



Lifelong
Learning
Programme



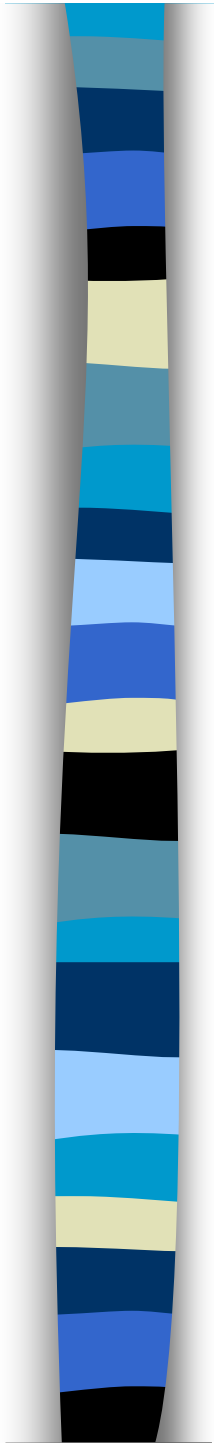
DZS
Centre for International
Services



Leonardo da Vinci : CZ/13/LLP-LdV/TOI134014
Project č. 2013-1-CZ1-LEO05-13660

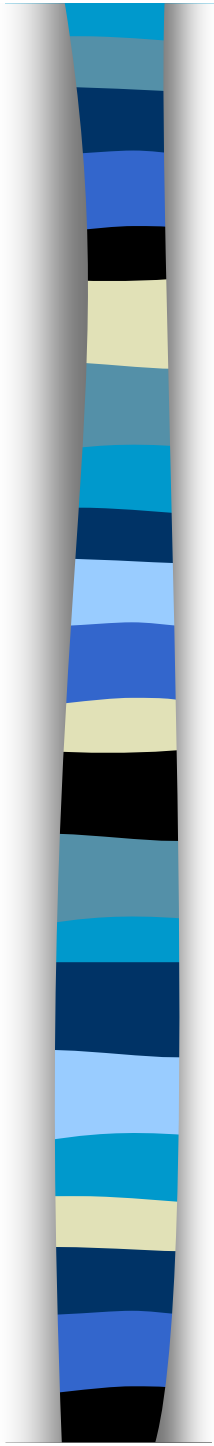
Degradace materiálu - hodnocení rizik – hodnocení konstrukcí

Vladislava Návarová



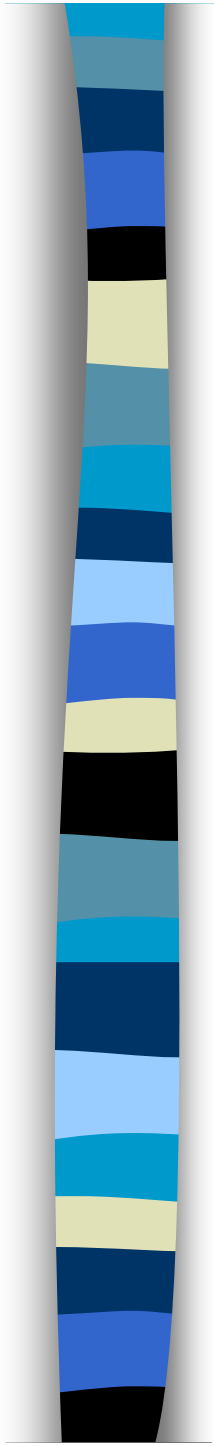
DEGRADACE MATERIÁLU

- Během životnosti jsou konstrukce infrastruktury vystavovány vlivům životního prostředí. Tyto vlivy mohou být během času příčinou zhoršení vlastností materiálu.
- Parametry životního prostředí ovlivňující zhoršující proces jsou:
 - teplota
 - vlhkost
 - vítr
 - sluneční záření



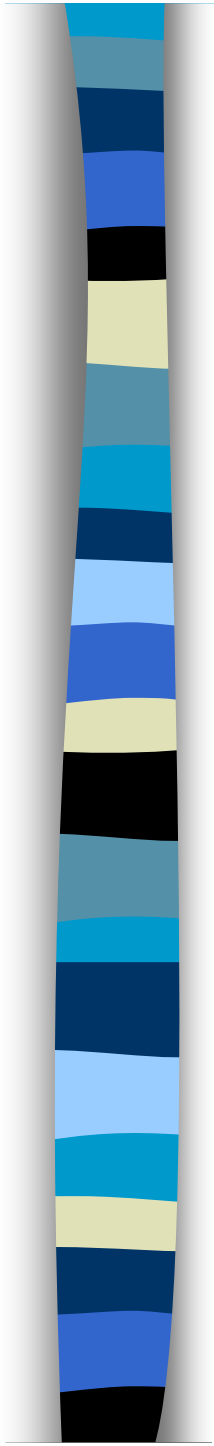
DEGRADACE MATERIÁLU

- Modelování zhoršujícího procesu zahrnuje významné proměnné propojené s odolností k vlivům životního prostředí, materiálové charakteristiky, limity z předběžných modelů, výsledky zkoušek materiálů a metod inspekce.
- Čas je rozhodující faktor ovlivňující životnost konstrukce, údržbu, prohlídky a finanční náklady oprav.



ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE

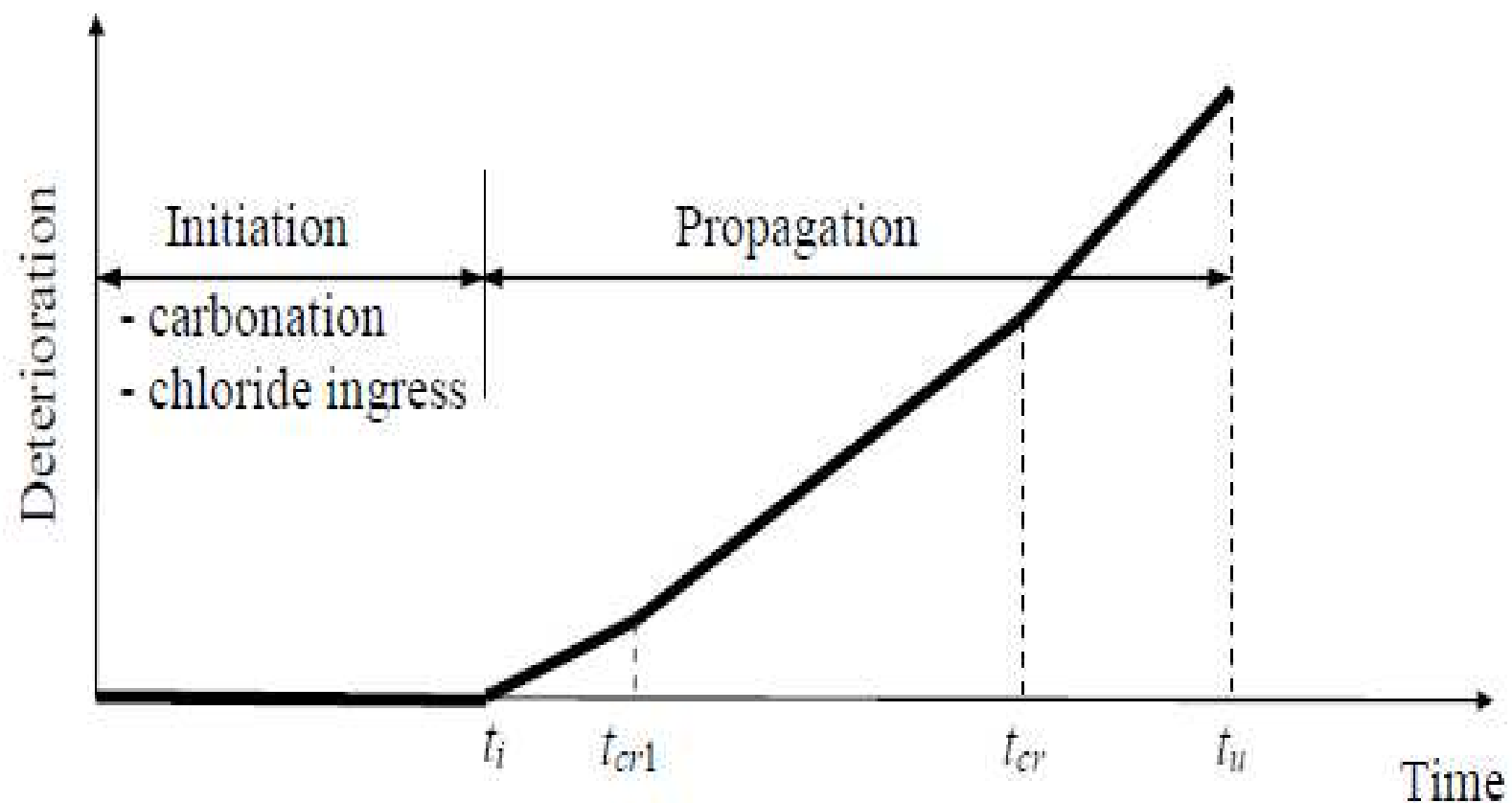
- Mezi degradační procesy železobetonových konstrukcí patří zejména koroze výztuže.
- Při normálním stavu betonu je výztuž chráněna proti korozi.
- U betonových konstrukcí je stupeň proniknutí agresivních vlivů vedoucí ke korozi závislý na parametrech vlivu životního prostředí jako vlhkost, teplota, vítr a ostatní.
- Karbonatace nebo penetrace chloridů negativně ovlivňuje ochranné vlastnosti betonu a může vést během času ke korozi výztuže.



ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE

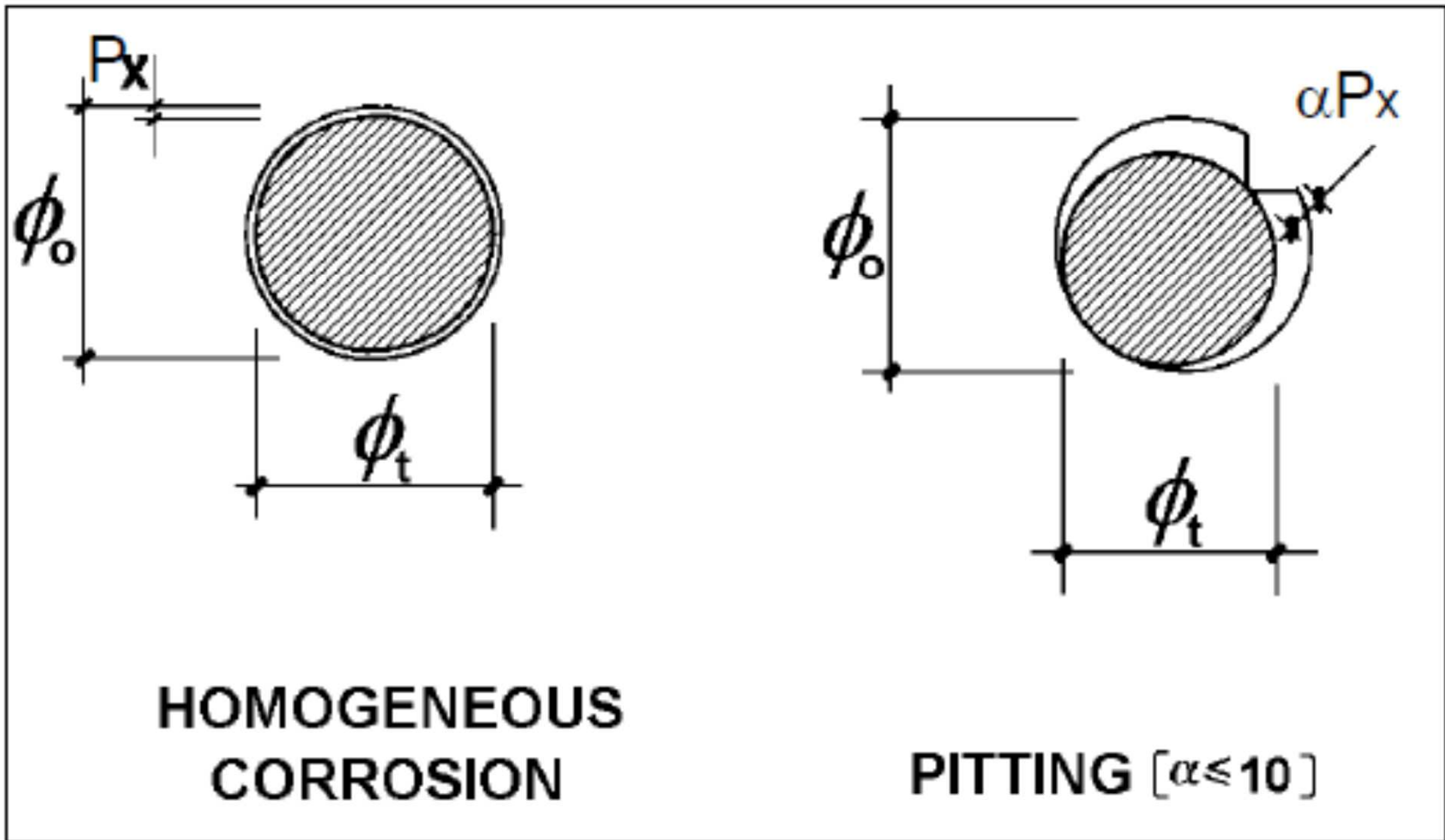
- Trhliny v betonové krycí vrstvě nebo dokonce vydrolení vlivem rozřířeného zkorodovaného průřezu má nepříznivý vliv na soudržnost mezi betonem a ocelí.
- Koroze výztužné oceli může ovlivnit výslednou pevnost konstrukce a provozuschopnost konstrukce.
- Koroze vede k **redukci průřezu** a k poklesu tažnosti materiálu.

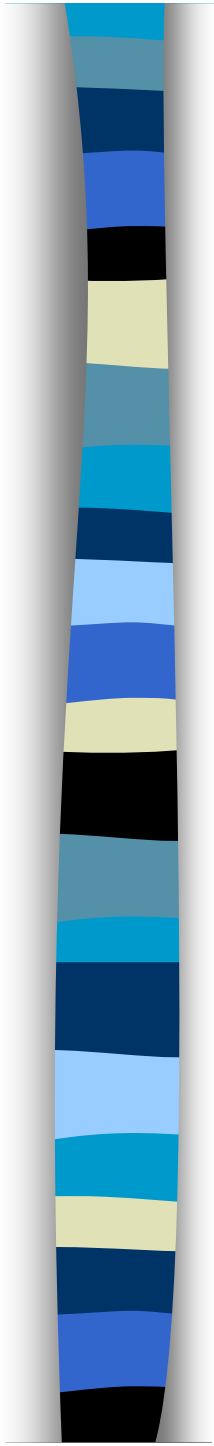
VÝVOJ KOROZE U ŽB



DRUHY KOROZE U ŽB

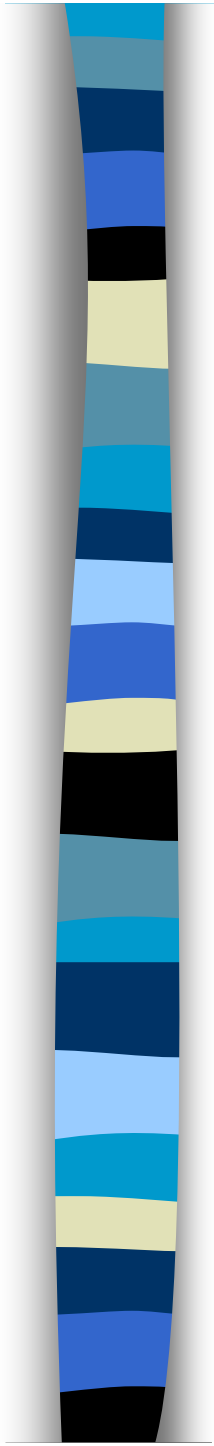
PLOŠNÁ, DŮLKOVÁ





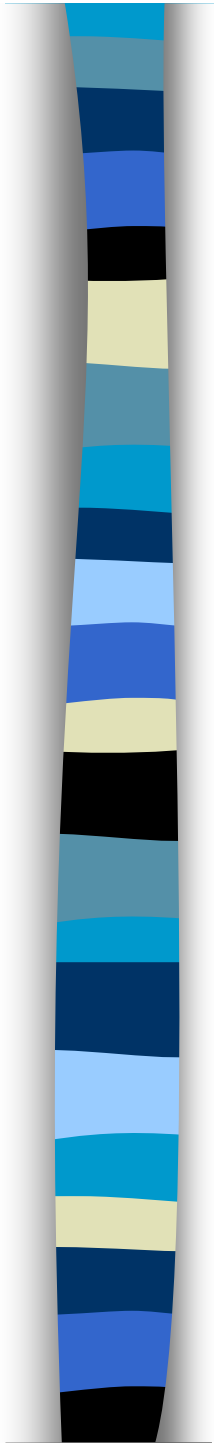
ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE

- V dostupné literature je popsána řada jednoduchých modelů pro zjištění únosnosti železobetonových prvků se zkorodovanou výztuží.
- Pro výpočet jsou stanoveny základní zásady v Eurocode 2.
- Vzhledem k tomu, že u stávající konstrukce mohou být měřeny různé charakteristiky - geometrické a materiálové parametry, je výpočet únosnosti poměrně jednoznačný i v případě zhoršujícího procesu .



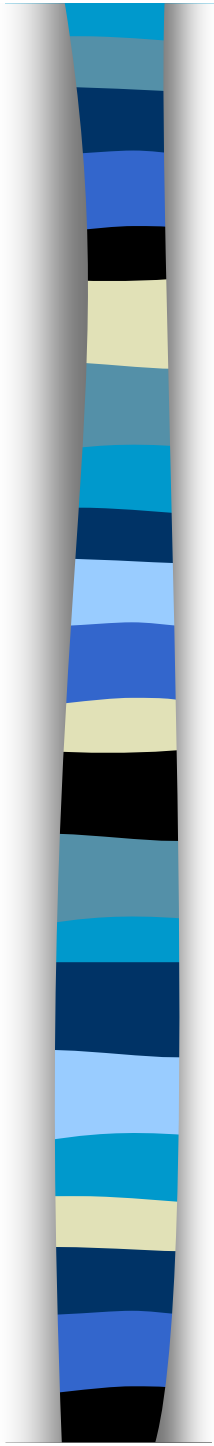
OCELOVÉ KONSTRUKCE

- Koroze a únava jsou dva hlavní zhoršující mechanismy ocelových konstrukcí.
- Koroze způsobuje ztrátu materiálu, což vede ke zmenšení čistého průřezu a v důsledku toho se zvyšuje napětí pro dané zatížení.
- Geometrické parametry, jako je moment setrvačnosti nebo poloměr setrvačnosti, se sníží v závislosti na zmenšení průřezu.
- Vzpěrná kapacita konstrukčních prvků může být kriticky ovlivněna snížením tloušťky průřezu.



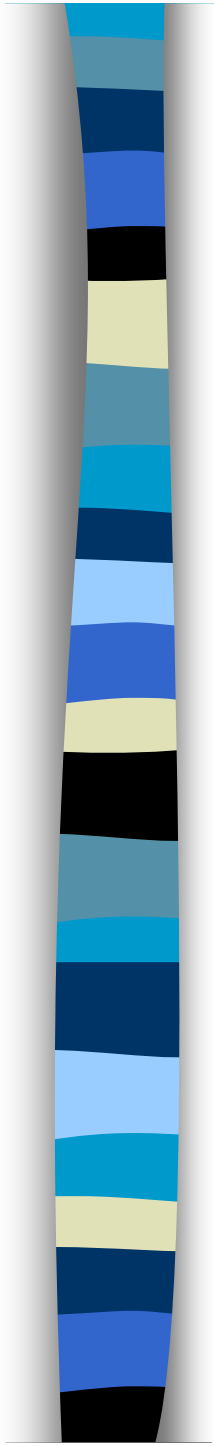
KOROZE OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

- Atmosférická koroze je obecně výsledkem spojitého působení dvou faktorů: kyslíku a vlhkosti.
- Pokud jeden z těchto faktorů chybí, nedochází korozi.
- Stupeň koroze je přímozávislý na vlhkosti.
- Atmosférická koroze se výrazně zvyšuje v případě, že vzduch je znečištěn kouřovými plyny a solí.
- Koroze je mnohem vyšší, jestliže je kovový povrch pokryt pevnými částicemi, jako jsou prach, špína, a saze.



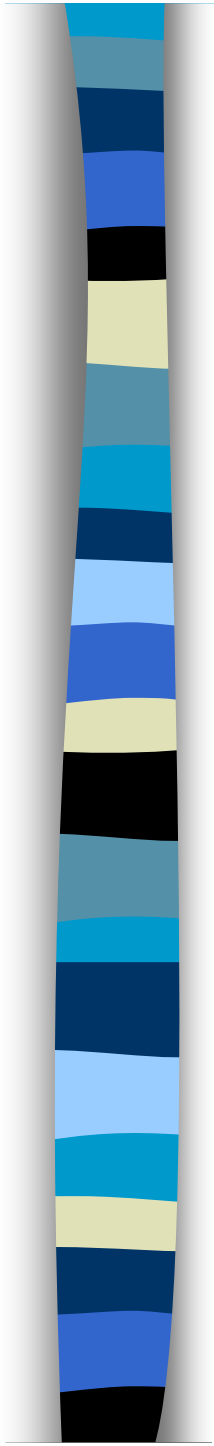
KOROZE OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

- Vliv na korozi může mít řada možných různých faktorů a vnějších podmínek.
- Je velmi široká škála možností koroze, zvláště když jsou propletené s vlivy ochranných barev.
- Plošná koroze je nominální ztráta materiálu z části kovu. To je obvykle definováno jako průměrná hloubka koroze měřeno v mm. Obvykle se počítá z měření získaných z průzkumu.



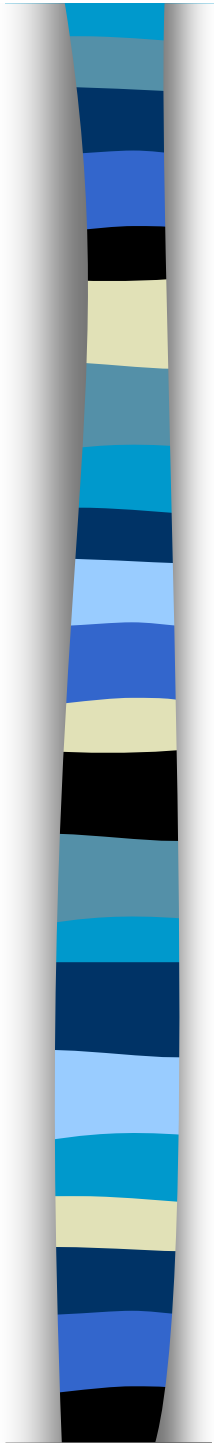
KOROZE OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

- Důlková koroze je důležitá pro omezení, jako je například pro tlakové nádoby.
- Galvanická koroze je způsobena rozdíly vlastností materiálu kolem tepelně ovlivněné zóny svarů a to může být důležité pro určení pevnosti u místních detailů.
- Bylo prokázáno, že vlastnosti materiálu, jako je například modul pružnosti a mez kluzu, nejsou ovlivněny korozí sousedního materiálu.



ZDĚNÉ KONSTRUKCE

- Vliv životního prostředí spouští mechanismy ve zdivu, které vedou k jeho rozpadu.
- Různé formy rozpadu mohou být rozděleny do dvou hlavních skupin - fyzikální a chemické.



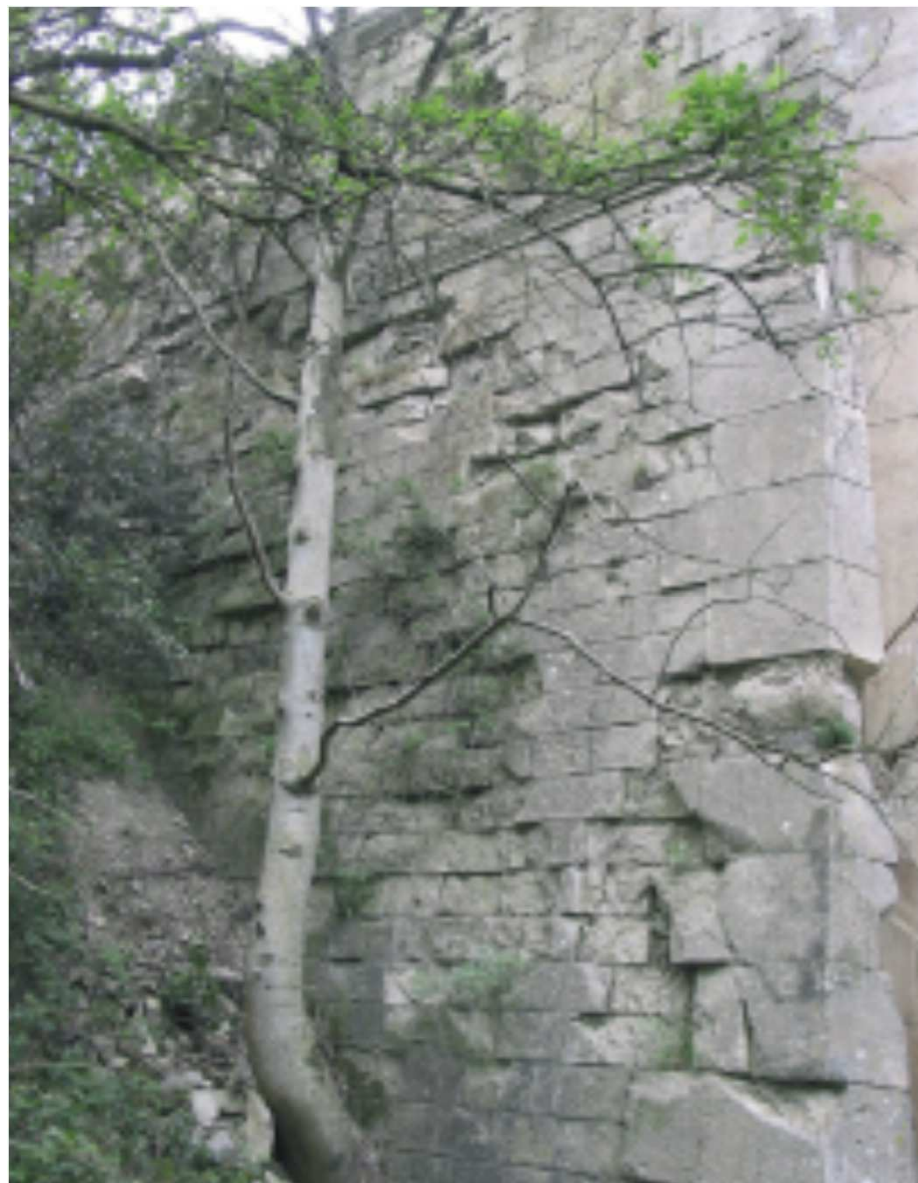
ZDĚNÉ KONSTRUKCE – FYZIKÁLNÍ PROCESY

- Fyzikální procesy způsobují rozpad nebo trhliny zdiva bez ovlivnění jeho chemické nebo mineralogické složení například trhliny v kameni - skála se rozpadne na menší části.
- Fyzikální procesy jsou výsledkem podmínek prostředí, například přítomnosti vody, kolísání teplot, větru nebo rozpustných solí.
- Fyzikální procesy jsou VÍTR, ZMRAZOVÁNÍ A ROZMRAZOVÁNÍ, TEPLOTA, ZMĚNY VLHKOSTI, KRYSTALIZACE SOLÍ, LIDSKÁ ČINNOST

ZDĚNÉ KONSTRUKCE – POŠKOZENÍ ZMRAZOVÁNÍM A ROZMRAZOVÁNÍM

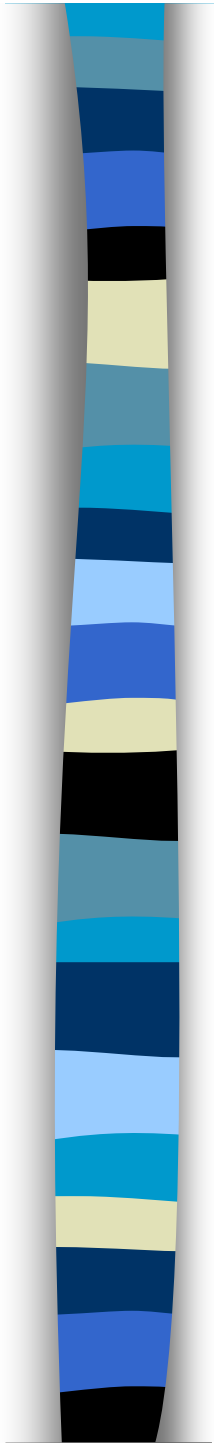


ZDĚNÉ KONSTRUKCE – POŠKOZENÍ ŠTĚPENÍM VLIVEM TEPLOT



ZDĚNÉ KONSTRUKCE – POŠKOZENÍ KRYSTALIZACÍ SOLÍ





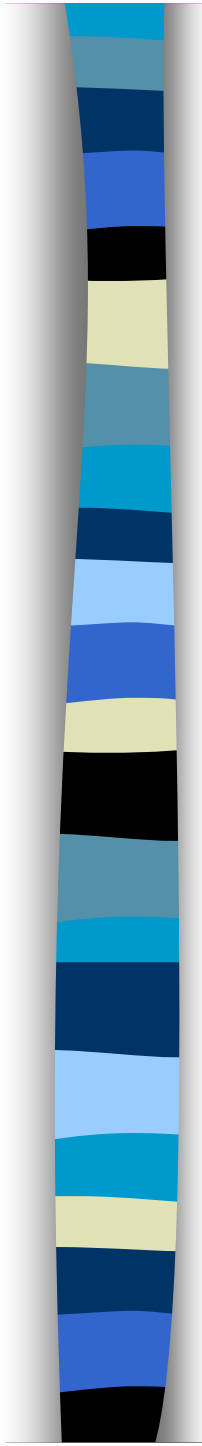
ZDĚNÉ KONSTRUKCE – CHEMICKÉ PROCESY

- Chemický proces, který je závislý na složení obsažených minerálních látek, vodním přenosu a rozpuštěných chemikáliích.
- Voda je nejdůležitější vliv v chemickém poškození, protože její molekuly jsou schopny tvořit vodíkové vazby a tím voda tvoří efektivní rozpouštědlo.

ZDĚNÉ KONSTRUKCE – CHEMICKÉ PROCESY

- ROZPOUŠTĚNÍ
- KARBONATACE
- BIOLOGICKÉ VLIVY – VEGETACE



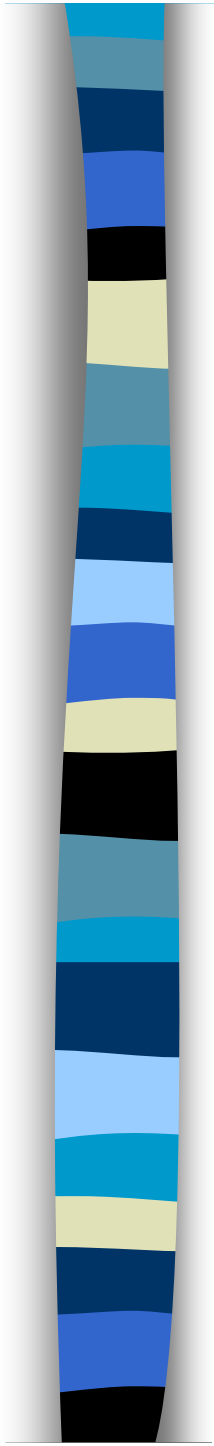


ANALÝZA RIZIK

Konstrukce a systémy infrastruktury jsou vystaveny mnoha možným nebezpečím.

Riziko nebezpečí je kombinace pravděpodobnosti výskytu tohoto nebezpečí s jeho důsledky v případě výskytu této události.

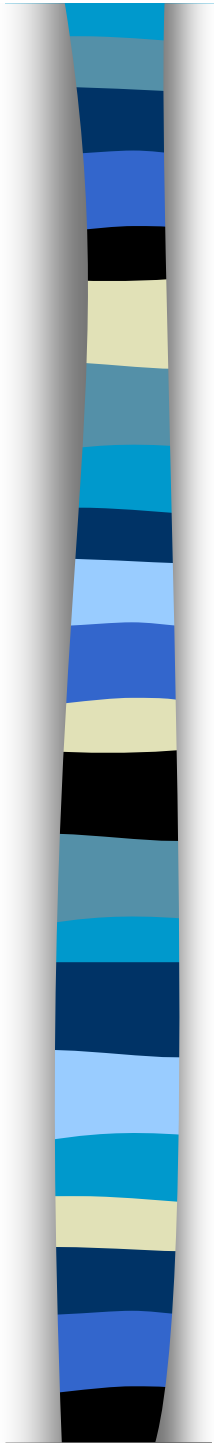
V případě inženýrských staveb, tato rizika zahrnují jak vlivy prostředí (vítr, teplota, sníh, laviny, skalní řícení, pozemní efekty, vody a podzemní vody, chemické nebo fyzické útoky atd.), tak vlivy lidské činnosti (použití, chemické nebo fyzické útoky, požár, výbuch).



HODNOCENÍ RIZIK

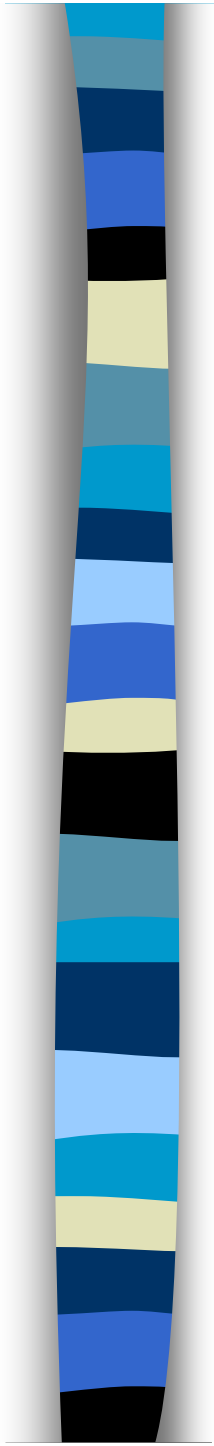
S ohledem na procesy hodnocení rizik hledáme podklady:

- originální dokumentaci a koncepci původního řešení konstrukce jako jsou použité normy platné v době návrhu konstrukce a podobně
- úseky modifikace konstrukce během předešlých období, přidávání a odebírání částí konstrukce, vlivy údržby konstrukce;
- aktuální materialové vlastnosti;
- aktuální poškození a degradaci;
- požadovanou životnost.



INSPEKCE - PROHLÍDKA

- Prohlídky mohou být použity jako nástroj pro snížení nejistoty předpokládaného zhoršení procesu a nebo jako prostředek k identifikaci poškození dříve, než se stane kritickým.
- Kvalita kontrol závisí i na periodě opakování.
- Postupy pro plánování inspekcí založené na hodnocení rizik mohou poskytnout základ pro přizpůsobení kontroly a pro stanovení priorit inspekcí.



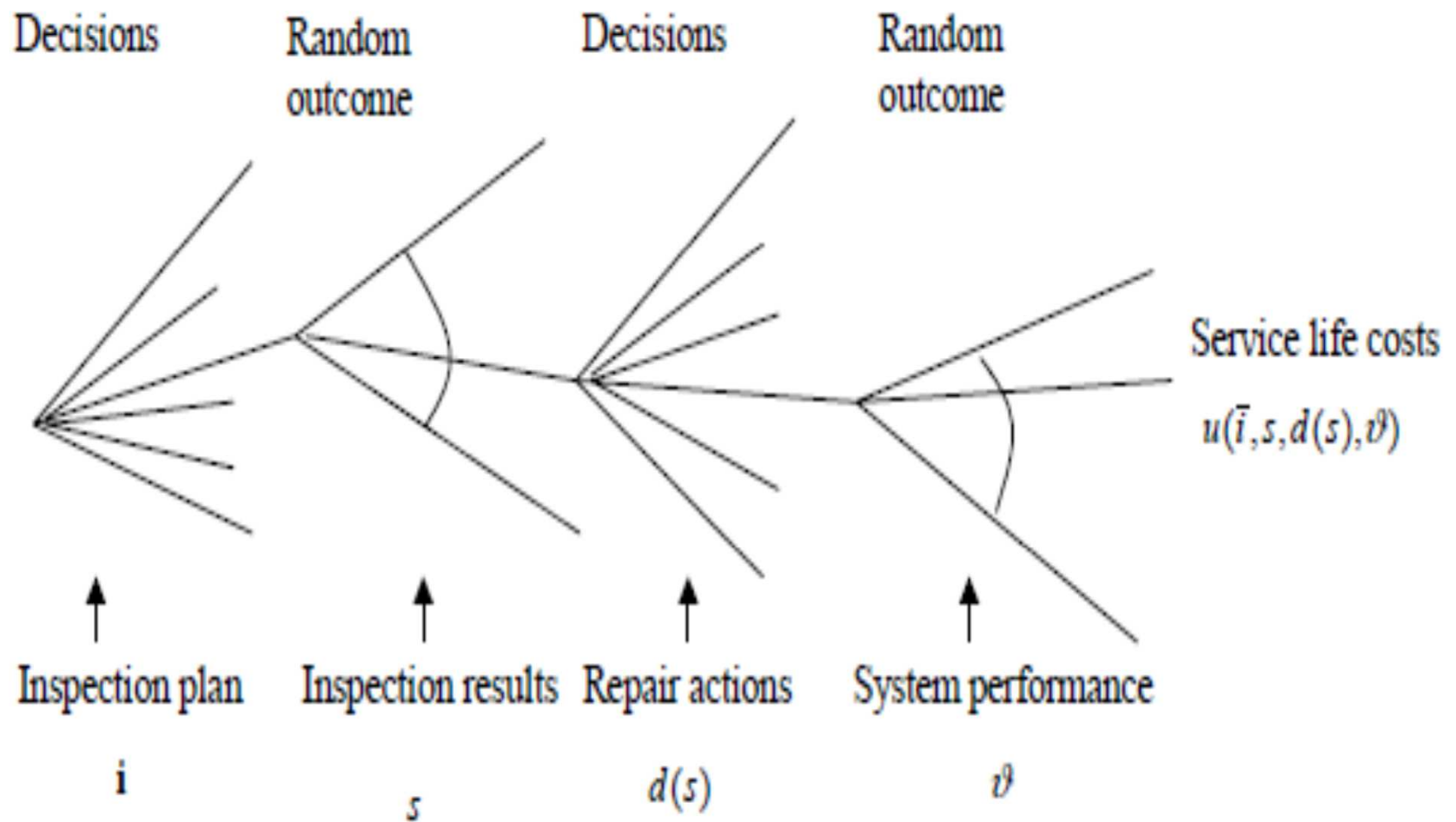
INSPEKCE - PROHLÍDKA

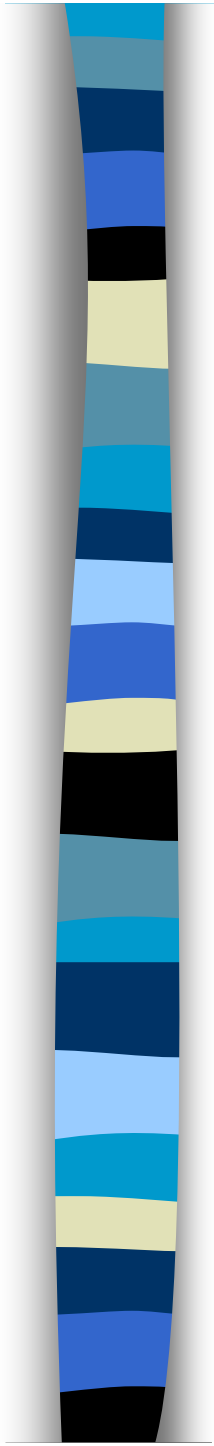
- Plánování prohlídek pro určení rizik poskytuje informace:

- – co kontrolovat
- – jak kontrolovat
- – kde kontrolovat
- – jak často kontrolovat
- – opatření, která mají být přijata na základě výsledků prohlídky

a zároveň zajistit a zdokumentovat, že jsou splněny požadavky na bezpečnost osob a životního prostředí.

INSPEKCE – STROM ROZHODOVACÍHO PROCESU

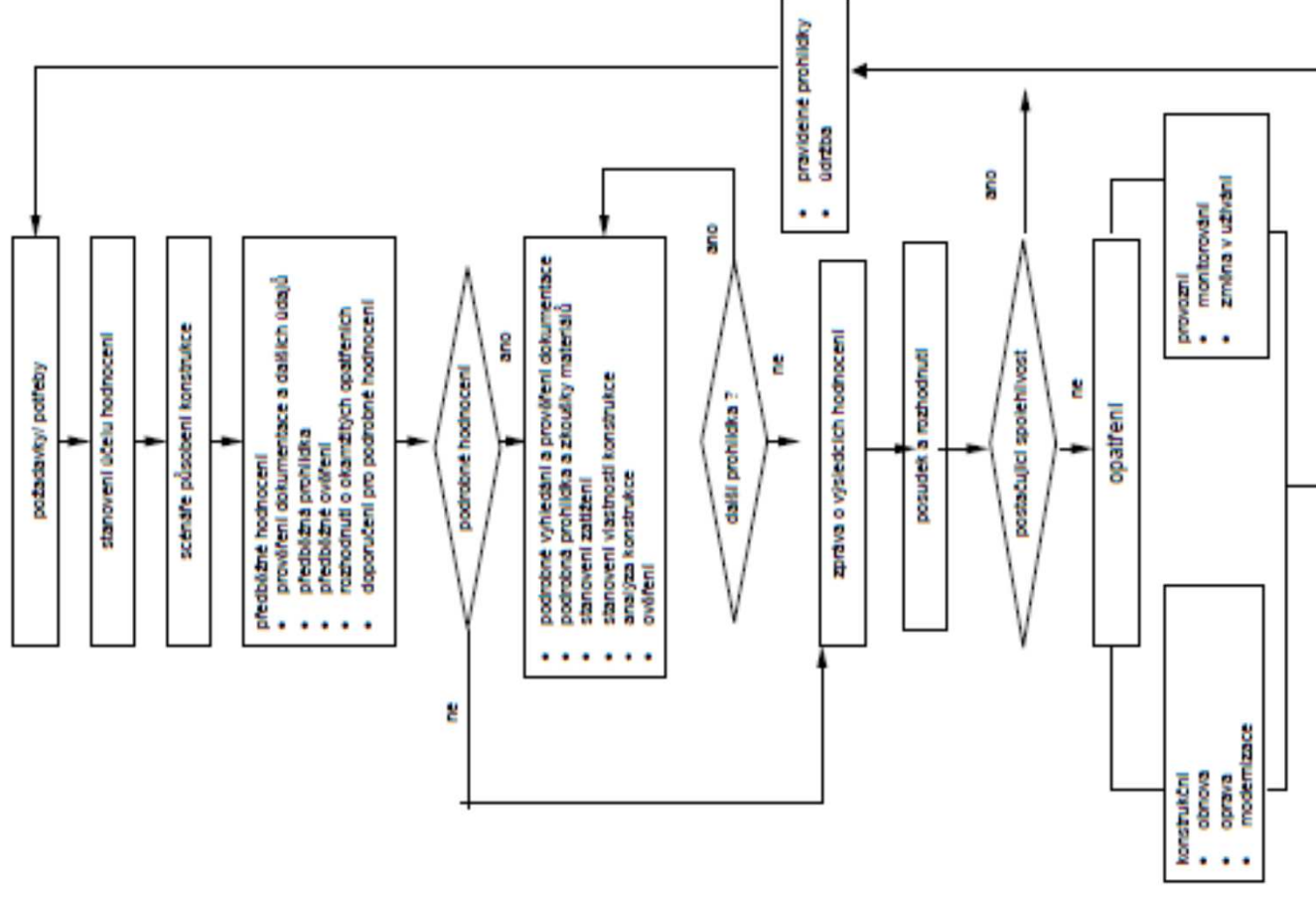


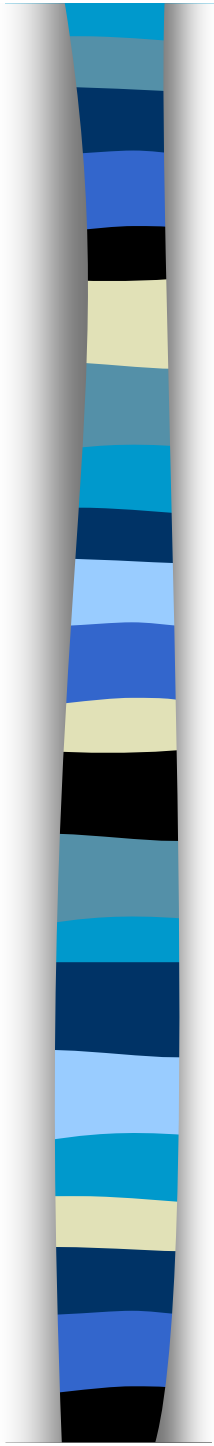


HODNOCENÍ KONSTRUKCÍ

- Pro hodnocení existujících konstrukcí je doplněna norma ISO 13822, která upravuje jednotlivé kroky. Tato norma v zásadě doporučuje stanovit únosnost existujících nosných prvků s ohledem na účinky zatížení a s vlivem skutečné degradace existující konstrukce.

Vývojový diagram postupu hodnocení existujících konstrukcí



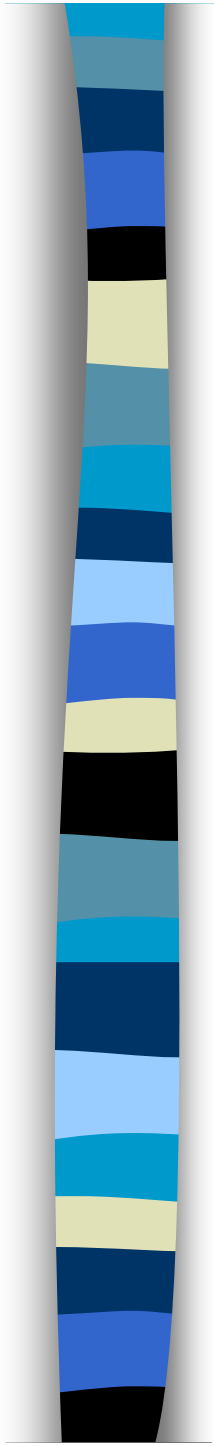


POSTUP HODNOCENÍ DLE ČSN ISO 13822

1. VSTUPNÍ ÚDAJE

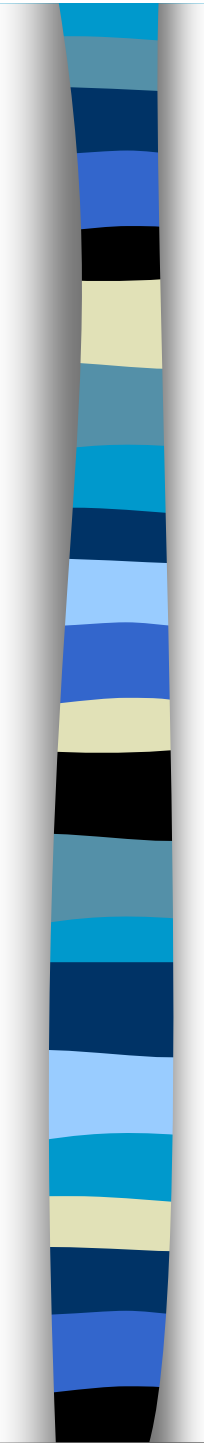
Získáme vstupní údaje a stanovíme účel hodnocení existující konstrukce např.:

- změny v užívání prostorů
- změny ve statických schématech konstrukcí
- spolehlivost konstrukce vzhledem k její degradaci
- spolehlivost konstrukce vzhledem k jejímu poškození od mimořádných zatížení



2. SCÉNÁŘE

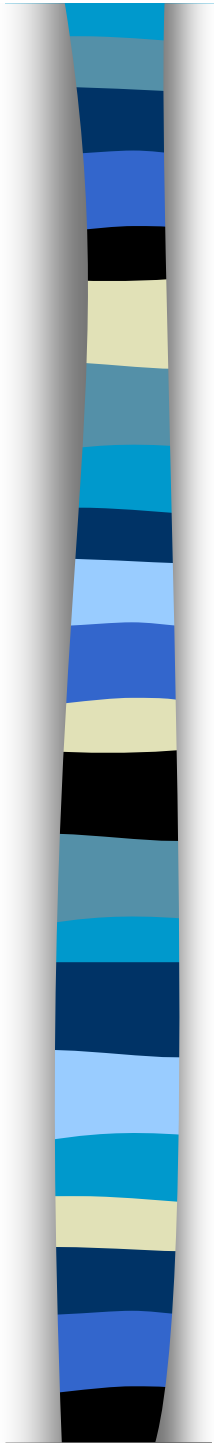
- Na základě předběžného architektonického a konstrukčního návrhu určíme rozsah změny konstrukčních podmínek nebo rozsah změny zatížení.
- Zhodnotíme možné scénáře působení existujících konstrukcí se zahrnutím vlivu očekávaných změn zatížení, změn ve statických schématech existujících konstrukcí a změn v tuhosti existujícího objektu jako celku.



3. PŘEDBĚŽNÉ HODNOCENÍ

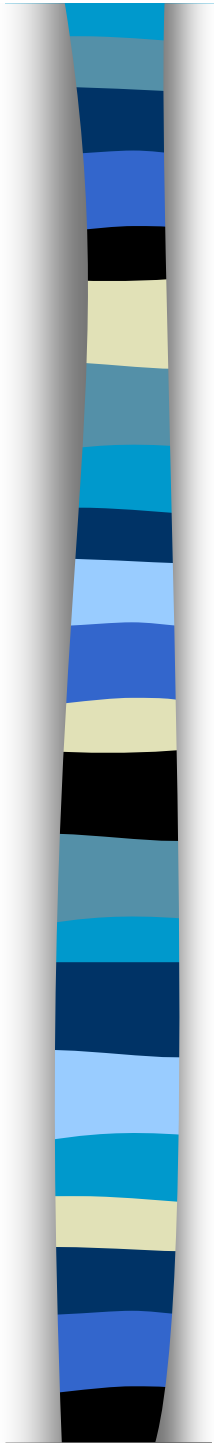
A. PROVĚŘENÍ DOKUMENTACE A DALŠÍCH ÚDAJŮ

vyhledání, prohlídka a zhodnocení dokumentace a dále zajištění dostupných informací o existujících konstrukcích



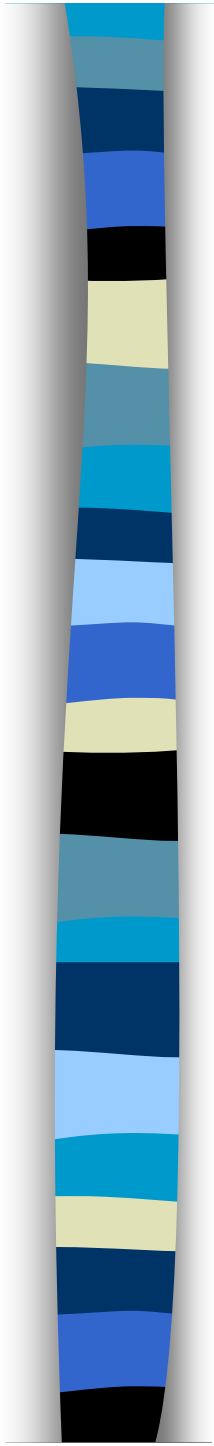
B. PŘEDBĚŽNÁ PROHLÍDKA

Účelem předběžné prohlídky je identifikace konstrukčního systému a možného poškození konstrukce pomocí vizuální prohlídky a jednoduchých nástrojů. Shromážděné informace se vztahují například k vlastnostem povrchu, k viditelným deformacím, k trhlinám, odprýskávání, ke korozi.



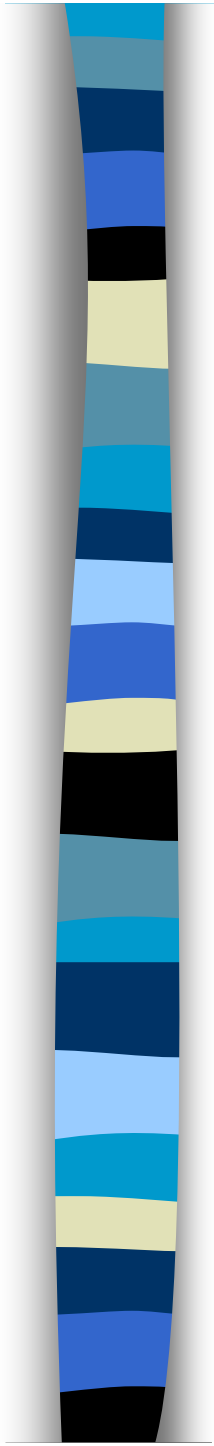
Výsledkem předběžné prohlídky je:

- popis skutečného stavu existujících konstrukcí včetně jejich rozměrů, povrchových vlastnostech materiálu a schémat působení
- kvalitní zařídění existujících konstrukcí podle jejich stavu a míry jejich poškození (např. žádné, menší, mírné, závažné, destrukční, neznámé).



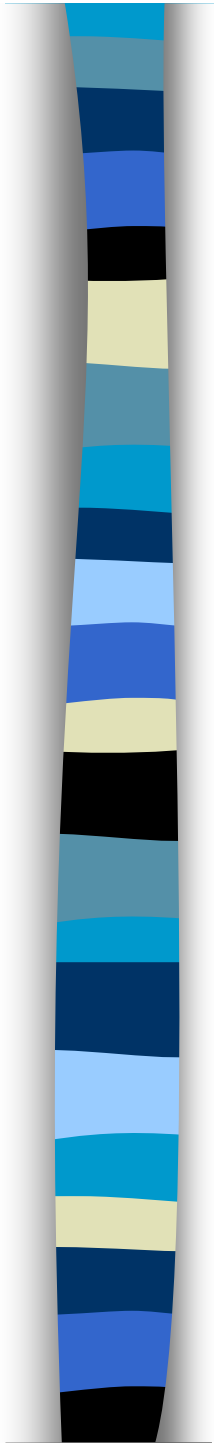
C. ROZBOR KONSTRUKCE – ANALÝZA

- Nejdříve provedeme zatřídění existujících konstrukcí vzhledem k jejich stavu a míry jejich poškození.
- Následně zjistíme statická schémata jednotlivých částí konstrukce a popíšeme příčiny pozorovaných vad a poruch nebo důvody nesprávného chování konstrukce.



D. PŘEDBĚŽNÉ OVĚŘENÍ KONSTRUKCE

- Předběžné ověření je hodnocení spolehlivosti a bezpečnosti existujících konstrukcí vzhledem ke zdokumentovaným údajům.
- Podle uvedené normy ISO můžeme při hodnocení vycházet z dřívějšího vyhovujícího chování vyšetřované existující konstrukce.

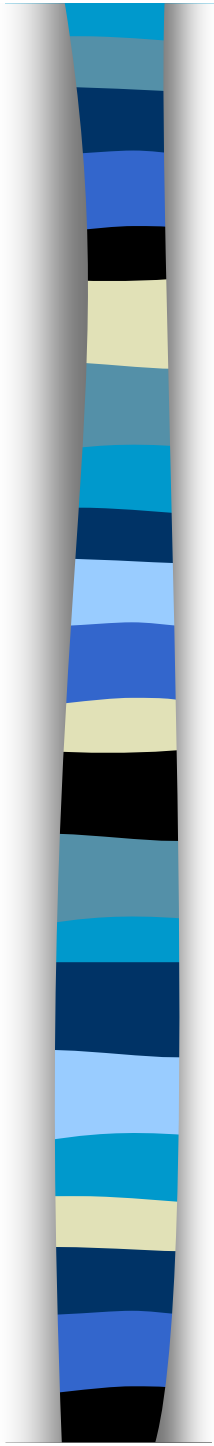


URČÍME:

■ ZATÍŽENÍ: stálá zatížení, užitná zatížení, klimatická zatížení, mimořádná zatížení

Charakteristickou hodnotu zatížení přemístitelnými příčkami je možné uvažovat plošně jako přídavek k užitnému zatížení za předpokladu, že je zajištěno roznášení zatížení a vlastní tíha příčky je menší než $3,0 \text{ kN/bm}$ (vl.tíha příčky je menší než $1,0 \text{ kN/bm}$ – přídavek $0,5 \text{ kN/m}^2$; vl.tíha příčky je $1,0 - 2,0 \text{ kN/bm}$ – přídavek $0,8 \text{ kN/m}^2$; vl.tíha příčky je $2,0 - 3,0 \text{ kN/bm}$ – přídavek $1,2 \text{ kN/m}^2$).

Pokud existující konstrukce zvýšeným požadavkům na zatížení sněhem nevyhovuje, je možné konstrukce zesílit nebo podmiňovat spolehlivost existující konstrukce odstraňováním sněhu při dosažení určité maximální výšky sněhu.



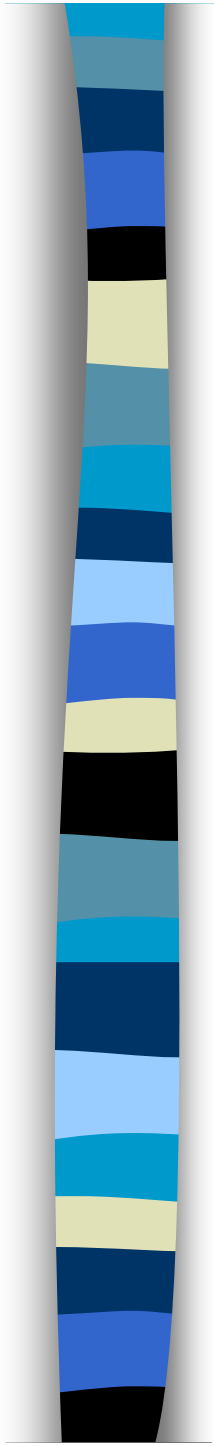
■ VLASTNOSTI MATERIÁLŮ

Je třeba uvažovat se skutečnými materiálovými charakteristikami určenými nebo ověřenými průzkumem existujících konstrukcí.

■ ROZMĚRY

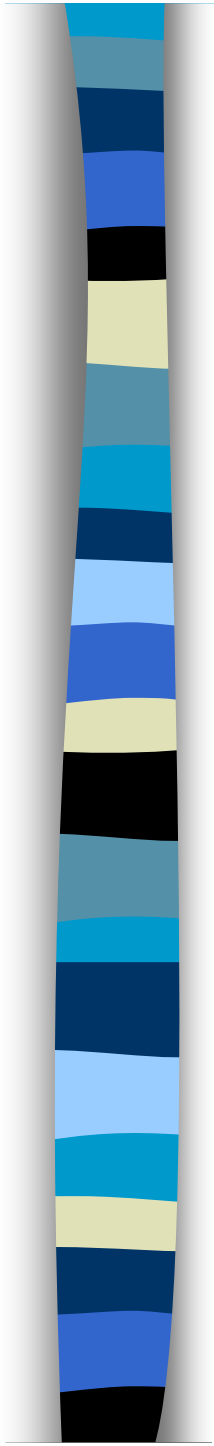
Rozměry existující konstrukce stanovíme z výkresů a na základě prohlídky a měření.

Po upřesnění provedeme ověření spolehlivosti konstrukce na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Provedeme kombinace zatížení pomocí dílčích součinitelů dle platných norem.



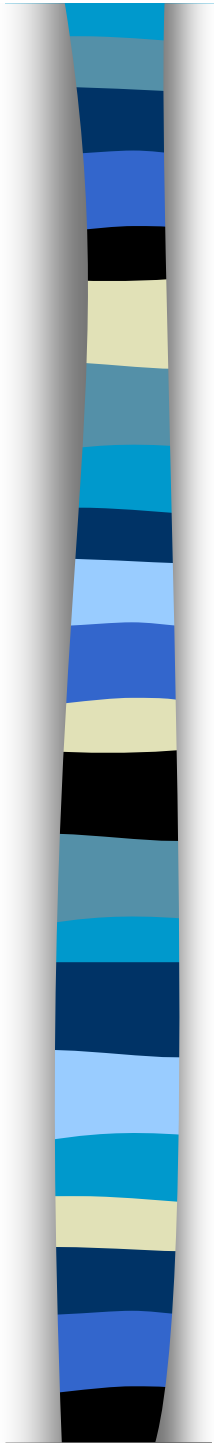
D. ROZHODNUTÍ O OKAMŽITÝCH OPATŘENÍCH

- Pokud z předběžné prohlídky nebo z předběžného ověření vyplývá, že konstrukce je v nebezpečném – havarijním stavu, je nutné ihned rozhodnout o okamžitých opatřeních a oznámit je objednateli.



E. DOPORUČENÍ DALŠÍHO POSTUPU

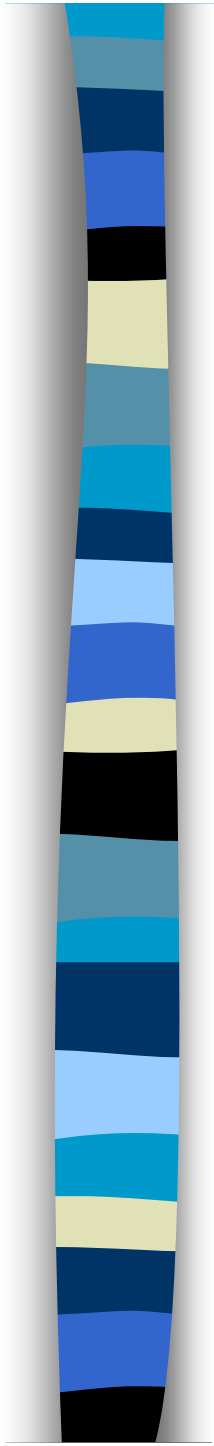
- A) není nutné provést podrobné hodnocení - ukončíme hodnocení zprávou o výsledcích
- B) je nutné provést podrobné hodnocení - specifikujeme kritické části existujících konstrukcí, které je nutné podrobně vyhodnotit



4. PODROBNÉ HODNOCENÍ

A. PODROBNÁ PROHLÍDKA

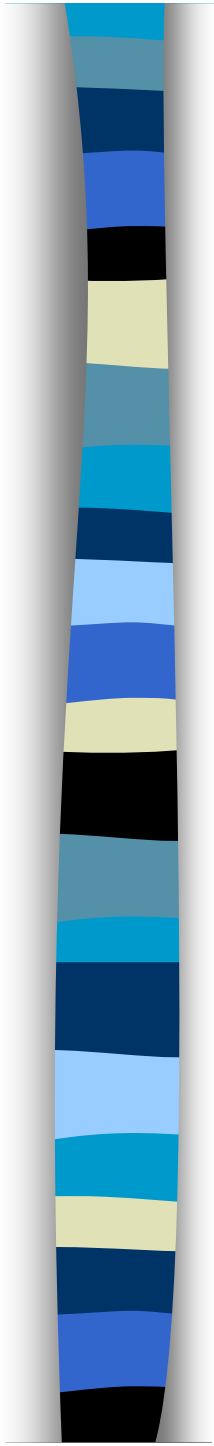
- je provedena pomocí zkušebních metod destruktivních i nedestruktivních
- mohou být prováděny zatěžovací zkoušky
- před zahájením je třeba odsouhlasit plán zkoušek s objednatelem a certifikovanou zkušební organizací



B. PODROBNÁ ANALÝZA KONSTRUKCE

Předběžnou analýzu doplníme o vyhodnocení podrobné prohlídky

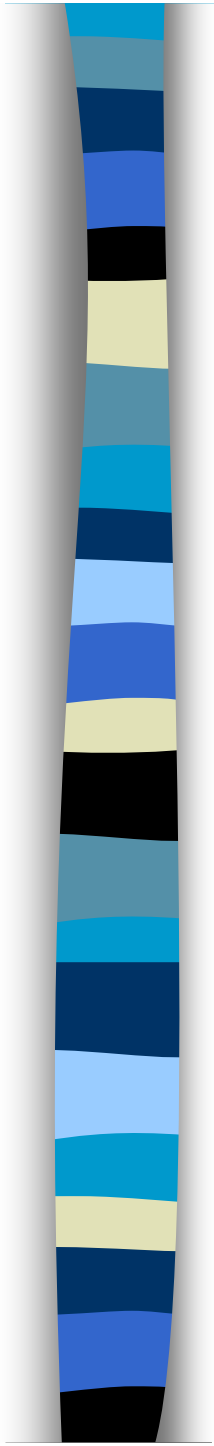
- vyhodnocení vzorků
- vyhodnocení časové závislosti poruch
- výsledky zatěžovacích zkoušek.



C. PODROBNÉ OVĚŘENÍ KONSTRUKCE

Podrobné ověření je hodnocení spolehlivosti existujících konstrukcí vzhledem ke zdokumentovaným údajům upřesněných pomocí podrobné prohlídky existujících konstrukcí.

Dílčí součinitele, které jsou uvedené v současných normách, se mohou v případě existujících konstrukcí upravit podle výsledků prohlídky a zkoušek



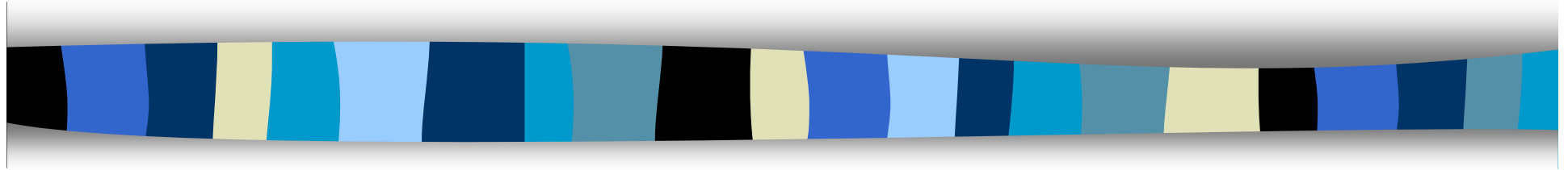
5. VÝSLEDKY HODNOCENÍ

Výsledky hodnocení existující konstrukce mají být jasně popsány ve zprávě.

V závěru hodnocení musí být vyhodnocena bezpečnost a provozuschopnost stavby.

Součástí zprávy o výsledcích hodnocení existující konstrukce je návrh opatření konstrukčních nebo provozních.

DĚKUJI



ZA POZORNOST