

Z kart historii: Beton i sposoby jego przyrządzania

Przy porządkowaniu biblioteki wpada mi w ręce broszura [2] z wypłowiałą okładką, opatrzona tytułem *Beton i sposoby jego przyrządzania* (rys. 1) [wyrazy i zdania lub ich fragmenty cytowane z broszury [2] – zapisano kursywą], przyozdobiona obrazkiem robotnika ręcznie przesiewającego kruszywo, wraz z informacją, że wydano ją w roku 1928 w Warszawie, nakładem Związku Polskich Fabryk Portland-Cementu, reprezentowanego przez jego Centralne Biuro Sprzedaży „Centrocement” Sp. z o.o. w Warszawie przy ul. Moniuszki 1a (wzmianka na rewersie okładki).

Z zaciekawieniem wertuję stronicę – aby sprawdzić, jakimż to stanem wiedzy w zakresie przyrządzania betonu dysponowano w Państwie Polskim, 10 lat po odzyskaniu przez nie niepodległości. I czegoż się doczytałem?

Na początku – opis istoty tworzywa, definiowanego jako: *sztuczny kamień (...) tak złożony, że w nim każda drobina piasku z przywartym do niej cementem, jako zaprawa cementowa, wypełnia międzycząsteczkową przestrzeń, znajdującą się w grubym kruszywie i stanowi ściłą całość.*

Beton nie tylko nie wietrzeje, lecz stale z biegiem czasu twardnieje, a więc z roku na rok staje się coraz mocniejszy.

Prawie każdy posiada mniejsze lub większe wiadomości o użyciu cennego materiału jakim jest beton, jednak wiele osób, które znają jego obszerne zastosowanie przy różnego rodzaju budowlach, nie docenia faktu, że powodzenie przy używaniu

betonu zależy przeważnie od umiejętnego i starannego dobrania składników, ich połączenia i ustosunkowania z wodą, które razem tworzą ten cenny sztuczny kamień.

Komentarz: No proszę! Zapis w niczym nie utracił aktualności, a wielu późniejszych badaczy (m.in. Neville, Kopyciński, Kurdowski, Muszyński) potwierdziło tę prawidłowość.

Dalej odpowiedź na pytanie, *na czym polega dobroć betonu*. Otóż, nie zależy ona... *w zupełności i tylko od cementu portlandzkiego*, bowiem... *wyrabiany obecnie cement jest produktem niezawodnym, na którym polegać w zupełności można i należy. Jest on wyrabiany fabrycznie, według ściśle stosowanych przepisów, które opracowane zostały na podstawie bardzo licznych badań i analiz. Jeżeli więc wyniki przy robotach betonowych bywają czasami niezadowalające, to przyczyny szukać należy nie w cemencie, lecz w uchybieniu lub przeoczeniu jakiegobądź z ustalonych przepisów, obowiązujących przy wyborze piasku, żwiru lub tłuczni, w zaniedbaniu właściwych proporcji materiałów, w dodaniu nieodpowiedniej ilości wody lub brudnej wody, w niedokładnym wymieszaniu materiałów lub niestarannej robocie w czasie układania betonu, w nieochronianiu betonu podczas jego twardnienia, jak również w zaniedbaniu zwracania uwagi w tym czasie na zbyt niską lub wysoką temperaturę.*

Refleksja: Zastanawiam się, ile to razy podobne co do istoty stwierdzenia powtórzono współcześnie na łamach specjalistycznych czasopism, podręczników, skryptów uczelnianych itp.

Następnie broszura opisuje zwięźle składniki betonu, a więc:

Cement portlandzki

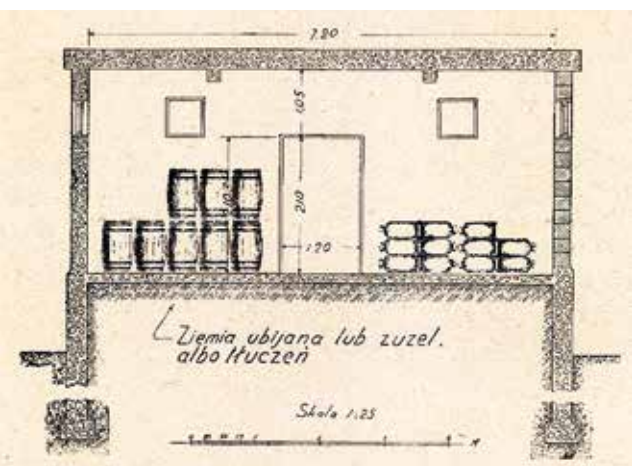
jako najbardziej odpowiedni dla robót budowlanych. Nazwę kojarzono z podobieństwem do szarzielonego koloru kamienia, którego złoza zlokalizowane są w pobliżu miasta Portland w Anglii. Zaznacza się, że fabrykacja cementu... jest procesem ściśle naukowym. Jeżeli wyrabia się go „sposobem suchym”, to wyróżnia się fazy:

- *kopania, łamania i dowozu surowych materiałów*
- *kruszenia ich, suszenia i mielenia*
- *ustosunkowanie ich i mieszanie*
- *palenie zmieszanego materiału do przekształcenia go w klinkier, a następnie mielenie klinkieru na nadzwyczaj miałką mąkę, dodając do mielenia małą ilość gipsu, aby wyregulować czas wiązania cementu.*

W tamtych czasach cement pakowany był w drewniane beczki, wyłożone wewnątrz papierem. Zunifikowana wysokość beczki wynosiła 72 cm, zaś średnica – 40 lub 44 cm, co zapewniało pojemność – odpowiednio 180 lub 200 kg. Wspomniano, że niektóre fabryki pakowały cement także w worki papierowe, mieszczące 50 kg.

Rys.1. Okładka broszury





Uprzedzono o higroskopijności cementu. W związku z tym postawiono wymóg magazynowania spoiwa na placu budowy w zadaszonej szopie z podłogą (rys. 2). Podano prosty sposób testowania przydatności cementu ze względu na jego zbrzylenie pod wpływem długotrwałej wilgoci: ... *cement nie jest zepsuty, o ile jego bryłki mogą być zgniecione lub rozarte przez lekkie ucisk dłoni*. Ostrzegano, że silne, nieodwracalne zbrzylenie eliminuje produkt z użytku.

Piasek

który wg broszury ma być natury kwarcowej, czysty i gruboziarnisty, bowiem drobnoziarnisty obniża wytrzymałość betonu i zwiększa zapotrzebowanie na cement. Za najlepszy wskazano piasek pochodzący z koryta rzek, którego większa część pozostaje na sicie nr 50, posiadającym 50 oczek w calu bieżącym, a więc 400 otworów na cm^2 . Przestrzega się przed zabrudzeniem piasku osadem lub bryłkami itu, gliny czy ziemi. Można to sprawdzić... *trąc wilgotny piasek pomiędzy dłońmi, wtedy zanieczyszczenia przylegają do wewnętrznych powierzchni obu rąk*. Również jakikolwiek zapach dyskwalifikuje piasek, bo świadczy o udziale szkodliwych cząstek organicznych (humus, próchnica, zgnilizna), zawierających często kwasy i sole. Oryginalną skalę zanieczyszczenia organicznego pokazuje rys. 3, wykorzystuje ona zabarwienie 3-procentowego roztworu tłu sodowego po przepłukaniu próbki piasku.

Kruszywo żwirowe

to... *naturalna mieszanina piasku z kamykami*. (...) *Każdy, chcąc stosować żwir rzeczny lub kopalniany, osiąga prawdziwą oszczędność cementu, używając materiał przerafowany i zastosowując ściśle określone ilości piasku i żwiru w mieszaninie betonowej*.

Dalej spostrzeżenie: ... *puste przestrzenie wypełnione powietrzem w pewnej jednostce objętości żwiru wynoszą ok. 45% całej objętości*. I wniosek: *Ażeby wypełnić te wolne przestrzenie i otrzymać ścisły, gęsty beton, ilość piasku winna wynosić mniej więcej połowę ilości sortymentu grubszego*. Następnie ostrzega się, że zwiększona ilość piasku w stosunku do wymogu podwójnej porcji wysiewu kamieniwa – grozi obniżeniem wytrzymałości betonu, zrakowaceniami powierzchni oraz zwiększeniem jego porowatości.



Aby dochować warunku czystości, zalecano płukanie żwiru, przy równoczesnej segregacji na piasek i otoczaki (rys. 4).

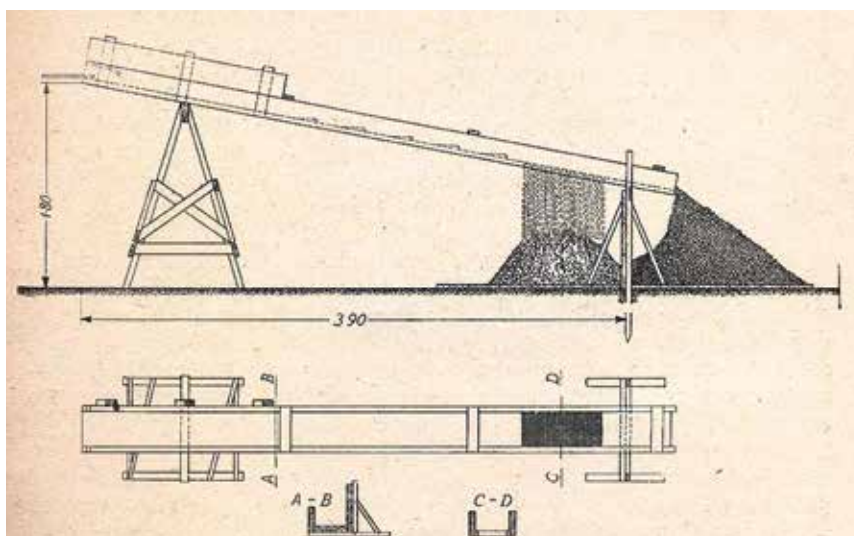
Rozmaite inne składniki

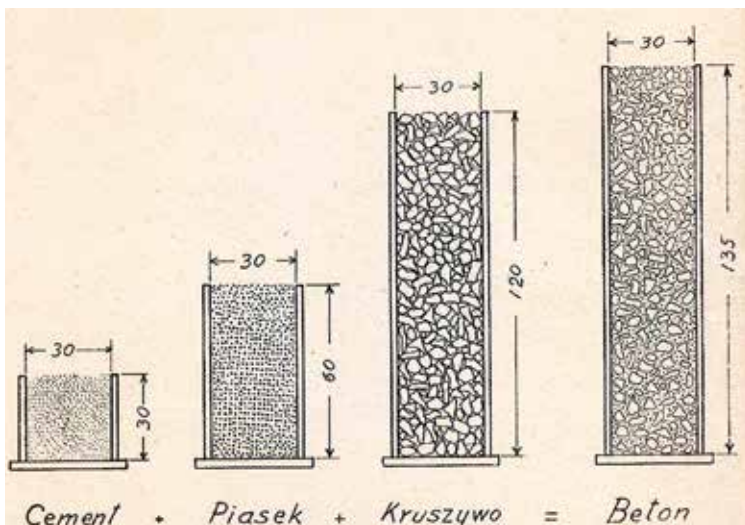
Mówi się tu o skale tłuczonej, pochodzącej z kamieniołomu, ale także o kamieniu polnym, rozdrobnionym na mniejsze frakcje. Głazy narzutowe wpierw... *rozbija się ręcznie dużymi młotami, a następnie młotkami, jak to czynią u nas na szosach*. Nadmienia się, że istnieją też specjalne maszyny, które kruszą kamień za pomocą stalowych szczęk, napędzane motorem benzynowym o mocy 3-4 KM.

Dopuszczano także do użytku składniki zastępcze, jak skruszona cegła z rozbiórki czy beton, a nawet żużel węglowy, ale tylko do betonów o mniejszych wymaganiach co do wytrzymałości. Stosowany żużel musiał być twardy, przemyty, bez siarki, sadzy, ani bez niespalonego węgla i popiołu. Przed użyciem należało go moczyć przez 24 godz. ... *czysty żużel nie czerni rąk, gdy się go weźmie w małej ilości i rozetrze pomiędzy dłońmi*. Beton żużlowy jest lekki, więc nadaje się na podłogi i na spody poddaszy, ale z pewnością nie można go użyć na elementy narażone na duże obciążenia i ścieranie. Przytacza się tutaj zasadę, według której... *beton nie może być więcej wytrzymały niż wytrzymałość jego składników, a te ostatnie nie mogą zawierać nic takiego, co szkodzi cementowi*.

Rys. 2. Połowy magazyn cementu (z lewej)
Rys. 3. Klasyfikacja czystości piasku wg zabarwienia roztworu (z prawej)

Rys. 4. Drewniane koryta z sitem do przemywania i sortowania żwiru na dwie frakcje





Rys. 5. Standardowa proporcja objętości składników sypkich (1:2:4), przynosząca ok. 4,5 objętości betonu

Woda

Pisze się, że najlepszą jest woda, zakwalifikowana powszechnie jako zdatna do picia. Woda z innych źródeł winna być wolna od zanieczyszczeń gliną lub item, bez tłuszczów, kwasów i soli alkalicznych, bowiem te ostatnie powodują wykwity. Natomiast twarda woda, za sprawą reakcji węglanu wapnia, korzystnie wpływa na twardnienie betonu.

Tablica 1. Katalog zastosowań betonu wg [2], z nawiązaniem do proporcji składników suchych i maksymalnej wielkości ziaren kruszywa

Zastosowanie	największa średnica kruszywa (w calach)	stosunek objętości cementu do piasku i do kamieniwa
warstwy nośne w korytarzach i podłogach – wystawionych na działanie wózków ciężarowych (w fabrykach, śpichrzach itd.)	1/2	1 : 1 : 1
górne warstwy nośne nawierzchni ulic, zabudowane z 2 warstw betonu	3/4	1 : 1 : 1 1/2
<ul style="list-style-type: none"> • jednowarstwowe nawierzchnie betonowe ulic i dróg poza miastem • chodniki dla pieszych, podłogi piwnic i tarasy, stopnie schodów • ściany piwniczne wystawione na wilgoć • progi, nadedrzwia i kamienie podokienne – nieotynkowane • kręgi studzienne i koryta do pojenia bydła, szamba • zbiorniki wodne (rezerwuary, baseny kąpielowe, kadzie) • ocembrowania (obudowa) w kopalniach • żelazo-betonowe filary oraz ściany płyt dachowych, na których spoczywają krokwie 	3 1 1/2 1 1/2 1/2 1 3/4 3/4 1	1 : 2 : 3
<ul style="list-style-type: none"> • ściany oporowe, stropy, belki, słupy uzbrojone • dźwigary tukowe przy mostach i przepustach • fundamenty pod ciężkie maszyny, podlegające uderom i drganiom • konstrukcje wystawione stałe na drgania • żelazo-betonowe rury kanalizacyjne 	1 1 1/2 2 1 1/2 1/2	1 : 2 : 4
<ul style="list-style-type: none"> • ściany magazynów zboża, węgla, paszy kiszanej (w silosach) • ściany budynków, nieotynkowane zaprawą cementową • ściany w piwnicach i dołach, narażone na zawilgocenie, ale nie na ciśnienie wody (gnojowniki, doły kłoczne) • podłoża betonowe pod podłogi i pod bruki ulic i szos 	1 1/2 1 1/2 1 1/2 3	1 : 2 1/2 : 4
<ul style="list-style-type: none"> • ściany budynków, tynkowane zaprawą cementową • podłoża chodników i podtóg, nie wystawionych na większe ciśnienia • ściany skrzydłowe przy mostach, przepustach, tamach i małych murów oporowych • ściany w piwnicach i fundamentach, nie narażone na przenikanie wód gruntowych • fundamenty pod małe maszyny 	1 1/2 1 1/2 2 2 2	1 : 2 1/2 : 5
ściany masywne i duże fundamenty	3	1 : 3 : 6

przelicznik: 1 cal = 2,54 cm

Ustosunkowanie materiałów w mieszaninach betonowych

W tym rozdziale podano zalecane proporcje sypkich składników przy zestawianiu betonu, w zależności od jego zastosowania. I tak – standardowy skład obejmuje relację: 1 objętość cementu : 2 objętości piasku : 4 objętości kruszywa – co przynosi trochę ponad 4,5 objętości namiarowej betonu – tak jak zobrazowano na rys. 5. Zaś inne proporcje, w nawiązaniu do konkretnej aplikacji betonu i z uwzględnieniem dopuszczalnej największej średnicy ziaren kruszywa – zacytowano za broszurą w tabl. 1.

Podobne zestawienie sformułowano dla zakresu zapraw cementowych.

W dalszej kolejności zamieszczono m.in. przykład szacunku objętościowego zapotrzebowania na składniki betonu, przy założeniu typowej proporcji, tzn. 1 : 2 : 4 – w oparciu o zależność:

$$\frac{V}{P+K} \cdot U \text{ (litry)}$$

gdzie:

V – objętość luźno usypanego piasku i żwiru (w litrach), z której uzyskuje się 1 m³ mocno ubitego betonu

P – stosunek objętości piasku do objętości cementu [-]

K – stosunek objętości kruszywa grubego do objętości cementu [-]

U – mnożnik wynikający z proporcji udziału danego składnika sypkiego do udziału cementu, co po wprowadzeniu danych liczbowych, w przeliczeniu na poszczególne składniki – daje:

$$\text{cement: } \frac{1300}{2+4} \cdot 1 \approx 217 \text{ litrów}$$

$$\text{piasek: } \frac{1300}{2+4} \cdot 2 \approx 430 \text{ litrów}$$

$$\text{żwir: } \frac{1300}{2+4} \cdot 4 \approx 870 \text{ litrów}$$

Wg broszury, doboru właściwej ilości wody dokonuje się doświadczalnie, pamiętając, że jej nadmiar sprzyja... *oddzielaniu się cementu i zaprawy cementowo-piaskowej od żwiru lub tłuczni*, a w konsekwencji – obniżce wytrzymałości i *nieprzepuszczalności*. Z uwagi na rodzaje robót betonowych rozróżniono tu 3 stany *przygotowania zapraw betonowych*, opisane jako:

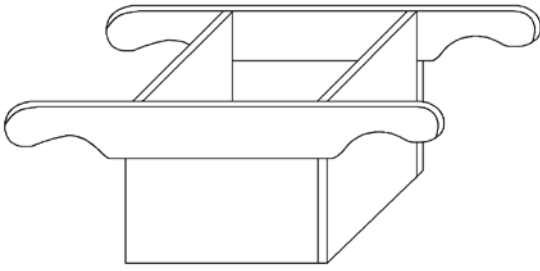
– masa sypka o *wilgotności ziemi*, która dostosowana jest do... *wszelkiego betonowania, wymagającego ubijania betonu*

– masa ciastowata, czyli *plastyczna*, którą stosuje się... *przy budowach z uzbrojeniem, aby dobrze wypełnić kąty i puste przestrzenie oraz ułatwić przyleganie do żelaza*; tu podczas obróbki zamiast ubijaka używa się wydłużonego rydla

– masa płynna, używana *przy masowych robotach i większych budowach*.

Mieszanie betonu

Do właściwego wymieszania składników betonu potrzebny jest wypoziomowany, prostokątny podest, zbity z desek o grubości 1 1/2 ÷ 2 cali, górą oheblowanych, połączonych z sobą szczelnie poprzez wpust i pióro. Deski mają spoczywać na *podspodnich*, drewnianych legarach, zaś jego obrzeże z trzech stron ma być obite listwami, co wspólnie ze szczelnością złączy międzydeskowych zapobiega ucieczce



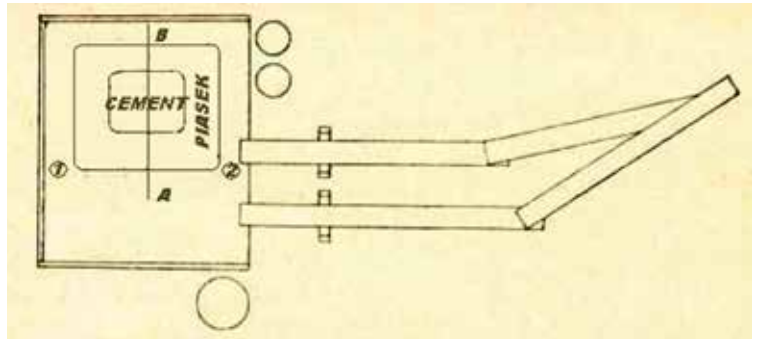
Rys. 6. Skrzynka bez dna do odmierzania składników sypkich

wody czy zaczynu. Dobrze jest przewiercić na wylot dwa sąsiadujące naroża podestu, bowiem wtedy można go... w miarę potrzeby przesuwac z miejsca na miejsce za pomocą konia i pary łańcuchów.

W pobliżu podestu ustawia się beczki z cementem i wodą zarobową, zaś piasek i kruszywo grubsze dowozi się ze składowiska taczkami – ciągiem torowiska z desek (rys. 7). Objętościowego dozowania składników dokonuje się przy pomocy skrzynki bez dna (rys. 6) o pojemności 4 stóp sześciennych, ale poziome cechy na wewnątrz ścianki pozwalają odmierzyć także objętość 3, 2 i 1 stopy sześciennej. Zgodnie ze sztuką – w pobliżu jednego z krótszych boków podestu, najpierw odmierzana jest potrzebna ilość piasku, którą rozgarnia się na warstwę grubości 8÷10 cm. Na niej ustawia się skrzynkę namiarową i odsypuje wymaganą porcję cementu (rys. 7). Następnie dwóch robotników (pozycja „1” i „2” na rys. 7) obydwaj składniki przerzuca łopatami na wolne pole podestu, postępując w kierunku od „A” do „B”. Wymaga się 2-3-krotnego szuflowania, tak... by smugi brązowe i szare zgięły i otrzymana masa była jednostajnego koloru. Dalej – dokłada się żwir lub tłuczony kamień, dbając o to, by wcześniej były gruntownie zmoczone. Po analogicznym wymieszaniu piasku, cementu i grubszego kruszywa... robi się zagłębienie po środku wymieszanej masy i łagodnie, po trochu, polewa się je wodą w niezbędnej ilości, najlepiej za pomocą polewaczki ogrodowej z sitkiem, gdy jednocześnie dwóch ludzi w sposób powyżej opisany, miesza te materiały łopatami, a trzeci grabiami, aż do czasu otrzymania jednostajnej masy o żądanej gęstości.

I cenna wskazówka dla wykonawcy: składniki należy... mieszać bez przerwy i gotowy beton natychmiast wywozić na miejsce przeznaczenia oraz... mieszanina betonowa musi być najpóźniej w ciągu pół godziny zużyta.

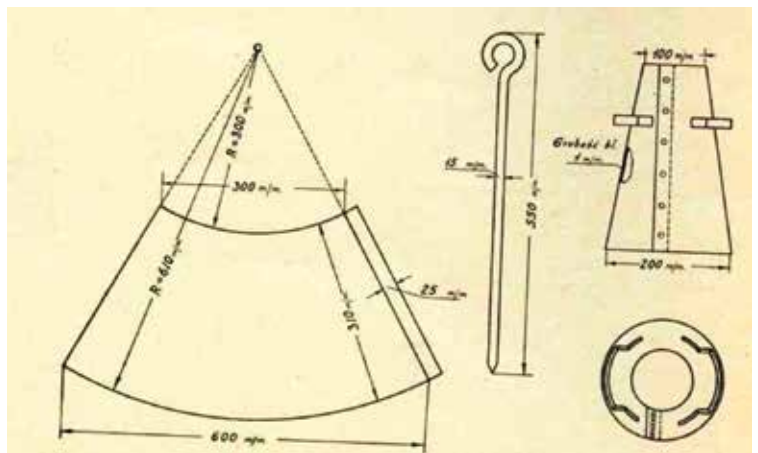
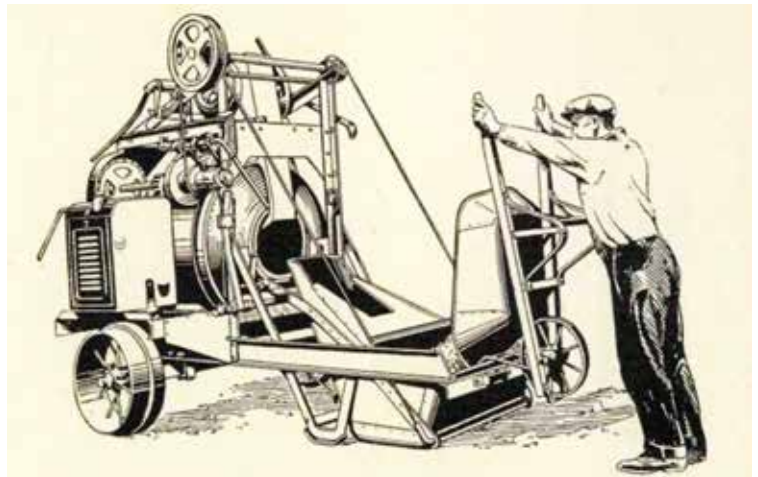
Wspomina się o nowocześniejszej odmianie mieszania składników z wykorzystaniem betoniarek obrotowych (rys. 8), napędzanych parą, elektrycznością lub motorami spalinowymi. (...) Mniejsze betoniarki przedstawiają dla przedsiębiorcy przebiegające stale pewne ilości betonu, korzystne



Rys. 7. Drewniany podest do ręcznego mieszania betonu

urządzenie, gdyż zmniejszają koszty mieszania, przyspieszają wykonywanie robót, a co najważniejsze, osiąga się przez ich użycie lepsze zmieszanie składników, niż ma to miejsce przy sposobie ręcznym. Dopuszcza się tu dozowanie piasku, cementu i kamieniwa z uwzględnieniem pojem-

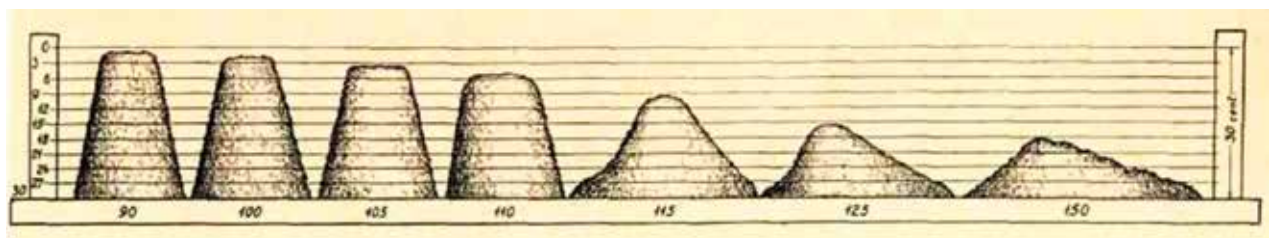
Rys. 8. Betoniarka mechaniczna

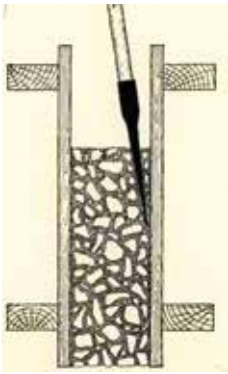


Rys. 9. Forma stożkowa do badania opadnięcia próbki

ności taczek, z których przesypuje się materiał wprost do kosza betoniarki. Tu także obowiązuje zasada doczyniania wody zarobowej na końcu cyklu, tzn. po wymieszaniu składników sypkich „na sucho” w obrotowym bębnie.

Rys. 10. Skala opadnięcia próbki świeżego betonu





Rys. 11. Rydlowanie betonu

Próba opadnięcia

zalecana jako... łatwy i dogodny sposób określenia przybliżonej gęstości betonu. Aby ją przeprowadzić należało zaopatrzyć się w obustronnie otwarte, stożkowe naczynie, zwinięte z blachy zanitowanej na zakładce, oraz żelazny pręt do zagęszczania masy (rys. 9). Po ustawieniu na poziomym blacie... naczynie wypełnia się trzema warstwami, ubijając każdą warstwę dziesięcioma uderzeniami drążka. Po ubiciu podnosi się naczynie równo w górę. Wtedy... stożek betonowy opada, mniej lub więcej, i za miarę opadnięcia należy przyjąć zmniejszenie się wysokości. Skalę opadnięcia próby betonu w zależności od ilości wody do niego użytej pokazano na rys. 10.

Uwaga: próbę opadnięcia, po drobnych modyfikacjach w międzyczasie – stosuje się z powodzeniem po dzień dzisiejszy pod nazwą normową „badanie konsystencji mieszanki betonowej metodą opadu stożka” [3].

W broszurze cytowane są wielkości wymiaru opadnięcia stożka, dopuszczone przez komitet amerykański [prawdopodobnie chodzi o wytyczne „Lewis Institute” – przyp. aut.]:

- dla betonu masowego 50 mm
- dla betonu uzbrojonego (żelbetu)
przy cienkich pionowych przekrojach..... 150 mm
przy ciężkich i grubych przekrojach..... 50 mm
przy cienkich, poziomych przekrojach.... 200 mm
- do powierzchni drogowych wykończonych ręcznie 100 mm
- do zaprawy cementowej służącej do wykończenia nawierzchni podłóg..... 50 mm

Układanie betonu

Wg broszury: beton winien być układany warstwami możliwie jednakowej grubości (15 do 20 cm) pomiędzy szalowania z desek. Po zabudowie warstwy betonu z mniejszą zawartością wody... ubija

się ją ciężkim drewnianym lub żelaznym ubijakiem do czasu wystąpienia na jej powierzchni wilgotnego połysku, który świadczy o dostatecznej ścisłości masy w tej warstwie. Mieszanki o konsystencji ciastowatej, zamiast ubijania, rydluje się (rys. 11). Czynność tę wykonuje się wyprostowaną na sztorc gracą, rydlem ogrodowym itp. sprzętem. Narzędzia o węższym żelazie są potrzebne do układania uzbrojonego betonu. (...) Rydlowanie dokonywane w bliskości szalowania usuwa powietrze, odsuwa od desek w głąb masywu grubsze składniki betonu i pozwala zaprawie cementowo-piaskowej przylegać bezpośrednio do deskowania, przez co wzrasta w tych miejscach ścisłość i nieprzemakalność betonu, jak również otrzymuje się gładką powierzchnię, pozbawioną wypuklin (krost) z kamieni.

(...) Przed przerwą obiadową lub po ukończeniu pracy, podest służący do mieszania, bęben betonniarki, jak również wszystkie narzędzia, używane do mieszania i układania betonu, powinny być dokładnie oczyszczone i wymyte. Gdy się tego nie zrobi, traci się potem dużo czasu na odkrobywanie, czy też odbijanie stwardniałego betonu.

(...) Gdy roboty nie da się ukończyć, to należy ją przerwać w takim stanie, żeby bez szkody dla całości można było dnia następnego ją rozpocząć, zostawiając powierzchnię zarysowaną tępym narzędziem, aby była chropowata. Przygotowany, a nie wyrobiony w ciągu dnia, beton w żadnym wypadku nie może być użyty w dniu następnym.

(...) Jeżeli beton po wykonaniu zostanie wystawiony na działanie słońca i wiatru, wówczas wyparuje z niego większa część wody, która ma przecież wpłynąć na jego należyte stwardnienie, czyli beton w tych warunkach po prostu wyschnie. Dlatego... podłogi i większe płaskie przestranie betonowe powinny być pokryte słomą, piaskiem, ziemią, lub innem jakim przykryciem, które przez skrapianie winno być utrzymane w stanie wilgotnym przez pewien czas, a więc od kilku dni do dwóch tygodni i dłużej, zależnie od rodzaju roboty i stanu pogody. (...) Ściany budynków powinny być zasłonięte z wierzchu i z boków rogożami, starem płótnem żaglowym lub podobnym materiałem, utrzymywanym w stanie wilgotnym.

Résumé

Widać, że niemal 90 lat temu dysponowano już sporą wiedzą praktyczną, wiedzą, która upoważniała do podjęcia nowatorskich, odważnych inwestycji budowlanych z użyciem betonu, jak się okazuje – udanych.

Aby zachęcić do pracy w Krakowie co znamienitszych profesorów, tuż za kompleksem sportowym TS „Wista”, w okresie międzywojennym – miasto wydzieliło dla nich kwartał pod zabudowę jednorodziną. Tam, jako jedne z pierwszych tego rodzaju zastosowań w Polsce, użyto betonu do utwardzenia nawierzchni ulic osiedlowych (rys. 12). Gdzieś po 8 latach od wydania omawianej broszury rozpoczęto budowę jednojezdniowej autostrady betonowej, na trasie: Gdynia – Bydgoszcz – Łódź – Katowice, z możliwością rozbudowy o drugie pasmo dla ruchu przeciwnego [1]. Do 1 września 1939 r. wykonano niespełna 11-kilometrowy odcinek: Osiek – Skórcz – Lubichowo, który po II wojnie światowej, po nałożeniu dywanika asfaltowego,

Rys. 12. Ulica D. Chodowieckiego w Krakowie – z betonową nawierzchnią (odsłonięty fragment, widoczny od strony pętli tramwajowej „Cichy Kącik”)



fot. Archiwum autora

Rys. 13. Żelbetowa zapora wodna w Porąbce – Międzybrodziu



ft. Archiwum aubra

włączono w ciąg obecnej pomorskiej drogi wojewódzkiej nr 214. A wybudowana w latach 1921-1937 (z przerwami) pionierska zapora zbiornika wodnego na Sole (rys. 13) o niespotykanej w kraju, jak na owe czasy, kubaturze konstrukcji betonowej ok. 99 tys. m³, gdzie zastosowano cement wodoodporny z fabryki w Goleszowie, zaś mieszankę betonową z brzegu rzeki nad deskowania podawano specjalnym transportem linowym? Albo modernistyczne obiekty stacyjne i fundamenty masztów nośnych kolei linowej na Kasprowy Wierch w Tatrach, wykonane zaledwie w ciągu 7 miesięcy lat 1935/36 w niezwykle trudnych warunkach terenowych i klimatycznych? Można też wspomnieć 4-przęstowy, podwieszony do łuków wzajemnie spiętych parami – żelbetowy most nad Pilicą koło Białobrzegów (rys. 14), który powstał niedługo po zakończeniu I wojny światowej. Przykłady można by mnożyć.

I tu zapytam prowokacyjnie – jak to możliwe, że te czy inne duże przedsięwzięcia budowlane zrealizowano wówczas, wykorzystując prostą technologię i skromny warsztat kontroli jakości, objętościowy

odmiar komponentów, w oparciu o bazę tylko czystego cementu portlandzkiego pakowanego jednostkowo, bez napowietrzania betonu ani stosowania domieszek chemicznych polepszających inne właściwości, bez możliwości pompowania mieszanki betonowej ani jej zagęszczania wibratorami? Pojęcie „trwałość” w opisywanej broszurze nie występuje w ogóle, a betonowe obiekty z tamtych czasów stoją i służą, sprawiają wrażenie niezniszczalnych.

dr inż. Zdzisław B. Kohutek
Stowarzyszenie Producentów Betonu Towarowego w Polsce

Literatura:

- 1 *Balcerek B.: Wynalazki, które przyczyniły się do rozwoju komunikacji drogowej i mostownictwa – cz. II. Magazyn AUTOSTRADY, nr 8-9/2014, s. 48-51*
- 2 *Beton i sposoby jego przyrządzenia (opracowanie zbiorowe). Wyd.: Związek Polskich Fabryk Portland-Cementu. Warszawa 1928, s. 35*
- 3 *PN-EN 12350-2:2011: Badania mieszanki betonowej. Część 2: Badania konsystencji metodą opadu stożka*
- 4 www.wikipedia.org/wiki...

Rys. 14. Żelbetowy most nad Pilicą koło Białobrzegów



ft. Archiwum aubra