17.12

Grunt hydrofobizowany

Przedmiotem wynalazku jest grunt hydrofobizowany przeznaczony do wykorzystania w budownictwie drogowym i kubaturowym.

Podłoże gruntowe jest to grunt rodzimy lub nasypowy zalegający bezpośrednio pod warstwą nośną nawierzchni drogowej, posadzką przemysłową lub fundamentem budynku, obiektu czy maszyny. Podstawowym zadaniem podłoża gruntowego jest przenoszenie obciążeń oraz spełnianie następujących warunków:

- zapewnienie równomiernego osiadania na całej powierzchni drogi lub fundamentu,
- odpowiednia nośność dla przeniesienia obciążeń,
- odporność na szkody mrozowe (w tym niewysadzinowość, mrozoodporność)
- odprowadzenie wód powierzchniowych i gruntowych (wodoprzepuszczalność).

Bardzo często w miejscach, gdzie mają zostać wykonane obiekty budowlane lub drogowe występują grunty „słabe" lub „nienośne". Posadowienie budynków bądź dróg na takich gruntach może generować problemy eksploatacyjne i zagrażać bezpieczeństwu użytkowania. Istnieje wiele metod polepszania parametrów podłoża gruntowego. Ich dobór i użycie zależy od:

- rodzaju gruntu,
- wielkości i znaczenia inwestycji,
- dostępnych środków finansowych,
- możliwości technicznych oraz czasu przeznaczonego na wykonanie inwestycji.

Wzmocnienie podłoża gruntowego wiąże się ze znacznym wzrostem kosztów realizacji inwestycji. W zależności od rodzaju i stanu gruntu oraz możliwości technicznych w celu wzmocnienia podłoża stosuje się zabiegi:

- wymianę gruntu,
- stabilizację gruntu,
- doziarnianie gruntu,
- wzmocnienie gruntu geosyntetykami,

- wibrowanie gruntu,
- konsolidację mechaniczną gruntu.

W przypadku budownictwa drogowego, płytkich fundamentów budynków i posadzek przemysłowych w nieogrzewanych halach, podłoże gruntowe do głębokości przemarzania (ustalonej dla różnych regionów Polski zgodnie z normami budowlanymi) musi być zabezpieczone przed skutkami zawilgocenia i przemarzania. Zawilgocenie może być spowodowane opadami atmosferycznymi, kapilarnym podciąganiem wody z dużych głębokości lub utrzymującym się wysokim poziomem wód gruntowych. W celu ochrony obiektów budowlanych przed szkodliwym działaniem wody stosuje się dwa sposoby ochrony:

- ochronę czynną (stosowanie drenażu pionowego, poziomego),
- ochronę bierną (wykonywanie osłon wodoszczelnych, izolacji przeciwwilgociowej i hydroizolacji).

Dużym zagrożeniem dla budownictwa jest występowanie do głębokości przemarzania gruntów wysadzinowych (są to grunty organiczne lub grunty zawierające więcej niż 10% cząsteczek o średnicy mniejszej niż 0,02mm). W polskich warunkach skuteczną metodą zapobiegawczą przed tworzeniem się wysadzin jest wymiana gruntu na materiały niewysadzinowe. Wymiana gruntów wiąże się ze znacznym wzrostem kosztów inwestycji, wynikających z konieczności dodatkowych robót ziemnych to jest wybrania, wywozu i utylizacji gruntu wysadzinowego, a następnie zakupu, transportu, układania i zagęszczania gruntu o pożądanych parametrach. Konieczność wymiany gruntów w znaczący sposób wydłuża również czas realizacji inwestycji.

Kolejną metodą trwałego wzmacniania, utwardzania i zabezpieczania gruntu przed działaniem wody jest stabilizacja gruntów rodzimych lub nasypowych. W zależności od parametrów i rodzaju gruntu, warunków gruntowo – wodnych, projektowanych obciążeń najczęściej stosowane metody stabilizacji to:

- doziarnienie,
- stabilizacja za pomocą spoiw hydraulicznych – cementu, wapna hydraulicznego i popiołów lotnych.

Stabilizacja gruntów cementem polega na zmieszaniu rozdrobnionego gruntu z optymalną ilością cementu i wody. Tak uzyskaną mieszaninę zagęszcza się. Po upływie 7 i 28 dni sprawdza się parametry techniczne podłoża. Proces stabilizacji gruntu cementem może przebiegać na budowie

lub w wytwórni. Bardzo dobre rezultaty uzyskuje się, gdy grunt poddany stabilizacji jest gruntem niespoistym o pełnym uziarnieniu. Tak stabilizowane grunty niespoiste uzyskują wysokie nośności, charakteryzują się dobrą zagęszczalnością i mrozoodpornością.

Stabilizacja gruntów spoistych, w tym piasku gliniastego, gliny, gliny piaszczystej i pylastej, daje rezultaty nie w pełni korzystne. Nawodniony grunt spoisty nie nadaje się do mechanicznego zagęszczania. Dodanie do gruntu spoistego środka hydrofobizacji wyraźnie poprawia jego parametry. Obecnie na rynku dostępne są anionowe środki chemiczne do hydrofobizacji gruntu. Jednak składniki anionowych preparatów nie są przyciągane do ujemnie naładowanych minerałów zawartych w gruncie. Ich działanie nie jest w pełni satysfakcjonujące – nie zmieniają hydrofilowej natury gruntu.

Bardzo dobre rezultaty uzyskuje się stosując kationowe środki powierzchniowo czynne, które równomiernie wnikają w struktury gruntu, zmieniając jego charakter z hydrofilowego na hydrofobowy. W wyniku działania preparatu wchłanianie i przyciąganie wody przez grunt jest ograniczone. Zmodyfikowany grunt spoisty nie pochłania wody, zachowuje spoistość, nie ulega uplastycznieniu i daje się zagęszczać mechanicznie.

Amerykański patent 5827568 z 1998 roku opisuje modyfikującą asfaltową emulsję zawierającą kauczuk naturalny i miał gumowy z używanych opon samochodowych, które są mieszane z asfaltowym materiałem brukarskim i nakładane na powierzchnię w celu ustabilizowania gruntu.

Amerykański patent 3854968 z 1974 roku opisuje zmodyfikowaną wiążącą mieszaninę wapna i popiołu lotnego składającą się z materiału siarkowo-wapniowego, który jest używany jako podpowierzchniowy materiał bazowy lub środek stabilizujący grunt. Najlepiej, by materiał siarkowo-wapniowy był tworzony przez dodanie roztworu kwasu siarkowego do wapna palonego w zmodyfikowanym procesie uwodnienia wapnia. Alternatywnie materiał wapniowo-siarczanowy może składać się z wapnia i osobnego związku siarki, takiego jak gips.

Amerykański patent 5336022 z 1994 roku opisuje metodę stabilizacji gruntu gliniastego poprzez dodanie związku krzemu i zastosowanie wapna do przyspieszenia reakcji pucolanowej w glebie.

Amerykański patent 5354787 z 1994 roku opisuje środek stabilizujący grunt składający się z mieszaniny materiału zawierającego wapno gaszone i/lub kalcynowany dolomit, oraz z żywicy politetrafluoroetylenowej włóknistej.

Amerykański patent 5795104 z 1998 roku opisuje materiał do stabilizacji gruntu składający się z

alkalicznego szkła wodnego krzemianowego i utwardzacza. Utwardzacz składa się z szybko działającego środka utwardzającego, najlepiej estru, laktonu, laktamu, nieorganicznych lub organicznych kwasów, anhydrytu, azotanu, amidu lub chlorku kwasowego, oraz wolniej działającego utwardzacza funkcjonującego jako zwalniacz utwardzania, najlepiej by był to węglan butylenu lub mieszanka różnych karboksylanów dwualkilowych.

Amerykański patent 4276077 z 1981 roku opisuje reagenty stosowane na grunt poprawiające jego strukturę poprzez stabilizację kruszywa. Reagenty są polimerami szczepionymi otrzymywanymi z surowego lignosulfonianu oraz monomeru wybranego z grupy składającej się z cyjanku winylu, octanu winylu, octanu winylu zhydrolizowanego oraz akryloamidu w obecności środka inicjującego.

Amerykański patent 4277203 z 1981 opisuje metodę stabilizacji gruntu, w której płyn jest stosowany na grunt, by umożliwić polimeryzację, w wyniku czego utworzyć się ma żywica elastomeryczna, która wiąże cząsteczki gleby.

Amerykański patent 5770639 z 1998 roku opisuje wykorzystanie stabilizatora zwiększającego odporność na wodę, jaką mają impregnaty do gruntu stworzone na bazie octanu poliwinylu i estrów alkoholu poliwinylowego z niższymi kwasami monokarboksylowymi. Stabilizator zawiera kwasy tłuszczowe lub alkohole tłuszczowe i/lub przynajmniej częściowo nierozpuszczalne w wodzie estry, etery i/lub ich sole.

Amerykański patent 3980490 z 1976 opisuje środek stabilizujący grunt składający się ze źródła wapnia, na przykład węglanu wapnia, oraz odpadowego kwasu siarkowego w roztworze wodnym.

Amerykański patent 5000789 z 1991 roku opisuje metodę chemicznej stabilizacji gruntów spójnych, w których kwas siarkowy, olej z owoców cytrusowych oraz woda są dodawane do gruntu.

Patent kanadyjski 2281164 z 2001 roku jako środek do stabilizacji gruntu poleca kationowy związek powierzchniowo czynny. Grunt stabilizowany tworzy się przez wymieszanie gleby i środka stabilizującego, a metoda stabilizacji gruntu składa się z etapów wprowadzania środka powierzchniowo czynnego kationowego a następnie nakładania kationowego środka powierzchniowoczynnego na grunt.

Polski patent 223921 opisuje stosowanie jako środka do stabilizacji gruntu mleczanów odpowiednich amidoamin.

Celem wynalazku było opracowanie ekonomicznego i skutecznego hydrofobizowanego gruntu spoistego, który może zostać wykorzystany w budownictwie drogowym i kubaturowym.

Okazało się, że bardzo dobre efekty wzmocnienia podłoża gruntowego uzyskuje się przez stosowanie gruntu spoistego poddanego hydrofobizacji roztworem dodatku funkcyjnego zawierającego glikolan diamidoaminy w ilości 0,0 – 100 % w stosunku do sumy masy dodatku funkcyjnego, hydroksypiwalan diamidoaminy w ilości w ilości 0,0 – 100 % w stosunku do sumy masy dodatku funkcyjnego i mleczan diamidoaminy w ilości 0,0 – 99,9 % w stosunku do masy dodatku funkcyjnego.

Grunt hydrofobizowany zawiera:

- 80 - 97,95% gruntu spoistego,
- 0,05 – 5% dodatku funkcyjnego,
- 2 - 15% wody,

przy czym dodatek funkcyjny zawiera glikolan diamidoaminy w ilości 0,0 – 100 % w stosunku do sumy masy dodatku funkcyjnego, hydroksypiwalan diamidoaminy ilości w ilości 0,0 – 100 % w stosunku do sumy masy dodatku funkcyjnego i mleczan diamidoaminy w ilości 0,0 – 99,9 % w stosunku do masy dodatku funkcyjnego.

Korzystnie jest, jeżeli dodatek funkcyjny zawiera:

- glikolan diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+ [CH(OH)COO]^-$,
- hydroksypiwalan diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+ [C_4H_8(OH)COO]^-$,
- mleczan diamidoaminy o wzorze $[(RCONHCH_2CH_2)_2NH]^+ [CH_3\ CH(OH)COO]^-$,

gdzie $R= C_nH_{2n+1}$ lub $R= C_nH_{2n-1}$, a n = 9-17.

Hydrofobizowany grunt spoisty według wynalazku w porównaniu do pierwotnego gruntu spoistego charakteryzuje się mrozoodpornością i niewysadzinowością, a także zmniejszonym osiadaniem, zwiększoną nośnością i zmniejszoną nasiąkliwością.

Przykłady

W przykładach stosuje się grunty spoiste:

- piasek gliniasty według PN-86/B-02480

Nazwa rodzaju gruntu	Symbol	Zawartość frakcji [%]		
		f'_p	f'_π	f'_i
piasek gliniasty	Pg	60÷98	0÷30	2÷10

- glinę według PN-86/B-02480

Nazwa rodzaju gruntu	Symbol	Zawartość frakcji [%]		
		f_p	f_π	f_i
glina	G	30÷60	30÷60	10÷20

- glinę piaszczystą według PN-86/B-02480

Nazwa rodzaju gruntu	Symbol	Zawartość frakcji [%]		
		f_p	f_π	f_i
glina piaszczysta	Gp	50÷90	0÷30	10÷20

- glinę pylastą według PN-86/B-02480

Nazwa rodzaju gruntu	Symbol	Zawartość frakcji [%]		
		f_p	f_π	f_i
glina pylasta	Pπ	0÷30	30÷90	10÷20

W przykładach stosuje się dodatek funkcyjny zawierający:
glikolan diamidoaminy, hydroksypiwalan diamidoaminy i mleczan diamidoaminy

Przykład 1

Grunt hydrofobizowany zawiera:

- 0,3 m^3 piasku gliniastego,
- 0,534 kg dodatku funkcyjnego zawierającego 33 % glikolanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+ [CH(OH)COO]^-$ gdzie $R=C_{17}H_{33}$, 33 % hydroksypiwalanu diamido- aminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+ [C_4H_8(OH)COO]^-$ gdzie $R= C_{17}H_{33}$ oraz 34 % mleczanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHCH_2CH_2)_2NH]^+ [CH_3 CH(OH)COO]^-$ gdzie $R= C_{17}H_{33}$,
- 100 kg wody.

Tabela. Parametry gruntu hydrofobizowanego dla przykładu 1

Badane właściwości	Zmiana parametru gruntu z dodatkiem funkcyjnym
nośność	Poprawa o 10%*
nasiąkliwość	Poprawa o 12%*
mrozoodporność	Poprawa o 12%*
niewysadzinowość	Poprawa o 13%*
osiadanie	Poprawa o 11%*

* poprawa w stosunku do gruntu wyjściowego.

Przykład 2

Grunt hydrofobizowany zawiera:

- 0,25 m^3 gliny piaszczystej,
- 0,72 kg dodatku funkcyjnego zawierającego 60% glikolanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[CH(OH)COO]^-$ gdzie $R=C_{13}H_{27}$, 20% hydroksypiwalanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[C_4H_8(OH)COO]^-$ gdzie $R= C_{17}H_{33}$, oraz 20% mleczanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHCH_2CH_2)_2NH]^+[CH_3\ CH(OH)COO]^-$ gdzie $R= C_{17}H_{35}$,
- 80 kg wody.

Tabela. Parametry gruntu hydrofobizowanego dla przykładu 2.

Badane właściwości	Zmiana parametru gruntu z dodatkiem funkcyjnym
nośność	Poprawa o 10%*
nasiąkliwość	Poprawa o 12%*
mrozoodporność	Poprawa o 13%*
niewysadzinowość	Poprawa o 13%*
osiadanie	Poprawa o 12%*

* poprawa w stosunku do gruntu wyjściowego.

Przykład 3

Grunt hydrofobizowany zawiera:

- 0,2 m^3 gliny pylastej,
- 0,85 kg dodatku funkcyjnego zawierającego 20% glikolanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[CH(OH)COO]^-$ gdzie $R=C_{15}H_{31}$, 60 % hydroksypiwalanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[C_4H_8(OH)COO]^-$ gdzie $R= C_{13}H_{27}$ oraz 20% mleczanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHCH_2CH_2)_2NH]^+[CH_3\ CH(OH)COO]^-$ gdzie $R= C_{17}H_{33}$,
- 50 kg wody.

Tabela. Wyniki dla przykładu 3.

Badane właściwości	Zmiana parametru gruntu z dodatkiem funkcyjnym
nośność	Poprawa o 11%*
nasiąkliwość	Poprawa o 13%*
mrozoodporność	Poprawa o 13%*
niewysadzinowość	Poprawa o 14%*
osiadanie	Poprawa o 13%*

* poprawa w stosunku do gruntu wyjściowego.

Przykład 4

Grunt hydrofobizowany zawiera:

- 0,32m^3 piasku gliniastego,
- 2,35 kg dodatku funkcyjnego zawierającego 20% glikolanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+ [CH(OH)COO]^-$ gdzie $R=C_{11}H_{23}$, 20% hydroksypiwalanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+ [C_4H_8(OH)COO]^-$ gdzie $R=C_{15}H_{31}$ oraz 60% mleczanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHCH_2CH_2)_2NH]^+[CH_3 CH(OH)COO]^-$ gdzie $R=C_{17}H_{33}$,
- 70 kg wody.

Tabela. Wyniki dla przykładu 4.

Badane właściwości	Zmiana parametru gruntu z dodatkiem funkcyjnym
nośność	Poprawa o 12%*
nasiąkliwość	Poprawa o 13%*
mrozoodporność	Poprawa o 14%*
niewysadzinowość	Poprawa o 14%*
osiadanie	Poprawa o 14%*

* poprawa w stosunku do gruntu wyjściowego.

Przykład 5

Grunt hydrofobizowany zawiera:

- 0,15m^3 gliny piaszczystej,
- 0,8 kg dodatku funkcyjnego zawierającego 74% glikolanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+ [CH(OH)COO]^-$ gdzie $R=C_{17}H_{35}$, 25% hydroksypiwalanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+ [C_4H_8(OH)COO]^-$ gdzie $R=C_{11}H_{23}$ oraz 1% mleczanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHCH_2CH_2)_2NH]^+[CH_3 CH(OH)COO]^-$ gdzie $R=C_{15}H_{31}$,
- 60 kg wody.

Tabela. Parametry gruntu hydrofobizowanego dla przykładu 5.

Badane właściwości	Zmiana parametru gruntu z dodatkiem funkcyjnym
nośność	Poprawa o 13%*
nasiąkliwość	Poprawa o 14%*
mrozoodporność	Poprawa o 14%*
niewysadzinowość	Poprawa o 15%*
osiadanie	Poprawa o 15%*

* poprawa w stosunku do gruntu wyjściowego

Przykład 6

Grunt hydrofobizowany zawiera:

- 0,4m^3 gliny,
- 4,35 kg dodatku funkcyjnego zawierającego 83% glikolanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[CH(OH)COO]^-$ gdzie R=C_9H_{19}, 0,5% hydroksypiwalanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[C_4H_8(OH)COO]^-$ gdzie R= $C_{17}H_{35}$, 16,5% mleczanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHCH_2CH_2)_2NH]^+[CH_3\ CH(OH)COO]^-$ gdzie R= $C_{11}H_{23}$,
- 60 kg wody.

Tabela. Wyniki badań dla przykładu 6.

Badane właściwości	Zmiana parametru gruntu z dodatkiem funkcyjnym
nośność	Poprawa o 14%*
nasiąkliwość	Poprawa o 14%*
mrozoodporność	Poprawa o 15%*
niewysadzinowość	Poprawa o 16%*
osiadanie	Poprawa o 16%*

* poprawa w stosunku do gruntu wyjściowego.

Przykład 7

Grunt hydrofobizowany zawiera:

- 0,3m^3 gliny pylastej,
- 3,81 kg dodatku funkcyjnego zawierającego 1,3% glikolanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[CH(OH)COO]^-$ gdzie R=$C_{17}H_{35}$, 96% hydroksypiwalanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[C_4H_8(OH)COO]^-$ gdzie R= C_9H_{19} oraz 2,7% mleczanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHCH_2CH_2)_2NH]^+[CH_3\ CH(OH)COO]^-$ gdzie R= $C_{17}H_{35}$,
- 60 kg wody.

Tabela. Wyniki dla przykładu 7.

Badane właściwości	Zmiana parametru gruntu z dodatkiem funkcyjnym
nośność	Poprawa o 15%*
nasiąkliwość	Poprawa o 15%*
mrozoodporność	Poprawa o 15%*
niewysadzinowość	Poprawa o 16%*
osiadanie	Poprawa o 16%*

* poprawa w stosunku do gruntu wyjściowego.

Przykład 8

Grunt hydrofobizowany zawiera:

- 0,3m^3 gliny piaszczystej,
- 4,4 kg dodatku funkcyjnego zawierającego 93% glikolanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[CH(OH)COO]^-$ gdzie R=$C_{17}H_{35}$,, 1% hydroksypiwalanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[C_4H_8(OH)COO]^-$ gdzie R= $C_{17}H_{35}$ oraz 6% mleczanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHCH_2CH_2)_2NH]^+[CH_3\ CH(OH)COO]^-$ gdzie R= $C_{17}H_{35}$.
- 60 kg wody.

Tabela. Wyniki dla przykładu 8.

Badane właściwości	Zmiana parametru gruntu z dodatkiem funkcyjnym
nośność	Poprawa o 17%*
nasiąkliwość	Poprawa o 17%*
mrozoodporność	Poprawa o 15%*
niewysadzinowość	Poprawa o 17%*
osiadanie	Poprawa o 17%*

* poprawa w stosunku do gruntu wyjściowego.

Przykład 9

Grunt hydrofobizowany zawiera:

- 0,5m^3 gliny,
- 8 kg dodatku funkcyjnego zawierającego 18% glikolanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[CH(OH)COO]^-$ gdzie R=$C_{15}H_{31}$, oraz 78% hydroksypiwalanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[C_4H_8(OH)COO]^-$ gdzie R= $C_{15}H_{31}$ oraz 4% mleczanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHCH_2CH_2)_2NH]^+[CH_3\ CH(OH)COO]^-$ gdzie R= $C_{15}H_{31}$,
- 80 kg wody.

Tabela. Wyniki dla przykładu 9.

Badane właściwości	Zmiana parametru gruntu z dodatkiem funkcyjnym
nośność	Poprawa o 17%*
nasiąkliwość	Poprawa o 17%*
mrozoodporność	Poprawa o 16%*
niewysadzinowość	Poprawa o 18%*
osiadanie	Poprawa o 19%*

* poprawa w stosunku do gruntu wyjściowego

Przykład 10

Grunt hydrofobizowany zawiera:

- 0,22m^3 gliny pylastej,
- 4,03 kg dodatku funkcyjnego zawierającego 3,5% glikolanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[CH(OH)COO]^-$ gdzie $R=C_{15}H_{31}$, 3,5% hydroksypiwalanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHC_2H_4)_2NH]^+$ $[C_4H_8(OH)COO]^-$ gdzie $R=C_{17}H_{33}$ oraz 93% mleczanu diamidoaminy o wzorze $[(RCONHCH_2CH_2)_2NH]^+[CH_3\ CH(OH)COO]^-$ gdzie $R= C_{17}H_{33}$,
- 100 kg wody.

Tabela. Wyniki dla przykładu 10.

Badane właściwości	Zmiana parametru gruntu z dodatkiem funkcyjnym
nośność	Poprawa o 18%*
nasiąkliwość	Poprawa o 18%*
mrozoodporność	Poprawa o 16%*
niewysadzinowość	Poprawa o 19%*
osiadanie	Poprawa o 21%*

* poprawa w stosunku do gruntu wyjściowego.

RZECZNIK PATENTOWY
mgr inż. RENATA FISZER