



Memo Externe Veiligheid

onderwerp	Milieuplanologische onderzoeken ontwikkeling hoek Veilingstraat/Eindhovenseweg Venlo	datum	15 december 2020
bestemd voor	WESKI Vastgoed B.V.	referentie	204224_M_JOA_0723
ter attentie van	Marc Vondenhoff	projectnummer	204224
opgesteld door	Juul Osinga		

Inleiding

WESKI Vastgoed B.V. ontwikkelt op de hoek van de Veilingstraat en Eindhovenseweg in Venlo een appartementencomplex met circa 70 appartementen. Ten behoeve van de ruimtelijke inpassing van de voorgenomen ontwikkeling wordt een juridisch planologie procedure doorgelopen. Daarbij dient onderbouwd te worden dat de voorgenomen ontwikkeling voldoet aan een goede ruimtelijke ordening en aan geldende wet- en regelgeving. Eén van de aspecten die daarbij aan de orde is betreft externe veiligheid.

Beschrijving resultaten Quickscan externe veiligheid

Binnen de ontwikkeling worden gevoelige functies mogelijk gemaakt (woningen) in de nabijheid van risicobronnen voor externe veiligheid. Er is geen sprake van de realisatie van risicovolle activiteiten of inrichtingen. Aveco de Bondt heeft middels een quickscan de risicobronnen rondom het projectgebied in kaart gebracht en beoordeeld of deze risicobronnen een belemmering vormen voor de voorgenomen ontwikkeling (Quickscan externe veiligheid, Aveco de Bondt, datum: 28 mei 2020, referentie: 201944_R_JOA_0192). Uit deze quickscan blijkt het volgende:

- De afstand tussen het plangebied en de risicobronnen in de omgeving is dusdanig groot (minimaal 50 meter) dat het plaatsgebonden risico (PR) geen belemmering vormt voor de ontwikkeling.
- Het plangebied is niet gelegen binnen een plasbrandaandachtsgebied.
- Het plangebied ligt wél binnen het invloedsgebied voor transport van gevaarlijke stoffen over het spoor en binnen het invloedsgebied van het ten oosten gelegen emplacement. Beide risicobronnen zijn aanvullend onderzocht, waaruit blijkt dat verantwoording van het groepsrisico benodigd is en het bestuur van de veiligheidsregio in de gelegenheid moet worden gesteld om advies uit te brengen.

Advies Veiligheidsregio Limburg-Noord en reactie Gemeente Venlo

De Veiligheidsregio Limburg-Noord heeft advies uitgebracht op de plannen en randvoorwaarden meegegeven in een overleg op 16 juni 2020. Op 19 november 2020 is door de Gemeente Venlo een mail gestuurd waarin wordt aangegeven dat de veiligheidsregio (VRLN) de aangereikte tekeningen andere visuele ontwerpen op hoofdlijnen heeft bekeken en constateert dat nog een aantal kenmerken missen. Twee kenmerken uit deze mail van 19 november 2020 zijn in een vervolgmil van de Gemeente Venlo op 4 december 2020 verduidelijkt. Het betreffen de volgende twee kenmerken, waarbij kort is samengevat wat de strekking is uit de hiervoor benoemde mailwisseling:



1. Brandwerende (30 minuten NEN 6069) en scherfwerende beglazing
De eis is het toepassen van brandwerend (30 min) en scherfwerende beglazing. Na vragen over deze eis is aangegeven dat van het toepassen van brandwerende beglazing onder omstandigheden kan worden afgeweken, mits onderbouwd. Deze eis heeft alleen betrekking op de gevel aan de Eindhovenseweg.
2. Constructie bezwijkt niet bij overdruk
De eis is het voldoen aan de weerstand tegen explosiedruk, die kan oplopen tot 15 kN/m². Na vragen over deze eis is aangegeven dat voor dit project een eis gesteld wordt van een weerstand tegen 2,25 kN/m² windbelasting.

In onderhavige memo is de onderbouwing opgenomen voor het afwijken van de gestelde eis voor het toepassen van brandwerende (30 minuten NEN6069) beglazing. Verder is een aanvullende toelichting opgenomen over gestelde eisen met betrekking tot de weerstand van de constructie tegen de verhoogde windbelasting als explosiedruk.

Onderbouwing afwijken eis voor toepassen brandwerende (30 minuten NEN6069) beglazing

De eis voor het toepassen van brandwerende beglazing is afgeleid uit het gemeenlijk beleidsplan "Externe Veiligheid Venlo 2012-2015" vastgesteld op 25 januari 2012.

In hoofdstuk 5.9 van dit beleidsplan worden de planologisch-juridische kaders voor transportassen omschreven (spoorlijn, A73, A67, toekomstige A74). Het appartementengebouw bevindt zich in de zone van 30m tot 200m vanaf het spoor. Deze zone hangt samen met het invloedsgebied van brandbare gassen (BLEVE) en toxische gassen. Er is geen sprake van een plasbrandaandachtsgebied.

In relatie tot de gevelopeningen in het ontwerp zijn de volgende bouwkundige maatregelen uit het planologisch-juridisch kader relevant:

- Gevel (incl. beglazing en kozijnen) zodanig uitvoeren dat deze tenminste 30 minuten brandwerend is conform NEN6069, uitgezonderd de gevel aan de niet-risicozijden;
- Beglazing aan gebouwen zodanig uitvoeren zodat scherfwerking wordt voorkomen (klasse P2A conform EN 356) met een flexibele vassing van het glas in de constructie.

Scenario

De bouwkundige maatregel van het toepassen van brandwerende beglazing is enkel relevant voor een BLEVE scenario en niet voor een scenario waarbij toxische gassen vrijkomen. Bij een Bleve ontwikkelt zich een vuurbal met een zeer intense kortstondige (< 30 sec.) warmtestraling en is er tegelijkertijd sprake van een zware drukgolf die een fractie van een seconde duurt. De vrijkomende straling kan weliswaar zeer intens zijn, maar is slechts gedurende een zeer korte tijd aanwezig. Dit in tegenstelling tot de warmte van een plasbrand die langdurig aanwezig kan zijn. Het glas zal door de stralingsimpuls van de explosie sterk in temperatuur kunnen toenemen, waarna het glas als reactie kan barsten. Door de toepassing van scherfwerende beglazing, zal als gevolg van de folie, het glas (net zoals bij een drukgolf) bij elkaar houden. Zie ook de informatiebundel "Beglazing in explosieaandachtsgebieden, toepassing scherfvrij glas, Informatiebundel omgevingsveiligheid", project nummer 01.0456797.100 definitief d.d. 8 april 2020 opgesteld door Antea group.

Uitvoerbaarheid

De gevel aan de Eindhovenseweg heeft niet alleen aanvullende maatregelen in het kader van Externe Veiligheid, maar ook in het kader van de gevelgeluidwering. De gevelgeluidwering dient



te voldoen aan de eisen zoals gesteld in het Bouwbesluit. De gevelwerende maatregelen zijn afhankelijk van de hoogte van de geluidbelasting. Aan de zijde van de Eindhovense weg is sprake van een gecumuleerde geluidbelasting van ten hoogste 69 dB. Voor het glas betekent dit, dat zwaar, akoestisch glas (met twee folies) dient te worden toegepast. Bij verschillende leveranciers is navraag gedaan of het mogelijk is de akoestische eigenschappen te combineren met de gevraagde scherfwerende en brandwerende eigenschappen. De toepassing van 4 folies in het glas in combinatie met de voorziene kozijnen en afmetingen van de gevelopeningen, blijkt momenteel niet mogelijk te zijn. Deze combinatie van specificaties is eveneens nog niet getest, waardoor werking van het glas niet te garanderen valt.

Beoordeling ten opzichte van huidig en toekomstig beleid

Door AVIV is een beschouwing opgesteld van het huidig en toekomstig beleid rondom externe veiligheid en hoe dit beleid zich verhoudt tot de voorgenomen ontwikkeling. Deze memo is bijgevoegd in bijlage 1.

Uit de memo van AVIV blijkt dat vanuit het huidig beleid geen aanvullende eisen/motiveringen van toepassing kunnen zijn in relatie tot het plaatsgebonden risico en een plasbrandaandachtsgebied. Het plangebied ligt immers op voldoende afstand daarvoor. Wel dient het groepsrisico te worden verantwoord waarbij de veiligheidsregio advies mag uitbrengen over de aspecten bestrijding en zelfraadzaamheid indien een ramp zich voordoet.

In het toekomstig beleid (wat ingevoerd wordt met de Omgevingswet) is sprake van aandachtsgebieden en voorschriftengebieden. In een voorschriftengebied gelden de extra bouweisen van paragraaf 4.2.14 van het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bkl, artikel 4.91 t/m 4.96). Aanvullende eisen dan beschreven in deze paragraaf/artikelen van het Bkl kunnen niet worden gesteld onder de Omgevingswet.

Het plan ligt gezien de afstand buiten het brandaandachtsgebied van het spoor en emplacement, de aanvullende bouweisen die aan het brandaandachtsgebied gekoppeld zijn kunnen derhalve niet worden opgelegd. Het plan ligt wel binnen het explosieaandachtsgebied en gifwolkaandachtsgebied. Vanwege de ligging binnen het explosieaandachtsgebied kan een aanvullende bouweis worden gesteld die betrekking heeft op het voorkomen van letsel door scherfwerking. Voor de ligging binnen het gifwolkaandachtsgebied gelden de standaard eisen vanuit het dan geldende Besluit bouwwerken leefomgeving.

De bouwkundige eisen die worden gesteld in het planologisch-juridisch kader dat is opgenomen in het gemeentelijk beleidsplan "Externe Veiligheid Venlo 2012-2015" wijken af van het geldende en toekomstige landelijke beleid rondom externe veiligheid.

Voor onderhavige ontwikkelingen blijven onder de Omgevingswet alleen de eisen met betrekking tot centrale afgrenzing van het luchtcirculatiesysteem en de scherfwerendheid van de beglazing van toepassing.

Conclusie

Gelet op het voorgaande achten wij, vanuit het perspectief van zowel veiligheid (scenario), techniek (uitvoerbaarheid) als beleid, voldoende onderbouwd dat afgeweken kan worden van de gestelde eis voor het toepassen van brandwerende (30 minuten NEN6069) beglazing.



Onderbouw t.a.v. constructie en weerstand verhoogde windbelasting

Door Ingenieursbureau A. Palte B.V. is een memo aangeleverd waarin wordt ingegaan op de gestelde eis (Memo Externe Veiligheid, Palte BV, d.d. 11 december 2020, kenmerk 500353-DaLo-memo-002). Deze memo is bijgevoegd in bijlage 2.

Uit de memo blijkt dat het gebouw voldoende weerstand heeft voor de vereiste bijzondere belasting van 2,25 kN/m². Verder blijkt uit een aanvullende beschouwing van de robuustheid van het gebouw en de kritische elementen aan de zijde van de Eindhovenseweg dat de kritische elementen ook voldoen aan de gestelde eis van 15 kN/m².

Conclusie

Gelet op het voorgaande achten wij voldoende aangetoond hoe in dit project wordt voldaan aan de gestelde eisen met betrekking tot de weerstand van de constructie tegen de verhoogde windbelasting als explosiedruk.

Conclusie

In onderhavige memo is de onderbouwing opgenomen voor het afwijken van de gestelde eis voor het toepassen van brandwerende (30 minuten NEN6069) beglazing. Gelet op de aangevoerde onderbouwing achten wij, vanuit het perspectief van zowel veiligheid, techniek als beleid, voldoende onderbouwd dat afgeweken kan worden van de gestelde eis voor het toepassen van brandwerende (30 minuten NEN6069) beglazing.

Verder is een aanvullende toelichting opgenomen over gestelde eisen met betrekking tot de weerstand van de constructie tegen de verhoogde windbelasting als explosiedruk. Gelet op de aangevoerde onderbouwing achten wij voldoende aangetoond hoe in dit project wordt voldaan aan de gestelde eisen met betrekking tot de weerstand van de constructie tegen de verhoogde windbelasting als explosiedruk.

Bijlagen

1. Rapportage AVIV BV
2. Rapportage Palte BV



Bijlage 1: Memo AVIV BV

Memo Aanvullende bouwkundige maatregelen Veilingstraat Venlo, AVIV, kenmerk 204202, d.d.
15 december 2020

Memo / Aanvullende bouwkundige maatregelen Veilingstraat Venlo

Project 204202

Datum 15 december 2020

Auteurs A.J.H. Schulenberg
L.M.A. Mentink

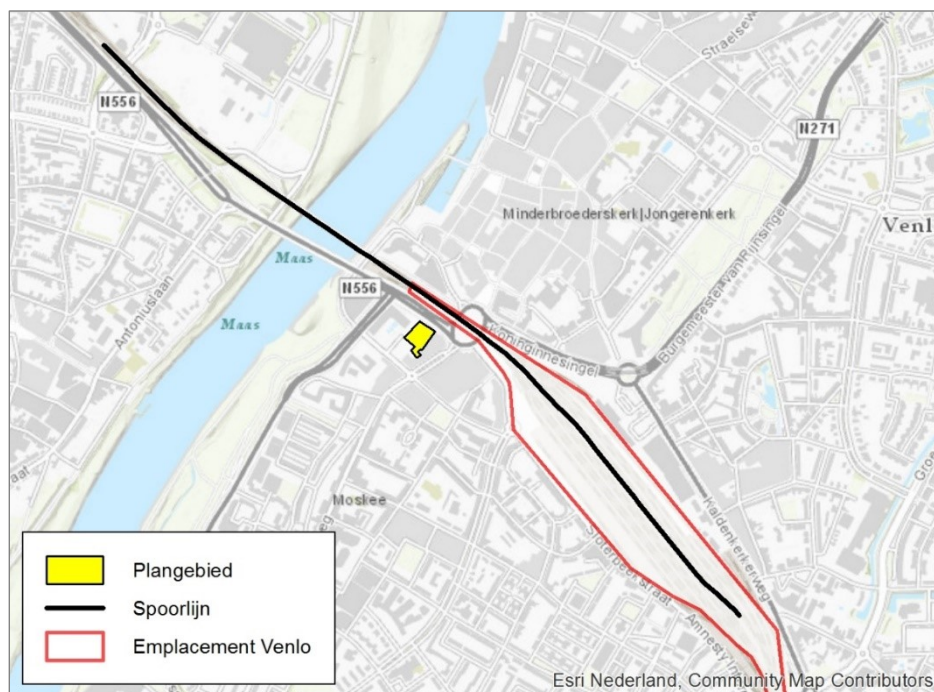
Versie nr. 1

Opdrachtgever Aveco de Bondt
t.a.v. J. Osinga
Burgemeester van der Borchstraat 2
7451 CH Holten

1 Inleiding

De externe veiligheidsrisico's van de ontwikkeling aan de Veilingstraat in Venlo zijn berekend en gerapporteerd in rapportnr. 204202, versie 27 oktober 2020.

Figuur 1 toont de ligging van het plangebied ten opzichte van de risicobronnen.



Figuur 1. Plangebied en risicobronnen

De veiligheidsregio (VRLN) heeft de aangereikte tekeningen en andere visuele ontwerpen van de ontwikkeling op hoofdlijnen bekeken. Ten opzichte van de randvoorwaarden zoals meegegeven in het overleg van 16 juni, mist de VRLN een onderbouwing van het al dan niet treffen van bouwkundige maatregelen. In deze memo wordt dit alsnog onderbouwd door middel van toetsing aan huidig en toekomstig beleid.

Afkortingen:

- *Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt)*
- *Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi)*

2 Huidig beleid

2.1 Spoorlijn

2.1.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico vanwege het vervoer van gevaarlijke stoffen op de as van de spoorbundel mag niet meer mag bedragen dan 10^{-6} per jaar.

Vanuit Bevt geen aanvullende eisen/motivering nodig.

2.1.2 Groepsrisico

Het groepsrisico is groter dan de oriëntatiewaarde.

Vanuit het Bevt dient het groepsrisico te worden verantwoord. De veiligheidsregio mag advies uit te brengen over de aspecten bestrijding en zelfredzaamheid indien een ramp zich voordoet.

2.1.3 Plasbrandaandachtsgebied

Vanwege de relatief gering omvang van het vervoer van brandbare vloeistoffen, geldt voor de spoorlijn Eindhoven - Venlo geen plasbrandaandachtsgebied.

Vanuit het Bouwbesluit 2012 kunnen geen aanvullende bouwkundige eisen worden gesteld.

2.2 Emplacement

2.2.1 Plaatsgebonden risico

De plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} blijft beperkt tot het emplacementsterrein.

Vanuit Bevi geen aanvullende eisen/motivering nodig.

2.2.2 Groepsrisico

Het groepsrisico is groter dan de oriëntatiewaarde.

Vanuit het Bevi dient het groepsrisico te worden verantwoord. De veiligheidsregio mag advies uit te brengen over de aspecten bestrijding en zelfredzaamheid indien een ramp zich voordoet.

3 Toekomstig beleid

3.1 Spoorlijn

3.1.1 Plaatsgebonden risico

De regels met betrekking tot het plaatsgebonden risico zijn onverminderd van kracht.

3.1.2 Brandaandachtsgebied

Het brandaandachtsgebied is de zone van 30 m aan weerszijden van het spoor. Daarbinnen kan door het bevoegd gezag een voorschriftengebied vastgesteld worden. Binnen een aangewezen brandvoorschriftengebied gelden voor nieuw te bouwen gebouwen aanvullende bouweisen (art. 4.91 t/m 4.95 van het Besluit bouwwerken leefomgeving) die betrekking hebben op de brandwerendheid, de brandklasse van het buitenoppervlak en het dak, de vluchtroute en de sterkte bij brand. Voor glas geldt als aanvullende bouwkundige maatregel brandklasse D.

Het plan ligt op 50 m afstand zodat vanuit EV deze maatregel niet kan worden opgelegd. Een brandvoorschriftengebied mag niet groter zijn dan het brandaandachtsgebied.

3.1.3 Explosieaandachtsgebied

Het explosieaandachtsgebied is de zone tussen 0 en 200 m aan weerszijden van het spoor. Daarbinnen kan door het bevoegd gezag een voorschriftengebied vastgesteld worden. Binnen een aangewezen explosievoorschriftengebied geldt voor nieuw te bouwen gebouwen een aanvullende bouweis (art. 4.96 van het Besluit bouwwerken leefomgeving) die betrekking heeft op het voorkomen van letsel door scherfwerking.

Het plan ligt op 50 m afstand zodat vanuit EV deze maatregel kan worden opgelegd.

3.1.4 Gifwolkaandachtsgebied

Voor transportroutes geldt geen gifwolkaandachtsgebied. Binnen een gifwolkaandachtsgebied is het niet mogelijk een voorschriftengebied aan te wijzen waar aanvullende bouweisen gelden.

3.2 Emplacement

3.2.1 Plaatsgebonden risico

De regels met betrekking tot het plaatsgebonden risico zijn onverminderd van kracht.

3.2.2 Brandaandachtsgebied

Binnen een aangewezen brandvoorschriftengebied gelden voor nieuw te bouwen gebouwen aanvullende bouweisen (art. 4.91 t/m 4.95 van het Besluit bouwwerken leefomgeving) die betrekking hebben op de brandwerendheid, de brandklasse van het buitenoppervlak en het dak, de vluchtroute en de sterkte bij brand. Voor glas geldt als aanvullende bouwkundige maatregel brandklasse D.

Het plan ligt op 45 m afstand van de terreingrens zodat vanuit EV deze maatregel niet kan worden opgelegd. Een brandvoorschriftengebied mag niet groter zijn dan het brandaandachtsgebied.

3.2.3 Explosieaandachtsgebied

Het explosieaandachtsgebied is de zone tussen 0 en 200 m rond het emplacement. Daarbinnen kan door het bevoegd gezag een voorschriftengebied vastgesteld worden.

Binnen een aangewezen explosievoorschriftengebied geldt voor nieuw te bouwen gebouwen een aanvullende bouweisen (art. 4.96 van het Besluit bouwwerken leefomgeving) die betrekking heeft op het voorkomen van letsel door scherfwerking.

3.2.4 Gifwolkaandachtsgebied

Het gifwolkaandachtsgebied is de zone tussen 0 en 1500 m rond het emplacement. Binnen een gifwolkaandachtsgebied is het niet mogelijk een voorschriftengebied aan te wijzen waar aanvullende bouweisen gelden.

De standaard bouweisen vanuit het Besluit bouwwerken leefomgeving gelden.

4 Planologisch-juridisch kader Beleidsplan Venlo

4.1 Spoorlijn

4.1.1 Plaatsgebonden risico

Er is geen sprake van een PR 10^{-6} -contour.

4.1.2 0-30 m

Niet van toepassing, plan ligt op 50 m afstand.

4.1.3 0-200 m

Onder de Omgevingswet mogen vanuit externe veiligheid geen andere aanvullende bouweisen worden gesteld binnen aandachtsgebied dan beschreven in art. 4.91 t/m 4.96 van het Besluit bouwwerken leefomgeving. Voor onderstaand overzicht betekent dit dat alleen de maatregelen met betrekking tot centrale afgrenzing en scherfwerende beglazing van toepassing blijven.

Bouwkundige maatregelen:

Een gebouwwontwerp/gevelconstructie die voldoende weerstand biedt tegen een drukgolf of explosie.
Centrale afgrenzing van het luchtcirculatiesysteem.
Beperken gevelopeningen en glasoppervlak aan risicozijde(n).
Beglazing aan gebouwen zodanig uitvoeren zodat scherfwerking wordt voorkomen (klasse P2A conform EN 356) met een flexibele vating van het glas in de constructie.
Gevel (incl. beglazing en kozijnen) zodanig uitvoeren dat deze tenminste 30 minuten brandwerend is conform NEN 6069, uitgezonderd de gevel aan de niet-risicozijde(n).
Onbrandbare gevelbekleding conform brandvoortplantingsklasse 2 zoals gesteld in NEN 6065, uitgezonderd de gevel aan de niet-risicozijde(n).
Bij indeling pand kwetsbare functies (zoals kantine) zoveel mogelijk van de risicobron af situeren.

4.1.4 200 m - einde invloedsgebied

Binnen deze zone gelden in principe geen beperkingen. Volstaan kan worden met de standaard verantwoording.

4.2 Emplacement

4.2.1 Plaatsgebonden risico

Het plan ligt buiten de PR 10^{-6} -contour.

4.2.2 0-30 m

Niet van toepassing, plan ligt op ca. 45 m afstand.

4.2.3 0-200 m

Onder de Omgevingswet mogen vanuit externe veiligheid geen andere aanvullende bouweisen worden gesteld binnen aandachtsgebied dan beschreven in art. 4.91 t/m 4.96 van het Besluit bouwwerken leefomgeving. Voor onderstaand overzicht betekent dit dat alleen de maatregelen met betrekking tot centrale afgrenzing en scherfwerende beglazing van toepassing blijven.

Bouwkundige maatregelen:

Een gebouwwontwerp/gevelconstructie die voldoende weerstand biedt tegen een drukgolf of explosie.
Centrale afgrenzing van het luchtcirculatiesysteem.
Beperken gevelopeningen en glasoppervlak aan risicozijde(n).
Beglazing aan gebouwen zodanig uitvoeren zodat scherfwerking wordt voorkomen (klasse P2A conform EN 356) met een flexibele vassing van het glas in de constructie.
Gevel (incl. beglazing en kozijnen) zodanig uitvoeren dat deze tenminste 30 minuten brandwerend is conform NEN 6069, uitgezonderd de gevel aan de niet-risicozijde(n).
Onbrandbare gevelbekleding conform brandvoortplantingsklasse 2 zoals gesteld in NEN 6065, uitgezonderd de gevel aan de niet-risicozijde(n).
Bij indeling pand kwetsbare functies (zoals kantine) zoveel mogelijk van de risicobron af situeren.

4.2.4 200 m - einde invloedsgebied

Binnen deze zone gelden in principe geen beperkingen. Volstaan kan worden met de standaard verantwoording.



Bijlage 2 – Memo Palte BV

Memo Externe Veiligheid, Palte BV, d.d. 11 december 2020, kenmerk 500353-DaLo-memo-002

Datum 11-12-2020

Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002

Onderwerp Externe veiligheid

Pagina1...

Auteur Ing. Dave Loo

De Veiligheidsregio heeft voor gebouwen langs het spoor bepaald dat de schade door een explosie bepaald dient te worden op basis van Publicatie Gevaarlijke Stoffen 1 deel 2b en dat hiermee in het ontwerp rekening gehouden moet worden.

De veiligheidsregio is er zich ook van bewust dat dit nog onderwerp is van landelijke onderzoeken. Voor de 71 appartementen aan de Eindhovenseweg gaat de Veiligheidsregio mee met het besluit van de gemeente aansluiting te zoeken naar de eisen die gesteld worden aan vergelijkbare projecten in Venlo.

Dit betekent dat voor dit project een eis gesteld wordt van een weerstand tegen 2.25 kN/m^2 windbelasting.

In deze memo zal er ingegaan worden op het toepassen van deze eis en gevolgen hiervan voor de constructieve keuzes. De robuustheid van het gebouw wordt hierin meegenomen aangezien dit hieraan verbonden is.

Datum 11-12-2020
Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...2...

Auteur Ing. Dave Loo

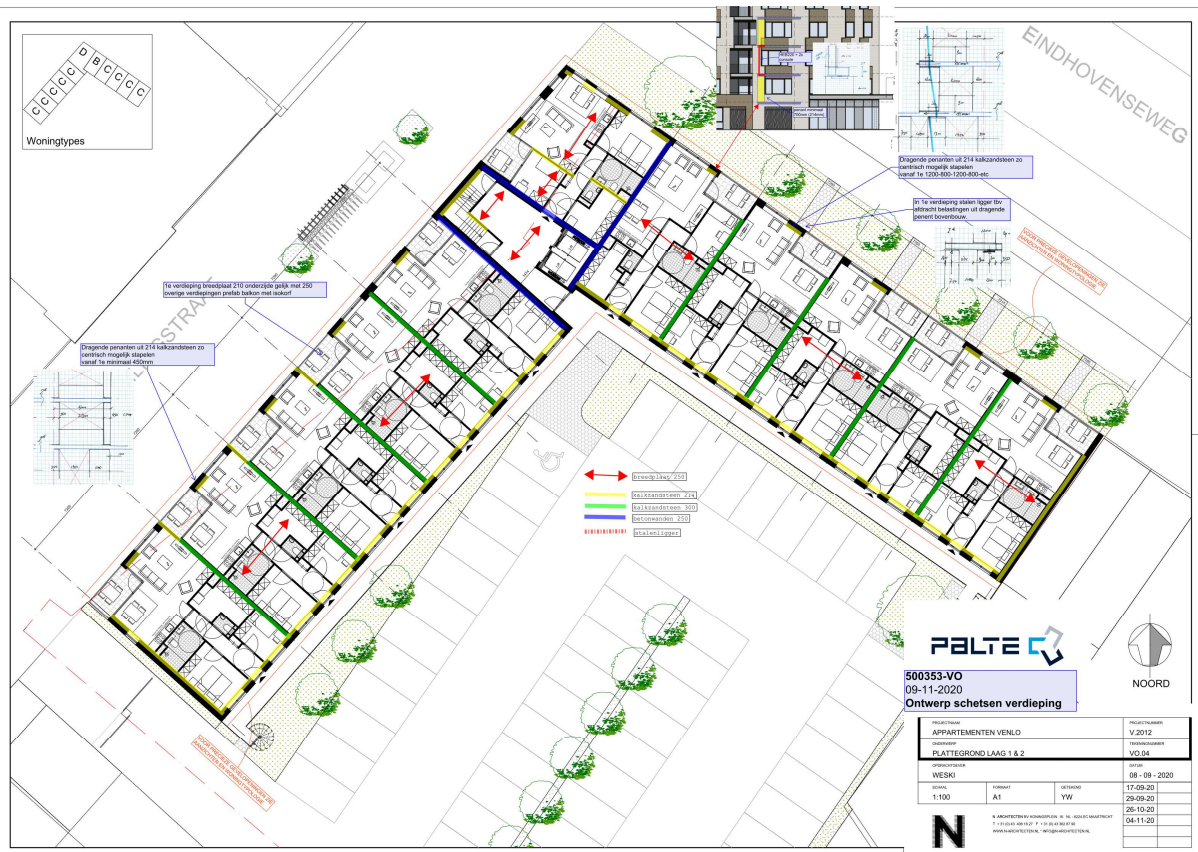
Toelichting op het constructief ontwerp

De hoofddragstructuur van de 71 appartementen bestaat in hoofdlijnen uit dragende kalkzandsteenwanden verticaal en breedplaatvloeren horizontaal.

De dragende woningscheidende wanden zijn 300mm dik kalkzandsteen, de dragende eindwanden zijn 214mm dik kalkzandsteen. De voorgevels ter plaatsen van de balkons en de achtergevels bij de galerij zijn ook uitgevoerd in 214mm dik dragend kalkzandsteen. De galerij krijgt per verdieping uit over deze dragende wand.

De begane grondvloer is uitgevoerd als een kanaalplaat met druklaag zodat de wanden aangezet kunnen worden vanaf bovenzijde van de druklaag.

Ter plaatsen van het 10 verdiepingen tellende deel zijn de wanden rondom de trappenpartij en de lift uitgevoerd in beton.



Datum 11-12-2020
Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...3...

Auteur Ing. Dave Loo

Externe veiligheid

Voor Externe Veiligheid is er een weerstand van 2.25kN/m^2 windbelasting geëist. Het constructief ontwerp dient hiermee rekening te houden. Om een vergelijk te maken met de te rekenen weerstand voor reguliere windbelastingen is er gekeken de regulier te rekenen windbelasting. Voor een gebouw van 31 meter hoog is de te rekenen belasting in windgebied 3 en een bebouwde omgeving 0.86kN/m^2 .

De windbelasting dient gezien te worden als een reguliere belasting. De opgegeven belasting vanuit Externe Veiligheid wordt gezien als een bijzonder belastingsgeval.

Aan de hand van bovenstaande kun je dan zeggen dat er een vergrotingsfactor op de reguliere windbelasting gerekend moet worden van $2.25 \times 1.0 / 0.86 \times 1.5 = 1.74$.

Voor de beoordeling van de weerstand tegen de belasting van 2.25kN/m^2 wordt in deze memo het gehele gebouw beoordeeld in de totale stabiliteit en lokaal de stabiliteit van de constructieve gevel onderdelen.

Op onderstaande fragment is aangegeven in welke richting de belasting gerekend wordt. In alle andere richtingen zullen wij uitgaan van de reguliere windbelasting.



Datum 11-12-2020
Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...4...

Auteur Ing. Dave Loo



Datum 11-12-2020
 Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
 Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...5...

Auteur Ing. Dave Loo

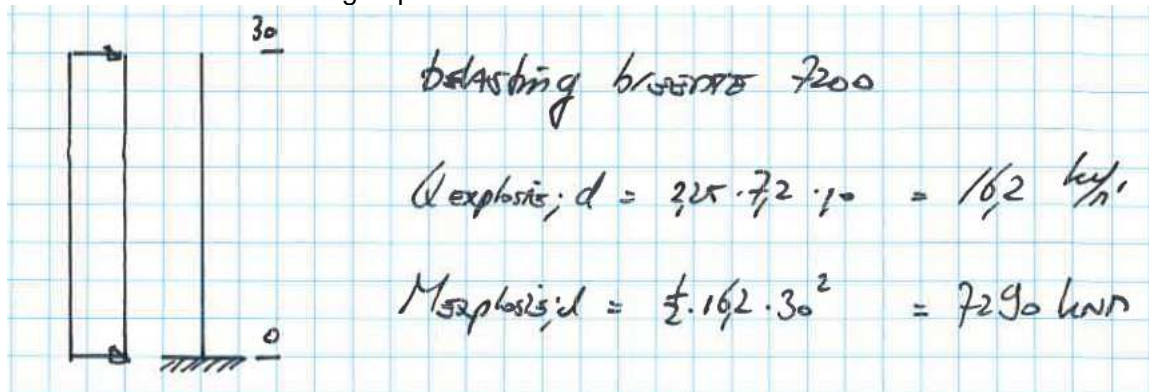
Beoordeling algehele stabiliteit

Voor de toets op algehele stabiliteit worden er 2 situaties bekeken:

1. Stabiliteit door kalkzandsteenwand 300 algemene woningscheidende wand
2. Stabiliteit door kalkzandsteenwand 214 algemene woningscheidende wand
3. Stabiliteit door kalkzandsteenwand 300 woningscheidend hoek woning

1. Stabiliteit door kalkzandsteenwand 300 algemene woningscheidende wand

Schematisatie en belasting explosie



Gewichtsberekening wand

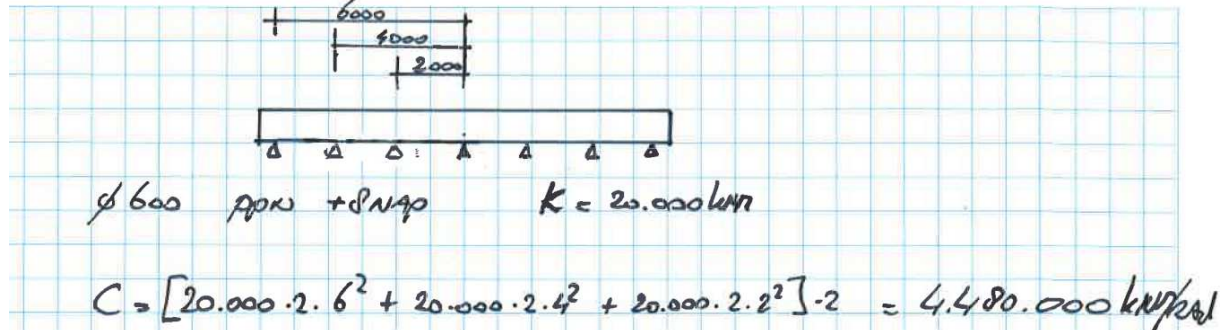
	Afmetingen					Permanent		Veranderlijk			Bekennwaarden	
	l	b	h	factor	totaal	P_s	G	P_e	I	$75 \cdot Q_1$ $Q_1 + Q_2 + Q_3$	Vgl. 6.10a	Vgl. 6.10b
	m	m	m	-	m ²	kN/m ²	kN	kN/m ²	-	kN	kN	kN
10 bouwlagen woningscheidend												
dak/10e verdieping												
Dak	1.000	7.200		1.10	7.92	7.50	59.4	1.00	0.00	0.0		
KZS300	1.000		3.500		3.50	6.28	22.0					
druk op 9e							81			0	8	110
9e verdieping												
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3		
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8					
druk op 8e							162			9	31	233
8e verdieping												
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3		
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8					
druk op 7e							243			19	47	356
7e verdieping												
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3		
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8					
druk op 6e							323			28	56	478
6e verdieping												
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3		
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8					
druk op 5e							405			37	65	603
5e verdieping												
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3		
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8					
druk op 4e							486			47	75	727
4e verdieping												
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3		
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8					
druk op 3e							568			56	84	851
3e verdieping												
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3		
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8					
druk op 2e							650			65	93	975
2e verdieping												
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3		
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8					
druk op 1e							731			75	103	1099
1e verdieping												
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3		
KZS300	1.000		3.500		3.50	6.60	23.1					
druk op bggr							816			84	112	1228
Begane grond												
Begane grond	1.000	7.200		1.00	7.20	6.25	45.0	2.95	0.40	8.5		
fund.balk (hwg. 600x800)	1.000				1.00	12.00	12.0					
druk op palen							873			93	121	1317

Datum 11-12-2020
Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...6...

Auteur Ing. Dave Loo

Bepaling veerstijfheid fundering



Met VNK Kalkzandsteen Statica 6.0 is de kern wand getoetst rekening houdende met onderstaande input:

CC2	
CS20	
wandlengte	$11.500 + 2 \times 214 = 11.928 \text{ mm}$
wand dikte	300mm
totale hoogte	30.000mm
aantal verdiepingen	10
hoogte verdieping	3000mm
C	4.480.000 kNm/rad
N_{Ed}	$1.0 \cdot 816 \cdot 11,928 = 9733 \text{ kN}$
N_{VED}	$(1.0 \cdot 816 + 1.0 \cdot 112) \cdot 11,982 = 111120 \text{ kN}$

Hieruit volgt een unity check van 52% bij de wand van C20 D=300. De kalkzandsteenwanden D=300 voldoen.

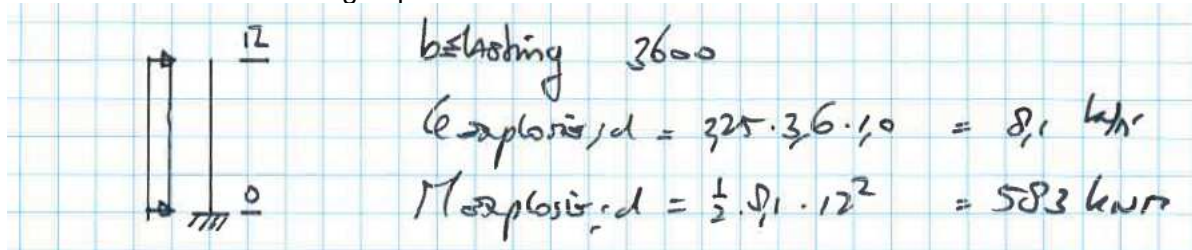
Datum 11-12-2020
 Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
 Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...7...

Auteur Ing. Dave Loo

2. Stabiliteit door kalkzandsteenwand 214 algemene woningscheidende wand

Schematisatie en belasting explosie



Gewichtsberekening wand

4 bouwlagen eindwand													
	Afmetingen					Permanent		Veranderlijk			Rekenwaarden		
	l	* b	* h	* factor	totaal	p_g	G	p_q	1	$28_0 Q_k$	$Q_{k1} + Q_{k2} + 28_0 Q_k$	Vgl. 6.10a	Vgl. 6.10b
	m	m	m	-	m*	kN / m*	kN	kN / m*	-	kN	kN	kN	kN
dak/4e verdieping													
Dak	1.000	7.200		0.50	3.60	7.50	27.0	1.00	0.00	0.0			
KZS214 + MW100	1.000		3.500		3.50	6.28	22.0						
druk op 2e							49			0	4	66	64
3e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.50	3.60	7.80	28.1	2.95	0.40	4.2			
KZS214 + MW100	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8						
druk op 1e							96			4	14	136	136
2e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.50	3.60	7.80	28.1	2.95	0.40	4.2			
KZS214 + MW100	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8						
druk op bggr							143			8	21	206	203
1e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.50	3.60	7.80	28.1	2.95	0.40	4.2			
KZS214 + MW100	1.000		3.500		3.50	6.28	22.0						
druk op bggr							193			13	25	280	270
Begane grond													
Begane grond	1.000	7.200		0.50	3.60	6.25	22.5	2.95	0.40	4.2			
fund.balk (ihw g. 600x800)	1.000				1.00	12.00	12.0						
druk op palen							227			17	30	332	317

Datum 11-12-2020**Ons kenmerk** 500353-DaLo-memo-002**Onderwerp** Externe veiligheid**Pagina** ...8...**Auteur** Ing. Dave Loo**Bepaling veerstijfheid fundering**

$$C = [20.000 \cdot 6^2 + 20.000 \cdot 3^2] \cdot 2 = 1.800.000 \text{ kNm/rad}$$

Met VNK Kalkzandsteen Statica 6.0 is de kern wand getoetst rekening houdende met onderstaande input:

CC2

CS12

wandlengte $11.500 + 2 \cdot 214 = 11.928 \text{ mm}$

wand dikte 214mm

totale hoogte 12.000mm

aantal verdiepingen 4

hoogte verdieping 3000mm

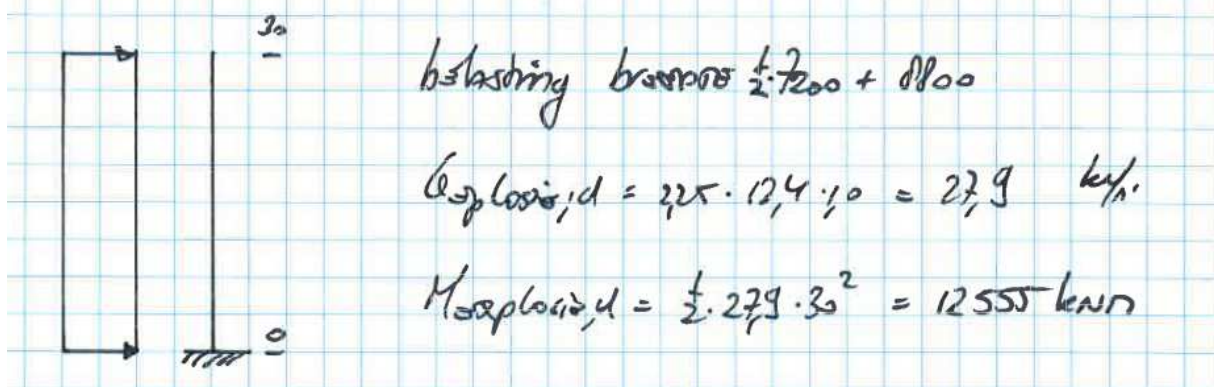
C 1.800.000 kNm/rad

 $N_{Ed} 1.0 \cdot 193 \cdot 11,928 = 2302 \text{ kN}$ $N_{VED} (1.0 \cdot 193 + 1.0 \cdot 24) \cdot 11,982 = 2600 \text{ kN}$

Hieruit volgt een unity check van 8% bij de wand van C12 D=214. De kalkzandsteenwanden D=214 voldoen.

3. Stabiliteit door kalkzandsteenwand 300 woningscheidend hoek woning

Schematisatie en belasting explosie



Gewichtsberekening wand

10 bouwlagen hoekwoning													
	Afmetingen					Permanent		Veranderlijk				Rekenwaarden	
	l	b	h	factor	totaal	P_s	G	P_q	Γ	$\Gamma^2 \cdot Q_k$	$Q_{k1} + Q_{k2} + Q_{k3}$	Vgl. 6.10a	Vgl. 6.10b
	m	m	m	-	m ²	kN/m ²	kN	kN/m ²	-	kN	kN	kN	kN
dak/10e verdieping													
Dak	1.000	7.200		0.60	4.32	7.50	32.4	1.00	0.00	0.0			
KZS300	1.000		3.500		3.50	6.28	22.0						
druk op 9e							54			0	4	73	72
9e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.60	4.32	7.80	33.7	2.95	0.40	5.1			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8						
druk op 8e							107			5	17	152	154
8e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.60	4.32	7.80	33.7	2.95	0.40	5.1			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8						
druk op 7e							159			10	25	231	230
7e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.60	4.32	7.80	33.7	2.95	0.40	5.1			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8						
druk op 6e							212			15	31	309	300
6e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.60	4.32	7.80	33.7	2.95	0.40	5.1			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8						
druk op 5e							265			20	36	389	372
5e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.60	4.32	7.80	33.7	2.95	0.40	5.1			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8						
druk op 4e							319			25	41	469	444
4e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.60	4.32	7.80	33.7	2.95	0.40	5.1			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8						
druk op 3e							372			31	46	549	516
3e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.60	4.32	7.80	33.7	2.95	0.40	5.1			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8						
druk op 2e							426			36	51	629	588
2e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.60	4.32	7.80	33.7	2.95	0.40	5.1			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8						
druk op 1e							479			41	56	708	659
1e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		0.60	4.32	7.80	33.7	2.95	0.40	5.1			
KZS300	1.000		3.500		3.50	6.60	23.1						
druk op bggr							536			46	61	793	735
Begane grond													
Begane grond	1.000	7.200		0.50	3.60	6.25	22.5	2.95	0.40	4.2			
fund balk (rhw g. 600x800)	1.000				1.00	12.00	12.0						
druk op palen							571			50	65	846	783

Datum 11-12-2020
Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...10.

Auteur Ing. Dave Loo

Bepaling veerstijfheid fundering

$$C = [20.000 \cdot 6,025^2 + 20.000 \cdot 4,675^2 + 20.000 \cdot 3,325^2 + 20.000 \cdot 1,975^2 + 20.000 \cdot 0,675^2] \cdot 2 = 2.942.725 \text{ kNm/rad}$$

Met VNK Kalkzandsteen Statica 6.0 is de kern wand getoetst rekening houdende met onderstaande input:

CC2	
CS12	
wandlengte	$11.500 + 2 \cdot 214 = 11.928 \text{ mm}$
wand dikte	300mm
totale hoogte	30.000mm
aantal verdiepingen	10
hoogte verdieping	3000mm
C	2.942.725 kNm/rad
N_{Ed}	$1.0 \cdot 536 \cdot 11,928 = 6393 \text{ kN}$
N_{VED}	$(1.0 \cdot 536 + 1.0 \cdot 61) \cdot 11,982 = 7121 \text{ kN}$

Hieruit volgt een unity check van 67% bij de wand van C20 D=300. De kalkzandsteenwanden D=300 voldoen.

Datum 11-12-2020
Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...1!

Auteur Ing. Dave Loo

Beoordeling lokale stabiliteit

Voor de toets van de lokale stabiliteit moeten de penanten in de gevels getoetst worden op een drukbelasting van 2.25 kN/m^2 .

De penanten van 214mm dragend voldoen hier ruim aan.

Onderstaand de toets van een niet dragende kalkzandsteen wand van 214mm met een rekenwaarde belasting van 2.25 kN/m^2 en dus een representatieve belasting van $2.25/1.5 = 1.5 \text{ kN/m}^2$.

Datum 11-12-2020
Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...12.

Auteur Ing. Dave Loo

Beoordeling robuustheid

De belasting opgegeven door Externe Veiligheid is bedoeld dat het gebouw voldoende weerstand heeft bij een calamiteit. Met voorgaande berekeningen is aangetoond dat het gebouw voldoende weerstand heeft voor de opgegeven belasting van 2.25 kN/m^2 .

Naast deze belastingen is het wenselijk een gebouw ook voldoende robuust te ontwerpen. In de NEN-EN 1991-1-7/NB bijlage A zijn er informatieve richtlijnen gegeven voor het verkrijgen van een voldoende robuust gebouw. Deze bijlage geeft suggesties om tegemoet te komen aan de groeiende behoefte naar concrete aanwijzingen voor een robuust ontwerp. Deze normering is informatief tenzij dit nadrukkelijk is benoemd in een contract of beleidsplan. Dit is hier niet het geval.

Voor metselwerk constructies zijn de voorstellen nog onvoldoende doordacht. De normcommissie zal de komende jaren meer specifieke handvaten geven voor metselwerk constructies.

Tot die tijd adviseert de normcommissie constructies te berekenen op de in NEN-EN 1991-1-7+C1+A1:2015 genoemde buitengewone belastingen te berekenen.

Voor de 71 appartementen hebben wij toch gemeend de robuustheid van de constructie in ogenschouw te nemen. Onderstaand 3 suggesties waarmee de robuustheid van het gebouw is gewaarborgd.

1. Deugdelijke constructieve opbouw
2. Toepassen horizontale trekbanden
3. Beoordeling kritische elementen

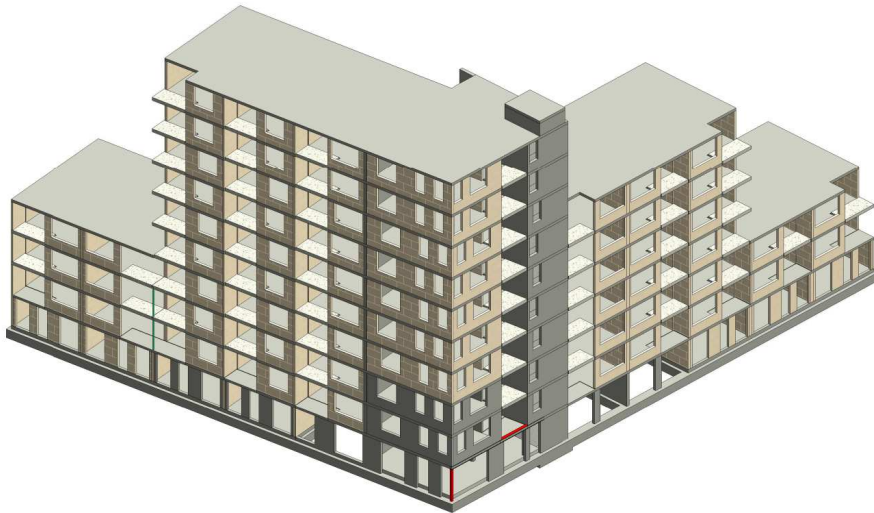
Datum 11-12-2020**Ons kenmerk** 500353-DaLo-memo-002**Onderwerp** Externe veiligheid**Pagina** ...13.**Auteur** Ing. Dave Loo

1. Deugdelijke constructieve opbouw

Voor het gebouw is gekozen voor dragende kalkzandsteenwanden van 300mm en 214mm. Dit voor zowel de woningscheidende als de dragende gevel wanden. Er is bewust gekozen voor alle gevels dragend uit te voeren.

De dragende wanden staan centrish boven elkaar, in de gevels verspringen de kalkzandsteen penanten om de verdieping in lengte richting. Deze zijn van voldoende afmeting om deze excentriciteiten per verdieping in de penant zelf op te nemen.

De galerij aan de achterzijde wordt per verdieping met isokorven vast gestort aan de vloeren. Hierdoor is er geen kolommen structuur benodigd over 10 lagen waarbij bij het uitvallen van 1 kolom veel schade zou kunnen ontstaan. Ook temperatuur belastingen met de gevolgen van uitzetten en krimpen over 10 lagen worden hiermee voorkomen.



Datum 11-12-2020

Pagina ...14.

Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002

Onderwerp Externe veiligheid

Auteur Ing. Dave Loo

2. Toepassen horizontale trekbanden

In de vloeren worden effectieve horizontale trekbanden toegepast, zoals gedefinieerd in NEN-EN 1991-7 bijlage A.5.2.

$$g_k = 7.8 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 2.95 \text{ kN/m}^2$$

$$\psi_2 = 0.3$$

$$\text{Bouwlaaghoogte } H = 3 \text{ m}$$

$$\text{Maximale afstand tussen de trekbanden (wanden / kolommen)} = 7.20 \text{ m}$$

$$\text{Aantal bouwlagen } n_s = 10$$

$$z = \min \left\{ \begin{array}{l} 5 * H = 15.00 \\ \text{Max. afstand trekbanden} = 7.20 \end{array} \right. = 7.20 \text{ m} \quad (EC 1991-1-7 (A.4))$$

$$F_t = \min \left\{ \begin{array}{l} 60 = 60 \\ 20 + 4 * n_s = 60 \end{array} \right. = 60 \text{ kN/m}^1 \quad (EC 1991-1-7 (A.4))$$

$$T_i = \max \left\{ \begin{array}{l} F_t = 60 \\ \frac{F_t (g_k + \psi q_k) z}{7.5 * 5} = 91 \end{array} \right. = 91 \text{ kN/m}^1 \quad (EC 1991-1-7 (A.3))$$

$$A_{s,ben} = 91 * 10^3 / 500 \text{ N/mm}^2 = 182 \text{ mm}^2/\text{m}^1$$

De benodigde trekband komt overeen met bijvoorbeeld Ø6-150. Deze wapeningsoppervlakte dient minimaal in de druklagen of schil van de breedplaten aanwezig te zijn. Dit hoeft niet additioneel toegepast te worden. Naar verwachting is dit lager dan de minimale wapening wat benodigd is qua sterkte en overige detailleringregels.

Datum 11-12-2020
Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...15.

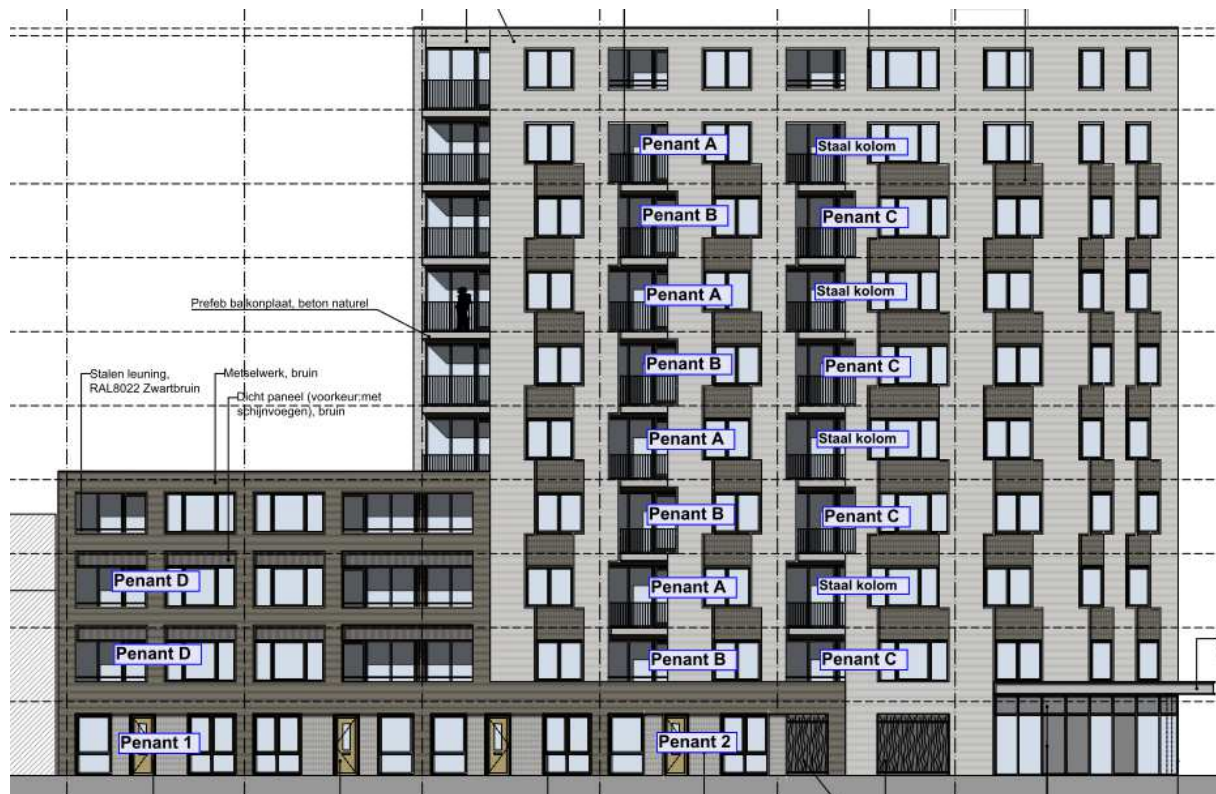
Auteur Ing. Dave Loo

3. Beoordeling kritische elementen

Het ontwerpen van kritische elementen, waar de stabiliteit van de constructie afhankelijk is, om de gevolgen van een model van een buitengewone belasting A_d te weerstaan. Conform NEN-EN 1991-1-7 A.8 wordt voor dit model een gelijkmatig verdeelde belasting van 34kN/m^2 werkend in een willekeurige richting *aanbevolen* indien er geen specifieke belastingen bekend zijn.

Door de veiligheidsregio is er een belasting van 0.15bar (15kN/m^2) gedefinieerd als worst case situatie. Voor de 71 appartementen zullen we kritische elementen dan ook beoordelen met een belasting van 15kN/m^2 .

Op onderstaande gevel zijn de meest kritische elementen aangegeven.



Penant A	800x214
Penant B	1200x214
Penant C	700x214
Penant D	450x214

Penant 1+2 1300x214

Overige penanten zijn minder maatgevend (meer belasting of groter of geen kritisch element).

Datum 11-12-2020
 Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
 Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...16.

Auteur Ing. Dave Loo

Onderstaande overzicht van de belastingen per verdieping op de penanten in de gevel belast door balkon/vloer/gevel

10 bouwlagen balkon kolom													
	Afmetingen					Permanent		Veranderlijk			Rekenwaarden		
	l	* b	* h	* factor	totaal	P ₀	G	P ₀	λ _{3,0} Q _k	Q _{k1} +Q _{k2} + 2 · Q _k	Vgl. 6.10a	Vgl. 6.10b	
	m	m	m	-	m*	kN / m*	kN	kN / m*	-	kN	kN	kN	kN
dak/10e verdieping													
Dak	3.200	2.500		0.50	4.00	7.50	30.0	1.00	0.00	0.0			
KZS214 + MW100	1.500		3.500		5.25	6.28	33.0						
druk op 9e							63			0	4	85	82
9e verdieping													
Verdieping	3.800	2.500		0.30	2.85	7.80	22.2	2.95	0.40	3.4			
Prefab balkon	3.400	2.000		0.30	2.04	6.75	13.8	2.50	0.40	2.0			
KZS214 + MW100	1.500		3.000		4.50	6.28	28.3						
druk op 8e							127			5	18	180	179
8e verdieping													
Verdieping	3.800	2.500		0.30	2.85	7.80	22.2	2.95	0.40	3.4			
Prefab balkon	3.400	2.000		0.30	2.04	6.75	13.8	2.50	0.40	2.0			
KZS214 + MW100	1.500		3.000		4.50	6.28	28.3						
druk op 7e							191			11	27	275	270
7e verdieping													
Verdieping	3.800	2.500		0.30	2.85	7.80	22.2	2.95	0.40	3.4			
Prefab balkon	3.400	2.000		0.30	2.04	6.75	13.8	2.50	0.40	2.0			
KZS214 + MW100	1.500		3.000		4.50	6.28	28.3						
druk op 6e							256			16	32	370	356
6e verdieping													
Verdieping	3.800	2.500		0.30	2.85	7.80	22.2	2.95	0.40	3.4			
Prefab balkon	3.400	2.000		0.30	2.04	6.75	13.8	2.50	0.40	2.0			
KZS214 + MW100	1.500		3.000		4.50	6.28	28.3						
druk op 5e							320			22	38	464	441
5e verdieping													
Verdieping	3.800	2.500		0.30	2.85	7.80	22.2	2.95	0.40	3.4			
Prefab balkon	3.400	2.000		0.30	2.04	6.75	13.8	2.50	0.40	2.0			
KZS214 + MW100	1.500		3.000		4.50	6.28	28.3						
druk op 4e							384			27	43	559	526
4e verdieping													
Verdieping	3.800	2.500		0.30	2.85	7.80	22.2	2.95	0.40	3.4			
Prefab balkon	3.400	2.000		0.30	2.04	6.75	13.8	2.50	0.40	2.0			
KZS214 + MW100	1.500		3.000		4.50	6.28	28.3						
druk op 3e							449			32	49	654	611
3e verdieping													
Verdieping	3.800	2.500		0.30	2.85	7.80	22.2	2.95	0.40	3.4			
Prefab balkon	3.400	2.000		0.30	2.04	6.75	13.8	2.50	0.40	2.0			
KZS214 + MW100	1.500		3.000		4.50	6.28	28.3						
druk op 2e							513			38	54	749	696
2e verdieping													
Verdieping	3.800	2.500		0.30	2.85	7.80	22.2	2.95	0.40	3.4			
Prefab balkon	3.400	2.000		0.30	2.04	6.75	13.8	2.50	0.40	2.0			
KZS214 + MW100	1.500		3.000		4.50	6.28	28.3						
druk op 1e							577			43	59	844	782
1e verdieping													
Verdieping	3.800	2.500		0.30	2.85	7.80	22.2	2.95	0.40	3.4			
Prefab balkon	3.400	2.000		0.30	2.04	6.75	13.8	2.50	0.40	2.0			
KZS214 + MW100	1.500		3.500		5.25	6.28	33.0						
druk op bggr							646			49	65	945	872
Begane grond													
Begane grond	3.600	1.000		0.50	1.80	6.25	11.3	2.50	0.40	1.8			
fund.balk (i/hw g. 600x800)	3.600				3.60	12.00	43.2						
druk op palen							700			50	67	1021	941

Datum 11-12-2020
 Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
 Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...17.

Auteur Ing. Dave Loo

Toets penanten

Toets minimaal belaste penanten						
Penant	dikte	breedte	belasting verticaal	belasting horizontaal	kwaliteit kalkzandsteen	Unity Check
	[mm]	[mm]	[kN]	[kN/m ²]		
A	214	800	127	15	CS28	0.43
B	214	1200	127	15	CS20	0.37
C	214	700	127	15	CS36	0.39
D	214	550	127	15	CS44	0.36
D	214	450	191	15	CS20	0.93
Toets maximaal belaste penanten						
Penant	dikte	breedte	belasting verticaal	belasting horizontaal	kwaliteit kalkzandsteen	Unity Check
	[mm]	[mm]	[kN]	[kN/m ²]		
A	214	800	513	15	CS20	0.71
B	214	1200	577	15	CS12	0.82
C	214	700	577	15	CS20	0.91
D	214	450	384	15	CS28	0.76
Toets penanten begane grond						
Penant	dikte	breedte	belasting verticaal	belasting horizontaal	kwaliteit kalkzandsteen	Unity Check
	[mm]	[mm]	[kN]	[kN/m ²]		
1	214	1300	240	15	CS12	0.82
2	214	1300	516	15	CS12	0.67
Toets penanten begane grond (NEN-EN 1991-1-7 A.8)						
1	214	1300	240	34	CS36	0.85
2	214	1300	516	34	CS12	0.97

Uit bovenstaande blijkt dat de kalkzandsteen penanten, in de gevels vanaf de eerste verdieping, voldoende weerstand hebben om bij opgegeven belasting van 15kN/m² niet te bezwijken.

De penanten op de begane grond kunnen een druk van 34kN/m² weerstaan.

Ter plaatsen van het dak zijn doorgaande trekbanden aanwezig waardoor deze penanten niet de belasting van 15kN/m² hoeven te weerstaan. Bij het bezwijken van de penant onder de dakvloer is er dan dus geen voortschrijdend instortingsgevaar.

Hiermee is aangetoond dat deze gevels voldoende robuust zijn.

Datum 11-12-2020

Pagina ...18.

Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002

Onderwerp Externe veiligheid

Auteur Ing. Dave Loo

De dragende woningscheidende wanden D=300 zijn getoetst als kritisch element.

Onderstaande overzicht van de belastingen per verdieping

10 bouwlagen woningscheidend													
	Afmetingen					Permanent		Veranderlijk			Rekenwaarden		
	l	* b	* h	* factor	totaal	p _g	G	p _q	1	${}_0Q_k$	$Q_{k1}+Q_{k2}+\theta \cdot {}_0Q_k$	Vgl. 6.10a	Vgl. 6.10b
	m	m	m	-	m*	kN / m*	kN	kN / m*	-	kN	kN	kN	kN
dak/10e verdieping													
Dak	1.000	7.200		1.10	7.92	7.50	59.4	1.00	0.00	0.0			
KZS300	1.000		3.500		3.50	6.28	22.0						
druk op 9e							81			0	8	110	110
9e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8						
druk op 8e							162			9	31	233	241
8e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8						
druk op 7e							243			19	47	356	361
7e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8						
druk op 6e							323			28	56	478	472
6e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8						
druk op 5e							405			37	65	603	584
5e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8						
druk op 4e							486			47	75	727	696
4e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8						
druk op 3e							568			56	84	851	808
3e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8						
druk op 2e							650			65	93	975	920
2e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3			
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8						
druk op 1e							731			75	103	1099	1032
1e verdieping													
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3			
KZS300	1.000		3.500		3.50	6.60	23.1						
druk op bggr							816			84	112	1228	1147
Begane grond													
Begane grond	1.000	7.200		1.00	7.20	6.25	45.0	2.95	0.40	8.5			
fund.balk (lhw g. 600x800)	1.000				1.00	12.00	12.0						
druk op palen							873			93	121	1317	1229

Datum 11-12-2020
Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...19.

Auteur Ing. Dave Loo

Wand	D=300	
Belasting horizontaal		34kN/m ²
Minimale belasting verticaal		162kN (op de 8 ^e verdieping)
Kwaliteit kalkzandsteen		CS36
Unity Check		0.83
Maximale belasting verticaal		731kN
Kwaliteit kalkzandsteen		CS12
Unity Check		0.83

De kalkzandsteen wanden onder het dak kunnen de belasting niet weerstaan. Hier zijn echter ook de doorgaande trekbanden in de vloer aanwezig. Bij het bezwijken van de wand onder de dakvloer is er dan dus geen voortschrijdend instortingsgevaar.

Hiermee is aangetoond dat deze wanden voldoende robuust zijn.

Datum 11-12-2020
 Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
 Onderwerp Externe veiligheid

Pagina ...20.

Auteur Ing. Dave Loo

De dragende woningscheidende wanden D=214 zijn getoetst als kritisch element.

Onderstaande overzicht van de belastingen per verdieping

4-10 bouwlagen woningscheidend														
	Afmetingen					Permanent		Veranderlijk			Rekenwaarden			
	l	* b	* h	* factor	totaal	p _g	G	p _q	1	0.0 Q _k	Q _{k1} +Q _{k2} + κ.0 Q _k	Vgl. 6.10a	Vgl. 6.10b	
	m	m	m	-	m*	kN/m*	kN	kN/m*	-	kN	kN	kN	kN	
dak/10e verdieping														
Dak	1.000	7.200		0.50	3.60	7.50	27.0	1.00	0.00	0.0				
KZS214 + MW100	1.000		3.500		3.50	6.28	22.0							
druk op 9e							49			0		4	66	64
9e verdieping														
Verdieping	1.000	7.200		0.50	3.60	7.80	28.1	2.95	0.40	4.2				
KZS214 + MW100	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8							
druk op 8e							96			4		14	136	136
8e verdieping														
Verdieping	1.000	7.200		0.50	3.60	7.80	28.1	2.95	0.40	4.2				
KZS214 + MW100	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8							
druk op 7e							143			8		21	206	203
7e verdieping														
Verdieping	1.000	7.200		0.50	3.60	7.80	28.1	2.95	0.40	4.2				
KZS214 + MW100	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8							
druk op 6e							190			13		25	275	266
6e verdieping														
Verdieping	1.000	7.200		0.50	3.60	7.80	28.1	2.95	0.40	4.2				
KZS214 + MW100	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8							
druk op 5e							237			17		30	345	329
5e verdieping														
Verdieping	1.000	7.200		0.50	3.60	7.80	28.1	2.95	0.40	4.2				
KZS214 + MW100	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8							
druk op 4e							284			21		34	415	391
dak/4e verdieping														
Dak	1.000	7.200		0.55	3.96	7.50	29.7	1.00	0.00	0.0				
Verdieping	1.000	7.200		0.55	3.96	7.80	30.9	2.95	0.40	4.7				
KZS214 + MW100	1.000		3.000		3.00	6.28	18.8							
druk op 3e							363			26		43	529	500
3e verdieping														
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3				
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8							
druk op 2e							445			35		60	653	624
2e verdieping														
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3				
KZS300	1.000		3.000		3.00	6.60	19.8							
druk op 1e							526			45		73	777	740
1e verdieping														
Verdieping	1.000	7.200		1.10	7.92	7.80	61.8	2.95	0.40	9.3				
KZS300	1.000		3.500		3.50	6.60	23.1							
druk op bggr							611			54		82	906	856
Begane grond														
Begane grond	1.000	7.200		1.00	7.20	6.25	45.0	2.95	0.40	8.5				
fund.balk (ihw g. 600x800)	1.000				1.00	12.00	12.0							
druk op palen							668			62		90	996	937

Datum 11-12-2020
Ons kenmerk 500353-DaLo-memo-002
Onderwerp Externe veiligheid

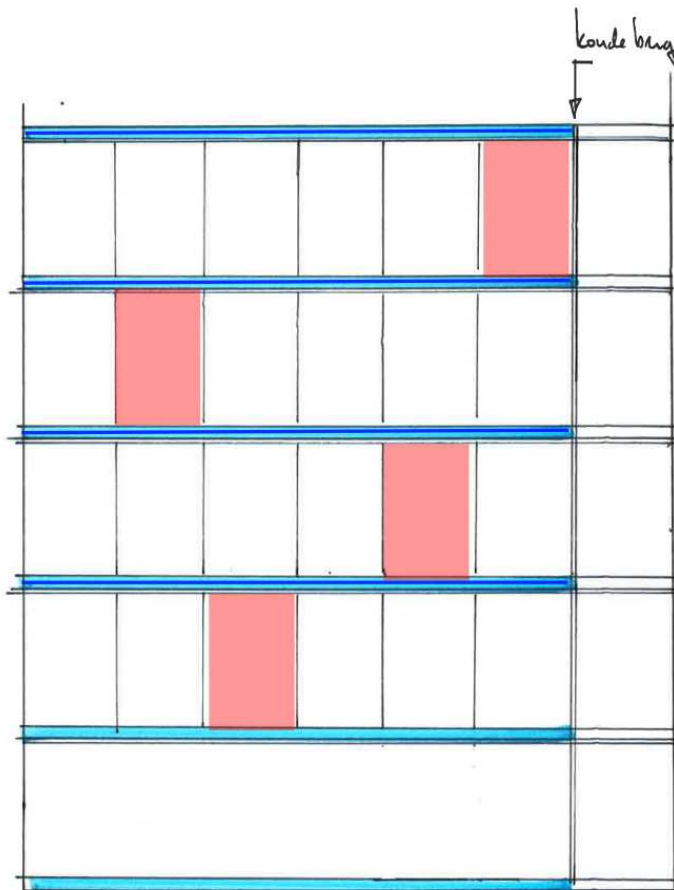
Pagina ...21.

Auteur Ing. Dave Loo

Wand D=214	
Belasting horizontaal	15kN/m ²
Minimale belasting verticaal	190kN (op de 6 ^e verdieping)
Kwaliteit kalkzandsteen	CS36
Unity Check	0.42
Maximale belasting verticaal	284kN
Kwaliteit kalkzandsteen	CS12
Unity Check	0.69

De kalkzandsteen wanden 214mm onder de bovenste 4 lagen kunnen de belasting van 15kN/m² niet weerstaan.

Bij deze wanden zullen er "dilataties" in de wand worden aangebracht waardoor de wanden links en rechts van de dilatatie de belastingen kunnen afdragen.
Met trekbanden in de vloer is het mogelijk de belasting naar de nog aanwezige wanden te laten afdragen.



Alternatieven zijn:

- Betonwanden voorzien van verticale trekbanden
- Doorgaande kalkzandsteen wanden met trekbanden (in de spouw)

Hiermee is aangetoond dat deze wanden voldoende robuust zijn.

Bijlage A

Kalkzandsteen toetsen

Bestand :500353-Kalkzandsteen Externe veiligheid.vnks
Nationale annex : Nederlands

Module 6 - Stabiliteitskern van enkele verdiepingen hoog met inklemming

INVOERGEGEVENS

ONDERDEEL : Algehele stabiliteit wand D=300

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 20)

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel

$$f_b = 20 \text{ N/mm}^2$$

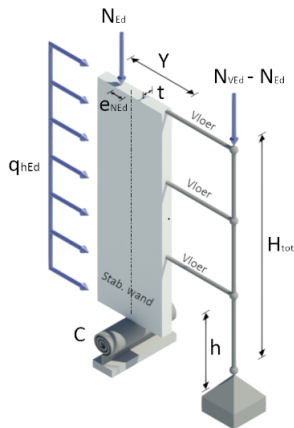
Doorsnedegeometrie:

hoogte

lijfbreedte

$$y = 11928 \text{ mm}$$

$$t_l = 300 \text{ mm}$$



Geometrie wand:

totale hoogte kern

verdiepingshoogte

aantal verdiepingen

rotatie veerconstante [kNm/rad]

$$h_{tot} = 30000 \text{ mm}$$

$$h = 3000 \text{ mm}$$

$$n = 10$$

$$C = 4.48e+07$$

Belastingen:

normaalkrachten

excentriciteit

normaalkracht

horizontale belasting

extra horizontale belasting door scheefstand

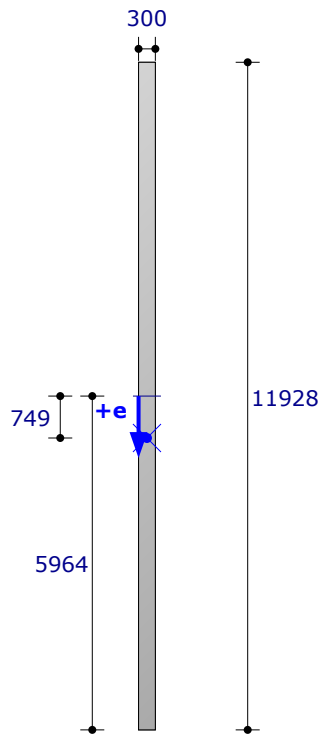
$$N_{Ed} = 9733.0 \text{ kN}$$

$$e_{NEd} = 0.000 \text{ m}$$

$$N_{VEd} = 11120.0 \text{ kN}$$

$$q_{HEd} = 16.200 \text{ kN/m}$$

nee



BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 20^{0.85} \times 0^0 = 10.21 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{10.21}{1.7} = 6.01 \text{ N/mm}^2 \quad f_{vko} = 0.6 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 5.5.3 (2)

$$x_1 = 0 \text{ mm} \quad x_2 = 0 \text{ mm} \quad x_3 = 0 \text{ mm} \quad x_4 = 0 \text{ mm} \quad x_5 = 0 \text{ mm} \quad x_6 = 0 \text{ mm}$$

$$A = 3.578 \times 10^6 \text{ mm}^2 \quad S = 2.134 \times 10^{10} \text{ mm}^3 \quad z_w = \frac{S}{A} = 5964 \text{ mm}$$

$$M_{0Ed} = N_{Ed} e_{Ned} + \frac{1}{2} q_{HEd} h_{tot}^2 = 7290 \text{ kNm}$$

a. Partiële stabiliteitscontrole lijf artikel 6.1.2.2

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 7.50 < 27 \quad u.c. = 0.28 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 10.00 < 27 \quad u.c. = 0.37 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \quad \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 15 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{15}{300} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_{\phi} = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{300} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.378 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_{\phi} - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.378 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{15}{300}} = 0.469 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.806 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 17325.06 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

b. Partiële stabiliteitscontrole flens artikel 6.1.2.2

$$\frac{t \ell}{10^6} < 0.1 \text{ m}^2 \quad f_d = (0.7 + 3 \frac{t \ell}{10^6}) f_d = 4.2 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(6.3)$$

Artikel 5.5.1.2 (7)

$$L_v = 0 \text{ mm} \quad n_s = 3$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h = 3000 \text{ mm} > 3.5 L_v = 0 \text{ mm}$$

$$\frac{1.5 L_v}{h} = \frac{1.5 \times 0}{3000} = 0.00 < 0.3 \quad \rho = 0.30 \quad \dots(5.7)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.30 \times 3000 = 900 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 7.50 < 27 \quad u.c. = 0.28 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 2 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h = 3000 \text{ mm} > 3.5 L_v = 0 \text{ mm}$$

$$\frac{1.5 L_v}{h} = \frac{1.5 \times 0}{3000} = 0.00 < 0.3 \quad \rho_2 = 0.30 \quad \dots(5.7)$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 0.30 \times 3000 = 900 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 7.50 < 27 \quad u.c. = 0.28 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \quad \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 10 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10}{120} = 0.833 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{900}{120} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.283 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.283 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10}{120}} = 0.349 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.784 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 0 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi = \min(\Phi_{mlijf}; \Phi_{mflens}) = \min(0.806; 0.784) = 0.784$$

$$f_{d,limit} = \Phi f_d = 0.784 \times 6.01 = 4.71 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_u = -0.0035 \quad \varepsilon_{ul} = \frac{f_{d,limit}}{f_d} \cdot -0.0025 = \frac{4.709}{6.005} \cdot -0.0025 = -0.00196$$

Capaciteit zonder gelimiteerde sterkte

$$M_{Rd} = 29050.49 \text{ kNm} \quad x_u = 8398.5 \text{ mm}$$

Capaciteit met gelimiteerde sterkte

$$M_{Rld} = 14146.35 \text{ kNm} \quad x_{ul} = 14123.7 \text{ mm}$$

Bepaling van de buigstijfheid EI

$$M_{EI} = 0.8 M_{Rd} = 23240.39 \text{ kNm}$$

$$\varepsilon_c = -0.002518 \quad \varepsilon_t = 0.000282$$

$$K_{EI} = \frac{\varepsilon_t - \varepsilon_c}{y} = \frac{0.000282 - (-0.002518)}{11928} = 2.347 \times 10^{-7} \text{ 1/mm}$$

$$EI = \frac{M_{EI}}{K_{EI}} = 99011537 \text{ kN m}^2$$

$$k = \frac{EI}{C h_{tot}} = \frac{99011537}{44800000 \times 30000} = 0.074$$

$$N_B = 7.8 \frac{n}{n+1.6} \frac{1}{3.9k+1} \frac{EI}{h_{tot}^2} = 574641.1 \text{ kN} \quad \dots(\text{NPR } 9096-1-1 \text{ tabel } 7)$$

Toetsing knikstabiliteit

$$\frac{N_B}{N_{VEd}} = 51.7 > 11 \quad M_{Ed} = M_{0Ed} = 7290 \text{ kNm}$$

Toetsing momentcapaciteit

$$M_{Ed} = 7290 \text{ kNm} < M_{Rld} = 14146.35 \text{ kNm} \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Momentcapaciteit voldoet.}$$

Bepaling van het gedrukte gedeelte

$$\varepsilon_c = -0.001559 \quad \varepsilon_t = -0.000706$$

$$x_v = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c - \varepsilon_t} y = \frac{-0.001559}{-0.001559 - -0.000706} \times 11928 = 21793.1 \text{ mm}$$

$$l_c = \min(x_v; y) = 11928 \text{ mm}$$

$$\sigma_c = \frac{\varepsilon_c}{0.0025} f_d = \frac{-0.001559}{0.0025} \times 6.01 = 3.745 \text{ N/mm}^2$$

$$N_{vxdH} = 9732.9 \text{ kN} \quad N_{vxd} = 9732.9 \text{ kN}$$

$$\sigma_d = \frac{N_{vxd}}{l_c t} = \frac{9732.9}{11928 \times 300} = 2.72 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 3.6.2 (3)

$$f_{vk} = f_{vko} + 0.4 \sigma_d = 0.6 + 0.4 \times 2.72 = 1.688 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.5)$$

$$f_{vk} = \min(f_{vit}; f_{vk}) = \min(1.3; 1.688) = 1.3 \text{ N/mm}^2 \quad f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = \frac{1.3}{1.7} = 0.765 \text{ N/mm}^2$$

Toetsing dwarskrachtcapaciteit volgens artikel 6.2

$$V_{Rd} = f_{vd} t l_c = 0.765 \times 300 \times 11928 = 2736.4 \text{ kN} \quad \dots(6.13)$$

$$V_{Ed} = 486 \text{ kN} < V_{Rd} = 2736.4 \text{ kN} \quad \dots(6.12) \quad u.c. = 0.18 \quad \text{Dwarskrachtcapaciteit voldoet.}$$

Resultaten

$$M_{0Ed} = N_{Ed} e_{Ned} + \frac{1}{2} q_{HEd} h_{tot}^2 = 7290 \text{ kNm}$$

$$f_d = 6.01 \text{ N/mm}^2 \quad f_{d.limit} = 4.71 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{Rd} = 29050.49 \text{ kNm} \quad x_u = 8398.5 \text{ mm}$$

$$M_{Rld} = 14146.35 \text{ kNm} \quad x_{ul} = 14123.7 \text{ mm}$$

$$EI = \frac{M_{EI}}{K_{EI}} = 99011537 \text{ kN m}^2$$

$$k = \frac{EI}{C h_{tot}} = \frac{99011537}{44800000 \times 30000} = 0.074$$

$$N_B = 7.8 \frac{n}{n+1.6} \frac{1}{3.9k+1} \frac{EI}{h_{tot}^2} = 574641.1 \text{ kN} \quad \dots(\text{NPR 9096-1-1 tabel 7})$$

$$M_{Ed} = 7290 \text{ kNm} < M_{Rld} = 14146.35 \text{ kNm} \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Momentcapaciteit voldoet.}$$

$$l_c = 11928 \text{ mm}$$

$$f_{vd} = 0.765 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Ed} = 486 \text{ kN} < V_{Rd} = 2736.4 \text{ kN} \quad \dots(6.12) \quad u.c. = 0.18 \quad \text{Dwarskrachtcapaciteit voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 6 - Stabiliteitskern van enkele verdiepingen hoog met inklemming

INVOERGEGEVENS

ONDERDEEL : Algehele stabiliteit wand D=214

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12)

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel

$$f_b = 12 \text{ N/mm}^2$$

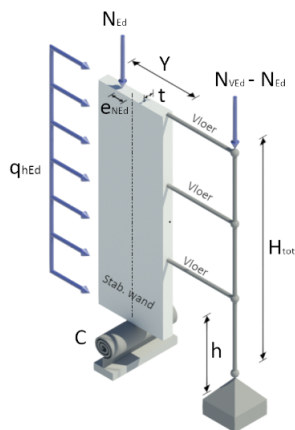
Doorsnedegeometrie:

hoogte

lijfbreedte

$$y = 11928 \text{ mm}$$

$$t_l = 214 \text{ mm}$$



Geometrie wand:

totale hoogte kern

verdiepingshoogte

aantal verdiepingen

rotatie veerconstante [kNm/rad]

$$h_{tot} = 12000 \text{ mm}$$

$$h = 3000 \text{ mm}$$

$$n = 10$$

$$C = 1.8e+06$$

Belastingen:

normaalkrachten

excentriciteit

normaalkracht

horizontale belasting

extra horizontale belasting door scheefstand

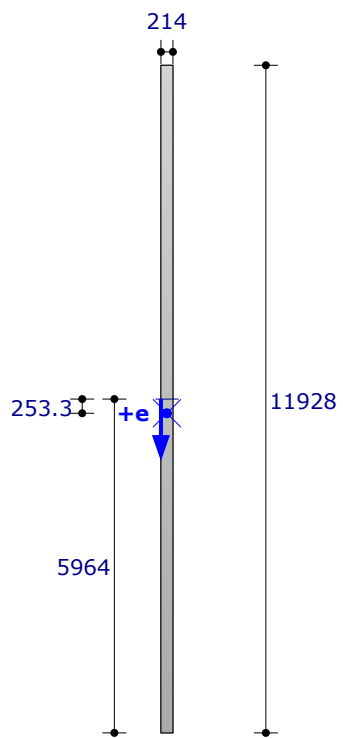
$$N_{Ed} = 2302.0 \text{ kN}$$

$$e_{NEd} = 0.000 \text{ m}$$

$$N_{VEd} = 2600.0 \text{ kN}$$

$$q_{HEd} = 8.100 \text{ kN/m}$$

nee



BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 12^{0.85} \times 0^0 = 6.61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6.61}{1.7} = 3.89 \text{ N/mm}^2 \quad f_{vko} = 0.6 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 5.5.3 (2)

$$x_1 = 0 \text{ mm} \quad x_2 = 0 \text{ mm} \quad x_3 = 0 \text{ mm} \quad x_4 = 0 \text{ mm} \quad x_5 = 0 \text{ mm} \quad x_6 = 0 \text{ mm}$$

$$A = 2.553 \times 10^6 \text{ mm}^2 \quad S = 1.522 \times 10^{10} \text{ mm}^3 \quad z_w = \frac{S}{A} = 5964 \text{ mm}$$

$$M_{0Ed} = N_{Ed} e_{Ned} + \frac{1}{2} q_{HEd} h_{tot}^2 = 583.2 \text{ kNm}$$

a. Partiële stabiliteitscontrole lijf artikel 6.1.2.2

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10.51 < 27 \quad u.c. = 0.39 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \quad \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_{\phi} = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_{\phi} - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 7017.91 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

b. Partiële stabiliteitscontrole flens artikel 6.1.2.2

$$\frac{t \ell}{10^6} < 0.1 \text{ m}^2 \quad f_d = (0.7 + 3 \frac{t \ell}{10^6}) f_d = 2.72 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(6.3)$$

Artikel 5.5.1.2 (7)

$$L_v = 0 \text{ mm} \quad n_s = 3$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h = 3000 \text{ mm} > 3.5 L_v = 0 \text{ mm}$$

$$\frac{1.5 L_v}{h} = \frac{1.5 \times 0}{3000} = 0.00 < 0.3 \quad \rho = 0.30 \quad \dots(5.7)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.30 \times 3000 = 900 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 7.50 < 27 \quad u.c. = 0.28 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 2 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h = 3000 \text{ mm} > 3.5 L_v = 0 \text{ mm}$$

$$\frac{1.5 L_v}{h} = \frac{1.5 \times 0}{3000} = 0.00 < 0.3 \quad \rho_2 = 0.30 \quad \dots(5.7)$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 0.30 \times 3000 = 900 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 7.50 < 27 \quad u.c. = 0.28 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \quad \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 10 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10}{120} = 0.833 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{900}{120} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.283 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.283 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10}{120}} = 0.349 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.784 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 0 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi = \min(\Phi_{mlijf}; \Phi_{mflens}) = \min(0.707; 0.784) = 0.707$$

$$f_{d,limit} = \Phi f_d = 0.707 \times 3.89 = 2.75 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_u = -0.0035 \quad \varepsilon_{ul} = \frac{f_{d,limit}}{f_d} \cdot -0.0025 = \frac{2.749}{3.89} \cdot -0.0025 = -0.00177$$

Capaciteit zonder gelimiteerde sterkte

$$M_{Rd} = 10218.1 \text{ kNm} \quad x_u = 4301.2 \text{ mm}$$

Capaciteit met gelimiteerde sterkte

$$M_{Rld} = 7723.23 \text{ kNm} \quad x_{ul} = 7819 \text{ mm}$$

Bepaling van de buigstijfheid EI

$$M_{EI} = 0.8 M_{Rd} = 8174.48 \text{ kNm}$$

$$\varepsilon_c = -0.001910 \quad \varepsilon_t = 0.001237$$

$$K_{EI} = \frac{\varepsilon_t - \varepsilon_c}{y} = \frac{0.001237 - (-0.001910)}{11928} = 2.639 \times 10^{-7} \text{ 1/mm}$$

$$EI = \frac{M_{EI}}{K_{EI}} = 30980486 \text{ kN m}^2$$

$$k = \frac{EI}{C h_{tot}} = \frac{30980486}{1800000 \times 12000} = 1.434$$

$$N_B = 7.8 \frac{n}{n+1.6} \frac{1}{3.9k+1} \frac{EI}{h_{tot}^2} = 219398.3 \text{ kN} \quad \dots(\text{NPR 9096-1-1 tabel 7})$$

Toetsing knikstabiliteit

$$\frac{N_B}{N_{VEd}} = 84.4 > 11 \quad M_{Ed} = M_{0Ed} = 583.2 \text{ kNm}$$

Toetsing momentcapaciteit

$$M_{Ed} = 583.2 \text{ kNm} < M_{Rld} = 7723.23 \text{ kNm} \quad u.c. = 0.08 \quad \text{Momentcapaciteit voldoet.}$$

Bepaling van het gedrukte gedeelte

$$\varepsilon_c = -0.000653 \quad \varepsilon_t = -0.000506$$

$$x_v = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c - \varepsilon_t} y = \frac{-0.000653}{-0.000653 - -0.000506} \times 11928 = 52767.2 \text{ mm}$$

$$l_c = \min(x_v; y) = 11928 \text{ mm}$$

$$\sigma_c = \frac{\varepsilon_c}{0.0025} f_d = \frac{-0.000653}{0.0025} \times 3.89 = 1.017 \text{ N/mm}^2$$

$$N_{vxdH} = 2302 \text{ kN} \quad N_{vxd} = 2302 \text{ kN}$$

$$\sigma_d = \frac{N_{vxd}}{l_c t} = \frac{2302}{11928 \times 214} = 0.902 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 3.6.2 (3)

$$f_{vk} = f_{vko} + 0.4 \sigma_d = 0.6 + 0.4 \times 0.902 = 0.961 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.5)$$

$$f_{vk} = \min(f_{vit}; f_{vk}) = \min(0.78; 0.961) = 0.78 \text{ N/mm}^2 \quad f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = \frac{0.78}{1.7} = 0.459 \text{ N/mm}^2$$

Toetsing dwarskrachtcapaciteit volgens artikel 6.2

$$V_{Rd} = f_{vd} t l_c = 0.459 \times 214 \times 11928 = 1171.2 \text{ kN} \quad \dots(6.13)$$

$$V_{Ed} = 97.2 \text{ kN} < V_{Rd} = 1171.2 \text{ kN} \quad \dots(6.12) \quad u.c. = 0.08 \quad \text{Dwarskrachtcapaciteit voldoet.}$$

Resultaten

$$M_{0Ed} = N_{Ed} e_{Ned} + \frac{1}{2} q_{HEd} h_{tot}^2 = 583.2 \text{ kNm}$$

$$f_d = 3.89 \text{ N/mm}^2 \quad f_{d.limit} = 2.75 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{Rd} = 10218.1 \text{ kNm} \quad x_u = 4301.2 \text{ mm}$$

$$M_{Rld} = 7723.23 \text{ kNm} \quad x_{ul} = 7819 \text{ mm}$$

$$EI = \frac{M_{EI}}{K_{EI}} = 30980486 \text{ kN m}^2$$

$$k = \frac{EI}{C h_{tot}} = \frac{30980486}{1800000 \times 12000} = 1.434$$

$$N_B = 7.8 \frac{n}{n+1.6} \frac{1}{3.9k+1} \frac{EI}{h_{tot}^2} = 219398.3 \text{ kN} \quad \dots(\text{NPR 9096-1-1 tabel 7})$$

$$M_{Ed} = 583.2 \text{ kNm} < M_{Rld} = 7723.23 \text{ kNm} \quad u.c. = 0.08 \quad \text{Momentcapaciteit voldoet.}$$

$$l_c = 11928 \text{ mm}$$

$$f_{vd} = 0.459 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Ed} = 97.2 \text{ kN} < V_{Rd} = 1171.2 \text{ kN} \quad \dots(6.12) \quad u.c. = 0.08 \quad \text{Dwarskrachtcapaciteit voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 6 - Stabiliteitskern van enkele verdiepingen hoog met inklemming

INVOERGEGEVENS

ONDERDEEL : Stabiliteit wand D=300 hoek woning

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 20)

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel

$$f_b = 20 \text{ N/mm}^2$$

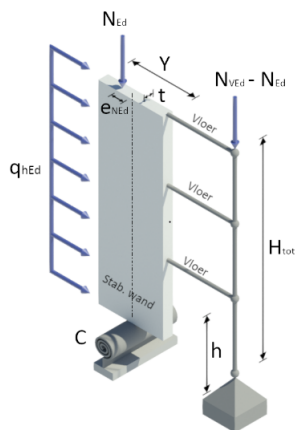
Doorsnedegeometrie:

hoogte

lijfbreedte

$$y = 11928 \text{ mm}$$

$$t_l = 300 \text{ mm}$$



Geometrie wand:

totale hoogte kern

verdiepingshoogte

aantal verdiepingen

rotatie veerconstante [kNm/rad]

$$h_{tot} = 30000 \text{ mm}$$

$$h = 3000 \text{ mm}$$

$$n = 10$$

$$C = 2.943e+06$$

Belastingen:

normaalkrachten

excentriciteit

normaalkracht

horizontale belasting

extra horizontale belasting door scheefstand

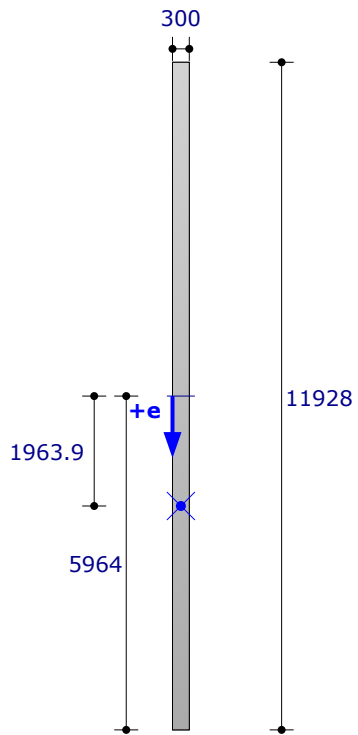
$$N_{Ed} = 6393.0 \text{ kN}$$

$$e_{NEd} = 0.000 \text{ m}$$

$$N_{VEd} = 7121.0 \text{ kN}$$

$$q_{HEd} = 27.900 \text{ kN/m}$$

nee



BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 20^{0.85} \times 0^0 = 10.21 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{10.21}{1.7} = 6.01 \text{ N/mm}^2 \quad f_{vko} = 0.6 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 5.5.3 (2)

$$x_1 = 0 \text{ mm} \quad x_2 = 0 \text{ mm} \quad x_3 = 0 \text{ mm} \quad x_4 = 0 \text{ mm} \quad x_5 = 0 \text{ mm} \quad x_6 = 0 \text{ mm}$$

$$A = 3.578 \times 10^6 \text{ mm}^2 \quad S = 2.134 \times 10^{10} \text{ mm}^3 \quad z_w = \frac{S}{A} = 5964 \text{ mm}$$

$$M_{0Ed} = N_{Ed} e_{Ned} + \frac{1}{2} q_{HEd} h_{tot}^2 = 12555 \text{ kNm}$$

a. Partiële stabiliteitscontrole lijf artikel 6.1.2.2

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 7.50 < 27 \quad u.c. = 0.28 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 10.00 < 27 \quad u.c. = 0.37 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \quad \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 15 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{15}{300} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_{\phi} = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{300} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.378 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_{\phi} - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.378 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{15}{300}} = 0.469 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.806 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 17325.06 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

b. Partiële stabiliteitscontrole flens artikel 6.1.2.2

$$\frac{t \ell}{10^6} < 0.1 \text{ m}^2 \quad f_d = (0.7 + 3 \frac{t \ell}{10^6}) f_d = 4.2 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(6.3)$$

Artikel 5.5.1.2 (7)

$$L_v = 0 \text{ mm} \quad n_s = 3$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h = 3000 \text{ mm} > 3.5 L_v = 0 \text{ mm}$$

$$\frac{1.5 L_v}{h} = \frac{1.5 \times 0}{3000} = 0.00 < 0.3 \quad \rho = 0.30 \quad \dots(5.7)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.30 \times 3000 = 900 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 7.50 < 27 \quad u.c. = 0.28 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 2 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h = 3000 \text{ mm} > 3.5 L_v = 0 \text{ mm}$$

$$\frac{1.5 L_v}{h} = \frac{1.5 \times 0}{3000} = 0.00 < 0.3 \quad \rho_2 = 0.30 \quad \dots(5.7)$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 0.30 \times 3000 = 900 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 7.50 < 27 \quad u.c. = 0.28 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \quad \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 10 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10}{120} = 0.833 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{900}{120} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.283 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.283 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10}{120}} = 0.349 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u)/2} = 0.784 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 0 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi = \min(\Phi_{mlijf}; \Phi_{mflens}) = \min(0.806; 0.784) = 0.784$$

$$f_{d,limit} = \Phi f_d = 0.784 \times 6.01 = 4.71 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_u = -0.0035 \quad \varepsilon_{ul} = \frac{f_{d,limit}}{f_d} \cdot -0.0025 = \frac{4.709}{6.005} \cdot -0.0025 = -0.00196$$

Capaciteit zonder gelimiteerde sterkte

$$M_{Rd} = 25627.22 \text{ kNm} \quad x_u = 5524.3 \text{ mm}$$

Capaciteit met gelimiteerde sterkte

$$M_{Rld} = 18841.36 \text{ kNm} \quad x_{ul} = 9056.7 \text{ mm}$$

Bepaling van de buigstijfheid EI

$$M_{EI} = 0.8 M_{Rd} = 20501.77 \text{ kNm}$$

$$\varepsilon_c = -0.002145 \quad \varepsilon_t = 0.000948$$

$$K_{EI} = \frac{\varepsilon_t - \varepsilon_c}{y} = \frac{0.000948 - (-0.002145)}{11928} = 2.594 \times 10^{-7} \text{ 1/mm}$$

$$EI = \frac{M_{EI}}{K_{EI}} = 79048640 \text{ kN m}^2$$

$$k = \frac{EI}{C h_{tot}} = \frac{79048640}{2942725 \times 30000} = 0.895$$

$$N_B = 7.8 \frac{n}{n+1.6} \frac{1}{3.9k+1} \frac{EI}{h_{tot}^2} = 131473.4 \text{ kN} \quad \dots(\text{NPR 9096-1-1 tabel 7})$$

Toetsing knikstabiliteit

$$\frac{N_B}{N_{VEd}} = 18.5 > 11 \quad M_{Ed} = M_{0Ed} = 12555 \text{ kNm}$$

Toetsing momentcapaciteit

$$M_{Ed} = 12555 \text{ kNm} < M_{Rld} = 18841.36 \text{ kNm} \quad u.c. = 0.67 \quad \text{Momentcapaciteit voldoet.}$$

Bepaling van het gedrukte gedeelte

$$\varepsilon_c = -0.001479 \quad \varepsilon_t = -0.000009$$

$$x_v = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c - \varepsilon_t} y = \frac{-0.001479}{-0.001479 - -0.000009} \times 11928 = 12001.1 \text{ mm}$$

$$l_c = \min(x_v; y) = 11928 \text{ mm}$$

$$\sigma_c = \frac{\varepsilon_c}{0.0025} f_d = \frac{-0.001479}{0.0025} \times 6.01 = 3.551 \text{ N/mm}^2$$

$$N_{vxdH} = 6392.9 \text{ kN} \quad N_{vxd} = 6392.9 \text{ kN}$$

$$\sigma_d = \frac{N_{vxd}}{l_c t} = \frac{6392.9}{11928 \times 300} = 1.787 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 3.6.2 (3)

$$f_{vk} = f_{vko} + 0.4 \sigma_d = 0.6 + 0.4 \times 1.787 = 1.315 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.5)$$

$$f_{vk} = \min(f_{vit}; f_{vk}) = \min(1.3; 1.315) = 1.3 \text{ N/mm}^2 \quad f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = \frac{1.3}{1.7} = 0.765 \text{ N/mm}^2$$

Toetsing dwarskrachtcapaciteit volgens artikel 6.2

$$V_{Rd} = f_{vd} t l_c = 0.765 \times 300 \times 11928 = 2736.4 \text{ kN} \quad \dots(6.13)$$

$$V_{Ed} = 837 \text{ kN} < V_{Rd} = 2736.4 \text{ kN} \quad \dots(6.12) \quad u.c. = 0.31 \quad \text{Dwarskrachtcapaciteit voldoet.}$$

Resultaten

$$M_{0Ed} = N_{Ed} e_{Ned} + \frac{1}{2} q_{HEd} h_{tot}^2 = 12555 \text{ kNm}$$

$$f_d = 6.01 \text{ N/mm}^2 \quad f_{d.limit} = 4.71 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{Rd} = 25627.22 \text{ kNm} \quad x_u = 5524.3 \text{ mm}$$

$$M_{Rld} = 18841.36 \text{ kNm} \quad x_{ul} = 9056.7 \text{ mm}$$

$$EI = \frac{M_{EI}}{K_{EI}} = 79048640 \text{ kN m}^2$$

$$k = \frac{EI}{C h_{tot}} = \frac{79048640}{2942725 \times 30000} = 0.895$$

$$N_B = 7.8 \frac{n}{n+1.6} \frac{1}{3.9k+1} \frac{EI}{h_{tot}^2} = 131473.4 \text{ kN} \quad \dots(\text{NPR 9096-1-1 tabel 7})$$

$$M_{Ed} = 12555 \text{ kNm} < M_{Rld} = 18841.36 \text{ kNm} \quad u.c. = 0.67 \quad \text{Momentcapaciteit voldoet.}$$

$$l_c = 11928 \text{ mm}$$

$$f_{vd} = 0.765 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Ed} = 837 \text{ kN} < V_{Rd} = 2736.4 \text{ kN} \quad \dots(6.12) \quad u.c. = 0.31 \quad \text{Dwarskrachtcapaciteit voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 2 - Niet-dragende wand met (laterale) windbelasting

INVOERGEGEVENS

ONDERDEEL : Toets niet dragende wand 214

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12)

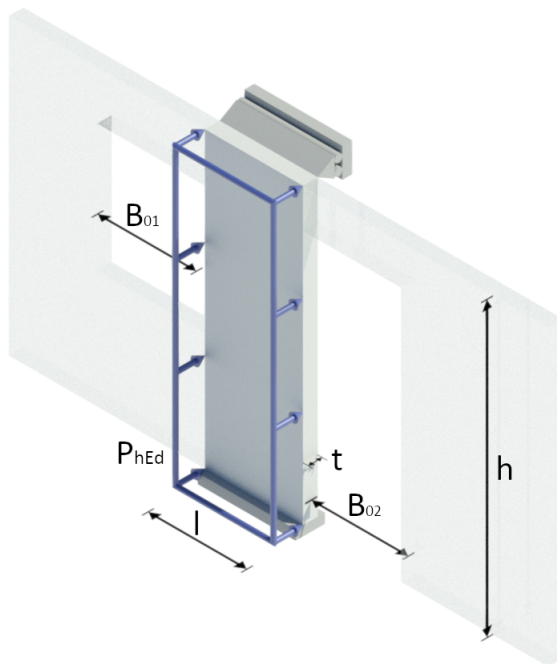
mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel

buigtreksterkte van de kimvoeg

volumiek gewicht kalkzandsteen

$$f_b = 12 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{xkk1} = 0.3 \text{ N/mm}^2$$
$$= 18.5 \text{ kN/m}^3$$



Geometrie van de wand:

dikte

hoogte

breedte

hoogte van het gebouw

breedte van het gebouw

hoogte van de wandlocatie

breedte van naastliggende raamopening 1

breedte van naastliggende raamopening 2

aantal zijden die gesteund zijn

$$t = 214 \text{ mm}$$

$$h = 2750 \text{ mm}$$

$$l = 1000 \text{ mm}$$

$$h_b = 70 \text{ m}$$

$$b_b = 45 \text{ m}$$

$$h_w = 45 \text{ m}$$

$$b_{o1} = 2.8 \text{ m}$$

$$b_{o2} = \text{m}$$

$$ss = 2$$

Belastingen:

Windgebied : III

Terreincategorie : 0 Zee of kustgebied aan zee

Drukcoëfficiënt

Percentage van belasting op de wand

Horizontale belasting

Verticale belasting ($q_{Evd} = \gamma_G \gamma_t b = 0.9 \times 18.5 \times 0.21 \times 1$)

$$c_f = 1.00$$

$$= 50 \%$$

$$q_{Ehd} = 1.632 \text{ kN/m}$$

$$q_{Evd} = 3.563 \text{ kN/m}$$

BEREKENING

**Bepaling capaciteit volgens art. 6.3.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):
Resultaten**

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0.8 \times 12^{0.85} \times 0^0 = 6.61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6.61}{1.7} = 3.89 \text{ N/mm}^2 \quad f_{xd1} = \frac{f_{xk1}}{\gamma_M} = \frac{0.6}{1.7} = 0.35 \text{ N/mm}^2 \quad f_{xdk1} = \frac{f_{xkk1}}{\gamma_M} = \frac{0.3}{1.7} = 0.18 \text{ N/mm}^2$$

Berekening q_{Ehd}

$$z_e = 70.0 \text{ m} \quad \text{Extreme stuwdruk } p_w = 1.550 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{wEd} = p_w c_f \gamma_f \text{ per}/100 = 1.550 \times 1.00 \times 1.50 \times 50/100 = 1.162 \text{ kN/m}^2$$

NPR 9096-1-1 figuur 18

$$b/h = 0.364 \quad b_{o1}/h = 1.018 \quad b_{o2}/h = 0.000$$

$$equ = equ_a + (equ_b - equ_a) b_{o2}/h = 1.404 + (1.704 - 1.404) \times 0.000 = 1.404$$

$$q_{Ehd} = p_{wEd} b equ = 1.162 \times 1 \times 1.404 = 1.632 \text{ kN/m}$$

$$N_{bEd} = h q_{Evd} = 9.799 \text{ kN} \quad M_{bRd} = (f_{xdk1} + \frac{N_{bEd}}{\ell t}) \frac{\ell t^2}{6} = 1.7 \text{ kNm}$$

$$M_{bEd} = -q_{Ehd} \frac{h^2}{8} = -1.54 \text{ kNm}$$

$$V_{tEd} = q_{Ehd} \frac{h}{2} + \frac{M_{bEd}}{h} = 1.683 \text{ kN}$$

$$V_{bEd} = q_{Ehd} h - V_{tEd} = 2.805 \text{ kN}$$

$$y = \frac{V_{tEd}}{q_{Ehd}} = 1.031 \text{ m}$$

$$M_{vEd} = V_{tEd} y - q_{Ehd} \frac{y^2}{2} = 0.87 \text{ kNm}$$

$$N_{vEd} = q_{Evd} y = 3.674 \text{ kN}$$

$$\sigma_d = \min \left(\frac{N_{vEd}}{\ell t}; 0.2 f_d \right) = 0.017 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{vRd} = (f_{xdk1} + \sigma_d) \frac{\ell t^2}{6} = 2.82 \text{ kNm}$$

Artikel 6.3.1(1)

$$M_{vEd} = 0.87 \text{ kNm} < M_{vRd} = 2.82 \text{ kNm} \quad \text{u.c.} = 0.31 \text{ Capaciteit van de wand voldoet.} \quad \dots(6.15)$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

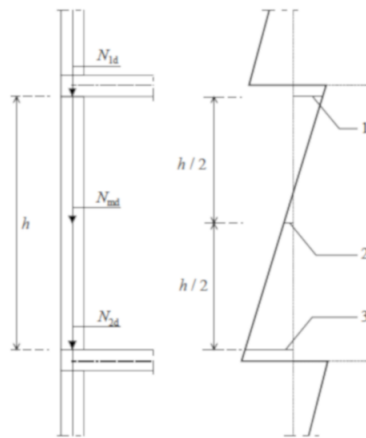
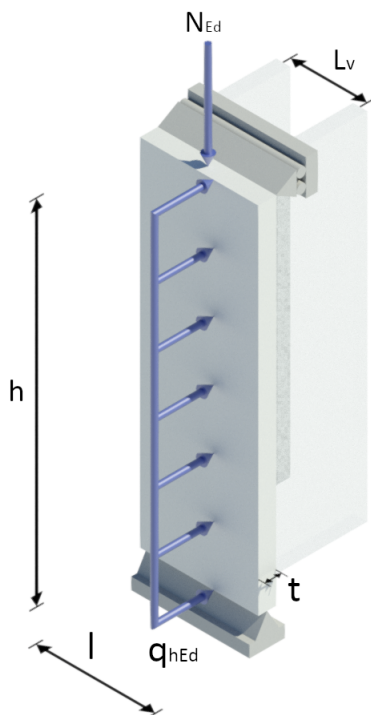
ONDERDEEL : Penant gevel 800x214 minimaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 28) $f_b = 28 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed\ t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed\ m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed\ b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$t = 214 \text{ mm}$

hoogte

$h = 3000 \text{ mm}$

breedte

$l = 800 \text{ mm}$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$N_{Ed} = 127.0 \text{ kN}$

maximale normaalkracht

$N_{Ed, \max} = 127.0 \text{ kN}$

moment aan de top

$M_{Ed\ t} = -11.69 \text{ kNm}$

moment in het midden

$M_{Ed\ m} = 6.44 \text{ kNm}$

moment aan de voet

$M_{Ed\ b} = -9.18 \text{ kNm}$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0.8 \times 28^{0.85} \times 0^0 = 13.59 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{13.59}{1.7} = 7.99 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{|M_{Edt}|}{|N_{Ed}|} = 92.1 \text{ mm} > 0.25 t = 53.5 \text{ mm} \quad \rho = 1.00 \quad \dots(5.4)$$

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 6.7 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -92.1 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 98.7 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,t} = \min \left(e_{i,t,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 97.1 \text{ mm}$$

$$\Delta M_t = (e_{i,t,f} - e_{i,t}) N_{Ed} = 0.21 \text{ kNm}$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -72.3 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 79 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,b} = \min \left(e_{i,b,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 79 \text{ mm}$$

$$\Delta M_b = (e_{i,b,f} - e_{i,b}) N_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Edm} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 6.44 + \frac{0.21 + 0}{2} = 6.54 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed.m} = \frac{M_{Ed.mc}}{N_{Ed}} = 51.5 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed.m}| + e_{init} = 58.2 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k ; 0.05 t_{ef}) = 58.2 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{58.18}{214} = 0.456 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{13.6}{9512}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{58.2}{214}} = 1.133 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.24 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m} = \Phi_m \ell t f_d = 328.45 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$M_{Ed.t.c} = M_{Ed.t} + \Delta M_t = -11.69 + 0.21 = -11.48 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed.t.c} = 6.54 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed.b.c} = M_{Ed.b} + \Delta M_b = -9.18 + 0 = -9.18 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 127 \text{ kN} < N_{Rd} = 328.5 \text{ kN} \quad u.c. = 0.39 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10 ; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k ; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{13.6}{9512}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 967.19 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 127 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 967.2 \text{ kN} \quad u.c. = 0.13$$

Capaciteit van de wand voldoet.

Resultaten

$$f_d = 7.99 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.24 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 328.45 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$M_{Ed,t.c} = M_{Ed,t} + \Delta M_t = -11.69 + 0.21 = -11.48 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,t.c} = 6.54 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b.c} = M_{Ed,b} + \Delta M_b = -9.18 + 0 = -9.18 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 127 \text{ kN} < N_{Rd} = 328.5 \text{ kN} \quad u.c. = 0.39 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 967.19 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 127 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 967.2 \text{ kN} \quad u.c. = 0.13$$

Capaciteit van de wand voldoet.

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

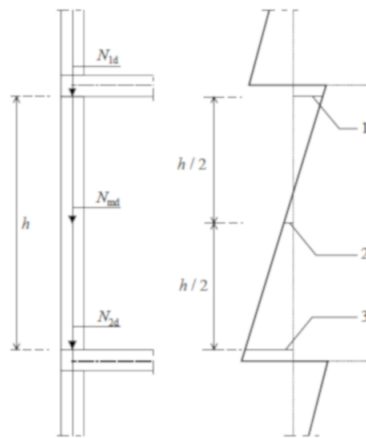
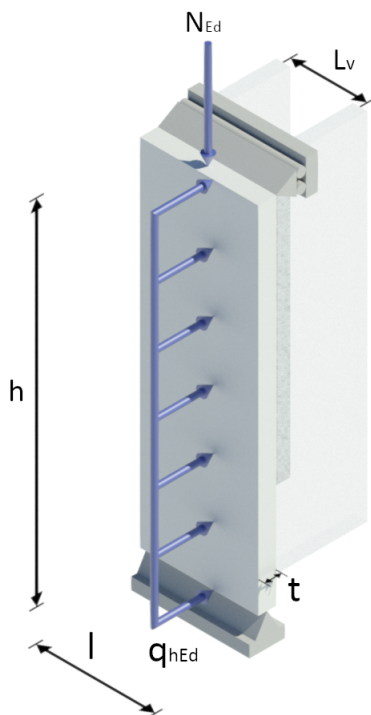
ONDERDEEL : Penant gevel 1200x214 minimaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 20) $f_b = 20 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed\ t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed\ m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed\ b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 214 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 1200 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 127.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 127.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed\ t} = -11.81 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed\ m} = 6.72 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed\ b} = -8.50 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0.8 \times 20^{0.85} \times 0^0 = 10.21 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{10.21}{1.7} = 6.01 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{|M_{Edt}|}{|N_{Ed}|} = 93 \text{ mm} > 0.25 t = 53.5 \text{ mm} \quad \rho = 1.00 \quad \dots(5.4)$$

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad \text{u.c.} = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 6.7 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -93 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 99.6 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,t} = \min \left(e_{i,t,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 98.2 \text{ mm}$$

$$\Delta M_t = (e_{i,t,f} - e_{i,t}) N_{Ed} = 0.19 \text{ kNm}$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -66.9 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 73.6 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,b} = \min \left(e_{i,b,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 73.6 \text{ mm}$$

$$\Delta M_b = (e_{i,b,f} - e_{i,b}) N_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Edm} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 6.72 + \frac{0.19 + 0}{2} = 6.82 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed.m} = \frac{M_{Ed.mc}}{N_{Ed}} = 53.7 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed.m}| + e_{init} = 60.3 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k ; 0.05 t_{ef}) = 60.3 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{60.33}{214} = 0.436 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{60.3}{214}} = 1.167 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.221 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m} = \Phi_m \ell t f_d = 340.58 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$M_{Ed.t.c} = M_{Ed.t} + \Delta M_t = -11.81 + 0.19 = -11.62 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed.t.c} = 6.82 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed.b.c} = M_{Ed.b} + \Delta M_b = -8.5 + 0 = -8.5 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 127 \text{ kN} < N_{Rd} = 340.6 \text{ kN} \quad u.c. = 0.37 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10 ; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k ; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 1089.92 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 127 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 1089.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.12$$

Capaciteit van de wand voldoet.

Resultaten

$$f_d = 6.01 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.221 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 340.58 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$M_{Ed,t.c} = M_{Ed,t} + \Delta M_t = -11.81 + 0.19 = -11.62 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,t.c} = 6.82 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b.c} = M_{Ed,b} + \Delta M_b = -8.5 + 0 = -8.5 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 127 \text{ kN} < N_{Rd} = 340.6 \text{ kN} \quad u.c. = 0.37 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 1089.92 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 127 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 1089.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.12$$

Capaciteit van de wand voldoet.

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

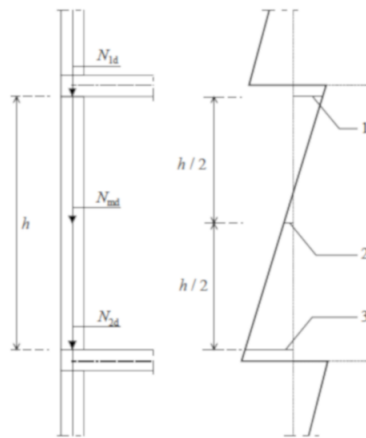
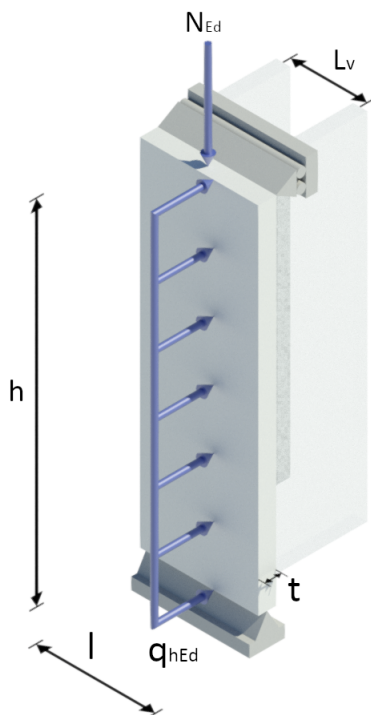
ONDERDEEL : Penant gevel 700x214 minimaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 36) $f_b = 36 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed\ t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed\ m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed\ b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 214 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 700 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 127.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 127.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed\ t} = -11.81 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed\ m} = 6.72 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed\ b} = -8.50 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0.8 \times 36^{0.85} \times 0^0 = 16.82 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{16.82}{1.7} = 9.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{|M_{Edt}|}{|N_{Ed}|} = 93 \text{ mm} > 0.25 t = 53.5 \text{ mm} \quad \rho = 1.00 \quad \dots(5.4)$$

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad \text{u.c.} = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 6.7 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -93 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 99.6 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,t} = \min \left(e_{i,t,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 97.8 \text{ mm}$$

$$\Delta M_t = (e_{i,t,f} - e_{i,t}) N_{Ed} = 0.23 \text{ kNm}$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -66.9 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 73.6 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,b} = \min \left(e_{i,b,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 73.6 \text{ mm}$$

$$\Delta M_b = (e_{i,b,f} - e_{i,b}) N_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Edm} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 6.72 + \frac{0.23 + 0}{2} = 6.84 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed.m} = \frac{M_{Ed.mc}}{N_{Ed}} = 53.8 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed.m}| + e_{init} = 60.5 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k ; 0.05 t_{ef}) = 60.5 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{60.51}{214} = 0.435 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{16.8}{11777.3}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{60.5}{214}} = 1.169 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.219 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m} = \Phi_m \ell t f_d = 325.12 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$M_{Ed.t.c} = M_{Ed.t} + \Delta M_t = -11.81 + 0.23 = -11.58 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed.t.c} = 6.84 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed.b.c} = M_{Ed.b} + \Delta M_b = -8.5 + 0 = -8.5 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 127 \text{ kN} < N_{Rd} = 325.1 \text{ kN} \quad u.c. = 0.39 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10 ; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k ; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{16.8}{11777.3}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 1047.83 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 127 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 1047.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.12$$

Capaciteit van de wand voldoet.

Resultaten

$$f_d = 9.9 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.219 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 325.12 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$M_{Ed,t.c} = M_{Ed,t} + \Delta M_t = -11.81 + 0.23 = -11.58 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,t.c} = 6.84 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b.c} = M_{Ed,b} + \Delta M_b = -8.5 + 0 = -8.5 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 127 \text{ kN} < N_{Rd} = 325.1 \text{ kN} \quad u.c. = 0.39 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 1047.83 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 127 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 1047.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.12$$

Capaciteit van de wand voldoet.

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

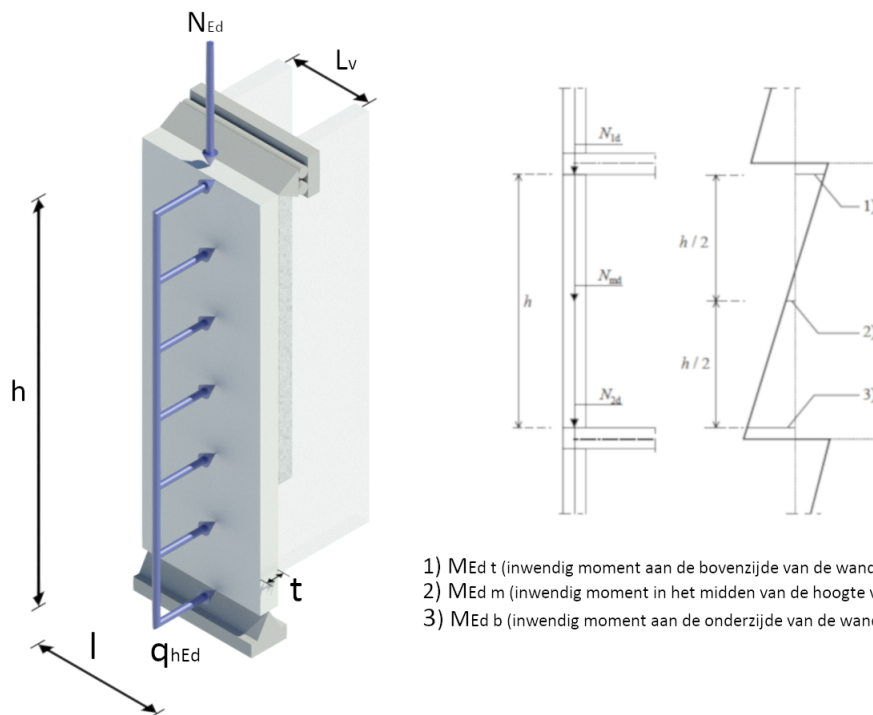
ONDERDEEL : Penant gevel 550x214 minimaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 44) $f_b = 44 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed\ t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed\ m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed\ b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 214 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 550 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 127.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 127.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed\ t} = -11.78 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed\ m} = 6.17 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed\ b} = -9.63 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 44^{0.85} \times 0^0 = 19.95 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{19.95}{1.7} = 11.74 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{|M_{Edt}|}{|N_{Ed}|} = 92.8 \text{ mm} > 0.25 t = 53.5 \text{ mm} \quad \rho = 1.00 \quad \dots(5.4)$$

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad \text{u.c.} = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 6.7 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -92.8 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 99.5 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,t} = \min \left(e_{i,t,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 97.2 \text{ mm}$$

$$\Delta M_t = (e_{i,t,f} - e_{i,t}) N_{Ed} = 0.29 \text{ kNm}$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -75.8 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 82.5 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,b} = \min \left(e_{i,b,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 82.5 \text{ mm}$$

$$\Delta M_b = (e_{i,b,f} - e_{i,b}) N_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Edm} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 6.17 + \frac{0.29 + 0}{2} = 6.31 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed.m} = \frac{M_{Ed.mc}}{N_{Ed}} = 49.7 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed.m}| + e_{init} = 56.4 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k ; 0.05 t_{ef}) = 56.4 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{56.38}{214} = 0.473 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{20}{13967.6}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{56.4}{214}} = 1.107 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.256 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m} = \Phi_m \ell t f_d = 354.22 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$M_{Ed.t.c} = M_{Ed.t} + \Delta M_t = -11.78 + 0.29 = -11.49 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed.t.c} = 6.31 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed.b.c} = M_{Ed.b} + \Delta M_b = -9.63 + 0 = -9.63 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 127 \text{ kN} < N_{Rd} = 354.2 \text{ kN} \quad u.c. = 0.36 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10 ; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k ; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{20}{13967.6}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 976.41 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 127 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 976.4 \text{ kN} \quad u.c. = 0.13$$

Capaciteit van de wand voldoet.

Resultaten

$$f_d = 11.74 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.256 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 354.22 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$M_{Ed,t.c} = M_{Ed,t} + \Delta M_t = -11.78 + 0.29 = -11.49 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,t.c} = 6.31 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b.c} = M_{Ed,b} + \Delta M_b = -9.63 + 0 = -9.63 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 127 \text{ kN} < N_{Rd} = 354.2 \text{ kN} \quad u.c. = 0.36 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 976.41 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 127 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 976.4 \text{ kN} \quad u.c. = 0.13$$

Capaciteit van de wand voldoet.

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

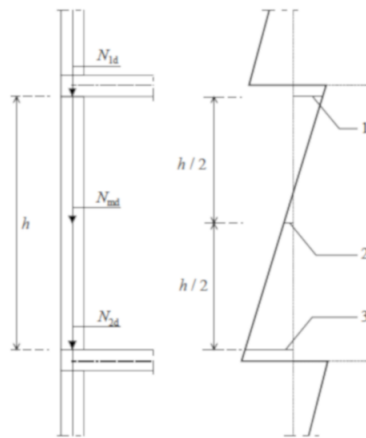
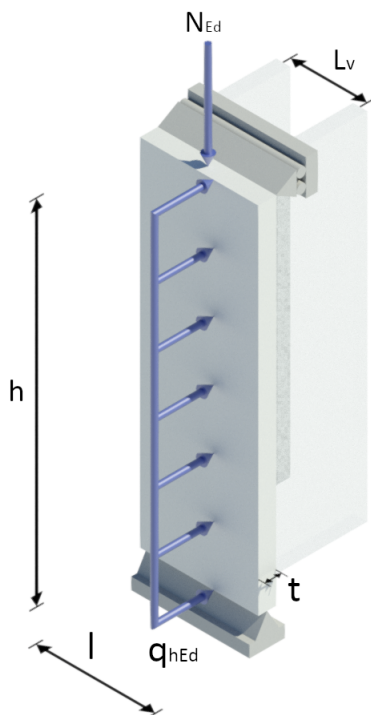
ONDERDEEL : Penant gevel 450x214 minimaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 20) $f_b = 20 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$t = 214 \text{ mm}$

hoogte

$h = 3000 \text{ mm}$

breedte

$l = 450 \text{ mm}$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$N_{Ed} = 191.0 \text{ kN}$

maximale normaalkracht

$N_{Ed, max} = 191.0 \text{ kN}$

moment aan de top

$M_{Ed t} = -11.78 \text{ kNm}$

moment in het midden

$M_{Ed m} = 6.17 \text{ kNm}$

moment aan de voet

$M_{Ed b} = -9.63 \text{ kNm}$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 20^{0.85} \times 0^0 = 10.21 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{10.21}{1.7} = 6.01 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{t \ell}{10^6} < 0.1 \text{ m}^2 \quad f_d = (0.7 + 3 \frac{t \ell}{10^6}) f_d = 5.94 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(6.3)$$

$$\frac{|M_{Edt}|}{|N_{Ed}|} = 61.7 \text{ mm} > 0.25 t = 53.5 \text{ mm} \quad \rho = 1.00 \quad \dots(5.4)$$

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 6.7 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -61.7 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 68.4 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 68.4 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.361 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 206.48 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -50.4 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 57.1 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 57.1 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.466 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 266.76 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Edm} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 6.17 + \frac{0 + 0}{2} = 6.17 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 32.3 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 39 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k ; 0.05 t_{ef}) = 39 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{38.96}{214} = 0.636 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{39}{214}} = 0.903 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.423 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 241.9 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 191 \text{ kN} < N_{Rd} = 206.5 \text{ kN} \quad u.c. = 0.93 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10 ; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k ; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 404.18 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 191 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 404.2 \text{ kN} \quad u.c. = 0.47 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$\frac{t \ell}{10^6} < 0.1 \text{ m}^2 \quad f_d = (0.7 + 3 \frac{t \ell}{10^6}) f_d = 5.94 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(6.3)$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.361 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 206.48 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.466 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 266.76 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.423 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 241.9 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 191 \text{ kN} < N_{Rd} = 206.5 \text{ kN} \quad u.c. = 0.93 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 404.18 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 191 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 404.2 \text{ kN} \quad u.c. = 0.47 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

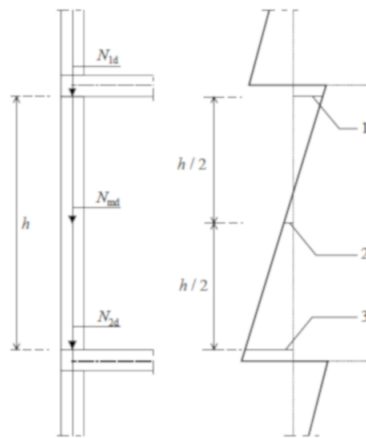
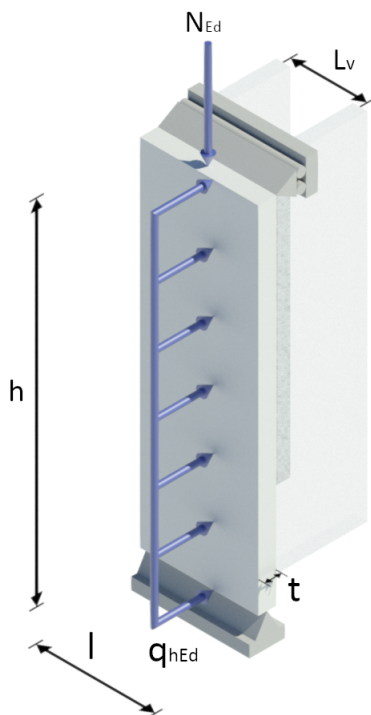
ONDERDEEL : Penant gevel 800x214 maximaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 20) $f_b = 20 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed\ t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed\ m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed\ b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 214 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 800 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 513.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 513.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed\ t} = -11.81 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed\ m} = 6.72 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed\ b} = -8.50 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 20^{0.85} \times 0^0 = 10.21 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{10.21}{1.7} = 6.01 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10.51 < 27 \quad u.c. = 0.39 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -23 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 28 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 28 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.738 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 758.86 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -16.6 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 21.6 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 21.6 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.798 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 820.9 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Ed,m} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 6.72 + \frac{0 + 0}{2} = 6.72 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 13.1 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 18.1 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0.05 t_{ef}) = 18.1 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{18.1}{214} = 0.831 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2250}{214} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.397 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.397 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{18.1}{214}} = 0.53 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.722 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 742.23 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 513 \text{ kN} < N_{Rd} = 742.2 \text{ kN} \quad u.c. = 0.69 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 726.61 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 513 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 726.6 \text{ kN} \quad u.c. = 0.71 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 6.01 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.738 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 758.86 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.798 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 820.9 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.722 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 742.23 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 513 \text{ kN} < N_{Rd} = 742.2 \text{ kN} \quad u.c. = 0.69 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 726.61 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 513 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 726.6 \text{ kN} \quad u.c. = 0.71 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

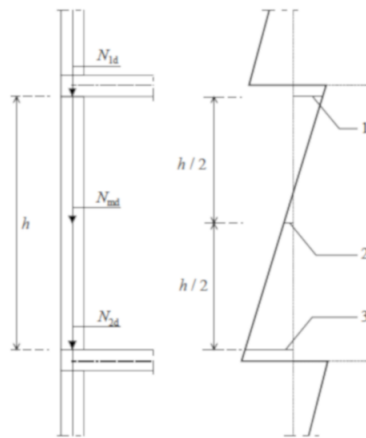
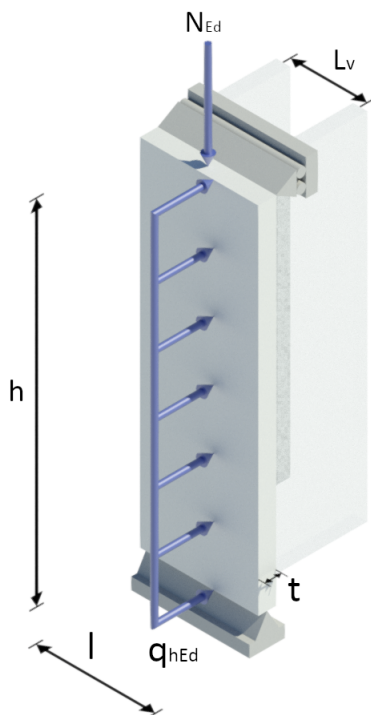
ONDERDEEL : Penant gevel 1200x214 maximaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_b = 12 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed\ t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed\ m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed\ b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 214 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 1200 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 577.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 577.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed\ t} = -11.81 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed\ m} = 6.72 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed\ b} = -8.50 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 12^{0.85} \times 0^0 = 6.61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6.61}{1.7} = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10.51 < 27 \quad \text{u.c.} = 0.39 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -20.5 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 25.5 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 25.5 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.762 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 761.2 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -14.7 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 19.7 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 19.7 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.816 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 814.79 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Ed,m} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 6.72 + \frac{0 + 0}{2} = 6.72 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 11.7 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 16.7 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k ; 0.05 t_{ef}) = 16.7 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{16.65}{214} = 0.844 \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2250}{214} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.397 \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.397 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{16.7}{214}} = 0.523 \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.736 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 735.55 \text{ kN} \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 577 \text{ kN} < N_{Rd} = 735.5 \text{ kN} \quad u.c. = 0.78 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10 ; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k ; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.53 \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 706.03 \text{ kN} \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 577 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 706 \text{ kN} \quad u.c. = 0.82 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.762 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 761.2 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.816 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 814.79 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.736 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 735.55 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 577 \text{ kN} < N_{Rd} = 735.5 \text{ kN} \quad u.c. = 0.78 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 706.03 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 577 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 706 \text{ kN} \quad u.c. = 0.82 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

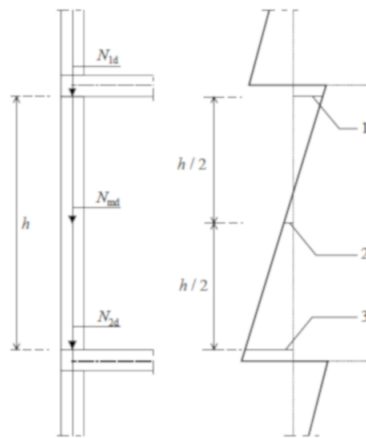
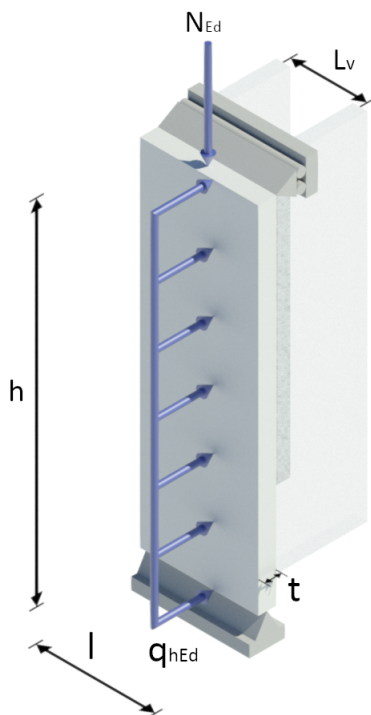
ONDERDEEL : Penant gevel 700x214 maximaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 20) $f_b = 20 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$t = 214 \text{ mm}$

hoogte

$h = 3000 \text{ mm}$

breedte

$l = 700 \text{ mm}$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$N_{Ed} = 577.0 \text{ kN}$

maximale normaalkracht

$N_{Ed, \max} = 577.0 \text{ kN}$

moment aan de top

$M_{Ed t} = -11.81 \text{ kNm}$

moment in het midden

$M_{Ed m} = 6.72 \text{ kNm}$

moment aan de voet

$M_{Ed b} = -8.50 \text{ kNm}$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0.8 \times 20^{0.85} \times 0^0 = 10.21 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{10.21}{1.7} = 6.01 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10.51 < 27 \quad u.c. = 0.39 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -20.5 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 25.5 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 25.5 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.762 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 685.47 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -14.7 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 19.7 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 19.7 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.816 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 733.73 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Ed,m} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 6.72 + \frac{0 + 0}{2} = 6.72 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 11.7 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 16.7 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0.05 t_{ef}) = 16.7 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{16.65}{214} = 0.844 \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2250}{214} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.397 \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.397 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{16.7}{214}} = 0.523 \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u)^2} = 0.736 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 662.37 \text{ kN} \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 577 \text{ kN} < N_{Rd} = 662.4 \text{ kN} \quad u.c. = 0.87 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{10.2}{7146}} = 0.53 \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u)^2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 635.78 \text{ kN} \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 577 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 635.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.91 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 6.01 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.762 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 685.47 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.816 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 733.73 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.736 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 662.37 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 577 \text{ kN} < N_{Rd} = 662.4 \text{ kN} \quad u.c. = 0.87 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 635.78 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 577 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 635.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.91 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

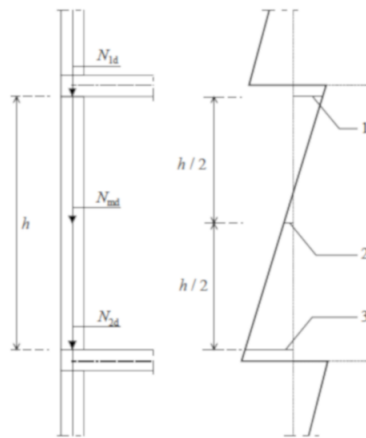
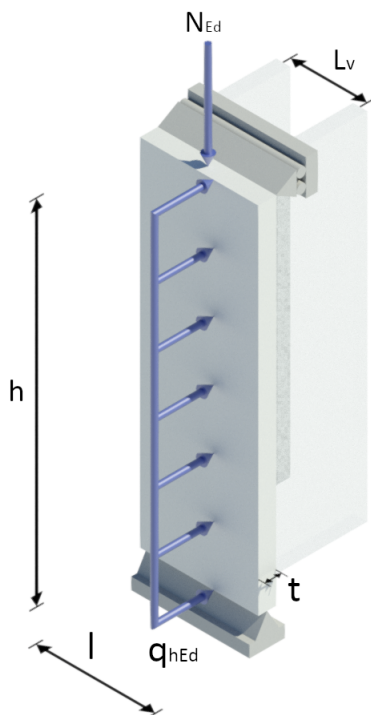
ONDERDEEL : Penant gevel 450x214 maximaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 28) $f_b = 28 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed\ t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed\ m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed\ b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$t = 214 \text{ mm}$

hoogte

$h = 3000 \text{ mm}$

breedte

$l = 450 \text{ mm}$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$N_{Ed} = 384.0 \text{ kN}$

maximale normaalkracht

$N_{Ed, \max} = 384.0 \text{ kN}$

moment aan de top

$M_{Ed\ t} = -11.78 \text{ kNm}$

moment in het midden

$M_{Ed\ m} = 6.17 \text{ kNm}$

moment aan de voet

$M_{Ed\ b} = -9.63 \text{ kNm}$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 28^{0.85} \times 0^0 = 13.59 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{13.59}{1.7} = 7.99 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{t \ell}{10^6} < 0.1 \text{ m}^2 \quad f_d = (0.7 + 3 \frac{t \ell}{10^6}) f_d = 7.9 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(6.3)$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10.51 < 27 \quad u.c. = 0.39 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -30.7 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 35.7 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 35.7 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.666 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 507.31 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -25.1 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 30.1 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 30.1 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.719 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 547.23 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Edm} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 6.17 + \frac{0+0}{2} = 6.17 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 16.1 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 21.1 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k ; 0.05 t_{ef}) = 21.1 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{21.06}{214} = 0.803 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2250}{214} \sqrt{\frac{13.6}{9512}} = 0.397 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.397 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{21.1}{214}} = 0.544 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.693 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 527.33 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 384 \text{ kN} < N_{Rd} = 507.3 \text{ kN} \quad u.c. = 0.76 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10 ; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k ; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{13.6}{9512}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 538 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 384 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 538 \text{ kN} \quad u.c. = 0.71 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$\frac{t \ell}{10^6} < 0.1 \text{ m}^2 \quad f_d = (0.7 + 3 \frac{t \ell}{10^6}) f_d = 7.9 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(6.3)$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.666 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 507.31 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.719 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 547.23 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.693 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 527.33 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 384 \text{ kN} < N_{Rd} = 507.3 \text{ kN} \quad u.c. = 0.76 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 538 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 384 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 538 \text{ kN} \quad u.c. = 0.71 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

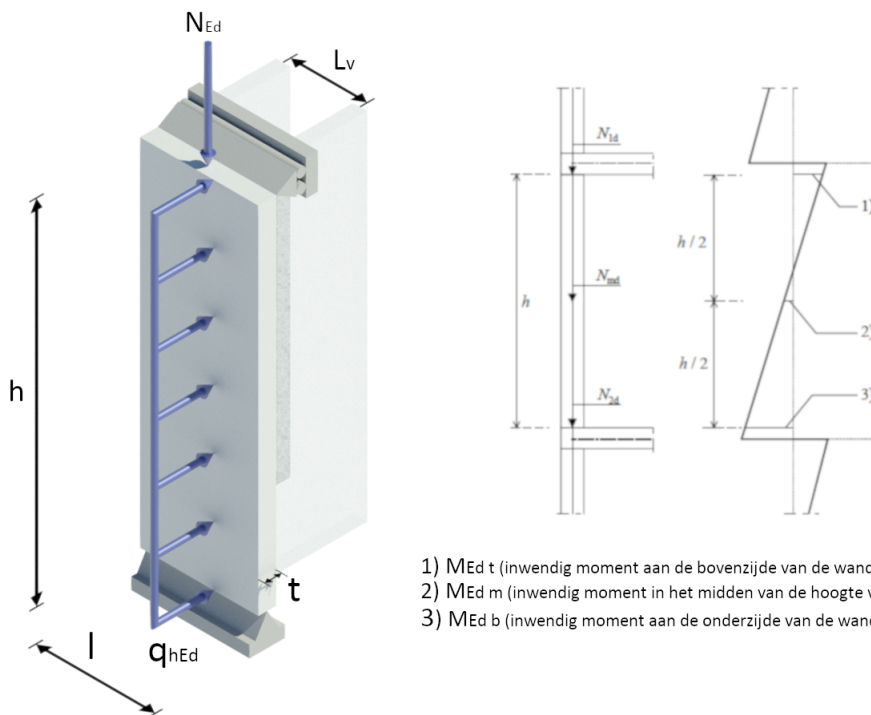
ONDERDEEL : Penant gevel 1300x214 minmaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_b = 12 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed\ t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed\ m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed\ b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 214 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 1300 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 240.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 240.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed\ t} = -12.37 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed\ m} = 6.68 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed\ b} = -8.02 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 12^{0.85} \times 0^0 = 6.61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6.61}{1.7} = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10.51 < 27 \quad u.c. = 0.39 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -51.5 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 56.5 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 56.5 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.472 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 510.37 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -33.4 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 38.4 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 38.4 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.641 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 693.5 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Ed,m} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 6.68 + \frac{0 + 0}{2} = 6.68 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 27.8 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 32.8 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0.05 t_{ef}) = 32.8 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{32.83}{214} = 0.693 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2250}{214} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.397 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.397 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{32.8}{214}} = 0.607 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.576 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 623.8 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 240 \text{ kN} < N_{Rd} = 510.4 \text{ kN} \quad u.c. = 0.47 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 764.86 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 240 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 764.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.31 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.472 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 510.37 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.641 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 693.5 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.576 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 623.8 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 240 \text{ kN} < N_{Rd} = 510.4 \text{ kN} \quad u.c. = 0.47 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 764.86 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 240 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 764.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.31 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

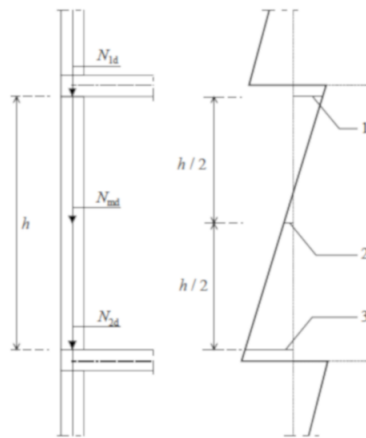
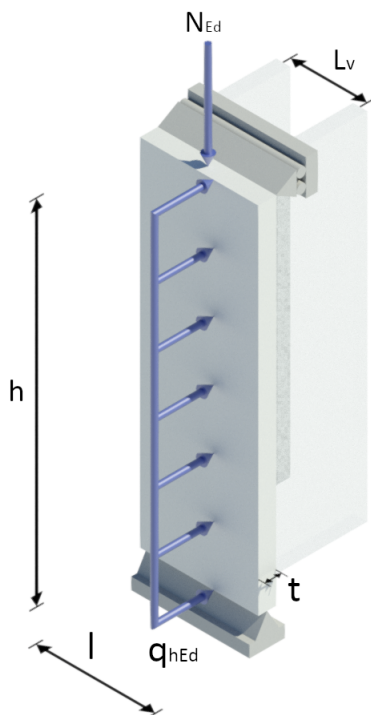
ONDERDEEL : Penant gevel 1300x214 maximaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_b = 12 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 214 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 1300 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 516.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 516.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed t} = -12.37 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed m} = 6.68 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed b} = -8.02 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 12^{0.85} \times 0^0 = 6.61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6.61}{1.7} = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10.51 < 27 \quad u.c. = 0.39 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -24 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 29 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 29 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.729 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 789.18 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -15.5 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 20.5 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 20.5 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.808 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 874.36 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Ed,m} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 6.68 + \frac{0 + 0}{2} = 6.68 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 12.9 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 17.9 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0.05 t_{ef}) = 17.9 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{17.94}{214} = 0.832 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2250}{214} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.397 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.397 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{17.9}{214}} = 0.529 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.724 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 783.03 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 516 \text{ kN} < N_{Rd} = 783 \text{ kN} \quad u.c. = 0.66 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 764.86 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 516 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 764.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.67 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.729 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 789.18 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.808 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 874.36 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.724 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 783.03 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 516 \text{ kN} < N_{Rd} = 783 \text{ kN} \quad u.c. = 0.66 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 764.86 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 516 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 764.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.67 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

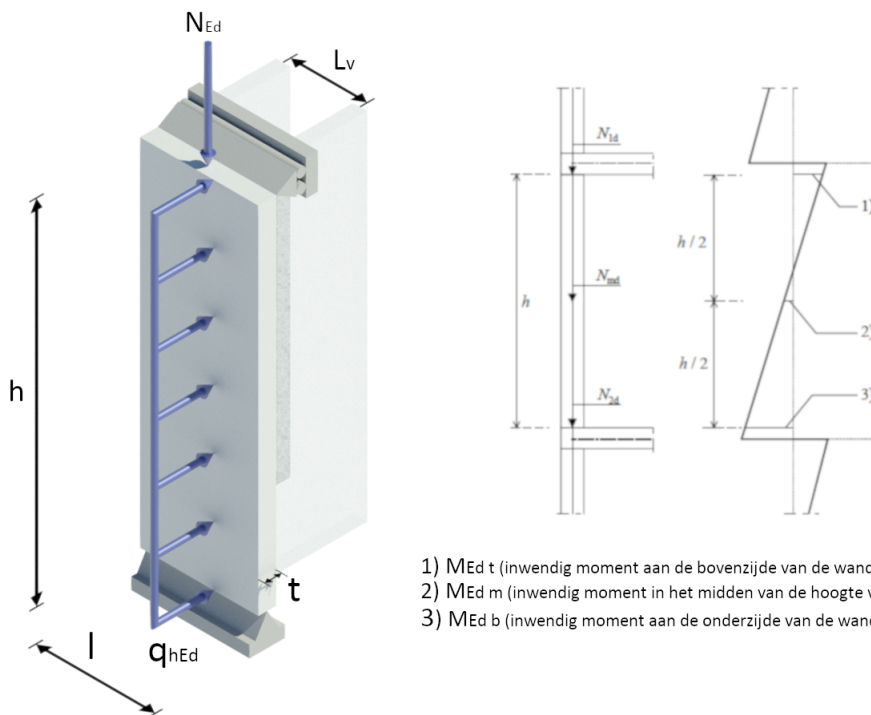
ONDERDEEL : Penant gevel 1300x214 minmaal 34kN/m²

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 36) $f_b = 36 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 214 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 1300 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 240.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, max} = 240.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed t} = -25.40 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed m} = 14.28 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed b} = -22.54 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0.8 \times 36^{0.85} \times 0^0 = 16.82 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{16.82}{1.7} = 9.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{|M_{Edt}|}{|N_{Ed}|} = 105.8 \text{ mm} > 0.25 t = 53.5 \text{ mm} \quad \rho = 1.00 \quad \dots(5.4)$$

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 6.7 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -105.8 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 112.5 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,t} = \min \left(e_{i,t,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 97.7 \text{ mm}$$

$$\Delta M_t = (e_{i,t,f} - e_{i,t}) N_{Ed} = 3.56 \text{ kNm}$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -93.9 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 100.6 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,b} = \min \left(e_{i,b,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 97.7 \text{ mm}$$

$$\Delta M_b = (e_{i,b,f} - e_{i,b}) N_{Ed} = 0.7 \text{ kNm}$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Edm} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 14.28 + \frac{3.56 + 0.7}{2} = 16.41 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed.m} = \frac{M_{Ed.mc}}{N_{Ed}} = 68.4 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed.m}| + e_{init} = 75 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k ; 0.05 t_{ef}) = 75 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{75.03}{214} = 0.299 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{16.8}{11777.3}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{75}{214}} = 1.46 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.103 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m} = \Phi_m \ell t f_d = 283.35 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$M_{Ed.t.c} = M_{Ed.t} + \Delta M_t = -25.4 + 3.56 = -21.84 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed.t.c} = 16.41 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed.b.c} = M_{Ed.b} + \Delta M_b = -22.54 + 0.7 = -21.84 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 240 \text{ kN} < N_{Rd} = 283.3 \text{ kN} \quad u.c. = 0.85 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10 ; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k ; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{16.8}{11777.3}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 1945.97 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 240 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 1946 \text{ kN} \quad u.c. = 0.12$$

Capaciteit van de wand voldoet.

Resultaten

$$f_d = 9.9 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.103 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 283.35 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$M_{Ed,t.c} = M_{Ed,t} + \Delta M_t = -25.4 + 3.56 = -21.84 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,t.c} = 16.41 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b.c} = M_{Ed,b} + \Delta M_b = -22.54 + 0.7 = -21.84 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 240 \text{ kN} < N_{Rd} = 283.3 \text{ kN} \quad u.c. = 0.85 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 1945.97 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 240 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 1946 \text{ kN} \quad u.c. = 0.12$$

Capaciteit van de wand voldoet.

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

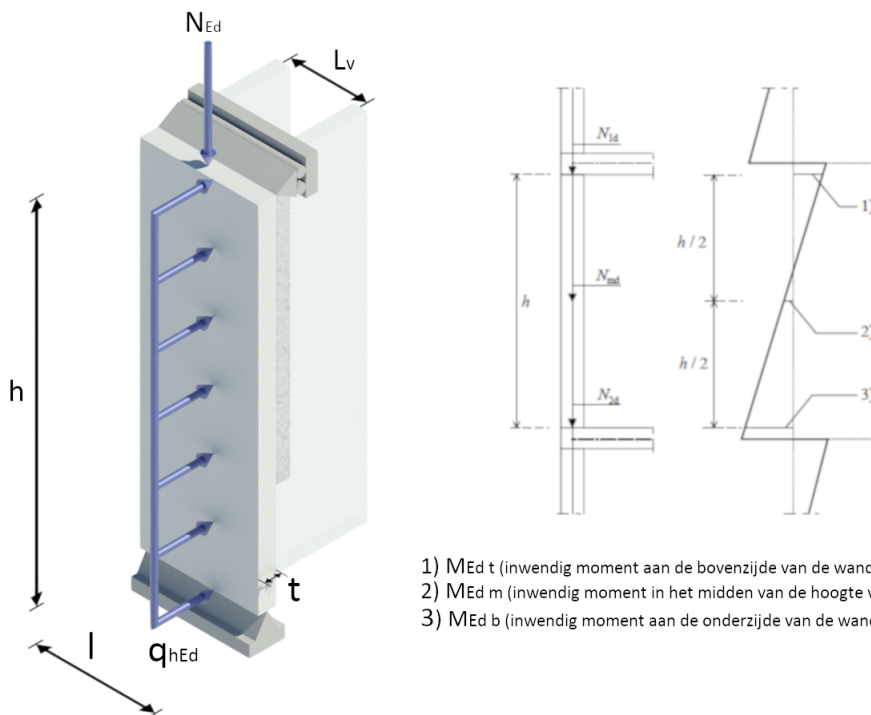
ONDERDEEL : Penant gevel 1300x214 maximaal 34kN/m²

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_b = 12 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) M_{Ed t} (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) M_{Ed m} (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) M_{Ed b} (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 214 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 1300 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 516.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 516.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed t} = -25.40 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed m} = 14.28 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed b} = -22.54 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0.8 \times 12^{0.85} \times 0^0 = 6.61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6.61}{1.7} = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10.51 < 27 \quad \text{u.c.} = 0.39 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -49.2 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 54.2 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 54.2 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.493 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 533.78 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -43.7 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 48.7 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 48.7 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.545 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 589.8 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Ed,m} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 14.28 + \frac{0 + 0}{2} = 14.28 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 27.7 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 32.7 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0.05 t_{ef}) = 32.7 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{32.67}{214} = 0.695 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2250}{214} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.397 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.397 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{32.7}{214}} = 0.606 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u)^2} = 0.578 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 625.45 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 516 \text{ kN} < N_{Rd} = 533.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.97 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u)^2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 764.86 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 516 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 764.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.67 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.493 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 533.78 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.545 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 589.8 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.578 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 625.45 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 516 \text{ kN} < N_{Rd} = 533.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.97 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 764.86 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 516 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 764.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.67 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

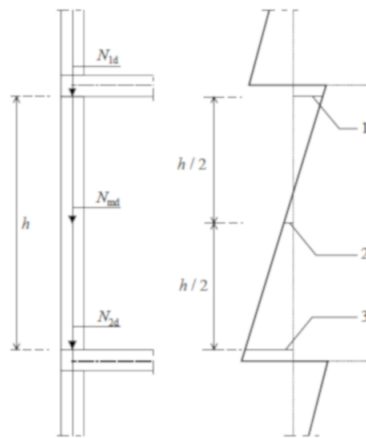
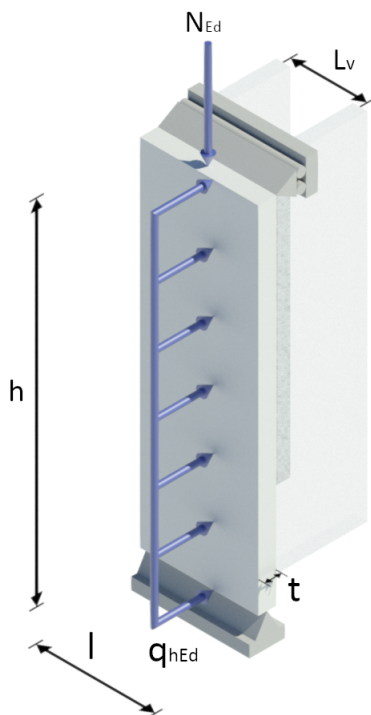
ONDERDEEL : Wand $D=300$ minimaal (op 8e)

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 36) $f_b = 36 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed\ t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed\ m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed\ b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 300 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 1000 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 162.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 162.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed\ t} = -17.40 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed\ m} = 19.38 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed\ b} = -20.35 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 36^{0.85} \times 0^0 = 16.82 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{16.82}{1.7} = 9.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{|M_{Edt}|}{|N_{Ed}|} = 107.4 \text{ mm} > 0.25 t = 75 \text{ mm} \quad \rho = 1.00 \quad \dots(5.4)$$

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10.00 < 27 \quad \text{u.c.} = 0.37 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 6.7 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -107.4 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 114.1 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,t} = \min \left(e_{i,t,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 114.1 \text{ mm}$$

$$\Delta M_t = (e_{i,t,f} - e_{i,t}) N_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -125.6 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 132.3 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,b} = \min \left(e_{i,b,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 132.3 \text{ mm}$$

$$\Delta M_b = (e_{i,b,f} - e_{i,b}) N_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Edm} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 19.38 + \frac{0 + 0}{2} = 19.38 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 119.6 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 126.3 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k ; 0.05 t_{ef}) = 126.3 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{126.29}{300} = 0.158 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{300} \sqrt{\frac{16.8}{11777.3}} = 0.378 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.378 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{126.3}{300}} = 1.326 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^{1/2}} = 0.066 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 194.8 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 162 \text{ kN} < N_{Rd} = 194.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.83 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 10.00 < 27 \quad u.c. = 0.37 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10 ; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k ; 0.05 t) = 15 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{15}{300} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{300} \sqrt{\frac{16.8}{11777.3}} = 0.378 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.378 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{15}{300}} = 0.469 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^{1/2}} = 0.806 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 2393.8 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 162 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 2393.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.07 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 9.9 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.066 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 194.8 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 162 \text{ kN} < N_{Rd} = 194.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.83 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.806 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 2393.8 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 162 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 2393.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.07 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

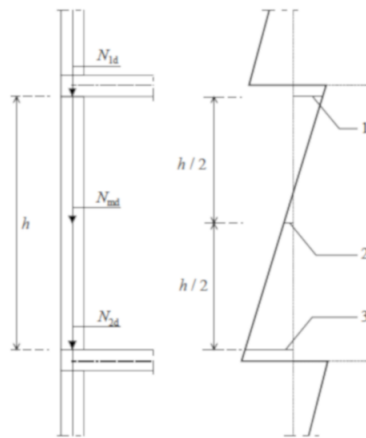
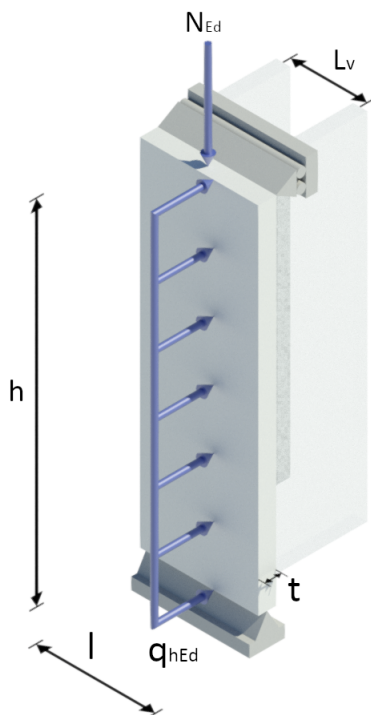
ONDERDEEL : Wand D=300 maximaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_b = 12 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 300 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 1000 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 731.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 731.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed t} = -19.85 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed m} = 17.48 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed b} = -21.69 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 12^{0.85} \times 0^0 = 6.61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6.61}{1.7} = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 7.50 < 27 \quad \text{u.c.} = 0.28 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -27.2 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 32.2 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 32.2 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.786 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 916.82 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -29.7 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 34.7 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 34.7 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.769 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 897.27 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Ed,m} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 17.48 + \frac{0+0}{2} = 17.48 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 23.9 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 28.9 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0.05 t_{ef}) = 28.9 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{28.91}{300} = 0.807 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2250}{300} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.283 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.283 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{28.9}{300}} = 0.357 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.757 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 883.83 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 731 \text{ kN} < N_{Rd} = 883.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.83 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 10.00 < 27 \quad u.c. = 0.37 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 15 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{15}{300} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{300} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.378 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.378 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{15}{300}} = 0.469 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.806 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 940.88 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 731 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 940.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.78 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.786 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 916.82 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.769 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 897.27 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.757 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 883.83 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 731 \text{ kN} < N_{Rd} = 883.8 \text{ kN} \quad u.c. = 0.83 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.806 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 940.88 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 731 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 940.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.78 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

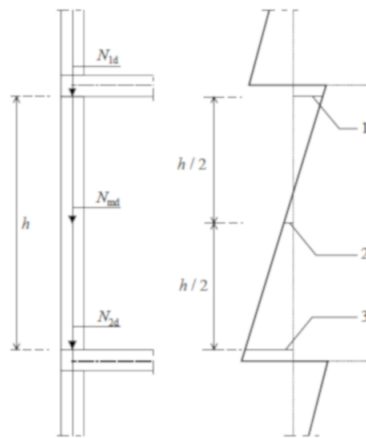
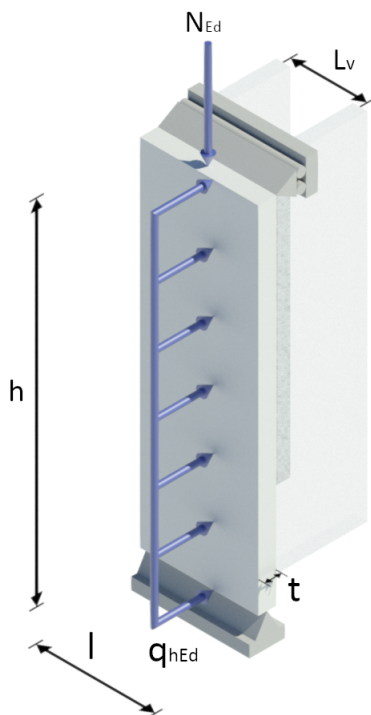
ONDERDEEL : Wand D=214 minimaal (op 6e)

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 36) $f_b = 36 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) MEd t (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) MEd m (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) MEd b (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 214 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 1000 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 190.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 190.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed t} = -21.79 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed m} = 8.13 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed b} = 4.29 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0.8 \times 36^{0.85} \times 0^0 = 16.82 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{16.82}{1.7} = 9.9 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{Ed,t} = \eta_t M_{Ed,t} = 0.848 \times -25.68 = -21.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b} = \eta_b M_{Ed,b} = 0.718 \times 5.98 = 4.29 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_{Ed,m} &= M_{Ed,m} - M_{Ed,t} (1 - \eta_t) / (2 \eta_t) - M_{Ed,b} (1 - \eta_b) / (2 \eta_b) \\ &= 7.03 - -21.79 \times (1 - 0.848) / (2 \times 0.848) - 4.29 \times (1 - 0.718) / (2 \times 0.718) = 8.13 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\frac{|M_{Ed,t}|}{|N_{Ed}|} = 114.7 \text{ mm} > 0.25 t = 53.5 \text{ mm} \quad \rho = 1.00 \quad \dots(5.4)$$

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 6.7 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -114.7 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 121.3 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,t} = \min \left(e_{i,t,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 97.4 \text{ mm}$$

$$\Delta M_t = (e_{i,t,f} - e_{i,t}) N_{Ed} = 4.55 \text{ kNm}$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = 22.6 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 29.3 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} < 0.1 \quad e_{i,b} = \min \left(e_{i,b,f}; \frac{t}{2} - \frac{N_{Ed}}{2 \ell f_d} \right) = 29.3 \text{ mm}$$

$$\Delta M_b = -(e_{i,b,f} - e_{i,b}) N_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Edm} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 8.13 + \frac{4.55 + 0}{2} = 10.4 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 54.7 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 61.4 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots (6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0.05 t_{ef}) = 61.4 \text{ mm} \dots (6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{61.41}{214} = 0.426 \quad \dots (G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{16.8}{11777.3}} = 0.53 \quad \dots (G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{61.4}{214}} = 1.184 \quad \dots (G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)^2} = 0.211 \dots (G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 447.58 \text{ kN} \quad \dots (6.2)$$

$$M_{Ed,t,c} = M_{Ed,t} + \Delta M_t = -21.79 + 4.55 = -17.24 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,t,c} = 10.4 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b,c} = M_{Ed,b} + \Delta M_b = 4.29 + 0 = 4.29 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 190 \text{ kN} < N_{Rd} = 447.6 \text{ kN} \quad u.c. = 0.42 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots (5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots (6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots (6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots (G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{16.8}{11777.3}} = 0.53 \quad \dots (G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_{\phi} - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 1496.9 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 190 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 1496.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.13 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$M_{Ed,t} = \eta_t M_{Ed,t} = 0.848 \times -25.68 = -21.79 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b} = \eta_b M_{Ed,b} = 0.718 \times 5.98 = 4.29 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,m} = M_{Ed,m} - M_{Ed,t} (1 - \eta_t) / (2 \eta_t) - M_{Ed,b} (1 - \eta_b) / (2 \eta_b) \\ = 7.03 - -21.79 \times (1 - 0.848) / (2 \times 0.848) - 4.29 \times (1 - 0.718) / (2 \times 0.718) = 8.13 \text{ kNm}$$

$$f_d = 9.9 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.211 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 447.58 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$M_{Ed,t,c} = M_{Ed,t} + \Delta M_t = -21.79 + 4.55 = -17.24 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,t,c} = 10.4 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b,c} = M_{Ed,b} + \Delta M_b = 4.29 + 0 = 4.29 \text{ kNm}$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 190 \text{ kN} < N_{Rd} = 447.6 \text{ kN} \quad u.c. = 0.42 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 1496.9 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 190 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 1496.9 \text{ kN} \quad u.c. = 0.13 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

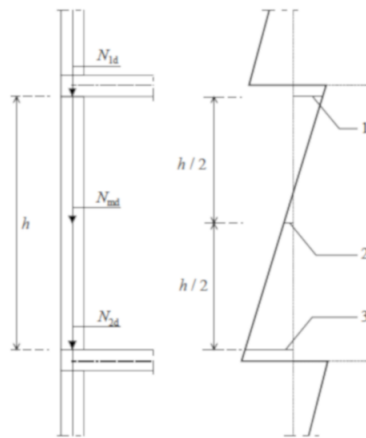
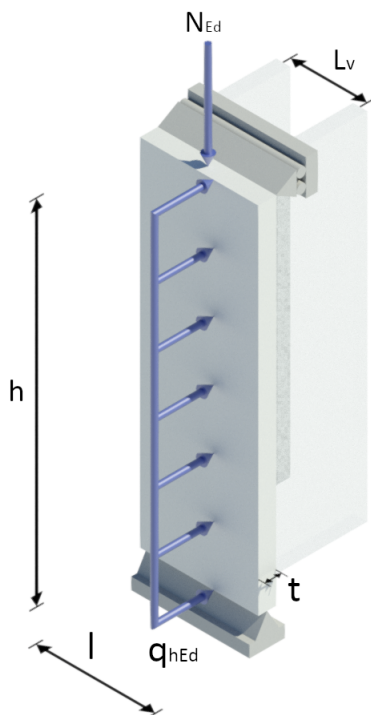
ONDERDEEL : Wand D=214 maximaal

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_b = 12 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) M_{Ed t} (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) M_{Ed m} (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) M_{Ed b} (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 214 \text{ mm}$$

hoogte

$$h = 3000 \text{ mm}$$

breedte

$$l = 1000 \text{ mm}$$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht

$$N_{Ed} = 284.0 \text{ kN}$$

maximale normaalkracht

$$N_{Ed, \max} = 284.0 \text{ kN}$$

moment aan de top

$$M_{Ed t} = -12.84 \text{ kNm}$$

moment in het midden

$$M_{Ed m} = 10.30 \text{ kNm}$$

moment aan de voet

$$M_{Ed b} = -0.32 \text{ kNm}$$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0.8 \times 12^{0.85} \times 0^0 = 6.61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6.61}{1.7} = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{Ed,t} = \eta_t M_{Ed,t} = 0.615 \times -20.89 = -12.84 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b} = \eta_b M_{Ed,b} = 0.500 \times -0.63 = -0.32 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_{Ed,m} &= M_{Ed,m} - M_{Ed,t} (1 - \eta_t) / (2 \eta_t) - M_{Ed,b} (1 - \eta_b) / (2 \eta_b) \\ &= 6.12 - -12.84 \times (1 - 0.615) / (2 \times 0.615) - -0.32 \times (1 - 0.500) / (2 \times 0.500) = 10.3 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\rho = 0.75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10.51 < 27 \quad u.c. = 0.39 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -45.2 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0.05 t) = 50.2 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 50.2 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.531 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 441.95 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = -1.1 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 10.7 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.9 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 749.21 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$M_{Ed.mc} = M_{Ed.m} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = 10.3 + \frac{0 + 0}{2} = 10.3 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed.m} = \frac{M_{Ed.mc}}{N_{Ed}} = 36.3 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed.m}| + e_{init} = 41.3 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0.05 t_{ef}) = 41.3 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{41.26}{214} = 0.614 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2250}{214} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.397 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0.397 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{41.3}{214}} = 0.663 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.493 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m} = \Phi_m \ell t f_d = 410.53 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 284 \text{ kN} < N_{Rd} = 410.5 \text{ kN} \quad u.c. = 0.69 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 14.02 < 27 \quad u.c. = 0.52 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0.05 t) = 10.7 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10.7}{214} = 0.9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{214} \sqrt{\frac{6.6}{4629.1}} = 0.53 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0.53 - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{10.7}{214}} = 0.695 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \dots(G.1) \quad N_{Rd.m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 588.36 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 284 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 588.4 \text{ kN} \quad u.c. = 0.48 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$M_{Ed,t} = \eta_t M_{Ed,t} = 0.615 \times -20.89 = -12.84 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b} = \eta_b M_{Ed,b} = 0.500 \times -0.63 = -0.32 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,m} = M_{Ed,m} - M_{Ed,t} (1 - \eta_t) / (2 \eta_t) - M_{Ed,b} (1 - \eta_b) / (2 \eta_b) \\ = 6.12 - -12.84 \times (1 - 0.615) / (2 \times 0.615) - -0.32 \times (1 - 0.500) / (2 \times 0.500) = 10.3 \text{ kNm}$$

$$f_d = 3.89 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0.75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0.531 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 441.95 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0.9 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 749.21 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.493 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 410.53 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 284 \text{ kN} < N_{Rd} = 410.5 \text{ kN} \quad u.c. = 0.69 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1.00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0.707 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 588.36 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 284 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 588.4 \text{ kN} \quad u.c. = 0.48 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.