

Toepassen matten en verzwaren fundering om trillingsoverlast te voorkomen

Trillingvrij bouwen op 15 meter naast het spoor

Woningen naast een spoorlijn krijgen behalve met geluidbelasting ook te maken met trillingen. Dat geldt ook voor project het Eemstroom in Hooglanderveen (nabij Amersfoort). Opdrachtgever Van Bekkum Projecten en architect Han van Zwieten BNA lieten een onderzoek uitvoeren dat leidde tot een praktische en relatief goedkope oplossing in de vorm van matten en een verzwaarde fundering.

Tekst: Jan-Pieter den Hollander

Foto's: Han van Zwieten BNA, Peutz b.v., adviesbureau voor beton- en staalconstructies J.J. Datema B.V



Bij een project langs dezelfde spoorlijn klaagden bewoners over het trillen van de woning. 'Dat wilden we hier voorkomen', zegt architect Frits ter Hark, 'en dus zochten we naar een adviseur die met deze problematiek overweg kon.' De adviseur werd Peutz; een bureau dat onder meer is gespecialiseerd in lawaai-beheersing en trillingstechniek.

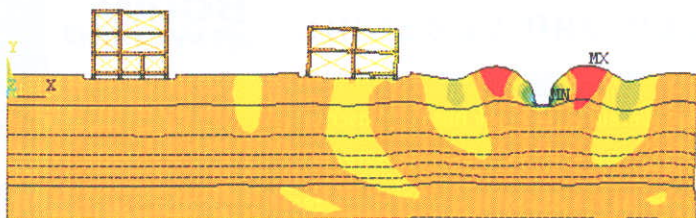
Project Eemstroom ligt op 15 meter van de

spoorlijn. 'Op dergelijke locaties is het naar onze overtuiging onmogelijk om met een paar vuistregels het effect van trillingisolerende voorzieningen te voorspellen', zegt projectleider F  lippe van Eekhout. Om een goede voorspelling te maken ontwierp Peutz een rekenmodel van de situatie op basis van de Eindig Elementen Methode in een programma als bijvoorbeeld ANSYS waarmee Peutz complexe,

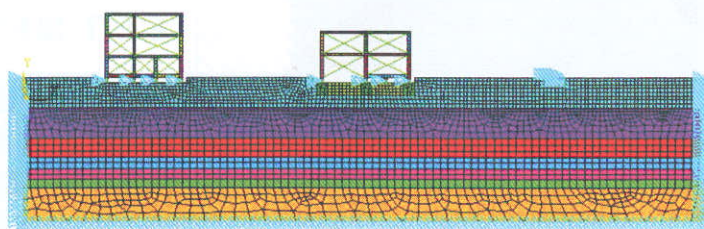
niet lineaire, berekeningen kan maken.

Peutz verifieerde het rekenmodel met metingen ter plaatse. 'Een model maken dat de werkelijkheid goed simuleert was niet eenvoudig', zegt Van Eekhout, 'maar uiteindelijk kwamen de uitkomsten van het model goed overeen met de meetresultaten.'

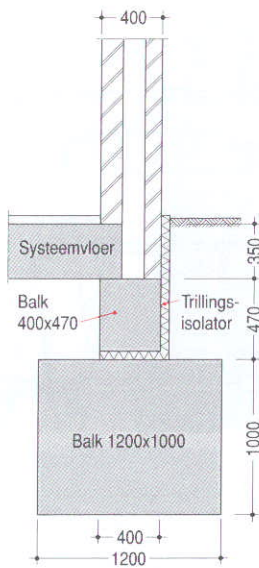
Berekeningen van de Ausgangssituatie leerden dat maatregelen moesten worden getroffen



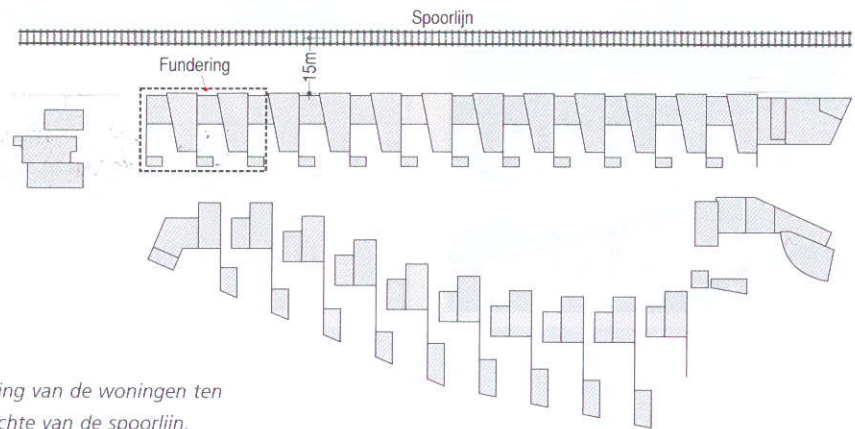
Resultaten rekenmodel zonder trillingisolerende voorzieningen.



Resultaten rekenmodel met de trillingisolerende voorzieningen (mat en zware funderingssloof).



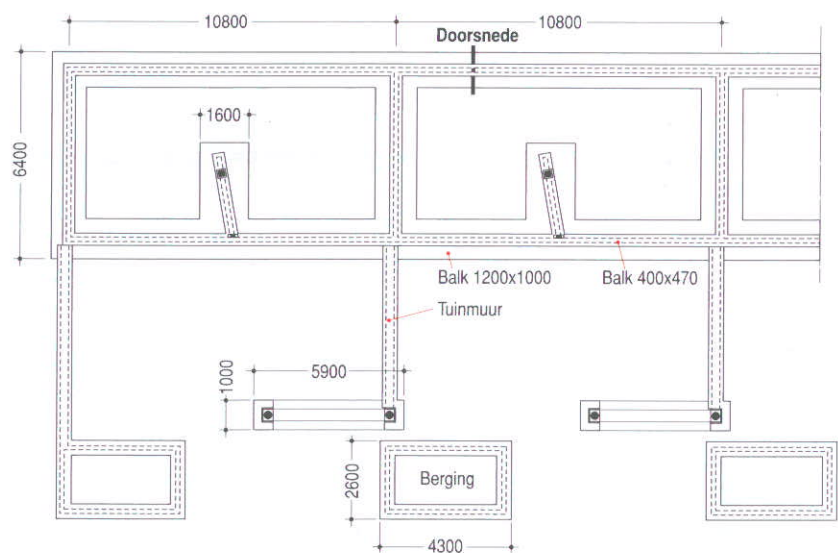
Doorsnede



Ligging van de woningen ten opzichte van de spoorlijn.

SBR richtlijn

In het Bouwbesluit staan geen harde eisen ten aanzien van trillinghinder in woningen die dicht aan het spoor liggen. De Stichting Bouwresearch geeft een richtlijn op dit gebied uit genaamd 'Trilling: meet- en beoordelingsrichtlijnen'. Voor deze problematiek gaat het om Deel B - Hinder voor personen in gebouwen. Het document geeft objectieve criteria om meetresultaten te interpreteren aan de hand van onderzoek, praktijkvoorbeelden en metingen. Architectenbureau Han van Zwieten BNA adviseert opdrachtgevers om te voldoen aan de SBR-richtlijn. De richtlijn is te bestellen op www.sbr.nl



Fundering

De funderingen van de tuinmuur en de berging hebben geen trillingsisolerende voorzieningen en staan los van de fundering van de woning.

om de woningen aan de SBR-richtlijn 'Trilling: meet- en beoordelingsrichtlijnen' te laten voldoen.

Isolatoren

Peutz bedacht oplossingen en analyseerde het effect in het EEM model. In eerste instantie voegde Peutz een isolator aan het model toe tussen de opbouw van de woning en de funderingsbalk. Dit werkte onvoldoende, omdat de breedte van de fundering ongeveer even groot is als de golflengte van de trillingsgolf. Het leidde tot 'dansen' van de fundering op de trillingsgolven. Peutz loste het op door onder de funderingsbalk een zware funderingsvloof toe te voegen die de fundering verzwaarde en verstijfde. De isolator kwam nu tussen de funde-

ringsbalk en de funderingsvloof.

In een aantal stappen (iteraties) is het gewicht en daarmee de afmeting van de funderingsvloof bepaald. Grofweg 40 procent van het gewicht van de bovenbouw is aangebracht in de funderingsvloof. 'Dit is geen algemene regel, maar bepaald voor deze specifieke situatie', zegt Van Eekhout. Een bijkomend voordeel van het verzwaren was dat de fundering werkt als een barrière voor de trillingsgolven. Daardoor voldeden de woningen op de tweede lijn aan de SBR-richtlijn zonder voorzieningen. Verder werden de funderingsbalken en funderingsvloofen van alle woningen gekoppeld. Hierdoor gaan de funderingen zich als één geheel gedragen met grotere afmetingen dan de golflengte.

Praktijkoplossing

Mogelijkheden voor de isolator waren een mat of een veer. De keus viel op een mat, omdat een veer onderhoudsgevoelig is en duurder. Het eerste idee was matten over de hele lengte van de funderingsbalk leggen. 'Nodeloos duur', zegt Berry Traa van Bouwonderneming van Bekkum bv in Hooglanderveen. 'We hebben toen in overleg met leverancier Caldic besloten om de matten in blokjes van 40 x 40cm op de balk te leggen en de tussenruimte op te vullen met steenwol.' De uitvoering was ingewikkelder, maar de totale kosten waren lager. In overleg met de constructeur is bepaald wat de hart op hart afstand moest worden van de matten.

Het toevoegen van een funderingsvloof onder de funderingsbalk leidde tot een andere



Alle verzwaarde funderingsloven zijn gekoppeld tot een geheel.



De trillingisolerende matten op de sloof (rood). Tussen de matten het steenwol.



Bekisting en wapening in de funderingsbalk. De PS bekisting dient tegelijkertijd als trillingisolator.

manier van funderen. Door de forse afmetingen (1.200 x 1.000mm) kwam de onderzijde van de funderingsloof op draagkrachtige grond te liggen en waren palen overbodig. Een fundering op palen werd een fundering op staal. De sloof is ongewapend met betonkwaliteit B15. De funderingsbalk krijgt standaardwapening en betonkwaliteit B25.

Kosten

De extra kosten voor het aanbrengen van de trillingisolerende voorzieningen waren € 10.400 per woning; € 5.000 voor de sloof en € 5.400 voor de matten. Daarnaast leverde het weglaten van de funderingspalen een besparing op in de kosten.

De prijzen van de woningen lopen uiteen van € 238 000 tot € 250.000. Van Bekkum gebruikte de trillingisolerende voorzieningen als een verkoopargument voor de woning en presenteerde ze in de folder. De voorzieningen voorkomen comfortproblemen tijdens gebruik en daardoor waardedaling van de woning. Al de woningen zijn verkocht voor oplevering van het project. □

Oplossing project Spoorwegzone, Amersfoort

Het project bestaat uit taludwoningen van vier lagen en een woontoren van negen lagen. De afstand tot de spoorbaan is 20m. Het project is nog in het ontwerpstadium.

Taludwoningen

Gekozen is voor een paalfundering. Uit de berekening met een computermodel bleek dat verzwaren van de fundering niet nodig is vanwege het gewicht van het gebouw (vier lagen). Over de palen loopt een dubbele funderingsbalk. Tussen de balken is de trillingisolerende mat aangebracht ter plaatse van de paal. De grondkerende wand wordt loodrecht op zijn vlak gesteund door een betonwand. Tussen de wanden komt de isolator.



Visualisatie van de woontoren en de taludwoningen in het project Spoorwegzone in Amersfoort.

Woontoren

De woontoren staat op poeren met daaronder palen. De trillingoverlast is bepaald met een computermodel. De toren heeft dusdanige afmetingen (negen lagen) dat verzwaren van de fundering niet nodig is. Over de poeren lopen prefab funderingsbalken die de wanden dragen. Tussen de poeren en de funderingsbalk is de trillingisolerende mat aangebracht. De toren heeft een aantal kolommen die onder het maaiveld doorlopen naar de poer. De diameter van de kolom is boven maaiveld 550 mm. Onder het maaiveld verloopt deze van 550 mm naar 800 mm om de puntlast op de matten te spreiden. De kolom staat in een soort bakje dat ook aan de zijkanten is bekleed. Dit is nodig om de pendelkolom aan de onderzijde horizontaal te steunen.

Oplossing project Stationsweg, Bunnik

Het project bestaat uit twee lagen patiowoningen. De afstand tot de spoorbaan is 13 meter. De woningen worden op palen gefundeerd. Op het terrein zijn metingen verricht waaruit bleek dat de trillingsnelheid de SBR-richtlijn met een factor drie overschrijdt. Door het verdubbelen van het gewicht van de fundering voldoen de woningen aan de richtlijn voor bestaande bebouwing (0,4 mm/s). De resultaten zijn onvoldoende nauwkeurig om te bepalen of de norm voor nieuwe bebouwing wordt gehaald (0,2 mm/s). Daarvoor zijn aanvullende metingen nodig op een heipaal. 'Dit is een kostbare aangelegenheid en omdat er geen wettelijke eisen zijn hebben we besloten om de verdubbeling van het gewicht toe te passen waarmee we aan de eis voor bestaande bebouwing voldoen', zegt Hans van Leeuwen van Creon Vastgoed. De verzwaren bestaat uit een grotere funderingsbalk 700 x 700mm en een druklaag op de begane grond (ribbenvloer).

Projectgegevens

Opdrachtgever: Van Bekkum Projecten
www.vanbekkum.nl

Architect: Han van Zwieten BNA
www.hanvanzwieten.nl

Constructeur: adviesbureau voor beton- en staalconstructies J.J. Datema B.V.

Adviseur trillingstechniek: Peutz b.v.
www.peutz.nl

Aannemer: Bouwonderneming van Bekkum bv Hooglanderveen, www.vanbekkum.nl

Importeur matten: Caldic Isolatietechniek B.V.
www.caldic.com

Producent matten: Getzner,
www.getzner.com