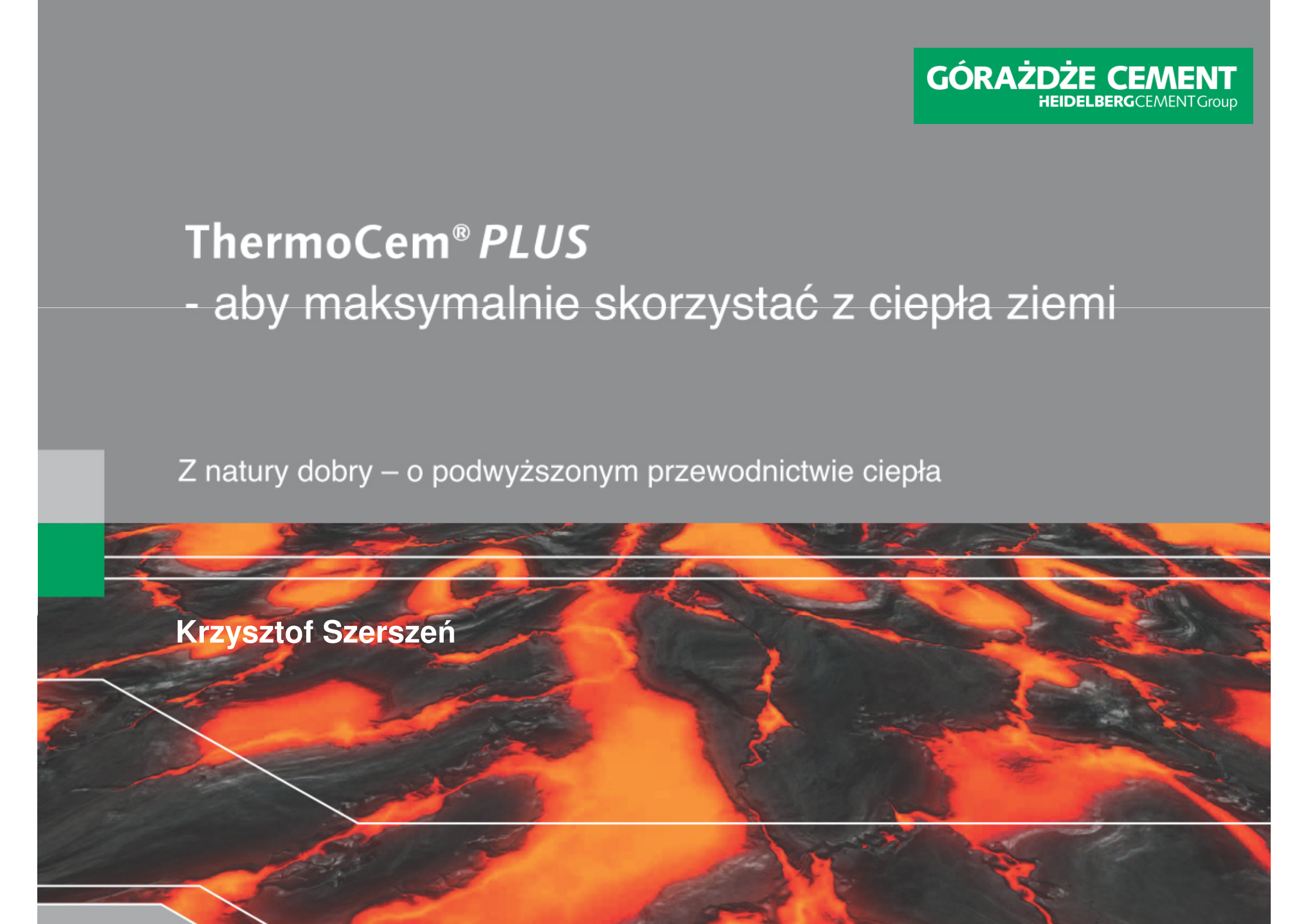


ThermoCem® *PLUS*

- aby maksymalnie skorzystać z ciepła ziemi

Z natury dobry – o podwyższonym przewodnictwie ciepła

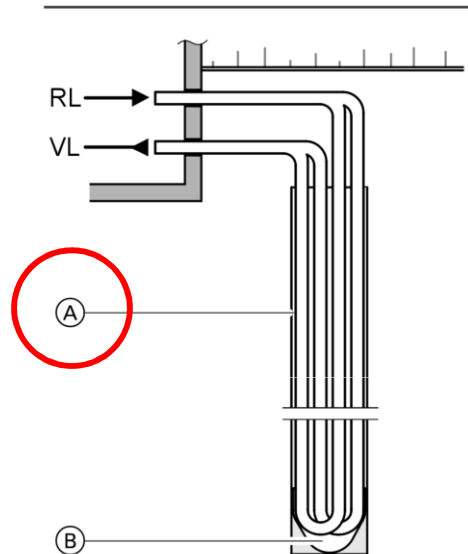
Krzysztof Szerszeń



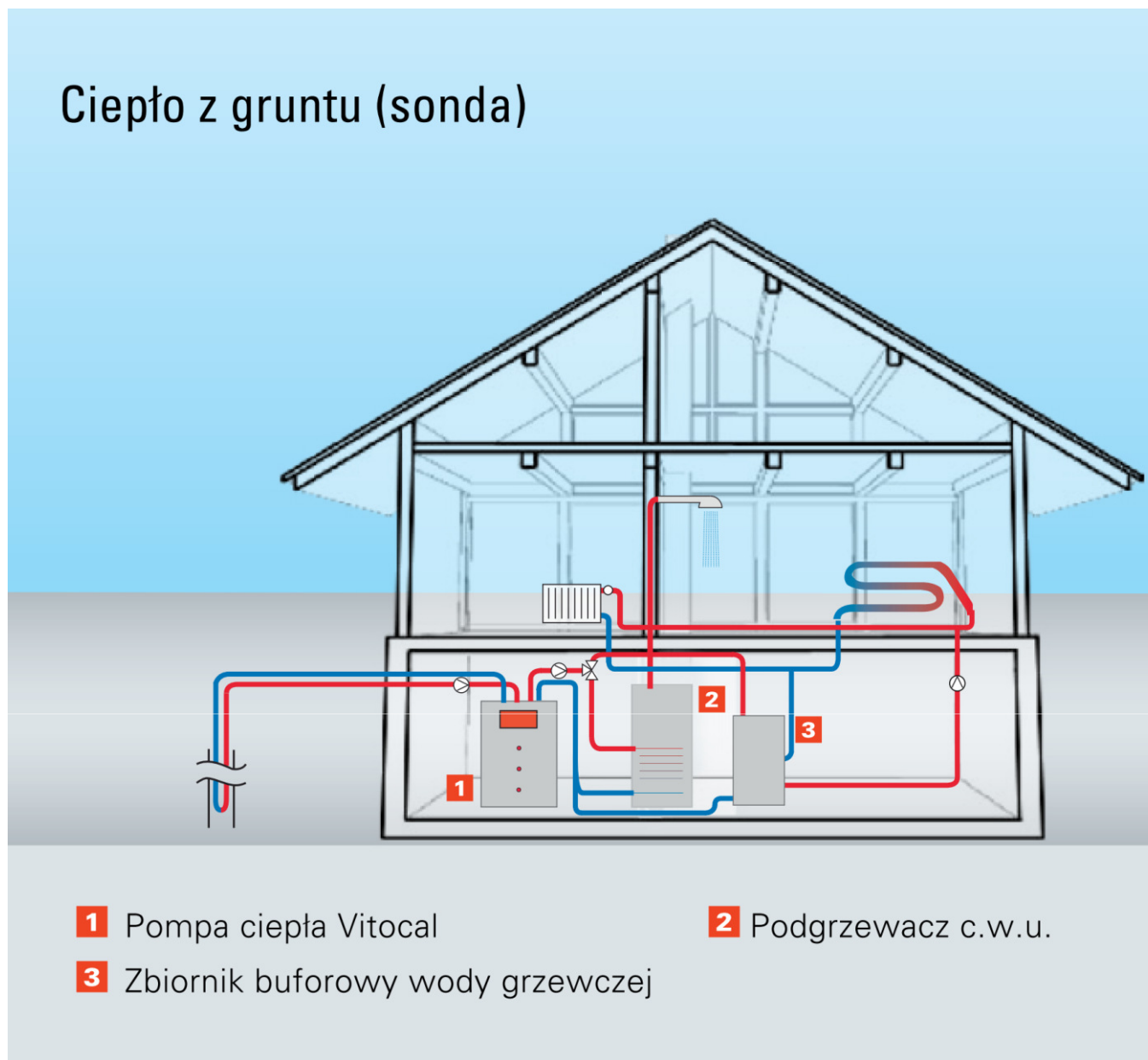
TermoCem® PLUS – wypełnienie pionowych GWC

Ciepło z gruntu (sonda)

Sonda gruntowa



- RL Powrót solanki
VL Zasilanie solanki
(A) Zawieszina betonitowo-cementowa
(B) Nasadka ochronna

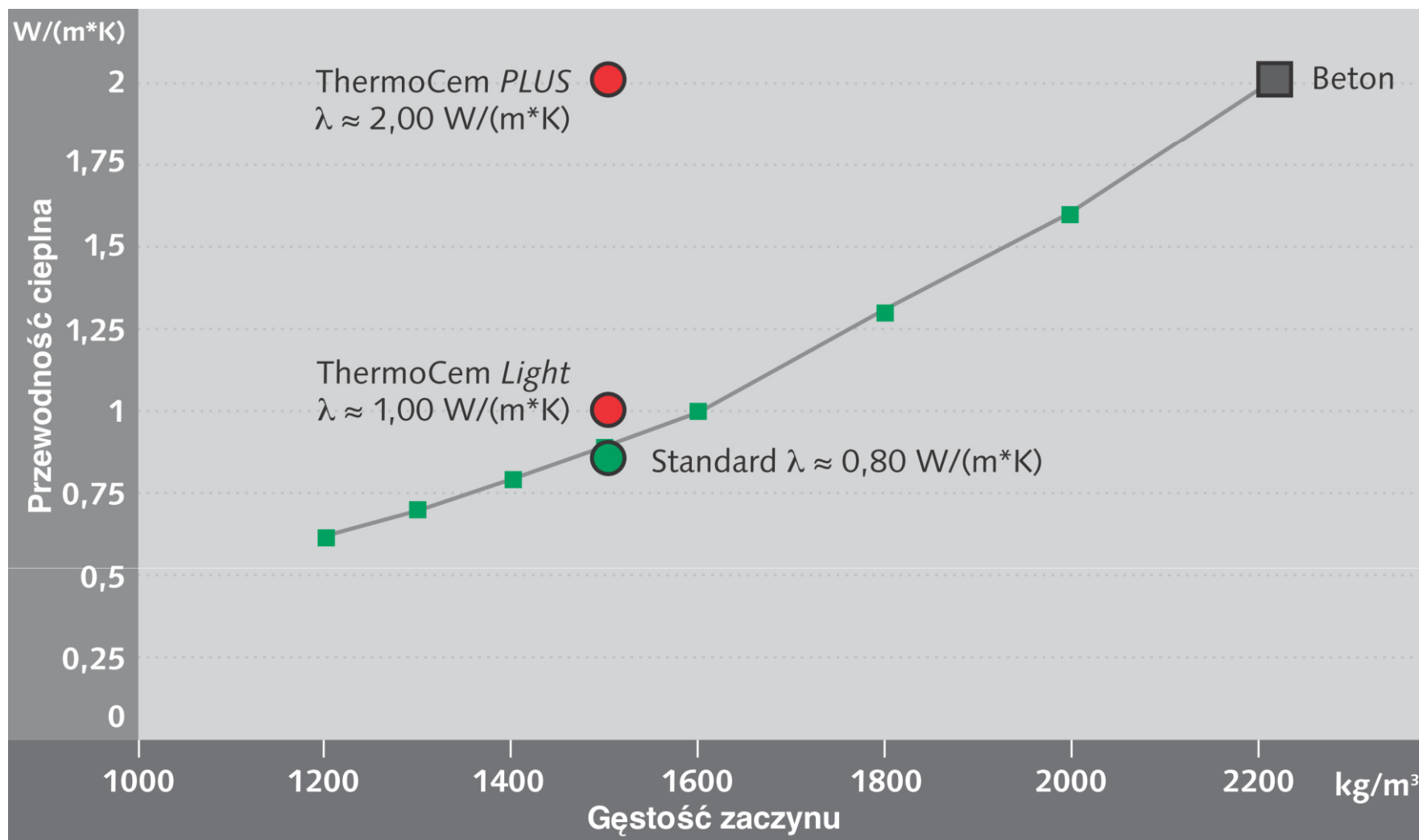


ThermoCem® *PLUS* – opis produktu

- ThermoCem *PLUS* jest dostarczany w postaci proszku
- ThermoCem *PLUS* nie zawiera piasku kwarcowego i nie jest abrazyjny dla miksera i pompy zatłaczającej
- ThermoCem *PLUS* to gotowy do użycia produkt, który po dodaniu określonej ilości wody jest zatłaczany do otworu
- ThermoCem *PLUS* zawiera wyselekcjonowane minerały ilaste, które umożliwiają jego pęcznienie w otworze
- ThermoCem *PLUS* zawiera specjalne spoiwo, które wykazuje szczególnie wysoką odporność na agresję chemiczną wód gruntowych (np. korozję siarczanową, karbonatyzację)
- ThermoCem *PLUS* podlega wewnętrznej i zewnętrznej kontroli jakości, co oznacza, że niezmiennie wysoka jakość jest zapewniona
- ThermoCem *PLUS* składa się z wyselekcjonowanych surowców i dlatego nadaje się do stosowania w strefach ochrony wód podziemnych, z uwzględnieniem standardów higienicznych wobec ujęć wody pitnej.

W przypadku projektów o mniejszym zapotrzebowaniu na przewodność cieplną dla materiału wypełniającego, oferujemy alternatywny produkt ThermoCem *Light* o przewodności cieplnej $\lambda \approx 1,0 \text{ W/mK}$.

TermoCem® PLUS – opis produktu



TermoCem® PLUS – lepkość Marsh'a

Dobra urabialność
Szczelne wypełnienie pustek
Dobre połączenie sond z gruntem

Na podstawie zmiany czasu wypływu płynu z lejka Marsh'a można określić lepkość umowną lub kryterium przetłaczalności zaczynu. Pomiar polega na mierzeniu czasu wypływu 1 litra płynu z lejka (pojemność lejka to ok. 1,5 litra). Wynik podajemy w sekundach.

Wartości odniesienia dla pomiaru lejkiem Marsh'a

- ok. 27 sekund – dla wody
- 40 -100 sekund – generalnie dla zaczynów o stosunkowo łatwej przetłaczalności (urabialności)

Składniki ilaste zawarte w TermoCem powodują po pewnym czasie uzyskanie przez zaczyn właściwości tiksotropowych tj. minerały ilaste pochłaniają część wolnej wody z zaczynu (jak gąbka).

To powoduje, że zaczyn pozostający w bezruchu staje się stopniowo „twardszy”, unikając zjawiska sedymentacji (osiadania na dnie) cząsteczek stałych. Jest to szczególnie istotna zaleta przy wypełnianiu otworów pionowych.



Pomiar lepkości Marsh'a po zmieszaniu

TermoCem® PLUS – odstój wody

Stosowanie sprawdzonej receptury
Stabilizacja przez składniki ilaste
Dopasowany do mieszarek stosowanych w budownictwie

Oddzielanie się (odstój) wody z zawiesiny służy jako miara jej stabilności. Im większy jest odstój wody, tym mniej stabilna jest zawiesina. Wartość dopuszczalna dla stabilnej zawiesiny powinna się zawierać w przedziale od 1 % do maksymalnie 2 %.

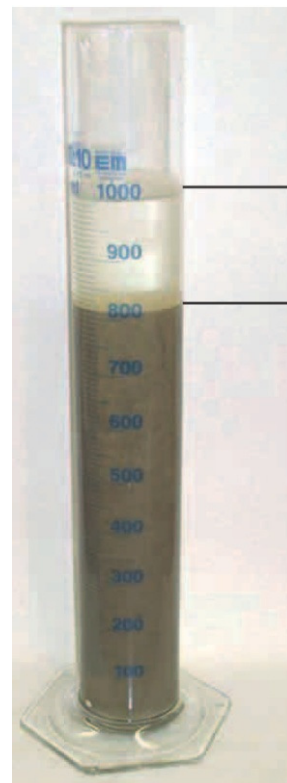
Możliwe przyczyny dużego odstoju wody:

- nieodpowiednio dobrane składniki
- zbyt wysoki parametr woda/spoiwo (W/S)
- mała intensywność mieszania
- krótki czas mieszania

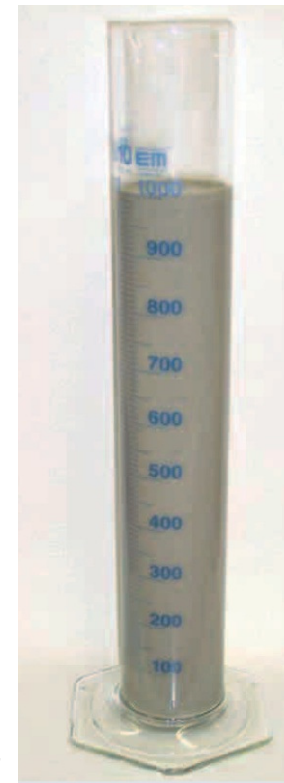
Możliwe skutki dużego odstoju wody:

- straty zawiesiny w wypełnianym otworze
- zapadnięcie się wypełnionej kolumny i wadliwe strefy w otworze
- zwiększona sedymentacja ewentualnych dodatków

Pomiar odstoju wody dla zaczynu cementowego przy parametrze W/S = 0,8



Pomiar odstoju wody dla TermoCem PLUS przy parametrze W/S = 0,8



TermoCem® PLUS – dozowanie wody

Aby wypełnić pustkę o objętości 1000 litrów potrzebne jest:

810 kg TermoCem

650 litrów wody

} gęstość zawiesiny około 1.460 kg/m³

Korzystając ze wskaźnika W/S, można obliczyć wymaganą ilość wody na 25 kg worka.

25 kg TermoCem x 0,8 = 20 litrów wody

W ten sposób, zarób uzyskany z 25 kg worka TermoCem będzie miał objętość około 31 litrów

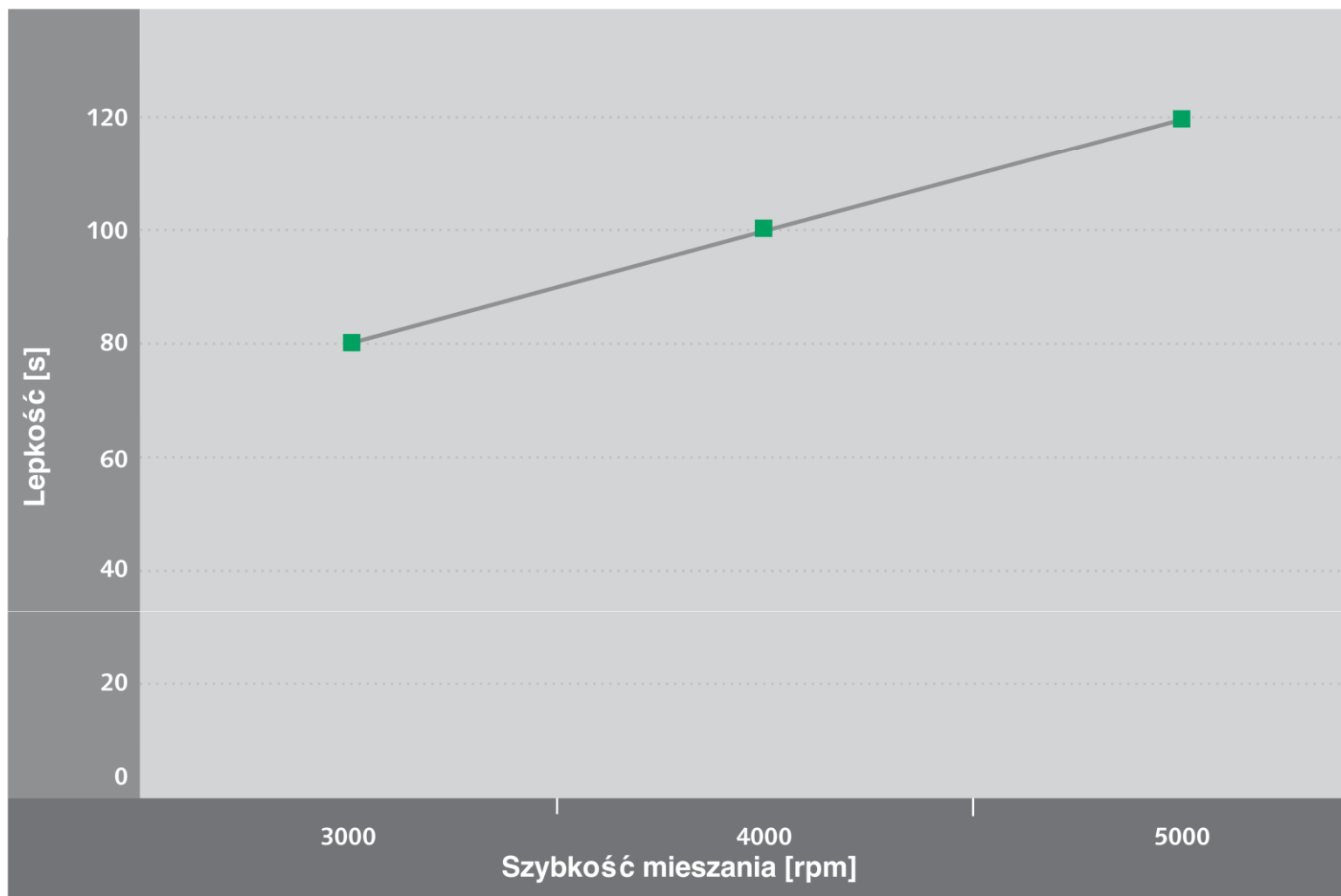
Liczba worków	ilość TermoCem	ilość dodanej wody	Objętość zaczynu
[szt]	[kg]	[l]	[l]
1	25	20	31
2	50	40	62
3	75	60	93
4	100	80	124
5	125	100	155
6	150	120	186

Skład zaczynu TermoCem przy wskaźniku W/S = 0,8



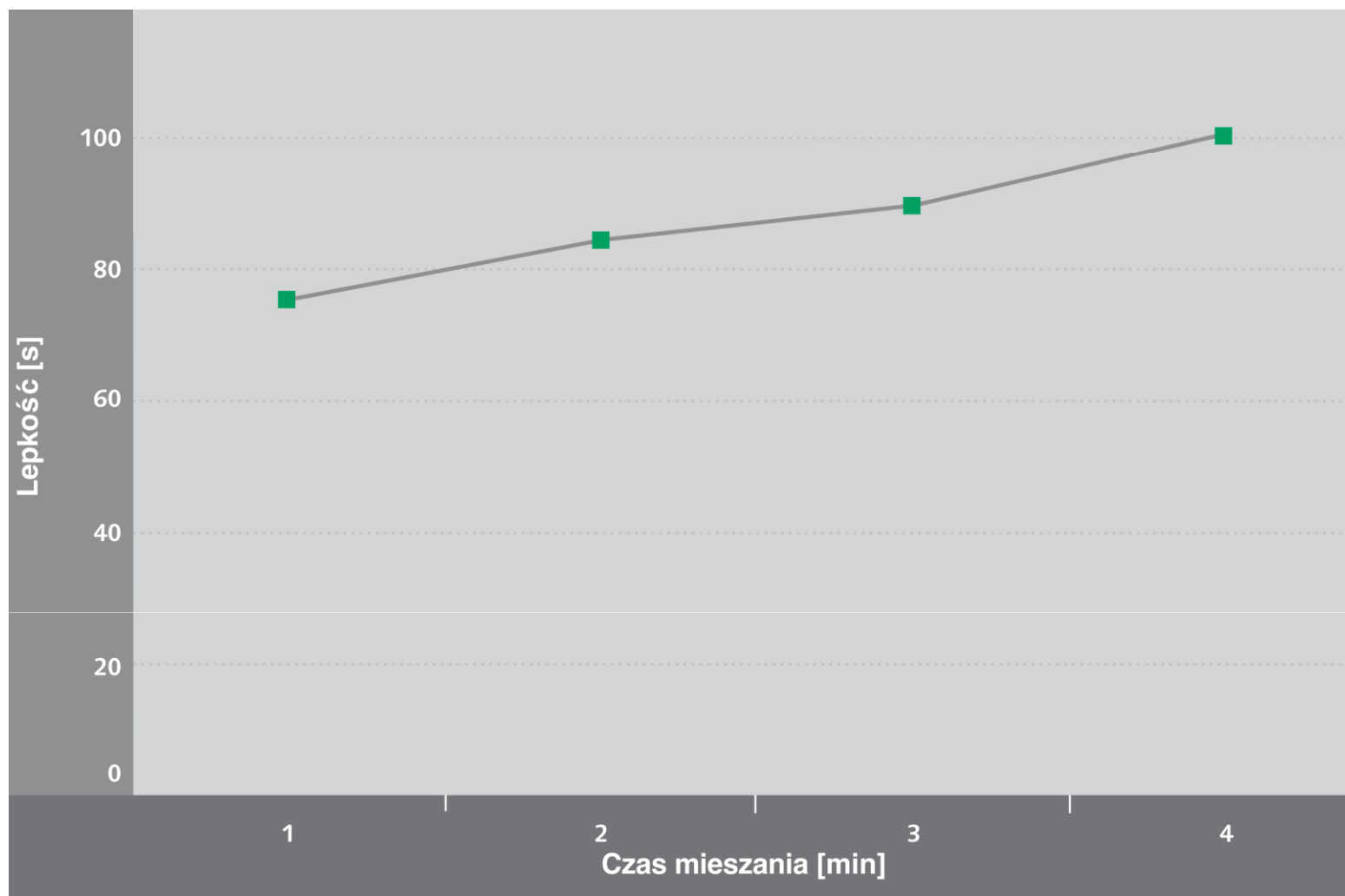
TermoCem® PLUS – lepkość

Lepkość TermoCem PLUS w funkcji
szybkości mieszania (czas mieszania: 2 min)

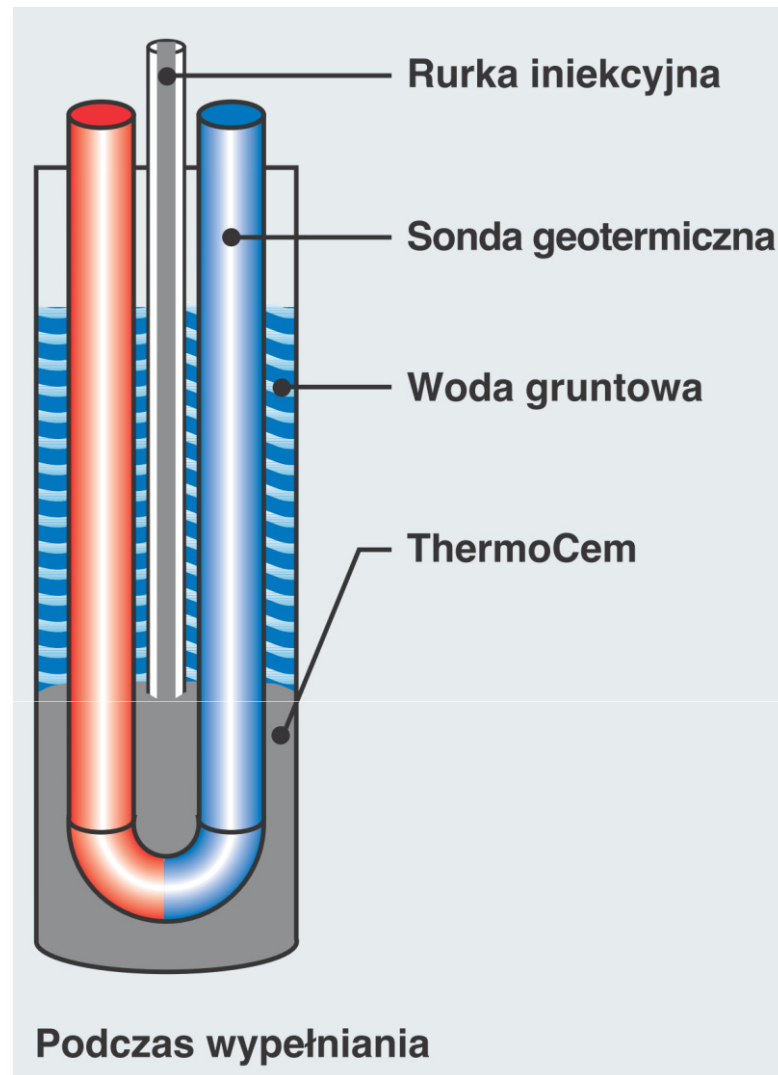
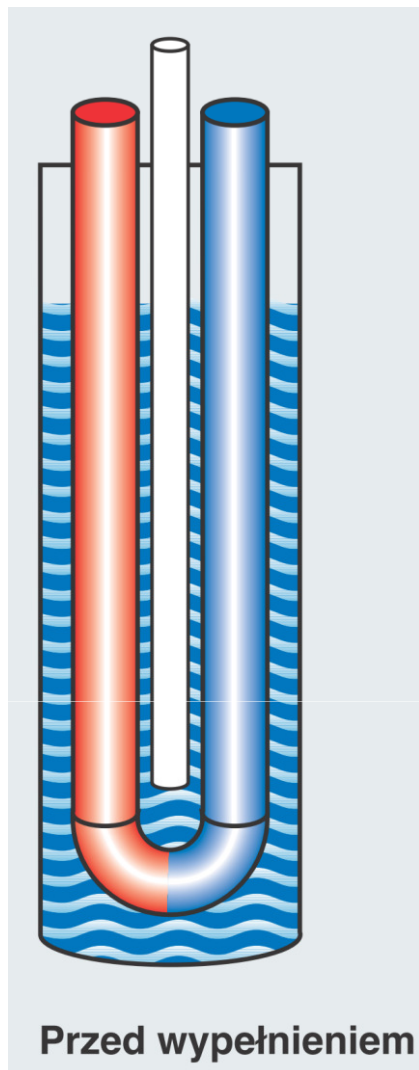


TermoCem® *PLUS* – lepkość

Lepkość TermoCem PLUS w funkcji czasu mieszania - (szybkość mieszania: 1250 rpm)



TermoCem® PLUS – wypełnianie otworu



Metofa „Contractor”

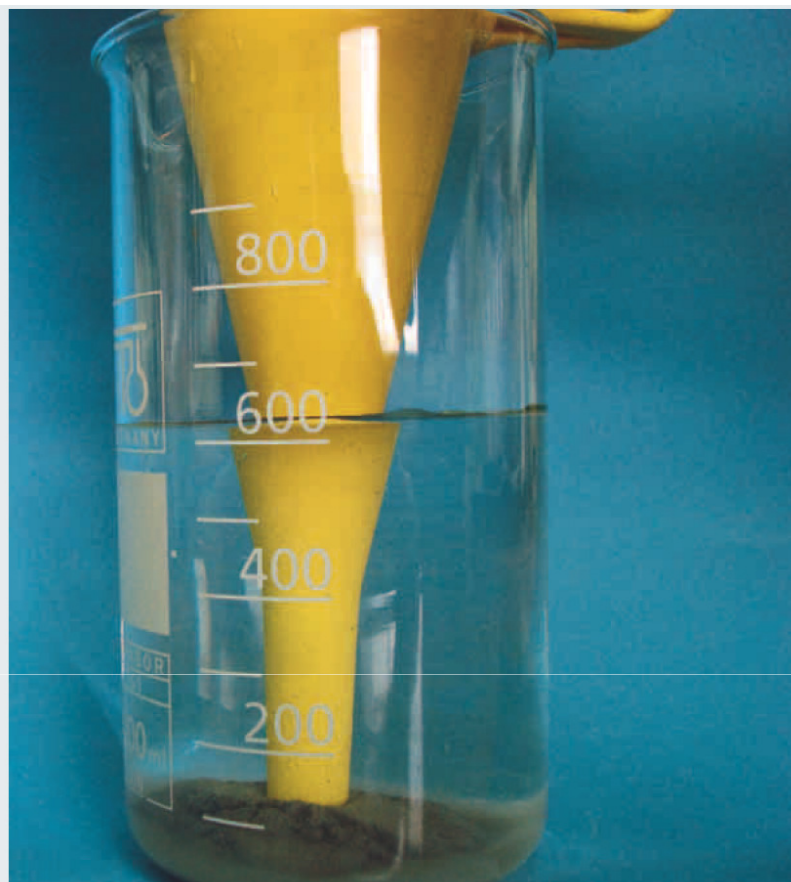
TermoCem® *PLUS* – wypełnianie otworu

Zasadniczo, wypełnianie otworu geotermalnego powinny być prowadzone przy zastosowaniu technologii betonowania podwodnego, ogólnie znaną od nazwą - metoda „Contractor”. Oznacza to, że dodatkowo zapuszczana rurka montowana na głowicy sondy, lub rurka iniekcyjna, opuszczana na dno otworu wiertniczego, powinna być użyta jako punkt wyjścia do wypełnienia otworu zaczynem.

Operacja wypełnienia otworu zaczynem powinna być tak przeprowadzona, by spełnione zostały następujące warunki:

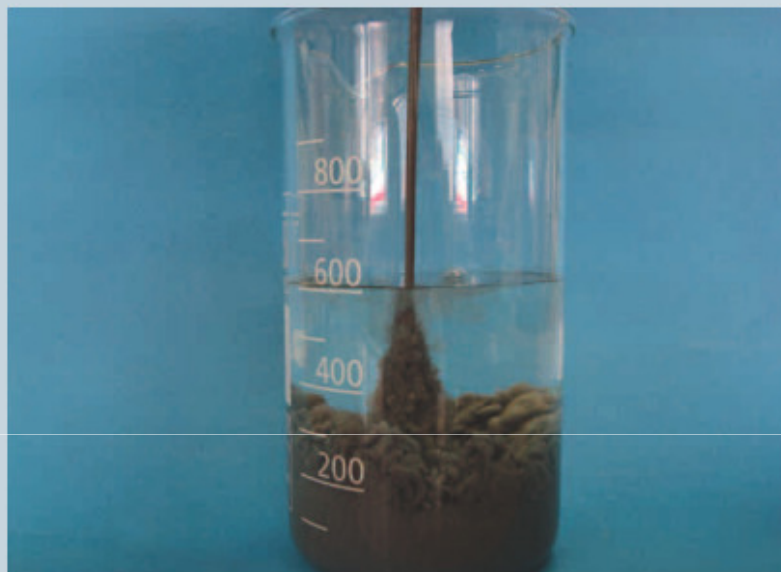
- proces wypierania płuczki wiertniczej przebiegał w sposób kontrolowany
- uniemożliwić segregację zaczynu
- szczelnie wypełnić przestrzeń otworu

TermoCem® PLUS – wypełnianie otworu



Fotografia przedstawia proces „betonowania podwodnego”;
zaczyn jednorodny

TermoCem® PLUS – wypełnianie otworu



**Fotografia przedstawia „opadanie”
zaczynu do wody = segregacja**

Jeżeli nie przestrzega się zasad tej technologii wypełniania, zaczyn ulegnie segregacji.

Innymi słowy, zaczyn "opadający" do wody znajdującej się w otworze lub płuczki wiertniczej, zawsze zostanie rozcieńczony.

Udział wody w takim zaczynie wzrasta i może osiągnąć taki poziom, że zaczyn utraci właściwość twardnienia.

TermoCem® PLUS – wypełnianie otworu

Podczas procesu wypełniania otworu, proporcje zaczynu powinny być regularnie kontrolowane przez pomiar jego gęstości i porównywanie w mieszalniku z gęstością zawiesiny wypływającej na górze otworu. Jeżeli ten parametr będzie w równowadze, to możemy przyjąć że płuczka wiertnicza została całkowicie wyparta przez zaczyn uszczelniający - www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/wasser/gewinnung/w1_01_02.pdf



wypływ płuczki wiertniczej wypieranej z otworu



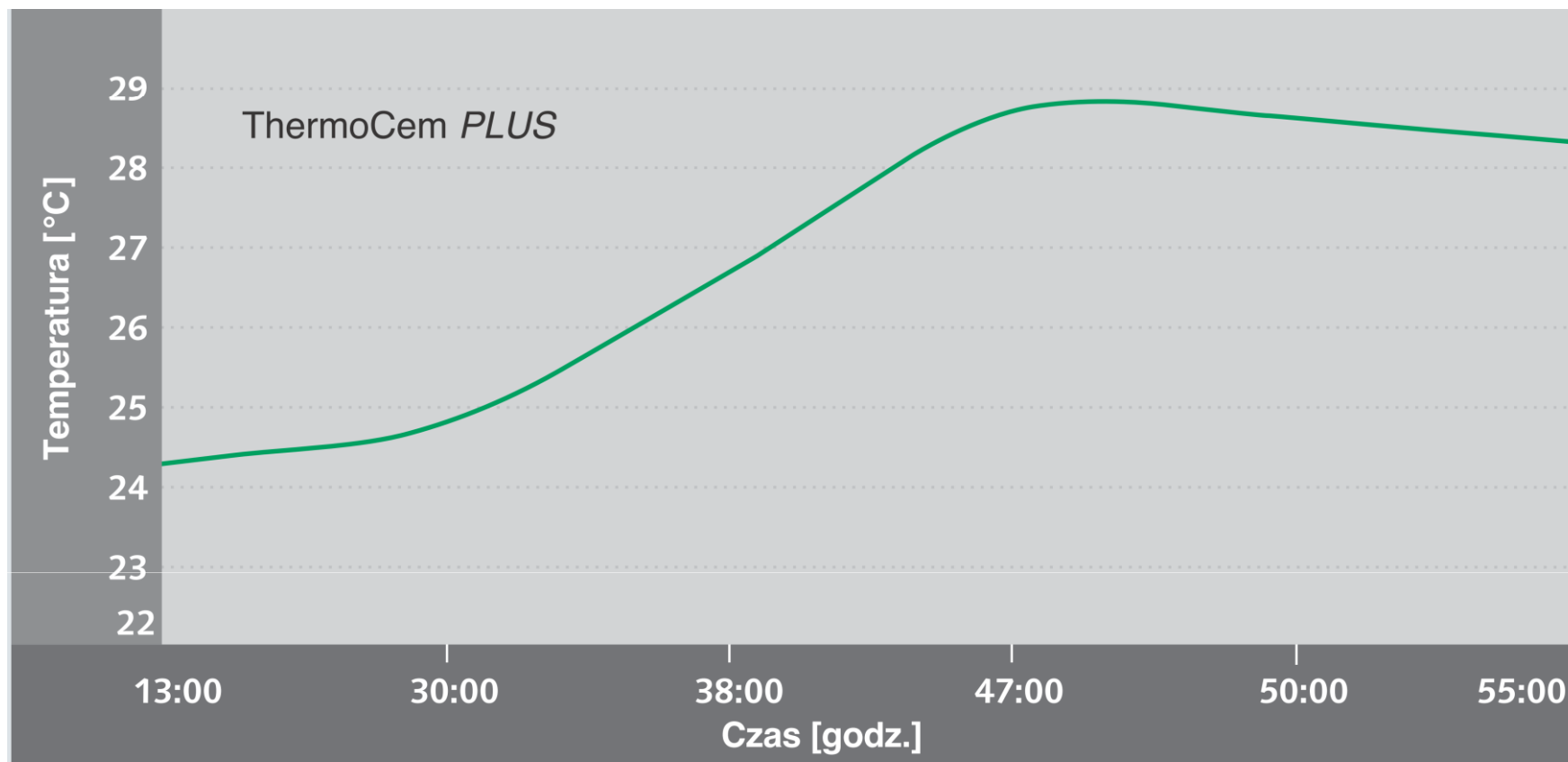
wypływ mieszaniny płuczka/ThermoCem



wypływ czystego zaczynu ThermoCem

ThermoCem® PLUS – proces twardnienia

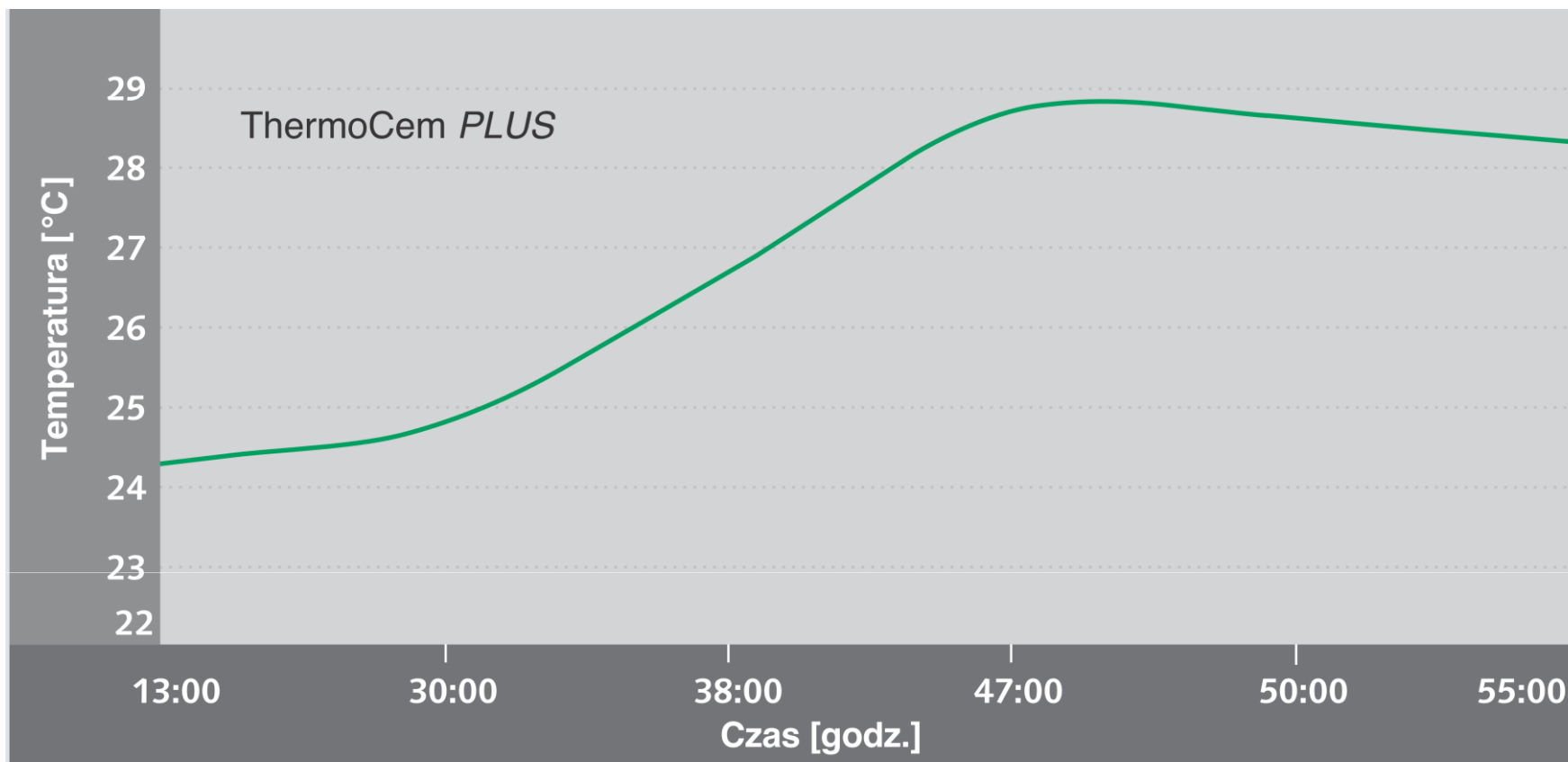
Faza zaczyn (ciecz) ► faza tiksotropii (żel) ► faza wiązania (ciało stałe) ► faza twardnienia (ciało stałe)



Wykres zmian temperatury w czasie twardnienia próbki ThermoCem w warunkach adiabatycznych

ThermoCem® PLUS – proces twardnienia

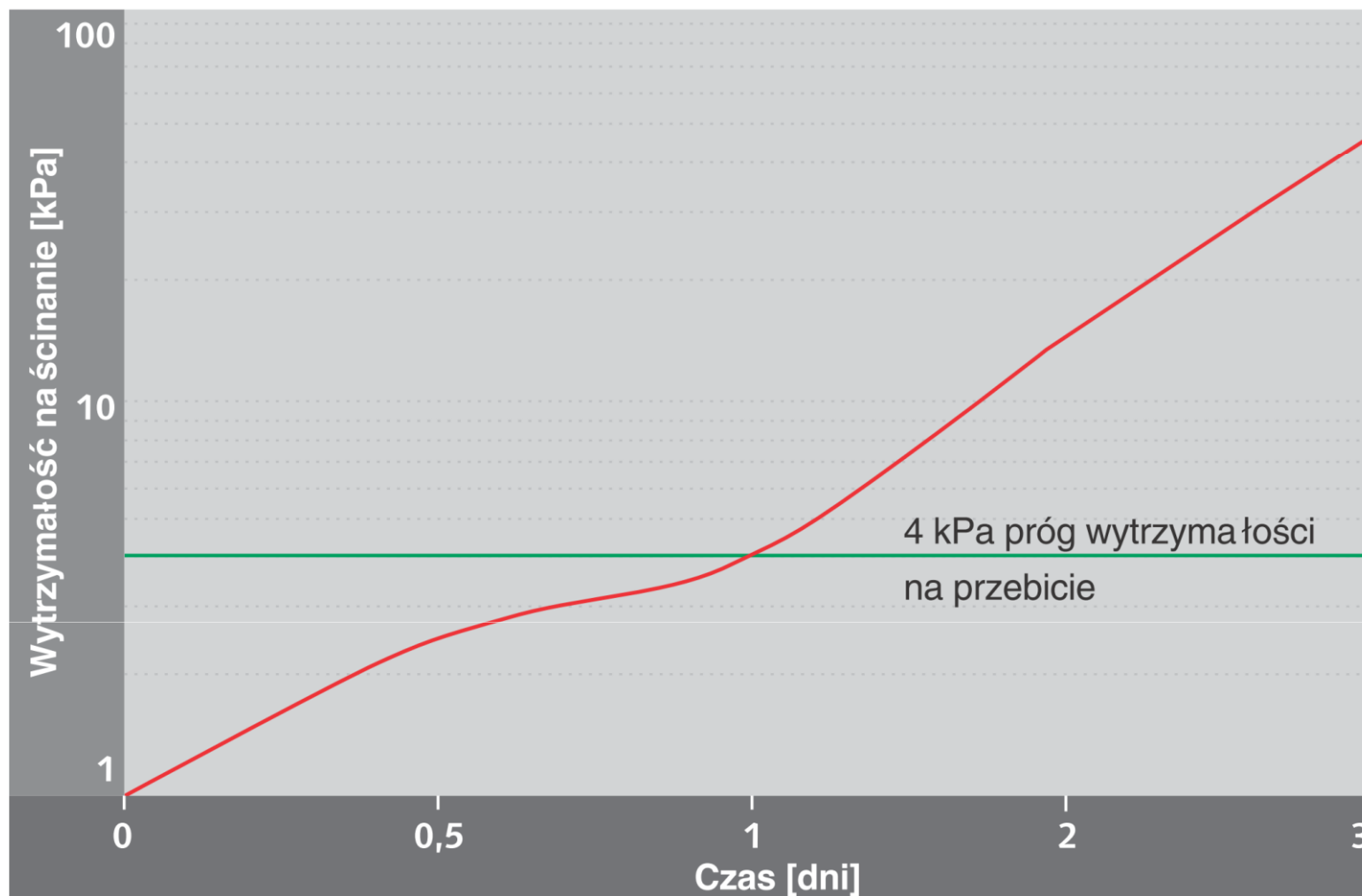
Faza zaczyn (ciecz) ► faza tiksotropii (żel) ► faza wiązania (ciało stałe) ► faza twardnienia (ciało stałe)



Wykres zmian temperatury w czasie twardnienia próbki ThermoCem w warunkach adiabatycznych

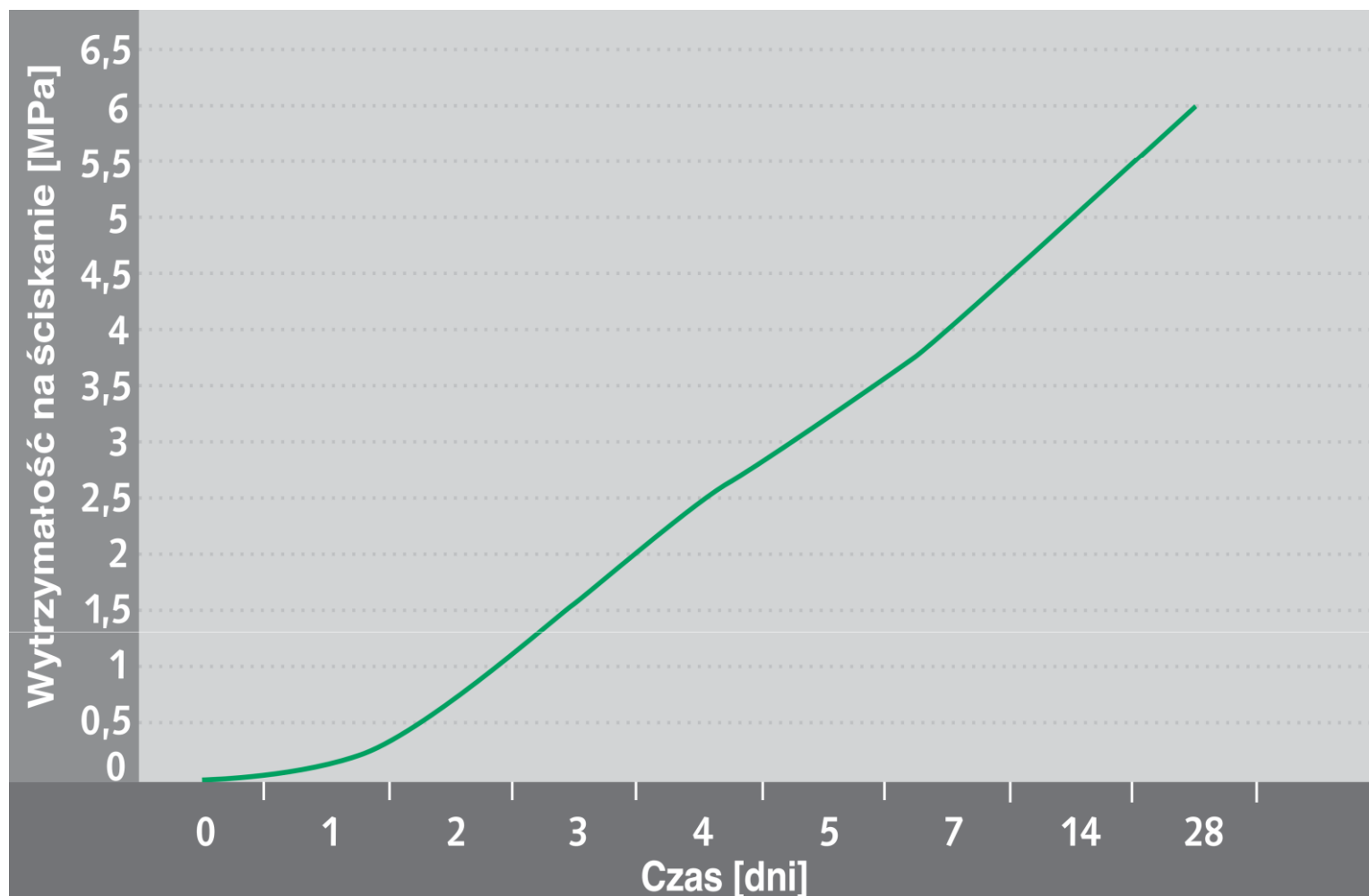
TermoCem® PLUS – wytrzymałość na ścinanie

Rozwój wczesnej wytrzymałości na ścinanie dla TermoCem PLUS w temperaturze 10 °C



TermoCem® PLUS – wytrzymałość na ściskanie

Przyrost wytrzymałości na ściskanie dla
ThermoCem PLUS w temperaturze 20 °C

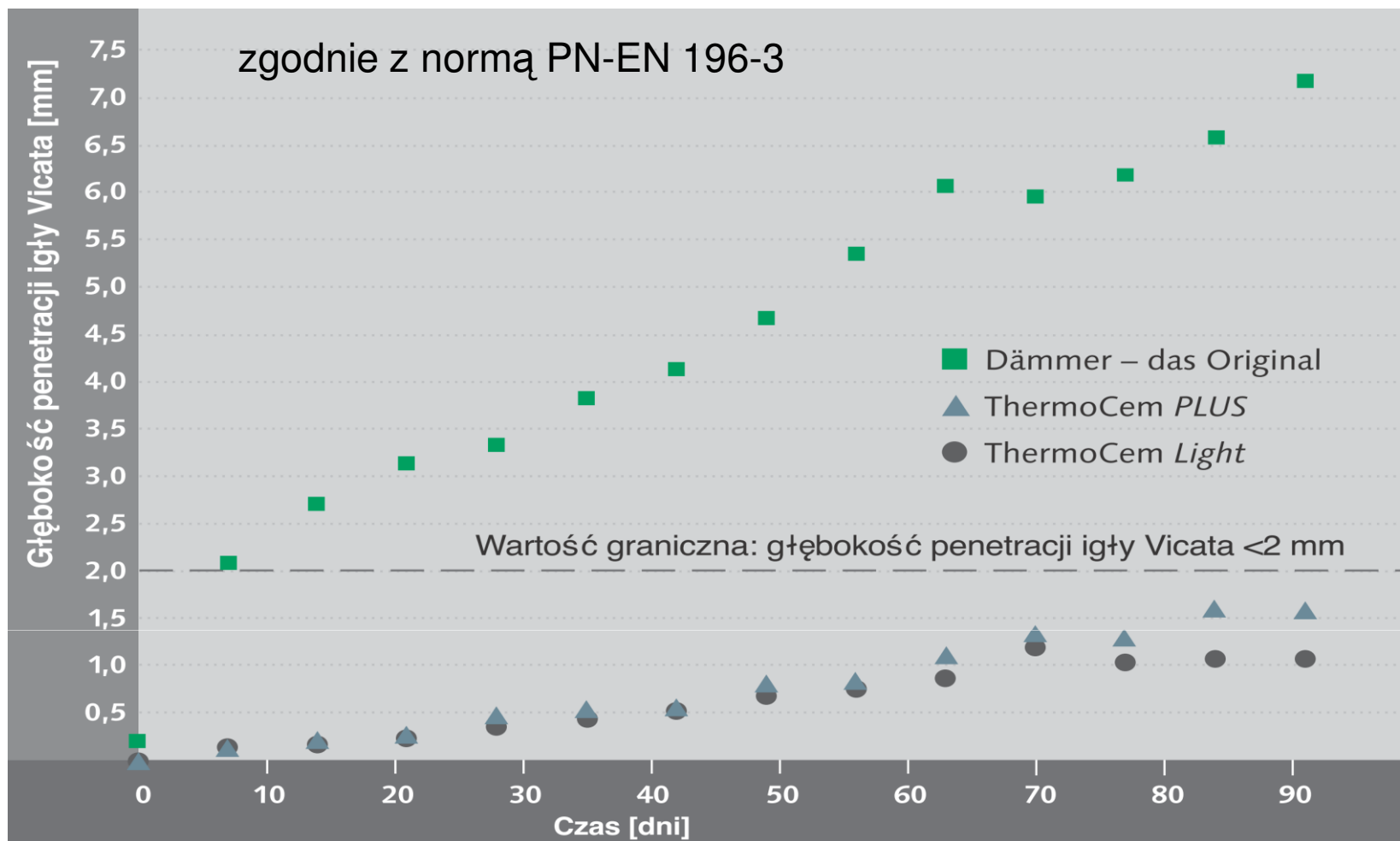


TermoCem® PLUS – odporność na korozję

	Klasa ekspozycji		
	XA1	XA2	XA3
Właściwość chemiczna	Słaba agresywność	Umiarkowana agresywność	Silna agresywność
SO_4^{2-} [mg/l]	200-600	> 600-3000	> 3000-6000
NH_4^+ [mg/l]	15-30	> 30-60	> 60-100
Mg^{2+} [mg/l]	300-1000	> 1000-3000	> 3000 aż do nasycenia
pH	6,5-5,5	< 5,5-4,5	< 4,5
$\text{CO}_{2(\text{aq})}$ [mg/l]	15-40	> 40-100	> 100 aż do nasycenia

Wartości graniczne dla klas ekspozycji dotyczące agresji chemicznej wody gruntowej zgodnie - z normą PN-EN 206-1

TermoCem® PLUS – odporność na korozję



Odporność chemiczna na agresywne oddziaływanie kwasu węglowego. Przebieg zmian twardości powierzchni próbki w czasie. Stężenie kwasu węglowego w roztworze 100 mg / l (klasa ekspozycji XA3- silna agresja chemiczna).

TermoCem® PLUS – odporność na mróz

Do przeprowadzenia testu tą metodą, używa się 28-dniowych, walcowych próbek (wysokość 100 mm, średnica 100 mm), które są podawane 10 cyklom zamrażania i odmrażania. Przez cykl w tej metodzie należy rozumieć profil temperatury na podstawie normy austriackiej ÖNorm B 3303 „Testing of concrete”:

8 godzin schładzania od +10 °C do - 10 °C

4 godziny stała - 10 °C

8 godzin nagrzewania od - 10 °C do + 10 °C

4 godziny stała + 10 °C

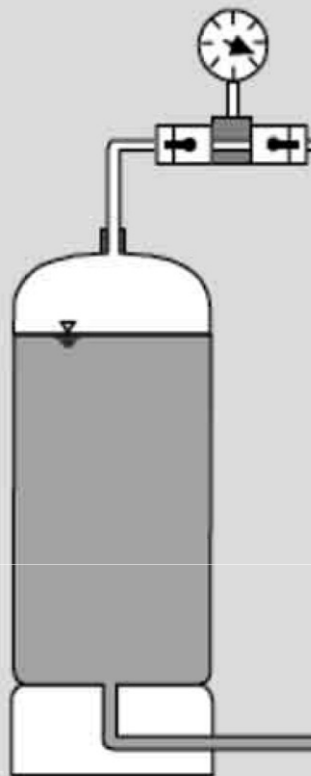
Badane próbki były zabezpieczone przed wysychaniem. Podstawa próbki zanurzona była w wodzie, co powodowało dodatkowe naprężenia w próbce, związane z kapilarnym podciąganiem wody. Odpowiada to warunkom w rzeczywistych otworach, gdzie materiał jest w stałym kontakcie z wodami gruntowymi.

Jako kryterium tego testu, został określony współczynnik przepuszczalności (kf). W tym celu, wartość tego współczynnika była mierzona przed i po cyklach zamrażania/odmrażania próbek. Badanie odbywało się w komorze trójosiowej, zgodnie z normą DIN 18130, przy spadku hydraulicznym $i = 30$.

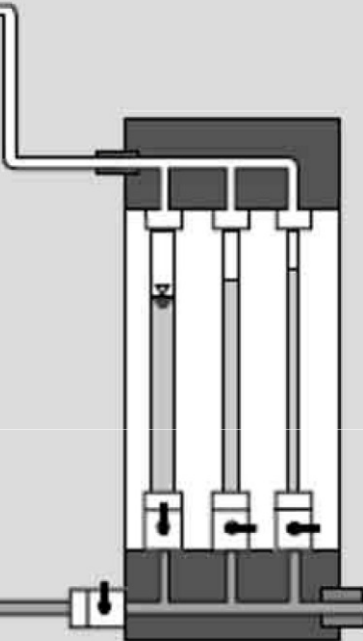
Materiał wypełniający otwór będzie długotrwale spełniał funkcję uszczelnienia tylko wtedy, gdy wykaże się niskim współczynnikiem przepuszczalności przed i po teście zamrażania i odmrażania.

TermoCem® PLUS – odporność na mróz

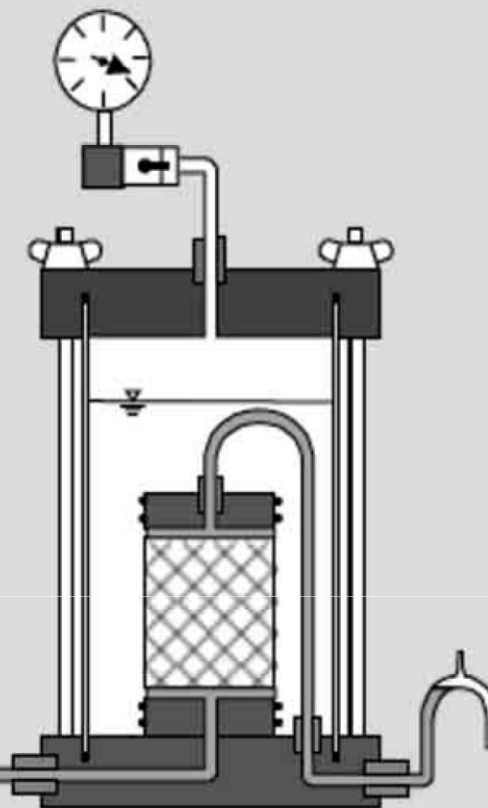
Zbiornik zasilający



Miernik przepływu
(ciśnienia),



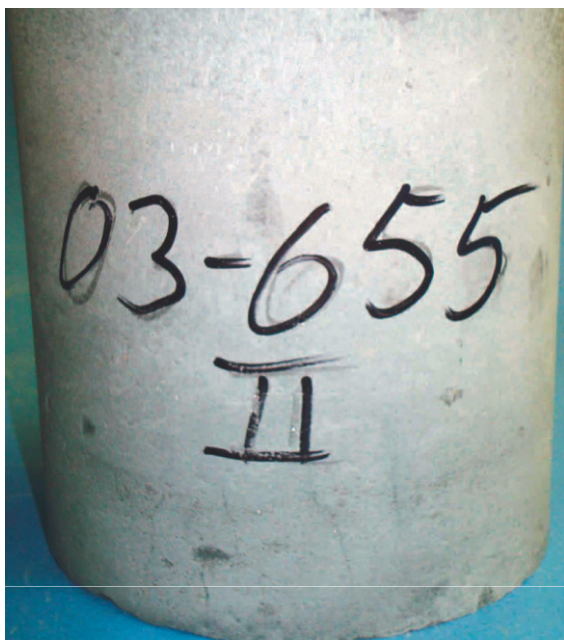
Aparat trójosiowy z próbką



Aparat trójosiowy zgodny z normą DIN 18130 (Horst 1997):

ThermoCem® *PLUS* – odporność na mróz

ThermoCem *PLUS* i ThermoCem *Light* po 10 cyklach zamrażania i odmrażania; próbki przechowywano w wodzie.



W serii testów przeprowadzonych w naszym laboratorium, w ściśle określonych warunkach opisanych powyżej, oba produkty ThermoCem *PLUS* i ThermoCem *Light* wykazały współczynnik przepuszczalności $k_f \leq 1 \cdot 10^{-10}$ m/s, zarówno przed jak i po teście mrozoodporności.

Test mrozoodporności nie doprowadził do powstania pęknięć lub utraty właściwości istotnych dla materiału wypełniającego.

ThermoCem® PLUS

- aby maksymalnie skorzystać z ciepła ziemi

Z natury dobry – o podwyższonym przewodnictwie ciepła

Krzysztof Szerszeń
Mobile: +48 607 260 086
E-mail: krzysztof.szerszen@gorazdze.pl

HeidelbergCement
Baustoffe für Geotechnik GmbH & Co. KG

Neubeckumer Straße 92
59320 Ennigerloh
Telefon +49 25 24-29-8 00
Telefax +49 25 24-29-8 15
www.heidelbergcement-geotechnik.de

Góraźdże Cement S.A

Ul. Cementowa 1, Chorula
45-076 Opole
Telefon +48 77 446-88-32
Telefax +48 77 446-88-03
Tel. kom. +48 607 260 086
www.gorazdzegeotechnika.pl