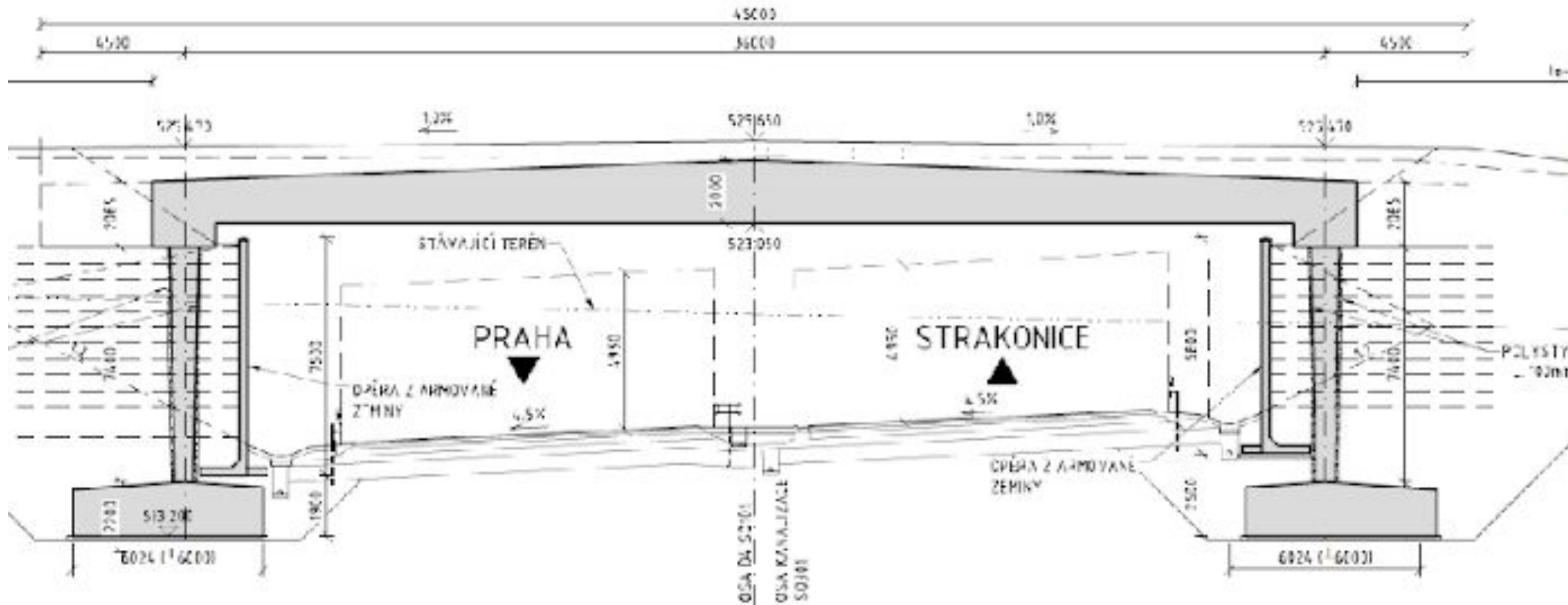


PPP-D4-Milín-Lety, SO222 a SO223, ABM prefabrikovaný oblúkový most TWIN WING, Projekt Statiky

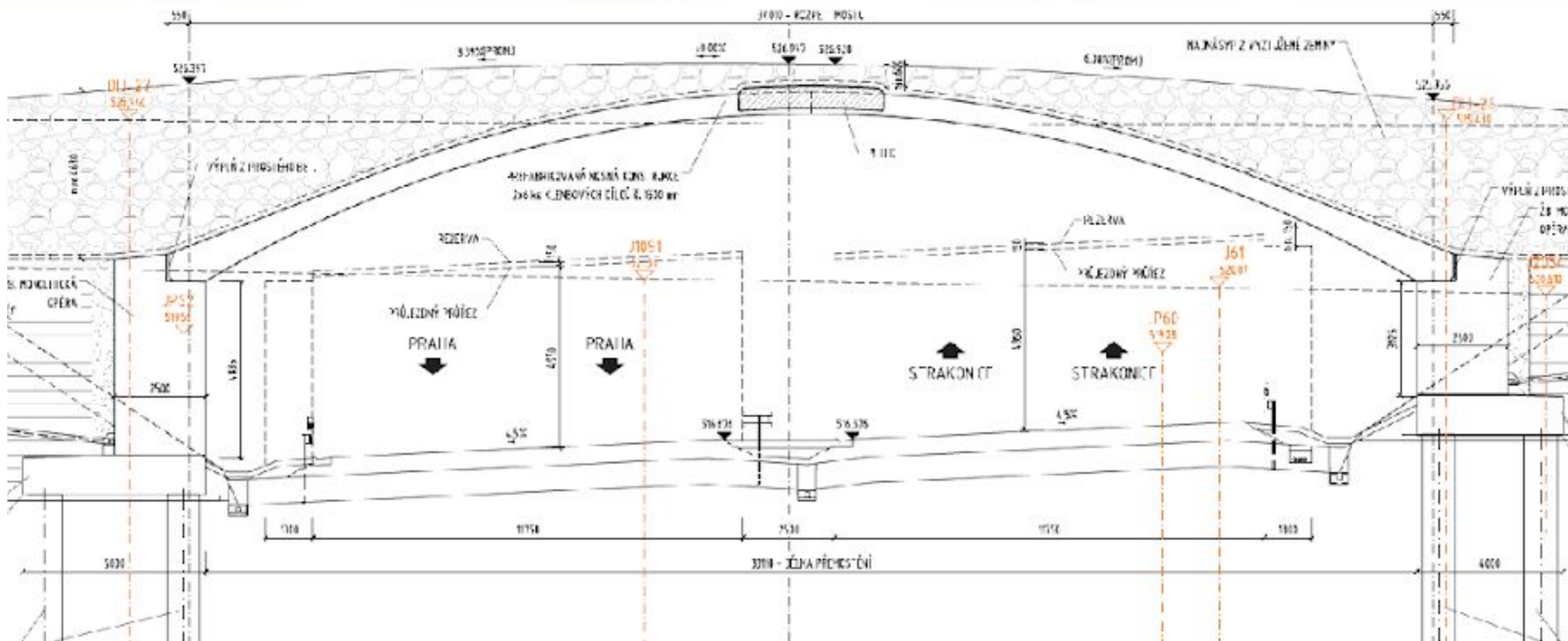


Mosty 2024
26.04.2024, PRAHA

autori: Rastislav Schreiber, Štefan Chrastina



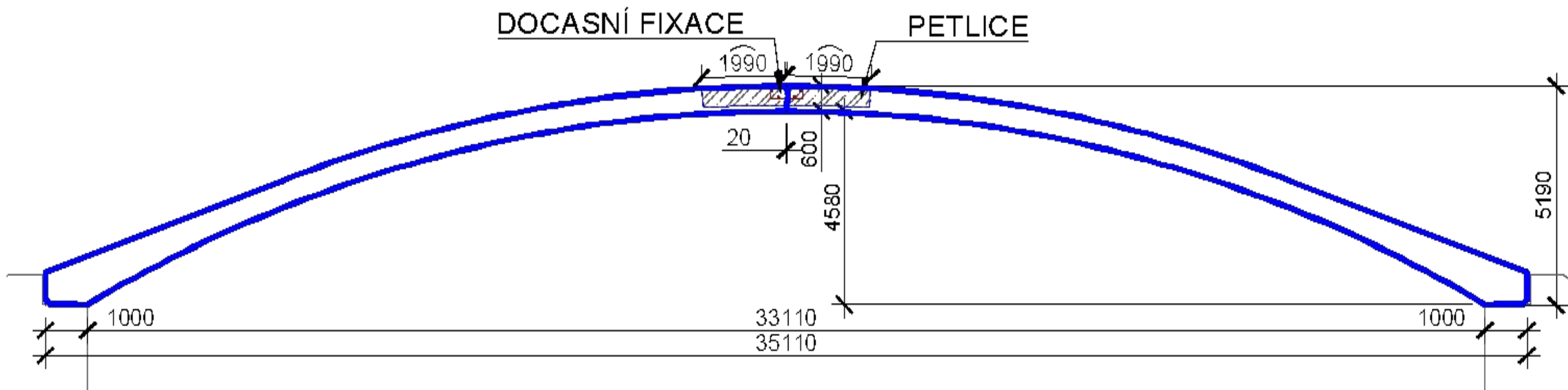
SO222-Pôvodné monolitické riešenie-Priečny rez



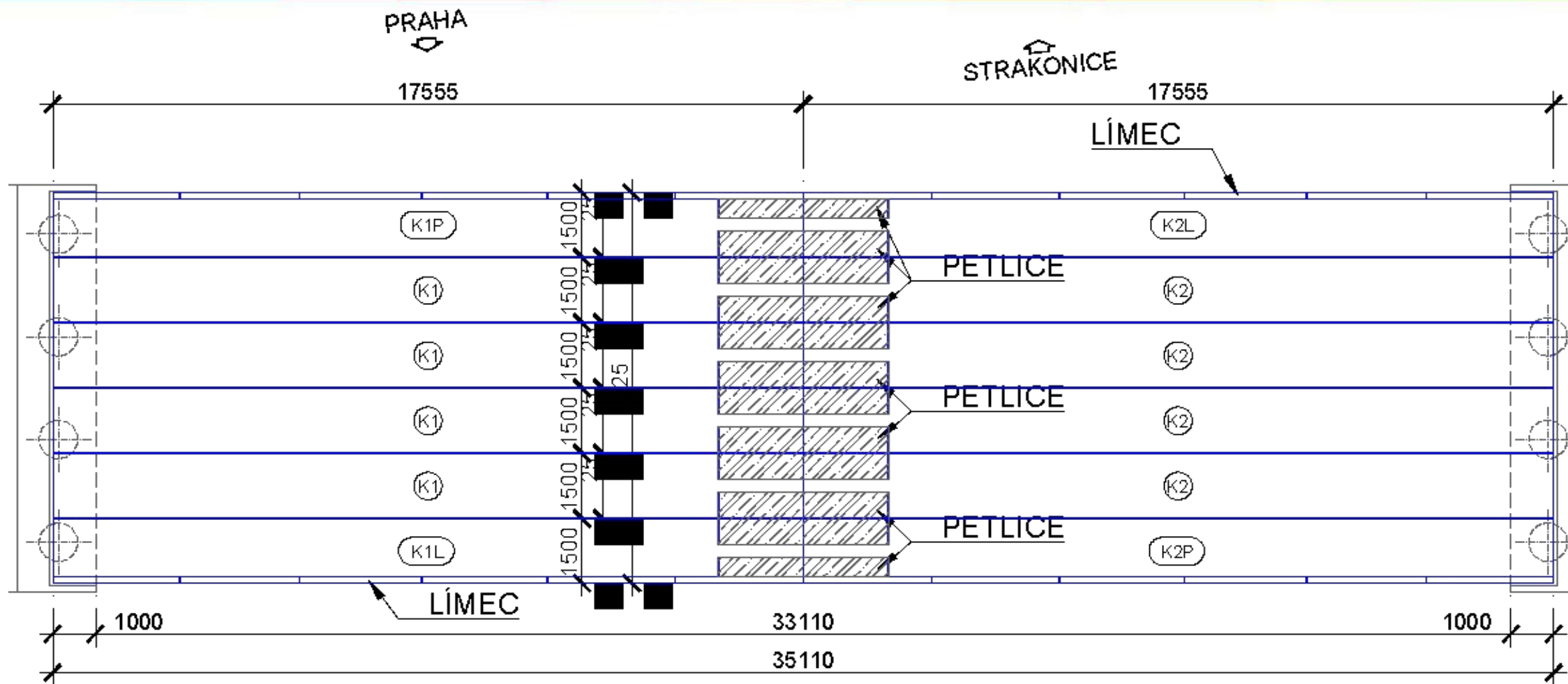
SO222-Finálne riešenie s prefa systémom ABM Twin Wing-Priečny rez

- Objekty 222 a 223 sú prvé svojho druhu použité v Českej republike. Jedná sa o prefabrikovaný presýpaný, klenbový, železobetónový most, s rozponom 33,11m.
- Prefabrikované klenby sú na železobetónové monolitické opory uložené proste, bez použitia ložísk a uloženie je teda bezúdržbové.
- Oba objekty sú tvarovo identické, líšia sa v spôsobe založenia, výške nadnásypu a náhodilým zaťažením.
- SO223 bol založený plošne do skalného podložia triedy R1 až R2. Náhodilé zaťaženie bolo uvažované LM1 a LM2 pre skupinu pozemných komunikácií 2.
- SO222 bol založený hĺbkovo do podložia triedy R4 až R6. Použité boli dva rady pilót priemeru 880mm dĺžky 18m. Náhodilé zaťaženie bolo uvažované LM4 a obslužné vozidlo.

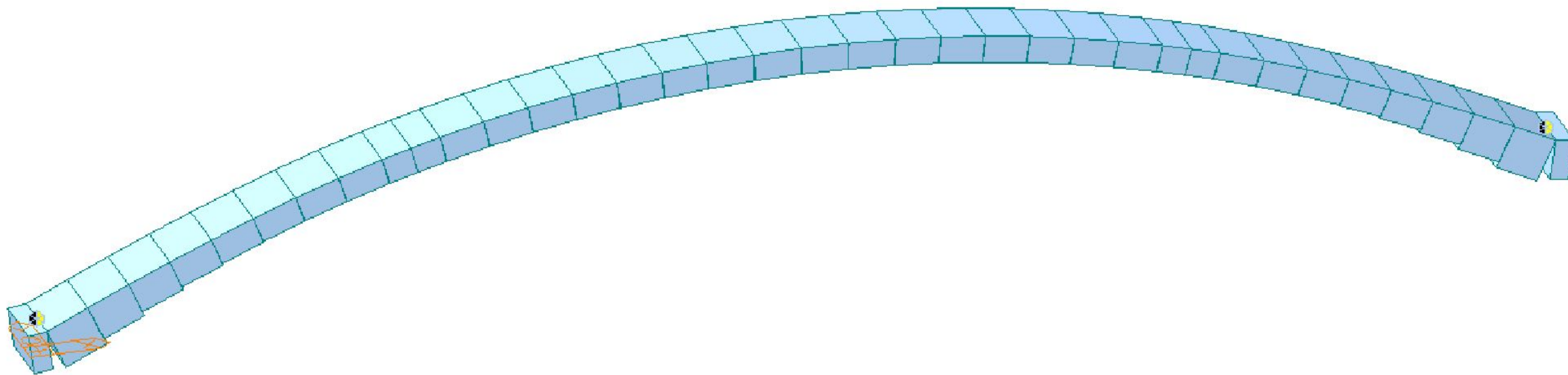
- Projekt založenia riešila spoločnosť Valbek v úzkej koordinácii s projekčným tímom ABM. Ako vyplýva z konceptu konštrukcie, zásadnou úlohou bolo zachytenie vodorovných reakcií od hornej konštrukcie a ich prenesenie do základovej zeminy.



SO222-Tvar prefabrikovanej časti konštrukcie-Priečny rez

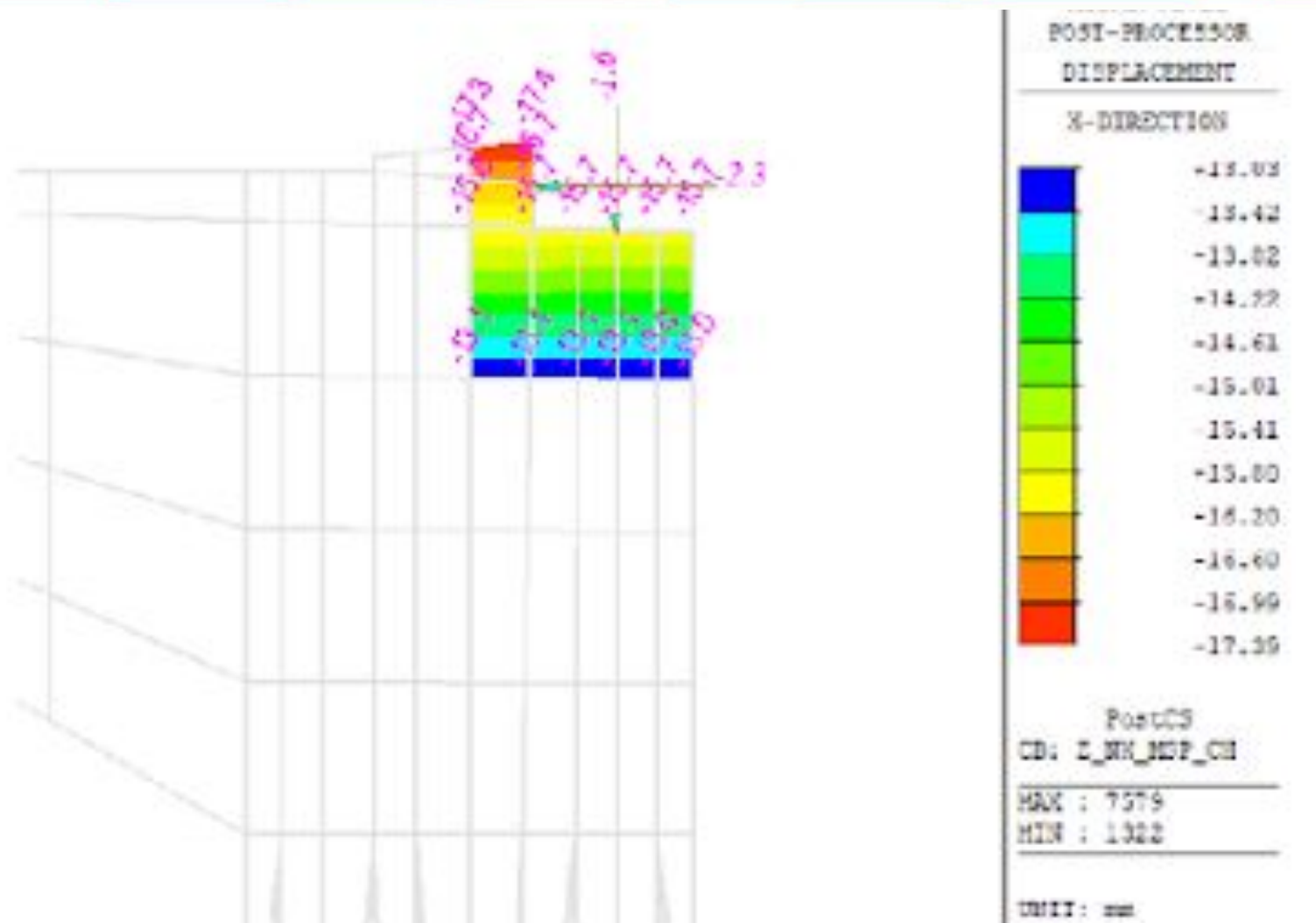


SO222-Skladba prefabrikovanej časti konštrukcie-Pôdorys

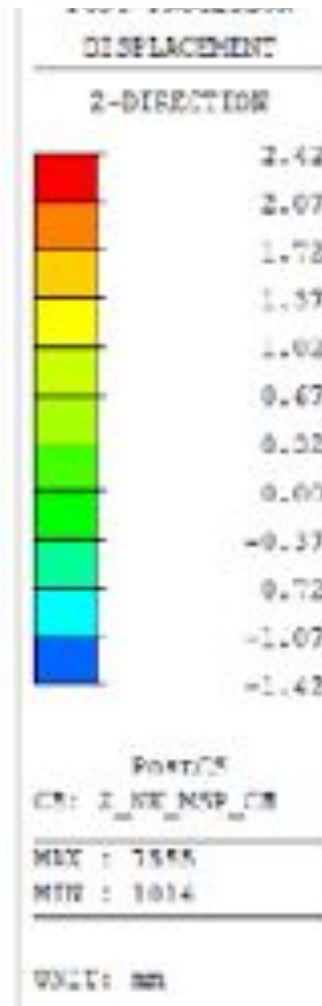
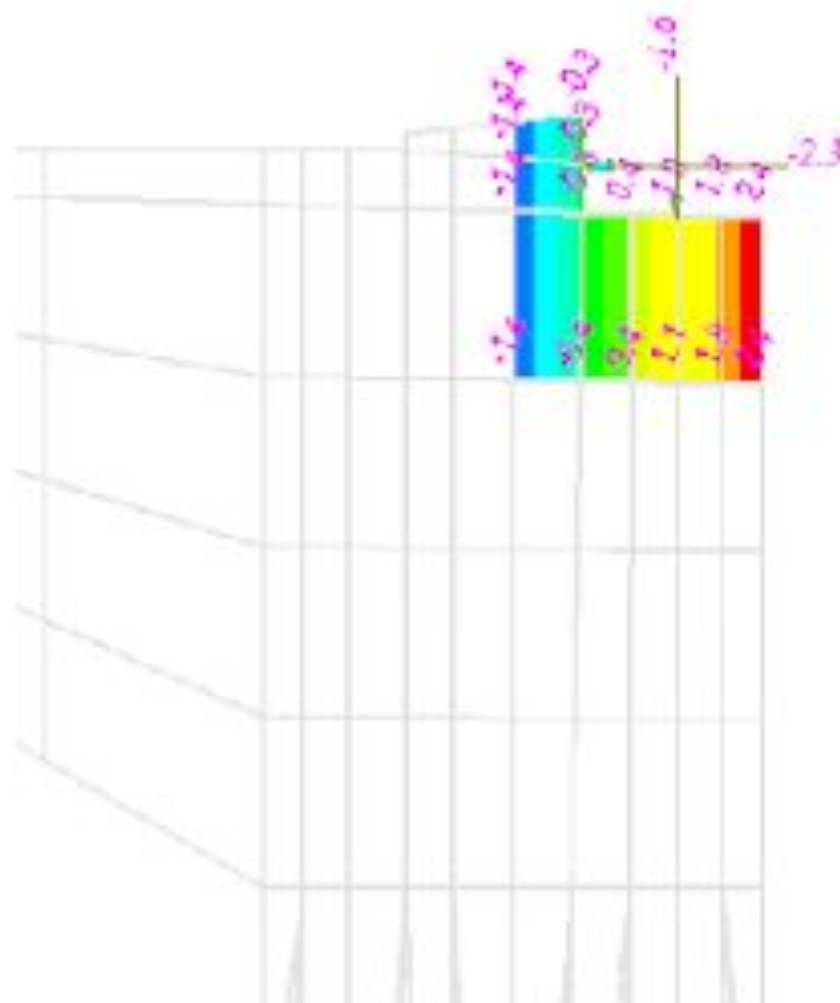


SO222-Statický model jednoho prstenca šířky 1,5m

Jedným z prvých krokov statického návrhu klenbovej konštrukcie boli výpočet zvislých a vodorovných reakcií od kvázi stálej kombinácie. Týmito reakciami boli projektantom založenia zaťažené základové konštrukcie. Zo vzniknutých deformácií boli vypočítané ich tuhostné parametre, ktoré boli spätne dosadené do statického modelu klenbovej konštrukcie. Následne sa statický výpočet doplnil o zaťažovacie stavy náhodilých zaťažení a ich SLS a ULS kombinácií.



SO222-Vodorovné Deformácie opory od zaťaženia kvázi stálej kombinácie

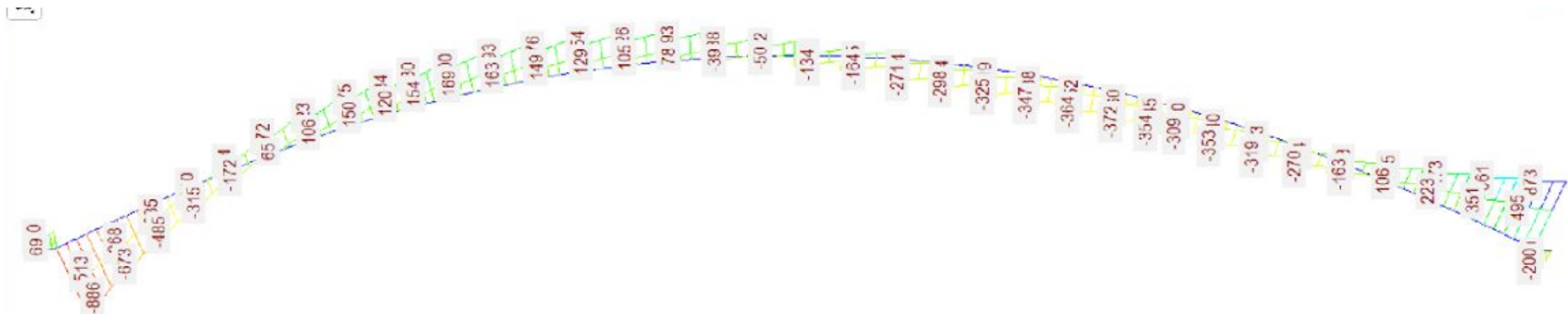


SO222-Zvislé Deformácie opory od zaťaženia kvázi stálej kombinácie

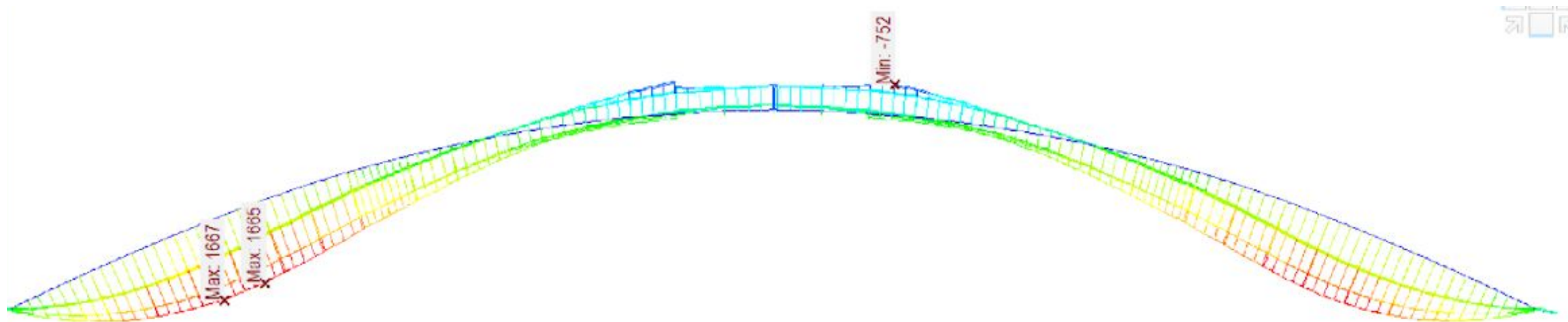
- Zaťaženie zásypom bolo modelované postupne vo viacerých aj nesymetrických krokoch, z čoho boli odvodené požiadavky na zasýpanie konštrukcie na stavbe a maximálna nesymetria zásypu.
- Ďalej bola konštrukcia zaťažená teplotou, náhodilým zaťažením od dopravy, z ktorého boli odvodené brzdné sily.
- Vnútrotným silám dominujú tlakové normálové sily, ktorých pozitívny vplyv je zásadný pri posudzovaní prierezov na medzný stav únosnosti ako aj pri posudzovaní šírky trhlín.
- Naopak, pri obmedzení tlakových napätí to boli práve normálové sily, ktoré bolo potrebné kontrolovať



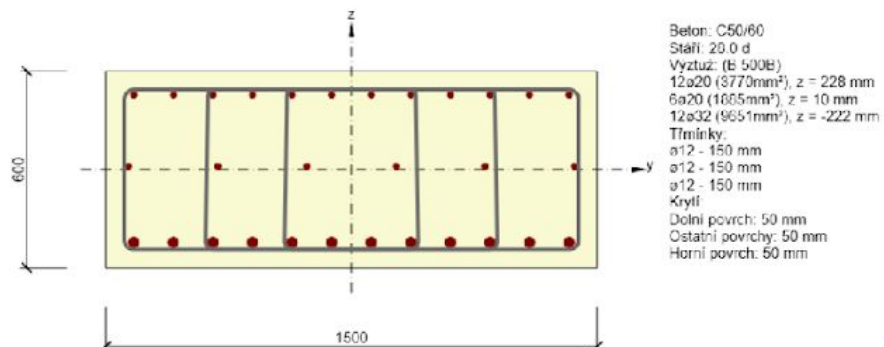
SO222-Normálové sily F_x (kN)



SO222-Šmykové sily F_z (kN)



SO222-Ohybové momenty M_y (kN)



Rozhodující typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-3532.8	1664.8	24.9			51.4	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

5.6.2. Posudek MSU – SMYK

Rozhodující typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Smyk	-3633.5			818.5	33.6	71.6	OK

5.6.3. Posudek MSÚ – INTERAKCE

Rozhodující typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Interakce	-3633.5	-63.1	-10.3	818.5	33.6	74.0	OK

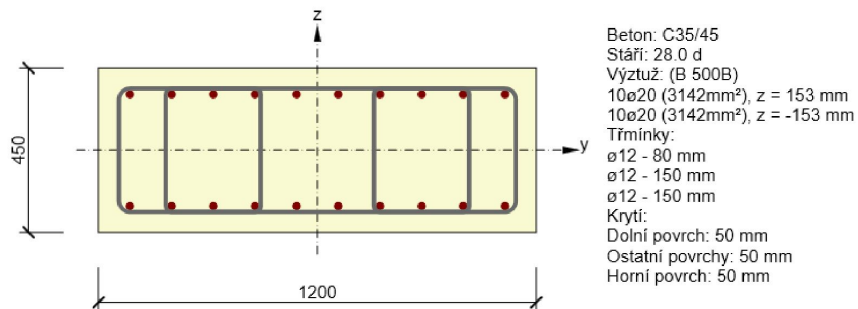
Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

5.6.4. Posudek MSP_OMEZENÍ NAPĚTÍ

Rozhodující typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	-2366.9	932.6	7.9			73.8	OK

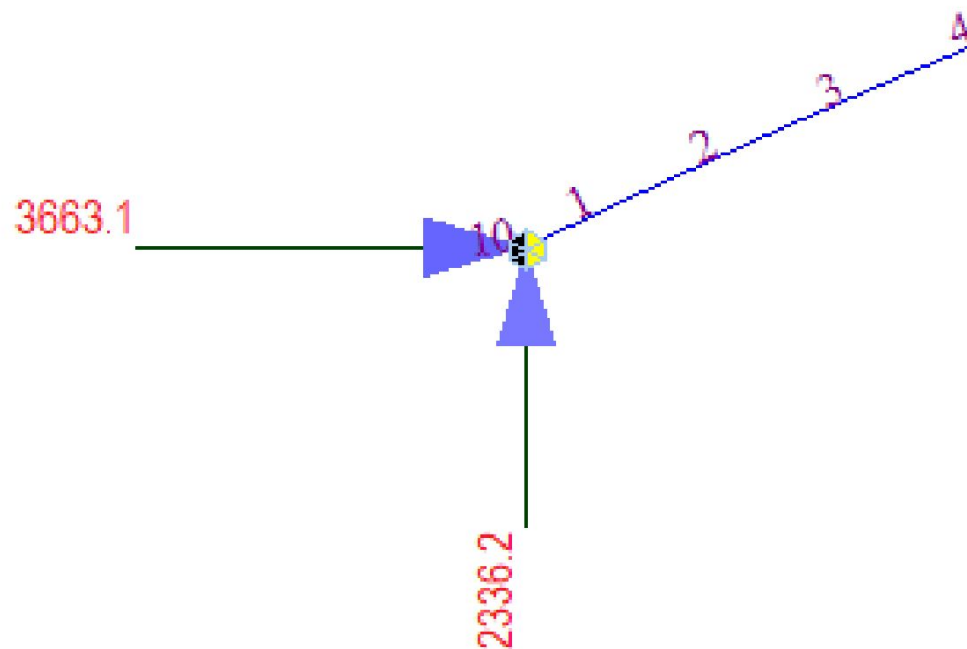
Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

SO222-Posúdenie najviac namáhaného prefa prierezu

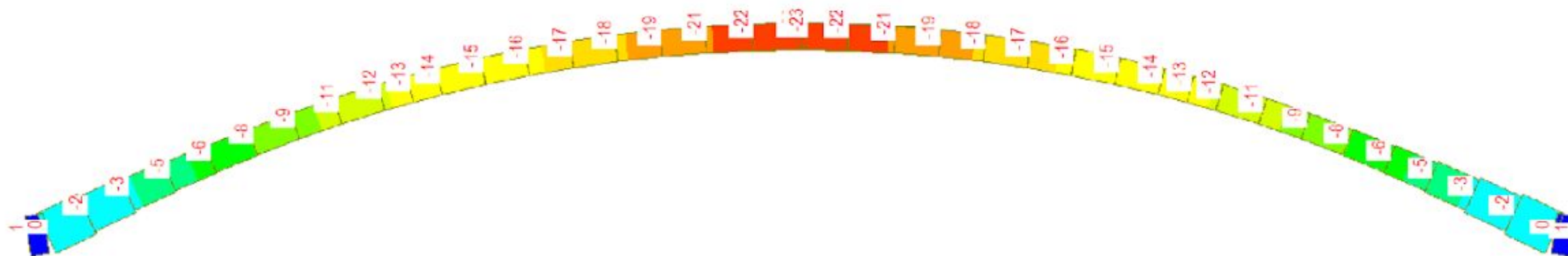


Rozhodující typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	-2487.0	-355.0	0.0			89.2	OK
Typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-3701.0	-535.0	20.0			53.2	OK
Smyk	-3701.0			153.2	-45.0	23.1	OK
Kroucení					-45.0	12.3	OK
Interakce	-3701.0	-535.0	20.0	153.2	-45.0	54.0	OK
Omezení napětí	-2487.0	-355.0	0.0			89.2	OK
Šířka trhliny	-2487.0	-355.0	0.0			13.1	OK

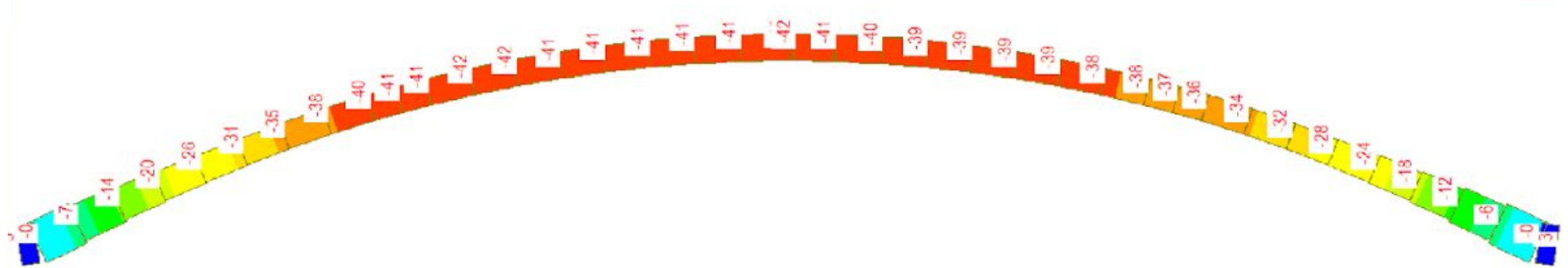
SO222-Posúdenie prierezu v mieste zmonolitnenia



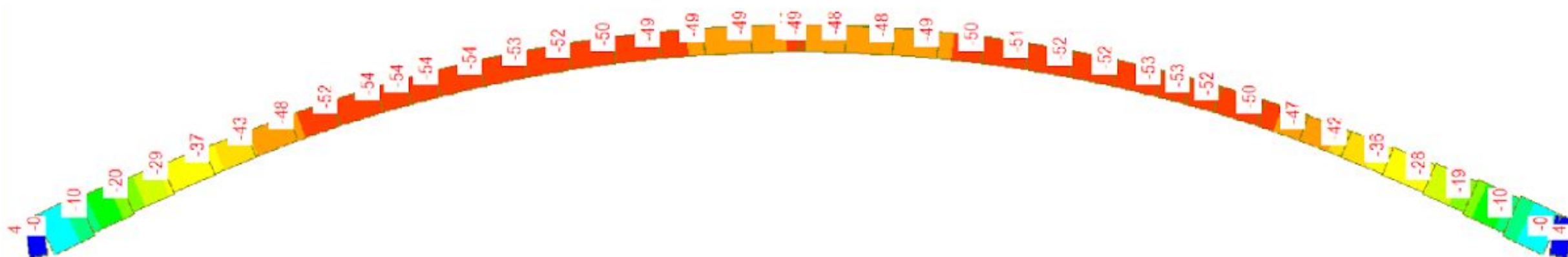
SO222-Extrém reakcie v podpere v ULS



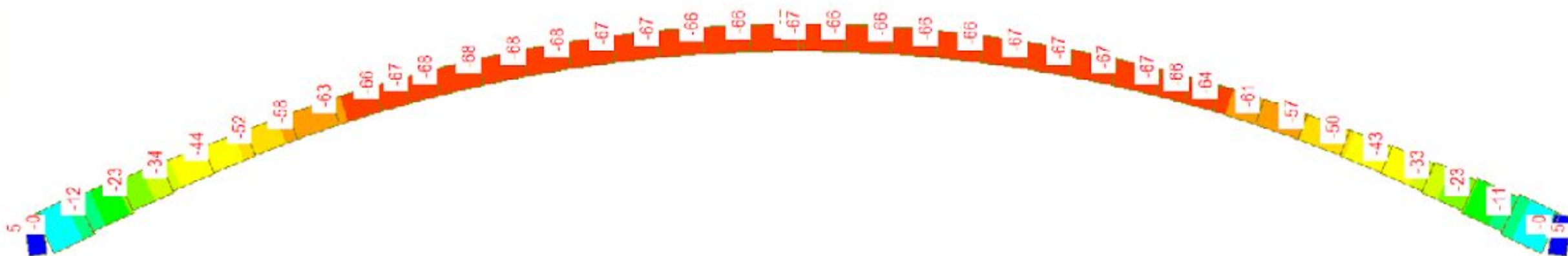
SO222-Zvislé deformácie od vlastnej tiaže



SO222-Zvislé deformácie od kvázi stálej kombinácie



SO222-Zvislé deformácie od kvázi stálej kombinácie v čase 100 rokov



SO222-Zvislé deformácie od charakteristickej kombinácie

- V statickom návrhu bolo zásadné posúdiť konštrukcie v jednotlivých fázach výroby, skladovania, dopravy, montáže, zmonolitnenia a zasýpania.
- V týchto fázach boli prvky vyšetrované v ich predpokladanom veku zaťaženia a teda aj vo veku menšom ako 28 dní.
- Pozornosť sa venovala najmä SLS stavom a najmä eliminácii trhlín od ťahových napätí.



Poloha manipulačných závesov bola optimalizovaná pre oddebnenie, manipuláciu a montáž



Prvky boli skladované tak, aby nedochádzalo k nadlimitným napätiam v čase nízkej pevnosti betónu



Prvky boli počas dopravy podopreté tak ako bolo overené statickým výpočtom



Jeden z najkritickejších SLS zaťažovacích stavov nastal keď bol prvok uložený na základe a montážne závesy boli aktívne iba na voľnom konci. Konštrukcia bola v tomto štádiu namáhaná na čistý ohyb bez priaznivého účinku tlakových normálových síl



Konštrukcia má pred zmonolitnením statickú schému trojkľbovej klenby



Monolitické styky pripravené na betonáž



Konštrukcia po zmonolitnení mení svoju statickú schému na jednoducho podopretú klenbu



Zaizolovaná konštrukcia pripravená na zasýpanie



Zasýpanie konštrukcie



Konštrukcia tesne pred dokončením

ZÁVER

Vďaka za tento projekt patrí združeniu okolo PPP-D4, najmä zhotoviteľovi SMP CZ, ktorý dal ABM príležitosť takúto konštrukciu zrealizovať a posunúť prefabrikáciu v Českej republike o čosi dopredu. Ďalej ďakujeme projektantom z firmy Valbek za spoluprácu a koordináciu medzi návrhom spodnej a hornej stavby a firme MDS Projekt za spoluprácu na projekte statiky hornej stavby.

V jednoduchosti je krása, ale hlavne úspora.

Ďakujem