

ZAPRAWY I BETONY NA KRUSZYWIE RECYKLINGOWYM STOSOWANE W BUDYNKACH INWENTARSKICH

Dorota DWORZAŃCZYK*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: W pracy zamieszczono badania zapraw i betonów cementowych na kruszywie z recyklingu z możliwością zastosowania ich na posadzki w budynkach inwentarskich oraz opisano badania derywatograficzne tych zapraw i betonów. Omówiono korozję w budynkach inwentarskich oraz przedstawiono aparaturę badawczą i jej możliwości badawcze. Uzyskano betony na kruszywie z recyklingu betonowego, które pod względem wytrzymałości spełniają wymagania klas C 30/37 i C 35/45.

Słowa kluczowe: zaprawa cementowa, beton, kruszywo z recyklingu, badania derywatograficzne.

1. Obiekty inwentarskie

Powodem degradacji większości rolniczych obiektów budowlanych jest ich niska jakość, brak bieżącej konserwacji i napraw, złe odwodnienie oraz destrukcyjny wpływ warunków atmosferycznych i środowiska, w którym pracują. Rozwiązaniem powyższych problemów jest wykonanie obiektu budowlanego we właściwej jakości i technologii. Decyzja o inwestycji budowlanej w produkcji zwierzęcej należy do bardzo kosztownych. W interesie rolników jest, zatem wybór takiego projektu konstrukcyjnego, technicznego i technologicznego, który da możliwość uzyskania poprawnych warunków utrzymania zwierząt i jednocześnie uwzględni wszystkie wymogi formalno-prawne. Trafność decyzji jest jeszcze o tyle utrudniona, że nowy budynek inwentarski, adaptacja oraz modernizacja starych obiektów wykonuje się z perspektywą kilkudziesięcioletnią. Wymagania techniczne i technologiczne budynków inwentarskich obejmują: system utrzymania zwierząt, system żywienia, transportu i zadawania paszy oraz system usuwania odchodów.

W zależności od zastosowanej technologii produkcji trzody chlewnej dzielimy ją na dwa podstawowe rodzaje:

- ściółkową tj. o podłogach betonowych wyściełanych słomą, o posadzkach samooczyszczających się, o dużym, 8-10% kącie nachylenia,
- bez ściółkową tj. o podłogach szczelinowych lub częściowo szczelinowych. W przypadku utrzymania trzody bez ściółki wymagana jest odpowiednia szerokość otworów i beleczek w podłodze.

Utrzymanie prawidłowego mikroklimatu w budynkach inwentarskich jest jednym z podstawowych warunków właściwego chowu i hodowli bydła, na który składa się: temperatura, wilgotność względna powietrza, wentylacja i prędkość powietrza, koncentracja gazów, stopień zapylenia. Optymalna wilgotność względna powietrza w budynkach i pomieszczeniach inwentarskich powinna wynosić 60 - 80%.

Prawo budowlane zawiera ogólne wytyczne związane z usytuowaniem budowli rolniczych i projektu zagospodarowania działki lub terenu, które powinny być zgodne z decyzją o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu. Szerokość zorganizowanych ciągów dojazdowych do budowli rolniczych powinna wynosić, co najmniej 3 m. Budynki inwentarskie nie mogą (w myśl przepisów) bezpośrednio sąsiadować z budynkami mieszkalnymi, należy zachować odległość minimum 4 m od granicy działki, a w przypadku, gdy budynek jest wyposażony w dach mogący rozprzestrzeniać ogień odległość ta powinna wynieść minimum 12 m. Budynki inwentarskie powinny zapewniać zwierzętom odpowiednią ochronę przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi, być łatwe w czyszczeniu i dezynfekcji. Jednym z najtrudniejszych problemów do rozwiązania przy produkcji zwierzęcej, jest usuwanie obornika (Rutczyński, 2007).

Do dziś znajdują zastosowania prymitywne składowiska (składowanie obornika bezpośrednio na gruncie), które według norm powinny spełniać określone wymagania i ulec modernizacji.

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: d.dworzanczyk@pb.edu.pl

2. Skład obornika

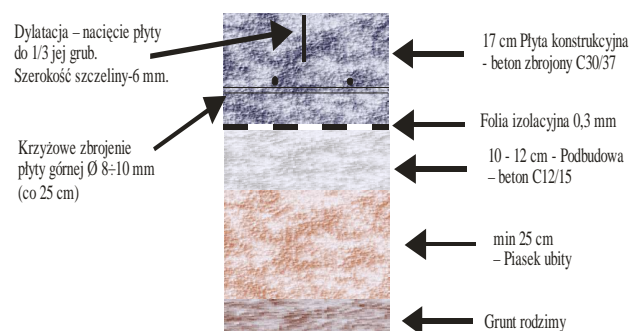
Niezwykle duże zagrożenie dla trwałości konstrukcji budowlanej stanowi skład chemiczny obornika. W skład gnojowicy wchodzi m.in.: amoniak (zawartość od 250 mg/dm^3 do 4100 mg/dm^3), siarczany ($150\text{-}940 \text{ mg/dm}^3$), chlorki ($550\text{-}1030 \text{ mg/dm}^3$) oraz agresywny dwutlenek węgla ($2860\text{-}5000 \text{ mg/dm}^3$), jej poziom pH waha się między 6,8 a 8,1. Proces korozji przyspiesza również temperatura towarzysząca zakwaszeniu, osiągająca wartość od 50°C do 70°C . Takie warunki są przede wszystkim niebezpieczne dla betonu cementowego, będąc przyczyną niszczenia jego struktury. Najbardziej wrażliwy na niszczenie jest zaczyn cementowy, z uwagi na swój skład mineralogiczny. Podczas przepływu przez beton cieczy agresywnych przemiany destrukcyjne zachodzą w wyniku reakcji składników zaczynu: wodorotlenku wapnia i glinianów wapniowych, a następnie krzemianów wapniowych. Powolne wymywanie z nich wapnia prowadzi do całkowitego zniszczenia struktury zaczynu. Wiele niebezpieczeństw grozi również powierzchniom betonowym i stalowym w magazynach nawozów mineralnych. Sól Candlotá, powoduje korozję rozsadzającą, elektrolity powstałe w roztworach wodnych, przyspieszają korozję elektrochemiczną metali. Części betonowe konstrukcji budynków inwentarskich oraz budowli im towarzyszących zagrożone są szybko postępującą korozją. Dla betonów w budownictwie rolniczym należy, zatem przyjmować klasę ekspozycji XA2 lub XA3 (agresja chemiczna) oraz XF3 (agresywne oddziaływanie zamrażania/odmrażania). Dla tak zdefiniowanego zagrożenia określone są skład oraz właściwości betonu. Minimalna klasa betonu, to dla ekspozycji XA2 i XF3 jest C30/37, a dla XA3 – C35/45. Ponadto dla zbiorników i płyt obornikowych wymaga się wysokiej wodoszczelności W6 lub W8. Na rysunku 1

przedstawiono przykładowy przekrój przez konstrukcję płyty obornikowej.

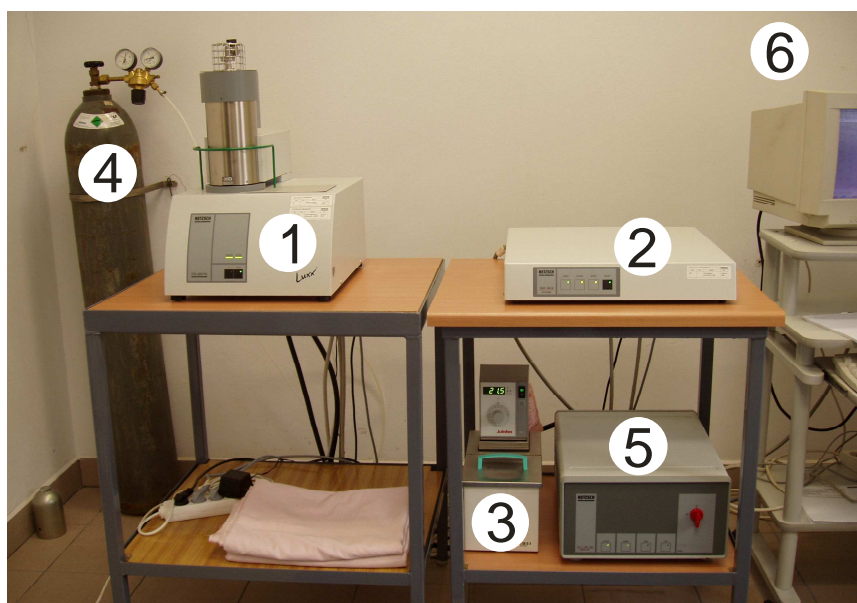
3. Badania strukturalne zapraw i betonów - analiza termiczna: DTG, DTA, TG

Badania strukturalne materiałów wykorzystywanych w budynkach inwentarskich mają duże znaczenie ze względu na to, że mogą dać wskazówki pozwalające określić stan pogorszenia jakości materiału i ewentualne zagrożenia konstrukcji np. w przypadku starzenia, czy pracy w agresywnym środowisku. Badania strukturalne, do których należą badania derywatograficzne (analiza termiczna) mogą dać wskazówki, co do „stanu zdrowia” betonu czy zapraw np. w przypadku destrukcji posadzek w budynkach inwentarskich. Instrukcja 363/99 Instytutu Techniki Budowlanej określa przykładowo oznaczenia struktury stwardniałych podkładów podłogowych na podstawie badań instrumentalnych (ITB, 1999).

Na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej znajduje się pracownia badań strukturalnych wyposażona w stanowisko do badań derywatograficznych, które przedstawia rysunek 2.



Rys. 1. Konstrukcja płyty obornikowej



Rys. 2. Stanowisko do badań derywatograficznych: 1 – piec, 2 – jednostka sterująca, 3 – termostat, 4 – butla z N_2 , 5 – układ zasilania, 6 – stanowisko z oprogramowaniem do zbierania danych

4. Przykładowe wyniki badań wybranych zapraw cementowych i zaczynów wyseparowanych z betonu na kruszywie z recyklingu

Badania wykonano z zastosowaniem cementu CEM II A-V 42,5N. Zakres obejmował badania normowe oraz badania własne. Próbkę zapraw cementowych wykonano na bazie piasku zwykłego. Cementy pucolanowe dają wzrost wytrzymałości w dłuższym okresie dojrzewania. Badania przeprowadzone na zaprawach cementowych dotyczyły określenia wpływu domieszki upłynniającej na wybrane cechy fizyczne i mechaniczne. Zastosowano domieszkę, która jest roztworem kompozycji na bazie modyfikowanej siarczanowanej żywicy melaminowo-formaldehydowej. Stosuje się ją w ilościach od 0,5% do 3% w stosunku do masy cementu. Stosowanie tego typu domieszek upłynniających pozwala zmniejszyć zużycie cementu o 10÷20%, przy zachowaniu początkowej wytrzymałości betonu. W efekcie stosowania domieszki następuje zwiększenie szczelności tworzywa, zmniejszenie porowatości i w konsekwencji poprawienie odporności na działanie substancji agresywnych, lepsza

mrozoodporność i odporność na środki odladzające, poprawa odporności na ścieranie, lepsza przyczepność betonu nowego do starego. Dodatkowo badania wykonano na dwóch składach mieszanek betonowych o różnej zawartości kruszywa z recyklingu (0%, 50%). Skład zaprojektowano metodą znanego zaczynu przy zachowaniu stałej konsystencji i stałej ilości cementu (Bołtryk i in., 2007).

Procentowy udział wybranych składników cementów portlandzkich oraz zapraw cementowych przedstawiono w tabelach 1 i 2. Tabela 3 przedstawia zawartości wybranych składników w zaczynach cementowych wyseparowanych z kruszywa wtórnego oraz z betonu na kruszywie wtórnym (Jarmontowicz i in., 1983; Dworzańczyk, 2006).

Derywatogramy przykładowych badań zaprawy cementowej na cemencie CEM IIAV 42,5N oraz zaczynu cementowego w betonie na kruszywie z recyklingu przedstawiają rysunki 3 i 4 (Dworzańczyk, 2006; Bołtryk i in., 2007).

Tabela 1. Udział wybranych składników w badanych cementach

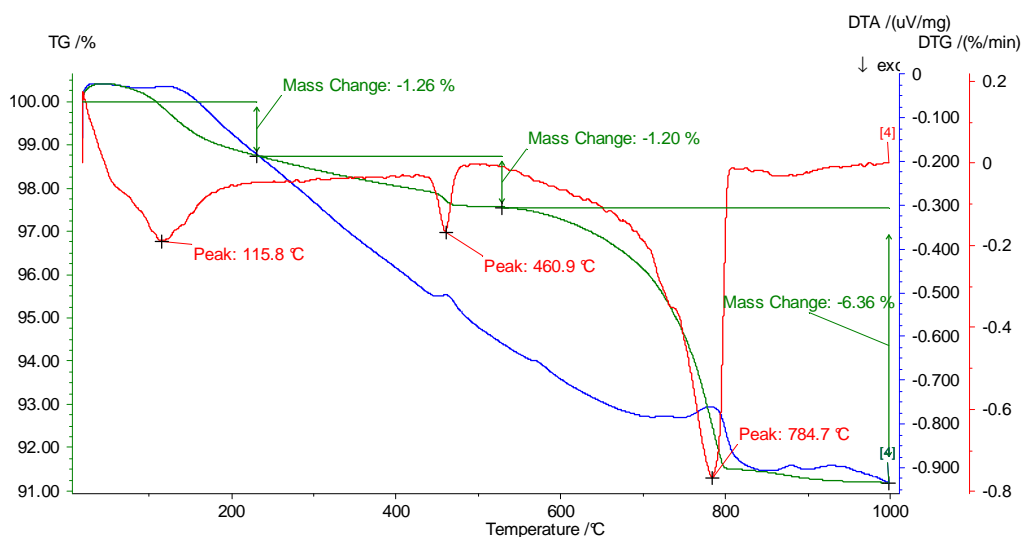
Rodzaj cementu	Składniki cementu [%]					
	woda związana			Ca(OH) ₂	CaCO ₃	straty prażenia
	H _I	H _{CH}	Σ			
CEM I 32,5R	0,39	0,28	0,67	1,15	2,18	1,16
CEM II A-V 42,5N	0,63	0,78	1,41	3,20	4,83	3,54

Tabela 2. Udział wybranych składników w badanych zaprawach cementowych

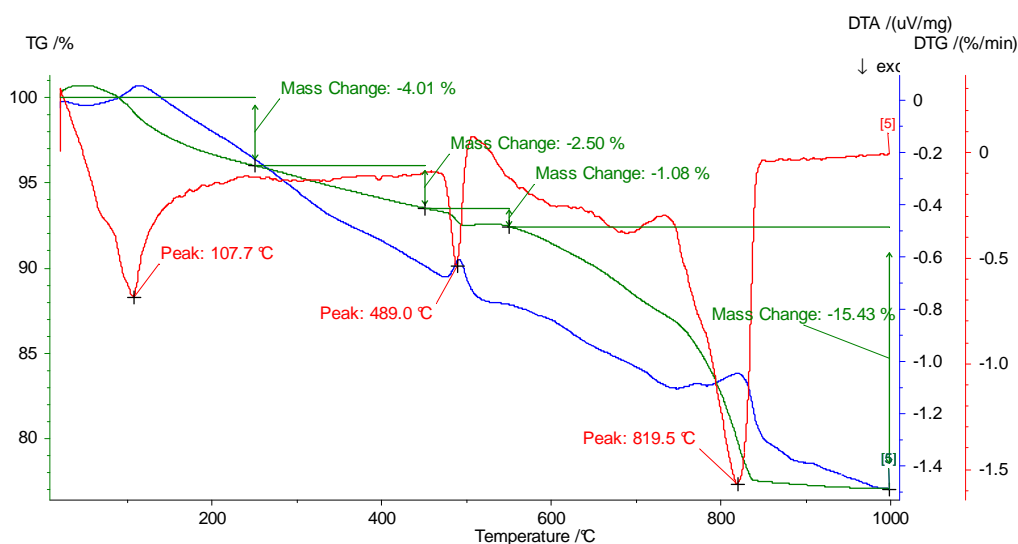
Rodzaj cementu	Składniki zaprawy [%]				
	woda związana			Ca(OH) ₂	straty prażenia
	H _I	H _{CH}	Σ		
CEM II A-V 42,5N bez domieszki	1,26	1,20	2,46	4,93	8,82
CEM II A-V 42,5N z domieszką	2,03	1,23	3,26	5,05	9,75

Tabela 3. Zawartość wybranych składników w zaczynach cementowych wyseparowanych z kruszywa wtórnego oraz z betonu na kruszywie wtórnym

Nazwa	w/c	Składniki zaczynu [%]				
		woda związana			Ca(OH) ₂	CaCO ₃
		H _I	H _{CH}	Σ		
Separat zaczynu cementowego	Nieznany	4,31	2,99	7,03	30	29,90
Separat zaczynu cementowego z betonu na kruszywie wtórnym	0,52	4,47	1,87	6,34	26,08	16,65



Rys. 3. Derywatogram zaprawy cementowej na cemencie CEM IIAV 42,5N



Rys. 4. Derywatogram zaczynu cementowego w betonie na kruszywie z recyklingu

5. Wnioski

Wybrane i zaprezentowane przykładowe wyniki badań derywatograficznych pozwalają wnioskować, że betony na kruszywie z recyklingu betonowego pod względem wytrzymałości spełniają wymagania klas C 30/37 i C 35/45, a zatem pod tym względem z powodzeniem mogą być zastosowane na posadzki w budynkach inwentarskich. Natomiast znaczna ilość wodorotlenku wapnia i węglanu wapnia, w badanych próbkach wskazuje na wysoką karbonatyzację betonu.

Ponadto badana nasiąkliwość betonów z kruszywem z recyklingu jest znacznie podwyższona w stosunku do betonów na kruszywie otoczkowym. Zastosowane do betonu kruszywo wtórne posiada o 20% niższą gęstość pozorną niż kruszywo naturalne. Jego porowatość jest 14-krotnie większa a nasiąkliwość 5-krotnie większa w stosunku do kruszywa naturalnego. Natomiast badane zaprawy cementowe uzyskały wyniki wytrzymałościowe odpowiadające marce M20, niska zawartość składników

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ i CaCO_3 daje możliwości uzyskania wysokiej szczelności posadzek, którą można dodatkowo podnieść stosując preparaty hydrofobizujące. Zastosowanie domieszki upłynniającej do betonu poprawia jego porowatość, uszczelnia mieszkankę a to pozwala na zastosowanie zapraw i betonów na posadzki w budynkach narażonych na działanie agresywnego środowiska.

Literatura

- Bołtryk M., Pawluczuk E., Dworżańczyk D. (2007). *Kruszywo wtórne – właściwości i zastosowanie do betonów zwykłych. Problemy naukowo-badawcze budownictwa. Tom III. Materiały, technologie i organizacja w budownictwie. PAN. Białystok.*
- Dworżańczyk D. (2006). *Analiza wpływu domieszki upłynniającej na wybrane cechy zapraw cementowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej. Budownictwo Zeszyt 27. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej Białystok.*

Instrukcja ITB 363/99 (1999). Oznaczanie składu i struktury stwardniałych podkładów podłogowych. *Institut Techniki Budowlanej*, Warszawa.

Jarmontowicz A. (red.) (1983). Metody kompleksowych badań laboratoryjnych betonów lekkich. *Institut Techniki Budowlanej*, Warszawa.

Rutczyński J. (2007). Poradnik. Jak poprawnie wykonać płytę obornikową? *Lafarge*.

MORTARS AND CONCRETE USED IN LIVESTOCK BUILDINGS

Abstract: The paper presents a stand for thermogravimetric examinations of cement mortars and concretes. Corrosion in livestock buildings is discussed. The paper presents testing equipment, its technical specification and possibilities of the research stand. Exemplary test results of cement mortars and concretes with recycled aggregate are presented with the possibility of applying them for floors in the livestock buildings.

Pracę wykonano w ramach realizacji zadania statutowego S/WBIŚ/1/10 realizowanego w Politechnice Białostockiej.