



Revize ČSN 73 0038 (*obecné zásady*)

www.klok.cvut.cz/projekt-naki/

Miroslav Sýkora a Jana Marková
ČVUT v Praze, Kloknerův ústav



Cíle revize

Průzkumy existujících konstrukcí

Analýza spolehlivosti

Aktualizace dílčích součinitelů

Směrné úrovně spolehlivosti

Revize ČSN 73 0043

Závěrečné poznámky



**Podklady: ČSN ISO 13822, Technické specifikace pro budoucí
EN pro ex. kce, ČSN EN 1990, ČSN ISO 2394, fib, JCSS ¹**

ČSN ISO 13822 Hodnocení existujících konstrukcí

národní
přílohy,
praktické
návody

**V SOULADU S EUROKÓDY
ISO podkladem pro nový EN**

ČSN 73 0038 Doplnující ustanovení pro hodnocení existujících konstrukcí

ČSN 73 0038, revize 2018-2019

- *harmonizace* se současným stavem norem, zejména Eurokódů, aktualizace referencí
- *restrukturalizace* normy – přesun obecně platných pravidel z kapitoly 10 pro mosty do kapitoly společné pro všechny nosné konstrukce
- *zamezení duplicit* s revidovanou ČSN 73 2030 pro statické zatěžovací zkoušky budov
- zpřesnění modelů *mechanických vlastností* materiálů existujících konstrukcí (ocel, litina)
- zpřesnění pokynů pro *objekty kulturních památek* (prezentace doc. Pospíšila)

Harmonogram: druhé projednání v TNK do konce června, vydání do konce roku.

Zpracovatelé verze 2014 a revize

- ČVUT v Praze, *Kloknerův ústav* (doc. Marková, prof. Holický, doc. Sýkora)
- ve spolupráci s ČKAIT (Ing. Drahorád)
- *Fakultou stavební* (doc. Hrdoušek, doc. Ryjáček, doc. Vašek)
- *Fakultou architektury* (doc. Lorenz, doc. Pospíšil)
- *TZÚS Praha* (Ing. Kučera)

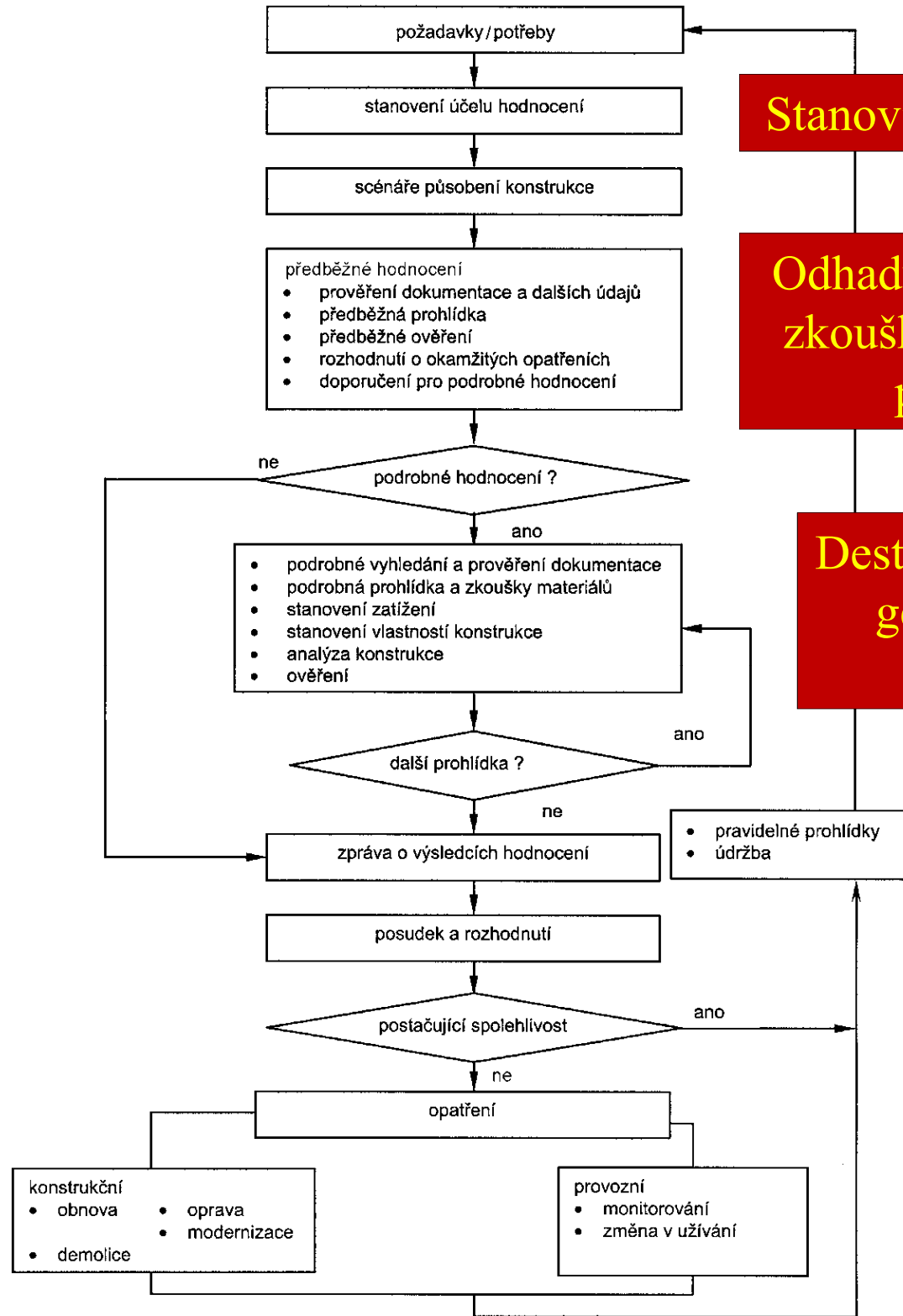
Assessment of Existing Structures

Final Document TS
April 2018

Contents

European Foreword			
1 General			
1.1 Scope			
1.2 References			
1.3 Terms and definitions			
2 General requirements			
2.1 Objectives			
2.2 Principles of assessment			
2.3 Target reliability level			
2.4 Cultural and societal aspects			
3 General framework of assessment			
3.1 Overview			
3.2 Procedure			
3.3 Basis of assessment			
3.4 Condition survey			
3.5 Structural analysis and verifications			
3.6 Recommendations			
4 Basic variables and updating			
4.1 General			
4.2 Structural system			
4.3 Actions and influences			
4.4 Material properties			
4.5 Structural behaviour			
5 Structural analysis			
5.1 Structural analysis for assessment			
5.2 Selection of structural analysis methodology			
5.3 Testing and monitoring			
6 Verification			
6.1 General			
6.2 Verification methods			
6.3 Partial factor method			
6.4 Assessment value method			
6.5 Probabilistic method			
6.6 Risk assessment method			
7 Assessment based on satisfactory past performance	3		25
7.1 General			
7.2 Assessment of ultimate limit states	3		
7.3 Assessment of serviceability limit states			
8 Intervention			26
8.1 General			
8.2 Cost of interventions	7		
8.3 Upgrading and repair			
8.4 Monitoring			
8.5 Immediate intervention			
Annexes			28
10			
A Flowchart of the assessment of existing structures			28
B Updating procedure			29
C Target reliability and partial factors			33
D Heritage structures			38
14			
21			
22			

Postup hodnocení



Stanovit se zadavatelem

Odhady, nedestruktivní zkoušky (homogenita, provádění)

Destruktivní zkoušky, geometrie, stálá zatížení

Zdůraznění významu průzkumu – příklad výztuže

- Materiálové vlastnosti a druh výztuže se stanoví na základě *průzkumu a materiálových zkoušek vzorků odebraných z nebo na konstrukci*.
- POZNÁMKA: *Pro předběžné hodnocení* lze využít jako podklad projektovou dokumentaci a provést odborný odhad na základě doby výstavby a tehdy platných předpisů.
- Pro rozhodující průřezy se doporučuje provést *ověření stavu* (zejména míry koroze), polohy, plochy a množství výztuže vhodným průzkumem.
- *Předpínací výztuž odlišně* (dokumentace skutečného provedení, protokoly o napínání, předpisy v době výstavby)

Požadavky dřívějších předpisů pro napínání předpínací výztuže

Předpis	Požadavky předpisů pro napínání předpínací výztuže
Směrnice pro navrhování mostů (1951)	<p>Čl. 13.16 požaduje:</p> <p>nepředpokládá-li se ve statickém výpočtu konstrukce hodnotnější materiál, musí ocel pro předpjatou výztuž mít alespoň tyto vlastnosti:</p> <ul style="list-style-type: none">- mez průtažnosti (mez 0,2%) 650 MPa,- mez pevnosti 900 MPa,- tažnost 4%. <p>Napětí předpínací výztuže v tahu při zatížení hlavním nesmí překročit 0,85-násobek zaručené meze průtažnosti. Krátkodobě při napínání nesmí napětí překročit 0,935-násobek zaručené meze průtažnosti.</p>
ČSN 73 2004 (1963)	<p>Čl. 53 stanoví dovolené namáhání předpínací výztuže:</p> <ul style="list-style-type: none">- při napínání výztuže 0,935-násobek zaručené nejmenší meze průtažnosti nebo zvýšené meze průtažnosti, nejvýše však 0,8-násobek zaručené nejmenší pevnosti výztuže v tahu,- při zatížení hlavním a celkovém nesmí napětí předpínací výztuže překročit 0,85-násobek zaručené nejmenší meze průtažnosti nebo zvýšené meze průtažnosti, nejvýše však 0,7-násobek zaručené nejmenší pevnosti výztuže v tahu.
	<p>Čl. 55 stanoví dovolené namáhání předpínací výztuže:</p>

Seminář ČKAIT č. 2
Průzkumy a ověření spolehlivosti
existujících konstrukcí

22. května 14,00-18,00

www.klok.cvut.cz/projekt-naki/

**1 Destruktivní, nedestruktivní a zatěžovací zkoušky
stavebních materiálů - Ing. Vokáč**

Destruktivní a nedestruktivní zkoušky při hodnocení mechanických vlastností materiálů, zatěžovací zkoušky, materiály: beton, ocel, zdivo.

2 Průzkumy a monitorování konstrukcí - Ing. Balík

Stanovení vlhkosti, monitorování.

3 Příklady ověření spolehlivosti existujících konstrukcí - Ing. Jung

Hodnocení železobetonových a ocelových konstrukcí (hala, panelová budova).

A close-up photograph of a concrete wall with a prominent vertical crack. The crack is jagged and runs through the surface. A white rectangular box is overlaid on the image, containing the text 'Analýza spolehlivosti' in a dark blue serif font.

Analýza spolehlivosti



Metody ověřování existujících konstrukcí

(1) Výpočtem

1. Metoda dílčích součinitelů

- dílčí součinitele doporučené v EN pro návrh

- dílčí součinitele přizpůsobené skutečným podmínkám

2. Metoda stanovených hodnot (Assessment value method)

3. Pravděpodobnostní metoda

4. Metoda hodnocení rizik

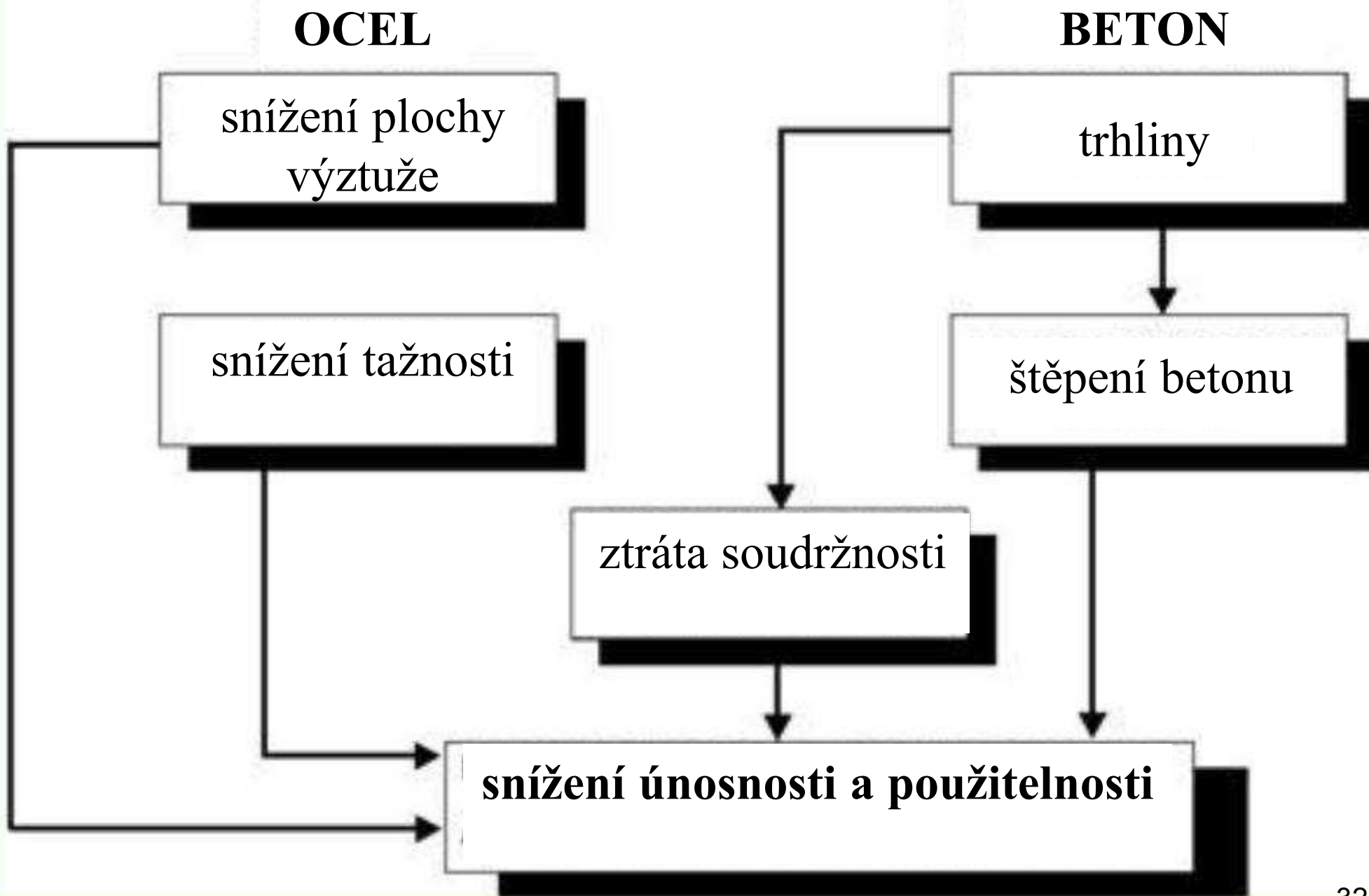
(2) Na základě předchozího působení

Ověřování mezních stavů použitelnosti a únosnosti

Analýza a hodnocení konstrukce

- Základním pro analýzu spolehlivosti - *metoda dílčích součinitelů* a doporučené hodnoty podle ČSN EN 1990
- Lze *upravit dílčí součinitele* – dostatečné informace o:
 - skutečném stavu,
 - působení konstrukce,
 - vlastnostech materiálů,
 - geometrii a
 - účincích zatížení
- Při rozhodování o významných stavbách (velké následky poruchy, náklady na opravu) může být vhodné uplatnit *pravděpodobnostní hodnocení spolehlivosti nebo rizik*.
- *Nově navrhované části* existující konstrukce se ověřují podle norem pro navrhování konstrukcí.
- *Pro původní části* se použije ČSN 73 0038.

Účinky koroze v železobetonu



Charakteristické hodnoty

- Mají se hodnotit na základě *skutečných rozdělání*:
 - výsledků testů a měření
 - apriorních informací (předpínání, už)
 - kombinací obou postupů.

- EN 1990 – *materiálové vlastnosti*

- normální rozdělání
- **lognormální**

$$X_{k(n)} = \eta_d m_{Xk} e^{-\eta_d \ln \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \right)}$$

$$X_{k(n)} = \eta_d m_{Xk} e^{-\eta_d \ln \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \right)}$$

– Vlastnosti ocelí *)

doporučeno ověřit alespoň několika materiálovými zkouškami

doplňeny informace o historických kovech
zpřesnění pro zděné konstrukce

Rok výroby	Materiál pevnostní třídy	Dovolené namáhání σ_{adm} [MPa]	Charakteristická hodnota meze kluzu f_y [MPa]	Mez pevnosti f_u [MPa]	Norma
do 1894	svářkové železo	130	210	340	
1895-1904	svářkové železo	130	210	340	Nařízení 97/1904
	plávková ocel	140	230	360	
1905- 1937	plávková ocel	140	230	360	ČSN 1230
1938-1959	27 (S235)	140	235	355	

Charakteristické hodnoty

- ČSN 73 0038 – *stanovení stálých a proměnných zatížení*

$$G_k = m_G \pm k_{n,G} s_G$$

Tabulka 4.1 – Součinitel $k_{n,G}$ pro stanovení charakteristické hodnoty stálého zatížení na základě počtu odebraných vzorků

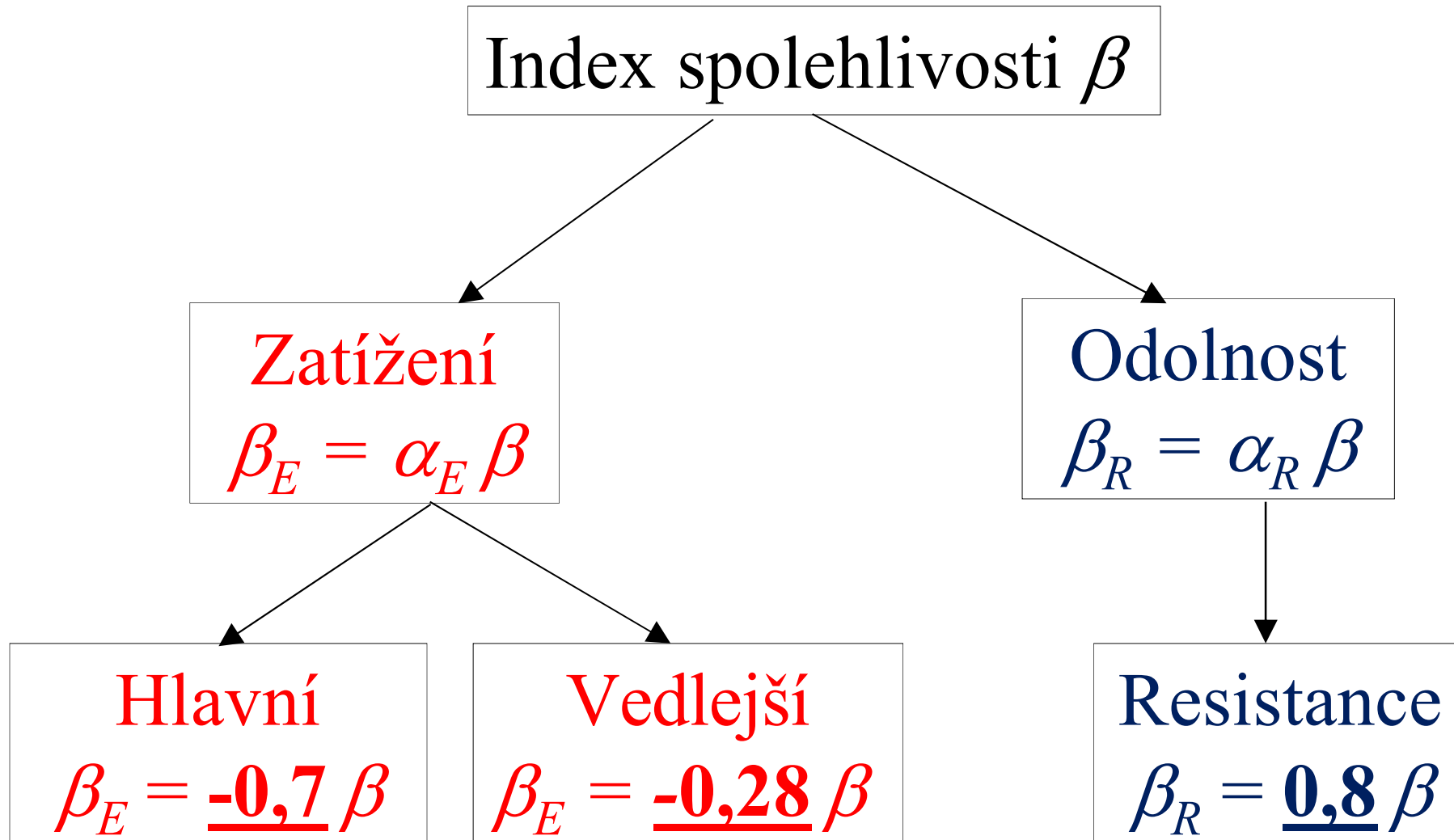
Počet vzorků n	Součinitel $k_{n,G}$	Počet vzorků n	Součinitel $k_{n,G}$
5	0,69	15	0,35
6	0,60	20	0,30
7	0,54	25	0,26
8	0,50	30	0,24
9	0,47	40	0,21
12	0,39	> 50	0,18

Pro mezilehlé hodnoty počtu vzorků se součinitel $k_{n,G}$ stanoví lineární interpolací. Součinitel $k_{n,G}$ je určen za předpokladu normálního rozdělení stálého zatížení.

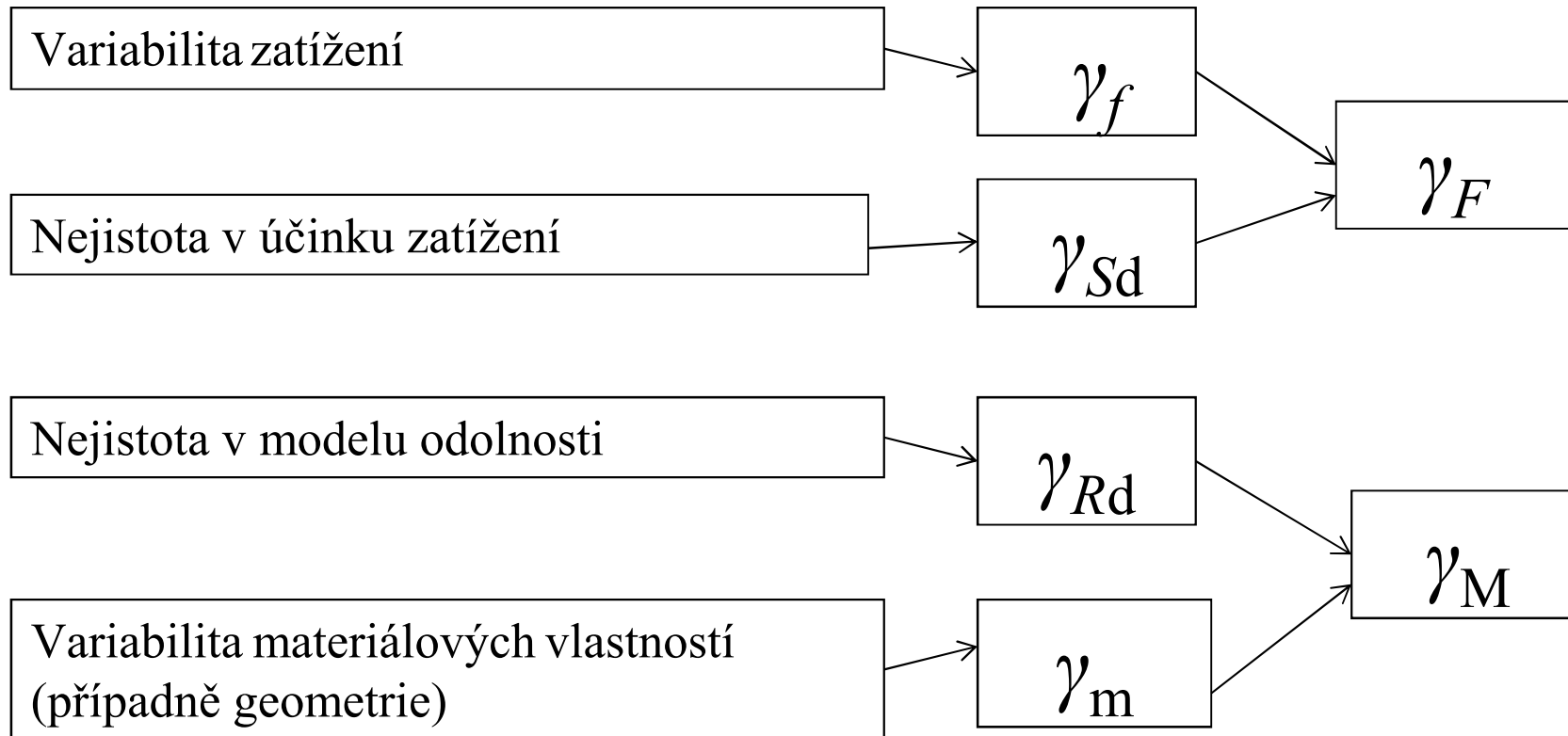
Aktualizace dílčích součinitelů

- V souladu s **ČSN EN 1990** a **ČSN ISO 2394** pro zásady hodnocení spolehlivosti.
- Aktualizované dílčí součinitele se mají uplatnit v **kombinacích zatížení** (6.10), nebo (6.10a,b) podle ČSN EN 1990.
- Součinitele ξ a ψ_0 se mají uvažovat podle ČSN EN 1990.

Zajištění spolehlivosti podle EN 1990



Dílčí součinitele podle ČSN EN 1990



$$\gamma_F = \gamma_f \gamma_{Sd}, \quad \gamma_M = \gamma_m \gamma_{Rd}$$

$$\gamma_{Sd} \approx \gamma_{Rd} \approx 1,05$$

Aktualizace dílčích součinitelů

- **odolnost** $\gamma_R = \exp(-1,645 V_m) / \exp(-\alpha_X \beta V_R)$
kde $V_R = \sqrt{(V_m^2 + V_{geo}^2 + V_{\theta R}^2)}$
- informativní hodnoty **variačních koeficientů** pro všechny materiály
- **příklad** pro beton a betonářskou výztuž

Materiál	V_X	V_{geo}	$V_{\theta R}$	V_R
Beton	0,15	0,05	0,05	0,166
Betonářská výztuž	0,05	0,05	0,05	0,087

POZNÁMKA 1 Tabulka 6.10 nepokrývá situaci, kdy o spolehlivosti rozhoduje tahová pevnost betonu, například u odolnosti kotev proti vytržení.

POZNÁMKA 2 Pokud se použijí hodnoty z tabulky 6.10, dílčí součinitel betonu se stanoví podle vztahu pro lognormální rozdělení (4.15):

$$\gamma_{Mc} = \exp(-1,645 V_{Xc}) / \exp(-\alpha_R \beta V_R) = \exp(-1,645 \times 0,15) / \exp(-0,8 \times 3,8 \times 0,166) = 1,3$$

a dílčí součinitel výztuže:

$$\gamma_{Ms} = \exp(-1,645 V_{Xs}) / \exp(-\alpha_R \beta V_R) = \exp(-1,645 \times 0,05) / \exp(-0,8 \times 3,8 \times 0,087) = 1,2$$

Aktualizace dílčích součinitelů

- **Stálá zatížení** $\gamma_G = G_d / G_k = 1 + \alpha_G \beta V_G$
kde $V_G = \sqrt{(V_g^2 + V_{\theta E}^2)}$
 - Obvykle $V_{\theta E} \approx 0,05$ (v souladu s EN 1990)
 - **Pokud je dostatek údajů** o rozměrech a objemové tíze a nejsou nejistoty při stanovení účinku stálého zatížení, **lze vliv modelových nejistot zanedbat** a uvažovat $V_{\theta E} \approx 0$.
- Příklad pro vlastní tíhu ($V_g = 0,05$; $V_{\theta E} = 0$):
 - $\gamma_G = 1 + 0,7 \times 3,8 \times 0,05 \approx 1,15$
 - pro vedlejší zatížení: $\gamma_G = 1 + 0,28 \times 3,8 \times 0,05 = 1,05$ (redukce ξ se již neuplatňuje)
- Aktualizace pro **proměnná zatížení** pouze v odůvodněných případech:
 - spolupráce s odborným pracovištěm
 - norma neposkytuje návody pro zatížení dopravou na mostech

Apriorní informace – variační koeficient?



železobeton

Partial factor methods
for existing concrete
structures

Table A-1: Probabilistic models for selected basic variables

Variable	Notation	Type	μ_x / X_k	V_x
Load effects				
Self-weight of <i>in situ</i> concrete	g_{sw}	N	1.00	0.04
Other permanent actions	g_{pa}	N	1.00	0.10
Imposed floor loads (sum of sustained and transient loads)	q_{imp}	Gumbel	0.68	0.26
Model uncertainties for load effect calculations:				
– bending moments	$\theta_{E,M}$	LN	1.00	0.10
– axial forces	$\theta_{E,N}$	LN	1.00	0.05
– shear forces	$\theta_{E,V}$	LN	1.00	0.10
Resistance variables				
Concrete compressive strength	f_c	LN	1.24	0.18
Yield strength of reinforcing steel	f_{ys}	LN	1.12	0.053
Area of reinforcing steel	A_s, A_{sw}	N	1.00	0.02
External dimensions of RC cross-sections	a, b, h, b_w	N	1.00	0.03
Effective depth	d	N	1.00	0.04
Resistance model uncertainties:				
– Bending moments	$\theta_{R,M}$	LN	1.00	0.05
– Axial compression	$\theta_{R,N}$	LN	1.00	0.05
– Tensile force in the web	$\theta_{R,Vs}$	LN	1.00	0.05
– Diagonal compression in the web	$\theta_{R,Vc}$	LN	1.40	0.25

ISO 13822, kap. 8 - Hodnocení na základě dřívější uspokojivé způsobilosti – bezpečnost a použitelnost

Existující konstrukce lze považovat za bezpečné pro MSÚ, pokud

1. pečlivá prohlídka neodhalí **žádné významné poškození**, přetížení nebo degradaci,
2. **přezkoumá** se konstrukční systém, prohlídnou se kritické detaily a prověří se z hlediska přenosu napětí,
3. konstrukce **přezkoumat = prohlídnout spíše než přepočítat** *loubém časově obdobi, kdy došlo v důsledku užívání a účinku prostředí k výskytu extrémně nepříznivých zatížení,*
4. predikovaná degradace s uvážením současného stavu a plánované údržby nemá vliv na **trvanlivost, a**
5. během plánované životnosti nenastanou změny, které by mohly **významně zvýšit zatížení** nebo ovlivnit její trvanlivost.
6. **riziko** související s lokálními poruchami se považuje za **přijatelné;**
7. lokální porucha **nevyvolá globální poruchu** konstrukce.

Směrné úrovně spolehlivosti podle ČSN ISO 13822 (**odkaz ČSN EN 1990**)

Tabulka F.1 – Příklady směrné úrovně spolehlivosti

Mezní stavy	Směrný index spolehlivosti β	Referenční doba
Použitelnosti		
– vratné	0,0	plánovaná zbytková životnost
– nevratné	1,5	plánovaná zbytková životnost
Únavy		
– kontrolovatelné	2,3	plánovaná zbytková životnost
– nekontrolovatelné	3,1	plánovaná zbytková životnost
Únosnosti		
– velmi malý následek poruchy	2,3	L_S v letech ^{a)}
– malý následek poruchy	3,1	L_S v letech ^{a)}
– střední následek poruchy	3,8	L_S v letech ^{a)}
– vysoký následek poruchy	4,3	L_S v letech ^{a)}
^{a)} L_S je minimální běžná doba z hlediska bezpečnosti (např. 50 let)		

Doplňující ustanovení podle ČSN 73 0038

Při stanovení β se má uvážit:

- příčina nebo *způsob dosažení mezního stavu* dosáhne (náhlé zřícení, nebo včasné varování)
- *velikost následků poruchy* (ztráty životů a zranění, ekonomické, sociální nebo ekologické ztráty, ztráty kulturních hodnot)
- *předpokládanou reakci veřejnosti* na uvažovaný typ poruchy s ohledem na sociální a ekonomické podmínky
- *velikost nákladů na opatření*, která jsou potřebná pro snížení pravděpodobnosti poruchy

Doplňující ustanovení podle ČSN 73 0038

Pro existující konstrukce lze β v odůvodněných případech *snížit* s ohledem na:

- ekonomická hlediska

relativní náklady na zvýšení spolehlivosti mohou být u existujících konstrukcí velmi vysoké

- společenská hlediska

zvýšení spolehlivosti - dočasné přemístění uživatelů, omezení/ přerušování provozu, ekonomické ztráty, ztráty kulturních hodnot

- hlediska udržitelnosti

obnovy existujících konstrukcí obvykle umožňují úsporu zdrojů v porovnání s demolicí a nahrazením konstrukce

Doplňující ustanovení podle ČSN 73 0038

Je možné rozlišovat:

- minimální směrné úrovně spolehlivosti
 - udávají požadavek na zesílení konstrukce
 - mohou být v odůvodněných případech nižší než směrné hodnoty pro nové konstrukce
- směrné úrovně spolehlivosti pro optimální zesílení
 - obvykle stejné jako směrné úrovně pro nové konstrukce

ČSN 73 0043 Doplnující pokyny pro ověřování životnosti konstrukcí s ohledem na vlivy prostředí, revize 2018-2019

- doplnění doporučení pro *periodické prohlídky* – beton, zdivo a kovy
- doplnění koncepčních *doporučení* pro postup v případě *nesplnění kritérií* na trvanlivost
- doplnění *příkladu* pro kovové konstrukce
- zpřesnění pokynů pro *historické materiály*

ČSN 73 0043 pro ověřování životnosti, 2018-2019

Tabulka 7.1 – Příklady intervalů mezi prohlídkami pro průmyslové a inženýrské konstrukce (v letech)

Třída následků podle ČSN EN 1990	Vizuální prohlídka	Prohlídka expertem (běžná prohlídka)	Ověření expertem (podrobná prohlídka)
CC1	3-5	podle potřeby	podle potřeby
CC2	2-3	4-5	12-15
CC3	1-2	2-3	6-9

Tabulka B.2 – Příklad kritérií pro hodnocení životnosti ocelových konstrukcí s ohledem na korozní úbytky

Stupeň degradace	Korozní úbytky (t – tloušťka ocelové stěny)
1	Průměrný korozní úbytek: - v jedné výškové úrovni do 0,1 t - pro všechny výškové úrovně do 0,05 t .
2	Průměrný korozní úbytek: - v jedné výškové úrovni do 0,15 t - pro všechny výškové úrovně do 0,1 t .
3	Průměrný korozní úbytek: - v jedné výškové úrovni do 0,2 t - pro všechny výškové úrovně do 0,15 t .
4	Průměrný korozní úbytek: - v jedné výškové úrovni do 0,25 t - pro všechny výškové úrovně do 0,2 t .
5	- nesplnění alespoň jedné podmínky pro stupeň degradace 4

Závěrečné poznámky

- Dílčí součinitele v *Eurokódech pro navrhování* mohou být významně *konzervativní* pro existující konstrukce.
- ČSN 73 0038 poskytuje metodiku i podkladní informace pro *úpravy dílčích součinitelů* (v souladu s Eurokódou).
Umožňuje zohlednit výsledky měření.

Nové zásady a informace v revizi ČSN 73 0038:

- zdůraznění *významu průzkumu* a zkoušek vzorků z nebo na konstrukci
- podklady pro stanovení *charakteristických hodnot*
- směrné úrovně spolehlivosti – obecné zásady

Děkuji za pozornost!

Miroslav Sýkora a Jana Marková
ČVUT v Praze, Kloknerův ústav

miroslav.sykora@cvut.cz

Přednáška je součástí projektu DG16P02M050
Optimalizace sledování a hodnocení informací
o památkových stavbách, podporovaného
Ministerstvem kultury ČR.

www.klok.cvut.cz/projekt-naki/

