

Norma PN-EN 13670:2009 „Wykonywanie konstrukcji betonowych” w wytycznych odnośnie pielęgnacji i ochrony betonu zaleca, aby po zagęszczeniu i wykończeniu powierzchni betonu, bezzwłocznie podać ją pielęgnacji.

**PIELĘGNACJA BETONU – OGÓL ZABIEGÓW PODEJMOWANYCH OD CHWILI UŁOŻENIA I ZAGĘSZCZENIA MIESZANKI BETONOWEJ, MAJĄCYCH NA CELU ZAPEWNIENIE PRAWIDŁOWEGO PRZEBIEGU PROCESU HYDRATACJI CEMENTU, A W EFEKCIE, OTRZYMANIE W OKREŚLONYM CZASIE, BETONU O PROJEKTOWANYCH WŁAŚCIWOŚCIACH (WYTRZYMAŁOŚĆ I TRWAŁOŚĆ). ZABIEGI TE OBEJMUJĄ UTRZYMANIE ODPOWIEDNIEJ TEMPERATURY I WILGOTNOŚCI BETONU ORAZ JEGO OCHRONĘ PRZED SZKODLIWYM ODDZIAŁYWANIEM CZYNNIKÓW ATMOSFERYCZNYCH.**

Pielęgnacja betonu ma na celu:

- zapewnienie optymalnych warunków termiczno-wilgotnościowych w dojrzewającym betonie (dostarczenie odpowiedniej ilości wody do przebiegu procesów hydratacji oraz zachowanie odpowiedniego zakresu temperatur dojrzewania),
- ochrona wykonanego elementu betonowego przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych (promieniowanie słoneczne, wiatr, opady atmosferyczne) i zamarzaniem,
- przeciwdziałanie skurczowi spowodowanemu utratą wilgoci z betonu,
- ograniczenie naprężeń termicznych wywołanych gradientem temperatur pomiędzy powierzchnią a wnętrzem dojrzewającego elementu betonowego (naprężenia mogą skutkować zarysowaniem i spękaniem konstrukcji – obniżeniem trwałości),
- zapewnienia odpowiedniej wytrzymałości powierzchniowej,
- zapewnienia odpowiedniej trwałości strefy powierzchniowej,
- zabezpieczenia przed drganiami, uderzeniami lub uszkodzeniami.

Pielęgnacja betonu jest zabiegiem często pomijanym lub lekceważonym w praktyce budowlanej, choć o kluczowym znaczeniu dla jakości i trwałości betonu w konstrukcji.

Czas trwania pielęgnacji jest powiązany z rozwojem wytrzymałości w strefie powierzchniowej betonu. Określony został poprzez klasy pielęgnacji zdefiniowane przez czas lub procent wytrzymałości charakterystycznej - 28 dniowej, przy którym możliwe jest zakończenie procesu pielęgnacji (tabela 1).

Tabela 1. Klasy pielęgnacji

	Klasa 1	Klasa 2	Klasa 3	Klasa 4
Czas [h]	12 <sup>a)</sup>	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
Procent wymaganej wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie po 28 dniach	nie dotyczy	35%	50%	70%

a) Jeżeli czas początku wiązania nie przekracza 5 godzin oraz temperatura powierzchni betonu jest równa bądź wyższa niż 5°C

Długość okresu pielęgnacji należy dobrać w zależności temperatury – tabela 2, warunków atmosferycznych oraz rodzaju i właściwości zastosowanego cementu – tabela 3. Czas pielęgnacji można określić dokonując pomiaru temperatury powierzchni betonu i odnosząc się do wytycznych zawartych w normie PN-EN 13670 „Wykonywanie konstrukcji z betonu”.

Tabela 2. Minimalny okres pielęgnacji w zależności od klasy pielęgnacji i temperatury powierzchni betonu

Temperatura (t) powierzchni betonu [°C]	Minimalny okres pielęgnacji [dni] <sup>a)</sup>								
	Rozwój wytrzymałości betonu <sup>c),d)</sup> $(f_{cm2} / f_{cm28}) = r$								
	szybki $r \geq 0,50$			średni $0,50 > r \geq 0,30$			wolny $0,30 > r \geq 0,15$		
	Klasa pielęgnacji			Klasa pielęgnacji			Klasa pielęgnacji		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4
$t \geq 25$	1	1,5	3	1,5	2,5	5	2,5	3,5	6
$25 > t \geq 15$	1	2	5	2,5	4	9	5	7	12
$15 > t \geq 10$	1,5	2,5	7	4	7	13	8	12	21
$10 > t \geq 5$ <sup>b)</sup>	2	3,5	9	5	9	18	11	18	30

a) W przypadku czasu początku wiązania przekraczającego 5 godzin różnice należy doliczyć do czasu pielęgnacji.

b) W przypadku gdy temperatura spadnie poniżej 5°C, okres ten należy doliczyć do czasu pielęgnacji.

c) Rozwój wytrzymałości betonu rozumiany jest jako stosunek wytrzymałości na ściskanie po 2 dniach dojrzewania do wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania.

d) Dla betonów o bardzo wolnym rozwoju wytrzymałości specyfikacje wykonawcze powinny zawierać specjalne wymagania.

Tabela 3. Minimalny czas pielęgnacji betonu w zależności od zastosowanego rodzaju cementu

Warunki atmosferyczne			Minimalny czas pielęgnacji [dni]		
Nasłonecznienie	Wiatr	Wilgotność względna powietrza	CEM I	CEM II	CEM III
silne	silny	<50%	2	4	5
średnie	średni	50-80%	1	3	4
słabe	słaby	>80%	1	2	3

Równie ważny, jak czas trwania, jest dobór odpowiedniej metody pielęgnacji:

- pielęgnacja mokra,
- stosowanie osłon,
- stosowanie preparatów do pielęgnacji betonu.

## PIELĘGNACJA MOKRA

Założeniem tej metody jest zapewnienie kontaktu powierzchni betonu z wodą, od momentu uzyskania wystarczającej twardości powierzchni – rys. 1. oraz przeciwdziałanie skurczowi wysychania – rys. 2. Pielęgnację mokrą powszechnie stosuje się w okresie wysokich temperatur powietrza, silnego nasłonecznienia oraz silnych, ciepłych wiatrów. W takich warunkach, powierzchnia betonu może ulec przesuszeniu w krótkim okresie czasu. W efekcie może dojść do zakłócenia przebiegu hydratacji w powierzchniowej warstwie betonu oraz zarysowania powierzchni w wyniku skurczu plastycznego lub skurczu od wysychania. Z praktycznego punktu widzenia, betony o  $w/c \geq 0,50$  powinny być chronione przed odparowaniem wody, natomiast betony o  $w/c < 0,50$  należy, nie tylko chronić przed odparowaniem wody, lecz należy jej jeszcze dostarczyć (zraszanie powierzchni).

Prowadząc pielęgnację mokrą, należy zwrócić szczególną uwagę, aby nie dopuścić do „szoku” termicznego, tj. aby nagrzejonej powierzchni betonu, nie polewać zbyt zimną wodą (rys. 3).



Rys. 1. Zraszanie powierzchni betonu wodą



Rys. 2. Rysy skurczowe powstałe w wyniku nieprawidłowo prowadzonej pielęgnacji



Rys. 3. Uszkodzenie powierzchni betonu na skutek „szoku” termicznego

## STOSOWANIE OSŁON ZEWNĘTRZNYCH

Pielęgnacja tym sposobem polega na zastosowaniu osłon pełniących rolę bariery zapewniającej utrzymanie ciepła wydzielanego przez twardniejący beton i zapobiegającej odparowaniu wody z betonu.

Najczęściej, pielęgnację tą metodą realizuje się poprzez:

- okrywanie betonu folią (rys. 4a, 4b), należy mieć na względzie, że stosowanie osłon foliowych może powodować wystąpienie miejscowych przebarwień powierzchni betonu (wykwitów) na skutek nierównomiernej kondensacji pary wodnej na powierzchni folii przylegającej do betonu, ponadto przy intensywnym nasłonecznieniu zalecane jest stosowanie folii jasnej, odbijającej promieniowanie, jesienią i zimą można stosować folię czarną,
- ochrona miejsca wbudowania betonu specjalnym namiotem (rys. 4c), najczęściej stosowana w celu ochrony przed intensywnym deszczem, silnym nasłonecznieniem i wiatrem, a także w warunkach zimowych, kiedy dodatkowo stosuje się nadmuch ciepłego powietrza.



Rys. 4. Stosowanie osłon a), b) przykrywanie powierzchni betonu folią, c) stosowanie namiotów

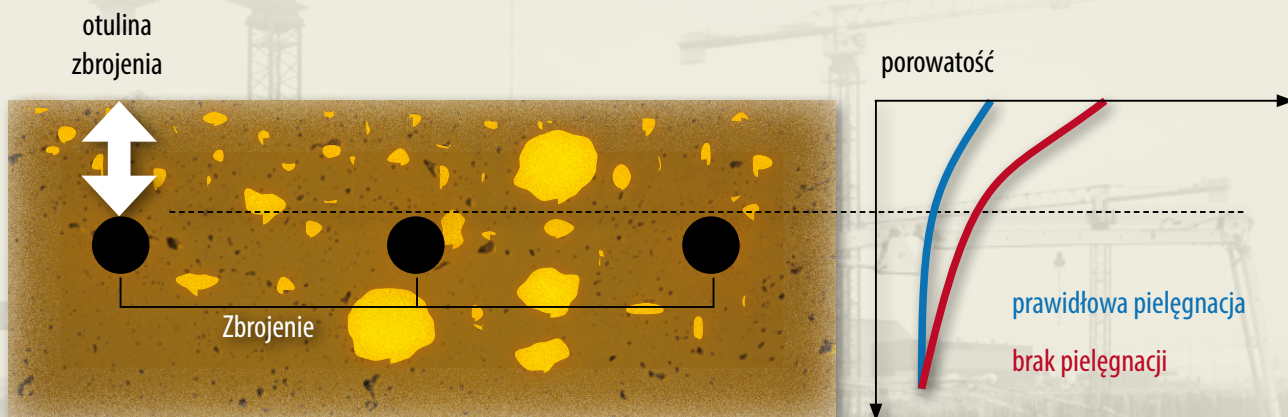
## STOSOWANIE PREPARATÓW DO PIELĘGNACJI BETONU

Metoda ta polega na naniesieniu filmu ochronnego na powierzchnię świeżo ułożonego betonu (rys. 5). Główną zaletą preparatów do pielęgnacji jest możliwość stosowania na dużych powierzchniach, praktycznie zaraz po ułożeniu i zagęszczeniu mieszanki betonowej.



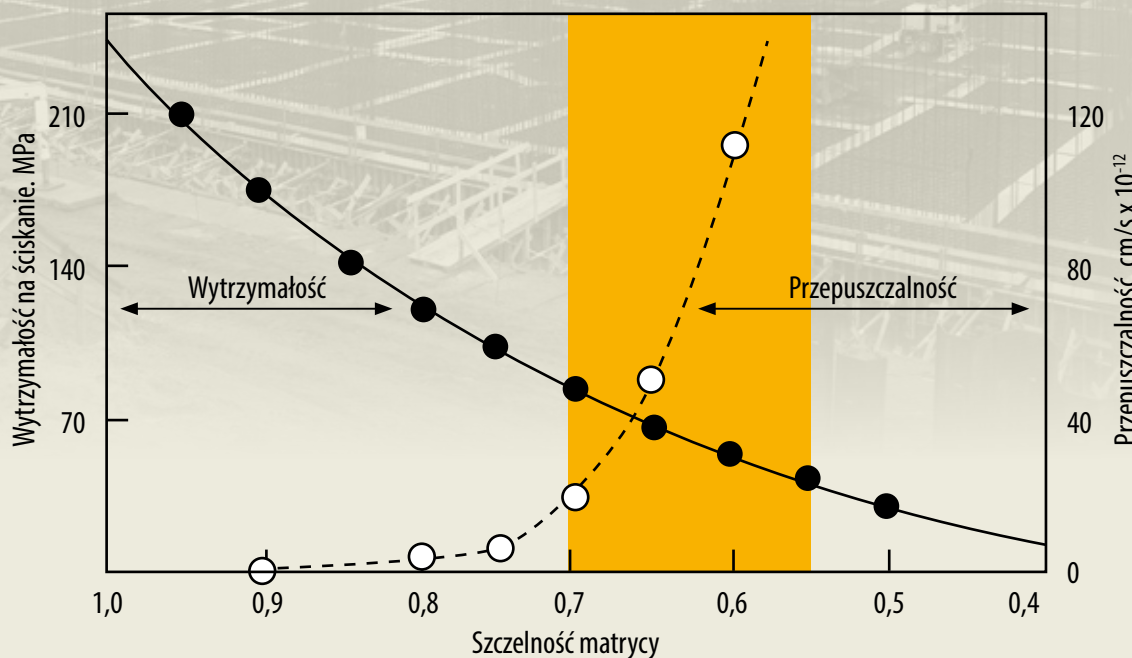
Rys. 5. Pielęgnacja betonu poprzez nanoszenie powłoki ochronnej

Preparaty ochronne nanosi się natryskowo. Istotne jest staranne wykonanie powłoki, aby uszczelnić powierzchnię betonu. W przypadku nanoszenia na powierzchnie pionowe, natrysk należy prowadzić tak, aby nie doprowadzić do spływania preparatu z powierzchni betonu. Prawidłowo pielęgnowany beton posiada bardziej zwartą i mniej porowatą powierzchnię co się przekłada na zwiększenie trwałości betonu (rys. 6)



Rys. 6. Wpływ pielęgnacji na porowatość betonu w strefie powierzchniowej

Szczelność matrycy betonowej w strefie powierzchniowej, bezpośrednio przekłada się na wytrzymałość i trwałość betonu. Im szczelniejszy beton, tym wyższa wytrzymałość i odporność na wnikanie korozyjnych mediów ciekłych i gazowych (rys. 7).



Rys. 7. Wpływ szczelności matrycy na wytrzymałość i przepuszczalność betonu