

Jak i czym usuwać wykwit wapienne?

■ Grzegorz Śmierzka, ZPB Kaczmarek, Polska

Przedmiotowy artykuł powstał w reakcji, na coraz częściej oferowane na rynku, środki chemiczne do usuwania wykwitów wapiennych. Problem białych nalotów, na świeżych wyrobach betonowych, najczęściej wytwarzanych w technologii wibroprasowania, znany jest od dawna. Odpowiednio ukierunkowana wiedza z technologii betonu, potrafi do minimum ograniczyć poziom ich występowania, lecz minimum nie oznacza zera. Finalni klienci rozczarowani, możliwym efektem końcowym, tj. białymi nalotami na ułożonej nawierzchni z betonowego bruku, po uzyskaniu od Producenta informacji, zgodnie z aktualnymi, zharmonizowanymi normami, iż to naturalne zachowanie betonu „nie podlega reklamacji”, zaopatrują się w środki, które zgodnie z reklamą, całkowicie usuwają wykwit wapienne.

Prostotę ich działania zrozumie każdy, kto zaliczył podstawowy kurs chemii w szkole podstawowej. Wykwit wapienny to zasada o wysokim odczynie pH (o wartości około 12 -14). Aby go usunąć, poprzez neutralizację, należy zastosować substancję o skrajnie niskim pH, o wartości od 1 do 3, czyli kwas, tak, aby wyjściowo, uzyskać powierzchnię betonową o odczynie pH od 6 do 9. Można, więc stwierdzić, iż oferowane środki to roztwory kwasów, które w zależności od ich rodzaju, stopnia stężenia, ilości jak i czasu dozowania, mogą: nie zadziałać, skutecznie usunąć wykwit lub w skrajnych przypadkach, zniszczyć strukturę betonu – fot. 1.



1. Różnica w „sile reagowania” dwóch środków do usuwania wykwitów.

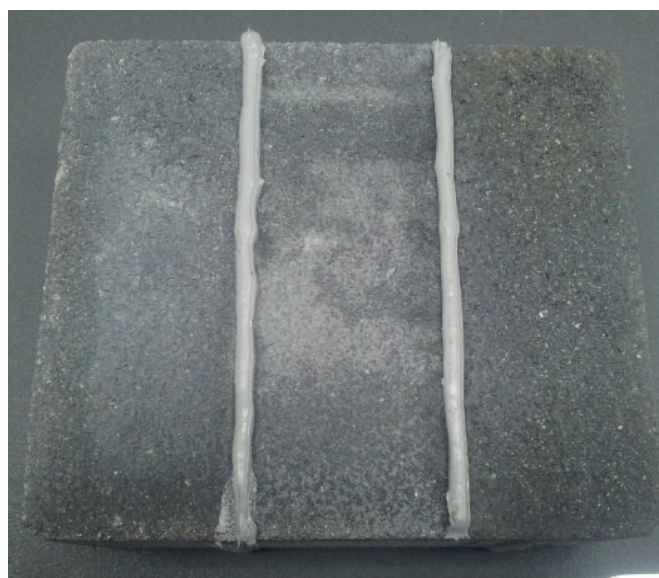
Wszystko to na wyłączną odpowiedzialność końcowych Użytkowników – fot. 2.

Zapisy normowe

W normach „rodzin” prefabrykatów betonowej galanterii drogowej [1, 2, 3] w punkcie 5.4.1. „Wygląd”, zapisano iż „ewentualne wykwit nie mają szkodliwego wpływu na właściwości użytkowe, betonowych ... (prefabrykatów) ... brukowych i nie są uważane za istotne”. Z punktu widzenia technologii betonu, stwierdzenie to jest oczywiste, jednakże dla klienta, nie zawsze zrozumiałe. Przyczynę powstawania wykwitów, ich budowę oraz konsekwencje pojawienia się na wyrobach betonowych, szeroko opisano i zobrazowano, między innymi w [4, 5]. W niniejszym artykule podjęto próbę oceny bezpieczeństwa aplikacji dostępnych na rynku środków do usuwania wykwitów, dla ludzi jak i przyszłej eksploatacji betonowych bruków.

Skład chemiczny środków

Dział Badań i Rozwoju firmy z południowo-zachodniej części Polski, podjął się próby, oceny skuteczności, 10 dostępnych na rynku polskim środków. W tabeli nr 1, zestawiono je pod symbolicznymi nazwami A, B, ... J, podając ich rzeczywiste składniki chemiczne – główne reagenty, deklarowane przez Producentów wraz z ich stężeniem. Dodatkowo, podano jedną



2. Efekt stosowania trzech środków o różnej mocy na jednej kostce.



■ Absolwent Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej we Wrocławiu. Stopień naukowy doktora nauk technicznych. Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń - czynny zawodowo.

Współpracownik, między innymi, Naczelnej Organizacji Technicznej NOT we Wrocławiu. Autor kilkudziesięciu artykułów z zakresu drobno i średniowymiarowej prefabrykacji betonowej. Uczestnik wielu konferencji naukowo - technicznych. Od roku 2009 zatrudniony w firmie ZPB Kaczmarek - obecnie na stanowisku dyrektora zakładu oraz członka zarządu firmy.

Grzegorz.Smiertka@zpbkaczmarek.pl

z ważniejszych dla betonu, cech dotyczących obciążenia chemicznego, a mianowicie odczyn pH zastosowanego związku chemicznego. Z uwagi na cząstkowe informacje Producentów nt. ilości, jakości jak i stężenia, tzw. środków pomocniczych danych nie zamieszczono.

O sile działania, części analizowanych środków, mogą służyć przykładowe informacje zawarte w kilku kartach technicznych, a mianowicie:

- działanie na układ oddechowy: może działać drażniąco,
- działanie na układ pokarmowy: ostra toksyczność,

Tabela 1. Zestawienie środków do usuwania wykwitów.

Nr	Środek	Główny reagent	Stężenie [%]	Odczyn pH
1	A	Kwas solny	5 - 15	< 1
2	B	Kwas azotowy	< 10	< 5
3	C	Kwas fosforowy	10 - 25	< 1
4	D	Kwas fosforowy	< 20	< 2
5	E	Kwas fosforowy	5 - 15	1
6	F	Kwas fosforowy	< 10	< 2
7	G	Kwas fosforowy	< 5	< 2
8	H	Kwas mrówkowy	b. d.	b. d.
9	I	Kwas amidosulfonowy	2,5 - 10	3,6
10	J	Kwas organiczny...	b. d.	1,13



S.T.I. GmbH | Wasserwerkstrasse 44a
8430 Leibnitz, Austria
T +43 3182 29305 | F +43 3182 29300
office@s-t-i.at | www.s-t-i.at

Wibroprasy kroczące STI 1200 i 1200 H

W pełni zautomatyzowane, prowadzone po szynach wibroprasy kroczące do produkcji wyrobów betonowych wykorzystywanych w budownictwie i infrastrukturze.

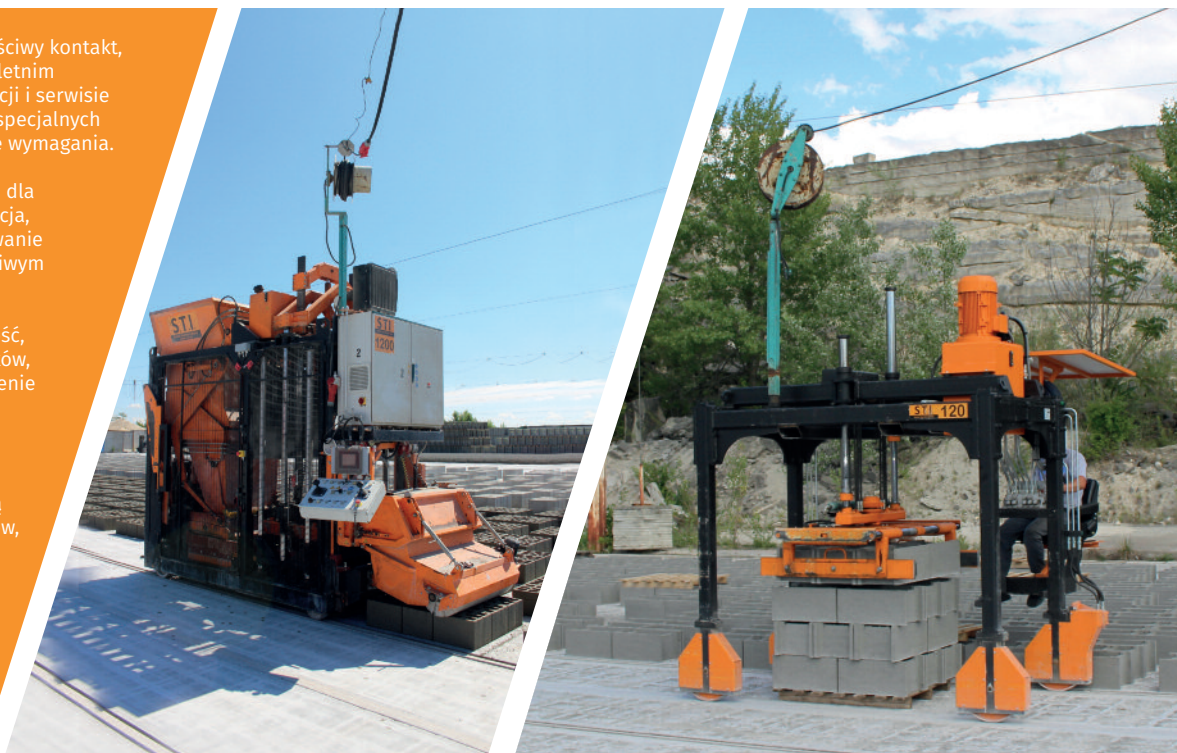
Urządzenie pakietujące STI 120

Sterowane manualnie urządzenie pakietujące do paletyzacji i transportu wyrobów betonowych.

S.T.I. – „Service Team for Industry”: właściwy kontakt, jeśli szukają Państwo dostawcy z wieloletnim doświadczeniem w montażu, konserwacji i serwisie maszyn, w technologii automatyzacji i specjalnych rozwiązaniach spełniających nietypowe wymagania.

S.T.I. dostarcza kompletne wyposażenie dla zakładów prefabrykacji betonu. Produkcja, uszlachetnianie, transport czy pakietowanie wyrobów betonowych – jesteśmy właściwym partnerem w tym zakresie.

Prowadzimy międzynarodową działalność, zatrudniamy kompetentnych pracowników, którzy posiadają wieloletnie doświadczenie w branży przemysłowo produkowanych wyrobów betonowych. Nieśamowita elastyczność i wysokie kwalifikacje naszych pracowników sprawiają, że błyskawicznie i z łatwością reagujemy na zapytania naszych klientów, również poza normalnymi godzinami produkcji, szybko dostarczając im profesjonalne rozwiązania dopasowane do indywidualnych potrzeb.



- działanie na skórę: ostra toksyczność,
- działanie na oczy: ryzyko uszkodzenia oczu.

Należy więc stwierdzić, iż powyższe roztwory, podczas aplikacji na powierzchnie betonowe, wymagają zachowania szczególnych środków bezpieczeństwa – fot. 3.



3. Przykładowe oznakowania opisywanych roztworów.

Agresja chemiczna w stosunku do betonu

Aktualna od 4 lat norma PN-EN 206+A1:2016-12 „Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność” wprowadziła, tzw. klasy ekspozycji X....., którym w przypadku obciążenia chemicznego, przypisano indeks ...A.... Wśród tych klas, dodatkowo wyróżniono trzy podklasy, a mianowicie:

- XA1 – środowisko chemicznie mało agresywne,
- XA2 – środowisko chemicznie średnio agresywne,
- XA3 – środowisko chemicznie silnie agresywne.

Dla ułatwienia procesu projektowania betonu, w tabeli 2 normatywu [6], autorzy zapisali brzegowe wartości stężenia, związków chemicznych, mogących negatywnie wpływać na trwałość spoiw cementowych. Podano również graniczne zakresy odczynu pH dla wszystkich podklas. Dla klasy ekspozycji XA3, minimalną wartość pH określono jako 4,0, co oznacza, iż jest to skrajne obciążenie chemiczne, jakie beton jest w stanie strukturalnie „przenieść”, pod warunkiem zastosowania cementu siarczanoodpornego SR lub HSR - najczęściej CEM III. W przypadku „normalnych” warunków eksploatacji, tj. XA1, przy zastosowaniu cementów CEM I oraz CEM II (bez indeksu SR i HSR), minimalna dopuszczalna wartość pH wynosi 5,5.

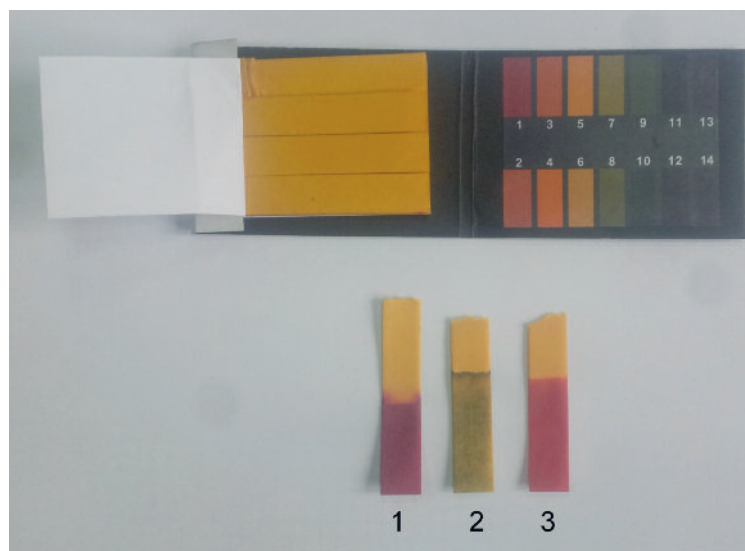
Skala pH

Porównując zamieszczone w tabeli 1, odczyny pH substancji chemicznych, a podane powyżej dopuszczalne wartości pH wg [6] dla betonu, można stwierdzić, iż usuwanie wykwitów, polega na kontrolowanej agresji chemicznej na powierzchni betonu. Należy jednakże zauważyć, iż zmiana wartości pH nie odbywa się liniowo, a logarytmicznie, w stosunku do stężenia jonów odpowiedzialnych za kwasowość roztworu (H_3O^+), wg wzoru: $pH = -\log_{10} [H_3O^+]$. Przykładowa wartość $pH = 4$, wyliczana jest ze wzoru $pH = -\log(10^{-4})$, co oznacza, różnicę jednego rzędu, stężenia molowego jonów H_3O^+ , pomiędzy wartościami pH zmieniającymi się o 1,0 (przy założeniu wartości współczynnika aktywności o wartości 1,0) [7].

Mając to na uwadze, podczas analizy składów chemicznych, środków do usuwania wykwitów, zamieszczonych w tabeli 1, można stwierdzić, iż roztwory związków chemicznych o odczynie pH zbliżonym do 1,0, mają około 10 razy większe stężenie jonów H_3O^+ , od substancji o pH równym 2 i dalej około 100 razy większe od substancji o pH = 3,0 oraz około 1 000 razy większe od substancji o odczynie pH = 4,0, granicznie dopuszczalnym przez [6]. Powoduje to znaczne przyspieszenie reakcji na powierzchni betonu dla roztworów o niższym pH, co zwiększa prawdopodobieństwo szybszego i większego uszkodzenia jego powierzchniowej struktury. Wyniki oszacowania wartości dwóch przykładowych roztworów do usuwania wykwitów (z tabeli 1: 1 - B, 3 - E) oraz wody (2), przedstawiono na fot. 4.

Aplikacja środków

Niezwykle ważną, bo wpływającą na efekt końcowy prac „oczyszczających”, jest ilość nałożonego środka chemicznego oraz czas jego aplikacji. Nakładanie, tak agresywnych substancji pędzlem, nie gwarantuje równomierności powłoki i tym samym jednolitości „oczyszczenia” całej powierzchni. Pokrywanie zbyt dużych przestrzeni, dodatkowo, może doprowadzić do nadmiernego „spalenia” powierzchni betonu, w miejscu, gdzie prace rozpoczęto.



4. Wynik badania pH dla 2 roztworów i wody papierkiem lakmusowym.

Analizując wytyczne Producentów, dotyczące stosowania omawianych substancji, można stwierdzić, iż w części dokumentów (karty techniczne), nie zawarto jakichkolwiek informacji, nt. konieczności spłukiwania powierzchni bruków wodą po aplikacji środków chemicznych, w celu usunięcia nieprzereagowanych pozostałości roztworów. Omawiane zabiegi, dotyczą w zasadzie, nieodwracalnych reakcji chemicznych, tak więc przedozowanie, bądź opóźnione neutralizowanie, poprzez spłukiwanie wodą, może doprowadzić do zniszczenia betonowych nawierzchni i konieczności ich wymiany w przyszłości. Wobec powyższego, najbardziej efektywną pod względem prędkości

KOSTKA BRUKOWA I DROBNOWYMIAROWE ELEMENTY BETONOWE

jak i jakości aplikacji środków, wydaje się metoda powierzchniowego natrysku, gwarantująca równomierność dozowania w możliwie najkrótszym czasie.

Badania laboratoryjne

Chcąc przeanalizować skuteczność działania kilku roztworów z tabeli 1, przeprowadzono próby usunięcia wykwitów wapiennych z powierzchni kilku losowych kostek - wiek betonu ponad 28 dni [8]. Przygotowano próbki 3 środków, oznaczonych, zgodnie z tabelą 1, odpowiednio B, E, H. Roztwór B, naniesiono, zgodnie z zleceniem Producenta, na powierzchnię czarnej kostki typu HOLLAND. Po jej spłukaniu, wyrób poddano suszeniu. Uzyskany efekt stosowania środka, przedstawia fot. 5 i 6, a powierzchnię kostki świadka z tego samego cyklu produkcyjnego - fot. 7.

Drugie badanie porównawcze na bazie środka E, przeprowadzono na powierzchniach dwóch czerwonych kostek typu HOLLAND i BEHATON. Jak powyżej, po jego spłukaniu, wyroby poddano suszeniu. Uzyskany efekt usuwania wykwitów przedstawiają fot. 8, obrazujący stan, odpowiednio przed (kostka BEHATON z prawej) i po badaniu (kostka HOLLAND z lewej).



5. Wygląd powierzchni kostki czarnej HOLLAND po „katalogowym” zastosowaniu środka B.



6. Wygląd struktury betonu powierzchni kostki czarnej HOLLAND pod powiększeniem 10x.

WIBROPRASY DO WYROBÓW BETONOWE: PŁYTEK, KOSTKI, BŁOCKÓW, KRAWĘŻNIKÓW I SPECJALNYCH PRODUKTÓW

Rozwiązania „pod klucz” dla pól i w pełni automatycznych linii produkcyjnych, węzłów betoniarskich, systemów przeładunku i pakowania.



Systemy uzupełniające:

- > Łuparki w linii lub oddzielne stanowiska.
- > Postarzanie/ uszlachetnianie produktu.
- > Śrutowanie produktu.
- > Dozowanie i mieszanie barwników, itp.

*Kompleksowe i zaawansowane
rozwiązania techniczne*



poyatos

Polígono Industrial Juncaril. PELIGROS (Granada). Hiszpania.
Tlf.: +34 958 46 69 90 Fax: +34 958 46 71 18 poyatos@poyatos.com

www.poyatos.com



7. Wygląd powierzchni kostki świadka czarny HOLLAND.



8. Wygląd powierzchni kostki czerwony HOLLAND po „katalogowym” zastosowaniu środka E oraz kostki świadka czerwony BEHATON.

W trzecim i ostatnim badaniu porównawczym, wykorzystano do aplikacji na powierzchni szarej kostki typu HOLLAND, roztwór H. Analogicznie po jego spłukaniu, kostkę poddano suszeniu. Uzyskany efekt stosowania, obrazujący odpowiednio, stan przed i po badaniu, przedstawiają fot. 9 oraz fot. 10.

Podsumowanie

Porównując, efekty stosowania 3 przykładowych środków do usuwania wykwitów, można stwierdzić, na podstawie zamieszczonych fotografii, iż charakteryzują się one diametralnie różną mocą, a co z tego wynika – skutecznością działania. Wśród informacji zawartych w karcie technicznej środka do usuwania wykwitów, oznaczonego symbolicznie w tabeli 1, jako B, Producent podał wartość roztworu $\text{pH} < 5$. Jest to zgodne z prawdą, gdyż oszacowanie odczynu tego środka, wykonane miernikiem pH – metrycznym (fot. 11), wykazało wartość $\text{pH} = 1,02$, co jak powyżej przedstawiono, oznacza możliwie 10 000 większe stężenie jonów H_3O^+ , oraz dużo większą agresję od tej su-

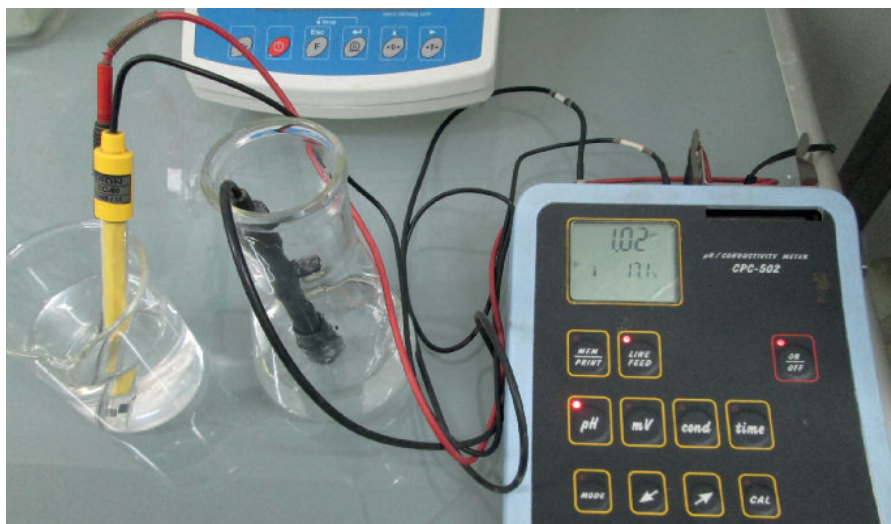
gerowanej w dokumentach Producenta. Nie jest to wartość delikatnie, tj. rząd mniejsza od deklarowanej, lecz drastycznie od niej odbiegająca. Dokładniejsze i uczciwsze w stosunku do klientów byłoby opisanie wartości odczynu jako $0 > \text{pH} > 2$. Analizując powyższe rozważania, bezpieczniejszym wydaje się stosowanie słabszych roztworów o mniejszych stężeniach, które, pomimo większej liczby aplikacji, gwarantują bezpieczeństwo stosowania – dla bruku i oczywiście człowieka. Na podstawie wieloletnich doświadczeń, laboratoriów zajmujących się badaniem betonów, można stwierdzić, iż najczęściej stosowanym przez „profesjonalistów” środkiem do usuwania wykwitów jest 3% - 5% roztwór kwasu mrówkowego HCOOH . Jest to najprostszy kwas karboksylowy, będący substancją organiczną. Dodatkowym, niezwykle ważnym jest aspekt ekonomiczny. Jeden litr tej substancji o stężeniu 85% można było kupić na rynku polskim w roku 2018 za około 15 -20 PLN, co przy sporządzeniu 4% roztworu pozwala nam uzyskać około 20 litrów gotowego środka o „bezpiecznym” do kostki i ludzkiej skóry, stężeniu. Zakładając dalej wydajność około 4 m^2 z 1 litra, pozwala



9. Wygląd powierzchni kostki szary HOLLAND przed „katalogowym” zastosowaniem środka H.



10. Wygląd powierzchni kostki szary HOLLAND po „katalogowym” zastosowaniu środka H.



11. Pomiar odczynu środka do usuwania wykwitów z deklarowaną wartością pH < 5.

to wyliczyć koszt surowca na poziomie 20 – 25 PLN za 100 m² oczyszczanej powierzchni, czyli 0,20 – 0,25 PLN doliczone do każdego 1 m² wydanego na zagospodarowanie terenu. Przy obecnych cenach za materiał, podbudowę oraz robociznę, oscyluje to w granicach do 0,002% (2 promili) całości inwestycji.

Należy jednakże zauważyć, iż wszystkie prace, powinny być prowadzone z zachowaniem przepisów BHP oraz wytycznych i zaleceń zawartych w kartach technicznych Producentów omawianych środków chemicznych.

Podziękowania

Serdeczne podziękowania dla Pana Macieja Dziaka za nieocenioną, specjalistyczną pomoc, podczas redagowania niniejszego artykułu.

Literatura

- [1] PN-EN 1338:2005+AC:2007 „Betonowe kostki brukowe. Wymagania i metody badań”.
- [2] PN-EN 1339:2005+AC:2007 „Betonowe płyty brukowe. Wymagania i metody badań”.
- [3] PN-EN 1340:2004+AC:2007 „Krawężniki betonowe. Wymagania i metody badań”.
- [4] Karl-Uwe Voß, „Odpowiedzialność za powstawanie wykwitów – część 1/2”, ZBI 4/2018, str. 52 – 58.
- [5] Karl-Uwe Voß, „Odpowiedzialność za powstawanie wykwitów – część 2/2”, ZBI 5/2018, str. 62 – 69.
- [6] PN-EN 206+A1:2016-12 „Beton. Wymagania właściwości, produkcja i zgodność”.
- [7] Jabłoński A. i inni, „Obliczenia w chemii nieorganicznej”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.
- [8] Dział Badań i Rozwoju ZPB Kaczmarek, Raport ze stosowania środków do usuwania wykwitów wapiennych, na powierzchniach betonowych kostek brukowych, Rawicz, październik 2012.



*"We think
in
concrete"*



- Półautomatyczne i automatyczne systemy do wytwarzania produktów betonowych zarówno w technologii dry-cast, jak i wet-cast
- Formy do produktów betonowych w technologii dry-cast i wet-cast dla firm produkujących prefabrykaty