



**INTERREG V-A**  
SLOVENSKÁ REPUBLIKA  
ČESKÁ REPUBLIKA



**EURÓPSKA ÚNIA**  
**EURÓPSKY FOND**  
**REGIONÁLNEHO ROZVOJA**  
  
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

# ***AKTIVITY SÚVISIACE S REALIZÁCIOU A ADMINISTRÁCIOU VYBRATÝCH TYPOV OCEĽOVÝCH KONŠTRUKCIÍ A MOSTOV***

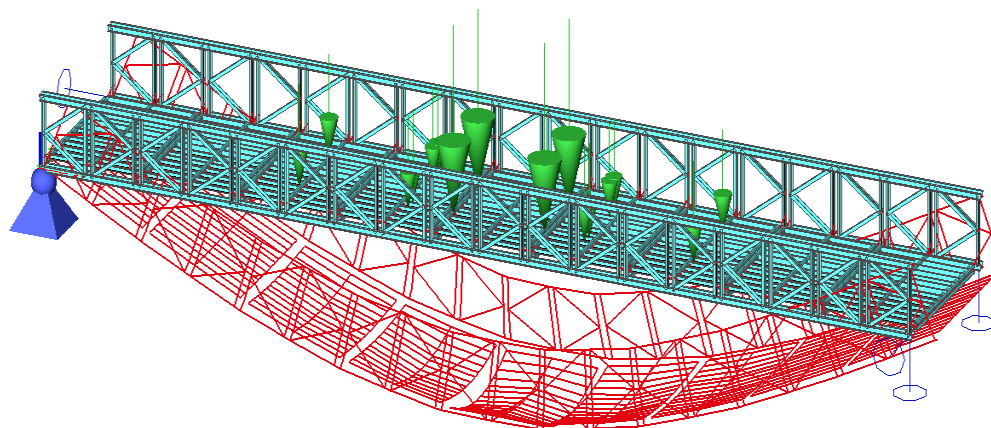


**NÁZOV PROJEKTU:**

**Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov  
v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne**

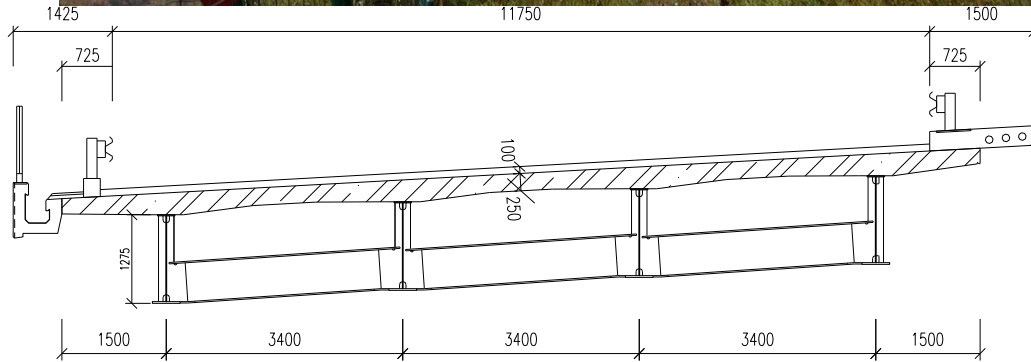
**VŠB TECHNICKÁ  
UNIVERZITA  
OSTRAVA**

**EDUMOS**

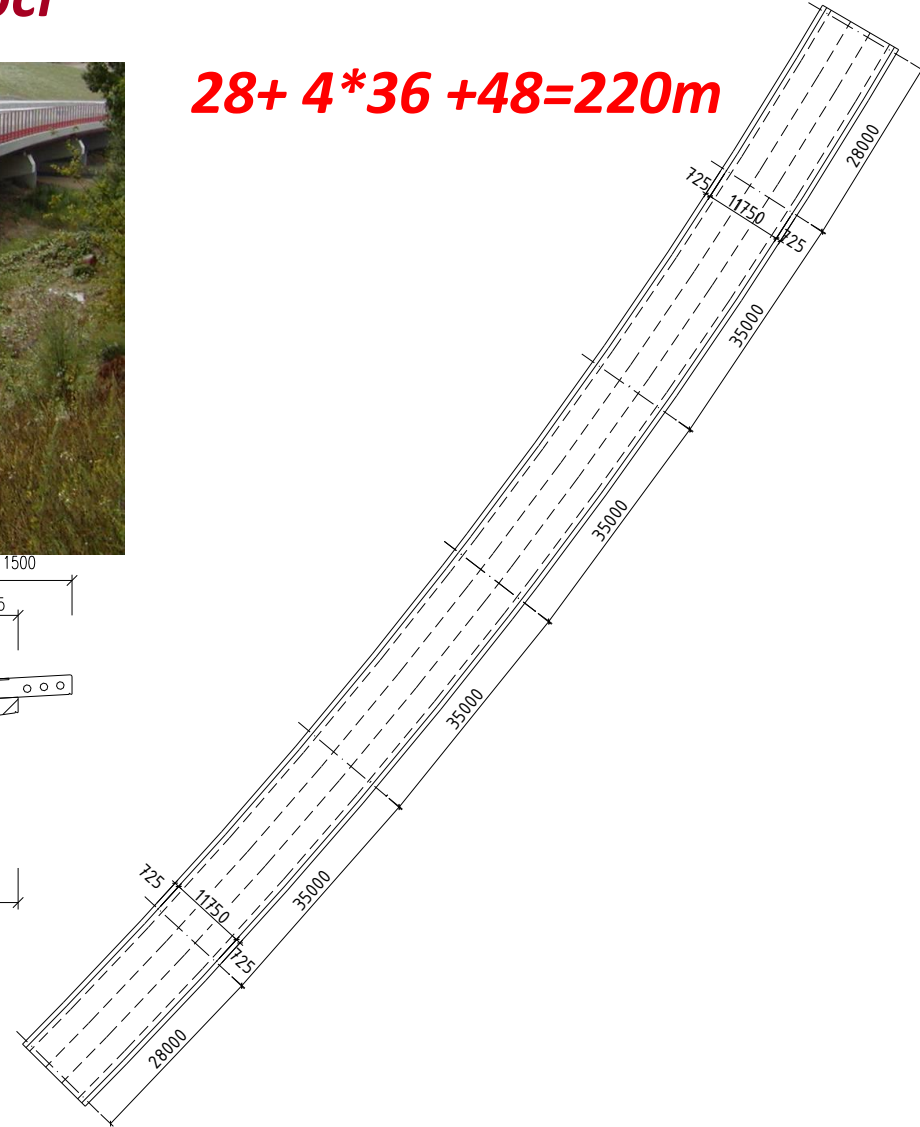


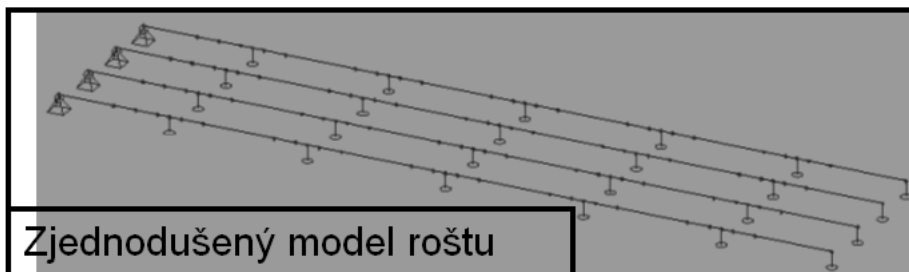


## Spriahnutý most na D1 pri Sverepci



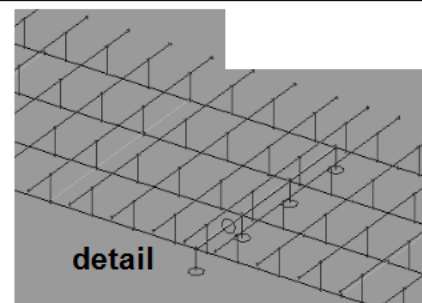
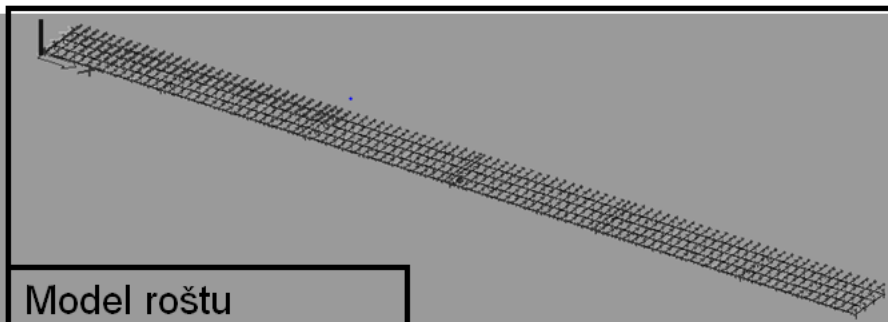
**28+ 4\*36 +48=220m**



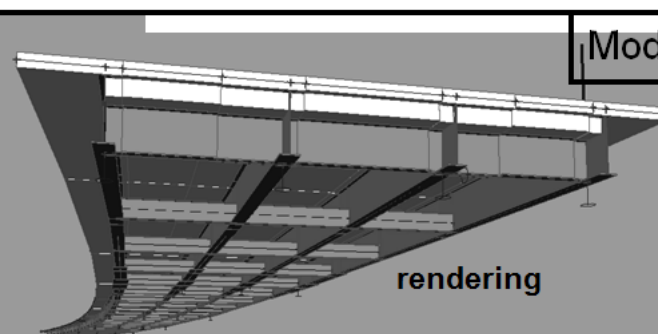
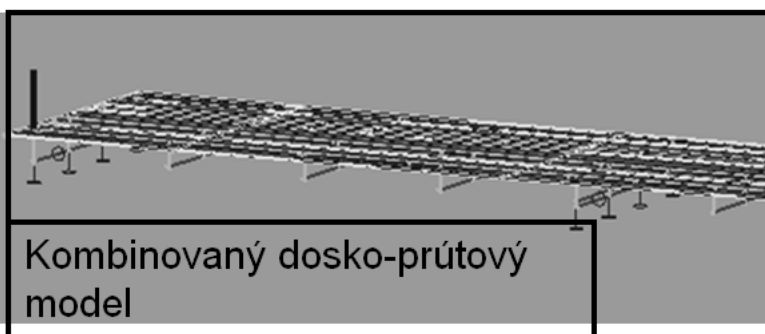


Model 3

+ nekonečne tuhé priečne  
stužidlo



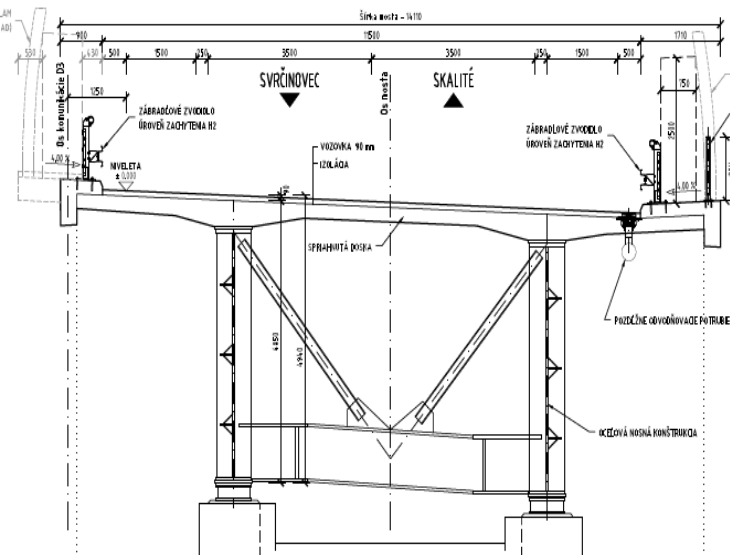
Model 2



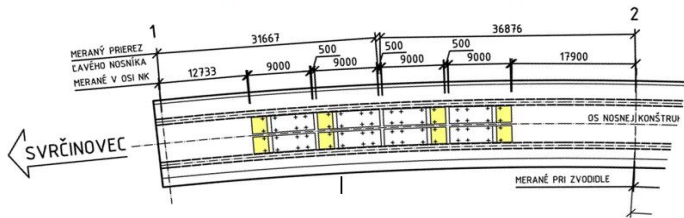
Model 1

## Most „Vršok na diaľnici D3“

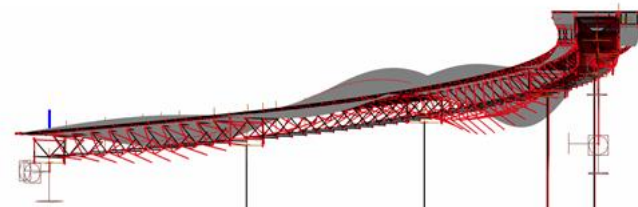
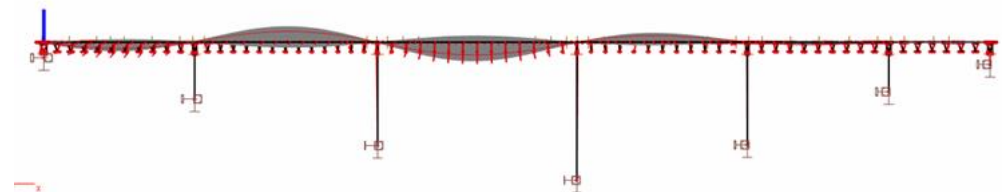
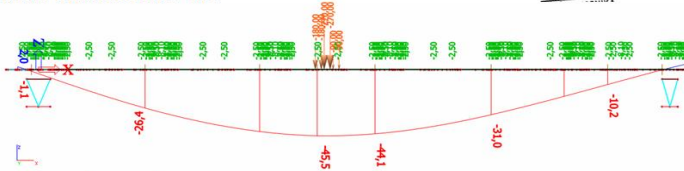
69,0 + 81,0 + 87,0 + 75,0 + 63,0 + 45,0 m celkovej dĺžky 422,0 m



POLOHA SKÚŠOBNÉHO ZATAŽENIA (ZAROVNANIE NA OS NOSNEJ KONŠTRUKCIE)

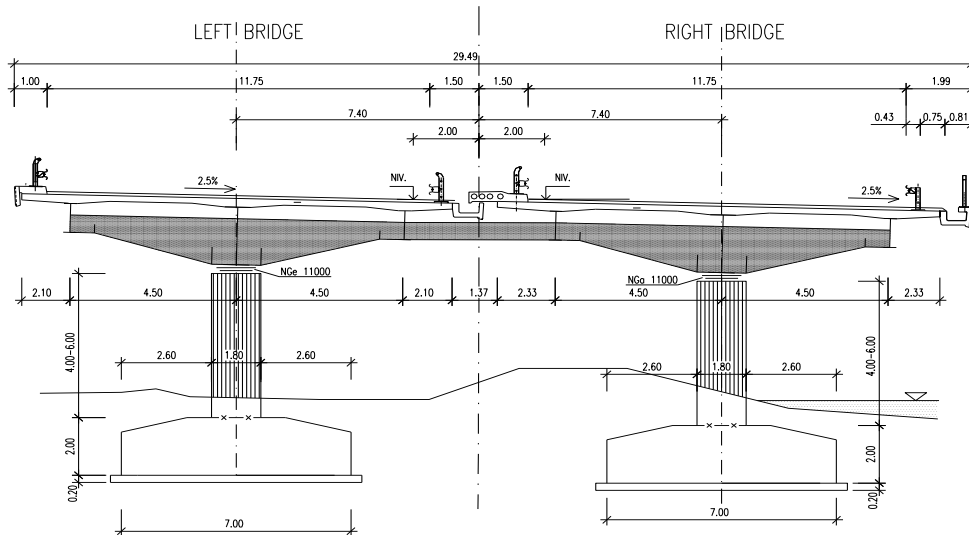


PRIEHYB ĽAVÉHO NOSNÍKA - LM1



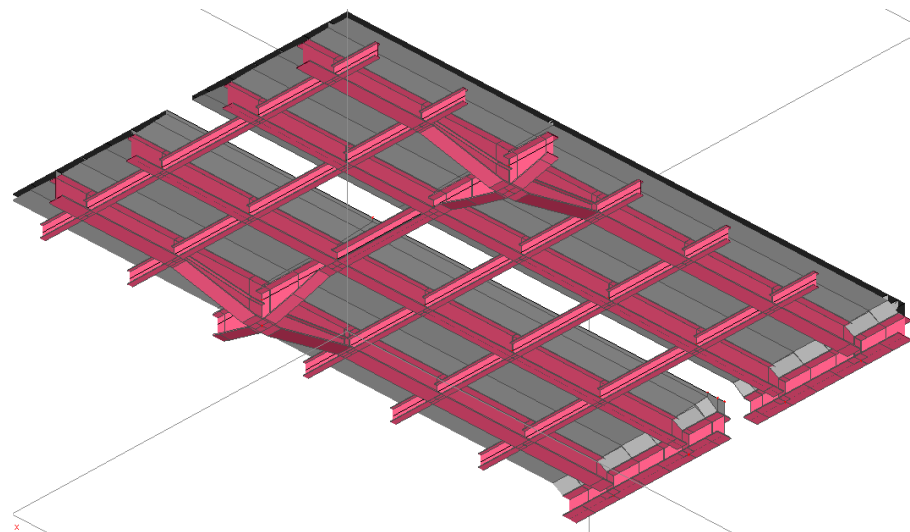
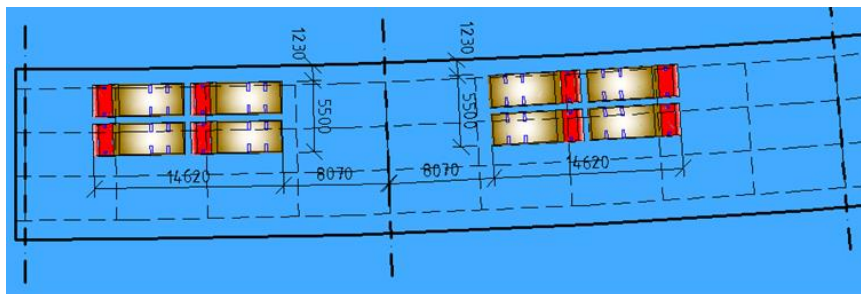
## Spriahnutý most na D1 cez rieku Poprad

20,550 + 9 x 25,685 + 20,550 = 272.265m



Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

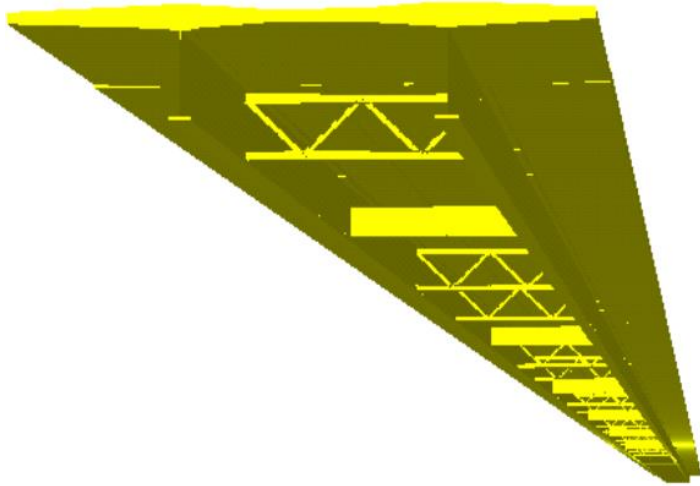
## *Spriahnutý most na D1 cez rieku Poprad*





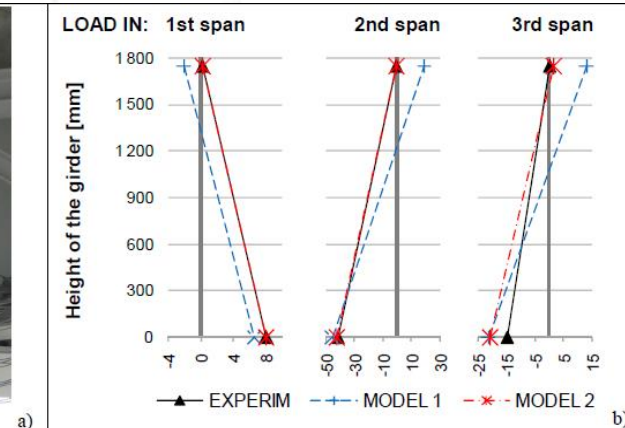
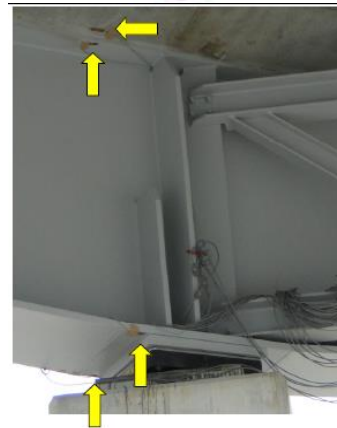
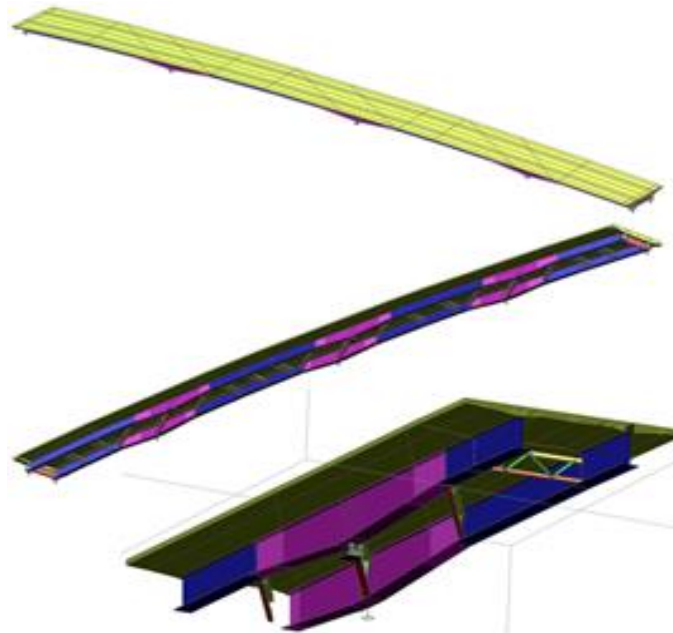
## *Spriahnutý most na diaľnici D1 „Hričovský kanál“*

**32,0 + 23 x 40,0 + 32,0 mm , celkom 984,0 m**



## Diaľničný nadjazd zo spriahnutej nosnej konštrukcie

21.0 + 31.2 + 23.8 + 21.0 m, výšky 1.3 až 1.8 m



## *Oblúkový most na diaľnici D1 „Jablonov-Studenec“*

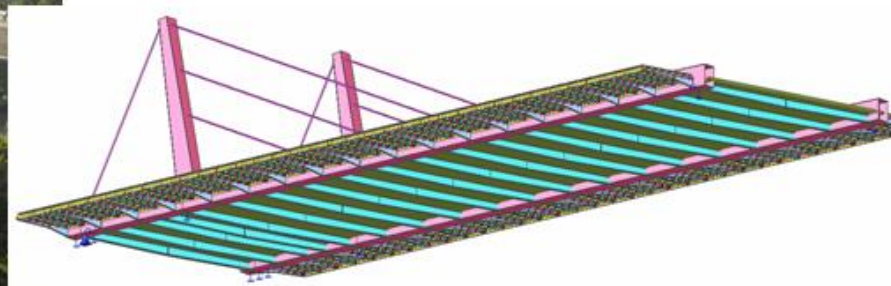
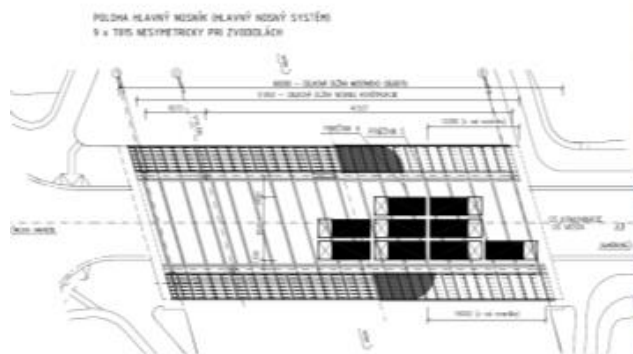


*60 m + 70 m + 3 x 80 m + 70 m + 60 m, celkom 669 m*

- Dva obluky vzájomne 7,0 m,
- Vzopätie od 14,3 do 17,8 m

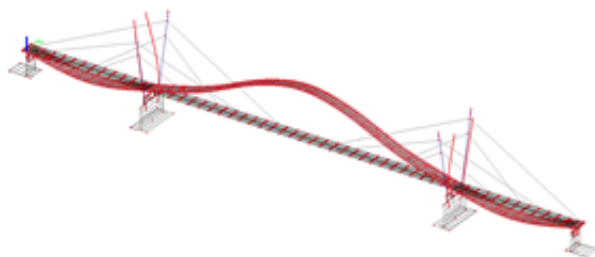
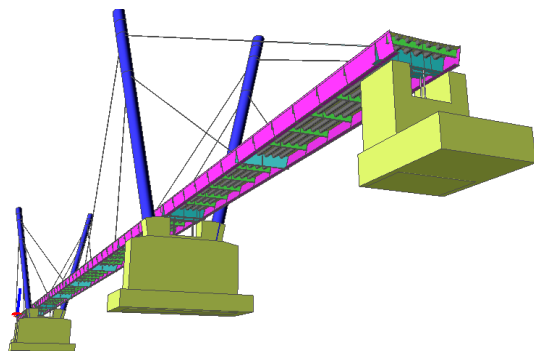
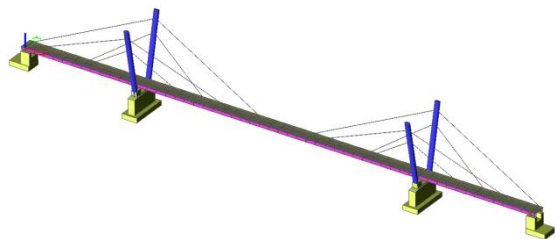


## Zavesený most rozpätie 41,53 m so závesmi z tyčí Macalloy.



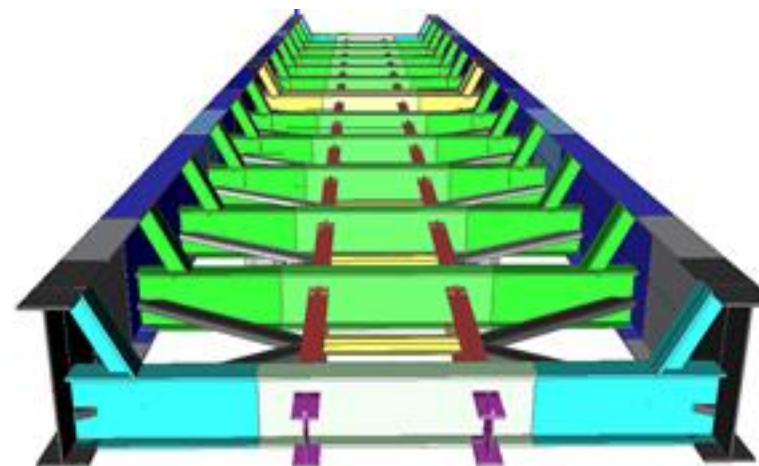
## Zavesený lávka

Turčianske Kľačany 38,8 + 94,5 + 37,8 m

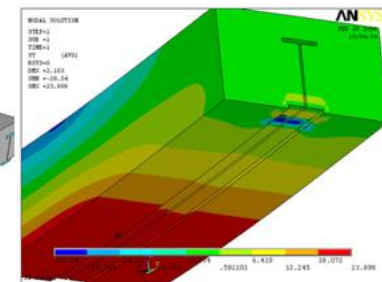
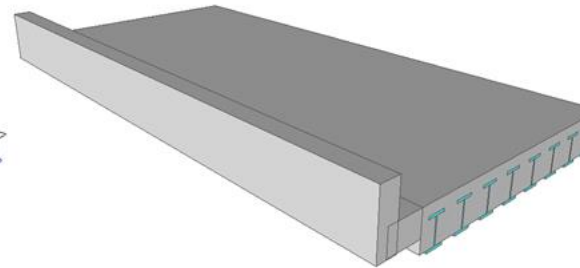
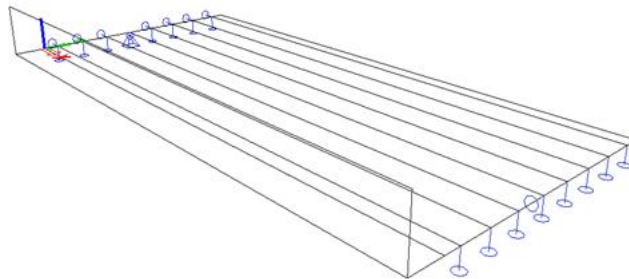
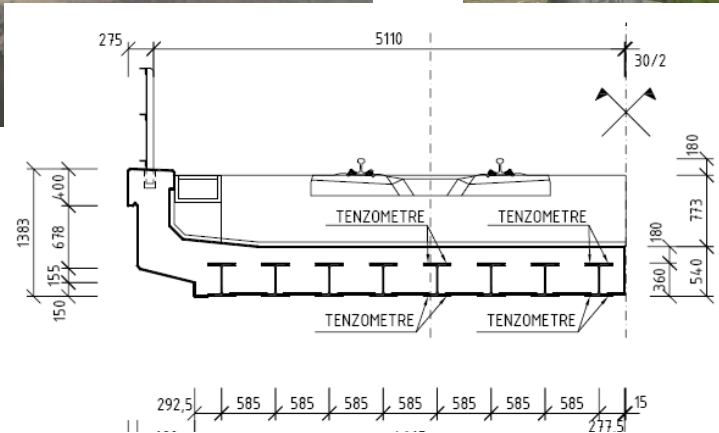
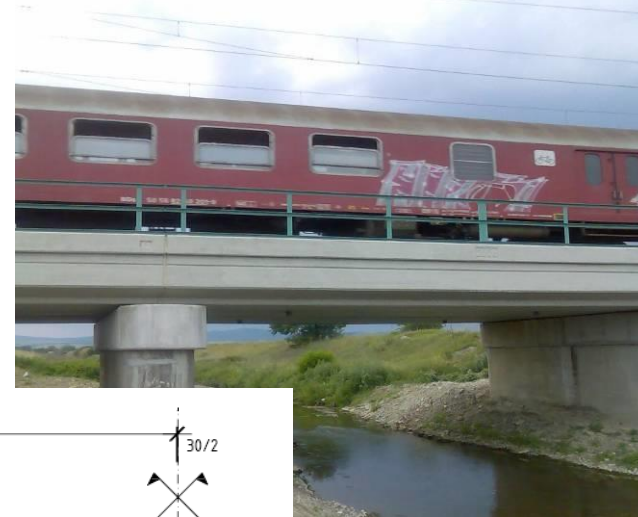


## Železničný most s dolnou mostovkou

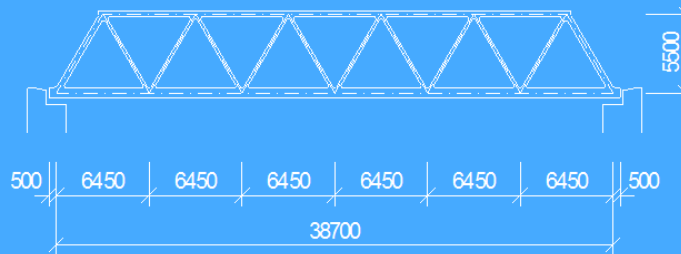
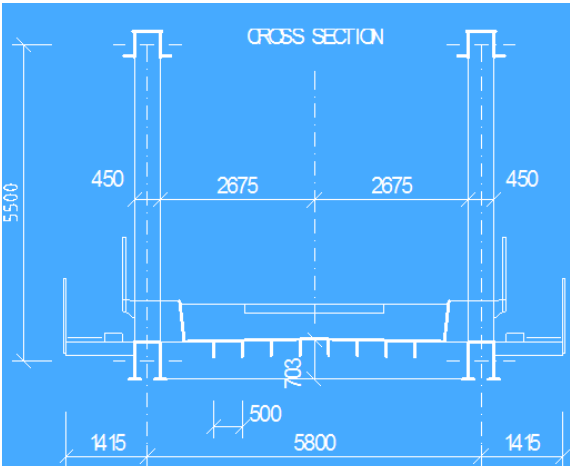
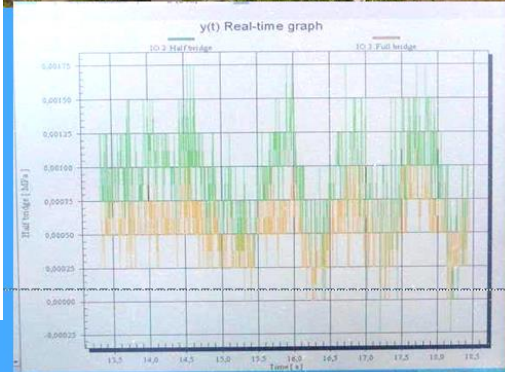
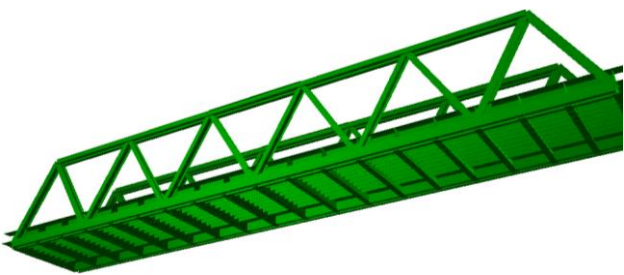
16.5 +17.25 m.



## Železničný most so zabetónovanými nosníkmi

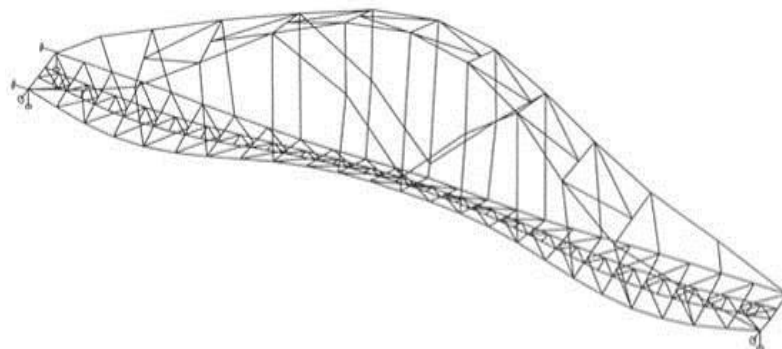


## Priehradový železničný most s PKL rozpätia 38.7 m



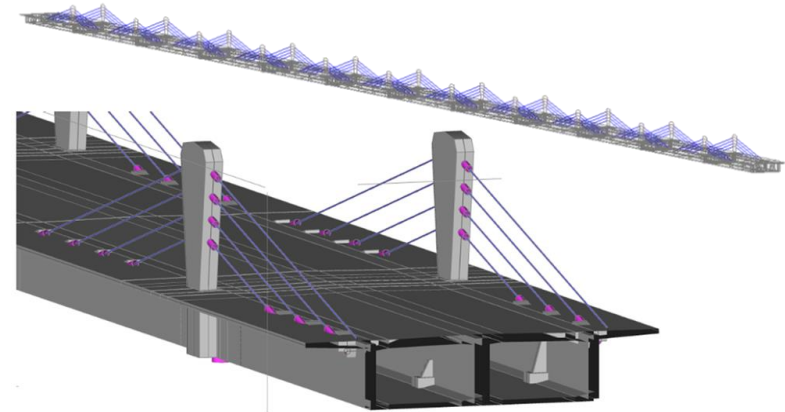


## Oblúkový železničný most typu Langrovho trámu



**-kritická rýchlosť 22.5 km/h**  
**-  $f_4 = 2.56$  Hz**

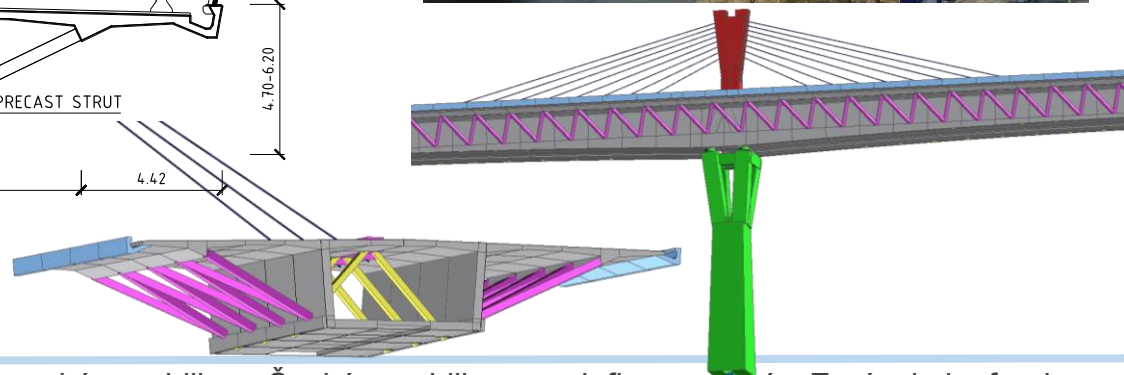
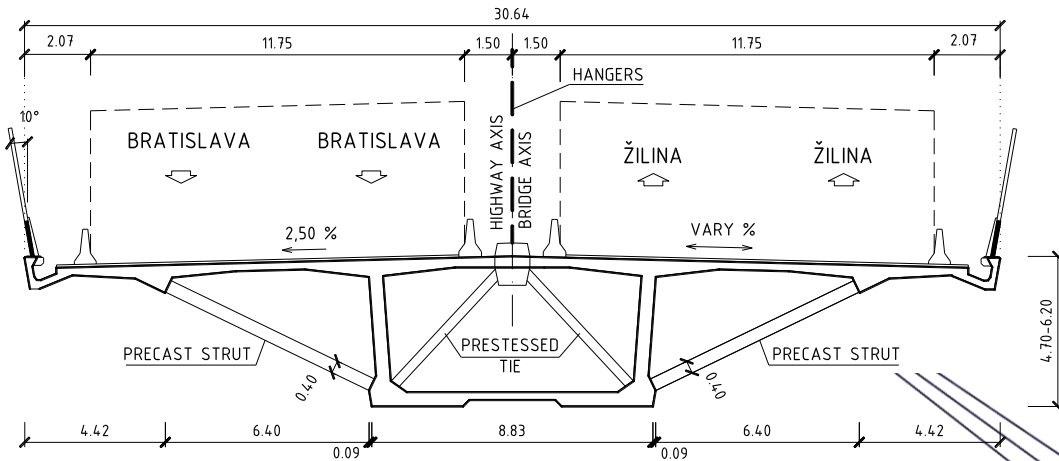
## ŽELEZNIČNÝ MOST CEZ NOSICKÚ PRIEHRADU TYPU „EXTRADOSED“ DLŽKY 959 M O 12 POLIACH S ROZPÄTIAMI 39 + 10 X 51,5 + 37,6 M



## DIAĽNIČNÝ MOST V POVAŽSKEJ BYSTRICI TYPU „EXTRADOSED“ dĺžky 959 m o 10 poliach s rozpätiami 34.2+48.8+70.8+6x122+68 m



Pylóny iba 14 m vysoké



## „LÁVKA PŘES ŘEKU MORAVU V ARCHEOLOGICKÉM PARKU MIKULČICE – KOPČANY“ o rozpětích 24,348 + 91,304 + 24,348 m.



**INTERREG V-A**  
SLOVENSKÁ REPUBLIKA  
ČESKÁ REPUBLIKA



**EURÓPSKA ÚNIA**  
**EURÓPSKY FOND**  
**REGIONÁLNEHO ROZVOJA**

SPOLOČNE BEZ HRANÍČ



**Projekt:** Lávka přes řeku Moravu včetně přístupové komunikace v archeologickém parku Mikulčice – Kopčany

**Cíl projektu:** Vystavba lávky a přístupových komunikací, propojení česko-slovenského přeshraničního Archeoparku Mikulčice – Kopčany a spojení dvou národních sítí cyklostezek

**Termín realizace:** 09/2017-12/2019

**Příspěvek z ERDF:** 3 227 271,98 EUR

**Zhotovitel stavby:** Společnost LÁVKA PŘES MORAVU - Doprastav STAVOKOV vedoucí společník: Doprastav, a.s., společníci: STAVOKOV spol. s.r.o., Doprastav CZ, s.r.o.

**Technický dozor investora:** Společnost TDI: LÁVKA PŘES MORAVU vedoucí společník: SHP TS s.r.o., společníci: SHP SK s.r.o., EXACT ING, s.r.o.

**Projektant:** NOVÁK & PARTNER, s.r.o.

**Rídící orgán:** Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky

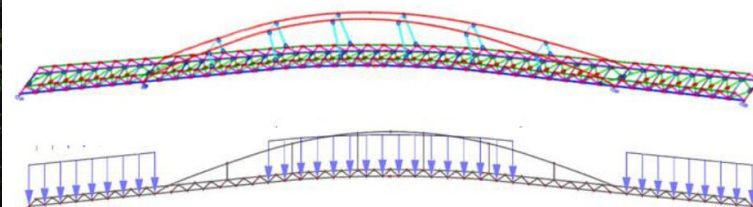
Projekt je spolufinancovaný Evropskou unií z Evropského fondu regionálního rozvoje (ERDF) v rámci programu spolupráce Interreg V-A Slovenská republika - Česká republika.



**Jihomoravský kraj**



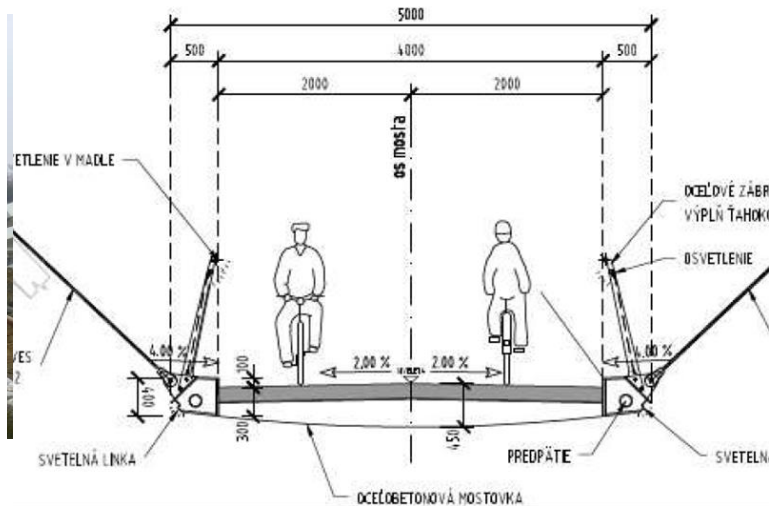
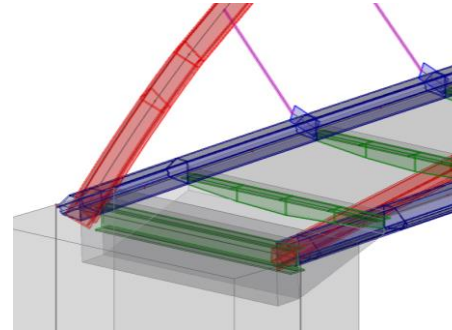
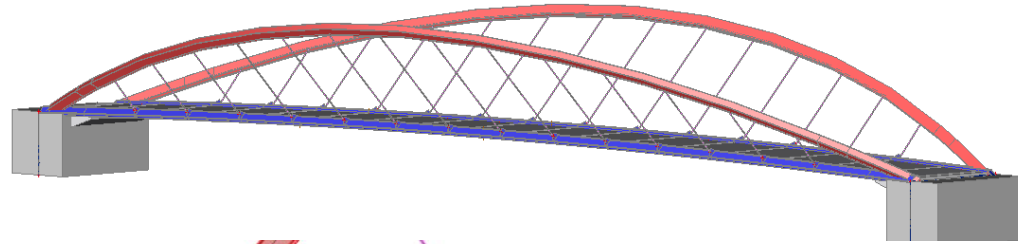
**TRNAVSKÝ SAMOSPRÁVNÝ KRAJ**



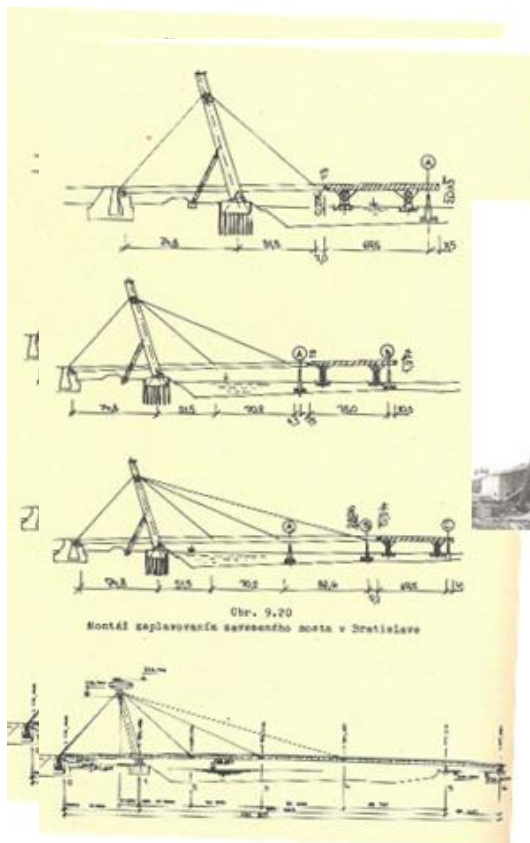
## CYKLOLÁVKA CEZ RIEKU NITRA o rozpätí 52,40 m



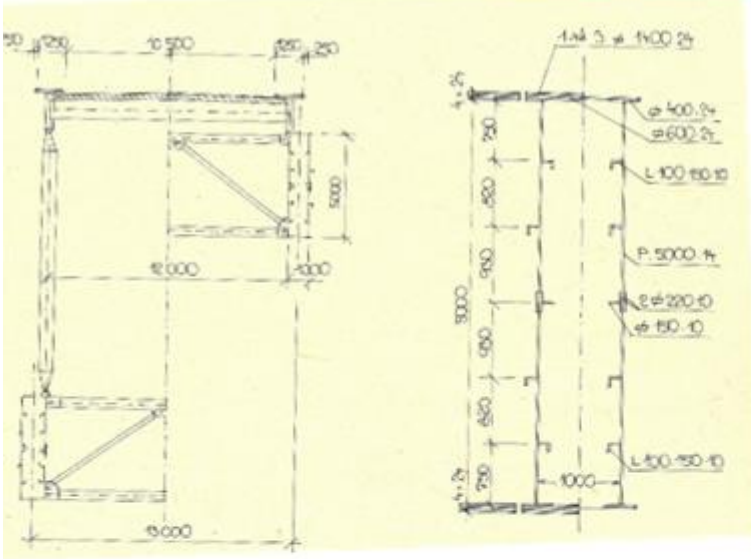
1:40:25



## Asymetrický zavesený most SNP s 303 m rozpätím



## Žďákovský oblúk 330 m



## ANALÝZA FATÁLNYCH NEDOSTATKOV STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ A DÔSLEDKOV Z NICH VYPLÝVAJÚCICH





## KLASIFIKÁCIA HAVÁRIÍ STAVIEB

Havárie stavieb sú štatistický **nevyhnutné**.  
Predstavujú cenný **experiment** v skutočnej mierke.  
**Neochota** poskytovať poznatky z fatálnych nedostatkov.  
Z **legislatívnych** dôvodov alebo poškodenia svojej **reputácie**.

**Totálny kolaps.**

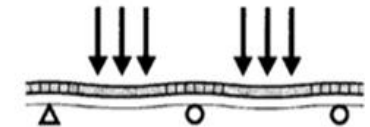
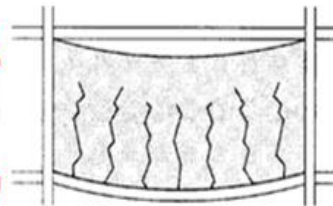
**Čiastočné zlyhanie** hlavných elementov.

**Riziko zrútenia** znamená potenciálnu haváriu

Stavby do piatich poschodí sú **nízke budovy**.

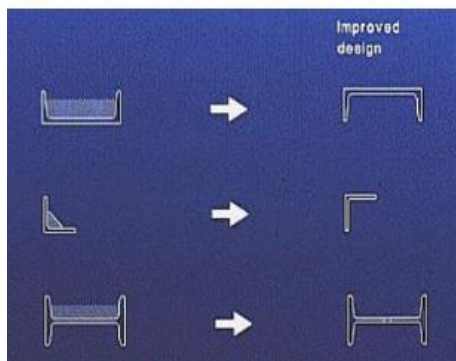
**Vyššie** viacposchodové budovy.

Vysoké a veľkorozponové **inžinierske stavby**



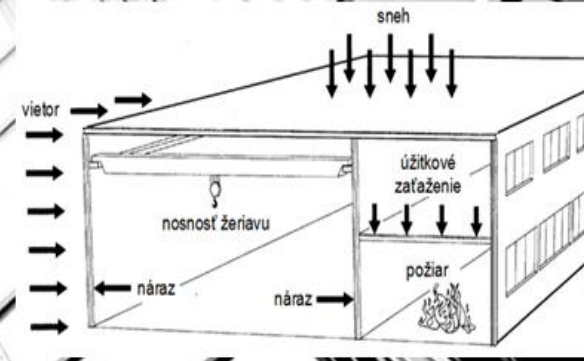
## PRÍČINY HAVÁRIÍ

**navrhovanie**, (opomenutie, nepochopenie, zámena, numerické omyly, nepozornosť,  
**stanovenie zaťaženia** (klimatických účinkov, mimoriadne kombinácie),  
**voľba materiálu**,  
**spracovanie projektovej dokumentácie** (zmeny pôvodnej koncepcie návrhu)  
 spoliehania na iných  
**vlastná výstavba** (kvalita prác, tolerancie a nerešpektovanie noriem)  
**správa a údržba** (opotrebovanie, poškodenie alebo nevhodné úpravy)



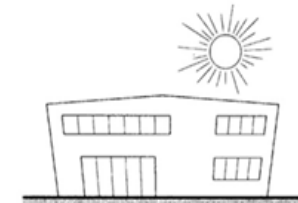
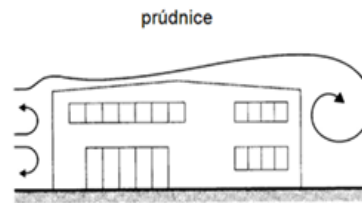
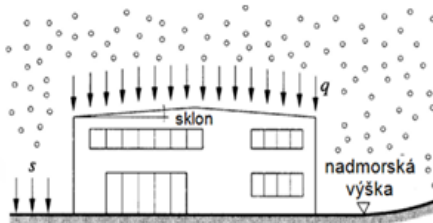
nedostatky diferencovane ovplyvňujú nosný systém:

- **podmieňujúce** faktory havárií,
- **inicializujúce** nedostatky,
- **procedurálne** príčiny



## ANALYZA VÝSKYTU HAVÁRII

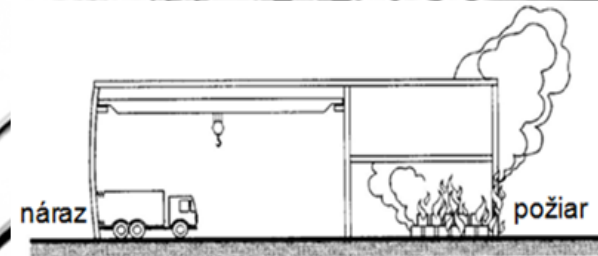
- priemerný vek najčastejšie zlyhávaných stavieb je **okolo 60** rokov,
- **dve tretiny** z celkového počtu predstavujú havárie **menších** budov a zapríčiňujú prevažujúce škody,
- najčastejšie v zimnom období od preťaženia snehom alebo vetrom,



- podľa obdobia existencie sa najviac udejú v priebehu **exploatácie**. Až **štyrikrát** viac ako počas výstavby.

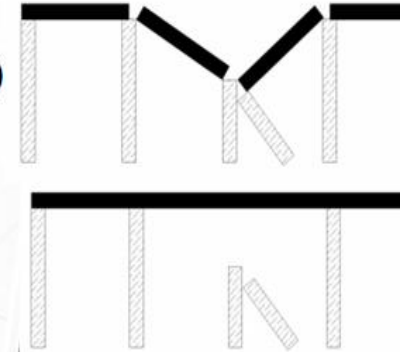
Dôvody:

- viac už **existujúcich** objektov ako vo **výstavbe**,
- **prevádzkovanie** stavieb dlhšie ako fáza **výstavby**,
- neprofesionálne **úpravy** budov.



## NÁSLEDKY HAVÁRIÍ

- **druh nehodovej udalosti** (rozsah materiálnych strát a následkov pre ľudí)
- **typ nosného systému** (citlivosť a robustnosť),
- **charakteristické parametre**, ( vek, použitý materiál a kvalita realizácie),
- **účel budovy** (potenciálny počet obetí, rozsah poškodeného vybavenia ),
- **poloha objektu** (mestské alebo vidiecke prostredie),
- **obsadenie budov** ( administratívne alebo obytné),
- **meteorologické podmienky počas nehodovej .**



## NÁSLEDKY HAVÁRIÍ

### 1. Ujmy na ľuďoch sú rozmanité:

- počet **obetí** (cena ľudského života: poisťovacia hodnota, strata príjmu v dôsledku úmrtia až po kvalitu života obete ),
- množstvo **ranených** (liečenie, rehabilitácie, stratu príjmu),
- **psychologické** ujmy (tieseň a depresíí zo straty nielen majetku).

### 2. Ekonomické škody:

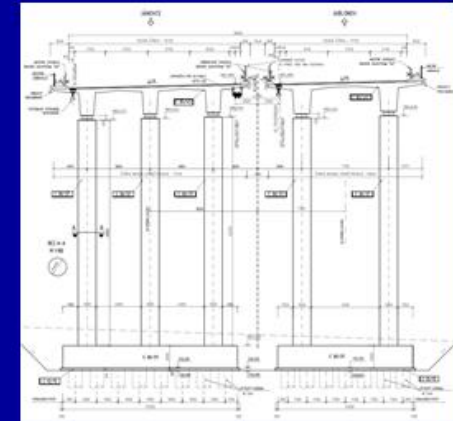
- **stavebné náklady**,
- **nekonštrukčné výdaje** (vybavenie a zariadenie ),
- **náklady na dislokáciu**,
- **straty z prerušenia produkcie**,
- **náklady na odpratanie** sutín,
- **náklady na záchranárske práce**, STN EN 1990
- **škody z prerušených aktivít regiónu**,
- **náklady na šetrenie príčin havárie**,
- **poškodenie dobrého mena**.

### STN EN 1991-1-7, STN EN 1990

Consequence class	Example of categorisation of building type and occupancy
1	Single occupancy houses not exceeding 4 storeys. Agricultural buildings. Buildings into which people rarely go, provided no part of the building is closer to another building, or area where people do go, than a distance of 1 1/2 times the building height.
2a Lower Risk Group	5 storey single occupancy houses. Hotels not exceeding 4 storeys. Flats, apartments and other residential buildings not exceeding 4 storeys. Offices not exceeding 4 storeys. Industrial buildings not exceeding 3 storeys. Retailing premises not exceeding 3 storeys of less than 1 000 m <sup>2</sup> floor area in each storey.
2b Upper Risk Group	Single storey educational buildings All buildings not exceeding two storeys to which the public are admitted and which contain floor areas not exceeding 2000 m <sup>2</sup> at each storey. Hotels, flats, apartments and other residential buildings greater than 4 storeys but not exceeding 15 storeys. Educational buildings greater than single storey but not exceeding 15 storeys. Retailing premises greater than 3 storeys but not exceeding 15 storeys. Hospitals not exceeding 3 storeys. Offices greater than 4 storeys but not exceeding 15 storeys. All buildings to which the public are admitted and which contain floor areas exceeding 2000 m <sup>2</sup> but not exceeding 5000 m <sup>2</sup> at each storey. Car parking not exceeding 6 storeys.
3	All buildings defined above as Class 2 Lower and Upper Consequences Class that exceed the limits on area and number of storeys. All buildings to which members of the public are admitted in significant numbers. Stadia accommodating more than 5 000 spectators Buildings containing hazardous substances and/or processes

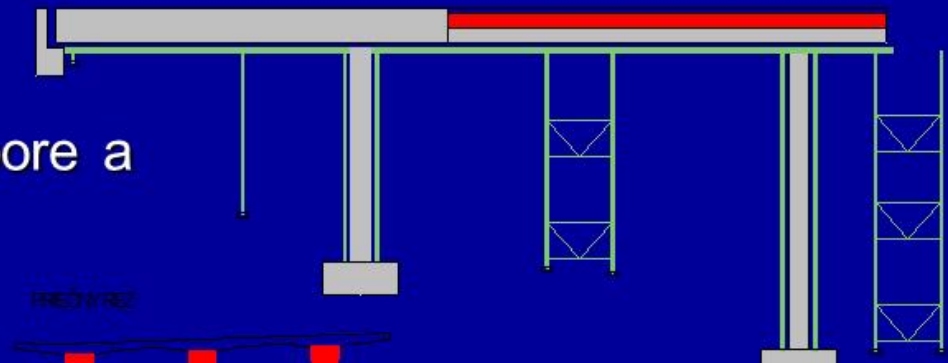
## NEDOSTATKY NÁVRHU PODPERNEJ KONŠTRUKCIE

Mostný objekt na diaľnici z dodatočne predpäťého betónu s rozpätiami 27,9 m + 3 x 39,86 m + 27,9



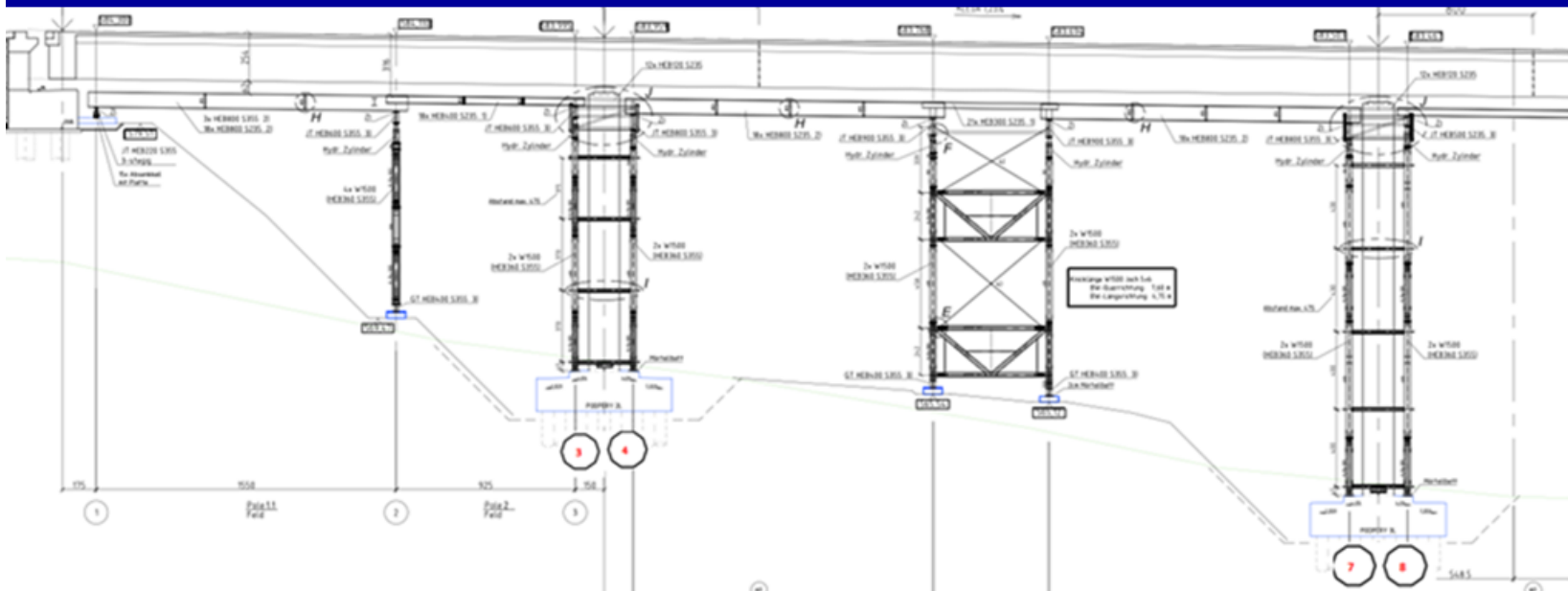
Most budovali v **piatich** pracovných etapách.

Prvá začínala na krajnej opore a siahala za pilier č. 2.



## NEDOSTATKY NÁVRHU PODPERNEJ KONŠTRUKCIE

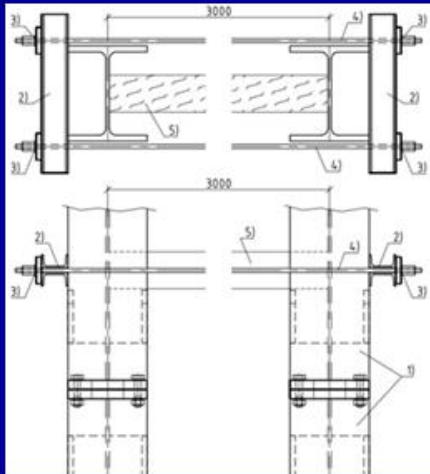
**Kritická druhá** etapa obsahovala betonáž zostávajúcej časti druhého poľa o rozpätí 39,86 m ako aj **8,0 m** konzoly presahujúcej za pilier č. 3 do nasledujúceho tretieho poľa.



Podperné veže 3,4 a 7,8 zhotovili ako typizované rozoberateľné nosné systémy tvorené dvoma stojkami z **HEB 360 S355**.

## NEDOSTATKY NÁVRHU PODPERNEJ KONŠTRUKCIE

Na týchto vežiach pri pilieroch č.2 a č.3 je priečna stabilita zvislých vežových stĺpov zabezpečovaná iba pozdĺžne orientovanými vodorovnými **drevenými** hranolmi 140 x 140 mm a dvojicami **ťahadiel** z tyčí  $\varnothing$  15 mm St 900/1100.

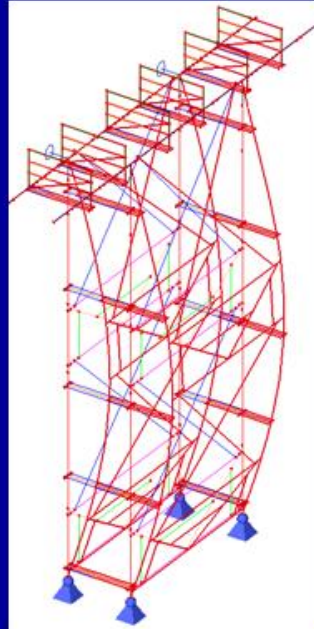
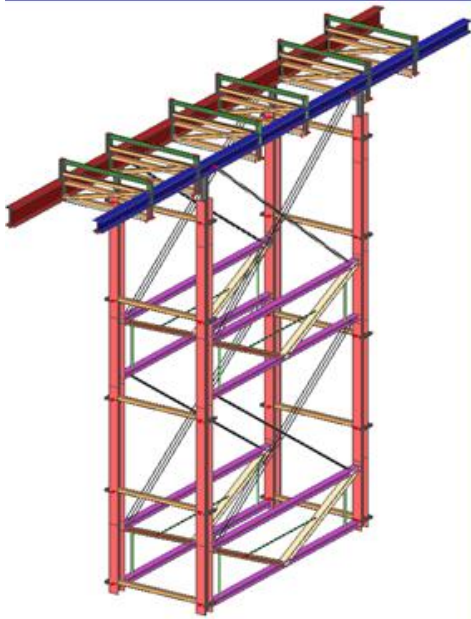


V priečnom smere sú stojky spojené stužidlami **polopriečkovej priehradovej** sústavy. Osadili ich v úrovni uloženia stojok na priečne základové nosníky a ďalej vyššie vo vzdialenosti 3,0 m.



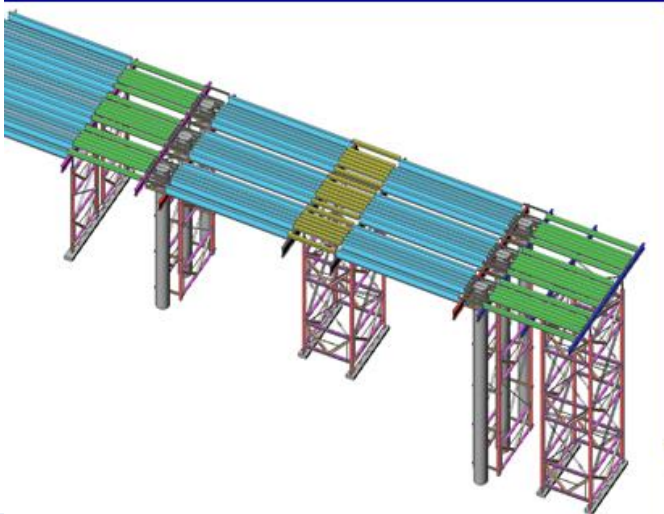
## NEDOSTATKY NÁVRHU PODPERNEJ KONŠTRUKCIE

Betonáž trámov ukončili okolo 13,30 h. Nasledovalo zhotovenie **mostovkovej dosky**. Po zhotovení dosky do vzdialenosti asi 10 m od piliera došlo o 14,18 h k náhlemu zrúteniu betónovanej časti. Trvalo okolo **10 sekúnd**, bez predchádzajúceho **varovania** zvukovými efektmi.



## NEDOSTATKY NÁVRHU PODPERNEJ KONŠTRUKCIE

Prepočet preukázal, že rovinné veže 3 a 4 a hlavne 7 a 8 sú mimoriadne **poddimenzované**. Okrem chybnjej **orientácie** prierezu stĺpov týchto veží, navyše absentuje aj ich adekvátne vzájomné **prepojenie** stužením v **pozdĺžnom** smere mosta. Nie ako členené stĺpy vybočiliú na celú výšku. Keďže táto veľkosť vzpernej dĺžky bola väčšia v prípade veží č. **7 a 8**, práve oni boli najslabším prvkom podperného systému.



## NEDOSTATKY NÁVRHU PODPERNEJ KONŠTRUKCIE

Objavil sa však posudok presunujúci dôvod' havárie z neadekvátnej podpernej konštrukcie na **zakladanie**, ktoré realizovala stavba.

Absenciou uloženia **geotextílie**.

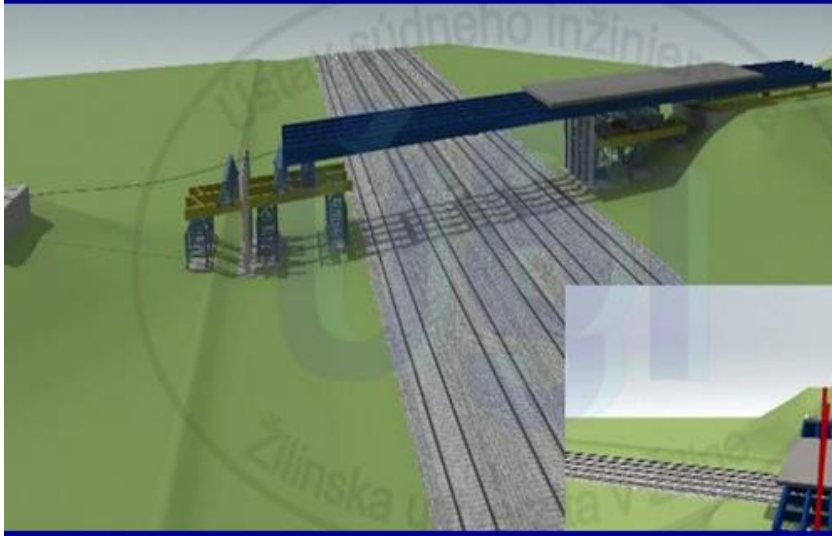
Šikmá veža v Pise a po stáročia niektoré vychýlené kostolné veže dokumentujú pôsobenie únosných základov aj na stlačiteľnom podloží.

Iný **časovo** rozdielny mechanizmus dosiahnutia medzného stavu v porovnaní s náhlou skratov stability konštrukcií, prípadne ich prvkov.



## NEDOSTATKY NÁVRHU PODPERNEJ KONŠTRUKCIE

Z dôvodu nevyhovujúceho stavu mostovkovej dosky bolo potrebné vymeniť železobetónovú dosku. Rekonštrukcia spočívala vo **vysunutí** hlavnej nosnej konštrukcie mosta o **32 m** za oporu. Tým sa mali vylúčiť búracie práce nad veľmi frekventovanou koridorovou elektrifikovanou železničnou traťou.



## NEDOSTATKY NÁVRHU PODPERNEJ KONŠTRUKCIE

Presun konštrukcie mosta spočíval v tom, že most vždy z **troch** roznášacích nosníkov podopierali iba **krajné dva**. Pri tomto usporiadaní sa uskutočnil jeden krok presunu tým, že zaťažené vozíky sa premiestnili o **4 m**. Pomocou hydraulických lisov pridvihli nosnú konštrukciu a uvoľnili jeden aktívny roznášací nosník. Tiaž vysúvaného mosta presunuli na doteraz neaktívny stredný roznášací nosník.



## NEDOSTATKY NÁVRHU PODPERNEJ KONŠTRUKCIE

Spätné zasunutie mosta sa realizovalo pri **plnej** prevádzke a pod napätím 3 kV.

Po 27s jazdy vlaku v **90 km/h** rýchlosti narazil do trosiek mosta. Pri obmedzenej rýchlosti na **50 km/h** by tak vlak zastavil za 16,3 sekúnd po prejdenej dráhe iba 113,1 m bezpečne pred zrúteným mostom.

Presúvanie zodpovednosť **hore na zasúvaciú** dráhu. Prirovnaním k stoličke nesúcej stolček.

**Podcenená** zákazka a **šetrenie** na vylúkach.



## SPRÁVA A ÚDRŽBA

Most prestal byť využívaný tranzitnou dopravou.

Úplna absencia údržby.

Elektrokorózia bludnými elektrickými prúdmi.

Zrútenie záchytných zariadení a poškodenie inštruktúry

Procedurálne problémy s nejasnými vlastníckymi vzťahmi.



## SPRÁVA A ÚDRŽBA

Klenbový masívny most v traťovom úseku postavený v roku 1910.  
Škáry na styku od nedokonalého odvodnenia zásypu.  
Parapetné mury už nevytknuté do okrajov oblúka.  
Vyklonenie steny a sadnutiu ľavého koľajnicového pása.  
Nerovnosť odstraňovala štandardným postupom.  
Príťažiením štrkom a impulzmi od podbíjania došlo  
k zrútenia časti mosta a zosuvu železničného zvršku.





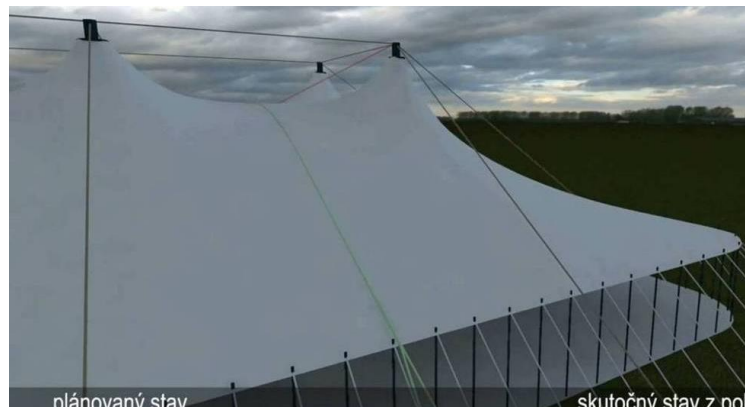
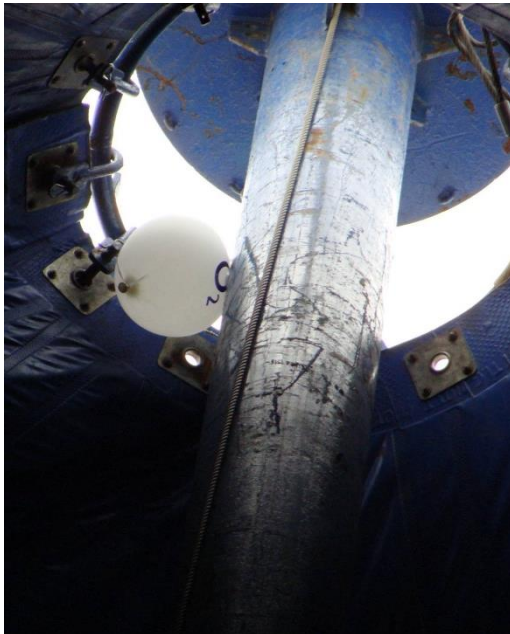
## HAVÁRIA PROVIZÓRNEJ KONŠTRUKCIE PRI ZAŽAŽENÍ VETROM

- ▶ Kruhové 300 mm stĺpy výšky 15 m v osovej vzdialenosti po 15 m
- ▶ Úložná doska 500 x 500 mm, stabilizovanú štyrmi kotvami kruhového prierezu 45 mm do hĺbky asi 1.0 m.
- ▶ Okolo čapov na úložnej doske sa vztyčujú do zvislej polohy.
- ▶ Vrcholy stĺpových stožiarov vzájomne horizontálne prepojené stabilizujúcimi lanami 12 mm



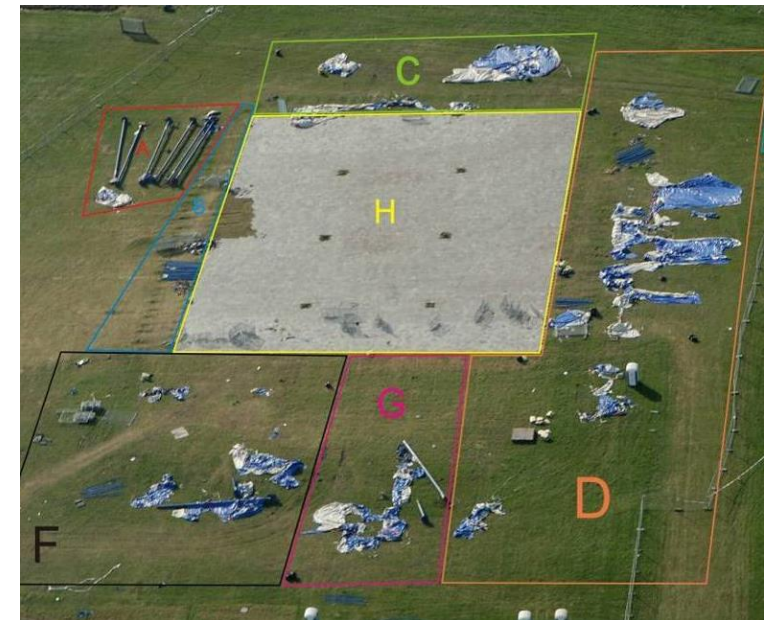
## HAVÁRIA PROVIZÓRNEHO OBJEKTU

- ▶ Plachta na zemi upevnená do kruhových nosných prstencov
- ▶ Cez kladky vyzdvihnutá k vrcholu stĺpov do výšky 14 m
- ▶ Medzi stĺpmi má **3 m** priestor
- ▶ Tvar zaisťujú platené napínacie pásy hrúbky 3,6 mm a šírky 73 mm, kotvené do terénu.



## HAVÁRIA PROVIZÓRNEHO OBJEKTU

- ▶ Pri mimoriadne nepriaznivom počasí došlo k zrúteniu stanovnej konštrukcie s tragickými následkami v dôsledku pádu ťažkých oceľových stôžiarov
- ▶ objekt pri tomto mimoriadnom zaťažení **nebol** uzavretý zvislými obvodovými stenami



## HAVÁRIA PROVIZÓRNEHO OBJEKTU

► Na klasifikáciu rýchlosti vetra je pri havarovanej konštrukcii užitočná **Beaufortova** stupnica, odhadujúca rýchlosť vetra podľa jeho účinkov. Dokumentovaná záznamami účinkov vetra viacerými svedkami

Stupeň	Rýchlosť vetra [m/s]	Označenie	Účinky
0	0 – 0,5	<u>kľud</u>	
1	0,5 – 1,7	vánok	dym rovno stúpa
2	1,7 – 3,3	ľahký vietor	pozorovateľný na tvári
3	3,3 – 5,2	slabý vietor	pohybujú sa listy
4	5,2 – 7,4	mierny vietor	pohybujú sa malé vetvy na stromoch
5	7,4 – 9,8	čerstvý vietor	pohybujú sa aj väčšie konáre
6	9,8 – 12,4	silný vietor	pohybujú sa slabšie stromy
7	12,4 – 15,2	prudký vietor	ohýbajú sa silné konáre
8	15,2 – 18,2	búrlivý vietor	obťažná chôdza, lámu sa konáre
9	<b>18,2 – 21,5</b>	<b>búrka</b>	<b>premiestňujú sa ľahké predmety, lámu sa konáre</b>
10	21,5 – 25,1	silná búrka	vyvracanie stromov, lámanie telegrafných stĺpov
11	25,1 – 29	ničivá búrka	veľké škody
12	29 a viac	orkán	katastrofálne škody

## ZAŤAŽENIA VETROM STN EN 1991-1-4

- ▶ Vzdušný prúd pri jeho rýchlosti  $v$  s hustotou vzduchu  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ , pôsobí na miesto konštrukcie **dynamickým** tlakom  $q_0 = 0,5 \cdot \rho \cdot v^2$ ,
- ▶ **Fundamentálna** hodnota  $v_{b,0}$  je charakteristická 10-minútová stredná rýchlosť vetra nezávisle od jeho smeru a času výskytu v roku vo výške 10 m nad úrovňou terénu. Z **mapy** referenčných rýchlostí vetra v mieste havárie je fundamentálna rýchlosť  $v_{b,0} = 24 \text{ m/s}$
- ▶ **Základná** rýchlosť vetra plynie zo vzťahu  $v_b = c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{season}} \cdot v_{b,0}$
- ▶ Súčiniteľ smerovosti  $c_{\text{dir}}$  je rovný 1,0 aj hodnota súčiniteľa sezónnosti  $c_{\text{season}} = 1,0$ .
- ▶ **Stredná** rýchlosť vetra  $v_m(z)$  vo výške  $z$  nad terénom závisí od **drsnosti** terénu a od základnej rýchlosti vetra  $v_b$  podľa vzťahu

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 24 \text{ m/s}$$

- ▶ Terén v mieste havárie objektu nevykazuje prekážky, ktoré by spôsobovali jeho **drsnosť**, preto  $c_r(z) = 1,0$ . Navyše je rovinný, preto účinky **orografie** sú zanedbateľné a tak aj  $c_o(z) = 1,0$
- ▶ **Základný** tlak  $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 24^2 = 0,36 \text{ KN/m}^2$
- ▶ **Špičkový** tlak vetra  $q_p(z)$  v referenčnej výške konštrukcie stanu  $z_e = 11,2 \text{ m}$  vystihujúci vplyv strednej rýchlosti a krátkodobých fluktuácií rýchlosti vetra sa stanoví zo vzťahu
 
$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$$
- ▶ Súčiniteľ **vystavenia** vetru  $c_e(z) = q_p(z)/q_b$  sa stanoví zo vzťahu

## ZAŽAŽENIA VETROM

- **Intenzita turbulencie  $I_v(z)$**  pre kategóriu terénu II s dĺžkou drsnosti  $z_0 = 0,05$  m vo výške  $z = 11,2$  m nad terénom so súčiniteľom turbulencie  $k_I = 1,0$  a súčiniteľom orografie  $c_0 = 1,0$  sa určí zo vzťahu

$$I_v = \frac{k_I}{c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{11,2}{0,05}\right)} = 0,1848$$

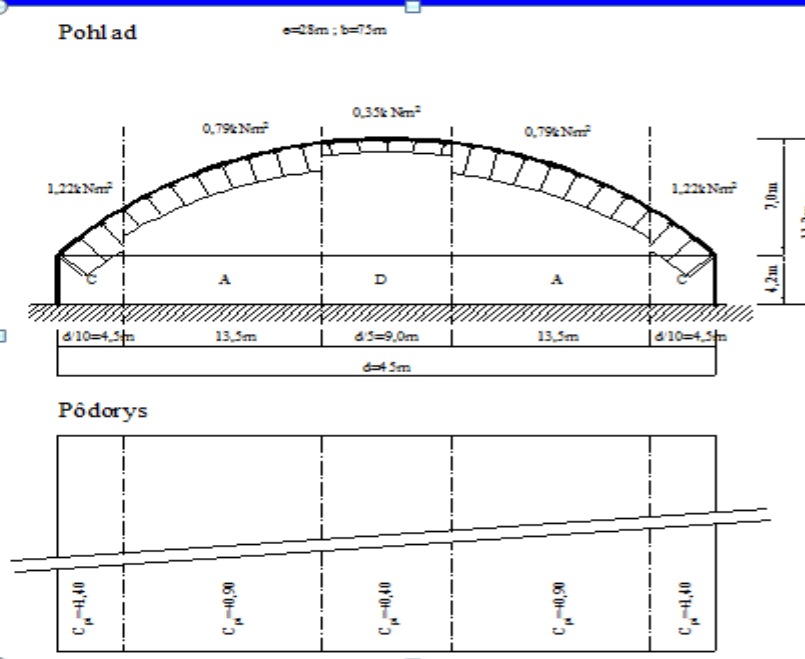
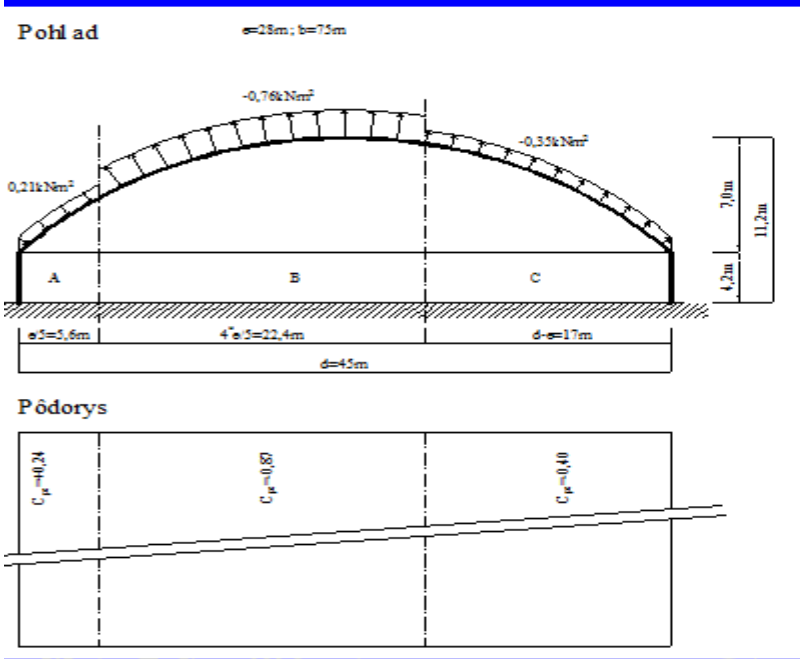
Súčiniteľ **terénu** pre dĺžku drsnosti  $z_0 = 0,05$  v kategórii územia **II**

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,05}{0,05}\right)^{0,07} = 0,19$$

Súčiniteľ **expozície**

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{11,2}{0,05}\right) = 1,03$$

## ZAŤAŽENIA VETROM Na uzavretú konštrukciu Na otvorenú konštrukciu

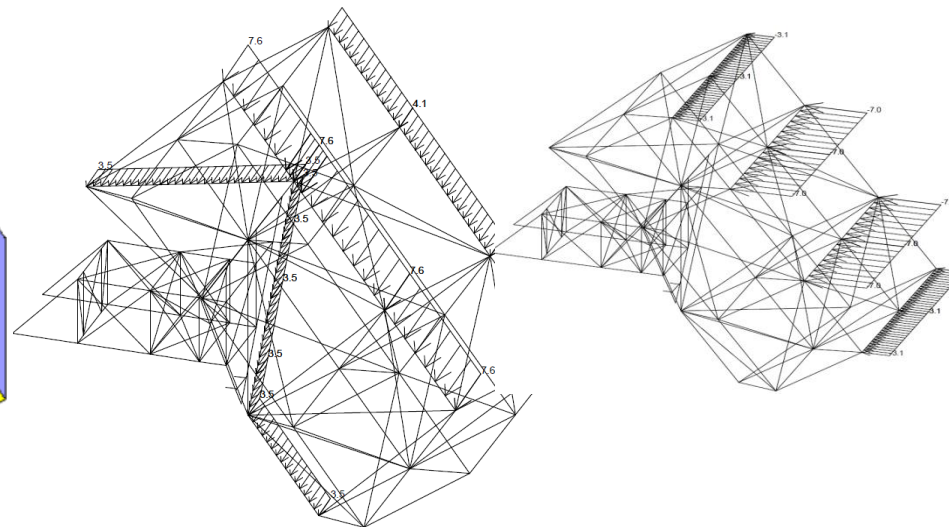
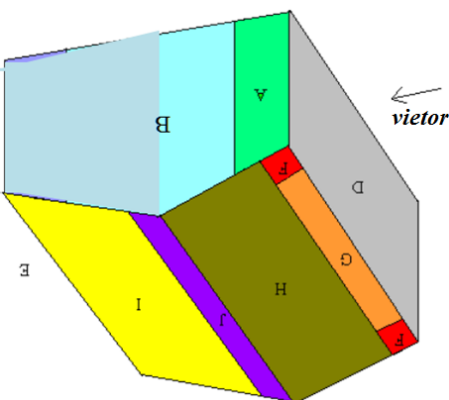
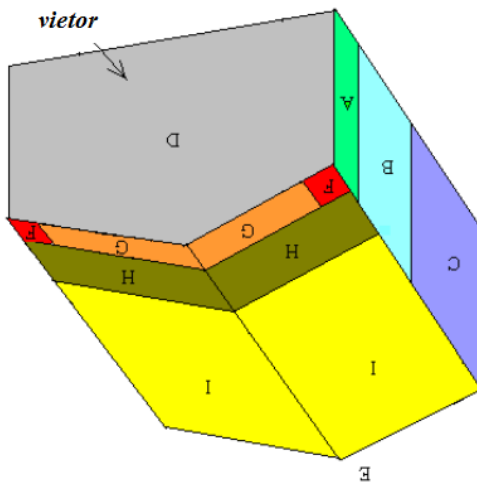
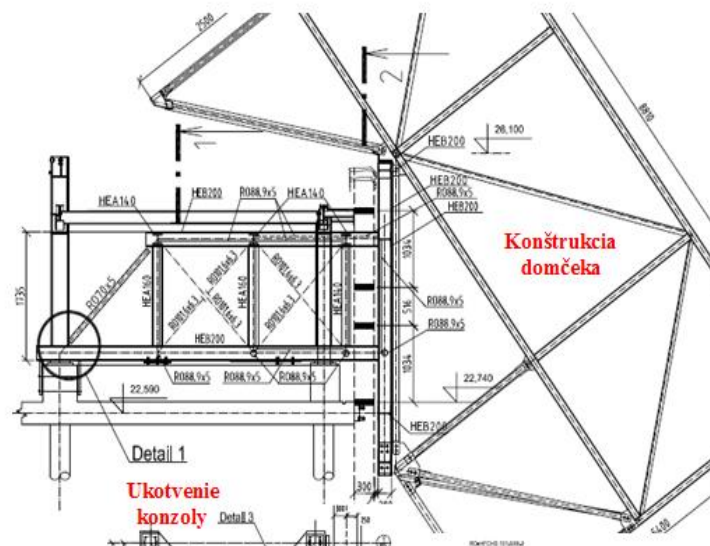
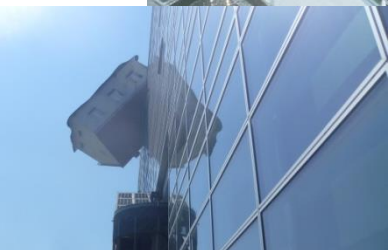
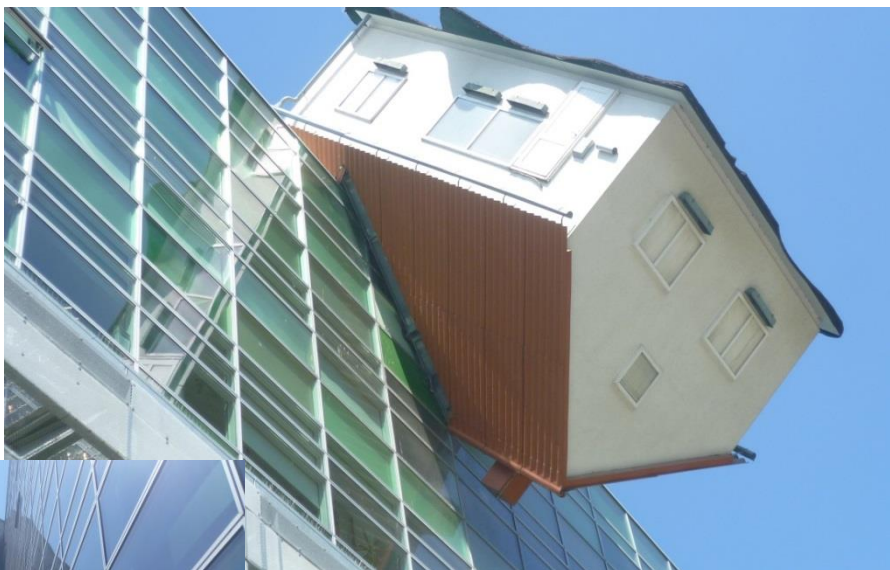


### Na otvorenú konštrukciu

- ▶ Sila vetra  $F_w$  pôsobiaca na konštrukciu alebo jej časť sa určí zo vzťahu
- ▶  $F_{standard} = \gamma_f \cdot 15 \cdot w_e \cdot d_i + \gamma_f \cdot 15 \cdot w_i \cdot d_i = 1,3 \cdot 15 \cdot (0,21 \cdot 5,6 - 0,76 \cdot 22,4 - 0,35 \cdot 17) + 1,3 \cdot 15 \cdot (1,22 \cdot 4,5 + 0,79 \cdot 13,5 + 0,35 \cdot 9,0 + 0,79 \cdot 13,5 + 1,22 \cdot 4,5)$
- ▶  $= -1\ 116,53\ KN$        $F_{original} = -496,1\ KN$ .

Pri otvorenej konštrukcii je únosnosť prekročená viac ako **DVOJNÁSOBNE !!!**

## UMELECKÝ VÝTVOR „WURMHAUS“ NA BUDOVE CENTRÁLY STRABAG

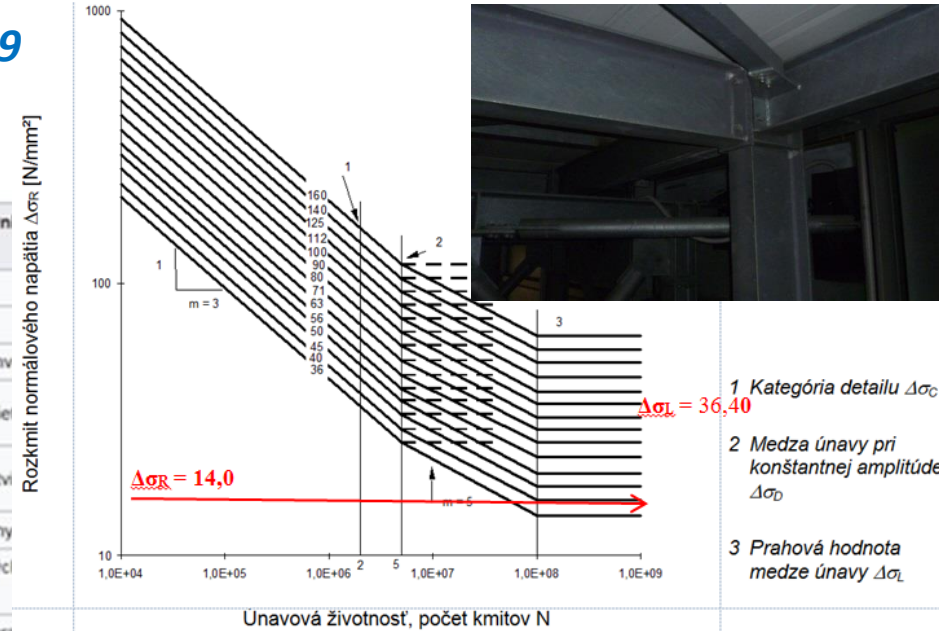




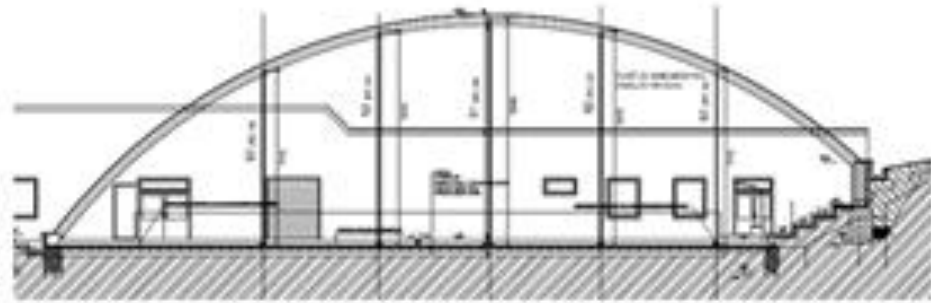
## UMELECKÝ VÝTVOR „WURMHAUS“ NA BUDOVE CENTRÁLY STRABAG

### STN EN 1993-1-9

Stupeň	Stredná rýchlosť vetra			Pomenovanie <sup>[1]</sup>	Úkazy na pevn
	[m/s]	[km/h]	[kt]		
0	0	0-1	0	bezvetrie	dým stúpa kolmo nahor
1	0,3-1,5	1-5	2	vánok	slabý pohyb dymu a listia, veterná koruhva
2	1,6-3,3	6-11	5	slabý vietor	šelest listia, veterná koruhva sa hýbe, vietor
3	3,4-5,4	12-19	8	mierny vietor	vietor rozvíja menšie zástavy, pohyb vetvi
4	5,5-7,9	20-28	13	dost' čerstvý vietor	vietor zdvíha prach a kúsky papiera, pohy
5	8-10,7	29-38	18	čerstvý vietor	listnaté kry sa začínajú hýbať, na stojatýc
6	10,8-13,8	39-49	24	silný vietor	vietor pohybuje silnejšími konármi, telegr
7	13,9-17,1	50-61	30	prudký vietor	vietor pohybuje celými stromami, chódza p
8	17,2-20,7	62-74	37	búrlivý vietor	lámú sa konáre, chódza proti vetru je norm
9	20,8-24,4	75-88	44	vichrica	vietor spôsobuje menšie škody na stavbách
10	24,5-28,4	89-102	51	silná vichrica	vyvracia celé stromy, spôsobuje vážšie šk
11	28,5-32,6	103-117	59	mohutná vichrica	mnoho stromov je vyvrátených alebo zlome
12	32,7	118-133	68	orkán (podľa výskytu sa nazýva hurikán, tajfún, cyklón)	ničivé účinky



## ZAKLADANIE STAVIEB



Typizovaná oblúčková hala mala pokrývať hokejový štadión.

Jej rozpätie bolo 37,0 m pri vzopätí 10,2 m a dĺžke 63,0 m.

Zmontovali ju z 5,0 m dlhých dielcov šírky 1,25 m z tvarovaných 1,25 mm hrubých plechov s výškou vlny 225 mm.



- Napriek zložitým základovým pomerom uprednostnili iba **plošné**, nie **hĺbkové** zakladanie,
- Dlhodobú otvorenú základovú škáru nechránili proti **premáčaniu**, **premrzaniu** a **preťažovaniu** pojazdami strojov

## ZAKLADANIE STAVIEB

Po dvoch rokoch predlžujúcej sa výstavby hala sa zrútila.



- Oboblúková klenba bez oblúkovej sily fungovala skôr ako **zakrivený** nosník .
- Prepočet ukázal, že pri dobrom založení mala preniesť požadované zaťaženie snomom ako aj účinky vetra.

## POŽIARNÁ ODOLNOSŤ

Priebeh požiaru z filmového záznamu a podklady o požiarom zaťažení  
 Vzrast teploty plynov  $\theta_g$  s časom  $t$  od začiatkovej teploty prostredia  $\theta_o$  zväčšia popisuje normový ISO požiar

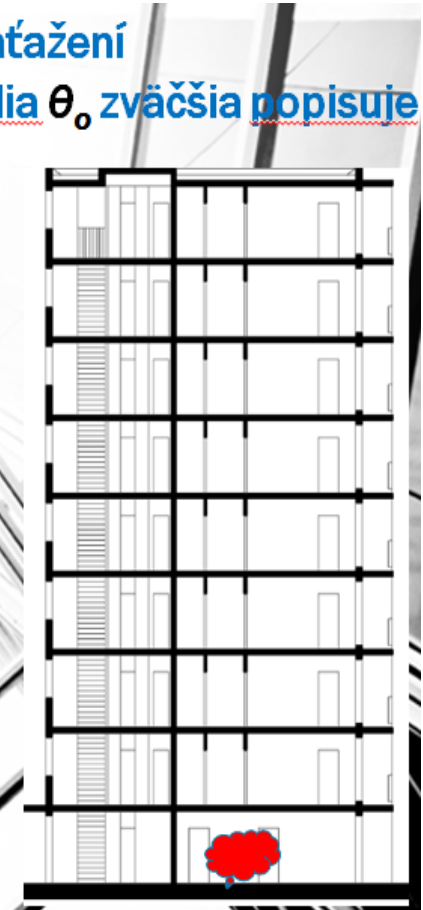
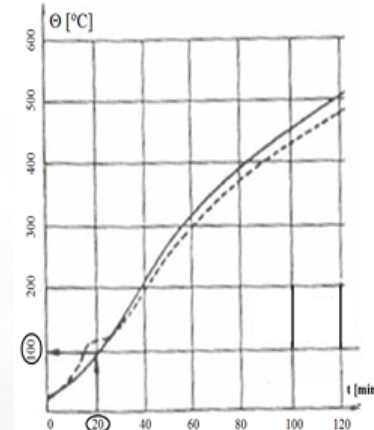
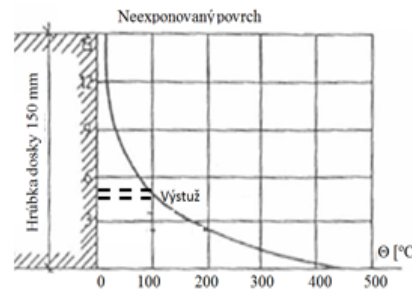
$$\theta_g - \theta_o = 345 \log(8t + 1)$$

Distribúciu teploty  $\theta$  v ohrievanom materiáli v čase  $t$  popisuje Fourierova rovnica

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = a \nabla^2 \theta$$

Pri súčiniteli teplotnej vodivosti

$a = \lambda / (c\rho)$ ,  
 $\lambda$  tepelná vodivosť,  
 $c$  merné teplo,  
 $\rho$  objemovú tiaž.



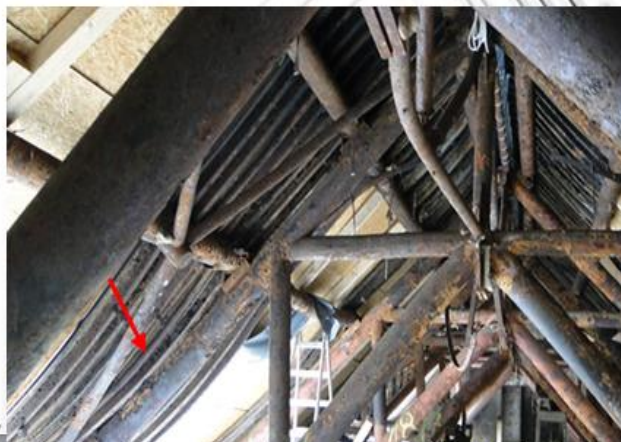
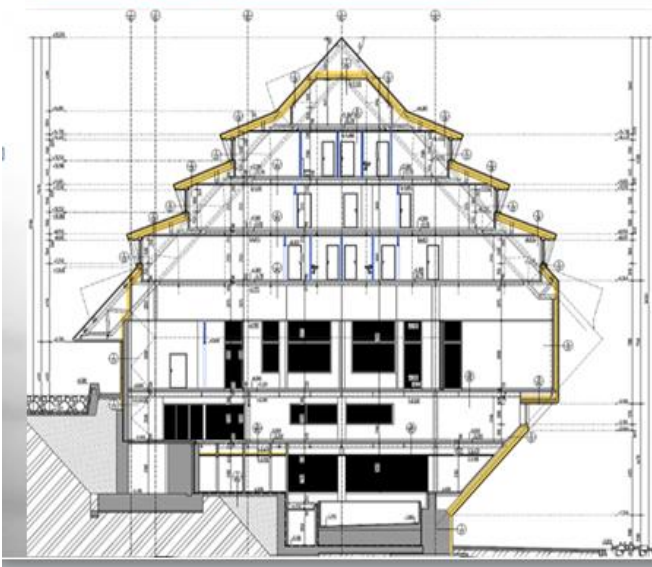
## POŽIARNÁ ODOLNOSŤ

Budova hotela z roku 1983 bola pred tromi rokmi zničená požiarom, ktorý začal v noci okolo 02,30 hodine.

S iba **aktívnymi** ochrannými opatreniami.

Nejazdne cesty a zamrznuté hydranty

v zimných podmienkach.

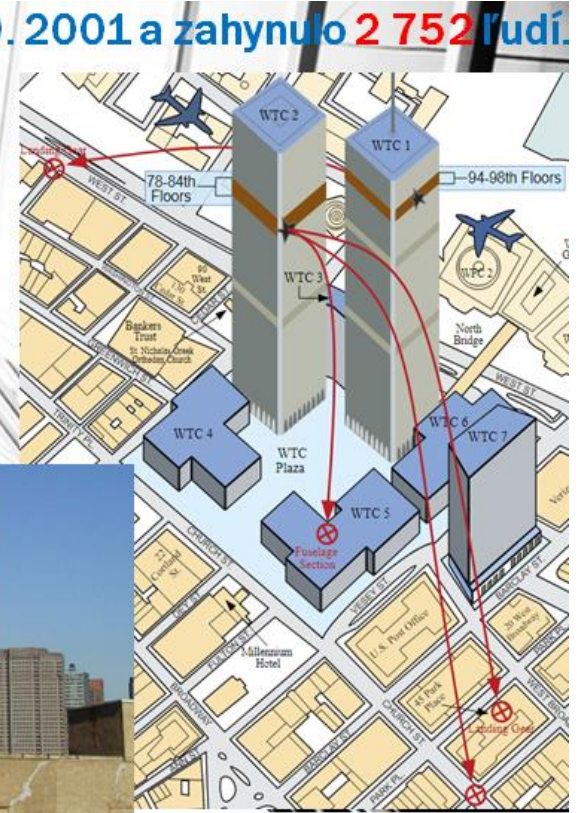


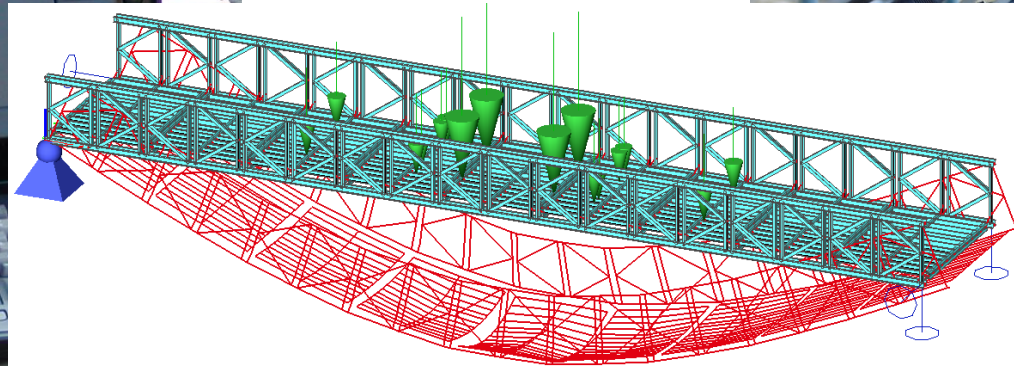
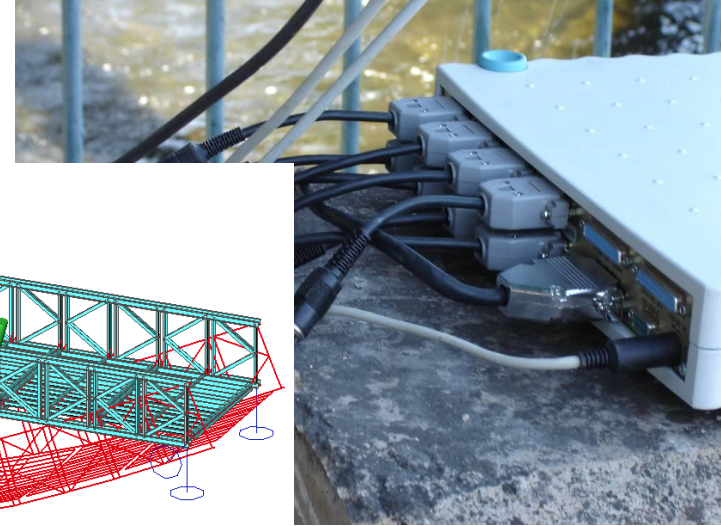
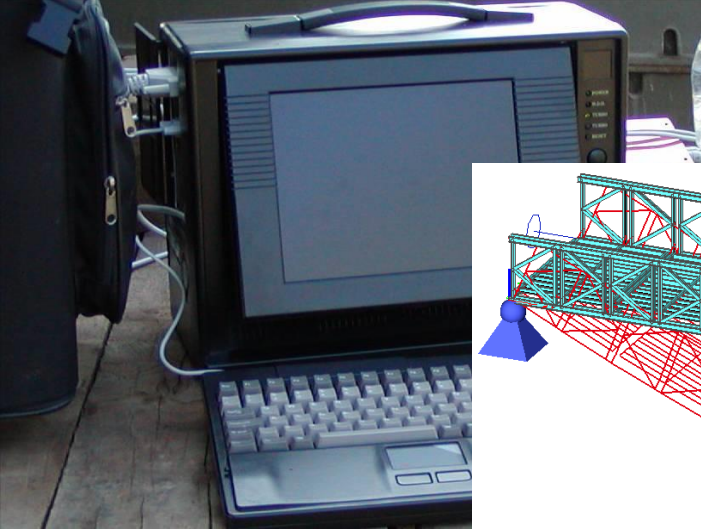
## POŽIARNÁ ODOLNOSŤ

WTC v New Yorku dokončené iba v roku **1973**, zničené **11. 09. 2001** a zahynulo **2 752** ľudí.

### Odporúčania pre návrhovanie:

- osobitný **výtah** v budovách výšky už nad **36.5 m** pre hasičov
- prídavne **schodisko**, alebo **osobitný výtah** ako úniková cesta pre osadenstvo vo výškových budovách nad **128 m**
- overenie zaťaženia vysokými **teplotami** aj z aspektu robustnosti v budovách od **23 m**
- steny výtahových **šácht** únikových schodísk odolné nárazom
- **rádiové pokrytie** na komunikáciu medzi záchranármi a osadenstvom





**prof. Ing. Ján Bujňák, CSc.**  
***jan.bujnak@uniza.sk***

