

EUROCODE 1997-1 EUROCODE 1997-1



LADISLAV LAMBOJ

V článku jsou zdůrazněny důvody, které vedly k vytvoření EC. V krátkosti je popsán historický vývoj EC 7-1. Je upozorněno na odchylky od stávajících ČSN pro plošné základy a vyhodnocení únosnosti tlačných a tažených pilot ze zatěžovací zkoušky a získaných výpočtem.

In this article are emphasized reasons which establish ECs. A brief historical development is done. An attention must be done to differences between CSN for spread foundations and the resistance evaluation of piles in compression and tension from static load tests and by calculation in EC 7-1.

Eurokódy budou po převodu na EN sloužit jako normy pro navrhování stavebních konstrukcí. Eurokódy se prováděním a kontrolou zabývají pouze v rozsahu, který je nutný k určení kvality stavebních produktů a standardu dovednosti potřebného k tomu, aby byly zajištěny předpoklady návrhu. Bylo by chybné od nich očekávat jinou funkci.

Eurokódy poskytují společné metody navrhování stavebních konstrukcí vyjádřené v soustavě evropských norem, které mají být použity jako referenční dokumenty pro členské státy k důkazu, že pozemní a inženýrské stavby nebo jejich části vyhovují nebo nevyhovují základnímu požadavku č. 1 Mechanická odolnost a stabilita (včetně těch hledisek základního požadavku č. 4 Bezpečnost při užívání, které s mechanickou odolností a stabilitou souvisejí) a části základního požadavku č. 2 Požární bezpečnost včetně trvanlivosti.

Navrhování vychází z metody mezních stavů s použitím dílčích součinitelů spolehlivosti.

Už směrnice ES č. 71-305 z roku 1971, čl. 11, stanovila, že při nabídkovém řízení projektů nebo dodávky stavebních prací nelze nabídku vyřadit ze soutěže na základě konstatování, že výpočet konstrukce byl zpracován podle předpisů jiného státu, než ve kterém probíhá soutěž. Protože z různých důvodů naráží použití cizozemských předpisů v každém státě na technické a právní obtíže, byl dán francouzskými zástupci u ES podnět k vytvoření

jednotných předpisů pro navrhování stavebních konstrukcí.

Potřebu jednotných předpisů bych si dovolil dokumentovat na několika případech. Na jednání 9. dunajské konference v Budapešti v roce 1990 prof. Franke informoval, že v zemích Evropských společenství existuje na 23.000 různých norem v oboru stavebnictví včetně předpisů pro výrobky používané ve stavebnictví, v důsledku čehož dochází k odhadovaným ztrátám ve výši 350 až 520 miliard německých marek ročně.

Ale nejde jen o obor stavebnictví. Zná má firma Philips např. udává ztráty, které plynou z nejednotnosti předpisů pro televizory, které dodává na evropský trh, ve výši 38 miliónů amerických dolarů.

Po dobu patnácti let řídila Komise Evropských společenství, s pomocí řídicího výboru skládajícího se ze zástupců členských států, vývoj programu Eurokódů, což vedlo ke zveřejnění souboru první generace evropských pravidel v 80. letech.

HISTORICKÝ VÝVOJ EC 1997-1

EC 1997-1 má v mnohém obdobný vývoj, jakým prošly ostatní Eurokódy.

Komise rozhodla, že EC 7-1 bude mít tři části. V roce 1980 bylo dosaženo dohody mezi Komisí Evropských společenství a Mezinárodní společností pro mechaniku zemin a zakládání staveb (ISSMFE) o tom, že základ Eurokódu 7 – část 1 bude vycházet z norem členských států. Ucelený, druhý pracovní návrh EC 7 – část 1 s názvem „Foundations – Základy“ byl předložen k diskuzi v březnu 1986 a po drtivé kritice bylo rozhodnuto, že musí být zcela přepracován.

V roce 1989 rozhodla Komise Evropských společenství a členské státy na základě dohody s CEN (Comité Européen de Normalisation, Evropský výbor pro normalizaci), kterou schválil SCC (Standing Committee on Construction, Stálý výbor pro stavebnictví), převést prostřednictvím mandátu vypracování a zveřejňování Eurokódů na CEN, aby mohly mít v budoucnu statut evropských norem.

Pro vypracování Eurokódů byla v CENU založena roku 1990 Technická komise TC250, která v současné době sestává z řídicího výboru, koordinační skupiny, devíti subkomisí (pro každý Eurokód byla zř-

zena samostatná subkomise) a z pracovních skupin.

Třetí neúplná verze části 1 EC 7 byla předložena k projednávání na zasedání CEN/TC250/SC7 (Evropský výbor pro normalizaci/Technický výbor 250/Podvýbor 7) v lednu 1993 v Londýně. I k této verzi se sešlo připomínek. Na základě intenzivní diskuse byl vypracován čtvrtý, konečný návrh části 1 EC 7 s názvem Navrhování geotechnických konstrukcí. Ten byl předložen k hlasování a schválení na zasedání CEN/TC250/SC7 25. května 1993 v Kodani.

V dalším schvalovacím procesu byl EC 7 – část 1 převeden na evropskou přednormu ENV 1997-1:1994. V České republice se ihned začalo pracovat na jejím překladu a tvorbě národního aplikačního dokumentu. Překlad a národní aplikační dokument vydal ČSN v srpnu 1996 jako ČSN P ENV 1997-1.

CEN/TC250/SC7 stanovila další harmonogram prací na EC 7-1. Do 31. 10. 1996 byl rozeslán dotazník o používání ENV 1997-1:1994 s termínem vrácení dotazníku do 30. 4. 1997. Do 30. 6. 1997 měla TC250/SC7 rozhodnout o dalším osudu EC 7-1. Hlasování členských států, které následovalo, připouštělo následující možnosti volby:

1. přímou konverzi ENV na EN
2. prodloužení zkušební doby ENV
3. přechod na EN po aktualizaci ENV
4. přechod na EN po revizi ENV
5. odmítnutí ENV.

Majorita členských států doporučila přechod na EN po revizi ENV CEN/TC250/SC7 rozhodl o zřízení pracovní komise WG1, která se zabývala revizí ENV. Protože od 1. dubna 1997 se Česká republika stala řádným členem CENU (především zásluhou autora článku a Ing. R. Barvínka), byli jsme vyzváni k práci v této komisi. Tuto výzvu jsme akceptovali a TNK 41 Geotechnika nominovala do pracovní skupiny autora článku.

SOUČASNÝ STAV

Eurokód 7-1 doznal úpravy jednotlivých kapitol a nyní obsahuje:

- | | |
|--------|---|
| Kap. 1 | Všeobecně |
| Kap. 2 | Zásady navrhování geotechnických konstrukcí |
| Kap. 3 | Geotechnické údaje |

- Kap. 4 Dohled na stavbě, monitoring a údržba
- Kap. 5 Zásypy, odvodňování, zlepšování a vyztužování základové půdy
- Kap. 6 Plošné základy
- Kap. 7 Pilotové základy
- Kap. 8 Kotvy
- Kap. 9 Opěrné konstrukce
- Kap. 10 Porušení podzemní vodou
- Kap. 11 Stabilita staveniště
- Kap. 12 Násypy

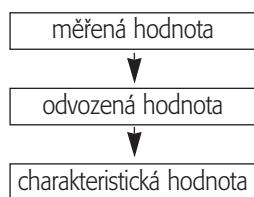
Je doprovázen přílohami A až J. Příloha A je závazná, ostatní jsou informativní. Jak je vidět z přehledu kapitol, navrhování některých geotechnických konstrukcí EC neřeší. I navrhování geotechnických konstrukcí, které jsou uvedeny v Eurokódu, je propracováno do nestejně hloubky. Text rozlišuje zásady a pravidla k těmto zásadám.

ČSNi nyní očekává zaslání normy EN 1997-1:2003 v anglické, německé a francouzské verzi. Předpokládá se, že český překlad bude svěřen katedře geotechniky FSv ČVUT v Praze, rovněž tak katedra bude koordinovat zpracování národní přílohy. Termíny stanovené Pokynem L budou dodrženy.

Odlíšnosti EC od používaných ČSN

EC 7-1 zavádí některé pojmy, které jsme dříve nepoužívali. Jako příklad může sloužit pojem charakteristická hodnota geotechnického parametru. Tato hodnota se musí stanovit jako obezřetný odhad ovlivňující výskyt mezního stavu. Na cestě k charakteristické hodnotě se vyskytuje další pojem a to odvozená hodnota. Odvozenou hodnotou rozumíme hodnotu parametru základové půdy, která byla odvozena z měřených hodnot na základě uznávané teorie nebo semiempirie nebo empirie či korelace. Schematicky můžeme naznačit postup při získání charakteristické hodnoty parametru základové půdy následovně

Významným prvkem při stanovení spo-



lehlivosti konstrukce je návrhový přístup. EC 7-1 uvádí jako rovnocenné tři návrhové přístupy, přičemž u prvního z nich

se kontrolují dvě nerovnosti. Je tedy zřejmé, že pro jeden a tentýž případ můžeme stanovit čtyři návrhové odolnosti základové půdy. Návrhové způsoby se liší pouze v distribuci součinitelů spolehlivosti. Pro ilustraci si to ukažme na stanovení odolnosti plošného základu a vyhodnocení zatěžovací zkoušky pilot.

PLOŠNÉ ZÁKLADY

Přístup 1, část a) kontroluje odolnost konstrukce, část b) kontroluje odolnost základové půdy. Přístup 2 připomíná navrhování podle dovolených namáhání a přístup 3 navrhování podle u nás běžně používaných mezních stavů.

Za výběr přístupu je zodpovědný projektant.

PILOTOVÉ ZÁKLADY

Návrhová a charakteristická únosnost osamělé tlačené piloty ze statické zatěžovací zkoušky

Nejprve stanovíme z měřených hodnot charakteristickou hodnotu únosnosti v závislosti na počtu testovaných pilot. Podle instrumentace zatěžovací zkoušky můžeme rozlišovat charakteristickou únosnost na patě $R_{c,b,k}$ a na plášti $R_{c,s,k}$ nebo celkovou $R_{c,k}$.

$$R_{c,b,k} = \min \left[\frac{(R_{c,b,meas.})_{mean}}{\xi_1}, \frac{(R_{c,b,meas.})_{min}}{\xi_2} \right], \quad (1)$$

$$R_{c,s,k} = \min \left[\frac{(R_{c,s,meas.})_{mean}}{\xi_1}, \frac{(R_{c,s,meas.})_{min}}{\xi_2} \right] \quad (2)$$

$$\bar{R}_{c,k} = \min \left[\frac{(R_{c,meas.})_{mean}}{\xi_1}, \frac{(R_{c,meas.})_{min}}{\xi_2} \right] \quad (4)$$

$$R'_{c,k} = R_{c,b,k} + R_{c,s,k} \quad (4)$$

$$R_{c,k} = \min \left(R'_{c,k}; \bar{R}_{c,k} \right) \quad (5)$$

Index $_{meas.}$ značí měřený, $_{mean}$ průměrný, $_c$ značí, že pilota je tlačená a $_b$ patu piloty, $_s$ plášť piloty. Součinitele ξ_1 a ξ_2 jsou uvedeny v tabulce 2.

Dále převedeme charakteristickou hod-

Parametry zeminy	Symbol	Přístup 1		Přístup 2	Přístup 3
		a	b		
úhel vnitřního tření *	γ_c	1,0	1,25	1,0	1,25
efektivní soudržnost	γ_c'	1,0	1,25	1,0	1,25
neodvodněná smyková pevnost	γ_{cu}	1,0	1,4	1,0	1,4
jednoosá pevnost	γ_{ou}	1,0	1,4	1,0	1,4
objemová tíha	γ_y	1,0	1,0	1,0	1,0
zaboření	γ_{k1}	1,0	1,0	1,4	1,0
usmyknutí	γ_{k2}	1,0	1,0	1,1	1,0

* tento součinitel se použije pro tg ϕ'

Tab. 1 Dílčí součinitele pro parametry zemín – plošné základy

Tab. 1 Partial factors (γ_m) for soil parameters – spread foundations

ξ pro n =	1	2	3	4	≥ 5
ξ_1	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
ξ_2	1,40	1,20	1,05	1,00	1,00

Tab. 2 Dílčí součinitele pro odvození charakteristické únosnosti piloty ze statických zatěžovacích zkoušek (n = počet zatěžovacích zkoušek)

Tab. 2 Correlation factors ξ to derive characteristic values from static pile load tests (n – number of tested piles)

notu únosnosti na hodnotu návrhovou v závislosti na typu piloty a návrhovém přístupu.

$$R_{c,b,d} = \frac{R_{c,b,k}}{\gamma_b} \quad (6)$$

$$R_{c,s,d} = \frac{R_{c,s,k}}{\gamma_s} \quad (7)$$

$$\bar{R}_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} \quad (8)$$

$$R'_{c,d} = R_{c,b,d} + R_{c,s,d} \quad (9)$$

$$R_{c,d} = \min \left(\bar{R}_{c,d}; R'_{c,d} \right) \quad (10)$$

Hodnoty součinitelů γ_b , γ_s a γ_t uvádějí následující tabulky 3 až 5.

Návrhová a charakteristická únosnost osamělé tlačené piloty stanovená výpočtem

Další možnost, jak stanovit návrhovou respektive charakteristickou únosnost osamělé tlačené piloty, je výpočtem na základě měřených parametrů základové půdy. Logika výpočtu je shodná jako v případě statické zatěžovací zkoušky. Předpoklá-

Odpor	Symbol	Přístup			
		a ₁	b ₁	2	3
Pata	γ _b	1,1	1,0	1,0	1,3
Plášť (tlak)	γ _s	1,1	1,0	1,0	1,3
Celkový/kombinovaný (tlak)	γ _t	1,1	1,0	1,0	1,3
Plášť (tah)	γ _{st}	1,15	1,25	1,1	1,6

Tab. 3 Dílčí součinitelé pro odvození návrhové únosnosti ze statických zatěžovacích zkoušek pro vřáněné piloty

Tab. 3 Partial resistance factors (γ_b) for driven piles from static pile load tests

Odpor	Symbol	Přístup			
		a ₁	b ₁	2	3
Pata	γ _b	1,1	1,25	1,0	1,6
Plášť (tlak)	γ _s	1,1	1,0	1,0	1,3
Celkový/kombinovaný (tlak)	γ _t	1,1	1,15	1,0	1,5
Plášť (tah)	γ _{st}	1,15	1,25	1,1	1,6

Tab. 4 Dílčí součinitelé pro odvození návrhové únosnosti ze statických zatěžovacích zkoušek pro vřané piloty

Tab. 4 Partial resistance factors (γ_b) for bored piles from static pile load tests

Odpor	Symbol	Přístup			
		a ₁	b ₁	2	3
Pata	γ _b	1,1	1,1	1,0	1,45
Plášť (tlak)	γ _s	1,1	1,0	1,0	1,3
Celkový/kombinovaný (tlak)	γ _t	1,1	1,1	1,0	1,4
Plášť (tah)	γ _{st}	1,15	1,25	1,1	1,6

Tab. 5 Dílčí součinitelé pro odvození návrhové únosnosti ze statických zatěžovacích zkoušek pro CFA piloty

Tab. 5 Partial resistance factors (γ_b) for continuous flight auger (CFA) piles from static pile load test

Tab. 6 Dílčí součinitelé pro odvození charakteristické únosnosti z průzkumných vrtů (n = počet vrtů)

Tab. 6 Correlation factors ξ to derive characteristic values from ground test (n – the number of profiles tests)

ξ pro n =	1	2	3	4	5	7	10
ξ ₃	1,40	1,35	1,33	1,31	1,29	1,27	1,25
ξ ₄	1,40	1,27	1,23	1,20	1,15	1,12	1,08

dejme, že jsme teoreticky správně vypočítali únosnost na patě piloty $R_{c,b,cal.}$ a únosnost na plášti piloty $R_{c,s,cal.}$ z charakteristických hodnot smykové pevnosti. Pak je charakteristická únosnost na patě piloty

$$R_{c,b,k} = \min \left[\frac{(R_{c,b,cal.})_{mean}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,b,cal.})_{min}}{\xi_4} \right], \quad (11)$$

na plášti piloty

$$R_{c,s,k} = \min \left[\frac{(R_{c,s,cal.})_{mean}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,s,cal.})_{min}}{\xi_4} \right], \quad (12)$$

a celková

$$R_{c,k} = R_{c,b,k} + R_{c,s,k} \quad (13)$$

vypočítaná v závislosti na počtu zkušebních vrtů pro piloty. Velikost součinitelů ξ_3 a ξ_4 udává tab. 6. Index $_{cal.}$ značí vypočtený.

Návrhovou únosnost na patě a plášti piloty získáme z charakteristické únosnosti na patě a plášti piloty v závislosti na druhu piloty a na návrhovém přístupu

$$R_{c,b,d} = \frac{R_{c,b,k}}{\gamma_b} \quad (14)$$

$$R_{c,s,d} = \frac{R_{c,s,k}}{\gamma_s} \quad (15)$$

Celková návrhová únosnost je

$$R_{c,d} = \min \left[R_{c,b,d} + R_{c,s,d}; \frac{R_{c,b,k} + R_{c,s,k}}{\gamma_t} \right] \quad (16)$$

Návrhová a charakteristická únosnost osamělé tažené piloty ze statické zatěžovací zkoušky

Předpokládáme, že pilota bude vzdorovat proti vytažení pouze odporem na plášti. Charakteristická únosnost je stejně jako v případě tlačené piloty pouze funkcí počtu zatěžovacích zkoušek.

$$R_{t,k} = R_{s,k} = \min \left[\frac{(R_{t,meas.})_{mean}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,meas.})_{min}}{\xi_4} \right] \quad (17)$$

Návrhová únosnost se pak stanoví z charakteristické v závislosti na druhu piloty a návrhovém přístupu

$$R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_{s,t}} \quad (18)$$

Dílčí součinitelé γ_{st} , ξ_3 a ξ_4 uvádějí tab. 3 až 6.

Návrhová a charakteristická únosnost osamělé tažené piloty stanovená z parametrů základové půdy na základě průzkumných vrtů

Charakteristická únosnost je funkcí pouze počtu průzkumných vrtů, ve kterých byla základová půda testována. Může být stanovena např. z

$$R_{t,k} = R_{s,k} = \min \left[\frac{(R_{t,cal.})_{mean}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal.})_{min}}{\xi_4} \right] \quad (19)$$

Návrhová únosnost činí

$$R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_{s,t}} \quad (20)$$

Dílčí součinitelé γ_{st} , ξ_3 a ξ_4 uvádějí tabulky 3 až 6.

Návrhová a charakteristická únosnost piloty může ještě být stanovit dynamickou zatěžovací zkouškou, zkouškou beraněním a z vlnové rovnice. Jejich hodnoty jsou méně spolehlivé.

Obdobně lze postupovat u návrhové únosnosti předpjatých kotev, zjišťování stability svahu apod.

Doc. Ing. Ladislav Lamboj, CSc.
Katedra geotechniky FSv ČVUT v Praze
Thakurova 7, 166 29 Praha 6
tel.: 224 353 874
e-mail: lamboj@fsv.cvut.cz

Vzhledem k tomu, že je třeba navrhovat základové konstrukce nejprve s přihlédnutím k podzákladí a složitější základové konstrukce dokonce v interakci s podzákladím, popř. i s horní nadzákladovou konstrukcí, jsou v tomto čísle zařazeny informace o EN 1997-1: „Geotechnické navrhování“ a informace o výpočetních modelech zemin. V dalším čísle tohoto časopisu budou následovat informace o navrhování základů z hlediska mezních stavů betonových konstrukcí, tj. s přihlédnutím k EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí.

Prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.