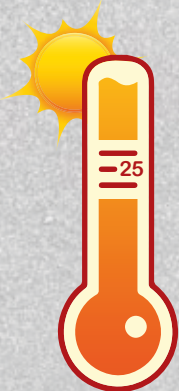




UWAGA LATO

Warunki letnie i okres podwyższonej temperatury zewnętrznej wymagają specjalnego podejścia przy produkcji, transporcie, wbudowywaniu mieszanki betonowej i pielęgnacji betonu. Każdy z tych etapów jest ważny, a brak należytej staranności przy wykonywaniu opisanych czynności może doprowadzić do negatywnych skutków dla produkowanej i transportowanej mieszanki betonowej, a w konsekwencji także wykonywanej konstrukcji.



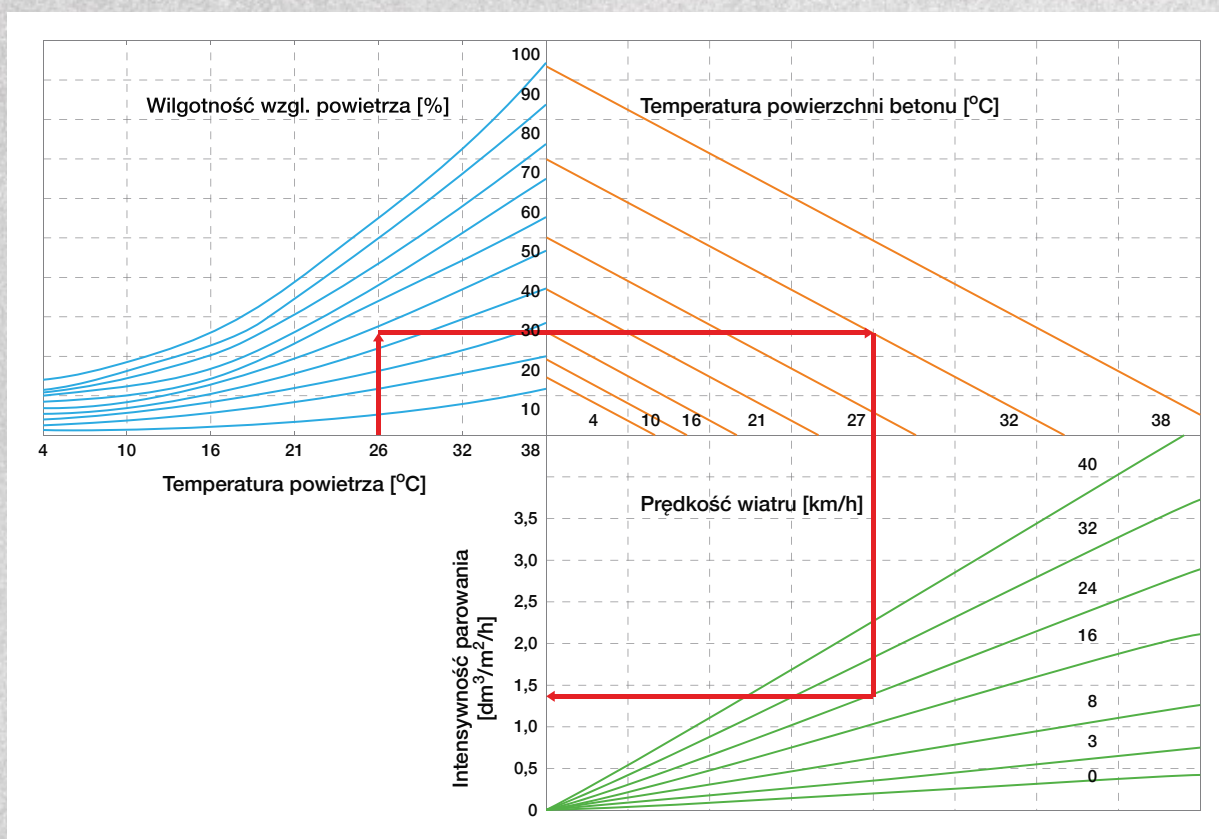
W myśl **PN-B-06265:2018-10** krajowego uzupełnienia **PN-EN 206+A1:2016-12** warunki podwyższonej temperatury to takie, w których średnia dobowa temperatura, obliczona zgodnie z poniższym wzorem, jest wyższa niż 25°C

$$T_{\text{śr}} = \frac{T_7 + T_{13} + 2 \times T_{21}}{4}$$

T_7, T_{13} i T_{21} – temperatura powietrza zmierzona odpowiednio w godzinach 7.00, 13.00 i 21.00, wyrażona w stopniach Celsjusza (°C)

Wysoka temperatura, nasłonecznienie, niska wilgotność powietrza, wietrzna pogoda, mają bardzo duży wpływ na proces wbudowywania mieszanki betonowej i dojrzewania betonu w konstrukcji.

Występowanie niekorzystnych zjawisk w okresie podwyższonej temperatury powoduje, uzależnioną od temperatury i wilgotności powietrza oraz od prędkości wiatru, utratę wody z powierzchni betonu – ilość przedstawia diagram.



Przy:

- ☼ temperaturze powietrza 26°C
- ☼ wilgotności względnej powietrza 45%
- ☼ temperaturze powierzchni betonu 32°C
- ☼ prędkości wiatru 24 km/h

ilość odparowującej wody wynosi 1,4 dm³/m²/h

Niekontrolowany ubytek wody z wbudowanej mieszanki betonowej i młodego betonu powoduje następujące negatywne skutki:

- ☼ większy skurcz plastyczny i powstawanie rys
- ☼ mniejszy przyrost wytrzymałości
- ☼ większą przepuszczalność i nasiąkliwość
- ☼ obniżoną odporność na ścieranie

Norma PN-EN 13670 „Wykonywanie konstrukcji z betonu” w punkcie 8.5 (13) i w załączniku F przestrzega przed szkodliwymi skutkami działania wysokiej temperatury do których należą:

- ⚙ opóźnienie powstania etryngitu
- ⚙ znaczące obniżenie wytrzymałości
- ⚙ znaczący wzrost porowatości

ZASADY BETONOWANIA I PIELEGNACJI W WARUNKACH LETNICH I PODWYŻSZONEJ TEMPERATURY

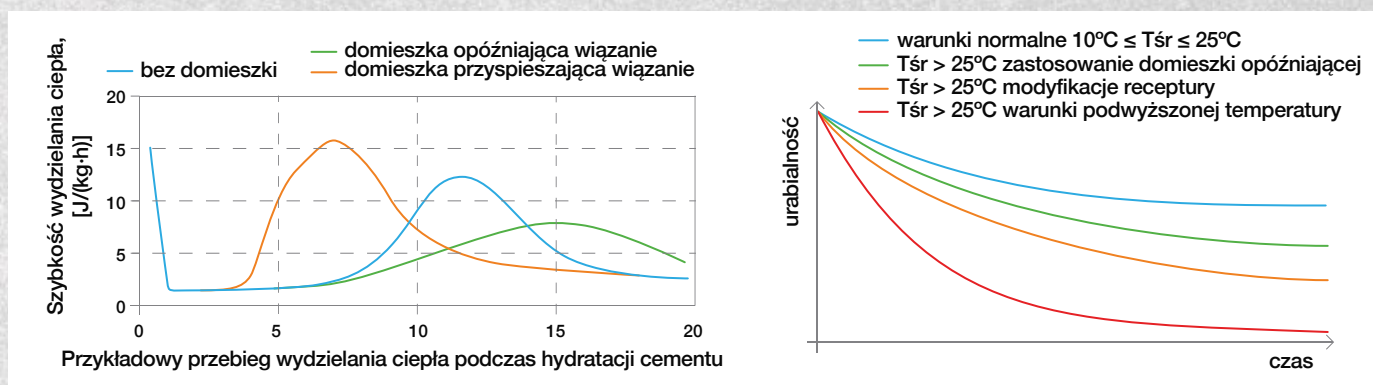
Bezpieczeństwo i trwałość konstrukcji wykonywanych w okresie letnim i podwyższonej temperatury zależy od rodzaju działań podjętych przez producenta betonu i Wykonawcę robót.

1 Odpowiedni dobór składników betonu i składu mieszanki

DOBÓR
SKŁADNIKÓW

- ⚙ beton o wolniejszym rozwoju wytrzymałości w czasie
- ⚙ zastosowanie cementu o wolniejszym przyroście wytrzymałości / niższym cieple hydratacji
- ⚙ stosowania dodatków mineralnych typu II (np. popiół lotny)
- ⚙ zastosowanie domieszek opóźniających wiązanie / twardnienie betonu

Domieszki opóźniające wiązanie spowalniają hydratację cementu, przez co wydłużają czas do początku wiązania. Skutkiem opóźnienia jest zmniejszenie szybkości wydzielania ciepła (zmian temperatury) w czasie. Pozwala to, oprócz kontroli czasu wiązania, na zmniejszenie efektu samonagrzewania.



2 Właściwe przygotowanie do betonowania

PRZYGOTOWANIE

- ⚙ analiza prognozy pogody, wybór optymalnego czasu przeprowadzenia prac z uwagi na panującą temperaturę – przy średniej dobowej przekraczającej 25°C zalecane jest wstrzymanie się od betonowań w godzinach południowych (11:00 – 17:00)
- ⚙ przygotowanie dokładnego planu betonowania uwzględniającego m.in. godzinę rozpoczęcia i zakończenia betonowania, częstotliwość przyjazdu betonowozów, ilość mieszanki betonowej w poszczególnych betonowozach, sposób przeprowadzenia i rodzaj pielęgnacji
- ⚙ przygotowanie podłoża, na którym układana ma być mieszanka betonowa w taki sposób, aby zminimalizować ryzyko utraty wody z mieszanki betonowej
- ⚙ obniżenie temperatury zbrojenia i szalunków przez np. polewanie wodą, osłonę przed nasłonecznieniem
- ⚙ rozpoczęcie betonowania jak najszybciej po zakończeniu prac przygotowawczych

3 Odpowiedni sposób prowadzenia betonowania

PROWADZENIE
BETONOWANIA

- ⚙ prowadzenie robót w godzinach nocnych lub porannych
- ⚙ prowadzenie robót w sposób ciągły, minimalizując w ten sposób ryzyko przeschnięcia powierzchni betonu i powstania tzw. „zimnych styków”
- ⚙ niedopuszczenie do przerw w betonowaniu i przestojów betonomieszarek
- ⚙ natychmiastowe rozpoczęcie pielęgnacji na już wykonanych elementach

4 Ochrona i pielęgnacja młodego betonu w konstrukcji

OCHRONA
I PIELĘGNACJA

- ⚙ pielęgnacja wodna – zraszanie powierzchni betonu mgiełką wodną, utrzymanie powierzchni betonu zauważalnie mokrej
- ⚙ układanie na powierzchni betonu mokrych mat i zabezpieczenie ich przed wyschnięciem
- ⚙ pokrywanie powierzchni mokrego betonu folią budowlaną, która powinna być zabezpieczona przy krawędziach i złączach
- ⚙ stosowanie preparatów pielęgnujących o ustalonej przydatności

PAMIĘTAJ: do pielęgnacji wodnej nie wolno stosować zimnej wody wodociągowej, gdyż powoduje to powstanie rys i spękań na skutek szoku termicznego!

Stosowanie domieszek opóźniających nie zwalnia z prowadzenia pielęgnacji!

Poza sposobem pielęgnacji, ważny jest minimalny czas jej trwania. Jest on uzależniony od temperatury powierzchni betonu oraz rozwoju wytrzymałości na ściskanie, które determinują procent powierzchniowej wytrzymałości betonu w stosunku do jego wytrzymałości charakterystycznej. Zgodnie z normą PN-EN 13670 czas ten nie powinien być krótszy niż przedstawiono w tabeli.

Temperatura powierzchni betonu (t) [°C]	Minimalny okres pielęgnacji dla klasy pielęgnacji 2 (w odniesieniu do powierzchniowej wytrzymałości betonu równej 35% określonej wytrzymałości charakterystycznej) [dni] ^a			Minimalny okres pielęgnacji dla klasy pielęgnacji 3 (w odniesieniu do powierzchniowej wytrzymałości betonu równej 50% określonej wytrzymałości charakterystycznej) [dni] ^a			Minimalny okres pielęgnacji dla klasy pielęgnacji 4 (w odniesieniu do powierzchniowej wytrzymałości betonu równej 70% określonej wytrzymałości charakterystycznej) [dni] ^a		
	Rozwój wytrzymałości na ściskanie ^{b,c}			Rozwój wytrzymałości na ściskanie ^{b,c}			Rozwój wytrzymałości na ściskanie ^{b,c}		
	$(f_{cm2}/f_{cm28}) = r$			$(f_{cm2}/f_{cm28}) = r$			$(f_{cm2}/f_{cm28}) = r$		
	szybki	średni	wolny	szybki	średni	wolny	szybki	średni	wolny
	$r \geq 0,50$	$0,50 > r \geq 0,30$	$0,30 > r \geq 0,15$	$r \geq 0,50$	$0,50 > r \geq 0,30$	$0,30 > r \geq 0,15$	$r \geq 0,50$	$0,50 > r \geq 0,30$	$0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	1	1,5	2,5	1,5	2,5	3,5	3	5	6
$25 > t \geq 15$	1	2,5	5	2	4	7	5	9	12
$15 > t \geq 10$	1,5	4	8	2,5	7	12	7	13	21

^a - plus każdy okres wiązania przekraczający 5 h

^b - rozwój wytrzymałości betonu jest mierzony stosunkami średniej wytrzymałości na ściskanie po 2 dniach do średniej wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach, wyznaczonych w badaniach wstępnych lub na podstawie znanych właściwości betonu o porównywalnym składzie (patrz EN 206)

^c - w przypadku bardzo powolnego rozwoju betonu zaleca się, aby szczególne wymagania były podane w specyfikacji wykonawczej