



SCIA CZ, s. r. o.

Slavíčkova 1a

638 00 Brno

tel. 545 193 526

545 193 535

fax 545 193 533

E-mail [info.brno@scia.cz](mailto:info.brno@scia.cz)

[www.scia.cz](http://www.scia.cz)

System programů pro projektování prutových a  
stěnodeskových konstrukcí

**NEXIS 32 rel. 3.60**

**POSOUZENÍ  
PŘEDPJATÝCH  
BETONOVÝCH PRUTŮ  
DLE ČSN 73 6207**

verze 11

Vydavatel tohoto manuálu si vyhrazuje právo na změny obsahu bez upozornění.

Při tvorbě textů bylo postupováno s velkou péčí, přesto nelze zcela vyloučit možnost vzniku chyb. SCIA CZ, s. r. o. nemůže převzít odpovědnost ani záruku za chybné použití uvedených údajů a z toho vyplývajících důsledků.

Žádná část tohoto dokumentu nesmí být reprodukována po částech ani jako celek ani převáděna do elektronické formy, včetně fotokopírování a snímání, bez výslovného písemného povolení společnosti SCIA CZ, s. r. o.

© Copyright 2003 SCIA Group. Všechna práva vyhrazena.

**OBSAH**

<b>1.</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>POPIS RIEŠENÉHO PRÍKLADU</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.</b>	<b>Popis konštrukcie</b> .....	<b>6</b>
2.1.1.	Materialové charakteristiky .....	7
2.1.2.	Geometrické charakteristiky .....	8
2.1.3.	Zaťaženia, zaťažovacie stavy, fázy výstavby .....	9
2.1.4.	Fázy výstavby a generovanie kombinácií.....	11
2.1.5.	Vyhodnotenie vnútorných síl.....	12
<b>3.</b>	<b>NASTAVENIA A VSTUPNÉ ÚDAJE PRE POSUDKY</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1.</b>	<b>Nastavenia</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2.</b>	<b>Vstupné údaje</b> .....	<b>16</b>
3.2.1.	Dialóg zadanie parametrov .....	17
3.2.1.1.	Nevypočítané vnútorné sily .....	18
3.2.1.2.	Prídavné napätia.....	19
3.2.1.3.	Zvláštne body.....	20
<b>3.3.</b>	<b>Zadanie rezov v priereze</b> .....	<b>21</b>
<b>4.</b>	<b>POSUDKY</b> .....	<b>22</b>
<b>4.1.</b>	<b>Obecne</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2.</b>	<b>Dovolené namáhanie</b> .....	<b>22</b>
4.2.1.	Obecne .....	22
4.2.2.	posúdenie dovolených normálových namáhaní.....	23
4.2.2.1.	Predpoklady výpočtu normálových napätí .....	23
4.2.2.2.	Dialóg pre posúdenie normálových napätí .....	24
4.2.2.3.	Detailný grafický výstup.....	26
4.2.2.4.	Nastavenie výstupu .....	27
4.2.2.5.	Jednotlivý posudok .....	28
4.2.2.5.1.	Editovanie grafického výstupu posúdenia .....	32
4.2.2.5.2.	Nastavenie výstupu .....	34
4.2.3.	Betón -Napätie v hlavnom ťahu.....	36
4.2.3.1.	Predpoklady výpočtu a posúdenia hlavných napätí v ťahu .....	36
4.2.3.2.	Dialóg pre posúdenie hlavných napätí.....	37
4.2.3.3.	Detailný grafický posudok prúta .....	38
4.2.3.4.	Nastavenie výstupu pre posúdenie prúta .....	39
4.2.3.5.	Jednotlivý posudok .....	40
4.2.3.5.1.	Editovanie grafického výstupu posúdenia .....	42
4.2.3.5.2.	Nastavenie výstupu .....	43
4.2.4.	Dovolené namáhanie káblov.....	44
4.2.4.1.	Predpoklady a metódy výpočtu .....	44
4.2.4.2.	Dialóg pre posúdenie .....	45
4.2.4.3.	Nastavenie grafov .....	46
4.2.4.4.	Detailný posudok .....	47
4.2.4.5.	Nastavenie výstupu .....	48
4.2.4.6.	Jednotlivý posudok .....	49
4.2.4.6.1.	Nastavenie výstupu .....	50
<b>4.3.</b>	<b>Stupeň bezpečnosti</b> .....	<b>52</b>
4.3.1.	Obecne .....	52
4.3.2.	Únosnosť prierezu, výpočet odozvy .....	52
4.3.2.1.	Predpoklady a metóda výpočtu.....	52

4.3.2.2.	Dialóg pre posúdenie .....	55
4.3.2.3.	Nastavenie grafov .....	56
4.3.2.4.	Detailný grafický posudok prúta .....	56
4.3.2.5.	Nastavenie výstupu pre posúdenie prúta .....	57
4.3.2.6.	Jednotlivý posudok .....	58
4.3.2.6.1.	Nastavenie výstupu .....	60
4.3.3.	Únosnosť prierezu, Interakčný diagram .....	62
4.3.3.1.	Predpoklady a metóda výpočtu .....	62
4.3.3.2.	Dialóg pre posúdenie .....	63
4.3.3.3.	Nastavenie grafov .....	64
4.3.3.4.	Detailný grafický posudok prúta .....	64
4.3.3.5.	Nastavenie výstupu pre posúdenie prúta .....	65
4.3.3.6.	Jednotlivý posudok .....	65
4.3.3.6.1.	Editovanie grafického výstupu posúdenia .....	66
4.3.3.6.2.	Nastavenie výstupu .....	67
4.3.4.	hlavný ťah pri zväčšenom zaťažení .....	69
4.3.4.1.	Predpoklady a metódy výpočtu .....	69
4.3.4.2.	Dialóg pre posúdenie .....	70
4.3.4.3.	Detailný grafický posudok prúta .....	71
4.3.4.4.	Nastavenie výstupu pre posúdenie prúta .....	71
4.3.4.5.	Jednotlivý posudok .....	72
4.3.4.5.1.	Nastavenie výstupu .....	73
4.3.5.	Vznik trhlín .....	74
4.3.5.1.	Predpoklady a metódy výpočtu .....	74
4.3.5.2.	Dialóg pre posúdenie .....	75
4.3.5.3.	Nastavenie grafov .....	76
4.3.5.4.	Detailný grafický posudok prúta .....	76
4.3.5.5.	Nastavenie výstupu pre posúdenie prúta .....	77
4.3.5.6.	Jednotlivý posudok .....	78
4.3.5.6.1.	Nastavenie výstupu .....	78
<b>4.4.</b>	<b>Šírka trhlín .....</b>	<b>80</b>
4.4.1.	Predpoklady a metódy výpočtu .....	80
4.4.2.	Dialóg pre posúdenie .....	81
4.4.3.	Nastavenie grafov .....	82
4.4.4.	Detailný grafický posudok prúta .....	82
4.4.5.	Nastavenie Výstupu pre posúdenie prúta .....	83
4.4.6.	Jednotlivý Posudok .....	84
4.4.6.1.1.	Nastavenie výstupu .....	84
<b>4.5.</b>	<b>Výpočet geometrie resp. položka draw tendon .....</b>	<b>86</b>
4.5.1.	nastavenie grafov .....	88
<b>5.</b>	<b>ODKAZY .....</b>	<b>90</b>

## 1. ÚVOD

Program „POSOUZENÍ PŘEDPJATÝCH BETONOVÝCH PRUTŮ DLE ČSN 73 6207“ navazuje na moduly programového systému NEXIS 32 „FÁZE VÝSTAVBY“, „PŘEDPÍNÁNÍ“ a „TDA“ určené pro statické výpočty a posouzení předpínaných a spřažených konstrukcí s ohledem na postupnou montáž, postupnou betonáž průřezů, změny okrajových podmínek a reologické účinky betonu. Společně umožňují moduly tvorbu výpočetního modelu předpjaté prutové konstrukce, analýzu a komplexní posouzení ve smyslu českých norem.

Posudky jsou určeny primárně pro rámové konstrukce. Proto je není možné použít pro deskostěny ani pro žebra či pruty připojené k deskostěně excentricky po délce prutu. Prut, který je připojen k desce pouze na jednom nebo i na obou koncích (ale ne po délce), lze posuzovat. Mimochodem ověřit bezpečnost konstrukce ve smyslu našich mostních norem na deskostěnovém modelu dost dobře ani nelze (samozřejmě kromě detailů či ověření prostorového chování). Standardní posouzení únosnosti ve smyslu normy lze provést pouze na prutovém modelu, protože norma pracuje s veličinami, které se váží k prutovému modelu.

V dalším textu je popsána funkce programu na konkrétním příkladu mostního nosníku. Výpočetní model byl vytvořen a pro účely tohoto manuálu poskytnut firmou VIAPONT s.r.o. Brno, za což jí patří náš dík.

### Přehled prováděných posudků a servisů

- Posouzení napětí podle dovolených namáhání
  - normálová napětí
    - předpínací výztuž se soudržností,
    - volná předpínací výztuž,
    - beton,
  - napětí v betonu v hlavním tahu.
- Stupeň bezpečnosti proti dosažení meze únosnosti
  - stanovení výslednic vnějších a vnitřních sil,
  - výpočet odezvy průřezu na dané zatížení,
  - stanovení stupně bezpečnosti,
  - interakční diagramy únosnosti,
  - napětí v betonu v hlavním tahu při zvětšeném (mezním) zatížení,
  - stupeň bezpečnosti proti vzniku trhlin.
- Posouzení šířky trhlin včetně možnosti návrhu nutné výztuže.
  
- Další možnosti systému
  - zadání nevypočtených vnitřních sil (např. ohybový moment působící kolmo k rovinnému rámu),
  - zadání přídatných napětí (např. od příčného předpětí),
  - sledování extrémů napětí a dalších veličin v průřezu nebo na vybraném vlákne a kabelu,
  - výpočet geometrie kabelů
    - výpočet a zobrazení těžiště průměrného z existujících kabelů,
    - výpočet a zobrazení polohy výslednice síly v existujících kabelech,
    - výpočet a zobrazení polohy tlakové čáry,
    - zobrazení těžiště 1D prutů,
  - globální posouzení prutu,
  - detailní vyšetření a posouzení řezu,
  - sestavení variabilního dokumentu regenerovatelného z hlediska obsahu i nastavení rozsahu výstupů různých pro různé posuzované prvky a řezy.

Posudky je možné provádět v nebezpečných průřezích, a to v každém rozhodujícím okamžiku výstavby a provozu konstrukce pro navzájem odpovídající si kombinaci vnitřních sil.

## 2. POPIS ŘEŠENÉHO PŘÍKLADU

### 2.1. POPIS KONSTRUKCE

Most tvoří křížení větví B s větvemi C a D. Větve sa křižují úrovně s tím, že větev B (řešený příklad) je obojsměrná, větve C a D jednosměrné. Most 209 převádí větev B kategorie C 9,5/60 v základním šířkovém uspořádání s obojstrannými nůzovými chodníky přes rychlostní komunikaci R1 v kategorii R 22,5/100(80) a dvojkoľajnú elektrifikovanú trať ŽSR Nové Zámky - Zvolen.

Mostný objekt je pôdorysného tvaru krížia s približne rovnako dlhými úsekmi, kde sa vetve B a C a D sa úrovně křižia. Větvu B tvoří spojitý nosník o 5-tich poliach s rozpětím 26,00 + 33,716 + 7,984 + 30,50 + 26,00 m. Priechy rez nosnej konštrukcie je tvorený jednokomorovým prierezom výšky v ose 1,80m. Šírka prierezu je 11,50 m, spodná doska 5,10 m s konzolami hornej dosky 2x2,80 m. Steny prierezu sú šikmé. Nosná konštrukcia je z dodatočne predpätého monolitického betónu C C30/37-XF1+XD1. Predpínacie káble sú z lán Ls 15,5-1800 MPa, predpínací systém pre kotvenie 12 lanových káblov, betonárska výstuž je 10505 (R).

Model prezentovaný v této příručce je součástí statického výpočtu pro stavební povolení, jehož úkolem je ověřit hlavní nosné prvky mostu 209. Jde o průkaz realizovatelnosti navrženého typu nosné konstrukce v daných podmínkách. Z tohoto základního předpokladu vychází volba statického modelu konstrukce a následné posudky hlavních, rozhodujících průřezů. Výpočet byl rozdělen na výpočet a posouzení prutových modelů větve B a větví C a D a deskostěnový model křížení obou větví. V tomto manuálu je podrobně popsán pouze prutový model větve B.

Výstavba nosné konstrukce mostu bude probíhat v následujících etapách:

- Nejprve bude vybetonováno křížení, následovat bude větev C, dále větev D.
- Větve C a D budou předepnuty a nosná konstrukce může být odskržena.
- Bude vybetonována levá část větve B, částečně předepnuta (zůstává podepřena).
- Dále bude vybetonována pravá část větve B (přes dráhu) a celá větev B předepnuta.

Postup výstavby je ve výpočetním modelu větve B zjednodušen na betonáž celé větve naráz, její předepnutí, aplikace ostatního stálého zatížení a uvedení do provozu. V průběhu výstavby bylo modelováno nerovnoměrné sedání podpěr, a to na dvou výpočetních modelech (liché a sudé podpěry). V této příručce je prezentován pouze model se sedáním „lichých“ podpěr.

Hlavní předpoklady řešení konstrukce jsou:

- nosná konstrukce je navržena jako částečně předpjatá.
- zatěžovací tř. A dle SN 73 62 03
- beton nosné konstrukce C 30/37 (B 425)
- předpínací lana Ls 15,5 -1800 MPa
- ocel 10 505 (R)
- vzhledem k pilotovému založení na poloskalním podloží pokles podpor  $\pm 10$  mm s pro větev B a  $\pm 5$  mm pro větve C a D (vliv tuhosti nosné konstrukce na pokles sousedních podpor)

### 2.1.1. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Konštrukcia je zhotovená z betónu C-/35 [B400] s materiálovými charakteristikami uvedenými na Obr. 2.1, ktoré sú editovateľne.

**Aktuální materiál**

**Editace materiálu beton ČSN 736207**

Název materiálu: C-/35 [B 400]

Modul E: 36000 MPa

Poisson: 0.15

Objemová hmotnost: 2600 kg

Tepelná roztažnost: 0.012 mm/m.K

Mezní přetvoření v tlaku, čl. 11.6.4: 0.0025 mm

Charakteristická pevnost v tlaku na krychli 150/150/150: 35 MPa

Typ namáhání	[MPa]
1 Mezní napětí betonu [tab.11] 1.	26
2 Mezní napětí betonu [tab.11] 2.	30.5
3 Mezní napětí betonu [tab.11] 3.	2.7
4 Mezní napětí betonu [tab.11] 4.	1.8
5 Dovolená namáhání betonu v tlaku [tab.6] 1.	11
6 Dovolená namáhání betonu v tlaku [tab.6] 2.	13.5
7 Dovolená namáhání betonu v tlaku [tab.6] 3.	13.5
8 Dovolená namáhání betonu v tlaku [tab.6] 4.	15
9 Dovolená namáhání betonu v tahu [tab.7] 1.	0.9
10 Dovolená namáhání betonu v tahu [tab.7] 2.	0
11 Dovolená namáhání betonu v tahu [tab.7] 3.	0

Měřené hodnoty

OK Zrušit

**Obr. 2.1 Materiálové charakteristiky betónu.**

Predpínacie káble sú typu LS 15,5 – 1800 s materiálovými charakteristikami uvedenými na Obr. 2.2

**Editace materiálu Lano ČSN 736207**

Jméno: LS 15.5 - 1800

Výroba: S nízkou relaxací

Značka: Ls

Průměr: 15.5 mm

Plocha: 141.576 mm<sup>2</sup>

Materiál

Objemová hmotnost: 7850 kg/m<sup>3</sup>

Součinitel tepelné roztažnosti: 0.012 mm/m.K

Modul E: 195000 MPa

Poissonův součinitel: 0.15

Smluvní mez 0,2: 1530 MPa

Mezní napětí v tahu: 1710 MPa

Jmenovitá pevnost: 1800 MPa

Normová tabulka relaxace  Uživatelská tabulka relaxace

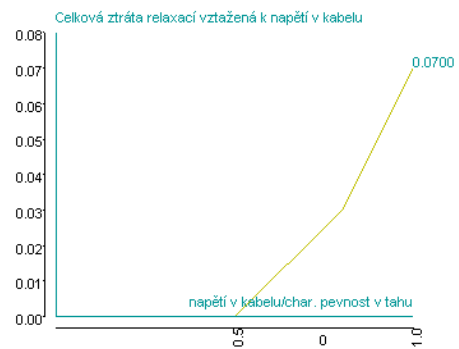
Předpínací výztuž definovaná uživatelem ( výpočet dovolených namáhání - 1998 změna 1, příloha G )

Zobrazit standardní tabulku

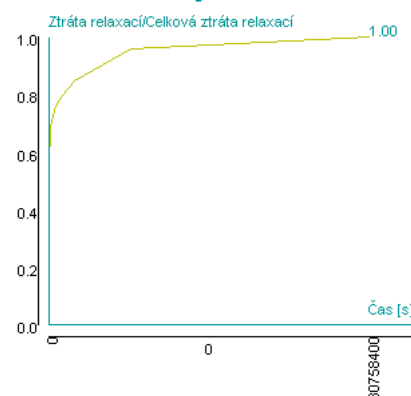
Editovat uživatelskou tabulku

OK Zrušit

#### Ztráta relaxací v čase nekonečno



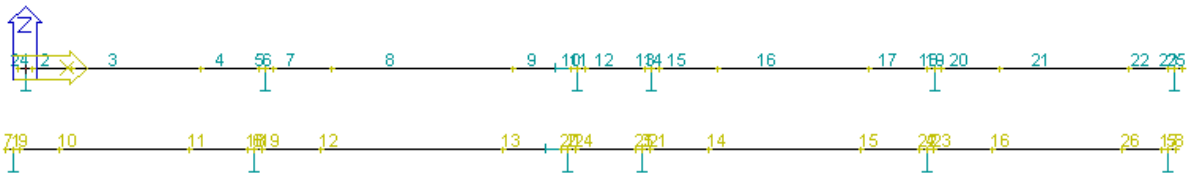
#### Průběh ztráty relaxací v čase



**Obr. 2.2 Materiálové charakteristiky predpínacej jednotky aj s priebehom straty relaxácie v čase.**

### 2.1.2. GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY

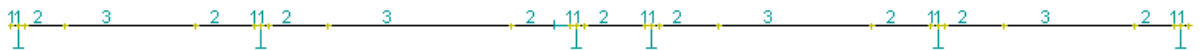
Výpočet vnitřních sil od vnějšího zatížení a předpětí v nosné konstrukci je proveden na prutovém modelu - rovinném rámu. Změna polohy střednice průřezů je zadána změnou excentricity přiřazených průřezů. Nad podporami je nosná konstrukce uložena v souladu se skutečným uložením na ložiska - kloubově a posuvně ve vodorovném směru.



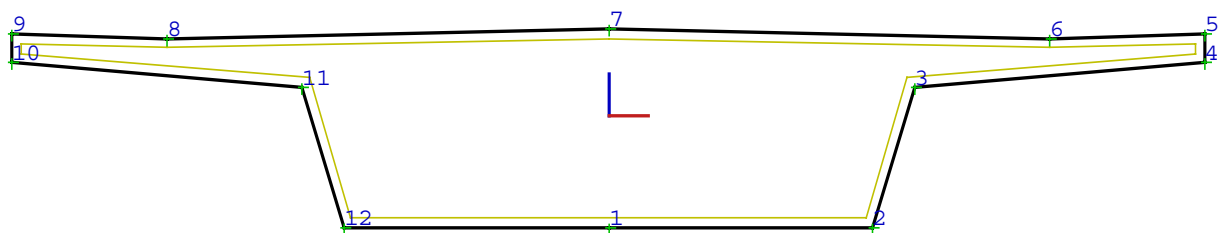
Obr. 2.3 Číslovanie prútov a uzlov konštrukcie.

Po dĺžke nosníka sú definované 3 typy prierezov, vid' Obr. 2.4

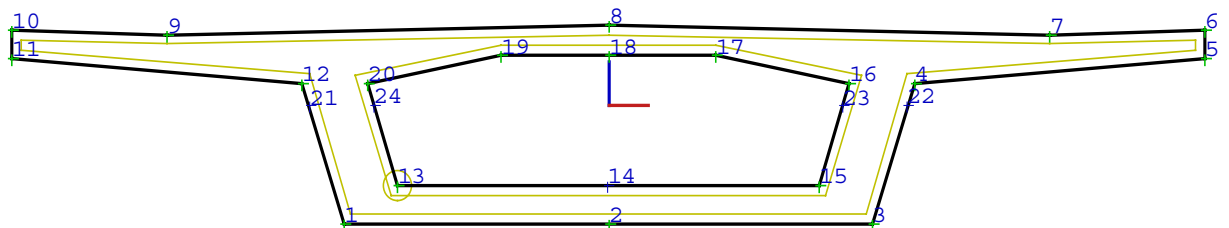
1. prierez nad podperou
2. prierez nábehu
3. prierez v poli



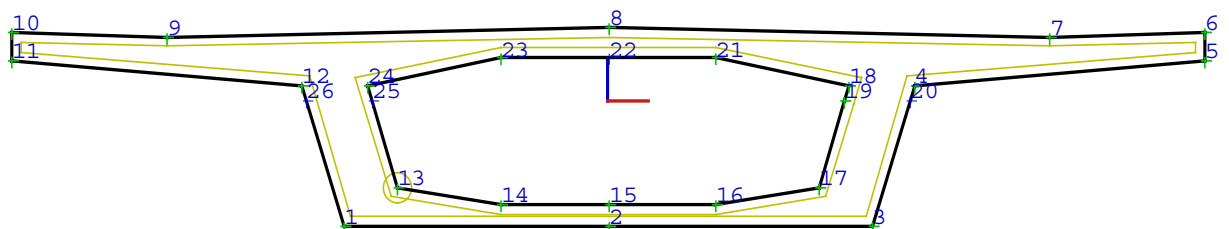
Obr. 2.4 Čísla prierezov.



1/ Prierez nad podperou



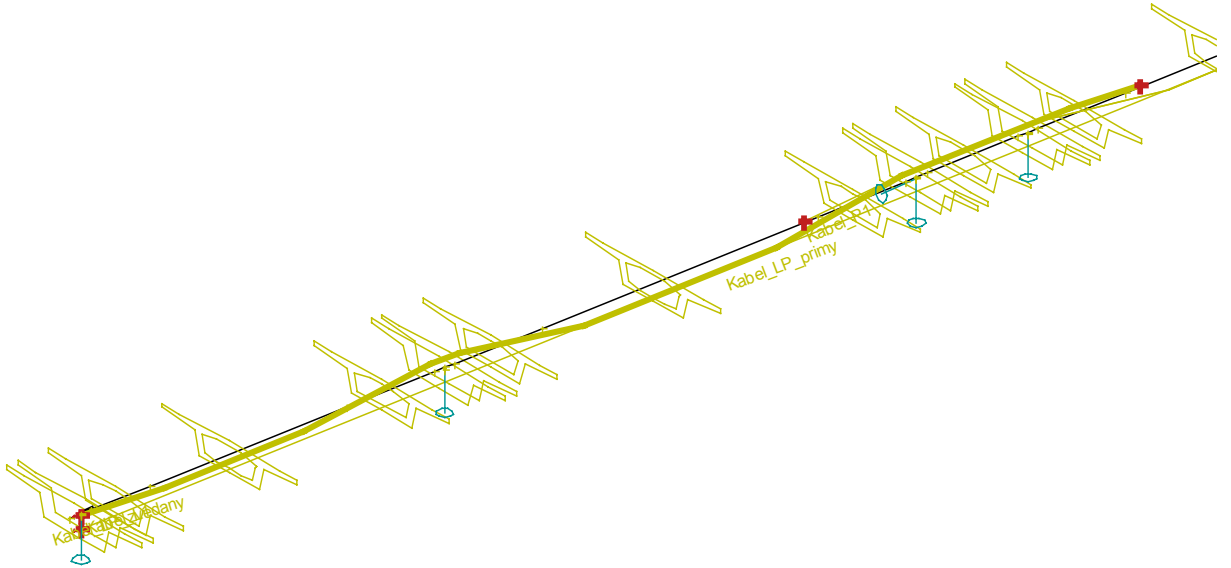
2/ Prierez nábehu



3/ Prierez v poli

Obr. 2.5 Typy prierezov.

Konštrukcia je predopnutá celkom 4 predpätými káblami (kabel L1 v prvých dvoch poliach, kábel P1 v posledných dvoch poliach, kábel LP priamy – cez všetky polia, kábel LP zvedaný – cez všetky polia ) vid' Obr. 2.6 . Všetky nosníky sú predopnuté súčasne, preto sú kábelky vložené do jedného zaťažovacieho stavu LS3 – Predpätie,



**Obr. 2.6 Káble v prvých dvoch poliach konštrukcie.**

Pre všetky káble a teda aj geometrie bol zvolený Bod počiatku lokálneho systému kábla dolná plocha **!!!čeho?** s nulovým odsadením vo všetkých troch smeroch x,y,z.

### 2.1.3. ZAŤAŽENIA, ZAŤAŽOVACIE STAVY, FÁZY VÝSTAVBY

Pre riešenie konštrukcie boli definované nasledujúce zaťažovacie stavy:

#### **Pokles podpier**

Pokles podpor bol rozdelen do 5-ti zaťažovacích krokov a zadán v časovom odstupe 14 dní po 2 mm (pro větev B). Pokles podpor byl zadán tak, že v podporách byly zadány krátké ocelové pruty, a ty byly zatíženy teplotou, která vyvolala zkrácení (pokles) o požadovanou hodnotu. Toto bylo možné však zadat i standardním způsobem v programu NEXIS jako „poklesy podpor“. Protože nerovnomerný pokles podpor je buď pokles podpor lichých, nebo sudých, byly zadány pro každou větev dva výpočty.

#### **Zatížení stálá**

##### **Vlastní tíha mostu (ZS1)**

Stálé zatížení je zadáno průřezovými charakteristikami a objemovou hmotností betonu C30/37 - 26 kN/m<sup>3</sup>.

##### **Předpětí (ZS3)**

Předpětí mostu je dodatečné kabley 12 x Ls 15,5-1800 MPa.

**Zatížení nahodilá dlouhodobá** (v programu Nexis modelovaná jako stálá zatížení)

##### **Tíha odstranitelných částí a zařízení mostů (vozovka, římsy, svodidla, zábradlí) (ZS2)**

$g_1 = 50 \text{ kN/m}$

##### **Zatížení smršťováním a dotvarováním (ZS25 – ZS33)**

Je uvažováno podle SN 73 6207 - Navrhování mostních konstrukcí z předpjatého betonu čl. 6.1.6 resp. 6.1.7.

##### **Účinky přetvoření základové půdy (ZS8 – ZS13)**

Jsou uvažovány nerovnomerné poklesy jednotlivých podpor hodnotou 10 mm pro větev B, 5 mm pro větve C a D.

**Zatížení nahodilá krátkodobá****Zatížení silniční dopravou (ZS13 – ZS18)**

Nahodilé zatížení je uvažováno pro zatěžovací třídu A podle SN 73 62 03 - Zatížení mostů podle článku 63 a, b, c.

Seskupení zatížení I

Čtyřnápravové vozidlo

Dynamický součinitel  $\delta = 1,20$  - větve B

$\delta = 1,24$  - větve C, D

Zatížení silniční dopravou (pohyblivé zatížení) bude vyhodnoceno pro pojezd zatěžovacích soustav po konstrukci na prutovém modelu v programu NEXIS. Vyhodnocení bude provedeno pro ohybové momenty, posouvající síly, normálové síly, reakce a deformace.

**Zatížení brzdnými a rozjezdovými silami**

Brzdná síla je uvažována hodnotou  $Br = \pm 300$  kN rovnoměrně na všechny podpory mostu.

**Zatížení klimatická (ZS6 – ZS7)**

Zatížení rovnoměrnou změnou teploty  $T = + 25^{\circ} \text{C} - \text{RZT} +25$

$T = - 30^{\circ} \text{C} - \text{RZT} -30$

Zatížení nerovnoměrnou změnou teploty bylo uvažováno následovně:

Nejprve bylo spočteno zakřivení stěnového prvku o výšce 1,80 m, šířce odpovídající tloušťce v příčném směru. Stěna byla po výšce rozdělena na takový počet prvků, který umožnil zadat změnu teploty po výšce stěny podle SN 73 6203 - čl. 141, obr. 10c. Vlivem teplotního zatížení došlo k deformaci stěny bez vlivu uložení. Takto zjištěná deformace (křivost konstrukce  $1/R$ ) byla zadána do prutového modelu

**Zatížení nahodilá mimořádná (ZS19 – ZS24)**

Nahodilé zatížení je uvažováno pro zatěžovací třídu A podle SN 73 62 03 - Zatížení mostů podle článku 90.

Zvláštní souprava

Dynamický součinitel  $\delta = 1,05$

**Důležité upozornění:**

Pro vyhodnocení pohyblivých zatížení byl zvolen pouze jeden ze dvou možných způsobů vyhodnocení pohyblivého zatížení, a to výpočet obálek vnitřních sil způsobených pohyblivou zatěžovací soustavou umístěnou v kritickém řezu. Pro výpočet obálek vnitřních sil platí, že kabely nejsou při statickém výpočtu umístěny v modelu konstrukce (v matici tuhosti) a tedy nemají při vyhodnocování smysl celkové výslednice [1], resp. vypočtené hodnoty už jsou celkovými výslednicemi. Důsledkem je to, že se v kabelech neprojeví změna předpětí od nahodilého zatížení ( $L_{min}, L_{max} = 0$ ).

Druhou možností (v příkladě nepoužitou) je výpočet extrémů vnitřních sil způsobených pohyblivým zatížením umístěným v předem určených řezech. Pro tento výpočet jsou kabely v konstrukci zahrnuty. Důsledkem je to, že se v kabelech projeví změna předpětí od nahodilého zatížení.

### 2.1.4. FÁZY VÝSTAVBY A GENEROVANIE KOMBINÁCIÍ

K definícii fáz výstavby a prevádzkových fáz bolo potrebných 10 fáz zobrazených na Obr. .

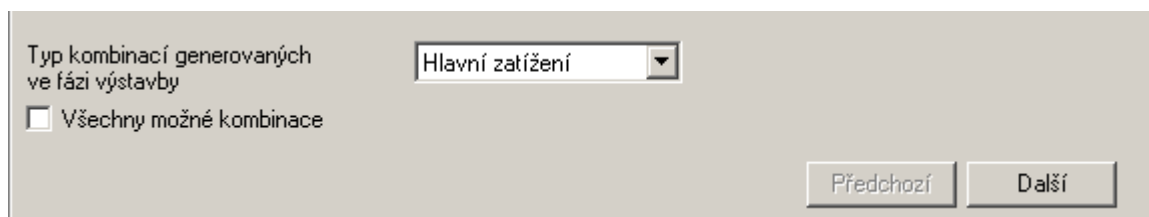
Pro výpočet byl uvažován následující postup výstavby:

0 dnů	-	betonáž nosné konstrukce
7 dnů	-	předpínání nosné konstrukce
10dnů		pokles podpor (lichý, nebo sudý) 2 (1) mm
24 dnů		pokles podpor (lichý, nebo sudý) 2 (1) mm
38 dnů		pokles podpor (lichý, nebo sudý) 2 (1) mm
52 dnů		pokles podpor (lichý, nebo sudý) 2 (1) mm
66 dnů		pokles podpor (lichý, nebo sudý) 2 (1) mm
100 dnů		zatížení ostatní stálé
100 dnů -		zatížení nahodilé krátkodobé
18250 -		zatížení nahodilé krátkodobé

#### Obr. 8 Tabuľka definovaných fáz výstavby.

Nebudeme tu popisovať celý postup zadania fáz výstavby, ktorý je podrobne popísaný v manuáli Fáze výstavby, predpinanie a TDA [1], skôr sa zameriame len na určité vlastnosti programu a na generovanie kombinácií z definovaných fáz výstavby.

Pre každú fázu výstavby je potrebné zvoliť typ kombinácie ( hlavné zaťaženie, celkové zaťaženie ... ), ktoré je potrebné pre načítanie hodnoty dovoleného namáhania pre danú fázu výstavby a spôsob generovania kombinácií, viď Obr. 2.7



#### Obr. 2.7 Spodná časť dialógu Nastavenie pre fázy výstavby ( prevádzkové fázy)

Zaškrtnutím voľby **Všetky možné kombinácie** sa pre danú fázu výstavby vygenerujú všetky možné kombinácie na základe permutácií (zdánlivě ideální řešení, ale při větším počtu stavů v kombinaci vede na neúnosně dlouhý, až nepoužitelný seznam). Inak sa kombinácie generujú ako obálkové t.j. sčítajú sa všetky stále zaťažovacie stavy, ale u premenných zaťažení sa rozhoduje či daný stav prítahuje alebo odľahčuje, či dva stavy môžu pôsobiť súčasne atď.

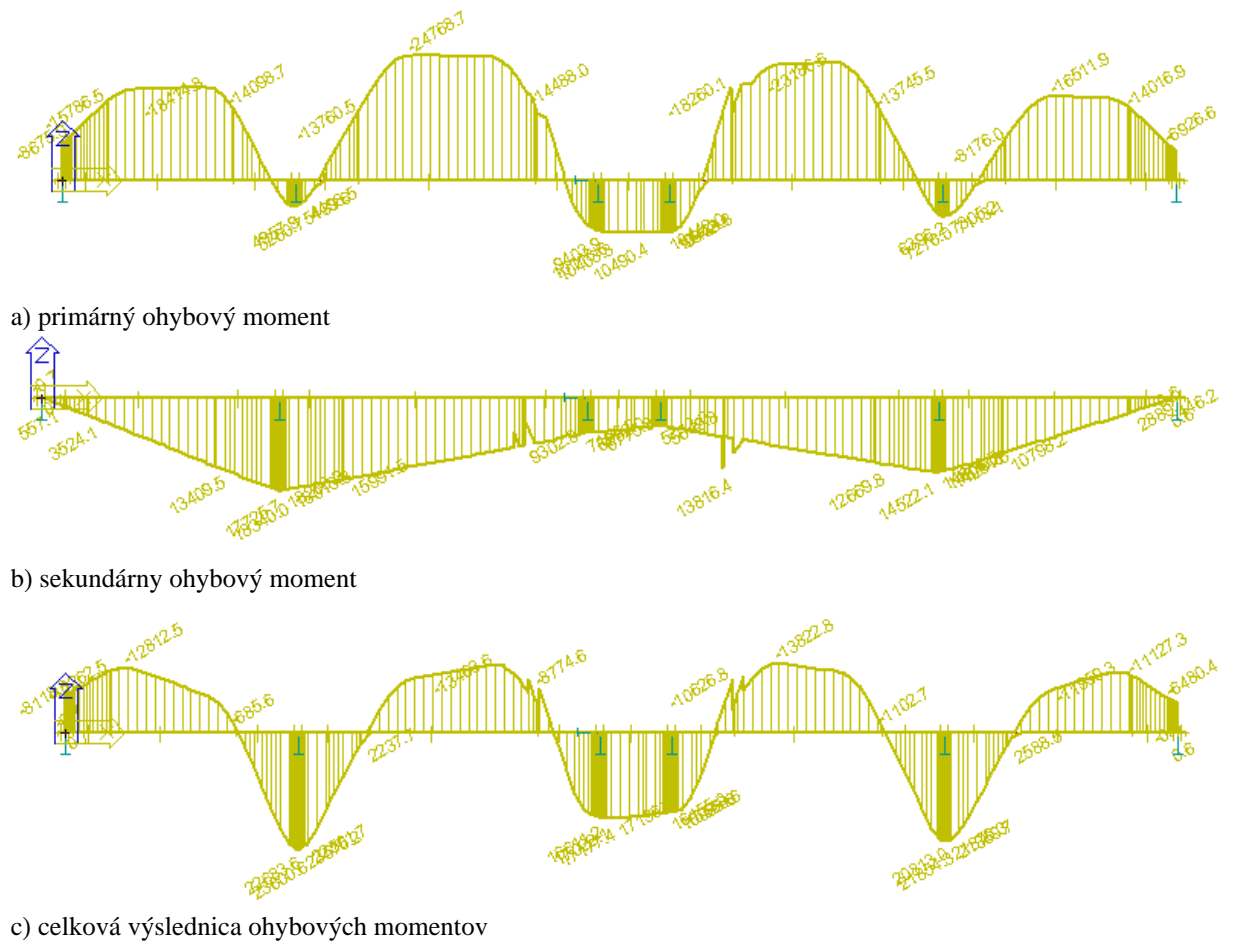
V našom prípade je pre všetky fázy výstavby zvolený typ Hlavné zaťaženie bez zaškrtnutej voľby Všetky možné kombinácie.

Na záver si ešte niekoľko odporúčaní:

- Fázami generovanú kombináciu "Zadaná kombinácia" s niekoľkými ZS typu premenné možno skopírovať do novej zadanej kombinácie "Zadaná kombinácia" a niektoré premenné ZS vypustiť či doplniť (program potom pozná, do akej fázy táto kombinácia patrí). To umožní riešiť i zobrazit' obidve kombinácie, pokiaľ ma maximum i minimum rovnaké znamienko.
- Kombináciu typu "Zadaná kombinácia" vygenerovanú fázami nie je možné skopírovať do kombinácie typu "Lineárna kombinácia". Pokiaľ zadám túto kombináciu ako novú kombináciu, tak program nepozná do akej fázy táto kombinácia patrí.

### 2.1.5. VYHODNOTENIE VNÚTORNÝCH SÍL

Pre ilustráciu sú na Obr. 2.8 zobrazené priebehy ohybových momentov od predpätia t.j. ZS 3.

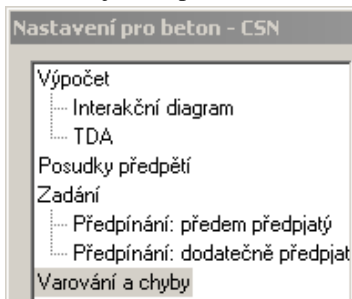


**Obr. 2.8** Priebeh ohybových momentov od zaťažovacieho stavu typu predpätie- ZS3,

### 3. NASTAVENIA A VSTUPNÉ ÚDAJE PRE POSUDKY

#### 3.1. NASTAVENIA

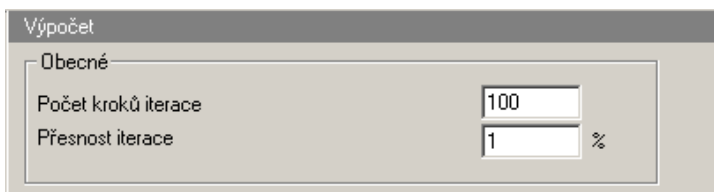
Nastavenie parametrov pre posudky je možné obdobne ako pri posudzovaní železobetónových konštrukcii urobiť v ponukovom riadku **Nastavenie > Betón**, ktorý otvorí dialóg **Nastavenie pre betón - ČSN** s nasledujúcimi položkami, vid'.



Obr. 3.1 Položky dialógu Nastavenie pre betón

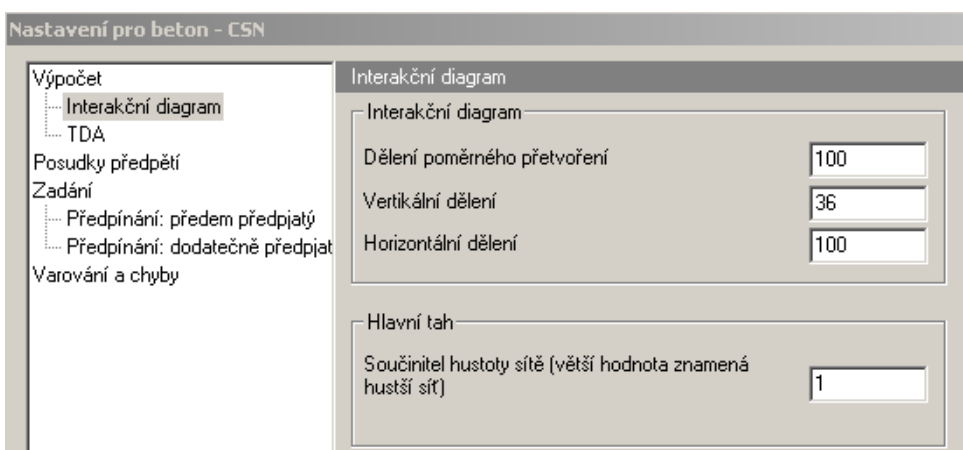
Parametre pre posúdenie predpätých konštrukcii je možné nastaviť v položke **Posudky predpätia**, ostatné položky boli popísané v predchádzajúcich manuáloch a preto sa zameriame len vysvetlenie parametrov položiek, ktoré priamo súvisia s posudkami predpätia.

#### Položka Výpočet



Obr. 3.2 Položka Výpočet

#### Položka Interakčný diagram



Obr. 3.3 Položka interakčný diagram

Novinkou tejto položky je skupina Hlavný ťah:

**Súčiniteľ hustoty siete** – hodnotou v editovanom okne možno zmeniť hustotu generovania siete MKP na priereze pri posúdení hlavného ťahu. Čím väčšia hodnota, tým je sieť hustejšia.

**Položka Posudky předpětia**

**Nastavení pro beton - CSN**

Výpočet  
 Interakční diagram  
 TDA  
**Posudky předpětí**  
 Zadání  
 Předpínání: předem předpjatý  
 Předpínání: dodatečně předpjat  
 Varování a chyby

**Posudky předpětí**

Dovolená namáhání betonu

Stupeň předpětí

plné  
 omezené  
 částečné

Průřez s izolací  
 Uvažovat náhodlá zatížení do kombinace pro taženou, tlačnou či předtlačnou oblast

Dovolená namáhání kabely

Zvýšit dovolené namáhání podle čl. 6.2.1.2  
 Zvýšit dovolené namáhání o ztrátu pokluzem

Stupeň bezpečnosti

	Sloupy a podpěry	Ostatní části konstrukce
Hlavní zatížení	2,2	2
Celkové zatížení	1,9	1,75

Konstrukce je navrhována jako vodotěsná

Šířka trhlín

Prostředí

Při posudku šířky trhlín uvažovat navrženou  $A_s$

Ověření deformací konstrukce

Mezní průhyb od pohyblivého zatížení

mosty pozemních komunikací 1/600 rozpětí  
 mosty drážních komunikací 1/800 rozpětí  
 mezní průhyb stanoven investorem

1/

**Obr. 3.4 Dialóg položky posudky predpätia****Skupina Dovolené namáhanie betónu.**

V podskupine Stupeň predpätia je možné nastaviť stupeň predpätia pre určenie dovoleného namáhania betónu v ťahu podľa tab. 7 a 8 ČSN/STN.

**Plné** – pri zapnutom prepínači sa budú uvažovať hodnoty pre plné predpätie

**Obmedzené** – pri zapnutom prepínači sa budú uvažovať hodnoty pre obmedzené predpätie

**Čiastočne** – pri zapnutom prepínači sa budú uvažovať hodnoty pre čiastočné predpätie

**Prierez s izoláciou** – pri zapnutej voľbe sa pre určenie dovoleného namáhania betónu v ťahu podľa tab. 7 budú uvažovať hodnoty pre prierez s izoláciou t.j. prierez ktorý je pri hornom povrchu chránený proti účinkom zrážkovej vody.

**Uvažovať náhodilé zaťaženia do kombinácie pre ťahanú, tlačnú či predtlačnú oblasť** – pri zapnutej voľbe sa budú pri generovaní kombinácii pre dané oblasti uvažovať aj náhodilé zaťaženia, vid'. 4.2.2.1.

**Skupina Dovolené namáhanie káblov:**

**Zvýšit' dovolené namáhanie podľa 6.2.1.2** – pri zapnutej voľbe bude možné zvýšit' dovolené namáhanie káblov na 1,05 násobok, ale len v časti poľa posudzovaného prvku, kde moment od premenného zaťaženia nepresahuje 0,75 násobok najväčšieho momentu od toho istého premenného zaťaženia v danom poli ( medzi podporami spojitého nosníka resp. medzi piliermi, vid'. 4.2.4.1.

**Zvýšit' dovolené namáhanie o stratu pokluzom** - pri zapnutej voľbe bude možné dovolené namáhanie káblov zvýšit' o hodnotu straty trením pokluzom podľa ČSN 736207, čl. 6.2.1.3, vid'.4.2.4.1.

**Skupina Stupeň bezpečnosti:**

V tejto skupine je tabuľka stupňov bezpečnosti v závislosti od typu konštrukcie a zaťaženia podľa ČSN 736207, tab. 17. Hodnoty v tejto tabuľke je možné editovať.

**Konstrukcia je navrhovaná ako vodotesná** – pri zapnutej voľbe v danej tabuľke stupňov bezpečnosti pribudne stĺpec so stupňami bezpečnosti proti vzniku trhlin podľa ČSN 736207, čl. 7.3, ktoré možno taktiež editovať.

**Skupina Šírka trhlín:**

**Prostredie** - v rolovačom okne možno nastaviť typ prostredia pre určenie limitnej šírky trhliny, v ktorom je možné nastaviť tieto typy prostredia podľa ČSN 736207, čl. 11.5.2, vid' 4.4.1:

- suché
- na vzduchu, voľne priestranstvo
- veľmi vlhké

Pozor, zmena tejto voľby sa premietne pri regenerácii dokumentu aj do už skôr zostavených kapitol dokumentu (posudky uložené v dokumentu budú prepočítané podľa aktuálneho stavu voľby).

Indikácia prostredia bude v ďalších verziách programu riešená iným spôsobom.

**Pri posudku šírky trhlín uvažovať navrhnutú As** – pri posudku šírky trhlín sa bude uvažovať plocha výstuže navrhnutéj z ťahovej normálovej sily, vid' 4.4.1. Plocha výstuže je navrhnutá ako skutočná plocha t.j. navrhuje sa skutočný počet vložiek s priemerom zadaným v dialógu **Zadanie parametrov > Základné > Hlavná výstuž.**

**Skupina Overenie deformácie konštrukcie:**

Táto skupina nie je v tejto verzii podporovaná

### 3.2. VSTUPNÉ ÚDAJE

Dialóg pre nastavenie vstupných parametrov daných prútov a pre definovanie výberov sa otvára klepnutím na položku stromu **Zadanie**. V dialógu sú nasledujúce voľby:

Obr. 3.5 Dialóg Zadanie

- dovoľené namáhanie káblov
- dovoľené namáhanie voľných káblov
- priehyb

Ostatné voľby sú rovnaké ako v skupine Pomenovaný výber..

**[Parametre]** - tlačidlom sa otvorí dialóg Zadanie parametrov pre definovanie typu prvku a typu betonárskej výstuže, viď 3.2.1.

**Skupina Zadanie a opravy** – priradenie nastavenia parametrov vybraným prvkom konštrukcie, viď základný manuál.

**[Výber betónových prútov]** - z danej konštrukcie budú vybrané len prúty, ktorých materiál je betón.

**Skupina Pomenovaný výber** – predstavuje skupiny prútov požadovaných vlastností t.j. výber prútov, ktorý bude uložený pod určitým názvom a pre ktorý môžu byť požadované rovnaké vlastnosti ( napr.5 stĺpov uložený v jednom výbere sa naraz posúdi na extrémne účinky t.j. je to jeden prvok z hľadiska vystužovania )

**Skupina** – rolovacie okno, obsahuje zoznam všetkých pomenovaných výberov, ktoré pozostáva z názvu , za ktorým je v zátvorke typ výberu.

**Typ výberu** – rolovacie okno, v ktorom je možné zvoliť typ výberu t.j. prúty alebo uzly

**[Uložiť aktuálny výber]** - tlačidlo otvorí dialóg **Nová skupina**, v ktorom je možné zadať názov aktuálneho výberu.

**[Editácia]** - tlačidlom je možné editovať vybrané prúty resp. uzly aktuálne vybranej skupiny v rolovacom okne Skupina

**[Zmazať]** - tlačidlom je možné zmazať aktuálne vybranú skupinu v rolovacom okne Skupina

**[Zmazať všetko]** - tlačidlom je možné zmazať všetky skupiny v rolovacom okne Skupina

**[Překreslit aktuální výběr]** - zvýrazni vybrané prúty resp. uzly aktuálne vybranej skupiny

**Skupina Skupiny tvoriace celek** – predstavuje skupiny prútov združených v jeden celek t.j. výber prútov na ktorých bude testovaná určitá vlastnosť alebo veličina, pričom jeden element 1D nesmie byť vybraný pre jeden typ posudku do viacej ako jednej skupiny ( napr. skupina 1D elementov pre vyhodnotenie toho, či moment od premenného zaťaženia nepresahuje 0,75 násobok najväčšieho momentu od toho istého premenného zaťaženia na rovnakom poli)

**Typ výpočtu** – rolovacie okno, v ktorom je možné zvoliť typ výpočtu resp. posudku pre ktorý bude daná skupina výberu použitá. Sú tu možné nasledujúce typy skupín:

### 3.2.1. DIALÓG ZADANIE PARAMETROV

Klepnutím na tlačidlo [Parametre] sa otvorí nasledujúci dialóg s jedinou kartou **Základné**.

Obr. 3.6 Dialóg pre nastavenie parametrov

**Skupina Nosník alebo stĺp** – tu je možné automaticky v závislosti od sklonu prúta od zvislej roviny alebo manuálne zadať typ prvku t.j. stĺpy a podpery alebo ostatné časti konštrukcie.

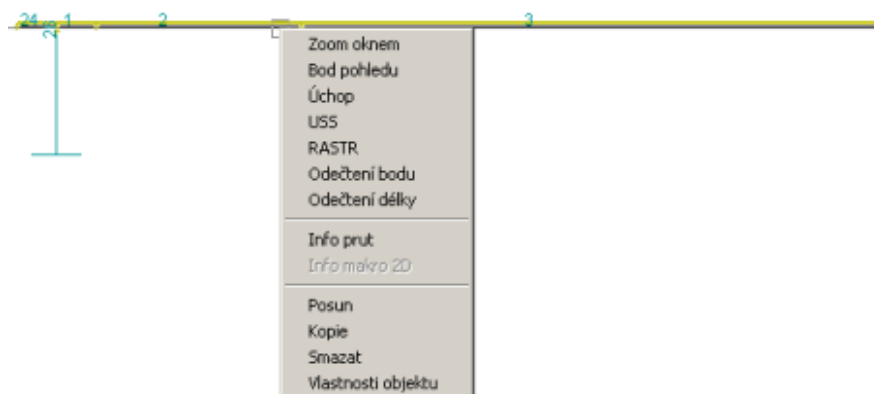
**Skupina Výstuž** – tu je možné zadať charakteristiky nosnej výstuže a strmienkov pre dané prvky. Podrobný popis týchto skupín je v manuáli Betónové konštrukcie [2].

**Káble zainjektované vo fáze** – v tomto rolovačom okne možno nastaviť či budú alebo nebudú káble zainjektované, a ak áno tak v ktorej fáze. Rolovacie okno obsahuje tieto položky:

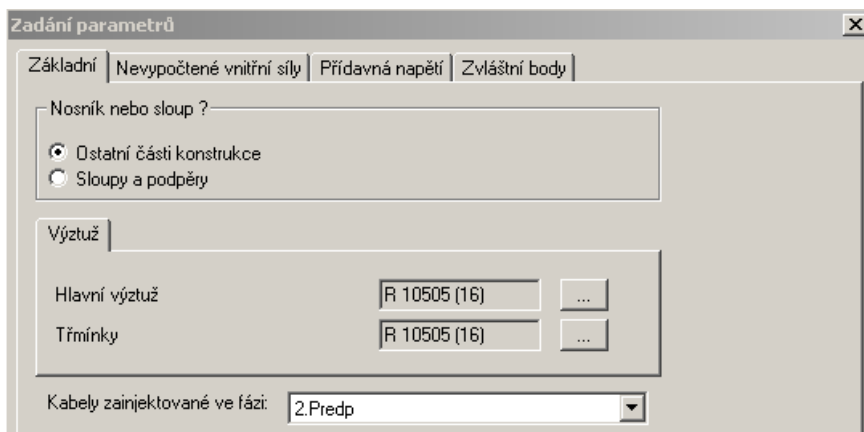
- nezainjektované – vybrať tejto položky budú káble vo všetkých fázach nezainjektované t.j. pri výpočte prierezových charakteristík bude plocha kanálikov odpočítaná z plochy betónového prierezu.
- výpis všetkých definovaných fáz – vybrať danej fázy zo zoznamu sa určí v ktorej fáze boli káble zainjektované t.j. od ktorej fázy sa bude uvažovať plný betónový prierez neoslabený kanálikmi.

Pozor, zmena tejto voľby sa premietne pri regenerácii dokumentu aj do už skôr zostavených kapitol dokumentu (posudky uložené v dokumentu budú prepočítané podľa aktuálneho stavu voľby).

Po zadaní nastavených parametrov na daný aktuálny alebo zadaný výber prútov cez tlačidlo [Zadanie] alebo cez tlačidlo [OK] s využitím skupiny Zadanie alebo opravy v dialógu na Obr.15 sa nad osou prierezu objaví žltá čiara, pomocou ktorej bude možné v ďalšom tieto vstupné parametre editovať a to klepnutím pravým tlačidlom myši na túto čiaru cez položku **Vlastnosti objektu**, viď Obr. 3.7, ktorý otvorí dialóg zobrazený na Obr. 3.8.



Obr. 3.7 Plávajúci dialóg pre editovanie vlastností vstupných parametrov



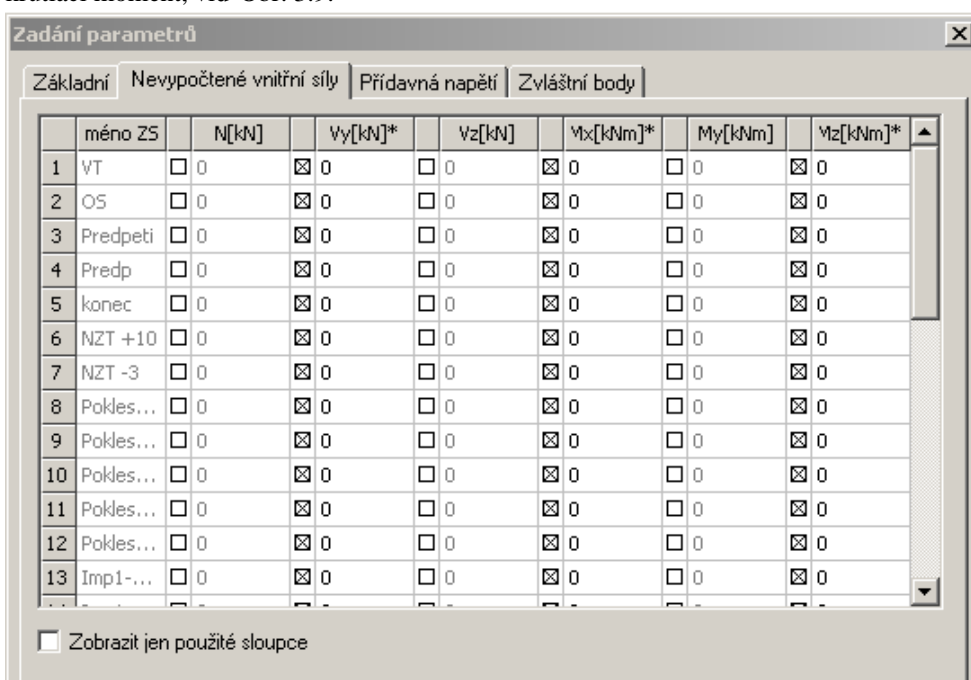
**Obr. 3.8** Rozšířené možnosti editovania vstupných parametrov cez Vlastnosti objektu

Dialóg vyvolaný cez **Vlastnosti objektu** obsahuje tieto karty:

- Základné
- Nevypočítané vnútorné sily
- Prídavné napätia
- Zvláštne body

### 3.2.1.1. Nevypočítané vnútorné sily

Pomocou tejto karty možno do konštrukcie zadať vnútorné sily, ktoré neboli vypočítané statickou analýzou napr. krútiaci moment, vid' Obr. 3.9.



**Obr. 3.9** Karta Nevypočítané vnútorné sily

Táto karta obsahuje tabuľku, v ktorej pre jednotlivé zaťažovacie stavy je možné zadať nevypočítané vnútorné sily a to vpísaním hodnoty pre daný zaťažovací stav a danú vnútornú silu pri zaškrtnutom štvorčeku. Zadané hodnoty nevypočítaných vnútorných síl sú konštantné po dĺžke elementu 1D a platné pre celý prierez t.j. nie pre jednotlivé prvky prierezu.

**Zobrazit' len použité stĺpce** – zaškrtnutím tejto voľby je možné redukovať počet stĺpcov v tabuľke len na vnútorné sily, ktoré majú v danom stĺpci aspoň jednu hodnotu vnútornej sily zadanú zvonka t.j. majú v stĺpci aspoň jeden zaškrtnutý štvorček.

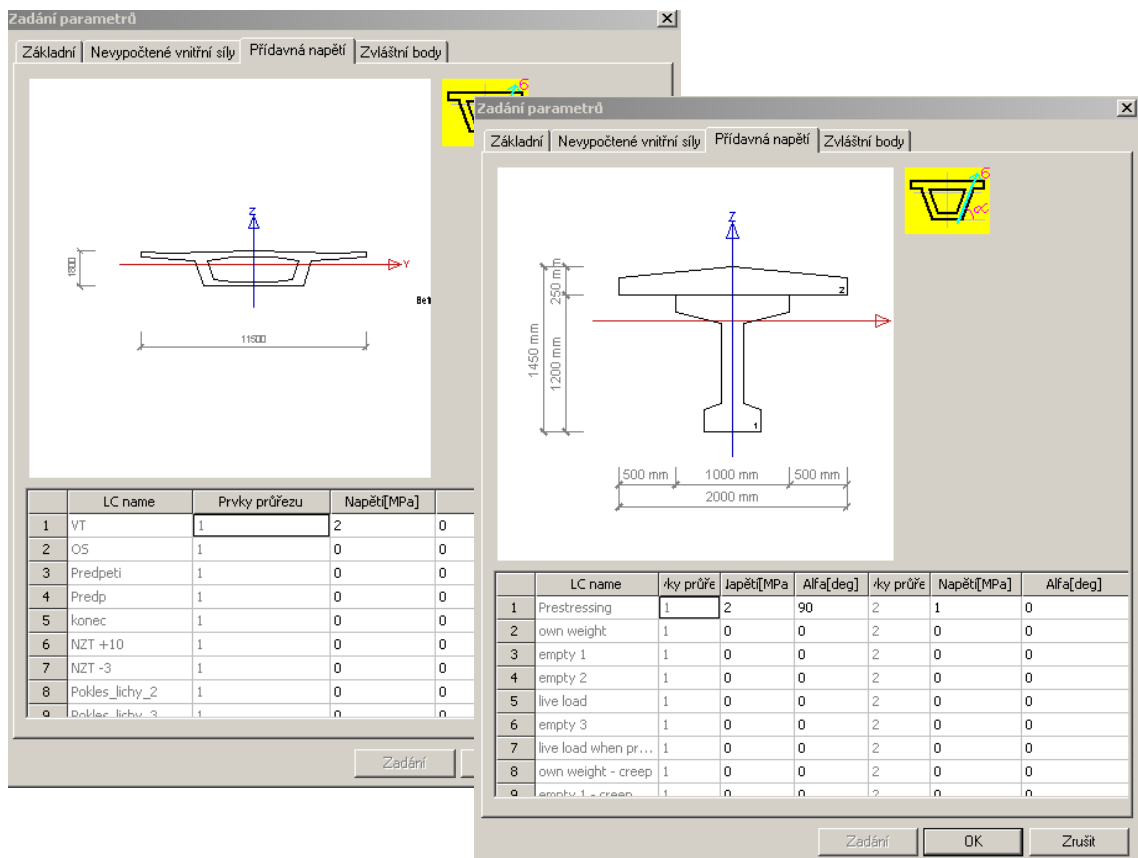
Poznámka:

Zadaním hodnoty vypočítanej vnútornej sily statickou analýzou ( hodnota s hviezdíčkou) bude existujúca vypočítaná hodnota vnútornej sily programom pri posudkoch nahradená.

### 3.2.1.2. Prídavné napätia

Pomocou tejto karty možno do konštrukcie zadať nevypočítané normálové napätia v priereze a jeho smer, ktoré nebolo vypočítané statickou analýzou napr. normálové napätie od priečného predpätia, vid'.

Obr. 3.10.



Obr. 3.10 Karta Prídavné napätia

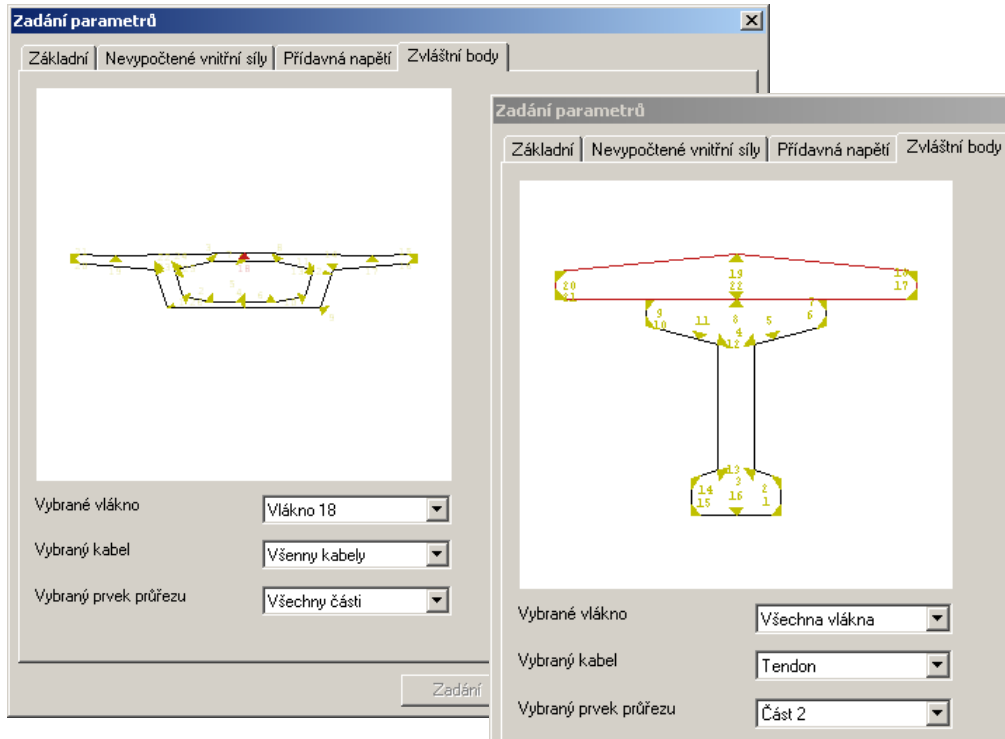
Táto karta obsahuje tabuľku, v ktorej pre jednotlivé zaťažovacie stavy je možné zadať hodnotu normálového napätia a jeho smer t.j. odklon od vodorovnej osi prierezu t.j. od osi y. Identifikácia miesta pôsobenia napätia je robená, tak že napätie sa zadáva na jednotlivé prvky prierezu (nemusia to byť fázy prierezu). Zadané hodnoty napätí sú konštantné po dĺžke elementu 1D a platné pre celý daný prvok prierezu.

Poznámka:

Normálové napätie vo vodorovnej hornej doske prierezu bude vlastne  $\sigma_y$  (alfa = 0) a priemerné normálové napätie vo zvislej stene prierezu bude  $\sigma_z$  (alfa = 90). Je možné zadať aj normálové napätie v šikmom smere t.j. predpínacie tyče v šikmej stene komorového nosníka. Toto napätie sa potom pomocou goniometrických funkcií rozloží do zložiek  $\sigma_y$  a  $\sigma_z$ .

### 3.2.1.3. Zvláštní body

Pomocou tejto karty možno vybrať vlákno resp. kábel ktorý sa potom bude v posudku prúta posudzovať (pri ladení konštrukcie sa potom sleduje jedno vlákno, ktoré sa nemení), vid'.



**Obr. 3.11 Karta Zvláštní body**

**Vybrané vlákno** - cez rolovacie okno možno vybrať buď všetky vlákna alebo len jedno vlákno s daným číslom znázornenom v obrázku prierezu prúta. Vlákno možno vybrať aj klepnutím na trojuholník v mieste príslušného vlákna v danom obrázku prierezu. Vybrané vlákno sa zvýrazní.

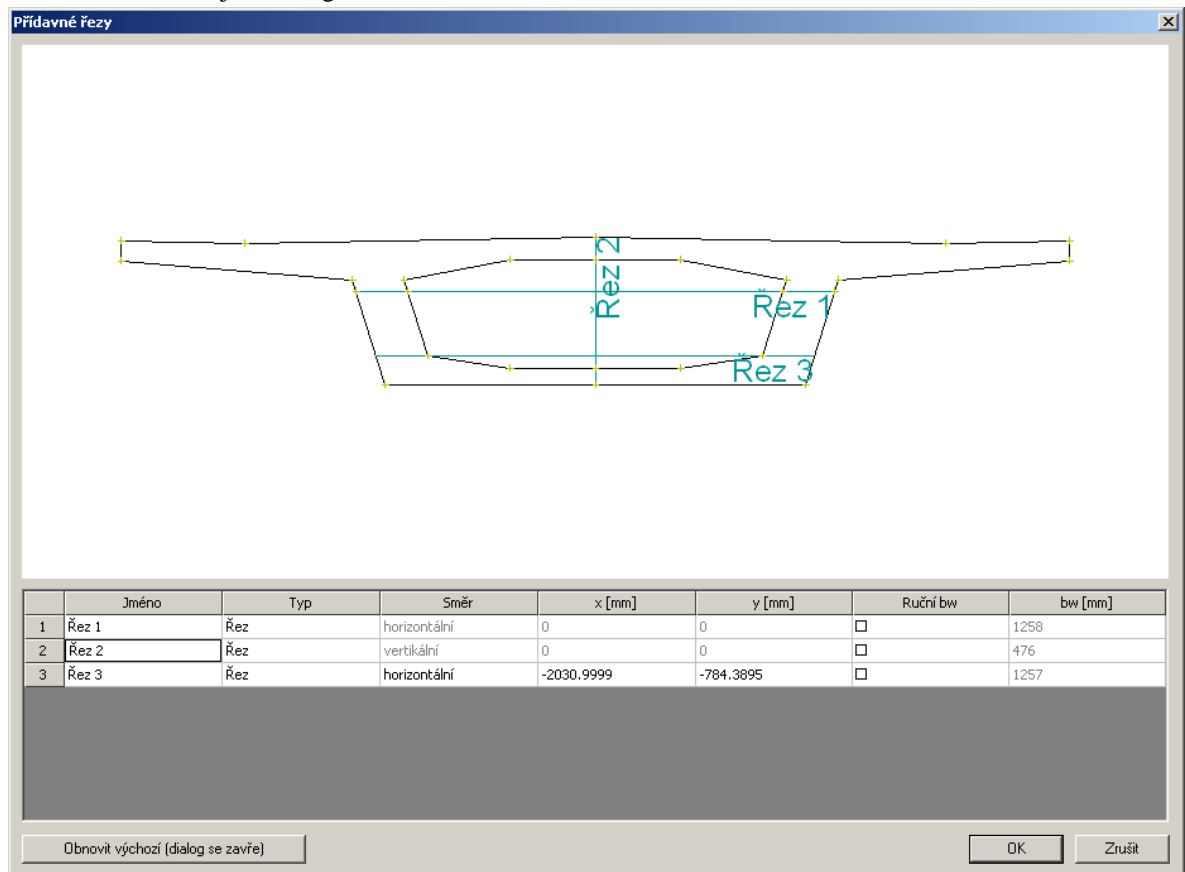
**Káble**- cez rolovacie okno možno vybrať buď všetky káble alebo len jeden kábel v danom vybranom priereze prúta.

**Vybraný prvok prierezu** – cez rolovacie okno alebo klepnutím na daný prvok prierezu možno vybrať časť prierezu pre posúdenia, pričom sa vybraná časť prierezu zvýrazní. V rolovacom okne sú nasledujúce voľby:

- Všetky časti –posudok bude vykonaný pre všetky časti ( prvky) prierezu t.j. celý prierez.
- Jednotlivé časti (Časť 1, Časť 2....) - posudok bude vykonaný pre príslušnú vybranú časť ( prvok) prierezu

### 3.3. ZADANIE REZOV V PRIEREZE

Pre posúdenie predpätých konštrukcií (najmä hlavných ťahov) je výhodné definovať vlastné rezy. Vlastné rezy je možné definovať v položke stromu **Prierezy, hrúbky > Obecný prierez > Editácia > Aktualizácia > Rezy**, ktorá otvorí nasledujúci dialóg.



**Obr. 3.12 Dialóg pre definovanie vlastných rezov**

Pre každý prierez sú defaultne definované horizontálny a vertikálny rez prechádzajúci ťažiskom prierezu, ktoré nie je možné editovať.

Vlastné rezy je možné definovať dvojako:

1. Klepnutím pravým tlačidlom na čísla rezu, ktorý otvorí nasledujúci dialóg pre editáciu rezov. Vybraním voľby Vložit' riadok sa vygeneruje nový rez s parametrami rezu 1, ktoré však možno editovať
2. Klepnutím na daný uzol alebo vlákno prierezu sa vygeneruje horizontálny rez daným bodom, ktorý je možné taktiež editovať



Jednotlivé stĺpce tabuľky sú nasledujúce:

**Meno** – pomenovanie daného rezu

**Typ** – zadanie typu v rolovacom okne t.j. či sa bude jednať o rez alebo škáru

**Směr** – zadanie smeru daného rezu v rolovacom okne, v ktorom sú k dispozícii dva smery: horizontálny (defultny smer) alebo vertikálny.

**x** – zadanie x –ovej t.j. horizontálnej súradnice rezu (má význam len pri vertikálnych rezoch)

**y** – zadanie y –ovej t.j. vertikálnej súradnice rezu (má význam len pri horizontálnych rezoch)

**Ručné bw** – zaškrtnutím štvorček je možné zadať vlastnú hodnotu šírky prierezu v danom mieste rezu t.j. šírky nebezpečného rezu. Táto hodnota je potrebná napríklad pre návrh výstuže na hlavný ťah, viď. 4.3.4.1.

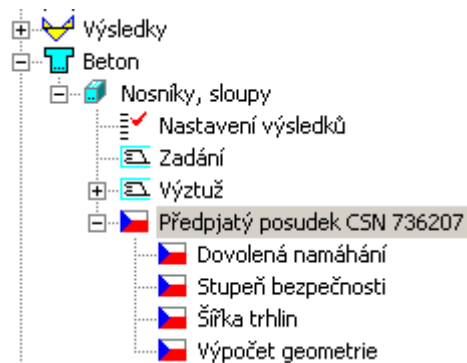
**bw** – automaticky vypočítaná alebo ručne zadaná šírka prierezu v danom mieste rezu  
Pre ČSN/STN je v súčasnej verzii tato hodnota nevyužitá. Bude využitá v ďalších verziách programu pre posúdenie škáry spriahnutej konštrukcie.

Poznámka:

Súradnice rezu sú vzťahnuté k ťažisku prierezu.

## 4. POSUDKY

### 4.1. OBECNE



Posúdenie predpätého betónu podľa ČSN 736207 je možné vykonať v ponuke stromu **Betón > Predpätý posudok CSN 736207**, v ktorej sú k dispozícii tieto typy posudkov:

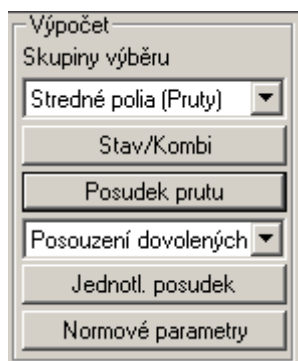
- Dovoľené namáhania, vid' 4.2
- Stupeň bezpečnosti, vid' 4.3
- Šírka trhlín, kapitola 4.5
- Výpočet geometrie, kapitola 4.2

Obr. 4.1 Položky stromu pre posúdenie predpätého betónu

### 4.2. DOVOLENÉ NAMAĤANIE

#### 4.2.1. OBECNE

Klepnutím na položku stromu **Dovoľené namáhanie** sa otvorí dialóg pre posúdenie napätí podľa dovoľených namáhání.



Typ posudku metódou dovoľených namáhání možno zvoliť v rolovacom okne pod tlačidlom [**Posudok prúta**], vid' Obr. 4.2. Rolovacie okno obsahuje tieto možnosti:

- Posúdenie dovoľených normálových namáhání, vid' 4.2.2
- Posúdenie dovoľených hlavných ťahov 4.2.3
- Posúdenie dovoľených namáhání káblov 4.2.4.

Obr. 4.2 Dialóg pre posúdenie normálových namáhání

#### 4.2.2. POSÚDENIE DOVOLENÝCH NORMÁLOVÝCH NAMÁHANÍ

##### 4.2.2.1. Predpoklady výpočtu normálových napätí

Výpočet normálových dovolených namáhaní vychádza z týchto predpokladov:

- Vnútorne sily od ZS typu predpätia sa u vopred predpätých prvkov v tejto verzii programu zatiaľ neupravujú vzhľadom ku kotevným dĺžkam.
- U vopred predpätých káblov sa pri výpočte napätia neodčítava plocha káblov
- U dodatočne predpätých káblov sa pri výpočte napätia uvažuje prierez oslabený kanálikmi, pričom ak sú už kanáliky označené ako zainjektované, tak sa kanáliky neodčítavajú od plochy prierezu. To či sú kanáliky zainjektované a v ktorej fáze alebo či nie sú zainjektované možno nastaviť v dialógu **Zadanie parametrov**, karta **Základné** cez rolovacie okno **Káble zainjektované vo fázy**, viď 3.2.1.
- Predpínacia a doposiaľ zadaná nepredpätá výstuž sa pri výpočte napätia uvažuje celou svojou plochou. Celou plochou sa započítava aj nebetónová časť prierezu napr. prvok prierezu z betonárskej výstuže a pod.
- Ak sa v danej fáze prierezu nie je v priereze zadaný kábel a ide o nepredpätú spriahnutú časť a potom sa v tejto časti uvažuje, že betón v ťahu nepôsobí. Inak sa napätie vypočíta podľa teórie pružnosti (lineárne po výške prierezu), kde betón v ťahu pôsobí.
- Pri posúdení dovolených namáhaní majú všetky materiály lineárne pracovné diagramy s nekonečnými vetvami.
- Normálové napätie sa potom porovnáva s dovoleným namáhaním, ktoré je dané normou ČSN 736207, tabuľkou č.6 a 7. (prípadne tab.25 a 26, v ktorých sú rozvedené poznámky z tabuliek č.6. a 7., viď 4.3.2.1.1 ), pričom okrem toho sa posudzuje:
  - V predtlačenej oblasti nesmie napätie prekročiť dovolené namáhanie betónu v tlaku platné pre tlačенú oblasť
  - V predtlačenej oblasti napätie od všetkých zaťažovacích stavov typu predpätie nesmie prekročiť dovolené namáhanie betónu v tlaku platné pre tlačенú oblasť
  - Pri čiastočnom predpätí v ťahanej oblasti za jednoduchého ťahu alebo pri rovinnom spôsobe namáhania ( ohyb, excentrický ťah a tlak) nesmie v tejto oblasti vzniknúť ťah t.j. napätie musí byť menšie alebo rovné nule. Kombinácie pre posúdenie čiastočného predpätia sa vygenerujú z danej kombinácie vypustením všetkých premenných zaťažovacích stavov t.j. budú ponechané v kombinácii len zaťažovacie stavy typu " vlastná tiaž", "stale-zaťaženie" a "stale-predpätie".
  - Pri čiastočnom predpätí v ťahanej oblasti pre vygenerované kombinácie pre posúdenie čiastočného predpätia pri priestorovom spôsobe namáhania ( ohyb, excentrický ťah a tlak) nesmie napätie betónu v tejto oblasti prekročiť dovolené namáhanie podľa ČSN 736207, tabuľka č.7, riadok 5.
  - Pri obmedzenom predpätí v ťahanej oblasti pre vygenerované kombinácie pre posúdenie obmedzeného predpätia za jednoduchého ťahu alebo pri rovinnom spôsobe namáhania ( ohyb, excentrický ťah a tlak) nesmie v tejto oblasti vzniknúť ťah t.j. napätie musí byť menšie alebo rovné nule. Kombinácie pre posúdenie obmedzeného predpätia sa vygenerujú z danej kombinácie vypustením 0,5 násobku všetkých premenných zaťažovacích stavov.
  - Pri obmedzenom predpätí v ťahanej oblasti pre vygenerované kombinácie pre posúdenie obmedzeného predpätia pri priestorovom spôsobe namáhania ( ohyb, excentrický ťah a tlak) nesmie napätie betónu v tejto oblasti prekročiť dovolené namáhanie podľa ČSN 736207, tabuľka č.7, riadok 5.

Pre určenie typu hodnoty dovoleného namáhania je potrebné taktiež určiť typ oblasti, pre ktorú sa generujú kombinácie zvlášť pre tlačенú a ťahanú oblasť a zvlášť pre predtlačенú oblasť:

- **kombinácie pre určenie ťahanej resp. tlačenej oblasti** sa určia so zadanej kombinácie vypustením všetkých zaťažovacích stavov typu predpätie.

- **kombinácie pre určenie predtlačenej oblasti** sa určujú zo zadanej kombinácie dve kombinácie:
  1. so zadanej kombinácie sa vypustia všetky zaťažovacie stavy typu predpätie ( kombinácia zhodná s kombináciou pre určenie ťahanej resp. tlačenej oblasti)
  2. v zadanej kombinácii sa všetky zaťažovacie stavy typu predpätie priradené do tejto kombinácie prenášobia hodnotou 0,75.

Okrem toho generovanie kombinácií pre určenie jednotlivých oblastí závisí od voľby **Uvažovať náhodilé zaťaženia do kombinácie pre ťahanú, tlačenu či predtlačenu oblasť** ([Normové parametre] > Posudky predpätia , vid' 3.1.). Ak je táto voľba vypnutá budú pri generovaní daných kombinácií pre určenie oblasti vypustené aj všetky premenné zaťaženia a obálky pohyblivých zaťažení.

#### 4.2.2.2. Dialóg pre posúdenie normálových napätí

Pri výbere tejto možnosti posúdenia v rolovacom okne pod tlačidlom **[Posudok prúta]** bude dialóg nasledovný

Skupina **Výpočet**:

**Skupiny výberu** obsahuje rolovacie okno, v ktorom si možno vybrať jeden z definovaných Pomenovaných výberov v dialógu Vstupné parametre, vid'3.2. Toto okno je v tomto dialógu zobrazené len vtedy, ak je definovaný aspoň jeden pomenovaný výber.

**[Stav/Kombi]** otvorí dialóg pre výber zaťažovacích stavoch, resp. kombinácií pre posúdenie napätia podľa dovolených namáhání.

**[Posudok prúta]** – spustí posúdenie napätia podľa dovolených namáhání pre daný vyber ZS resp. kombinácií a zvolenú skupinu výberu po dĺžke prvku. V danom reze prúta sa pri výbere všetkých vlákien vykreslí a posúdi extrémne vlákno ( vo výstupe s označením e) alebo len vybrané vlákno ( vo výstupe s označením s), vid' 3.2.1.3

**[Jednotlivý posudok]** – po výbere prúta otvorí dialóg **Posúdenie dovolených namáhání betónu** pre detailne posúdenie vo vybranom reze, vid' 4.2.2.6.

**[Normové parametre]** – nastavenie normových parametrov pre posúdenie dovolených normálových namáhání, ktoré môžu byť zobrazené všetky alebo filtrované podľa typu výpočtu a posúdenia, vid' 3.2.

Skupina **Kreslenie**:

**Dovolené namáhanie** - pri zapnutej voľbe sa budú kresliť porovnávacia krivka prípustných dovolených namáhání pre posúdenie.

**Normálové napätie min** - pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať minimálne hodnoty normálových napätí vo vybraných vláknach prierezu pre danú kombináciu resp. zaťažovací stav v **[Stav/Kombi]**

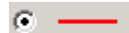
**Normálové napätie max** - pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať maximálne hodnoty normálových napätí vo vybraných vláknach prierezu pre danú kombináciu resp. zaťažovací stav v **[Stav/Kombi]**



zobrazí výsledky v tvare krivky a nevyhovujúce oblasti vykreslí červenou farbou



zobrazí výsledky vo firme rovných čiar zelené farby vo vyhovujúcich oblastiach a červenou v nevyhovujúcich oblastiach



Zobrazí výsledky vo forme rovných čiar buď je celá zelené farby alebo celá červenou farbou ( ak je na prúte aspoň jeden nevyhovujúci rez)

Ostatné položky kreslenia sú vysvetlené v 4.5., pričom sú aktuálne zapnuté tie voľby, ktoré boli naposledy navolené v dialógu **Výpočet geometrie**

**Obr. 4.3** Dialóg pre posúdenie normálových namáhání

Pod skupinou **Kreslenie** sa nachádzajú tlačidlá známe už z iných dialógov pre betón:

**[Nastavenie kreslenia]** – zobrazí dialóg **Nastavenie kreslenia** pre zmenu grafického znázornenia fáz výstavby, viď manuál k modulu Fáze výstavby.

**[Nastavenie grafu]** - zobrazí dialóg **Vlastnosti kriviek** pre zmenu grafického znázornenia jednotlivých volieb pod skupinou **Kreslenie**, viď. 4.2.2.3

**[Informácie o výpočte]** – zobrazí dialóg **Informácie o výpočte**, v ktorom sa nachádza zoznam chybových hlásení vygenerovaných počas výpočtu geometrie.

**[Detailne]** – otvorí dialóg pre detailne **Detailný grafický výstup**, viď 4.2.2.4

**[Prekresli]** – klepnutím na tlačidlo sa vykreslí priebeh aktuálne vybraných prvkov a volieb skupiny **Kreslenie**

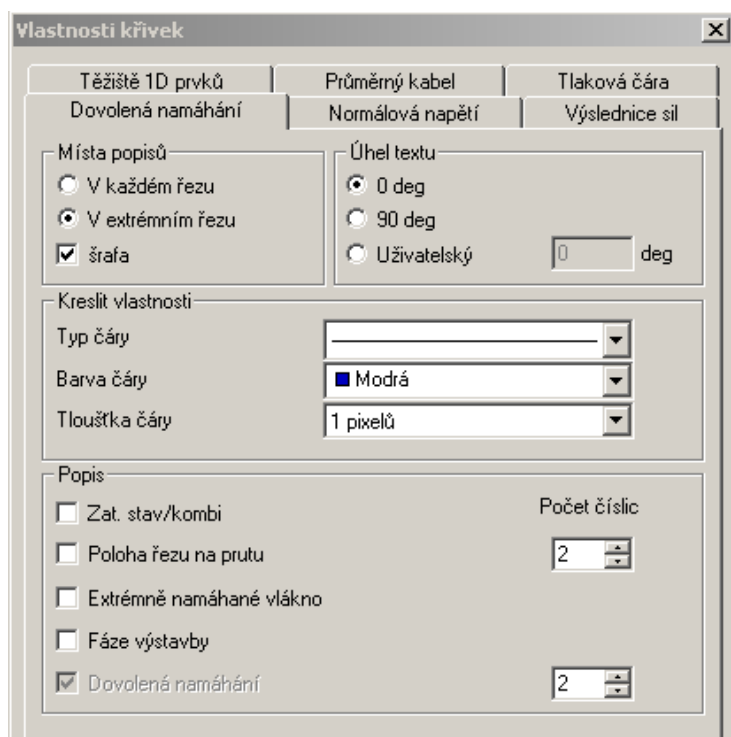
Skupina **Vyhodnotenie**:

**[Nastavenie výstupu]** – nastavenie režimu a položiek pre vyhodnotenie posúdenia, ktoré sa budú vyhodnocovať pri numerickom výstupe viď 4.2.2.5. Nastavený aktuálny režim vyhodnocovania sa zobrazuje pod tlačidlom.

**[Výstup]** spustí vlastné číselné vyhodnotenie a výpis zvolených položiek posúdenia podľa zadaného nastavenia na zvolené výstupné zariadenie

#### 4.2.2.3. Nastavenie grafov

Klepnutím na tlačidlo **[Nastavenie grafov]** v dialógu na Obr. 4.3 sa otvorí dialóg **Vlastnosti kriviek**, ktorý umožňuje editovať grafický výstup jednotlivých položiek kreslenia.



**Obr. 4.4** Dialóg pre nastavenie kreslenie kriviek

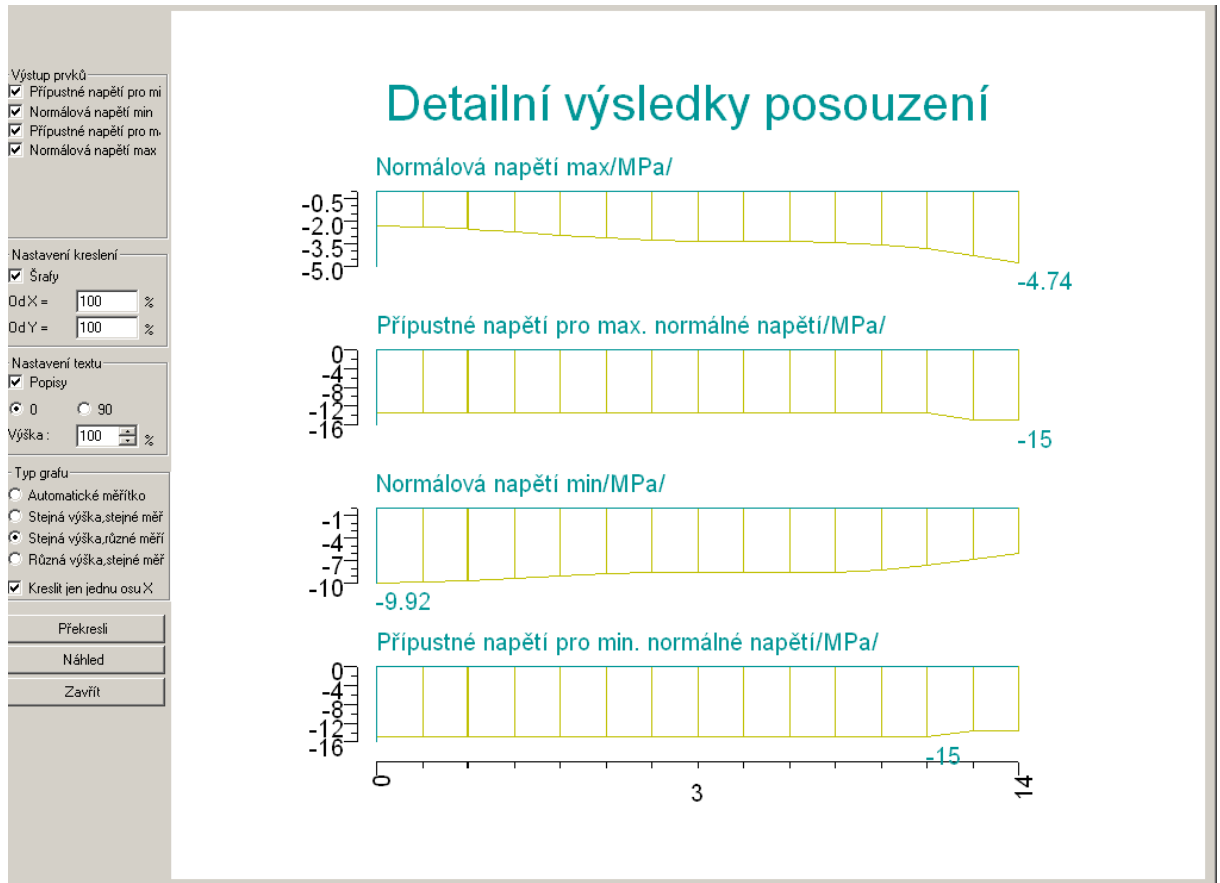
Pre každú položku zobrazovaných výsledkov (položky skupiny **Kreslenie**) t.j. pre každú kartu dialógu možno zmeniť vlastnosti vykresľovania. Niektoré karty t.j. karty týkajúce sa geometrie kábla sú vysvetlene v 4.5.1. Karty týkajúce sa priamo posúdenia dovoľovaných namáhání majú podobné parametre ako karty týkajúce sa geometrie kábla a preto sa zameriame len na rozdiely, prípadne nové voľby v týchto kartách, ktorými sú:

**Extrémne namáhané vlákno** – pri zapnutej voľbe sa v popise bude zobrazovať aj číslo extrémne namáhaného vlákna, pričom za daným číslom sa zobrazí aj písmeno „e“ ako extrémne vlákno kábel z daných vlákien resp. písmeno „s“ ako vybrané vlákno pre posúdenie vo Vstupných parametroch, viď 3.2.1.3.

**Fázy výstavby** – zobrazí číslo najnepriaznivejšej fázy výstavby z daných vybraných fáz pre posúdenie.

#### 4.2.2.4. Detailný grafický výstup

Detailný grafický posudok prúta sa spúšťa tlačidlom [**Detailne**] , viď, Obr. 4.3, ktorý otvorí dialóg **Detailný grafický výstup**.



Obr. 4.5 Dialóg pre detailný grafický posudok

Jednotlivé voľby tohto dialógu sú nasledovné

Skupina **Výstup prvku**:

**Prípustné napätie pre min** – pri zapnutej voľbe zobrazí graf priebehu prípustných minimálnych dovolených namáhaní pre vybrané prúty

**Normálové napätie min** – pri zapnutej voľbe zobrazí graf priebehu vypočítaných minimálnych normálových napätí

**Prípustné napätie pre max** – pri zapnutej voľbe zobrazí graf priebehu prípustných maximálnych dovolených namáhaní pre vybrané prúty

**Normálové napätie max** – pri zapnutej voľbe zobrazí graf priebehu vypočítaných maximálnych normálových napätí

Skupina **Nastavenie kreslenia**:

**Šrafy** pri zapnutej voľbe sa kreslí priebeh so šrafami z každého rezu

**Od X** = zmenou hodnoty v editovanom okne sa zmení veľkosť vodorovnej medzery medzi grafmi priebehu vyhodnocovaných veličín nastavených v skupine **Výstup prvku** a osou popisu prvku ( staničením)

**Od Y** = zmenou hodnoty v editovanom okne sa zmení veľkosť zvislej medzery medzi počiatkami grafov priebehu vyhodnocovaných veličín nastavených v skupine **Výstup prvku** a osou zvislou osou Y

Skupina **Nastavenie textu**:

**Popisy** – zapne alebo vypne zobrazenie číselných hodnôt vyhodnocovaných veličín.

**0 a 90** – nastavenie smeru popisu extrémnych hodnôt. Pri zapnutom prepínači 0 sú popisy súbežné s osou grafu X, pri zapnutom prepínači 90 sú popisy súbežné s osou grafu Y.

**Výška** vpísaním hodnoty do editovacieho okna alebo klepnutím na šípky sa zmení veľkosť popisu vyhodnocovaných veličín

Skupina **Typ grafu:**

**Automatické merítka** –

**Rovnaké výšky, rovnaké mierky** - pri tomto nastavení majú osi Y všetkých vyhodnocovaných veličín rovnakú veľkosť a všetky vyhodnocované veličiny sú vykreslené v rovnakej mierke

**Rovnaké výšky, iné mierky** - pri tomto nastavení majú osi Y všetkých vyhodnocovaných veličín rovnakú veľkosť a pre každú vykresľovanú veličinu je nájdená optimálna mierka pre vykreslenie.

**Rôzne výšky, rovnaké mierky** - pri tomto nastavení majú osi Y všetkých vyhodnocovaných veličín nastavenú veľkosť podľa maximálnej a minimálnej hodnoty vyhodnocovanej veličiny a všetky vyhodnocované veličiny sú vykresľované v rovnakej mierke.

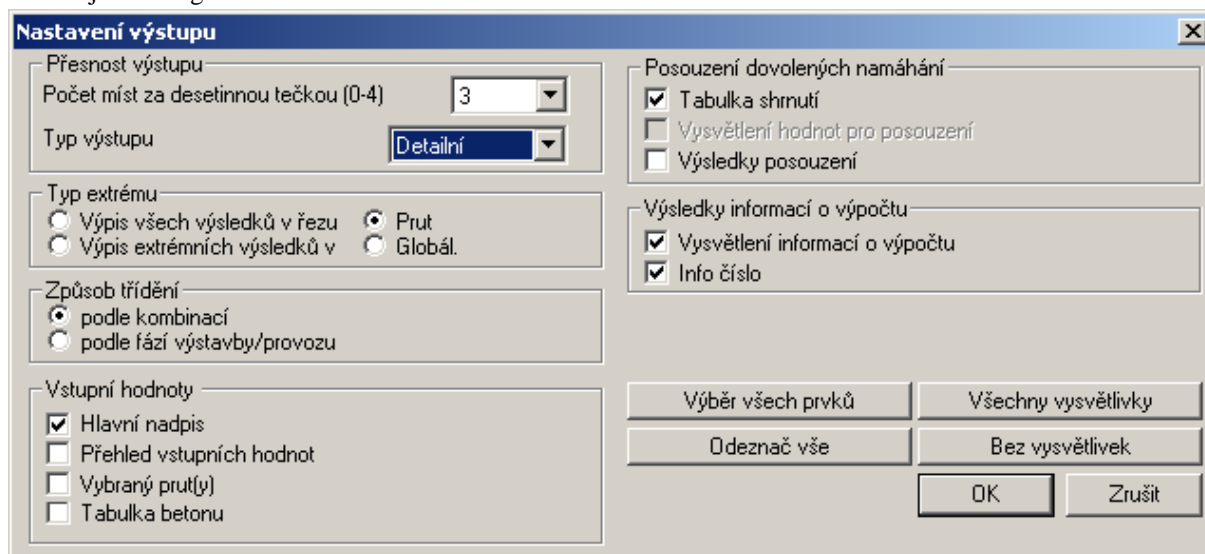
**Kresliť len jednu os X** - pri zapnutej voľbe sa vykreslí len jedna os X v dolnej časti grafického okna. Pri vypnutej voľbe bude mať každá vyhodnocovaná veličina svoju vlastnú os X.

**[Prekresli]** - klepnutím na tlačidlo sa prekresli zmenené aktuálne nastavenie parametrov dialógu

**[Náhl'ad]** - klepnutím na tlačidlo sa otvorí ponuka pre zmenu grafického výstupu ( priblíženie, oddialenie) a pre uloženie grafického výstupu na výstupné zariadenie

#### 4.2.2.5. Nastavenie výstupu

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie dovolených normálových namáhání je možné vykonať klepnutím na tlačidlo **[Nastavenie výstupu]** v skupine **Vyhodnotenie**, vid' obr. 23 , ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.



**Obr. 4.6 Dialóg pre nastavenie výstupu pre dovolené namáhanie betónu**

Jednotlivé voľby tohto dialógu sú nasledovné:

Skupina **Presnosť výstupu:**

**Počet miest za desiatinnou čiarkou (0-4)** – v rolovacom okne je možné nastaviť počet desiatinných miest v numerickom výstupe. Rozsah je od 0 do 4.

**Typ výstupu-** v rolovacom okne je možné nastaviť dva typy výstupov:

- Stručný – vo výstupe sa zobrazia len položky, ktoré sú zaškrtnuté na Obr. 4.6
- Detailný- užívateľ si môže vybrať jednotlivé položky pre výstup

Skupina **Typ extrému:**

**Výpis všetkých výsledkov reze** – pri zapnutom prepínači v jednotlivých rezoch objavia výsledky pre všetky vypočítané kombinácie resp. fázy výstavby

**Výpis extrémnych výsledkov v reze** – pri zapnutom prepínači v jednotlivých rezoch objavia len extrémne výsledky z daných vypočítaných kombinácií resp. fáz výstavby

**Prút** – pri zapnutom prepínači bude vypísané extrémne hodnoty vyhodnocovaných veličín vo všetkých vybraných a posúdených prútoch.

**Globál.** - pri zapnutom prepínači bude vypísaná najväčšia vypočítaná hodnota pretvorenia z vyhodnocovaných pretvorení a k nim príslušné hodnoty ostatných pretvorení v danom reze zo všetkých vybraných a spočítaných prútoch.

Skupina **Spôsob triedenia:**

**podľa kombinácií** – pri zapnutom prepínači bude pre všetky fázy výstavby resp. kombinácie generovaná jedna tabuľka posúdenia výsledky pre jednotlivé rezy vybraných a posúdených prútoch.

**podľa fázy výstavby/prevádzky** - pri zapnutom prepínači bude pre každú nebezpečnú fázu výstavby vygenerovaná tabuľka posúdenia pre jednotlivé rezy vybraných a posúdených prútoch.

Skupina **Vstupné hodnoty:**

**Hlavný nadpis** – zobrazí typ posudku a normu podľa, ktorej je posudok vykonaný

**Prehľad vstupných hodnôt** – zobrazia definované vstupne hodnoty pre daný typ posudku, ktoré boli nastavené v dialógu [**Normové parametre**].

**Vybraný prút(y)** - zobrazí tabuľku vybraných prútoch pre posudok aj s informáciou o definícii zvláštnych bodov, viď.3.2.1.3.

**Tabuľka betónu** – zobrazí hodnoty medzných napätí betónu (ČSN 732607, tabuľka 6. a 7. ) v čase 28 dní a v čase danej fázy výstavby resp. kombinácie ktorá je posudzovaná.

Skupina **Posúdenie dovolených namáhání**

**Tabuľka zhrnutia** – zobrazí tabuľku zhrnutia posúdenia pre daný spôsob triedenia v rezoch s najväčšími hodnotami min. a max. vypočítaných normálových napätí

**Výsledky posúdenia** – zobrazí tabuľku posúdenia dovolených namáhání pre daný spôsob triedenia a pre daný typ extrému.

**Vysvetlenie hodnôt pre posúdenie**– zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Výsledky posúdenia**.

Skupina **Výsledky informácií o výpočte:**

**Info číslo** – pri zapnutej voľbe do tabuľky **Výsledky posúdenia** bude pridaný stĺpec s číslami chýb a varovaní, ktoré vznikli počas posúdenia.

**Vysvetlenie informácií o výpočte** – zobrazí tabuľku vysvetlenia a popisu čísiel chýb a varovaní.

#### 4.2.2.6. *Jednotlivý posudok*

Klepnutím na tlačidlo [**Jednotlivý posudok**] v skupine **Výpočet** na Obr. 4.3 a po výbere prúta sa otvorí dialóg pre detailne posúdenie vo vybranom reze. Tento dialóg obsahuje tieto karty:

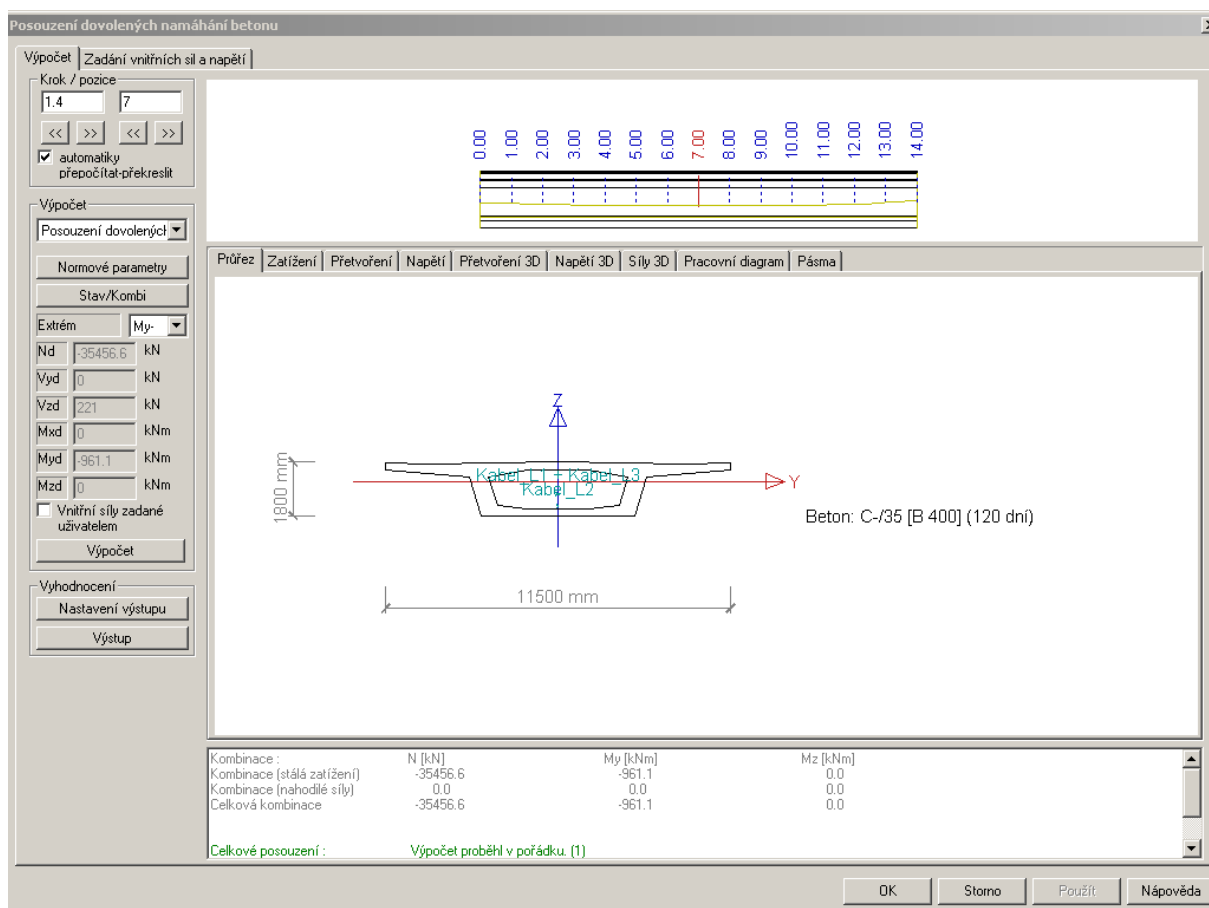
- Výpočet
- Zadanie vnútorných síl a napätí

#### Karta výpočet

Položky a vlastnosti tejto karty sú podrobne vysvetlené v referenčnej príručke Betónové konštrukcie. V tejto časti budú len v stručnosti popísané jednotlivé položky, pričom sa zameriame najmä na zmeny a novinky, ktoré táto karta obsahuje a ktoré sa týkajú priamo posudkov predpätia.

Karta obsahuje tri základne okna:

1. Okno so zobrazeným vybraného prúta pre jednotlivý posudok, v ktorom sú zobrazené polohy a kóty jednotlivých rezov generovaných Nexisom v závislosti od vhodnosti pre výpočet TDA.
2. Grafické okno pre znázornenie výsledkov posúdenia aktuálneho rezu v závislosti na nastavenom spôsobe posúdenia.
3. Textové okno, v ktorom sa zobrazujú základné numerické výsledky posúdenia daného rezu, chyby a varovanie, ktoré sa vyskytli počas posudku.



Obr. 4.7 Karta Výpočet dialógu pre jednotlivý posudok

#### Skupina Krok/Pozícia:

Služi na nastavenie aktuálneho miesta pre posudok, buď pomocou zadaného kroku a klepnutím na šípky [ << ] a [ >> ] alebo zadaním polohy aktuálneho rezu v druhom editovacom okne. Druhá skupina šípok slúži k prechodu na iný prút. Novinkou že rez pre posúdenie z rezov vygenerovaných Nexisom možno nastaviť klepnutím myši na polohu alebo kótu rezu v hornom grafickom okne, kde je zobrazený posudzovaný vybraný prút.

**Automaticky prepočítat'-prekreslit'** pri zapnutej voľbe sa pri zmene polohy rezu automaticky spustí výpočet posúdenia. Inak je pri zmene polohy rezu potrebné spustiť výpočet posúdenia tlačidlom [ **Výpočet** ]

#### Skupina Výpočet:

Pod nadpisom Výpočet je rolovacie okno, v ktorom možno nastaviť typ posúdenia. Obdobne ako pri posudku prúta sú tu tri možnosti posudku:

- Posúdenie dovolených normálových namáhání
- Posúdenie dovolených hlavných ťahov

Od typu nastavenia sa menia, karty v druhom grafickom okne pre zobrazenie výsledkov posúdenia rezu. Pre posúdenie dovolených normálových namáhání sú k dispozícii tieto karty, vid'.Obr. 4.7:

- Prierez
- Zaťaženie

- Pretvorenie
- Napätie
- Pretvorenie 3D
- Napätie 3D
- Sily 3D
- Pracovní diagram - možnosť zobrazenia pretvorenia a napätia na pracovnom diagramu príslušného materiálu t.j. vlákna betónového prierezu. Klepnutím na príslušné vlákno sa zobrazí na pracovnom diagrame pretvorenie vlákna a jemu zodpovedajúce napätie. Vybratím daného vlákna sa v textovom okne zobrazí aj výsledky posúdenia daného vlákna, defaultne je pre dielčí posudok vlákna nastavené vlákno 1.
- Pásma – pre vlákna prierezu zobrazí typ oblasti, v ktorom vlákno leží t.j. ťahaná, tlačená resp. predtlačená oblasť

Grafické vyhodnotenia výsledkov možno uložiť na definované vstupné zariadenie alebo zmeniť typ zobrazenia grafického výstupu v závislosti od typu karty, vid'. 4.2.2.6.1

**[Stav/Kombi]** otvorí dialóg pre výber zaťažovacích stavov, resp. kombinácii pre posúdenie napätia podľa dovolených namáhání.

**[Normové parametre]** – nastavenie normových parametrov pre posúdenie dovolených normálových namáhání ktoré môžu byť zobrazené všetky a lebo filtrované podľa typu výpočtu a posúdenia. vid' 3.1.

**Extrém** – v rolovacom okne je možné nastaviť typ extrému vnútorných síl, pre ktorý sa ma daný posudok vykonať, pričom celkové hodnoty vnútorných síl sú zobrazené v oknách pod rolovacím oknom. Ostatné vnútorné sily t.j. primárne, sekundárne, vnútorne sily pre posúdenie jednotl. oblasti, pre posúdenie čiastočného alebo obmedzeného predpätia atď. je možné si prezrieť a editovať v karte **Zadanie vnútorných síl a napätí**

**Vnútorné hodnoty zadané užívateľom** – pri zapnutej voľbe je možné celkové hodnoty síl, pre ktoré sa vykonáva posudok editovať.

**Výpočet** – spustí posúdenia daného vybraného rezu pre zadné vnútorné sily.

Skupina **Vyhodnotenie:**

**[Nastavenie výstupu]** – nastavenie režimu a položiek pre vyhodnotenie posúdenia daného rezu, ktoré sa budú vyhodnocovať pri numerickom výstupe 4.2.2.6.2

**[Výstup]** spustí vlastné číselné vyhodnotenie a výpis zvolených položiek posúdenia podľa zadaného nastavenia na zvolené výstupné zariadenie

#### **Karta Zadanie vnútorných síl a napätí**

V tejto karte je možné definovať vlastné hodnoty vnútorných síl a pretvorení prvkov prierezu pre posúdenie rezu. Hodnoty v tejto karte je možné editovať len pri zaškrtnutej voľbe **Vnútorné sily zadané užívateľom** v karte **Výpočet**, vid'.Obr. 4.7. Ak táto voľba nie je zaškrtnutá táto karta má len informatívny charakter.

Výpočet Zadání vnitřních sil a napětí

Počáteční stav - průřez

Fáze	N [kN]	eps0*1e6	My kN/m	rotY*1e6	Mz kN/m	rotZ*1e6
0	-30478.05	0	-6079.69	0	0	0

Počáteční pretvoření výstuže


Index	Jméno	Y [mm]	Z [mm]	Plocha [mm^2]	Eps*1e6
1	R 10505 (12)	2517.67	-1034.41	113.1	0
2	R 10505 (12)	2365.09	-1034.41	113.1	0
3	R 10505 (12)	2212.5	-1034.41	113.1	0
4	R 10505 (12)	2059.92	-1034.41	113.1	0
5	R 10505 (12)	1907.33	-1034.41	113.1	0

Pretvoření - kabely

Index	Jméno	Y [mm]	Z [mm]	ocha [mm^2]	ení po zakot.	způsobené z	ění po ztrát.	ipětí po ztrátá
1	Kabel_L1	0	-276.43	6795.65	6431.45	-670.24	5761.21	-130.7
2	Kabel_LP...	0	-883.1	6795.65	6543.31	-810.45	5732.86	-158.04
3	Kabel_LP...	0	-276.43	13591.3	6431.38	-670.17	5761.21	-130.68

Nastavení vnitřních sil pro výpočet - celkové výslednice

	Celková	tlačená-tažená	Předtlačená	Nahodilá	Stálá	Primární	Sekundární	Předpětí
N [kN]	-46.56	3.04	-25676.32	-49.6	3.04	-34238.62	-0.53	-34239.15
My [kN/m]	11316.07	4637.68	-4664.74	6678.39	4637.68	-14725.06	2321.84	-12403.22
Mz [kN/m]	0	0	0	0	0	0	0	0



Počáteční pře 0

Zadat pretvoření do výstuže

Zadat pretvoření po zakotvení do kabelu

Zadat pretvoření způsobené ztrátami do kabelu

Aktualizovat data zadaná v tomto dialogu

Obr. 4.8 Karta Zadání vnitřních sil a napětí dialogu pro jednotlivý posudek

Táto karta obsahuje štyri nasledujúce tabuľky (skupiny):

**Počiatkový stav – prierez** – tabuľka obsahujúca hodnoty vnútorných síl a pretvorení pre počiatkový stav jednotlivých fáz prierezu. Hodnoty vnútorných síl tu možno editovať a v závislosti od týchto hodnôt sa určuje aj počiatkové pretvorenie.

**Pretvorenie – výstuž** – tabuľka obsahujúca základne charakteristiky výstuže (označenie, typ, súradnice a plochu), v ktorej možno prostredníctvom tlačidla [**Zadat' pretvorenie do výstuže**] meniť hodnoty pretvorení jednotlivých vložiek výstuže a to v stĺpci **Eps\*1e6**.

**Pretvorenie – káble** – tabuľka obsahujúca základne charakteristiky kábla (označenie, typ, súradnice a plochu), v ktorej možno zadať nasledujúce pretvorenia:

- Pretvorenie po zakotvení – predstavuje u dodatočne predpätých konštrukcií pretvorenie kábla po zakotvení a u dopredu predpätých konštrukcií pretvorenie káblov po uvoľnení predpinacích káblov z kotevných blokov. Túto hodnotu pretvorenia možno zmeniť a zadať pomocou tlačidla [**Zadat' pretvorenie po zakotvení do káblu**].
- Pretvorenie po stratách – predstavuje hodnoty pretvorenia v kábloch spôsobené stratami (krátkodobými aj dlhodobými), pričom túto hodnotu pretvorenia možno zmeniť a zadať pomocou tlačidla [**Zadat' pretvorenie spôsobené stratami do káblu**].

Okrem týchto dvoch pretvorení tabuľka obsahuje aj celkové pretvorenie **Eps,tot\*1e6**, ako súčet predchádzajúcich dvoch pretvorení t.j. pretvorenia po zakotvení a pretvorenia po stratách a stĺpec **Napätie po stratách**.

**Nastavenie vnútorných síl pre výpočet – celková výslednica** – tabuľka obsahujúca jednotlivé zložky a kombinácie zložiek vnútorných síl, ktoré je možné zadať pre jednotlivé typy vnútorných síl (N, Vy, Vz, Mx, My, Mz). Pre posúdenie dovolených normálových namáhaní sú zobrazené a prístupné nasledujúce stĺpce:

- Celkové
- Tlačená-táhaná
- Predtlačená
- Náhodilé
- Stále
- Primárne
- Sekundárne
- Predpätie

Z týchto zložiek vnútorných síl sú však aktívne t.j. možno ich editovať len Náhodilé a Sekundárne, ostatné položky majú informatívny charakter.

Pod grafickým oknom tejto karty sa nachádzajú nasledujúce tlačidlá a editovacie okná:

**Počiatkové pretvorenie** – editovacie okno, v ktorom možno zadať hodnotu pretvorenia jednotlivých vložiek výstuže resp. káblov.

**[Zadať pretvorenie do výstuže]** - klepnutím na toto tlačidlo, vybratím vložky výstuže klepnutím na vložku alebo číslo vložky výstuže v grafickom okne ( vybraná vložka a číslo sa zvýrazni) a po potvrdení výberu ( klepnutím pravým tlačidlom myši do grafického okna ) sa pre vybranú vložku nastaví v tabuľke **Pretvorenie – výstuž** príslušná hodnota pretvorenia zadaná v editovanom okne **Počiatkové pretvorenie**.

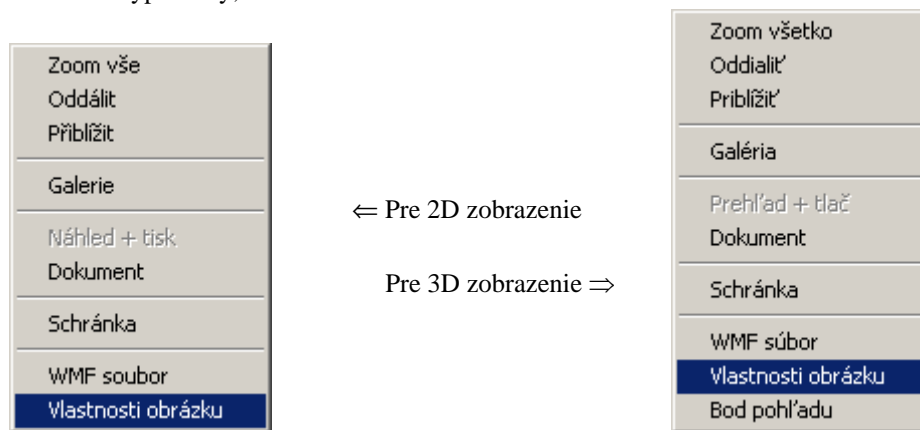
**[Zadať pretvorenie po zakotvení do káblu]** - klepnutím na toto tlačidlo, vybratím kábla klepnutím na kábel alebo číslo kábla v grafickom okne ( vybraný kábel a číslo sa zvýrazni) a po potvrdení výberu ( klepnutím pravým tlačidlom myši do grafického okna ) sa pre vybraný kábel nastaví v tabuľke **Pretvorenie – kábel** príslušná hodnota pretvorenia po zakotvení zadaná v editovanom okne **Počiatkové pretvorenie**.

**[Zadať pretvorenie spôsobené stratami do káblu]**- klepnutím na toto tlačidlo, vybratím kábla klepnutím na kábel alebo číslo kábla v grafickom okne ( vybraný kábel a číslo sa zvýrazni) a po potvrdení výberu ( klepnutím pravým tlačidlom myši do grafického okna ) sa pre vybraný kábel nastaví v tabuľke **Pretvorenie – kábel** príslušná hodnota pretvorenia po stratách zadaná v editovanom okne **Počiatkové pretvorenie**.

**[Aktualizovať dáta zadané v tomto dialógu]** - klepnutím na toto tlačidlo sa zadané resp. zmenené dáta aktualizujú t.j. prepočítajú sa vzájomne súvisiace hodnoty vnútorných síl a hodnoty pretvorení.

#### 4.2.2.6.1. Editovanie grafického výstupu posúdenia

Ako bolo už spomínané grafické vyhodnotenie výsledkov možno uložiť na zvolené výstupné zariadenie alebo editovať a to klepnutím pravým tlačidlom myši na grafické okno pri ktorom sa objaví plávajúca ponuka v závislosti od typu karty, viď Obr. 4.9.



**Obr. 4.9** Plávajúci dialóg pre možnosti editovania a zobrazenie grafických výsledkov posúdenia v danom grafickom okne.

Jednotlivé voľby sú popísané v základnom manuáli, my sa zameriame predovšetkým na položku **Vlastnosti obrázku**, ktorá ma pre grafické vyhodnotenie posúdenia predpätého betónu určité špecifiká v závislosti od typu karty, viď Obr. 4.10. Pri 3D zobrazení je na rozdiel od 2D zobrazenie aj voľba **Bod pohľadu**, v ktorom je možné nastaviť ľubovoľný bod pohľadu pre zobrazenie 3D výsledkov.

**Karta Prie rez**
**Karta Zat'azenie**
**Karta Pretvorenie a Napätie**
**Karta Pretvorenie 3D, Napätie 3D, Sily 3D**
**Karta Pracovní diagram**
**Karta Pásma****Obr. 4.10** Dialóg Vlastnosti obrázkov pre editovanie vlastnosti obrázkov pre jednotlivé karty.

Jednotlivé položky dialogov **Vlastnosti obrázku** sú podrobne popísané v referenčnej príručke Betonové konštrukcie v kapitole 2.1.1. Pre posúdenie predpätého betónu v kartách Pretvorenie, Napätie, Pretvorenie 3D, Napätie 3D, Sily 3D v skupine s názvom zodpovedajúcim názvu karty pribudlo rolovacie okno **Hodnoty**, v ktorom je možné nastaviť hodnoty, pre vykresľovanie pre jednotlivé karty. V rolovacom okne možno nastaviť tieto hodnoty:

- Počiatočné – zobrazí len grafické výsledky posúdenia len od vlastnej tiaže, stálych zaťažení a predpätia takzv. počiatočný stav. Výsledky sú zobrazené modrou farbou.
- Výslednice -zobrazí len grafické výsledky posúdenia od celkového zaťaženia, ktorého hodnoty sa objavujú aj v skupine **Výpočet**. Výsledky sú zobrazené žltou farbou.
- Výslednice a počiatočné – zobrazí obidva grafické výsledky posúdenia

#### 4.2.2.6.2. Nastavenie výstupu

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu možno vykonať klepnutím na tlačidlo **[Nastavenie výstupu]** v skupine **Vyhodnotenie**, viď obr. Obr. 4.7, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.

**Obr. 4.11 Dialóg pre nastavenie numerického výstupu.**

Jednotlivé položky dialógu sú nasledovné:

Skupina **Základne nastavenie presnosti a typu výstupu:**

**Počet miest za desatinnou čiarkou** – v rolovacom okne je možné nastaviť počet desatinných miest v numerickom výstupe. Rozsah je od 0 do 4.

**Typ výstupu**- v rolovacom okne je možné nastaviť dva typy výstupov:

- Stručný – vo výstupe sa zobrazia len položky, ktoré sú zaškrtnuté na Obr. 4.11
- Detailný- užívateľ so môže vybrať jednotlivé položky pre výstup

Skupina **Detailné výsledky:**

V tejto skupine si možno vybrať obrázky a zvoliť ich veľkosť ako percento strany.

**Horizontálny obrázok ( tri v jednom)** - pri zapnutej voľbe budú vybrané obrázky umiestnene horizontálne vedľa seba a ich veľkosť bude vypočítaná automaticky.

Skupina **Vstupné hodnoty:**

Jednotlivé voľby tejto skupiny sú vysvetlené v 4.2.2.5

**Skupina Výpočet kombinací:**

**Vysvetlenie značenia v tabuľkách a predpisoch** – zobrazí tabuľku vysvetlenia jednotlivých stĺpcov tabuľky v tejto skupine.

**Nebezpečné kombinácie normového zaťaženia** – zobrazí tabuľku generovanej kombinácie pre posudok, kde sú uvedené hodnoty vnútorných síl pre jednotlivé zaťažovacie stavy danej kombinácie a celkové vnútorné sily,

**Tabuľky kombinácií pre určenie zón** – zobrazí generované kombinácie pre určenie ťahanej resp. tlačenej oblasti a pre predtlačenú oblasť aj s výpisom vnútorných síl pre jednotlivé zaťažovacie stavy tejto kombinácie. Predpis pre generovanie týchto kombinácií je vysvetlený v 4.2.2.1

**Tabuľky kombinácií pre stupne predpätia** - zobrazí generované kombinácie posúdenie čiastočného a obmedzeného predpätia aj s výpisom vnútorných síl pre jednotlivé zaťažovacie stavy tejto kombinácie. Predpis pre generovanie týchto kombinácií je vysvetlený v 4.2.2.1

**Skupina Posúdenie dovolených namáhání:**

**Tabuľka zhrnutia** – zobrazí tabuľku zhrnutia posúdenia, v ktorom je posúdené extrémne namáhané vlákno aj s výsledkom či daný rez vyhovuje resp. nevyhovuje.

**Výsledky posúdenia** – zobrazí tabuľku posúdenie dovolených namáhání všetkých vlákien prierezu.

**Vysvetlenie hodnôt pre posúdenie**– zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Výsledky posúdenia**.

**Skupina Výsledky informácií o výpočte:**

**Info číslo** – pri zapnutej voľbe do tabuľky **Výsledky posúdenia** bude pridaný stĺpec s číslami chýb a varovaní, ktoré vznikli počas posúdenia.

**Vysvetlenie informácií o výpočte** – zobrazí tabuľku vysvetlenia a popisu čísiel chýb a varovaní.

#### 4.2.3. BETÓN -NAPÄTIE V HLAVNOM ŤAHU

##### 4.2.3.1. Predpoklady výpočtu a posúdenia hlavných napätí v ťahu

Výpočet napätí v hlavnom ťahu vychádza z týchto predpokladov:

- Hlavné napätie sa počíta podľa teórie pružnosti v tlačenej časti prierezu (nie je zhodná s tlačenu oblasťou) a porovnáva sa s dovoleným namáhaním podľa ČSN 736207, tabuľka 8.
- Hlavné napätie v ťahu sa neposudzuje v ťahanej časti prierezu. Ak je teda  $\sigma_x$  ťahové tak sa posudok nebude robiť a objaví sa hlásenie (varovanie 125 – Všetky rezy sú v ťahanej časti prierezu. Posudok hlavného ťahu nie je požadovaný). V ťahaných častiach nesmie byť šmykové napätie väčšie ako v tlačných častiach.
- Hlavné napätia sa počítajú v predefinovaných “nebezpečných rezoch” prierezu, ktoré je možné definovať a zmeniť v ponuke stromu **Prierezy, hrúbka>Obecný prierez>Editácia >Rezy**, vid' 3.3. To znamená, že pokiaľ si užívateľ pri definovaní prierezu zvolí vhodné prvky prierezu, potom môže zvlášť vyhodnotiť extrémny v stene a v hornej doske prierezu.
- Napätie  $\sigma_y$  (priečne predpätie väčšinou v hornej doske – prírupe nosníka) a  $\sigma_z$  (zvislé predpätie v zvislých stenách prierezu) sa v statickom prúťovom modeli nevyskytujú, ale užívateľ si ich môže zadefinovať vo Vstupných parametroch na jednotlivé prvky prierezu, vid' 3.2.1.2.
- Na výpočet hlavného napätia sa používa obecná funkcia pre priestorovú napätosť, ktorá na rozdiel od klasických vzorcov teórie pružnosti umožňuje vyhodnotiť všetky zložky tenzora napätia vo všetkých nebezpečných rezoch prierezu.
- Pre výpočet hlavného ťahu sa šmykové napätie počíta len kolmo k osi x a v smere pôsobiacej priečnej sily a k nemu sa pripočíta príslušné šmykové napätie v danom mieste od krútenia.

#### 4.2.3.2. Dialóg pre posúdenie hlavných napätí

Pri výbere tejto možnosti posúdenia v rolovacom okne pod tlačidlom **[Posudok prúta]** bude dialóg nasledovný. Jednotlivé položky dialógu sú nasledovné:

##### Skupina **Výpočet:**

**[Stav/Kombi]** otvorí dialóg pre výber zaťažovacích stavoch, resp. kombinácii pre posúdenie napätia v hlavnom ťahu.

**[Posudok prúta]** – spustí posúdenie napätia v hlavnom ťahu podľa dovolených namáhání pre daný vyber ZS resp.kombinácií a zvolenú skupinu výberu po dĺžke prvku.

**[Jednotlivý posudok]** – po výbere prúta otvorí dialóg **Posúdenie dovolených namáhání betónu** pre detailne posúdenie vo vybranom reze, 4.2.3.6

**[Normové parametre]** – nastavenie normových parametrov pre posúdenie napätia v hlavnom ťahu, ktoré môžu byť zobrazené všetky a lebo filtrované podľa typu výpočtu a posúdenia, vid' 3.1.

##### Skupina **Kreslenie:**

**Dovolené namáhanie** - pri zapnutej voľbe sa budú kresliť porovnávacia krivka prípustných dovolených namáhání pre posúdenie. Voľba bude prístupná len pri posúdení hodnoty Sigma1.

**Sigma1** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny hlavného napätia v tlačenej zóne v smere 1 po dĺžke prúta vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy . Pre túto voľbu sú aktívne aj čiarové typy posudkov, pre ostatné nie.

**Sigma2max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny hlavného napätia v smere 2 vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy .

**Sigma3max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny hlavného napätia v smere 3 vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy .

**Sigma x max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny normálového napätia v pozdĺžnom smere t.j. v smere x vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

**Sigma y max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny normálového napätia v smere y vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

**Sigma z max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny normálového napätia v smere z vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

**Tau xy max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny šmykového napätia v smere y kolmo na x vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

**Tau xz max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny šmykové napätia v smere z kolmo na x vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

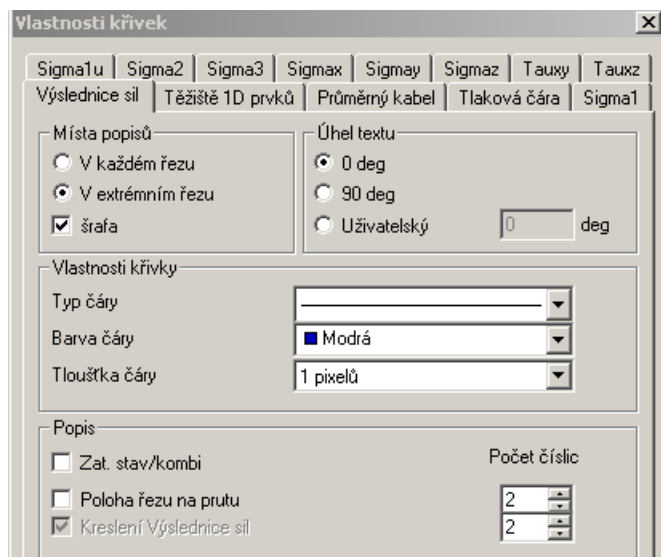
Ostatné položky kreslenia sú vysvetlené v 4.5 a 4.2.2.2

#### Obr. 4.12 Dialóg pre posúdenie hlavných napätí

Ostatné skupiny a položky tohto dialógu sú vysvetlené v 4.2.2.2, pričom [**Detailný posudok**], [**Nastavenie grafov**] a [**Nastavenie výstupu**] sú popísané v kapitolách 4.2.3.4, 4.2.3.3 a 4.2.3.5, v tomto poradí.

#### 4.2.3.3. Nastavenie grafov

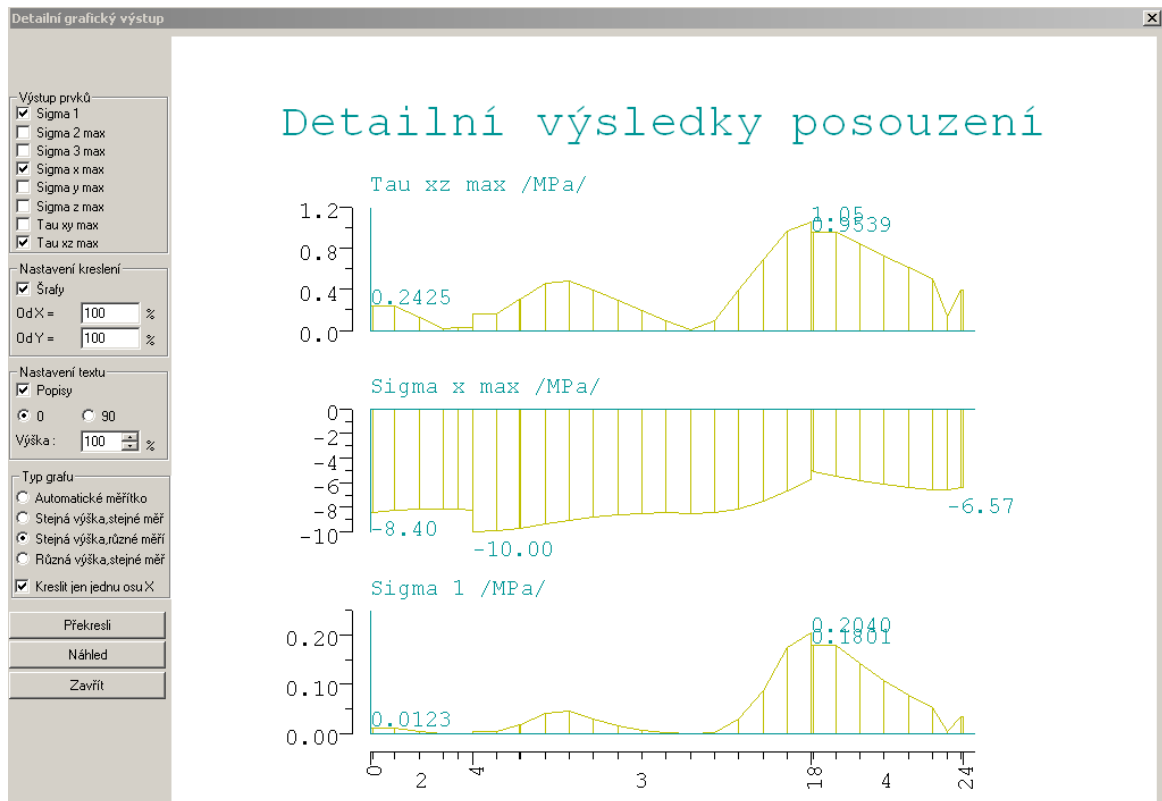
Klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie grafov**] v dialógu na Obr. 4.12 sa otvorí dialóg **Vlastnosti kriviek**, ktorý umožňuje editovať grafický výstup jednotlivých položiek kreslenia. Pre posúdenie odozvy sú dostupné karty dialógu, viď, Obr. 4.21, ktorých parametre sú popísané v 4.5.1.



Obr. 4.13 Dialóg pre nastavenie kreslenie grafov

#### 4.2.3.4. Detailný grafický posudok prúta

Detailný grafický posudok prúta sa spúšťa tlačidlom [**Detailne**], viď Obr. 4.12., ktorý otvorí dialóg **Detailný grafický výstup**.



Obr. 4.14 Dialóg pre detailný grafický posudok

#### Skupina Výstup prvku:

Obsahuje všetky voľby pre posúdenie dovoleného namáhania kábla, ktoré sú vysvetlene v 4.2.3.2 pod skupinou Kreslenie. Ostatné voľby tohto dialógu sú podrobne vysvetlené v 4.2.2.4.

#### 4.2.3.5. Nastavenie výstupu pre posúdenie prúta

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu možno vykonať klepnutím na tlačidlo [Nastavenie výstupu] v skupine **Vyhodnotenie**, vid'. Obr. 4.12, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg

The screenshot shows the 'Nastavení výstupu' dialog box with the following settings:

- Přesnost výstupu**: Počet míst za desetinnou tečkou (0-4) set to 2.
- Typ výstupu**: Detailní.
- Typ extrému**: Výpis extrémních výsledků v (radio button selected), Prut (radio button selected).
- Způsob třídění**: podle kombinací (radio button selected).
- Vstupní hodnoty**: Hlavní nadpis (checkbox checked), Přehled vstupních hodnot (checkbox unchecked), Vybraný prut(y) (checkbox unchecked), Tabulka betonu (checkbox unchecked).
- Posudek hlavního tahu**: Tabulka shrnutí (checkbox checked), Vysvětlení hodnot pro posudek (checkbox unchecked), Výsledky posudku (checkbox unchecked), Vysvětlení hodnot pro globální posudek (checkbox unchecked), Globální výsledky posouzení (checkbox unchecked).
- Výsledky informací o výpočtu**: Vysvětlení informací o výpočtu (checkbox checked), Info číslo (checkbox checked).

Obr. 4.15 Dialóg pre nastavenie výstupu pre posúdenie hlavných napätí.

Jednotlivé voľby tohto dialógu sú nasledovné:

Skupiny Přesnost' výstupu, Typ extrému, Spůsob třídění a Výsledky informací o výpočtu sú vysvetlené v kapitole 4.2.2.5

**Skupina Vstupné hodnoty:**

**Hlavný nadpis** – zobrazí typ posudku a normu podľa, ktorej je posudok vykonaný

**Prehľad vstupných hodnôt** – zobrazia definované vstupne hodnoty pre daný typ posudku, ktoré boli nastavené v dialógu [**Normové parametre**].

**Vybraný prút(y)** - zobrazí tabuľku vybraných prútov pre posudok aj s informáciou o definícii zvláštnych bodov, viď.3.2.1.3.

**Tabuľka betónu** – zobrazí tabuľku dovoľených namáhání betónu v hlavnom ťahu (ČSN 732607, tabuľka 8 ) v čase 28 dni a v čase danej fáze výstavby resp. kombinácie ktorá je posudzovaná.

**Skupina Posúdenie dovoľených namáhání**

**Tabuľka zhrnutia** – zobrazí tabuľku zhrnutia posúdenia pre daný spôsob triedenia v reze po dĺžke prúta s extrémnou hodnotou hlavného napätia  $\Sigma_1$ .

**Výsledky posúdku** – zobrazí tabuľku posúdenia extrémov hlavných napätí v jednotlivých nebezpečných rezoch prierezu po dĺžke prúta pre daný spôsob triedenia a pre daný typ extrému. Pre každý rez po dĺžke prúta sú k dispozícii dva riadky posúdenia:

- v prvom riadku je posúdená extrémna hodnota  $\Sigma_1$  a jej zodpovedajúce hodnoty ostatných napätí.
- v druhom riadku sú posúdené extrémne hodnoty  $\Sigma_2$  a  $\Sigma_3$  ( tieto hodnoty sú zobrazené aj pri grafickom posúdení ako  $\Sigma_2 \max$  a  $\Sigma_3 \max$  ) a im zodpovedajúce hodnoty ostatných napätí.

**Vysvetlenie hodnôt pre posudok**– zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Výsledky posúdenia**.

**Globálne výsledky posúdenia** – zobrazí globálnu tabuľku posúdenia pre daný spôsob triedenia a pre daný typ extrému.

**Vysvetlenie hodnôt pre globálny posudok** - zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Globálne výsledky posúdenia**

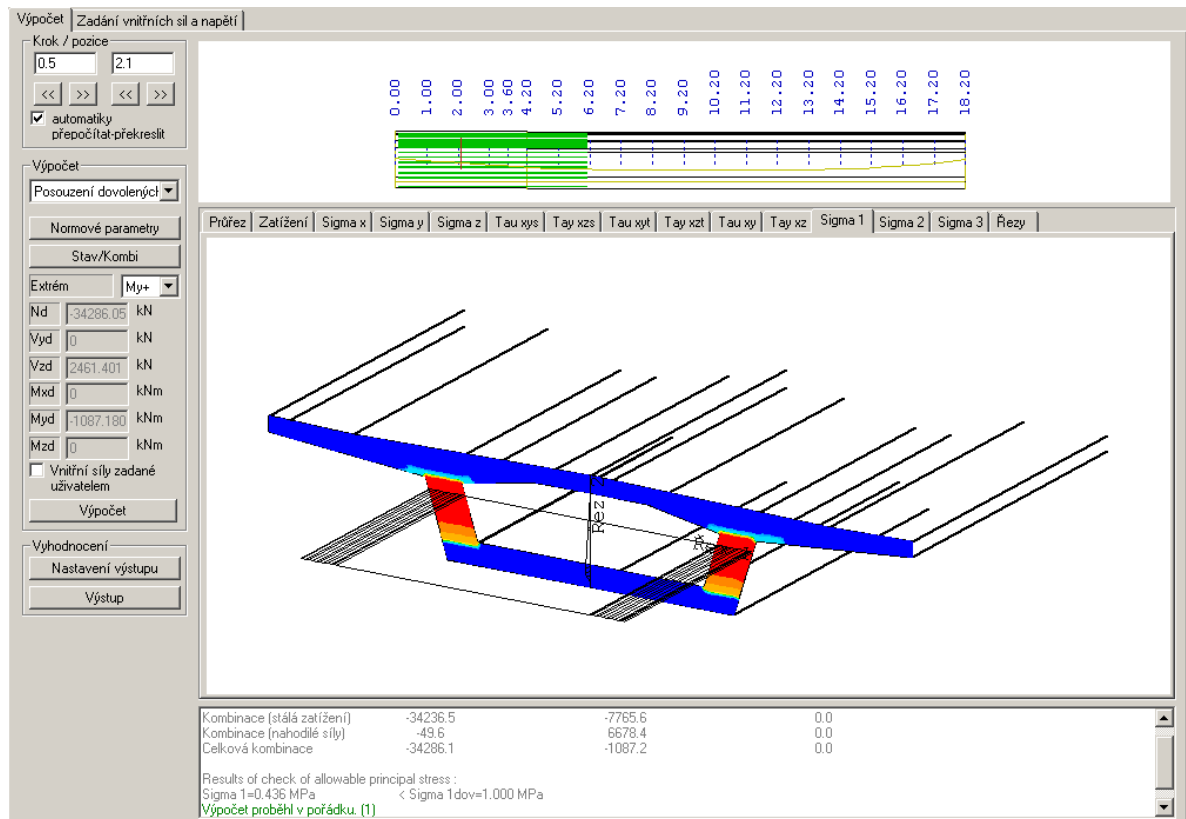
#### 4.2.3.6. *Jednotlivý posudok*

Klepnutím na tlačidlo [**Jednotlivý posudok**] v skupine **Výpočet** na Obr. 31 a po výbere prúta sa otvorí dialóg **Posúdenie prierezu** pre detailne posúdenie prierezu vo vybranom reze. Tento dialóg obsahuje taktiež už spomínané karty:

- Výpočet
- Zadanie vnútorných síl a napätí,

ktoré sú podrobne popísané v 4.2.2.6

#### Karta Výpočet



**Obr. 4.16 Karta Výpočet dialógu Posúdenie prierezu jednotlivý posudok**

Pod nadpisom Výpočet je rolovací okno, v ktorom možno nastaviť typ posúdenia. Obdobne ako pri posudku prúta sú tu tieto možnosti posudku:

- Posúdenie dovolených normálových namáhání
- Posúdenie dovolených hlavných ťahov

Pre posúdenie dovolených hlavných ťahov sú prístupné tieto karty, vid'.Obr. 4.16

- Prierez
- Zaťaženie
- Sigma x - normálového napätia v pozdĺžnom smere, v smere x
- Sigma y - normálového napätia v smere y
- Sigma z - normálového napätia v smere z
- Tau xys - šmykové napätia v smere y kolmo na x od priečnej sily v danom smere
- Tau xzs - šmykové napätia v smere z kolmo na x od priečnej sily v danom smere
- Tau xyt - šmykové napätia v smere y kolmo na x od krútenia
- Tau xzt - šmykové napätia v smere z kolmo na x od krútenia
- Tau xy - šmykové napätia v smere y kolmo na x ( Tau xys + Tau xyt )
- Tau xz - šmykové napätia v smere z kolmo na x ( Tau xzs + Tau xzt )
- Sigma1 - hlavné napätia v smere 1
- Sigma2 - hlavné napätia v smere 2
- Sigma3 - hlavného napätia v smere 3
- Rezy – možnosť zobrazenia priebehu hlavného napätia v smere1 t.j. napätia sigma1 v nebezpečných definovaných rezoch prierezu, vid' 3.4.

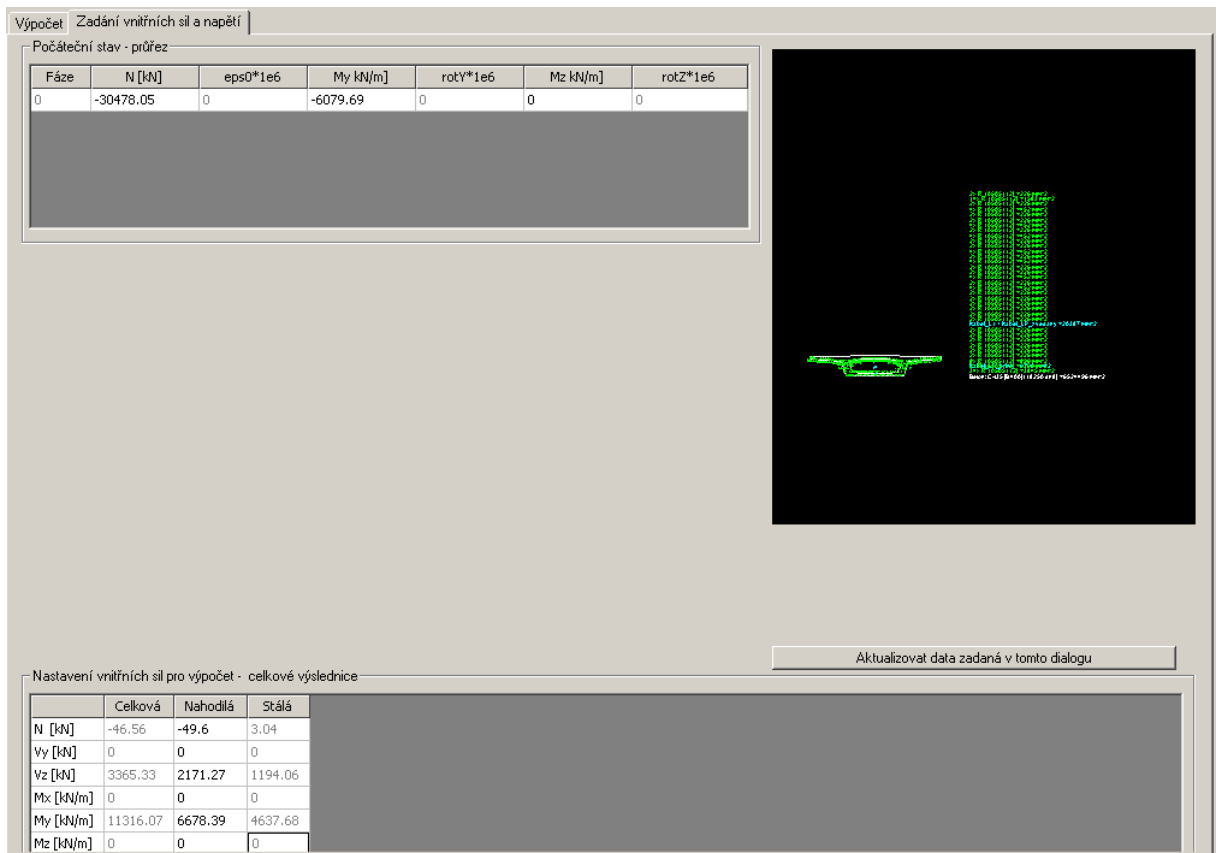
Grafické vyhodnotenia výsledkov možno uložiť na definované vstupné zariadenie alebo zmeniť typ zobrazenia grafického výstupu v závislosti od typu karty, vid'.4.2.3.6.1.

#### **Karta Zadanie vnútorný síl a napätí**

Táto karta je podrobne vysvetlená v kapitole 4.2.2.6, pričom obsahuje len dve základne tabuľky, vid'.

- **Počiatočný stav prierezu**
- **Nastavenie vnútorných síl pre výpočet – celková výslednica** – v tejto tabuľke sú zobrazené len tri stĺpce typov vnútorných síl:
  - Celkové,

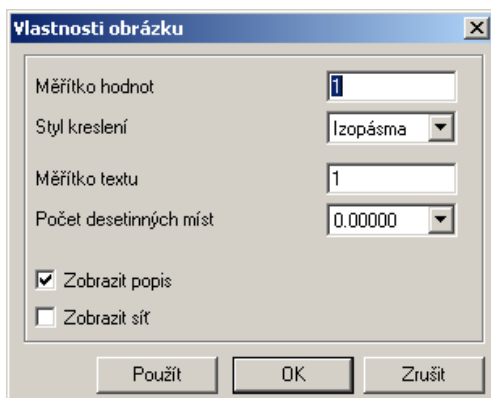
- Náhodilé,
  - Stále,
- pričom editovať je možné len položku Náhodilé.



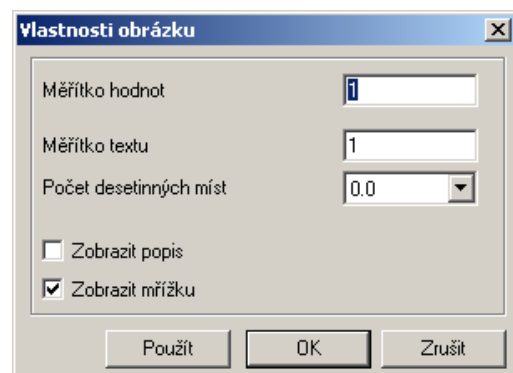
Obr. 4.17 Karta Zadání vnitřních sil a napětí dialogu pro jednotlivý posudok

#### 4.2.3.6.1. Editovanie grafického výstupu posúdenia

Grafické vyhodnotenie výsledkov možno uložiť na zvolene výstupné zariadenie alebo editovať a to klepnutím pravým tlačidlom myši na grafické okno pri ktorom sa objaví plávajúca ponuka v závislosti od typu karty, vid' obr. Obr. 4.9. Jednotlivé voľby plávajúcich ponúk sú popísané v základnom manuáli, my sa zameriame predovšetkým na položku **Vlastnosti obrázku**, ktorá ma pre grafické vyhodnotenie posúdenia predpätého betónu určité špecifiká v závislosti od typu karty, vid' Obr. 4.18 .Pre všetky karty s výnimkou karty Prierez a Rezy je v plávajúcej ponuke aj voľba **Bod pohľadu**, v ktorom je možné nastaviť ľubovoľný bod pohľadu pre zobrazenie priebehov daných napätí.



Karta Sigmax až Sigma3



Karta Rezy

Obr. 4.18 Dialóg Vlastnosti obrázkov pre editovanie vlastnosti obrázkov pre jednotlivé karty.

Niektoré položky dialógov **Vlastnosti obrázku** sú podrobne popísané v referenčnej príručke Betónové konštrukcie v kapitole 2.1.1. , my sa v tejto časti teda zameriame len na popis nových položiek tohto dialógu.

**Štýl kreslenia** – rolovacie okno v ktorom možno nastaviť štýl vykreslenia priebehu napätí po výške a šírke prierezu. Sú k dispozícii tieto voľby:

- **Izopásma** – priebeh napätí je zobrazený vo forme izopásiem t.j. farebných pásov, kde každému pásu prislúcha interval hodnôt vyhodnocovanej veličiny.
- **Izolínie** – priebeh napätí je zobrazený vo forme izolínií t.j. farebných čiar spájajúcich miesta s rovnakými hodnotami vyhodnocovanej veličiny

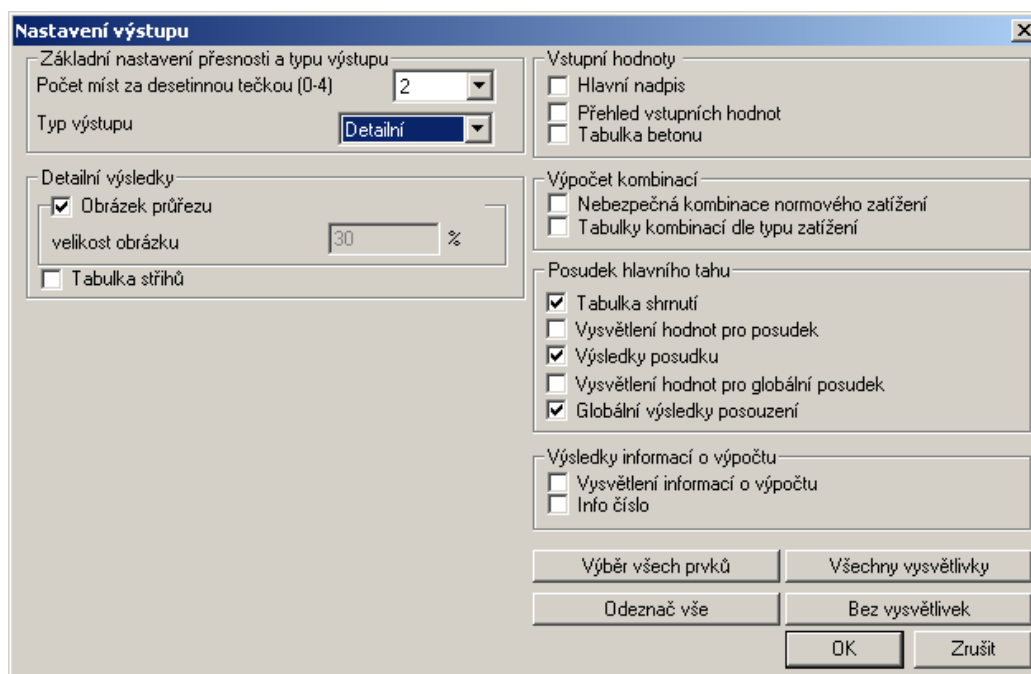
**Zobraziť popis** - pri zapnutej voľbe zobrazí popis vyhodnocovanej veličiny t.j. legendu v závislosti od nastavenia štýlu kreslenia aj s farebnou škálou resp. hodnoty napätia v rezoch

**Zobraziť sieť** – pri zapnutej voľbe zobrazí sieť konečných prvkov pre FEM výpočet prierezu, ktorej hustotu možno nastaviť v **Nastavenie pre betón – ČSN > Interakčný diagram > Súčiniteľ hustoty siete**, viď. Obr. 3.3.

**Zobraziť mriežku** - pri zapnutej voľbe zobrazí mriežku s hodnotami napätia sigma1 a polohy v reze.

#### 4.2.3.6.2. Nastavenie výstupu

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie výstupu**] v skupine **Vyhodnotenie**, viď obr. Obr. 4.16, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.



Obr. 4.19 Dialóg pre nastavenie numerického výstupu.

Skupiny **Základne nastavenie presnosti a typu výstupu** a **Výsledky informácií o výpočte** sú popísané v 4.2.2.6.2.

Skupina **Detailné výsledky**:

**Obrázok prierezu** – pri zapnutej voľbe sa vo výstupe zobrazí obrázok prierezu, ktorého veľkosť ako percento strany možno definovať v editovacom okne **veľkosť obrázku**.

**Tabuľka strihov** – pri zapnutej voľbe sa zobrazí tabuľka napätí v zadaných nebezpečných rezoch prierezu v závislosti od hustoty siete.

Skupina **Vstupné hodnoty**:

**Hlavný nadpis** – zobrazí typ posudku a normu podľa, ktorej je posudok vykonaný

**Prehľad vstupných hodnôt** – zobrazia definované vstupne hodnoty pre daný typ posudku, ktoré boli nastavené v dialógu [**Normové parametre**].

**Tabuľka betónu** – zobrazí hodnoty dovolených namáhání betónu v hlavnom ťahu podľa ČSN 736207, tab.8 pre daný typ betónu prierezu v čase 28 dni a v čase danej fáze výstavby resp. kombinácie ktorá je posudzovaná.

**Skupina Výpočet kombinací:**

**Nebezpečné kombinácie normového zaťaženia** – zobrazí tabuľky generovania najnepriaznivejšej kombinácie z daných vybraných kombinácií pre posudok, kde sú uvedené hodnoty vnútorných síl pre všetky zaťažovacie stavy danej kombinácie a celkové vnútorné sily.

**Tabuľky kombinácií podľa typu zaťaženia** – zobrazí tabuľky generovania najnepriaznivejšej kombinácie (kombinácie účinku vlastnej tiaže a tiaže ostatných častí mostov t.j. zaťaženia stále, dlhodobé a dotvarovanie) z daných vybraných kombinácií pre posudok, kde sú uvedené hodnoty vnútorných síl pre jednotlivé zaťažovacie stavy danej kombinácie a celkové vnútorné sily:

**Skupina Posudok hlavného ťahu:**

**Tabuľka zhrnutia** – zobrazí tabuľku zhrnutia posúdenia, v ktorom je posúdená najväčšia hodnota hlavného napätia  $\sigma_{11}$  pre najnepriaznivejšiu kombináciu z daných kombinácií aj s výsledkom či daný rez vyhovuje resp. nevyhovuje.

**Výsledky posúdenia** – zobrazí tabuľku posúdenie hlavného ťahu t.j. zobrazí hodnoty vnútorných síl pre extrémnu hodnotu hlavného napätia  $\sigma_{11}$ .

**Vysvetlenie hodnôt pre posúdenie** – zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Výsledky posúdenia**.

**Globálne výsledky posúdenia** – zobrazí globálnu tabuľku posúdenia pre daný spôsob triedenia a pre daný typ extrému.

**Vysvetlenie hodnôt pre globálny posudok** - zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Globálne výsledky posúdenia**.

#### 4.2.4. DOVOLENÉ NAMÁHANIA KABLOV

##### 4.2.4.1. Predpoklady a metódy výpočtu

Posúdenie spočíva v porovnaní napätia kábla ( voľného alebo zainjektovaného) vypočítaného podľa teórie pružnosti z vnútorných síl v kábli s dovoleným napätím (namáhaním).

Dovolené namáhanie predpínacej výstuže sa určí podľa ČSN 736207, čl.6.2.1 a to nasledovne:

- Pri napínaní ako 0,935 násobok najmenej alebo dohodnutej medze 0,2, vid' tab. 1 až 4, 27, 28,33.
- Pri pôsobení hlavného zaťaženia, celkového zaťaženia, neobvyklého zaťaženia, hlavného zaťaženia s mimoriadnym zaťažením ako 0,85 násobok najmenej alebo dohodnutej medze 0,2, vid' tab. 1 až 4, 27, 28,33.
- Pre obmedzenie straty predpätia trením o steny káblového kanáliku je možné zvýšiť vyššie uvedené dovolené namáhanie na 1,05 násobok, ale len v časti poľa posudzovaného prvku, kde moment od premenného zaťaženia nepresahuje 0,75 násobok najväčšieho momentu od toho istého premenného zaťaženia v danom poli ( medzi podperami spojitého nosníka resp. medzi piliermi ), ktoré možno definovať pomocou vytvorenej skupiny **Skupiny tvoriace celok**, vid' 3.2. Toto zvýšenie sa bude

uplatňovat při zapnutej volbě **Zvýšit dovolené namáhání podľa 6.2.1.2** v dialógu **Nastavenie pre betón - ČSN**, položka **Posudky predpätia**, vid' 3.1 a ak bude existovať aspoň jedna skupina tvoriaca celok typu dovolené namáhání kábľa resp. voľného kábľa.

- Ak je pre kotvenie predpínacej výstuže stanovený najmenší poklz, môže sa dovolené namáhání pri napínání zvýšiť o hodnotu poklesu napätía vplyvom najmenšieho poklzu, najviac však na 1,05 násobok vyššie uvedených dovolených namáhání. Toto zvýšenie sa bude uplatňovať pri zapnutej volbě **Zvýšit dovolené namáhání o stratu poklzom** v dialógu **Nastavenie pre betón - ČSN**, položka **Posudky predpätia**, vid' 3.1.
- Vyššie uvedené dovolené namáhání predpínacej výstuže nesmú byť väčšie ako:
  - a) 0,8 násobok najmenšej pevnosti v ťahu alebo menovitej pevnosti pre najväčšie napätie dosiahnutej pri napínání výstuže
  - b) 0,7 násobok najmenšej pevnosti v ťahu alebo menovitej pevnosti pre napätie pri pôsobení hlavného zaťaženia, celkového zaťaženia, neobvyklého zaťaženia, hlavného zaťaženia s mimoriadnym zaťažením
- Pri rebierkovej výstuži je hodnota dovoleného namáhání pri napínání daná hodnotou 540 MPa a pri pôsobení hlavného zaťaženia, celkového zaťaženia, neobvyklého zaťaženia, hlavného zaťaženia s mimoriadnym zaťažením hodnotou 520 MPa

Rozdiel medzi voľným a zainjektovaným káblom je v tom, že pri posúdení zainjektovaných káblov sa posudzujú všetky kábly prierezu resp. len kábly vybrané vo Vstupných parametroch, vid' 3.2.1.3 vo zvolených resp.

generovaných rezoch, pričom u voľných káblov sa posudzuje priamo element 1D, ktorý reprezentuje voľný kábel len na konci a na začiatku elementu, pretože napätia je pozdĺž elementu konštantné.

#### 4.2.4.2. Dialóg pre posúdenie

Pri výbere tohto typu posudku v rolovacom okne pod tlačidlom **[Posudok prúta]**, vid' Obr. 4.2 bude dialóg nasledovný.

Skupina **Výpočet**:

**[Stav/Kombi]** otvorí dialóg pre výber zaťažovacích stavoch, resp. kombinácii pre posúdenie dovoleného namáhání káblov.

**[Posudok prúta]** – spustí posúdenie dovolených namáhání káblov pre všetky vybrané voľné kábly resp. pre všetky vybrané betónové prvky, obsahujúce zainjektované kábly pre ZS resp. kombinácie a zvolenú skupinu výberu po dĺžke prvku. V danom reze prúta sa pri výbere všetkých káblov vykreslí a posúdi

extrémne namáhaný kábel ( vo výstupe s označením e) alebo len vybraný kábel ( vo výstupe s označením s), vid' 3.2.1.3

**[Jednotlivý posudok]** – po výbere prúta otvorí dialóg **Posúdenie dovoľených namáhaní betónu** pre detailne posúdenie vo vybranom reze, vid' 4.2.4.6.

**[Normové parametre]** – nastavenie normových parametrov pre posúdenie dovoľených namáhaní káblov, ktoré môžu byť zobrazené všetky a lebo filtrované podľa typu výpočtu a posúdenia, vid' 3.1.

Skupina **Kreslenie:**

**Dovoľené namáhanie** - pri zapnutej voľbe sa budú kresliť porovnávací krivka prípustných dovoľených namáhaní káblov, vid' 4.2.4.1. Voľba bude prístupná len pri zobrazení výsledkov v tvare krivky.

**Napätie pred zakotvením** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny napätia pred zakotvením (napätie po strate trením) pre vybrané káble po dĺžke prúta pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy. Pre voľné káble nie je táto voľba dostupná.

**Napätie po zakotvení** - pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny napätia po zakotvení (napätie po strate trením, preklzom a krátkodobej relaxácie t.j. po krátkodobých stratách) pre vybrané káble dĺžke prúta pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

**Napätie po stratách LTL** - pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny napätia po dlhodobých stratách pre vybrané káble po dĺžke prúta pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

**Min. napätie** - pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať minimálne hodnoty napätia zo všetkých káblov po dĺžke prúta pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

**Max. napätie** - pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať maximálne hodnoty napätia zo všetkých káblov po dĺžke prúta pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

**Rozdiel napätia** - pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať rozdiely medzi max. a min. hodnotou napätia zo všetkých káblov po dĺžke prúta pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

**Neprenesené napätie** - pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať rozdiely napätí vypočítaných z Hookovho zákona (predpokladaného v statickom výpočte) a napätia vypočítaného na pracovnom diagrame v oboch prípadoch z pretvorenia predpokladaného v statickom výpočte pre vybrané káble po dĺžke prúta pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

Ostatné položky kreslenia sú vysvetlené v 4.5 a 4.2.2.2

Ostatné skupiny a položky tohto dialógu sú vysvetlené v 4.2.2.2, pričom **[Detailný posudok]**, **[Nastavenie**

**výstupu]** a **[Nastavenia grafov]** sú popísané v kapitolách 4.2.4.4, 4.2.4.5 a 4.2.4.3 v tomto poradí.

Poznámka:

Pri grafickom posúdení sa hodnoty berú pre zadanú voľbu napätia, ale farba grafického posúdenia sa berie pre globálny posudok všetkých napätí

#### 4.2.4.3. *Nastavenie grafov*

Klepnutím na tlačidlo **[Nastavenie grafov]** v dialógu na Obr. 4.19 sa otvorí dialóg **Vlastnosti kriviek**, ktorý umožňuje editovať grafický výstup jednotlivých položiek kreslenia.

Obr. 4.20 Dialóg pre posúdenie dovoľených namáhaní káblov

**Obr. 4.21** Dialóg pre nastavenie numerického výstupu

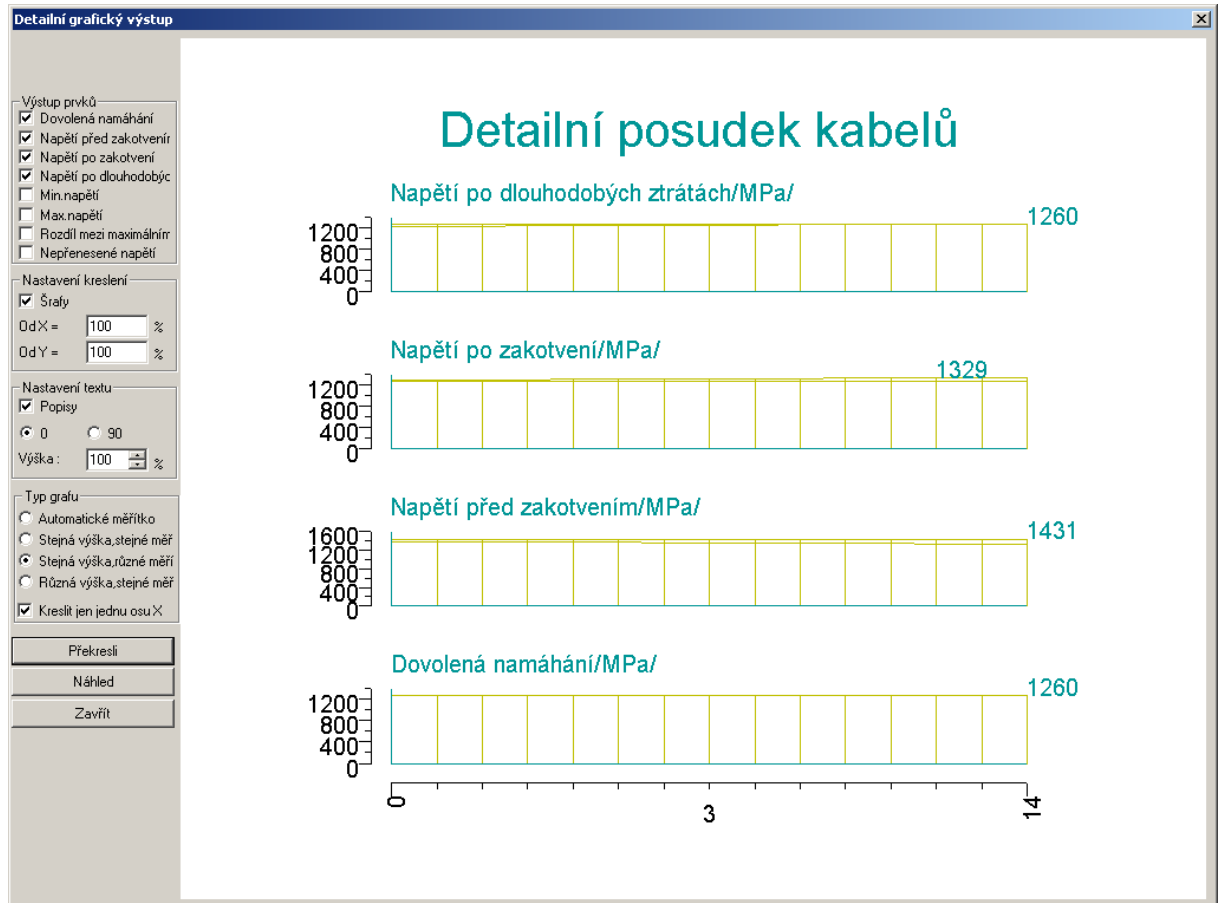
Pre každú položku zobrazovaných výsledkov (položky skupiny **Kreslenie**) t.j. pre každú kartu dialógu možno zmeniť vlastnosti vykresľovania. Niektoré karty t.j. karty týkajúce sa geometrie kábla sú vysvetlene v 4.5.1. Karty týkajúce sa priamo posúdenia káblov majú podobné parametre ako karty týkajúce sa geometrie kábla a preto sa zameriame len na rozdiely, prípadne nové voľby v týchto kartách, ktorými sú:

**Extrémne namáhaný kábel** – pri zapnutej voľbe sa v popise bude zobrazovať aj číslo extrémne namáhaného kábla, pričom za daným číslom sa zobrazí aj písmeno „e“ ako extrémny kábel z daných káblov resp. písmeno „s“ ako vybraný kábel pre posúdenie vo Vstupných parametroch, viď 3.2.1.3.

**Fázy výstavby** – zobrazí číslo najnepriaznivejšej fázy výstavby z daných vybraných fáz pre posúdenie.

#### 4.2.4.4. Detailný posudok

Detailný grafický posudok prúta sa spúšťa tlačidlom [**Detailne**], viď. Obr. 4.19, ktorý otvorí dialóg **Detailný grafický výstup**.



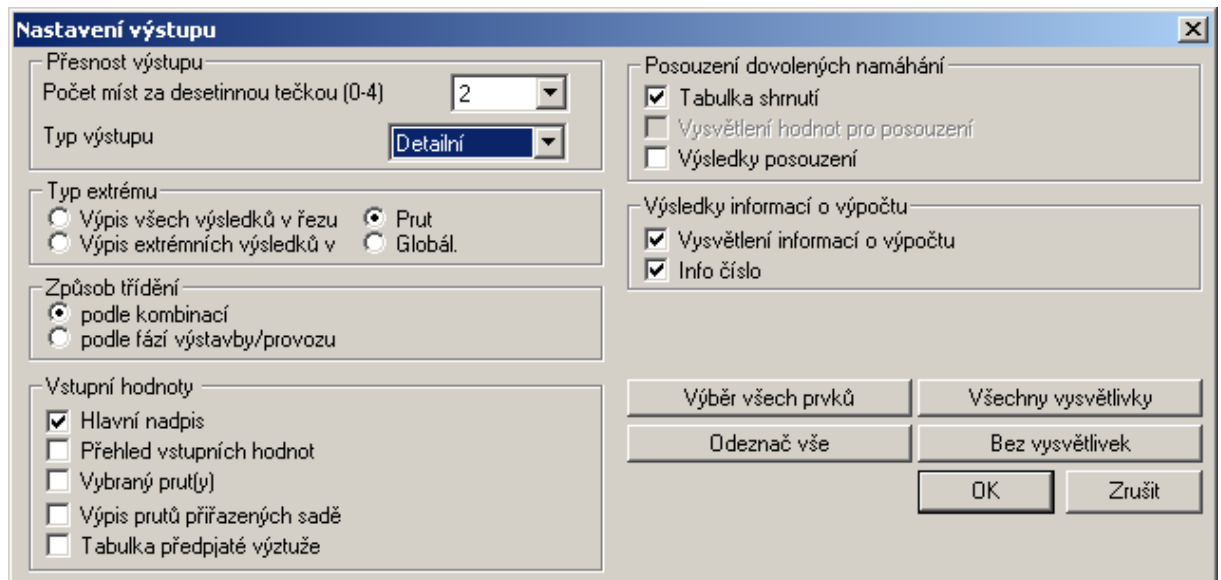
Obr. 4.22 Dialóg pre detailný grafický posudok dovoleného namáhania káblov

#### Skupina Výstup prvku:

Obsahuje všetky voľby pre posúdenie dovoleného namáhania kábla, ktoré sú vysvetlené v 4.2.4.2 pod skupinou Kreslenie. Ostatné voľby tohto dialógu sú podrobne vysvetlené v 4.2.2.4.

#### 4.2.4.5. Nastavenie výstupu

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie výstupu**] v skupine **Vyhodnotenie**, vid' Obr. 36, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.



Obr. 4.23 Dialóg pre nastavenie numerického výstupu

Skupiny **Přesnost' výstupu**, **Typ extrému** a **Spůsob třídění** a **Výsledky informací o výpočte** vid' 4.2.2.5.

Skupina **Vstupné hodnoty**:

**Hlavný nadpis** – zobrazí typ posudku a normu podľa, ktorej je posudok vykonaný

**Přehľad vstupných hodnôt** – zobrazia definované vstupne hodnoty pre daný typ posudku, ktoré boli nastavené v dialógu [**Normové parametre**]

**Vybraný prút(y)** - zobrazí tabuľku vybraných prútov pre posudok aj s informáciou o definícii zvláštných bodov, vid'.3.2.1.3.

**Výpis prútov priradených sade** – zobrazí tabuľku skupín tvoriacich celok, ktorá obsahuje názov skupiny, typ skupiny, typ posudku a vybrané prúty danej skupiny.

**Tabuľka predpätej výstuže** - zobrazí charakteristiky zadaných káblov v konštrukcii ( typ káblu, priemer, plocha a pevnostné charakteristiky podľa kapitoly 4.2.4.1.

Skupina **Posúdenie dovolených namáhání**

**Tabuľka zhrnutia** – zobrazí tabuľku zhrnutia posúdenia extrémne namáhaného kábla resp. vybraného kábla pre daný spôsob triedenia v reze s najväčšou hodnotou napätia pre vybrané prúty.

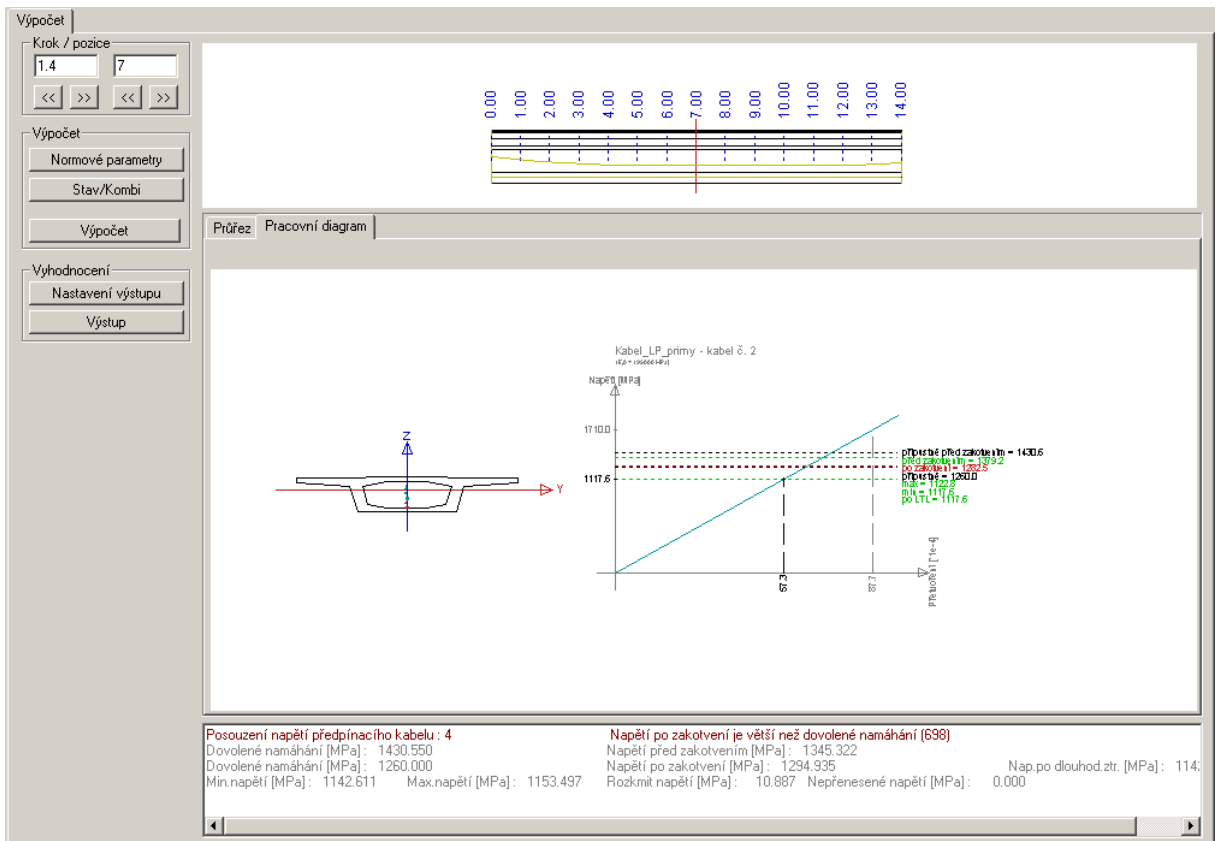
**Výsledky posúdenia** – zobrazí tabuľku posúdenie dovolených namáhání s hodnotami jednotlivých napätí vybraných káblov pre daný typ extrému a spôsob triedenia.

**Vysvetlenie hodnôt pre posúdenie**– zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Výsledky posúdenia**.

#### 4.2.4.6. *Jednotlivý posudok*

Klepnutím na tlačidlo [**Jednotlivý posudok**] v skupine **Výpočet** na Obr. 37 a po výbere prúta sa otvorí dialóg **Posúdenie priereze** pre detailne posúdenie prierezu vo vybranom reze. Tento dialóg obsahuje taktiež už spomínané karty **Výpočet** a **Zadanie vnútorných síl a napätí**, ktoré sú podrobne popísané v 4.2.2.6 a preto sa v tejto časti zameriame na popis rozdielov a nových parametrov tohto dialógu.

### Karta Výpočet



**Obr. 4.24 Karta Výpočet dialogu Posouzení průřezu jednotlivých posudok**

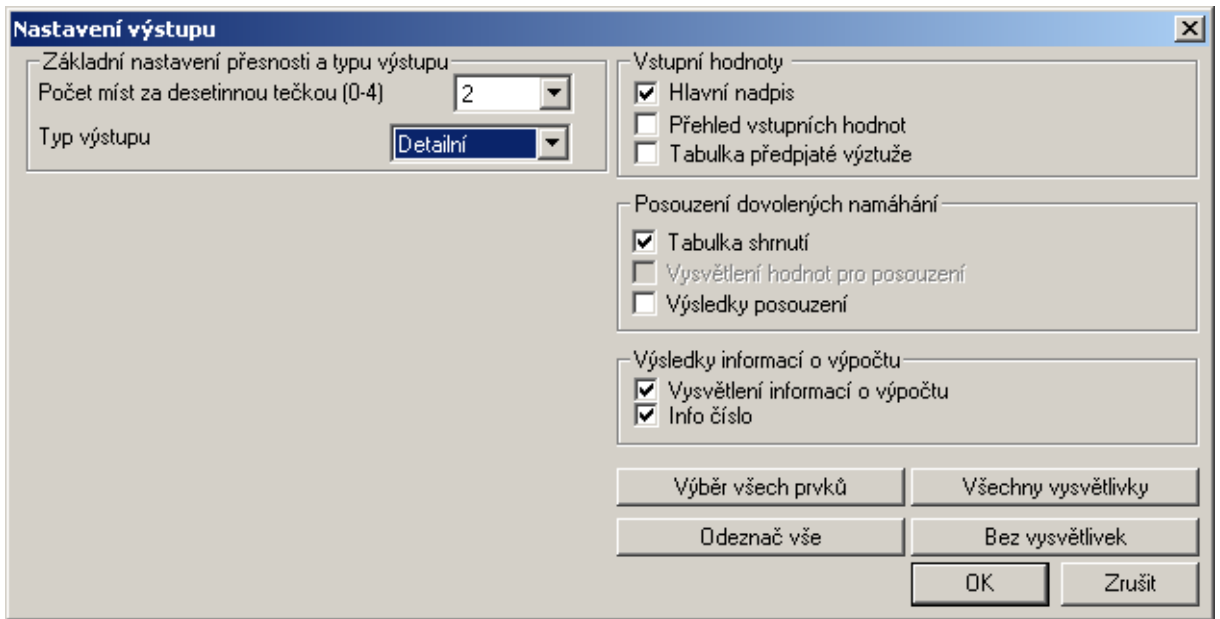
Pre posúdenie dovolených namáhání káblov sú v jednotlivom posudku, v karte Výpočet prístupné len tieto karty, vid'.Obr. 4.24:

- Príerez
- Pracovní diagram - umožňuje posúdiť napätia daného vybraného káblu, ktorý možno vybrať klepnutím na polohu kábla v danom naznačenom príereze.

Grafické vyhodnotenia výsledkov možno uložiť na definované vstupné zariadenie alebo zmeniť typ zobrazenia grafického výstupu v závislosti od typu karty a je podrobne opísané v 4.2.2.6.1.

#### 4.2.4.6.1. Nastavenie výstupu

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu je možné vykonať klepnutím na tlačidlo **[Nastavenie výstupu]** v skupine **Vyhodnotenie**, vid'. Obr. 4.24, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.



**Obr. 4.25 Dialóg pre nastavenie numerického výstupu**

Skupiny **Základne nastavenie presnosti a typu výstupu** a **Výsledky informácií o výpočte** sú popísané v 4.2.2.6.2 a skupina **Vstupné hodnoty**, vid' 4.2.4.5.

#### Skupina **Posúdenie dovolených namáhání**

**Tabuľka zhrnutia** – zobrazí tabuľku zhrnutia posúdenia extrémne namáhaného kábla v danom priereze v definovanom reze .

**Výsledky posúdenia** – zobrazí tabuľku posúdenie dovolených namáhání s hodnotami jednotlivých napätí všetkých káblov v danom priereze definovaného rezu.

**Vysvetlenie hodnôt pre posúdenie**– zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Výsledky posúdenia**.

### 4.3. STUPEŇ BEZPEČNOSTI

#### 4.3.1. OBECNE

Klepnutím na položku stromu **Stupeň bezpečnosti** sa otvorí dialóg pre posúdenie stupňa bezpečnosti danej konštrukcie, kde sú možné tieto typy posudkov:

- Únosnosť prierezu, výpočet odozvy, vid' 4.3.2.
- Únosnosť prierezu ,interakčný diagram, vid' 4.3.3.
- Hlavný ťah pri zväčšenom zaťažení, vid' 4.3.4.
- Vznik trhlín, vid' 4.3.5.

Typ výpočtu resp. posudku možno nastaviť v rolovacom okne pod tlačidlom **[Posudok prúta]**, vid' Obr. 4.28.

#### 4.3.2. ÚNOSNOSŤ PRIEREZU, VÝPOČET ODOZVY

##### 4.3.2.1. Predpoklady a metóda výpočtu.

Posúdenie na stupeň bezpečnosti vychádza z týchto predpokladov:

- Platí Navierova hypotéza.
- V ťahanej časti betón nepôsobí.
- Medzne pomerné stlačenie betónu je 0,0025.
- Priebeh napätie v tlaku sa uvažuje podľa bilineárneho pracovného diagramu, pričom medzne napätie v tlaku sa uvažuje podľa ČSN 73 6207 tab. 11, riadok 1 alebo 2.
- Medzné napätie predpínacej výstuže  $R_p$  (uvedené v ČSN 73 6207) :
- Drôty  $R_p = 0,95 \cdot$  (najmenšia pevnosť v ťahu alebo menovitá pevnosť podľa ČSN 73 6207 tab. 1 až 4).
- Rebiernkové tyče  $R_p = 590$  (medza klzu podľa 6.2.2.2).
- Laná  $R_p = 0,95 \cdot$  (menovitá pevnosť podľa tab. 27 až 28).
- Hladké tyče  $R_p = 550$  (medza klzu podľa tab. 33).
- Pracovný diagram predpínacej výstuže uvedený v ČSN 73 6207 je bilineárny bez spevnenia (s vodorovnou plastickou vetvou). Sklon lineárnej vetvy je podľa modulu pružnosti  $E_p$ . Medzné pomerné predĺženie  $\varepsilon_{pu}$  je definované tak, aby pri každom zaťažení prvku menším ako medzne zaťaženie došlo po odľahčení k uzavretiu trhlín. Preto sa musí medzné pomerné predĺženie (vždy nanovo pre každú posudzovanú kombináciu) vypočítať z pretvorenia  $\varepsilon_z$  predpínacej výstuže „po odľahčení konštrukcie“

$$\varepsilon_{pu} = \varepsilon_z + \frac{R_p}{E_p}, \quad \text{kde } \varepsilon_z = \frac{\sigma_{pz}}{E_p} - \frac{\sigma_{bz}}{E_b}$$

kde

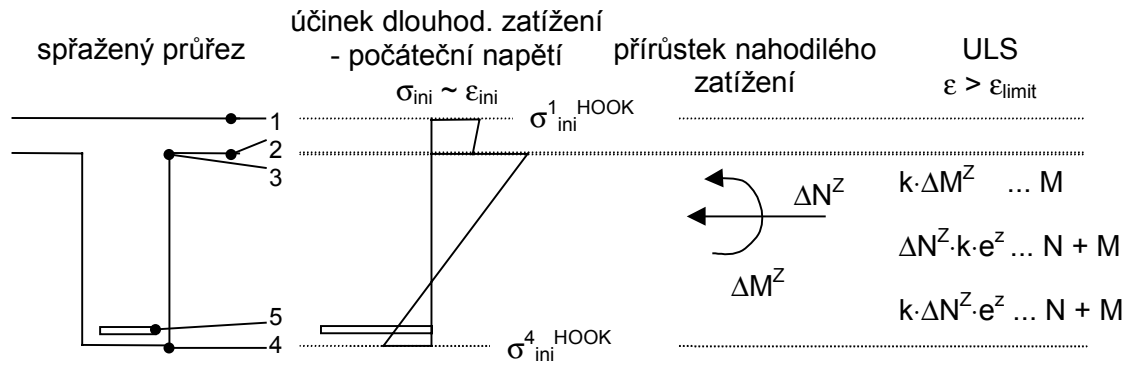
$\sigma_{pz}$  je napätie v predpínacej výstuži (káblu) vypočítané lineárne ( $=N_p/A_p$ ) z vnútorných síl získaných v konečnom prvku reprezentujúcom kábel pri statickej analýze od danej kombinácie zaťaženia ( $\varepsilon_z$  je vlastne pretvorenie predpínacej výstuže pri základnom napätí)

$\sigma_{bz}$  je napätie v betóne v úrovni predpínacej výstuže vypočítané lineárne (podľa teórie pružnosti) z vnútorných síl získaných v konečnom prvku reprezentujúcom betónový prút (pozor na spriahnuté prierezy) pri statickej analýze od danej kombinácie zaťaženia

- Pracovný diagram betonárskej výstuže uvedenej v ČSN 73 6207 je bilineárny bez spevnenia. Sklon lineárnej vetvy je podľa modulu pružnosti  $E_s$  a pokračuje až po medzne napätie podľa tab. 16. Potom pokračuje vodorovná vetva, pričom medzné pomerné predĺženie nie je v tejto norme definované (o únosnosti nerozhoduje), takže je brané hodnotou 10%.

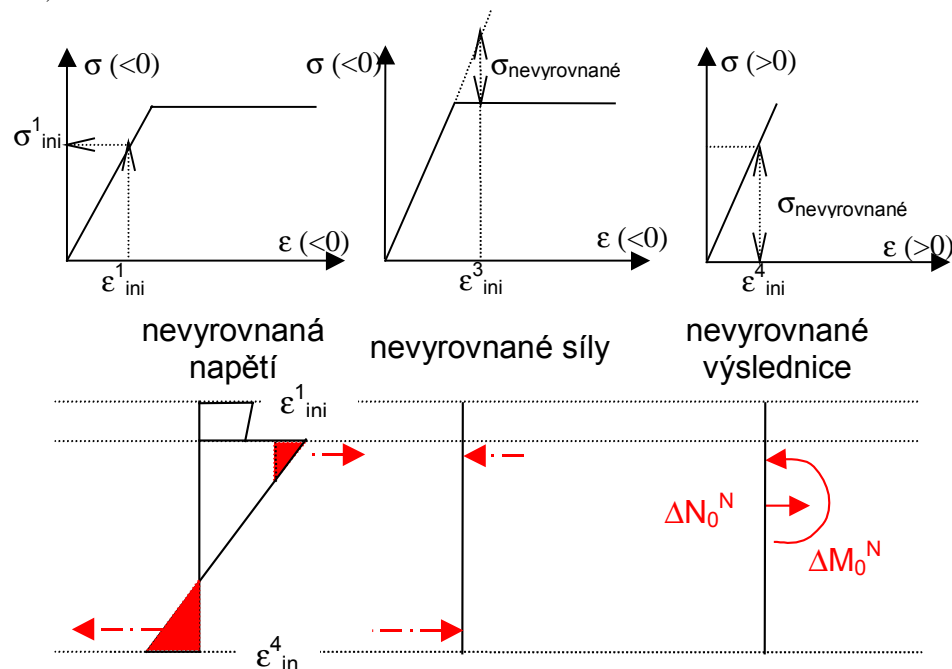
Metóda výpočtu:

Pri výpočte odozvy resp. medzného stavu sa zohľadňuje počiatočný stav prierezu t.j. stav napätia resp. pomerných pretvorení od stálych zaťažení vrátane predpätia a redistribúcie napätia od dotvarovania a zmršťovania betónu. Inak povedané výsledok statickej analýzy ( výpočet TDA alebo FEM) je z hľadiska medzného stavu počiatočným stavom, vid' Obr. 4.26



Obr. 4.26 Počiatkové napätia a prírastok náhodilého zaťaženia

V obidvoch prípadoch statickej analýzy (modulom TDA i štandardným FEM riešičom) sa v rámci výpočtu vnútorných síl (z hľadiska posudzovaného prierezu je nazývame vonkajšie sily) predpokladá elastické pôsobenie prierezu, čo je v prípade väčšiny predpätých konštrukcií stav veľmi blízky realite. V prípade železobetónových konštrukcií je to v rozpore so skutočnosťou, ale v súlade s ustanoveniami noriem sa nepredpokladá vznik trhlín. V prierezu teda existujú nevyrovnané napätia, vid' Obr. 4.27. Nevyrovnané napätia možno integrovať a získať tak vektor nevyrovnaných vnútorných síl  $\Delta N_0^N$ ,  $\Delta M_0^N$ , ktoré je možné z hľadiska medzného stavu únosnosti prierezu pripočítat' k prírastkom vnútorných síl (z hľadiska prierezu vonkajšie sily) od premenného zaťaženia  $\Delta N^Z$ ,  $\Delta M^Z$ .



Obr. 4.27 Počiatkové napätia, pracovné diagramy, nevyrovnané napätia a vnútorné sily

Analýza prierezu sa pre prírastok premenných zaťažení deje s ohľadom na úroveň napätia z predchádzajúceho kroku, pričom sa pri riešení používa sečnicová metóda, pri ktorej sa pracuje na rozdiel od dotyčnicovej metódy s celkovými hodnotami zaťaženia.

Výpočet odozvy prierezu vlastne odpovedá posudku iteračnou metódou v železobetónovom module s drobnou zmenou, a to že pred iteráciou sa budú musieť najskôr vypočítať sily, ktorými sa má zaťažiť prierez. (obecne možno naraz posúdiť i kombinácie z rôznych fáz výstavby, ale v tom prípade sa štartuje z rôznych počiatkových stavov prierezu, to znamená, že obecne aj pre rovnaký prierez môžeme nájsť rôzne interakčné diagramy).

Predpokladajme pre jednoduchosť, že máme posúdiť niekoľko kombinácií z jednej fázy výstavby. To znamená, že vo všetkých týchto kombináciách pôsobia rovnaké zaťažovacie stavy od stálych zaťažení, predpätia a dotvarovania. Kombinácie sa môžu líšiť len v zaťažovacích stavoch od premenného zaťaženia. Bez ohľadu na súčinitele zaťaženia zadané v kombináciách budeme pri výpočte výslednice vonkajších síl pôsobiacich na prierez vždy predpokladať, že výsledky získané statickou analýzou stálych zaťažení konštrukcie (TDA alebo FEM) sú

od normového zaťaženia, a možno ich teda označiť ako  $1,0 \cdot S_g + 1,0 \cdot S_{p-pri} + 1,0 \cdot S_{p-sec}$ . Primárny účinok predpätia je teda vnútornou silou reprezentovanou počiatočným stavom prierezu (odpor prierezu). Obdobne  $zn = 1,0 \cdot S_g + 1,0 \cdot S_{p-sec}$  sú vonkajšími silami reprezentovanými počiatočným stavom prierezu

Prierez by mal podľa normy vzdorovať zaťažaniu, ktoré sa rovná  $s \cdot (vyslednici vonkajších síl)$ . Výsledky od normového zaťaženia je teda potrebné pre výpočet prierezu upraviť (normálové sily i momenty), a to:

$$1. \text{ výslednice vonkajších síl o hodnotu } pvs(I) = S'_g \cdot 0,9 \cdot s - S_g + 1,1 \cdot s \cdot S'_v, \quad (1)$$

$$2. \text{ výslednice vonkajších síl o hodnotu } pvs(II) = 1,1 \cdot s \cdot S'_v \quad (2)$$

Potom zväčšené zaťaženie podľa ČSN 73 6207 je dané vzťahmi:

$$zz(I) = zn(I) - pvs(I) = s \cdot (0,9 \cdot S'_g + 1,1 \cdot S'_v + S_{p-sec}/s) \quad (3)$$

$$zz(II) = zn(II) - pvs(II) = s \cdot (S_g/s + 1,1 \cdot S'_v + S_{p-sec}/s) \quad (4)$$

kde

$S_g$  je vonkajšia sila vyvedená vlastnou tiažou konštrukcie a tiažou ostatných častí mostu ( vlastná tiaž, stále zaťaženie, dlhodobé premenné zaťaženie, dotvarovanie a zmrašťovanie )

$S'_g$  je vonkajšia sila vyvedená vlastnou tiažou konštrukcie a tiažou ostatných častí mostu, ktorých momentové zložky  $M_g$  sa uvažujú so zväčšeniu excentricitou ( vplyv vzperu )

$S_{p-sec}$  je vonkajšia sila vyvedená predpätím ( sekundárne účinky predpätia )

$S_{p-pri}$  je vnútorná sila vyvedená predpätím ( primárne účinky predpätia )

$S_v$  je vonkajšia sila vyvedená všetkými ostatnými zaťažzeniami a vplyvmi (krátkodobé zaťaženie )

$S'_v$  je vonkajšia sila vyvedená všetkými ostatnými zaťažzeniami a vplyvmi ktorých momentové zložky  $M_g$  sa uvažujú so zväčšeniu excentricitou ( vplyv vzperu )

$s$  je stupeň bezpečnosti, ktorý je možno nastaviť v dialógu **Nastavenie pre betón – ČSN**, položka **Posudky predpätia**, vid' 3.2.

Pri výpočte výslednice vonkajších síl pracujeme s celkovými výslednicami, pričom počiatočný stav určujeme z vnútorných síl na jednotlivé prvky. Pokiaľ pri žiadnom z týchto zaťažení nedôjde k porušeniu prierezu t.j. nebola dosiahnutá medza únosnosti prierezu určená porušením betónu ( betón dosiahne pomerné stlačenie betónu rovne medznému pomernému stlačeniu) alebo predĺžením predpinácej výstuže na medzné pomerné predĺženie, tak prierez pre danú kombináciu vyhovuje. Pre inú kombináciu z rovnakej fázy výstavby sa použije rovnaký počiatočný stav prierezu, ale iné vonkajšie sily (1), (2).

Prierez sa nepovažuje za porušený ak dosiahne betonárska výstuž medzné napätie resp. medzné pretvorenie.

Poznámka:

V súčasnej verzii nie je vplyv vzperu pre posúdenie uvažované a teda zložky vonkajších síl  $S_g = S'_g$  a  $S_v = S'_v$

### 4.3.2.2. Dialóg pre posúdenie

Pri výbere tejto možnosti posúdenia v rolovacom okne pod tlačidlom [**Posudok prúta**] bude dialóg nasledovný

Skupina **Výpočet**:

[**Stav/Kombi**] otvorí dialóg pre výber zaťažovacích stavoch, resp. kombinácii pre posúdenie únosnosti prierezu

[**Posudok prúta**] – spustí posúdenie stupňa bezpečnosti pre daný vyber ZS resp.kombinácií a zvolenú skupinu výberu po dĺžke prvku.

[**Jednotlivý posudok**] – po výbere prúta otvorí dialóg **Posúdenie prierezu** pre detailne posúdenie prierezu vo vybranom reze, viď 4.3.2.6.

[**Normové parametre**] – nastavenie normových parametrov pre posúdenie stupňa bezpečnosti v hlavnom ťahu, ktoré môžu byť zobrazené všetky alebo filtrované podľa typu výpočtu a posúdenia, viď 3.1.

Skupina **Kreslenie**:

**eps cc** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať posúdenie maximálneho tlakového pretvorenia betónu pre dané kombinácie.

**eps sc** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať posúdenie maximálneho ťahového pretvorenia ocele pre dané kombinácie.

**eps st** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať posúdenie maximálneho tlakového pretvorenia ocele pre dané kombinácie.

**eps tt** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať posúdenie maximálneho ťahového pretvorenia káblu pre dané kombinácie.

**Všetko** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať extrémny výsledok posúdenia zo všetkých posudzovaných veličín pre dané kombinácie.

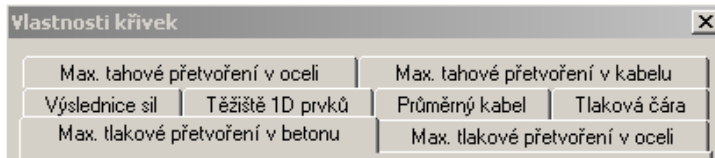
Ostatné položky kreslenia sú vysvetlené v 4.5 a 4.2.2.2

Ostatné skupiny a položky tohto dialógu sú vysvetlené v 4.2.2.2, pričom [**Detailný posudok**], [**Nastavenie výstupu**] a [**Nastavenia grafov**]sú popísané v kapitolách 4.3.2.4, 4.3.2.5 a 4.3.2.3 v tomto poradí.

Obr. 4.28 Dialóg pre posúdenie odozvy

### 4.3.2.3. Nastavenie grafov

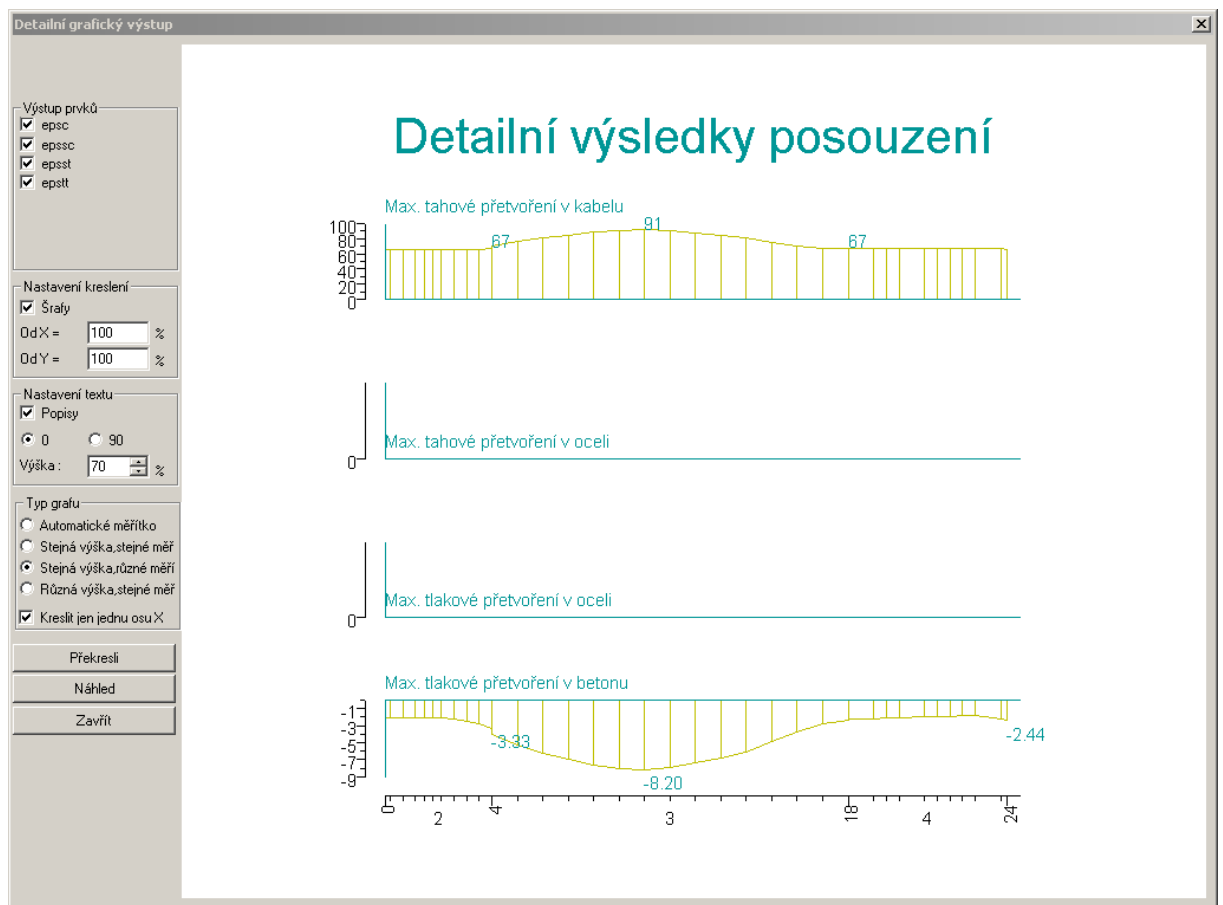
Klepnutím na tlačidlo [Nastavenie grafov] v dialógu na Obr. 4.28 sa otvorí dialóg **Vlastnosti kriviek**, ktorý umožňuje editovať grafický výstup jednotlivých položiek kreslenia. Pre posúdenie odozvy sú dostupné karty dialógu, vid' Obr. 4.29, ktorých parametre sú popísané v 4.5.1.



Obr. 4.29 Karty dialógu pre nastavenie grafov pre posúdenie odozvy

### 4.3.2.4. Detailný grafický posudok prúta

Detailný grafický posudok prúta sa spúšťa tlačidlom [Detailne], vid' Obr. 4.28, ktorý otvorí dialóg **Detailný grafický výstup**.



Obr. 4.30 Dialóg pre detailný grafický posudok odozvy prierezu

#### Skupina Výstup prvku:

Obsahuje prepínače **epsc**, **epssc**, **epsst**, **epstt**, vid' 4.3.2.2 pomocou , ktorých možno nastaviť grafy pomerných pretvorení pre detailný posudok prúta. Ostatné voľby tohto dialógu sú podrobne vysvetlené v 4.2.2.4.

### 4.3.2.5. Nastavenie výstupu pre posúdenie prúta

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie výstupu**] v skupine **Vyhodnotenie**, vid' Obr. 4.28, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.

Obr. 4.31 Dialóg pre nastavenie numerického výstupu

Jednotlivé voľby dialógu sú nasledovné:

Skupiny **Přesnost' výstupu**, **Typ extrému** a **Spůsob třídění** a **Výsledky informací o výpočte**, vid' 4.2.2.5.

Skupina **Vstupné hodnoty**:

**Hlavný nadpis** – zobrazí typ posudku a normu podľa, ktorej je posudok vykonaný

**Přehľad vstupných hodnôt** – zobrazia definované vstupne hodnoty pre daný typ posudku, ktoré boli nastavené v dialógu [**Normové parametre**] (počet krokov a presnosť iterácie, stupne bezpečnosti atď...)

**Vybraný prút(y)** - zobrazí tabuľku vybraných prútov pre posudok aj s informáciou o definícii zvláštných bodov, vid'.3.2.1.3.

**Tabuľka betonu** – zobrazí hodnoty medzných napätí betonu (ČSN 732607, tabuľka 11 ) v čase 28 dní a v čase danej fáze výstavby resp. kombinácie, ktorá je posudzovaná.

**Tabuľka betonárskej výstuže** - zobrazí charakteristiky zadanej výstuže ( typ výstuže, priemer, plocha a pevnostné charakteristiky ) podľa kapitoly 4.3.2.1.

**Tabuľka predpínacej výstuže** - zobrazí charakteristiky zadaných káblov v konštrukcii ( typ káblu, priemer, plocha a pevnostné charakteristiky ) podľa kapitoly 4.3.2.1.

Skupina **Posudok prierezu namáhaného N + My + Mz**

**Tabuľka zhrnutia** – zobrazí tabuľku zhrnutia posúdenia pre daný spôsob triedenia v reze s najväčšou hodnotou využitia materiálu jednotlivých pretvorení a napätí

**Výsledky posúdku** – zobrazí tabuľku posúdenie odozvy prierezu pre zväčšené zaťaženie, ktorá obsahuje posúdenie všetkých pretvorení pre daný spôsob triedenia.

**Vysvetlenie hodnôt pre posudok**– zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Výsledky posúdenia**.

**Využitie materiálu** – zobrazí pod posudzovanými hodnotami využitie materiálu v % v tabuľke **Výsledky posúdenia** pre jednotlivé pretvorenia a napätia v závislosti od definovaných maximálnych pretvorení a napätí.

**Globálne výsledky posúdenia** – zobrazí globálnu tabuľku posúdenia pre daný spôsob triedenia, v ktorej je pre daný typ extrému posúdené či daný rez pre danú zväčšené zaťaženie vyhovuje alebo nie.

**Vysvetlenie hodnôt pre globálny posudok** - zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Globálne výsledky posúdenia**

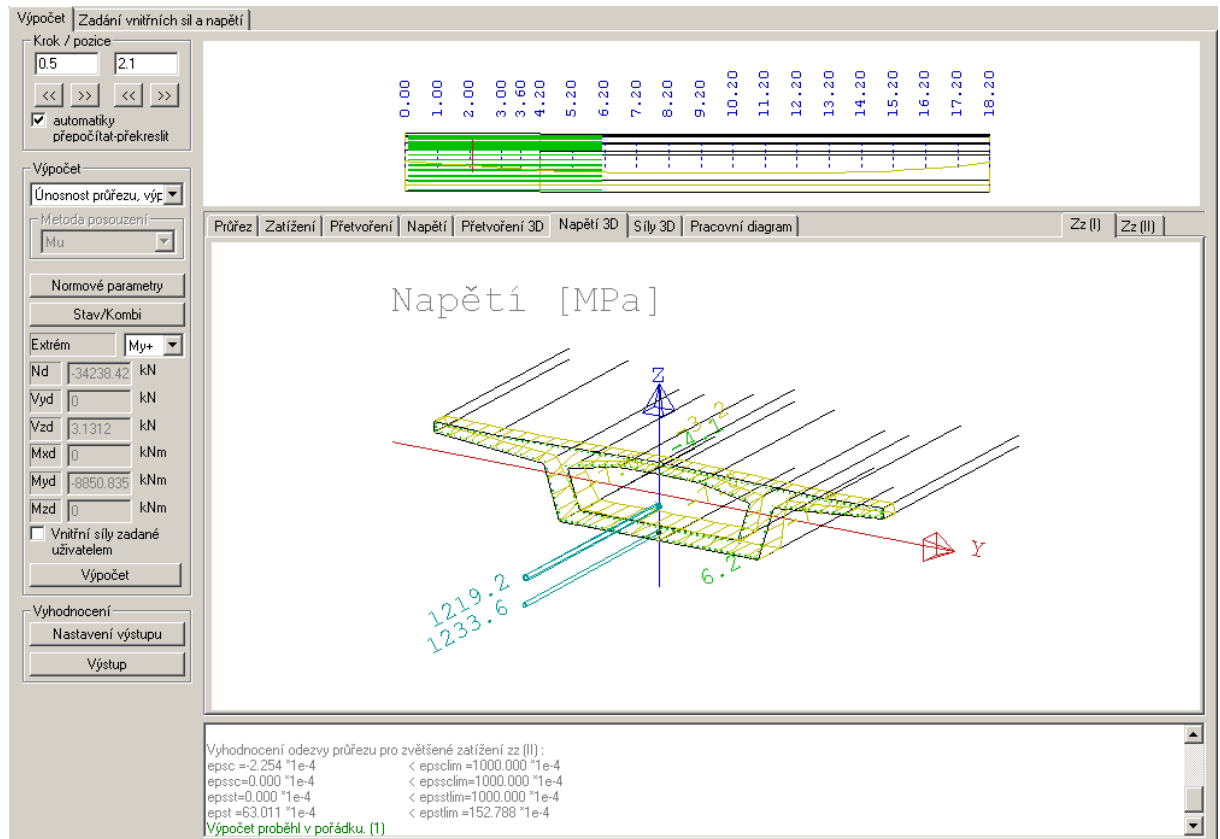
### 4.3.2.6. Jednotlivý posudok

Klepnutím na tlačidlo [**Jednotlivý posudok**] v skupine **Výpočet** na obr. 4.4.2.1 a po výbere prúta sa otvorí dialóg **Posúdenie prierezu** pre detailne posúdenie prierezu vo vybranom reze. Tento dialóg obsahuje tieto karty:

- Výpočet
- Zadanie vnútorných síl a napätí,

ktoré sú podrobne popísané v 4.2.2.6 a preto sa v tejto časti zameriame na popis rozdielov a nových parametrov tohto dialógu.

#### **Karta Výpočet**



**Obr. 4.32 Karta Výpočet dialógu Posúdenie prierezu jednotlivý posudok**

Pod nadpisom **Výpočet** je rolovacie okno, v ktorom možno nastaviť typ posúdenia. Obdobne ako pri posudku prúta sú tu tieto možnosti posudku:

- Únosnosť prierezu, výpočet odozvy
- Únosnosť prierezu ,interakčný diagram, vid' 4.3.3.6.
- Hlavný ťah pri zväčšenom zaťažení, vid'.4.3.4.5.
- Vznik trhlín, vid'.4.3.5.6.

Od typu nastavenia sa menia, karty v druhom grafickom okne pre zobrazenie výsledkov posúdenia rezu. Pre posúdenie únosnosti prierezu – výpočet odozva sú k dispozícii tieto karty, vid'. Obr. 4.32.

- Prierez
- Zaťaženie
- Pretvorenie
- Napätie
- Pretvorenie 3D
- Napätie 3D
- Sily 3D
- Pracovní diagram - možnosť zobrazenia pretvorenia a napätia na pracovnom diagramu príslušného materiálu (betónové vlákna, betonárska výstuž, prepínacia výstuž). Klepnutím na príslušné vlákno resp. výstuž sa zobrazí na pracovnom diagrame pretvorenie vlákna a jemu zodpovedajúce napätie.

Grafické vyhodnotení výsledkov možno uložiť na definované vstupné zariadenie alebo zmeniť typ zobrazenia grafického výstupu v závislosti od typu karty, vid' 4.2.2.6.1.

V pravej časti lišty s vyššie uvedenými kartami pribudli nové dve záložky Zz (I) a Zz (2), pomocou ktorých si užívateľ môže zvoliť typ zväčšeného zaťaženie podľa ČSN 73 6207 pre posúdenie prierezu, vid' 4.3.2.1 (3), (4).

### Karta Zadanie vnútorných síl a napätí

Táto karta je obdobná ako pri posúdení dovolených normálových namáhání a je podrobne popísaná v 4.2.2.6. Líši sa len tabuľkou **Nastavenie vnútorných síl pre výpočet – celková výslednica**, kde pre posúdenie stupňov bezpečnosti sú zobrazené stĺpce t.j. zložky vnútorných síl:

- Celkové
- Náhodilé
- Stále
- Primárne
- Sekundárne
- Predpätie

Z týchto zložiek vnútorných síl sú však aktívne t.j. možno ich editovať len Náhodilé a Sekundárne

Výpočet Zadání vnitřních sil a napětí

Počáteční stav - průřez

Fáze	N [kN]	eps0*1e6	My kN/m	rotY*1e6	Mz kN/m	rotZ*1e6
0	-30478.05	0	-6079.69	0	0	0

Počáteční přetvoření výztuže


Index	Jméno	Y [mm]	Z [mm]	Plocha [mm <sup>2</sup> ]	Eps*1e6
1	R 10505 (12)	2517.67	-1034.41	113.1	0
2	R 10505 (12)	2365.09	-1034.41	113.1	0
3	R 10505 (12)	2212.5	-1034.41	113.1	0
4	R 10505 (12)	2059.92	-1034.41	113.1	0
5	R 10505 (12)	1907.33	-1034.41	113.1	0

Přetvoření - kabely

Index	Jméno	Y [mm]	Z [mm]	ochá [mm <sup>2</sup> ]	ení po zakot.	způsobené z	ení po ztrát.	ipětí po ztrátá
1	Kabel_L1	0	-276.43	6795.65	6431.45	-670.24	5761.21	-130.7
2	Kabel_LP...	0	-883.1	6795.65	6543.31	-810.45	5732.86	-158.04
3	Kabel_LP...	0	-276.43	13591.3	6431.38	-670.17	5761.21	-130.68

Nastavení vnitřních sil pro výpočet - celkové výslednice

	Celková	Nahodilá	Stálá	Primární	Sekundární	Předpětí
N [kN]	-46.56	-49.6	3.04	-34236.62	-0.53	-34239.15
My [kN/m]	11316.07	6678.39	4637.68	-14725.06	2321.84	-12403.22
Mz [kN/m]	0	0	0	0	0	0



Počáteční pře 0

Zadat přetvoření do výztuže

Zadat přetvoření po zakotvení do kabelu

Zadat přetvoření způsobené ztrátami do kabelu

Aktualizovat data zadaná v tomto dialogu

Obr. 4.33 Karta Výpočet dialogu pro jednotlivý posudok

## 4.3.2.6.1. Nastavenie výstupu

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie výstupu**] v skupine **Vyhodnotenie**, viď Obr. 4.28, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.

**Obr. 4.34 Dialóg pre nastavenie numerického výstupu.**

Jednotlivé položky tohto dialógu sú nasledovné:

Skupiny **Základne nastavenie presnosti a typu výstupu** a **Výsledky informácií o výpočte** sú popísané v 4.2.2.6.2.

**Skupina Detailné výsledky:**

V tejto skupine si možno vybrať obrázky a zvoliť ich veľkosť ako percento strany.

**Horizontálny obrázok ( tri v jednom)** - pri zapnutej voľbe budú vybrané obrázky umiestnené horizontálne vedľa seba a ich veľkosť bude vypočítaná automaticky.

**Tabuľka pretvorenia a napätia v oceli** – zobrazí tabuľku detailného posúdenia pretvorenia a napätia všetkých vložiek betonárskej výstuže na zväčšené zaťaženie v posudzovanom priereze pre najnepriaznivejšiu kombináciu z daných vybraných kombinácií pre posudok

**Tabuľka pretvorenia a napätia v betóne** – zobrazí tabuľku detailného posúdenia pretvorenia a napätia všetkých vlákien betónového prierezu výstuže na zväčšené zaťaženie v posudzovanom priereze pre najnepriaznivejšiu kombináciu z daných vybraných kombinácií pre posudok

**Tabuľka pretvorenia a napätia v predpätej výstuži** – zobrazí tabuľku detailného posúdenia pretvorenia a napätia všetkých predpinacích jednotiek na zväčšené zaťaženie v posudzovanom priereze pre najnepriaznivejšiu kombináciu z daných vybraných kombinácií pre posudok

**Vysvetlenie značenia detailnej tabuľky pretvorenia a napätia pre betón a ocel'** - zobrazí tabuľky vysvetlenia stĺpcov tabuľky pre betón, ocel' a predpinaciu výstuž

**Skupina Vstupné hodnoty:**

**Hlavný nadpis** – zobrazí typ posudku a normu podľa, ktorej je posudok vykonaný

**Přehľad vstupných hodnôt** – zobrazia definované vstupne hodnoty pre daný typ posudku, ktoré boli nastavené v dialógu [**Normové parametre**] (počet krokov a presnosť iterácie, stupne bezpečnosti atď...)

**Tabuľka betónu** – zobrazí hodnoty medzných napätí betónu (ČSN 732607, tabuľka 11 ) v čase 28 dní a v čase danej fáze výstavby resp. kombinácie ktorá je posudzovaná.

**Tabuľka betonárskej výstuže** - zobrazí charakteristiky zadanej výstuže ( typ výstuže, priemer, plocha a pevnostné charakteristiky ) podľa kapitoly 4.3.2.1.

**Tabuľka predpínacej výstuže** - zobrazí charakteristiky zadaných káblov v konštrukcii ( typ káblu, priemer, plocha a pevnostné charakteristiky ) podľa kapitoly 4.3.2.1.

#### Skupina Výpočet kombinácií:

**Vysvetlenie značenia v tabuľkách a predpisoch** – vysvetlenie predpisu a vonkajších síl pre generovanie zväčšeného zaťaženia

**Nebezpečné kombinácie normového zaťaženia** – zobrazí tabuľku generovanej najnepriaznivejšej kombinácie zo zadaných kombinácií pre posudok, kde sú uvedené hodnoty vnútorných síl pre jednotlivé zaťažovacie stavy danej kombinácie a celkové vnútorné sily.

**Tabuľka pre určenie výsledníc vonkajších síl** – zobrazí dve základne tabuľky generovanej najnepriaznivejšej kombinácie zo zadaných kombinácií pre posudok, kde sú uvedené hodnoty vnútorných síl pre jednotlivé zaťažovacie stavy danej kombinácie a celkové vnútorné sily danej kombinácie:

- pre zaťažovacie stavy od vlastnej tiaže a tiaže ostatných častí mostu ( zaťaženia stále, dlhodobé, zaťažovacie stavy dotvarovania a predpätia) takzv. počiatočný stav
- pre zaťažovacie stavy od ostatných zaťažení a vplyvov ( normové premenné zaťaženia)

**Tabuľka účinku predpätia** - zobrazí tri základne tabuľky generovanej najnepriaznivejšej kombinácie zo zadaných kombinácií pre posudok, kde sú uvedené hodnoty síl pre jednotlivé zaťažovacie stavy od predpätia ie a celkové sily od predpätia pre danú kombinácie:

- vnútorne sily od predpätia takzv. primárne účinky predpätia
- vonkajšie sily od predpätia takzv. sekundárne účinky predpätia
- celkové sily (účinky) od predpätia t.j. suma primárnych a sekundárnych

**Tabuľka pre určenie zväčšeného zaťaženia** - zobrazí tabuľku hodnôt jednotlivých vonkajších síl pre generovanie zväčšeného zaťaženia pre najnepriaznivejšiu kombináciu z daných kombinácií pre posudok.

#### Skupina Posudok prierezu namáhaného $N + My + Mz$

Jednotlivé voľby tejto skupiny sú vysvetlené pri nastavení výstupu v posudku prvku, vid' 4.3.2.5, kde na rozdiel od posudku prúta sú tabuľky pre jednotlivé voľby generované len pre najnepriaznivejšiu kombináciu z daných kombinácií pre posudok.

### 4.3.3. ÚNOSNOST PŘEREZU, INTERAKČNÝ DIAGRAM

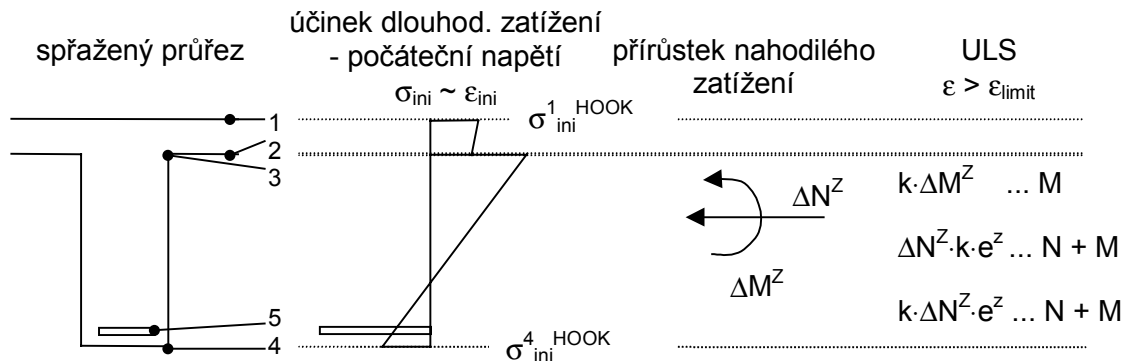
#### 4.3.3.1. Předpoklady a metoda výpočtu.

Předpoklady a předpis pro generování zvětšeného zatížení jsou rovnaké jako při posudku přerezu pro výpočet odozvy, viz 4.3.2.1

Ostatné předpoklady a metody výpočtu pro výpočet interakčného diagramu:

Pri výpočte interakčného diagramu budeme opäť vychádzať z počiatočného stavu prierezu definovaného vyššie, viz 4.3.2.1, pričom hranici interakčného diagramu určíme bez ohľadu na zvätčené zatíženie tj. vzťahy (3), (4).

- O všetkých prírastkoch vonkajších síl budeme teda predpokladať, že sú napr. silami od premenného zatíženía  $\Delta N^Z$ ,  $\Delta M^Z$ . Na Obr. 4.35 je pre názornosť určenie interakčného diagramu naznačené napr. pomocou súčiniteľa  $k$ , ktorým možno násobiť účinky premenných zatíženía a získať tak odozvu prierezu, pri ktorej je práve dosiahnuté v niektorom materiáli medzné pomerné pretvorenie. Týmto spôsobom je vlastne nájdený interakčný diagram „premenného zatíženía“, resp. interakčný diagram porušenia prierezu vzťahnutý k osiam, ktoré možno označiť  $N_{zat}$ ,  $M_y$  zat,  $M_z$  zat. Na týchto osiach možno vyniesť hodnoty momentov a normálových síl od premenného zatíženía a porovnať ich s plochou únosnosti prierezu



Obr. 4.35 Počiatočné napätia a prírastok náhodilého zatíženía

- Pokiaľ chceme interakčný diagram vzťahnuť k celkovému zatíženiu, tak z počiatočného (počiatočného z hľadiska posudku) stavu prierezu odintegrujeme (zo všetkých betónových, oceľových častí a z predpätej výstuže (u predpätej výstuže neberieme pri integrácii do úvahy jej napätie v okamžiku predpinania)) celkové výslednice vnútorných síl  $N^{ini}$ ,  $M^{ini}$  a počiatok interakčného diagramu odsadíme práce o súradnice  $[N^{ini}, M_y^{ini}, M_z^{ini}, ]$ . Osy s novým počiatkom sú označené  $N_{tot}$ ,  $M_y$  tot,  $M_z$  tot
- Pre výpočet medznej únosnosti prierezu budeme používať interakčný diagram pre osy  $N_{von}$ ,  $M_y$  von,  $M_z$  von, do ktorých budeme vynášať „vonkajšie“ sily v zmysle ČSN 736207. Tieto osy získame odsadením počiatku zo súradného systému s osami  $N_{tot}$ ,  $M_y$  tot,  $M_z$  tot o hodnoty  $N_{p-pri}$ ,  $M_{p-pri}$  (primárne účinky predpätia). Do súradného systému  $[N_{von}, M_y$  von,  $M_z$  von] možno postupne vyniesť krivku, ktorá reprezentuje „vonkajšie“ zatíženie pre rôzne stupne bezpečnosti  $s$  napr. od  $s = 0,1$  až do  $s^{medzeí}$ , kedy táto krivka pretne interakčnú plochu.  $s^{medzné}$  je potom skutočný stupeň bezpečnosti proti dosiahnutiu medze únosnosti, ktorý sa musí porovnať s hodnotami uvedenými v dialógu **Nastavenie pre betón – ČSN**, položka **Posudky predpätia**, viz 3.1. „Vonkajšie“ zatíženie sa pre rôzne stupne bezpečnosti  $s$  vypočíta podľa vzťahov pre generovanie zvätčeného zatíženía viz 4.3.2.1,(3), (4).
- S ohľadom na dve výslednice vonkajších síl dostaneme dve krivky a rozhoduje nižší stupeň bezpečnosti.
- Pri excentrickom tlaku sa určí okrem stupňa bezpečnosti prierezu proti dosiahnutiu medze únosnosti pre excentrický tlak aj stupeň bezpečnosti prierezu proti dosiahnutiu medze únosnosti pre centrický tlak s výslednicou vonkajších síl rovnako veľkou ako pre tlak excentrický.

4.3.3.2. *Dialóg pre posúdenie*

Pri výbere tejto možnosti posúdenia v rolovacom okne pod tlačidlom **[Posudok prúta]** bude dialóg nasledovný Skupina **Výpočet**:

**[Stav/Kombi]** otvorí dialóg pre výber zaťažovacích stavoch, resp. kombinácii pre posúdenie únosnosti prierezu

**[Posudok prúta]** – spustí posúdenie stupňa bezpečnosti pre daný vyber ZS resp.kombinácií a zvolenú skupinu výberu po dĺžke prvku.

**[Jednotlivý posudok]** – po výbere prúta otvorí dialóg **Posúdenie prierezu** pre detailne posúdenie prierezu vo vybranom reze, vid' 4.3.3.6.

**[Normové parametre]** – nastavenie normových parametrov pre posúdenie únosnosti prierezu cez interakčný diagrami , ktoré môžu byť zobrazené všetky alebo filtrované podľa typu výpočtu a posúdenia, vid' 3.1.

Skupina **Kreslenie**:

**Nu** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať posúdenie medznej normálovej sily pre dané kombinácie resp. fázy výstavby.

**Myu** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať posúdenie medzného momentu Myu pre dané kombinácie resp. fázy výstavby.

**Mzu** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať posúdenie medzného momentu Myu pre dané kombinácie resp. fázy výstavby.

**Všetko** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať extrémny výsledok posúdenia zo všetkých posudzovaných veličín pre dané kombinácie resp. fázy výstavby .

**s** - pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať hodnoty výpočtových stupňov bezpečnosti pre dané kombinácie resp. fázy výstavby.

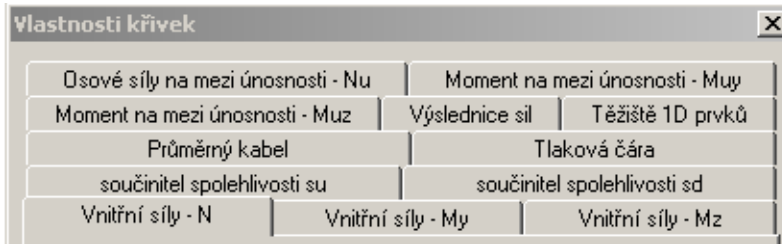
Ostatné položky kreslenia sú vysvetlené v 4.5 a 4.2.2.2

Ostatné skupiny a položky tohto dialógu sú vysvetlené v 4.2.2.2, pričom **[Detailný posudok]**, **[Nastavenie výstupu]** a **[Nastavenia grafov]** sú popísané v kapitolách a 4.3.3.4, 4.3.3.5 a 4.3.3.3 v tomto poradí.

Obr. 4.36 Dialóg pre posúdenie únosnosti, interakčný diagram

#### 4.3.3.3. Nastavenie grafov

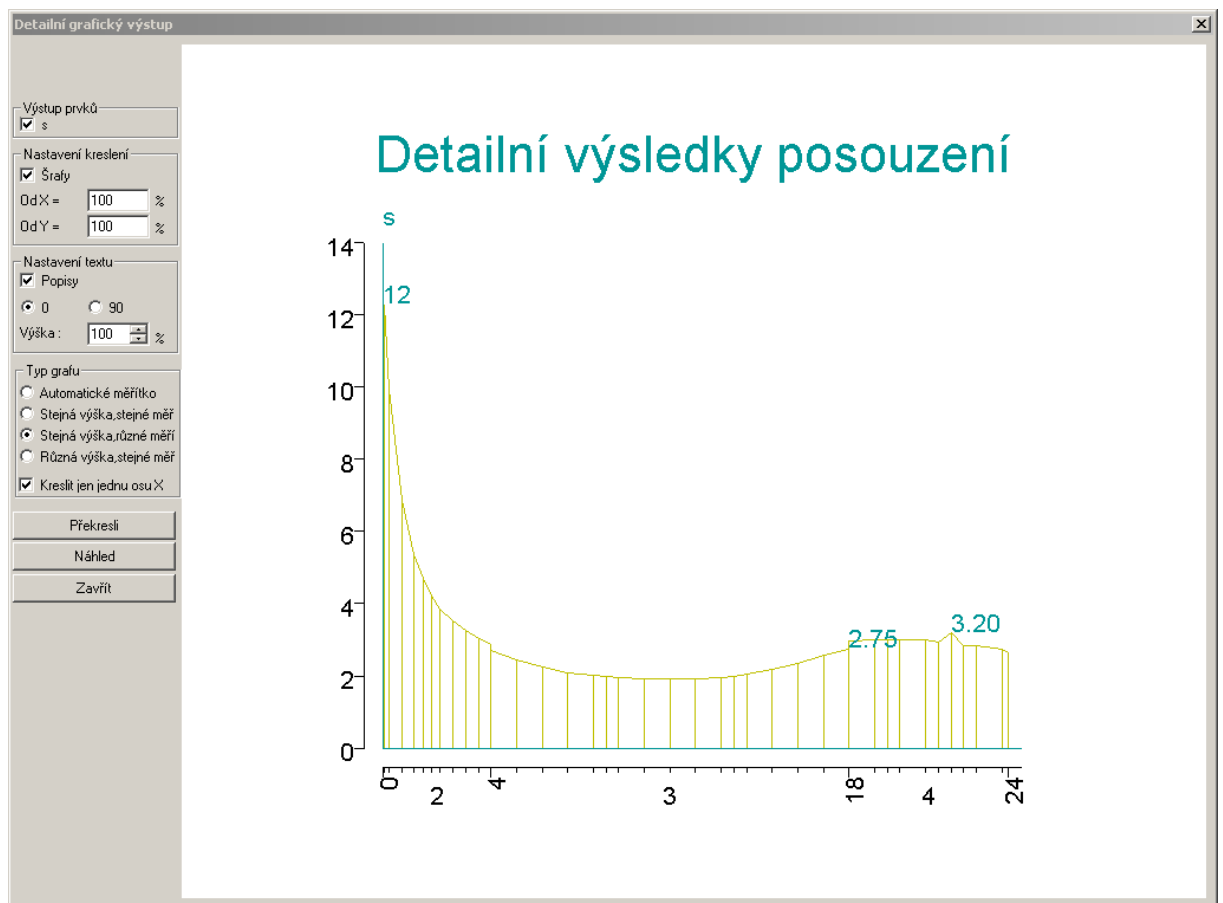
Klepnutím na tlačidlo [Nastavenie grafov] v dialógu na Obr. 4.36 sa otvorí dialóg **Vlastnosti kriviek**, ktorý umožňuje editovať grafický výstup jednotlivých položiek kreslenia. Pre posúdenie odozvy sú dostupné karty dialógu, vid'. Obr. 4.37, ktorých parametre sú popísané v 4.5.1.



Obr. 4.37 Karty dialógu pre nastavenie grafov pre únosnosti prierezu – interakčný diagram

#### 4.3.3.4. Detailný grafický posudok prúta

Detailný grafický posudok prúta sa spúšťa tlačidlom [Detailne], vid'. Obr. 4.36, ktorý otvorí dialóg **Detailný grafický výstup**.



Obr. 4.38 Dialóg pre detailný grafický posudok únosnosti prierezu, interakčný diagram.

#### Skupina Výstup prvku:

Obsahuje jediný prepínač s pomocou , ktorého možno v jednotlivých rezoch vybraných a posúdených prútov vykresliť graf vypočítaného stupňa bezpečnosti pre zväčšené zaťaženie. Ostatné voľby tohto dialógu sú podrobne vysvetlené v 4.2.2.4.

#### 4.3.3.5. Nastavenie výstupu pre posúdenie prúta

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie výstupu**] v skupine **Vyhodnotenie**, vid' Obr. 4.36, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg, ktorý je rovnaký ako pri posudku únosnosti prierezu pre výpočet únosnosti.

**Obr. 4.39** Dialóg pre nastavenie numerického výstupu.

Jediným rozdielom v tomto dialógu oproti dialógu pre nastavenie posúdenia únosnosti prierezu pre výpočet odozvy je skupina **Posudok prierezu namáhaného N + My + Mz**. Ostatné skupiny sú podrobne vysvetlené v 4.3.2.5.

#### Skupina Posudok prierezu namáhaného N + My + Mz

**Tabuľka zhrnutia** – zobrazí tabuľku zhrnutia posúdenia pre daný spôsob triedenia v reze s najmenšou hodnotou vypočítaného stupňa bezpečnosti.

**Výsledky posúdku** – zobrazí tabuľku posúdenie únosnosti prierezu pre zväčšené zaťaženie, ktorá obsahuje posúdenie stupňa bezpečnosti a výpis zadaných a medzných vnútorných síl.

**Vysvetlenie hodnôt pre posudok**– zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Výsledky posúdenia**.

**Globálne výsledky posúdenia** – zobrazí globálnu tabuľku posúdenia pre daný spôsob triedenia, v ktorej je pre daný typ extrému posúdené či daný rez pre dané zväčšené zaťaženie vyhovuje na požadovaný stupeň bezpečnosti alebo nie.

**Vysvetlenie hodnôt pre globálny posudok** - zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Globálne výsledky posúdenia**

#### 4.3.3.6. Jednotlivý posudok

Klepnutím na tlačidlo [**Jednotlivý posudok**] v skupine **Výpočet** na Obr. 4.36 a po výbere prúta sa otvorí dialóg **Posúdenie prierezu** pre detailne posúdenie prierezu vo vybranom reze. Tento dialóg obsahuje taktiež už spomínané karty **Výpočet** a **Zadanie vnútorných síl** a napätí, ktoré sú podrobne popísané v 4.2.2.6.

## Karta Výpočet

**Výpočet** | Zadání vnitřních sil a napětí

Krok / pozice: 1.97 / 10

Únosnost průřezu, inte: Mu

Extrém: My+

Nd: -30004.89 kN  
 Vyd: 0 kN  
 Vzsd: 68.5081 kN  
 Mxd: 0 kNm  
 Myd: -2578.206 kNm  
 Mzd: 0 kNm

Vnitřní síly zadané uživatelem

Vyhodnocení: Nastavení výstupu, Výstup

Zvětšené zatížení pro požadovaný stupeň bezpečnosti  
 Fd (I) N=-41.5 kN My=32251.7 kNm Mz=0.0 kNm s=2.0  
 Zvětšené zatížení pro dosažený stupeň bezpečnosti  
 Fu (I) N=-41.3 kN My=68693.0 kNm Mz=0.0 kNm s=6.7

Kombinace (nahodilé síly)	0.0	0.0	0.0
Celková kombinace	-30004.9	-2578.2	0.0

Vyhodnocení odezvy průřezu pro zvětšené zatížení zz (I):  
 Nd=-41.477 kN < Nu,max=41.284 kN  
 Myd=32251.706 kNm < Myu,max=68692.967 kNm  
 Mzd=0.000 kNm = Mzu,max=0.000 kNm

Obr. 4.40 Karta Výpočet dialogu Posúdenie prierezu jednotlivý posudok

Pre posúdenie únosnosti prierezu – interakčný diagram sú prístupné tieto karty, vid'.Obr. 4.40:

- Prierez
- Zaťaženie
- Zvislý rez
- Vodorovný rez
- Interakčný diagram

Grafické vyhodnotenia výsledkov možno uložiť na definované vstupné zariadenie alebo zmeniť typ zobrazenia grafického výstupu v závislosti od typu karty, vid'.4.3.3.6.1.

V pravej časti lišty s hore uvedenými kartami sú taktiež nové dve záložky Zz (I) a Zz (2), vid'.4.3.2.6.

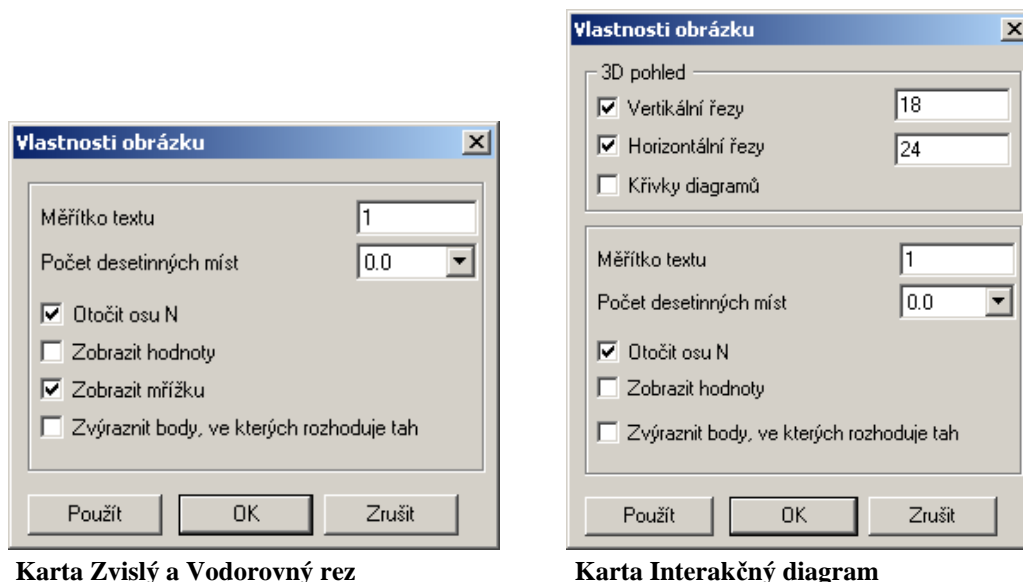
### Karta Zadanie vnútorných síl a napätí

Táto karta je úplne rovnaká ako pri posúdení stupňa bezpečnosti-odozva prierezu, vid'.4.3.2.6.

#### 4.3.3.6.1. Editovanie grafického výstupu posúdenia

Ako bolo už spomínané grafické vyhodnotenie výsledkov možno uložiť na zvolené výstupné zariadenie alebo editovať a to klepnutím pravým tlačidlom myši na grafické okno pri ktorom sa objaví plávajúca ponuka v závislosti od typu karty, vid'. 4.2.2.6.1.

Jednotlivé voľby plavajúceho dialógu sú popísané v základnom manuáli, my sa zameriame predovšetkým na položku **Vlastnosti obrázku**, ktorá ma pre grafické vyhodnotenie posúdenia predpätého betónu určité špecifiká v závislosti od typu karty, vid'.Obr. 4.41. Pri 3D zobrazení je na rozdiel od 2D zobrazení aj voľba **Bod pohľadu**, v ktorom je možné nastaviť ľubovoľný bod pohľadu pre zobrazení 3D výsledkov.



Karta Zvislý a Vodorovný rez

Karta Interakční diagram

Obr. 4.41 Dialóg Vlastnosti obrázkov pre editovanie vlastnosti obrázkov pre jednotlivé karty.

Jednotlivé položky dialógov **Vlastnosti obrázku** sú podrobne popísané v referenčnej príručke Betonové konštrukcie v kapitole 2.1.1.2, v ktorých pribudli tieto voľby:

**Počet desiatinných miest** – v rolovacom okne možno nastaviť počet desiatinných miest, pre výpis hodnôt posúdenia

**Zobrazit' mriežku** – voľba zapína alebo vypína zobrazenie mriežky pre zvislý alebo vodorovný rez interakčného diagramu

**Zvýraznit' body, v ktorých rozhoduje tah** – pri zapnutej voľbe budú modrou farbou zvýraznené body interakčného diagramu, v ktorých rozhoduje tah

#### 4.3.3.6.2. Nastavenie výstupu

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie výstupu**] v skupine **Vyhodnotenie**, vid'.Obr. 4.36, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.

**Nastavení výstupu**

Základní nastavení přesnosti a typu výstupu  
 Počet míst za desetinnou tečkou (0-4)   
 Typ výstupu

Detailní výsledky  
 Obrázek průřezu  
 velikost obrázku  %  
 Interakční diagram - svislý řez  
 velikost obrázku  %  
 Interakční diagram - vodorovný řez  
 velikost obrázku  %

Vstupní hodnoty  
 Hlavní nadpis  
 Přehled vstupních hodnot  
 Tabulka betonu  
 Tabulka betonářské oceli  
 Tabulka předpjaté výztuže

Výpočet kombinací  
 Vysvětlení značení v tabulkách a předpisech  
 Nebezpečná kombinace normového zatížení  
 Tabulky pro určení výslednic vnějších sil  
 Tabulky účinků předpětí  
 Tabulky pro určení zvětšeného zatížení

Posudek průřezu namáhaného N + My + Mz  
 Tabulka shrnutí  
 Vysvětlení hodnot pro posudek  
 Výsledky posudku  
 Vysvětlení hodnot pro globální posudek  
 Globální výsledky posouzení

Výsledky informací o výpočtu  
 Vysvětlení informací o výpočtu  
 Info číslo

Výběr všech prvků      Všechny vysvětlivky  
 Odeznač vše      Bez vysvětlivek  
 OK      Zrušit

**Obr. 4.42** Dialóg pre nastavenie numerického výstupu.

Jednotlivé voľby dialógu sú nasledovné:

Skupiny **Základne nastavenie presnosti a typu výstupu**, **Detailné výsledky**, **Vstupné hodnoty**, **Výpočet kombinácií** a **Výsledky informácií o výpočte** sú podrobne vysvetlené v 4.3.2.6.1.

#### Skupina **Posudok prierezu namáhaného N + My + Mz**

Jednotlivé voľby tejto skupiny sú vysvetlené pri nastavení výstupu v posudku prvku, vid'4.3.3.5. , kde na rozdiel od posudku prúta sú tabuľky pre jednotlivé voľby generované len pre najnepriaznivejšiu kombináciu z daných kombinácií pre posudok.

#### 4.3.4. HLAVNÍ TAH PRI ZVĚČŠENOM ZAŤAŽENÍ

##### 4.3.4.1. Predpoklady a metódy výpočtu

Pro výpočet se nejprve určí „zvětšené zatížení“. Z hlediska statického to jsou ve skutečnosti vnitřní síly v průřezu určené jako násobek stupně bezpečnosti „s“ a tzv. „výslednice vnějších sil“. Označení sil jako „vnější“ vyplývá z návaznosti na únosnost průřezu. Z hlediska únosnosti průřezu jsou totiž síly odporu (únosnosti) nazývány vnitřními a síly, které průřez zatěžují jsou nazývány vnějšími.

$$\text{výslednice vnějších sil}_1 = 0,9 \cdot S_g + 1,1 \cdot S_v + S_{p\text{-}sec}/s \quad (5)$$

$$\text{výslednice vnějších sil}_2 = S_g/s + 1,1 \cdot S_v + S_{p\text{-}sec}/s \quad (6)$$

Ve výpočtu se uvažuje větší z obou výslednic vnějších sil z každé zadané kombinace.

Primární účinky předpětí  $S_{p\text{-}pri}$  se zahrnují do vnitřních sil v průřezu na mezi únosnosti – v ČSN 736207 se nazývají „vnitřní síly od předpětí“. S ohledem na to, že se účinky předpětí rozdělily ve výše uvedeném vzorci na primární a sekundární, je třeba ke „zvětšenému zatížení“ (= s \* výslednice vnějších sil) při výpočtu dimenzačních sil (ty které se posuzují) připočíst primární vnitřní síly od předpětí (bez součinitele pro zvětšené zatížení). Teprve s těmito dimenzačními silami se počítá hlavní napětí při zvětšeném zatížení.

Standardně se bude počítat opět hlavní napětí obecnou funkcí pro prostorovou napjatost v předem definovaných „nebezpečných řezech“ ve všech prvcích průřezu stejně jako v kap.4.2.3. Výsledkem výpočtu bude např. v šikmé stěně komorového nosníku –  $\tau_{xz}$  ve vodorovném řezu,  $\tau_t$  od kroucení kolmo k definovanému nebezpečnému řezu, normálová napětí v průřezu a jejich směr. Z  $\tau_{xz}$  se vypočte smykové napětí  $\tau_s$  ve směru normály k nebezpečnému řezu. Z  $\tau_t$ ,  $\tau_s$ , jejich směru a z normálových napětí se vypočte hlavní napětí ve stěně. Posouzení potom bude:

##### 1) V tlačných částech průřezu

- Posouzení vypočteného napětí v hlavním tahu, které nesmí přestoupit dvojnásobek mezního napětí betonu v hlavním tahu ( $\kappa_t$ ) podle tab. 11 řádek 3 (jinak je třeba zvětšit průřez nebo zlepšit kvalitu betonu).
- Návrh třmínkové a podélné výztuže k přenesení hlavního tahu od posouvající síly a kroucení:
  - Hlavní napětí je  $\leq 0,75 \kappa_t \Rightarrow$  program navrhne vzdálenost konstrukčních třmínků; vzdálenost = menší z hodnot (0,75\*výška nosníku; 400 mm). Vzdálenost však musí být  $\geq 250$  mm.
  - Je-li  $0,75 \kappa_t <$  vypočtené hlavní napětí  $\leq \kappa_t \Rightarrow$  program navrhne vzdálenost konstrukčních třmínků; vzdálenost = menší z hodnot (0,75\*výška nosníku; 300 mm). Vzdálenost by však měla být  $\geq 200$  mm.
  - Je-li vypočtené hlavní napětí  $> \kappa_t \Rightarrow$

(1) Stanovíme podíl smyku za ohybu ( $\sigma_{1s}$ ) a smyku od kroucení ( $\sigma_{1t}$ ) na celkovém hlavním tahu

$$(\sigma_1): \sigma_{1t} = \frac{\tau_t}{\tau_t + \tau_s} \sigma_1, \quad \sigma_{1s} = \frac{\tau_s}{\tau_t + \tau_s} \sigma_1, \text{ ve zlomcích jsou příslušná smyková napětí od}$$

posouvající síly (index s) a od kroucení (index t).

(2) Výztuž v daném místě konstrukce se navrhuje na celý hlavní tah  $\sigma_{1t}$  (od kroucení) vypočtený pro dané místo.

(3) Výztuž v daném místě konstrukce se navrhuje na část hlavního tahu  $\sigma_{1s}$  vypočteného pro dané místo, a to na  $\sigma_{1sn} = (\sigma_{1s} - 0,2 \sigma_{1max})$ , kde  $\sigma_{1max}$  je největší vypočtená hodnota napětí betonu v hlavním tahu v daném nebezpečném řezu po délce prvku (lokální extrém při dané podpěře).

$$\text{Nutná plocha třmínků (ve směru } \beta \text{ od osy x) je } A_{sm} = \frac{b a_t \sigma_{1sn}}{\kappa_a} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos(\beta - \alpha)}, \text{ kde } b \text{ je šířka}$$

průřezu (šířka nebezpečného řezu, vid' 3.3) v místě, kde hlavní napětí počítáme (tloušťka stěn nebo stojin),  $a_t$  je vzdálenost třmínků,  $\kappa_a$  je mezní napětí betonářské výztuže třmínků v tahu (tab. 16 ČSN 736207 nebo tab. 5 změny (a) ČSN 736206, sloupec „mez kluzu ...“),  $\alpha$  je úhel směru hlavního tahu od osy x.

##### 2) V tažených částech průřezu

- V tažených částech průřezu nesmí být smykové napětí větší než v tlačných.
- Návrh třmínkové a podélné výztuže k přenesení smykového napětí **od kroucení**  $\tau_t$  (smyk od kroucení obíhá průřez po spirále a třmínková i podélná výztuž tedy musí být rozmístěna po obvodu průřezu, a tedy i v tažené oblasti).

#### 4.3.4.2. Dialóg pre posúdenie

Pri výbere tejto možnosti posúdenia v rolovacom okne pod tlačidlom **[Posudok prúta]** bude dialóg nasledovný

Skupina **Výpočet**:

**[Stav/Kombi]** otvorí dialóg pre výber zaťažovacích stavoch, resp. kombinácii pre posúdenie napätia v hlavnom ťahu pri zväčšenom zaťažení.

**[Posudok prúta]** – spustí posúdenie napätia v hlavnom ťahu pri zväčšenom zaťažení podľa dovolených namáhání pre daný vyber ZS resp.kombinácií a zvolenú skupinu výberu po dĺžke prvku.

**[Jednotlivý posudok]** – po výbere prúta otvorí dialóg **Posúdenie dovolených namáhání betónu** pre detailne posúdenie vo vybranom reze, viď.4.3.4.5.

**[Normové parametre]** – nastavenie normových parametrov pre posúdenie napätia v hlavnom ťahu, ktoré môžu byť zobrazené všetky a lebo filtrované podľa typu výpočtu a posúdenia, viď. 3.1.

Skupina **Kreslenie**:

**Sigma1** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny hlavného napätia v tlačenej zóne pri zväčšenom zaťažení v smere 1 po dĺžke prúta vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie.

**Sigma2 max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny hlavného napätia pri zväčšenom zaťažení v smere 2 dĺžke prúta vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie.

**Sigma3 max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny hlavného napätia pri zväčšenom zaťažení v smere 3 v nebezpečných rezoch po dĺžke prúta vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie.

**Sigma x max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny normálového napätia pri zväčšenom zaťažení v pozdĺžnom smere t.j. v smere x po dĺžke prúta vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie.

**Sigma y max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny normálového napätia pri zväčšenom zaťažení v smere y po dĺžke prúta vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie.

**Sigma z max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny normálového napätia pri zväčšenom zaťažení v smere z po dĺžke prúta vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie.

**Tau xy max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny šmykového napätia pri zväčšenom zaťažení v smere y kolmo na x dĺžke prúta vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie.

**Tau xz max** –pri zapnutom prepínači sa budú vykresľovať extrémny šmykového napätia pri zväčšenom zaťažení v smere z kolmo na x po dĺžke prúta vždy v rámci jedného prvku prierezu pre dané kombinácie.

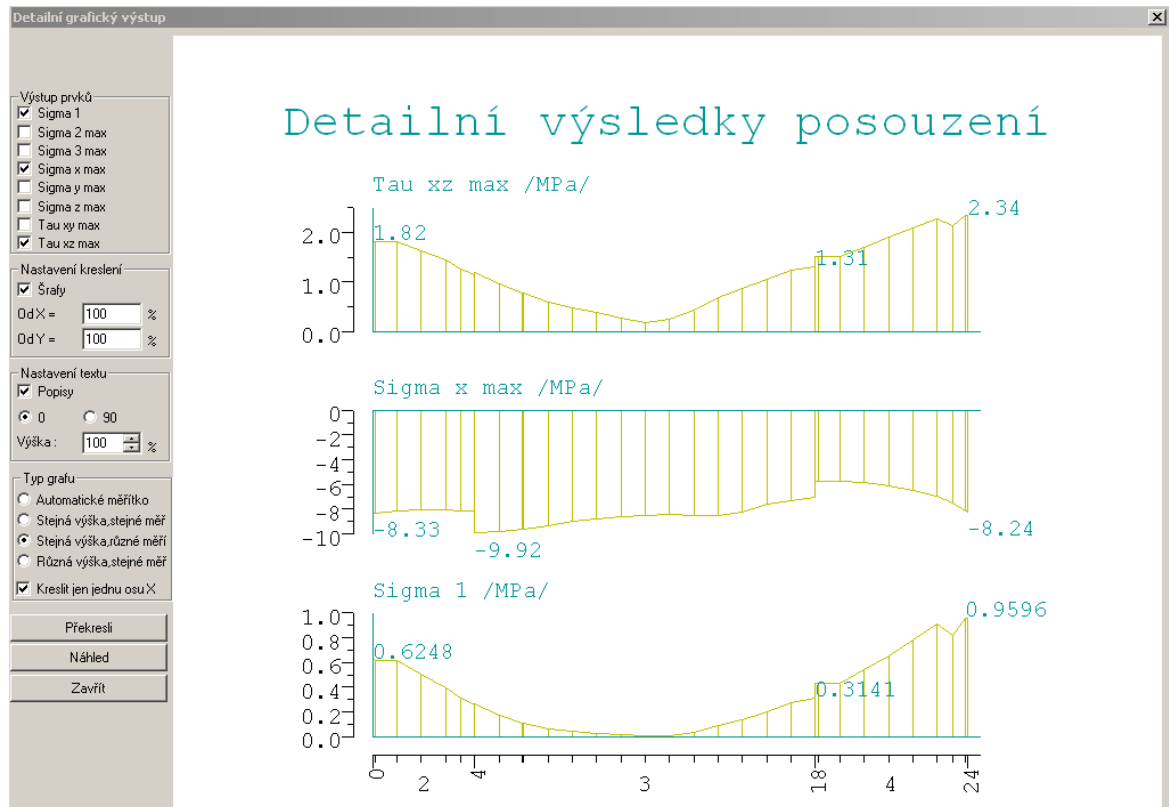
Ostatné položky kreslenia sú vysvetlené v 4.5 a 4.2.2.2

Ostatné skupiny a položky tohto dialógu sú vysvetlené v 4.2.2.2, pričom **[Detailný posudok]**, **[Nastavenie výstupu]** a **[Nastavenia grafov]** sú popísané v kapitolách 4.3.4.3, 4.3.4.4 a 4.2.3.3 v tomto poradí.

**Obr. 4.43 Dialóg pre posúdenie hlavných napätí pri zväčšenom zaťažení**

#### 4.3.4.3. Detailný grafický posudok prúta

Detailný grafický posudok prúta sa spúšťa tlačidlom **[Detailne]**, vid'. Obr. 4.43, ktorý otvorí dialóg **Detailný grafický výstup**.



Obr. 4.44 Dialóg pre detailný grafický posudok

#### Skupina Výstup prvku:

Obsahuje všetky voľby pre posúdenie dovoleného namáhania kábla, ktoré sú vysvetlene v 4.3.4.2 pod skupinou Kreslenie. Ostatné voľby tohto dialógu sú podrobne vysvetlené v 4.2.2.4.

#### 4.3.4.4. Nastavenie výstupu pre posúdenie prúta

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačidlo **[Nastavenie výstupu]** v skupine **Vyhodnotenie**, vid'. Obr. 4.43, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.

The screenshot shows the 'Nastavení výstupu' dialog box with the following settings:

- Přesnost výstupu**: Počet míst za desetinnou tečkou (0-4) set to 2.
- Typ výstupu**: Detailní.
- Typ extrému**: Výpis všech výsledků v řezu (Prut) selected; Výpis extrémních výsledků v (Globál) unselected.
- Způsob třídění**: podle kombinací selected; podle fází výstavby/provozu unselected.
- Vstupní hodnoty**: Hlavní nadpis checked; Přehled vstupních hodnot, Vybraný prut(y), and Tabulka betonu unselected.
- Posudek průřezu namáhaného N + My + Mz**: Tabulka shmutí checked; Vysvětlení hodnot pro posudek, Výsledky posudku, Využití materiálu, Vysvětlení hodnot pro globální posudek, and Globální výsledky posouzení unselected.
- Výsledky informací o výpočtu**: Vysvětlení informací o výpočtu and Info číslo checked.

Buttons at the bottom include: 'Výběr všech prvků', 'Všechny vysvětlivky', 'Odeznač vše', 'Bez vysvětlivek', 'OK', and 'Zrušit'.

Obr. 4.45 Dialóg pre nastavenie numerického výstupu.

Jednotlivé voľby dialógu sú nasledovné:

Skupiny **Presnosť výstupu**, **Typ extrému** a **Spôsob triedenia**, **Vstupné hodnoty** a **Výsledky informácií o výpočte**, vid' 4.2.3.5.

Skupina **Posudok prierezu namáhaného  $N + M_y + M_z$**

**Tabuľka zhrnutia** – zobrazí tabuľku zhrnutia posúdenia pre daný spôsob triedenia v reze po dĺžke prúta s najväčšou hodnotou hlavného napätia pri zväčšenom zaťažení.

**Výsledky posúdenia** – zobrazí tabuľku posúdenie hlavného napätia pre zväčšené zaťaženie pre daný spôsob triedenia a pre daný typ extrému aj s výpisom vnútorných síl a s návrhom strmienkov.

**Vysvetlenie hodnôt pre posúdenie** – zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Výsledky posúdenia**.

**Využitie materiálu** – zobrazí pre hlavný ťah pri zväčšenom zaťažení využitie materiálu v % v tabuľke **Výsledky posúdenia**.

**Globálne výsledky posúdenia** – zobrazí globálnu tabuľku posúdenia pre daný spôsob triedenia, v ktorej je pre daný typ extrému posúdené či daný rez v hlavnom ťahu pri zväčšenom zaťažení vyhovuje alebo nie.

**Vysvetlenie hodnôt pre globálny posudok** - zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Globálne výsledky posúdenia**

#### 4.3.4.5. Jednotlivý posudok

Klepnutím na tlačidlo [**Jednotlivý posudok**] v skupine **Výpočet** na Obr. 4.43 a po výbere prúta sa otvorí dialóg **Posúdenie prierezu** pre detailne posúdenie prierezu vo vybranom reze s dvoma už spomínanými kartami **Výpočet** a **Zadanie vnútorných síl a napätí**, ktoré sú podrobne popísané v 4.2.2.6.

#### Karta Výpočet

**Obr. 4.46 Karta Výpočet dialógu Posúdenie prierezu jednotlivý posudok**

Pod nadpisom **Výpočet** je rolovacie okno, v ktorom možno nastaviť typ posúdenia, vid' 4.3.3.6. Pre posúdenie hlavného ťahu pri zväčšenom zaťažení sú karty obdobné ako pri posúdení dovolených napätí v hlavnom ťahu, vid' 4.2.3.6, pričom v pravej časti lišty týmito kartami sú taktiež nové dve záložky **Zz (I)** a **Zz (2)**, vid' 4.3.2.6 pre nastavenie typu zväčšeného zaťaženia.

Grafické vyhodnotenia výsledkov možno uložiť na definované vstupné zariadenie alebo zmeniť typ zobrazenia grafického výstupu v závislosti od typu karty a je rovnaké ako pri posúdení hlavných ťahov pre dovolené namáhanie, vid'.4.2.3.6.1.

### **Karta Zadanie vnútorný síl a napätí**

Táto karta je úplne rovnaká ako pri posúdení stupňa bezpečnosti-odozva prierezu, vid'.4.3.2.6.

#### 4.3.4.5.1. Nastavenie výstupu

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie výstupu**] v skupine **Vyhodnotenie**, vid'.Obr. 4.46, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.

**Obr. 4.47 Dialóg pre nastavenie numerického výstupu.**

Jednotlivé voľby dialógu sú nasledovné:

Skupiny **Základne nastavenie presnosti a typu výstupu**, **Vstupné hodnoty**, **Výpočet kombinácií** a **Výsledky informácií o výpočte** sú podrobne vysvetlené v 4.3.2.6.1.

Skupina **Detailné výsledky** je obdobná ako pri posúdenie hlavného ťahu pri dovolenom namáhaní (4.2.3.6.2), s tým rozdielom, že obsahuje voľbu **Vysvetlenie značenia detailnej tabuľky**.

#### Skupina **Posudok prierezu namáhaného N + My + Mz**

Jednotlivé voľby tejto skupiny sú vysvetlené pri nastavení výstupu v posudku prvku, vid'.4.3.4.4., kde na rozdiel od posudku prúta sú tabuľky pre jednotlivé voľby generované len pre najnepriaznivejšiu kombináciu z daných kombinácií pre posudok.

### 4.3.5. VZNIK TRHLÍN

#### 4.3.5.1. Predpoklady a metódy výpočtu

Základná rovnica pre posúdenie vzniku trhlín vychádza z úvahy koľkokrát ( $s_r$ , násobne) je možné zväčšiť vonkajšie zaťaženie, než v danom vlákne vznikne trhlinka

$$\sigma_{t,m} = s_r \sigma_{b,f} + \sigma_{p-pri}$$

kde

$\sigma_{t,m}$  je medzné napätie betónu v ťahu, pričom

$$\sigma_{tm} = R_t \dots \text{pri centrickom ťahu}$$

$$\sigma_{tm} = 1,5R_t \dots \text{pri ohybe, excentrickom tlaku a excentrickom ťahu,}$$

$$\sigma_{tm} = 0 \dots \text{v škárach delených konštrukcii (pri ťubovoľnom namáhaní)}$$

$$R_t \dots \text{medzné napätie betónu v ťahu podľa ČSN 73 6207, tab. 11, riadok 3.}$$

$\sigma_{b,f}$  je súčet napätia v betóne, ktoré odpovedá výslednici vonkajších síl:

$$vv1 = 0,9 * S_g + 1,1 * S_v + S_{p-sec}/s$$

$$vv2 = S_g/s + 1,1 * S_v + S_{p-sec}/s$$

pričom pre jednotlivé zložky výslednice vonkajšieho zaťaženia vypočítame podľa teórie pružnosti napätia tj. napätia  $\sigma_g$ ,  $\sigma_v$ , a  $\sigma_p$  kde

$\sigma_g$  je napätie v betóne vyvolané vlastnou tiažou konštrukcie a tiažou ostatných častí mostu ( vlastná tiaž, stále, dlhodobé zaťaženie, dotvarovanie).

$\sigma_v$  je napätie v betóne vyvolané všetkými ostatnými zaťažzeniami a vplyvmi (krátkodobé zaťaženia a účinky)

$\sigma_p$  je napätie v betóne vyvolané predpätím  $\sigma_p$  = súčet primárnych ( $\sigma_{p-pri}$ ) a sekundárnych ( $\sigma_{p-sec}$ ) účinkov predpätia

Výpočet sa opäť vykonáva pre zväčšené zaťaženie, pričom výslednica vonkajších síl sa určuje pre preukázaný stupeň bezpečnosti proti vzniku trhlín  $s_r$ , ktorý sa ale vypočíta z výslednice vonkajších síl.

Pre výsledné vzťahy na základe znamienok tj. kladných resp. záporných hodnôt jednotlivých zložiek napätia možno rozlíšiť niekoľko prípadov, kedy má zmysel počítať resp. nepočítať stupeň bezpečnosti a kedy posudok vyhovuje resp. nevyhovuje.

Postup výpočtu:

- V zadanom reze v Posudku prvku sa posúdia všetky vlákna betónu, pričom výstupom je stupeň bezpečnosti a komentár či trhliny vzniknú alebo nie.
- Pri excentrickom ťahu sa určí taktiež stupeň bezpečnosti pre centrický ťah s výslednicou vonkajších síl rovnako veľkou ako pri ťahu centrickom. V ďalšom výpočte sa uvažuje už len menšia z obidvoch hodnôt stupňa bezpečnosti.
- Stupeň bezpečnosti sa posudzuje:
  - a) Pre všetky konštrukcie ( vodotesné i nevodotesné) pokiaľ o únosnosti daného prierezu rozhoduje porušenie predpínacej výstuže, tak sa stupeň bezpečnosti proti vzniku trhlín môže rovnať maximálne  $0,9 * s$ , kde  $s$  je stupeň bezpečnosti proti dosiahnutiu medze únosnosti
  - b) U konštrukcií z vopred predpätého betónu musí byť stupeň bezpečnosti proti vzniku trhlín ( po dĺžke 1,3 násobku kotevnej dĺžky) väčší než stupeň bezpečnosti proti dosiahnutiu medze únosnosti v ostatných častiach konštrukcie.
  - c) U vodotesných konštrukcií musí byť stupeň bezpečnosti proti vzniku trhlín pri hlavnom zaťažení aspoň 1,3 a pri celkovom zaťažení, hlavnom zaťažení s mimoriadnym a neobvyklom zaťažením aspoň 1,2. To či je daná konštrukcia vodotesná alebo nie možno nastaviť v dialógu **Nastavenie pre betón – ČSN**, položka **Posudky predpätia** cez voľbu **Konštrukcia je navrhovaná ako vodotesná**, viď 3.1.

### 4.3.5.2. Dialóg pre posúdenie

Pri výbere tejto možnosti posúdenia v rolovacom okne pod tlačidlom [**Posudok prúta**] bude dialóg nasledovný

**Výpočet**

Skupiny výběru

Trvání minimálního čas

Stav/Kombi

Posudek prutu

Vznik trhlin

Jednotl. posudek

Normové parametry

**Kreslení**

sr

Napětí

Těžiště 1D prvků

Průměrný kabel

Výslednice sil

Tlaková čára

Kreslení položek

Kreslení výztuže

Zobrazit čísla chyb a varování

Kreslení vstupních para

Nastavení kreslení

Nastavení grafů

Informace o výpočtu

Detailní Překresli

**Vyhodnocení**

Nastavení výstupu

Prut

Výstup

Zavřít

#### Skupina **Výpočet**:

[**Stav/Kombi**] otvorí dialóg pre výber zaťažovacích stavoch, resp. kombinácii pre posúdenie únosnosti prierezu

[**Posudok prúta**] – spustí posúdenie stupňa bezpečnosti proti vzniku trhlin pre daný vyber ZS resp.kombinácií a zvolenú skupinu výberu po dĺžke prvku.

[**Jednotlivý posudok**] – po výbere prúta otvorí dialóg **Posúdenie prierezu** pre detailne posúdenie prierezu vo vybranom reze, viď.4.3.5.6.

[**Normové parametre**] – nastavenie normových parametrov pre posúdenie stupňa bezpečnosti v hlavnom ťahu, ktoré môžu byť zobrazené všetky alebo filtrované podľa typu výpočtu a posúdenia, viď.3.1.

#### Skupina **Kreslenie**:

**sr** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať vypočítaný stupeň bezpečnosti proti vzniku trhlin pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

**Napätie** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať dve krivky napätí:

1. medzné napätie betónu v ťahu  $\sigma_{tm}$  určené podľa tab.11, riadok 3. pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy
2. napätie odpovedajúce súčinu 0,9 násobku stupňa bezpečnosti proti dosiahnutiu medze únosnosti a výslednic vonkajších síl a ďalej primárnym účinkom predpätia

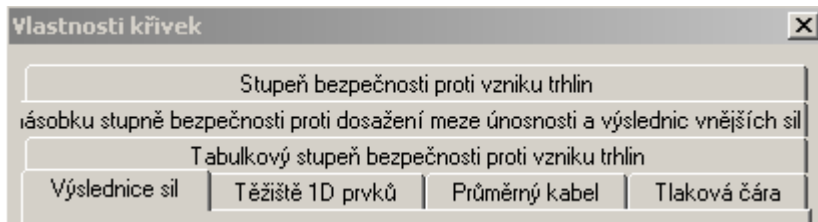
Ostatné položky kreslenia sú vysvetlené v 4.5 a 4.2.2.2

Ostatné skupiny a položky tohto dialógu sú vysvetlené v 4.2.2.2, pričom [**Detailný posudok**], [**Nastavenie výstupu**] a [**Nastavenia grafov**] sú popísané v kapitolách, 4.3.5.4, 4.3.5.5 a 4.3.5.3 v tomto poradí.

**Obr. 4.48** Dialóg pre posúdenie vzniku trhlin

### 4.3.5.3. Nastavenie grafov

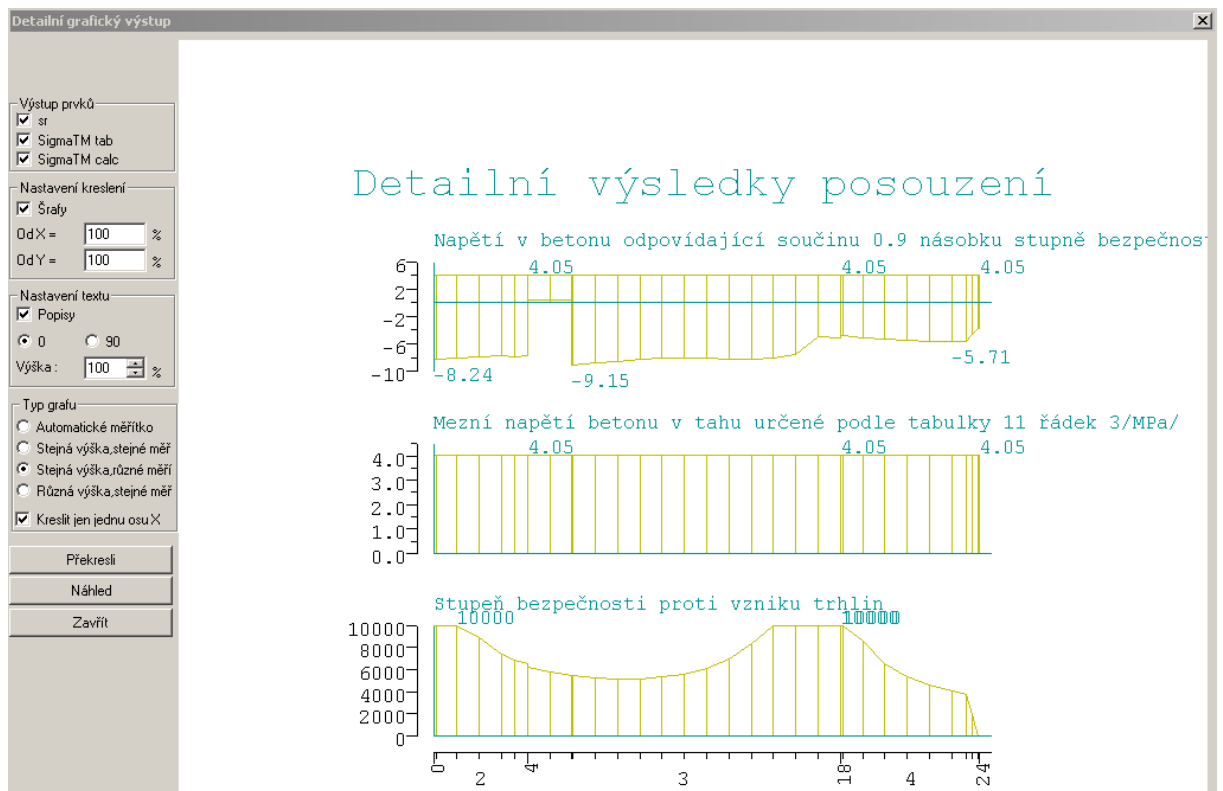
Klepnutím na tlačidlo [Nastavenie grafov] v dialógu na Obr. 4.48 sa otvorí dialóg **Vlastnosti kriviek**, ktorý umožňuje editovať grafický výstup jednotlivých položiek kreslenia. Pre posúdenie odozvy sú dostupné karty dialógu, viď.Obr. 4.49, ktorých parametre sú popísané v 4.5.1



Obr. 4.49 Karty dialógu pre nastavenie grafov pre posúdenie vzniku trhlin

### 4.3.5.4. Detailný grafický posudok prúta

Detailný grafický posudok prúta sa spúšťa tlačidlom [Detailne], viď.Obr. 4.48, ktorý otvorí dialóg **Detailný grafický výstup**.



Obr. 4.50 Dialóg pre detailný grafický posudok únosnosti prierezu, interakčný diagram.

#### Skupina Výstup prvku:

**Sr** – pri zapnutej voľbe zobrazí, graf vypočítaného stupňa bezpečnosti proti vzniku trhlin pre zväčšené zaťaženie v jednotlivých rezoch vybraných a posúdených prútov.

**Sigma TM tab** - pri zapnutej voľbe zobrazí, graf medzného napätia betónu v ťahu určeného podľa tab.11, riadok 3 v jednotlivých rezoch vybraných a posúdených prútov.

**Sigma TM calc** - pri zapnutej voľbe zobrazí graf napätie v jednotlivých rezoch vybraných a posúdených prútov rovnaký ako pre voľbu Napätie na Obr. 4.48.

Ostatné voľby tohto dialógu sú podrobne vysvetlené v 4.2.2.4.

#### 4.3.5.5. Nastavenie výstupu pre posúdenie prúta

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie výstupu**] v skupine **Vyhodnotenie**, viď.Obr. 4.48, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.

**Obr. 4.51 Dialóg pre nastavenie numerického výstupu.**

Jednotlivé voľby dialógu sú nasledovné:

Skupiny **Presnosť výstupu**, **Typ extrému** a **Spôsob triedenia** a **Výsledky informácií o výpočte**, viď.4.2.3.5.

Skupina **Vstupné hodnoty**:

**Hlavný nadpis** – zobrazí typ posudku a normu podľa, ktorej je posudok vykonaný

**Přehľad vstupných hodnôt** – zobrazia definované vstupne hodnoty pre daný typ posudku, ktoré boli nastavené v dialógu [**Normové parametre**].

**Vybraný prút(y)** - zobrazí tabuľku vybraných prútov pre posudok aj s informáciou o definícii zvláštnych bodov, viď.3.2.1.3.

**Tabuľka betónu** – zobrazí hodnoty medzných napätí betónu (ČSN 732607, tabuľka 11 ) v čase 28 dni a v čase danej fáze výstavby resp. kombinácie ktorá je posudzovaná.

**Vysvetlenie značenia betónu** - zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Tabuľka betónu**.

**Tabuľka predpätej výstuže** - zobrazí charakteristiky zadaných káblov v konštrukcii ( typ káblu, priemer, plocha a pevnostné charakteristiky ) podľa kapitoly 4.3.2.1.

**Vysvetlenie značenia predpätej výstuže** - zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Tabuľka predpätej výstuže**

Skupina **Posúdenie stupňa bezpečnosti proti vzniku trhlin**

**Tabuľka zhrnutia** – zobrazí tabuľku zhrnutia posúdenia pre daný spôsob triedenia a typ extrému pre extrémne alebo vybrané vlákno v reze po dĺžke prúta s najmenšou hodnotou stupňa bezpečnosti proti vzniku trhlin.

**Výsledky posúdenia** – zobrazí tabuľku posúdenie stupňa bezpečnosti proti vzniku trhlin pre daný spôsob triedenia a typ extrému pre extrémne alebo vybrané vlákno v reze po dĺžke prúta

**Vysvetlenie hodnôt pre posúdenie**– zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Výsledky posúdenia**.

**Globálne výsledky posúdenia** – zobrazí globálnu tabuľku posúdenia pre daný spôsob triedenia, v ktorej je pre daný typ extrému posúdené či daný rez vyhovuje alebo nie na stupeň bezpečnosti proti vzniku trhlin..

**Vysvetlenie hodnôt pre globálny posudok** - zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Globálne výsledky posúdenia**

### 4.3.5.6. Jednotlivý posudok

Klepnutím na tlačidlo [**Jednotlivý posudok**] v skupine **Výpočet** na Obr. 4.48 a po výbere prúta sa otvorí dialóg **Posúdenie prierezu** pre detailne posúdenie prierezu vo vybranom reze s dvoma už spomínanými kartami **Výpočet** a **Zadanie vnútorných síl a napätí**, ktoré sú podrobne popísané v 4.2.2.6.

#### Karta Výpočet

**Výpočet** | Zadání vnútorných síl a napětí

Krok / pozice: 0.5 | 2.1

Metoda posouzení: Mu

Normové parametry: Stav/Kombi

Extrém: My+

Nd	-34286.05	kN
Vyd	0	kN
Vzsd	2461.401	kN
Mxd	0	kNm
Myd	-1087.180	kNm
Mzd	0	kNm

Výsledky pro vrchol: 1  
Stupeň bezpečnosti proti vzniku trhlin: 2.481

Warning: Konstrukce není navrhována jako vodotěsná, o porušení průřezu při dosažení meze únosnosti rozhoduje drcení betonu. (149)  
No check

**Obr. 4.52 Karta Výpočet dialógu Posúdenie prierezu jednotlivý posudok**

Pod nadpisom **Výpočet** je rolovacie okno, v ktorom možno nastaviť typ posúdenia, vid' 4.3.3.6. Pre posúdenie vzniku trhlin je tento dialóg rovnaký ako pre posúdenie únosnosti prierezu, výpočet odozvy, vid' 4.3.2.6.

#### Karta Zadanie vnútorných síl a napätí

Táto karta je úplne rovnaká ako pri posúdení stupňa bezpečnosti-odozva prierezu, vid' 4.3.2.6.

#### 4.3.5.6.1. Nastavenie výstupu

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie výstupu**] v skupine **Vyhodnotenie**, vid' Obr. 4.52, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.

**Nastavení výstupu**

Základní nastavení přesnosti a typu výstupu  
 Počet míst za desetinnou tečkou (0-4)   
 Typ výstupu

Detailní výsledky  
 Obrázek průřezu  
 velikost obrázku  %  
 Obrázek průběhu napětí po průřezu (3D)  
 velikost obrázku  %  
 Obrázek přetvoření po průřezu (3D)  
 velikost obrázku  %  
 Horizontální obrázek (tři v jednom)  
 Vysvětlení značení detailní tabulky přetvoření a napětí pro beton a ocel  
 Tabulka přetvoření a napětí v betonu  
 Tabulka přetvoření a napětí v předpjaté výztuži

Vstupní hodnoty  
 Hlavní nadpis  
 Přehled vstupních hodnot  
 Vysvětlení značení betonu  
 Tabulka betonu  
 Vysvětlení značení předpjaté výztuže  
 Tabulka předpjaté výztuže

Výpočet kombinací  
 Vysvětlení značení v tabulkách a předpisech  
 Nebezpečná kombinace normového zatížení  
 Tabulky pro určení výslednic vnějších sil  
 Tabulky účinků předpětí  
 Tabulky pro určení zvětšeného zatížení

Posouzení stupně bezpečnosti proti vzniku trhlin  
 Tabulka shrnutí  
 Vysvětlení hodnot pro posouzení  
 Výsledky posouzení  
 Vysvětlení hodnot pro globální posudek  
 Globální výsledky posouzení

Výsledky informací o výpočtu  
 Vysvětlení informací o výpočtu  
 Info číslo

Výběr všech prvků      Všechny vysvětlivky  
 Odeznač vše      Bez vysvětlivek  
 OK      Zrušit

**Obr. 4.53** Dialóg pre nastavenie numerického výstupu.

Jednotlivé voľby dialógu sú nasledovné:

Skupiny **Základne nastavenie presnosti a typu výstupu**, **Detailné výsledky**, **Vstupné hodnoty**, **Výpočet kombinácií** a **Výsledky informácií o výpočte** sú podrobne vysvetlené v 4.3.2.6.1.

#### Skupina **Posúdenie stupňa bezpečnosti proti vzniku trhlin**

Jednotlivé voľby tejto skupiny sú vysvetlené pri nastavení výstupu v posudku prvku, vid'.4.3.5.5. , kde na rozdiel od posudku prúta sú tabuľky pre jednotlivé voľby generované len pre najnepriaznivejšiu kombináciu z daných kombinácií pre posudok.

#### 4.4. ŠÍRKA TRHLÍN

##### 4.4.1. PŘEDPOKLADY A METÓDY VÝPOČTU

Šírka trhlín sa posudzuje u čiastočne predpätých konštrukcií a to pre hlavné, celkové, neobvyklé zaťaženie a hlavné zaťaženie s mimoriadnym, pričom šírka trhlín nesmie prestúpiť medzné hodnoty podľa 11.5.2 v závislosti od prostredia v ktorom sa konštrukcia nachádza. Typ prostredia možno nastaviť v dialógu **Nastavenie pre betón – ČSN**, položka **Posudky predpätia** v rolovacom okne **Prostredie**, vid'.3.1.

Medzné hodnoty šírky trhlín podľa 11.5.2 :

##### Pri pôsobení hlavného zaťaženia:

- 0,1mm pre uloženie na vzduchu, voľnom priestranstve a vo veľmi vlhkom prostredí
- 0,2 mm pre uloženie v suchom prostredí

Pri pôsobení celkového, neobvyklého zaťaženia a hlavného zaťaženia s mimoriadnym sa vyššie uvedené hodnoty medznej šírky trhlín zväčšujú na 1,15 násobok

Vzájomná vzdialenosť  $l_r$  trhlín sa u prierezu vystužené hladkými vložkami určí zo vzťahu:

- pre ohýbaný prierez  $l_r = \frac{2I_b}{a_r u z}$
- pre osový ťah  $l_r = \frac{2A_b}{u}$

kde

$I_b$  je moment zotrvačnosti betónového prierezu k jeho ťažiskovej osi,

$A_b$  je plocha betónového prierezu,

$a_r$  je vzdialenosť ťažiska (celého) betónového prierezu od krajného ťahaného vlákna,

$u$  je súčet obvodov prierezu vložiek predpínacej a betonárskej výstuže uložených v ťahanej časti betónového prierezu, pričom za obvod prierezu jednej vložky považuje:

##### predpínacia výstuž:

- hladký drôt 3,14d
- spletený drôt z dvoch hladkých 5,14d
- spletený drôt z troch hladkých 6,14d
- rebierková tyč 4,5d
- lano  $\phi 7,8$  mm = 23,8 mm
- lano  $\phi 12,5$  mm = 38,1 mm
- lana  $\phi 15,5$  mm = 47,2 mm
- betonárska výstuž
  - hladká 3,14d
  - rebierková 4,5d

$z$  je vzdialenosť ťažiska prierezu vložiek predpínacej a betonárskej výstuže uložených v ťahanej časti betónového prierezu od ťažiska tlačenej časti betónového prierezu.

U prierezov vystužených spletenými drôtmí alebo rebierkovou ( predpínacou alebo betonárskou) výstužou sa vypočítaná vzájomná vzdialenosť trhlín  $l_r$  znižuje na 0,8 násobok

Šírka trhlíny  $w_r$  sa potom určí ako:

$$w_r = 0,7 \frac{N}{E_p A_p + E_s A_s} l_r, \text{ kde}$$

$N$  je veľkosť ťahovej sily  $N$  v betóne určená z objemu telesa napätia o základni totožnej s ťahanou časťou prierezu a o hranách rovných napätiam v ťahu určených pri návrhu výstuže v ťahanej oblasti .

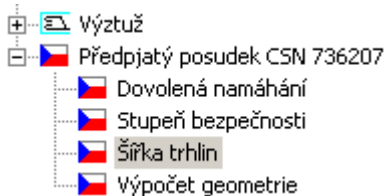
$E_p$  je modul pružnosti predpínacej výstuže,

$A_p$  je plocha prierezu predpínacej výstuže v ťahanej časti betónového prierezu,

$E_s$  je modul pružnosti betonárskej výstuže,

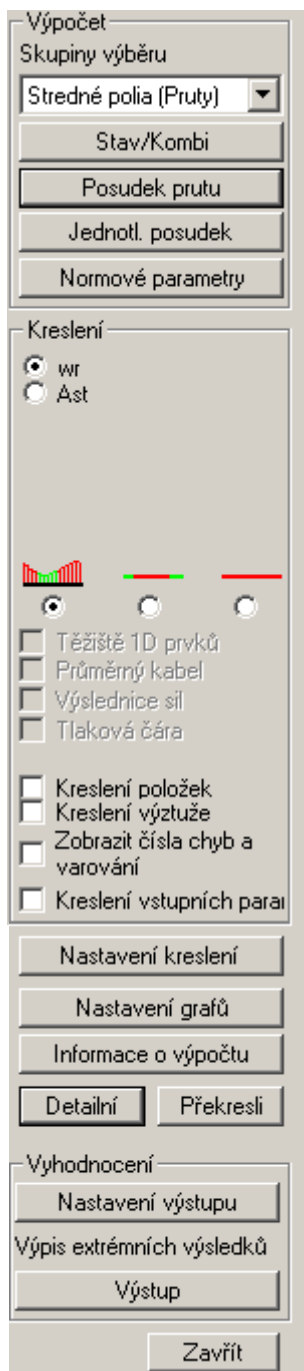
$A_s$  je plocha prierezu betonárskej výstuže v ťahanej časti betónového prierezu

#### 4.4.2. DIALÓG PRE POSÚDENIE



Obr. 4.54 Časť ponuky stromu pre posudok predpätia

Klepnutím na položku stromu **Šířka trhlin** sa otvorí nasledujúci dialóg pre posúdenie šírky trhlin.



Skupina **Výpočet**:

**[Stav/Kombi]** otvorí dialóg pre výber zaťažovacích stavoch, resp. kombinácii pre posúdenie únosnosti prierezu

**[Posudok prúta]** – spustí posúdenie šírky trhlin pre daný vyber ZS resp.kombinácií a zvolenú skupinu výberu po dĺžke prvku.

**[Jednotlivý posudok]** – po výbere prúta otvorí dialóg **Posúdenie prierezu** pre detailne posúdenie prierezu vo vybranom reze, vid'. 4.4.6 .

**[Normové parametre]** – nastavenie normových parametrov pre posúdenie stupňa bezpečnosti v hlavnom ťahu, ktoré môžu byť zobrazené všetky alebo filtrované podľa typu výpočtu a posúdenia, vid'. 3.1.

Skupina **Kreslenie**:

**wr** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať vypočítané šírky trhlin pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy

**Ast** –pri zapnutom prepínači sa budú na vybraných posudzovaných prútoch vykresľovať potrebné plochy vystuže navrhnuté na ťahovú silu N (vid'.4.4.1) pre dané kombinácie resp. zaťažovacie stavy.

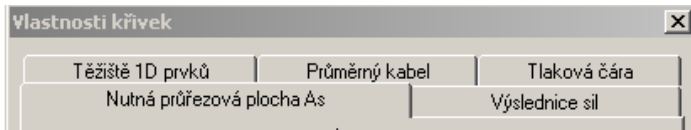
Ostatné položky kreslenia sú vysvetlené v 4.5 a 4.2.2.2

Ostatné skupiny a položky tohto dialógu sú vysvetlené v 4.2.2.2, pričom **[Detailný posudok]**, **[Nastavenie výstupu]** a **[Nastavenia grafov]** sú popísané v kapitolách, 4.4.4, 4.4.5 a 4.4.3 v tomto poradí.

Obr. 4.55 Dialóg pre posúdenie šírky trhlin

#### 4.4.3. NASTAVENIE GRAFOV

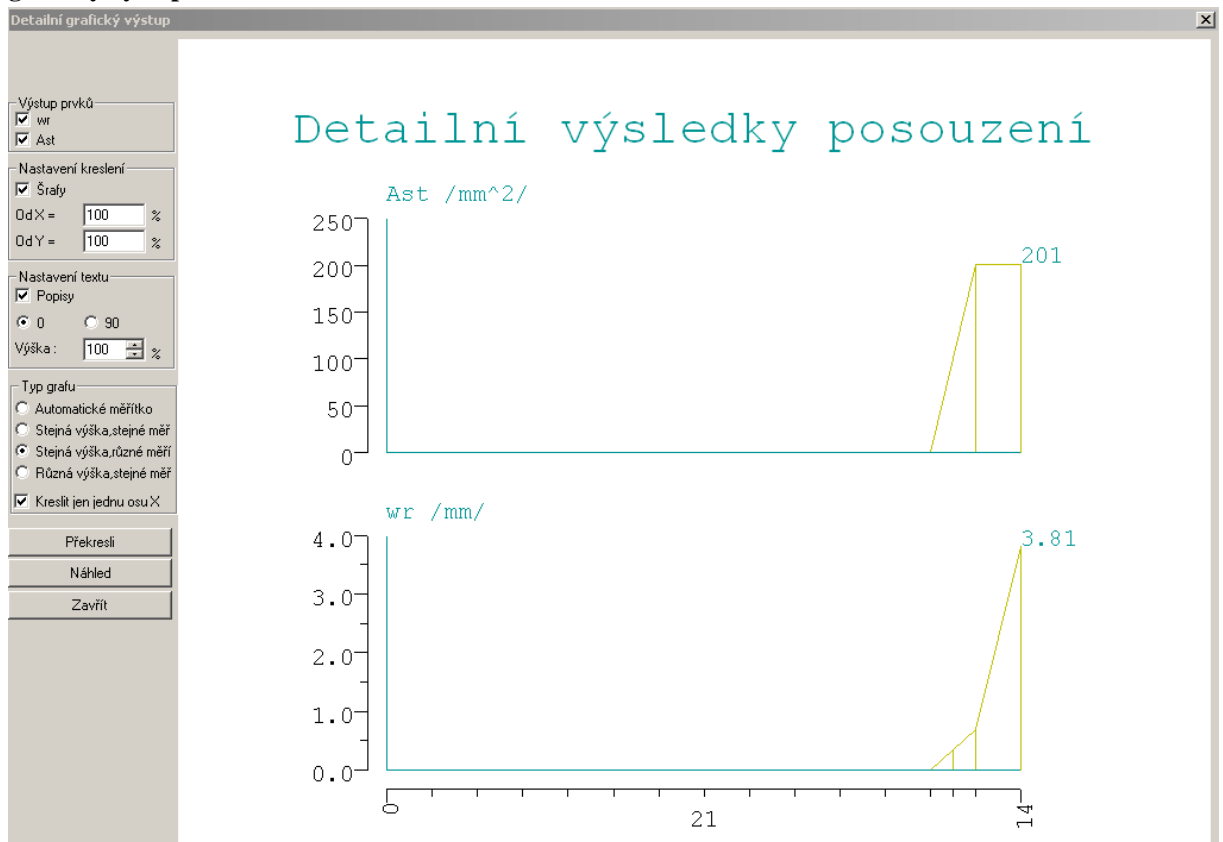
Klepnutím na tlačidlo [Nastavenie grafov] v dialógu na Obr. 4.55 sa otvorí dialóg **Vlastnosti kriviek**, ktorý umožňuje editovať grafický výstup jednotlivých položiek kreslenia. Pre posúdenie šírky trhlín sú dostupné karty dialógu, viď.Obr. 4.56, ktorých parametre sú popísané v 4.5.1.



Obr. 4.56 Karty dialógu pre nastavenie grafov pre posúdenie šírky trhlín

#### 4.4.4. DETAILNÝ GRAFICKÝ POSUDOK PRÚTA

Detailný grafický posudok prúta sa spúšťa tlačidlom [Detailne] ,viď.Obr. 4.55, ktorý otvorí dialóg **Detailný grafický výstup**.



Obr. 4.57 Dialóg pre detailný grafický posudok šírky trhlín.

#### Skupina Výstup prvku:

Obsahuje voľby pre posúdenie šírky trhlín, ktoré sú vysvetlene v 4.4.2 pod skupinou Kreslenie. Ostatné voľby tohto dialógu sú podrobne vysvetlené v 4.2.2.4.

#### 4.4.5. NASTAVENIE VÝSTUPU PRE POSÚDENIE PRÚTA

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie výstupu**] v skupine **Vyhodnotenie**, vid'.Obr. 4.57, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.

**Obr. 4.58** Dialóg pre nastavenie numerického výstupu.

Jednotlivé voľby dialógu sú nasledovné:

Skupiny **Přesnost' výstupu**, **Typ extrému**, **Spůsob třídění**, **Vstupné hodnoty** a **Výsledky informací o výpočte**, vid'.4.3.2.5.

Skupina **Posudok šířky trhlín**.

**Tabulka zhrnutia** – zobrazí tabuľku zhrnutia posúdenia pre daný spôsob triedenia a typ extrému v reze po dĺžke prúta s najväčšou hodnotou šírky trhliny.

**Výsledky posúdenia** – zobrazí tabuľku posúdenie šírky trhliny pre daný spôsob triedenia a typ extrému pre v reze po dĺžke prúta

**Vysvetlenie hodnôt pre posúdenie**– zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Výsledky posúdenia**.

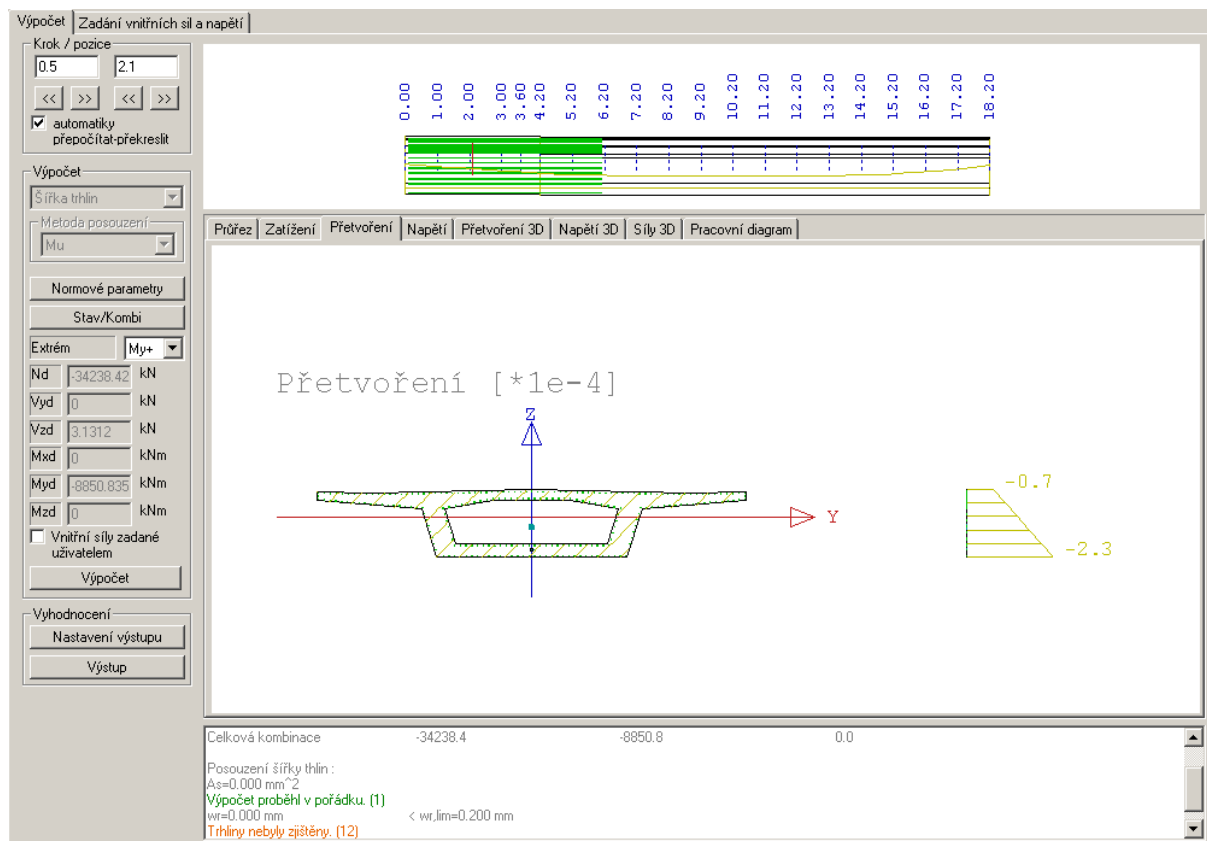
**Globálne výsledky posúdenia** – zobrazí globálnu tabuľku posúdenia pre daný spôsob triedenia, v ktorej je pre daný typ extrému posúdené či daný rez vyhovuje alebo nie pre posudok šírky trhliny.

**Vysvetlenie hodnôt pre globálny posudok** - zobrazí tabuľku vysvetlenia stĺpcov tabuľky **Globálne výsledky posúdenia**

#### 4.4.6. JEDNOTLIVÝ POSUDOK

Klepnutím na tlačítko [**Jednotlivý posudok**] v skupině **Výpočet** na Obr. 4.55 a po výběru prúta sa otvorí dialóg **Posúdenie prierezu** pre detailne posúdenie prierezu vo vybranom reze s dvoma už spomínanými kartami **Výpočet** a **Zadanie vnútorných síl a napätí**, ktoré sú podrobne popísané v 4.2.2.6.

#### Karta Výpočet



Obr. 4.59 Karta Výpočet dialógu Posúdenie prierezu jednotlivý posudok

Pod nadpisom **Výpočet** je rolovací okno, v ktorom možno nastaviť typ posúdenia, vid'. 4.3.3.6. Pre posúdenie šírky trhlín je tento dialóg rovnaký ako pre posúdenie únosnosti prierezu, výpočet odozvy, vid'. 4.3.2.6.

#### Karta Zadanie vnútorných síl a napätí

Táto karta je úplne rovnaká ako pri posúdení stupňa bezpečnosti-odozva prierezu, vid'. 4.3.2.6.

##### 4.4.6.1.1. Nastavenie výstupu

Nastavenie rozsahu numerického výstupu pre posúdenie daného rezu vykonať klepnutím na tlačítko [**Nastavenie výstupu**] v skupině **Vyhodnocení**, vid'. Obr. 4.55, ktorým sa otvorí nasledujúci dialóg.

**Obr. 4.60** Dialóg pre nastavenie numerického výstupu.

Jednotlivé voľby dialógu sú nasledovné:

Skupiny **Základne nastavenie presnosti a typu výstupu**, **Detailné výsledky**, **Vstupné hodnoty** a **Výsledky informácií o výpočte** sú podrobne vysvetlené v 4.3.2.6.1.

#### Skupina **Výpočet kombinácií:**

**Nebezpečné kombinácie normového zaťaženia** – zobrazí tabuľky generovania najnepriaznivejšej kombinácie z daných vybraných kombinácií pre posudok, kde sú uvedené hodnoty vnútorných síl pre všetky zaťažovacie stavy danej kombinácie a celkové vnútorné sily.

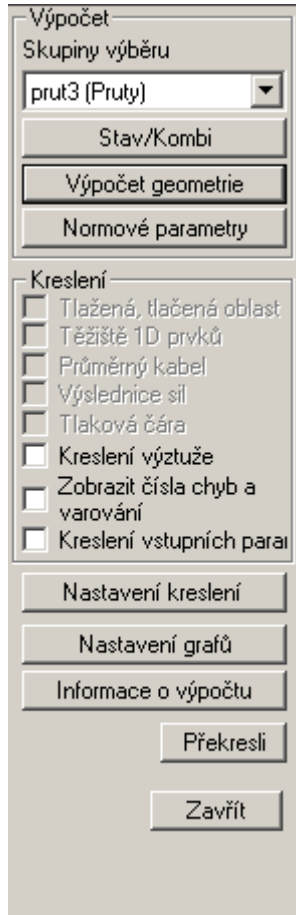
**Tabuľky kombinácií podľa typu zaťaženia** – zobrazí tabuľky generovania najnepriaznivejšej kombinácie (kombinácie účinku vlastnej tiaže a tiaže ostatných častí mostov t.j. zaťaženia stále, dlhodobé a dotvarovanie) z daných vybraných kombinácií pre posudok, kde sú uvedené hodnoty vnútorných síl pre jednotlivé zaťažovacie stavy danej kombinácie a celkové vnútorné sily:

#### Skupina **Posudok šířky trhlín**

Jednotlivé voľby tejto skupiny sú vysvetlené pri nastavení výstupu v posudku prvku, vid'.4.4.5. , kde na rozdiel od posudku prúta sú tabuľky pre jednotlivé voľby generované len pre najnepriaznivejšiu kombináciu z daných kombinácií pre posudok.

#### 4.5. VÝPOČET GEOMETRIE RESP. POLOŽKA DRAW TENDON

Dialóg **Výpočet geometrie** pre posudok a výpočet geometrie sa otvára klepnutím na položku stromu **Výpočet geometrie**, vid'.Obr. 4.54.



**Obr. 4.61 Dialóg pre výpočet geometrie**

V dialógu sú nasledujúce voľby:

Skupina **Výpočet** obsahuje tlačidlá a voľby pre zadanie typu, parametrov a zaťaž. stavov resp. kombinácií pre samostatný výpočet.

**[Stav/Kombi]** otvorí dialóg pre výber zaťažovacích stavoch, resp. kombinácii pre posúdenie geometrie. Pri výbere Kombi-únosnosť resp. Kombi-použitelnost' v rolovacom okne **Typ** aktivuje ďalšie rolovacie menu **Fáze konštrukcie**, v ktorom možno vybrať pre posúdenie Všetky kombinácie resp. kombinácie pre jednotlivé fázy výstavby. Pri voľbe zaž. stavov resp. kombinácií je potrebné si uvedomiť:

- kreslenie a výpis geometrie sa robí pokiaľ je nastavená voľba kombinácia alebo zaťažovací stav typu predpätie ( v prípade kombinácii ale len vtedy, ak daná vybraná kombinácia obsahuje ZS typu predpätie a ak v danom okamžiku existujú na vybraných prvkoch káble- neuvažujú sa káble zrušené)
- v prípade ZS typu predpätie sa kreslenie a výpis robia len pre káble priradené ( vzniknuté ) v danom ZS. Ak je tento zaťažovací stav priradený práve do jednej fázy výstavby ( do viacerých ho nie je možné priradiť ) kreslí sa pri vykresľovaní aktuálny stav konštrukcie. Ak daný zaťažovací stav nie je priradený do žiadnej fázy výstavby, tak sa kreslí celá konštrukcia. t.j. všetky prvky, podpory.....
- pre posúdenie je možné vybrať aj viac kombinácií, ale tie musia byť z rovnakej fázy výstavby. To znamená, že po prebehnutí výpočtu treba z danej fázy výstavby vybrať len jednu kombináciu pre vykreslenie, lebo inak položky pod nadpisom kreslenie budú neaktívne.
- Kreslenie sa nerobí ak sú vybrané kombinácie z viacerých fáz výstavby ( to je možné zadať len pri voľbe Všetky kombinácie ).Po výpočte treba vybrať len jednu kombináciu pre vykreslenie.

**[Výpočet geometrie]** – spustí výpočet geometrie pre daný vyber ZS resp.kombinácií.

**[Normové parametre]** – nastavenie normových parametrov pre výpočet, ktoré môžu byť zobrazené všetky a lebo filtrované podľa typu výpočtu a posúdenia.

Skupina **Kreslenie** obsahuje voľby pre zobrazenie vypočítanej geometrie konštrukcie.

**Ťahaná, tlačaná oblast'** – podľa generovaných kombinácií pre ťahanú, tlačanú, či predtlačanú oblast', vid'. 4.2.2.1. sa farebne do konštrukcie po dĺžke prúta vykreslí vo vybraných vláknoch prierezu ( výber vlákien prierezu vid'. 3.2.1.3 ) typ oblasti podľa hodnoty napätia vypočítanej teóriou pružnosti ( lineárne po výške prierezu, pričom betón pôsobí v ťahu). Pri výbere všetkých vlákien sa pre každé vlákno prierezu v každom reze sa určia všetky oblasti ktoré sa v danom vlákne môžu vyskytnúť a potom výsledok je "suma" čiar oblasti na

prvku. Predtlačená oblasť je časť tlačenej oblasti, kde i predpätie vyvodí tlak a kreslí sa ako špeciálny prípad tlačenej oblasti, ale inou farbou. Farebné rozlíšenie oblasti po dĺžke prúta je nasledujúce:

Oblasť	Svetlé pozadie	Tmavé pozadie
Ťahaná	Modrozelená	Svetlo modrozelená
Tlačená	Fialová	Svetlo fialová
Predtlačená	Hnedá	Žltá

#### Obr. 4.62 Tabuľka farebného označenia jednotlivých oblastí

Poznámka:

Pri zaškrtnutej voľbe **Ťahaná, tlačená oblasť** pri posúdení dovolených namáhaní v Posudku prúta sa kreslí len tá oblasť, v ktorej leží vlákno prierezu, ktoré v danom reze rozhoduje.

**Ťažisko 1D prvku** – vykreslenie ťažiska 1D prvku, pričom sa kreslí ťažisko aktuálne zadaného fazovaného prierezu. Táto voľba je aktívna pre ZS aj pre kombinácie.

**Priemerný kábel** – vykreslenie polohy priemerného kábla po dĺžke prvku, pričom poloha tohto kábla je vzťahnutá k ťažiskovej osi 1D prvku. Priemerný kábel má plochu všetkých zadaných káblov a jeho poloha je reprezentovaná geometrickým ťažiskom zadaných káblov v danej fáze výstavby t.j. v kombinácii určenej v [Stav/Kombi]. Z toho vyplýva, že táto voľba je aktívna len pre kombinácie.

**Výslednica síl** – vykreslenie excentricity výslednej sily v danom existujúcom kabely po dĺžke prúta, pričom poloha tohto kábla je vzťahnutá k ťažiskovej osi 1D prvku. Táto excentricita je daná pomerom primárneho ohybového momentu  $M_p$  a primárnej normálovej sily  $N_p$  t.j.  $e_p = M_p/N_p$ . Voľba je aktívna pre ZS aj pre kombinácie.

**Tlaková čiara** – vykreslenie tlakovej čiary zadaných káblov po dĺžke prúta, pričom poloha tohto kábla je vzťahnutá k ťažiskovej osi 1D prvku. Excentricita tlakovej čiary od výslednice v kábloch je daná pomerom sekundárneho momentu  $M_{p-sec}$  a primárnej normálovej sily momentu  $N_{p-pri}$  v danom reze prvku t.j.  $v = M_{p-sec}/N_{p-pri}$ . Potom poloha tlakovej čiary od ťažiska prierezu je daná súčtom  $e_p + v$ . Voľba je aktívna pre ZS aj pre kombinácie.

**Kreslenie položiek** – vykreslenie tvaru položky po dĺžke prvku. Voľba je dostupná vždy.

**Kreslenie výstuže** – vykreslí zadanú výstuž v priereze po dĺžke prúta ( nie predpínaciu ). Voľba je dostupná vždy.

**Zobrazit' čísla chýb a varovaní** – vykreslí po dĺžke prvku čísla chýb a varovaní, ktoré vznikli počas výpočtu. Voľba je dostupná vždy.

**Kreslenie vstupných parametrov** – voľba zapína a vypína vykreslenie žltej čiary nad ťažiskovou osou prvku. Klepnutím pravým tlačidlom myši na túto čiaru sa objaví plávajúci dialóg, v ktorom po výbere položky **Vlastností objektu** možno prezerat' a editovať vstupné parametre jednotlivých prvkov, viď.3.3.

Praktický význam jednotlivých volieb skupiny **Kreslenie** je ukázaný v 4.3.3. na danom riešenom príklade.

Pod skupinou **Kreslenie** sa nachádzajú tlačidlá známe už z iných dialógov pre betón:

[Nastavenie kreslenia] – zobrazí dialóg **Nastavenie kreslenia** pre zmenu grafického znázornenia fáz výstavby, viď manuál k modulu Fáze výstavby.

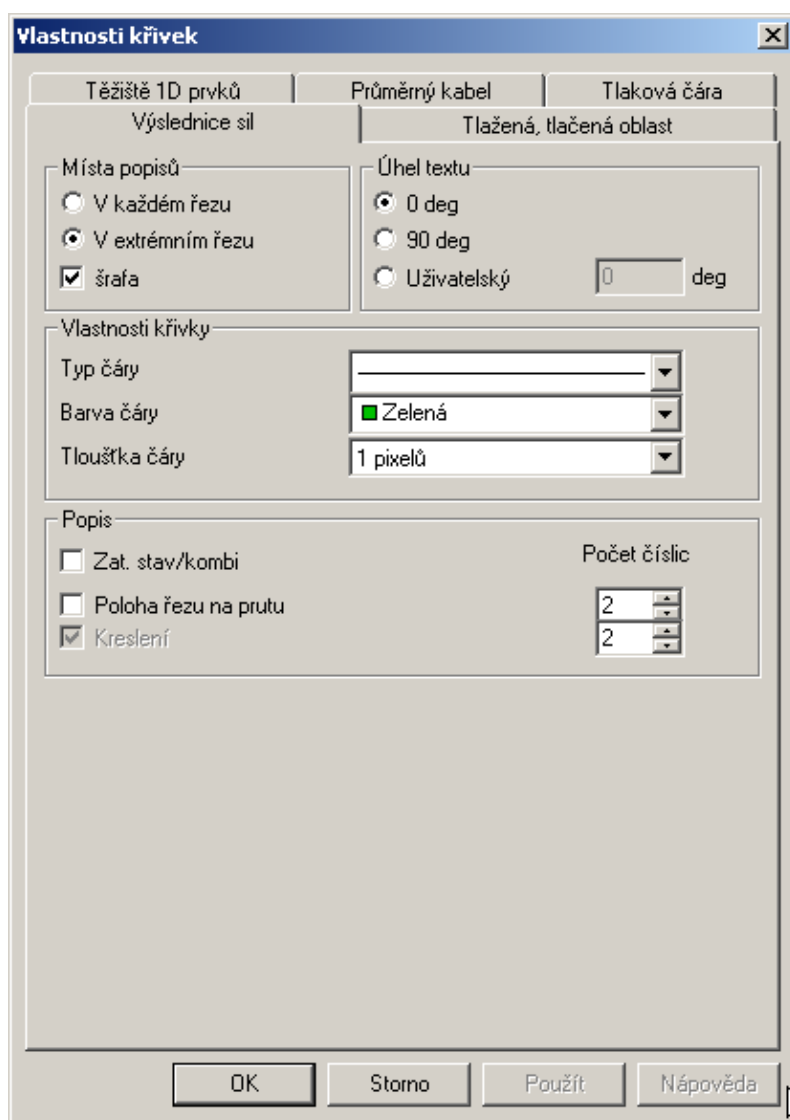
[**Nastavenie grafu**] - zobrazí dialóg **Vlastnosti kriviek** pre zmenu grafického znázornenia jednotlivých volieb pod skupinou **Kreslenie**, viď.4.5.1.

[**Informácie o výpočte**] – zobrazí dialóg **Informácie o výpočte**, v ktorom sa nachádza zoznam chybových hlásení vygenerovaných počas výpočtu geometrie.

[**Prekresli**] – klepnutím na tlačidlo sa vykreslí priebeh aktuálne vybraných prvkov a volieb zo skupiny **Kreslenie**

#### 4.5.1. NASTAVENIE GRAFOV

Klepnutím na tlačidlo [**Nastavenie grafov**] v dialógu na Obr.75 sa otvorí dialóg **Vlastnosti kriviek**, ktorý umožňuje editovať grafický výstup jednotlivých položiek kreslenia.



Obr. 4.63 Karty dialógu pre nastavenie grafov pre výpočet geometrie

Pre každú položku zobrazovaných výsledkov (položky skupiny **Kreslenie**) t.j. pre každú kartu dialógu možno zmeniť vlastnosti vykresľovania. Všetky karty dialógu majú rovnaký obsah a preto bude popísaná iba jedna z nich.

Skupina **Miesto popisu**:

**V každom reze** – pri zapnutom prepínači budú číselne popísané výsledky v každom reze

**V extrémnom reze** - pri zapnutom prepínači budú číselne popísané len výsledky v rezoch, v ktorých je extrémna hodnota vyhodnocovanej veličiny

**Šrafa** - při zapnuté volbě se budou kreslit spojnice mezi rezy na prúte a krivkou vyhodnocované veličiny.

Skupina **Uhol textu:**

**0 deg** - při zapnutém prepínači sa budú texty popisov vykresľovať vodorovne

**90 deg** - při zapnutém prepínači sa budú texty popisov vykresľovať zvislo

**Uživateľský** - při zapnutém prepínači sa budú texty popisov vykresľovať sklonené pod zadaným uhlom definovanom v editovanom okne.

Skupina **Vlastnosti krivky:**

**Typ čiar** – v rolovacom okne možno vybrať typ čiar pre vykreslenie krivky vyhodnocované veličiny. Sú dostupné tri typy čiar: plná, čiarkovaná, bodkočiarkovaná

**Farba čiar** – v rolovacom okne možno vybrať farbu čiar pre vykreslenie krivky vyhodnocované veličiny.. Dostupné sú všetky štandardne farby implementované v programe.

**Hrúbka čiar** – v rolovacom okne možno vybrať hrúbku čiar pre vykreslenie krivky vyhodnocované veličiny v pixeloch. Dostupný je rozsah 1 až 5 pixelov.

Skupina **Popis:**

**Zat.stav/Kombi** – při zapnuté volbě budú texty popisov obsahovať číslo zaťažovacieho stavu resp. kombinácie.

**Poloha rezu na prúte** - při zapnuté volbě budú texty popisov obsahovať vzdialenosť rezu od začiatku prúta, pričom počet desatinných miest (v rozsahu 1 až 4 ) pre výpis polohy rezu je možné nastaviť v príslušnom editovacom okne vpísaním hodnoty alebo pomocou šípiek.

**Kreslenie** – neaktívna volba ktorej názov zodpovedá názvu aktuálne vybratej karty pre nastavenie počet desatinných miest (v rozsahu 1 až 4 ) pre výpis danej hodnoty. Počet desatinných miest je možné nastaviť v príslušnom editovacom okne vpísaním hodnoty alebo pomocou šípiek.

## **5. ODKAZY**

---

- [1] Fáze výstavby, předpínací kabely, TDA. Systém programů pro projektování prutových a stěnodeskových konstrukcí - manuál programu, SCIA CZ, 2001.
- [2] Betonové konstrukce. Systém programů pro projektování prutových a stěnodeskových konstrukcí - manuál programu-referenční příručka, SCIA CZ, 2000.