

D-04.05.01b

PODBUDOWA I PODŁOŻE ULEPSZONE Z MIESZANKI KRUSZYWA ZWIĄZANEGO MIESZANKĄ CS

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej instrukcja określająca warunki stosowania, składowania i transportu, dodatków katalitycznych CONSOLID SYSTEM przy przebudowie drogi powiatowej na zlecenie Zarządu Dróg Publicznych w Radomiu, (CS) służące do wykonywania podbudów drogowych i ulepszonego podłoża z mieszanek gruntowych typu CS – dodatki do wzmocnienia, ulepszenia i trwałego uodpornienia na wodę (hydrofobizacji) gruntów [12].

Skład mieszanki, warunki wytwarzania, badania i wymagania powinny być zgodne z tą instrukcją.

Niniejsze opracowanie jest wytyczną dla stosowania systemu takiego jak CS CONSOLID SYSTEM Dla wzmocnienia gruntu może być stosowane rozwiązanie zamienne, które zaproponuje Wykonawca i zaakceptuje Inwestor i Projektant.

1.2. Zakres stosowania

Niniejsza specyfikacja techniczna jest instrukcją techniczną, która może być stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót na drogach które zostaną wykonane w ramach przebudowy drogi powiatowej nr 3529 W Kiedrzyń - Małęczyn - do DK nr 9 na odc. długości ok 2,1 km..

1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i odbiorem podbudowy i ulepszonego podłoża z mieszanki gruntowej /kruszywowej ulepszonej dodatkiem CS.

Podbudowę z mieszanki gruntowej/kruszywowej wykonuje się, zgodnie z dokumentacją projektową, jako jedną monolityczną warstwę nośną składającą się ze wzmocnionego podłoża oraz podbudowy pomocniczej i zasadniczej. Podbudowę wraz z ulepszonym podłożem z mieszanki gruntowej/kruszywowej ulepszonej CS można wykonywać na drogach publicznych oraz przy poszerzeniach i wzmocnieniach istniejących konstrukcji nawierzchni i ulepszaniu podłoża drogowego. Szczegółowe zastosowanie jest opisane w Aprobacie technicznej IBDiM Nr AT/2011-02-2731/1.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Mieszanka gruntowa mieszanka gruntowa o optymalnym składzie zgodnie z wymogami technologii CS.

1.4.2. Mieszanka gruntowa ulepszona dodatkiem CS mieszanka gruntowa z optymalną ilością dodatku CS zgodną z receptą laboratoryjną, doprowadzona do wilgotności optymalnej.

1.4.3. Kapilarność czynna - wysokość, na jaką woda na skutek sił napięcia powierzchniowego, podniesie się w porach gruntu ponad poziom swobodnego zwierciadła przy podsiąkaniu od dołu.

1.4.4. Podbudowa z mieszanki gruntowej ulepszonej dodatkiem CS to jedna lub więcej warstw zagęszczonej mieszanki, która po osiągnięciu właściwych parametrów stanowi nośną część nawierzchni drogowej (podbudowa wraz z ulepszonym podłożem) zgodnie z AT.

1.4.5. Klasyfikacja wyrobu

PKWIU: 20.41.20.0

PCN: 3402 19 00

Pozostałe określenia są zgodne z podanymi w:

[1] D-00.00.00

[2] D-04.01.01

[3] D-04.04.00

[12] Aprobata Techniczna IBDiM Nr AT/2011-02-2731/1 *CONSOLID SYSTEM (CONSOLID444, SOLIDRY, DUOSOLID)* – dodatki do wzmocnienia, ulepszenia i trwałego uodpornienia na wodę (hydrofobizacji) gruntów

[13] *KKNPSK-CS:2011 Katalog Konstrukcji Nawierzchni z Podbudową Stabilizowaną Katalitycznie w Technologii (lub środkami CONSOLID SYSTEM)*

2. MATERIAŁY

Materiałami stosowanymi przy wykonaniu warstwy podbudowy z gruntu zmodyfikowanego katalitycznie wg zasad niniejszej ST są:

- grunt rodzimy lub wytworzona w wyniku uzupełniania brakujących frakcji mieszanka
- związek CONSOLID lub zamienny
- związek SOLIDRY, związek DUOSOLID lub zamienny
- woda

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwanie i składowanie podano w OST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 2 [1].

2.1.1. Grunt rodzimy

Grunt rodzimy przeznaczony do ulepszenia dodatkami katalitycznymi wg recepty powinien charakteryzować się optymalną zawartością frakcji pylasto-ilastej oraz dodatkowymi wymaganiami zgodnie z poniższą tablicą:

Tablica 1 Wymagania dla gruntów rodzimych

Lp.	Właściwości	Jednostka	Wymagania	Metody badań według
1	Zawartość frakcji $\leq 0,075$ mm	% (m/m)	≥ 20	PN-EN 933-1
2	Wskaźnik plastyczności, w_p - w_L	%	≥ 5	PN-88/B-04481
3	Zawartość części organicznych	% (m/m)	≤ 10	PN-88/B-04481

Jeżeli grunt rodzimy przeznaczony do ulepszenia nie spełnia kryteriów w zakresie zawartości odpowiedniej wielkości ziaren, to można uzupełnić brakujące ziarna. Końcowa krzywa uziarnienia powinna być ciągła bez luk wynikających z brakujących frakcji.

2.2. CONSOLID

CONSOLID ciecz koloru biało-beżowego; mieszanina czwartorzędowych związków amoniowych i amin tłuszczowych. W rozdrobnionym gruncie CONSOLID zmniejsza napięcie powierzchniowe wody zgromadzonej wokół cząstek gruntu, zrywa film wodny i w efekcie powoduje aglomerację (zlepianie) frakcji drobnych. CONSOLID⁴⁴⁴ powodując zmianę niektórych z cech gruntu doprowadza do trwałego i nieodwracalnego procesu, w wyniku, którego grunt uzdatniony przy jego pomocy posiada następujące właściwości w porównaniu do gruntu rodzimego (przed aplikacją związku):

- zmniejszony opór do zagęszczania – jako efekt utraty wody błonkowej
- zmniejszona tendencja do wzrostu kapilarnego wody
- zmniejszona przepuszczalność
- wyższa gęstość
- zdolność do kontynuowania przyspieszonego procesu aglomeracji w czasie
- zmniejszona wrażliwość na wodę
- ograniczona plastyczność i pęcznienie

CONSOLID aplikowany winien być zawsze w pełnym systemie katalitycznej modyfikacji tj. wraz z SOLIDRY

2.3. SOLIDRY

SOLIDRY -proszek koloru od ciemno- do jasnoszarego, - po aplikacji do gruntu i rozprowadzeniu w całej jego strukturze dokonuje hydrofobizacji gruntu tj. trwałej impregnacji zwiększającej znacznie odporność gruntu na absorpcję kapilarną wody. SOLIDRY® musi być stosowany łącznie z CONSOLID444®. SOLIDRY® zastosowany razem z CONSOLID444® poprzez doprowadzenie w zagęszczonym gruncie do zamknięcia kapilar, utrwała w czasie jego działanie.

2.4. DUOSOLID

Duosolid ciecz koloru biało-beżowego- jest środkiem dwufunkcyjnym zmniejszającym napięcie powierzchniowe i powodującym aglomerację frakcji drobnych oraz doprowadzającym w wyniku zachodzących reakcji wymiany jonów do hydrofobizację gruntu. Duosolid aplikowany może być, jako samodzielny dodatek do gruntu lub jako dodatek do spoiwa.

2.5. Woda

Woda stosowana do wykonania roztworu roboczego CONSOLID, DUOSOLID oraz ewentualnego dowlżzania mieszanki gruntowej powinna odpowiadać wymaganiom PN-B32250/1988 [7]. Do stabilizacji nadaje się woda pitna (wodociągowa) bez ograniczeń. Dopuszcza się również stosowanie wody z naturalnych cieków/zbiorników powierzchniowych i podziemnych o pH zbliżonym do neutralnego ± 1 . W takim przypadku należy przeprowadzić bieżącą kontrolę:

- zabarwienie - nie powinna wykazać,
- zapach - nie powinna wydzielać zapachu gnilnego,
- zawiesina - nie powinna zawierać grudek, kłaczków,

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu, na jakość wykonywanych robót. Szczegółowy wybór urządzeń do zagęszczenia pozostawia się Wykonawcy w zależności od jego możliwości i warunków terenowych. Sprzęt używany do robót powinien być zgodny z ofertą Wykonawcy oraz uzgodniony i zaakceptowany przez Nadzór.

3.2. Sprzęt stosowany do wykonania robót

- a) w przypadku wytwarzania mieszanki w mieszarkach i węzłach stacjonarnych:
- do rozkładania i wstępnego zagęszczania mieszanki w miejscu wbudowania, stosuje się układarki do rozkładania oraz równiarki,
 - w celu utrzymania prawidłowego profilu w czasie układania i zagęszczania oraz w celu zabezpieczenia krawędzi podbudowy można stosować prowadnice lub ciężkie szablony,
 - do zagęszczania mieszanki stosuje się walce wibracyjne lub statyczne gładkie bądź okołkowane, a w przypadku zagęszczania w miejscach trudnodostępnych zagęszczarki płytowe i ubijaki mechaniczne,
- b) w przypadku mieszania z gruntem rodzimym na miejscu:
- do dozowania komponentów systemu stosujemy:
 - CONSOLID – wóz asenizacyjny, autocysterna, polewaczka, opryskiwacz rolniczy, beczkowóz lub ręcznie.
 - DUOSOLID – wóz asenizacyjny, autocysterna, polewaczka, opryskiwacz rolniczy, beczkowóz lub ręcznie.
 - SOLIDRY – mobilny rozrzutnik mas sypkich, siewnik rolniczy itp. lub ręcznie.
 - do mieszania komponentów z gruntem stosuje się recyklery - gruntomieszarki, do spulchniania gruntu można stosować sprzęt rolniczy taki jak: pługi, brony, kultywatory,

- do zagęszczania mieszanki stosuje się walce statyczne, gładkie bądź okołkowane, tam gdzie podłoże na to pozwala wibracyjne, a w przypadku zagęszczania w miejscach trudnodostępnych zagęszczarki płytowe i ubijaki mechaniczne,
- do zapewnienia wilgotności optymalnej mieszanki stosuje się przewoźne zbiorniki na wodę, wyposażone w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody oraz zraszarki.

4. TRANSPORT

CONSOLID – transport odbywa się w szczelnie zamkniętych, oplombowanych i łatwych w manewrowaniu na placu budowy kanistrach plastikowych o pojemności 30 lit. lub beczkach 200 lit., dowolnymi środkami transportu zapewniającymi bezpieczny przewóz.

DUOSOLID – transport odbywa się w szczelnie zamkniętych, oplombowanych i łatwych w manewrowaniu na placu budowy kanistrach plastikowych o pojemności 30 lit., beczkach 200 lit. oraz w kontenerach o pojemności 1000lit., dowolnymi środkami transportu zapewniającymi bezpieczny przewóz.

SOLIDRY – transport odbywa się autocysternami – cementowozami, spełniającymi wymagania przepisów ruchu po drogach publicznych.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca jest odpowiedzialny, za jakość wykonanych robót, bezpieczeństwo wszelkich czynności na terenie budowy, metody użyte przy budowie oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową, szczegółową specyfikacją techniczną (SST) i poleceniami Nadzoru (Ogólne wymagania dotyczące robót podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 1.5) [1].

5.2. Ogólne zasady oraz zakres wykonania robót

Wykonawca jest odpowiedzialny:

- za prowadzenie robót zgodnie z warunkami umowy oraz za jakość zastosowanych materiałów i wykonanie robót, za ich zgodność z dokumentacją projektową, projektem organizacji robót opracowanym przez Wykonawcę oraz poleceniami Nadzoru,
- za stosowanie właściwej metody wykonania robót,
- za dokładne wytyczenie w planie i wyznaczenie wysokości wszystkich elementów robót zgodnie z wymiarami i rzędnymi określonymi w dokumentacji projektowej. Warunki wykonania i odbioru warstw z mieszanki ulepszonej dodatkiem CS powinny być zgodne z niniejszą Specyfikacją Techniczną.

5.3. Zasady wykonania robót

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową oraz SST. W przypadku braku wystarczających danych można korzystać z ustaleń podanych w niniejszej Specyfikacji Technicznej.

5.4. Wytyczne do zaprojektowania podbudowy z gruntu zmodyfikowanego katalitycznie - recepta

Za przygotowanie recepty odpowiada Wykonawca robót, który przedstawia ją Inwestorowi do zatwierdzenia. Recepta winna być opracowana dla konkretnych materiałów przez wyspecjalizowane Laboratorium, które w obecności Wykonawcy do tego celu winno dokonać poboru reprezentatywnych próbek gruntu.

Recepta winna być opracowana w oparciu o następujące źródła:

- dokumentację projektową,
- założenia materiałowe ujęte w Programie Zapewnienia Jakości (jeżeli został ustanowiony),
- wytyczne niniejszej specyfikacji, wyniki wykonanych badań materiałowych,
- Procedura Badawcza IBDIM Nr PB/TW-2/125:2011 [14],
- Procedura Badawcza NASCS Nr PB/RLAB - 1/:2011 [17],
- Procedura Badawcza NASCS Nr PB/KCS - 1/:2011 [18].

5.5. Wykonanie podbudowy

5.5.1. Przygotowanie podłoża

Podłoże, z którego będzie wykonywana lub na którym będzie układana warstwa z gruntu zmodyfikowanego katalitycznie, powinno być zagęszczone na miarę aktualnych możliwości wynikających z warunków panujących na budowie i na ile to możliwe wstępnie sprofilowane do wymaganych w projekcie spadków poprzecznych i podłużnych oraz przechyłek na łukach. Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania podbudowy powinny być wcześniej odpowiednio przygotowane

5.5.2. Wytwarzanie i układanie mieszanki – wytwórnia stacjonarna

W przypadku mieszania składników w wytwórni stacjonarnej (metoda in plant) wszystkie komponenty poza CONSOLID i DUOSOLID, łącznie z ewentualnym doziarnieniem i dodatkami ulepszającymi, mogą zostać użyte jednocześnie, a czas mieszania powinien

gwarantować jednorodność wymieszania wszystkich składników. CONSOLID lub DUOSOLID należy aplikować samodzielnie, w pierwszej kolejności.

Mieszankę należy układać mechanicznie. Mieszanka powinna być ułożona ściśle do przewidzianego profilu podbudowy z zapasem na zagęszczenie, określonym w czasie budowy. W celu utrzymania prawidłowego profilu w czasie układania i zagęszczania oraz w celu zabezpieczenia krawędzi podbudowy można stosować prowadnice. W przypadku wykonywania dwóch warstw podbudowy z mieszanki ulepszonej dodatkiem CS, układanie górnej warstwy powinno nastąpić bezpośrednio po zagęszczeniu dolnej.

5.5.3. Wytwarzanie mieszanki na miejscu.

Dozowanie składników katalitycznych:

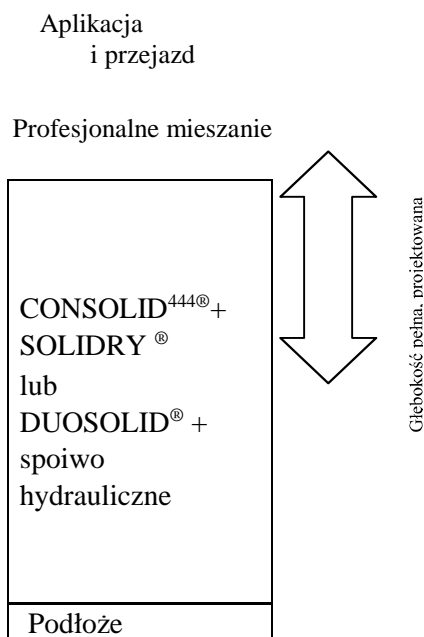
Dozowanie składników odbywać się będzie zgodnie ze schematem pokazanym na rysunku 1.

W pierwszej kolejności wykonane zostanie dozowanie komponentu Consolid⁴⁴⁴® lub Duosolid®. Dozowanie odbywać się będzie w postaci roztworu wodnego - przygotowanego wcześniej wg ustalonej recepty. Jeśli zaistnieje taka konieczność to grunt wstępnie zostanie wzruszony, co umożliwi bardziej efektywną penetrację komponentu oraz zredukuje spływanie aplikowanego środka z powierzchni. Dzięki układowi równomiernego wydatku dozowanie komponentu odbędzie się w całej szerokości pasa roboczego uzdatnianego gruntu.

Rysunek 1. Proces dozowania aktywatorów:

- Consolid® + Solidry®

- DUOSOLID® + SPOIWO HYDRAULICZNE



Dozowanie Solidry® lub spoiwa odbywać się będzie w postaci suchego drobnoziarnistego pyłu przy pomocy rozsypywacza w ilości na 1 m² wg ustalonej recepty. Mieszanie składników odbywać się będzie bezpośrednio na

pasie gruntu do czasu uzyskania przez mieszankę jednorodnego wyglądu na całej grubości spulchnianej w trakcie mieszania warstwy.

Jakość mieszania stanowi krytyczny element skuteczności działania aktywatorów i od jego poziomu bezpośrednio uwarunkowane jest ograniczenie absorpcji kapilarnej gruntu.

Następnie wykonane zostaną prace wstępnego zagęszczenia, profilowania oraz zagęszczania ostatecznego do wymaganego poziomu zagęszczenia. Czas od momentu aplikacji aktywatorów i rozpoczęcia stabilizowania do zakończenia wałowania nie powinien przekroczyć 2,0 – 3,0 h.

Mineralne dodatki ulepszające (doziarnienie: w zależności od receptury laboratoryjnej – materiał/grunt sypki i/lub spoisty, dodatki osuszające, czynniki egzotermiczne) powinny zostać rozłożone równomiernie na całej powierzchni wykonywanego odcinka i przemieszane z gruntem do założonej głębokości.

Po wymieszaniu mieszanki gruntowej należy sprawdzić jej wilgotność, jeżeli odbiega od wilgotności optymalnej (patrz 5.5.3) o więcej +3% i -1%, mieszankę należy osuszyć/zwilżyć i ponownie wymieszać.

W przypadku mocno zawilgoconego gruntu niezbędne może okazać się wstępne osuszanie przy pomocy dodatku osuszającego.

Zabudowa mieszanki jest możliwa w temperaturze $> 0^{\circ}\text{C}$.

Podczas wykonywania prac, należy na bieżąco kontrolować prognozy pogody, aby zapobiec pracom w niekorzystnych warunkach atmosferycznych, tj. podczas obfitych opadów atmosferycznych.

W przypadku, kiedy opady atmosferyczne zaskoczą Wykonawcę, w momencie, gdy płynny środek Consolid lub Duosolid będzie już zaaplikowany, można wstrzymać prace nawet do dnia następnego bez negatywnych konsekwencji dla działania technologii. W przypadku, gdy opady wystąpią po zadozowaniu Solidry lub spoiwa hydraulicznego, dopuszcza się maksymalną przerwę w wykonywanych pracach na czas do 5 godzin, niemniej jednak konieczne jest wymieszanie i zagęszczenie podbudowy tego samego dnia.

UWAGA: Bezwzględnie kontrolowana w całym okresie musi być wilgotność materiału zagęszczanego – wzrost wilgotności naturalnej mieszanki spowodowany wystąpieniem opadów należy ponownie skorygować do wilgotności optymalnej z tolerancją +3%, -1%

5.5.4. Zagęszczenie mieszanki

Po wymieszaniu składników mieszanki powierzchnię wykonanej warstwy należy wstępnie zagęścić (najlepiej walcem okołkowanym), następnie wyprofilować zgodnie z projektem i przystąpić do zagęszczania końcowego, które powinno być wykonywane przy poziomie wilgotności optymalnej mieszanki.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia gruntu. Wskaźnik zagęszczenia I_s podbudowy nie powinien być mniejszy niż określony w tabelicy 2.

Tablica 2. Zagęszczenie podbudowy

Lp.	Zastosowanie	Zagęszczenie			
		I_s			I_0
		KR1 KR2	KR3 KR4	KR5 KR6	KR1 KR6
1	Podbudowa zasadnicza dla KR 1 - KR 4	1,00	$\geq 1,03$	-	$\leq 2,2$

Zagęszczanie należy wykonywać sprzętem mechanicznym metodami statycznymi lub dynamicznymi. Orientacyjne wytyczne dla pracy sprzętu zagęszczającego podane zostały w tabelicy 3.

Tablica 3. Orientacyjne wytyczne dla pracy sprzętu zagęszczającego

Lp.	Rodzaj	Orientacyjna liczba przejazdów
1	Walce gładkie 12-16 ton	14-16

2	Walce okołkowane 12-16 ton	16-18
---	-------------------------------	-------

Możliwe jest stosowanie innych maszyn zagęszczających oraz sposobów zagęszczania po uprzednim sprawdzeniu ich efektywności w konkretnych warunkach budowy na polu roboczym. Zagęszczanie warstw o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się od krawędzi i przesuwać się pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się, w stronę osi jezdni. Zagęszczanie warstw o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niżej położonej krawędzi i przesuwać się pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się, w stronę wyżej położonej krawędzi.

Pojawiające się w czasie zagęszczania zaniżenia, ubytki, rozwarstwienia i podobne wady, muszą być natychmiast naprawiane, ewentualne dodanie brakującej mieszanki gruntowej albo ścięcie nadmiaru, wyrównanie i ponowne zagęszczenie.

Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd. Zagęszczanie należy rozpocząć natychmiast po wymieszaniu gruntu z komponentami systemu, a zagęszczanie mieszanki gruntowej winno być zakończone w dniu prowadzenia robót. Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki określonego w Tabelicy 2. Alternatywnie zagęszczenie gruntu można oceniać na podstawie wskaźnika odkształcenia I_0 . W przypadkach wątpliwych, rozstrzygającym parametrem oceny zagęszczenia jest wskaźnik zagęszczenia I_s .

W przypadku osiągnięcia zbyt niskiego poziomu zagęszczenia, proces zagęszczania można dalej kontynuować, analogicznie jak to ma miejsce w przypadku gruntów naturalnych czy kruszyw stabilizowanych mechanicznie, aż do osiągnięcia wymaganej wartości zagęszczenia.

Ogólne zasady zagęszczania i doboru sprzętu podane są w ST D-02.03.01 Roboty ziemne. Wykonanie nasypów [4].

5.5.5. Pielęgnacja podbudowy

Po wykonaniu zagęszczenia warstwy z gruntu ulepszonego w technologii CS nie ma potrzeby jej szczególnej pielęgnacji. W przypadku wysokich temperatur zewnętrznych może dochodzić do zbyt intensywnego parowania materiału co doprowadza do niekorzystnych gwałtownych zmian sztywności na grubości warstwy. W takich sytuacjach zaleca się jego skropienie wodą po 12 h od zagęszczenia.

Podbudowa po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Dopuszcza się budowlany ruch kołowy po 48 godzinach od zakończenia procesu zagęszczania pod warunkiem uzyskania min. wartości dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd}^{min} wykonanej warstwy zgodnie z tabelicą 4.

Tabela 4 Minimalne wartości dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd}^{min}

Kategoria obciążenia ruchem	min Moduł dynamiczny odkształcenia E_{vd} [MPa]	
	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza
KR1, KR2	≥ 60	≥ 50
KR3	≥ 70	≥ 60
KR4	≥ 80	≥ 70
KR5, KR6	-	≥ 70

Podczas oceny nośności wykonanej warstwy lekką płytą dynamiczną dopuszczalna jest odchyłka wartości dynamicznego modułu odkształcenia o 10% od wartości wymaganej, w nie więcej niż 10% punktów kontrolnych (1 pomiar na 10 wykonanych).

Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Nadzoru, gotową podbudowę do ruchu budowlanego jest obowiązany do dopuszczenia ruchu łącznie z prędkością ograniczoną do 30 km/h, z całkowitym zakazem wykonywania gwałtownych manewrów. Wszelkie możliwe uszkodzenia wywołane przez niewłaściwy ruch jest on zobowiązany naprawić na swój koszt. Wykonawca jest zobowiązany wstrzymać budowlany ruch kołowy po

okresie intensywnych opadów deszczu, z uwagi na wystąpienie po tych opadach szczególnej możliwości uszkodzenia podbudowy.

Jeżeli wyprofilowana i zagęszczona podbudowa uległa nadmiernemu zawilgoceniu, to do układania warstwy bitumicznej można przystąpić dopiero po jej naturalnym osuszeniu.

Warstwa podbudowy z gruntu modyfikowanego katalitycznie bez względu na rodzaj zastosowanego dozowania hydrofobowego komponentu SOLIDRY lub DUOSOLID musi być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaakceptowany przez Nadzór.

5.5.6. Układanie nawierzchni na podbudowie

Układanie nawierzchni na podbudowie z mieszanki gruntowej ulepszonej katalitycznie (CS) wykonuje się nie wcześniej niż po osiągnięciu przez ulepszoną warstwę parametru odbiorowego wyrażonego ugięciem sprężystym U lub wtórnym modułem odkształcenia E_2 zgodnie z tablicą 7 ST.

5.5.7. Odcinek próbny (poletko doświadczalne)

Jeżeli przewidziano konieczność wykonania odcinka próbnego to, co najmniej na 3 dni przed rozpoczęciem robót, Wykonawca powinien wykonać odcinek próbny w celu:

- stwierdzenia czy sprzęt budowlany do spulchnienia, mieszania, rozkładania i zagęszczania jest właściwy,
- określenia grubości warstwy materiału w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- określenia potrzebnej liczby przejść walców do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia warstwy.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć materiałów oraz sprzętu takich, jakie będą stosowane do wykonywania podbudowy. Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić od 200 do 400 m².

Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Nadzór.

Wykonawca może przystąpić do wykonywania podbudowy po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Nadzór.

5.5.8. Typowe konstrukcje nawierzchni z podbudową w technologii CS

Typowe konstrukcje nawierzchni z podbudową stabilizowaną w technologii CONSOLID SYSTEM (lub środkami NASCON SYSTEM) znajdują się w dokumencie *KKNPSK-CS:2011*

Katalog Konstrukcji Nawierzchni z Podbudową Stabilizowaną Katalitycznie w Technologii CONSOLID SYSTEM (lub środkami CONSOLID SYSTEM) [12], stanowiącym załącznik do niniejszej ST.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Celem kontroli jakości robót powinno być takie sterowanie ich przygotowaniem i wykonaniem, aby osiągnąć założoną jakość robót. Wykonawca jest zobowiązany określić zamierzony sposób wykonania robót, możliwości techniczne, kadrowe i plan organizacji robót gwarantujący wykonanie robót zgodnie z dokumentacją projektową oraz ustaleniami akceptowanymi przez Nadzór.

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania, ewentualnie wyniki badań materiałów wykonane przez dostawcę itp.

Producent komponentów chemicznych CS przez wystawienie krajowej deklaracji zgodności oświadcza, na swoją wyłączną odpowiedzialność, że wyrób jest zgodny ze specyfikacją techniczną. Krajową deklarację zgodności producent przechowuje i przedkłada właściwym organom kontroli na ich żądanie.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Wykonawca przed przystąpieniem do robót powinien potwierdzić przydatność gruntu do modyfikowania technologią katalityczną CS. W warunkach gdy materiał przeznaczony do ulepszenia mieści się w granicach optymalnego uziarnienia lub zostanie on doprowadzony do optymalnego, Wykonawca przechodzi do rozpoznania parametrów ulepszanego gruntu oraz laboratoryjnego określenia optymalnej recepty roboczej zgodnej z wytycznymi technologii CS.

Decydującym kryterium przydatności mieszanki gruntowej uzdatnionej katalitycznie komponentami CS do wykonania z niej warstwy podbudowy jest skuteczna zmiana właściwości gruntu ze względu na towarzyszące wszystkim rodzajom gruntu niepożądane zjawisko kapilarności czynnej. Komponenty CS modyfikują grunt i w efekcie tego w większości przypadków zredukowana zostaje wysokość, na jaką woda podnosi się ponad poziom zwierciadła wody przy podsiąkaniu od dołu tzw. kapilarność czynna.

Szczegółowy sposób postępowania określony został w Procedurze Badawczej NASCS Nr PB/KCS - 1/: 2011 [18] stanowiącej integralną część niniejszej SST.

Badania w czasie robót

6.3.1. Pobieranie próbek

Próbki będą pobierane losowo oraz na każde żądanie Inspektora Nadzoru. Na zlecenie Inspektora Nadzoru Wykonawca będzie przeprowadzać dodatkowe badania tych materiałów, które budzą wątpliwości co do jakości, o ile kwestionowane materiały nie zostaną przez Wykonawcę usunięte lub ulepszone z własnej woli. Pojemniki do pobierania próbek będą dostarczone przez Wykonawcę. Próbki dostarczone przez Wykonawcę do badań będą odpowiednio opisane i oznakowane.

6.3.2. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów Częstotliwość oraz zakres pomiarów podano w tablicy 6.

Tablica 6. Częstotliwość badań i pomiarów

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań przypadająca na maksymalną powierzchnię	Maksymalna powierzchnia podbudowy lub ulepszanego podłoża przypadająca na jedno badanie (m ²)
1	2	3	4
1	Sprawdzenie właściwości gruntu	2	1000 m ²
2	Wilgotność mieszanki		
3	Jednorodność i głębokość wymieszania		
4	Zagęszczenie warstwy		
5	Oznaczanie odporności na absorpcję kapilarną	6	1000 m ²

6.3.3. Sprawdzenie właściwości gruntu

Właściwości gruntu należy badać przy każdej widocznej i uznanej za istotną zmianie rodzaju gruntu. Właściwości powinny być zgodne z przyjętymi na etapie badań kontrolnych.

6.3.4. Wilgotność mieszanki gruntu stabilizowanego chemicznie

Wilgotność mieszanki powinna być równa wilgotności optymalnej, określonej w receptce, z tolerancją +3%, -1%.

6.3.5. Jednorodność i głębokość wymieszania

Jednorodność wymieszania gruntu z aktywatorami polega na ocenie wzrokowej odsłoniętych, odkrywek na całą głębokość mieszania gruntu ze spoiwem chemicznym CONSOLID SYSTEM, o wymiarach, co najmniej 0,3 m x 0,3 m. Głębokość wymieszania mierzy się w odległości min. 0,5 m od krawędzi warstwy gruntu ulepszanego i powinna być taka, aby grubość warstwy po zagęszczeniu była równa projektowanej.

6.3.6. Zagęszczenie mieszanki

Mieszanka powinna być zagęszczana do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia I_s nie mniejszego niż 1,00. Alternatywne zagęszczenie gruntu można ustalić na podstawie wskaźnika odkształcenia I_0 , równego odpowiedniemu stosunkowi modułów odkształcenia wtórnego E_2 do pierwotnego E_1 .

6.3.7. Odbiór końcowy parametrów podbudowy

Ostateczny odbiór zagęszczonej warstwy podbudowy należy dokonać z wykorzystaniem ugięciomierza belkowego wg BN-70/8931-06 [9] lub poprzez pomiar czaszy ugięć ugięciomierza dynamicznego typu FWD. Przeliczenia ugięć pomiędzy obiema metodami należy wykonywać wg zależności podanej w KWiRN PiP tj.:

- ugięcia średnie $BB = 1,08 \text{ FWD}$
- ugięcia miarodajne $BB = 1,24 \text{ FWD}$

Wymagane ostatecznie wartości ugięcia sprężystego należy przyjmować wg tablicy 7.

Równocześnie dopuszcza się alternatywną procedurę odbiorową wykorzystywaną dla podbudowy wykonanej z kruszywa za pomocą obciążenia statycznego płytą o średnicy 300 mm wg metodyki podanej w PN-S-02205:1998 załącznik B [6]. Wymagane wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 należy przyjmować wg tablicy 7.

W przypadku nie uzyskania odpowiedniej nośności badania należy powtórzyć na drugi dzień lub później po obniżeniu wilgotności warstwy podbudowy.

Zaleca się przeprowadzenie ostatecznego pomiaru ugięć wykonanej konstrukcji (na ostatniej warstwie pakietu bitumicznego – warstwie ścieralnej) ugięciomierzem dynamicznym typu FWD w celu wyznaczenia poszczególnych modułów sprężystości nawierzchni (w tym podbudowy modyfikowanej katalitycznie) oraz

weryfikacji przyjętej na etapie projektowania trwałości zmęczeniowej ostatecznie wykonanej konstrukcji nawierzchni.

Tablica 7 Parametry odbiorowe podbudowy

Lp.	Zastosowanie	Ugięcie sprężyste mierzone belką Benkelmana pod kołem 50 kN na podbudowie CONSOLID SYSTEM [mm]				Minimalny wtórny moduł odkształcenia E_2 mierzony płytą o średnicy 30 cm [MPa]		
		KR1	KR2	KR3	KR4	KR1 KR2	KR3 KR4	KR5 KR6
1	Podbudowa zasadnicza	2,8		2,4		120	160	-
2	Podbudowa pomocnicza	3,2				120	140	160

Częstotliwość badań parametru odbiorowego sprawdzanej warstwy określona została w tablicy 8 SST.

Tablica 8 Częstotliwość oraz zakres badań nośności wykonanej podbudowy

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1	<p>Nośność podbudowy określana:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ugięciem sprężystym U • wtórnym modułem odkształcenia E_2 • dynamicznym modułem odkształcenia E_{vd} 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> w śladzie prawego koła na każdym pasie ruchu nie rzadziej niż co 25 mb co najmniej 2 przekroje na 1000 m² co najmniej 10 punktów na każde 1000m²

6.3. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy lub ulepszonego podłoża z dodatkiem NASCON TECHNOLOGY

6.4.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych podaje tablica 9 ST.

Tablica 9 Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej podbudowy lub ulepszonego podłoża ulepszonych dodatkiem CS.

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1	Szerokość	10 razy na 1 km
2	Równość podłużna	w sposób ciągły planografem albo co 20 m łąką na każdym pasie ruchu
3	Równość poprzeczna	10 razy na 1 km
4	Spadki poprzeczne ^{*)}	10 razy na 1 km
5	Rzędne wysokościowe	co 100 m
6	Ukształtowanie osi w planie ^{*)}	
7	Grubość podbudowy i/lub ulepszonego podłoża	w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ²

*) Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych.

6.4.2. Szerokość warstwy

Sprawdzenie szerokości warstwy polega na zmierzeniu przymiarem liniowym (taśmą mierniczą), prostopadle do osi drogi, odległości jej przeciwległych brzegów.

6.4.3. Równość warstwy

Nierówności podłużne warstwy należy mierzyć 4-metrową łatą lub planografem, zgodnie z normą BN-68/8931-04. Nierówności poprzeczne warstwy należy mierzyć 4-metrową łatą. Nierówności nie powinny przekraczać 15 mm.

6.4.4. Spadki poprzeczne warstwy

Spadki poprzeczne warstwy powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją $\pm 0,5\%$.

6.4.5. Rzędne wysokościowe warstwy

Różnice pomiędzy rzędnymi wykonanej warstwy a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać + 1 cm, - 2 cm.

6.4.6. Ukształtowanie osi warstwy

Oś warstwy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osie projektowej o więcej niż 5 cm.

6.4.7. Grubość warstwy

Grubość warstwy należy mierzyć bezpośrednio po jej zagęszczeniu w odległości, co najmniej 0,5 m od krawędzi. Grubość warstwy nie może różnić się od projektowanej o więcej niż $\pm 5\%$.

6.4.8. Powierzchnia warstwy

Ze względu na możliwą szeroką rozpiętość frakcyjną mieszanki gruntowej lub gruntowokruszywowej, lokalne ubytki (zagłębienia) w powierzchni nie należy traktować, jako wady. Nierówności te mogą zostać uzupełnione i wyrównane kruszywem o uziarnieniu 0/16 mm, w zależności od wielkości zagłębienia lub mogą zostać wyrównane materiałem pierwszej warstwy bitumicznej.

6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami warstwy

6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne warstwy

Jeżeli po wykonaniu badań na zagęszczonej warstwie stwierdzi się, że:

- Jeżeli rzędne wysokościowe warstwy będą za niskie, wówczas należy dowieźć brakującą ilość gruntu oraz zadozować odpowiednią ilość komponentów. Następnie wymieszać dodatkową warstwę na głębokość o 10cm, celem nawiązania się do wcześniej wykonanej warstwy.
- Jeżeli rzędne wysokościowe są za wysokie należy ściągnąć nadmiar materiału. Jeśli konieczne będzie ściągnięcie warstwy grubszej niż 2 cm, wówczas należy doprowadzić teren do rzędnych projektowanych. Należy dozować komponenty odpowiadające ilości jaka znajdowała się w ściągniętej warstwie. Następnie ponownie przeprowadzić proces mieszania na projektowaną głębokość i wykonać proces zagęszczania jak poprzednio.
- Jeżeli szerokość warstwy będzie mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewni ona podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca poszerzy podbudowę przez spulchnienie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu, dołożenie materiału i powtórne zagęszczenie.

6.5.2. Niewłaściwe parametry odbiorowe warstwy

Jeżeli parametry odbiorowe podbudowy będą odbiegać od wymaganych, to Wykonawca niezwłocznie wykona wszelkie roboty naprawcze niezbędne do zapewnienia wymaganych parametrów.

7. OBMIAR ROBÓT

Obmiar robót będzie określać faktyczny zakres wykonywanych robót zgodnie z dokumentacją projektową i SST, w jednostkach ustalonych w kosztorysie. Obmiaru robót dokonuje Wykonawca po pisemnym powiadomieniu Nadzoru o zakresie obmierzanych robót i terminie obmiaru, co najmniej na 3 dni przed tym terminem. Wyniki obmiaru powinny zostać wpisane do książki obmiarów.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Rodzaje odbiorów robót

W zależności od ustaleń w dokumentacji technicznej, roboty podlegają następującym etapom odbioru:

- odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu,
- odbiorowi częściowemu,
- odbiorowi ostatecznemu,
- odbiorowi pogwarancyjnemu.

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu polega na finalnej ocenie ilości i jakości wykonywanych robót, które w dalszym procesie realizacji ulegną zakryciu. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu będzie dokonany w czasie umożliwiającym wykonanie ewentualnych korekt i poprawek bez hamowania ogólnego postępu robót.

Odbioru robót dokonuje Nadzór.

Gotowość danej części robót do odbioru zgłasza Wykonawca wpisem do dziennika budowy i jednoczesnym powiadomieniem Nadzory. Jakość i ilość robót ulegających zakryciu ocenia Nadzór na podstawie dokumentów zawierających komplet wyników badań laboratoryjnych i na podstawie przeprowadzonych pomiarów, w konfrontacji z dokumentacją projektową i uprzednimi ustaleniami.

8.3. Odbiór częściowy

Odbiór częściowy polega na ocenie ilości i jakości wykonanych części robót. Odbioru częściowego robót dokonuje się wg zasad jak przy odbiorze ostatecznym robót.

Odbioru robót dokonuje Nadzór.

8.4. Odbiór ostateczny robót

8.4.1. Zasady odbioru ostatecznego robót

Odbiór ostateczny polega na finalnej ocenie rzeczywistego wykonania robót w odniesieniu do ich ilości, jakości i wartości. Całkowite zakończenie robót oraz gotowość do odbioru ostatecznego będzie stwierdzona przez Wykonawcę wpisem do dziennika budowy z bezwzględnym powiadomieniem na piśmie o tym fakcie Nadzór.

Odbiór ostateczny robót nastąpi w terminie ustalonym w dokumentach umowy, licząc od dnia potwierdzenia przez Nadzór zakończenia robót i przyjęcia dokumentów, o których mowa w punkcie 8.4.2.

Odbioru ostatecznego robót dokona komisja wyznaczona przez Zamawiającego w obecności Nadzoru i Wykonawcy. Komisja odbierająca roboty dokona ich oceny jakościowej na podstawie przedłożonych dokumentów, wyników badań i pomiarów, ocenie wizualnej oraz zgodności wykonania robót z dokumentacją projektową, SST i innymi ustaleniami.

W toku odbioru ostatecznego robót komisja zapozna się z realizacją ustaleń przyjętych w trakcie odbiorów robót zanikających i ulegających zakryciu, zwłaszcza w zakresie wykonania robót uzupełniających i robót poprawkowych.

W przypadkach niewykonania wyznaczonych robót poprawkowych lub robót uzupełniających w warstwie ścieralnej lub robotach wykończeniowych, komisja przerwie swoje czynności i ustali nowy termin odbioru ostatecznego.

W przypadku stwierdzenia przez komisję, że jakość wykonywanych robót w poszczególnych asortymentach nieznacznie odbiega od wymaganej dokumentacją projektową i SST z uwzględnieniem tolerancji i nie ma większego wpływu na cechy eksploatacyjne obiektu i bezpieczeństwo ruchu, komisja dokona potrąceń, oceniając pomniejszoną wartość wykonywanych robót w stosunku do wymagań przyjętych w dokumentach umowy.

8.4.2. Dokumenty do odbioru ostatecznego

Podstawowym dokumentem do dokonania odbioru ostatecznego robót jest protokół odbioru ostatecznego robót sporządzony wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Do odbioru ostatecznego Wykonawca jest zobowiązany przygotować następujące dokumenty:

- dokumentację projektową podstawową z naniesionymi zmianami oraz dodatkową, jeśli została sporządzona w trakcie realizacji umowy,
- szczegółowe specyfikacje techniczne (podstawowe z dokumentów umowy i ew. uzupełniające lub zamiennie),
- recepty i ustalenia technologiczne,
- dzienniki budowy i książki obmiarów (oryginały),
- wyniki pomiarów kontrolnych oraz badań i oznaczeń laboratoryjnych, zgodne z SST, □ deklaracje zgodności lub certyfikaty zgodności wbudowanych materiałów zgodnie z SST
- opinię technologiczną sporządzoną na podstawie wszystkich wyników badań, obliczeń i pomiarów załączonych do dokumentów odbioru, wykonanych zgodnie z SST,
- rysunki (dokumentacje) na wykonanie robót towarzyszących (np. na przełożenie linii telefonicznej, energetycznej, gazowej, oświetlenia itp.) oraz protokoły odbioru i przekazania tych robót właścicielom urządzeń,

- geodezyjną inwentaryzację powykonawczą robót i sieci uzbrojenia terenu, □ kopię mapy zasadniczej powstałej w wyniku geodezyjnej inwentaryzacji powykonawczej.

W przypadku, gdy wg komisji, roboty pod względem przygotowania dokumentacyjnego nie będą gotowe do odbioru ostatecznego, komisja w porozumieniu z Wykonawcą wyznaczy ponowny termin odbioru ostatecznego robót.

Wszystkie zarządzane przez komisję roboty poprawkowe lub uzupełniające będą zestawione wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Termin wykonania robót poprawkowych i robót uzupełniających wyznaczy komisja.

8.5. Odbiór pogwarancyjny

Odbiór pogwarancyjny polega na ocenie wykonanych robót związanych z usunięciem wad stwierdzonych przy odbiorze ostatecznym i zaistniałych w okresie gwarancyjnym. Odbiór pogwarancyjny będzie dokonany na podstawie oceny wizualnej obiektu z uwzględnieniem zasad opisanych w punkcie 8.4.

Producent komponentów chemicznych CS udziela gwarancji na okres ustalony w umowie. Gwarancją objęte jest poprawne działanie CS w warstwie konstrukcji drogowej. W sytuacjach wątpliwych weryfikacja następuje poprzez pobranie próbek kontrolnych z wykonanych odkrywek w miejscach występujących wad i dokonania oceny działania systemu na podstawie badań laboratoryjnych.

9. PRZEPISY ZWIĄZANE

9.1. Szczegółowe specyfikacje techniczne

- [1] D-00.00.00
- [2] D-04.01.01
- [3] D-04.04.00
- [4] D-02.03.01

9.2. Polskie Normy

- [5] PN-S-96012:1997 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem
- [6] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania
- [7] PN-B-32250 Materiały Budowlane. Woda do betonów i zapraw
- [8] BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą
- [9] BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym
- [10] BN-77/8931-12 Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu
- [11] PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu

9.3. Inne dokumenty

- [12]Aprobata Techniczna Nr AT/2011-02-2731 CONSOLID SYSTEM (CONSOLID⁴⁴⁴, SOLIDRY, DUOSOLID) – dodatki do wzmocnienia, ulepszenia i trwałego uodpornienia na wodę (hydrofobizacji) gruntów
- [13]KKNPSK-CS:2011 Katalog konstrukcji nawierzchni z podbudową stabilizowaną w technologii CONSOLID SYSTEM (lub środkami CONSOLID SYSTEM)
- [14]Procedura Badawcza IBDIM Nr PB/TW-2/125:2011
- [15]Procedura Badawcza IBDIM Nr PB/TW-2/127:2011
- [16]Procedura Badawcza IBDIM Nr PB/TW-2/128:2011
- [17]Procedura Badawcza NASCS Nr PB/RLAB - 1/:2011
- [18]Procedura Badawcza NASCS Nr PB/KCS - 1/:2011