46 \quad \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad = \quad \frac{120}{183} \quad = \quad 0,66$$

$$6.47-48 \quad N_{b,Rd} = \chi_z A f_y / \gamma_{M1} = N_{b,Rd} = 0,462 \cdot 14,4 \cdot 275 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 183 \text{ kN}$$

$$6.49 \quad \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_z^2}} \leq 1,0 \quad \chi_z = \frac{1}{1,383 + \sqrt{(1,383^2 - 1,142^2)}} = 0,462$$

$$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 [1 + 0,49 (1,142 - 0,2) + 1,142^2] = 1,383$$

$$6.50 \quad \text{bij klasse 1, 2 en 3 geldt: } \lambda_z = \lambda_z / \lambda_1 = 99,2 / 86,8 = 1,142$$

$$N_{cr} = A f_y / \lambda_z^2 = 14,4 \cdot 275 \cdot 10^{-1} / 1,142^2 = 302,7 \text{ kN (ter informatie)}$$

$$(4) N_{Ed} / N_{cr} = 120 / 302,7 = 0,396$$