

Navrhovanie geotechnických konštrukcií podľa Eurokódu 7

Ing. Jana Frankovská, PhD., Doc.
Stavebná fakulta STU, Katedra Geotechniky
jana.frankovska@stuba.sk

Európske normy v oblasti geotechniky

**EN ISO 14 688
a 14 689**

Pomenovanie,
opis a klasifikácia
zemín a
skalných hornín

EN 1997 – 1
Navrhovanie geotechnických
konštrukcií
Časť 1: Všeobecné pravidlá

Vykonávanie
špeciálnych
geotechnických
prac

13 EN

EN 1997 - 2
**Časť 2: Prieskum a skúšanie
horninového prostredia**

EN ISO 22 477
Skúšanie
geotechnických
konštrukcií
(7častí)

EN ISO 22 475
Odber vzoriek
zemín, skalných
hornín a meranie
hladiny
podzemnej vody
(3 časti)

**EN ISO
22 476**
Terénne
skúšky
(13/12
častí)

**CEN ISO/TS
17 892**
Laboratórne
skúšky
(12 častí)

**prEN ISO
22 282**
Hydrogeologické
skúšky
(6 častí)

STN EN, STN EN ISO a STN - GEOTECHNIKA

Vykonávanie špeciálnych
geotechnických prác (13 EN)

STN EN 1997 – 1

Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá

STN EN 1997-1/NA

**STN 73 1001 Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb,
STN 73 0037 Zemné práce**

STN EN 1997 - 2

Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia

STN EN 1997-2/NA

STN EN ISO

14 688 a 14 689

Pomenovanie,
opis a klasifikácia
zemín a
skalných hornín

**STN 72 1001
Klasifikácia
zemín a
skalných
hornín**

STN 73 0090

**Geotechnický prieskum pre
zakladanie stavieb**

STN EN ISO

22 475 Odber
vzoriek zemín,
skalných hornín
a meranie hladiny
podzemnej vody
Časť 1

STN EN

ISO 22 476
Terénne
skúšky
3 časti

**STN 72 1010,
STN 72 1011,
.....
STN 72 1191**

19 STN

CEN ISO/TS

17 892
Laboratórne
skúšky
3 časti

TK 14 Geotechnika

www.sutn.sk

inžinierskogeologický prieskum, odber vzoriek zemín, hornín a podzemnej vody, vlastnosti hornín a zemín, ich pomenovanie a klasifikáciu, laboratórne a terénne skúšky zemín a hornín
navrhovanie a skúšanie geotechnických konštrukcií
problematika skládok odpadov

Normalizácia na medzinárodnej a európskej úrovni

- CEN/TC 250/SC 7– Eurocodes– Geotechnical design
- CEN/TC 341 – Geotechnical investigation and testing
- CEN/TC 288 – Execution of special geotechnical works
- CEN/TC 396 - Earthworks
- ISO/TC 182/SC 1 – Geotechnics. Geotechnical investigation and testing.
- ISO/TC 182/SC 3 Geotechnics. Foundations retaining structures and earthworks.

Súčasný stav a program preberania EN do sústavy STN

Eurokódy : skupina noriem pre konštrukčné a geotechnické navrhovanie stavebných diel.

EN 1990 Eurokód Zásady navrhovania

EN 1991 Eurokód 1 Zaťaženia konštrukcií

EN 1992 Eurokód 2 Navrhovanie betónových konštrukcií

EN 1993 Eurokód 3 Navrhovanie oceľových konštrukcií

EN 1994 Eurokód 4 Navrhovanie spriahnutých oceľobetónových konštrukcií

EN 1995 Eurokód 5 Navrhovanie drevených konštrukcií

EN 1996 Eurokód 6 Navrhovanie murovaných konštrukcií

EN 1997 Eurokód 7 Navrhovanie geotechnických konštrukcií

EN 1998 Eurokód 8 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť

EN 1999 Eurokód 9 Navrhovanie konštrukcií z hliníkových zliatin

EN 1997 Eurokód 7: Navrhovanie geotechnických konštrukcií

Časť 1: Všeobecné pravidlá

Časť 2: Prieskum a skúšanie základovej pôdy

STN EN 1997 –1: 2005

Navrhovanie geotechnických konštrukcií – Časť 1 Všeobecné pravidlá

Kapitola 1: Všeobecne

2: Zásady navrhovania

3: **Geotechnické údaje**

4: Kontrola, monitoring a údržba

5: Zásypy, odvodňovanie,
zlepšovanie, vystužovanie

6: Plošné základy

7: Pilótové základy

8: Kotvenie

9: Oporné konštrukcie

10: Porušenie podzemnou vodou

11: Celková stabilita

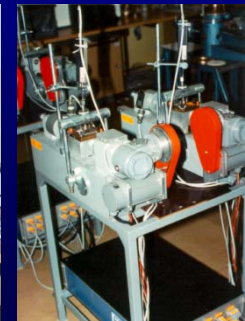
12: Násypy

EN 1997 - 2 zahŕňa požiadavky a odporúčania

prieskum

odber vzoriek **zemín a skalných hornín**,
merania hladiny podzemnej vody,
terénne skúšky **zemín a skalných hornín**
laboratórne skúšky **zemín a hornín**
vypracovanie správy **o prieskume**.

6 kapitol a 22 informatívnych príloh (163 strán)



Eurokódy a ich platnosť na Slovensku

STN EN 1997 – 1

Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá

STN EN 1997-1/AC september 2010

STN EN 1997-1/NA 1.4. 2010

STN 73 1001

Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb

STN 73 0037 Zemné tlaky

STN EN 1997 - 2

Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia

STN EN 1997-2/NA 1.4. 2010

STN EN 1997-2/AC február 2011

STN 73 0090

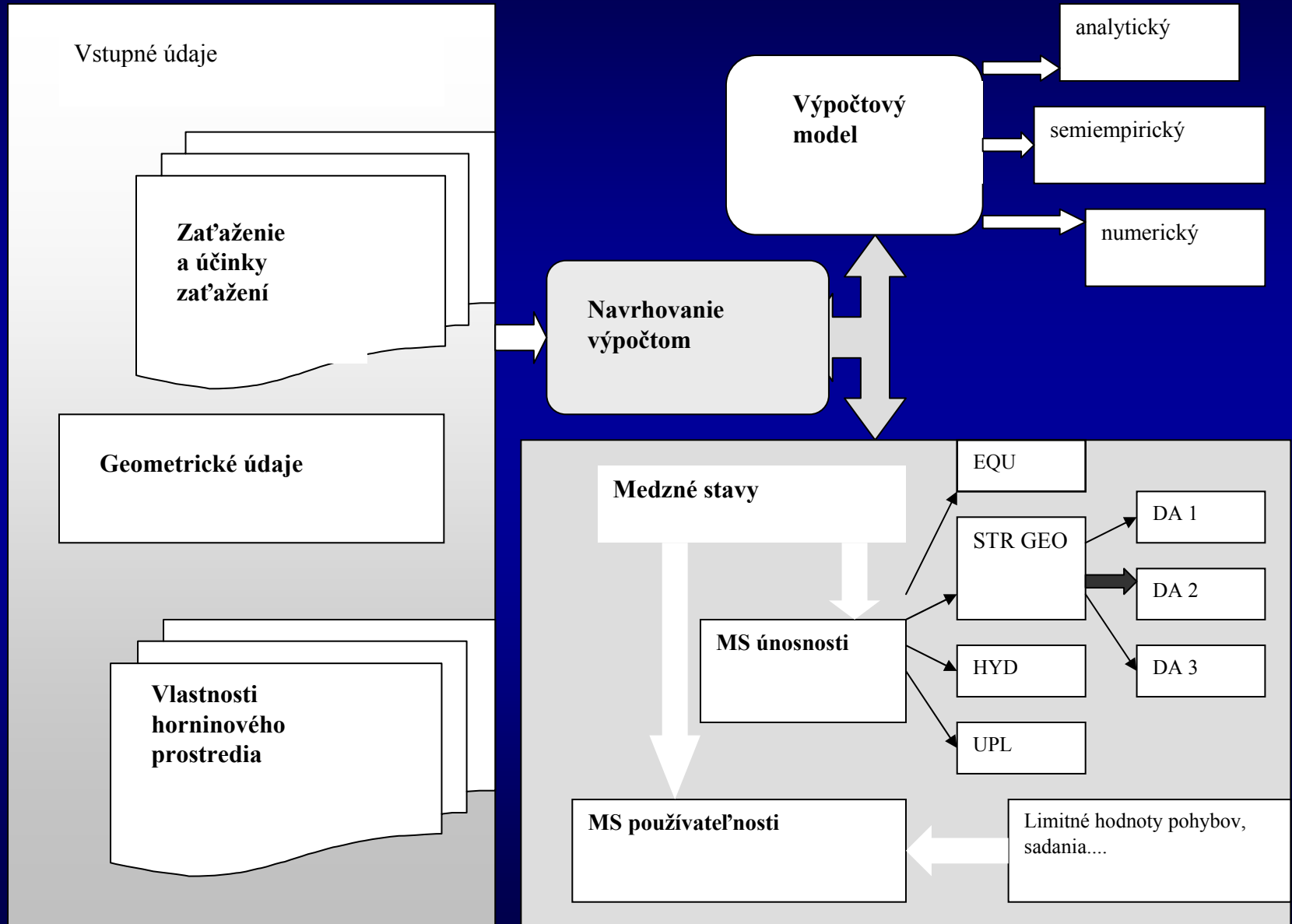
Geotechnický prieskum pre zakladanie stavieb

STN 72 1014, ..

STN 72 1191

9 STN

Navrhovanie geotechnických konštrukcií výpočtom



STN EN 1997 –1: 2005

Navrhovanie geotechnických konštrukcií – Časť 1 Všeobecné pravidlá

Kapitola 3 Geotechnické údaje

- Úvod
- **Geotechnický prieskum**
- Vyhodnotenie geotechnických parametrov
- Správa o prieskume základovej pôdy

Zákon. č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach a štátnej geologickej správe (geologický zákon);

vyhláška MŽP č. 51/2008 Z. z. o vykonávaní geologického zákona.

Geotechnický prieskum

Geotechnický prieskum zahŕňa terénne (priame a nepriame) skúšanie, laboratórne skúšanie a iné geotechnické a geologické informácie (geofond, mapy, odborná literatúra, porovnateľné skúsenosti atď).

Hierarchia prieskumu podľa EC 7 je nasledovná:

- **geotechnický prieskum**: prieskum horninového prostredia/základovej pôdy a ďalšie informácie o stavenisku a stavbe (ako príklad sú v EC 7-2 uvedené zhodnotenia existujúcich konštrukcií, ako sú budovy, mosty, tunely, hrádze, násypy a svahy a historický vývoj lokality a okolia staveniska),
- **prieskum horninového prostredia/základovej pôdy**: terénny prieskum, laboratórne skúšky, štúdie a iné geotechnické a geologické informácie,
- **terénny prieskum**: priamy (vrtanie, odber vzoriek) a nepriamy (in situ skúšky a pod.).

Geotechnický prieskum

Predbežný prieskum

Podrobný prieskum

Kontrola a monitoring

Prieskum horninového prostredia

Terénny prieskum

odber vzoriek, vrty, výkopy

meranie hladín podzemnej vody

terénne skúšky

Laboratórne skúšky

Teoretické štúdie, štúdium archívnych materiálov

História vývoja staveniska

Posúdenie existujúcich stavieb

Geotechnická kategória

EN a STN - GEOTECHNICKÝ PRIESKUM

STN EN 1997 – 1

Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá

STN EN 1997 - 2

Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia

STN EN 1997-2/NA

**STN EN ISO
14 688 a 14 689**

Pomenovanie,
opis a klasifikácia
zemín a
skalných hornín

**STN 72 1001
Klasifikácia
zemín a
skalných
hornín**

**STN EN ISO
22 475** Odber
vzoriek zemín,
skalných hornín
a meranie hladiny
podzemnej vody
(3 časti)

**STN EN
ISO 22 476**
Terénne
skúšky
(13/12
častí)

**Pr EN ISO
22 282**
Hydrogeolo
gické
skúšky (6
častí)

**STN 73 0090
Geotechnický prieskum
pre zakladanie stavieb**

**CEN ISO/TS
17 892**
Laboratórne
skúšky
(12 častí)

STN 72 1010,
STN 72 1011,
.....
STN 72 1191

19 STN

STN 73 0090 Geotechnický prieskum. Geotechnický prieskum pre zakladanie stavieb

**Tento dokument je vypracovaný v technickej komisii TK 14
Geotechnika.**

**Stanovuje základné požiadavky na prieskum geotechnických
konštrukcií, zaradených do 1.geotechnickej kategórie a
odporúčania na prieskum pre 2. a 3. geotechnickú kategóriu.**

**Je národným nekonfliktným doplňujúcim dokumentom na
používanie EN 1997-2 na Slovensku.**

Geotechnický prieskum pre 1. geotechnickú kategóriu

Minimálne požiadavky na prieskum horninového prostredia:

- štúdium archívnych dokumentov a prieskumov v porovnateľných geologických podmienkach;
- vizuálna rekognoskácia terénu;
- opis a klasifikácia zemín minimálne do hĺbky 2 m pod základovou škárou na základe prieskumného diela;
- kontrola základových pomerov pri otvorení základovej škáry;
- zhodnotenie rizika z nepriaznivých geodynamických javov predovšetkým seizmicity územia, výskytu svahových porúch, prejavov riečnej i svahovej erózie, krasové javy, presadanie spraší, objemovo nestálych zemín a ďalších;
- posúdenie výskytu environmentálnych záťaží na základe informačného systému environmentálnych záťaží.

Ak na základe vizuálnej rekognoskácie terénu alebo archívnych materiálov je lokalita na území, na ktorom sa vykonávala podzemná banská činnosť, na zosuvnom území, alebo je prítomný iný geodynamický jav s nepriaznivými účinkami na základové pomery, tieto sa zhodnotia ako nepriaznivé a z dôvodu možného rizika je geotechnická konštrukcia zaradená do 2. geotechnickej kategórie.

Pre základy budov sa odporúčajú minimálne 2 prieskumné diela na zostrojenie inžinierskogeologického profilu lokalít s minimálnou hĺbkou 2m pod základovou škárou.

V prípade skalného podložia nie je potrebné dodržať hĺbku 2m.

V prípade, že geologické pomery nie sú dostatočne známe, musí aspoň jedno prieskumné dielo zasahovať **minimálne do hĺbky $z_a = 5$ m.**

Geotechnický prieskum pre 1. geotechnickú kategóriu je totožný s inžinierskogeologickým prieskumom, projektant musí ale dokladovať, že navrhovaná konštrukcia spĺňa podmienky 1. geotechnickej kategórie, definovanej v STN 73 1001.

2. Geotechnická Kategória

Na zhodnotenie inžinierskogeologických pomerov sa odporúča zostrojiť inžinierskogeologický profil záujmového územia a preto sa odporúčajú pre základy budov minimálne 3 vrty.

4.3.5 Hĺbka a vzdialenosti prieskumných diel musia byť stanovené na základe **hĺbky deformačnej zóny**, definovanej v STN 73 1001, hĺbky šmykovej plochy pod základovou škárou a jej vodorovného dosahu od osi základu.

4.3.6 Aspoň dve prieskumné diela musia zasahovať **minimálne do hĺbky $z_a = 5$ m.**

Terénny prieskum

Pre terénny prieskum je dôležité určiť **rozmiestnenie prieskumných diel a hĺbka prieskumu.**

V informatívnej prílohe **B.3** sú uvedené odporúčania na minimálne rozmiestnenia prieskumných diel a ich hĺbku.

Rozmiestnenie prieskumných diel

Konštrukcia		Vzdialenosť vrtov (m)	Plošný útvar vrtov
Výškové a priemyselné budovy		15 - 40	Sieť bodov
Veľkoplošné		≤60	Sieť bodov
Líniové stavby	Cesty, železnice, tunely, kanalizácia, oporné konštrukcie..	20 - 200	Sieť bodov
Priehrady a hrádze		25 - 75	Sieť vertikálne
Špeciálne zakladanie	Mosty, základy strojov	2-6 na základ	

STN 73 0090 Geotechnický prieskum pre zakladanie stavieb

Na 750 m² minimálne 1 prieskumné dielo.

EN a STN - GEOTECHNICKÝ PRIESKUM

STN EN 1997 – 1

Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá

STN EN 1997 - 2

Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia

STN EN 1997-2/NA

**STN EN ISO
14 688 a 14 689**

Pomenovanie,
opis a klasifikácia
zemín a
skalných hornín

**STN 72 1001
Klasifikácia
zemín a
skalných
hornín**

**STN EN ISO
22 475** Odber
vzoriek zemín,
skalných hornín
a meranie hladiny
podzemnej vody
(3 časti)

**STN EN
ISO 22 476**
Terénne
skúšky
(13/12
častí)

**Pr EN ISO
22 282**
Hydrogeolo
gické
skúšky (6
častí)

STN 73 0090
**Geotechnický prieskum
pre zakladanie stavieb**

**CEN ISO/TS
17 892**
Laboratórne
skúšky
(12 častí)

STN 72 1010,
STN 72 1011,
.....
STN 72 1191

19 STN

Odber vzoriek zemín, hornín a podzemnej vody

- **EN ISO 22475-1: 2006** Geotechnický prieskum a skúšky. Metódy odberu vzoriek a meranie hladín podzemnej vody. Časť 1: Technické zásady vykonávania (ISO 22475-1: 2006)
- preklad r. 2007 – **STN EN ISO 22 475-1**
- **CEN ISO/TS 22475-2: 2006** Geotechnical investigation and testing – Sampling by drilling and excavation methods and groundwater measurements
Part 2: Qualification criteria for enterprises and personnel.
Schválená ako TS.
- **CEN ISO/TS 22475-3: 2007** Geotechnical investigation and testing – Sampling by drilling and excavation methods and groundwater measurements
Part 3: Conformity assessment of enterprises and personnel by third party. Schválená ako TS.

Terénne skúšky EN ISO 22476 : Geotechnický prieskum a skúšanie – Terénne skúšky

EN ISO 22476-2: 2005 Dynamická penetračná skúška 22476-2/prA1

EN ISO 22476-3: 2005 Štandardná penetračná skúška 22476-3/prA1

EN ISO 22476-12:2009 Mechanická statická penetračná skúška

CEN ISO/TS 22476-10:2005 Tiažová penetračná skúška

CEN ISO/TS 22476-11:2005 Skúška plochým dilatometrom

prEN ISO 22476-1: Elektrická statická penetračná skúška 2011 reaktivácia ?

prEN ISO 22476-4 Presiometrická skúška – Ménard 2011

prEN ISO 22476-5 Skúška pružným dilatometrom 2011

prEN ISO 22476-7 Skúška Goodmanovým lisom 2011

prEN ISO 22476-9 Poľná vrtuľková skúška 2011

prEN ISO 22476-13 Zaťažovacia skúška doskou reaktivácia ?

prEN ISO 22476-6 Skúška samozávrtným presiometrom ISO

prEN ISO 22476-8 Skúška zatlačovaným presiomerom ISO

prEN ISO 22476-13 Zaťažovacia skúška doskou 2005 ?

Hydrogeologické skúšky prEN ISO 22282 2010

EN ISO 22282- 1 Všeobecné pravidlá

EN ISO 22282- 2 Skúšky priepustnosti vo vrte

EN ISO 22282- 3 Vodné tlakové skúšky

EN ISO 22282- 4 Čerpacie skúšky

EN ISO 22282- 5 Nálevové skúšky

EN ISO 22282- 6 Skúšky priepustnosti

s použitím obturátora

EN a STN - GEOTECHNICKÝ PRIESKUM

STN EN 1997 – 1

Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá

STN EN 1997 - 2

Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia

STN EN 1997-2/NA

**STN EN ISO
14 688 a 14 689**

Pomenovanie,
opis a klasifikácia
zemín a
skalných hornín

**STN 72 1001
Klasifikácia
zemín a
skalných
hornín**

**STN EN ISO
22 475** Odber
vzoriek zemín,
skalných hornín
a meranie hladiny
podzemnej vody
(3 časti)

**STN EN
ISO 22 476**
Terénne
skúšky
(13/12
častí)

**Pr EN ISO
22 282**
Hydrogeolo
gické
skúšky (6
častí)

STN 73 0090
**Geotechnický prieskum
pre zakladanie stavieb**

**CEN ISO/TS
17 892**

Laboratórne
skúšky
(12 častí)

STN 72 1010,
STN 72 1011,
.....
STN 72 1191

19 STN

STN 72 1014 Laboratórne stanovenie medze tekutosti zemín

STN 72 1015 Laboratórne stanovenie zhutniteľnosti zemín

STN 72 1016 Laboratórne stanovenie pomeru únosnosti (CBR)

STN 72 1021 Laboratórne stanovenie organických látok v zeminách

STN 72 1022 Laboratórne stanovenie uhličitanov v zeminách

**STN 72 1026 Laboratórne stanovenie šmykovej pevnosti zemín
vrtuľkovou skúškou**

STN 72 1191 Skúšanie namrzavosti zemín

STN 73 0090 Geologický prieskum na stavebné účely

**STN EN 1926 - Skúšky prírodného kameňa. Stanovenie pevnosti
v tlaku**

Normy na vykonávanie laboratórnych skúšok

CEN ISO/TS 17892-1 Geotechnický prieskum a skúšky – Laboratórne skúšky zemín –

- Časť 1: Stanovenie vlhkosti
- Časť 2: Objemová hmotnosť jemnozrnných zemín
- Časť 3: Hustota pevných častíc
- Časť 4: Zrnitosť
- Časť 5: Oedometrické skúšky s postupným priťažovaním
- CEN ISO/TS 17892-6 Časť 6: Fall cone test (Laboratórna penetračná skúška)
- Časť 7: Jednoosová pevnosť jemnozrnných zemín
- Časť 8: Nekonsolidovaná neodvodnená triaxiálna skúška
- Časť 9: Konsolidovaná triaxiálna skúška nasýtených zemín
- Časť 10: Direct shear tests (Krabicová šmyková skúška)
- Časť 11: Skúšky priepustnosti
- CEN ISO/TS 17892-12 Časť 12: Určenie konzistenčných medzí

72 1010	1991	Stanovenie objemovej hmotnosti zemín. Laboratórne a poľné metódy
72 1011	1981	Laboratórne stanovenie zdanlivej hmotnosti pevných častíc zemín
72 1012	1981	Laboratórne stanovenie vlhkosti zemín
72 1013	1968	Laboratórne stanovenie medze plasticity zemín
72 1014	1968	Laboratórne stanovenie medze tekutosti zemín
72 1015	1991	Laboratórne stanovenie zhutniteľnosti zemín
72 1016	1992	Laboratórne stanovenie pomeru únosnosti (CBR)
72 1018	1971	Laboratórne stanovenie relatívnej uľahnutosti nesúdržných zemín
72 1019	1990	Laboratórne stanovenie zmršťovania zemín
72 1020	1991	Laboratórne stanovenie priepustnosti zemín
72 1021	1971	Laboratórne stanovenie organických látok v zeminách
72 1022	1971	Laboratórne stanovenie uhličitanov v zeminách
72 1025	1992	Laboratórne stanovenie pevnosti jemnozrnných zemín v prostom tlaku
72 1026	1992	Laboratórne stanovenie šmykovej pevnosti zemín vrtuľkovou skúškou
72 1027	1984	Laboratórne stanovenie stlačiteľnosti zemín v oedometri
72 1029	1975	Stanovenie adsorpcie vody podľa Enslina
72 1030	1988	Laboratórne metódy stanovenia šmykovej pevnosti v krabicovom prístroji
72 1031	1988	Laboratórne metódy stanovenia šmykovej pevnosti v triaxiálnom prístroji
72 1191	1991	Skúšanie namŕzavosti zemín

Revízie STN

Od 1.4. 2010 v platnosti:

- **STN 72 1001, STN 73 1001**

2010 – 2011 (rozpracované):

- **STN 73 0090 Zakladanie stavieb. Geologický prieskum pre stavebné účely**

2011 - plánované

STN 72 1014 Laboratórne stanovenie medze tekutosti

Atterbergove medze
Konzistenčné medze

medza tekutosti
medza plasticity
medza zmraštiteľnosti

STN 72 1014 (1968)

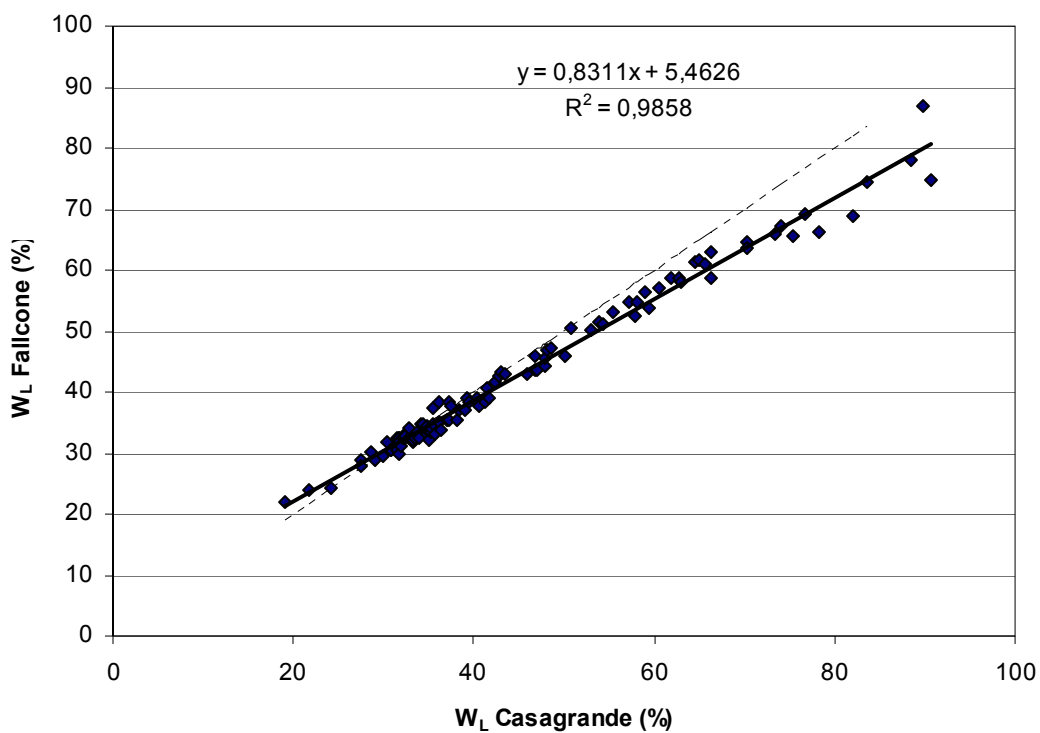
Casagrandeho metódu

Metódu vahadlovým kužeľom podľa Vasiljeva

Porovnanie metód – Slovensko

Porovnanie medzi tekutosťami stanovených Casagrandeho prístrojom a kužeľovou metódou

$$w_{L \text{ kuz}} = 0,8311 w_{L \text{ Cas}} + 5,463$$



80 skúšok



Príprava vzorky pre obidve metódy
Čas potrebný na vykonanie skúšky
rovnaké

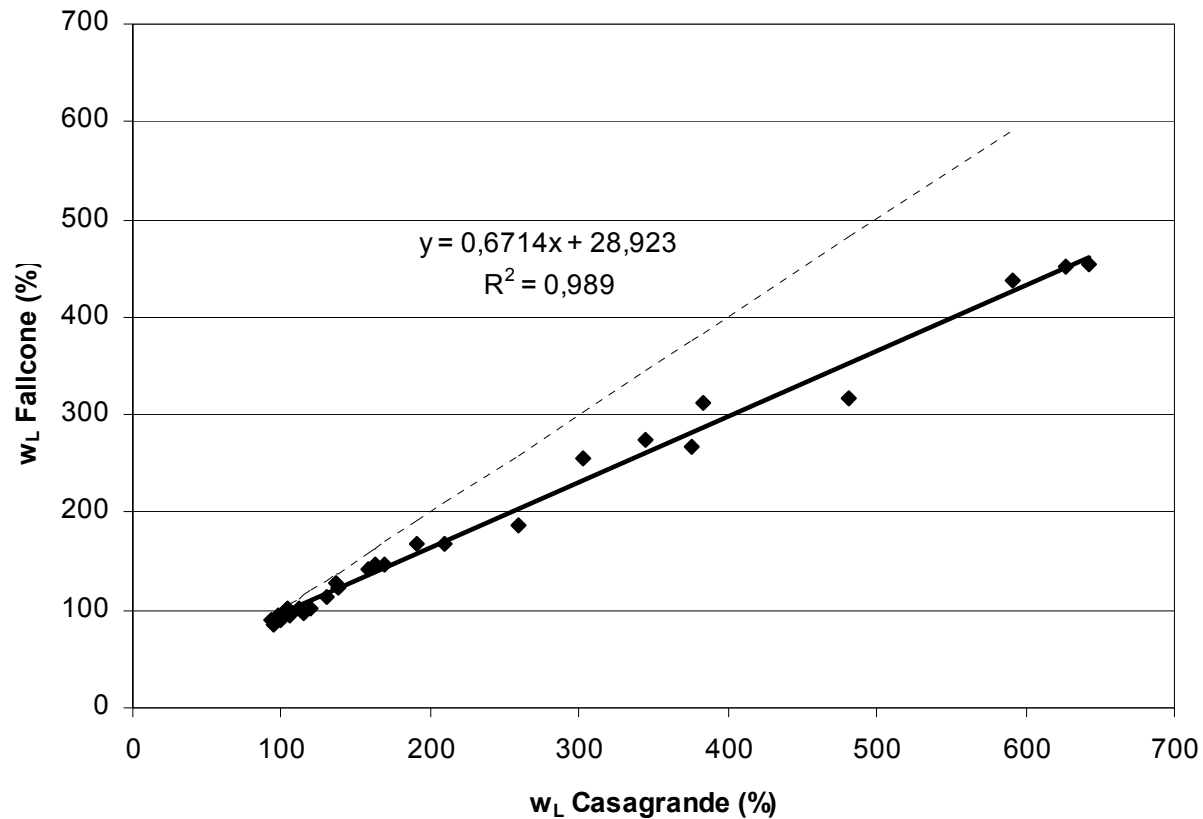
Množstvo potrebnej zeminy



200g zeminy
kužel'ová skúška
väčšie množstvo

Kužel'ová skúška je spoľahlivejšia
mechanizmus skúšky závisí priamo od statickej
šmykovej pevnosti zeminy

Pre zeminy so strednou plasticitou sú rozdiely zanedbateľné



Porovnanie medzi tekutosťami stanovených Casagrandeho prístrojom a kužel'ovou metódou pre $w_L > 90\%$

Jana Frankovská, Ivan Dananaj: Porovnanie metód na Stanovenie medze tekutosťi, Geológia a životné prostredie 5, Bratislava, 14. a 15. júna 2006

EN a STN - GEOTECHNICKÝ PRIESKUM

STN EN 1997 – 1

Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá

STN EN 1997 - 2

Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia

STN EN 1997-2/NA

**STN EN ISO
14 688 a 14 689**
Pomenovanie,
opis a klasifikácia
zemín a
skalných hornín

STN 72 1001
**Klasifikácia
zemín a
skalných
hornín**

**STN EN ISO
22 475** Odber
vzoriek zemín,
skalných hornín
a meranie hladiny
podzemnej vody
(3 časti)

**STN EN
ISO 22 476**
Terénne
skúšky
(13/12
častí)

**Pr EN ISO
22 282**
Hydrogeolo
gické
skúšky (6
častí)

**CEN ISO/TS
17 892**
Laboratórne
skúšky
(12 častí)

STN 72 1010,
STN 72 1011,
.....
STN 72 1191

19 STN

STN 73 0090
**Geotechnický prieskum
pre zakladanie stavieb**

STN 72 1001 Klasifikácia zemín a skalných hornín

V platnosti od 1.4. 2010

Táto norma nahrádza STN 72 1001: 1990
časť III STN 73 1001: 1997

Skalné horniny

Poloskalné horniny

Zeminy

- postupnosť identifikácie horninového materiálu

STN EN 1926: 2007 Skúšky prírodného kameňa. Stanovenie jednoosej pevnosti v tlaku

EN ISO 14 688 a 14 689 Pomenovanie, opis a klasifikácia zemín a skalných hornín

Všeobecné ustanovenia

Podľa pevnosti štruktúrnych väzieb medzi časticami delia sa horniny na:

- a) skalné horniny,
- b) zeminy.

Prechodné typy medzi skalnými horninami a zeminami možno označiť ako poloskalné horniny.

Pre každú z uvedených skupín sa používa rozdielna klasifikácia, vychádzajúca z rozdielnych laboratórnych skúšok, postupov a klasifikačných charakteristík.

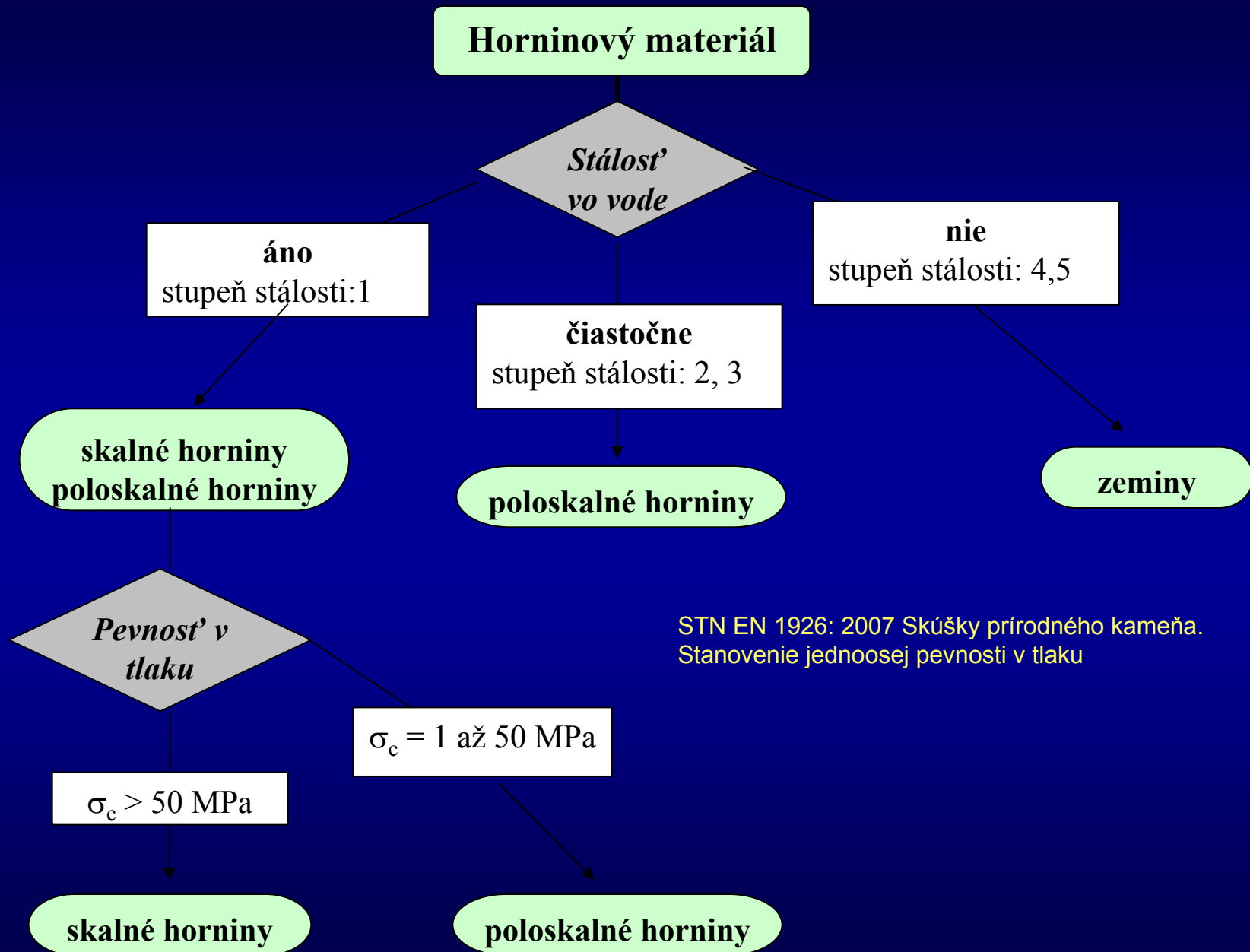
Základným klasifikačným kritériom skalných hornín je pevnosť v prostom (jednoosovom) tlaku.

STN 72 1001 Klasifikácia zemín a skalných hornín

Základným rozhodovacím kritériom pre zaradenie horninového materiálu je jeho stálosť vo vode, ktorá sa posudzuje podľa STN EN ISO 14689-1.

Názov	Opis horniny po 24 hod. vo vode	Stupeň
Stály	Bez zmien	1
Takmer stály (čiastočne)	Vytvorí sa niekoľko puklín, alebo sa povrch vzorky slabo drobí	2
	Vytvorí sa veľa puklín a oddeľujú sa malé úlomky, alebo sa povrch vzorky intenzívne drobí	3
Nestály	Vzorka sa rozpadá alebo prakticky celý povrch vzorky sa drobí	4
	Celá vzorka je rozbriednutá alebo rozpadnutá na zeminu	5

Postupnosť identifikácie horninového materiálu - schéma



STN EN 126: 2007 Skúšky prírodného kameňa.
Stanovenie jednoosej pevnosti v tlaku

Zatriedenie skalných hornín podľa stupňa pevnosti

Trie da	σ_c (MPa)	Označenie pevnosti	Terénna identifikácia podľa STN EN ISO 14 689-1	Typy hornín (príklady)
R0	> 250	Extrémne vysoká	Vzorky sa údermi geologického kladiva iba otlkajú	Zdravé: bazalty, eklogity
R1	100 -250	Veľmi vysoká	Na rozbitie vzorky je potrebných veľa úderov geologickým kladivom	Zdravé: granity, diority, gabrá, granuly, amfibolity, prekremenené para a ortoruly, silicity, andezity
R2	50- 100	Vysoká	Na rozbitie vzorky je potrebný viac než jeden úder geologickým kladivom	Zdravé: vápence, dolomity, zlepence, pieskovce, pararuly, svory, fylity Zvetrané: granity, diority, gabrá, granuly, amfibolity, prekremenené pararuly a ortoruly, silicity
R3	25 -50	Stredná	Vzorka sa nedá rýpať ani odlupovať vreckovým nožom, možno ju rozbiť jednotlivými údermi geologického kladiva	Zdravé: ílovce, slieňovce, tufy Zvetrané: vápence, dolomity, zlepence, pieskovce, pararuly, svory, fylity
R4	5 - 25	Nízka	Vzorka sa ťažko odlupuje vreckovým nožom, plytké odlúpnutia nastanú po pevných úderoch hrotom geologického kladiva	Zdravé: slabo spevnené pieskovce, prachovce a ílovce Zvetrané : ílovce, slieňovce, tufy
R5	1 - 5	Veľmi nízka	Drobenie vzorky pod pevnými údermi hrotom geologického kladiva, povrch sa môže odlupovať vreckovým nožom	Zdravé: veľmi slabo spevnené pieskovce, prachovce a ílovce Zvetrané: bridlice a fylity
R6	< 1	Extrémne nízka	Horninu možno rýpať nechtom	Rozdrobené a rozložené veľmi slabo spevnené pieskovce, prachovce a ílovce

Hodnotenie pevnosti horniny podľa indexu pevnosti

Pevnosť	Index pevnosti pri bodovom zatlačení $I_{s(50)}$ [MPa]	Orientačné zatriedenie hornín
1. Extrémne vysoká	> 10	R1 až R0
2. Veľmi vysoká	5 až 10	R1
3. Vysoká	2 až 5	R2
4. Stredná	1 až 2	R3
5. Nízka až veľmi nízka	< 1	R4 až R5



PEVNOSTĚ PRI BODOVOM ZAŤAŽENÍ

- ❑ výsledná hodnota - tzv. index pevnosti pri bodovom zaťažení $I_{s(50)}$
- ❑ korelácia s hodnotou pevnosti v prostom tlaku σ_c

Prepočítavací (korelačný) koeficient medzi oboma pevnosťami:

$$K = 22 \quad \text{t. j.} \quad \sigma_c = 22 \cdot I_{s(50)}.$$

V prípade hornín s nižšou pevnosťou môže byť však podstatne nižší (< 20)!!!

Tabuľka 2.1, ktorá je návodom na použiteľnosť terénneho prieskumu definovaného v kapitolách 3 a 4.

Tabuľka 2.2 – Klasifikačné skúšky pre rôzne typy zemín

Tabuľka 2.3 – Laboratórne skúšky na určenie geotechnických parametrov

Tabuľka 3.1.– Kvalitatívne triedy vzoriek zemín na laboratórne skúšky a kategórie, ktoré majú byť použité pri odbere vzoriek

Príloha A

Laboratórne a terénne skúšky spolu s výsledkami týchto skúšok, ktoré sa majú uviesť v správe o prieskume horninového prostredia

CPT – Statická penetračná skúška

q_c – statický penetračný odpor

f_s – merné lokálne plášťové trenie

R_s – stupeň trenia

Stlačiteľnosť v oedometri (zemina)

krivka stlačiteľnosti (rôzne možnosti)

konsolidačné krivky (rôzne možnosti)

krivka sekundárneho stlačenia (creepová krivka)

hodnoty E_{oed} (pre interval napätia) a σ'_p alebo C_s, C_c, σ'_p

Hodnota C_α

Skúška s bodovým zaťažením (skalná hornina)

index pevnosti I_{s50}

Nekonfliktné podporné dokumenty (STN) EC 7-2

STN 73 0090 Prieskum (revízia - máj 2011)

STN 72 xxxx Laboratórne skúšky

CEN/TS 17892 – časti 2, 4,12 rok 2011

Terénne skúšky - iba EN (3)

**STN 72 1001 Klasifikácia zemín a skalných
hornín**

EN 1997-2/AC

Predbežný prieskum

Štúdium topografických,
historických, geologických
a hydrogeologických máp.

Ťažba nerastov

Interpretácia leteckých snímok.

Archívne materiály
predchádzajúcich stavebných prác
a prieskumov.

Vizuálna rekognoskácia miesta
staveniska

Predbežný geofyzikálny prieskum

Predbežný ložiskový prieskum
lokality

Jemnozrnné zeminy

Statická penetračná skúška , SS, DP, Seizmické merania

Terénna vrtníková skúška alebo SPT

Piestový vzorkovač/oberný prístroj , Vrták,

Otvorený vzorkovač, Odber vzoriek v kopaných sondách

Merania hladín podzemnej vody

Hrubozrnné zeminy

SS, Statická penetračná skúška , DP,

Sondy v zemine/v skalnej hornine , SPT

Vrták, Otvorený vzorkovač/odberný prístroj

Odber vzoriek v kopaných sondách

Merania hladín podzemnej vody

Skalné horniny

Sondy v zemine/v skalnej hornine, Statická
penetračná skúška , Meranie počas vrtania

Zaťažovacia skúška doskou

Jadrovnica, Vrták, Odber vzoriek v kopaných sondách

Merania hladín podzemnej vody

Podrobný prieskum (Predbežný výber metódy zakladania)

<p>Jemnozrnné zeminy Zakladanie na pilótoch</p>	<p>SS, Statická penetračná skúška, Dynamické sondovanie , Sondy v zemine, Terénna vrtná skúška, SPT, Zaťažovacia skúška pilóty Piestový alebo otvorený vzorkovač/oberný prístroj, Jadrovnica, Presiometrická skúška, Merania hladín podzemnej vody uzatvoreným systémom</p>
<p>Jemnozrnné zeminy Plošné zakladanie</p>	<p>SS alebo Statická penetračná skúška, Dynamické sondovanie, Terénna vrtná skúška, Dilatometrická skúška alebo Presiometrická skúška, Samozatlačacie skúšky Piestový alebo otvorený vzorkovač/oberný prístroj, Jadrovnica, Odber vzoriek v kopaných sondách , Merania hladín podzemnej vody uzatvoreným systémom</p>
<p>Hrubozrnné zeminy Zakladanie na pilótoch</p>	<p>Statická penetračná skúška, Dynamické sondovanie , Sondy v zemine, SPT, Dilatometrická skúška, Zaťažovacia skúška pilóty otvorený vzorkovač, Odber vzoriek v kopaných sondách Merania hladín podzemnej vody otvoreným systémom</p>
<p>Hrubozrnné zeminy Plošné zakladanie:</p>	<p>Statická penetračná skúška, Dynamické sondovanie , SPT, Presiometrická skúška, Samozatlačacie skúšky, Dilatometrická skúška, Zaťažovacia skúška doskou otvorený vzorkovač/oberný prístroj, Odber vzoriek v kopaných sondách Merania hladín podzemnej vody otvoreným systémom</p>
<p>Skalné horniny Pilóty alebo plošné zakladanie:</p>	<p>Sondy v skalnej hornine, Meranie počas vŕtania, mapovanie puklín Dilatometrická skúška skalných hornín, Presiometrická skúška, Samozatlačacie skúšky Odber vzoriek v kopaných sondách, Jadrovnica Merania hladín podzemnej vody otvoreným systémom</p>

Kontrolný prieskum

Overenie výberu metódy zakladania a návrhových postupov, kontrola zlepšenia zemín a stability počas výstavby	Zaťažovacia skúška pilóty, skúška zarážania pilóty, vlnové meranie napätí, Merania hladín podzemnej vody uzatvoreným systémom, sadania, inklinometre
	kontrola typu zeminy, kontrola tuhosti (CPT)
	sadania, inklinometre, merania hladín podzemnej vody uzatvoreným systémom, náchylnosť na objemové zmeny v dôsledku zmien vlhkosti
	Zaťažovacia skúška pilóty, skúška zarážania pilóty, meranie vln napätia, Merania hladín podzemnej vody uzatvoreným systémom, sadania, inklinometre
	kontrola typu zeminy
	kontrola tuhosti (CPT, DP, SPT), sadania
	kontrola inklinácie a diskontinuitv skalných horninách kontrola kontaktu medzi päťou pilóty/základom a povrchom skalnej horniny, overenie presakovania, priepustnosti a tlaku vody

STN EN, STN EN ISO a STN - GEOTECHNIKA

Vykonávanie špeciálnych
geotechnických prác (13 EN)

STN EN 1997 – 1

Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá

STN EN 1997-1/NA

**STN 73 1001 Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb,
STN 73 0037 Zemné práce**

STN EN 1997 - 2

Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia

STN EN 1997-2/NA

STN EN ISO

14 688 a 14 689

Pomenovanie,
opis a klasifikácia
zemín a
skalných hornín

**STN 72 1001
Klasifikácia
zemín a
skalných
hornín**

STN 73 0090

**Geotechnický prieskum pre
zakladanie stavieb**

STN EN ISO

22 475 Odber
vzoriek zemín,
skalných hornín
a meranie hladiny
podzemnej vody
Časť 1

STN EN

ISO 22 476
Terénne
skúšky
3 časti

**STN 72 1010,
STN 72 1011,
.....
STN 72 1191**

19 STN

CEN ISO/TS

17 892
Laboratórne
skúšky
3 časti

Zhotovovanie špeciálnych geotechnických konštrukcií

- EN 1536: 1999 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác: Vŕtané pilóty.
- EN 1537: 1999 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác: Horninové kotvy.
- EN 1538: 2000 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác: Podzemné steny.
- EN 12063:1999 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác: Štetovnicové steny.
- EN 12699:2000 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác: Razené pilóty.
- EN 12715:2000 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác: Injektovanie.
- EN 12716:2001 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác: Prúdová injektáž
- EN 14199: 2006 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác – Mikropilóty
- EN 14679: 2005 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác – Hĺbkové zlepšovanie zemín
- EN 14731: 2005 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác – Hĺbkové zhutňovanie vibráciou
- EN 14475: 2006 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác - Vystužené zemné konštrukcie
- EN 15237: 2007 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác – vertikálne drény /Geodrény
- prEN 14490: 2010 Vykonávanie špeciálnych geotechnických prác – Klincovanie zemín

	No.	Subject	Start	Enquiry	Formal Vote	EN Ratific.	Status	Next Review
1	EN 1538	Diaphragm Walls	1992	1996 Target	1997 2009/10	2000 2011	Confirmed 2002	2007 2016
2	EN 1537	Anchors	1992	1996 Target	1997 2010	1999 2011	Confirmed 2005	2007 2016
3	EN 1536	Bored Piles	1992	1995 Target	1997 2009/10	1999 2011	Confirmed 2002	2007 2016
4	EN 12063	Sheet Piles	1993	1996	1998	1999	Confirmed 2005	2010
5	EN 12699	Displacement Piles	1994	1997	2000	2000	Confirmed 2005	2010
6	EN 12715	Grouting	1994	1998	2000	2000	Confirmed 2005	2010
7	EN 12716	Jet Grouting	1994	1998	2001	2001	Confirmed 2006	2011
8	EN 14199	Micro-Piles	1996	2002	2004	2005	Published 2006	2010
9a	prEN 14490	Soil Nailing	1997	2002 2007	Target: FV 2009	2010	Preparation draft for FV	2015
9b	EN 14475	Reinforced Fill	1997	2002	2005	2006	Published 2006	2011
10	EN 14679	Deep Mixing	1999	2003	2005	2005	Published 2005	2010
11	EN 15237	Vertical Drains	1999	2005	2006	2007	Published 2007	2012
12	EN14731	Deep Vibration	1999	2003	2005	2005	Published 2005	2010

Next priority

STN EN 1997 –1: 2005

Navrhovanie geotechnických konštrukcií – Časť 1 Všeobecné pravidlá

Kapitola 1: Všeobecne

2: **Zásady navrhovania**

3: Geotechnické údaje

4: Kontrola, monitoring a údržba

5: Zásypy, odvodňovanie,
zlepšovanie, vystužovanie

6: Plošné základy

7: Pilótové základy

8: Kotvenie

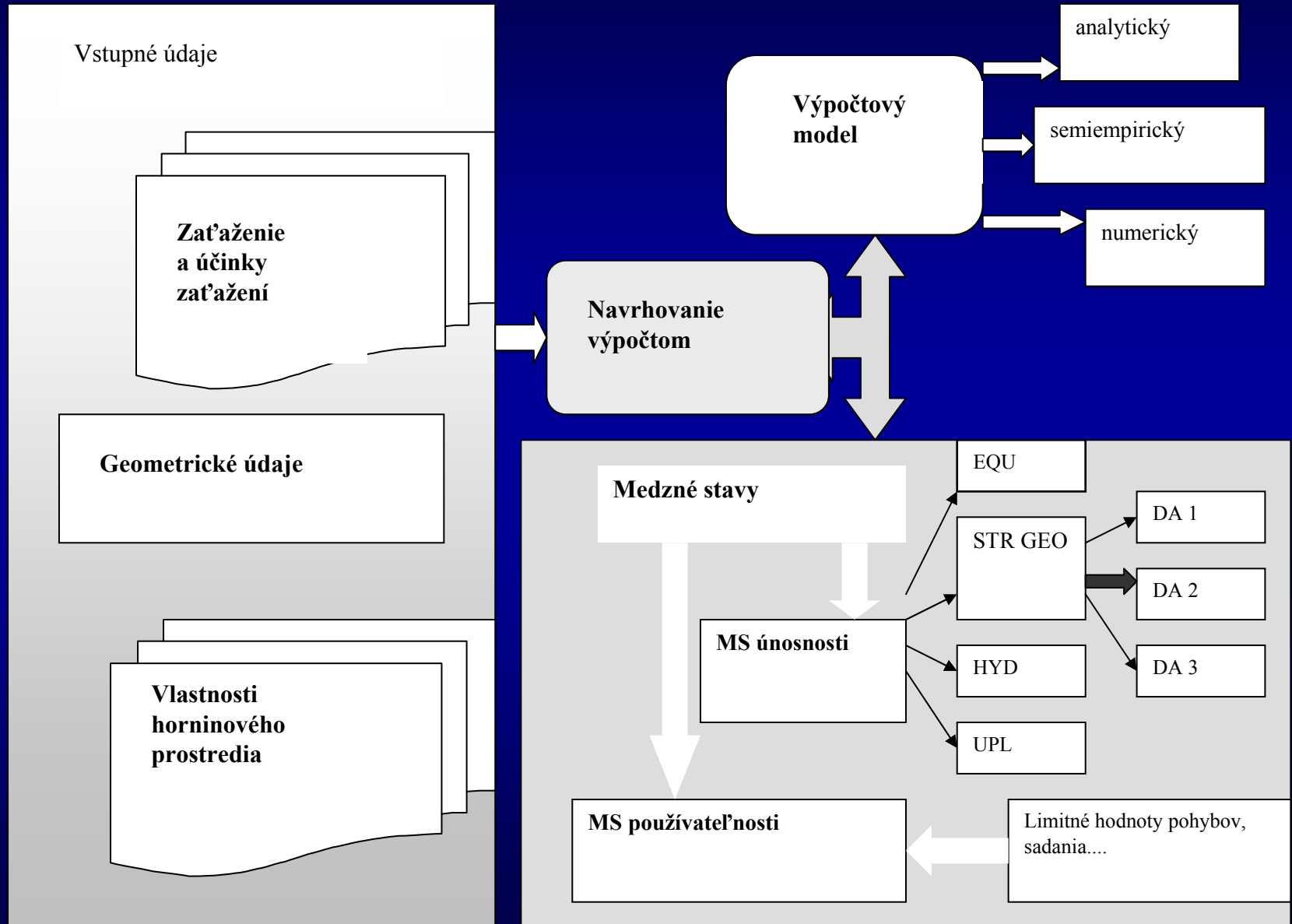
9: Oporné konštrukcie

10: Porušenie podzemnou vodou

11: Celková stabilita

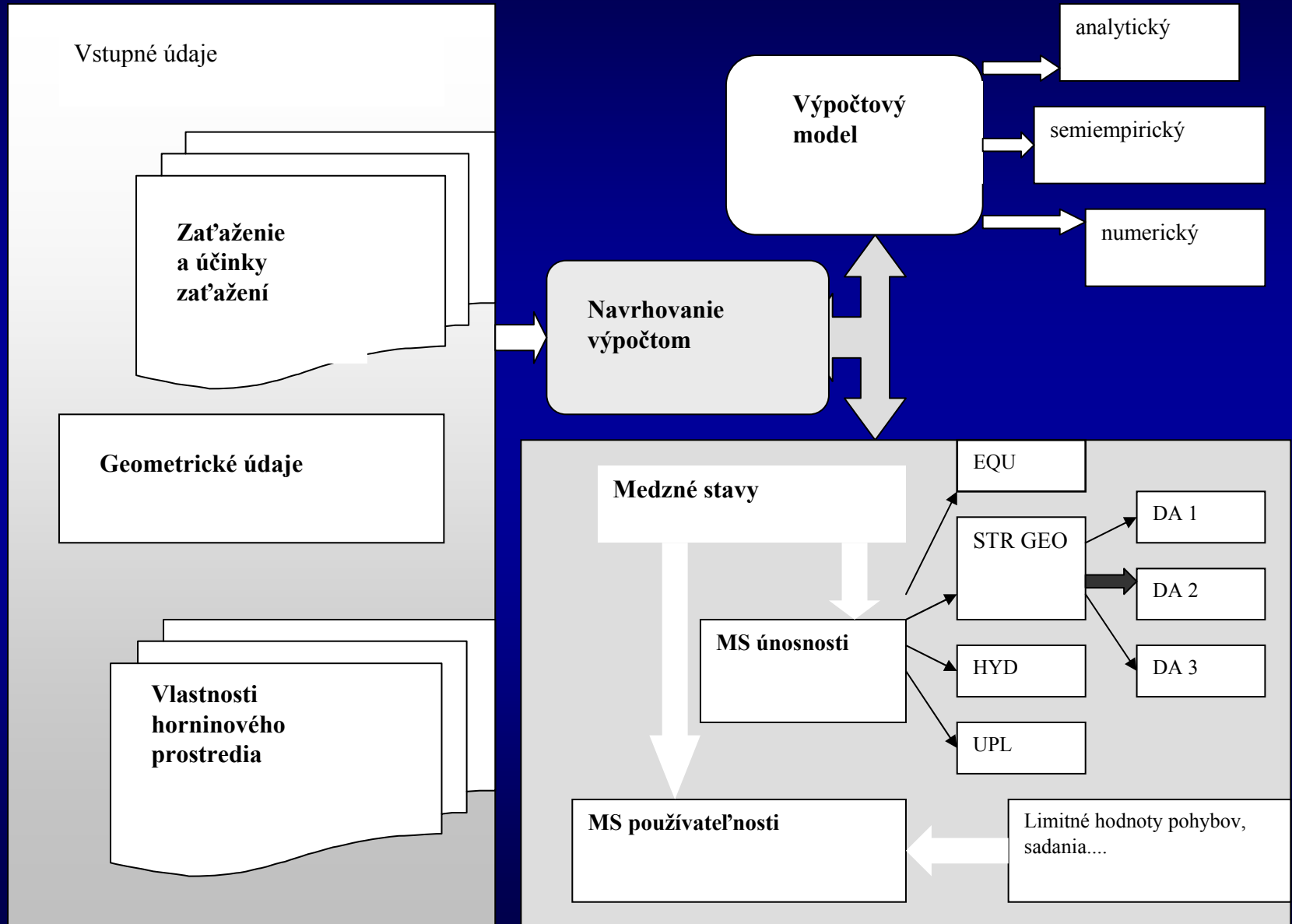
12: Násypy

Navrhovanie geotechnických konštrukcií výpočtom



GEOTECHNICKÁ KATEGÓRIA	Druh konštrukcie	Návrhové požiadavky	Návrhové postupy
1	Základy malých a relatívne jednoduchých stavieb so zanedbateľným rizikom definované v STN 73 1001	Zanedbateľné riziko nestability alebo pohybov horninového prostredia	Rutinné metódy pre návrh a zhotovenie konštrukcie na základe skúseností Návrh predpísaním opatrení
	Príklady v EC 7-1 nie sú uvedené, konkrétne konštrukcie sú vymenované v STN 73 1001, na ktorú odkazuje Národná príloha		
2	Základy, násypy, zárezy, zemné konštrukcie, oporné konštrukcie uvedené v STN 73 1001	Kvantitatívne geotechnické údaje a analýzy na zabezpečenie základných požiadaviek	Štandardné terénne a laboratórne skúšanie, navrhovanie výpočtom, experimentálnym modelovaním a zaťažovacími skúškami
	EC 7-1 uvádza príklady, konkrétne konštrukcie sú vymenované v STN 73 1001, na ktorú odkazuje Národná príloha		
3	Geotechnické konštrukcie, ktoré nie sú v 1. alebo 2. geotechnickej kategórii, alebo sú v oblastiach s nepriaznivými základovými pomermi alebo zaťažením	Alternatívne zásady a pravidlá ku tým, ktoré sú uvedené v EC 7 Neštandardné skúšanie	
	Príklady v EC 7-1 sú uvedené, konkrétne konštrukcie sú vymenované v STN 73 1001, na ktorú odkazuje Národná príloha		

Navrhovanie geotechnických konštrukcií výpočtom



Návrhové postupy pri geotechnickom návrhu výpočtom

DA 1

Kombinácia 1

A1 + M1 + R1

Pilóty **A1 + M1 + R1**

Kotvenie: **A1 + M1 + R2**

a

Kombinácia 2

A2 + M2 + R1

A2 + M1 + R4

A2 + M1 + R2

DA 2

Kombinácia

A1 + M1 + R2

Odporúčané hodnoty NSP

Zaťaženie vodou $\gamma = 1,0$

Modelový súčiniteľ $\gamma_{rd} = 1,1$ pilóty
na základe geot.parametrov

DA 3

Kombinácia

A1⁺ alebo **A2^{**} + M2 + R1 (R3)**

A2_{geot} + M2 + R1

Zaťaženie vodou $\gamma = 1,0$

STN EN 1997 –1: 2005

Navrhovanie geotechnických konštrukcií – Časť 1 Všeobecné pravidlá

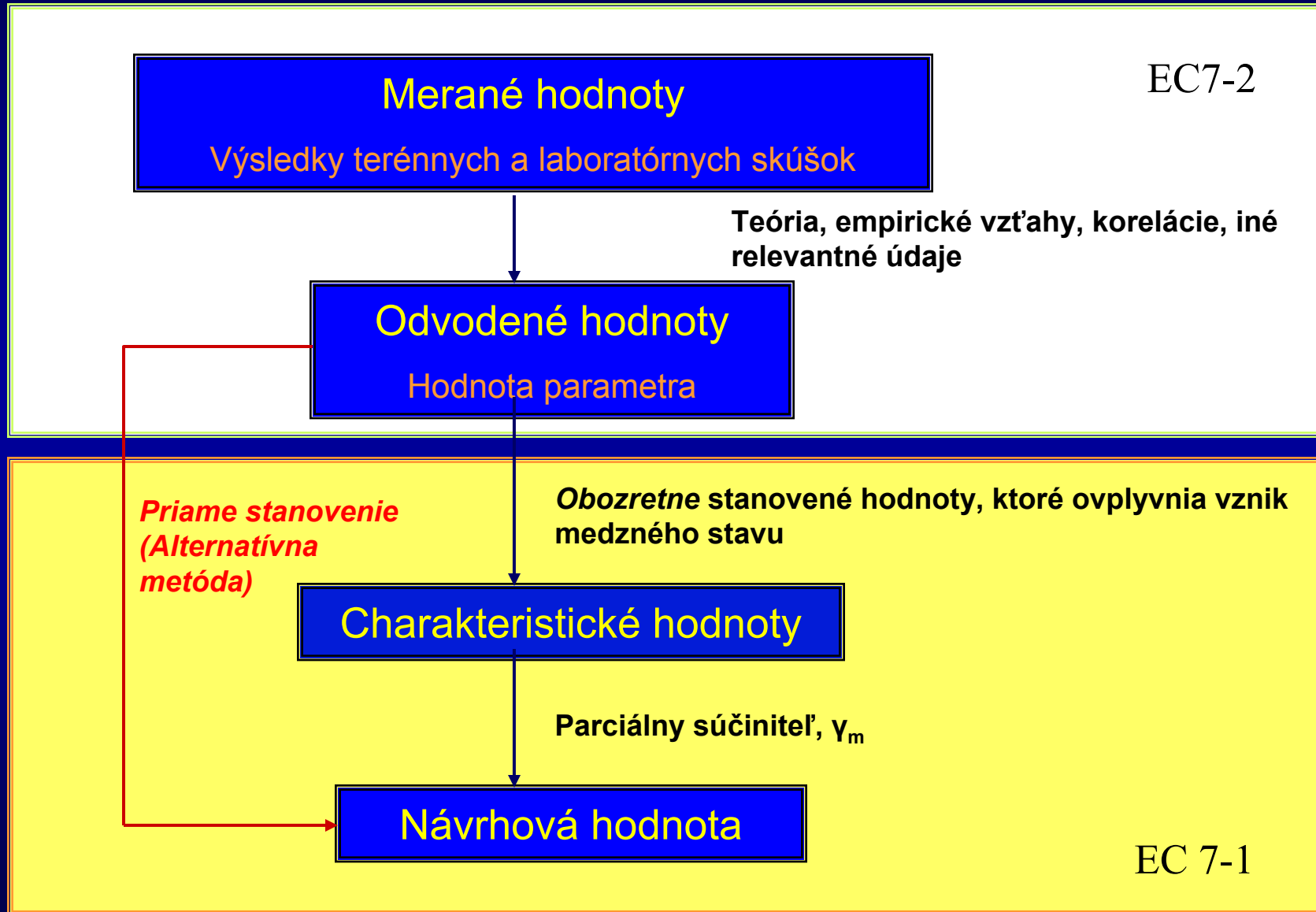
Kapitola 3 Geotechnické údaje

- Úvod
- Geotechnický prieskum
- **Vyhodnotenie geotechnických parametrov**
- Správa o prieskume základovej pôdy

Pri riešení geotechnického problému (úlohy) sa musia riešiť nezávisle dve úlohy:

- **Výber vrstiev základovej pôdy.** Podložie sa idealizuje do niekoľko dobre definovaných a homogénnych vrstiev zeminy (skalnej horniny), ktoré tvoria základ ďalšej analýzy. **Táto problematika sa v Eurokóde 7 nerieši.**
- **Výber – určenie vlastností (geotechnických parametrov)** pre každú vrstvu základovej pôdy so zohľadnením nasledujúcich faktorov:
 - geologické, hydrogeologické a iné informácie, napr. z predchádzajúcich projektov,
 - variabilita (premenlivosť) vlastností základovej pôdy v rámci každej vrstvy,
 - množstvo, veľkosť zóny horninového prostredia, ovplyvňujúceho správanie geotechnickej konštrukcie,
 - špecifické geotechnické problémy, vyplývajúce z návrhovej situácie (napr. rozhodnutie o výbere vrcholovej alebo reziduálnej pevnosti).

Proces získania návrhových hodnôt z výsledkov skúšok



Charakteristické hodnoty geotechnických parametrov

obozretne vybrané hodnoty, ktoré ovplyvnia vznik medzného stavu

požaduje sa **trocha konzervatívnosti**
zdôrazňuje sa
inžiniersky úsudok a skúsenosti,

vybratá hodnota musí zodpovedať medznému stavu.

Pri výbere charakteristických hodnôt musíme zväžiť:

- **Množstvo výsledkov** skúšok (rozptyl výsledkov), variabilitu základovej pôdy
- **Príslušný objem** zeminy (skalnej horniny) uvažovanej pre príslušný medzný stav
- **Správanie sa konštrukcie**

Môžeme použiť aj štatistické metódy, ale nie sú povinné.

Charakteristické hodnoty môžu byť štatisticky odvodené aj regionálne.

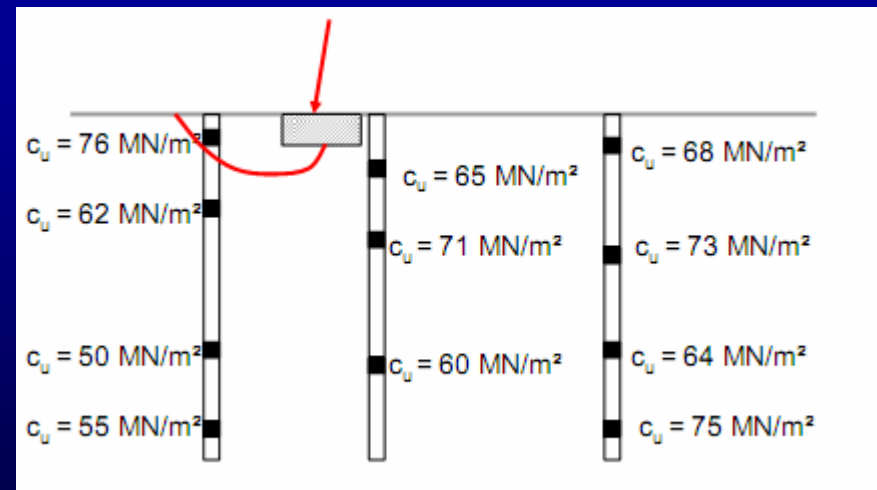
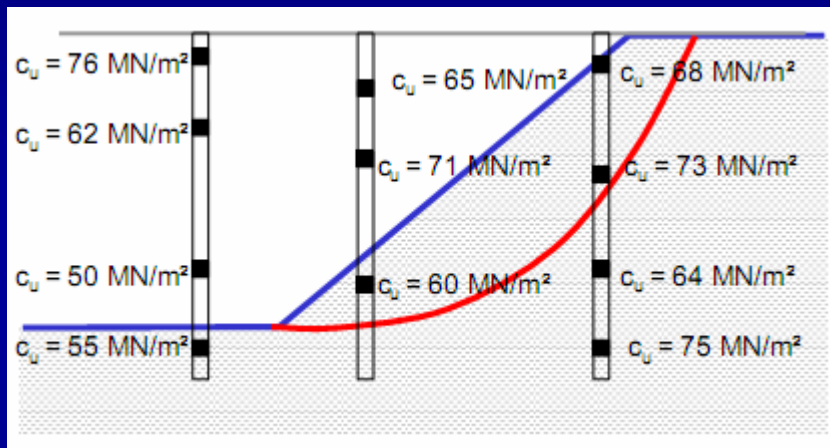
Vlastnosti horninového prostredia

- Vlastnosti zemného a horninového masívu, ktoré sa kvantifikujú pre geotechnické výpočty geotechnickými parametrami, **sa musia získať z výsledkov skúšok buď priamo alebo koreláciami, teoreticky alebo empiricky** a z iných príslušných údajov.
- Hodnoty, získané z výsledkov skúšok a ostatné údaje **sa musia vhodne interpretovať pre uvažovaný medzný stav.**
- Musí sa počítať s možnosťou rozdielov medzi vlastnosťami horninového prostredia a geotechnickými parametrami získanými z výsledkov skúšok a tými, ktoré určujú správanie sa geotechnickej konštrukcie.

Skúšanie horninového prostredia

- Laboratórne skúšky
- Terénne skúšky
- Podzemná voda

Výber charakteristických hodnôt geotechnických parametrov



Porovnateľná skúsenosť

„zdokumentovaná alebo iným spôsobom jasne stanovená informácia, vzťahujúca sa na horninové prostredie uvažované v návrhu a na informácie o podobných konštrukciách“.

Horninové prostredie tvoria rovnaké typy zemín a skalných hornín, pri ktorých sa očakáva podobné geotechnické správanie; lokálne informácie sa považujú za mimoriadne dôležité.

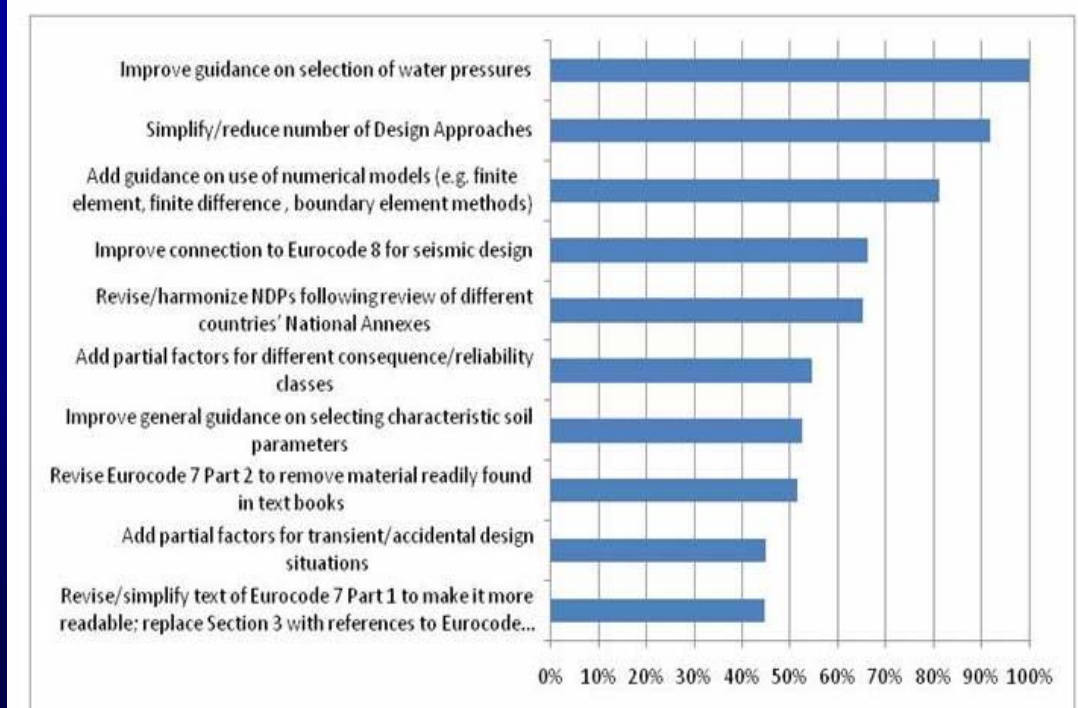
rekonštituovaná skúšobná vzorka (angl. reconstituted specimen)

skúšobná vzorka upravená v laboratóriu; pre jemnozrnné zeminy sa pripravuje ako kaša (s vlhkosťou pri alebo nad medzou tekutosti), ktorá potom konsoliduje (sedimentuje); hrubozrnné zeminy za sucha alebo za mokra sa buď nasypú alebo nalejú z určitej výšky (pluviácia) a následne zhutňujú alebo konsolidujú

- Tlak vody – zlepšiť návod
- **Redukcia/zjednodušenie NDP** (napr. svahy)
- Pridať numerické modelovanie (MKP, MHP)
- Prepojenie EC 7 a EC 8
- Harmonizácia hodnôt NDP v krajinách EÚ

- **7. Zlepšiť návod na výber charakteristickej hodnoty GP**
- **8. Zmeniť EC 7-2, zostručniť**
- Pridať parciálne súčinitele pre dočasné a mimoriadne situácie
- **Zjednodušiť EC 7 – časť 1 tak, aby bola čitateľnejšia**

- **Medzný stav EQU**
- **Geotechnické výpočtové modely**
- **Udržateľnosť (energetická účinnosť – medzera v normalizácii t.j. prieskum a kontrola kvality)**



Súčasný stav a program preberania EN do sústavy STN

Eurokódy : skupina noriem pre konštrukčné a geotechnické navrhovanie stavebných diel.

EN 1990 Eurokód 0 Zásady navrhovania pre eurokódy

EN 1991 Eurokód 1 Zaťaženia konštrukcií

EN 1992 Eurokód 2 Navrhovanie betónových konštrukcií

EN 1993 Eurokód 3 Navrhovanie oceľových konštrukcií

EN 1994 Eurokód 4 Navrhovanie spriahnutých oceľobetónových konštrukcií

EN 1995 Eurokód 5 Navrhovanie drevených konštrukcií

EN 1996 Eurokód 6 Navrhovanie murovaných konštrukcií

EN 1997 Eurokód 7 Navrhovanie geotechnických konštrukcií

EN 1998 Eurokód 8 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť

EN 1999 Eurokód 9 Navrhovanie konštrukcií z hliníkových zliatin

Technická norma je dobrovoľná, nezáväzná, ale platná.

Vhodnosť použitia technických noriem:

- povinné používanie v zmluvných vzťahoch
- citovanie v právnych predpisoch, napr. v zákonoch
- poskytnutie ochrany v prípadných problémoch, ktoré sa môžu vyskytnúť

Výhodnosť používania:

Poskytuje návod, zabezpečuje jednotný postup, jednotnú terminológiu, jednotné klasifikácie, umožňuje vzájomné porovnávanie

OTÁZKY **?????**