

# ČSN 73 0040

prof. RNDr. Zdeněk Kaláb, CSc.

Ing. Markéta Lednická, Ph.D.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přednáška byla zpracována v rámci projektu Inovace studijního oboru Geotechnika, OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0009

# Literatura k podrobnějšímu studiu

(výběr)

- ČSN 73 0031 Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových púd. ÚNM 1989.
- ČSN 73 0040 Zatížení stavebních objektů technickou seismicitou a jejich odezva. ČNI 1996.
- ČSN EN 1988 Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení.
- ISO 4866:1990 Mechanical Vibration and Shock – Vibration of Building – Guidelines for the Measurement of Vibrations and Evaluation of Their Effects on Building.
- Dvořák, A. (1969): Základy inženýrské seismiky. Skripta, přírodovědecká fakulta University Karlovy, Praha, 128 stran.

# Technická seizmicita

- Seizmické otřesy vyvolané umělým zdrojem nebo indukovaná seizmicita
- Charakter záznamu v časovém měřítku je závislý především na zdroji: rychle se tlumící seizmický impulz nebo déle trvající rázový nebo kontinuální projev

# Seizmické účinky trhacích prací

- Původním cílem hodnocení seizmického zatížení objektů (dnes je tento úkol součástí seizmického inženýrství) bylo zabránit poškození sledovaného objektu. Taková představa však idealizuje variabilitu poškození objektů jako deterministický proces.
- Z konfrontace ideálních případů s reálnými daty je vidět, že taková definice neobstojí. Zde se spokojíme s konstatováním, že jde o stanovení vážené pravděpodobnosti, že k poškození sledovaného objektu dojde v blízké budoucnosti.
- Je tedy nutno přijmout neurčitost ve velkém měřítku a další aplikovaný výzkum směřovat právě na snížení této neurčitosti, což se dotýká až charakteristik vibrací a odezev

# Seizmické účinky trhacích prací

- Hodnocení seizmického zatížení objektů často vychází z měření projevů vibrací na referenčním stanovišti

ČSN EN 1988 (ČSN 73 0036) a ČSN 73 0040

ISO 3010:1988, ISO 4866:1990 (mezinárodní normy),

DIN 4150 (Německo), STN 73 0036 (Slovensko), PNB 02170-85 (Polsko), СНИП II-7-81 (Rusko)

# Seizmické účinky trhacích prací

- Úkolem při hodnocení seizmického zatížení objektů (vynucené kmity objektů, závisí na charakteru buzení a vlastnosti objektů) je určení bezpečné hranice, při níž nedochází k poškození objektu či k uvolnění horniny  
Zvláštní posouzení potřebují netypické konstrukce: zemní konstrukce na násypu, podzemní konstrukce, objekty na terénu s vysokou hladinou podzemní vody (nad 1 m), nádrže, štoly, ...

# Seizmické účinky trhacích prací

- Intenzita zatížení závisí na charakteru zdroje kmitání (TP, velké výbuchy, doprava, ...), charakteru vibrujícího objektu (hmotnost, základové poměry), geologických poměrech

# Společenský a ekonomický význam (ČSN 73 0031)

- U – objekty s mimořádným ekonomickým a/nebo společenským významem
- I – objekty s velkým ekonomickým a/nebo společenským významem
- II – objekty se středním ekonomickým a/nebo společenským významem
- III – objekty s omezeným ekonomickým a/nebo společenským významem

Význam objektu se vyjadřuje součiniteli spolehlivosti konstrukce  $\gamma_a$ , které vstupují do výpočtů všech konstrukcí a základových púd.



Popis poškození	Stupně poškození
Bez poškození. Nevznikají žádná viditelná poškození. Funkce objektů, jako např. vodotěsnost nádrží apod., jsou plně zachovány.	<b>0</b>
První známky poškození. Trhliny šířky do 1 mm na styku stavebních prvků (ve stropních fabionech).	<b>1</b>
Lehká rozrušení s malými škodami. Trhliny šířky do 5 mm v omítce, příčkách, v komínovém zdivu, opadávání omítky, uvolnění krytiny.	<b>2</b>
Střední rozrušení s vážnými škodami. Stabilita není ohrožena. Trhliny širší než 5 mm v příčkách i nosných zdech. Opadávání krytiny a částí komínů.	<b>3</b>
Značné rozrušení s nebezpečnými škodami. Trhliny v nosných zdech A překladech, ohrožující jejich statickou funkci. Zřícení příček, výplňového zdiva a komínů. Trhliny v prostém betonu. Porušení stability.	<b>4</b>
Úplné rozrušení a destrukce. Zřícení cihelných staveb nebo jejich částí s hlavními nosnými prvky. Trhliny i v železobetonu.	<b>5</b>

# Posouzení seizmické odezvy způsobené odstřely trhavin

- Pro na stavební objekty vycházíme ze stejně pojmenované kapitoly 5.5 z normy ČSN 73 0040.
- Hodnocení seizmické odezvy objektů je závislé na třídě odolnosti objektu (ČSN 73 0040). Těchto tříd je šest (A až F); třída A reprezentuje nejméně odolné objekty (chatrné stavby, zříceniny, historické budovy, ...), třída B zahrnuje především běžné cihlové stavby s půdorysnou plochou do 200 m<sup>2</sup>, nejvýše o třech podlažích, ..., třída F potom nejodolnější objekty (železobetonové a ocelové ostění tunelů, ocelové potrubí, ...).
- Dalším uvažovaným parametrem je kategorie základové půdy, označené a, b, c

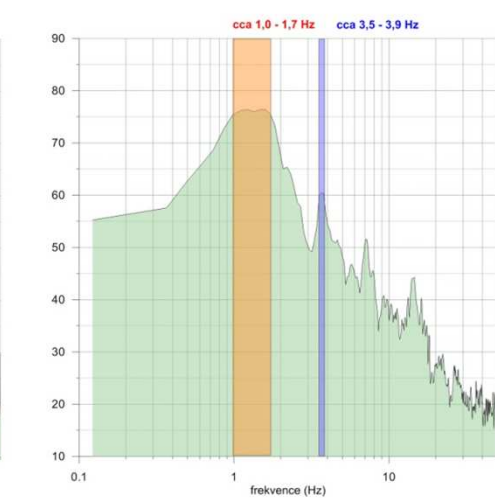
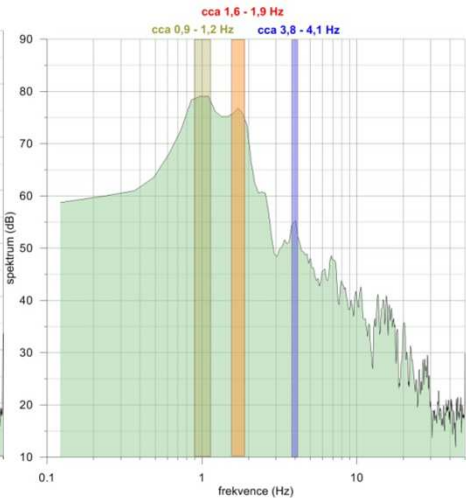
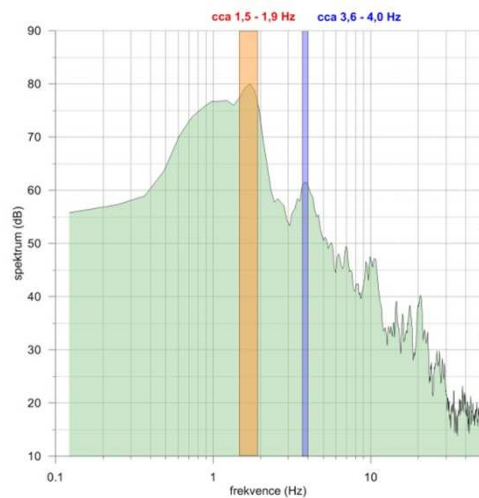
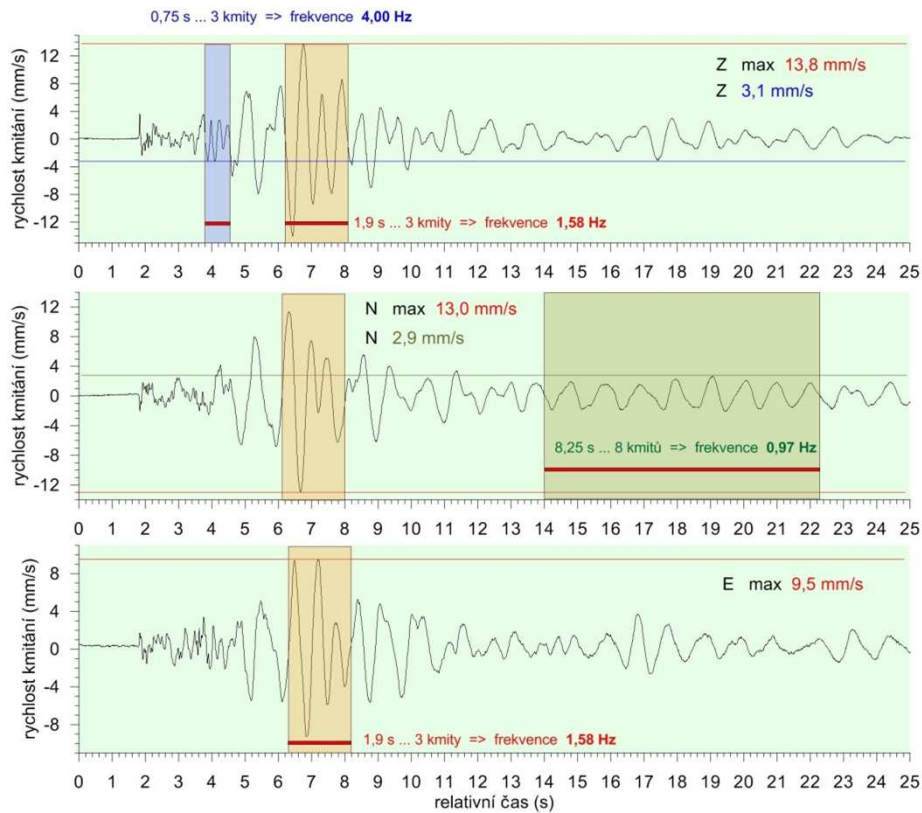
# Závislost stupně poškození na maximální rychlosti kmitání

- ČSN 73 0040, tab. 14, informativní
- Hodnotí se po složkách ( $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ )
- Závisí na třídě odolnosti objektu a druhu základové půdy
- Zvažuje se obor převládající frekvence otřesu (Hz)

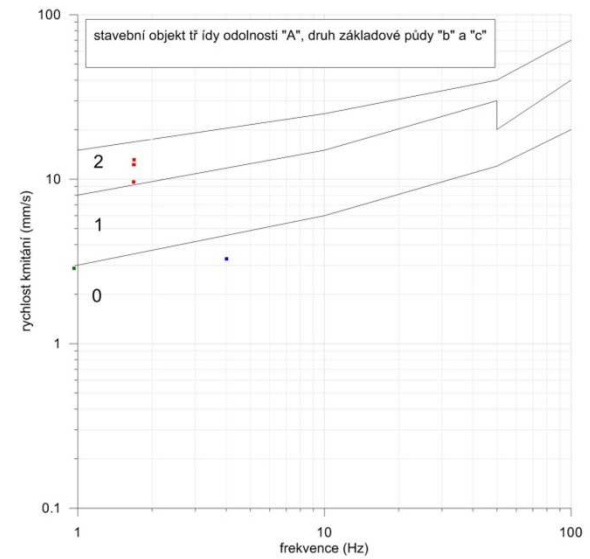
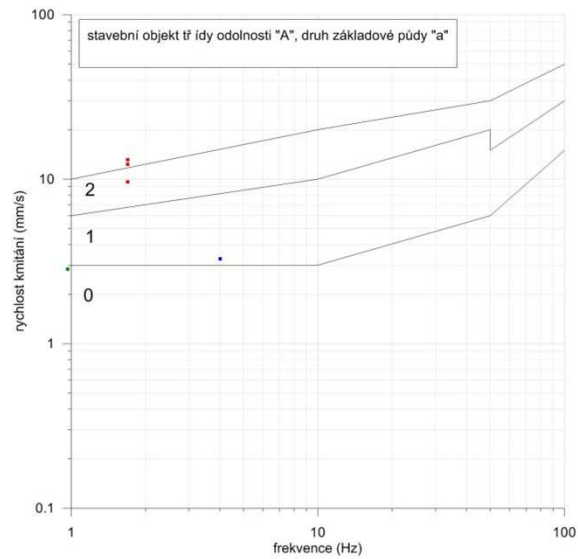
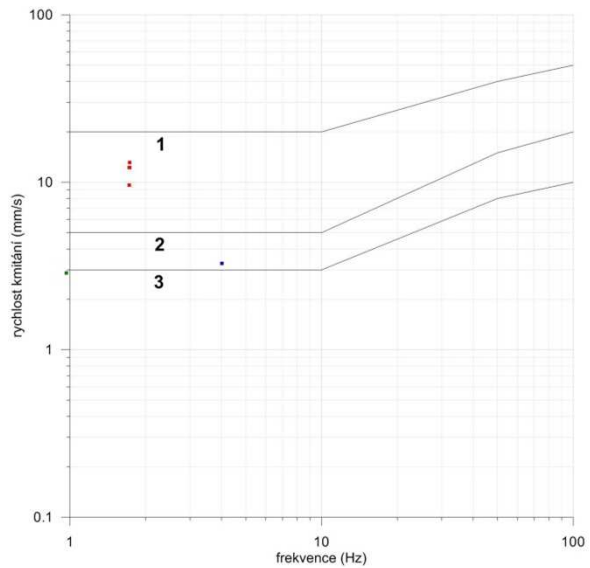
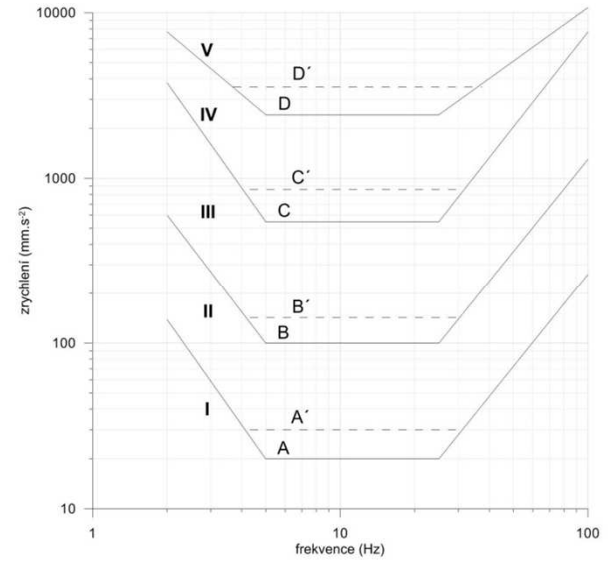
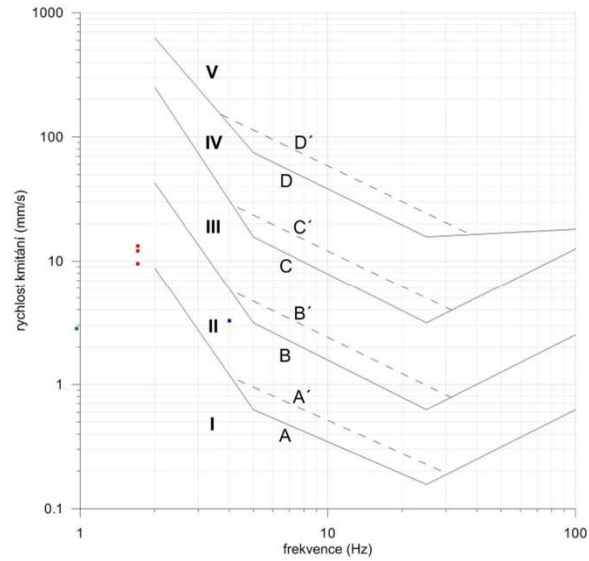
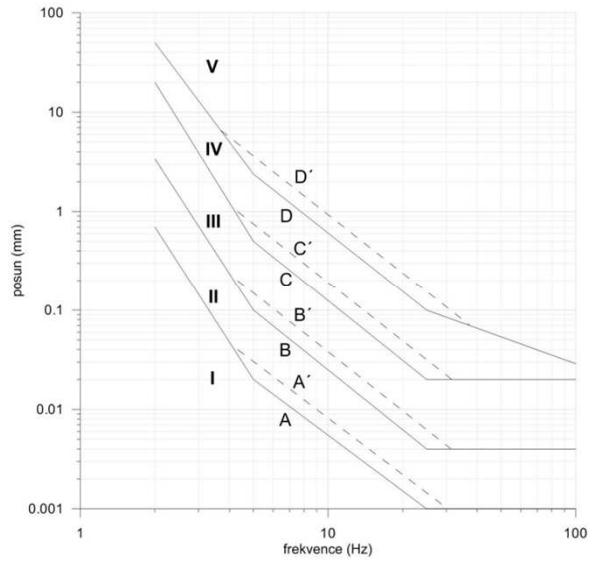
$u_{\max}^{(1)}, v_{\max}^{(1)}, w_{\max}^{(1)}$ $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ pro obor frekvence			Stupeň poškození (tabulka 13)	Třída odolnosti objektu (tabulka 9)	Druh základové půdy (5.5.3)	
$f < 10\text{Hz}$	$10\text{Hz} \leq f \leq 50\text{Hz}$	$f > 50\text{Hz}$				
do 3	3 až 6	6 až 15	0	A	a	
3 až 6	6 až 12	12 až 20	0	A	b, c	
6 až 10	10 až 20	15 až 30 <sup>1)</sup>	0	B	a	
				C	b, c	
8 až 15	15 až 30	20 až 40	0	A	a	
				C	b	
10 až 20	20 až 30	30 až 50	1	A	b, c	
				B	a	
				C	c	
15 až 25	25 až 40	40 až 70	0	D	a	
				E	b, c	
				1	C	b
				2	B	c
20 až 40	40 až 60	60 až 100	0	A	b, c	
				B	a	
				1	E	b, c
				2	F	a
				3	C	c
30 až 50	50 až 100	100 až 150	1	D	a	
				E	b, c	
				2	B	b, c
				3	C	a
				4	F	b, c
				5	D	b, c
30 až 50	50 až 100	100 až 150	2	E	a	
				F	b, c	
				C	b, c	

<sup>1)</sup> Hodnoty uvedené ve sloupci pro  $f > 50\text{ Hz}$  nelze použít pro potrubí uložená v zásypu.

# Interpretace seizmogramu



# PN-85<sub>(nahore)</sub>, DIN 4150<sub>(dole vlevo)</sub>, ČSN 73 0040<sub>(dole vpravo)</sub>



# Odhad rychlosti kmitání

- $v = K * Q^m * l^{-n}$ ,
- kde:  $v$  - maximální rychlost kmitání ( $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ ),
- $Q$  - hmotnost nálože (kg),
- $l$  - vzdálenost od TP (m),
- $K$ ,  $m$  a  $n$  jsou empirické parametry.

(ČSN 73 0040 uvažuje  $m=0,5$  a  $n=1$ )

# Odhad vzdálenosti

- Odhad vzdálenosti  $L$  (m) od místa odstřelu pro danou třídu odolnosti objektu a přípustný stupeň poškození lze podle ČSN 73 0040 přibližně stanovit podle vztahu

$$L = \kappa_1 \cdot m_{ev,n} \cdot \kappa_2$$

kde  $\kappa_1$  je součinitel vyjadřující druh stavby, daný stupeň poškození a je závislý na hmotnosti nálože,  $\kappa_2$  je součinitel závislý na normové hmotnosti nálože a  $m_{ev,n}$  je ekvivalentní normová hmotnost nálože (kg).

- Oba součinitelé jsou tabelovány, tab. 15 v normě ČSN 73 0040.



# Zkušební měření

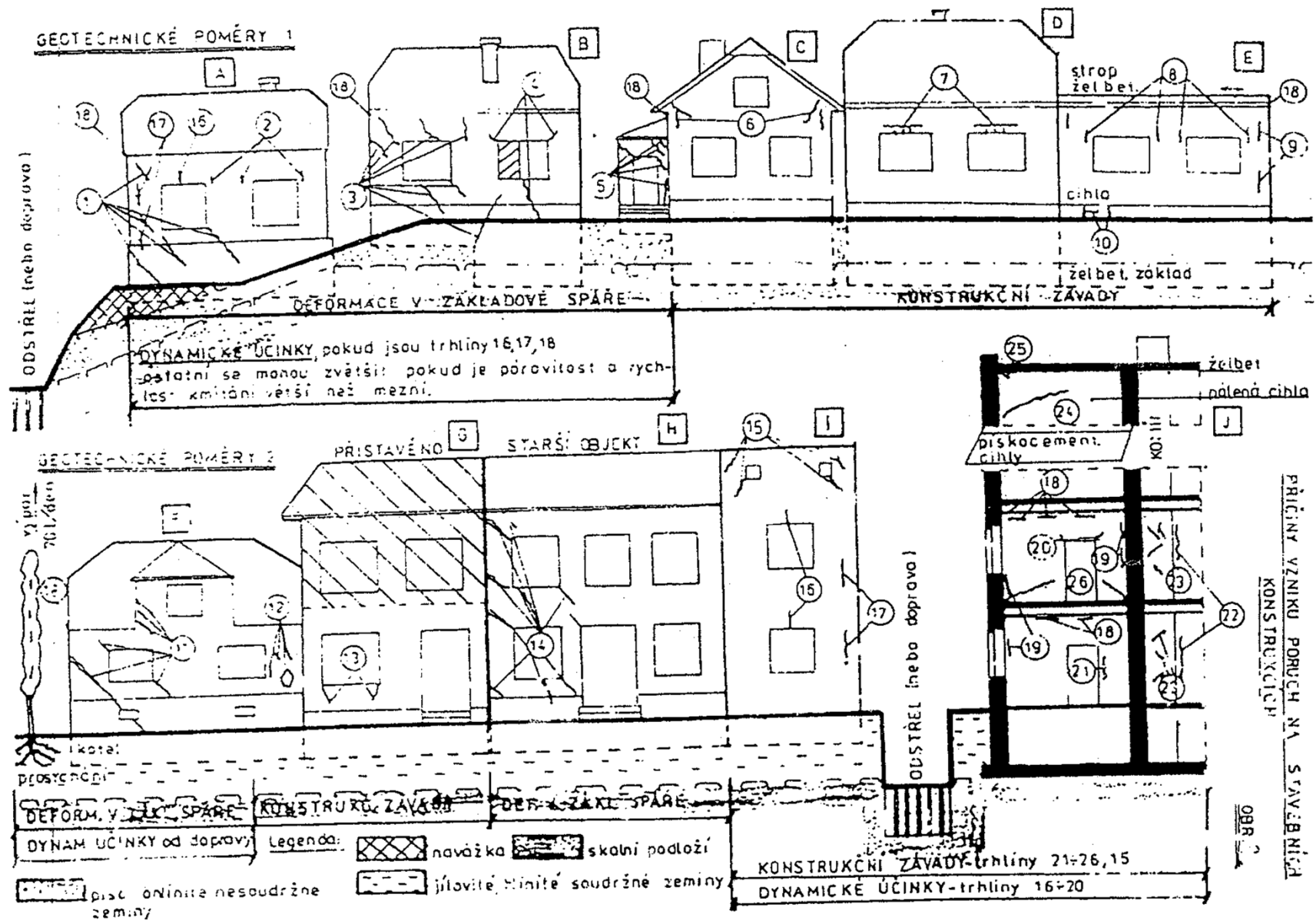
- Menší množství trhaviny, než bude mít vlastní nálož (nejvýše 1:10)
- $v_1:v_2=(m_1:m_2)^\alpha$  ( $\alpha$  menší než 1, přibližně 0,5)
- $f_1:f_2=(m_2:m_1)^\beta$  ( $\beta$  v rozmezí 0,2 až 0,3, přibližně 0,25)

# Pasportizace

- Cílem pasportizace stavebních objektů, tj. zjištění a analýza trhlinek (poškození), je usoudit z poškození typických prostorů v objektech na rozsah škod v celém objektu. Pasportizace provedená před zahájením stavebních prací umožňuje posoudit nejen stav objektu a vyvarovat se tak přičítání vzniku trhlinek prováděným pracím, ale mnohdy i stanovit pravděpodobnou příčinu vzniku trhlin.
- K nejčastějším příčinám patří: povětrnostní vlivy, zemní vlhkost, důsledky geologických poměrů v základové spáře, konstrukční závady (zvláště při přestavbách), změny hydrogeologického režimu, dynamické buzení technickou seizmicitou, zvláště dopravou po blízké komunikaci
- Deformace v základové spáře, konstrukční závady, dynamické účinky

# Pasportizace

- Účinkem otřesů vznikají některé typické trhlinky. Jeví se především jako svislé trhlinky v připojení příček a vodorovné trhlinky ve stropních fabionech. Dále se mohou objevit svislé trhlinky v nadokenních záklencích (cihlových) a na styku štítové zdi se zdí nosnou. Poněvadž trhlinky znamenají vždy jisté oslabení konstrukce, osazujeme na nich obvykle sádrové nebo skleněné terčíky, zvláště při používání odstřelu trhavin nebo generování vibrační impulsního charakteru.
- Nedílnou součástí pasportizace je podrobná fotodokumentace. Tento materiál slouží především jako dokladový materiál, pokud je fotografování provedeno před zahájením stavebních prací, resp. trhacích prací, pak slouží pro vyloučení či potvrzení diskuzí o době vzniku „nových trhlin“.



Dvořák, 1969







# Posuzování vlivu otřesů na objekty

- Stanovení přípustného zatížení
- Prognóza zatížení
- Stanovení rizika, příp. bezpečné vzdálenosti a dalších parametrů
- Dodatečná pasportizace (včetně fotodokumentace), zvláště pro památkové a poškozené objekty
- Seizmické měření otřesů
- Posouzení bezpečnosti při zjištěném zatížení (korekce dosavadního stavu)
- Sledování stavu stávajících trhlin

# Posuzování vlivu otřesů na osoby

- Člověk je schopen vnímat seizmické účinky zřetelně a citlivě a to při intenzitách podstatně nižších než při kterých může nastat vlastní poškození nějakého stavebního objektu. Vyjádřeno v rychlostech kmitání, člověk vnímá záchvěv v rozsahu již od 0,2 až 1,0 mm.s<sup>-1</sup> a to v závislosti na dominantní frekvenci a místu, kde záchvěv pocítil. Nižší hodnota platí pro vyšší frekvence, vyšší pro nízké frekvence.
- Hodnocením nepříznivých účinků hluku a mechanického kmitání a chvění, které ohrožují zdraví lidí nebo snižují jejich tělesné a duševní schopnosti, se zabývá zákon ze Sb. zák. 272/2011.





Odstřel těžní věže v areálu RD Jeseník ve Zlatých Horách