
**Katalog
Cyfrowych
Narzędzi
Mostowych**

CNM-07-20-01

**Określenie
odkształcenia od
pełzania betonu**

Katalog Cyfrowych Narzędzi Mostowych

CNM-07-20-01 Określenie odkształcenia od pełzania betonu

Przedmiotowe opracowanie nie stanowi przepisów techniczno-budowlanych w rozumieniu art. 7 ustawy – Prawo budowlane i zgodnie z art. 17 ust. 4 ustawy o drogach publicznych, przeznaczone jest do dobrowolnego stosowania.

Spis opracowań z serii wzorce i standardy oraz informacje na temat ich nowelizacji znajdują się w dokumencie głównym zatytułowanym „Powiązanie wymagań technicznych dotyczących drogowych obiektów inżynierskich z narzędziami cyfrowymi”.

Opracował Zespół w składzie:

Janusz RYMSZA – Koordynator realizacji przedmiotu zamówienia
Marek SALAMAK – Kierownik Zespołu
Bartosz MIKUSZEWSKI
Łukasz PLEWNIA
Łukasz PRASZELIK

Jednostka odpowiedzialna:

Ministerstwo Infrastruktury
Departament Dróg Publicznych
ul. Chałubińskiego 4/6
00-928 Warszawa

Opracowanie sfinansowano ze środków Funduszu Spójności w ramach działania 2.1 Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2014-2020.



Rzeczpospolita
Polska

Unia Europejska
Fundusz Spójności



Spis treści

1	PRZEDMIOT, ZAKRES I PODSTAWY IMPLEMENTACJI NARZĘDZIA	1
1.1	PRZEDMIOT	1
1.2	ZAKRES	1
1.3	PODSTAWY	1
1.4	NAJWAŻNIEJSZE DEFINICJE	1
2	OPIS NARZĘDZIA	2
2.1	WPROWADZENIE	2
2.2	DANE WEJŚCIOWE	2
2.3	ALGORYTM PRZETWARZANIA	2
2.4	INTERPRETACJA WYNIKÓW	2
2.5	RAPORT	3
2.6	OGRANICZENIA	3
3	PRZYKŁAD DZIAŁANIA PROGRAMU	4
3.1	DEFINICJA MATERIAŁU	4
3.2	DEFINICJA PARAMETRÓW PRZEKROJU POPRZECZNEGO	4
3.3	DEFINICJA WIEKU BETONU	4
3.4	WYNIKI	5
	ZAŁĄCZNIKI	6
	Załącznik nr 1. Raport z wynikami działania narzędzia	6

1 Przedmiot, zakres i podstawy implementacji narzędzia

1.1 Przedmiot

Przedmiotem zaimplementowanego narzędzia cyfrowego, oznaczonego w Katalogu Cyfrowych Narzędzi Mostowych jako **CNM-07**, jest określenie odkształcenia od pełzania betonu.

1.2 Zakres

Narzędzie służy do wyznaczania wartości odkształcenia od pełzania betonu wg PN-EN 1992-1-1:2008 [1], w zależności od zdefiniowanych: parametrów materiału, wymiarów przekroju oraz wieku betonu.

1.3 Podstawy

Podstawą formalną jest umowa nr DDP-POPT-U-96/18 z dnia 18.10.2018 r. zawarta w Warszawie między konsorcjum, którego liderem jest Instytut Badawczy Dróg i Mostów w Warszawie, a Skarbem Państwa – Ministrem Infrastruktury.

1.3.1 Normy

[1] PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.

1.4 Najważniejsze definicje

Drogowy obiekt inżynierski. Obiekt mostowy (most, wiadukt, estakada i kładka), tunel, przepust oraz konstrukcja oporowa.

Pełzanie betonu. Przyrost odkształceń betonu, w wyniku stałego (w czasie) naprężenia.

2 Opis narzędzia

2.1 Wprowadzenie

Narzędzie służy do obliczania wartości całkowitego odkształcenia elementu, wywołanego pełzaniem betonu. Odkształcenie wyznaczone jest w zadanym przedziale czasowym, w zależności od przyjętych parametrów materiałowych, parametrów przekroju (w tym średnich naprężeń ściskających) oraz wieku betonu, w chwili: przyłożenia obciążenia, początku wyznaczania odkształcenia oraz długości okresu odkształcenia.

2.2 Dane wejściowe

2.2.1 Parametry materiałowe

- klasa betonu, z którego wykonano element (od C16/20 do C90/105),
- wilgotność względna otoczenia RH [%].

2.2.2 Parametry przekroju

- A_c [m²] – pole powierzchni przekroju poprzecznego,
- u_c [m] – obwód pola przekroju betonu, stykającego się z powietrzem, przynajmniej okresowo.
- σ [MPa] – średnie naprężenie ściskające w przekroju.

2.2.3 Wiek betonu

Wiek betonu należy określić w chwili:

- t_0 [dni] – przyłożenie obciążenia (np. sprzężenie konstrukcji ustroju nośnego),
- t_p [dni] – początek wyznaczania odkształcenia (liczony od czasu $t = 0$),
- t_k [dni] – długość okresu odkształcenia (liczony od czasu $t = t_p$)

2.3 Algorytm przetwarzania

Odkształcenie pełzania betonu wyliczane jest ze wzoru ogólnego:

$$\varepsilon_{cc}(t, t_0) = \phi(t, t_0) \times \sigma_c / E_c \text{ wg [1], gdzie:}$$

- współczynnik pełzania betonu $\phi(t, t_0) = \phi_0 \times \beta_c(t, t_0)$, gdzie:

ϕ_0 – podstawowy współczynnik pełzania, zależny od: wieku betonu w chwili obciążenia, średniej wytrzymałości betonu w wieku 28 dni, wilgotności względnej otoczenia oraz miarodajnego wymiaru elementu,

$\beta_c(t, t_0)$ – współczynnik zależny od rozwoju pełzania w czasie,

- σ_c [MPa] - średnie naprężenia ściskające w betonie,

- styczny moduł sprężystości $E_c = 1,05 \times E_{cm}$ [GPa], gdzie:

E_{cm} [GPa] – sieczny moduł sprężystości betonu.

2.4 Interpretacja wyników

Wynikiem działania kalkulatora jest całkowita wartość odkształcenia pełzania betonu ε_p , które zaszło od czasu t_p (początek wyznaczania odkształcenia), w okresie czasowym t_k (okres odkształcenia), wyrażone wzorem:

$$\varepsilon_p = \varepsilon_{p2}(t_p + t_k) - \varepsilon_{p1}(t_p), \text{ gdzie:}$$

$\varepsilon_{p2}(t_p + t_k)$ – całkowita wartość odkształcenia betonu, wyznaczona w przedziale czasowym od początku przyłożenia obciążenia t_0 , do końca okresu odkształcenia t_k ,

$\varepsilon_{p1}(t_p)$ – wartość odkształcenia, wyznaczona w przedziale czasowym od początku przyłożenia obciążenia t_0 , do początku wyznaczania odkształcenia t_p .

2.5 Raport

Wzór raportu znajduje się w załączniku nr 1. Na wydruku podawane są podstawowe wyniki obliczeń.

2.6 Ograniczenia

Ograniczenia działania narzędzie obejmują:

- Brak uwzględnienia nieliniowości pełzania, gdy naprężenie ściskające w przekroju, w chwili przyłożenia obciążenia, przekracza 45% charakterystycznej wytrzymałości betonu na ściskanie (po 28 dniach, na próbkach walcowych),
- Brak uwzględnienia rodzaju cementu na współczynnik pełzania betonu.
- Brak uwzględnienia wpływu temperatury na dojrzałość betonu.

3 Przykład działania programu

3.1 Definicja materiału

- Klasa betonu C30/37.
- Wilgotność względna powietrza 80%.

Element: Dźwigar

[1] Materiał

Beton:

C30/37

Wilgotność RH:

80

[%]

3.2 Definicja parametrów przekroju poprzecznego

- Pole przekroju: 1 m².
- Obwód pola przekroju stykający się z powietrzem: 4m.
- Średnie naprężenie ściskające w przekroju: 15 MPa.

[2] Parametry przekroju

Pole przekroju A_c:

1

[m²]

Obwód przekroju u_c:

4

[m]

Naprężenie ściskające σ:

15

[MPa]

3.3 Definicja wieku betonu

- Przyłożenie obciążenia po 28 dniach (np. sprężenie elementu).
- Czas początkowy, do wyznaczenia odkształcenia - od momentu sprężenia (28 dni).
- Wyznaczenie odkształceń pełzania po 11000 dniach od momentu sprężenia obiektu.

[3] Wiek betonu

Obciążenie t₀:

28

[dni]

Początek wyznaczania odkształcenia t_p:

28

[dni]

Okres odkształcenia t_k:

11000

[dni]

☒ jak obciążenie t₀

3.4 Wyniki

[4] Wyniki

Całkowite odkształcenie pełzania ε_p , które zaszło po czasie t_p w okresie czasowym t_k		
$\varepsilon_p = \varepsilon_{p2} - \varepsilon_{p1}$	$\varepsilon_{p1}(t_p)$	$\varepsilon_{p2}(t_p + t_k)$
0,000462	0,000219	0,000681

[Zapisz](#)

Kliknięcie przycisku *Zapisz* widocznego w prawym dolnym rogu, powoduje zapisanie wprowadzonych danych, wraz z wynikami obliczeń oraz przeniesienie Użytkownika do widoku *Listy elementów*.

Załączniki

Załącznik nr 1. Raport z wynikami działania narzędzia

Określenie odkształcenia od pełzania betonu

Nr katalogowy: CNM-07

Raport	Data: 20.08.2019
--------	------------------

Nazwa zadania:	Most przez Odrę
----------------	------------------------

Nazwa elementu: **Dźwigar**

Dane wejściowe:

Materiał	
Beton	Wilgotność RH
C30/37	80 [%]

Parametry przekroju		
Pole przekroju AC	Obwód przekroju UC	Napężenie ściskające σ
1 [m²]	4 [m]	15 [m]

Wiek betonu		
Obciążenie t_0	Początek wyznaczania odkształcenia t_p	Okres odkształcenia t_k
28 [dni]	28 [dni]	11000 [dni]

Wyniki:

Całkowite odkształcenie pełzania betonu ε_p , które zaszło po czasie t_p w okresie t_k		
$\varepsilon_p = \varepsilon_{p2} - \varepsilon_{p1}$	ε_{p1}	ε_{p2}
0,000681	0,000000	0,000681