

**ČVUT V PRAZE**  
FAKULTA STAVEBNÍ  
Katedra geotechniky (K135)



# EUROKÓD 7

ČSN EN 1997-1 (73 1000)

PŘEDMĚT: Geotechnika (135GET)

Tento studijní materiál vznikl za podpory:



**Rozvojové projekty MŠMT**  
**Rozvojové projekty mladých týmů – RPMT 2016**

**MŠMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

# Program

- I. Eurokód 7 (ČSN EN 1997-1) 73 1000 - Cíle a zařídění
- II. Eurokód 7 - Metoda mezních stavů
- III. Eurokód 7 – Rozbor kapitoly 2

# EUROKÓD 7

## I. Eurokód 7 (ČSN EN 1997-1) 73 1000 - Cíle a zařídění

- Hlavní cíle jsou následující:
  - zopakovat si základní rozdělení Eurokódů
  - popsat principy Metody mezních stavů a dílčích součinitelů
  - představit si základní pojmy z EC7
- Rozdělení Eurokódů:
  - EC: Zásady navrhování
  - EC1: Zatížení konstrukcí
  - EC2: Navrhování betonových konstrukcí
  - EC3: Navrhování ocelových konstrukcí
  - EC4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí
  - EC5: Navrhování dřevěných konstrukcí
  - EC6: Navrhování zděných konstrukcí
  - **EC7: Navrhování geotechnických konstrukcí**
  - EC8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení
  - EC9: Navrhování hliníkových konstrukcí

„Účelem Eurokódu je zajistit **ověření** spolehlivosti navrhované geotechnické konstrukce“ → **návrh** je na projektantovi

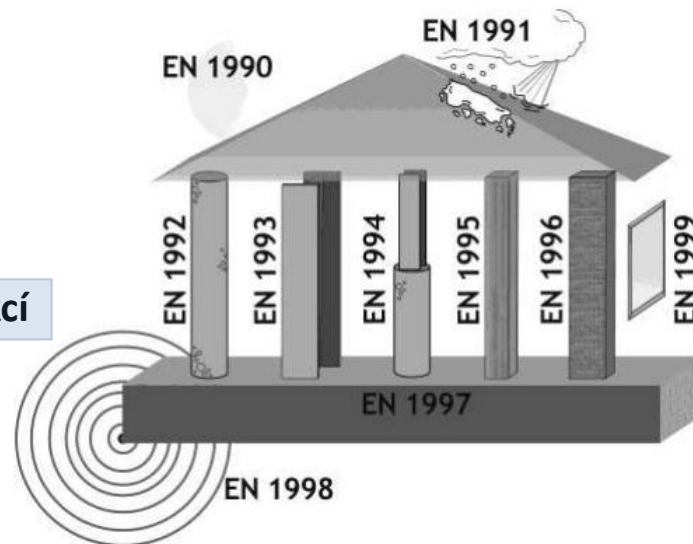


Fig. 2.1.1 Eurocode family of design standards (after Bond and Harris, 2008)

Obr. 1.: Ilustrativní obrázek

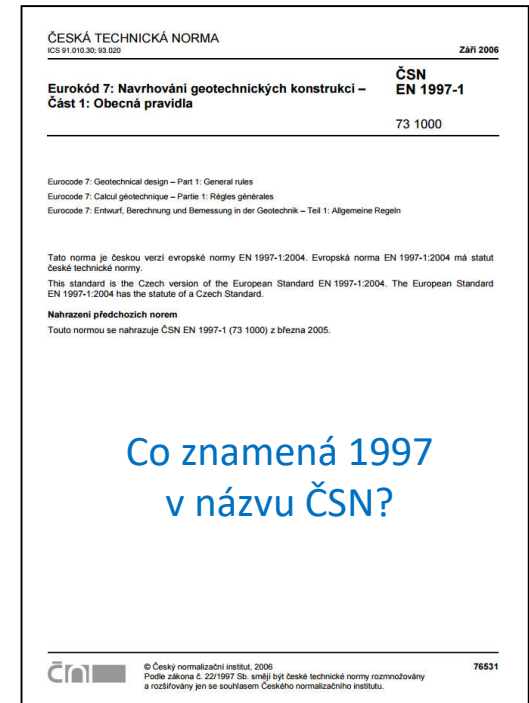
# EUROKÓD 7

## I. Eurokód 7 - Cíle a zařídění

### ○ Rozdělení:

- Kapitola 1: Všeobecně
  - **Kapitola 2: Zásady navrhování geotechnických konstrukcí**
  - Kapitola 3: Geotechnické údaje
  - Kapitola 4: Stavební dozor, monitoring a údržba
  - Kapitola 5: Násypy; odvodňování, zlepšování a vyztužování základové půdy
  - Kapitola 6: Plošné základy
  - Kapitola 7: Pilotové základy
  - Kapitola 8: Kotvení
  - Kapitola 9: Opěrné konstrukce
  - Kapitola 10: Hydraulické porušení
  - Kapitola 11: Celková stabilita
  - Kapitola 12: Násypy
- + přílohy A – J  
+ Národní příloha

Nechybí zde např. tunely?



Obr. 2.: EC 7 – titulní strana

# Program

I. Eurokód 7 (ČSN EN 1997-1) 73 1000 - Cíle a zařídění

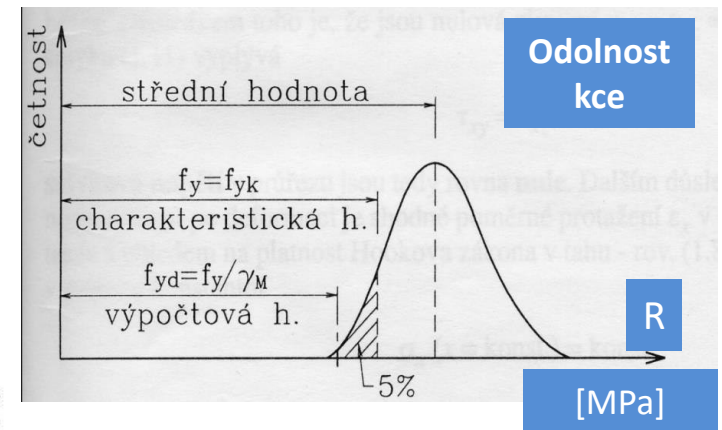
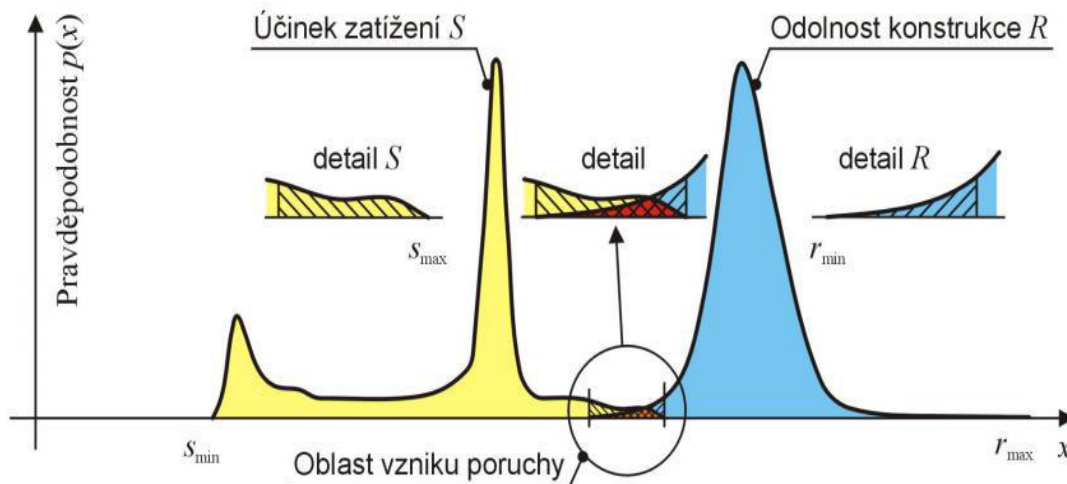
**II. Eurokód 7 - Metoda mezních stavů**

III. Eurokód 7 – Rozbor kapitoly 2

# EUROKÓD 7

## II. Eurokód 7 - Metoda mezních stavů

- Eurokódy jsou založeny na **Metodě mezních stavů** ve spojení s **Metodou dílčích součinitelů** (metody vycházející z pravděpodobnosti)
  - do praxe zavedena v polovině minulého století (prof. Hruban v ČR)
  - první stavba u nás Hangár „F“ Ruzyně
  - konstrukce ztrácí spolehlivost jestliže je překročen některý z mezních stavů
    - **1. MS** – Mezní stav **porušení** (únosnosti)
    - **2. MS** – Mezní stav **použitelnosti**



Obr. 3.: Vysvětlení základních principů posouzení spolehlivosti konstrukce

# Program

- I. Eurokód 7 (ČSN EN 1997-1) 73 1000 - Cíle a zařídění
- II. Eurokód 7 - Metoda mezních stavů
- III. Eurokód 7 – Rozbor kapitoly 2**

# EUROKÓD 7

## III.b Eurokód 7 - Úvod

- Pro každou konstrukci se musí stanovit následující faktory:
  - **podmínky staveniště** vzhledem k celkové stabilitě a pohybům základové půdy
  - **druh a velikost konstrukce** a jejich prvků včetně speciálních požadavků, jako je **návrhová životnost**
  - podmínky vzhledem k **okolí** (např. sousední konstrukce, doprava, sítě, vegetace, nebezpečné chemikálie)
  - **základové poměry**
  - stav **podzemní vody**
  - regionální **seismicita**
  - **vliv okolního prostředí** (hydrologie, povrchová voda, poklesy, sezónní změny teploty a vlhkosti)



„Mezní stavy se mohou vyskytnout buď v **základové půdě** nebo v **konstrukci** nebo k nim může dojít **kombinovaným porušením** konstrukce a základové půdy.“

Obr. 4.: Staveniště



# EUROKÓD 7

## III.c Eurokód 7 - Geotechnické kategorie

- Jsou zavedeny tři geotechnické kategorie podle požadavků na návrh; náročnosti kce; geologických, geotechnických, společenských, ekonom. a ekolog. rizicích

### 1. GK

- malé a jednoduché konstrukce
- návrh podle zkušenosti
- kvalitativní průzkum
- zanedbatelné riziko

*např. jednoduché plošné základy, zemní konstrukce do výšky 3 m, nízké hráze, opěrné konstrukce do 1,5 m...*



### 2. GK

- obvyklé typy konstrukcí a základů
- jednoduché základové poměry a zatížení
- standardní postupy návrhu
- kvantitativní průzkum
- běžné riziko

*např. plošné a hlubinné základy, opěrné stěny, mostní pilíře a opěry, zemní konstrukce, kotvy, tunely v neporušených horninách...*



### 3. GK

- konstrukce, které nespádají do ostatních kategorií
- velké, neobvyklé kce
- abnormální riziko
- složité základové poměry
- složité zatížení
- seizmické oblasti
- sesuvné oblasti



Obr. 5.: Ilustrativní obrázky (GK)

# EUROKÓD 7

## III.d Eurokód 7 - Metody ověření MS

- Mezní stavy lze ověřit jedním nebo kombinací těchto způsobů:
  - **experimentálními modely a zatěžovacími zkouškami**
  - přijetím normativních opatření
  - observační metodou
  - statickým výpočtem



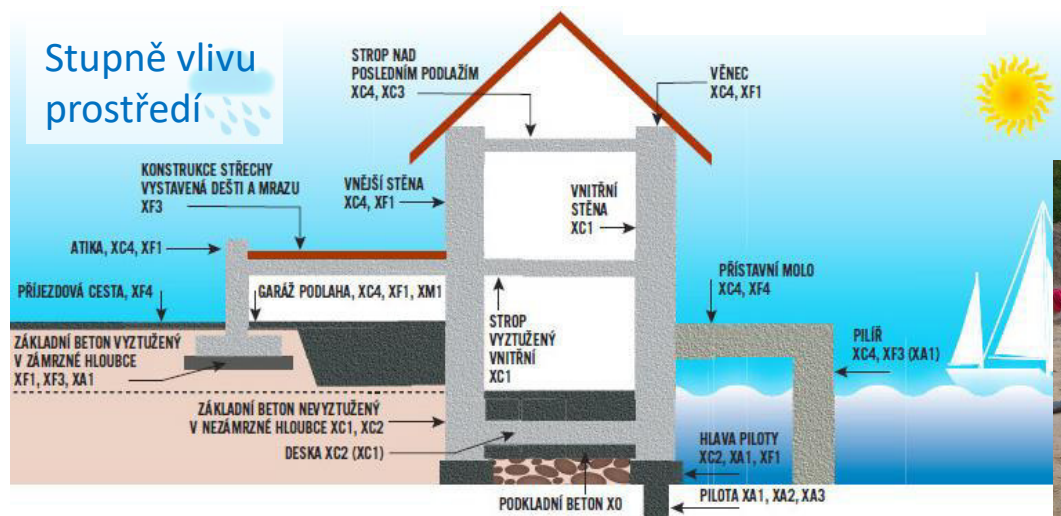
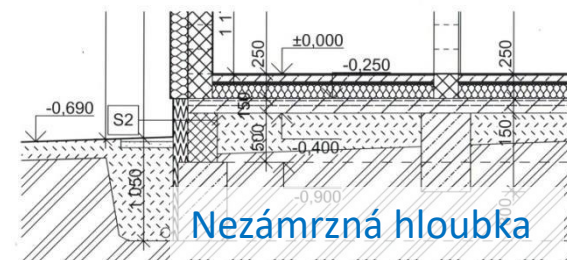
- Tam, kde matematické modelování není spolehlivé (nejistoty) – 3. GK

Obr. 6.: Ilustrativní obrázky – experimenty a zkoušky

# EUROKÓD 7

## III.d Eurokód 7 - Metody ověření MS

- Mezní stavy lze ověřit jedním nebo kombinací těchto způsobů:
  - experimentálními modely a zatěžovacími zkouškami
  - **přijetím normativních opatření**
  - observační metodou
  - statickým výpočtem



- Tam, kde neexistují výpočetní modely nebo **nejsou nutné** (1. GK)
  - konvenční a obecně konzervativní pravidla návrhu (důraz na kontrolu kvality)
  - dostatečná srovnatelná dlouholetá zkušenost

Obr. 7.: Ilustrativní obrázky – přijetí normativních opatření

# EUROKÓD 7

## III.d Eurokód 7 - Metody ověření MS

- Mezní stavy lze ověřit jedním nebo kombinací těchto způsobů:
  - experimentálními modely a zatěžovacími zkouškami
  - přijetím normativních opatření
  - **observační metodou**
  - statickým výpočtem

Lze takto postupovat i u pozemních staveb?

### Např.: Nová rakouská tunelovací metoda (NRTM)



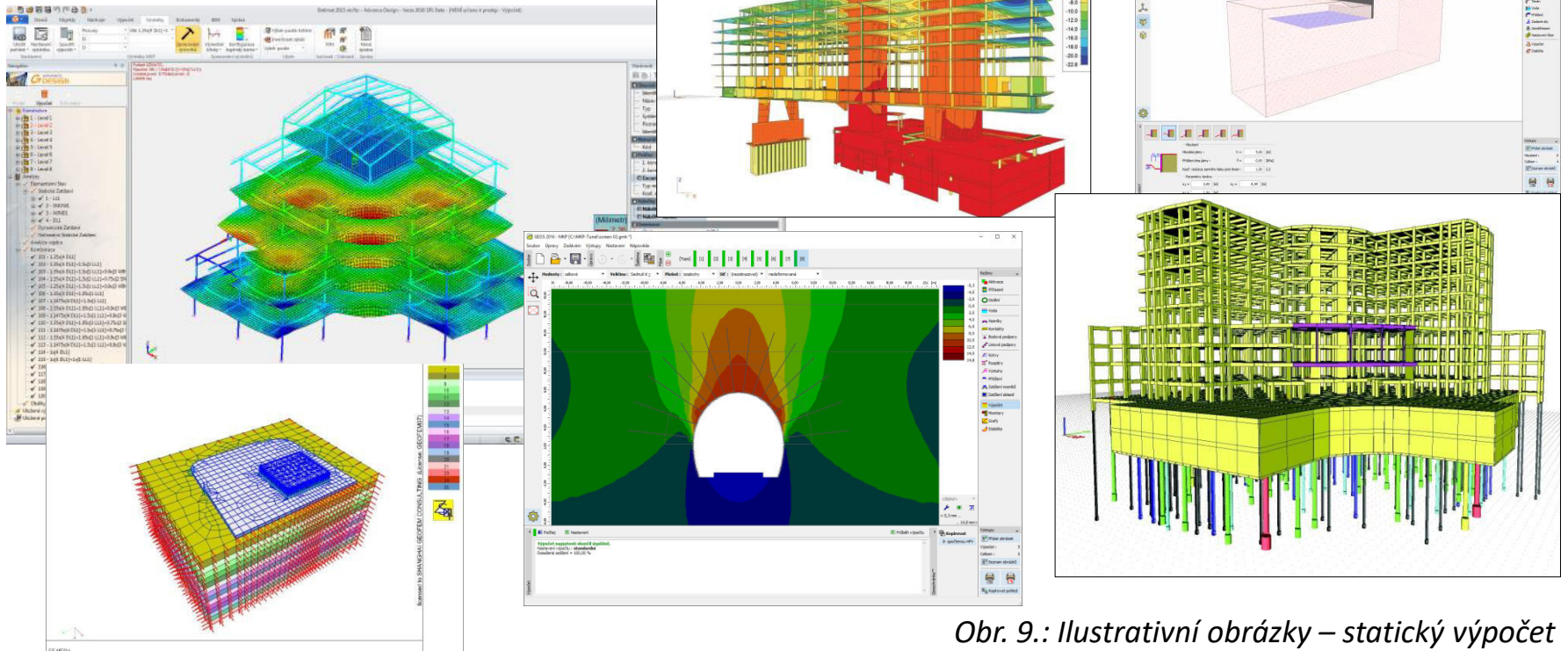
- Základní návrh konstrukce je **možno upravovat** během výstavby!
  - 1) návrh konstrukce a stanovení mezí a rozsahu chování
  - 2) provádění monitoringu (observace)
  - 3) reakce na skutečně zastižené podmínky (zesílit x optimalizovat konstrukci)

Obr. 8.: Ilustrativní obrázky – observační metoda

# EUROKÓD 7

## III.d Eurokód 7 - Metody ověření MS

- Mezní stavy lze ověřit jedním nebo kombinací těchto způsobů:
  - experimentálními modely a zatěžovacími zkouškami
  - přijetím normativních opatření
  - observační metodou
  - **statickým výpočtem**

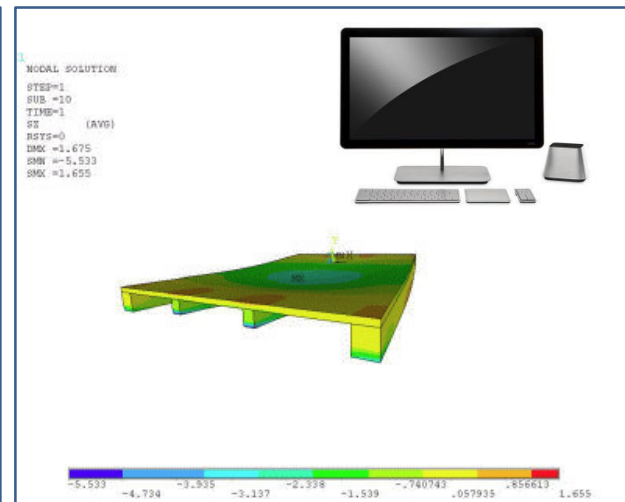
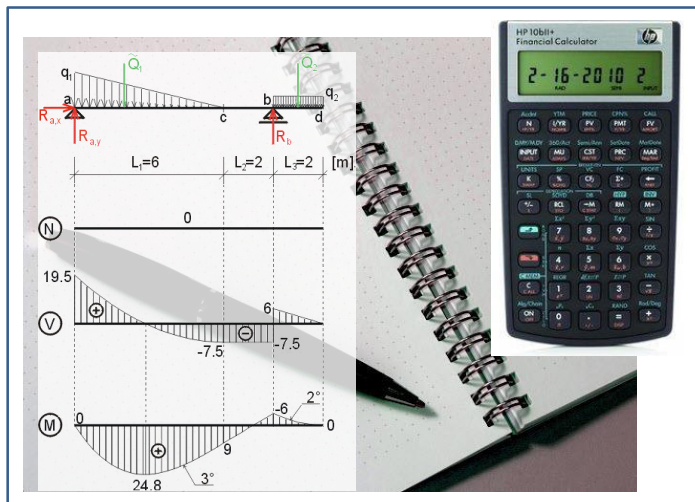


Obr. 9.: Ilustrativní obrázky – statický výpočet

# EUROKÓD 7

## III.e Eurokód 7 - Návrh konstrukce a výpočetní model

- Musí se vzít v úvahu jak **dočasné**, tak **trvalé** návrhové situace
- Je nutné přihlížet k **trvanlivosti** zabudovaných materiálů (ocel, beton...)
- Návrh konstrukce statickým výpočtem (soulad s EN 1990) zahrnuje:
  - zatížení (stálá – nahodilá, vnesená břemena – posunutí..) a kombinace
  - vlastnosti zemin a hornin
  - geometrické údaje
  - mezní hodnoty (deformací, šířek trhlin, vibrací...)
  - **výpočetní modely** (semi-empirické, analytické, numerické)



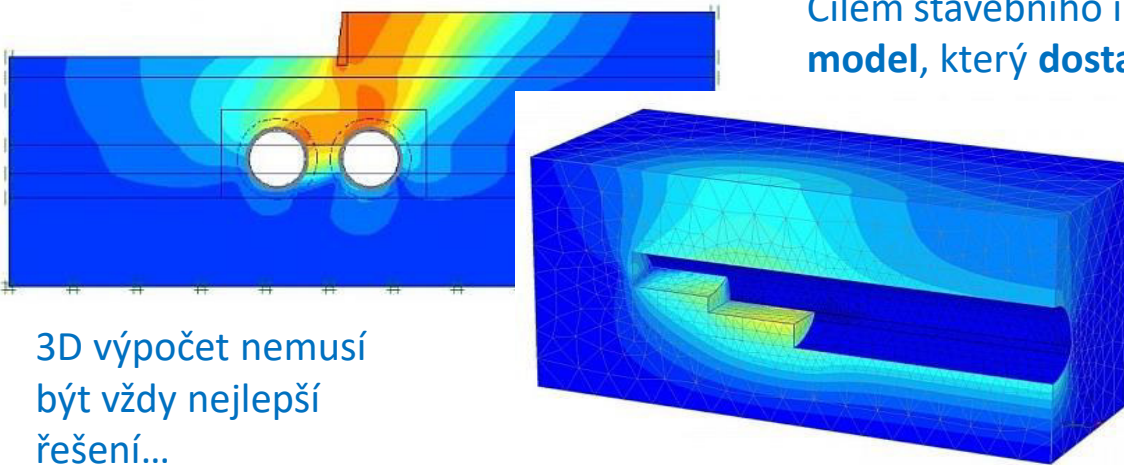
Obr. 10.: Výpočetní modely

# EUROKÓD 7

## III.e Eurokód 7 - Návrh konstrukce a výpočetní model

- „Znalost základových poměrů a kontrola prací je pro splnění základních požadavků obvykle **mnohem důležitější**, než je přesnost výpočetních modelů a dílčích součinitelů.“ → kvalitní IG průzkum
- „Jakýkoli výpočetní model musí být buď přesný nebo nepřesnost musí být na **straně bezpečnosti**.“
- „Výpočetní model může obsahovat **zjednodušení**.“
- Výpočetní model **korelovat** s polními zkouškami a jinými statickými výpočty

Cílem stavebního inženýra je vytvořit co **nejjednodušší model**, který **dostatečně vystihuje** reálné působení!



3D výpočet nemusí  
být vždy nejlepší  
řešení...

Geotechnická zatížení (od zemního prostředí)  
nejsou obvykle přesně vyčíslitelná.



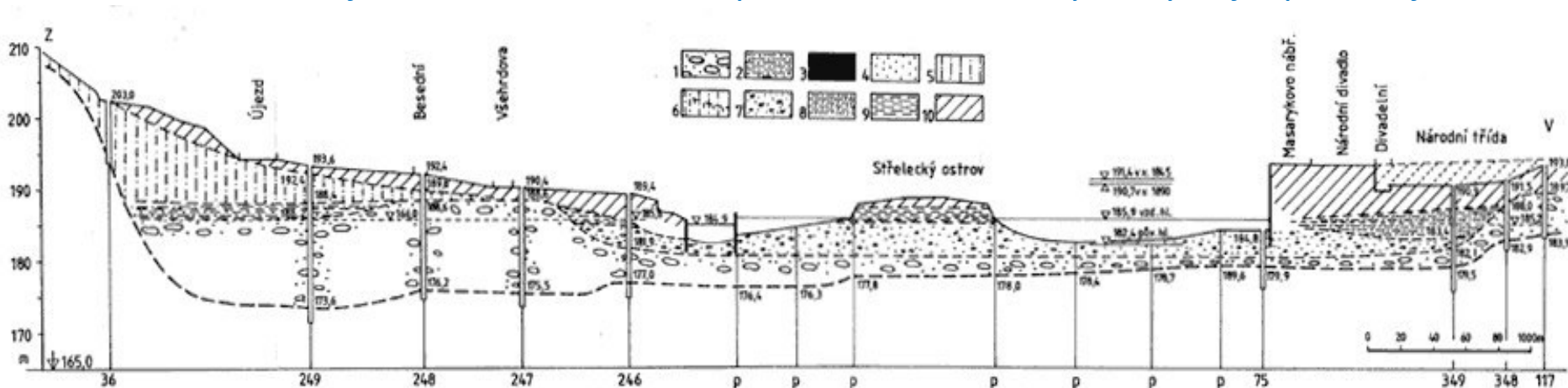
$$N = 254,3254 \text{ kN} \gg N = 255 \text{ kN}$$

Obr. 11.: 2D X 3D modely

# EUROKÓD 7

## III.f Eurokód 7 - Charakteristické hodnoty (vstupy)

- Charakteristické a reprezentativní hodnoty **zatížení** (viz EN 1990 a EN 1991)
  - Charakteristické hodnoty **geometrických údajů** (rozměrů kce, vrstev, HPV)
  - Charakteristické hodnoty **geotechnických parametrů**
    - uvažovat větší proměnlivost  $c'$  než  $\tan \varphi'$
    - zohlednit rozsah průzkumu, počet a typ zkoušek
    - určit správné měřítko úlohy
    - charakteristická hodnota má být **obežretný** odhad hodnoty zjištěné ze zkoušek
- nejmenší číselná hodnota parametru nemusí být vždy nejnepříznivější



Obr. 12.: Geologický řez Prahou



# EUROKÓD 7

## III.f Eurokód 7 - Charakteristické hodnoty - Vlastnosti základové půdy

- Vlastnosti zemních a skalních masivů jsou pro návrhové výpočty kvantifikovány **geotechnickými parametry** získanými z výsledků zkoušek (přímo, korelací), teoreticky nebo empiricky
- Důležitá je správná interpretace dat:
  - četné parametry nejsou konstanty a závisí na stavu napjatosti a způsobu deformace
  - parametry získané ze vzorku **X** parametry celého masivu (vliv stavby zemin a hornin (diskontinuity..), vliv času, změkčovací vliv prosakující vody, změkčovací vliv dynamickým zatížením, vliv křehkosti nebo tažnosti, metoda výstavby geotechnické konstrukce, **vliv kvality provádění, vliv stavební činnosti**)

Naměřená data porovnat s **místní zkušeností a relevantními publikovanými údaji** (viz např. neplatná ČSN 73 1001)



Obr. 13.: Laboratoř X masiv

# EUROKÓD 7

## III.f Eurokód 7 - Charakteristické hodnoty - Zatížení

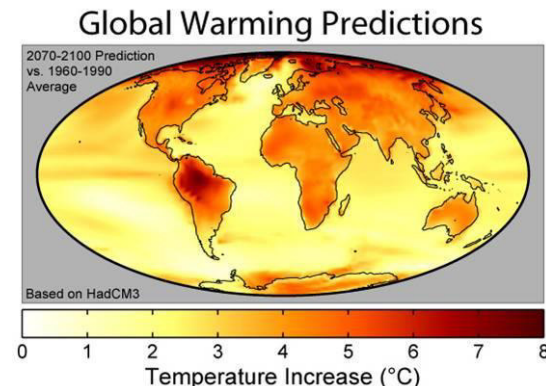
○ Jako zatížení se má uvažovat:

- tíha zeminy, horniny a vody
- napětí v základové půdě
- zemní tlaky a tlak podzemní vody
- tlaky volné vody včetně tlaků vln
- průsakové síly
- vlastní tíha a přenesená zatížení z konstrukcí
- zatížení povrchu terénu
- odstranění zatížení nebo výkop základové půdy
- zatížení dopravou
- pohyby vyvolané dolováním nebo kavernováním nebo tunelováním
- bobtnání a smršťování vyvolané vegetací, změnami klimatu nebo vlhkosti
- pohyby vyvolané sekundární konsolidací nebo sesouváním nebo sedáním základové půdy
- pohyby vyvolané degradací, disperzí, dekompozicí, vlastním zhutňováním a rozpouštěním
- pohyby a zrychlení vyvolané zemětřesením, výbuchy, vibracemi a dynamickými zatíženími
- vlivy teploty včetně působení mrazu
- zatížení ledem
- předpětí vnesená zemními kotvami nebo rozpěrami
- negativní tření

Zatížení:

- známá
- z přetvoření
- iterovaná

Důležitý je vliv času (trvání zatížení) na změnu materiálových vlastností



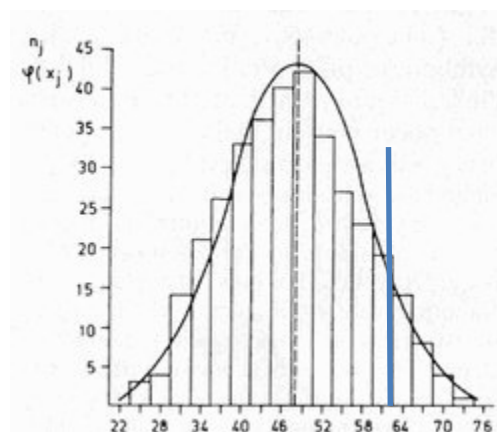
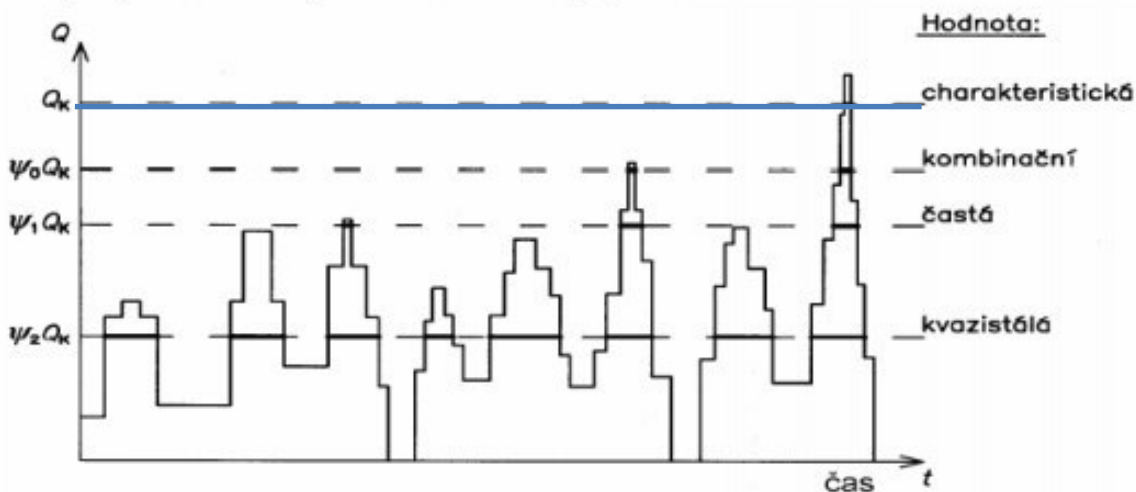
Obr. 14.: Ilustrativní obrázky – zatížení

# EUROKÓD 7

## III.g Eurokód 7 - Návrhové hodnoty

- Snížení pravděpodobnosti překročení mezního stavu se provádí úpravou charakteristických hodnot (tedy zavedením návrhových hodnot)  
**díličmi součiniteli spolehlivost**
- Návrhové hodnoty **zatížení**
  - $F_d = \gamma_F \cdot F_{rep}; F_{rep} = \psi \cdot F_k$
  - geotechnická ztížení lze stanovit přímo (bez úpravy součiniteli)

návrhová



Obr. 15.: Časový průběh nahodilého zatížení a histogram četnosti

# EUROKÓD 7

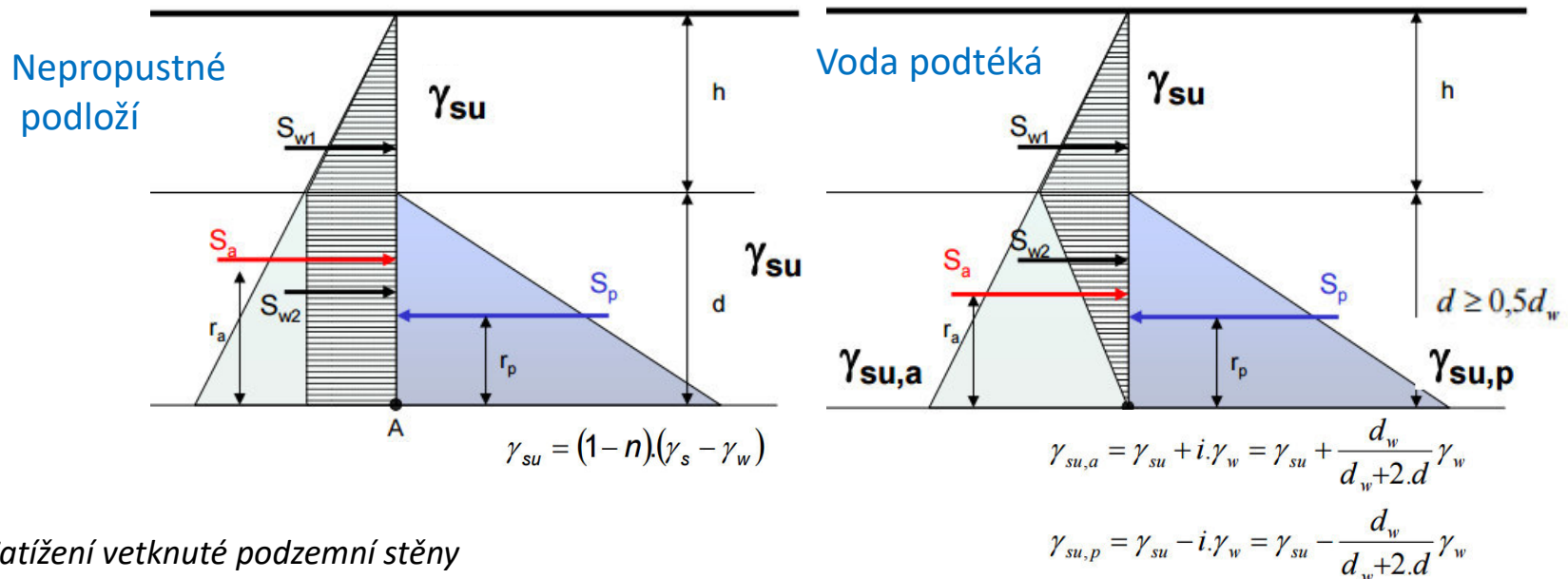
## III.g Eurokód 7 - Návrhové hodnoty

### ○ Návrhové hodnoty zatížení

- v normě se popisuje především ohodnocení zatížení tlakem vody

Násobili byste zatížení vodou nějakým koeficientem?

„Aplikace dílčích součinitelů na zatížení, která přicházejí ze zeminy nebo zeminou (jako jsou zemní nebo **vodní tlaky**), mohou v některých návrhových situacích vést k návrhovým hodnotám, které jsou nesmyslné nebo fyzikálně nemožné. V těchto situacích se mohou součinitele užít **přímo na účinky zatížení** odvozené z reprezentativních hodnot zatížení.“



Obr. 16.: Zatížení vetknuté podzemní stěny

# EUROKÓD 7

## III.g Eurokód 7 - Návrhové hodnoty

- Návrhové hodnoty **geotechnických parametrů**
  - $X_d = X_k / \gamma_M$
  - lze je také stanovit přímo  
(POZOR, úhel vnitřního tření se redukuje přes tangentu)
- Návrhové hodnoty **geometrických údajů**
  - dílčí součinitelé zatížení a materiálu již zahrnují toleranci malých geometrických změn
  - pokud mají odchylky podstatný vliv odvodí se návrhová hodnota z nominálních
  - $a_d = a_{nom} \pm \Delta a$
- Návrhové hodnoty **konstrukčních vlastností**
  - návrhové pevnosti konstrukčních materiálů se stanoví s ohledem na ostatní Eurokódy:

**EC2 – betonové konstrukce**

**EC3 – ocelové konstrukce**

**EC4 – spřažené konstrukce**

**EC5 – dřevěné konstrukce**

**EC6 – zděné konstrukce**

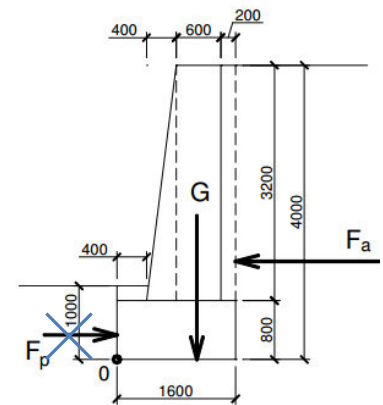
**EC9 – hliníkové konstrukce**

# EUROKÓD 7

## III.h Eurokód 7 - 1. MS (Mezní stavy porušení)

### ○ EQU (*equilibrium*)

- **ztráta rovnováhy** konstrukce nebo základové půdy, uvažované jako tuhé těleso (pevnosti konstrukce nebo půdy nejsou významné pro ověření)
- např.: opěrné stěny, tuhý základ na skalním podloží
- $E_{dst;d} \leq E_{stb;d} + T_d$  ...smykový odpor  $T_d$  má být minoritní

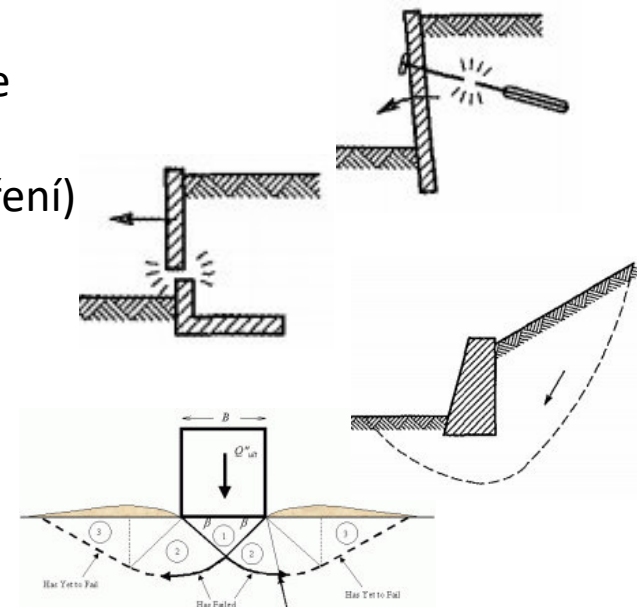


### ○ STR (*structure failure*)

- vnitřní porušení nebo nadměrná deformace **konstrukce** nebo **konstrukčních prvků** (pevnosti konstrukce je významná pro ověření)
- $E_d \leq R_d$

### ○ GEO (*geological failure*)

- porušení nebo nadměrná deformace **základové půdy**, ve které smyková pevnost zeminy nebo horniny je významná v poskytování odolnosti
- $E_d \leq R_d$



Obr. 17.: Ilustrativní obrázky možných způsobů porušení

# EUROKÓD 7

## III.h Eurokód 7 - 1. MS (Mezní stavy porušení)

### ○ UPL (*uplift*)

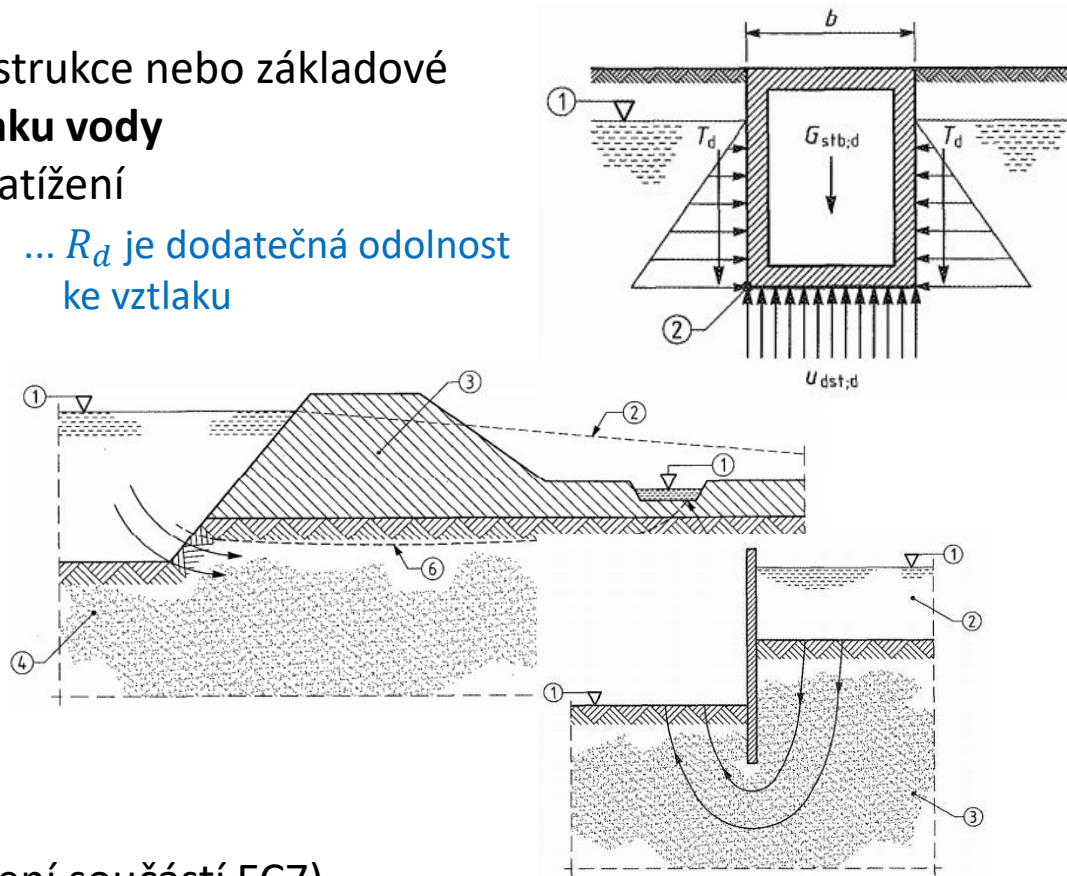
- ztráta rovnováhy konstrukce nebo základové půdy v důsledku **vztlaku vody** nebo jiných svislých zatížení
- $V_{dst;d} \leq G_{stb;d} + R_d$  ...  $R_d$  je dodatečná odolnost ke vztlaku

### ○ HYD (*hydrological failure*)

- **nadzdvihování dna, vnitřní eroze a sufoze** v základové půdě způsobené hydraulickými spády
- $u_{dst;d} \leq \sigma_{stb;d}$
- $S_{dst;d} \leq G'_{stb;d}$

### ○ FAT (*fatigue failure*)

- obecně v jiných EC (není součástí EC7)
- **únavové porušení** konstrukce nebo nosných prvků



Obr. 18.: Ilustrativní obrázky možných způsobů porušení

# EUROKÓD 7

## III.i Eurokód 7 - Návrhové přístupy

- Uplatní se pro mezní stavy **STR** a **GEO** v trvalých a dočasných situacích
  - Jedná se o to, jakým způsobem se rozdělí dílčí součinitele mezi zatížení a účinky zatížení, materiálové vlastnosti a únosnosti
  - EC 7 zavádí tři skupiny dílčích součinitelů
    - **A** → pro zatížení nebo účinky zatížení (součinitelem se upraví až např. vnitřní síly)
    - **M** → pro parametry zemin a hornin
    - **R** → pro únosnosti
  - Aplikací určitých kombinací dílčích součinitelů vznikají tři Návrhové přístupy - NP (*DA – design approaches*)
    - **Návrhový přístup 1**
      - obecně:
        - kombinace 1: **A1** “+” **M1** “+” **R1** → mění zatížení
        - kombinace 2: **A2** “+” **M2** “+” **R1** → mění zatížení a parametry materiálů
      - pro návrh osově zatížených pilot a kotev:
        - kombinace 1: **A1** “+” **M1** “+” **R1** → mění zatížení a únosnosti
        - kombinace 2: **A2** “+” (M1 nebo **M2**) “+” **R4** → mění zatížení, parametry materiálů a únosnosti
- Musí být splněny obě kombinace najednou!



# EUROKÓD 7

## III.i Eurokód 7 - Návrhové přístupy

- **Návrhový přístup 2**
  - kombinace: **A1** “+” M1 “+” **R2** → mění zatížení a únosnosti
- **Návrhový přístup 3**
  - kombinace: (**A1**\* nebo **A2**†) “+” **M2** “+” **R3** → mění zatížení, parametry materiálů a únosnosti
    - \*na zatížení konstrukce
    - † na geotechnická zatížení

Pro plošné základy a dané návrhové přístupy platí následující dílčí součinitelé:

	NP 1		NP 2	NP 3
	Kombinace 1	Kombinace 2		
	<b>A1+M1+R1</b>	<b>A2+M2+R1</b>	<b>A1+M1+R2</b>	<b>(A1 v A2)+M2+R3</b>
$\gamma_{F,E,G}$	1,35/1,0	1,0/1,0	1,35/1,0	(1,35 v 1,0)/1,0
$\gamma_{F,E,Q}$	1,5/0,0	1,3/0,0	1,5/0,0	(1,5 v 1,3)/0,0
$\gamma_{\phi}, \gamma_{c'}$	1,0	1,25	1,0	1,25
$\gamma_{cu}, \gamma_{qu}$	1,0	1,4	1,0	1,4
$\gamma_{Rv}, \gamma_{Re}$	1,0	1,0	1,4	1,0
$\gamma_{Rh}$	1,0	1,0	1,1	1,0

Obr. 19.: Dílčí součinitelé pro plošné základy

# EUROKÓD 7

## III.i Eurokód 7 - Návrhové přístupy

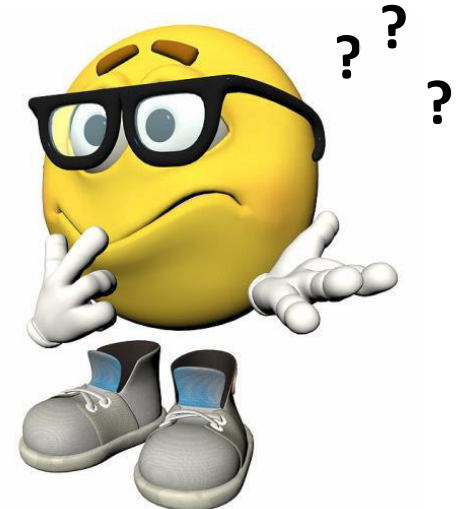
- Který návrhový přístup si vybrat?
  - EC 7 říká:
    - „Způsob, jakým se aplikují vztahy (2.6) [vztah pro určení  $E_d$ ] a (2.7) [vztah pro určení  $R_d$ ] se musí stanovit použitím **jednoho** ze tří návrhových přístupů.“
    - „Způsob použití vztahů (2.6) a (2.7) a příslušný návrhový přístup, který se použije, se **může** stanovit v národní příloze NP10.“
- „NP10: V ČR stanovuje **projektant** způsob použití rovnic (2.6) a (2.7) ?  
a **příslušný návrhový přístup**, který se má použít.“

Musí se tedy použít pro ověření všechny tři návrhové přístupy? → NE

Co když se rozhodnu pro jeden určitý a konstrukce nebude dostatečně spolehlivá?

**Rozhoduje především inženýrský cit**

→ **pokud chybí, raději prověřit všechny NP**

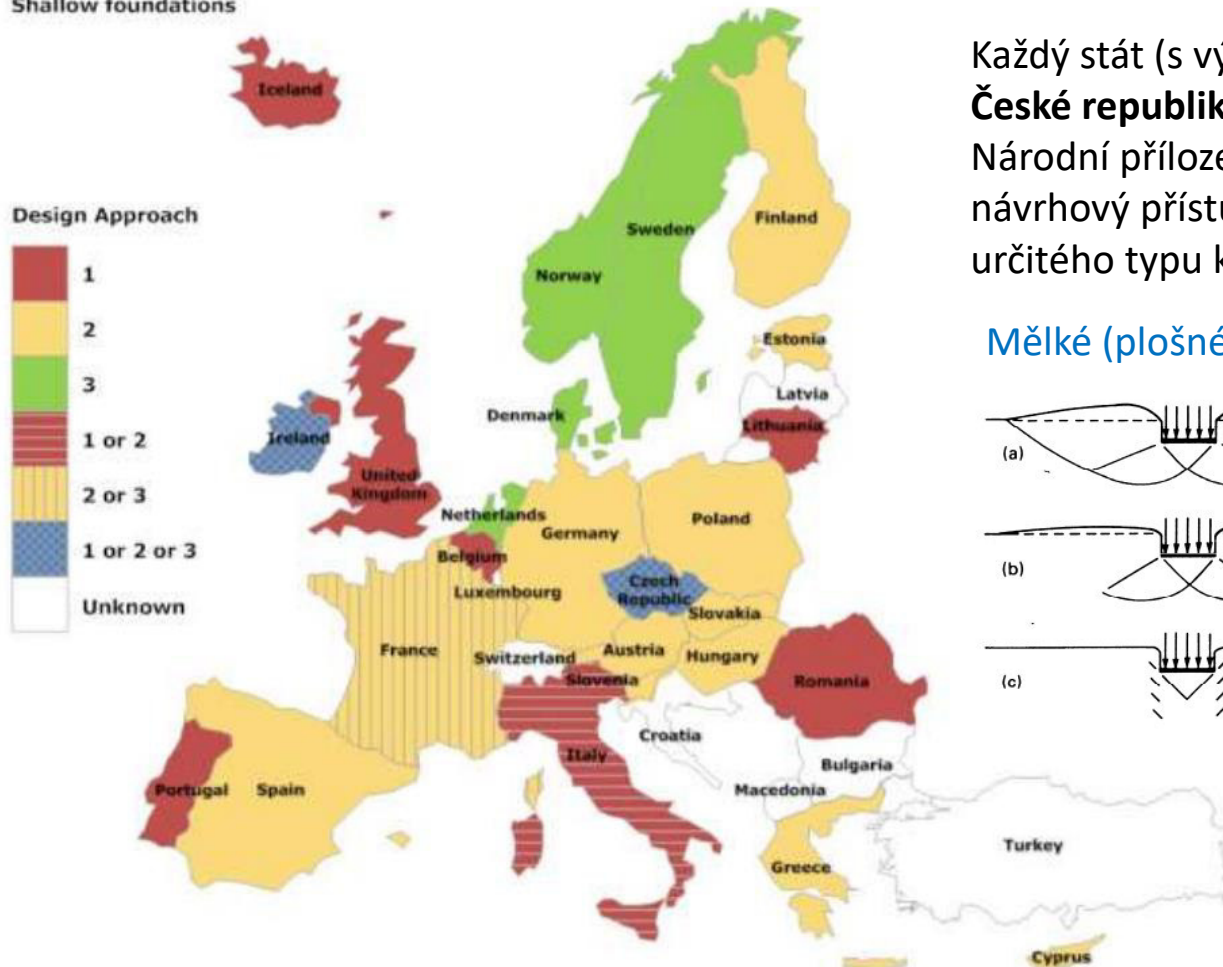


Obr. 20.: Zmatený inženýr

# EUROKÓD 7

## III.i Eurokód 7 - Návrhové přístupy

Shallow foundations



Každý stát (s výjimkou **České republiky** a **Irska**) má ve své Národní příloze doporučené, který návrhový přístup použít k posouzení určitého typu konstrukce.

Mělké (plošné) základy:

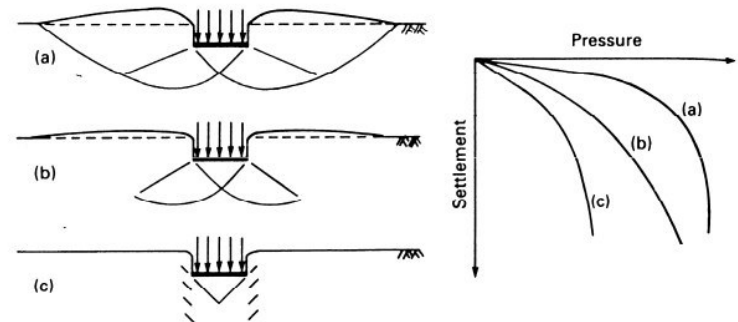


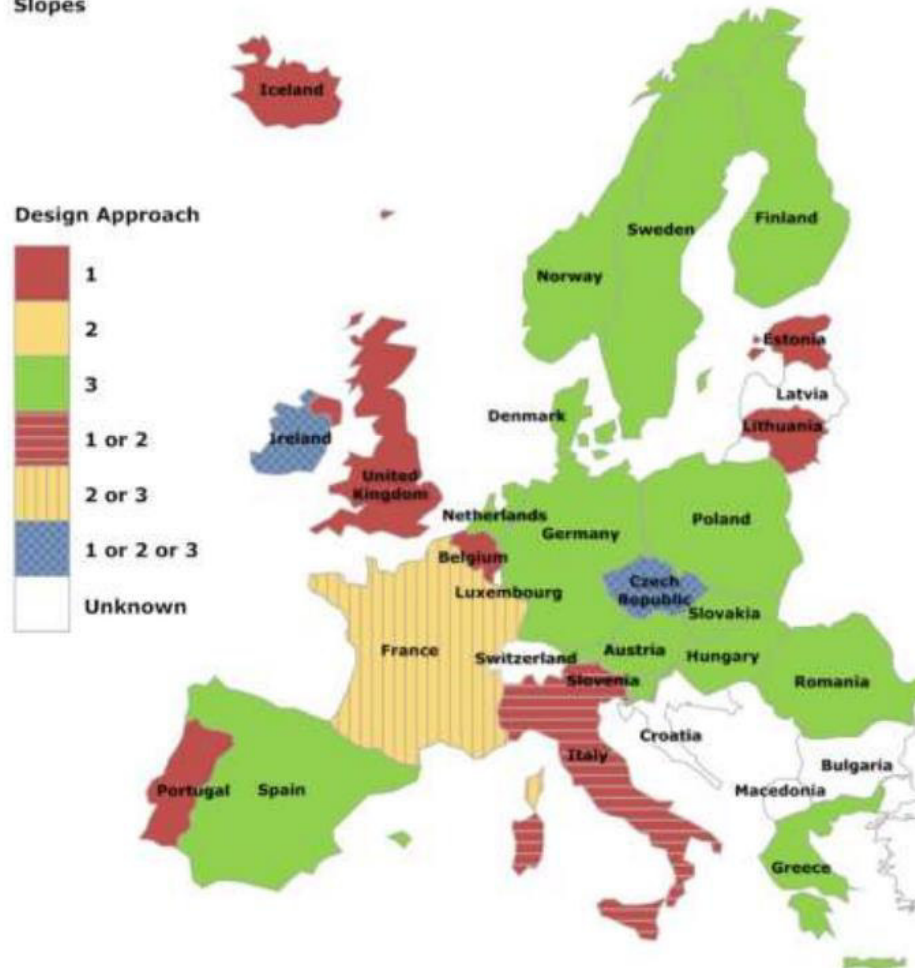
Fig. 2.4.2 National choice of Design Approach for shallow foundations (after Bond, 2013)

Obr. 21.: NP pro plošné základy

# EUROKÓD 7

## III.i Eurokód 7 - Návrhové přístupy

Slopes



Proč si všechny státy nevybrali pro určitou konstrukci stejný návrhový přístup?

Copak se chová svah v Portugalsku jinak než ve Španělsku?

Stabilita svahu:

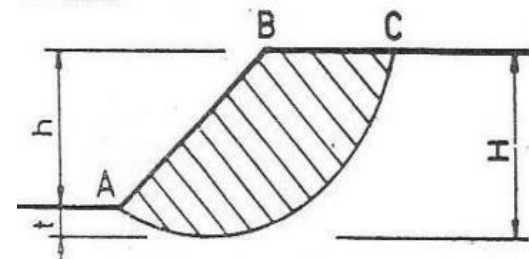


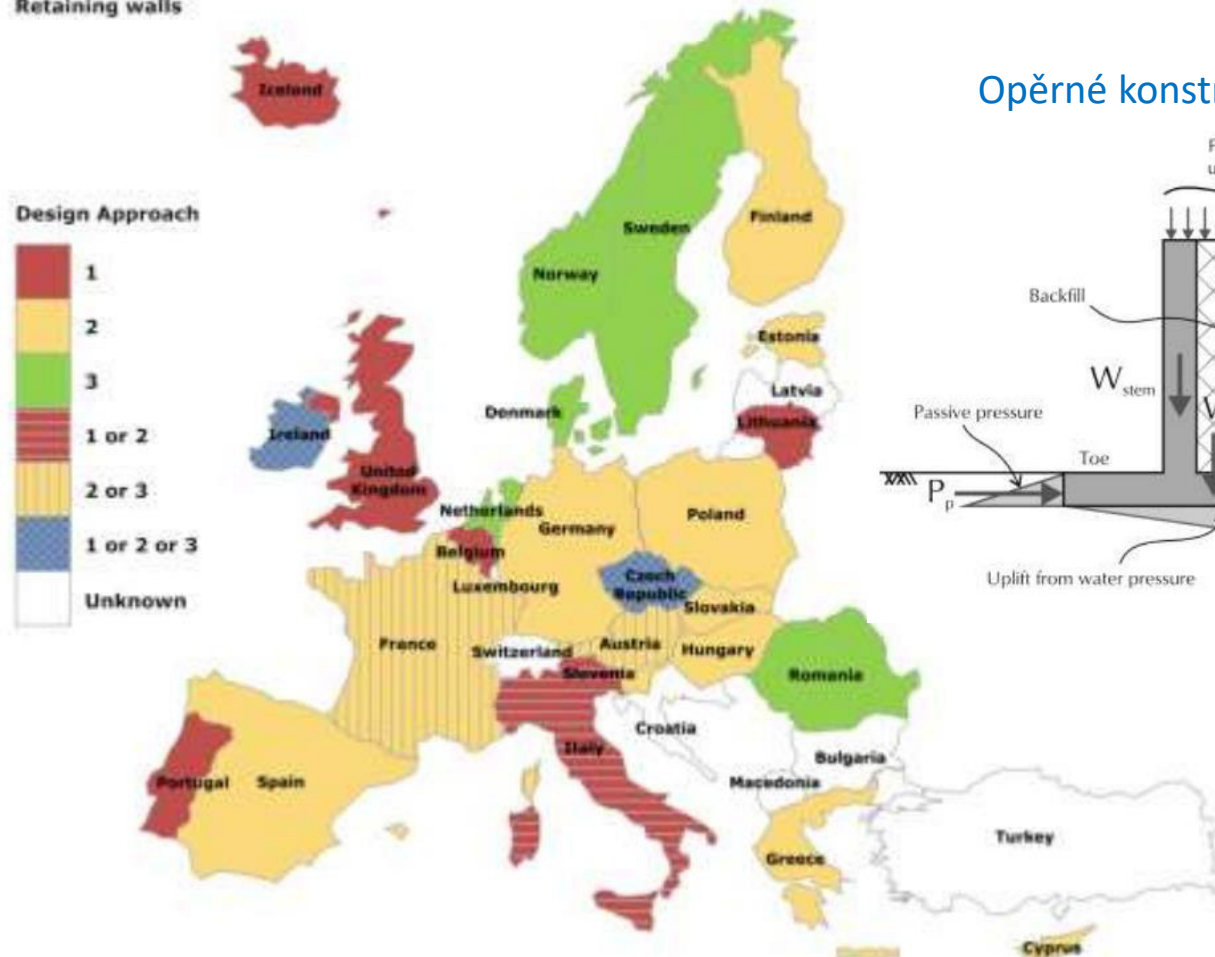
Fig. 2.4.3 National choice of Design Approach for slopes (after Bond, 2013)

Obr. 22.: NP pro stabilitu svahu

# EUROKÓD 7

## III.i Eurokód 7 - Návrhové přístupy

Retaining walls



Opěrné konstrukce:

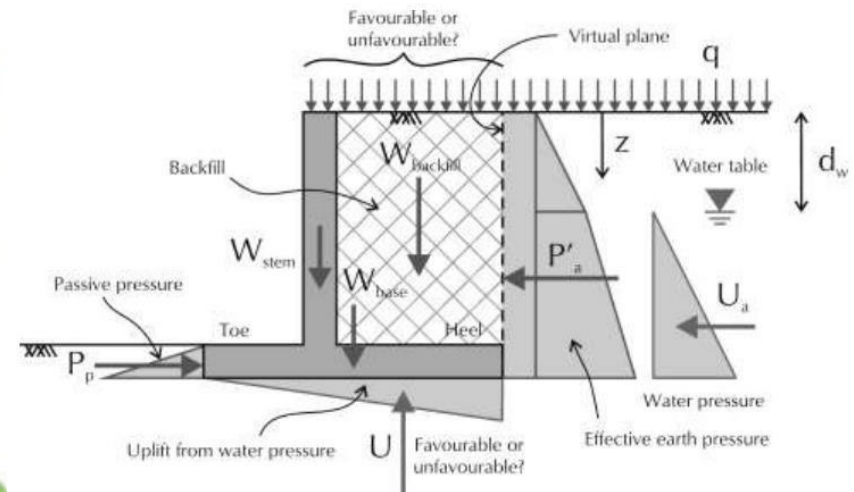
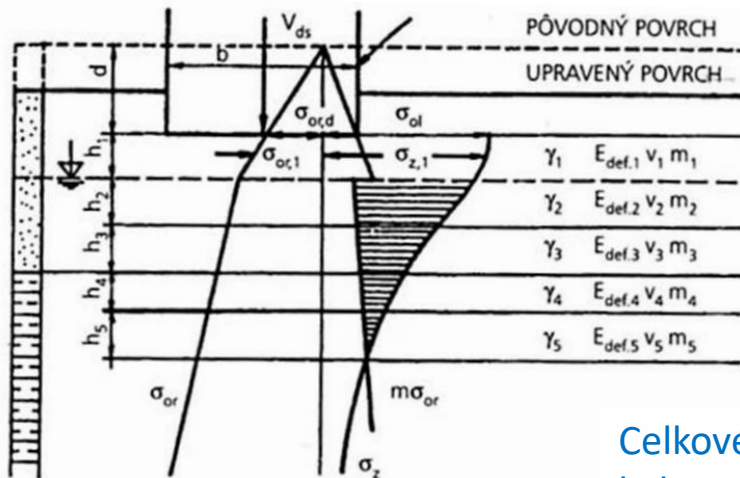


Fig.4.3.1 National choice of Design Approach for retaining walls (after Bond, 2013) Obr. 23.: NP pro opěrné konstrukce

# EUROKÓD 7

## III.j Eurokód 7 - 2. MS (Mezní stavy použitelnosti)

- Při ověřování mezních stavů použitelnosti základové půdy nebo konstrukční části prvku nebo spoje, se musí vyžadovat, aby:  $E_d \leq C_d$
- Hodnoty dílčích součinitelů se rovnají **1,0**
- U méně významných staveb (kde není třeba přesná hodnota deformace) lze prokázat MSP mobilizací dostatečně malé části pevnosti základové půdy
- Konkrétní hodnoty mezních deformací se musí **dohodnout** během návrhu



Celkové sedání kolem 50 mm je běžně přijatelné...

Obr. 24.: Výpočet sedání plošného základu

Tabulka NA.1 – Mezní hodnoty sednutí

Druh stavby	Konečné celkové průměrné sednutí	Nerovnoměrné sednutí		
	Hodnota (mm)	Druh	Hodnota	Název
1. Budovy a konstrukce u nichž nevznikají vlivem nerovnoměrného sedání přidatná namáhání a není nebezpečí porušení prostupů a souvisejících konstrukcí	120	$\frac{\Delta s}{L}$	0,003	RP
			0,006	ÚP
2. Konstrukce	100	$\frac{\Delta s}{L}$	0,005	ÚP
			0,002	ÚP
			0,003	ÚP
3. Vícepodlažní skeletové budovy	60	$\frac{\Delta s}{L}$	0,0015	RP
			0,0025	ÚP
4. Vícepodlažní budovy s přízemní kotelnou	80	$\frac{\Delta s}{B}$	0,0015	RP
			0,002	ÚP
5. Železobetonové konstrukce	200	$\frac{\Delta s}{B}$	0,003	N
			0,005	N
			0,002	N
6. Jeřábové dráhy	100	$\frac{\Delta s}{B}$	0,0015	ÚP

Vadí konstrukci víc rovnoměrné nebo nerovnoměrné sedání (diferenční sedání, pootočení, průhyb)?

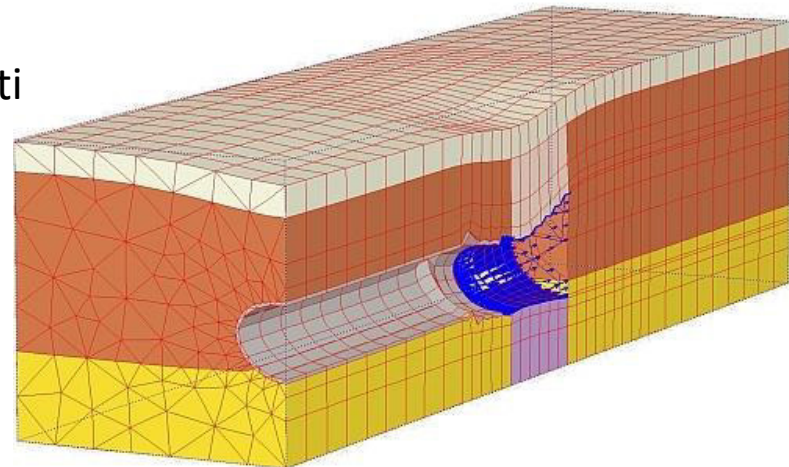
Co na to inženýrské sítě?

Vysvětlivky: RP - relativní průhyb, ÚP - úhlové přetožení, N - naklonění

# EUROKÓD 7

## III.k Eurokód 7 - Numerické modelování

- Musíme se držet při numerickém modelování striktně dílčích součinitelů?
  - problém nastává u komplexních složitých nelineárních modelů
  - pokud by se měla řešit např. **ražba tunelu** bylo by nutné:
    - stabilitu čelby počítat podle určité nejnepříznivější kombinace dílčích součinitelů a ostění počítat podle jiné → není moc vhodné
    - další věcí je použití dílčích součinitelů zatížení na stále nepříznivé zatížení (zatížení horninou)
      - velikost zatížení v případě MKP není vstupním údajem
      - pouze zvýšit objemovou tíhu není správné
    - každý NP také generuje jinou úroveň primární napjatosti
    - podstatné je, že po zavedení dílčích součinitelů modelují odlišnou úlohu (konstrukce může začít plastizovat úplně jinak než při jiné kombinaci součinitelů)



Obr. 25.: 3D MKP ražba

# EUROKÓD 7

## III.k Eurokód 7 - Numerické modelování

- EC 7 dovoluje zavést pro výpočet návrhové hodnoty odporu nebo návrhové hodnoty účinku zatížení **modelové součinitele**

$$E_d = E(\gamma_F \cdot F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d)$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E(F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d)$$

$$E_d = \gamma^E \cdot E(F_{rep}; X_k; a_k)$$

- **1. rovnice:** přesná interpretace EC 7 (NP3)  
(málo pravděpodobné, ale výjimečně možné geotechnické podmínky)
- **2. rovnice:** aplikace dílčího součinitele až na účinky zatížení  
( $\gamma_E = 1,35$  pro ražbu → vnáší do výpočtu nepřesnosti)
- **3. rovnice:** stanovuje návrhový účinek zatížení **extrapolací**  
charakteristických hodnot veličin do mezního stavu porušení  
→ nový součinitel  $\gamma^E \in (1,35, 1,85)$  („modelový“ součinitel)  
→ tím se vyhneme problémům popisovaným na předchozí straně  
→ obecně je ale těžké stanovitelný

Každá úloha je jedinečná, proto si zasluhuje důkladný rozbor!



# Zdroje

[1] Barták, J.; Pruška, J. *Podzemní stavby*; Vydavatelství ČVUT: Praha, 2012.

[2] Klepsatel, F.; Mařík, L.; Frankovský, M. *Městské podzemní stavby*; JAGA: Bratislava, 2005.

[3] EUROKÓD 7 (ČSN EN 1997-1) 73 1000

[4] [http://fast10.vsb.cz/krejsa/studium/pp\\_tema03.pdf](http://fast10.vsb.cz/krejsa/studium/pp_tema03.pdf)

[5] [http://zakladani.cz/casopis/archiv/1\\_99/casbody1.htm](http://zakladani.cz/casopis/archiv/1_99/casbody1.htm)

[6] <http://www.profesis.cz/files//dokumpdf/sobzor/so012012.pdf>

[7] [http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/2013\\_06\\_WS\\_GEO/report/2013\\_06\\_WS\\_GEO.pdf](http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/2013_06_WS_GEO/report/2013_06_WS_GEO.pdf)

...

# Děkuji za pozornost



V Číně probíhá „vyvlastnění“  
jiným způsobem...



Obr. 26.: Náhrobek v čínském městě Tchaj-jüan v provincii Šan-si (vlevo);  
Třípodlažní dům ve městě Luo-jang v čínské provincii Che-nan (vpravo)