

# Nowa generacja Eurokodu 7

## Nadchodzące zmiany w projektowaniu konstrukcji geotechnicznych

Natalia Maca

TITAN POLSKA Sp. z o.o.

członek KT254 ds. Geotechniki

ekspert w grupie CEN TC250/SC7/WG3

Trwają prace nad stworzeniem nowej generacji Eurokodów, które mają udoskonalić obecne zapisy, poprawić wygodę ich stosowania oraz uwzględnić postęp technologiczny i aktualny stan wiedzy.

Eurokody formalnie zastąpiły wcześniejsze polskie normy w 2010 r., jednak w zakresie konstrukcji geotechnicznych nadal traktowane są jako nowość i stosowane z pewnym oporem, raczej jako dodatkowy wymóg formalny niż podstawa projektowania. **Wiele mówi się o niedostatkach normy PN-EN 1997 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne, zwłaszcza o brakach szczegółów projektowania i ograniczonym zakresie opisywanych konstrukcji.** W tym świetle trwające aktualnie prace nad nową generacją Eurokodów, których celem jest m.in. ulepszenie norm istniejących, powinny być szczególnie interesujące dla projektantów geotechników. Niniejszy artykuł przybliży status zaawansowania tych prac i najważniejsze zmiany w zakresie projektowania konstrukcji geotechnicznych na koniec sierpnia 2019 r.

### Rys historyczny

Historia Eurokodów jest bardzo długa i sięga aż 1975 r., kiedy to Komisja Wspólnoty Europejskiej postanowiła opracować zbiór zharmonizowanych dokumentów technicznych, mających zastąpić normy i przepisy poszczególnych krajów [1]. O tym, jak tytaniczne było to przedsięwzięcie, świadczy fakt, że choć prace uruchomiono bardzo szybko, to ostatecznie teksty pierwszej i drugiej części normy EN 1997 Eurokod 7 opublikowano dopiero odpowiednio w latach 2004 i 2007, a wprowadzono formalnie jako podstawowy dokument w krajach CEN w 2010 r. Nie dziwi zatem

fakt, że już wtedy, choćby w związku z ciągłym postępem wiedzy technicznej i rozwojem technologii, treści norm PN-EN 1997 wymagały aktualizacji. Również okres ich wdrażania oraz użytkowania ujawnił braki merytoryczne, niespójności pomiędzy poszczególnymi częściami norm i trudności w praktycznym stosowaniu [2].

Dlatego już w 2012 r., zgodnie z Mandatem M/515 Komisji Europejskiej, rozpoczęto prace nad drugą generacją Eurokodów, których głównym celem jest ulepszenie norm istniejących oraz rozszerzenie ich zakresu [3]. Prace prowadzone pod kierownictwem komitetu CEN TC250 (Eurokodem 7 zajmuje się podkomitet SC7), wspomagane licznymi zespołami ekspertów z całej Europy, są obecnie w fazie zaawansowanego opracowywania treści kolejnych części Eurokodu 7, a ich wdrożenie na poziomach krajowych planowane jest na lata 2024/2025 (przesunięte z roku 2020). Artykuł oparto na najbardziej aktualnych wersjach poszczególnych części nowego Eurokodu 7, czyli tzw. ostatecznym projekcie części 1. z kwietnia 2018 r. [4] oraz tzw. drugim projekcie roboczym części 2. i części 3. z kwietnia 2019 r. [5, 6].

### EN 1997 Eurokod 7 – ewolucja

By spełnić założenia udoskonalenia drugiej generacji Eurokodu 7 (które opisano szczegółowo w pracach [3, 7, 8]), wprowadzane modyfikacje mają charakter ewolucyjny, bez fundamentalnych zmian

aktualnej praktyki projektowej. Jednocześnie jednak modyfikacje te wpłyną istotnie na wszystkie aspekty projektowania konstrukcji geotechnicznych.

Wynika to przede wszystkim ze zharmonizowania normy prEN 1997:202x (umowny numer projektu Eurokodu 7 drugiej generacji) z pozostałymi Eurokodami konstrukcyjnymi, a zwłaszcza dostosowania do postanowień prEN 1990:202x, czego konsekwencją jest zmiana samej struktury Eurokodu 7. W wersji 2.0 będzie on się składał z trzech części:

- ▶ Część 1. Zasady ogólne – obejmująca większość zapisów z aktualnej części pierwszej EN 1997-1:2004 (choć zagadnienia związane z podstawami projektowania zostają przeniesione do nowej wersji Eurokodu 0);
- ▶ Część 2. Badania podłoża – zasadniczo zmieniona w stosunku do obecnej wersji EN 1997-2:2007;
- ▶ Część 3. Konstrukcje geotechniczne – nowa, obejmująca reguły stosowania i projektowania różnych rodzajów konstrukcji, częściowo bazująca na znowelizowanych rozdziałach obecnej części pierwszej, zasadniczo jednak rozszerzonych i uzupełnionych.

**Wszystkie części objęte będą również uzgodnieniem układu rozdziałów z układem innych Eurokodów, co z jednej strony ma ułatwić użytkownikowi pracę z tymi normami, a z drugiej również niejako zrównuje rangę projektowania geotechnicznego i konstrukcyjnego.** Istotną zmianą merytoryczną jest praktyczne wprowadzenie zasad kontroli

niezawodności i zarządzania jakością do projektowania geotechnicznego, co wiąże się ze znacznie silniejszym powiązaniem ze zmodyfikowanym Eurokodem 0. Nowością ma też być rozszerzenie prEN 1997:202x o zakres mechaniki skał [9] oraz dynamiki [10]. Konkretnie propozycje zapisów w tym zakresie zostaną przedstawione w późniejszym terminie, jednak już teraz widoczne jest, że niestety nie będą oferowały szczególnej pomocy projektantom.

Warto tu zauważyć, że znaczący zakres wymagań w nowej wersji Eurokodu 7 ma charakter rekomendacji, z pozostawieniem ostatecznej definicji do decyzji krajowych. Podobnie rzecz ma się z treścią załączników (aktualnie tylko jeden załącznik ma charakter normatywny, pozostałe są informacyjne). Takie podejście skutkuje dużym polem manewru przy opracowywaniu załączników krajowych, w tym do dostosowania wymogów Eurokodu do krajowej praktyki projektowej.

## Podstawowe zmiany treści Eurokodu 7

### Zasady ogólne

W pierwszej części nowego Eurokodu 7 zmiany – choć nie są rewolucyjne – obejmują większość zagadnień projektowych, przy czym wiele z nich wynika z konieczności zachowania spójności z wymaganiami zmodyfikowanego Eurokodu 0 [11]. Wśród najważniejszych wprowadzonych zmian wymienić można:

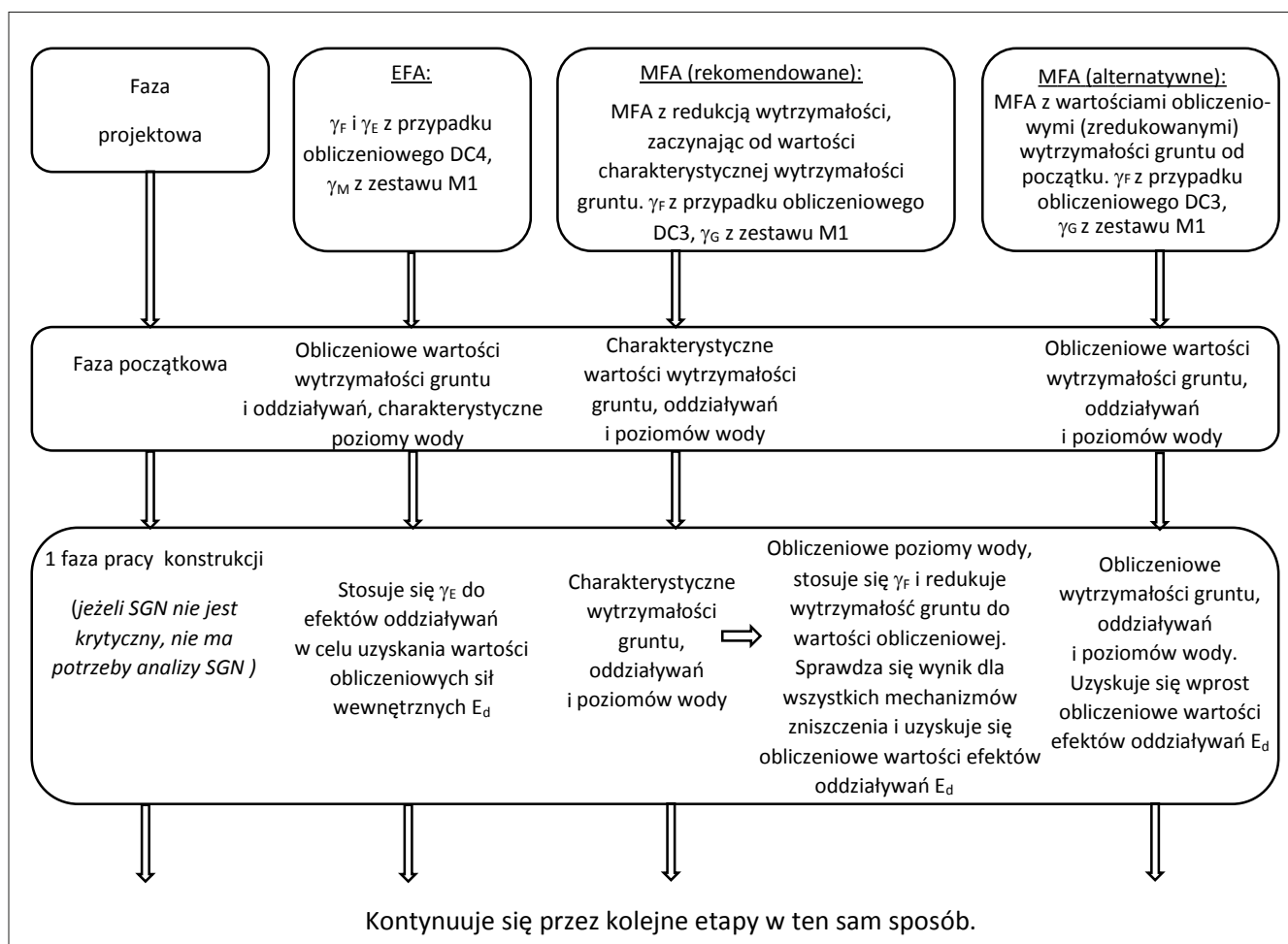
- ▶ redefinicję kategorii geotechnicznych w zależności od klas konsekwencji zniszczenia i złożoności warunków geotechnicznych, które docelowo determinować będą wiele elementów projektowania;
- ▶ dokładne zdefiniowanie wartości i kryteriów oceny charakterystycznych (oraz reprezentatywnych) parametrów geotechnicznych;
- ▶ zastąpienie podejść obliczeniowych tzw. przypadkami obliczeniowymi

mi DC z wyraźnie sformułowanym podejściem materiałowym MFA lub nośności RFA oraz modyfikacją wartości współczynników częściowych (jednocześnie szczegółowe wymagania dla konkretnych konstrukcji zawarto w części trzeciej);

- ▶ likwidację podziału stanów granicznych nośności określanymi jako: STR, EQU, GEO itd., a także wprowadzenie wyraźnych kryteriów weryfikacji stanów granicznych użyteczności;
  - ▶ definicję reprezentatywnej/obliczeniowej wartości parcia wody (nowość);
  - ▶ określenie reguł stosowania metod numerycznych (rys. 1) wraz z procedurą podejścia obliczeniowego (nowość).
- Te i pozostałe zmiany w części pierwszej EC7 zostały szczegółowo opisane w [7].

### Badania podłoża

Norma prEN 1997-2:202x w procesie rewizji została poddana największym i zasadniczym zmianom, zarówno



Rys. 1. Procedura sprawdzania stanu granicznego nośności z wykorzystaniem metod numerycznych [4, rys. 7.1]

pod kątem układu, jak i treści. Przede wszystkim nastąpiło odejście od funkcji normy „do projektowania badań”. Nowa wersja skierowana jest do projektantów i ma odpowiedzieć na pytanie, jakie parametry opisują konkretne właściwości gruntu i jakimi metodami je poprawnie ustalić. Stąd też wynika zupełnie nowa struktura rozdziałów normy:

4. Planowanie badań podłoża
5. Model budowy podłoża
6. Rozpoznanie podłoża: typ i zakres
7. Właściwości fizyczne i chemiczne
8. Właściwości wytrzymałościowe
9. Właściwości odkształceniowe i konsolidacyjne
10. Parametry dynamiczne i dla projektowania sejsmicznego (nowość)
11. Woda gruntowa i współczynnik filtracji
12. Parametry termiczne (nowość)

Ponadto znacząca część treści stricte technicznych, dotyczących badań, zastąpiona została odwołaniami do stosownych norm ISO.

Zgodnie z filozofią wdrożenia zarządzania niezawodnością i ryzykiem, wprowadzono pojęcie „stopniowego” badania podłoża (ang. progressive ground investigation), dostosowujące zakres badań do faz dokumentowania. Zmodyfikowano też zapisy dotyczące planowania badań podłoża, uzależniając zakres jakościowy i ilościowy rozpoznania nie tylko od kategorii geotechnicznej oraz wielkości obiektu, ale też od jego strefy oddzia-

ływania. Zaproponowano również specyfikację minimalnych wymagań dla zakresu rozpoznania, ale zalecenia te są przedmiotem ożywionej, krytycznej dyskusji.

Choć prEN 1997-2:202x kładzie wyraźny nacisk na rolę projektanta geotechnika w wyborze metody badań, ich zakresu i dopasowania, oraz interpretacji wyników, to zawiera wiele przydatnych wytycznych uwzględniających aktualny stan wiedzy w tym obszarze. Jest to widoczne zwłaszcza w kluczowych rozdziałach dotyczących wytrzymałości i sztywności gruntu. Wprowadzone zostały terminy parametrów wytrzymałościowych maksymalnych (ang. peak), przy stałej objętości (ang. constant volume) i rezydualnych (ang. residual) dla różnych kryteriów zniszczenia. Wyraźnie podkreślone zostały: konieczność opisu sztywności gruntu w stosownym przedziale naprężeń/odkształceń, jej nieliniowość, efekt czasowy i stosowność w analizie danego stanu granicznego (rys. 2). Na obecnym etapie prac nad tą częścią Eurkodu 7 jej treści są otwarte i możliwy jest jeszcze duży wpływ na ostateczny kształt normy oraz jej zawartość.

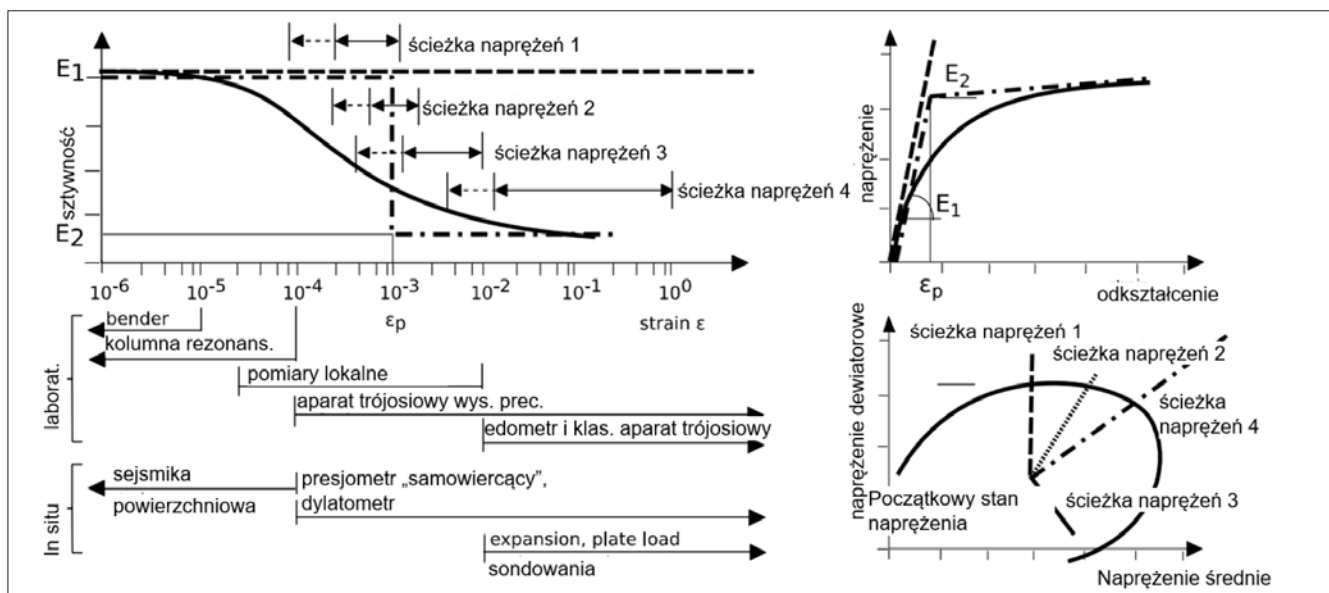
### Konstrukcje geotechniczne

Nowa część Eurokodu 7 prEN 1997-3:202x jest bodajże najbardziej oczekiwanym przez projektantów elementem zmian. Jej zasadniczym przedmiotem są zasady i wymagania do projektowania konkretnych konstrukcji geotech-

- nicznych, będące uszczegółowieniem zapisów zaktualizowanej ogólnej części pierwszej. Norma ta w omawianym kształcie ma obejmować możliwe wszystkie konstrukcje (i technologie) geotechniczne, również nieobjęte obecną normą PN-EN 1997:2008 [12], zgodnie z następującym układem rozdziałów:
4. Skarpy, zbocza i nasypy (nowość)
  5. Fundamenty bezpośrednie
  6. Fundamenty palowe
  7. Konstrukcje oporowe
  8. Kotwy
  9. Konstrukcje z gruntu zbrojonego (nowość)
  10. Wzmocnienie podłoża (nowość)

Wszystkie te rozdziały mają taki sam układ podrozdziałów opisujących szczegółowo m.in. takie zagadnienia, jak: wymagania materiałowe, woda gruntowa, analizy geotechniczne (modele obliczeniowe), stany graniczne nośności i użyteczności, zasady wykonawstwa oraz badań. Uzupełnieniem zasadniczej treści są załączniki informacyjne do każdego rozdziału, przedstawiające przykładowe, praktyczne modele, metody i wzory obliczeniowe, zasady konstrukcyjne, korelacje itp.

Z uwagi na ogromny zakres tematyczny tej części, trudno przywołać nawet jedynie najważniejsze zapisy dla poszczególnych rodzajów konstrukcji (zostały one szerzej opisane w [13]). Warto jednak zwrócić uwagę na generalną tendencję do promowania projektowania w oparciu

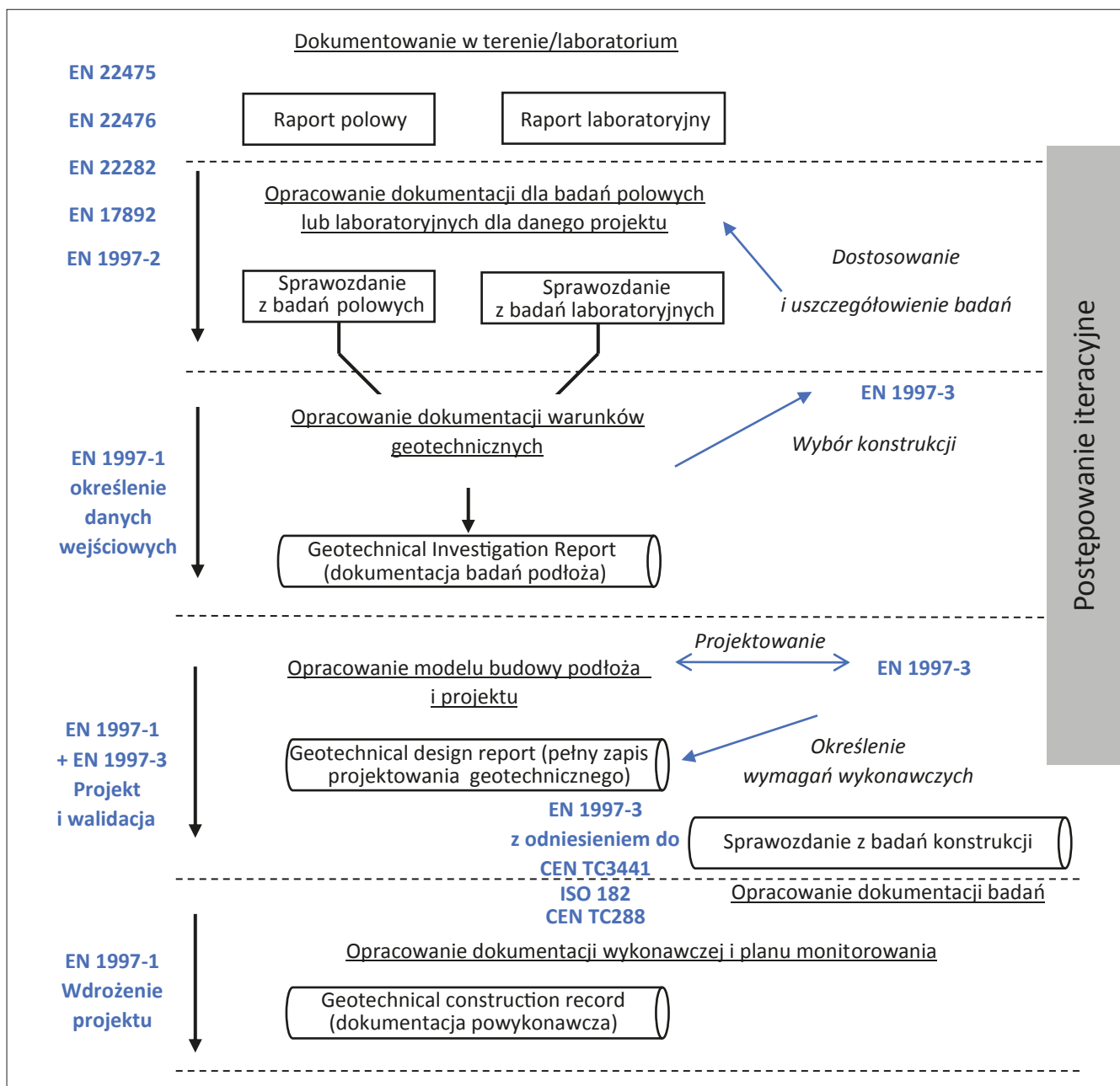


Rys. 2. Zmienności modułu sztywności w zależności od typowych zakresów badań [5, rys. H.1]

Tab. 1. Pośrednie określenie sztywności gruntu – przykład wskaźówek interpretacyjnych [5, tab. 9.3]

Parametr	Symbol	Badanie	Norma badania	Poziom ufnosci
Moduł ścinania	G	SPT	EN ISO 22476-3	niski
Moduł Younga	E	DP	EN ISO 22476-2	niski
		Analiza wsteczna	EN 1997-1 §4.3.2 (2) i §4.8 (6) EN ISO 18674-1	średni
Moduł Younga w war. z drenażem	E'	CPT	EN ISO 22476-1	niski
		PMT	EN ISO 22476-4	wysoki
Moduł edometryczny	E <sub>oed</sub>	CPT	EN ISO 22476-1	średni
		SPT	EN ISO 22476-3	niski
Moduł Menarda	E <sub>M</sub>	MWD	EN ISO 22476-15	niski

o wyniki badań, metody numeryczne oraz metodę obserwacyjną, do których podane są specyficzne zalecenia. Ponadto, przez zróżnicowanie wytycznych rozpoznania podłoża dla różnych konstrukcji, lepiej dopasowano je do pełnionej funkcji. W końcu, pojawiły się jasne zalecenia stosowania projektowania etapowego (ang. progressive design), pozwalającego na stopniowe uszczegóławianie zarówno projektu, jak i zakresu rozpoznania, z ich wzajemnym dostosowaniem oraz optymalizacją rozwiązania wraz z postępowaniem prac (rys. 3).



Rys. 3. Schemat interakcji między poszczególnymi częściami EN 1997 oraz progresywnego charakteru procesu projektowego (na podstawie [4, Fig. E.1])

**Tab. 2.** Zestaw współczynników częściowych do sprawdzenia nośności – przykład dla fundamentów bezpośrednich w trwałej i przejściowej sytuacji obliczeniowej [6, tab. 5.2]

Sprawdzany warunek	Współczynnik częściowy do	Symbol	Podejście oparte na współczynnikach materiałowych (MFA)			Podejście oparte na współczynnikach do nośności (RFA)
			(a)	(b)	(c)	
Stateczność ogólna	patrz Rozdział 4					
Nośność podłoża i poślizg	Oddziaływania i efekty oddziaływań	$\gamma_F$ i $\gamma_E$	DC1 <sup>1</sup>	DC3 <sup>1</sup>	DC1 <sup>1</sup>	DC1 <sup>1</sup>
	Parametry geotechniczne	$\gamma_M$	M1 <sup>2</sup>	M3 <sup>2</sup>	M3 <sup>2</sup>	nieredukowane
	Nośność podłoża	$\gamma_{Rv}$	nieredukowane			1.4
	Poślizg	$\gamma_{Rh}$	nieredukowane			1.1

<sup>1</sup> Wartości współczynników częściowych dla przypadków obliczeniowych (DC) podano w załączniku A normy EN 1990, tablica A.1.8.  
<sup>2</sup> Wartości współczynników częściowych dla zestawów M1 i M3 podano w załączniku A normy EN 1997-1, tablica A.1.8.

W części trzeciej widoczna jest też najjaskrawiej nowa filozofia pracy z Eurokodami. Otóż prEN 1997-3:202x zawiera bardzo wiele odniesień zarówno do dwóch pozostałych części prEN 1997:202x, jak i Eurokodu 0 oraz pozostałych Eurokodów i norm wykonawczych, ściśle łącząc je wszystkie. Może to stanowić początkowo utrudnienie, ale zasadniczo harmonizuje zasady projektowania. Tak jest choćby z dość rozbudowanymi zestawami współczynników częściowych (tab. 2), które zawierają wartości liczbowe jedynie do nośności poszczególnych konstrukcji, natomiast dla oddziaływań – odnoszące się do ogólnych zasad projektowania z Eurokodu 0, a w zakresie parametrów geotechnicznych do zestawów globalnych z części pierwszej Eurokodu 7. Taki układ, paradoksalnie, zwiększa przejrzystość stosowania i bezpieczeństwa konstrukcji przez zachowanie konsekwencji oraz spójności z całym systemem norm konstrukcyjnych. „Konstrukcje geotechniczne” to najbardziej rozbudowana część nowego Eurokodu 7, która stara się objąć bardzo obszerną dziedzinę, rozbudowując istotnie obecne treści (nieco wbrew podstawowym celom nowej generacji), a jednocześnie nadal nie podając projektantom wszystkich oczekiwanych odpowiedzi. Jednak prace nad jej zapisami trwają intensywnie i możliwe jest jeszcze wprowadzenie wielu zmian.

### Harmonogram dalszych prac

Faza prac nad częścią pierwszą nowej generacji Eurokodu 7 została praktycznie zakończona w 2018 r., a w zakresie części drugiej i trzeciej prace nad osta-

tecznym tekstem nadal trwają. W ramach tych działań, w czerwcu tego roku zgłoszono odpowiednio ponad 540 oraz 3100 (!) uwag do ich treści [14, 15, 16]. Liczby te obrazują, jak wiele jeszcze zostało do uzgodnienia oraz jak istotne jest zaangażowanie zainteresowanych w te prace, by nowe normy spełniły ich oczekiwania.

Na koniec października 2019 r. planowane jest wydanie wersji zrewidowanych – po uwzględnieniu uwag – przewidzianych już do oficjalnego komentowania na poziomie krajowym. Przedstawienie wersji końcowych części drugiej i trzeciej planowane jest na kwiecień 2020 r. Dalsze prace będą polegać już jedynie na harmonizacji całości normy prEN 1997:202x i przygotowaniu do wdrożenia na poziomie krajowym.

### Podsumowanie

Od roku 2015 trwają prace nad stworzeniem nowej generacji Eurokodów, które mają zrewidować i udoskonalić obecne treści, poprawić wygodę ich stosowania oraz uwzględnić postęp technologiczny. W artykule przedstawiono najważniejsze zmiany proponowane w normie prEN 1997:202x Projektowanie geotechniczne. Stworzenie lepszej wersji Eurokodu 7, choć ogromnie potrzebne, jest też wyzwaniem bardzo trudnym, a ostateczna wersja nie zdola spełnić wszystkich pokładanych w niej oczekiwań. Warto jednak śledzić wprowadzane zmiany i zgłaszać ewentualne uwagi za pośrednictwem Komitetu Technicznego PKN 254 ds. Geotechniki. W ten sposób kształtujemy przyszłość projektowania geotechnicznego.

### Literatura

1. B. Klościński, *Jak powstała EC7 „Projektowanie Geotechniczne”?*, niepubl. 2019.
2. B. Klościński, *Jak wdrażano w Polsce Eurokod 7 „Projektowanie geotechniczne”*, niepubl. 2019.
3. B. Klościński, *Perspektywy zmian Eurokodu 7: Projektowanie geotechniczne*, „Inżynieria i Budownictwo” nr 3/2017.
4. CEN/TC 250/SC 7 N 1189. prEN 1997-1 General Rules final, 2018.
5. prEN 1997-2 (2nd draft) April 2019 for issue to SC7-WG2.
6. prEN 1997-3 (2nd draft) April 2019 for review by SC7-WG3.
7. W. Bogusz, B. Klościński, *Nowa generacja Eurokodów – zmiany w projektowaniu geotechnicznym*, „Acta Sci. Pol. Architectura” nr 17/2018.
8. B. Klościński, *Kierunki zmian i rozwoju nowej wersji Eurokodu 7:2020*, Wisła, 7–10.03.2017, WPPK Geotechnika.
9. M515/CEN/TC250/SC 7 PT6. Background Paper on Integrating rock engineering into EN 1997-1, -2 and -3, 2019.
10. M515/CEN/TC250/SC 7 PT6. Background paper on DYNAMIC DESIGN, 2019.
11. M515/CEN/TC250/SC 7 PT6. prEN 1990 (E) First revised draft from Management Group 2018-11-09.
12. PN-EN 1997-1:2008. Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – część 1: Zasady.
13. Warsztaty Eurokod 7: Nowa Generacja, Warszawa, 6 czerwca 2019, www.eurokodownowa.pl.
14. CEN/TC 250/SC 7 N 1299. Comments for prEN 1997-2 WG2 April 2019 draft. 2019.
15. CEN/TC 250/SC 7 N 1300. Comments for prEN 1997-3 WG3a April 2019 draft.1. 2019.
16. CEN/TC 250/SC 7 N 1301. Comments for prEN 1997-3 WG3b April 2019 draft.1.