

Blok do zastosowań geotechnicznych, sposób wykonania bloku do zastosowań geotechnicznych oraz sposób wykonania budowli z wykorzystaniem bloku do zastosowań geotechnicznych

Przedmiotem wynalazku jest blok do zastosowań geotechnicznych, sposób wykonania bloku do zastosowań geotechnicznych oraz sposób wykonania budowli z wykorzystaniem bloku do zastosowań geotechnicznych. Rozwiązania mają zastosowanie zwłaszcza do wykonywania konstrukcji oporowych, wzmacniania podłoża gruntowego oraz podbudów dróg i torów kolejowych.

Pomimo tego, że obecnie recyklingowi podlega większość zużytych części elektrowni wiatrowych, w dalszym ciągu występuje problem z recyklingiem kompozytowych łopat turbin wiatrowych, które na ogół są składowane na wysypiskach, a czas ich rozkładu wynosi kilkaset lat. W ramach recyklingu łopat stosuje się ich mielenie, które jest kosztowne i wymaga wysokiego nakładu energetycznego. Zmielone łopaty stosuje się jako dodatek do paliwa alternatywnego spalanego w cementowaniach.

Ze stanu techniki znane są liczne rozwiązania bloków, gabionów, prefabrykatów do zastosowań geotechnicznych. Rozwiązania te są oparte na nowo wyprodukowanych elementach z betonu – bloki, stali – gabiony, drewna – kaszyce, czy syntetyków – geosiatki, geotekstyli, geokraty, georuszty; czy też styropianu – bloki.

Przykładowo z publikacji amerykańskiego opisu patentowego US 6280121 B1 znana jest ściana oporowa z prefabrykowanych betonowych bloków połączonych, za pomocą łączników, z elementami wzmacniającymi. Bloki betonowe ułożone są w poziomych rzędach ułożonych jeden na drugim, pierwszy rząd jest ułożony na fundamencie. Bloki zawierają otwory, przy czym bloki jednego

rzędu mają otwory w miejscach odpowiadających otworom rozmieszczonym w blokach rzędu pionowo z nim sąsiadującego. Do otworów wlewany jest beton, który po wyschnięciu i utwardzeniu wzmacnia ścianę.

Z amerykańskiego opisu patentowego US 9714510 B2 znana jest ściana zawierająca wstępnie uformowane bloki konstrukcyjne i element nośny typu krata do utrzymywania bloków konstrukcyjnych w pożądanej orientacji. Poszczególne bloki są połączone z kratką nośną dla dodatkowej stabilności.

Z chińskiego opisu wzoru użytkowego CN 206941512 U znany jest ceglany blok zabezpieczający zbocze, który ma przekrój poprzeczny równoramiennego trójkąta prostokątnego.

Z amerykańskiego opisu patentowego US 8777514 B2 znany jest gabion do stosowania w ochronie instalacji wojskowych lub cywilnych przed atakiem bronią lub przed żywiołami, takimi jak wody powodziowe, przepływ lawy, lawiny, niestabilność gleby, erozja zboczy itp. Gabion zawiera przeciwległe ściany boczne zawierające wiele elementów ścianki połączonych ze sobą w odstępach za pomocą ścianek działowych, tak że przestrzenie pomiędzy sąsiednimi parami ścianek działowych, wraz ze ściankami bocznymi, wyznaczają poszczególne przedziały gabionu. Ścianki działowe są połączone ze sobą za pomocą połączeń przegubowych.

Z japońskiego opisu zgłoszeniowego JP 200220165 A znany jest blok do wykonywania ścian oporowych o zakrzywionej powierzchni. Każdy blok zawiera zachodzące na siebie wypusty na jednym lub obydwu końcach bloku. Wypusty mają co najmniej jedną zakrzywioną powierzchnię.

Rozwiązania znane ze stanu techniki oparte są na nowo produkowanych elementach z betonu, stali, drewna, syntetyków, czy też styropianu. W znanych rozwiązaniach bloków, gabionów, czy też geosiatek oraz georusztów, nie są stosowane materiały pochodzące z recyklingu lub są one stosowane w ograniczonym zakresie. Bloki betonowe, kamienne, czy też wzmocnione stalą mają relatywnie wysoki ciężar objętościowy, co utrudnia wykonywanie budowli ziemnych, konstrukcji oporowych, czy też podbudowy drogi, szczególnie w

przypadku słabego podłoża.

Blok do zastosowań geotechnicznych, według wynalazku charakteryzuje się tym, że zawiera kompozytowy korpus, będący wycinkiem zużytej łopaty turbiny wiatrowej zawierającym fragment krawędzi natarcia, krawędzi spływu oraz powierzchni nawietrznej i powierzchni zawietrznej tej zużytej łopaty, przy czym korpus jest otwarty od góry oraz od dołu, a fragmenty powierzchni nawietrznej, powierzchni zawietrznej, krawędzi natarcia oraz krawędzi spływu zużytej łopaty stanowią jego ścianki boczne, a ponadto wewnątrz korpusu ma wypełnienie z materiału zasypowego.

Korzystnie korpus bloku zawiera fragment co najmniej jednego dźwigara zużytej łopaty, łączący fragmenty powierzchni nawietrznej i powierzchni zawietrznej.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeśli korpus bloku jest wycięty z odcinka zużytej łopaty pomiędzy jej nasadą a noskiem w dwóch równoległych względem siebie płaszczyznach wycięcia.

Kolejne korzyści uzyskuje się, jeśli płaszczyzny wycięcia, w których korpus bloku jest wycięty ze zużytej łopaty turbiny wiatrowej, są prostopadłe względem wzdlużnej osi tej łopaty.

Następne korzyści uzyskuje się, jeśli płaszczyzny wycięcia, w których korpus bloku jest wycięty ze zużytej łopaty turbiny wiatrowej, są ukośne względem wzdlużnej osi tej łopaty.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeżeli materiał zasypowy wypełnienia bloku jest niespoisty i gruboziarnisty oraz ma wysoką wartość kąta tarcia wewnętrznego.

Sposób wykonania bloku do zastosowań geotechnicznych, według wynalazku charakteryzuje się tym, że w pierwszej kolejności na zużytej łopacie turbiny wiatrowej wyznacza się odcinek pomiędzy jej noskiem a nasadą do mocowania w piaście, po czym w obrębie tego odcinka, wycina się, w dwóch równoległych względem siebie płaszczyznach wycięcia, korpus bloku, w postaci wycinka o zamkniętym przekroju poprzecznym, zawierającego fragment krawędzi natarcia,

krawędzi spływu, powłoki nawietrznej oraz powłoki zawietrznej tej łopaty, następnie ten korpus wypełnia się materiałem zasypowym, wykonując jego wypełnienie.

Korzystnie wypełnianie korpusu prowadzi się na miejscu wykonywania budowli, w której wykorzystywany jest blok.

Dalsze korzyści uzyskuje się, jeśli jako materiał zasypowy stosuje się kruszywo.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeśli podczas wycinania wycinka zużytej łopaty płaszczyzny wycięcia orientuje się prostopadle albo ukośnie względem osi wzdłużnej tej zużytej łopaty.

Sposób wykonania budowli z wykorzystaniem bloku do zastosowań geotechnicznych, według wynalazku charakteryzuje się tym, że w pierwszej kolejności na ustabilizowanym podłożu układa się co najmniej jedną warstwę bloków, a po ułożeniu wszystkich bloków całość pokrywa się warstwą wierzchnią, przy czym każdorazowo dla ułożenia warstwy bloków w pierwszej kolejności układa się korpusy bloków o równych wysokościach, a następnie wewnątrz korpusów wypełnia się materiałem zasypowym, wykonując wypełnienie bloku, przy czym wolne przestrzenie pomiędzy korpusami również wypełnia się materiałem zasypowym.

Korzystnie do wykonania warstwy wierzchniej stosuje się grunt nośny.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeśli układa się co najmniej dwie warstwy bloków.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeśli pomiędzy warstwami bloków wykonuje się zbrojenie z geosyntetyku.

Następne korzyści uzyskiwane są, jeśli każdą kolejną warstwę bloków układa się z przesunięciem Δ w głąb masywu gruntowego względem uprzednio ułożonej warstwy bloków.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeśli wykonuje się budowlę zawierającą oblicowanie w postaci zewnętrznych bloków danej warstwy, przy czym korpusy tych zewnętrznych bloków wypełnia się kamiennym kruszywem gruboziarnistym.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeśli po ułożeniu korpusów, a przed ich wypełnieniem materiałem zasypowym, korpusy łączy się ze sobą łącznikami mechanicznymi.

Zastosowanie rozwiązań według wynalazku pozwala na wykorzystanie materiałów z recyklingu – zużytych łopat turbin wiatrowych. Główne elementy konstrukcyjne wynalazku są wykonane z kompozytów włóknistych lub warstwowych FRP o bardzo dużej wytrzymałości i trwałości w zastosowaniach geotechnicznych, a jednocześnie nie generuje wysokich kosztów, dzięki wykorzystaniu materiałów z recyklingu. Kształt i duże wymiary bloku –profil łopaty turbiny wiatrowej – umożliwiają ich indywidualny układ zarówno w konstrukcjach powierzchniowych, jak i przestrzennych.

Bloki charakteryzują się mniejszym ciężarem powierzchniowym lub objętościowym w stosunku do bloków betonowych czy też metalowych gabionów co ma kluczowe znaczenie w zastosowaniach geotechnicznych, w szczególności w przypadku słabego podłoża.

W rozwiązaniu występuje synergia bardzo dobrych cech materiałowych kompozytu z korzystną geometrią profilu bloku, co w rezultacie w zastosowaniach geotechnicznych, daje wysoką sztywność i nośność pojedynczego bloku i całej konstrukcji, w której jest zastosowany, co z kolei pozwala na efektywniejsze projektowanie budowli ziemnych lub wzmocnienia podłoża.

W związku z możliwością niemal dowolnego wycinania elementu konstrukcyjnego ze zużytej łopaty turbiny wiatrowej płaszczyznami równoległymi względem siebie oraz prostopadłymi lub ukośnymi względem osi podłużnej łopaty, możliwe jest uzyskiwanie bloków o równej długości – odległości pomiędzy płaszczyznami wycięcia – celem uzyskania rozwiązań systemowych o stałych wysokościach bloków. Ułatwia to późniejsze wbudowanie bloków w wybraną konstrukcję geotechniczną. Dzięki zmiennym kształtom przekroju poprzecznego profili łopat istnieje wiele możliwości tworzenia układów powierzchniowych i przestrzennych z bloków, co pozwala na dostosowanie do określonej sytuacji

terenowej i problemu technicznego, którego rozwiązanie ma ta konstrukcja umożliwić.

Wytrzymałość doraźna na rozciąganie kompozytowych ścian bloku, mieści się w zakresie od 70 MPa do 500 MPa w zależności od lokalizacji i kierunku. Wytrzymałość doraźna na ściskanie mieści się w zakresie od 100 MPa do 400 MPa, natomiast wytrzymałość na ścinanie w zakresie od 30 MPa do 50 MPa. Dolne granice tych wytrzymałości odnoszą się do laminatów warstwowych, natomiast górne do laminatów litych. Są to wytrzymałości zbliżone lub znacząco wyższe od parametrów materiałów konwencjonalnych – stali zbrojeniowej, betonu, drewna, syntetyków – w zastosowaniu do podobnych elementów konstrukcyjnych.

Bloki według wynalazku pochodzą z materiału kompozytowego o znacznie większej odporności na środowisko korozyjne panujące w gruncie, w porównaniu do bloków wykonanych ze stali lub betonu lub do gabionów wykonanych z drutów w siatce stalowej, co zdecydowanie zwiększa trwałość budowli ziemnej, konstrukcji oporowej lub wzmocnienia podłoża, wykonanych z bloków według wynalazku.

Relatywnie niski ciężar objętościowy bloków w porównaniu do konstrukcji wykonywanych z betonu, kamienia lub wzmocnianych stalą znacząco przyspiesza wznoszenie budowli, konstrukcji lub wykonanie wzmocnienia podłoża. Ciężar objętościowy materiału bloków według wynalazku wynosi około 18 kN/m^3 w przypadku litych laminatów oraz około 10 kN/m^3 w przypadku laminatu warstwowego, a ciężar objętościowy materiałów konwencjonalnych wynosi w przypadku betonu 24 kN/m^3 , a w przypadku stali $77,5 \text{ kN/m}^3$.

Rozwiązania według wynalazku zostały bliżej wyjaśnione na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia korpus bloku w widoku z góry, fig. 2 – blok w widoku z boku, fig. 3 – poglądowo wycinanie korpusu bloku ze zużytej łopaty turbiny wiatrowej, fig. 4 do 8 – poglądowo sposób wykonania budowli z wykorzystaniem bloków, odpowiednio dla wału przeciwpowodziowego, ściany oporowej, ściany oporowej z dodatkowym wzmocnieniem geosyntetykiem, podbudowy drogi,

podbudowy torów kolejowych, fig. 9 do 13 – poglądowo warstwę bloków w widoku z góry ułożonych odpowiednio w równych rzędach naprzemiennie, prostopadle względem siebie, wzdłużnie, krzywoliniowo, poprzecznie względem osi rzędu, fig. od 14 do 16 – poglądowo połączenia mechaniczne pomiędzy ułożonymi blokami.

Blok do zastosowań geotechnicznych w pierwszym przykładzie wykonania zawiera kompozytowy korpus 1 oraz wypełnienie 2. Kompozytowy korpus 1 zawiera ścianki boczne oraz jest otwarty od góry i od dołu. Korpus 1 jest wycinkiem zużytej łopaty 3 turbiny wiatrowej z kompozytu litego i jest wycięty z fragmentu tej łopaty 3 pomiędzy jej noskiem 4 a nasadą 5 do mocowania w piaście, tak że wycinek ten ma zamknięty przekrój poprzeczny. Ściany boczne wycinka, stanowią krzywoliniowe laminaty lite, będące fragmentem powłoki nawierzchni 6, powłoki zewnętrznej 7, krawędzi natarcia 8 oraz krawędzi spływu 9 łopaty 3. Ponadto ten wycinek łopaty 3 stanowiący korpus 1 bloku 1', zawiera fragment dźwigarów 10 wzdłużnych łopaty 3, którymi połączona jest jej powłoka zewnętrzna 6 z powłoką zewnętrzną 7. Kompozytowy korpus 1 ma wypełnienie 2 z materiału zasypowego w postaci gruntu naturalnego. Wycinek łopaty 3 jest z niej wycięty w dwóch równoległych względem siebie płaszczyznach wycięcia 11, pod kątem wycięcia α prostym względem osi wzdłużnej łopaty 3.

Blok do zastosowań geotechnicznych według wynalazku w drugim przykładzie wykonania ma korpus 1 będący wycinkiem zużytej łopaty 3 turbiny wiatrowej z laminatu warstwowego, wyciętym w dwóch równoległych względem siebie płaszczyznach wycięcia 11, pod kątem wycięcia α skośnym względem osi wzdłużnej łopaty 3. Wypełnienie 2 bloku 1' jest w postaci naturalnego kruszywa mineralnego. W pozostałym zakresie wykonanie jest jak w pierwszym przykładzie wykonania.

Blok do zastosowań geotechnicznych według wynalazku w trzecim przykładzie wykonania ma wypełnienie 2 z kruszywa sztucznego, w pozostałym zakresie jego wykonanie jest jak w pierwszym przykładzie wykonania.

Blok do zastosowań geotechnicznych w czwartym przykładzie wykonania ma wypełnienie 2 z gruzu budowlanego, w pozostałym zakresie wykonanie jest jak w pierwszym przykładzie wykonania.

Blok do zastosowań geotechnicznych w piątym przykładzie wykonania ma wypełnienie z kruszywa gruboziarnistego kamiennego. W pozostałym zakresie jego wykonanie jest jak w pierwszym przykładzie wykonania.

Sposób wykonania bloku do zastosowań geotechnicznych w pierwszym przykładzie realizacji jest wykonywany z wykorzystaniem zużytej łopaty 3 turbiny wiatrowej z kompozytu litego zawierającej dwa wzdlużne dźwigary 10, łączące jej powłokę nawietrzną 6 z jej powłoką zawietrzną 7, wzmacniające jej konstrukcję. W pierwszej kolejności na zużytej łopacie 3 wyznacza się odcinek L pomiędzy jej noskiem 4 a nasadą 5 do mocowania w piaście. W obrębie odcinka L w dwóch płaszczyznach wycięcia 11, równoległych względem siebie oraz zorientowanych pod kątem wycięcia α prostym względem osi wzdlużnej łopaty 3, wycina się wycinek tej łopaty 3. Tak uzyskany wycinek łopaty 3 ma zamknięty przekrój poprzeczny oraz zawiera fragment krawędzi natarcia 8, krawędzi spływu 9, powłoki nawietrzej 6, powłoki zawietrzej 7 a także fragment dźwigarów 10 łączących te powłoki 6 i 7 oraz stanowi korpus 1 bloku 1'. Odległość pomiędzy płaszczyznami wycięcia 11 wyznacza wysokość H bloku 1'. Szerokość B bloku 1' zależy od lokalizacji wycinka na odcinku L łopaty 3 oraz kąta wycięcia α . Następnie wewnątrz tak uzyskanego korpusu 1 wypełnia się materiałem zasypowym. Jako materiał zasypowy stosuje się grunt naturalny. Wypełnianie materiałem zasypowym realizuje się w miejscu budowy danej budowli, w której wykorzystywane są bloki 1'.

Sposób wykonania bloku prefabrykowanego do zastosowań geotechnicznych w drugim przykładzie realizacji jest wykonywany z wykorzystaniem zużytej łopaty 3 turbiny wiatrowej z kompozytu warstwowego zawierającej dwa wzdlużne dźwigary 10 łączące jej powłokę nawietrzną 6 z jej powłoką zawietrzną 7 wzmacniające jej konstrukcję. Wycinek łopaty 3 na jej odcinku L wycina się w dwóch równoległych względem siebie płaszczyznach

wycięcia 11 zorientowanych pod kątem wycięcia α ukośnym względem osi wzdłużnej łopaty 3. Wnętrze tak uzyskanego korpusu 1 wypełnia się mineralnym kruszywem naturalnym. W pozostałym zakresie sposób realizuje się jak w pierwszym przykładzie realizacji.

Sposób wykonania budowli z wykorzystaniem bloków do zastosowań geotechnicznych według wynalazku w pierwszym przykładzie realizacji jest prowadzony z wykorzystaniem bloków 1' opisanych w drugim i trzecim przykładzie wykonania. Wykonywana jest budowla ziemna w postaci wału przeciwpowodziowego. W pierwszej kolejności na ustabilizowanym podłożu 12 układa się pierwszą warstwę bloków 1', po czym układa się na niej drugą warstwę bloków 1', a następnie trzecią i czwartą warstwę bloków 1'. Po ułożeniu ostatniej warstwy bloków 1' całość pokrywa się warstwą wierzchnią 13. Dla wykonania pierwszej warstwy bloków 1, na ustabilizowanym podłożu 12 układa się korpusy 1, z wycinków zużytej kompozytowej łopaty 3 turbiny wiatrowej, o równej wysokości H oraz różnych szerokościach B. Korpusy 1 układa się w rzędach R. W ramach danego rzędu R korpusy 1, układa się naprzemiennie, częściami zawierającymi fragment krawędzi spływu 9 łopaty 3 turbiny wiatrowej skierowanymi ku sobie, wypełniając w ten sposób wolne przestrzenie pomiędzy poszczególnymi korpusami 1 w obszarze ich przewężeń od strony zawierającej krawędź spływu 9 zużytej łopaty 3. Następnie wnętrza korpusów 1 oraz wolne przestrzenie pomiędzy korpusami 1 wypełnia się materiałem zasypowym w postaci kruszywa sztucznego oraz kruszywa mineralnego. Materiał zasypowy zagęszcza się, po czym przechodzi się do układania drugiej warstwy bloków 1'. Korpusy 1 bloków 1' drugiej warstwy układa się z przesunięciem Δ w głąb masywu gruntowego. W pozostałym zakresie układanie drugiej warstwy bloków 1' prowadzi się tak jak warstwy pierwszej. Następnie przechodzi się do rozkładania warstwy trzeciej, którą układa się tak jak warstwę drugą, a po jej ułożeniu przechodzi się do układania warstwy czwartej, która układana jest jak warstwa druga, a po jej ułożeniu całość przykrywa się warstwą wierzchnią 13 z gruntu nośnego.

Sposób wykonania budowli z wykorzystaniem bloków do zastosowań geotechnicznych w drugim przykładzie realizacji jest prowadzony z wykorzystaniem bloków 1' opisanych w drugim i piątym przykładzie wykonania. Wykonywana budowla jest konstrukcją oporową. W pierwszej kolejności na ustabilizowanym podłożu 12 układa się pierwszą warstwę bloków 1', po czym układa się drugą, trzecią oraz czwartą warstwę bloków 1', a po ich ułożeniu całość pokrywa się warstwą wierzchnią 13. Dla wykonania pierwszej warstwy bloków 1', na ustabilizowanym podłożu 12 układa się korpusy 1, z wycinków zużytej kompozytowej łopaty 3 turbiny wiatrowej, o równej wysokości H oraz różnej szerokości B. Korpusy 1 układa się w dwóch rzędach R, ich częściami zawierającymi fragmenty krawędzi spływu 9 skierowanymi do siebie. Po ułożeniu korpusów 1 danej warstwy łączy się je za pomocą łączników mechanicznych 14 w postaci prętów kompozytowych z hakiem. Stosuje się pręty o długości równej dwukrotności wysokości H bloku 1'. Następnie wypełnia się te korpusy 1 oraz wolne przestrzenie pomiędzy nimi materiałem zasypowym, w postaci kruszywa, przy czym korpusy 1 zewnętrznych bloków 1', stanowiących oblicowanie budowli, oraz przestrzenie pomiędzy nimi wypełnia się kruszywem gruboziarnistym, a pozostałe korpusy 1 oraz przestrzenie pomiędzy nimi wypełnia się kruszywem drobnym. Materiał zasypowy zagęszcza się, po czym układa się korpusy 1 bloków 1' drugiej warstwy, z przesunięciem Δ w głąb masywu gruntowego względem wcześniej ułożonej warstwy. W pozostałym zakresie układanie drugiej warstwy bloków 1' prowadzi się tak jak warstwy pierwszej. Po ułożeniu drugiej warstwy bloków 1' układa się warstwę trzecią oraz czwartą tak jak warstwę drugą. Po zakończeniu układania czwartej warstwy bloków 1' całość przykrywa się warstwą wierzchnią 13 z gruntu nośnego. W pozostałym zakresie prace są prowadzone jak w pierwszym przykładzie realizacji sposobu wykonywania budowli z wykorzystaniem bloków do zastosowań geotechnicznych.

Sposób wykonania budowli z wykorzystaniem bloków do zastosowań geotechnicznych w drugim przykładzie realizacji jest prowadzony z wykorzystaniem bloków 1' opisanych w drugim przykładzie wykonania.

Wykonywana budowla jest konstrukcją oporową. W pierwszej kolejności na ustabilizowanym podłożu 12 układa się pierwszą warstwę bloków 1', po czym układa się drugą, trzecią oraz czwartą warstwę bloków 1', a po ich ułożeniu całość pokrywa się warstwą wierzchnią 13. Dla wykonania pierwszej warstwy bloków 1', na ustabilizowanym podłożu 12 układa się korpusy 1, z wycinków zużytej kompozytowej łopaty 3 turbiny wiatrowej, o równej wysokości H. Korpusy 1 układa się w jednym rzędzie R, ich częściami zawierającymi fragmenty krawędzi spływu skierowanymi do wnętrza budowli. Po ułożeniu korpusów 1 danej warstwy łączy się je za pomocą łączników mechanicznych 14 w postaci prętów stalowych z hakiem o długości wynoszącej nie mniej niż podwójna wysokość bloku 1'. Następnie korpusy 1 oraz wolne przestrzenie pomiędzy nimi wypełnia się materiałem zasypowym, w postaci kruszywa mineralnego. Materiał zasypowy zagęszcza się. Po ułożeniu pierwszej warstwy bloków 1' wykonuje się dodatkowe zbrojenie gruntu poprzez rozłożenie geosyntetyku 15 w postaci geosiatki. Korpusy 1 bloków 1' drugiej warstwy układa się z przesunięciem Δ w głąb masywu gruntowego. W pozostałym zakresie układanie drugiej warstwy bloków 1' prowadzi się tak jak warstwy pierwszej, a po jej ułożeniu również wykonuje się dodatkowe zbrojenie poprzez rozłożenie geosyntetyku 15 w postaci geosiatki. Po ułożeniu drugiej warstwy bloków 1' układa się warstwę trzecią oraz czwartą tak jak warstwę drugą. Pomiędzy trzecią a czwartą warstwą bloków 1' wykonuje się dodatkowe zbrojenie poprzez rozłożenie geosyntetyku 15 w postaci geosiatki. Po zakończeniu układania czwartej warstwy bloków 1' całość przykrywa się wierzchnią warstwą gruntu nośnego. W pozostałym zakresie prace są prowadzone jak w drugim przykładzie realizacji sposobu wykonywania budowli z wykorzystaniem bloków do zastosowań geotechnicznych.

Sposób wykonania budowli z wykorzystaniem bloków do zastosowań geotechnicznych w czwartym przykładzie realizacji jest prowadzony z wykorzystaniem bloków 1' opisanych w pierwszym i drugim przykładzie wykonania. Bloki 1' wykorzystywane są do budowy wzmocnienia podłoża gruntowego stanowiącego podbudowę drogi. W pierwszej kolejności na

ustabilizowanym podłożu 12 układa się pierwszą warstwę bloków 1', następnie układa się na niej drugą warstwę bloków 1' a na koniec całość pokrywa się warstwą wierzchnią 13 gruntu nośnego. Dla wykonania pierwszej warstwy bloków 1', na ustabilizowanym podłożu 12 układa się korpusy 1, z wycinków zużytej łopaty 3 turbiny wiatrowej, o równej wysokości H. Korpusy 1 układa się w rzędach R poprzecznie do osi danego rzędu R. Po ułożeniu korpusów 1 pierwszej warstwy, łączy się je ze sobą łącznikami mechanicznymi 14 w postaci taśm syntetycznych. Następnie układa się drugą warstwę bloków 1'. Korpusy 1 drugiej warstwy bloków 1' układa się na pierwszej warstwie, z przesunięciem Δ w głąb masywu gruntowego w pozostałym zakresie układanie drugiej warstwy bloków 1' prowadzi się tak jak układanie warstwy pierwszej. Po ułożeniu drugiej warstwy bloków 1' całość pokrywa się warstwą wierzchnią 13 w postaci gruntu nośnego. W pozostałym zakresie prace są prowadzone jak w pierwszym przykładzie realizacji sposobu wykonywania budowli z wykorzystaniem bloków do zastosowań geotechnicznych.

W czwartym przykładzie realizacji sposób wykonania budowli z wykorzystaniem bloków do zastosowań geotechnicznych jest prowadzony z wykorzystaniem bloków 1' opisanych w czwartym oraz piątym przykładzie wykonania. Budowaną budowlą jest wzmocnienie podłoża gruntowego stanowiącego podbudowę toru kolejowego. Korpusy 1 układa się w rzędach R, ich osią wzdłużną wzdłuż osi rzędu R. Wnętrza korpusów 1 wypełnia się gruzem budowlanym oraz gruboziarnistym kruszywem mineralnym. Korpusy 1 bloków 1' w ramach danej warstwy łączy się ze sobą za pomocą łączników mechanicznych 14 w postaci śrub. W pozostałym zakresie prace są prowadzone jak w trzecim przykładzie realizacji sposobu wykonywania budowli z wykorzystaniem bloków do zastosowań geotechnicznych.