

Riziko a normy

Abstract:

V článku autor upozorňuje na hlavní normy, zejména Eurokódy, které se geotechnickým rizikem dnes zabývají a komentuje je. V části, kde se dotýká zásad pro řízení geotechnického rizika, seznamuje se hlavními zásadami řízení inženýrských definicí a úskalími jeho účinného uplatňování při praktickém řešení geotechnických úloh.

1. Obecně o riziku

Hlavním zdrojem rizik v inženýrském stavitelství je obvykle nedostatečně známé geologické podloží (včetně vodního režimu) a jeho interakce s vlastní stavbou. Patří k nim i předchozí antropogenní činnosti v území. Například poddolování, zbytky starších staveb, nebo i důsledky současných či předcházejících činností, které nejsou na první pohled patrné (Třeba např. bludné proudy, technická seismicitá, atp.). Ke zdrojům rizik patří i vliv samotné stavby na podloží, způsob zatížení, technologie provádění stavby a některé aspekty provozování staveb.

Jedním ze základních předpokladů pro úspěšné řízení rizik je vyjasnění pojmů, které se v souvislosti s riziky používají. Pojem rizika, tak jak je často chápán i v technické veřejnosti bývá totiž dosud často subjektivní. Totéž platí i o některých zásadách, které je třeba při práci s riziky respektovat.

Důležitou součástí práce s riziky jsou ekonomické, organizační i právní souvislosti přípravy staveb a jejich výstavby a s tím související panující technická kultura.

1.1. Definice rizika

Obecná definice rizika podle normy ISO 31000 Risk management

Podle ISO 31000 je riziko definováno následovně: „Riziko je důsledek působení nejistoty na dosažení cíle. Důsledek může být kladný nebo záporný v porovnávání s očekáváním.“

Tato obecná definice rizika vychází ze skutečnosti, že vše se děje v nejistém prostředí. Při usilování o dosažení jakéhokoli cíle je vždy určitá pravděpodobnost, že se věci nebudou vyvíjet zcela podle předpokladu. Každý úkon tedy obsahuje prvek rizika, který je třeba řídit, kontrolovat, a každý výstup je do určité míry nejistý. Dotyčná norma obsahuje i vyčerpávající definici pojmů, které se při řízení rizik používají.

Definice rizika podle ČSN EN 1991-1-7 zatížení konstrukcí, (článek 3.2, pojem inženýrského rizika)

ČSN EN 1991-1-7 vychází z definice inženýrského rizika. Inženýrské riziko je zde definováno součinem pravděpodobnosti, že dojde k nežádoucí události a příslušné škodě, která by byla důsledkem vzniku takové události (uskutečnění nežádoucí události, jejímž důsledkem mohou být vícepráce, vícenáklady, prodloužení výstavby atd.). Jde vždy o ztrátu. V konečném důsledku je riziko většinou vyjádřitelné ve finančních jednotkách, časovou ztrátou, nebo nehmotnou újmou. Riziko, podle povahy škody, je tedy hmotné nebo nehmotné. Opakem k riziku je šance. V tom případě nejde o škodu (újmu), ale o získanou výhodu, (výhru atp.)

$$R = P \times D$$

R = riziko, P = pravděpodobnost uskutečnění nežádoucího jevu, D = důsledek uskutečnění nežádoucího jevu - škoda

Geotechnické riziko

Pojem geotechnického rizika je odvozen z pojmu rizika inženýrského. Geotechnická rizika mají původ ve spolupůsobení stavební konstrukce a horninového prostředí, na kterém, nebo ve kterém jsou budovány. Geotechnické riziko souvisí hlavně s nahodilostmi ve fyzikálních vlastnostech hornin a s nejistotami o skutečných geologických podmínkách staveniště. Důsledkem je pak nejistá odezva horninového masivu na výstavbu.

Nežádoucím jevem je i jiné horninové prostředí (či jeho jiné vlastnosti), než je stavebník předpokládal a uvažoval je v projektu, v rozpočtu, harmonogramu výstavby atd.

Geotechnická rizika bývají, kromě rizik organizačních, nejvýznamnějšími riziky, která se u staveb uplatňují. Mají svůj původ ve spolupůsobení stavební konstrukce a horninového prostředí. Dojde-li na stavbě k mimořádné události, způsobené nezvládnutým spolupůsobením konstrukce a horniny, znamená to obvykle i riziko bezpečnostní, finanční, podnikatelské, ekologické atd.

1.2. Zdroje nejistot horninového prostředí a geotechnického rizika.

Nejistota obecně

Nejistota v inženýrském smyslu znamená, že nelze s určitostí předvídat další vývoj sledovaného systému. Vždy, když je nejistota součástí rozhodování, je příslušné rozhodnutí doprovázené rizikem.

Nejistota je definována jako nedostatek poznatků o systému, který je předmětem studia, výzkumu nebo rozhodovacího procesu. Systémem, který je předmětem studia či rozhodovacího procesu, je v případě staveb především spolupůsobení stavební konstrukce a jejího horninového prostředí. Případně lze tento systém rozšířit i na sociální a ekonomické prostředí výstavby.

Míru nejistoty lze popsat vymežit ve třech stupních:

- prvním stupněm je úplná nepřítomnost nejistoty. To je stav, kdy sledovaný děj nebo proces může mít pouze jeden jediný výsledek. V tom případě se jedná o jistotu.
- druhým stupněm je stav, kdy jsou známy všechny možné výsledky jevů, pokusů, dějů, procesů, které mohou nastat atd. Každému z nich je přitom možné přiřadit nějakou pravděpodobnost, se kterou nastanou.
- třetím stupněm je takzvaná fundamentální nejistota. Fundamentální nejistota nastává tehdy, jestliže není známo ani to, jaké mohou být výsledky jevů, pokusů, dějů, procesů atd. Tudíž jim ani nelze přiřadit jakoukoliv pravděpodobnost, s jakou by mohly nastat. Jde o případ, kdy není žádný podklad pro nalezení nějaké předpovědi o chování systému. Budoucí chování systému zcela závisí na náhodných vlivech, které se projevují bez jakékoliv zákonitosti. Nelze ho proto nijak popsat, zkoumat či předpovídat.

Je na místě připomenout, že nejistota objektivně existuje i tehdy, když znalosti či poznatky, které jsou pro řešení problému k dispozici, se mylně považují za úplné a správné. Takové domnělé „zdaní“ jistoty je bohužel poměrně častým stavem, a to nejen ve inženýrském stavitelství, ale i v ostatním lidském konání.

Zdroje nejistot při řešení geotechnických problémů

Především se jedná o:

- proměnlivost vlastností hornin v čase a prostoru, vyplývající ze samé podstaty a vývoje horninového masivu;
- nejistý rozdíl mezi inženýrskogeologickým či geotechnickým modelem a skutečným horninovým masivem;
- Nejistý rozdíl mezi chováním modelu systému horninového masiv - stavba (obrazového, matematického, fyzikálního, myšleného) a skutečným chováním systému horninový masiv - stavba;
- možné chyby při měření i pozorování stavu a chování horninového masivu a systému horninový masiv - stavba;
- zkreslení vzniklá při hodnocení a vysvětlování výsledků měření a pozorování;
- neúplná znalost základních zákonitostí chování a vlastností horninového masivu, případně systémů horninový masiv – příslušná stavební konstrukce.

To, že většina možných „scénářů nebezpečí“ a zdrojů rizik se nalézá právě na rozhraní stavební konstrukce a jejího horninového prostředí logicky vyplývá z toho, že horninový masiv v podloží stavby, vytváří se stavební konstrukcí jediný propojený statický systém. V něm se pole napětí a přetvoření vzájemně ovlivňují. Podloží proto, v rozsahu napětěvých a deformačních změn způsobených budovanou stavbou, je nutno pojednávat jako stavební materiál.

Zatímco vlastnosti stavebních materiálů „horní“ stavby ale lze volit podle potřeby a jsou s dostatečnou jistotou určitelné, tak vlastnosti podloží jsou velmi nejisté a není možné je určit se stejnou spolehlivostí jako u běžného stavebního materiálu.

Rozpoznat správně všechny možné zdroje nejistot, které stanovování vlastností konkrétních hornin doprovázejí, je proto velmi obtížné. Není to možné bez komplexního pochopení struktury hornin a podstaty různých omezení, která zjišťování zákonitosti jejího přetvárného chování doprovází.

2. Pojednání rizika v českých harmonizovaných normách

Normy jsou jedním z účinných nástrojů, jak obecně snižovat rizika. Kromě jiného totiž znamenají používání osvědčených postupů. Současné harmonizované normy (Eurokódy) nově vytváří poměrně dobré předpoklady pro účinné řízení geotechnických rizik. V tomto odstavci se proto rozebírá, jakým způsobem se dnes disponibilní harmonizované normy zabývají rizikem a jaké předepisují postupy pro jeho kontrolu a snižování.

2.1. Eurokód 7. část 1. Navrhování geotechnických konstrukcí

Eurokód 7 v článku 2.1.8. konstatuje, “že geotechnický návrh se musí určit spolu se spojeným rizikem“.

Samostatně však Eurokód 7 přímou definici rizika neuvádí. Při vysvětlení pojmu rizika v Eurokódu č. 7 je tudíž třeba se odvolat na ČSN EN 1991-1-7 Zatížení konstrukcí, na ČSN EN 1990 Spolehlivost stavebních konstrukcí a na ISO 31000 Management rizik – Principy a směrnice.

ČSN EN 1997 (Eurokód 7) nicméně rozlišuje tři úrovně (tři třídy) rizik:

1. zanedbatelné riziko,
2. běžné riziko,
3. abnormální riziko,

a to vždy v souvislosti s geotechnikou kategorií 1 až 3. Geotechnické kategorie jsou Eurokódem 7 definovány v souladu se standardním tradičním přístupem používaným u nás i v minulosti.

Důležitým postupem, jak Eurokód 7 „kontroluje“ geotechnické rizika při návrhu geotechnické konstrukce, je stanovování odvozených, charakteristických a nakonec návrhových hodnot geotechnických parametrů horninového prostředí.

2.1.1 Stanovování charakteristické hodnoty podle Eurokódu 7

Odstavec 2.4.5.2, paragrafu 1 až 12 Eurokódu 7 obsahuje přehled požadavků, které je potřeba při stanovování charakteristických hodnot geotechnických parametrů nutno respektovat. Z nich jsou zde pro ilustraci vyjmuty následující:

„(1)P Výběr charakteristických hodnot geotechnických parametrů se musí zakládat na výsledcích a odvozených hodnotách z laboratorních a terénních zkoušek, doplněných osvědčenou zkušeností.

(2)P Charakteristická hodnota geotechnického parametru se musí vybrat jako obezřetný odhad hodnoty ovlivňující výskyt mezního stavu.

(4)P Výběr charakteristických hodnot geotechnických parametrů musí vzít v úvahu následující:

- geologické a jiné informace, jako jsou údaje z předcházejících projektů;
- proměnnost hodnot měřených vlastností a jinou relevantní informaci, např. ze stávající znalosti;
- rozsah terénního a laboratorního průzkumu;
- typ a počet vzorků;
- rozsah zóny základové půdy řídící chování geotechnické konstrukce v uvažovaném mezním stavu;

(9) Při výběru zóny základové půdy řídící chování geotechnické konstrukce v mezním stavu se má uvažovat, že tento mezní stav může záviset na chování podporované konstrukce. Např. pokud při uvažování mezního stavu únosnosti budova založená na několika patkách není schopná odolat místnímu porušení, řídící parametr má být průměrnou smykovou pevností v každé individuální zóně základové půdy pod patkou; pokud je budova tuhá a dosti pevná, řídící parametr má být průměrem těchto průměrných hodnot v celé zóně nebo části zóny základové půdy pod budovou.“

Jednoznačný návod, jak postupovat v detailu, však v Eurokódu 7 předepsán není. Je ale zřejmé, že při stanovování charakteristické hodnoty se musí uplatnit jak znalosti, poznatky a zkušenosti dotýkající se vlastností horninového masivu vyplývající mimo jiné z hodnocení konkrétního geotechnického průzkumu, tak i znalosti a zkušenosti související s návrhem konkrétní geotechnické konstrukce, včetně použitého návrhového postupu. (Ohled na použité mezní stavy). Z toho vyplývá nezbytná úzká spolupráce autora geotechnického průzkumu a autora geotechnického návrhu. Optimální postup je, když autor geotechnického (inženýrskogeologického) průzkumu formuluje návrh charakteristických hodnot v rámci hodnocení průzkumu. S přihlédnutím ke konkrétním návrhovým postupům, výpočetním modelům a typu geotechnické konstrukce pak tento návrh ve smyslu Eurokódu 7 definitivně upraví autor geotechnického návrhu.

Předpokladem pro tento postup ovšem je, že ve zprávě z průzkumu musí být vyčerpávajícím způsobem uvedeny jak změřené tak i odvozené hodnoty a podrobně a srozumitelně popsán i inženýrskogeologický a geotechnický model.

2.1.2. Odpovědnost za návrh, provedení a zhodnocení geotechnického průzkumu

Eurokód č. 7 odpovědnosti za návrh, provedení a zhodnocení geotechnického průzkumu striktně neřeší. V naší praxi, v které geotechnické, respektive inženýrskogeologické průzkumy provádí jednak osoby s oprávněním podle MŽP, jednak autorizovaní geotechnici, je nutno vycházet z toho, že autor projektu geotechnického průzkumu i jeho zpracovatel, musí být za výstupy geotechnického průzkumu plně právně odpovědný. (To je i za obezřetný návrh charakteristických hodnot ve smyslu odst. 2.4.5.2, Eurokódu 7.) Jen plné vědomí této odpovědnosti může přimět zhotovitelé průzkumů k tomu, aby použili (~~financovali~~) tomu přiměřený rozsah a komplexnost průzkumných metod a investory k tomu, aby takový projekt průzkumu financovali.

Občas se dnes vyskytující tendence k tomu, aby charakteristické hodnoty geotechnických parametrů určoval zpracovatel geotechnického návrhu či projektant sám, a to na základě zprávy o geotechnickém průzkumu s obsahující pouze odvozené hodnoty geotechnických parametrů. To ale, kromě vzácných výjimek, a velmi jednoduchých případů, nemůže zajistit splnění požadavků Eurokódu 7, odst. 2.4.5.2. (Nemusí to samozřejmě také platit tehdy, pokud autor geotechnického návrhu je mimo jiné i erudovaným geotechnikem se zkušenostmi s prováděním geotechnických průzkumů, má komplexní znalost inženýrské geologie a současně a to je ovšem nejdůležitější, je i autorem projektu a odpovědným zpracovatelem daného geotechnického průzkumu). Takové podmínky ale zpravidla zdaleka nejsou splněny.

2.2. Ostatní Eurokódy se vztahem ke geotechnice

2.2.1. ČSN EN 1991-1-7 Zatížení konstrukcí

Evropská norma ČSN EN 1991-1-7 Zatížení konstrukcí, v článku 3.2 pracuje rovněž s termínem „úroveň rizika“, a to v kontextu jeho přijatelnosti. Touto normou jsou pojednávána rizika se týkají především možností vzniku mimořádných zatížení konstrukcí.

Geotechnické zatížení je v normě ČSN EN ISO 1990 definováno jako „zatížení přenášené na konstrukci základovou půdou, nasýpanou zeminou anebo podzemní vodou.

Zde je třeba připomenout, že součástí geotechnických konstrukcí je i k němu bezprostředně přiléhající horninové prostředí, které s ním staticky spolupůsobí. V tom smyslu je možno mít za to, že EN 1991-1-7 je plně relevantní i pro tento geotechnické konstrukce.

V příloze „B“ EN 1991-1-7 se uvádí standardní postup analýzy inženýrského rizika. Ten je v plné míře přijatelný i pro podrobnou analýzu rizika geotechnického.

Postupy analýzy rizika uváděné v EN 1991-1-7 jsou obecně přijatelné i v geotechnické inženýrství a jsou v souladu s postupy řízení rizika rozpracovanými v řadě dnes dostupných odborných publikací. Například Staveren 2006, Tichý 2006.

Pro posuzování mimořádných návrhových situací (obnášejících riziko) EN 1991-1-7 předepisuje používání třístupňové klasifikace tříd následků (odst. 3.4):

- CC1 malé následky poruch,
- CC2 střední následky poruch,
- CC3 velké následky poruch.

V případě nebezpečí třetího stupně následků CC3 pak EN 1991-1-7 doporučuje provádět důkladnou analýzu rizika dle článku A 4 této normy

EN 1991-1-7, také stanovuje termín tzv. přijatelného rizika, jehož úroveň je klíčová pro přijetí strategie snižování rizik. Doporučuje přitom vycházet z ekonomických škod nositele rizika, jeho nákladů na bezpečnostní opatření, potenciálního počtu obětí atp. Podrobnější postup ani výklad pojmu přijatelného rizika tato norma však neuvádí. Je však možné se obrátit na ISO 31000, nebo např. Rozsypal 2008.

Norma EN 1991-1-7 v odst. 3.2 doporučuje rizika vyplývající ze vzniku mimořádného zatížení vždy apriori snižovat. Přitom navrhuje volit některý z následujících postupů

- prevence vzniku mimořádného zatížení;
- ochranou konstrukcí proti účinkům mimořádného zatížení;
- navržení dostatečně robustní konstrukce;
- určit klíčové prvky, na kterých závisí stabilita konstrukce, a ty dostatečně nadimenzovat;
- nosné prvky navrhnout dostatečně duktilně;
- vnést tvarovou přeurčitost do konstrukce umožňující alternativní přenos zatížení.

ČSN EN 1991-1-7 Zatížení konstrukcí se však soustřeďuje především na opatření ve vlastní stavební konstrukci. I zde je však třeba znovu odvodit, že v případě geotechnických konstrukcí, se součástí konstrukce horninový masiv tvořící jejich součást. Opatřeními tak mohou být postupy k zlepšení jeho vlastností (kotvení, injektáže, odvodnění atp.

ČSN EN 1991-1-7 Zatížení konstrukcí také v tabulce A 1 uvádí kategorizaci následků vzniku nežádoucích událostí pro pozemní stavby. Podzemní stavby nechává ČSN EN 1991-1-7 stranou.

V příloze „B“, se ČSN EN 1991-1-7 věnuje postupům pro hodnocení rizik. Metodicky přitom rozlišuje následující kroky:

- popis rozsahu analýzy rizik,
- kvalitativní metodu analýzy rizik,
- kvantitativní metodu analýzy rizik,
- stanovení úrovně přijatelného rizika,
- opatření pro zmírnění rizik.

Postupy analýzy rizika uváděné v EN 1991-1-7 jsou obecně používané a po zpřesnění použitelné i v inženýrském stavitelství. Je možné je aplikovat i při stanovování úrovně rizika podle Eurokódu 7. Stejně tak je lze používat i při postupu, který pro stanovení třídy rizika uvažuje současně předložený návrh národní normy ČSN P 73 1005 Inženýrsko-geologický průzkum.

2.2.2. ISO 31000 Risk management

ISO 31000 definuje základní pojmy a metodiky pro řízení rizik. Tuto normu lze je použít pro postupy řízení rizik ve všech oborech stavitelství. ISO 31000, ČSN EN 1990, EN 1991-1-7 a Eurokód 7 se vzájemně respektují.

ISO 31000 vnímá řízení rizik jako soubor činností a metod, které směřují ke kontrole (a snižování) existujících rizik. Jejich uplatňování má za cíl zvýšit schopnost dosáhnout plánovaných cílů. Metodika řízení rizik předkládaná v ISO 31000 zahrnuje zásady řízení rizik, strukturu řízení rizik, a proces řízení rizik. Risk Assessment (proces řízení rizik) podle ISO 31000 dále zahrnuje:

- identifikaci rizik,
- kvantifikaci rizik,
- analýzu rizik.

Proces řízení rizik zahrnuje přijímání opatření na snižování rizika, vyhodnocování jejich účinností a související rozhodovací postupy.

Podle ISO 31000 je úroveň rizika definovaná velikostí rizika. Velikost rizika je, v souladu s ČSN EN 1991-1-7, dána souběhem pravděpodobnosti vzniku nežádoucího jevu a jeho možných důsledků (škody). To je ve shodě s definicemi v dnes disponibilních publikacích věnovaných řízení geotechnických rizik. Viz např. Staveren 2006, Tichý 2006, Favre 2004, Rozsypal 2008.

ISO 31000 obsahuje mimo jiné následující díly:

- Introduction to Risk Management,
- Overview of ISO 31000 Risk Management Standards,
- ISO 31000 Risk Management Check list,
- ISO 31000 Risk Management Audit Tool.

Používání obecných zásad a pojmů, které ISO 31000 v oblasti řízení rizik definuje, je nezbytné pro vyloučení nebezpečí nedorozumění a subjektivních přístupů při řízení rizik obecně a geotechnických i inženýrských rizik zvlášť.

Proto je důležité ve všech dokumentech a pracích pojednávajících o rizicích ve stavebnictví, tyto pojmy důsledně dodržovat.

2.2.3. ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1990 nepoužívá pojem riziko, místo toho pracuje s teorií spolehlivosti staveb. Riziko a spolehlivost jsou velmi podobné přístupy, nikoliv však totožné. Oba vycházejí z pravděpodobnostního přístupu.

Spolehlivost je definována jako schopnost konstrukce či jejího nosného prvku plnit stanovené požadavky během předepsané životnosti. Spolehlivost se obvykle vyjadřuje prostřednictvím pravděpodobnostních ukazatelů. Pro klasické stavební konstrukce je z hlediska jejich posuzování přístup prostřednictvím spolehlivosti vhodný, protože slabým článkem je zde většinou stavební konstrukce sama. Porucha v některém z jejích prvků, je pro posouzení její spolehlivosti klíčová. Řízením spolehlivosti staveb se podrobně zabývá příloha ČSN EN ISO 1990 označená „B“ s názvem „Management spolehlivosti staveb“.

Teorie rizika se zabývá pravděpodobností vzniku nežádoucích jevů s důsledkem škod. Naproti tomu teorie spolehlivosti se zaměřuje pouze na ohrožení konstrukce v důsledku omezení, nebo ztráty její funkce. Proto místo s pojmem třída rizika pracuje s pojmem třídy následků. Přitom vychází z dopadu porušení dané konstrukce na své okolí (tzv. třídy následků – „consequence classes“).

U geotechnických konstrukcí ale bývá jejich nejslabším článkem spolupůsobení mezi konstrukcí samotnou a jejím horninovým podložím či okolím. Proto je pro ně vhodnější rizikový přístup. Důvodem je, že většina rozhodování v geotechnice se děje za podstatně větších nejistot, s nutností přihlížet k pravděpodobnosti případných vzniků nežádoucích jevů v horninovém prostředí. To vyplývá z přirozeně menší úrovně znalostí vlastností hornin než stavebních materiálů a schopností konkrétní horninový masiv poznat a popsat.

2.2.4. ČSN EN 608 (2007) Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)

V této mezinárodní normě je popsána obecná analýza způsobů a důsledků poruch (FMEA – Failure Mode and Effects Analysis) a analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch (FMECA – Failure Mode, Effects and Criticality Analysis). Je v ní také uveden návod, jak se mohou tyto analýzy používat. K tomu jsou v ní:

- uvedeny procedurální kroky nutné k provedení analýzy;
- stanoveny vhodné termíny, předpoklady, ukazatele kritičnosti a způsoby poruch;
- stanoveny základní principy;
- uvedeny příklady nezbytných pracovních listů nebo jiných tabulkových formulářů.

Analýza způsobů a důsledků poruch (FMEA – Failure Modes and Effects Analysis) je systematický postup analýzy systému za účelem zjištění potenciálních způsobů poruch, jejich příčin a důsledků na technické parametry (výkonnost) systému (tedy včetně systému stavba podzemního díla – horninové prostředí, včetně celého systému či procesu).

Termín „porucha“ je definován v 191-04-1 ČSN IEC 50(191) jako ukončení schopnosti objektu plnit požadovanou funkci. Jde o jev (failure), na rozdíl od „poruchového stavu“ (fault), což je stav.

FMEA zavádí do rizikového řízení expertní metody. Zevrubná analýza FMEA je výsledkem práce expertního týmu. Ten je složen z odborníků (pracujících ale na sobě nezávisle), způsobilých rozpoznat a posoudit velikost a následky různých druhů potenciálních nedostatků projektu, které by mohly vést k poruchám. Výhodou týmové práce je, že podněcuje proces myšlení a zajišťuje nezbytnou odbornou kvalifikaci.

FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis , česky analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch) je rozšířením analýzy FMEA. Spočívá v tom, že jsou do ní zahrnuty prostředky pro klasifikaci závažnosti způsobů poruch tak, aby bylo možné stanovit prioritu protipatření. Tato klasifikace se provádí kombinováním míry závažnosti a četnosti výskytu, což vytváří metriku (relativní míru), zvanou kritičnost.

2.2.5. Návrh normy ČSN P 73 1005 na inženýrsko-geologický průzkum. (V projednávání)

Norma již byla předložena k závěrečnému projednání. S riziky se návrh této normy vypořádává ve své příloze „E“, prostřednictvím hodnocení složitostí inženýrskogeologických poměrů, hodnocení náročností stavebních konstrukcí, pro který se průzkum provádí, respektováním pojmu geotechnické kategorie ve smyslu Eurokódu č. 7 a zavedením pojmu třídy geotechnického rizika.

ČSN P 73 1005 důsledně sleduje logiku Eurokódu 7. (Zejména respektuje provázanost tří geotechnických kategorií s třemi úrovněmi rizika).

Stanovená třída rizika je jedním z vodítek k určení geotechnické kategorie. Výchozí návrh geotechnické kategorie, která souvisí s mírou nejistot a třídou rizika je podkladem pro projekt inženýrsko-geologického průzkumu, zejména pro jeho rozsah a komplexnost.

2.2.6. ČSN EN 1998 Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení

V ČR zejména v některých oblastech je zemětřesení jedním z rizik, s nimiž je třeba se při výstavbě vypořádat. Tím se zabývá ČSN EN 1998. Ta má v části 1, Obecná pravidla, zvláštní části pro betonové stavby, ocelové stavby, dřevěné stavby a zděné stavby.

Dále jsou k dispozici: EN 1998- 2 Pravidla pro mosty, EN 1998- 3 Pravidla pro existující pozemní stavby z hlediska seismické odolnosti, EN 1998- 4 Pravidla zásobníky, nádrže a potrubí, EN 1998- 5 Zvláštní pravidla pro základy a opěrné zdi z geotechnického hlediska a EN 1998- 6 Pravidla pro věže a stožáry.

ČSN EN 1998 tedy neobsahuje pravidla pro hydrotechnické stavby, podzemní stavby a různé typy úložišť.

Podle ČSN EN 1998 musí být konstrukce navržena a provedena tak, aby vydržela návrhovou hodnotu seismického zatížení definovaného v kap. 3 normy (část 1, obecná pravidla), a aby si podržela svou konstrukční celistvost a zbytkovou únosnost po zemětřesení.

Návrhová hodnota seismického zatížení se vyjadřuje s pomocí:

- referenčního seismického zatížení příslušného referenční pravděpodobnosti překročení za dobu 50 let neboli referenční doby návratu;
- součinitele významu zohledňujícího různou úroveň spolehlivosti podle EN 1990.

V ČR platí hodnoty ukazatelů, které jsou uvedeny v příloze k české verzi normy EN 1998-1.

Stavební konstrukce musí být navrženy a provedeny tak, aby vydržely seismické zatížení o větší pravděpodobnosti výskytu, než je návrhová hodnota seismického zatížení beze škod a bez takových s nimi spojených omezení provozu, že by jejich cena byla, ve srovnání s cenou stavby, neúměrně vysoká.

2.2.7. Využívání zrušených geotechnických norem

V souvislosti se zaváděním Eurokódů byla většina národních ČSN zrušena. V praxi se ale lze poměrně často setkat s tím, že se zrušené normy v průzkumných zprávách stále citují. Nejvíce ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“ a ČSN 73 3050 „Zemní práce“. Některé hydrotechnické a silničářské normy například obsahují informativní přílohy, které se na zrušené normy odvolávají. Viz výše.

Při úvahách zda lze či nelze používat zrušené normy (a jakou formou je případně používat), je třeba vyjít ze skutečnosti, že normy samotné, nejsou právně závazné. Zodpovědní zpracovatelé mají v odůvodněných případech právo, ovšem na svou vlastní odpovědnost, volit nestandardní postup.

Z toho lze odvodit, že v odůvodněných případech, o nichž rozhodne zodpovědný zpracovatel geotechnického průzkumu či geotechnického návrhu, lze za takový nestandardní postup volit právě postup podle určité části zrušené normy. U geotechnického průzkumu například při popisu a klasifikaci hornin, předepisování zkušebních postupů, hodnocení vlastností hornin a především při stanovování odvozených a charakteristických hodnot. Nebo u geotechnického návrhu při volbě návrhového postupu. Za zdůvodnění, použití, i výsledek takového nenormového postupu jsou však vždy v takových případech výslovně odpovědné osoby, které se pro takový postup rozhodly.

Podmínkou, aby takový postup byl korektní je, že tyto postupy aplikuje odpovědná osoba v rámci postupů směřujících k obezřetné volbě charakteristické hodnoty geotechnického parametru či k obezřetnému geotechnickému návrhu s přihlédnutím k míře existujícího geotechnického rizika ve smyslu Eurokódu 7.

Na rozdíl od postupů podle platných norem je využívání návodů a informací ze zrušených norem samozřejmě na vlastní odpovědnost příslušné osoby.

3. Základní přístupy k řízení rizik při přípravě staveb a výstavbě.

Řízení rizik je soubor provázaných činností, provázaných s přípravou a řízením výstavby. Jeho cílem je přijímaným předem připravených opatření v projektové oblasti, v oblasti technologie výstavby, její organizace i bezpečnostních opatření, udržovat existující rizika v projektu stanovených přijatelných mezích. Na řízení rizik se musí aktivně podílet všichni účastníci výstavby. Aby řízení rizik bylo účinné, je třeba respektovat určité zásady a pravidla. Nejdůležitější z nich jsou uvedena dále.

Struktura rizik

Riziko je složitě strukturováno podle toho, kde a jak na stavbě nežádoucí jevy vznikají a jakou mají příčinu.

Pokud jde o inženýrská a geotechnická rizika, lze rozlišit rizika náležící samostatným stavebním projektům, objektům a jejich částem, rizika náležící různým při výstavbě používaným technologiím, jednotlivým stavebním procesům a rizika vznikající při organizování a řízení výstavby.

Nositel rizik

Riziko je vždy adresné. Vždy je vztaženo ke konkrétní osobě (v právním i fyzickém slova smyslu), která uskutečněním nežádoucího jevu utrpí škodu. Jde o tzv. nositele rizika. Stejný nežádoucí jev může znamenat různé riziko pro různé účastníky výstavby.

Přijatelné riziko

Přijatelné riziko je základní parametr, bez jehož znalosti nelze riziko účinně řídit. Vždy se vztahuje ke konkrétnímu nositeli rizika. Je to taková úroveň (velikost rizika, kterou je daný nositel rizika vědomě a bez podstatné újmy schopen přenést. Úroveň přijatelného rizika je podkladem pro rozhodovací strategii řízení rizik.

Pravděpodobnost vzniku nežádoucích jevů

Stanovování pravděpodobnosti vzniku nežádoucích jevů a jejich následků je klíčovým prvkem při určování rizika. Velikost rizika je možné určit jen s takovou jistotou, s jakou lze určit pravděpodobnost vzniku nežádoucích jevů. Ke stanovení pravděpodobnosti vzniku nežádoucího jevu lze použít metody pravděpodobnostního počtu s využitím statistiky (např.

Novotná et al 2014), nebo kvalitativní přístup s využitím expertních přístupů a klasifikací na základě stupnic. (Např. Tichý 2006, ČSN EN 608 (2007), Rozsypal 2008).

Základní postupy řízení rizik

Prvním úkolem při řízení rizik je identifikace a kvantifikace rizik. (Analýza rizik). Na základě identifikace rizik se sestavuje tzv. registr zdrojů rizik. Kvantifikace rizika zahrnuje určení pravděpodobnosti, s jakou se nežádoucí jevy mohou uskutečnit a zároveň i věcné ocenění jejich důsledků, to je vzniklých škod.

Momentem, od kterého se pak odvíjí další postup rizikového řízení, je rozhodnutí o úrovni přijatelných rizik. Od něho se odvozují další kroky rizikového řízení. Především rozsah vylučování či snižování rizik a rozhodnutí o podstoupení a zajištění zbytkových rizik, včetně podmínek s tím souvisejících. Riziko lze také za určitých okolností zanedbat.

Rizika lze snižovat přijímáním opatření ke snížení pravděpodobnosti vzniku nežádoucích jevů a opatření ke snižování velikosti škod vzniklých v případě uskutečnění nežádoucích jevů. Nejúčinnější bývá kombinace obou těchto přístupů. Jestliže je možné riziko úplně vyloučit úpravou projektu, procesu, technologie, zvýšením kontroly, monitoringem atp., aniž by utrpěla kvalita stavby, je to nejvýhodnější postup. Vylučování co největšího množství takových rizik je žádoucí dělat v co nejranějších fázích přípravy.

Nejúčinnějším opatřením, vedoucím ke snížení škod vzniklých z uskutečnění nežádoucích jevů na inženýrských stavbách, je komplexní geotechnický monitoring.

Součástí řízení rizik je i případný přesun rizika na jiného účastníka výstavby nebo na třetí stranu. Přesun rizika je vhodný, je-li možné a žádoucí ho přesunout na subjekt, který je schopen dané riziko řídit lépe, než stávající nositel rizika. To znamená lépe ho identifikovat a operativněji přijímat na stavbě, v rámci svého vlastního rozhodovacího procesu a kompetencí, odpovídající opatření.

Nejčastější případem přesunu rizika, ale je jeho převzetí za úplatu pojišťovnou. Je však třeba zmínit, že pojišťovna obvykle nepřevezme všechna rizika.

Strategie řízení rizik

Z definice rizika vyplývá, že stejně velké riziko může být způsobeno nežádoucím jevem s malou pravděpodobností uskutečnění nežádoucího jevu, ale s extrémně velkou škodou, a anebo také řadou jevů s relativně malými škodami, které se ale v důsledku velké pravděpodobnosti uskutečnění během výstavby mohou mnohokrát zopakovat. Rizikové řízení četných jevů s velkou pravděpodobností uskutečnění, byť s relativně menší jim příslušnou škodou, je proto z hlediska řízení rizik celého projektu stejně důležité, jako řízení rizika jednoho jevu s potenciálně velkou škodou, ale s malou pravděpodobností vzniku.

Vznik téhož nežádoucího jevu na dané stavbě může mít rozličné důsledky pro různé účastníky výstavby. Jedním z prioritních úkolů řízení rizik proto je, nastavit způsob řízení výstavby tak, aby všichni její účastníci měli, na minimalizaci potenciálních rizik, které mohou při výstavbě nastat, stejný zájem. Pokud je rozpočet stavby nízký a schopnost investora (nositele rizika) převzít riziko je také nízká (má nízkou úroveň přijatelného rizika), tak je použití rizikového přístupu jednoznačně na místě. Řízení rizik musí být nedílnou součástí celého procesu přípravy stavby. Analýzy rizik a jejich snižování by se proto měly opakovat ve všech jejich fázích. V průběhu výstavby pak musí být součástí systému řízení rizik monitoring. Do řízení rizik musí být zapojeni všichni účastníci výstavby.

4. Závěr

- Zdroje geotechnických rizik tkví především v nejistotách o skutečných geologických poměrech (stavenišť a v nejistých rozdílech mezi fungováním zjednodušených modelů interakce stavby s horninou a jejich skutečným spolupůsobením. Důsledkem je, že odezva horninového masivu na výstavbu inženýrského díla je nejistá, a často může být jiná než ta, kterou projekt stavby předpokládal.

- Zkušenost ukazuje, že nejčastější příčinou nepřiměřených geotechnických rizik je nedostatečný geotechnický průzkum, nezohlednění nejistot týkajících se vlastností horninového masivu a jeho spolupůsobení se stavbou, dále podceněná úroveň organizace a řízení výstavby a bohužel u nás i často nízká technická kultura, která na stavbách vládne a která je i příčinou rozporných zájmů jednotlivých účastníků výstavby. (Včetně kvality smluv, způsobu financování, monitoringu nezávislých kontrol atp.)
- Prosazování metodiky řízení inženýrských rizik a spolu s tím i trvající osvěta v technické veřejnosti je v této oblasti v inženýrském stavitelství stále vysoce aktuální.
- Jako dostatečné vodítko pro účinné používání metodiky řízení inženýrských rizik jsou dnes k dispozici mezinárodní a evropské normy i tuzemská odborná literatura.
- Protože geotechnické riziko může být vyjádřeno ve finančních jednotkách, může se přímo uplatnit při rozhodování o různých koncepcích projektu nebo konkrétních řešení geotechnických konstrukcí či situací. Metodika řízení rizik tak umožňuje účinně vstupovat přímo do rozhodovacího procesu přípravy i výstavby.
- Eurokód č. 7, včetně Eurokódů EN 1991-1-7, ČSN EN ISO 1990 a ISO 31000, Risk management, otevírají pro takový přístup dostatečný prostor.
- Identifikace a kvantifikace geotechnických rizik musí vycházet z provázané spolupráce inženýrskogeologických a geotechnických postupů. Návrh charakteristických hodnot geotechnických parametrů by měl provést autor inženýrskogeologického (geotechnického) modelu s přihlédnutím k celkovému charakteru očekávané interakce horninového prostředí se stavební konstrukcí. Tento návrh charakteristických hodnot by pak měl dokončit autor geotechnického návrhu podle podmínek, za kterých se bude návrh geotechnické konstrukce zpracovávat, podle zvoleného návrhového postupu a s ohledem na použitý postup výpočtu dimenzování atd. (mezní stavy).
- Jedním ze základních nástrojů řízení geotechnických rizik při přípravě staveb je dostatečně komplexní a rozsáhlý geotechnický průzkum. Při jejich výstavbě pak geotechnický monitoring.
- Odpovědnost za dostatečnou znalost horninového prostředí dotčeného stavbou má investor. Této odpovědnosti se zhošťuje zadáváním inženýrskogeologického (geotechnického) průzkumu organizaci, která disponuje příslušným oprávněním a zkušenými odborníky.
- Řízení inženýrských rizik musí být nedílnou a provázanou součástí řízení rizik v průběhu celé výstavby i její přípravy. Odpovědnost za jeho zahrnutí do systému řízení výstavby má jako hlavní nositel rizik investor.

Článek byl zpracován s využitím výsledků Centra kompetence Technologické agentury České republiky, získaných při řešení projektu „Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu“ (CESTI), číslo projektu TE01020168 v roce 2016 a regionálního VaV centra (CZ.1.05/2.1.00/03.0097).

5. Seznam literatury

- Eskessen S. D., Construction Risk Management – New Development and Case historie. 12 th. International Conference Underground Construction. Prague 2013
- Klee, L. Stavební smluvní právo. Wolters Kluwer, 2015
- Novotná, E., Melzerová, L., Šejnoha, J., Rizika staveb dopravní infrastruktury. Projekt TAČR č. TE01020168 CESTI. ČVUT, Praha, 2014

- Rozsypal, A., Inženýrské stavby-řízení rizik. Monografie. Nakladatelství JAGA. Bratislava, 2008
- Rozsypal, A., Překážky pro širší uplatnění metody řízení rizik v české inženýrské praxi, Stavebnictví č. 2., 2010
- Rozsypal, A., Právní odpovědnost za znalost geologického prostředí, Tunel 1/ 2011
- Staveren, M.: Uncertainty and Ground Conditions. A Risk Management Approach. B.H. – Elsevier, Amsterdam, 2006
- Tichý, M., Ovládání rizika, Analýza a management, C.H. Beck, 2006