

Instrukcja stosowania mieszanek hydraulicznie związanych

1. PRZED DOSTAWĄ

Z perspektywy zamawiającego (inwestora lub zarządcy drogi), etap przygotowania przed dostawą mieszanek hydraulicznie związanych jest kluczowy dla zapewnienia jakości, terminowości i zgodności robót z wymaganiami kontraktowymi. Do głównych obowiązków zamawiającego należą:

- Weryfikacja dokumentacji technicznej – przed rozpoczęciem dostaw zamawiający powinien wyspecyfikować parametry mieszanki. Na tej podstawie zostanie opracowana przez wykonawcę na podstawie badań laboratoryjnych receptura mieszanki związanej hydraulicznie, zgodnie z PN-S-96012, PN-EN 14227 i WT-5. Specyfikacja powinna zawierać wszystkie wymagane/niezbędne parametry mieszanki.
- Weryfikacja zaplecza technicznego i organizacyjnego wykonawcy – zamawiający ocenia zdolność wykonawcy do zapewnienia ciągłości dostaw i zgodności technologicznej poprzez wizytację węzła produkcyjnego, kontrolę wag, mieszarek, systemów dozowania i ewidencji surowców.
- Zatwierdzenie harmonogramu robót i dostaw – harmonogram musi uwzględniać warunki atmosferyczne, dostępność transportu i pojemność produkcyjną węzła. Zamawiający powinien wymagać aktualizacji harmonogramu w przypadku zmiany warunków pogodowych lub technologicznych.
- Ocena warunków klimatycznych i sezonowych – przed rozpoczęciem dostaw zamawiający sprawdza prognozy pogodowe i może wstrzymać rozpoczęcie robót przy przewidywanych spadkach temperatury poniżej +5°C.

Tabela 1 – Zakres obowiązków zamawiającego przed dostawą mieszanek hydraulicznie związanych

Czynność	Cel	Dokument potwierdzający	Odpowiedzialny
Wyspecyfikowanie parametrów	Zapewnienie zgodności z projektem	Protokół zatwierdzenia recepty	Zamawiający
Kontrola zaplecza wykonawcy	Potwierdzenie zdolności technicznej	Protokół inspekcji węzła	Zamawiający
Zatwierdzenie harmonogramu dostaw	Koordinacja robót i dostaw	Plan robót z podpisem stron	Zamawiający

Cemex Polska Sp. z o.o.

z siedzibą w Warszawie, adres: ul. Krakowiaków 46, 02-255 Warszawa, tel. +48 (22) 57 14 100, fax +48 (22) 571 41 01

Organ rejestrowy: Sąd Rejonowy dla m.st. Warszawy w Warszawie, XIV Wydział Gospodarczy KRS, KRS 0000037375, Regon 012192639, NIP 9511496432, BDO: 000000439, Kapitał zakładowy 314 268 600,00 zł



Wszystkie decyzje i ustalenia powinny być udokumentowane w formie pisemnej w dzienniku budowy oraz w rejestrze dokumentacji jakościowej.

2. TRANSPORT I ZABEZPIECZENIE MIESZANKI

2.1. Wymagania ogólne

Transport mieszanek hydraulicznie związanych stanowi kluczowy etap procesu technologicznego, wpływający na ich właściwości robocze, jednorodność oraz uzyskane parametry wytrzymałościowe. Celem transportu jest dostarczenie mieszanki w stanie umożliwiającym jej bezpośrednie wbudowanie, bez utraty wilgotności, segregacji uziarnienia ani rozpoczęcia procesów wiązania.

Wszystkie czynności transportowe muszą być prowadzone w sposób zorganizowany, z zachowaniem ciągłości robót, tak aby mieszanka była rozładowywana nie później niż w ciągu 2 godzin od momentu jej przygotowania (w przypadku mieszanek cementowych), chyba że dokumentacja technologiczna przewiduje inaczej.

2.2. Środki transportu

Do przewozu mieszanek stosuje się pojazdy i urządzenia zapewniające ochronę przed segregacją i utratą wilgoci, w szczególności:

- Samochody samowyładowcze z uszczelnianą skrzynią ładunkową, wyposażone w plandeki lub przykrycia brezentowe chroniące przed deszczem, wiatrem i nasłonecznieniem.
- Przyczepy niskopodwoziowe z zabudowanymi ścianami, jeśli wymagane jest przewożenie większych objętości mieszanki w warunkach utrudnionych (np. teren budowy o ograniczonym dojeździe).

Wszystkie środki transportu powinny być czyste, suche i wolne od resztek wcześniej przewożonych materiałów. Nie dopuszcza się stosowania pojazdów z uszkodzonymi skrzyniami ładunkowymi, w których mogłoby dojść do przecieku wody lub strat materiału.

2.3. Czas i warunki transportu

Tabela 2 – Czas transportu od momentu załadunku do rozpoczęcia rozładunku nie może przekraczać:

Rodzaj mieszanki	Maksymalny czas transportu	Uwagi
Cementowa	2 godziny	W temp. +10 ÷ +25°C
Popiołowo-cementowa	2 godziny	W temp. +10 ÷ +25°C

Rodzaj mieszanki	Maksymalny czas transportu	Uwagi
Mieszanki z dodatkami hydraulicznie aktywnymi	2 godziny	Zabezpieczenie przed przegrzaniem i wysychaniem

W okresie obniżonych temperatur (poniżej +5°C) czas ten należy skrócić o 30 – 40%, a pojazdy muszą być wyposażone w izolowane skrzynie lub plandeki termiczne.

2.4. Zabezpieczenie mieszanki w czasie transportu

Podczas transportu mieszanka powinna być zabezpieczona przed:

- wysychaniem (zwłaszcza przy wietrznej i upalnej pogodzie) – poprzez natychmiastowe przykrycie plandeką,
- deszczem i śniegiem – stosować plandeki nieprzemakalne i szczelne,
- segregacją – unikać gwałtownego hamowania, nadmiernych wstrząsów i zbyt dużych prędkości,
- przegrzewaniem – w lecie pojazdy parkować w cieniu; w upale możliwe jest spryskanie wnętrza skrzyni wodą przed załadunkiem,
- zamarzaniem – w zimie stosować maty termoizolacyjne, a mieszankę przygotowywać z kruszyw i wody o temperaturze > +10°C.

2.5. Organizacja transportu

Zamawiający lub kierownik robót powinien zapewnić:

- odpowiednią liczbę środków transportu tak, aby utrzymać ciągłość dostaw,
- koordynację między węzłem produkcyjnym a placem budowy (np. harmonogram wyjazdów),
- prowadzenie rejestru dostaw, w którym zapisuje się: datę, godzinę załadunku i rozładunku, typ mieszanki, objętość, temperaturę i wilgotność w momencie dostawy,
- kontrolę stanu technicznego pojazdów – czystości, uszczelnienia, działania mechanizmów wyładunku.

2.6. Postępowanie w przypadku przerw i opóźnień

W przypadku postoju pojazdu lub dłuższego oczekiwania na rozładunek:

- mieszankę należy chronić przed utratą wody, a jeśli to możliwe – delikatnie przemieszczać przed rozładunkiem,
- jeśli czas od wytworzenia przekroczył wartości dopuszczalne, mieszanka podlega odrzuceniu,

- wszelkie odstępstwa należy zapisać w dzienniku budowy i przekazać do akceptacji nadzorowi technicznemu.

2.7. Wymagania w warunkach obniżonych temperatur

Podczas transportu mieszanek w temperaturach poniżej +5°C należy:

- stosować środki transportu z izolowanymi skrzyniami lub przykryciami termoizolacyjnymi,
- podgrzewać wodę zarobową lub kruszywo (jeśli dopuszcza to receptura),
- unikać transportu w czasie intensywnych opadów śniegu lub przy temperaturze poniżej 0°C,
- skrócić czas transportu i czas między załadunkiem a rozładunkiem,
- kontrolować temperaturę mieszanki przed rozładunkiem (nie niższą niż +5°C).

2.8. Kontrola jakości podczas transportu

W trakcie transportu wykonuje się kontrolę:

- temperatury mieszanki przy załadunku i rozładunku,
- stopnia jednorodności (brak rozsegregowania),
- wilgotności (porównanie z wartością projektową),
- wizualnego stanu mieszanki (brak zbryleń, nadmiernego pylenia lub wysychania).

W przypadku niespełnienia wymagań, mieszanka nie może być wbudowana.

3. PRZED WBUDOWANIEM

Przed rozpoczęciem wbudowania mieszanki należy przygotować podłoże oraz urządzenia technologiczne.

- **Oczyszczenie i profilowanie podłoża:** powierzchnia powinna być wolna od pyłów, gliny, lodu i wody stojącej. W razie potrzeby zastosować mechaniczne szczotkowanie.
- **Warunki klimatyczne:** temperatura podłoża i powietrza powinna wynosić minimum +5°C.
- **Rozłożenie warstwy kontrolnej (geowłóknina lub warstwa oddzielająca)** – zapobiega utracie wody zarobowej przez podłoże.
- **Kontrola grubości i ułożenia mieszanki próbnej** – przed właściwym wbudowaniem zaleca się wykonanie odcinka próbnego o długości minimum 30 m w celu oceny parametrów zagęszczania i wykończenia.

Tabela 3 – Kontrola przed wbudowaniem

Czynność	Częstotliwość	Metoda kontroli	Przykładowe wymaganie
Oczyszczenie podłoża	každorazowo	wizualna	brak zanieczyszczeń
Pomiar temperatury podłoża	každorazowo	termometr	$> +5^{\circ}\text{C}$
Próba zagęszczania	na odcinku próbnym	płyta dynamiczna	$E2/E1 < 2.5$

4. PODCZAS ROZŁADUNKU I WBUDOWANIA

Podczas wbudowania mieszanki hydraulicznie związanej obowiązuje zachowanie szczególnych zasad technologicznych:

- **Rozładunek** – mieszanka powinna być rozładowywana równomiernie, warstwami o grubości zgodnej z projektem (najczęściej 15 – 25 cm). W przypadku opóźnień należy zaniechać wbudowywania mieszanki, jeśli rozpoczęło się jej wiązanie.
- **Zagęszczanie** – wykonuje się walcami statycznymi i wibracyjnymi, przy czym liczbę przejść dobiera się do grubości warstwy i rodzaju mieszanki.
- **Kontrola czasu od wymieszania do zagęszczenia** – nie może przekroczyć 120 minut dla mieszanek cementowych i 90 minut dla popiołowych.
- **Temperatura otoczenia** – nie niższa niż $+5^{\circ}\text{C}$, a przy mieszankach z dodatkami popiołowymi i żużłowymi $+8^{\circ}\text{C}$.

W okresie obniżonych temperatur zaleca się:

- stosowanie ogrzewanych składników lub wody,
- stosowanie namiotów lub osłon termicznych nad miejscem układania,
- unikanie zagęszczania na podłożu przemarzniętym,
- wydłużenie okresu pielęgnacji o 50 – 100% w stosunku do standardowego.

Etapy i rodzaje walców:

1. Wstępne zagęszczanie:

- Walce stalowe gładkie, statyczne lub wibracyjne o masie 6 – 10 ton.
- Liczba przejść: 2 – 4 (wartość przykładowa).
- Celem jest wyrównanie powierzchni i zamknięcie pustek powietrznych.

2. Zagęszczanie zasadnicze:

Cemex Polska Sp. z o.o.

z siedzibą w Warszawie, adres: ul. Krakowiaków 46, 02-255 Warszawa,
tel. +48 (22) 57 14 100, fax +48 (22) 571 41 01

Organ rejestrowy: Sąd Rejonowy dla m.st. Warszawy w Warszawie, XIV Wydział
Gospodarczy KRS, KRS 0000037375, Regon 012192639, NIP 9511496432,
BDO: 000000439, Kapitał zakładowy 314 268 600,00 zł



- Walce wibracyjne stalowe (pojedyncze lub tandemowe) o masie 10 – 18 ton.
- Częstotliwość drgań: 25 – 50 Hz.
- Amplituda drgań: 0,5 – 1,0 mm (dla mieszanek cementowych) lub 1,0 – 1,5 mm (dla mieszanek popiołowych i żużlowych).
- Liczba przejazdów: 4 – 6 (wartość przykładowa)
- Należy prowadzić przejazdy od krawędzi do środka jezdni, z nakładką 1/3 szerokości walca.

3. Zagęszczanie końcowe:

- Walce ogumione (pneumatyczne) o nacisku jednostkowym 0,5 – 0,8 MPa.
- Liczba przejazdów: 2 – 4, (wartość przykładowa) w celu wyrównania powierzchni i zamknięcia struktury.

4. Zagęszczanie końcowe – wygładzające:

- Walce stalowe gładkie bez wibracji (masa 10 – 14 ton).
- Liczba przejazdów: 2 – 3 (wartość przykładowa), w celu uzyskania równej, gładkiej powierzchni gotowej do pielęgnacji.

Dodatkowe zalecenia:

- Walce powinny pracować w kolumnie, w sposób zsynchronizowany, aby uniknąć powstawania szczelin między pasami zagęszczania.
- Nie dopuszcza się postoju walców na gorącej mieszance ani długotrwałego cofania.
- Prędkość walca powinna wynosić 2 – 4 km/h w fazie wibracyjnej i 4 – 6 km/h w fazie statycznej.
- W przypadku mieszanek popiołowych i żużlowych zaleca się ograniczenie intensywności wibracji, aby nie doprowadzić do rozsegregowania frakcji drobnych.
- Liczbę przejazdów walca należy określić na podstawie prób zagęszczenia i uzyskania wskaźnika $I_s \geq 1,0$.

Tabela 4 – Orientacyjna liczba przejazdów walców w zależności od rodzaju mieszanki

Rodzaj mieszanki	Walec wibracyjny	Walec ogumiony	Walec stalowy gładki
Cementowa	4–6	2–3	2
Popiołowo-cementowa	5–7	3–4	2–3
Wapienna/żużłowa	6–8	3–5	2–3

5. WYKOŃCZENIE POWIERZCHNI

Po zakończeniu zagęszczania powierzchnię należy wyrównać i nadać jej odpowiednią teksturę. Celem jest uzyskanie powierzchni gładkiej, lecz z zachowaniem mikrotekstury umożliwiającej przyczepność kolejnych warstw.

Metody:

- **Zacieranie mechaniczne lub ręczne,**
- **Równanie listwą wibracyjną** dla warstw konstrukcyjnych,
- **Nadanie profilu spadków** – zgodnie z projektem drogowym (zazwyczaj 2 – 3%).

Po wyrównaniu należy natychmiast przystąpić do pielęgnacji, aby zapobiec utracie wody.

6. PO ZAKOŃCZENIU UKŁADANIA – PIELĘGNACJA

Pielęgnacja mieszanek hydraulicznie związanych zależy od rodzaju spoiwa:

Mieszanki cementowe:

- Utrzymywać powierzchnię w stanie wilgotnym przez minimum 7 dni.
- Stosować maty jutowe, folię PE lub preparaty pielęgnacyjne na bazie parafiny.
- Przy temperaturze < +10°C wydłużyć okres pielęgnacji do 14 dni.
- Zakaz ruchu budowlanego przez min. 3 dni.

Mieszanki popiołowo-cementowe:

- Ze względu na wolniejsze tempo hydratacji wymagają dłuższej pielęgnacji (10 – 14 dni).
- W pierwszych 48 h utrzymywać temperaturę powierzchni > +8°C.
- Stosować przykrycia izolacyjne oraz ewentualne dogrzewanie powietrzem.

Mieszanki wapienne i żuźłowe:

- Proces wiązania przebiega wolniej – pielęgnacja do 21 dni.
- Chronić przed wysychaniem i mrozem przez cały okres dojrzewania.

Tabela 5 – Zalecany czas pielęgnacji wg rodzaju mieszanki

Typ mieszanki	Temperatura powietrza	Minimalny okres pielęgnacji
Cementowa	+20°C	7 dni
Cementowa	+5°C	14 dni
Popiołowo-cementowa	+20°C	10 dni

Cemex Polska Sp. z o.o.

z siedzibą w Warszawie, adres: ul. Krakowiaków 46, 02-255 Warszawa,
tel. +48 (22) 57 14 100, fax +48 (22) 571 41 01

Organ rejestrowy: Sąd Rejonowy dla m.st. Warszawy w Warszawie, XIV Wydział
Gospodarczy KRS, KRS 0000037375, Regon 012192639, NIP 9511496432,
BDO: 000000439, Kapitał zakładowy 314 268 600,00 zł



Typ mieszanki	Temperatura powietrza	Minimalny okres pielęgnacji
Popiołowo-cementowa	+5°C	14 dni
Wapienna/żużłowa	+20°C	14 dni
Wapienna/żużłowa	+5°C	21 dni

W przypadku nagłego spadku temperatury poniżej 0°C należy przerwać roboty i zabezpieczyć wykonane odcinki matami termoizolacyjnymi.

7. POBIERANIE PRÓBEK DO BADAŃ

7.1 Próbki do badania mieszanek związanych hydraulicznie wg norm serii PN-EN 14227 pobieraj zgodnie z aktualnym wydaniem normy PN-EN 13286-1, a mieszanek wg krajowych norm branżowych zgodnie z pkt. 3.6.5.3 PN-S-096012.

7.2 Próbki pobrane w miejscu wbudowywania mieszanek, do czasu ich przewiezienia do laboratorium, zabezpiecz odpowiednio przed utratą wody, przemrożeniem, uszkodzeniami mechanicznymi, tak aby nie doszło do zniszczenia ich wewnętrznej struktury. W przeciwnym wypadku uzyskane wyniki badania wytrzymałości i trwałości nie będą reprezentatywne

8. OGRANICZENIA W OKRESIE OBNIŻONYCH TEMPERATUR

W warunkach obniżonych temperatur należy:

- Wstrzymać prace przy temperaturze $< +0^{\circ}\text{C}$.
- Chronić materiały przed przemarzaniem.
- Stosować ogrzewane węzły betoniarskie i podgrzewaną wodę.
- Wydłużyć okres pielęgnacji o co najmniej 50%.
- Pomiary temperatury powietrza i podłoża prowadzić co 2 godziny.

Tabela 6 – Dopuszczalne warunki prowadzenia robót zimowych

Parametr	Wartość minimalna	Uwagi
Temperatura mieszanki przy wbudowaniu	+5°C	Mierzona na etapie produkcji
Temperatura podłoża	+5°C	Kontrolowana termometrem kontaktowym

Cemex Polska Sp. z o.o.

z siedzibą w Warszawie, adres: ul. Krakowiaków 46, 02-255 Warszawa,
tel. +48 (22) 57 14 100, fax +48 (22) 571 41 01

Organ rejestrowy: Sąd Rejonowy dla m.st. Warszawy w Warszawie, XIV Wydział
Gospodarczy KRS, KRS 0000037375, Regon 012192639, NIP 9511496432,
BDO: 000000439, Kapitał zakładowy 314 268 600,00 zł



Parametr	Wartość minimalna	Uwagi
Temperatura powietrza	+0°C	Poniżej – przerwać roboty

UWAGI

Instrukcja niniejsza stanowi kompleksowy dokument technologiczny do stosowania w robotach drogowych z użyciem mieszanek hydraulicznie związanych, zgodnie z aktualnymi normami europejskimi i krajowymi oraz wytycznymi GDDKiA (WT-5).

Odpowiedzialność firmy CEMEX za mieszanki związane hydraulicznie kończy się z chwilą podpisania przez odbiorcę dokumentu dostawy, a w przypadku, gdy transport leży po stronie CEMEX, z chwilą rozładunku. W przypadku jakiegokolwiek ingerencji odbiorcy w skład wyprodukowanej mieszanki, niewłaściwego sposobu transportu, wbudowania etc. firma CEMEX nie odpowiada za produkt końcowy (wykonany element).

W przypadku pytań lub wątpliwości skontaktuj się z przedstawicielem handlowym lub technologiem CEMEX

Cemex Polska Sp. z o.o.

z siedzibą w Warszawie, adres: ul. Krakowiaków 46, 02-255 Warszawa,
tel. +48 (22) 57 14 100, fax +48 (22) 571 41 01

Organ rejestrowy: Sąd Rejonowy dla m.st. Warszawy w Warszawie, XIV Wydział
Gospodarczy KRS, KRS 0000037375, Regon 012192639, NIP 9511496432,
BDO: 000000439, Kapitał zakładowy 314 268 600,00 zł

