

Politechnika
Eindhoven
University of Technology

Wydział budownictwa

Den Dolech 2, 5612 AZ Eindhoven
Postbus 513, 5600 MB Eindhoven
www.tue.nl/sd

Autor
Inż. H.L.M. Wijen

Badanie ściskania produktu Thermogran

Zleceniodawca
Isola Belgium n.v.

Numer referencyjny
TU/e BWK 2013/1428795

Zleceniodawca
Isola Belgium n.v.
Vrijheidsweg 10
2700 Tongeren Belgia

Data
9 kwietnia 2013 roku.

Wersja
Wersja ostateczna

Where innovation starts

Politechnika
Eindhoven
University of Technology

Spis treści

Tytuł

Badanie pełzania produktu Thermogran

| | | |
|-----|--|---|
| 1 | Próbki | 3 |
| 2 | Schemat przeprowadzenia badań | 4 |
| 2.1 | Badanie kompresji | 4 |
| 2.2 | Badanie pełzania przy 30 kN/m ² | 6 |
| 2.3 | Badanie pełzania przy 50 kN/m ² | 7 |
| 2.4 | Badanie pełzania przy 2 MN/m ² | 8 |

Where innovation starts

Politechnika Eindhoven University of Technology

1 Próbki

Isola Belgium dostarczyła 9 próbek. Zostały one podzielone na 3 typy. Dla każdego typu zostały dostarczone 3 sztuki.

Każda próbka składa się ze skrzynki z betonu wielowarstwowego. Pod skrzynką została naniesiona warstwa z luźnym produktem izolacyjnym Thermogran o grubości ok. 8 cm. Dla 2 typów została naniesiona warstwa anhydrytu lub warstwa zaprawy piaskowo-cementowej ponad produktem Thermogran.

Przy pomocy 3 metalowych wsporników skrzynka została dodatkowo usztywniona. Górny wspornik został zdemontowany podczas testów typu 2 oraz 3, a anhydryt oraz warstwa piaskowo-cementowa zostały zdemontowane ze skrzynki. Materiały te na skutek przechowywania oraz utwardzenia przytwierdziły się do skrzynki. Dzięki temu wyeliminowano wpływ połączeń posadzki na ściany podczas badania pełzania.

Budowa trzech typów „skrzynek”.

1. *Thermogran o grubości 8 cm (brak górnej warstwy)*
2. *Thermogran o grubości 8 cm oraz warstwa anhydrytu o grubości 5 cm*
3. *Thermogran o grubości 8 cm oraz warstwa zaprawy piaskowo-cementowej 6 cm*

Horizontalne wymiary każdej próbki to 150 mm x 150 mm.

3 Badanie pełzania Thermogran TU/e BWK 2013 / 1428795

Politechnika Eindhoven University of Technology

2 Schemat przeprowadzenia badań

Na 9 próbkach wykonane zostały następujące badania:

| Typ próbki: | Ilość badań: | Maszyna: |
|---------------------------------|--------------|---|
| Badanie kompresji Thermogran | 1 | 100 kN maszyna do pomiaru kompresji |

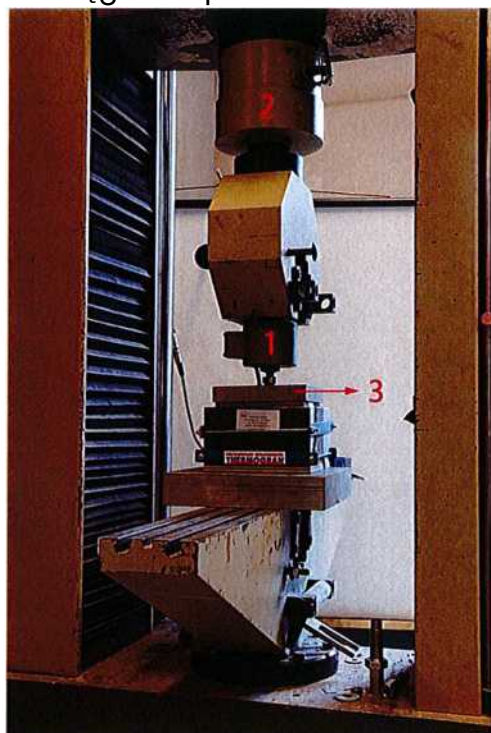
| | | |
|--|---|---|
| Pełzanie przy 30 kN/ m ² | 3 | Pełzarka |
| Pełzanie przy 50 kN/ m ² | 3 | Pełzarka |
| Pełzanie przy 2 MN/ m ² | 2 | 100 kN maszyna do pomiaru kompresji |

2.1 Badanie kompresji

Na próbce produktu Thermogran badanie kompresji zostało przeprowadzone w 3 fazach. Jako powierzchnię nacisku wykorzystano płytę stalową o wymiarach 140 mm x 140 mm x 25 mm (zobacz: rysunek 1 - oznaczenie 3). Jest ona mniejsza niż powierzchnia próbki, w celu uniknięcia sytuacji, w której płyta stalowa dotykałaby oszalunkowania.

Dla pierwszej fazy wykorzystano dokładny miernik siły (load cell) o zasięgu 2 kN (zobacz: rysunek 1 - oznaczenie 1). Test został wykonany przy stałej prędkości obciążania w wymiarze 0,25mm/minutę, aż do osiągnięcia siły 2kN.

Dla fazy drugiej usunięto dokładny miernik siły i zastąpiono go miernikiem siły 100kN (Patrz: rysunek 1 - oznaczenie 2) maszyny do pomiaru kompresji/rozciągania (producent Schenck).



Rysunek 1. Przeprowadzanie badania kompresji.

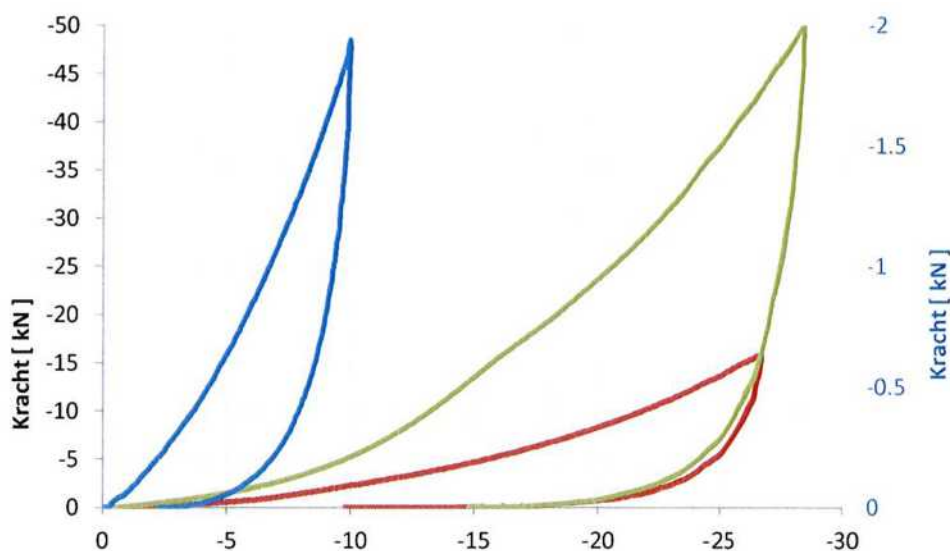
Politechnika Eindhoven University of Technology

Następnie prędkość obciążania została zwiększona do 1,5 mm/minutę aż do osiągnięcia obciążenia 16 kN. Przy takim obciążeniu ugięcie było na tyle duże, że podkładu maszyny do pomiaru kompresji zbliżyły się do skrzynki i ścianki z betonu wielowarstwowego zaczęłyby być obciążane zamiast rzeczywistego materiału Thermogran.

Dla fazy 3 umieszczono dodatkowy stalowy blok dystansujący, w celu utworzenia przestrzeni i powtórzono badanie z fazy 2 do obciążenia 50 kN.

Na rysunku 2 przedstawiono wszystkie trzy wyniki cząstkowe dla badania kompresji. Niebieska linia to test przy wykorzystaniu 2kN miernika siły i posiada po prawej stronie własną oś wertykalną oznaczającą obciążenie.

Thermogran Siła [kN]



Ugięcie [mm]

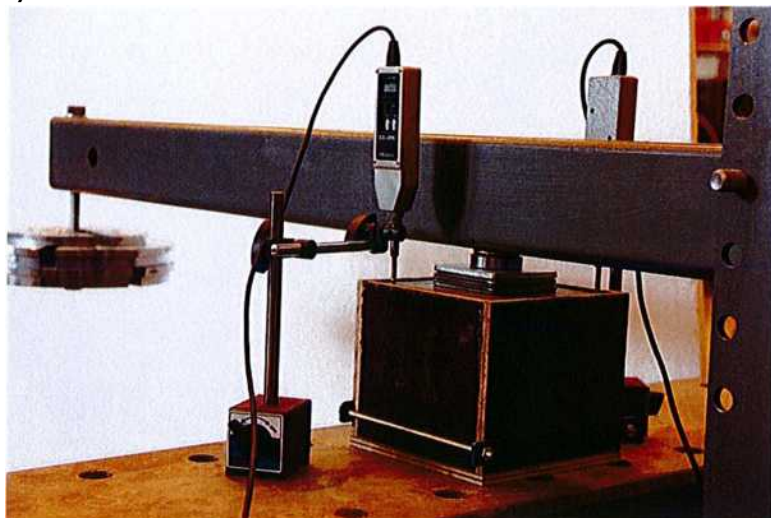
- Badanie kompresji Thermogran 8cm - 16kN
- Badanie kompresji Thermogran 8cm - 50kN
- Badanie kompresji Thermogran 8cm 2kN

Rysunek 1. Siła versus ucięcie podczas badania kompresji dla produktu Thermogran.

Politechnika Eindhoven University of Technology

2.2 Badanie pełzania przy 30 kN/m²

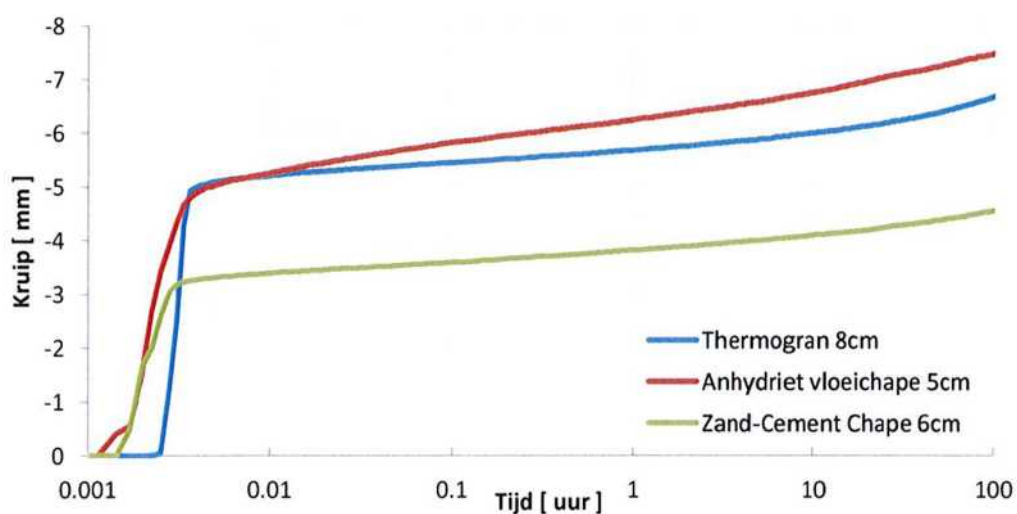
Pełzarka dla badania przy 30 kN/m² oraz 50 kN/m² została odzwierciedlona na rysunku 3.



Rysunek 2. Pełzarka dla obciążeń 30 kN/m² oraz 50 kN/m².

Urządzenie to jest wykonane w trzech egzemplarzach, dzięki czemu 3 próbki mogą być poddawane testom równocześnie. Jako powierzchnię nacisku wykorzystano płytę stalową o wymiarach 145 mm x 145 mm x 8 mm (zobacz: rysunek 1 - oznaczenie 3). Przed przystąpieniem do badania pełzania dla każdego urządzenia zostało ustalone obciążenie dla końca dźwigni podnoszącej w taki sposób, aby próbka była obciążana przy pomocy 30 kN/m² (0,03 MPa) lub 50 kN/m² (0,05 MPa).

Obciążenie zostało ustalone na końcu dźwigni na podstawie skalibrowanego miernika siły dla pozycji próbki. Poprzez dostosowywanie ciężaru na końcu ramienia podnoszącego i dokładnej pozycji próbki, obciążenia zostały dokładnie nastawione.



Pełzanie [mm]

Czas [godzina]

- Thermogran 8cm
- Warstwa anhydrytu 5cm
- Warstwa piaskowo-cementowa 6cm

Rysunek 3. Pełzanie przy obciążeniu 30 kN/m².

6 Badanie pełzania Thermogran TU/e BWK 2013 / 1428795

Politechnika Eindhoven University of Technology

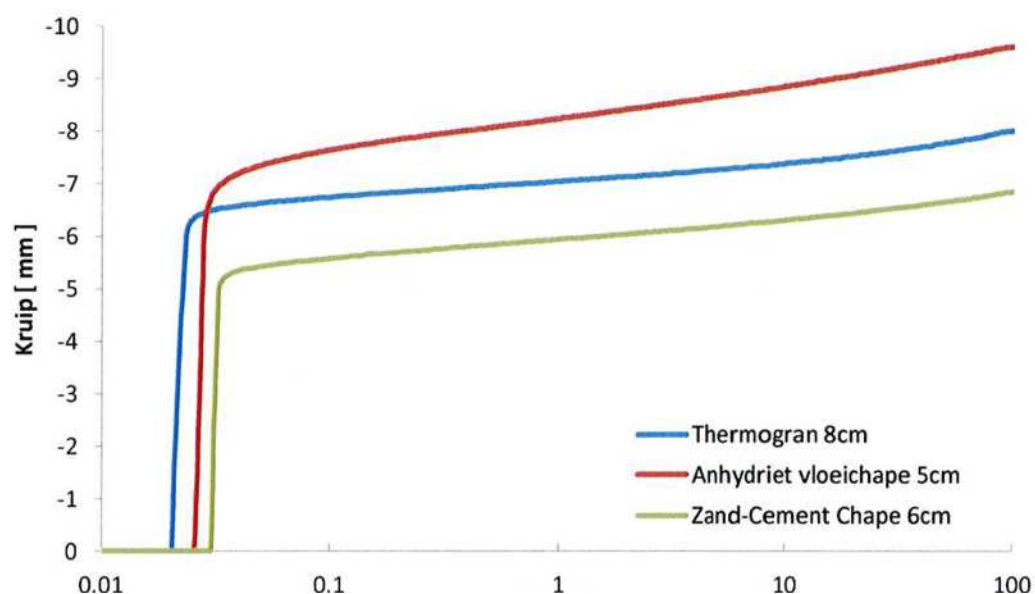
Odształcenie powstałe na skutek pełzania jest mierzone na krzyż w 2 punktach w rogach przy pomocy czujników zegarowych. Na wykresach przedstawione zostały uśrednione wyniki dla tych 2 odbiorników za okres 100 godzin.

Obciążenie 0,03 MPa odpowiada sile 675 N na powierzchni 150 mm x 150 mm. Dla 0,05 MPa siła 1125 N dotyczy powierzchni 150 mm x 150 mm.

Przy 30 kN/m² badanie zostało przerwane po 141 godzinach, aby następnie rozpocząć badanie pełzania dla wartości 50 kN/m². Ten ostatni pomiar nie został jeszcze przerwany (trwa do 9 kwietnia 2013 roku).

2.3 Badanie pełzania przy 50 kN/m²

Test pełzania przy 0,05 MPa jest przeprowadzany w sposób identyczny, jak przy 0,03 MPa. Jedyne ciężar na końcu ramienia podnoszącego został dostosowany i pozycja próbki została wyregulowana w taki sposób, aby obciążenia wynosiło 1125 N.



Pełzanie [mm]

Czas [godzina]

- Thermogran 8cm

- Powłoka anhydrytu 5cm
- Powłoka piaskowo-cementowa 6cm

Rysunek 4. Pełzanie przy obciążeniu 50 kN/m^2 ($0,05 \text{ MPa}$).

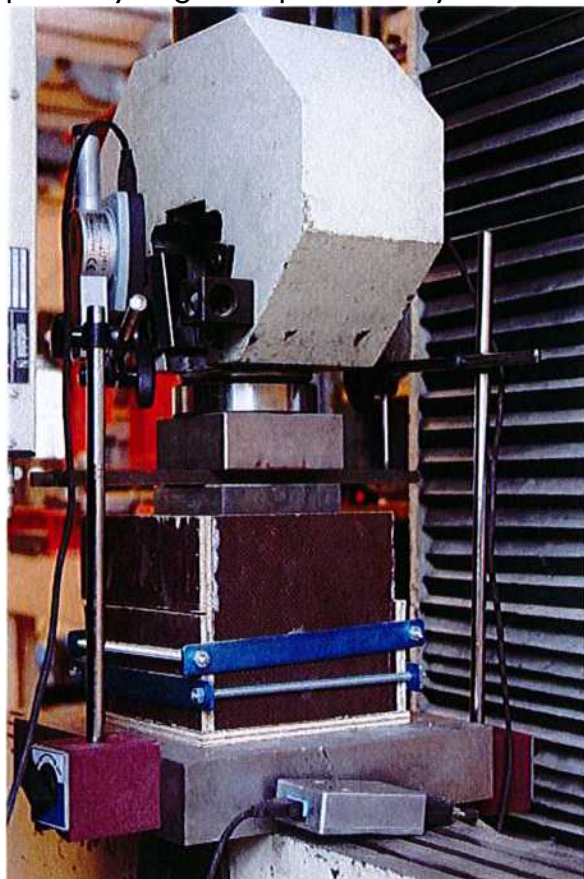
7 Badanie pełzania Thermogran TU/e BWK 2013 / 1428795

Politechnika Eindhoven University of Technology

2.4 Badanie pełzania przy 2 MN/m^2

Badaniu pełzania dla obciążenia 2 MN/m^2 (2 MPa) zostało wykonane na 100 kN maszynie do pomiaru kompresji/rozciągania.

Jako powierzchnię nacisku wykorzystano płytę stalową o wymiarach $140 \text{ mm} \times 140 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ i umieszczono na niej jeszcze 2 stalowe bloki wypełniające o wymiarach $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$. Bloki te są potrzebne w celu uniknięcia sytuacji, w której podkłady maszyny do pomiaru kompresji/rozciągania dotknęłyby oszalunkowania próbki w przypadku dużych odkształceń. Ugięcie / pełzanie było mierzone na 2 stronach próbki przy pomocy zegarów pomiarowych.



Rysunek 6. Pełzarka dla 100 kN dla maszyny do pomiaru kompresji/rozciągania (prod. Schenck).

Na maszynie testowej został uruchomiony tryb „kontroli siły” z ograniczeniem prędkości 5 mm/min . Oznacza to, że obciążenie 5 mm/min było kontynuowane

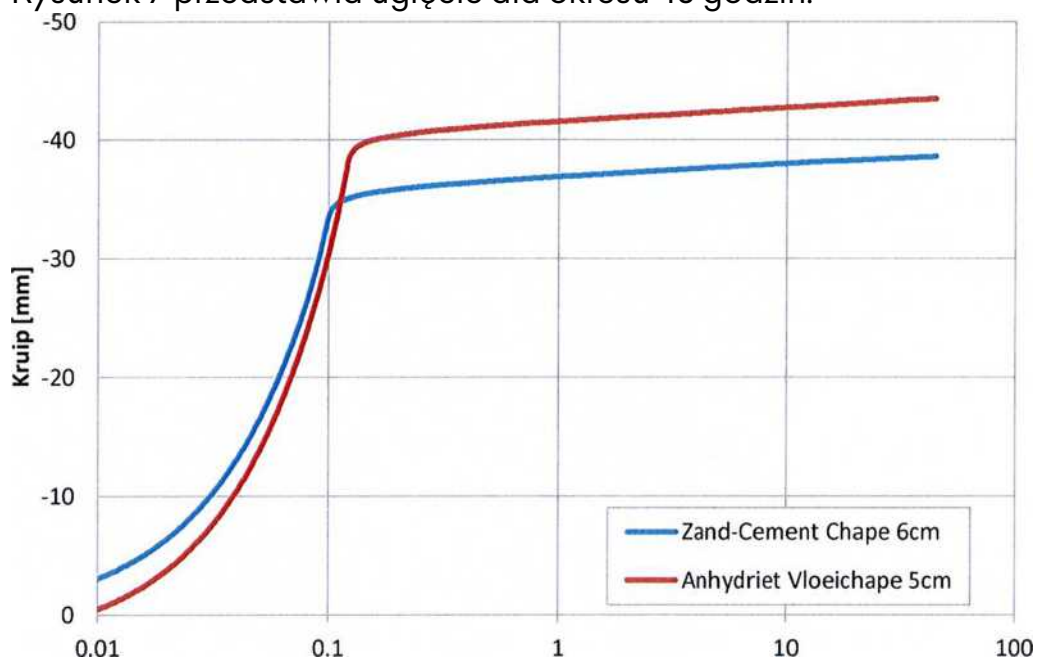
do uzyskania żdanego MN/m^2 . Następnie siła 45 kN była stale utrzymywana (2 MN/m^2 odpowiada 45 kN dla powierzchni $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$). Od tego momentu kontrola siły stała się aktywna i utrzymywała ją na poziomie stałej wartości przez resztę badania. Pozycja podkładów została wyregulowana w taki sposób, aby utrzymać siłę o stałej wartości. Oba czujniki zegarowe monitorowały wzrastające przemieszczenie / ugięcie.

8 Badanie pełzania Thermogran TU/e BWK 2013 / 1428795

Politechnika Eindhoven University of Technology

Próbka Thermogran z warstwą cementowo-piaskową osiągnęła obciążenie pełzania po 350 sekundach, a próbka Thermogran z warstwą anhydrytu po 400 sekundach.

Rysunek 7 przedstawia ugięcie dla okresu 45 godzin.



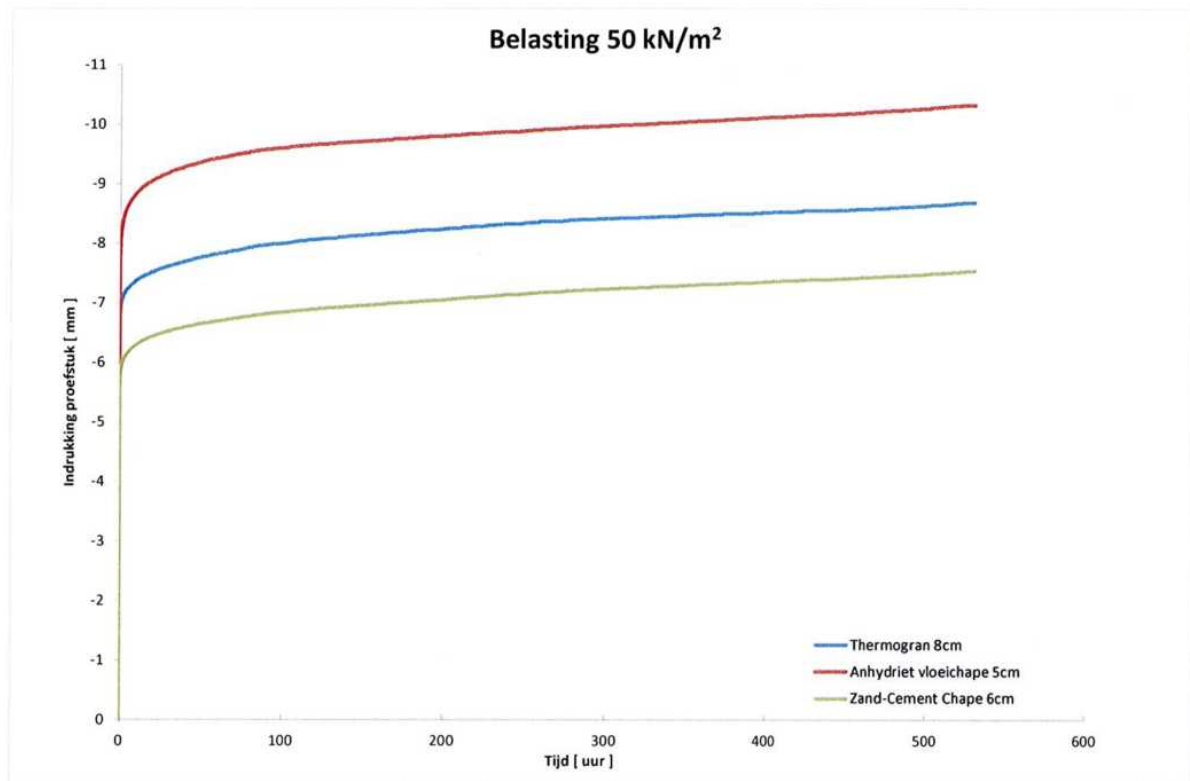
Pełzanie [mm]

Czas [godzina]

— Warstwa piaskowo-cementowa 6cm

— Warstwa anhydrytu 5cm

Rysunek 5. Wzrost ugięcia przy obciążeniu pełzania 2 MN/m^2 (siła działająca na próbkę wynosi 45 kN) dla obu próbek z górną warstwą.



Obciążenie 50kN/m²

Ugięcie próbki [mm]

Czas [godzina]

— Thermogran 8cm

— Warstwa anhydrytu 5cm

— Warstwa piaskowo-cementowa 6cm