

Complex **5.1.2e** De Heerd

Bentismaheerd **5.1.2e** te Groningen

QuickScan Aardbevingsbestendigheid - NPR 9998



Datum 17-04-2015

Kenmerk 115069-R001-TWA-NPR 9998

Project Complex **5.1.2e** – Bentismaheerd **5.1.2e** te Groningen

Algemeen

De wijk Beijum in Groningen ligt in de invloedssfeer van de door gaswinning geïnduceerde aardbevingen. In februari 2015 is de (Ontwerp) NPR 9998 gepubliceerd waarin richtlijnen worden geformuleerd voor de beoordeling van de constructieve veiligheid van (bestaande) gebouwen in relatie tot aardbevingsbelastingen. Op verzoek van Christelijke Woningstichting Patrimonium heeft Ingenieursbureau Dijkhuis een quickscan uitgevoerd naar de aardbevingsbestendigheid van complex 5.1.2e aan de Bentismaheerd in het licht van de NPR 9998. In dit briefrapport worden de bevindingen weergegeven.

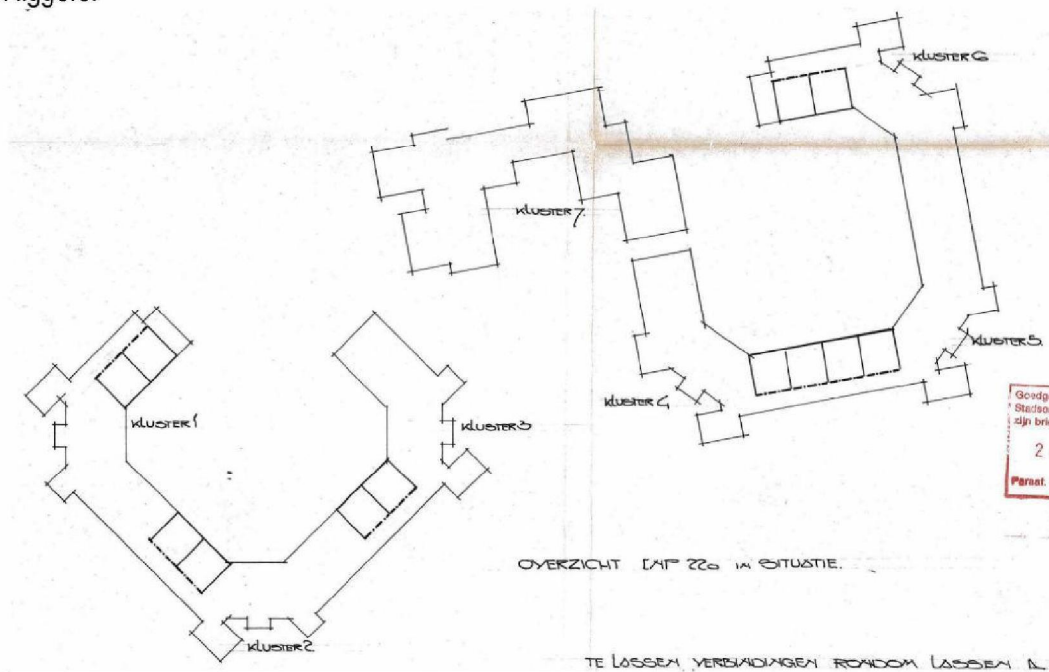
Dossieronderzoek

Het complex is in de periode 1981-1982 in opdracht van Patrimonium gebouwd naar ontwerp van architectenburo Klein en op basis advies van Ingenieursbureau Dijkhuis (projectnummer 6739). Het geheel omvat in totaal 7 klusters. 6 klusters zijn gelijk van vorm en opbouw. In deze klusters zijn woningen gelegen. Kluster 7 is afwijkend en bevat naast een aantal woningen een centrale gemeenschapsruimte.

De constructieve opbouw van de klusters 1 tot en met 6 is als volgt:

- Een balkneroster van gewapend beton op prefab betonpalen.
- Betonnen systeemvloeren als begane grondvloer.
- Opgaand werk in de vorm van betonwanden. De wanden zijn gedeeltelijk gewapend.
- Verdiepingvloeren in de vorm van deels in het werk gestorte betonvloeren, deels kanaalplaten.
- Plaatselijk dakopbouwen in de vorm van staalconstructies met houten balklagen.

De opbouw van kluster 7 is voor de woningen min of meer gelijk aan kluster 1 tot en met 6. De gemeenschapsruimte is een bouwlaag hoog en is opgetrokken in metselwerk, met een dak van breedplaten en stalen liggers.



Globale bepaling aardbevingsbelastingen

Het complex is ingedeeld in gevolklasse CC2

Grenstoestand Near Collapse (Bijna Bezwijken): verbouw en afkeuren => $\gamma_1 = 1,4$

De voorgeschreven PGA ter plekke bedraagt circa 0,30 g.

$$a_g = \text{PGA} \times \gamma_1 = 0,30 \times 1,4 = 0,42 \text{ g}$$

De klusters 1 tot en met 6 zijn min of meer regelmatig en symmetrisch in opbouw. Voor de globale inschatting van de seismische belastingen op één cluster wordt de Lateral Force Methode gehanteerd.

Constructiesysteem met betonwanden

$$T = C_1 \times H^{3/4} = 0,05 \times 5,4^{3/4} = 0,18 \text{ s} \Rightarrow T_B < T < T_C$$

De wanden zijn slechts gedeeltelijk gewapend en niet alle vloeren zijn volledig doorgekoppeld en verbonden met de wanden. De factor q zal in de orde grootte zijn van waarden die horen bij metselwerk. Bovendien is er sprake van een torsiegevoelig wandensysteem.

$$q < 1,33 \times 2,0 = 2,66$$

$$S_d(T) = a_g \times S \times [3,0/q] \times [T_C/T] = 0,42 \times 1 \times [3,0/2,66] = 0,47 \text{ g}$$

Er wordt een eenheid beschouwd ter grootte van één cluster.

De massa die werkt op de dakvloer en verdiepingvloer is als volgt:

Dakvloer kanaalplaat	108 x 3,5 =	378 kN
Dakvloer massieve betonvloer	80 x 5,0 =	400 kN
Tussenwanden 230 mm' (bovenste helft)	5 x 7,75 x 1/2 x 2,7 x 5,5 =	287 kN
Eindwanden 150 mm' (bovenste helft)	2 x 7,75 x 1/2 x 2,7 x 3,6 =	<u>75 kN</u>
M_{dakvloer}	=	1140 kN
Verdiepingvloer kanaalplaat	158 x 4,1 =	648 kN
Verdiepingvloer massieve betonvloer	100 x 5,6 =	560 kN
Tussenwanden d = 230 mm'	5 x 7,75 x 2,7 x 5,5 =	575 kN
Eindwanden d = 150 mm'	2 x 7,75 x 2,7 x 3,6 =	<u>150 kN</u>
$M_{\text{verdiepingvloer}}$	=	1933 kN

De horizontale belasting aan bovenkant fundering is dan: $F_b = 0,47 \times (1140 + 1933) = 1444 \text{ kN}$

Globale bepaling windbelasting

Het complex is deels drie bouwlagen. Er wordt gerekend met windgebied II, bebouwd. De rekenwaarde van de maximale (geprojecteerde) windbelasting op één cluster bedraagt dan ongeveer:

$$F_{\text{wind}} = 1,5 \times 8,1 \times 34 \times 1,2 \times 0,54 = 268 \text{ kN}$$

Vergelijking aardbevingsbelasting en windbelasting

Aangenomen kan worden dat het complex in staat moet zijn om de reguliere windbelastingen op te nemen. De belastingen uit aardbevingen volgens de NPR 9998 zouden grofweg een factor $1444 / 268$ oftewel ruim 5 keer hoger kunnen zijn. De maximaal opneembare PGA bedraagt dan ongeveer $[268/1444] \times 0,30 = 0,06$ g. Er zijn inmiddels bij aardbevingen in de provincie Groningen grondversnelingen gemeten tot 0,10 g. Het valt niet uit te sluiten dat door aardbevingen in het complex een opbouw van spanningen aan het ontstaan is, en/of dat er daardoor vervorming en schade is opgetreden.

Conclusie en aanbevelingen

Het complex zal niet in staat zijn de belastingen uit de NPR 9998 volledig te weerstaan. Om het gebouw volledig aardbevingsbestendig zullen zeer ingrijpende maatregelen moeten worden genomen. Daarbij moet worden gedacht aan het toevoegen van palen en fundering, bijplaatsen van stabiliserende elementen in de vorm van betonwanden en/of staalconstructies, extra koppelingen tussen wanden en vloeren, aanbrengen van (lijmwapening) ter vergroting van de schijfwerking van de vloeren.

De gemaakte benadering op basis van de Lateral Force Method is eigenlijk te grof en leidt tot conservatieve waarden. Voor een totaaladvies voor versterking zou een berekening met een Eindige Elementen Methode (EEM) kunnen worden uitgevoerd. Een dergelijke analyse vraagt om een complete inventarisatie van de constructie van het complex. Het gebouw zal dan in zijn geheel in een 3D teken- en rekenmodel ingevoerd moeten worden.

Als er van wordt afgezien om het complex geheel aardbevingsbestendig zijn er wel maatregelen te nemen om de veiligheid van het complex te vergroten:

- Verbeteren van de samenhang tussen vloeren en wanden.
- Verbeteren van de opleggingen van stalen liggers, met name in kluster 7.

Het verdient aanbeveling om eerst een uitgebreide inspectie te maken van het complex, waarbij de aandacht dan in eerste instantie zal moeten uitgaan naar de hier boven genoemde punten.

Groningen, 17 april 2015

5.1.2e