

## **Linie wysokiego napięcia w ziemi**

Rozwiązanie problemu poprzez stabilizującą termicznie płynną bazę RSS TS

Leipzig/Oldenburg. W lutym 2020 r. odbyło się 34. Forum Rurociągów Oldenburskich. Wydarzenie to już dawno stało się obowiązkową datą w kalendarzu wszystkich tych, którzy zawodowo zajmują się rurociągami lub kablami. Niezależnie od tego, czy są to producenci rur, czy też firmy budowlane o szerokim spektrum technologii budowlanych - w Oldenburgu ekspert znajdzie prawie wszystko, co jest obecnie dostępne na rynku.

Ekspozycja handlowa została uzupełniona licznymi specjalistycznymi prezentacjami. W centrum uwagi znalazł się główny temat, który w 2020 roku wraz z "Rury i kable - kable dla nowoczesnej infrastruktury" po raz pierwszy w trwającej już trzy i pół dekady historii ZPORR postawił termin "kabel" w eksponowanej pozycji - mianowicie w tytule. Budowa rurociągów i budowa linii kablowych są siostrami w inżynierii lądowej i wodnej - należy to tutaj wyjaśnić. Oba obszary mają znaczne obszary kontaktu i stosują częściowo identyczne i w większości przypadków co najmniej podobne procedury.

Wśród prelegentów znalazł się również Olaf Stolzenburg - kierownik Instytutu Badawczego Płynnego Gruntu (FiFB) w Lipsku - poinformował on zainteresowanych gości o temacie "Nowe i dalej rozwijane możliwości wykorzystania gruntów płynnych ze szczególnym uwzględnieniem budowy linii kablowych". Sercem jego prezentacji było wszystko na temat zastosowania stabilizującego termicznie płynnego gruntu RSS TS, który rewolucjonizuje instalację linii wysokiego napięcia w gruncie. Dzieje się tak dlatego, że sprawia, że prawie wszystkie kondygnacje nadają się do tego celu, umożliwia wytyczenie węższych tras, a tym samym często znacznie prostszej trasy o mniejszym zużyciu terenu i konstrukcji w sposób przyjazny dla użytkownika.

### **Co to jest i co może zrobić Płynny Grunt RSS?**

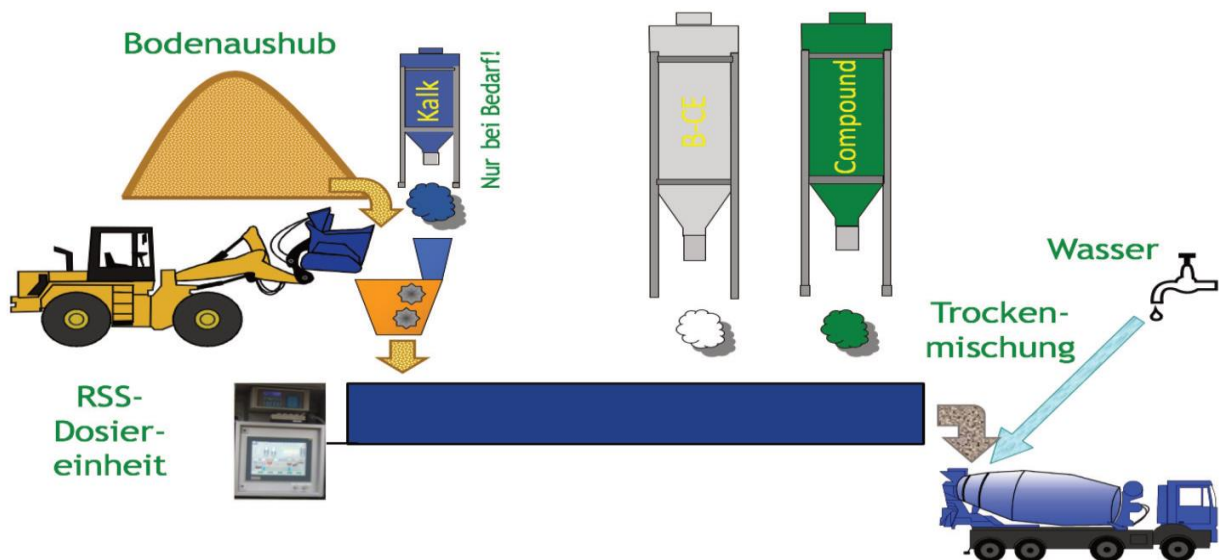
Płynny Grunt RSS jest materiałem zasypowym produkowanym w oparciu o proces opracowany ponad 23 lata temu przez obecny Instytut Badawczy Płynny Grunt (FiFB) w Lipsku. W ramach ówczesnego projektu badawczego, który zajmował się rozwiązywaniem problemów infrastrukturalnych w oparciu o złożone trasy rurociągów, które dotyczyły wspólnej budowy wodociągów deszczowych, kanalizacyjnych i innych linii zasilających, w wyniku rozwoju tego procesu nadano oznaczenie RSS proces Płynny Grunt.

Ten nowy proces rozwiązał szereg problemów związanych z klasyczną budową kanałów i rurociągów. Z tego powodu wkrótce pojawili się kolejni użytkownicy terminu " Płynny Grunt ", których oferty nie miały jednak nic wspólnego z Płynnym Gruntem w sensie unikania zaprawowych lub betonowych konstrukcji, a nawet zachowania typowych dla gleby właściwości. Aby uniknąć rosnącej liczby szkód konstrukcyjnych spowodowanych niekiedy nawet celowo wprowadzającym w błąd stosowaniem terminu " Płynny Grunt ", w 2008 r. przede wszystkim klienci i projektanci założyli stowarzyszenie RAL Gütergemeinschaft Flüssigboden e. V. (Stowarzyszenie na rzecz Zapewnienia Jakości Płynnego Gruntu RAL).

W praktyce oznacza to, że wydobyta gleba nie musi być wywożona na składowisko, lecz może być ponownie zasypiana do kanału w postaci Płynnego Gruntu RSS. Płynny Grunt RSS s jest czasowo przepuszczalnym i w krótkim czasie ponownie zagęszczanym w formie, którą można porównać z gruntami zagęszczonymi (co pozwala na zaoszczędzenie płyty wibracyjnej) - w każdej chwili można je ponownie mechanicznie rozluźnić, porównywalnie z otaczającym je gruntem. Przygotowanie wydobytego gruntu do stanu ciekłego odbywa się w centralnych systemach gruntu ciekłego (FB) lub w kompaktowych systemach FB - o różnej wielkości oraz z pełnym monitoringiem i rejestracją całego procesu produkcyjnego - zazwyczaj bezpośrednio na budowie. W większości przypadków celem jest zapewnienie, aby gleba płynna po ponownym zagęszczeniu odzyskała właściwości, które w dużej mierze odpowiadają właściwościom otaczającej ją gleby na placu budowy.

Produkcja Płynnego Gruntu:

## Herstellung



Obszary wypełnione Płynnym Gruntem RSS reagują w taki sam sposób, jak otaczająca je ziemia uprawna, m.in. na zmiany wilgotności, obciążenia i temperatury. W razie potrzeby można zmodyfikować takie właściwości jak stałość objętościowa, nośność, skurcz i pęcznienie, tłumienie drgań, gęstość, przepuszczalność wody, przewodność cieplna, odporność na przenoszenie ciepła, siły tarcia, spójność itp. Ponieważ ponowne zagęszczenie nie zależy przede wszystkim od działania lepiszczy hydraulicznych, ale przede wszystkim od kontrolowanej kohezji i efektów kinetycznych reakcji w wyniku specyfiki procesu, całkiem inne efekty można osiągnąć w przypadku procesu Płynny Grunt RSS. Stanowiło to podstawę do wynalezienia stabilizującego termicznie płynnego gruntu RSS TS.

Oprócz wydobytego gruntu, Płynny Grunt RSS jest wytwarzany przez dodanie wody w zależności od odpowiedniej receptury Płynnego Gruntu. Około 94 - 96 % składników Płynnego Gruntu RSS stanowi naturalny grunt wraz z jego wilgotnością. Pozostała część składa się z płynnego związku gruntowego RSS (FBC) i akceleratora (B-CE) oraz w kilku przypadkach innych dodatków kondycjonujących, które we wszystkich przypadkach muszą prowadzić do uzyskania Płynnego Gruntu RSS bezpiecznego dla środowiska. Musi to być

zawsze zagwarantowane przez odpowiedniego producenta receptur, ponieważ jest on odpowiedzialny za prawidłową recepturę o określonych właściwościach docelowych według znaku jakości RAL 507. Producent Płynnego Gruntu RSS produkowanego według takiej receptury jest odpowiedzialny za prawidłowe wdrożenie określonej receptury lub matrycy receptury (w przypadku zmiany gruntu) i odpowiednią weryfikację procesu produkcyjnego. Jest to szczególnie ważne, ponieważ produkcja Płynnego Gruntu RSS pod względem wymagań znaku jakości RAL 507 i celów procesu Płynnego Gruntu RSS nie jest procesem czystego mieszania, ponieważ właściwości użytkowe ponownie zagęszczonego Płynnego Gruntu RSS zależy w dużym stopniu również od procesów kinetycznych reakcji wymaganych podczas produkcji. W związku z tym prawidłowe wdrożenie procesu produkcyjnego musi zostać zweryfikowane w ramach procesu zapewnienia jakości. Od tego zależy prawidłowa, a tym samym bezuszkodzeniowa funkcjonalność danej posadzki w płynie.

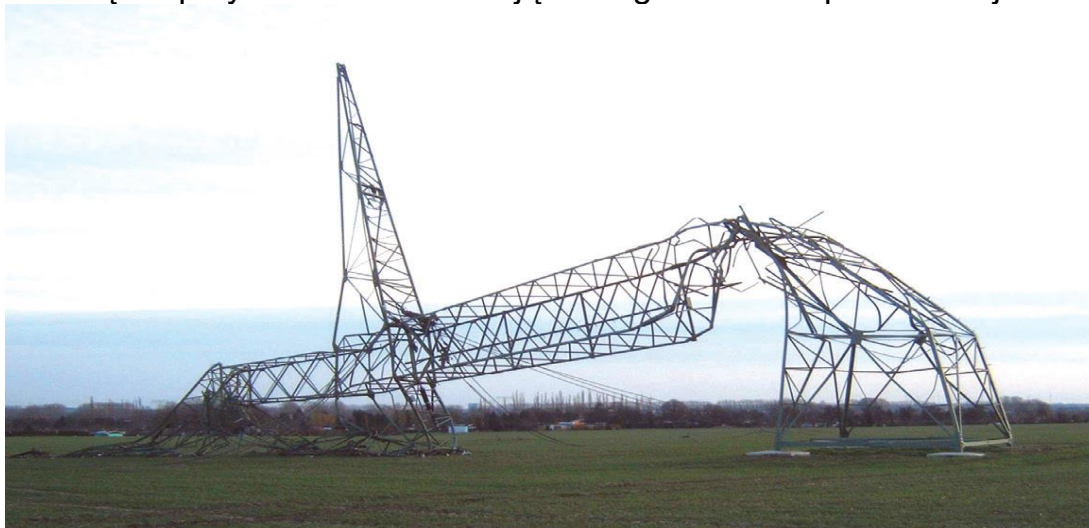
Wytworzenie właściwego gruntu płynnego w rozumieniu procesu RSS w postaci ciekłej na pierwszy rzut oka brzmi prosto, ale zapotrzebowanie na wolne od wad i uszkodzeń place budowy wymaga wielu profesjonalnych prac przygotowawczych, które można zabezpieczyć bez ryzyka jedynie poprzez odpowiednie szkolenia i niezbędne wyposażenie techniczne. Wymagana wiedza specjalistyczna dotyczy zarówno planowania, w tym specjalistycznego planowania gruntu płynnego, w tym badania podłoża gruntowego, jak i wykonania konstrukcji. Twórca procesu, FiFB, dostarcza zainteresowanym stronom niezbędną wiedzę specjalistyczną, która jest obecnie przekazywana przez FiFB również w ramach szkoleń i kursów doskonalenia zawodowego, we współpracy z partnerami w zakresie szkoleń. Stowarzyszenie RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e. V. (Stowarzyszenie na rzecz Zapewnienia Jakości Płynnego Gruntu RAL) zapewnia niezbędną wiedzę specjalistyczną jako podstawę do prawidłowego zapewnienia jakości procesu od produkcji do montażu płynnego gruntu. Zainteresowani planiści mogą zdobyć niezbędną wiedzę specjalistyczną na temat wielu możliwych zastosowań opracowanych przez FiFB oraz związanych z nimi nowych technik i technologii bezpośrednio od projektanta procesu w Lipsku, poprzez odpowiednie szkolenia.

## **Stabilizujący termicznie Płynny Grunt RSS TS**

Nie tylko od czasu zwrotu energii w Niemczech temat "zakopanego kabla" znalazł się w centrum uwagi. Jest tyle samo zwolenników, co przeciwników tej metody budowy. Przewaga kabli podziemnych nad nadziemnymi pylonami i liniami wysokiego napięcia leży w procesie technologicznym, ale także w ochronie przed wpływem pól i w dalszej, bezpiecznej eksploatacji sieci. Trasy dla pylonów wysokiego napięcia nie tylko zanieczyszczają środowisko, ale również zajmują dużo miejsca. System pylonowy jest wrażliwy na wiele sposobów. Coraz więcej huraganów w ostatnich latach - takich jak "Kyrill" (2008), "Xaver" (2013 i 2017), "Friedericke" (2018) i "Sabine" (2020) - stało się to jasne. Wiatr o prędkości ponad 120 km/h na nizinach i 150 km/h w górach zniszczył wielu masztów - w niektórych punktach zmierzono prędkość ponad 200 km/h... ! Skutkiem tego były rozległe przerwy w dostawie prądu, a ludność poniosła ogromne straty. Jako "miękki cel", pylony wysokiego napięcia mogą służyć jako potencjalne cele dla sił wywrotowych, w najgorszych scenariuszach, aby całe regiony zostały bez energii i aby

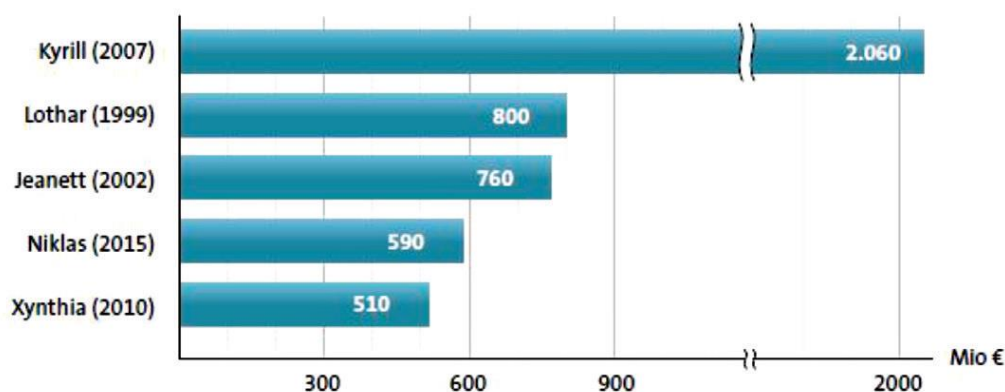
sparaliżować systemy infrastruktury. Utrzymanie i pielęgnacja takich systemów jest konieczne, a tym samym stosunkowo kosztowne i zawsze kosztem podatników i odbiorców energii elektrycznej. Ponadto oczyszczanie tras stanowi poważne zagrożenie dla przyrody i zwierząt.

Podziemne kable mają natomiast wiele zalet: finansowych, materialnych, psychologicznych, zdrowotnych i praktycznych; trasy są węższe i mniej kosztowne; żaden maszt nie wyrasta w niebo; burze nie odgrywają żadnej roli - ludzie, zwierzęta i przyroda nie zauważają niczego na trasie podziemnej.



## Die fünf schwersten Winterstürme seit 1997

Stürme mit mehr als 500 Millionen Euro Schadenaufwand\*



\*) für Sturm/Hagel in der Sachversicherung

Quelle: [www.gdv.de](http://www.gdv.de) | Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft



Jednakże, zdaniem krytyków, kable podziemne są droższe w procesie układania niż kable lądowe i rzekomo nie są jeszcze technicznie dojrzałe. Koszty produkcji w zakresie kosztów budowy zależą jednak z jednej strony od opanowania nowych technologii budowlanych, które następnie muszą być również kompetentnie zaplanowane. Niestety, ta wiedza specjalistyczna często musi być najpierw przekazana odpowiedzialnym planistom. Tylko w przypadku niewłaściwych procesów budowlanych koszty eksplodują.

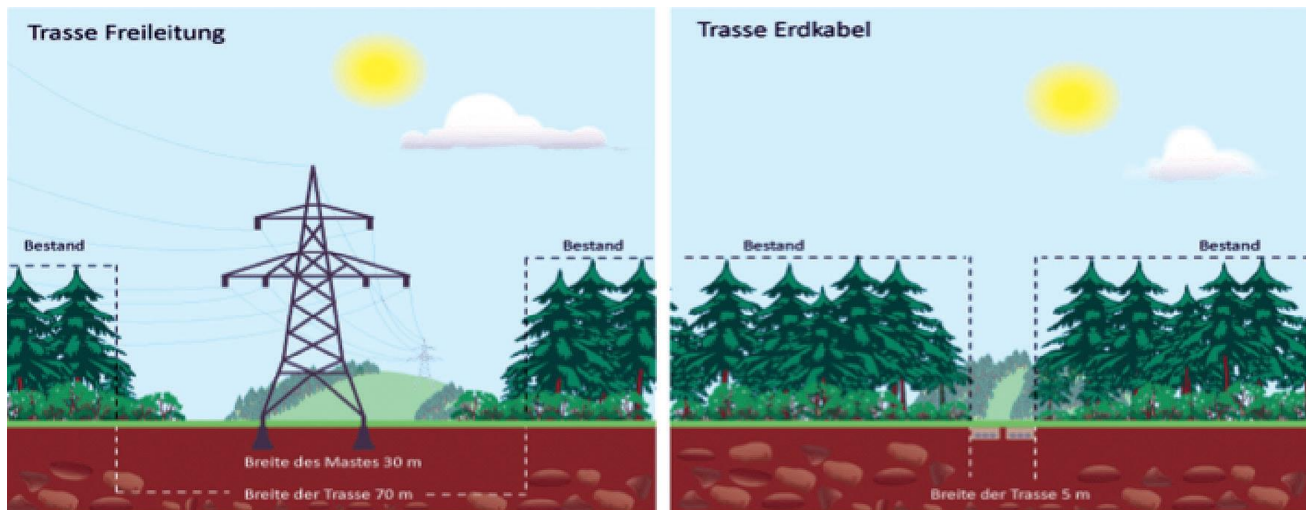


Frankfurt-Kelsterbach: Zlecenie Amprion GmbH – 380 kV – Gill



Zlecenie TenneT TSO GmbH - 220 kV

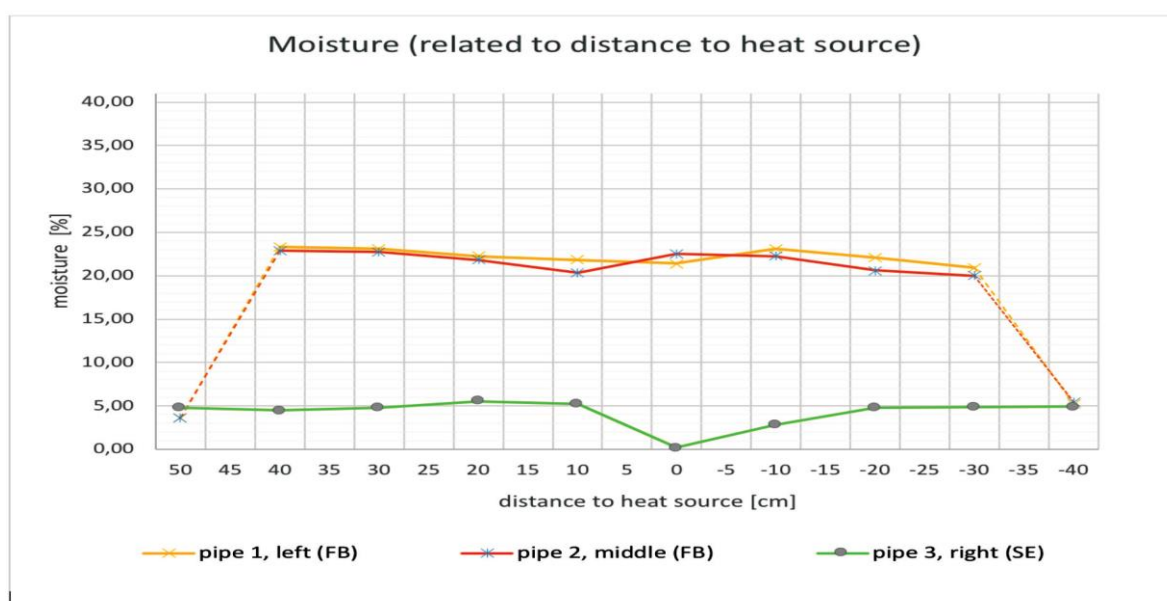
Oprócz technologii istnieje jednak również możliwość ukierunkowanego wykorzystania możliwości, jakie oferuje ten proces, z jednej strony, aby móc zapewnić niezbędne odprowadzanie ciepła przy wszystkich typowych gruntach, a z drugiej strony, aby móc zbudować węższe trasy, układając je w trójkątny wzór zamiast układać je obok siebie w sposób zajmujący dużo miejsca, zmniejszając w ten sposób ilość potrzebnej przestrzeni. Wszystkie te czynniki prowadzą do odpowiedniego obniżenia poziomu kosztów obecnie notowanego dla tej metody budowy. Oprócz kosztów budowy, problemem nr 1 jest odprowadzanie ciepła z podziemnych kabli energetycznych i wynikające z tego wysychanie wykopu kablowego oraz pośredniego otoczenia trasy przy zastosowaniu konwencjonalnych metod budowlanych. Stabilizujący termicznie Płynny Grunt RSS TS jest tutaj prawdziwą alternatywą i rozwiązaniem problemu.



Linia wysokiego napięcia  
(Szerokość trasy 70 m)

Linia wysokiego napięcia w ziemi  
(szerokość trasy 5 m)

Stabilizujący termicznie Płynny Grunt RSS TS został opracowany specjalnie do posadowienia zakopanych rur GIL i kabli podziemnych dla linii wysokiego napięcia, a jego funkcjonalność została przetestowana i sprawdzona. Jak każdy rodzaj Płynnego Gruntu RSS, również w przypadku czystej gliny można wykorzystać do produkcji na miejscu. W zależności od surowca, właściwości te są różne, na co w pewnych granicach może mieć szczególny wpływ receptura płynnego gruntu. Szczególną cechą stabilizującego termicznie Płynnego Gruntu RSS TS jest to, że podczas pracy zakopanych przewodów wysokonapięciowych stale i trwale odprowadza ona znaczne ilości ciepła uwalnianego w postaci rozproszenia mocy, bez wysychania, zapewniając tym samym stosunkowo niską temperaturę pracy przewodów nawet przy dużych obciążeniach elektrycznych. Właściwość ta została już sprawdzona dla temperatur przewodów powyżej 90°C w stanie zainstalowanym. Ta stabilizacja termiczna przewodów zmniejsza również opór elektryczny ze względu na niższą temperaturę przewodnika, co z kolei zmniejsza straty mocy.



Dowodem na brak wysuszenia nawet przy źródle ciepła o temperaturze 90°C jest nie tylko przewodnictwo cieplne  $\lambda$ , ale również opór przenikania ciepła, co ma wyraźny wpływ. Grafika: FiFB Leipzig

$$[1] \quad \dot{Q} = \lambda * A * \frac{T_1 - T_2}{d}$$

Im Grenzfall  $d \rightarrow 0$  liegen die Messpunkte 1 und 2 aufeinander, d.h. es gibt keinen Ringspalt:

$$[2] \quad \frac{T_1 - T_2}{d} \approx \frac{1}{k} \text{ bei } d \rightarrow 0$$

$\dot{Q}$  = Wärmestrom [W] (= Wärmeleistung [W]  $\hat{=}$  elektrische Verlustleistung [W])

$\lambda$  = Wärmeleitfähigkeit [W/ (m K)]

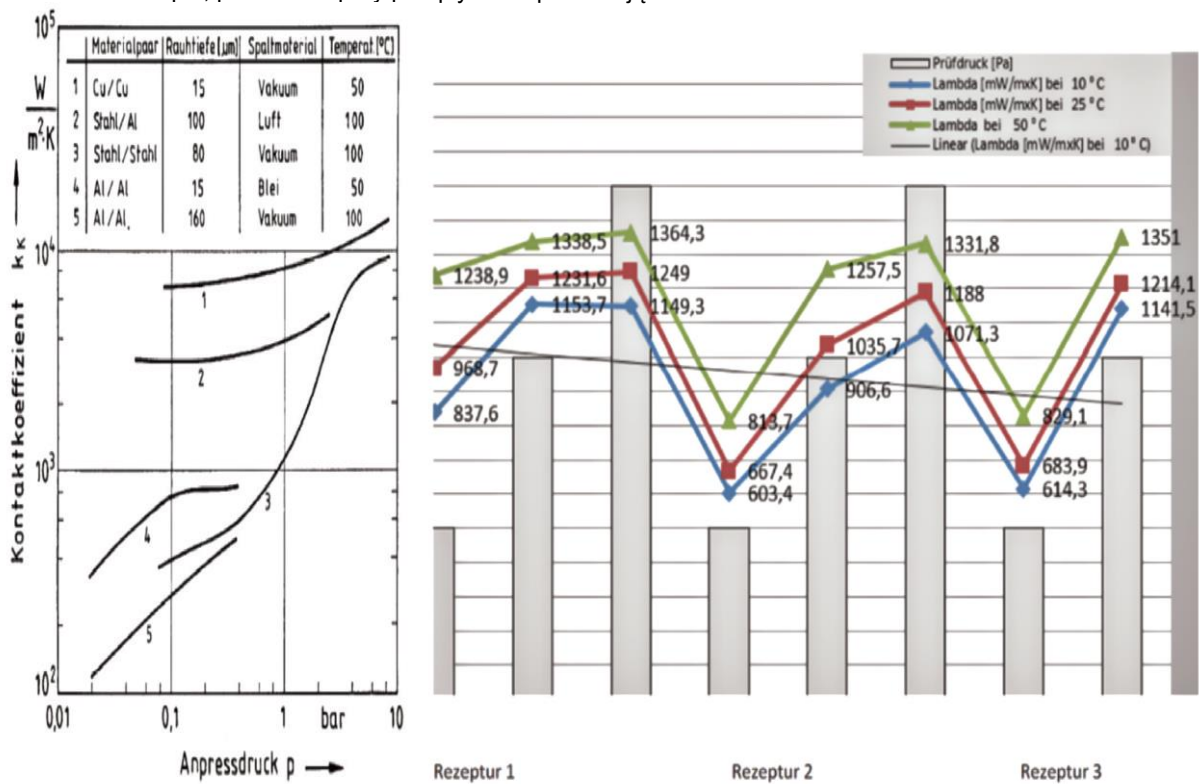
A = wärmeübertragende Querschnittsfläche [m<sup>2</sup>]

$T_1 - T_2$  = Temperaturdifferenz zwischen Messpunkt 1 und 2 [K]

d = Abstand zwischen Messpunkt 1 und 2 [m]

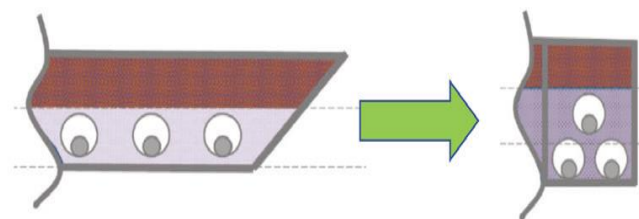
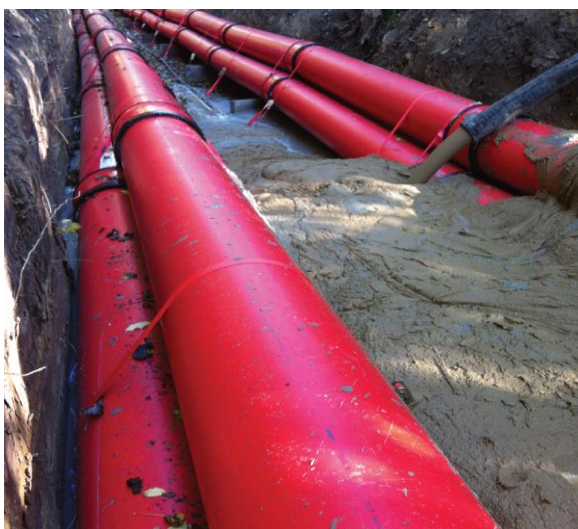
k = Wärmeübergangswiderstand [-]

Nacisk kontaktowy odgrywa szczególnie ważną rolę, jak pokazują poprzednie projekty FiFB i ich wyniki testów. Tzw. współczynnik przenikania ciepła w [W/m<sup>2</sup>K] poprawia się wraz ze wzrostem docisku - w ten sposób zwiększa się przenoszenie ciepła, ponieważ opory przepływu ciepła maleją wraz ze wzrostem docisku.



Nacisk kontaktowy i jego wpływ na odprowadzanie ciepła w metalach.

W porównaniu z konwencjonalnym materiałem podkładowym, jakim jest piasek, zwiększa się wydajność przewodów i wydłuża ich żywotność, która jest zależna od temperatury pracy. Dzięki zwiększeniu mocy przesyłu można już na etapie planowania wybrać mniejsze przekroje i inne materiały przewodowe niż w przypadku zastosowania piasku jako podsypki, co pozwala zaoszczędzić koszty. Rozmieszczenie poszczególnych przewodów elektrycznych można również zoptymalizować poprzez zastosowanie stabilizującego termicznie RSS liquid TS, który jest funkcjonalnie dostosowany do lokalnych typów gruntów i warunków instalacji. Minimalizuje to również przestrzeń potrzebną do prowadzenia tras kablowych.



W celu zminimalizowania przestrzeni potrzebnej do ułożenia trasy kablowej - w przeciwieństwie do układania obok siebie - optymalną i łatwą do wdrożenia metodą jest trójkątne układanie oszczędzające miejsce. Kable w układzie trójkątnym, osadzone w stabilizującym termicznie płynnym gruncie RSS TS, są bardziej sprężyste niż kable ułożone obok siebie w piasku i mają lepsze odprowadzanie ciepła. Zdjęcia + Grafika: FiFB Leipzig

Olaf Stolzenburg podkreślił w Oldenburgu, że "stabilizujący termicznie RSS Płynny Grunt TS został opracowany przez Instytut Badawczy Gruntów Płynnych (FiFB) na wniosek i przy wielokrotnym wsparciu Siemens AG od 2005 r. i od tego czasu jest stale udoskonalany, tak aby mógł być stosowany w wielu różnych projektach i sprawdził się w praktyce. Bezpieczne funkcjonowanie stabilizującego termicznie płynnego gruntu RSS TS i jego znacznie korzystniejsze właściwości w porównaniu z piaskiem jako konwencjonalnym materiałem podkładowym zostały potwierdzone w licznych testach praktycznych i laboratoryjnych, a obecnie są również stosowane w całej serii projektów kablowych i rurowych GIL".

Budowa z wykorzystaniem płynnego gruntu RSS i aktywne wykorzystanie wielu nowych rozwiązań technicznych i technologicznych opracowanych przez FiFB w oparciu o proces płynnego gruntu pomaga aktywnie oszczędzać energię. Zmniejsza to emisję CO<sub>2</sub> na trzech poziomach jednocześnie: poziom materiałowy (brak wymiany gruntu i związane z tym procesy energetyczne), poziom technologiczny (stosowanie wielu nowych, energooszczędnych technologii) oraz poziom operacyjny (znaczne wydłużenie bezawaryjnej żywotności, a tym samym uniknięcie napraw i układów zastępczych związanych ze zużyciem energii, a tym samym emisji CO<sub>2</sub>).



FIFB, jako twórca procesu, zaprasza wszystkich zainteresowanych praktyków do aktywnego korzystania z różnorodnych możliwości procesu RSS-liquid-bottom, zwłaszcza przy zastosowaniu RSS-liquid-bottom TS do stabilizacji termicznej podziemnych linii elektrycznych, ale także wszystkich innych rozwiązań opracowanych i przetestowanych w praktyce przez FIFB w ciągu około 23 lat pracy. FIFB chętnie udostępni zainteresowanym ekspertom niezbędną wiedzę fachową. Od około pięciu lat FIFB jako projektant procesów - we współpracy z pierwszym specjalistycznym biurem projektowym ds. zastosowań gruntów płynnych LOGIC Logistic Engineering GmbH - oferuje wszystkim zainteresowanym stronom szkolenia w zakresie odpowiednich zastosowań. Od 2008 r. Stowarzyszenie na rzecz Jakości Płynnego Gruntu RAL (RAL Gütezeichen 507) nadal dostarcza FIFB nieodpłatnie podstawową wiedzę wymaganą do prawidłowego i bezproblemowego użytkowania gleb płynnych zgodnie z procedurą opracowaną przez FIFB. Od 2008 roku Stowarzyszenie Jakości Płynnego Gruntu RAL (RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e.V.), którego współzałożycielem jest FIFB, z powodzeniem realizuje cel, jakim jest bezwypadkowe zastosowanie opracowanej przez FIFB metody wykonywania płynnego gruntu i do tej pory było w stanie to zapewnić.

Olaf Stolzenburg



deweloper procesu gruntu płynnego: "Bezpieczne funkcjonowanie stabilizującego termicznie RSS gruntu płynnego TS zostało udowodnione w licznych testach praktycznych i laboratoryjnych.

KONTAKT:

Eugeniusz Szymura  
Przedstawiciel handlowy

Tel.+48 502 713 708  
E-Mail: esz-firma@tlen.pl

-PROV- Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH  
Johann-Gutenberg-Straße 5  
D-04838 Eilenburg (bei Leipzig)

Telefon +49 (0) 3423 75 86 422  
Telefax +49 (0) 3423 75 86 445

E-Mail: [info@rss-system.de](mailto:info@rss-system.de)  
Internet: [www.rss-system.de](http://www.rss-system.de)