

SCHADE AAN GEMETSELDE GEBOUWEN DOOR BODEMDALING

Het onderzoeksprogramma LOSS werkt aan de kennisbasis van bodemdaling en de gevolgen daarvan. In LOSS ontwikkelen we kennis over waarom en hoe de bodem daalt, hoe je bodemdaling kan voorspellen en welk beleid relevant is bij het omgaan ermee of voorkomen ervan. Alfonso Prospero is promovendus in het LOSS programma en focust op het ontwikkelen van een betrouwbare aanpak voor de beoordeling van de door nederzettingen veroorzaakte schade aan gebouwen als gevolg van bodemdaling. Dit is de samenvatting van de bevindingen uit de paper 'Empirical fragility and ROC curves for masonry buildings subjected to settlements, gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek.

Het artikel is te citeren als:

Prosperi, A., Korswagen, P. A., Korff, M., Schipper, R., & Rots, J. G. (2023). Empirical fragility and ROC curves for masonry buildings subjected to settlements. Journal of Building Engineering, 68, 106094..

Het is online te vinden via:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710223002735?via%3Dihub>

Dit onderzoek is onderdeel van het NWA project Living on Soft Soils: Subsidence and Society (grantnr.: NWA.1160.18.259).

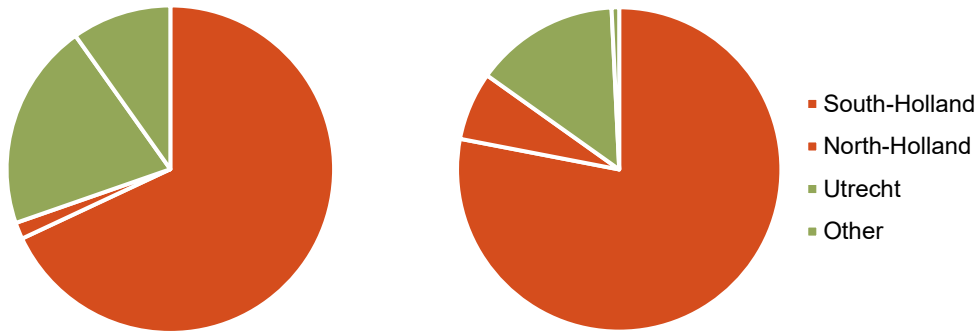
Samenvatting

Waarom is het belangrijk om de schade aan gebouwen als gevolg van bodemdaling in te schatten?

In Nederland zijn er veel gemetselde gebouwen met bodemdalingsschade. De ernst van de schade (esthetisch of constructief) varieert sterk en is afhankelijk van de eigenschappen van de verschillende gebouwen, het type fundering (ondiepe fundering op staal of paalfundering) en de ondergrond. Het begrijpen en verbeteren van de relaties tussen de mate van bodemdaling en de optredende schade is essentieel voor het inschatten en voorspellen van gebouwschade in stedelijke gebieden. Om een nauwkeurig, empirisch, beeld te krijgen is een dataset verzameld met echte gebouwen met schade. In die dataset staan 386 onderzochte gemetselde gebouwen die te maken hebben met bodemdaling en verzakkingen: 122 op ondiepe funderingen en 264 op paalfunderingen.

Buildings on shallow foundations

Buildings on piled foundations



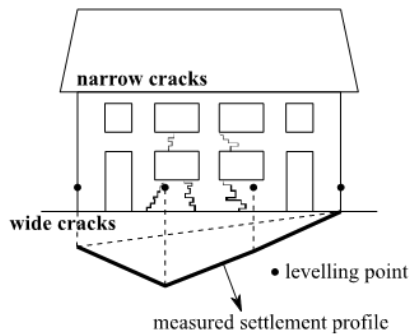
Hoe kunnen we per gebouw de hoeveelheid en vorm van de bodemdaling bepalen?

Er is gezocht naar de beste indicator om gebouwschade te voorspellen. Daarvoor zijn beschikbare metingen van vervormingen van metselwerkvoegen (lintvoegmetingen genaamd) van gebouwen uit de dataset geanalyseerd. Uit die data zijn de meest voorkomende zettingsvormen (verzakkingspatronen) bepaald. Daaruit kwamen vervolgens vier indicatoren naar voren, representatief voor de mate van bodemdaling:

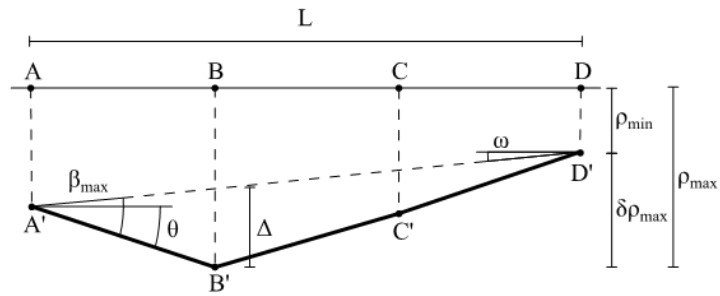
- Zettingsverschil $\delta\rho$. Deze wordt berekend als het maximale verschil tussen de gemeten zettingen;
- De rotatie θ . Deze vertegenwoordigt de maximale helling tussen de lijnen die twee punten in de zettingsprofielen verbinden;
- De relatieve hoekverdraaiing β . Deze verwijst naar de helling van de lijn die twee opeenvolgende punten verbindt ten opzichte van de starre rotatie van de constructie (of kanteling);
- De doorbuigingsverhouding Δ/L . Deze verwijst naar de verhouding tussen de maximale relatieve doorbuiging en de overeenkomstige lengte.

Van deze vier indicatoren is nagegaan welke de beste is om de mate van de verzakking van het gebouw te relateren aan de schade. Uit die analyse blijkt dat de rotatie de beste indicator is om de gebouwschade te voorspellen, gevolgd door de hoekvervorming en de doorbuigingsverhouding.

Building damage



“Measured” settlement shape



Settlement parameters

- **Differential (or relative) settlement** $\delta\rho$;
- The **rotation (or slope)** θ ;
- The **relative rotation or angular distortion** β ;
- The **deflection ratio** Δ/L

Hoe kunnen we de schade aan gebouwen door verzakkingen beoordelen?

Met de uitkomsten van deze analyses zijn kwetsbaarheidscurven ontwikkeld. Dit zijn curven die de relatie weergeven tussen de vier indicatoren en de optredende schade. Met deze curven drukken we de kans uit dat een bepaalde mate van schade optreedt of wordt overschreden. In de figuur hieronder is als voorbeeld de kwetsbaarheidscurve van de indicator zettingsverschil te zien. Je ziet dat met de toename van het zettingsverschil ($\delta\rho$) in veel gevallen ook de kans op schade toeneemt. De genereerde kwetsbaarheidscurven kunnen op die manier gebruikt worden als probabilistisch hulpmiddel voor de inschatting van schade over meerdere gebouwen.