

GeoControl Notitie M01814**Stabiliteit Gemeentegroeve in verband met bouwproject Cauberg 22b****Datum: 20 april 2018****Opdrachtgever: Dhr. L.M.J. Smets****1. INLEIDING**

Deze notitie is opgesteld in opdracht van dhr. L.M.J. Smets, overeenkomstig de door GeoControl op 11 april 2018 uitgebrachte offerte M01805 en algemene voorwaarden, en de opdrachtverlening per mail van 17 april.

Opdrachtgever is voornemens een eco-lodge te bouwen op perceel Cauberg 22b (Bijlage 1). In deze notitie wordt dit bouwplan beoordeeld met betrekking tot de stabiliteit van het onderliggende gangenstelsel van de Gemeentegroeve. Deze notitie is mede gebaseerd op de door de opdrachtgever aangeleverde documenten [7] t/m [14].

Ter plaatse van het bouwproject zijn drie typen instabiliteit van de ondergrondse groeve van belang. Alle drie typen kunnen in het algemeen ernstige verzakkingen aan het oppervlak veroorzaken, met min of meer ernstige schade aan het pand als gevolg:

- onvoldoende dikte van de mergelbedekking en mogelijke doorbraak daarvan, met instroming van grond in het gangenstelsel: aan het oppervlak kratervorming met een diepte en diameter van maximaal enkele meters.
- onvoldoende pilaar- of dakstabiliteit met het gevaar van een klein- of grootschalige instorting: aan het oppervlak enkele dm tot m bodemdaling, begrensd door breuken met een verzet tot enkele meters.
- aardpijpen, die deels zijn leeggelopen of dreigen leeg te lopen: aan het oppervlak kratervorming met een diepte en diameter van maximaal enkele meters.

Het gaat er hierbij om in hoeverre het gangenstelsel het bouwproject en omgeving bovengronds ongunstig beïnvloedt en in hoeverre het bouwproject ontoelaatbare gevolgen heeft voor de stabiliteit van het gangenstelsel. De stabiliteit van de Gemeentegroeve is geïnventariseerd in [4]. Op 20 april is het gangenstelsel onder het bouwproject opnieuw geïnspecteerd. Conclusies zijn in deze notitie onderstreept.

2. NAP-HOOGTES VAN MAAIVELD, TOP VAN HET MERGELPAKKET EN GROEVEDAK

De NAP-hoogte van het groevedak is in de directe omgeving van de locatie ca. 77 m en die van het maaiveld ca. 99 m (AHN). Het gangenstelsel ligt onder het bouwproject dus op ca. 22 m diepte.

Het bouwproject ligt boven deelgebied N5 [4]. De top van het mergelpakket ligt hier tussen 95 en 98 m NAP, en de dikte van de mergelbedekking bedraagt dus 18 tot 21 m.

3. INVLOEDSZONES VAN DE VERSCHILLENDE TYPEN INSTABILITEIT

In Secties 3.1 t/m 3.3 gaat het om de invloed van het gangenstelsel op het te bouwen pand. Sectie 3.4 behandelt de invloed van de bouw op het gangenstelsel.

3.1 Doorbraak van de mergelbedekking

Een conservatieve schatting van de begrenzing van de invloedzone kan worden gemaakt door vanaf de rand van een dakdoorbraak een lijn onder een hoek van 45° naar boven te construeren, die zich vanaf het niveau van het groevedak van het gangenstelsel verwijderd.

Een op deze manier vastgestelde invloedzone is echter vrij breed. Een meer realistische grootte van de invloedzone kan als volgt worden bepaald. Vanaf de rand van de instorting breidt het invloedsgebied zich verticaal naar boven toe uit tot de top van de mergel, en dan in de daarop liggende grondlagen naar buiten onder een hoek van $45^\circ - \phi/2$. Hierbij is ϕ de effectieve inwendige hoek van wrijving van de grondlagen. De dekgrond bestaat uit kleiige zanden van de Formatie van Tongeren, Maassedimenten en tenslotte loess. Voor het type sediment van de Formatie van Tongeren kan een ϕ van 35° als conservatieve (ongunstige) waarde worden gehanteerd. Hetzelfde geldt voor de zanden en grinden van de Maas [1] en de loess [2]. De loess is sterk cohesief, en in dit sediment van enkele m dikte zal de instorting door een verticale wand worden begrensd. Om aan de conservatieve kant te blijven, wordt hier toch een hoek van $45^\circ - \phi/2$ toegepast.

Rekening houdend met de bezwijkmechanismes die beschreven zijn in [3], is de breedte van de invloedzone, vanaf de rand van een dakdoorbraak, gelijk aan [1]:

$$B = \eta h_{\text{grond}} \tan (45^\circ - \phi/2) + d + L$$

Waarbij

- η = veiligheidsfactor = 1.1
- h_{grond} = dikte van het grondpakket = 4 m maximaal
- ϕ = effectieve inwendige hoek van wrijving van de grondlagen = 35° ,
 $45^\circ - \phi/2$ is dan 27.5°

- d = technische veiligheidsafstand = 4 m
L = onnauwkeurigheid plaatsbepaling gangenstelsel = 2 m

In dit geval is de breedte van het invloedsgebied ca. 8.3 m. De grens van het invloedsgebied is met een blauwe stippellijn aangegeven in Bijlage 1. Alleen een doorbraak van de mergelbedekking binnen de blauwe stippellijn kan aanzienlijke bodemdaling veroorzaken onder het bouwproject.

Buiten de grens van het hierboven beschreven invloedsgebied zou zich theoretisch gezien nog geleidelijke trogvormige bodemdaling kunnen voordoen. Dit gebied wordt bepaald door een grenshoek van 45° , gerekend vanaf het niveau van het gangenstelsel, en strekt zich uit tot 45 m buiten de rand van de dakdoorbraak. Het gaat dan om bodemdaling van enkele mm buiten de gevarenzone voor breuken en instortingskraters. Tot nu toe is significante bodemdaling boven instortingsgebieden in Limburg echter nog nooit buiten een grenshoek van 25° waargenomen. In de tot nu toe in detail beschreven gevallen [3] treedt breuk- en kratervorming zelfs ongeveer boven de rand van de ondergrondse instorting op (grenshoek 0°), met daarbuiten geen enkele bodemdaling van betekenis.

3.2 Pilaarstabiliteit

Met betrekking tot het ontstaan van bodemdaling ter plaatse van het bouwproject ten gevolge van pilaarinstabiliteit en grootschalige instortingen is het in Bijlage 1 aangegeven deelgebied N5 van invloed.

3.3 Aardpijpen

Rondom aardpijpen wordt een invloedszone van 10 m gehanteerd.

3.4 Invloedszone belasting bouwproject op gangenstelsel

De totale bedekking bedraagt 22 m. De belasting van het bouwproject heeft een effect op het niveau van het gangenstelsel volgens een grenshoek van 45° . Het gaat dan om een zone van 22 m rondom het bouwproject. In Bijlage 1 is deze zone weergegeven met een zwarte stippellijn.

4. RESULTATEN STABILITEITSSTUDIE

4.1 Stabiliteit van de mergelbedekking

Wanneer de mergelbedekking niet dik genoeg is, kan deze doorbreken. Een doorbraak van de gehele mergelbedekking betekent altijd forse verzakkingen aan het maaiveld van minstens een meter met kratervorming. Aanzienlijke schade aan het maaiveld is dan het gevolg.

De dikte van de mergelbedekking bedraagt 18 tot 21 m. De kans op een dakdoorbraak in dit deelgebied N5 is met deze dikte van de mergelbedekking zeer gering.

4.2 Pilaarstabiliteit

In Bijlage 1 zijn ook de pilaarklassen weergegeven. In deelgebied N5 onder het bouwproject is de pilaardrukschade over het algemeen zwaar. De meeste pilaren zijn sterk gebarsten en hebben een pilaarklasse 4 tot 6 (klasse 0 is geheel intact en klasse 6 is geheel bezweken). Het totale draagvermogen van de pilaren wordt als onvoldoende beoordeeld [4]. Met een totale overspanning van ca. 50 m en een dikte van de mergelbedekking van 18 tot 21 m is de boogwerking echter voldoende (Bijlage 2).

Er is geen gevaar voor een pilaarinstorting op de korte termijn. In verband met de pilaarstabiliteit op de middellange termijn (2-10 jaar) is het noodzakelijk het deelgebied N5 twee maal per jaar visueel te inspecteren, aangevuld met monitoring van eventuele toename van pilaarschade door middel van markers (het dichtsmeren van pilaarbarsten met mergelpoeder) op 4 locaties. Een dergelijke inspectie en monitoring vind al sinds 2013 plaats door de Gemeente Valkenburg, en zal ook in de toekomst blijven plaatsvinden. Vanaf 2013 tot nu toe, ook bij de inspectie op 18 april 2018, is geen toename van de pilaarvervorming geconstateerd. Mogelijk wordt in 2018 de monitoring uitgebreid met een telemetrisch meetsysteem.

4.3 Aardpijpen

Binnen de invloedzone van 10 m liggen geen aardpijpen [4].

Tenslotte dient te worden opgemerkt dat er een geringe, maar niet geheel uit te sluiten kans op verzakkingen aan maaiveld bestaat ten gevolge van nazakking van grond in zich in aardpijpen gevormde open ruimtes, die op “natuurlijke” wijze, zonder instroming van grond in een gangenstelsel, zijn ontstaan. Dit geringe gevaar is overal aanwezig op de plateaus in Zuid-Limburg met mergel in de ondiepe ondergrond, ook waar geen ondergrondse mergelgroeven zijn.

4.4 Toename belasting door het bouwproject

Uit [11] en [12] is afgeleid dat de maximale extra verticale belasting ten gevolge van het bouwproject 25.000 kg (woning zonder fundering) plus 35.000 kg (plaatfundering, het zwaarste type fundering) bedraagt, dus in totaal 60.000 kg. De oppervlakte is 6 bij 9 m. De huidige verticale druk op het niveau van het gangenstelsel bedraagt 368 kN/m^2 , uitgaande van een dichtheid van de mergel van $1.6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ en een dichtheid van de grond van $2.0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Volgens de drukverdeling van Boussinesq [6] is de extra druk ten gevolge van het bouwproject op het niveau van het gangenstelsel, recht onder het bouwproject, ca. 567 N/m^2 , ofwel ca. 0.15 % ten opzichte van de huidige druk (Bijlage 3). Deze belasting toename is beduidend minder dan 1 % en, zelfs bij het zwaarste type fundering, is de kans op significante toename van de pilaardrukschade zeer gering.

5. GERAADPLEEGDE DOCUMENTEN EN LITERATUUR

Literatuur:

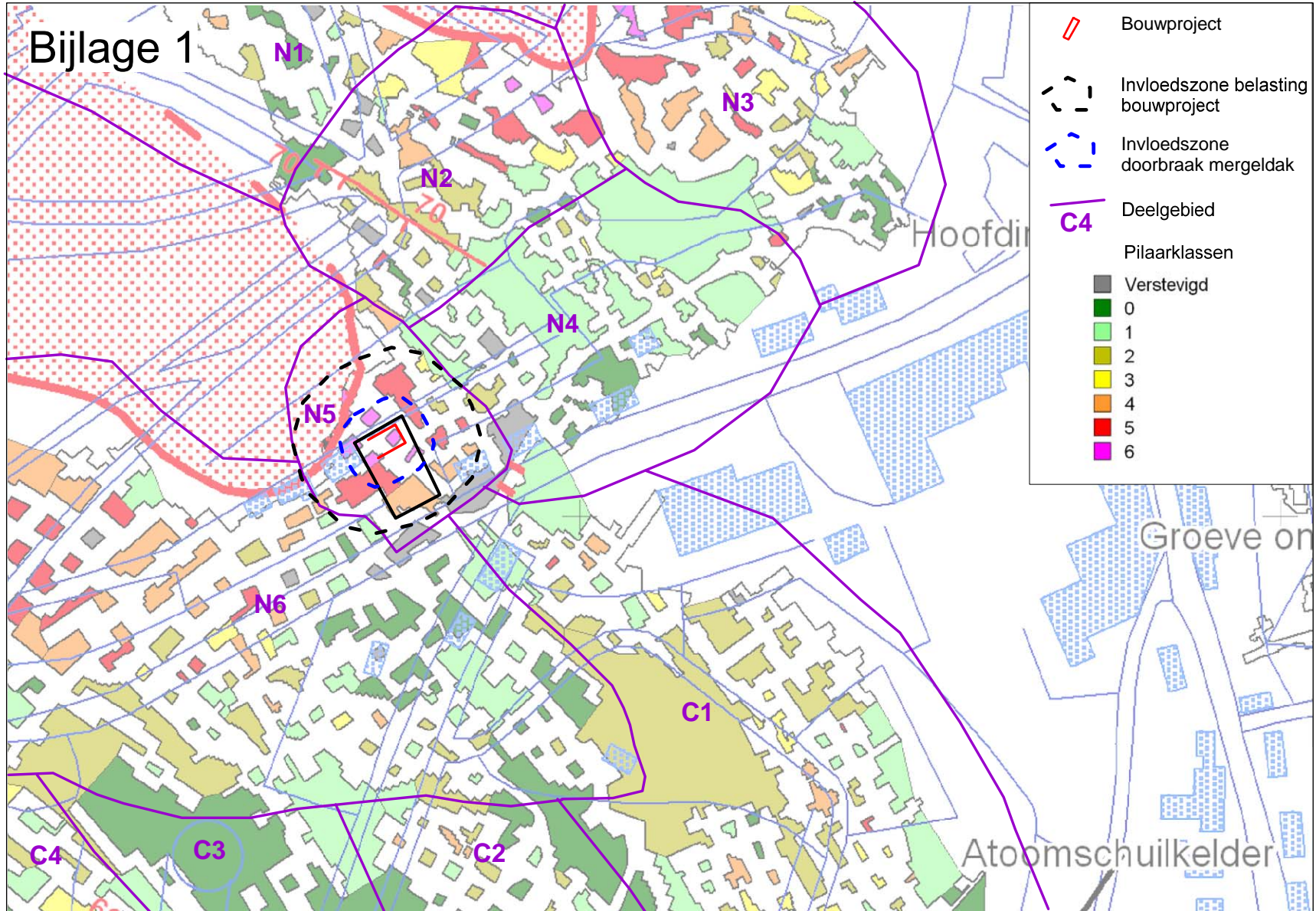
1. Mainz, M (2007) *Geotechnische Modellvorstellungen zur Abschätzung von Gefährdungsbereichen des Altbergbaus und Schachtschutzbereichen in Aachener Steinkohlenrevier*, PhD-thesis RWTH Aachen, pp 185.
2. Kronieger, R.R. (1988) *Development of engineering-geological maps on construction materials in South Limburg*, Delft progress Report 13 (1/2), 237-253
3. Bekendam, R.F. (1998) *Pillar stability and large-scale collapse of abandoned room and pillar limestone mines in South-Limburg, The Netherlands*, PhD thesis, 362 pp
4. Bekendam, R.F. (2008) *Inventarisatie stabiliteit en milieu-onvriendelijke situaties in de Gemeentegroeve en Monstergrot*, GeoControl rapport M00811, in opdracht van de Gemeente Valkenburg, pp 84 met bijlagen
5. Verruijt, A. (1999) *Grondmechanica*, Delft University Press, pp 151
6. Waltham, T., Bell, F. & Culshaw, M. (2005) *Sinkholes and subsidence*, Springer, pp. 382.

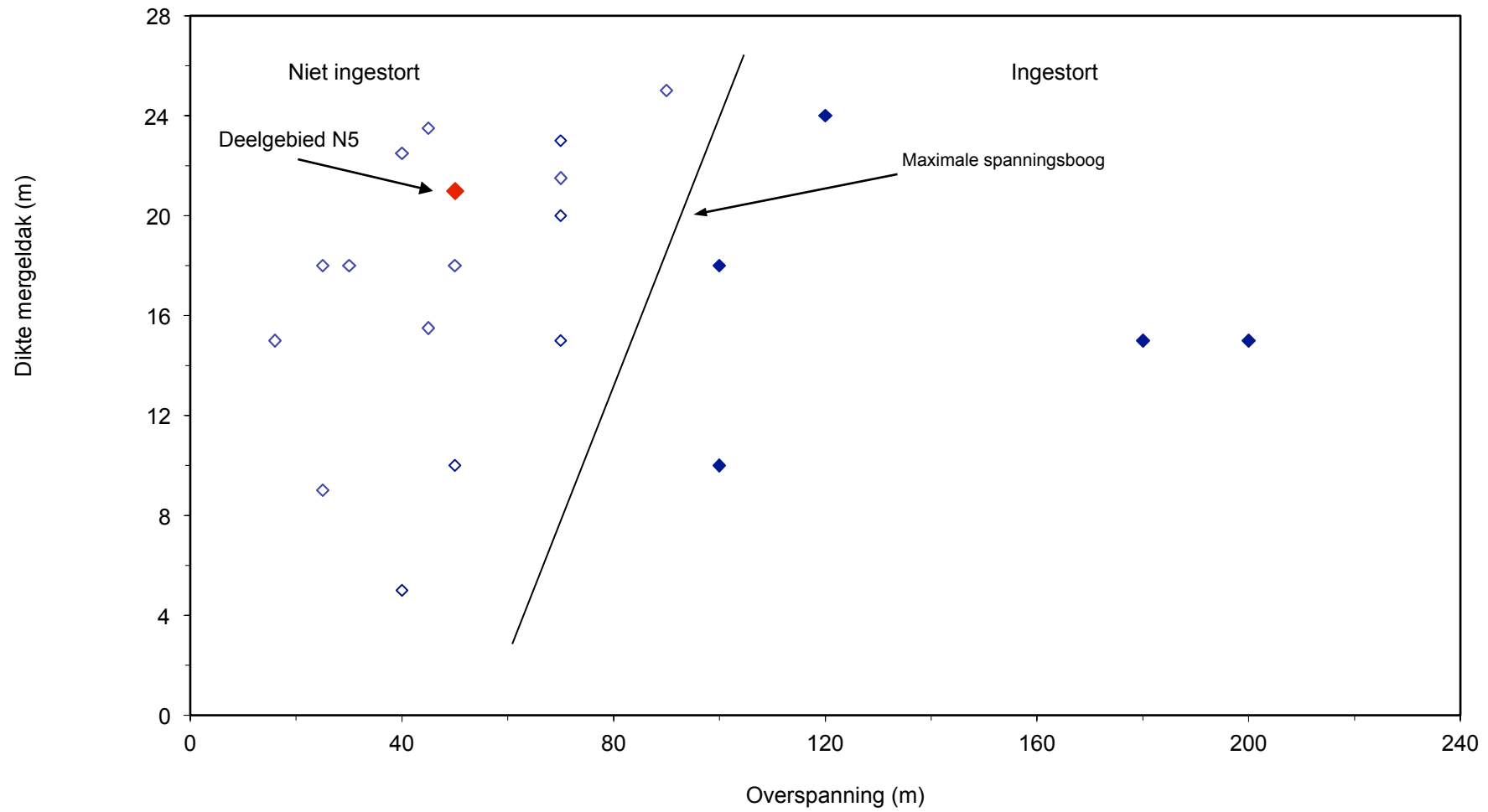
Door de opdrachtgever per mail aangeleverde documenten en gegevens:

7. 20171123_110239.jpg (foto perceel vanaf de Cauberg)
8. image001.png (plattegrond gangenstelsel met perceel en ecolodge)
9. 6301BT22b.pdf (Plattegrond percelen Cauberg)
10. 6301BT22bluchtfoto.pdf (luchtfoto percelen Cauberg)
11. Cauberg Plan.pdf (horizontale afmetingen bouwproject)
12. Gewicht vakantiewoning Cauberg Sheet1.pdf (gewichten woning en fundering)
13. groevekaart Cauberg tussen 22 en 24 deklaag 15m.pdf (plattegrond perceel met groeve)
14. Veldkaart 11 Valkenburg Centrum (plattegrond Gemeentegroeve)

BIJLAGEN

Bijlage 1





Bijlage 2. Boogwerking mergelbedekking

unit weight grond 20000.0
unit weight mergel 16000.0

		horizontale dimensie 1	horizontale dimensie 2	Totaal gewicht	Druk maaiveld p	NAP mv	NAP gangen	NAP Top mergel	Dikte grond	Dikte mergel	Diepte gangen	Oorspr. druk gangen sigma_0 N/m^2	Toename druk gangenstelsel sigma N/m^2	Toename druk gangen sigma/sigma_0 %
		l1 m	l2 m	kg	N/m^2	m	m	m	m	m	m	N/m^2	N/m^2	%
1	Bouwproject Cauberg 22b	6.0	9.0	60000	11111	99	77	95	4	18	22	3.68E+05	567	0.154