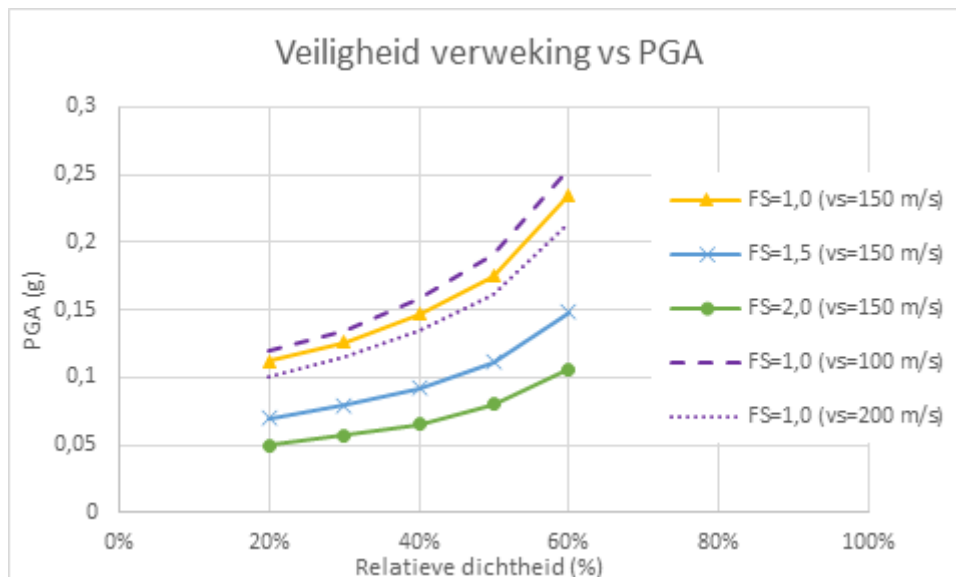


Achtergrond criterium trillingsnelheid 10 mm/s

Dit memo gaat in op achtergronden van het criterium dat bij een trillingsnelheid kleiner dan 10 mm/s geen verdichting of verweking optreedt.

Op basis van literatuur en onderzoeksresultaten is nagegaan bij welke bodemversnelling geen verdichting en ook geen verdichting met verweking als gevolg optreedt. Hiervoor zijn de modellen gebruikt uit bijlage D (D13) van NPR 9998:2020¹. Op grond van een nadere analyse van Deltares² van dit model is inzicht verkregen in de grootte van de bodemversnelling voor verschillende mate van losse pakking. Als uitgangspunt is conform NPR 9998 gehanteerd dat bij een veiligheidsfactor van 2 geen verweking kan optreden.

In onderstaande figuur zijn de resultaten aangegeven. De veiligheid tegen verweking is nagegaan voor 3 variaties van de schuifnelheid van bodemgolven (100, 150 en 200 m/s). Deze curves liggen relatief dicht bij elkaar. Voor de waarde 150 m/s is de invloed van de grotere veiligheidsmarge onderzocht. De veiligheidsfactor 2,0 leidt tot de onderste, groene curve. Deze curve geeft aan dat zelfs bij zeer losse pakking (relatieve dichtheid kleiner dan 30 à 40 %) de bodemversnelling op ongeveer 0,05 g ligt.



De waarde 0,05 g komt overeen met een trillingsnelheid van 16 mm/s. In het Paneladvies is gebruik gemaakt van een nog lagere waarde, namelijk 10 mm/s. Bij de in Groningen optredende geïnduceerde bevingen komt een trillingsnelheid van 10 mm/s ongeveer overeen met een grondversnelling van 0,03 g.

Daarmee is door het Panel Mestkelders gebruik gemaakt van een waarde, die aan de veilige kant ligt gelet op de thans beschikbare literatuur en de huidige wetenschappelijke inzichten over verdichting en verweking. Bij deze lage bodemversnellingen zal ook geen cyclic softening van kleilagen optreden, omdat het aantal cycli dat nodig is om tot clay softening aanleiding te geven bij deze lage

¹ Nederlandse praktijkrichtlijn NPR 9998 - Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren – Geïnduceerde aardbevingen – Grondslagen, belastingen en weerstanden, NEN, Delft, december 2020.

² Mandy Korff, presentatie studiemiddag IMG d.d. 5 augustus 2020

bodemversnelling te gering is. De literatuur³ geeft – naast een ondergrens voor de magnitude - ook voor dit verschijnsel een grenswaarde van 0,05 g.

Tenslotte wordt opgemerkt dat voor de opgetreden trillingen steeds is uitgegaan van een overschrijdingskans van 1 %.

³ R.A. Green, J.J. Bommer, What is the Smallest Earthquake Magnitude that Needs to be Considered in Assessing Liquefaction Hazard?, *Earthquake Spectra*, Volume 35, No. 3, pages 1441–1464, August 2019