

**Vydání
duben 2010**

Program

SHAPE-THIN 7

**Průřezové charakteristiky a
posouzení tenkostěnných průřezů**

Popis programu

Všechna práva včetně práv k překladu vyhrazena.

Bez výslovného souhlasu společnosti Ing. Software Dlubal s.r.o. není povoleno tento popis programu ani jeho jednotlivé části jakýmkoli způsobem dále šířit.

© Ing. Software Dlubal s.r.o.
Anglická 28 120 00 Praha 2

Tel.: +420 222 518 568
Fax: +420 222 519 218
Email: info@dlubal.cz
Web: www.dlubal.cz

Obsah

	Obsah	Strana		Obsah	Strana
1.	Úvod	6	4.3.1	Nabídková lišta	37
1.1	Novinky v programu SHAPE-THIN 7	6	4.3.2	Panel nástrojů	37
1.2	Profil firmy Dlubal	7	4.3.3	Navigátor	39
1.3	Tým pro vývoj programu SHAPE-THIN	7	4.3.4	Tabulky	40
1.4	Poznámka k příručce	8	4.3.5	Stavový řádek	40
2.	Instalace programu SHAPE-THIN	9	4.3.6	Řídicí panel	41
2.1	Požadavky na výpočetní systém	9	4.3.7	Standardní tlačítka	44
2.2	Instalace	9	4.3.8	Funkční klávesy a klávesové zkratky	45
2.2.1	Instalace z DVD	9	4.3.9	Kontextové nabídky	46
2.2.2	Síťová instalace	10	4.4	Správa souborů	47
2.2.3	Aktualizace	10	4.4.1	Správce projektů	47
2.2.4	Instalace SHAPE-THIN 5/6 a SHAPE-THIN 7	10	4.4.1.1	Projekty	48
3.	Úvodní příklad	11	4.4.1.2	Průřezy	51
3.1	Průřez a vnitřní síly	11	4.4.1.3	Archivace dat	53
3.2	Spuštění SHAPE-THIN a vytvoření průřezu	12	4.4.1.4	Vzhled	54
3.3	Údaje o průřezu	13	4.4.2	Vytvoření nového průřezu	54
3.3.1	Pracovní okno a rastr	13	4.4.2.1	Základní údaje	55
3.3.2	Zadání prvků	13	4.4.2.2	Nastavení	57
3.3.3	Úprava prvků	14	4.4.2.3	Plastický výpočet	60
3.3.4	Nastavení průřezu	15	4.4.2.4	c/t pole	61
3.3.5	Zrcadlení prvků	17	4.4.2.5	Účinné průřezy	63
3.3.6	Nastavení a smazání bodových prvků	18	4.4.3	Síťová správa	65
3.3.7	Vložení otvoru	20	5.	Údaje o průřezech	66
3.3.8	Kontrola správnosti a uložení	21	5.1	Uzly	68
3.3.9	Kontrola vstupních tabulek	21	5.2	Materiály	70
3.3.10	Upravit materiál	22	5.3	Průřezy	75
3.3.11	Definice vnitřních sil	23	5.4	Prvky	78
3.4	Výpočet	24	5.5	Bodové prvky	81
3.5	Výsledky	24	5.6	c/t-pole	84
3.5.1	Výběr výsledků	25	5.7	Vnitřní síly	86
3.5.2	Uspořádání oken s výsledky	27	6.	Výpočet	92
3.5.3	Tiskový protokol	28	6.1	Kontrola správnosti	92
3.6	Shrnutí úvodního příkladu	31	6.2	Křížící se prvky	92
4.	Uživatelské prostředí	32	6.3	Navazující prvky	93
4.1	Přehled	32	6.4	Plastický výpočet	93
4.2	Názvosloví	32	6.5	Spuštění výpočtu	94
4.3	Uživatelské prostředí SHAPE-THIN	37	7.	Výsledky	95

Obsah

	Obsah	Strana		Obsah	Strana
7.1	Průřezové charakteristiky	95	9.2.1	Záložka <i>Obrázek</i>	166
7.2	Průběh průřezových charakteristik	108	9.2.2	Záložka <i>Kvalita tisku</i>	170
7.3	Normálová napětí σ_x	110	9.2.3	Záložka <i>Stupnice barev</i>	171
7.4	Smyková napětí τ	114	10.	Nástroje	172
7.5	Referenční napětí σ_v	118	10.1	Úprava objektů	172
7.6	Plastická únosnost	120	10.1.1	Grafický výběr	172
7.7	Posouzení c/t polí	124	10.1.2	Speciální výběr	172
7.8	Charakteristiky dílčích průřezů (se smykovými stěnami)	126	10.1.3	Posun a kopírování	173
7.9	Smykové síly	128	10.1.4	Rotace a kopírování	174
7.10	Zatřídění průřezu	131	10.1.5	Zrcadlení a kopírování	174
7.11	Účinné šířky	135	10.1.6	Rozdělení prvků	175
7.11.1	DIN 18800	135	10.1.7	Vložení otvoru	176
7.11.2	EN 1993-1	138	10.1.8	Vytvoření a redukce průřezu	176
8.	Vyhodnocení výsledků	142	10.1.9	Změna velikosti prvků	178
8.1	Výběr výsledků	142	10.2	Nástroje CAD	179
8.2	Zobrazení výsledků	143	10.2.1	Rastr	179
8.3	Hodnoty výsledků	145	10.2.2	Vyhazení rohů	180
8.4	Zobrazení více oken	146	10.2.3	Zaoblení rohů	180
8.5	Filtrování výsledků	147	10.2.4	Spojení prvků	181
9.	Výstup	150	10.2.5	Spojení uzlu a prvku	182
9.1	Tiskový protokol	150	10.2.6	Prodloužení prvku k prvku	182
9.1.1	Vytvoření a otevření tiskového protokolu	150	10.2.7	Změna délky prvku	183
9.1.2	Práce s tiskovým protokolem	151	10.2.8	Nastavení paralelních prvků	184
9.1.3	Určení obsahu tiskového protokolu	153	10.2.9	Vytvoření obdélníkového dutého profilu	184
9.1.3.1	Výběr údajů o průřezu	154	10.2.10	Vytvoření kruhového dutého profilu	185
9.1.3.2	Výběr údajů o zatížení	155	10.3	Tabulkové funkce	186
9.1.3.3	Výběr výsledků	156	10.3.1	Funkce pro úpravu	186
9.1.4	Nastavení záhlaví tiskového protokolu	157	10.3.2	Blokové funkce	188
9.1.5	Vložení obrázků průřezu	159	10.3.3	Funkce zobrazení	191
9.1.6	Vložení grafiky a textu	160	10.3.4	Nastavení tabulky	192
9.1.7	Šablona tiskového protokolu	162	10.3.5	Funkce filtrování	193
9.1.8	Nastavení rozvržení protokolu	163	10.3.6	Import a export tabulek	193
9.1.9	Tisk tiskového protokolu	163	10.4	Obecné funkce	196
9.1.10	Export tiskového protokolu	164	10.4.1	Zobrazení objektů	196
9.1.11	Nastavení jazyka	165	10.4.2	Možnosti zobrazení	197
9.2	Přímý grafický výstup	166	10.4.3	Jednotky a desetinná místa	198
			10.4.4	Kóty	199

Obsah

	Obsah	Strana		Obsah	Strana
10.4.5	Komentáře	200	11.2	ASCII soubory typu *.dxf	204
10.4.6	Funkce měření	201	A	Literatura	206
10.4.7	Hledání objektů	201	B	Rejstřík	207
11.	Rozhraní	202			
11.1	Soubory DLUBAL typu ASCII *.inp / *.aus	203			

1. Úvod

1.1 Novinky v programu SHAPE-THIN 7

SHAPE-THIN je profesionální, uživatelsky přívětivý program pro výpočty a posouzení tenkostěnných průřezů. Tento samostatný program vychází z úspěšného konceptu skupiny programů RSTAB a RFEM. Uživatel může například přesouvat různé průřezové prvky mezi jednotlivými soubory programu SHAPE-THIN pomocí funkce drag & drop. Současně mohou být převzaty vnitřní síly a momenty prutových prvků z libovolné konstrukce v RSTABu či RFEMu. Dále je možno přímo exportovat průřezové charakteristiky do programu MS Excel™ k dalšímu zpracování.

SHAPE-THIN nabízí mimo jiné následující funkce:

- Dialogy ve formě tabulek a interaktivní zadávání přímo v grafice
- Zpřístupnění průřezů z rozsáhlé databáze průřezů firmy DLUBAL
- Modelování ve stylu CAD pomocí uživatelsky příjemných nástrojů
- Nástroje k úpravě: vyhlazení nebo zaoblení rohů, spojování prvků, vkládání otvorů apod.
- Generování kruhových nebo obdélníkových dutých průřezů
- Určení průřezových charakteristik pro obecné otevřené a uzavřené průřezy
- Plastické průřezové charakteristiky vlivem nekombinovaného zatížení
- Posouzení normálových, smykových a referenčních napětí a porovnání s mezními napětími
- Načtení zatěžovacích stavů a vnitřních sil prutů z RSTABu a RFEMu
- Export průřezových charakteristik do RSTABu a RFEMu včetně návrhových modulů
- Různé materiály průřezu mohou být brány v úvahu
- Průřezové charakteristiky vyztužených středních částí mrakodrapů a síly v jednotlivých zdech
- Správce projektů pro práci se všemi údaji o SHAPE-THIN průřezech
- Tiskový protokol s individuálně nastavitelným obsahem a rozvržením

Základní zlepšení v SHAPE-THIN 7 představují:

- Přesné modelování geometrie průřezu pomocí oblouků a bodových prvků
- Načtení DXF obrysů nebo os prvků k usnadnění modelování
- Nulové prvky, pro které může uživatel definovat účinnou tloušťku pro smyk
- Plastická únosnost na základě simplexového algoritmu pro obecné uspořádání vnitřních sil
- c/t pole definovaná uživatelem a posouzení maximálních poměrů c/t podle DIN 18 800
- Znázornění výsledků na průřezu pomocí stupnice barev s nastavitelným rozmezím
- Zobrazení obrysů průřezu a osového kříže
- Uživatelem definované ikony a výběr v tabulkách výsledků
- Možnost zobrazit průběhy výsledků v pracovní rovině
- Filtrování extrémních výsledků napětí pro všechna místa x
- Funkce *Speciální výběr* s dalšími možnostmi
- Určení I podle St. Venanta nebo metodou konečných prvků (MKP)
- Výpočet účinných průřezů podle EN 1993-1 nebo DIN 18800
- Rozsáhlé databáze materiálů a průřezů
- Integrál smykových sil vlivem smykových napětí pro každý prvek
- Uživatelem definovaný součinitel pro τ k určení referenčních napětí

Přejeme Vám mnoho zábavy a úspěchů při práci s programem SHAPE-THIN. Zlepšovací návrhy našich uživatelů a přání vycházející z praxe vždy uvítáme a zohledníme při dalším vývoji tohoto programu.

Společnost ING. SOFTWARE DLUBAL S.R.O.

1.2 Profil firmy Dlubal

Už od svých počátků v roce 1987 se firma ING. SOFTWARE DLUBAL zabývala vývojem uživatelsky přívětivých a výkonných programů pro výpočty konstrukcí. Společnost ING. SOFTWARE DLUBAL S.R.O. se v roce 1990 přestěhovala do svého současného působiště v Tiefenbachu ve východním Bavorsku.

Při práci s našimi programy můžete vnímat skutečné zaujetí pro věc u každého, kdo se podílí na vývoji, a všimnete si základní filozofie všech našich aplikací, která může být stručně shrnuta slovem „uživatelská přívětivost“. Tato dvě hlediska společně s profesionální kvalifikací vytvářejí pevný základ úspěšnosti našich produktů, která neustále roste.

Náš software je navržen tak, aby i uživatelé se základními znalostmi ovládání počítače mohli s programy brzy úspěšně pracovat. Nyní se pyšníme tím, že do seznamu spokojených zákazníků po celém světě můžeme počítat více než 6 000 inženýrských kanceláří, stavebních firem v různých oborech činnosti, škol a univerzit. Abychom dosáhli svých cílů, máme více než 90 firemních zaměstnanců a externích spolupracovníků, kteří neustále vyvíjejí a vylepšují aplikace firmy DLUBAL. Pokud máte nejrůznější otázky nebo problémy, můžete se vždy spolehnout na naši kvalifikovanou hotline, která je zdarma.

Výborný poměr mezi cenou a výkonem společně s vynikajícím zákaznickým servisem činí z programů firmy DLUBAL nezbytný nástroj pro všechny, kdo pracují v oblastech statiky, dynamiky a navrhování konstrukcí.

1.3 Tým pro vývoj programu SHAPE-THIN

Na vývoji programu SHAPE-THIN 7 se podíleli:

Koordinátoři programu:

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
Ing. Jan Rybín, Ph.D.

Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl

Programátoři:

RNDr. Vladimír Ulrich
Dipl.-Ing. Georg Dlubal

Mgr. Petr Oulehle
Jan Brnušák

Design programu, dialogů a ikon

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
MgA. Robert Kolouch

Zdeněk Ballák
Ing. Jan Milář

Supervize programu:

Ing. Jan Rybín, Ph.D.
Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl

Ing. František Knobloch
Michal Zákoucký

Manuály, systém nápovědy, dokumentace a překlady

Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl
Ing. Jan Rybín, Ph.D.
Jan Jeřábek
Mgr. Michaela Kryšková

Mgr. Petra Pokorná
Ing. Dmitry Bystrov
Dipl.-Ü. Gundel Pietzcker
Ing. Hana Macková

Testování a technická podpora

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Entenmann
Dipl.-Ing. Frank Faulstich
Dipl.-Ing. (FH) René Flori
Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn
M. Sc. Dipl.-Ing. Frank Lobisch

Dipl.-Ing. (BA) Andreas Niemeier
Dipl.-Ing. (FH) Walter Rustler
M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) Frank Sonntag
Dipl.-Ing. (FH) Christian Stautner
Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl

1.4 Poznámka k příručce

Všechny cesty vedou do Říma – a to také platí pro práci s programem SHAPE-THIN: grafika, tabulky a navigátor projektu, všechny Vás povedou k výsledkům. Abychom zachovali charakter našich příruček, i tento manuál sleduje pořadí a strukturu tabulek pro zadávání vstupních údajů a tabulek výsledků. Jednotlivé tabulky jsou podrobně popsány sloupec po sloupci. Namísto uvádění obecných rysů systému Windows se raději soustředíme na praktické pokyny a poznámky. Pokud jste v práci se softwarem pro průřezy SHAPE-THIN nováčky, měli byste si projít úvodní příklad v kapitole 3. To Vám umožní blíže se seznámit s nejdůležitějšími funkcemi programu.

V manuálu uvádíme popisovaná tlačítka v hranatých závorkách, například [OK]. Dále jsou k snadnější orientaci psány *kurzívou* názvy dialogových oken, tabulek a nabídek. Další nový prvek tohoto manuálu představuje **rejstřík**, který se Vám bude hodit při vyhledávání konkrétních termínů. Můžete se také podívat na naše webové stránky www.dlubal.cz, kde naleznete odpovědi na nejčastěji kladené otázky (FAQ) a spoustu dalších informací.

2. Instalace programu SHAPE-THIN

2.1 Požadavky na výpočetní systém

Pro snadnou práci s programem SHAPE-THIN 7 doporučujeme tuto minimální konfiguraci:

- Operační systém Windows XP / Vista
- X86-CPU s 1 GHz
- 512 MB RAM
- DVD-ROM nebo 3,5" disketovou jednotku pro instalaci, případně instalaci přes síť
- 5 GB místa na pevném disku, okolo 100 MB pro instalaci
- Grafickou kartu s rozlišením 1024 x 768 pixelů



SHAPE-THIN 7 není možné spustit ve Windows 95/98/Me/NT.

S výjimkou operačního systému neuvádíme žádná další doporučení, protože SHAPE-THIN běží v podstatě na všech systémech, které splňují uvedené požadavky. V případě, že program je používán pro rozsáhlejší plastické výpočty, samozřejmě platí „více je lépe“.

SHAPE-THIN jen velmi málo těží ze SMT systémů. Protože SHAPE-THIN je 32-bitový program, nepoužívá 64-bitová rozšíření jako EM64T nebo AMD64 nebo funkce 64-bitových Vist.

2.2 Instalace



Program **SHAPE-THIN** je dodáván na DVD s programem RSTAB a instaluje se jako samostatný program. K provozování plné verze programu potřebujeme odpovídající hardwarový klíč a autorizační soubor. Hardwarový klíč se připojuje k USB portu počítače.

Autorizační soubor obsahuje kódovaná data o zakoupených licencích programů a modulů pro daný hardwarový klíč. Autorizační soubor obdržíme od dodavatele programu. Nejčastěji bývá uložen přímo na instalačním DVD, případně na jiném médiu nebo může být zaslán e-mailem. Aktuální autorizační soubor můžeme najít také na Extranetu firmy Dlubal. Pokud jsme zakoupili další přídatný modul k programům, dostaneme nový autorizační soubor. Pak již starý soubor nepoužíváme.

Před instalací programu SHAPE-THIN zavřeme všechny ostatní programy a připojíme hardwarový klíč k USB portu počítače. Při instalaci musíme být přihlášení do systému jako administrátor nebo mít práva administrátora. Při práci s programem SHAPE-THIN postačují normální práva uživatele.

2.2.1 Instalace z DVD

Nejprve si projdeme průvodce instrukcemi na zadní straně obálky DVD. Zde nalezneme informace jak software instalovat.

- Vložíme DVD do DVD-ROM mechaniky.
- Instalační proces se automaticky spustí.
- Klikneme na [Instalace aplikací Dlubal] v otevřeném okně.
- Postupujeme podle pokynů Průvodce instalací.

Jestliže se instalace sama automaticky nespustí, pak je funkce „přehrát automaticky“ vypnuta na DVD-ROM disku. V tom případě klikneme na ikonu [Můj počítač], pak na symbol DVD-ROM mechaniky s logem firmy Dlubal. V této složce na DVD-ROM je třeba dvakrát kliknout na soubor **setup.exe**.

DVD také obsahuje příručku ve formátu PDF. K otevření tohoto manuálu potřebujeme program Acrobat Reader, který spustíme z instalační nabídky pomocí [Instalovat Acrobat Reader]. Po kliknutí na [SHAPE-THIN manuál], Acrobat Reader příručku otevře. Poté si můžeme dokument prohlédnout nebo vytisknout.

DVD také obsahuje několik videoklipů k usnadnění prvních kroků s programem. K jejich přehrání budeme potřebovat programy Windows Media Player nebo Real Player.

Pomocí tlačítka [Informace o softwaru] otevřeme PDF dokument, který obsahuje informace o všech aktuálních programech firmy ING. SOFTWARE DLUBAL S.R.O.

2.2.2 Síťová instalace

Instalaci můžeme spustit z jakékoli jednotky na počítači nebo na serveru. Zkopírujeme obsah DVD a podle potřeby i autorizační soubor na disk do určitého adresáře. Pak spustíme soubor **setup.exe** z pozice klienta. Další kroky se neliší od instalace přímo z DVD.

2.2.3 Aktualizace

Jak jsme se již zmínili dříve, DVD obsahuje kompletní balíček programů. V případě, že budeme potřebovat instalovat z nového DVD, které bude dodáno v rámci zákaznického servisu, ujistíme se, že vždy používáme aktualizovaný autorizační soubor.



V případě, že pracujeme s uživatelsky definovanými záhlavími tiskového protokolu, bude lepší, když si je před instalací aktualizace uložíme. Tato záhlaví jsou uložena v souboru **DlubalProtocolConfig.cfg** ve složce obsahující hlavní data (standardně C:\Program Files\Dlubal\Stammdat). Tento adresář je chráněn proti zápisu, přesto zde doporučujeme pořídit si záložní kopii.

Když používáme vzorové tiskové protokoly, měli bychom před instalací aktualizace uložit soubor **DuenqProtocolConfig.cfg**. Tento soubor se také nachází ve složce s hlavními daty.

Projekty uložené ve Správci projektů jsou řízeny pomocí ASCII souboru **DU_PRO.DLP**, který také najdeme v hlavní složce dat (..\Dlubal\Stammdat). Pokud chceme před novou instalací zcela odinstalovat SHAPE-THIN 7, měli bychom uložit i tento soubor.

2.2.4 Instalace SHAPE-THIN 5/6 a SHAPE-THIN 7

Všechny aplikace firmy Dlubal SHAPE-THIN 5, SHAPE-THIN 6 a SHAPE-THIN 7 mohou běžet současně na jednom počítači, protože jejich programové soubory jsou obsaženy v různých adresářích. Standardní adresáře jsou:

- SHAPE-THIN 5: C:\Program Files\Dlubal\DUENQ,
- SHAPE-THIN 6: C:\Program Files\Dlubal\DUENQ6,
- SHAPE-THIN 7: C:\Program Files\Dlubal\DUENQ7.

Všechny průřezy vytvořené v předcházejících verzích programu SHAPE-THIN lze otevřít a upravovat v programu SHAPE-THIN 7. Jakákoli novější verze načítá bez problému i starší soubory. A naopak, průřezy vytvořené v SHAPE-THIN 7 mohou být otevřeny v SHAPE-THIN 6, ale specifické funkce novější verze zde nebudou dostupné, například oblouky nebo údaje o účinném průřezu. Musíme dávat pozor, abychom náhodou nepřepsali průřezy otevírané v předchozích verzích programu, protože tyto nové funkce pak budou v SHAPE-THIN 7 ztraceny.

Při instalaci SHAPE-THIN 7 je Správce projektů automaticky aktualizován, takže stávající průřezy budou dostupné bez dalších úprav.

3. Úvodní příklad

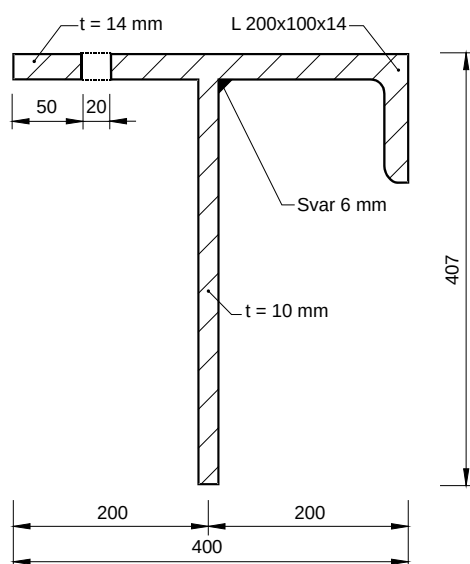
Tato kapitola nám pomůže seznámit se s nejdůležitějšími funkcemi programu SHAPE-THIN na jednoduchém příkladu. Existuje mnoho způsobů, jak přizpůsobit výpočty situaci a požadavkům uživatele, proto je smysluplné vybrat a použít jeden z nich. Pomocí tohoto příkladu objevíme možnosti a funkce programu SHAPE-THIN.

3.1 Průřez a vnitřní síly

V našem *SHAPE-THIN* příkladu je svařovaný ocelový úhelník připojen k rozdílnému válcovanému úhelníkovému průřezu L o rozměrech 200x100x14. Navíc je v horní pásnici vyvrtán otvor pro šroub.

Průřezové charakteristiky a napětí se mají určit pro následující průřez.

Průřez



Obr. 3.1: Nákres **SHAPE-THIN** průřezu

Materiál

Druh oceli: S 235 JR.

Vnitřní síly

Budou počítány vnitřní síly pro dva rozdílné zatěžovací stavy. Smykové síly a ohybové momenty jsou vztaženy k hlavnímu osám průřezu u a v .

Vnitřní síla	ZS 1	ZS 2
N [kN]	80,0	-30,0
V_u [kN]	25,0	-25,0
V_v [kN]	95,0	95,0
M_u [kNm]	50,0	50,0
M_v [kNm]	10,0	-10,0

Tabulka 3.1: Vnitřní síly



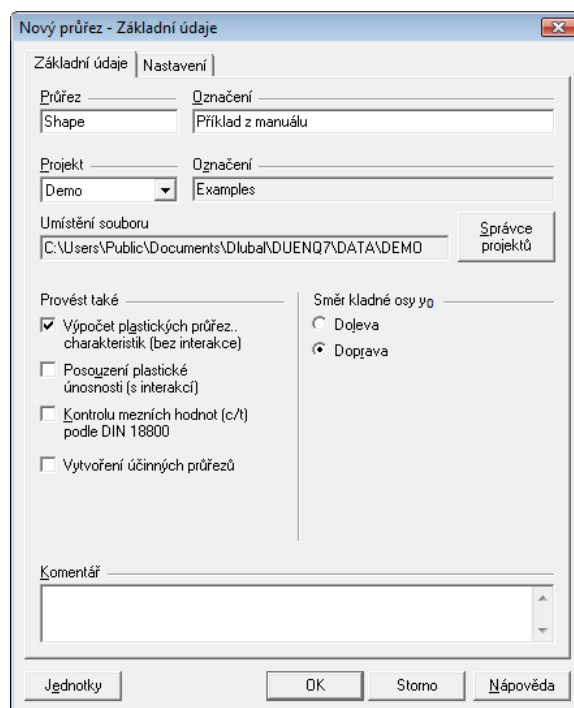
3.2 Spuštění SHAPE-THIN a vytvoření průřezu

Program SHAPE-THIN můžeme spustit pomocí

Start → Programy → Dlupal → Dlupal SHAPE-THIN 7.xx

nebo pomocí ikony **Dlupal SHAPE-THIN 7.xx** na pracovní ploše.

Po spuštění SHAPE-THIN se v hlavním okně programu objeví dialog, který nás vybízí k zadání základních údajů o novém průřezu. Pokud již byl průřez dříve zadán, zavřeme tento otevřený soubor kliknutím na tlačítko [X] v panelu nástrojů nebo pomocí nabídky **Soubor → Zavřít**. Pak zvolíme **Soubor → Nový**, takže se opět objeví následující dialog.



Obr. 3.2: Dialog *Nový průřez – Základní údaje*

Do vstupního pole *Průřez* napíšeme **Shape** a do pole *Označení* napíšeme **Příklad z manuálu**. Pole *Průřez* musí být vždy vyplněné, protože text v něm bude použit jako jméno souboru. *Označení* nemusíme nutně vyplňovat.

Ve vstupním poli *Projekt* vybereme některý **Demo** projekt ze seznamu, pokud již není standardně nabídnut. *Označení* projektu a *Umístění souboru* tohoto projektu se zobrazí automaticky.

Další nastavení v tomto dialogu ponecháme beze změny. Do pole *Komentář* můžeme vložit dodatečné poznámky.

Pokud zavřeme tento dialog pomocí [OK], objeví se prázdná pracovní plocha.

3.3 Údaje o průřezu

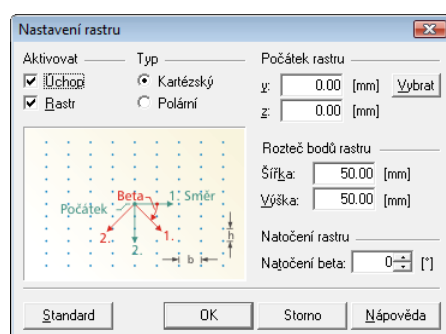
3.3.1 Pracovní okno a rastr

Nejprve maximalizujeme pracovní okno pomocí tlačítka na titulkové liště. Orientace os y_0 a z_0 je znázorněna na obrazovce.

Pozice souřadných os na obrazovce může být změněna. Vybereme tlačítko [Uchopit (Posun, zvětšení)] z panelu nástrojů. Kurzor myši se změní na ruku. Nyní můžeme libovolně posouvat pracovní plochu myši se stisknutým levým tlačítkem.

Podobně můžeme průřez zvětšovat či zmenšovat pohybem kursoru-ruky dolů a nahoru se stisknutým levým tlačítkem myši a klávesou [Shift]. Stejného efektu dosáhneme i pomocí kolečka myši.

Pracovní plocha má na pozadí rastr. V dialogu *Nastavení rastru* můžeme nastavit rozteč bodů rastru. Tento dialog otevřeme pomocí tlačítka [Nastavit rastr] v panelu nástrojů.



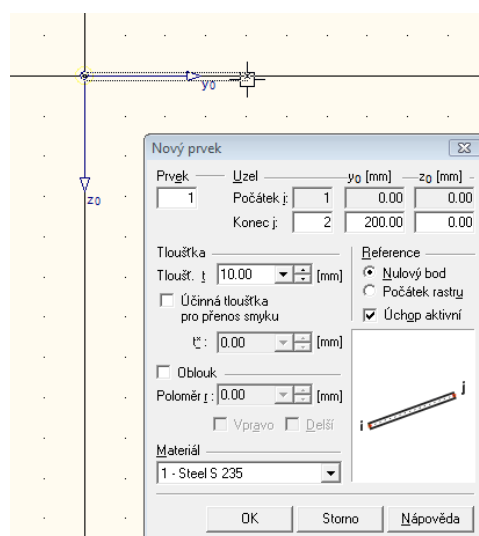
Obr. 3.3: Dialog *Nastavení rastru*

Standardní nastavení vyhovuje pro náš příklad, proto zavřeme tento dialog tlačítkem [OK] a začneme zadávat průřez.

3.3.2 Zadání prvků

V principu je možné nejprve definovat jednotlivé rohové uzly buď graficky, nebo v tabulce a poté je spojit pomocí prvků. Je však rychlejší zadat prvky přímo graficky. Odpovídající uzly jsou pak vytvořeny automaticky.

Vyvoláme nabídku **Vložit** → **Prvky** → **Graficky** → **Polygonálně** nebo použijeme tlačítko *Vytvořit prvky polygonálně* v panelu nástrojů. Objeví se dialog *Nový prvek*.



Obr. 3.4: Dialog *Nový prvek*

Prvek a Uzel jsou již nastaveny na 1. Protože souřadnice uzlů budou vztaženy k **Nulovému bodu** souřadného systému, přijmeme toto standardní nastavení stejně jako *tloušťku* prvku **10.0 mm**, kterou později upravíme. **Steel S 235** byla přednastavena jako *Materiál*. Akceptujeme i toto standardní nastavení, protože druh oceli bude také následně změněn.

Když nyní pohybujeme myší po grafické pracovní ploše, uvidíme měnící se souřadnice pozice kursoru v definované rozteči bodů rastru 50 mm.

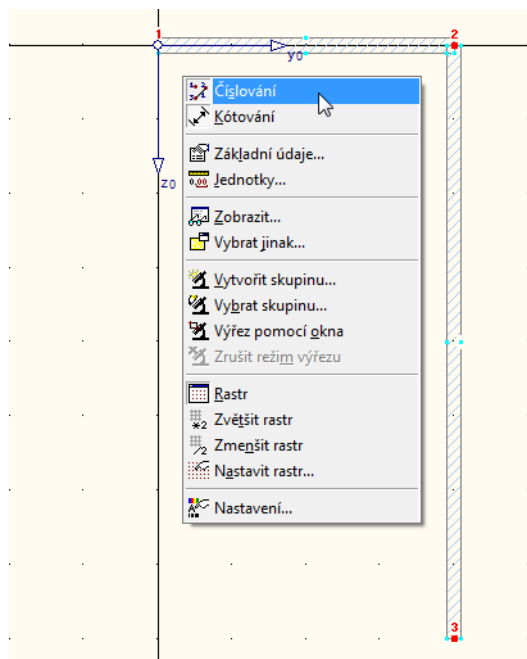
Uzel číslo 1 nastavíme jako *Počátek* kliknutím přesně na počátek souřadnic. Uzel číslo 2 *Konec* prvku je nastaven na pozici $y' = 200.0 \text{ mm}$, $z' = 0.0 \text{ mm}$.

Protože jsme vybrali možnost *Polygonálně*, uzel 2 teď představuje počáteční uzel dalšího prvku číslo 2. Můžeme tedy nyní nastavit uzel 3 na pozici $y' = 200.0 \text{ mm}$, $z' = 400.0 \text{ mm}$.

Příkaz je ukončen kliknutím pravým tlačítkem nebo stiskem klávesy [Esc]. Dialogové okno se zavře stejným způsobem. Hlavní okno vyplníme dvěma prvky pomocí nabídky **Zobrazit** → **Zobrazit vše** nebo stiskem klávesy [F8] nebo kliknutím na tlačítko v panelu nástrojů, jehož podobu vidíme zde v manuálu nalevo.



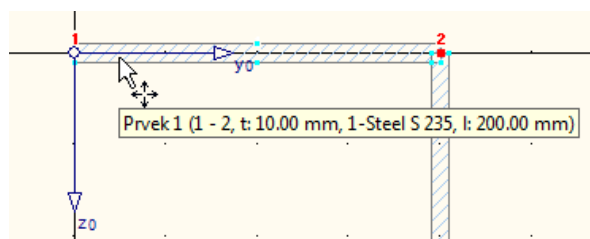
Pro další zadávání je doporučeno zobrazit si číslování uzlů a prvků. To můžeme udělat pomocí kontextové nabídky, která se objeví, pokud klikneme pravým tlačítkem na prázdné místo na grafické ploše. V kontextové nabídce pak klikneme na volbu *Číslování*.



Obr. 3.5: Kontextová nabídka: Číslování

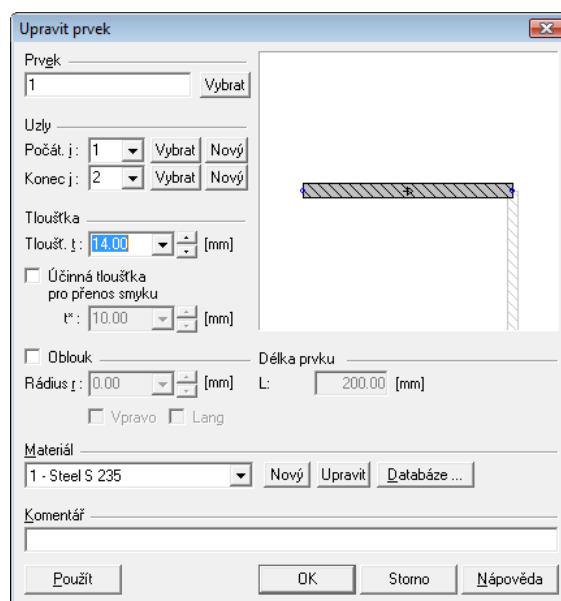
3.3.3 Úprava prvků

Když posuneme kurzor myši na prvek 1 a setrváme na něm, SHAPE-THIN ukáže další informace o prvku, včetně jeho tloušťky t 10.00 mm.



Obr. 3.6: Informace o prvku

Protože ve skutečnosti má prvek tloušťku 14.0 mm, oprava je nezbytná. Klikneme dvakrát na prvek 1 a otevřeme dialog *Upravit prvek*. V dialogu klikneme na vstupní pole *Tloušťka t*. Zde vyplníme správnou tloušťku **14.0** a potvrdíme ji kliknutím na tlačítko [OK].

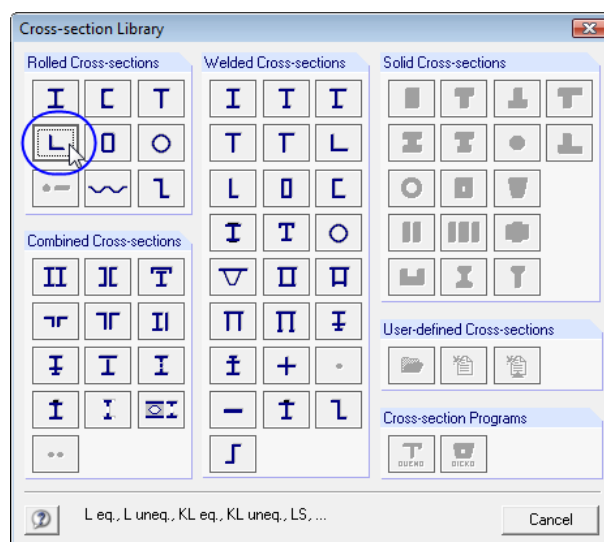
Obr. 3.7: Dialog *Upravit prvek*

Průřez bude aktualizován v grafice a také v tabulce 1.4 *Prvky*.

3.3.4 Nastavení průřezu

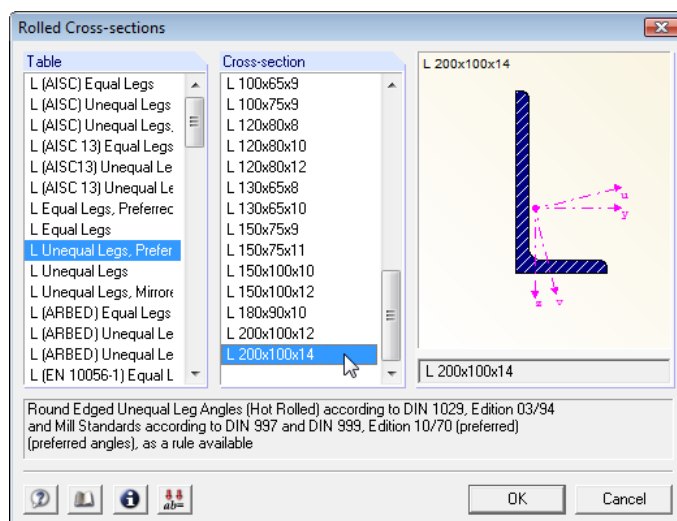


Další krok představuje přiřazení rozdílného úhelníkového průřezu 200 x 100 x 14 z databáze průřezů k prvku 1. Vybereme nabídku **Vložit** → **Průřez** → **Graficky** → **Databáze průřezů** nebo klikneme na tlačítko v panelu nástrojů, které je zde v manuálu zobrazeno nalevo. Otevře se dialog *Databáze průřezů*.



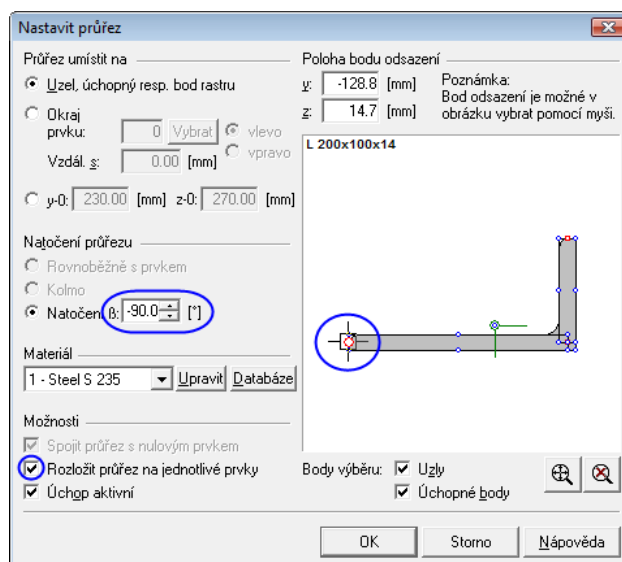
Obr. 3.8: Databáze průřezů

Klikneme na tlačítko tvaru písmene L (*Válcované průřezy*, druhá řada zleva) a otevřeme tak celou tabulku válcovaných průřezů tvaru L. V seznamu *Tabulka* vybereme **L různá ramena, preferovaný** a pak projdeme seznam *Průřez* a vybereme **L 200x100x14**. Nakonec vše potvrdíme pomocí [OK].



Obr. 3.9: Válcované úhelníkové průřezy L

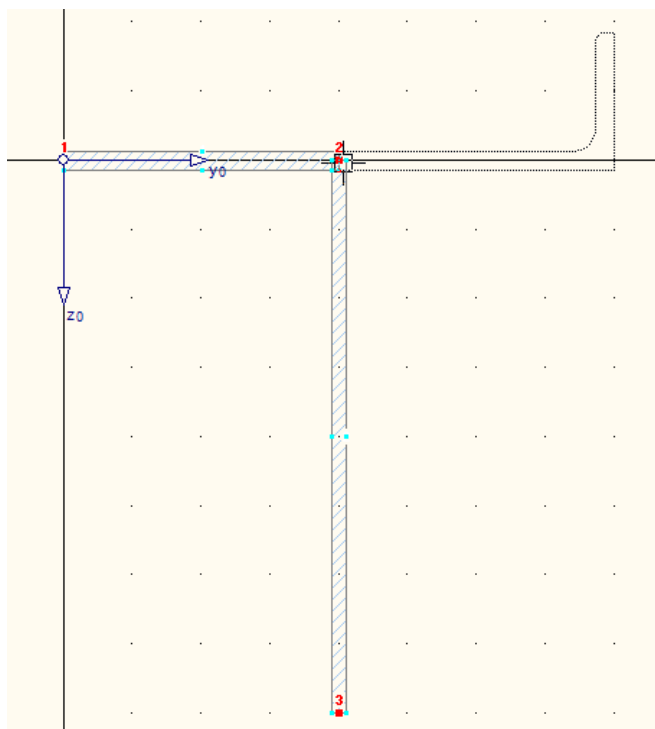
Otevře se dialog *Nastavit průřez*. Průřezem L, který je zvýrazněn tečkami, lze pohybovat pomocí myši po pracovní ploše. Nastavíme *Natočení průřezu* na $\beta = -90^\circ$ pomocí malých šipek za vstupním políčkem nebo napíšeme hodnotu přímo.

Obr. 3.10: Dialog *Nastavit průřez*: Natočení a bod odsazení

Aktuální *Poloha bodu odsazení* pro nastavení průřezu se nachází v těžišti. Je na obrázku průřezu označena o něco větším červeným kroužkem. Protože chceme průřez napojit jeho delším ramenem, vybereme nový, vhodnější bod odsazení přímo na obrázku. Umístíme kurzor (nyní ve tvaru čtverečku) na malý červený čtvereček na levém konci delšího ramena a počkáme, až se kurzor změní na nitkový kříž. Pak klikneme levým tlačítkem. Bod je nyní označen větším červeným kroužkem, jak můžeme vidět také zde na horním obrázku.

V tomto dialogu dále zvolíme možnost *Rozložit průřez na jednotlivé prvky* tak, že zaškrtneme odpovídající rámeček.

Abychom průřez nastavili v grafickém okně, umístíme kurzor ve tvaru nitkového kříže na uzel 2. Úhelníkový průřez vidíme jako tečkovanou čáru připojenou k definovanému bodu odsazení. Jakmile se uzel 2 a jeho souřadnice objeví dole ve stavovém řádku, klikneme levým tlačítkem.



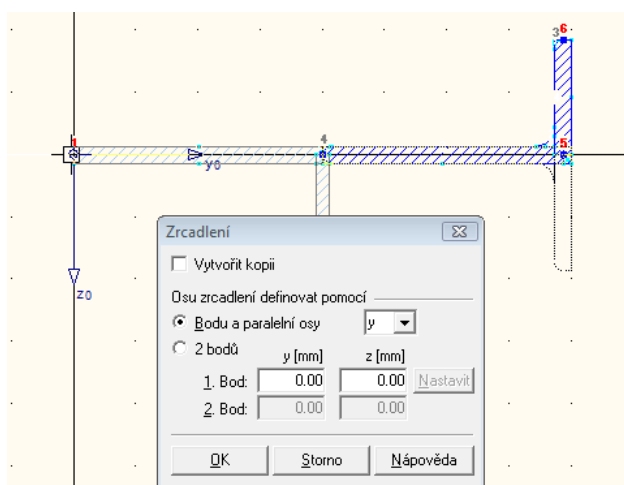
Obr. 3.11: Nastavení úhelníkového průřezu na uzel 2

3.3.5 Zrcadlení prvků

Protože oba nově nastavené prvky jsou stále vybrané (tj. barevně zvýrazněné v grafice a v tabulkách), můžeme úhelník ihned zrcadlit. Pokud nejsou prvky označené, můžeme je vybrat kliknutím se současně stisknutou klávesou [Shift] nebo jednoduše pomocí kurzoru vytvoříme tahem okno, prvky se v něm označí.



Pro zrcadlení dvou prvků vyvoláme nabídku **Upravit** → **Zrcadlení/Kopírování** nebo klikneme na tlačítko v panelu nástrojů, které je zde v manuálu zobrazeno nalevo. Objeví se dialog *Zrcadlení*.



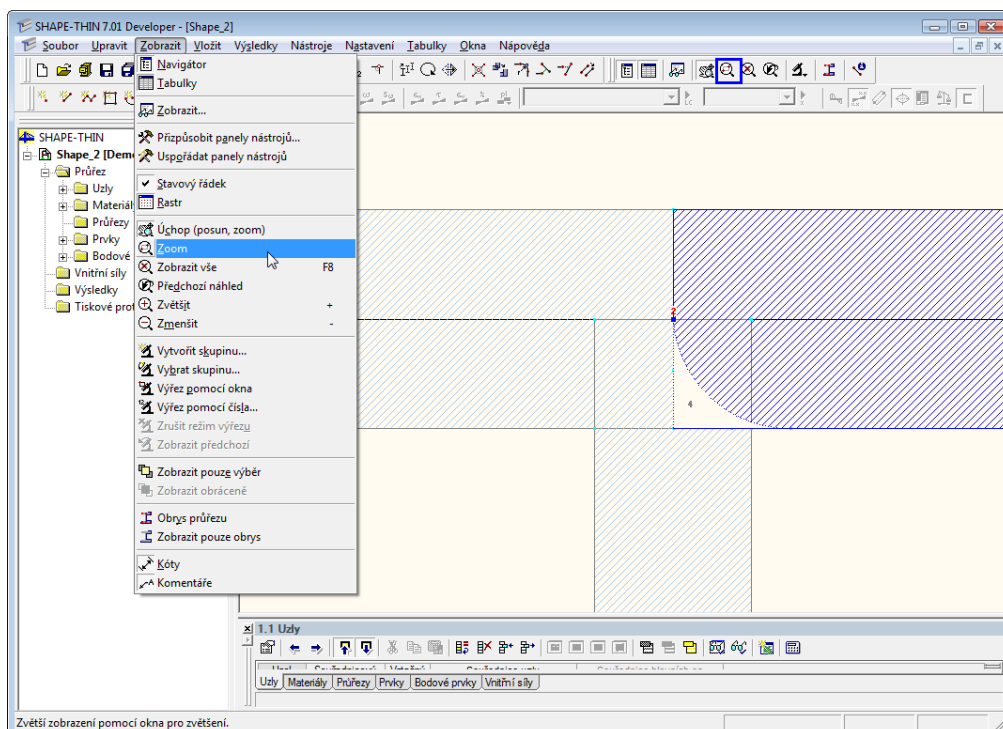
Obr. 3.12: Dialog Zrcadlení

Ujistíme se, že políčko *Vytvořit kopii* není v tomto dialogu zaškrtnuto. *Osa zrcadlení* může být definována pomocí **Bodu a paralelní osy y** tak, že platí původní nastavení. Nyní umístíme kurzor myši na uzel 1, 4 nebo 5. Jakmile se v dialogu objeví 1. *Bod* se správnou souřadnicí **z = 0.0 mm**, můžeme úhelník zrcadlit pomocí levého tlačítka myši.

3.3.6 Nastavení a smazání bodových prvků



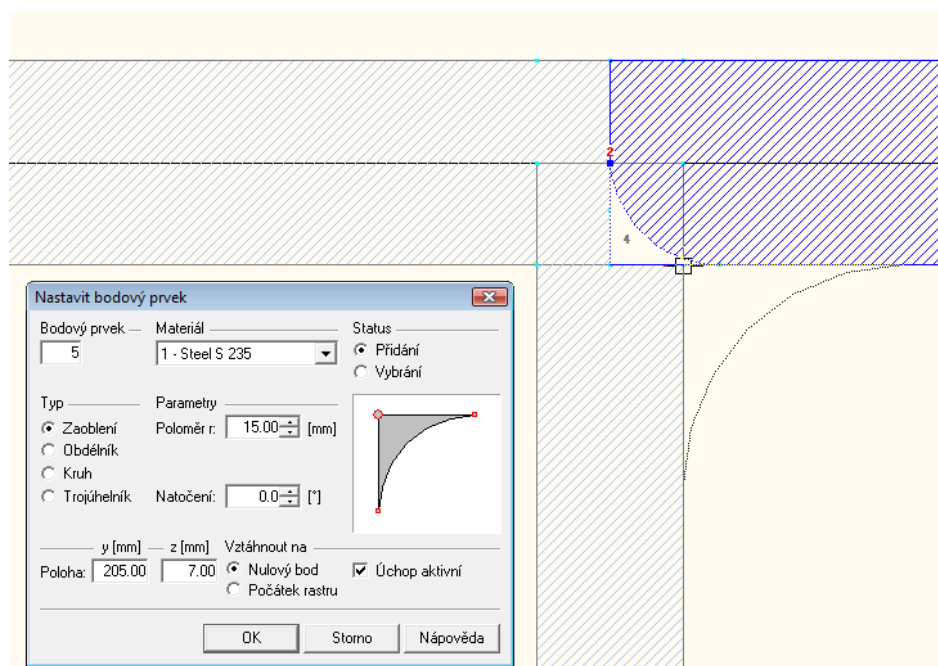
Spojku musíme ještě trochu upravit. Zvětšíme zoomem oblast okolo uzlu 2 pomocí nabídky **Zobrazit → Zoom** nebo pomocí tlačítka v panelu nástrojů, které vidíme zde v manuálu nalevo.



Obr. 3.13: Nabídka **Zobrazit → Zoom**

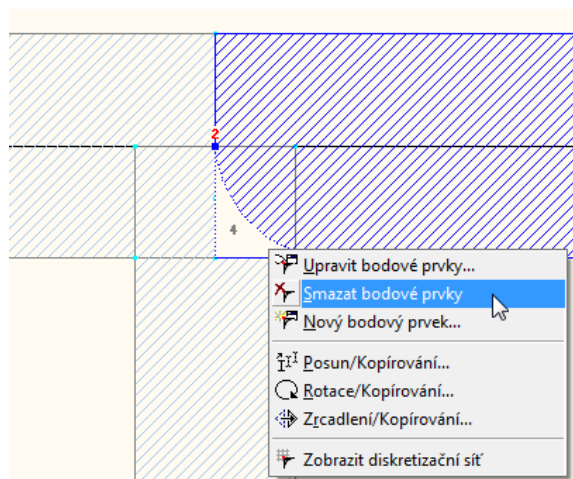


6 mm svar s konkávním tvarem je modelován jako *Bodový prvek* s 15 mm délkou švu. Pomocí nabídky **Vložit → Bodové prvky → Graficky** nebo odpovídajícího tlačítka v panelu nástrojů vyvoláme dialog *Nastavit bodový prvek*.

Obr. 3.14: Dialog *Nastavit bodový prvek*

Standardní nastavení v tomto dialogu je pro svar vyhovující, až na **Poloměr r**, který ve vstupním poli změním na **15 mm**. Nyní umístíme kurzor ve tvaru nitkového kříže přesně na průsečík obrysů prvků **2** a **3**. Jakmile dosáhne tečkovaný bodový prvek místa *Poloha* $y = 205.0$ mm, $z = 7.0$ mm, jako na horním obrázku, klikneme levým tlačítkem. Pak příkaz zrušíme pomocí pravého tlačítka myši nebo klávesy [Esc].

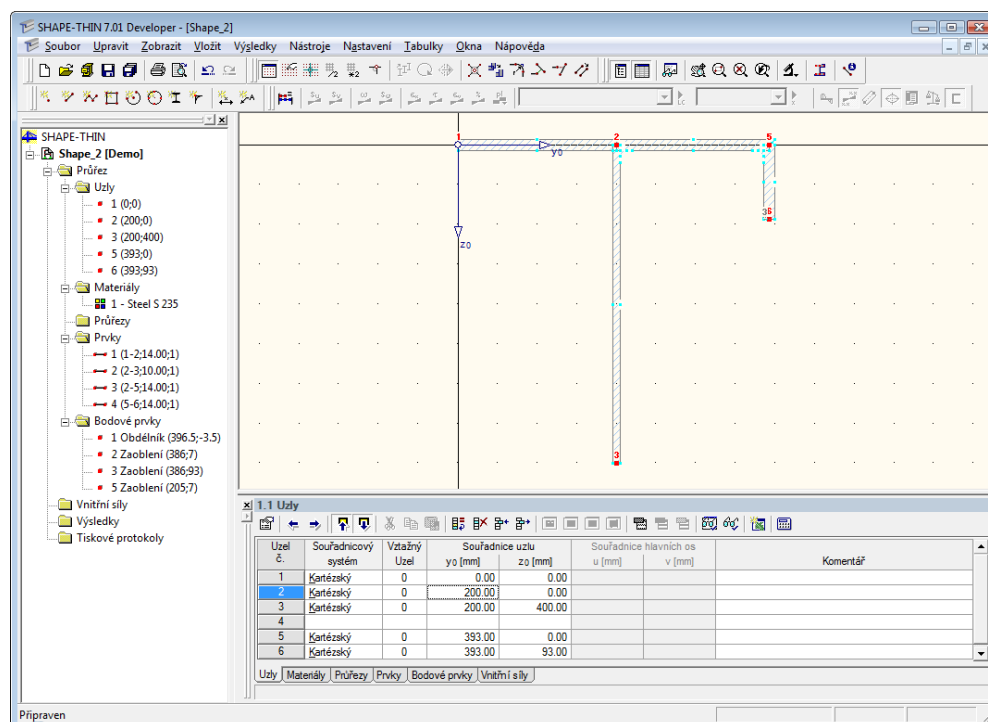
Bodový prvek **4** představuje nežádoucí otvor, který vznikl ze zrcadlení válcovaného úhelníku. Nejrychleji jej odstraníme kliknutím pravým tlačítkem a volbou **Smazat bodové prvky** v kontextové nabídce.



Obr. 3.15: Smazání bodového prvku 4 pomocí kontextové nabídky



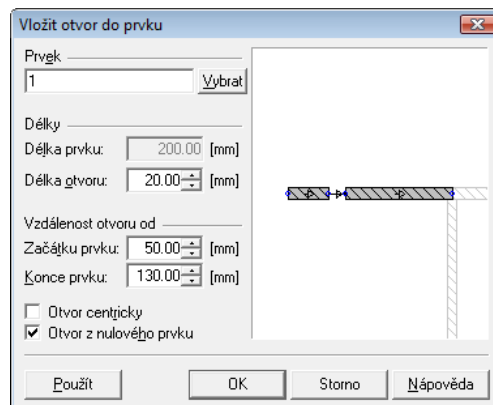
Tlačítko [Zobrazit vše] nebo klávesa [F8] vyplní pracovní plochu aktualizovaným zadáním našeho průřezu.



Obr. 3.16: Výsledné grafické zadání

3.3.7 Vložení otvoru

Otvor pro šroub v horní obrubě můžeme modelovat pomocí nabídky **Upravit** → **Vložit otvor do prvku**. Otevře se následující dialog.



Obr. 3.17: Dialog Vložit otvor do prvku

Klikneme na tlačítko [Vybrat] a pak zvolíme prvek **1** kliknutím v grafice. Kliknutí pravým tlačítkem na pracovní ploše nás vrátí zpět k počátečnímu dialogu. Nyní zadáme: *Délka otvoru 20 mm* a *Vzdálenost otvoru od začátku prvku 50 mm*. Zvětšený obrázek v tomto dialogu se mění dynamicky se zadáním a informuje též o poloze prvku.

Otvor vložíme tlačítkem [OK]. Prvek 1 je rozdělen dvěma uzly. Vytvoří se *Nulový prvek* s tloušťkou $t = 0.00$ mm, který modeluje otvor jako smykově tuhý spoj.

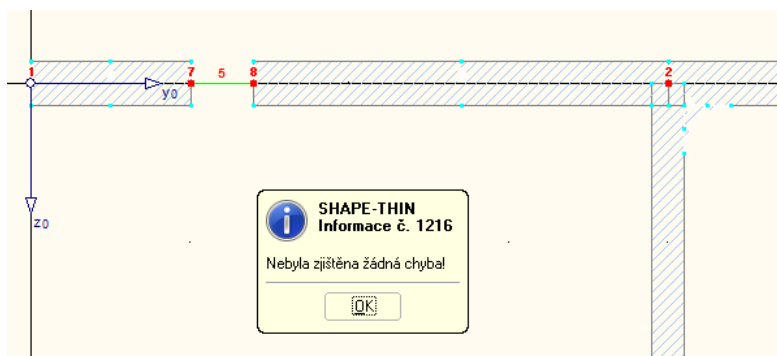
Pokud zkusíme tento příklad v demoverzi programu, vyskytne se problém při pozdějším výpočtu, protože demoverze omezuje výpočet na pouhé čtyři prvky. V případě demoverze je tedy doporučeno postupovat bez tohoto otvoru: klikneme na tlačítko [Zpět] a obnovíme původní nastavení prvku 1.

Demoverze



3.3.8 Kontrola správnosti a uložení

Zadání je ověřeno pomocí nabídky **Nástroje** → **Kontrola správnosti**.



Obr. 3.18: Kontrola správnosti



Data uložíme pomocí nabídky **Soubor** → **Uložit** nebo pomocí odpovídajícího tlačítka v panelu nástrojů. (V demoverzi není možno soubor uložit, pokud obsahuje otvor.)

3.3.9 Kontrola vstupních tabulek

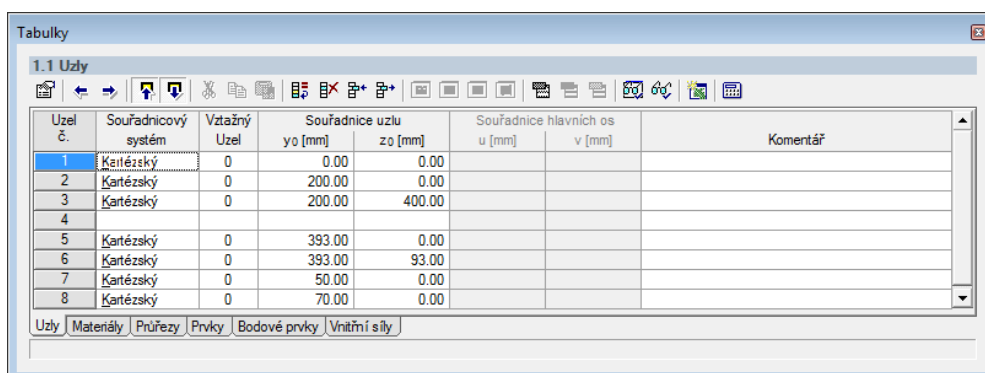
Program SHAPE-THIN nabízí několik možností definice dat. Kompletní grafické zadání se automaticky vkládá do odpovídajících vstupních tabulek ve spodní části obrazovky a naopak. Pokud se tabulky nezobrazují, otevřeme je pomocí nabídky **Zobrazit** → **Tabulky** nebo tlačítka v panelu nástrojů.



V programu je šest různých vstupních tabulek:

- 1.1 Uzly
- 1.2 Materiály
- 1.3 Průřezy
- 1.4 Prvky
- 1.5 Bodové prvky
- 1.7 Vnitřní síly

Mezi jednotlivými tabulkami se pohybujeme kliknutím na příslušnou záložku pod tabulkami. Grafické zadání dosud provedené v našem příkladu můžeme najít v tabulkách *Uzly*, *Prvky* a *Bodové prvky*.



Uzel č.	Souřadnicový systém	Vztahový Uzel	Souřadnice uzlu		Souřadnice hlavních os		Komentář
			y ₀ [mm]	z ₀ [mm]	u [mm]	v [mm]	
1	Kartézský	0	0.00	0.00			
2	Kartézský	0	200.00	0.00			
3	Kartézský	0	200.00	400.00			
4							
5	Kartézský	0	393.00	0.00			
6	Kartézský	0	393.00	93.00			
7	Kartézský	0	50.00	0.00			
8	Kartézský	0	70.00	0.00			

Obr. 3.19: Tabulka 1.1 Uzly

V první tabulce stále chybí zadání ve sloupcích *Souřadnice hlavních os*. Program zde doplní výsledky automaticky po výpočtu průřezu.

Protože byl válcovaný úhelníkový průřez při svém zadání rozdělen na jednotlivé prvky, tabulka 1.3 *Průřezy* je prázdná.

Tabulka 1.4 *Prvky* obsahuje pro každý prvek sloupce *Materiál – označení* a *Tloušťka*, a dále sloupce *Délka*, *Směr* a *Plocha*.

Tabulky

1.4 Prvky

Prvek č.	Materiál- označení	Uzel Počátek	Konec	Tloušťka t [mm]	Oblouk	Parametry oblouku	Délka L [mm]	Směr β [°]	Plocha A [mm ²]	Komentář
1	1 - Steel S 235	1	7	14.00	☐		50.00	0.00	700.00	
2	1 - Steel S 235	2	3	10.00	☐		400.00	90.00	4000.00	
3	1 - Steel S 235	2	5	14.00	☐		193.00	0.00	2702.00	
4	1 - Steel S 235	5	6	14.00	☐		93.00	90.00	1302.00	
5	1 - Steel S 235	7	8	0.00	☐		20.00	0.00	0.00	
6	1 - Steel S 235	8	2	14.00	☐		130.00	0.00	1820.00	
7										

Uzly Materiály Průřezy Prvky Bodové prvky Vnitřní síly

Vyberte materiál pro prvek, nebo stiskněte F7 Vybrat!

Obr. 3.20: Tabulka 1.4 Prvky

V tabulce 1.5 *Bodové prvky* jsou shrnuty všechny vložené nebo odstraněné bodové prvky. Svarový řev se nachází v řádce 5.

Tabulky

1.5 Bodové prvky

Bod. prvek č.	Status	Typ	Materiál- označení	Poloha y _o [mm]	z _o [mm]	Poloměr [mm]	Natočení β [°]	Plocha A [mm ²]	Komentář
1	Vložit	Obdélník	1 - Steel S 235	396.50	-3.50	7.000/7.000	-90.0	49.00	
2	Vložit	Zaoblení	1 - Steel S 235	386.00	7.00	15.000	90.0	48.29	
3	Odebrat	Zaoblení		386.00	93.00	7.500	-90.0	-12.07	
4									
5	Vložit	Zaoblení	1 - Steel S 235	205.00	7.00	15.000	0.0	48.29	
6									
7									

Uzly Materiály Průřezy Prvky Bodové prvky Vnitřní síly

Obr. 3.21: Tabulka 1.5: Bodové prvky



Protože geometrické zadání našeho příkladu nevyžaduje změny, klikneme na záložku **Materiály** nebo nalistujeme tuto tabulku pomocí tlačítek [←][→] v panelu nástrojů tabulky.

3.3.10 Upravit materiál

Vlastnosti materiálu a mezní napětí jsou definovány v tabulce 1.2 *Materiály*.

Tabulky

1.2 Materiály

Materiál č.	Materiál- označení	Modul pružnosti E [N/mm ²]	Smykový modul G [N/mm ²]	Obj. tíha γ [kN/cm ³]	Mez. kluzu $f_{y,k}$ [N/mm ²]	Mezní napětí [N/mm ²]	mezní σ_x	mezní τ	mezní σ_v	Komentář
1	Steel S 235	210000.00	81000.00	7.850E-05	240.00	218.18	125.97	218.18		
2										
3										
4										
5										
6										
7										

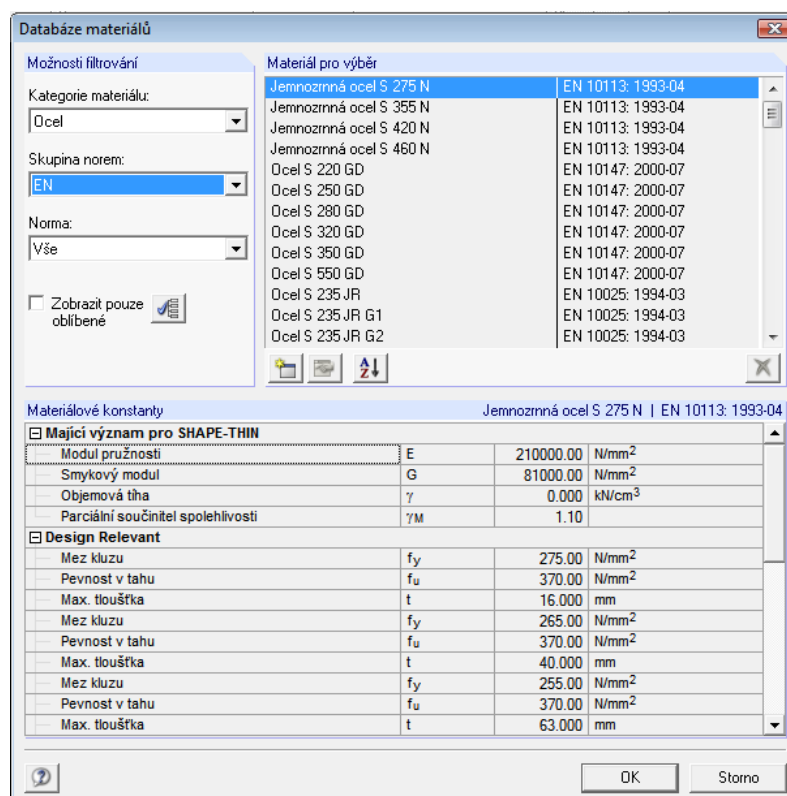
Uzly Materiály Průřezy Prvky Bodové prvky Vnitřní síly

Vyberte označení materiálu, nebo stiskněte F7 Vybrat pro vyvolání databáze materiálů!

Obr. 3.22: Tabulka 1.2 Materiály



Steel S 235 byla přednastavena pro všechny prvky. Do databáze materiálů se dostaneme kliknutím na tuto třídu oceli ve sloupci *Materiál – označení* a potom klikneme na malé tlačítko v poli tabulky (viz horní obrázek). Vyvolá se **Databáze materiálů**.



Obr. 3.23: Dialog Databáze materiálů

V sekci *Možnosti filtrování* vlevo nahoře vybereme v seznamu *Skupina norem* položku **EN**. V sekci *Materiál pro výběr* klikneme na třídu oceli **Steel S 235 JR** a potvrdíme vše pomocí [OK].

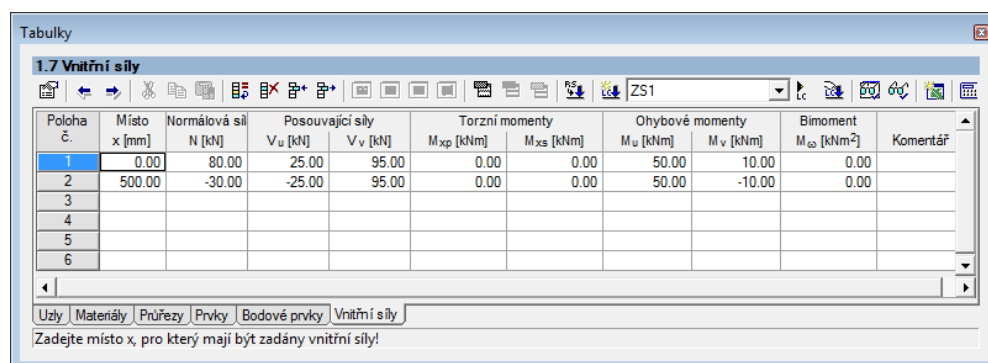
Nové vlastnosti materiálu a *Mezní napětí* σ_x , τ a σ_v se převezmou do tabulky *Materiály*. Zadání je nyní kompletní, pole *Komentář* je jen volitelné.

3.3.11 Definice vnitřních sil



Vnitřní síly (srov. tabulka 3.1, strana 11) můžeme zadat v tabulce 1.7 *Vnitřní síly*. Tabulku zobrazíme kliknutím na příslušnou záložku nebo pomocí tlačítek [←][→].

Rozlišujeme dvojí různé uspořádání vnitřních sil. Místo vytvoření dvou rozdílných zatěžovacích stavů je snazší určit dvě různá návrhová místa x pro jeden zatěžovací stav. V našem příkladu můžeme tato místa definovat libovolně. S prvním zadáním ve sloupci **Místo x** se automaticky vytvoří nový zatěžovací stav **ZS1**. Vložíme do tabulky následující vnitřní síly:



Poloha č.	Místo x [mm]	Normálová síla N [kN]	Posouvající síly V_u [kN], V_v [kN]	Torzní momenty M_{xp} [kNm], M_{xs} [kNm]	Ohybové momenty M_u [kNm], M_v [kNm]	Bimoment M_ω [kNm²]	Komentář
1	0.00	80.00	25.00, 95.00	0.00, 0.00	50.00, 10.00	0.00	
2	500.00	-30.00	-25.00, 95.00	0.00, 0.00	50.00, -10.00	0.00	
3							
4							
5							
6							

Obr. 3.24: Tabulka 1.7 Vnitřní síly

3.4 Výpočet



Zadání je nyní kompletní. Můžeme spustit výpočet průřezových charakteristik a napětí buď pomocí nabídky **Výsledky** → **Zobrazit výsledky**, nebo kliknutím na tlačítko v panelu nástrojů, které je zde zobrazeno nalevo. Výpočet se spustí i stiskem funkční klávesy [F5].

Výsledky se zobrazí ihned po rychlém výpočtu.

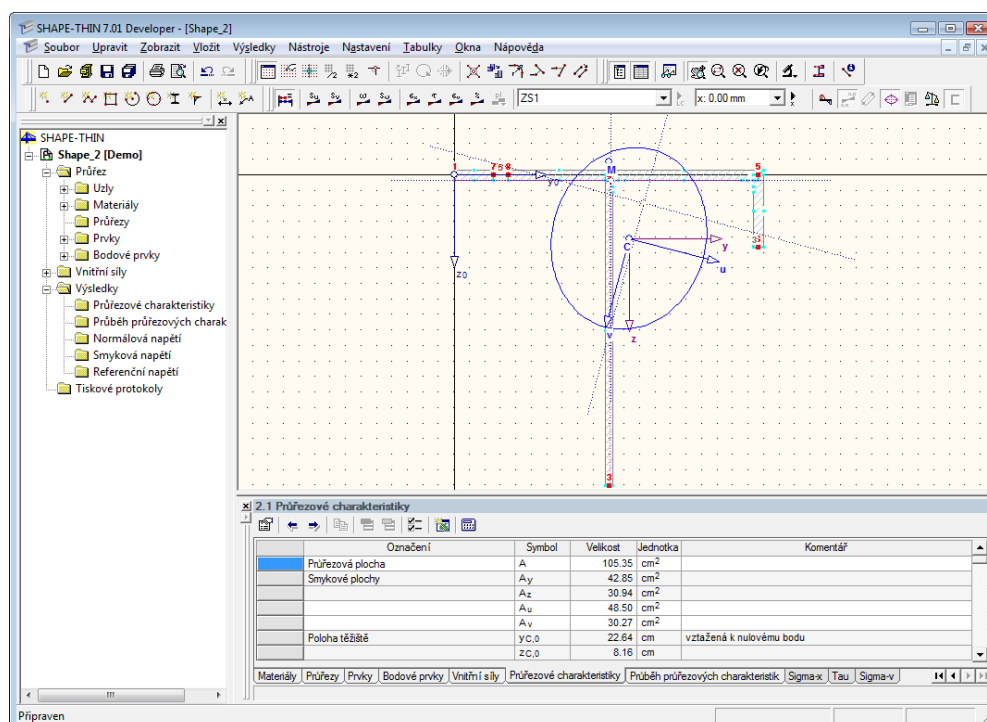
3.5 Výsledky

V grafice průřezu jsou zobrazeny:

- hlavní osy u a v ,
- osy ploch (tečkované čáry)
- těžiště C ,
- osový kříž a
- střed smyku M .

Osa u představuje v našem příkladu hlavní osu průřezu.

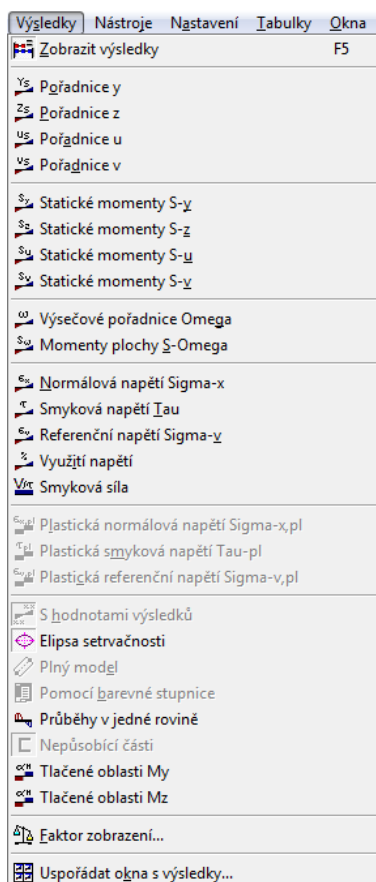
Průřezové hodnoty jsou podrobně uvedeny v tabulce 2.1 *Průřezové charakteristiky*.



Obr. 3.25: Průřez po proběhnutí výpočtu

3.5.1 Výběr výsledků

Zobrazení průřezových charakteristik a napětí můžeme ovládat pomocí hlavní nabídky *Výsledky*.



Obr. 3.26: Hlavní nabídka *Výsledky*

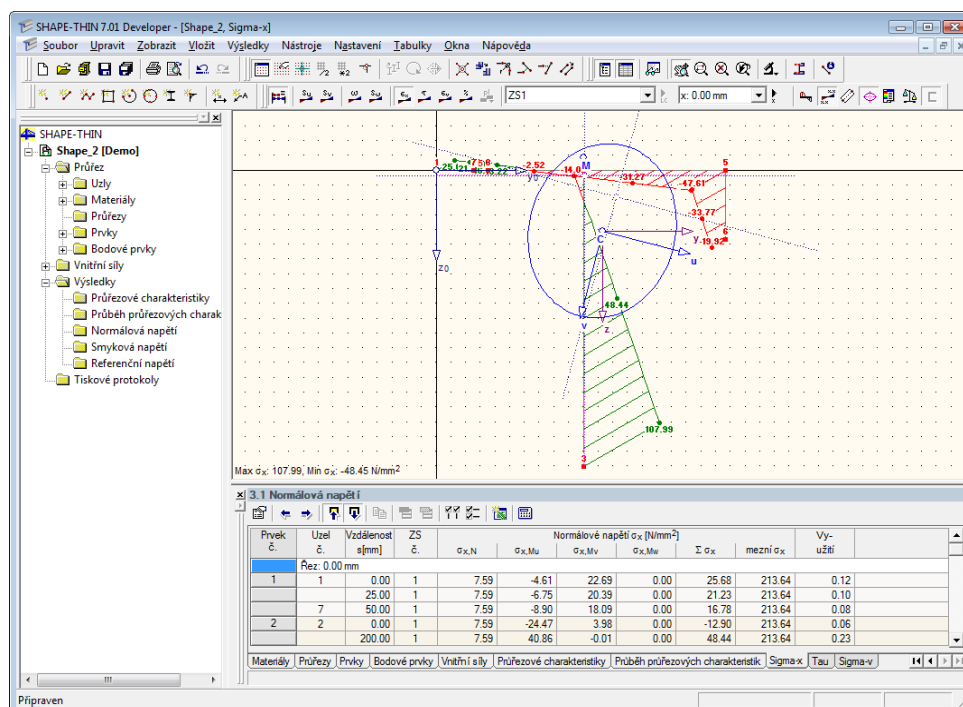
Panel nástrojů *Výsledky* představuje ještě rychlejší možnosti grafického vyhodnocení výsledků a výběr mezi zatěžovacími stavy a místy **x**. Můžeme přejít k dalšímu zatěžovacímu stavu nebo místu **x** pomocí tlačítek [▶] nebo můžeme požadovaný zatěžovací stav či místo **x** vybrat ze seznamu.



Obr. 3.27: Panel nástrojů *Výsledky*



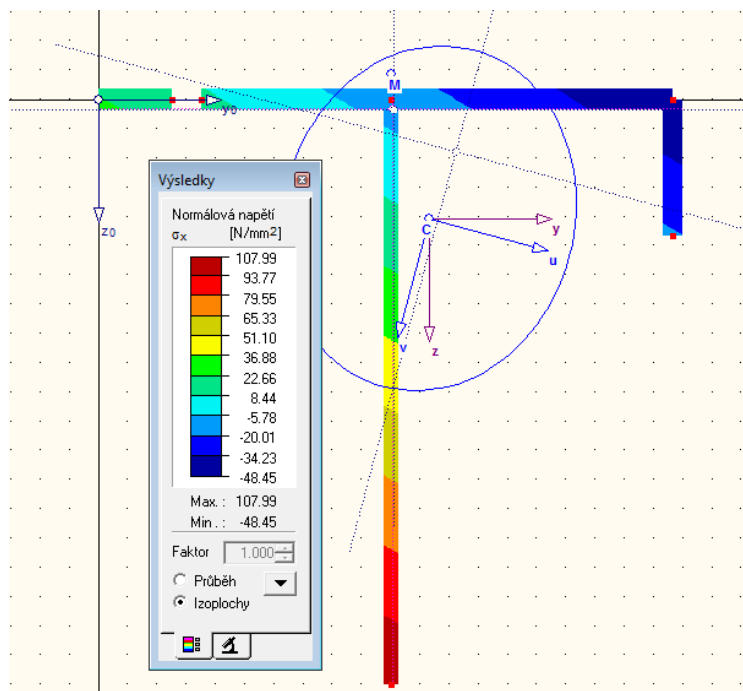
Ujistíme se, že je nastaveno místo **x = 0.00 mm**, a klikneme na tlačítko napětí [σ_x]. Zobrazí se normálová napětí na osách průřezu.

Obr. 3.28: Normálová napětí σ_x

Nyní klikneme dole pod tabulkami na záložku **Sigma-x** a zobrazíme tabulku 3.1 *Normálová napětí*. Zde můžeme podrobně sledovat normálová napětí, která jsou důsledkem konkrétních vnitřních sil v obou návrhových místech x. Pro každý *Prvek* můžeme identifikovat napětí v obou koncových uzlech a uprostřed prvku (sloupec *Vzdálenost s*).



Pomocí nabídky **Výsledky** → **Pomocí barevné stupnice** nebo odpovídajícího tlačítka v panelu nástrojů můžeme zobrazit normálová napětí na průřezu jako izoplochy.



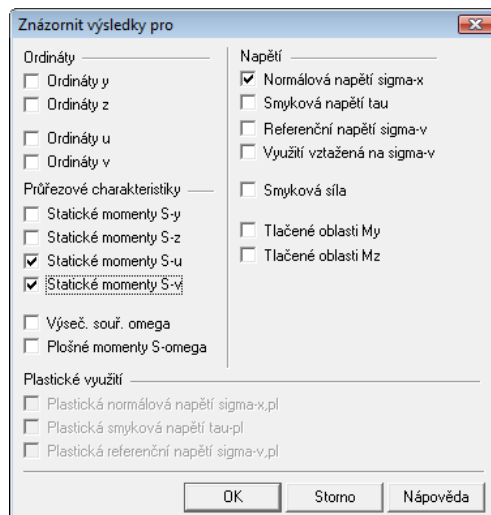
Obr. 3.29: Normálová napětí jako izoplochy

Nyní můžeme rychle procházet různé typy výsledků, grafické i číselné.

3.5.2 Uspořádání oken s výsledky

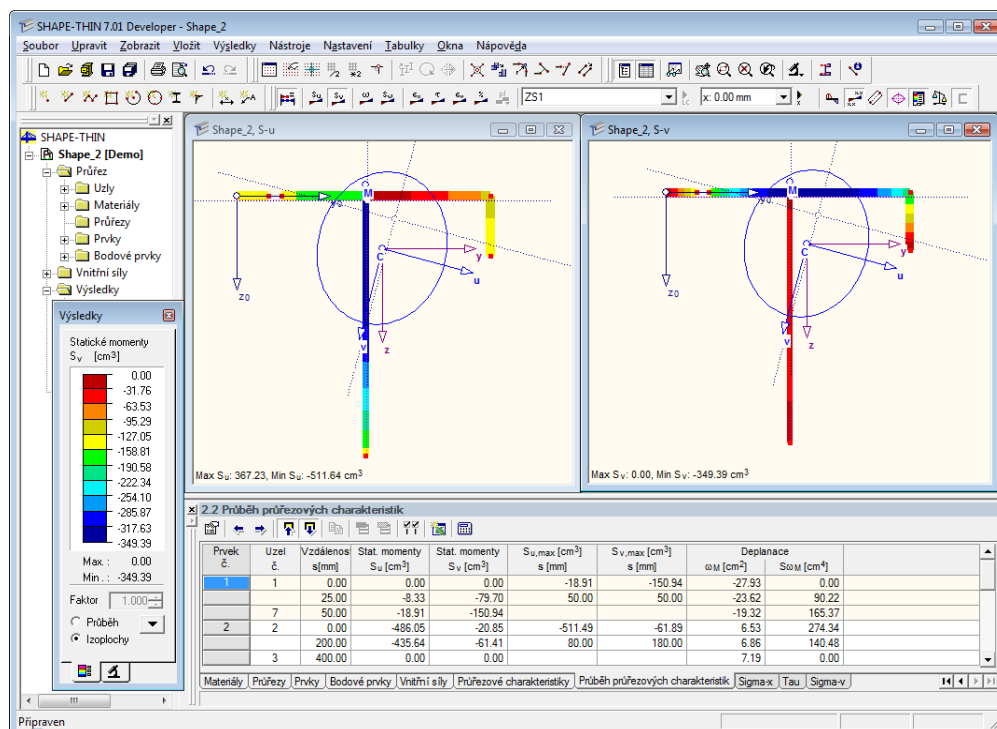


Můžeme zobrazit několik různých typů výsledků současně. Klikneme na tlačítko v panelu nástrojů, které je zde v manuálu zobrazeno nalevo nebo vyvoláme nabídku **Výsledky** → **Uspořádat okna s výsledky**. Otevře se dialog *Znázornit výsledky pro*. Pro náš příklad vybereme pro zobrazení pouze *Statické momenty S_u a S_v* .



Obr. 3.30: Dialog *Znázornit výsledky pro*

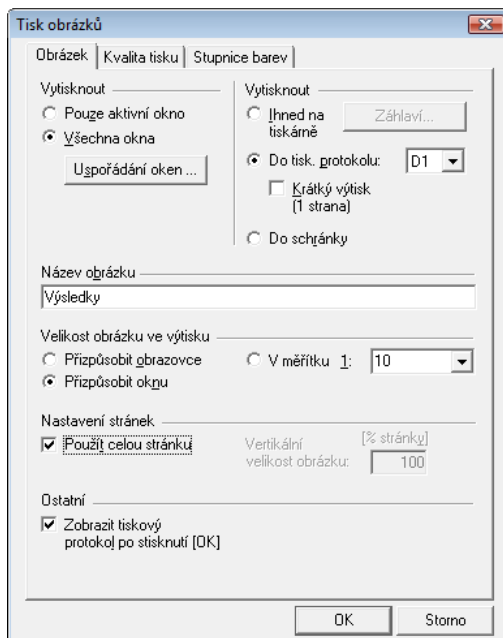
Po kliknutí na [OK] se zobrazí dvě rozdělená okna s vybranými průřezovými charakteristikami. Číslování můžeme vypnout v obou zobrazeních (srov. obr. 3.5, strana 14). Když nyní pomocí kliknutí na odpovídající záložku otevřeme tabulku 2.2 *Průběh průřezových charakteristik*, obrazovka vypadá jako na následujícím obrázku.



Obr. 3.31: Statické momenty S_u a S_v

3.5.3 Tiskový protokol

Abychom tento výstup na obrazovce zachytili v tiskovém protokolu, klikneme na tlačítko [Tisk] v panelu nástrojů nebo zvolíme nabídku **Soubor** → **Tisk**. Otevře se dialog *Tisk obrázků*.



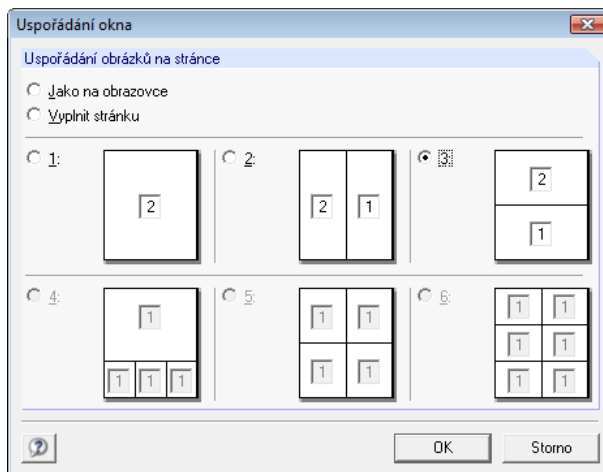
Obr. 3.32: Dialog *Tisk obrázků*

Jak můžeme vidět na předchozím obrázku, je zvoleno toto nastavení:

- *Vytisknout* **Všechna okna**
- *Vytisknout* **Do tiskového protokolu** (není zvoleno **Krátký výtisk (1 strana)**)
- *Velikost obrázku* **Přizpůsobit oknu**
- *Nastavení stránek* **Použít celou stránku**

Uspořádání oken ...

Klikneme na tlačítko [Uspořádání oken], abychom určili, jak bude v protokolu uspořádána grafika.

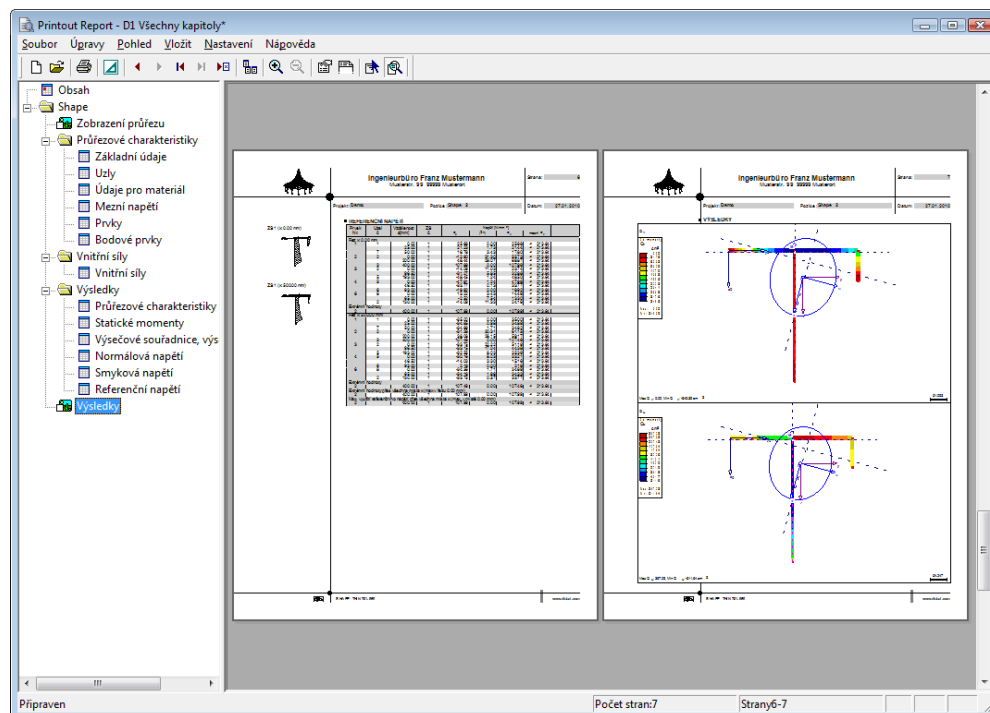


Obr. 3.33: Dialog *Uspořádání oken*

Pro *Uspořádání obrázků na stránce* vybereme možnost **3** a potvrdíme ji tlačítkem [OK].

Záložky *Kvalita tisku* a *Stupnice barev* v předchozím dialogu *Tisk obrázků* obsahují další možnosti pro výstup, například barvu tisku, rámeček, polohu barevné stupnice atd., které si můžeme zhruba prohlédnout.

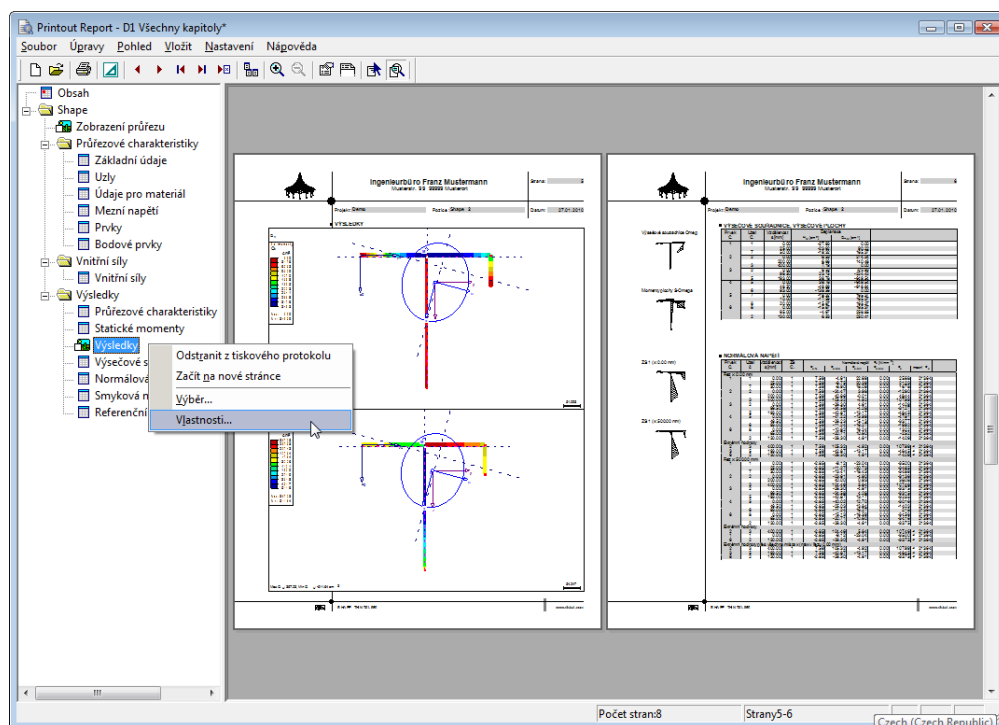
Pokud jsme s nastavením spokojeni, potvrdíme jej v dialogu tlačítkem [OK]. Spustí se tisk obrázku do tiskového protokolu. Po chvíli se objeví tento náhled údajů určených k vytištění.



Obr. 3.34: Tiskový protokol s grafickými výsledky

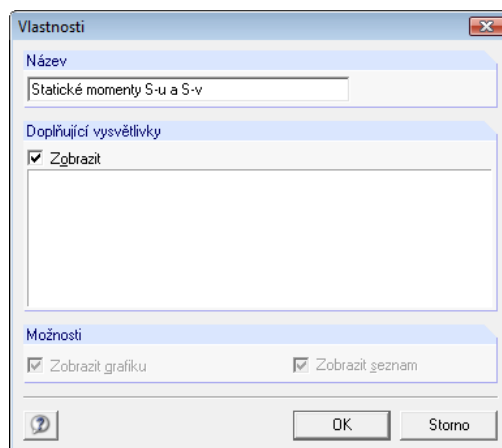
Tiskový protokol tvoří samostatnou součást programu SHAPE-THIN a skládá se ze dvou částí. Na levé straně vidíme *Navigátor tisku*, kde je obsah tiskového protokolu zobrazen v hierarchické struktuře. Jako v programu Průzkumník Windows, můžeme zde otevírat nebo zavírat jednotlivé položky pomocí kliknutí na tlačítka [+] a [-].

Pomocí funkce drag & drop můžeme položky přesouvat a měnit tak obsah. Nyní použijeme tuto funkci k umístění našeho obrázku se statickými momenty – obrázek byl přidán na konec tiskového protokolu – do jiného místa: klikneme na položku *Výsledky* v navigátoru tisku a přesuneme ji pod položku *Statické momenty* a tlačítko pustíme.



Obr. 3.35: Tiskový protokol: Přesouvání grafiky a kontextová nabídka

Když klikneme na jakoukoli položku v navigátoru tisku pravým tlačítkem, otevře se kontextová nabídka s dalšími možnostmi nastavení. Můžeme například změnit název obrázku - klikneme v kontextové nabídce na možnost *Vlastnosti* a do pole *Název* napíšeme nové jméno obrázku **Statické momenty S-u a S-v**.

Obr. 3.36: Dialog *Vlastnosti*

Po kliknutí na [OK] bude vytvořen tiskový protokol se změněným obrázkem.



Když je tiskový protokol kompletně uspořádán, můžeme poslat jeho definitivní podobu do tisku pomocí nabídky **Soubor** → **Tisk** nebo pomocí odpovídajícího tlačítka v tiskovém protokolu.

3.6 Shrnutí úvodního příkladu

Tímto končí náš úvodní příklad. Doufáme, že jsme čtenáři poskytli krátký přehled práce s programem a podnítili zvědavost dozvědět se více o dalších možnostech programu. Podrobný popis všech funkcí programu SHAPE-THIN následuje v následujících kapitolách tohoto manuálu.

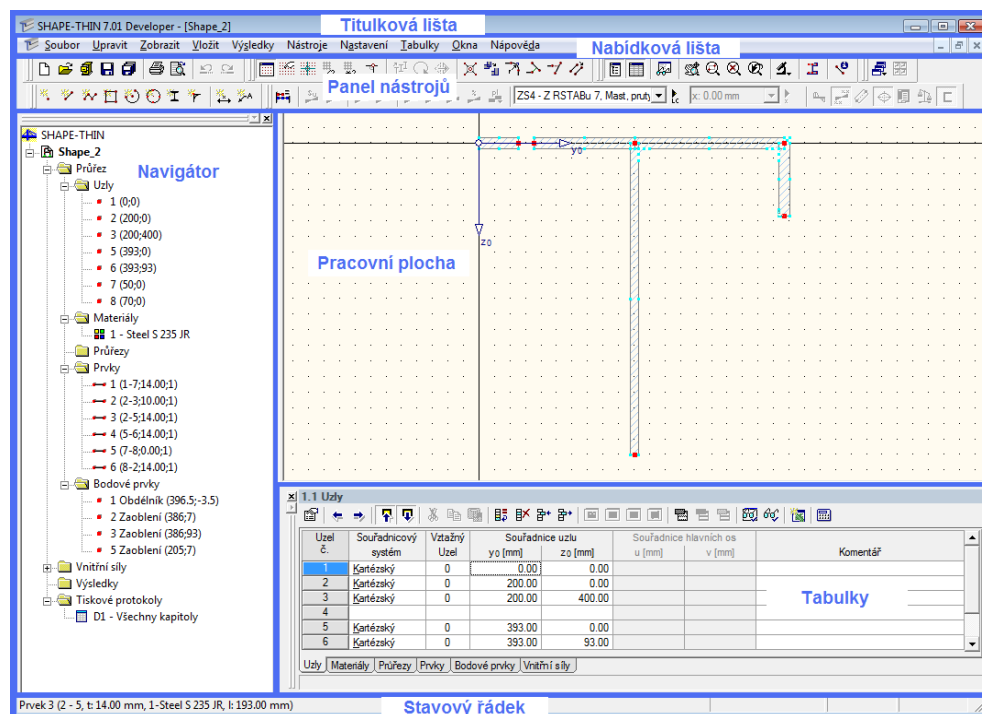
Nápověda k programu SHAPE-THIN, která z tohoto manuálu vychází, se otevře pomocí nabídky **Nápověda** nebo klávesou [F1].

4. Uživatelské prostředí

4.1 Přehled

Když otevřeme jeden z demo příkladů v programu SHAPE-THIN, obrazovka by měla vypadat jako na obr. 4.1. Uživatelské prostředí odpovídá obvyklému standardu Windows™.

Následující obrázek nám ukazuje nejdůležitější části obrazovky.

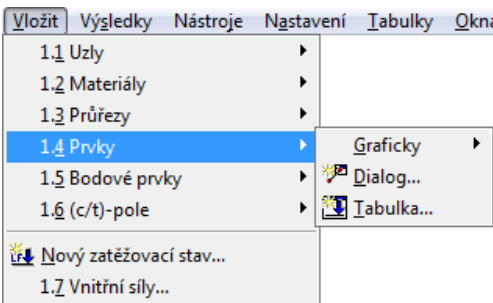


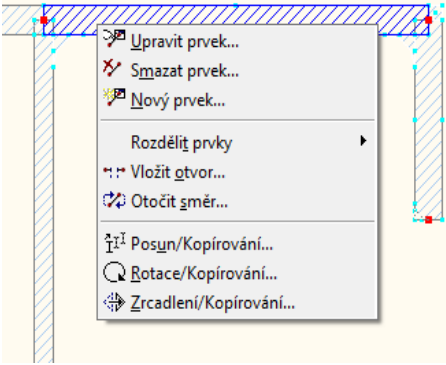
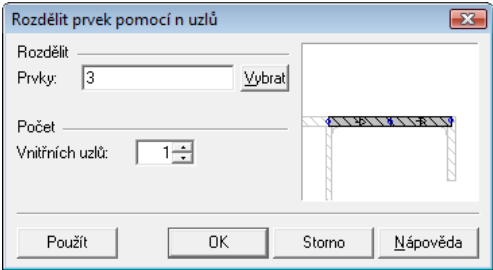
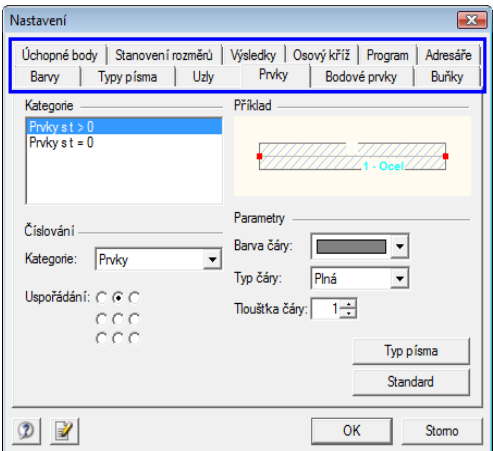
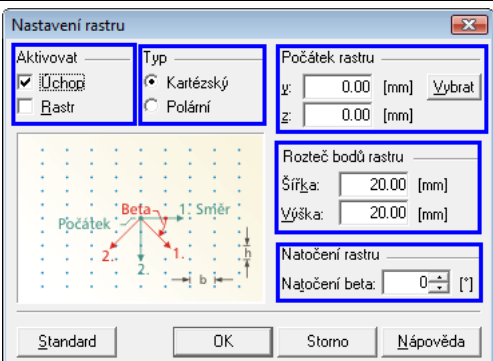
Obr. 4.1: Uživatelské prostředí programu SHAPE-THIN

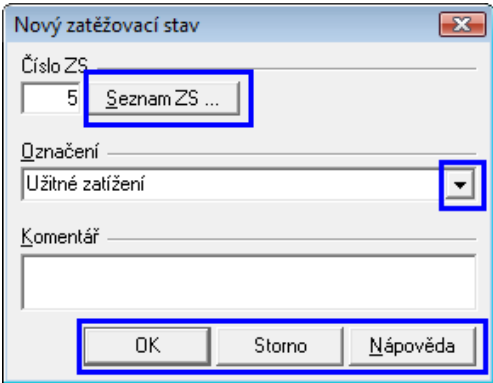
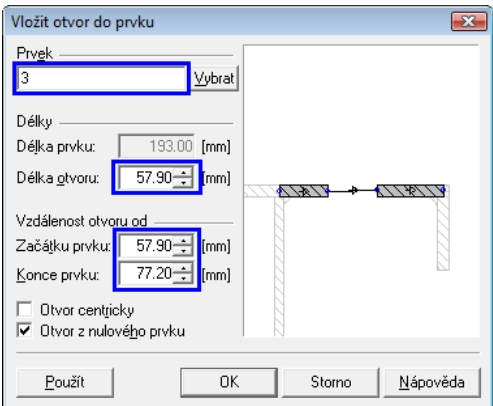
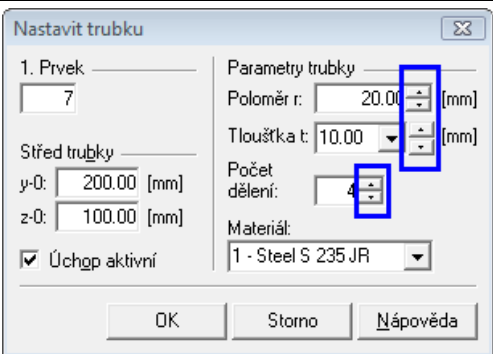
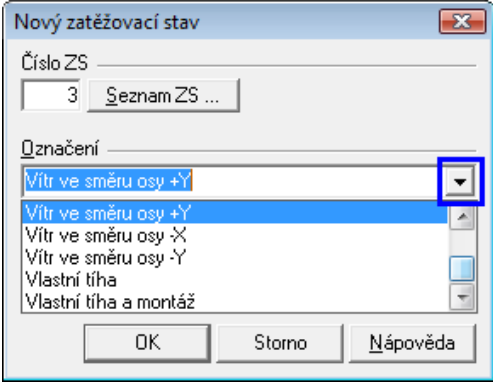
4.2 Názvosloví

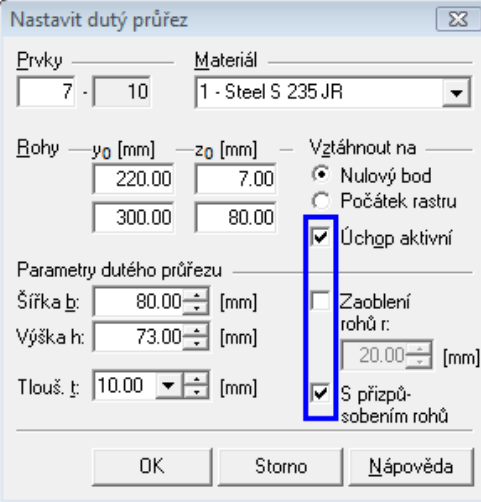
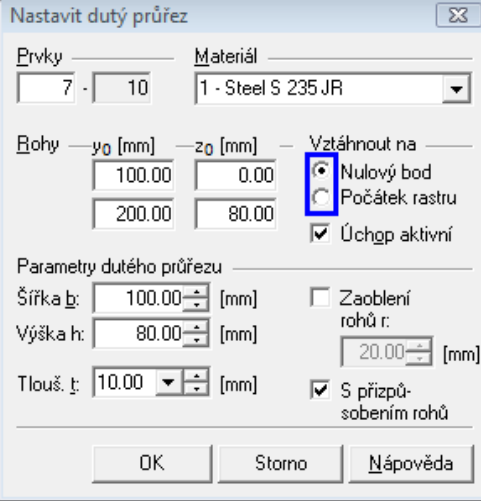
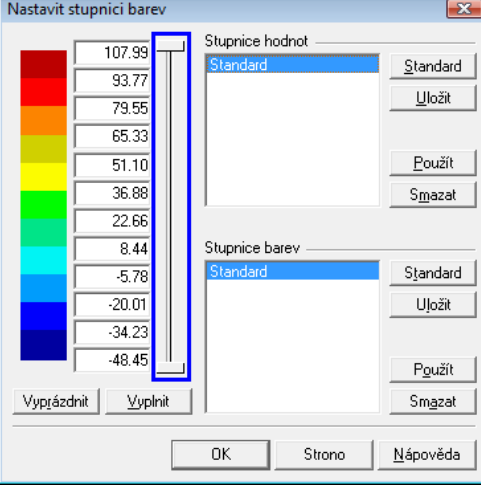
Tato kapitola vysvětluje některé důležité termíny uživatelského prostředí Windows™, které jsou v tomto manuálu často používány.

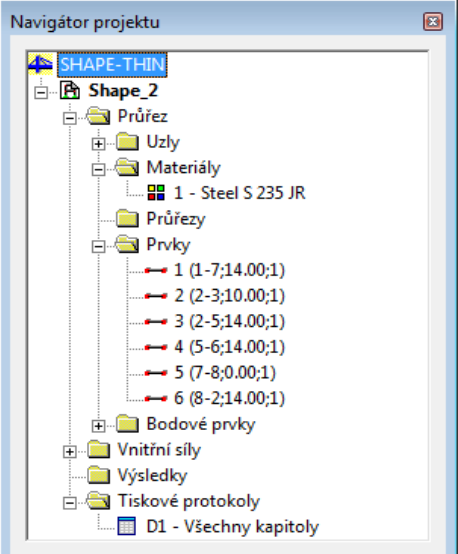
K popisu jednotlivých prvků uživatelského prostředí se používá řada různých názvů. Následující tabulka obsahuje nejběžnější z nich.

Název	Obr.	Synonymum	Vysvětlení
Nabídka		Rozbalovací nabídka	Příkazy a funkce pod titulkovou lištou

Kontextová nabídka		Překryvné menu	Kontextovou nabídku můžeme zobrazit stisknutím pravého tlačítka myši. Obsahuje užitečné příkazy pro práci s vybraným objektem.
Panel nástrojů		Lišta tlačítek	Skupina tlačítek pod nabídkovou lištou
Dialog			Další okno, které se otevře v hlavním okně programu. Slouží k zadání údajů uživatelem.
Záložka			Rozsáhlejší dialogy se skládají z několika záložek. Kliknutí na záložku se zobrazí příslušná stránka dialogu.
Sekce		Skupina, rámeček	Rozličné prvky v dialogu, které k sobě logicky patří.

Tlačítko		Ikona	Kliknutí na tlačítko spustí určitou akci, například se otevře nový dialog nebo se projeví provedené změny.
Vstupní pole		Vstupní rámeček, vstupní rádek	Místo, kam se vkládá text nebo číslice.
Číselník			Dvě malá tlačítka na konci vstupního pole, která zvyšují popř. snižují číselné hodnoty.
Seznam		Posuvný seznam, pole se seznamem	Nabízí výběr různých možností. Někdy mohou být v seznamu zahrnuty termíny definované uživatelem.

Zaškrťovací políčko			Volba Ano/Ne pro danou funkci.
Výběrové pole		Výběrové tlačítko	Výběr z několika možností. Lze vybrat právě jednu z nich.
Posuvník			Slouží k průběžnému nastavení určitých vlastností.

Stromová struktura		Stromový diagram	Uspořádání infor- mací stejným způ- sobem jako v Průzkumníku Windows.
-----------------------	--	---------------------	---

Tabulka 4.1: Názvosloví

4.3 Uživatelské prostředí SHAPE-THIN

Tato kapitola popisuje jednotlivé ovládací prvky programu SHAPE-THIN (srov. obr. 4.1, strana 32). Program se řídí obecnými standardy aplikací pro Windows™.

4.3.1 Nabídková lišta

Nabídka programu SHAPE-THIN pod titulkovou lištou obsahuje všechny programové funkce. Jsou seskupeny do logických celků.

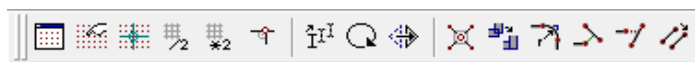
Nabídku můžeme otevřít kliknutím nebo pomocí kombinace kláves [Alt] a odpovídajícího písmena, které je v nabídce podtrženo. Po otevření nabídky máme přístup k jednotlivým položkám – příkazům, funkcím. Určitý příkaz můžeme opět vybrat pomocí myši nebo kláves odpovídajícím podtrženému písmenu položky. Další možností je výběr položky pomocí kurzorových kláves [↑] a [↓] a spuštění příkazu klávesou [Enter].

Vedle určitých položek nabídky jsou uvedeny tzv. klávesové zkratky, které odpovídají standardům Windows™ a můžeme je tedy použít k provedení určitých příkazů, např. [Ctrl]+[S] pro uložení dat.

4.3.2 Panely nástrojů

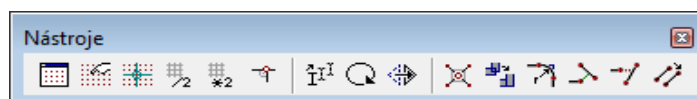
Pod nabídkovou lištou se nachází množství tlačítek, která představují přímý přístup k nejdůležitějším funkcím. Když chvíli ponecháme kurzor myši na určitém tlačítku, objeví se krátká informace o daném tlačítku – *tooltip*.

Panely nástrojů lze přizpůsobit požadavkům uživatele. Umístění určitého panelu nástrojů můžeme změnit pomocí myši, uchopíme jej za levý okraj a přesuneme na jiné místo.



Obr. 4.2: Panel nástrojů

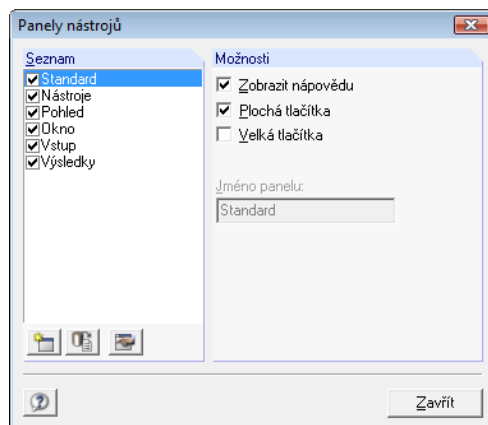
Jakmile přesuneme panel nástrojů na pracovní plochu, změní se na „plovoucí“ panel v daném aktivním okně.



Obr. 4.3: Plovoucí panel nástrojů Nástroje

Panel nástrojů vrátíme do původního umístění pomocí myši nebo dvojím kliknutím na jeho titulek.

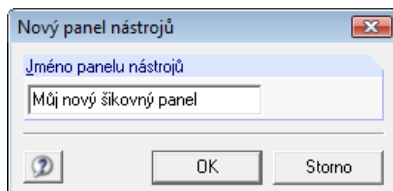
Nabídka **Zobrazit** → **Přizpůsobit panely nástrojů** otevře dialog, ve kterém můžeme změnit obsah jednotlivých panelů i jejich vzhled.



Obr. 4.4: Dialog Panely nástrojů

V tomto dialogu jsou obsaženy všechny dostupné panely nástrojů. Pokud je určitý panel nástrojů viditelný, jeho políčko je zaškrtnuto v sekci *Seznam*. Pokud chceme nějaký panel nástrojů skrýt, zrušíme výběr příslušného zaškrťovacího políčka kliknutím.

Nový panel nástrojů, přizpůsobený potřebám uživatele, lze vytvořit po kliknutí na tlačítko [Nový panel nástrojů].



Obr. 4.5: Vytvoření nového panelu nástrojů

Otevře se dialog, kam můžeme vložit jméno nového panelu nástrojů. Po kliknutí na [OK] se v dialogu *Přizpůsobit panely nástrojů* (viz následující obrázek) objeví nová záložka *Příkazy*, kde můžeme vybrat jednotlivá tlačítka, která bude nový panel nástrojů obsahovat.

Jméno nového panelu můžeme změnit ve vstupním poli *Jméno panelu*.

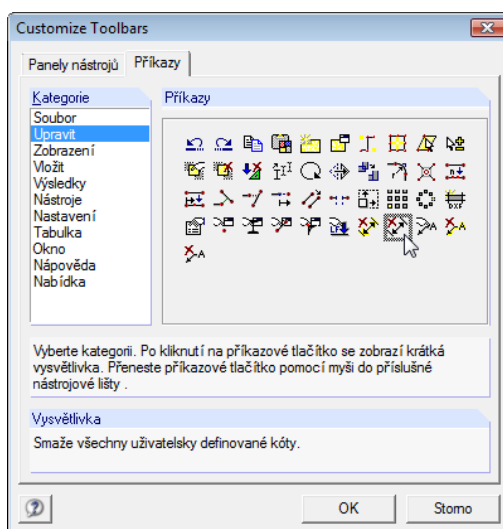


Pomocí tlačítka [Výchozí] se vrátíme k původnímu nastavení. Pokud je uživatelem definovaný panel nástrojů označen v seznamu nalevo, bude odstraněn. Výchozí panely nástrojů nemůžeme odstranit, pouze skrýt.

Pro nastavení vzhledu a dalších možností máme k dispozici tři zaškrťovací políčka.

<i>Zobrazit nápovědu</i>	Když umístíme kurzor myši na tlačítko, objeví se krátké vysvětlení jeho funkce.
<i>Plochá tlačítka</i>	Když umístíme kurzor myši na tlačítko, objeví se jeho obrysy. Jinak zůstávají tlačítka plochá, bez obrysů.
<i>Velká tlačítka</i>	Tlačítka se zvětší.

Tabulka 4.2: Možnosti zobrazení tlačítek



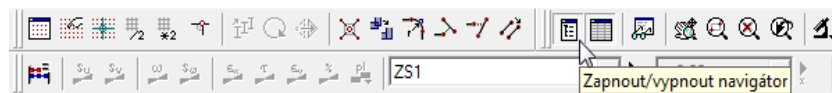
Obr. 4.6: Dialog *Přizpůsobit panely nástrojů*, záložka *Příkazy*

Záložka *Příkazy* tohoto dialogu se zpřístupní, když vytváříme nový panel nástrojů nebo když klikneme na tlačítko [Upravit panel nástrojů]. Zde můžeme nastavit jednotlivé příkazy, které jsou rozděleny do kategorií. Když jednu ve sloupci *Kategorie* vybereme, zobrazí se napravo všechna tlačítka, která do ní patří. Po kliknutí na některé z tlačítek se v sekci *Vysvětlivka* objeví krátký popis jeho funkce. Tlačítka můžeme umístit na daný panel nástrojů pomocí funkce drag & drop.

Když chceme určité tlačítko z panelu nástrojů odstranit, zmáčkneme klávesu [Alt] a přetáhneme tlačítko na pracovní plochu.

4.3.3 Navigátor

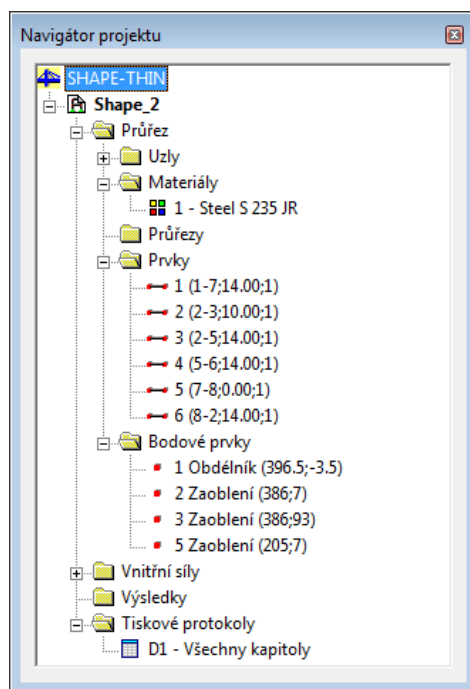
Navigátor je zobrazen na levé straně pracovního okna. Můžeme jej zapnout a vypnout pomocí tlačítka v panelu nástrojů *Pohled* nebo pomocí nabídky **Zobrazit** → **Navigátor**.



Obr. 4.7: Tlačítko [Zapnout/vypnout navigátor] v panelu nástrojů *Pohled*

Co se týká ovládání, navigátor je podobný panelu nástrojů. Můžeme ho uchopit pomocí myši za jeho horní lištu a posouvat po pracovní ploše. Do původního umístění při levé nebo pravé straně se navigátor dostane dvojím kliknutím na jeho titulek nebo přesunutím na levý či pravý okraj.

Přehledně uspořádaná stromová struktura ukazuje všechna data daného průřezu. [+] otevře další větve tohoto stromu, [-] položky opět zavře. Dvojí kliknutí na položku má stejný účinek.



Obr. 4.8: Navigátor

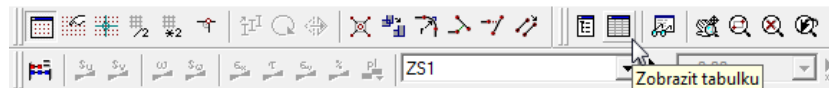
V navigátoru jsou zahrnuta všechna vstupní a výstupní data. Dvojí kliknutí na určitou konečnou položku vyvolá dialog, kde můžeme změnit její parametry. Kliknutí na tuto položku pravým tlačítkem otevře kontextovou nabídku, která obsahuje nejdůležitější funkce týkající se dané položky.

Objekty, které byly nesprávně definovány, jsou označeny hvězdičkou.

4.3.4 Tabulky



Tabulky s číselnými údaji se nacházejí u spodního okraje okna programu SHAPE-THIN. Můžeme je zapnout a vypnout pomocí nabídky **Zobrazit** → **Tabulky** nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů *Pohled*.



Obr. 4.9: Tlačítko [Zobrazit tabulku] v panelu nástrojů *Pohled*

Veškeré údaje můžeme zadávat v číselné podobě v tabulkách. Několik výkonných funkcí umožňuje velice efektivní zadání (více podrobností v kapitole 10.3, strana 186).

Postupné zadávání po jednotlivých tabulkách zaručí, že všechny údaje budou zpracovány. Tabulky odrážejí vnitřní uspořádání dat v programu SHAPE-THIN. Z tohoto důvodu struktura kapitol 5 a 7 v tomto manuálu odpovídá pořadí tabulek.

Co se týká ovládání, tabulka je podobná panelu nástrojů. Můžeme ji uchopit pomocí myši za horní lištu a posouvat po pracovní ploše. Do svého původního umístění se tabulka dostane dvojím kliknutím na titulek nebo přesunutím tabulky dolů, na levý či pravý okraj.



Když vybereme určitý řádek v tabulce, pak odpovídající prvek je zvýrazněn v grafice. A naopak, pokud vybereme určitý prvek v grafice, odpovídající řádek v tabulce se zvýrazní. Tuto synchronizaci výběru můžeme ovládat pomocí nabídky **Tabulky** → **Nastavení** nebo pomocí dvojice tlačítek, znázorněných zde v manuálu nalevo.

4.3.5 Stavový řádek

Stavový řádek je umístěn na dolním konci okna programu SHAPE-THIN. Pomocí nabídky **Zobrazit** → **Stavový řádek** jej můžeme zapnout nebo vypnout.

Stavový řádek je rozdělen na dvě části.

Levá část

Prvek 3, s: 84.70 mm, h: 0.00 mm, Sigma-x: -29.17 N/mm²

Obr. 4.10: Stavový řádek, levá část

Text, který se zde zobrazuje, závisí na aktivní programové funkci. Když kurzor myši spočívá na některém objektu v grafice, objeví se zde informace o tomto objektu.

Tuto část stavového řádku je třeba sledovat. Podává užitečné informace o tlačítkách nebo vstupních polích v dialogích.

Pravá část

Y=70.00 mm Z=7.00 mm

Obr. 4.11: Stavový řádek, pravá část

Tato část stavového řádku ukazuje aktuální souřadnice uzlů nebo kurzoru myši při nastavování prvků nebo uzlů.

4.3.6 Řídicí panel



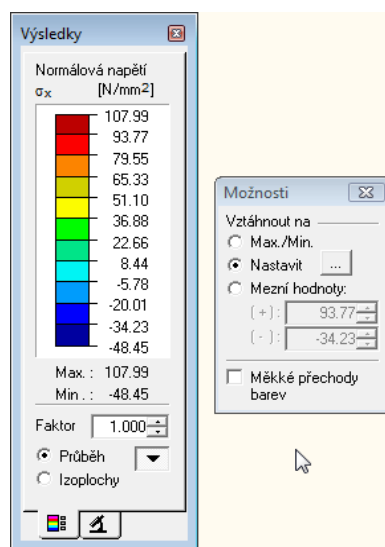
Při zobrazení napětí nebo využití máme k dispozici několik možností ovládání grafických výsledků pomocí **panelu**. Nabídka

Výsledky → **Pomocí barevné stupnice**

nebo odpovídající tlačítko otevřou či zavřou tento panel.

Tento panel obsahuje dvě záložky.

Stupnice barev

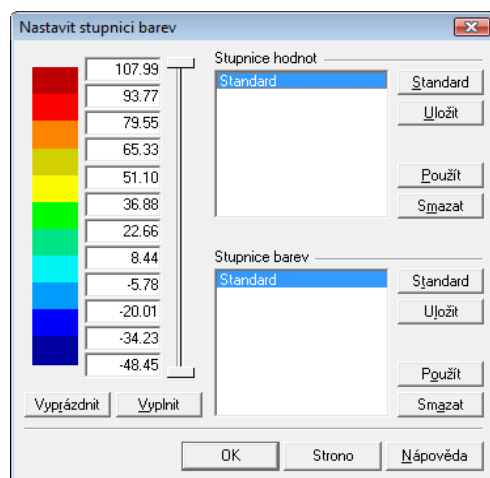


Obr. 4.12: Panel, záložka *Stupnice barev* se zvoleným tlačítkem [▼]

Při výběru možnosti vícebarevného zobrazení ukáže tato záložka stupnici barev s danými intervaly hodnot. Standardně je nastavená stupnice s 11 barvami, která pokrývá celý rozsah mezi extrémními hodnotami v ekvidistantních intervalech.



Stupnici barev můžeme nastavit dvojným kliknutím na jednu z barev. Také můžeme použít tlačítko [▼] vpravo dole, které otevře další dialog *Možnosti*, a pak *Nastavit* hodnoty izoploch a barevných stupnic pomocí tlačítka [...]. Objeví se následující dialog:



Obr. 4.13: Dialog *Nastavit stupnici barev*

Pomocí dvou svislých posuvných tlačítek napravo od číselných hodnot můžeme snížit počet barev z obou stran. Dále můžeme upravit jednotlivé barvy dvojím kliknutím na příslušnou barvu.

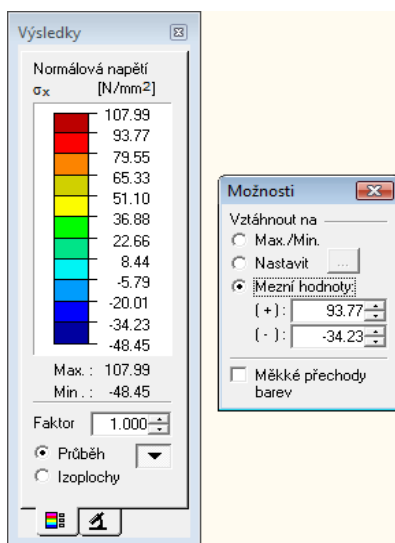
Také můžeme hodnoty stupnice přizpůsobit našim požadavkům. Měl by se však zachovat stoupající nebo klesající charakter. Tlačítka v sekci *Stupnice hodnot* nám pomáhají s přiřazením hodnot. Jejich význam je následující:

Tlačítko	Funkce
Standard	Standardně je nastaveno 11 barevných zón.
Uložit	Stupnice hodnot se uloží jako globální vzorek.
Použít	K zobrazení výsledků se použije aktuální nastavení.
Smazat	Stupnice hodnot nebo barev definovaná uživatelem se smaže.
Vyprázdnit	Všechny hodnoty ve vstupních polích se smažou.
Vyplnit	Hodnoty jsou ekvidistantně vloženy mezi maximum a minimum v závislosti na barevných zónách.

Tabulka 4.3: Tlačítka v dialogu *Nastavit stupnici barev*



Když klikneme na tlačítko [▼], objeví se další možnosti nastavení v malém dialogu.

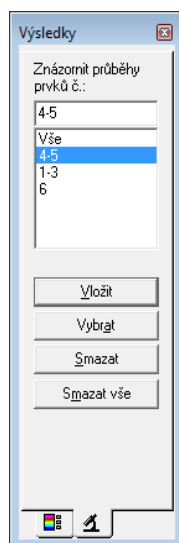


Obr. 4.14: Dialog *Možnosti*, *Mezní hodnoty* (+)/(-)

Možnost *Mezní hodnoty* dovoluje podrobné vyhodnocení v určité oblasti. Každé překročení horních nebo dolních mezí bude vyznačeno jednou barvou. Například nastavení na horním obrázku znamená, že budou podrobně škálována normálová napětí v intervalu $\pm 100 \text{ N/mm}^2$.

Když zaškrtneme políčko *Měkké přechody barev*, ostré hranice mezi barevnými rozsahy zmizí. Tato možnost zobrazení spojitých barevných přechodů nezávisí na zvoleném nastavení pro hodnoty výsledků.

Filtr



Obr. 4.15: Panel, záložka *Filtr*

Záložka *Stupnice barev* může být použita k obecnému třídění výsledků. Záložka *Filtr* nám však umožňuje ovládat zobrazení výsledků pro vybrané prvky.

Čísla příslušných prvků můžeme určit ve vstupním poli *Znázornit průběhy prvků č.:*. Funkce filtrování výsledků se spustí pomocí [Vložit]. Čísla můžeme také vložit přímo z grafiky pomocí tlačítka [Vybrat] (vícenásobný výběr pomocí okna vytvořeného tahem myši nebo se stisknutou klávesou [Ctrl]). Pak můžeme použít tlačítko [Vložit].

4.3.7 Standardní tlačítka

Určitá tlačítka se používají v mnoha dialogích. Když na ně umístíme kurzor myši, objeví se krátký popis funkce tlačítka.

Tato standardní tlačítka uvádíme v následujícím přehledu.

Tlačítko	Název	Funkce
	Nový	Otevře dialog, kde můžeme objekt definovat.
	Upravit	Otevře dialog, kde můžeme objekt upravovat.
	Vybrat	Grafický výběr
	Převzít	Převezme údaje z aktuálního výběru
	Databáze	Otevře databázi uložených údajů
	Nápověda	Otevře funkci nápovědy
	Použít	Aplikuje změny, aniž by se dialog zavřel
	Nastavení	Otevře dialog pro podrobné nastavení
	Jednotky a desetinná místa	Nastavení pro jednotky a desetinná místa → kapitola 10.4.3, strana 198.
	Standard	Obnoví standardní nastavení
	Nastavit jako standard	Uloží aktuální nastavení jako standardní
	Písmo	Možnost definovat písma a jejich velikosti
	Informace	Zobrazí informaci o objektu
	Převést vybrané	Převede vybrané položky z jednoho seznamu do druhého
	Převést vše	Převede všechny položky z jednoho seznamu do druhého
	Uložit	Uloží položku definovanou uživatelem
	Převzít	Převezme uloženou položku
	Vybrat	Vybere určité objekty nebo všechny objekty
	Zrušit výběr	Smaže nebo zruší výběr všech položek

Tabulka 4.4: Standardní tlačítka

4.3.8 Funkční klávesy a klávesové zkratky

Přestože používáme grafické uživatelské prostředí, pro zkušené uživatele může být užitečné vyvolat často používané funkce pomocí klávesových zkratk. Zde je jejich přehled:

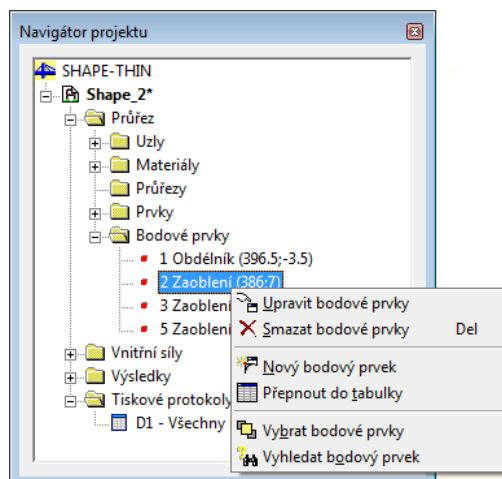
[F1]	Nápověda
[F2]	Následující tabulka
[F3]	Předchozí tabulka
[F5]	Spustit výpočet
[F7]	Funkce výběru v tabulkách
[F8]	Zobrazí celý průřez – <i>Zobrazit vše</i>
[F9]	Zavolá program <i>Kalkulačka</i>
[F10]	Nabídková lišta
[F12]	Uloží průřez pod jiným jménem
[Alt]	Nabídková lišta
[Ctrl+2]	Zkopíruje řádek tabulky do následujícího řádku
[Ctrl+A]	Udělat znovu
[Ctrl+C]	Kopíruje do schránky
[Ctrl+F]	Vyhledává v tabulce
[Ctrl+G]	Generuje položky v tabulce
[Ctrl+H]	Hledá položky v tabulce a nahrazuje je
[Ctrl+I]	Vkládá řádky do tabulky
[Ctrl+L]	Přejde na určité číslo řádku v tabulce
[Ctrl+N]	Vytvoří nový průřez
[Ctrl+O]	Otevře průřez
[Ctrl+P]	Tiskne obrázek na tiskárně nebo jej pošle do tiskového protokolu či do schránky
[Ctrl+R]	Smaže řádek v tabulce
[Ctrl+S]	Uloží průřez
[Ctrl+U]	Zruší výběr v tabulce
[Ctrl+V]	Vloží ze schránky
[Ctrl+X]	Vyjme položky z tabulky
[Ctrl+Y]	Smaže obsah řádku v tabulce
[Ctrl+Z]	Funkce <i>Zpět</i>
[+] [-]	Funkce zoomu (na numerické klávesnici)

Tabulka 4.5: Funkční klávesy a klávesové zkratky

4.3.9 Kontextové nabídky

Pro většinu prvků můžeme otevřít kontextovou nabídku pravým kliknutím. Obsahuje užitečné položky pro vybraný objekt.

Kontextové nabídky můžeme používat v grafice, navigátoru a tabulkách programu SHAPE-THIN.



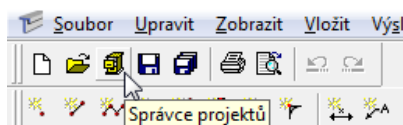
Obr. 4.16: Kontextová nabídka *Bodové prvky* v navigátoru

4.4 Správa souborů

Program SHAPE-THIN obsahuje nástroj ke správě průřezů, nazvaný *Správce projektů*, který pomáhá uspořádat všechny uživatelem vytvořené průřezy. Je při tom možné spravovat několik průřezů pod jedním projektem.

4.4.1 Správce projektů

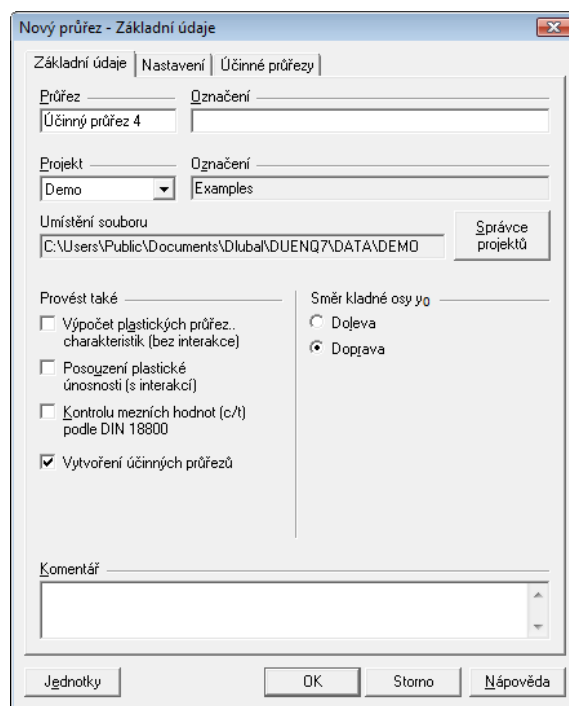
Správce projektů můžeme spustit pomocí odpovídajícího tlačítka na standardním panelu nástrojů nebo pomocí nabídky **Soubor** → **Správce projektů**.



Obr. 4.17: Tlačítko *Správce projektů* na panelu nástrojů

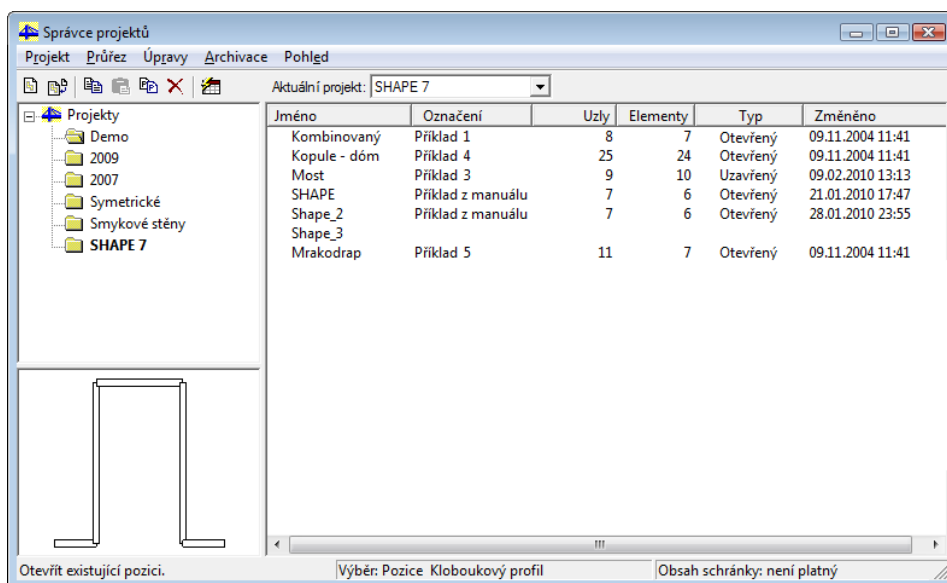
Správce
projektů

Také dialog *Základní údaje* obsahuje tlačítko, které otevře *Správce projektů*.



Obr. 4.18: Dialog *Základní údaje*

Po zavolání *Správce projektů* se otevře okno, které se skládá ze tří částí. Toto okno má svoji vlastní nabídku i panel nástrojů.



Obr. 4.19: Správce projektů

Navigátor projektů

V levé horní části okna se nachází navigátor, který obsahuje seznam všech existujících projektů. Aktuální projekt se zobrazí tučným písmem. Můžeme vybrat jiný projekt jako „aktuální“, buď pomocí dvojího kliknutí, nebo ze seznamu *Aktuální projekt* v panelu nástrojů.

Tabulka průřezů

Průřezy jsou zde uvedeny se svými jmény, označením, čísly uzlů a elementů. Seznam dále obsahuje typ průřezu a datum poslední změny.

Náhled průřezu

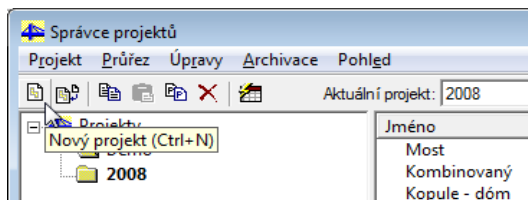
Když vybereme jeden průřez z tabulky, jeho grafické znázornění se objeví v levé spodní části *Správce projektů*.

4.4.1.1 Projekty

Vytvoření nového projektu

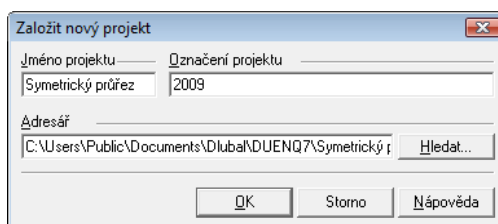
Nový projekt vytvoříme pomocí

- nabídky **Projekt → Nový**
- tlačítka [Nový projekt] v panelu nástrojů.



Obr. 4.20: Tlačítko Nový projekt

V dialogu, který se otevře, musíme zadat *Jméno projektu* a *Adresář*. Tlačítko [Hledat] použijeme pro určení cesty k adresáři. Také můžeme vyplnit krátký popis projektu v poli *Označení projektu*.



Obr. 4.21: Dialog Založit nový projekt

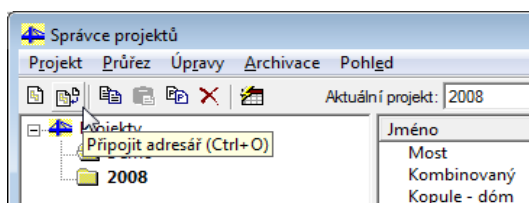
Pomocí [OK] vytvoříme nový adresář se jménem projektu na místním nebo síťovém disku.

Označení projektu se objeví v nadpisu tiskového protokolu a nemá žádné další použití.

Připojení existujícího adresáře

Tuto funkci vyvoláme pomocí

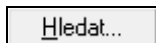
- nabídky **Projekt** → **Připojit adresář**
- tlačítka [Připojit adresář] v panelu nástrojů.



Obr. 4.22: Tlačítko Připojit adresář

Nezáleží na tom, zda je adresář určený k připojení umístěn na lokálním nebo síťovém disku. Je připojen pouze logicky, jinak je ponechán na původním místě, podobně jako vytvoření zástupce na ploše. Veškeré informace o projektech jsou uloženy v souboru **DU_PRO.DLP**, který se nachází v adresáři **..\Dlubal\Stammdat**.

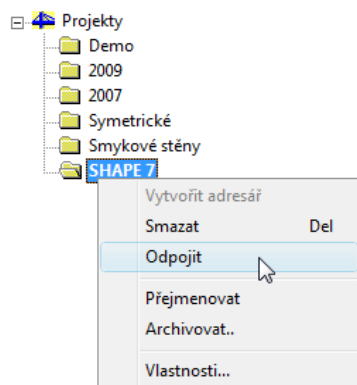
Je třeba zadat *Jméno projektu* a *Označení projektu*. Pak nastavíme cestu pro *Adresář*, který bude připojen, pomocí tlačítka [Hledat].



Odpojení projektového adresáře

Tuto funkci vyvoláme pomocí

- nabídky **Projekt** → **Odpojit** (musí být vybrán určitý projekt)
- kontextové nabídky určitého projektu.



Obr. 4.23: Kontextová nabídka projektu

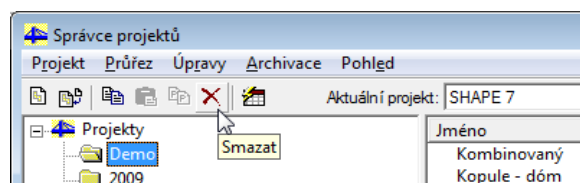
Projekty, které jsou propojeny s daným adresářem pomocí *Správce projektů*, jsou odstraněny z interní správy, ale tento adresář se všemi údaji není smazán z pevného disku.

Smazání projektu



Projekt můžeme smazat pomocí

- nabídky **Úpravy** → **Smazat** (musí být vybrán určitý projekt)
- tlačítka [Smazat] v panelu nástrojů
- kontextové nabídky projektu v navigátoru.



Obr. 4.24: Tlačítko Smazat

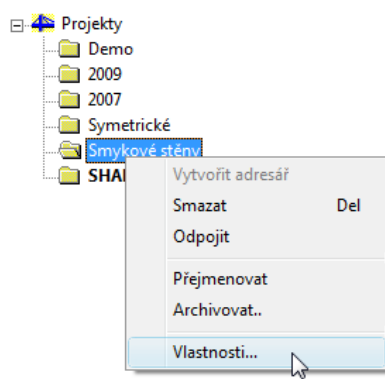


Adresář na pevném disku bude smazán s celým svým obsahem. Pokud tento adresář obsahuje kromě souborů programu SHAPE-THIN také jiné soubory, budou též smazány.

Změna označení projektu

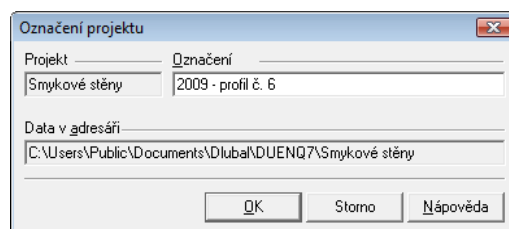
Tuto funkci vyvoláme pomocí

- nabídky **Projekt** → **Vlastnosti** (musí být vybrán určitý projekt)
- kontextové nabídky projektu v navigátoru.



Obr. 4.25: Kontextová nabídka projektu

Popis projektu můžeme změnit v dialogu *Označení projektu*. Zde se kromě *Označení* objeví i umístění projektu na pevném disku.



Obr. 4.26: Dialog *Označení projektu*

Když chceme projekt přejmenovat, můžeme použít

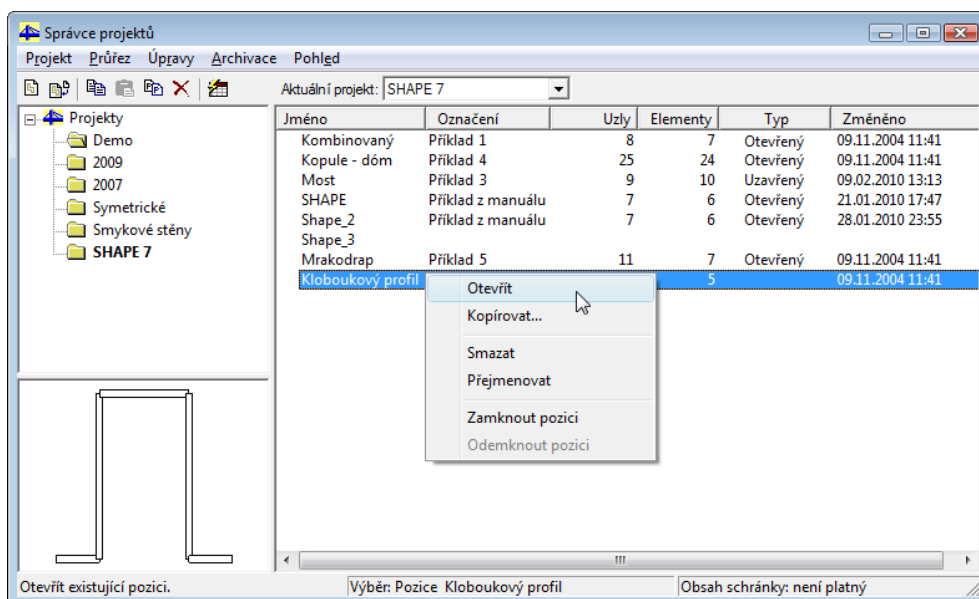
- nabídku **Úpravy** → **Přejmenovat** (musí být vybrán určitý projekt)
- kontextovou nabídku projektu v navigátoru.

4.4.1.2 Průřezy

Otevření průřezu

Existující průřez můžeme otevřít pomocí

- dvojího kliknutí
- nabídky **Průřez** → **Otevřít** (musí být vybrán určitý průřez)
- kontextové nabídky průřezu.

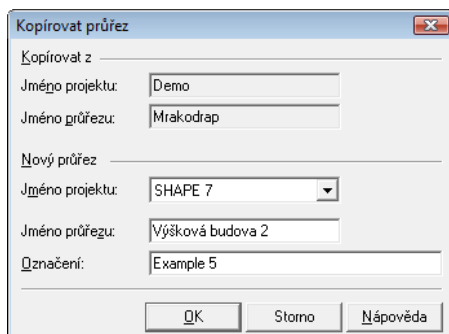


Obr. 4.27: Kontextová nabídka průřezu

Přesunutí a kopírování průřezu

Průřez můžeme přesunout nebo kopírovat pomocí

- nabídky **Průřez** → **Kopírovat** (musí být vybrán určitý průřez)
- kontextové nabídky průřezu
- funkce drag & drop.



Obr. 4.28: Dialog Kopírovat průřez

V tomto dialogu definujeme pro kopii stávajícího průřezu nový cílový projekt, název a označení průřezu.

Přejmenování průřezu

Průřez můžeme přejmenovat pomocí

- nabídky **Úpravy** → **Přejmenovat** (musí být vybrán určitý průřez)
- kontextové nabídky průřezu.

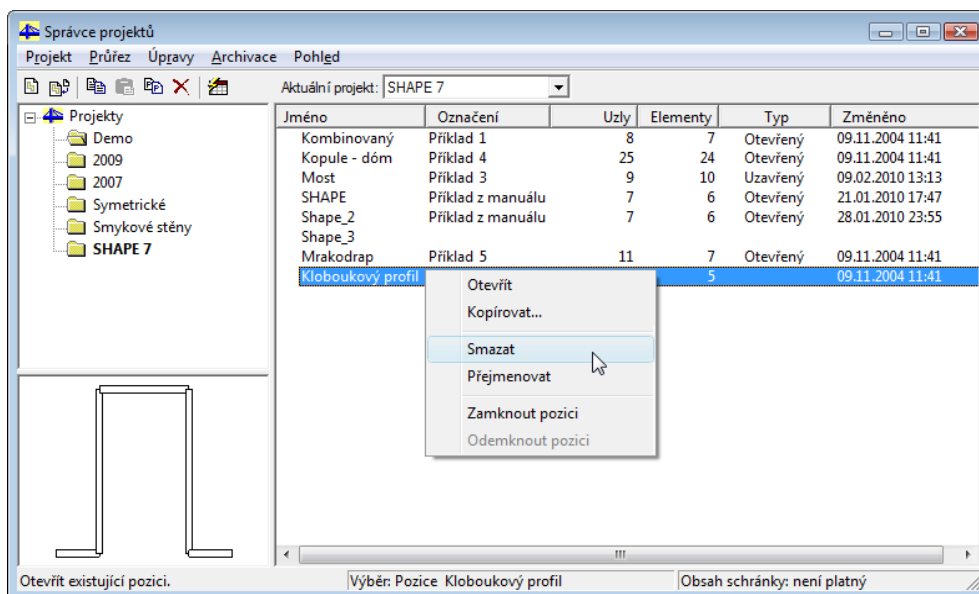
Pokud chceme změnit popis průřezu, musíme průřez nejprve otevřít. Pak můžeme jeho *Označení* změnit v dialogu *Základní údaje* (srov. obr. 4.33, strana 55).

Smazání průřezu

Průřez můžeme smazat pomocí



- nabídka **Úpravy** → **Smazat** (musí být vybrán určitý průřez)
- tlačítka [Smazat] v panelu nástrojů
- kontextové nabídky průřezu.



Obr. 4.29: Kontextová nabídka průřezu

4.4.1.3 Archivace dat

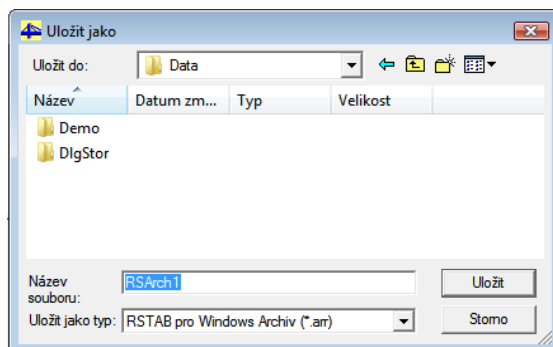
Archivace dat

Vybrané průřezy nebo celý projektový adresář můžeme uložit jako komprimovaný záložní soubor. Průřezy zůstávají na svém původním místě v příslušných adresářích.

Vybrané průřezy nebo adresář můžeme archivovat pomocí

- nabídky **Archivace** → **Archivovat** (musí být předem vybrány určité průřezy nebo projekt)
- kontextové nabídky projektu.

Před archivací všech dat můžeme rozhodnout, zda se mají archivovat také výsledky a tiskové protokoly, případně je můžeme ze záložního souboru vyloučit a ušetřit místo.



Obr. 4.30: Dialog Uložit jako

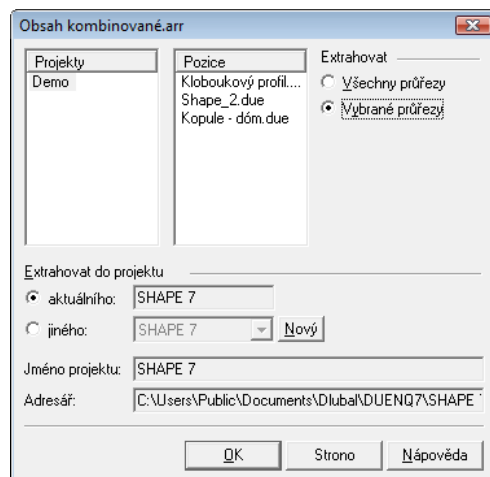
Když zadáme *Název* a *Adresář* pro soubor určený k archivaci, vytvoříme pomocí tlačítka *Uložit* soubor typu ***.arr**.

Dearchivace dat

Tato funkce extrahuje archivovaný soubor v programu SHAPE-THIN pomocí nabídky

Archivovat → Extrahovat.

Když vybereme určitý archivovaný soubor, zobrazí se jeho obsah:



Obr. 4.31: Dialog *Obsah rsarch1.arr*

Nový

Soubory určené k obnovení můžeme vybrat v sekci *Průřezy*. Vybrané průřezy mohou být extrahovány do *aktuálního* nebo *jiného* cílového projektu, který můžeme vybrat ze seznamu. Je také možné vytvořit [Nový] projekt v samostatném dialogu.

4.4.1.4 Vzhled

Seznam průřezů v určitém projektu můžeme nastavit podle našich požadavků. Seznam je řazen buď vzestupně, nebo sestupně, a toto řazení můžeme změnit kliknutím na název příslušného sloupce, jak je obvyklé ve Windows aplikacích.

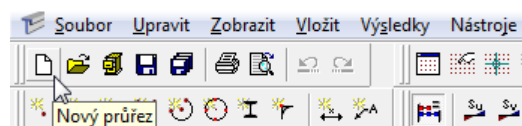
Všechny možnosti zobrazení jsou přístupné z nabídky *Pohled* ve Správci projektů.

4.4.2 Vytvoření nového průřezu



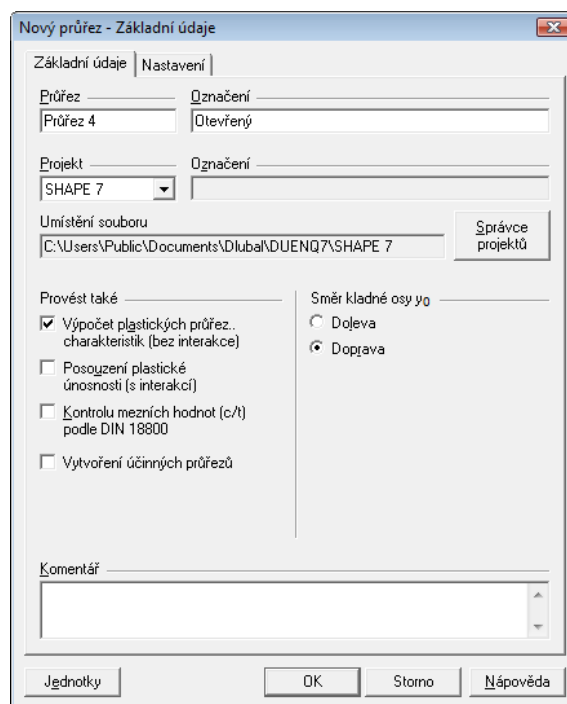
Nový průřez můžeme vytvořit pomocí

- nabídky **Soubor → Nový**
- tlačítka [Nový průřez] v panelu nástrojů
- nabídky **Průřez → Nový** ve Správci projektů.



Obr. 4.32: Tlačítko *Nový průřez*

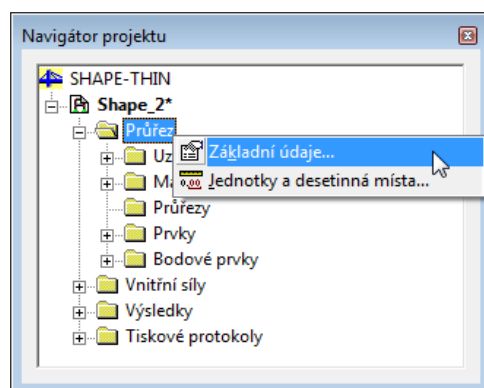
Otevře se dialog *Nový průřez – Základní údaje*.



Obr. 4.33: Dialog Nový průřez – Základní údaje, záložka Základní údaje

Později je možné upravit základní údaje o průřezu pomocí

- nabídky **Upravit** → **Průřezové charakteristiky** → **Základní údaje**
- kontextové nabídky v navigátoru.



Obr. 4.34: Kontextová nabídka průřezu

Tento dialog se skládá z několika záložek. Některé z nich jsou přístupné pouze tehdy, když je zaškrtnuto příslušné políčko v sekci *Provést také*, v první záložce *Základní údaje*. Jednotlivé záložky jsou popsány v následujících kapitolách.

4.4.2.1 Základní údaje

Průřez

Ve stupním poli *Průřez* uvedeme název průřezu. Tento název bude také použit pro jméno souboru, kam se průřez uloží. Pole *Označení* můžeme použít pro podrobnější informace o průřezu. Ty se objeví v nadpisu tiskového protokolu, ale nemají jiné další použití.



Ing. Software Dlubal s.r.o.
 Anglická 28, 120 00 Praha 2
 Tel. +420 222 518 568 Fax. +420 222 519 218

Strana: 1

Popis průřezu:
 Příklad z manuálu

Projekt: Bezejména Pozice: Shape_2

Datum: 14.02.2010

■ OB SAH

Obsah	1
Zobrazení průřezu	1
Průřezové charakteristiky	1
Základní údaje	1
Uzly	2
Údaje pro materiál	2
Mezní napětí	2
Prvky	2
Bodové prvky	2

Obr. 4.35: Označení průřezu v tiskovém protokolu

 Správce
projektů

Projekt

Projektový adresář pro nový průřez můžeme vybrat ze seznamu projektů. Standardní adresář představuje aktuální projekt, který můžeme změnit ve Správci projektů (srov. kapitola 4.4.1, strana 48). Kliknutím na příslušné tlačítko můžeme otevřít [Správce projektů].

Pro informaci jsou zobrazeny také *Označení projektu* a *Umístění souboru*.

Provést také

V této části dialogu můžeme určit konkrétní nastavení pro výpočet daného průřezu.

Plastické průřezové charakteristiky

Pokud zaškrtneme toto políčko, program SHAPE-THIN určí plastické průřezové charakteristiky bez působení vnitřních sil. Po výpočtu jsou v tabulce výsledků 2.1 uvedeny plastické síly N_{pl} , V_{pl} a momenty M_{pl} společně s plastickými průřezovými moduly Z a plastickými smykovými plochami A_{pl} .

Posouzení plastické únosnosti

Posouzení plastické únosnosti není standardně zapnuto, protože je časově náročné a ve většině případech není vyžadováno. Pokud zaškrtneme toto políčko, objeví se další záložka *Plastický výpočet*. Zde můžeme zadat diskretizační nastavení (viz dále). Pamatujme přitom na to, že vnitřní síly musíme definovat v tabulce 1.7, aby posouzení plastické únosnosti mohlo proběhnout.

Kontrola mezních hodnot c/t

Pokud chceme zkontrolovat c/t pole u prvků podle DIN 18800, zaškrtneme toto políčko. Objeví se další záložka *Posouzení (c/t)*, kde zadáme podrobné nastavení (viz dále).

Účinné průřezy

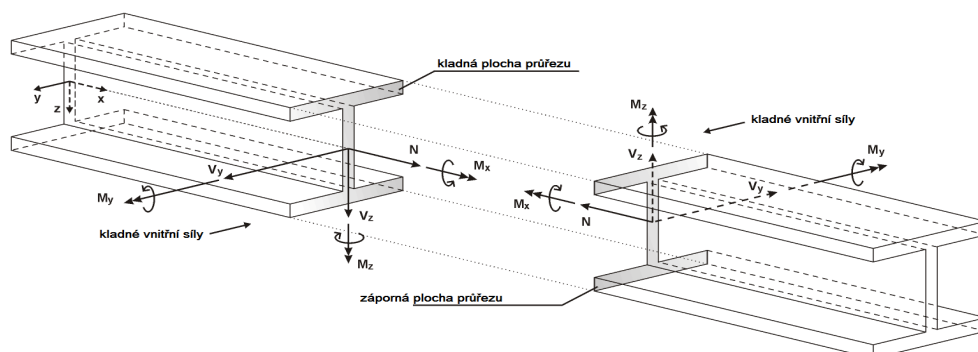
Program SHAPE-THIN také dokáže určit šířky účinných průřezů podle EN 1993-1 a DIN 18800. Pokud zaškrtneme tuto volbu, 3 výše zmíněná zaškrťovací políčka se vypnou. Detaily můžeme nastavit v další záložce *Účinné průřezy* (viz dále). Pro výpočet šířek účinných průřezů musíme v tabulce 1.7 definovat vnitřní síly.

Směr kladné osy y_0

V této části dialogu určíme směr zadávací souřadné osy y_0 , která může směřovat *Doleva* nebo *Doprava* (směr doprava je standardní nastavení).

Bez ohledu na vybraný směr, program SHAPE-THIN uvažuje znaménka průřezových ploch podle následující konvence.





Obr. 4.36: Znaménková konvence pro vnitřní síly

Směr kladné osy y_0 představuje pouze pohled na znázorněnou kladnou plochu průřezu proti směru nebo ve směru kladné osy x daného prutu.

Komentář

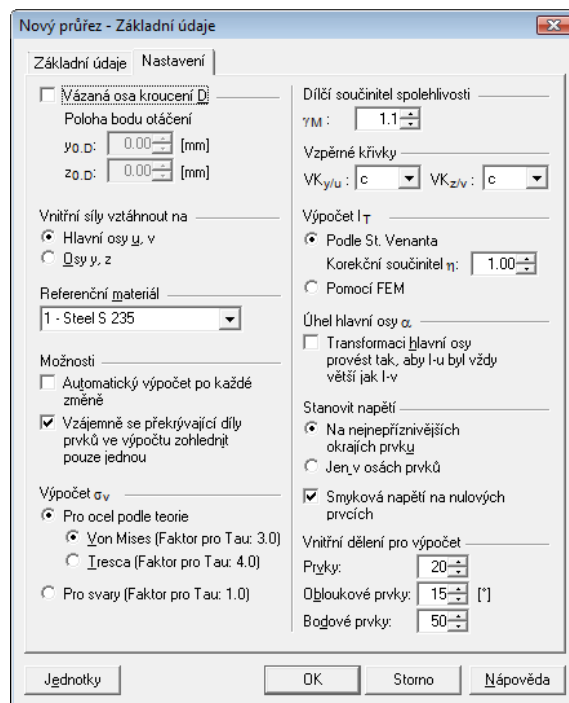
Do tohoto pole můžeme napsat komentář, který popisuje průřez a který se také objeví v tiskovém protokolu.

Jednotky

Tlačítko [Jednotky] otevře dialog *Jednotky a desetinná místa*. Tento dialog je popsán v kapitole 10.4.3 na straně 198.

4.4.2.2 Nastavení

Záložka *Nastavení* obsahuje další možnosti pro geometrii a parametry výpočtu, které můžeme nastavit podle našich požadavků.

Obr. 4.37: Dialog *Nový průřez – Základní údaje*, záložka *Nastavení*

Vázaná osa zkroucení D

Vybrat

V této části dialogu můžeme určit, zda bude působit vázaná osa zkroucení. *Poloha bodu otáčení* může být definována pomocí souřadnic $y_{0,D}$ a $x_{0,D}$ nebo přímo vybrána v grafickém okně.

V tomto případě se torzně zatížený průřez nemůže volně otáčet kolem svého středu smyku M , ale okolo definovaného bodu D na podpoře. To má vliv na výsečový moment setrvačnosti I_{oy} redukční součinitel λ , normované výsečové momenty setrvačnosti a napětí $\sigma_{M_{03}}$ a $\tau_{M_{05}}$.

Vnitřní síly vztáhnout na

Můžeme určit, zda síly a momenty zadávané v tabulce 1.7 budou vztaženy na *Hlavní osy* u, v průřezu nebo na *Osy* y, z , které jsou rovnoběžné se zadávacími osami y_0 a z_0 . Pokud zvolíme druhou možnost, není nutno transformovat vnitřní síly při jejich definici ve vstupní tabulce.

Referenční materiál

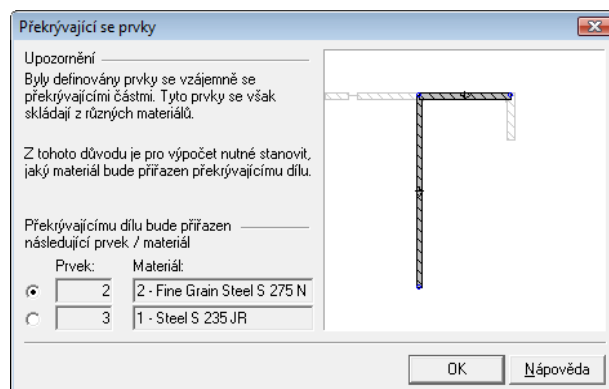
Pro průřezy z kompozitních materiálů se doporučuje zkontrolovat typ materiálu, který je nastaven jako *Referenční materiál*. Idealizované průřezové charakteristiky budou stanoveny úměrně různým modulům pružnosti vztahujícím se k tomuto materiálu. Pokud si přejeme, můžeme vybrat ze seznamu jiný materiál.

Možnosti

Automatický výpočet po každé změně je standardně vypnut, ale můžeme jej zapnout zaškrtnutím tohoto políčka.

Je doporučeno *Vzájemně se překrývající díly prvků ve výpočtu zohlednit pouze jednou*, pak jsou průřezové charakteristiky stanoveny správným způsobem. Překrývající se díly můžeme například vidět v rohových částech průřezů. Při výpočtu se zde automaticky použijí bodové prvky se statutem „Odstranit“.

Pokud se překrývají prvky z různých materiálů, objeví se dialog *Překrývající se prvky*. Zde můžeme vybrat materiál, který bude použit pro oblast překryvu.



Obr. 4.38: Dialog *Překrývající se prvky*

Výpočet σ_v

Pro výpočet referenčních napětí existuje několik různých způsobů.

Pro ocelové průřezy se σ_v určuje podle teorie

- VON MISES: $\sigma_v = \sqrt{(\sum \sigma_x)^2 + 3 \cdot (\sum \tau)^2}$

- TRESCA: $\sigma_v = \sqrt{(\sum \sigma_x)^2 + 4 \cdot (\sum \tau)^2}$

Pro svař se σ_v určuje podle následující rovnice:

$$\sigma_v = \sqrt{(\sum \sigma_x)^2 + (\sum \tau)^2}$$

Rov. 4.1



Musíme mít na paměti, že program SHAPE-THIN zachycuje pouze rovinný charakter napětí. Proto musíme pro posouzení svarů zohlednit také smyková napětí podélných svarových švů $\tau_{||}$.

Koeficient, který ovlivňuje smyková napětí τ v těchto rovnicích, má také vliv na posouzení plastické únosnosti průřezu.

Dílčí součinitel spolehlivosti

Tato veličina popisuje součinitel spolehlivosti pro odolnost materiálu. Proto se používá index M . Součinitel γ_M se používá k redukci charakteristických hodnot meze kluzu materiálu f_{yk} pro např. mezní normálová a ohybová napětí $\sigma_{R,d}$ a pro mezní smyková napětí $\tau_{R,d}$.

Vzpěrné křivky

Pro posouzení vzpěru musí být každý průřez klasifikován pomocí určité vzpěrné křivky vzhledem k hlavním osám y a z , resp. u a v (srov. DIN 18 800 část 2, tabulka 5 nebo Eurokód 3, tabulka 6.2). Vzpěrné křivky $VK_{y/u}$ a $VK_{z/v}$ určují např. součinitel imperfekce α , jak je popsáno v EN 1993-1-1: 2005, tabulka 6.1:

Vzpěrná křivka	a_0	a	b	c	d
α	0.13	0.21	0.34	0.49	0.78

Tabulka 4.6: EN 1993-1-1: 2005 – Součinitel imperfekce α v závislosti typu vzpěrné křivky



Obecně vzato, vzpěrné křivky závisí především na tvaru průřezu. Protože program nemůže automaticky přiřadit vzpěrné křivky k průřezům definovaným uživatelem, $VK_{y/u}$ a $VK_{z/v}$, musí být zadány uživatelem v těchto dvou posuvných seznamech.

Výpočet I_T

Pokud se válcovaný průřez sestává z pravoúhlých prvků, St. Venantův moment tuhosti v kroucení (plošný moment druhého stupně) I musí být vynásoben korekčním součinitelem η , který zohledňuje rohové poloměry. Tento součinitel nabývá hodnot v intervalu mezi 0.99 a 1.30, v závislosti na tvaru průřezu.

Profil	L	C	T	I
η	0,99	1,12	1,12	1,30

Obr. 4.39: Korekční součinitel η

Jako alternativu pro stanovení I můžeme také provést MKP výpočet.

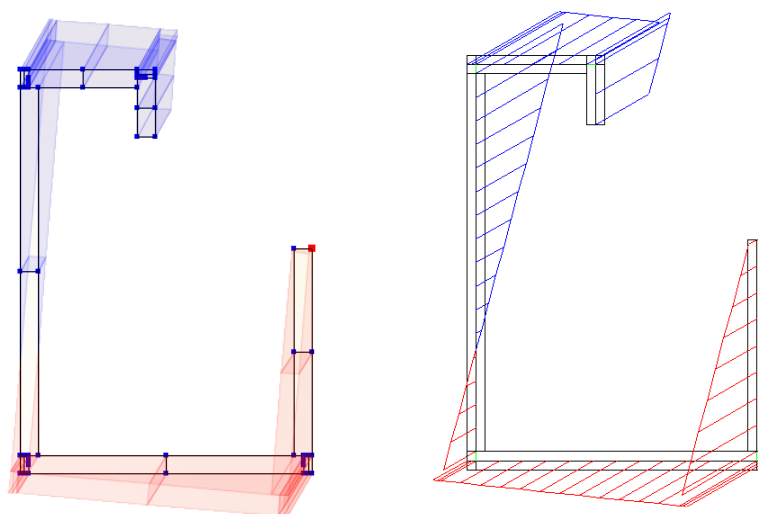
Úhel hlavní osy α

Pro průřezy, které mají větší šířku než výšku, může být hlavní osa u ve vodorovné pozici. To znamená, že hlavní momenty setrvačnosti jsou prohozeny vzhledem k jejich velikostem. Při volbě *Transformaci hlavní osy provést tak, aby I_u byl vždy větší než I_v* bude osa u vždy představovat hlavní osu, nezávisle na poloze průřezu.

Tato volba se nedoporučuje, pokud se průřez používá v hlavním programu RSTAB pro modelování prutů s náběhy. Může dojít ke změně hlavních os prutů.

Stanovit napětí

V této části dialogu můžeme určit, zda mají být napětí počítána *Na nejpříznivějších okrajích prvků* (standardní nastavení) nebo *Jen v osách prvků*. Následující obrázek ukazuje napětivé body pro obě možnosti.



Obr. 4.40: Napětové body na nejpříznivějších okrajích prvků (vlevo) a jen v osách prvků (vpravo)

I v případě, kdy jsou napětí počítána na nejpříznivějších okrajích, budou vykreslena v osách prvků. Pro skutečný průběh napětí na celém průřezu musíme zapnout panel, aby se zobrazily izoplochy (srov. obr. 8.4, strana 144).

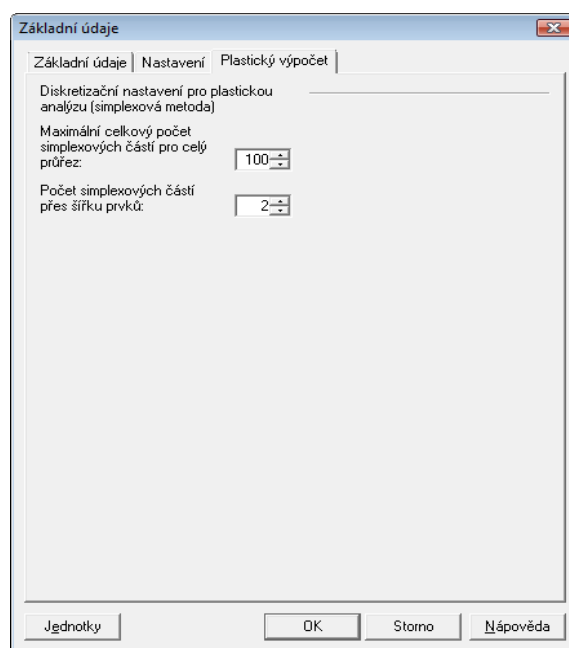
Vnitřní dělení pro výpočet

Pro výpočet se používá vnitřní dělení prvků. V této poslední části dialogu můžeme provést podrobné nastavení pro *Prvky*, *Obloukové prvky* a *Bodové prvky*.

Musíme mít na paměti, že rozdělení obloukových prvků není stejné dílčí dělení, jaké se použije pro prvky a bodové prvky. Místo něj se provede rozdělení na stejně velké úhly, jejichž velikost můžeme zadat v obloukových stupních [°].

4.4.2.3 Plastický výpočet

Záložka *Plastický výpočet* nám umožní nastavit specifické parametry pro plastické posouzení.



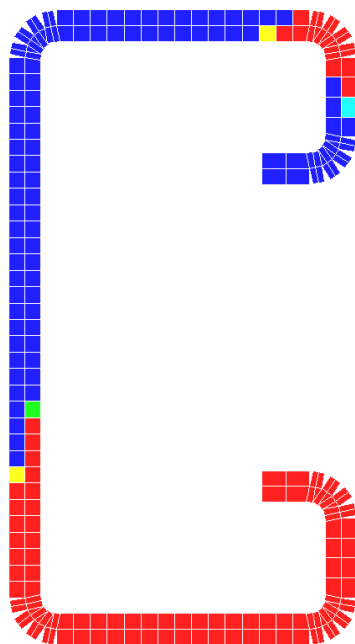
Obr. 4.41: Dialog Nový průřez – Základní údaje, záložka Plastický výpočet

Máme k dispozici dvě možnosti nastavení pro plastickou analýzu pomocí simplexové metody:

- *Maximální celkový počet simplexových částí pro celý průřez představuje konečný limit pro dílčí prvky, které budou vytvořeny pro celý průřez (standardně 100 částí)*
- *Počet simplexových částí přes šířku prvků určuje rozdělení simplexových částí na prvky průřezu (standardně 2).*



Ve většině případů představuje standardní nastavení praktický kompromis mezi přesností a rychlostí výpočtu. Čím více simplexových částí prochází výpočtem, tím je analýza časově náročnější.



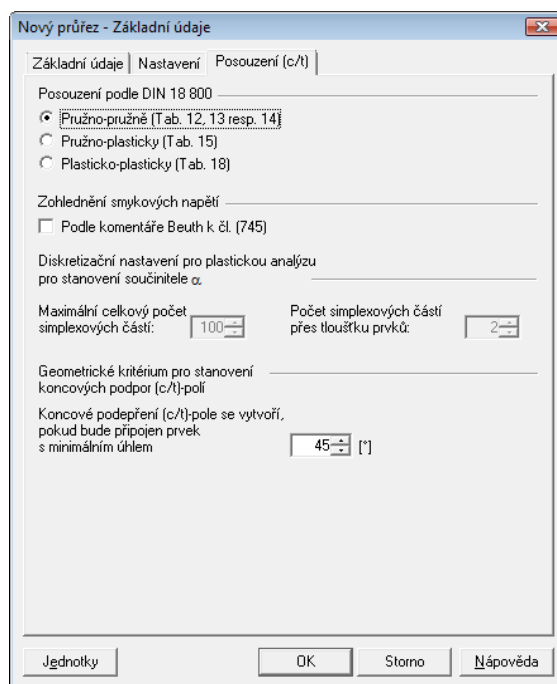
Obr. 4.42: Simplexové části

Abychom zkrátili dobu výpočtu pro plastické posouzení, můžeme provést následující:

- Snížit počet zatěžovacích stavů a míst x v tabulce 1.7 *Vnitřní síly*. Tak můžeme provádět pouze ta posouzení, která skutečně chceme.
- Dvě simplexové části přes šířky prvků jsou ve většině případů postačující pro tenkostěnné průřezy.
- V případě, že se jedná pouze o malé obloukové prvky v rozích průřezu, můžeme zvětšit vnitřní dělení oblouků např. až na 30° , abychom dosáhli hladkého rozdělení simplexových částí po celém průřezu. Více detailů v předchozí kapitole na straně 60.

4.4.2.4 c/t pole

Tato záložka slouží k nastavení pro posouzení štíhlostních poměrů c/t podle DIN 18800.

Obr. 4.43: Dialog *Nový průřez – Základní údaje*, záložka *Posouzení (c/t)*

Metoda posouzení

Máme k dispozici tři možnosti analýzy poměrů c/t , které závisí na metodě posouzení podle DIN 18800, části 1:

- Pružno-pružně (tabulky 12, 13 a 14)
- Pružno-plasticky (tabulka 15)
- Plasticko-plasticky (tabulka 18)

Pokud vybereme metodu posouzení *Pružno-pružně*, můžeme dále zvolit *Zohlednění smykových napětí* podle komentáře BEUTH k článku (745), srov. [5].

Pro metody posouzení *Pružno-plasticky* nebo *Plasticko-plasticky* máme k dispozici *Diskretizační nastavení pro plastickou analýzu pro stanovení součinitele α* , kde můžeme definovat uspořádání tzv. simplexových částí na průřezu. Toto nastavení obsahuje dvě možnosti:

- *Maximální celkový počet simplexových částí* představuje konečný limit pro dílčí prvky, které budou vytvořeny pro celý průřez (standardně 100 částí)
- *Počet simplexových částí přes tloušťku prvků* určuje rozdělení simplexových částí na prvky průřezu (standardně 2).

Geometrické kritérium pro podpory

Pokud je několik prvků spojeno rovnou čarou, program SHAPE-THIN automaticky rozpozná spojitě délky (včetně nulových prvků), aby se mohl určit poměr c/t této části průřezu. Program standardně předpokládá existenci koncové podpory v místě, kde je připojen další prvek s úhlem větším než 45° . Ve vstupním poli *Koncové podepření (c/t) pole* můžeme určit jinou velikost úhlu.

Pokud se tloušťky prvků v c/t poli mění, program uvažuje tloušťku nejtenčího prvku v tomto poli. V případě, že se nulový prvek nachází mezi dvěma normálními prvky, které mají stejnou tloušťku t , vytvoří se ze všech tří prvků spojitě c/t pole s tloušťkou t . To znamená, že zde neexistují žádné koncové podpory pro nulové prvky.

c/t pole, která byla automaticky detekována, můžeme změnit pomocí nabídky

Nástroje → Změnit podepření (c/t)-pole.

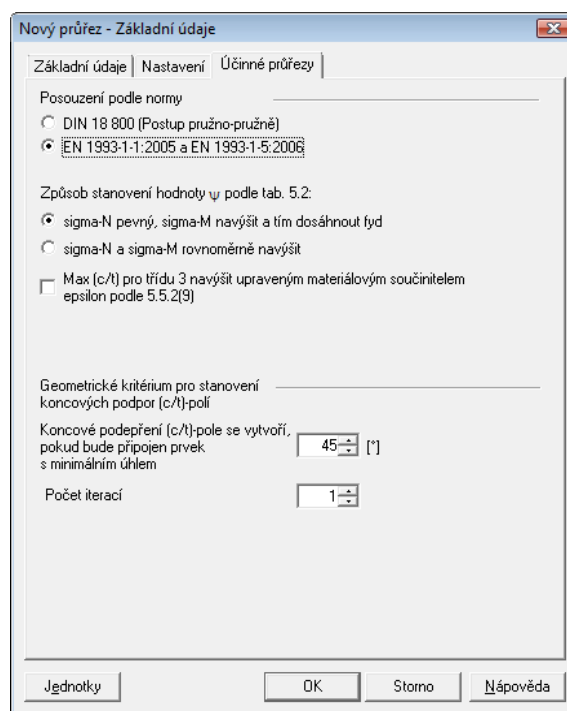
Objeví se dialog *Zapnout / vypnout podepření (c/t)-pole*, viz obr. 4.45 na straně 64.



Program SHAPE-THIN může analyzovat stíhlostní poměry pouze tehdy, když byly pro průřez definovány vnitřní síly. Ve všech metodách posouzení závisí maximální hodnoty c/t na průběhu napětí na průřezu v důsledku aktuálních sil a momentů.

4.4.2.5 Účinné průřezy

V záložce *Účinné průřezy* můžeme provést specifické nastavení pro výpočet účinných průřezů podle DIN 18800 a EN 1993-1.



Obr. 4.44: Dialog *Nový průřez – Základní údaje*, záložka *Účinné průřezy*

Posouzení podle normy

V horní části tohoto dialogu jsou umístěna dvě výběrová pole pro stanovení normy, podle které se budou počítat účinné šířky:

- DIN 18800 (Postup pružno-pružně)
- EN 1993-1

V normě DIN 18800 jsou detaily posouzení popsány v části 2, kapitola 7. V Eurokódu 3 se popis účinných šířek nachází v dokumentu EN 1993-1-5, kapitola 4.

Musíme mít na paměti, že posouzení účinných průřezů podle DIN 18800 je možné pouze pro obdélníkové trubky, dvou- nebo jednoosé symetrické I-průřezy, U-, C- a Z-průřezy, kloboukové průřezy a trapézové duté průřezy.

Určení ψ podle tabulky 5.2

Koeficient ψ popisuje poměr okrajových napětí pro každé c/t pole. Tato napětí se určují z normálových napětí. Tento koeficient je nutný k výpočtům štíhlostních poměrů podle EN 1993-1-1, tabulky 5.2.

Pokud se v průřezu vyskytují napětí z tlaku a ohýbání, můžeme stanovit poměr okrajových napětí dvěma způsoby: buď roste pouze ohybová složka napětí σ_M až k dosažení meze kluzu f_{yk} , nebo obě složky napětí σ_N a σ_M rostou rovnoměrně až k dosažení meze kluzu.

Je možné *Max (c/t) pro třídu 3 navýšit upraveným materiálovým součinitelem ε podle 5.5.2(9) článku normy EN 1993-1-1*. V tomto případě jsou průřezy třídy 4 uvažovány jako průřezy třídy 3.

Geometrické kritérium pro podpory

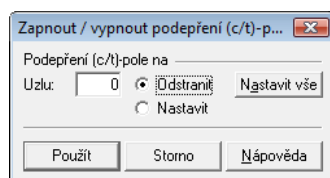
Pokud je několik prvků spojeno rovnou čarou, program SHAPE-THIN automaticky rozpozná spojitě délky (včetně nulových prvků), aby mohl určit c/t poměr této části průřezu. Program standardně předpokládá existenci koncové podpory v místě, kde je připojen další prvek s úhlem větším než 45°. Ve vstupním poli *Koncové podepření (c/t) pole* můžeme určit jinou velikost úhlu.

Pokud se tloušťky prvků v c/t poli mění, program uvažuje tloušťku nejtenčího prvku v tomto poli. V případě, že se nulový prvek nachází mezi dvěma normálními prvky, které mají stejnou tloušťku t , vytvoří se ze všech tří prvků spojitě c/t pole s tloušťkou t . To znamená, že zde neexistují žádné koncové podpory pro nulové prvky.

c/t pole, která byla automaticky detekována, můžeme změnit pomocí nabídky

Nástroje → Změnit podepření (c/t)-pole.

Objeví se dialog *Zapnout / vypnout podepření (c/t)-pole*.



Obr. 4.45: Dialog *Zapnout / vypnout podepření (c/t)-pole*

Poté, co jsme vybrali v grafice programu určitý uzel, můžeme z něj podporu buď *Odstranit*, nebo ji *Nastavit*.



Program SHAPE-THIN může analyzovat štíhlostní poměry pouze tehdy, když byly pro průřez definovány vnitřní síly.

Počet iterací

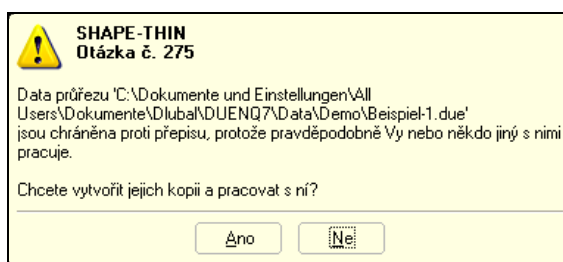
V posledním vstupním poli této záložky můžeme určit počet iterací. Čím více iterací nastavíme, tím déle bude výpočet probíhat, ale tím přesnější analýza bude. Standardní nastavení 1 iterace obvykle postačuje k získání dobrých výsledků.

4.4.3 Síťová správa

V případě, že několik osob v kanceláři používá stejné soubory průřezů, můžeme průřezy organizovat pomocí Správce projektů. Je však nezbytné, aby byly průřezy uloženy v adresáři, který bude přístupný na síti.

Připojíme síťový adresář k naší interní správě projektů. To je popsáno v kapitole 4.4.1.1 na straně 48. Po připojení jsou průřezy z tohoto adresáře přístupné ve Správci projektů, kde je můžeme otevírat, měnit a ochránit proti zápisu.

Pokud první uživatel pracuje na průřezu, který chce druhý uživatel otevřít, objeví se varování. Tento průřez pak může druhý uživatel otevřít jako kopii.



Obr. 4.46 Dotaz při otevírání souboru určeného pouze pro čtení



Automatické mísení změn od různých uživatelů není možné.

Veškerá data projektů evidovaných ve Správci projektů jsou uložena v souboru **DU_PRO.DLP**. To je soubor typu ASCII, který se standardně nachází v adresáři `..\Program Files\Dluba!\Stammdat`.

Abychom předešli spojení adresářů s projekty každý s každým, můžeme zkopírovat soubor **DU_PRO.DLP** na jiný počítač. Soubor může být také upravován prostřednictvím editoru. To usnadňuje převzetí všech důležitých projektových adresářů do Správce projektů, zvláště po nových instalacích programu.

Před nahráním souboru **DU_PRO.DLP** na jiný počítač jej doporučujeme uložit.

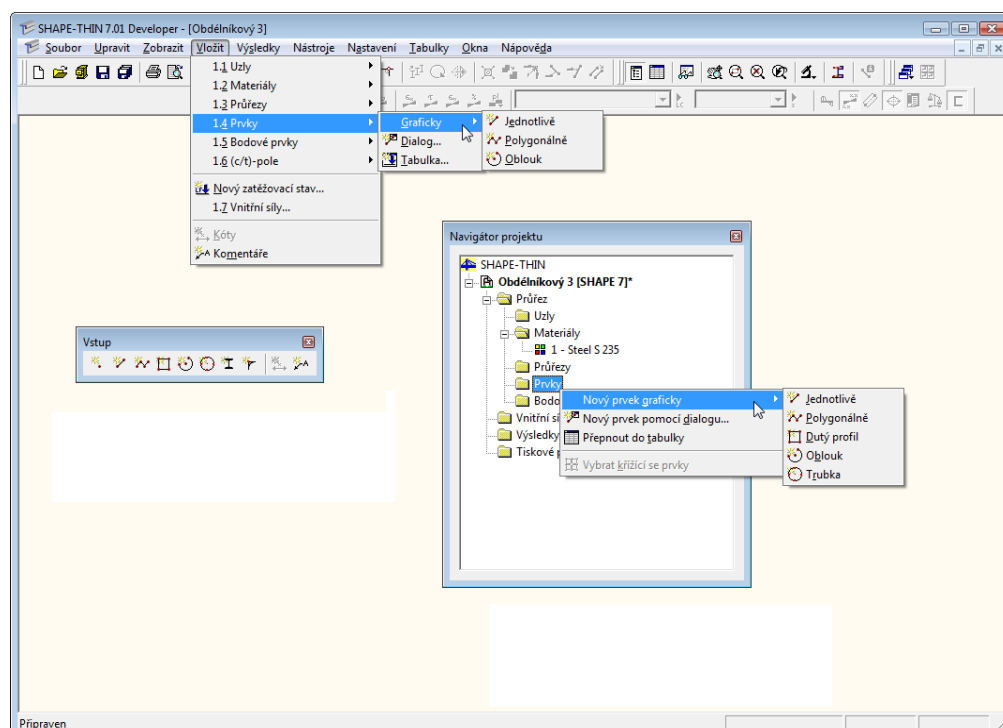
5. Údaje o průřezech

Průřez musíme nejprve otevřít, pak můžeme začít vkládat vstupní údaje. Více podrobností viz kapitola 4.4.2 na straně 54.

Program SHAPE-THIN nabízí několik způsobů zadávání dat. Objekty můžeme blíže určit v **dialogu**, **tabulce** a často také přímo v **grafice**.

Dialogy a grafické zadávání můžeme vyvolat pomocí

- položek v nabídce *Vložit*
- tlačítek v panelu nástrojů *Vstup*
- kontextových nabídek datových objektů průřezů v navigátoru.

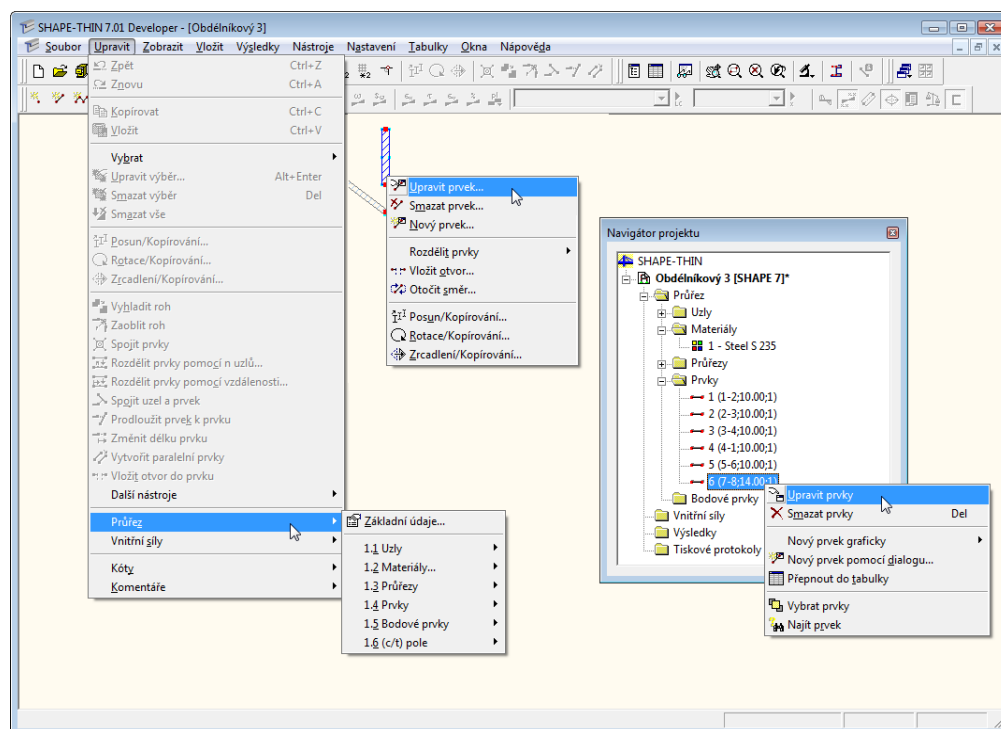


Obr. 5.1: Možnosti zadávání pomocí **nabídky**, **panelu nástrojů** a **kontextové nabídky navigátoru**

Pokud chceme změnit již definovaný objekt, můžeme tak učinit v **dialogu** nebo v **tabulce**.

Dialogy pro úpravu vyvoláme pomocí

- položek v nabídce **Upravit** → **Průřez**
- kontextových nabídek nebo dvojitým kliknutím na objekty v grafice
- kontextových nabídek nebo dvojitým kliknutím na objekty v navigátoru.



Obr. 5.2: Otevření dialogů pro úpravu pomocí nabídky a kontextových nabídek



Zadávaní a změny v grafice se okamžitě zobrazí i v tabulkách (a naopak). Pokud nejsou tabulky zobrazeny, můžeme je zapnout pomocí nabídky **Zobrazit** → **Tabulky** nebo pomocí tlačítka, které vidíme zde v manuálu nalevo.

Tabulky

1.1 Úzly

Uzel č.	Souřadnicový systém	Vztahový Uzel	Souřadnice uzlu		Souřadnice hlavních os		Komentář
			y ₀ [m]	z ₀ [m]	u [m]	v [m]	
1	Kartézský	0	0.0000	0.0000	-27.0030	-6.8705	
2	Kartézský	0	4.0000	0.0000	-23.0072	-6.6870	
3	Kartézský	0	38.0000	0.0000	10.9570	-5.1270	
4	Kartézský	0	39.8500	0.0000	12.8050	-5.0422	
5	Kartézský	0	0.1500	5.8500	-27.1216	-1.0198	
6	Kartézský	0	32.1500	5.8500	4.8447	0.4484	
7	Kartézský	0	0.1500	9.8500	-27.3051	2.9760	
8	Kartézský	0	32.1500	9.7000	4.6681	4.2943	
9	Kartézský	0	36.0000	9.7000	8.5140	4.4710	
10	Kartézský	0	38.0000	9.7000	10.5119	4.5627	

Úzly Materiály Průřezy Prvky Bodové prvky Vnitřní síly Průřezové charakteristiky

Definujte souřadnicový systém, nebo stiskněte F7 Vybrat!

Obr. 5.3: Vstupní tabulka 1.1 Úzly

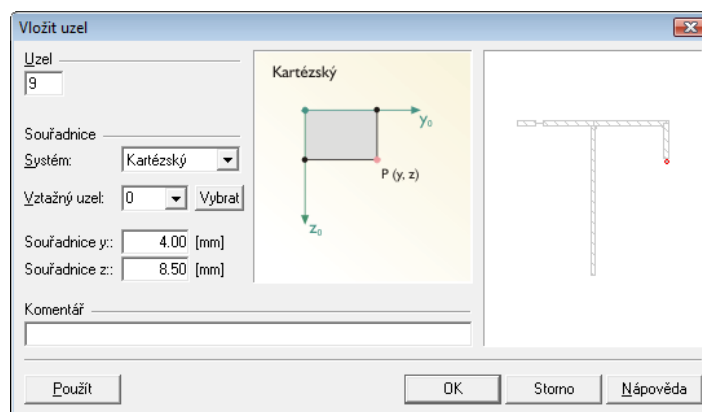
Postupné a bezchybné zadávání zajišťuje vhodná posloupnost vstupních tabulek. Zároveň máme dobrý přehled o našem postupu. Údaje můžeme také rychle upravovat nebo převzít z jiných tabulkových programů.

Do každého dialogu nebo tabulky můžeme přidat komentáře, popisující podrobněji daný objekt.

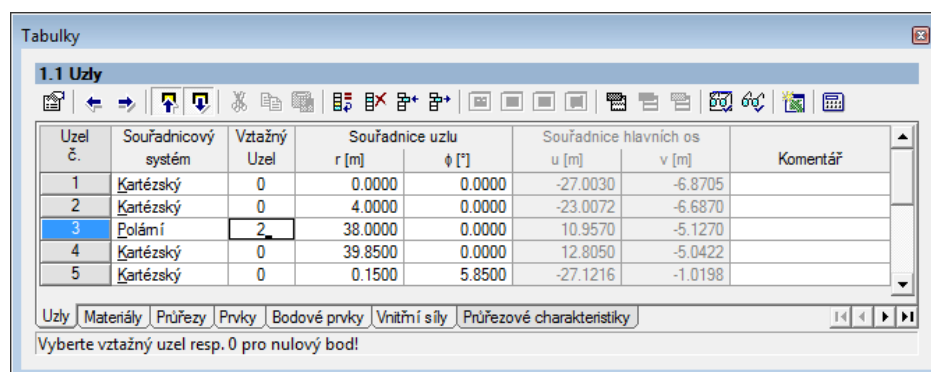
5.1 Uzly

Obecná charakteristika

Uzly se používají k popisu geometrie průřezu. Jsou pro prvky a průřezy nezbytné. Každý uzel je určen svými zadávacími souřadnicemi (y_0 , z_0). Souřadnice jsou obvykle vztaženy k počátku souřadného systému (0/0), ale je v principu možné souřadnice vztáhnout k určitému uzlu.



Obr. 5.4: Dialog Vložit uzel



Uzel č.	Souřadnicový systém	Vztažný Uzel	Souřadnice uzlu		Souřadnice hlavních os		Komentář
			r [m]	ϕ [°]	u [m]	v [m]	
1	Kartézský	0	0.0000	0.0000	-27.0030	-6.8705	
2	Kartézský	0	4.0000	0.0000	-23.0072	-6.6870	
3	Polární	2	38.0000	0.0000	10.9570	-5.1270	
4	Kartézský	0	39.8500	0.0000	12.8050	-5.0422	
5	Kartézský	0	0.1500	5.8500	-27.1216	-1.0198	

Uzly | Materiály | Průřezy | Prvky | Bodové prvky | Vnitřní síly | Průřezové charakteristiky

Vyberte vztažný uzel resp. 0 pro nulový bod!

Obr. 5.5: Tabulka 1.1 Uzly

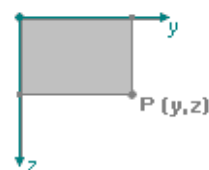
Číslo je k uzlu připsáno automaticky. Pokud si přejeme, můžeme zadat jiné číslo ve vstupním poli *Uzel*. Na pořadí číslování nezáleží, jsou povoleny i mezery. 'Volné' uzly (tj. uzly bez připojených prvků) nejsou pro výpočet důležité.

Souřadnicový systém

Souřadnice uzlu vždy odkazují na souřadnicový systém, který popisuje polohu uzlu. V závislosti na geometrii průřezu si můžeme vybrat mezi dvěma systémy souřadnic.

Kartézský

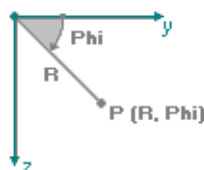
Osy y_0 a z_0 popisují translační rozpětí (lineární). Všechny směry souřadnic mají stejný význam. Uzly se obvykle definují v tomto souřadném systému.



Obr. 5.6: Kartézský souřadný systém

Polární

V polárním souřadném systému je poloha uzlu popsána pomocí poloměru R , který určuje vzdálenost uzlu od počátku souřadnic, a úhlu φ .

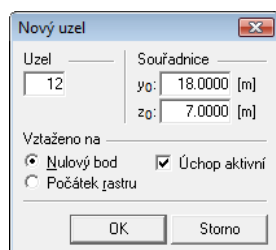


Obr. 5.7: Polární souřadný systém

Polární souřadný systém je orientován ve směru hodinových ručiček.

Pro usnadnění zadání můžeme průřez nastavit tak, že osy y_0 a z_0 budou odpovídat hlavním směrům prvků tohoto průřezu.

Jestliže používáme plovoucí dialog *Nový uzel* pro grafické zadání, můžeme uzly nastavit přímo kliknutím. Uzly se obvykle přichytí k bodům rastru, které jsou situovány v zadávacím souřadném systému.



Obr. 5.8: Plovoucí dialog *Nový uzel*

Při pozdější změně souřadného systému mohou být souřadnice uzlů automaticky převedeny do nového systému.

Vztažný uzel

Souřadnice uzlu jsou obvykle vztaženy k počátku zadávacího souřadného systému y_0/z_0 . V tom případě nemusíme definovat uzel (0/0) jako referenční, protože program SHAPE-THIN automaticky absolutní nulu rozpozná.

Jako vztažný může být také uvažován libovolný uzel. I uzel s vyšším číslem můžeme použít jako vztažný. Odkaz na jiný vztažný uzel můžeme použít například tehdy, když chceme definovat nový uzel v určité vzdálenosti od jisté polohy.

Vybrat

V dialogu *Vložit uzel* (srov. obr. 5.4) můžeme uzel vložit přímo, vybrat jej ze seznamu nebo uzel určit v grafice pomocí [Vybrat].

Souřadnice uzlu

Souřadnice uzlu budou definovány v souřadném systému, který jsme předtím určili. Souřadnice y_0 a z_0 nebo poloměr a úhel jasně definují uzel v 2D souřadném systému. Souřadnicové parametry a názvy sloupců se mění v závislosti na zvoleném souřadném systému.

Pomocí nabídky **Nastavení** → **Jednotky**, můžeme přizpůsobit jednotky a desetinná místa pro souřadnice uzlů našim požadavkům (srov. obr. 10.57, strana 198).



Pokud vybereme několik uzlů, můžeme dvojitým kliknutím změnit jejich společné vlastnosti. Nyní jsou zaplněna pouze ta vstupní pole souřadnic, která jsou stejná pro všechny vybrané uzly. Tímto způsobem můžeme rozpoznat odchylky nebo definovat novou společnou souřadnici pro všechny zvolené uzly.

Souřadnice uzlů můžeme také převzít z DXF souboru (srov. kapitola 11.2, strana 204) nebo z Excelu (srov. kapitola 10.3.6, strana 193). Pro duté průřezy jsou také k dispozici dva generátory, které usnadňují zadání souřadnic uzlů (srov. kapitola 10.2.9, strana 184 a kapitola 10.2.10, strana 185).

Souřadnice hlavních os

Tyto dva sloupce tabulky zůstávají v průběhu zadání prázdné. Po proběhnutí výpočtu se zde zobrazí souřadnice uzlů vztažené k hlavním osám y a z průřezu.

Komentář

Tento sloupec můžeme použít pro naše poznámky.

5.2 Materiály

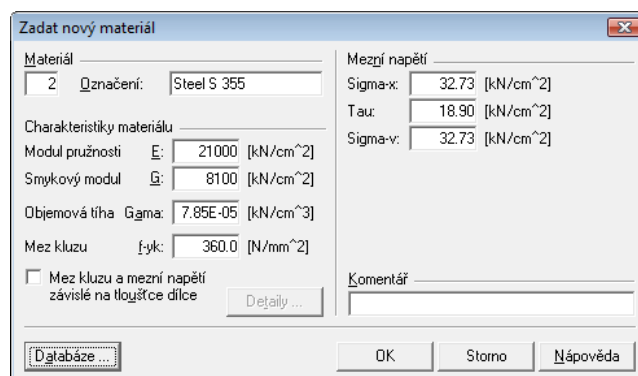
Obecná charakteristika

Materiály jsou nezbytné pro definici prvků a bodových prvků. Mezní napětí materiálů určují poměr napětí, tj. využití jednotlivých prvků.

Program SHAPE-THIN dovoluje přiřazení libovolného materiálu a pokud je to nutné, také určení částí s rozdílnými materiálovými vlastnostmi a mezními napětími. Ideální průřezové charakteristiky a napětí jsou pak určena vzhledem k referenčnímu materiálu.

Referenční materiál můžeme nastavit v seznamu v tabulce 1.2 nebo v záložce *Nastavení* dialogu *Základní údaje* (srov. obr. 4.37, strana 57).

1 - Steel S 235



Zadat nový materiál

Materiál: 2 Označení: Steel S 355

Charakteristiky materiálu

Modul pružnosti E : 21000 [kN/cm²]
 Smykový modul G : 8100 [kN/cm²]
 Objemová tíha γ : 7.85E-05 [kN/cm³]
 Mez kluzu $f_{y,k}$: 360.0 [N/mm²]

☐ Mez kluzu a mezní napětí závislé na tloušťce dílce Detaily...

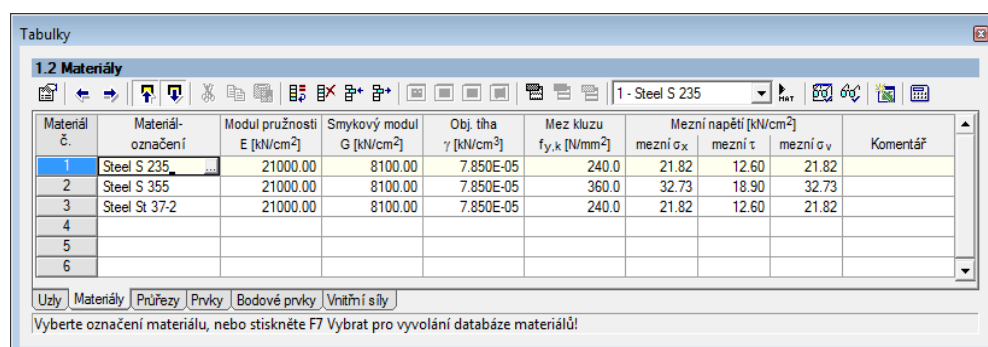
Mezní napětí

Sigma-x: 32.73 [kN/cm²]
 Tau: 18.90 [kN/cm²]
 Sigma-y: 32.73 [kN/cm²]

Komentář:

Databáze... OK Storno Nápověda

Obr. 5.9: Dialog *Zadat nový materiál*



Tabulky

1.2 Materiály

Materiál č.	Materiál-označení	Modul pružnosti E [kN/cm ²]	Smykový modul G [kN/cm ²]	Obj. tíha γ [kN/cm ³]	Mez kluzu $f_{y,k}$ [N/mm ²]	Mezní napětí [kN/cm ²]			Komentář
						mezní σ_x	mezní τ	mezní σ_y	
1	Steel S 235	21000.00	8100.00	7.850E-05	240.0	21.82	12.60	21.82	
2	Steel S 355	21000.00	8100.00	7.850E-05	360.0	32.73	18.90	32.73	
3	Steel St 37-2	21000.00	8100.00	7.850E-05	240.0	21.82	12.60	21.82	
4									
5									
6									

Uzly | Materiály | Průřezy | Prvky | Bodové prvky | Vnitřní síly

Vyberte označení materiálu, nebo stiskněte F7 Vybrat pro vyvolání databáze materiálů!

Obr. 5.10: Tabulka 1.2 *Materiály*

Materiál - označení

Označení materiálu můžeme vybrat podle našich požadavků. Když se zadaný název shoduje s některou z položek v databázi materiálů, program SHAPE-THIN převezme všechny důležité vlastnosti materiálu.

Převzetí materiálů z databáze je popsáno níže.

Modul pružnosti E

Modul pružnosti je nutný pro výpočet redukčního součinitele λ .

Pro průřezy, které se skládají z různých materiálů, se moduly pružnosti přepočítají vzhledem k zvolenému referenčnímu materiálu (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57).

Nastavení pro jednotky a desetinná místa můžeme změnit pomocí nabídky **Nastavení** → **Jednotky**.

Smykový modul G

Smykový modul představuje druhý parametr, který popisuje elastické chování lineárního, izotropního a homogenního materiálu. Je nutný pro výpočet redukčního součinitele λ .

Objemová tíha γ

Objemová tíha γ popisuje tíhu materiálu na jednotku objemu. Je nutná pro výpočet hmotnosti průřezu.

Mez kluzu $f_{y,k}$

Když je dosaženo tohoto specifického mezního napětí, dochází k tečení oceli. Určení meze kluzu je důležité pro následující případy:

- výpočet plastických průřezových charakteristik
- posouzení plastické únosnosti
- c/t posouzení podle metody posouzení pružně-plasticky a plasticko-plasticky
- výpočet účinných šířek průřezů

V tomto sloupci, resp. vstupním poli zadáváme charakteristickou hodnotu meze kluzu $f_{y,k}$. Posouzení se však musí provádět s návrhovou hodnotou meze kluzu $f_{y,d}$, která se určí podle následující rovnice.

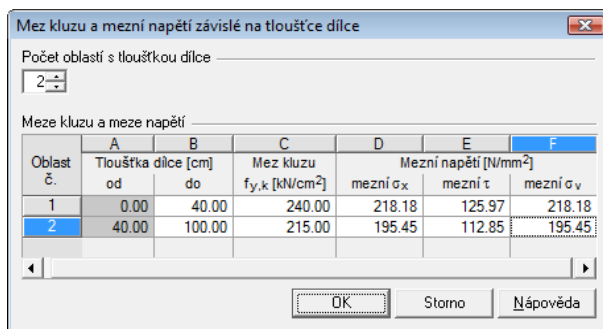
$$f_{y,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$$

Rov. 5.1

Koeficient γ_M popisuje součinitel spolehlivosti pro odolnost materiálu. Proto se používá index M . Obecně se γ_M definuje v záložce *Nastavení* dialogu *Základní údaje*, srov. kapitola 4.4.2.2 na straně 57.



Když klikneme na libovolnou buňku tabulky ve sloupci *Mez kluzu*, objeví se tlačítko [...]. Toto tlačítko vyvolá nový dialog *Mez kluzu a mezní napětí závislé na tloušťce dílce*.



Mez kluzu a mezní napětí závislé na tloušťce dílce

Počet oblastí s tloušťkou dílce: 2

Oblast č.	Tloušťka dílce [cm]		Mez kluzu $f_{y,k}$ [kN/cm ²]	Mezní napětí [N/mm ²]		
	od	do		mezní σ_x	mezní τ	mezní σ_y
1	0.00	40.00	240.00	218.18	125.97	218.18
2	40.00	100.00	215.00	195.45	112.85	195.45

OK Storno Nápověda

Obr. 5.11: Dialog *Mez kluzu a mezní napětí závislé na tloušťce dílce*

Detaily ...

Dialog *Mez kluzu a mezní napětí závislé na tloušťce dílce* můžeme vyvolat také z dialogu *Zadat nový materiál*, pomocí tlačítka [Detaily]. Toto tlačítko je přístupné však pouze v případě, když jsme zaškrtnuli možnost *Mez kluzu a mezní napětí závislé na tloušťce dílce*.

V dialogu *Mez kluzu a mezní napětí závislé na tloušťce dílce* můžeme zadat až osm oblastí v poli *Počet oblastí s tloušťkou dílce*. Odpovídající *Mez kluzu* a *Mezní napětí* jsou pak v tabulce přiřazeny daným oblastem s tloušťkou dílce.

Mezní napětí σ_x , τ , σ_v

Tyto tři sloupce, resp. vstupní pole slouží k zadání přípustných normálových, smykových a referenčních napětí.

Komentář

Tento sloupec můžeme použít pro naše poznámky.

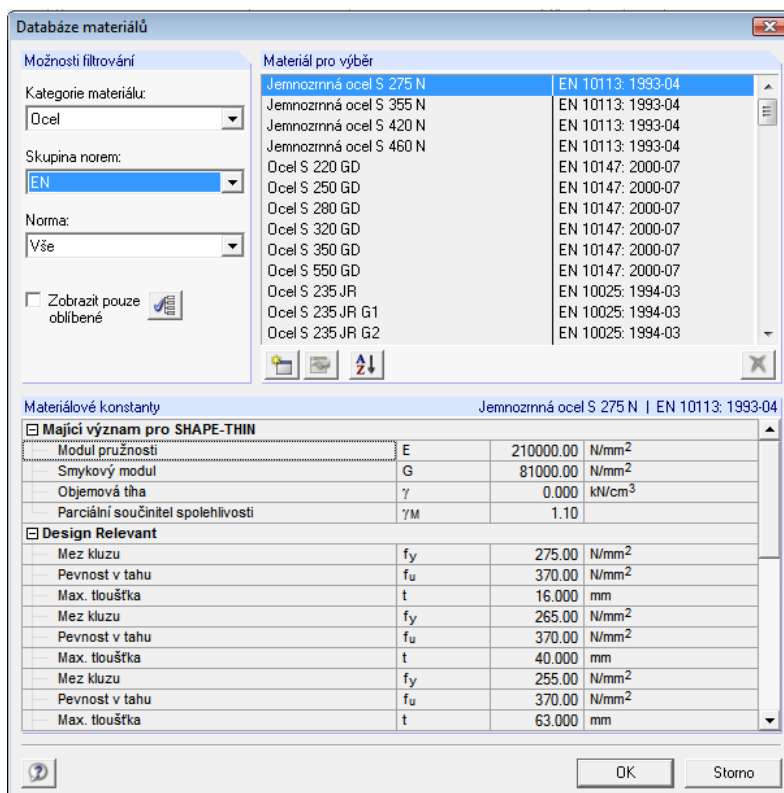
Databáze materiálů

Mnoho materiálů je již uloženo v tzv. databázi materiálů.

Vyvolání databáze materiálů

Databázi materiálů můžeme vyvolat z dialogu *Zadat nový materiál* kliknutím na tlačítko [Databáze]. Databázi také můžeme přímo otevřít z tabulky 1.2 *Materiály*: klikneme na libovolnou buňku tabulky ve sloupci *Materiál – označení* a poté na tlačítko [...] nebo stiskneme klávesu [F7].

Databáze ...

Databáze materiálů

Možnosti filtrování

Kategorie materiálu: Ocel

Skupina norem: EN

Norma: Vše

☐ Zobrazit pouze oblíbené

Materiál pro výběr

Jemnozrná ocel S 275 N	EN 10113: 1993-04
Jemnozrná ocel S 355 N	EN 10113: 1993-04
Jemnozrná ocel S 420 N	EN 10113: 1993-04
Jemnozrná ocel S 460 N	EN 10113: 1993-04
Ocel S 220 GD	EN 10147: 2000-07
Ocel S 250 GD	EN 10147: 2000-07
Ocel S 280 GD	EN 10147: 2000-07
Ocel S 320 GD	EN 10147: 2000-07
Ocel S 350 GD	EN 10147: 2000-07
Ocel S 550 GD	EN 10147: 2000-07
Ocel S 235 JR	EN 10025: 1994-03
Ocel S 235 JR G1	EN 10025: 1994-03
Ocel S 235 JR G2	EN 10025: 1994-03

Materiálové konstanty Jemnozrná ocel S 275 N | EN 10113: 1993-04

☒ Mající význam pro SHAPE-THIN

Modul pružnosti	E	210000.00	N/mm ²
Smykový modul	G	81000.00	N/mm ²
Objemová tíha	γ	0.000	kN/cm ³
Parciální součinitel spolehlivosti	γ_M	1.10	

☒ Design Relevant

Mez kluzu	f_y	275.00	N/mm ²
Pevnost v tahu	f_u	370.00	N/mm ²
Max. tloušťka	t	16.000	mm
Mez kluzu	f_y	265.00	N/mm ²
Pevnost v tahu	f_u	370.00	N/mm ²
Max. tloušťka	t	40.000	mm
Mez kluzu	f_y	255.00	N/mm ²
Pevnost v tahu	f_u	370.00	N/mm ²
Max. tloušťka	t	63.000	mm

OK Storno

Obr. 5.12: Dialog *Databáze materiálů*

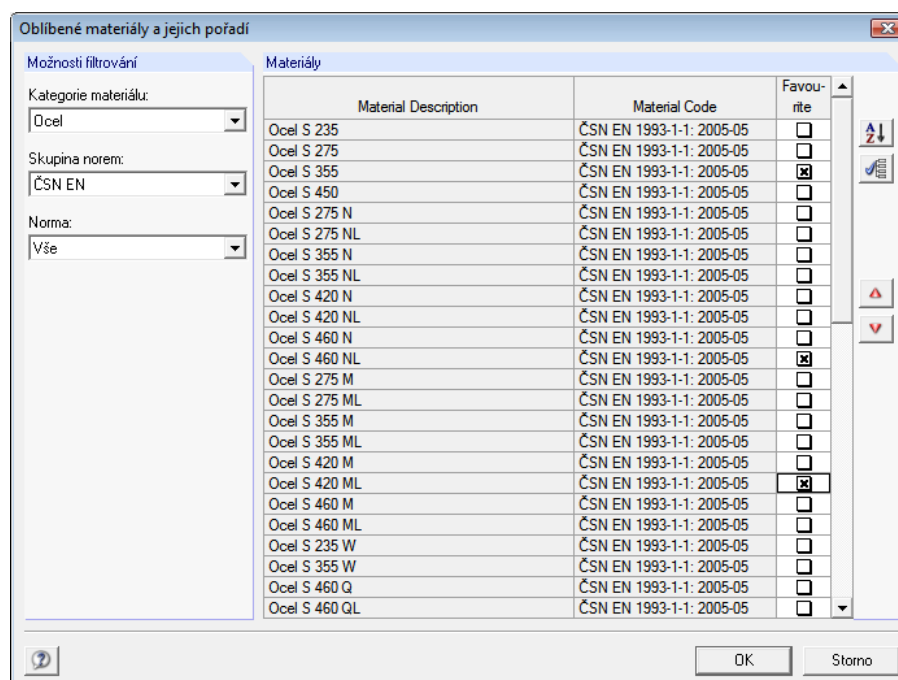
Materiály můžeme vybírat ze seznamu *Materiál pro výběr*. Hodnoty materiálových konstant se zobrazují v dolní části dialogu. Zvolený materiál se převezme pomocí tlačítka [OK] nebo klávesy [↵].

Možnosti filtrování

Vzhledem k rozsahu databáze materiálů je k dispozici několik možností filtrování. Seznam materiálů můžeme filtrovat podle kritérií *Kategorie materiálu*, *Skupina norem* a *Norma*.

Vytvoření oblíbených materiálů

Často používané materiály můžeme uložit jako oblíbené. Pokud zaškrtneme v dialogu *Databáze materiálů* volbu *Zobrazit pouze oblíbené*, objeví se pouze tyto materiály. Dialog *Oblíbené materiály a jejich pořadí* zavoláme pomocí tlačítka [Upravit oblíbené a jejich pořadí].



Obr. 5.13: Dialog *Oblíbené materiály a jejich pořadí*



Tento dialog obsahuje již popsané *Možnosti filtrování*. Často používané materiály můžeme označit jako oblíbené pomocí příslušného políčka v posledním sloupci u seznamu materiálů. Také můžeme změnit pořadí materiálů pomocí tlačítek [▲] a [▼].

Pokud je poté v databázi materiálů zaškrtnuto políčko *Zobrazit pouze oblíbené*, seznam materiálů je kratší.

Oblíbené materiály také ovlivní typ materiálu, který je přednastaven při vytvoření nového průřezu: kromě standardního materiálu *Steel S 235* se převezme i oblíbený materiál na prvním místě v seznamu.

Rozšíření databáze

Databázi materiálů lze rozšířit. Ihned po přidání nového materiálu do databáze můžeme tento materiál používat pro SHAPE-THIN průřezy.



Tlačítko [Vytvořit nový materiál], které se nachází v části *Materiál pro výběr* dialogu *Databáze materiálů*, otevře dialog *Nový materiál*. Parametry vybrané položky ze seznamu *Materiál pro výběr* jsou zde již přednastaveny.

Nový materiál

Označení materiálu:

Kategorie pro funkce filtrování

Kategorie materiálu:

Skupina norem:

Norma:

☐ Oblíbené

Materiálové konstanty Ocel S 235

☒ Mající význam pro SHAPE-THIN

Modul pružnosti	E	21000.00	kN/cm ²
Smykový modul	G	8100.00	kN/cm ²
Objemová tíha	γ	0.000	kN/cm ³
Parciální součinitel spolehlivosti	γ_M	1.10	
Design Relevant			
Mez kluzu	f_y	24.00	kN/cm ²
Pevnost v tahu	f_u	36.00	kN/cm ²
Max. tloušťka	t	40.000	mm
Mez kluzu	f_y	21.50	kN/cm ²
Max. tloušťka	t	100.000	mm
Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny	E ₀	21000.00	kN/cm ²
Modul pružnosti kolmo k vláknům	E ₉₀	21000.00	kN/cm ²
Smykový modul rovnoběžně s vlákny	G ₀	8100.00	kN/cm ²
Smykový modul kolmo k vláknům	G ₉₀	8100.00	kN/cm ²
Charakteristická pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	24.00	kN/cm ²
Charakteristická pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	24.00	kN/cm ²
Charakteristická pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	24.00	kN/cm ²
Charakteristická pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	24.00	kN/cm ²
Charakteristická pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	13.90	kN/cm ²
Smykový modul extra	G _{xy}	8100.00	kN/cm ²

Komentář:

Obr. 5.14: Dialog Nový materiál

Zadáme *Označení materiálu* a *Materiálové konstanty*. Dále musíme určit *Kategorie pro funkce filtrování*. Kategorie můžeme buď upravit, nebo nově vytvořit.

Upravit kategorie materiálů

Označení

- Beton
- Ocel
- Ocel (podle klíčových čísel)
- Ocel (pro teplotní závislosti)
- Nerezová ocel
- Dřevo
- Dřevo (kolmo na vlákna)
- Lepené lamelové dřevo
- Lepené lamelové dřevo (
- Deska na bázi dřeva
- Zdivo
- Hliník

Údaje pro kategorii materiálů

Označení: Šablona kategorie:

Obr. 5.15: Dialog Upravit kategorie materiálů



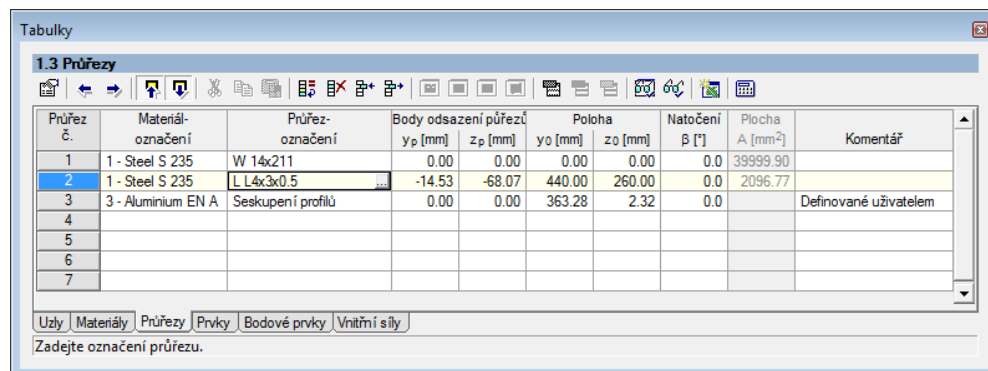
Pořadí položek můžeme nastavit pomocí tlačítek [▲] a [▼].

5.3 Průřezy

Obecná charakteristika

V programu SHAPE-THIN můžeme různé typy válcovaných nebo svařovaných průřezů vybírat z rozsáhlé databáze a začlenit je do průřezů vytvářených pomocí tohoto programu.

Také můžeme vytvářet uživatelem definované průřezy z průřezových částí.

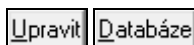


Průřez č.	Materiál- označení	Průřez- označení	Body odsazení průřezů		Poloha		Natočení	Plocha	Komentář
			y_p [mm]	z_p [mm]	y_0 [mm]	z_0 [mm]	β [°]	A [mm ²]	
1	1 - Steel S 235	W 14x211	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	39999.90	
2	1 - Steel S 235	L L4x3x0.5	-14.53	-68.07	440.00	260.00	0.0	2096.77	
3	3 - Aluminium EN A	Seskupení profilů	0.00	0.00	363.28	2.32	0.0		Definované uživatelem
4									
5									
6									
7									

Obr. 5.16: Tabulka 1.3 Průřezy

Materiál - označení

Můžeme vybrat položky ze seznamu materiálů, které byly již předem definovány. Tento seznam zobrazíme pomocí tlačítka [▼], které se objeví na konci zvolené buňky.

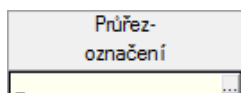


V dialogu *Nastavit průřez* (srov. obr. 5.19), jsou dvě tlačítka vedle seznamu materiálů. Slouží k úpravě určitého materiálu nebo k otevření databáze materiálů.

Podrobnosti k materiálům najdeme v předchozí kapitole 5.2 na straně 70.

Průřez - označení

Průřez - označení musí odpovídat položce zařazené do databáze průřezů v případě, že chceme použít válcované nebo parametrizované průřezy. Je doporučeno v tabulce použít tlačítko [...], které otevře tuto databázi. Zde můžeme vybrat požadovaný průřez. Jeho označení bude pak převzato do tabulky.



Jak nastavit průřezy z databáze, je popsáno níže. V kapitole 10.1.8 na straně 176 je vysvětleno, jakým způsobem můžeme vytvářet uživatelsky definované průřezy z vybraných prvků.

Body odsazení průřezů

Když nastavujeme průřez graficky, musíme určit místo na průřezu, za které ho uchopíme – tzv. bod odsazení. V dialogu *Nastavit průřez* (srov. obr. 5.19) jsou souřadnice bodu odsazení zobrazeny ve dvou vstupních polích nad obrázkem. Tyto souřadnice y_p a z_p odkazují buď (staticky) na těžiště průřezu nebo (geometricky) na střed průřezu.

Poloha

Tyto dva sloupce v tabulce určují polohu bodu odsazení v zadávacím souřadném systému y_0 a z_0 .

Natočení β

Průřez můžeme otáčet o úhel β , který můžeme libovolně definovat.

Plocha

Hodnota plochy průřezu je převzata z databáze. Pro uživatelem definované průřezy z vybraných prvků program SHAPE-THIN plochu určí ihned a zobrazí její hodnotu v tomto sloupci.

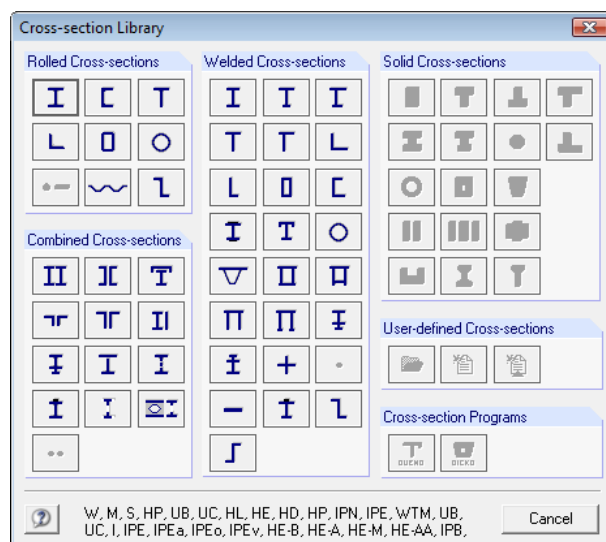
Databáze průřezů

V databázi se nachází velké množství různých průřezů.

Otevření databáze

Databázi průřezů můžeme vyvolat pomocí

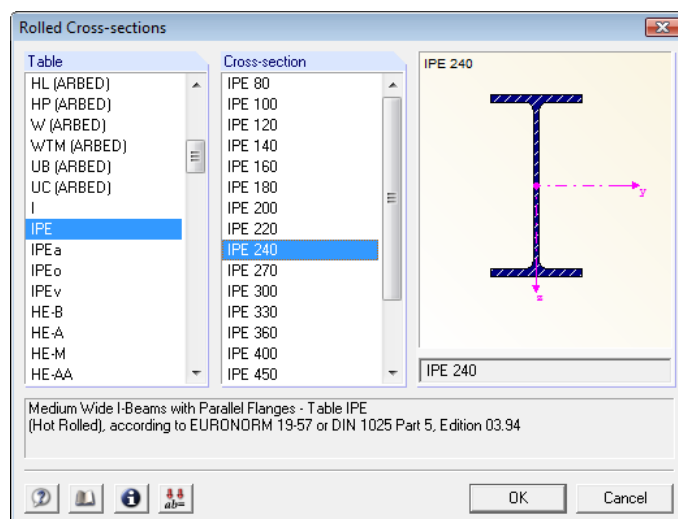
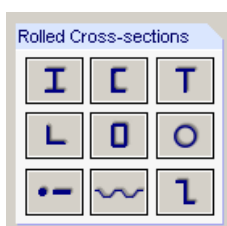
- nabídky **Vložit** → **Průřezy** → **Graficky** → **Databáze průřezů**
- tlačítka [Vytvořit průřez] v panelu nástrojů
- tlačítka [...] nebo klávesy [F7] ve sloupci *Průřez - označení* v tabulce 1.3 *Průřezy*.



Obr. 5.17: Dialog *Databáze průřezů*

Nastavení průřezu

Průřezy jsou podle typu rozděleny do tří skupin: *Válcované*, *Svařované* a *Kombinované průřezy*. Protože program provádí výpočty podle teorie tenkostěnných průřezů, není masivní tyčová ani plochá ocel přístupná. Klikneme na jeden z typů průřezů a otevřeme tak nový dialog obsahující seznam všech dostupných průřezů z dané skupiny.

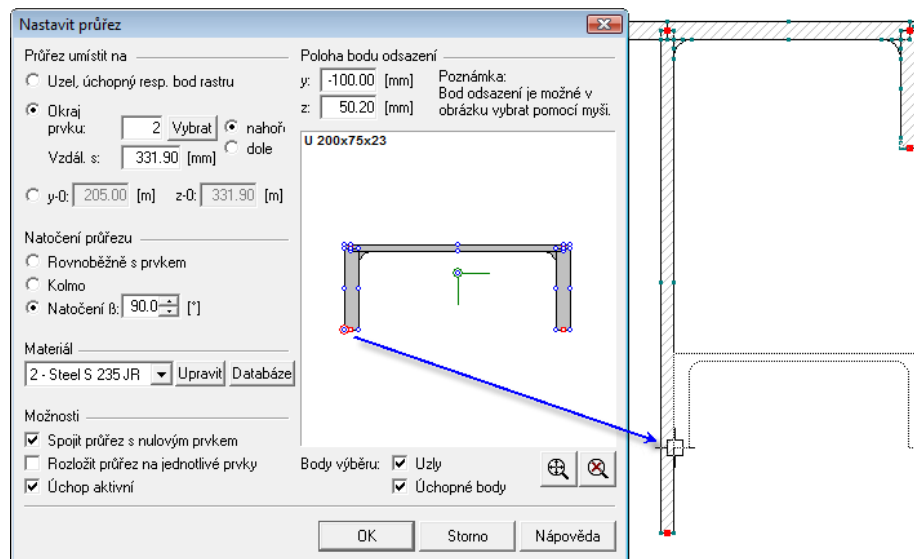


Obr. 5.18: Výběr válcovaného průřezu z tabulky IPE



V tomto dialogu nejprve určíme druh průřezu v části *Tabulka* a pak vybereme konkrétní průřez v sekci *Průřez*. Pomocí tlačítka [Informace o průřezu] můžeme zobrazit a zkontrolovat průřezové charakteristiky vybraného průřezu.

Po výběru určitého průřezu klikneme na [OK] a otevřeme poslední dialog, kde můžeme nastavit další různé parametry ještě před tím, než umístíme průřez do grafiky.



Obr. 5.19: Dialog *Nastavit průřez*, možnost připojit průřez na *Okraj prvku* č. 2

Obrázek v pravé části tohoto dialogu ukazuje umístění aktuálního bodu odsazení, který představuje „úchopový bod“ průřezu. Je znázorněn červeným kroužkem. Můžeme definovat jiný bod odsazení tak, že zadáme souřadnice y, z ve vstupních polích *Poloha bodu odsazení* nebo tento bod vybereme přímo na obrázku průřezu. Normální *Uzly* programu SHAPE-THIN jsou vyznačeny červeně, *Úchopové body* modře. Nový bod odsazení je znázorněn jako velký červený kroužek. Pokud je obtížné se zaměřit na bod odsazení, použijeme funkci zoomu a zvětšíme odpovídající oblast na obrázku.

V sekci *Průřez umístit na* máme tři možnosti umístění průřezu na

- *Uzel, úchopový bod* nebo *bod rastru*, které můžeme vybrat v grafice
- *Okraj prvku*, což vytvoří tuhé spojení pomocí nulového prvku *vlevo* nebo *vpravo* od prvku, který můžeme [Vybrat], a to v určité *Vzdálenosti* od začátku prvku
- Souřadnice y_0 a z_0

Můžeme také definovat *Natočení průřezu* o úhel β , jehož velikost lze zadat ve stupních, nebo stanovením polohy *Rovnoběžně s prvkem* nebo *Kolmo* k okraji jiného prvku.

Materiál můžeme vybrat ze seznamu nebo z [Databáze], srov. obr. 5.12 na straně 72.

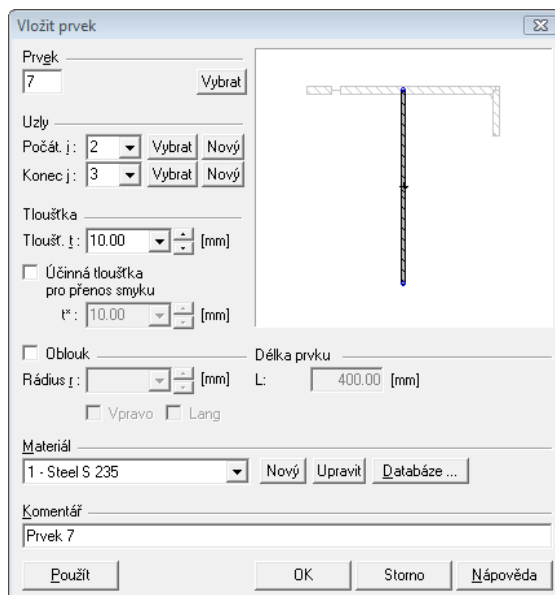
Volitelně můžeme také *Rozložit průřez na jednotlivé prvky* tak, že tyto prvky můžeme následně upravovat. Funkce *Úchop aktivní* slouží k nastavení průřezu na body rastru. Pokud chceme úchopové body vybrat, zrušíme zaškrtnutí tohoto políčka.

Když je celé zadání dokončeno, potvrdíme jej tlačítkem [OK]. Je však rychlejší nastavit průřez graficky tak, že jím pohybuje pomocí myši (průřez je ohraničen tečkovanými čarami) po obrazovce až na požadované místo. Když se vhodný uzel, úchopový bod nebo bod rastru ukáže v dialogu nebo stavovém řádku, můžeme průřez umístit jediným kliknutím.

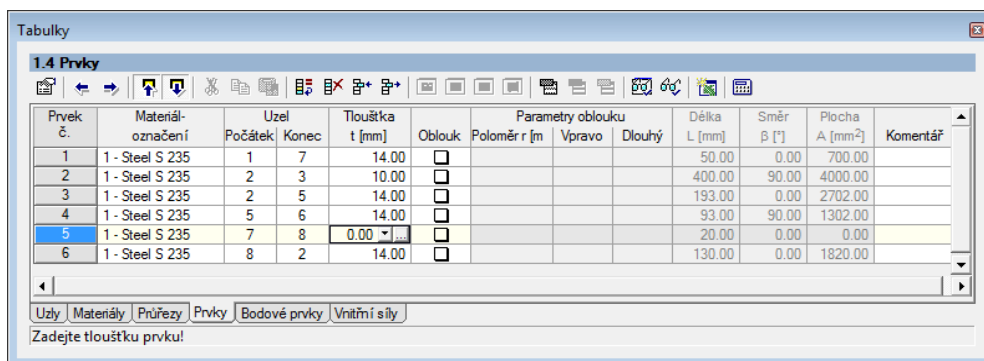
5.4 Prvky

Obecná charakteristika

Geometrie průřezu je popsána pomocí prvků. Prvky jsou definovány počátečním a koncovým uzlem a tloušťkou, která přísluší rovné nebo zakřivené ose prvku. Prvky mohou být vzájemně propojeny pouze na uzlech.

Obr. 5.20: Dialog Vložit prvek



Prvek č.	Materiál- označení	Uzel Počátek	Konec	Tloušťka t [mm]	Oblouk	Poloměr r [m]	Vpravo	Dlouhý	Délka L [mm]	Směr β [°]	Plocha A [mm²]	Komentář
1	1 - Steel S 235	1	7	14.00	☐				50.00	0.00	700.00	
2	1 - Steel S 235	2	3	10.00	☐				400.00	90.00	4000.00	
3	1 - Steel S 235	2	5	14.00	☐				193.00	0.00	2702.00	
4	1 - Steel S 235	5	6	14.00	☐				93.00	90.00	1302.00	
5	1 - Steel S 235	7	8	0.00	☐				20.00	0.00	0.00	
6	1 - Steel S 235	8	2	14.00	☐				130.00	0.00	1820.00	

Obr. 5.21: Tabulka 1.4 Prvky

Číslo je prvku přiděleno automaticky. Pokud si přejeme, můžeme vložit jiné číslo ve vstupním poli *Prvek*. Pořadí číslování není důležité, jsou dovolena i přerušení.

Materiál - označení

Lze vybrat položky ze seznamu materiálů, které byly již předem definovány. Můžeme také přiřadit různé materiály různým prvkům ve stejném průřezu.

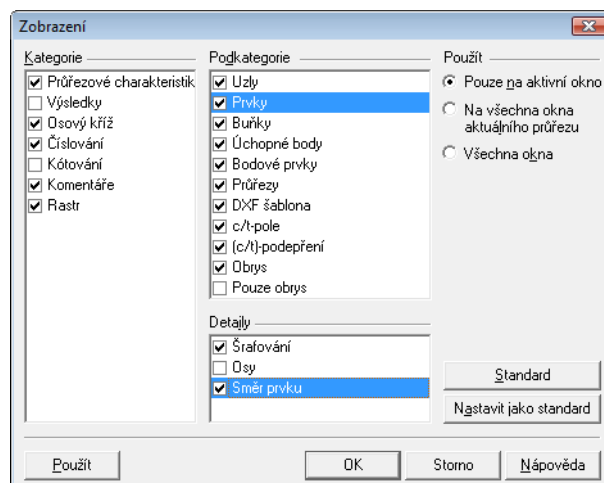
V dialogu *Vložit prvek* jsou vedle seznamu materiálů umístěna tři tlačítka. Můžeme je použít k vytvoření nebo úpravě materiálů a k přístupu do databáze materiálů.

Podrobnosti k materiálům najdeme v předchozí kapitole 5.2 na straně 70.

Uzel – počátek a konec

Každý prvek je geometricky definován pomocí počátečního a koncového uzlu. Pořadí těchto dvou uzlů také určuje orientaci prvku. Směr prvku v některých případech ovlivňuje rozložení výsledků na prvu (např. statické momenty).

Uzly můžeme zadat ručně, vybrat je nebo nově definovat.



Obr. 5.22: Zaškrtnutí políčka **Směr prvku** v dialogu *Zobrazení*

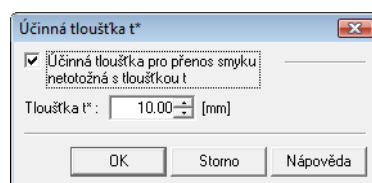
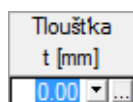


Orientaci prvku můžeme rychle změnit: klikneme na prvek pravým tlačítkem a v kontextové nabídce vybereme volbu *Otočit směr*. Čísla počátečního uzlu prvku a koncového uzlu se prohodí.

Tloušťka t

Tloušťka t určuje tloušťku standardních prvků. Pokud však není *Účinná tloušťka pro přenos smyku* s touto tloušťkou totožná, můžeme ji zadat v samostatném dialogu *Účinná tloušťka t^** , který vyvoláme pomocí tlačítka [...] na konci aktivní buňky v odpovídajícím sloupci tabulky 1.4.

Účinná tloušťka je důležitá zvláště pro nulové prvky. Program SHAPE-THIN chápe nulovou tloušťku jako nepřerušení smykového přenosu. Pro určité vzorce však musí být tloušťka větší než nula, protože parametr t se nachází ve jmenovateli.



Obr. 5.23: Dialog *Účinná tloušťka t^**

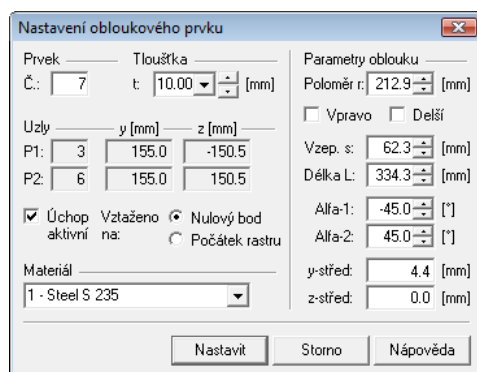
Oblouk

Zaškrtnutí políčka v dialogu *Vložit prvek* nebo v odpovídajícím sloupci tabulky určuje, zda je prvek rovný nebo zakřivený. Další vstupní pole jsou přístupná pouze tehdy, je-li políčko *Oblouk* v tabulce označeno křížkem, což můžeme provést jediným kliknutím.

Parametry oblouku

I když můžeme definovat oblouk v dialogu *Vložit prvek* zaškrtnutím políčka *Oblouk* (srov. obr. 5.20), také v panelu nástrojů je k dispozici tlačítko, které vytvoří obloukové prvky graficky. Vyvolá se následující dialog.



Obr. 5.24: Dialog *Nastavení obloukového prvku*

Poloměr r

Poloměr musí být dostatečně velký, aby se mohl vytvořit oblouk mezi dvěma uzly. V dialogu *Nastavení obloukového prvku* můžeme vybrat tyto dva uzly v grafice ještě před tím, než definujeme poloměr. Buď zadáme velikost r přímo a potom klikneme na [Nastavit] (přitom ale musíme být opatrní, aby myš neopustila tento dialog), nebo jednoduše pohybuje kurzorem s obloukem vyznačeným tečkovanou čarou po obrazovce a kliknutím vybereme poloměr.

Vpravo

Toto zaškrtnuté políčko určuje, zda se oblouk vytvoří napravo nebo nalevo od linie, která je definována počátečním a konečným uzlem.

Delší

Pomocí tohoto políčka určíme, zda bude oblouk delší (políčko zaškrtnuto) nebo kratší (nezaškrtnuto) než půlkruh se stejným poloměrem.

Dialog *Nastavení obloukového prvku* obsahuje další parametry, které závisí na typu zadání a které můžeme také přímo nastavit (např. *Délka* oblouku, úhly rozevření *Alfa* a absolutní souřadnice *středu* oblouku).

Nejrychlejší způsob, jak upravit stávající oblouk, je dvakrát na něj kliknout v grafice a poté nastavit jeho parametry v dialogu *Upravit prvek*.

Délka L

Tento sloupec v tabulce udává celkovou délku rovného nebo zakřiveného prvku.

Směr β

Zde je uveden úhel naklonění prvku (nebo úsečka mezi počátečním a koncovým uzlem oblouku) vzhledem k ose y_0 , tj. můžeme ověřit polohu prvku.

Plocha A

V tomto sloupci je u každého prvku uvedena plocha, která se spočítá jako součin tloušťky prvku t a délky prvku L .

Komentář

Tento sloupec můžeme použít pro naše poznámky. Pokud je prvek součástí určitého průřezu (srov. předchozí kapitola 5.3), pak je zde uveden popis tohoto průřezu.

5.5 Bodové prvky

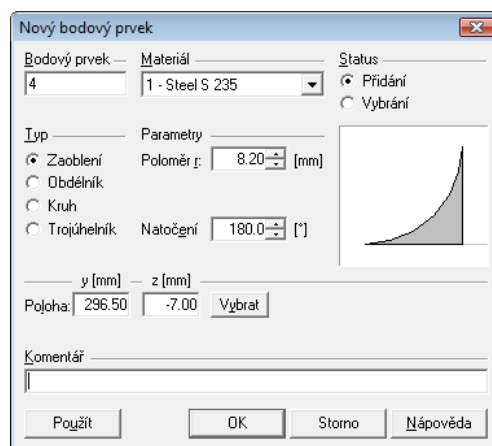
Obecná charakteristika

Bodové prvky se používají k přidání nebo odebrání malých částí průřezu. Takto můžeme například modelovat zaoblení či vruby. Databáze průřezů také obsahuje bodové prvky, které program zaregistruje po rozložení průřezu na jednotlivé prvky. Napětí na bodových prvcích však analýza nezahrnuje.



Musíme mít na paměti, že zastoupení všech bodových prvků by nemělo překročit 10 % plochy průřezu, aby byly průřezové charakteristiky správně určeny. Pokud má bodový prvek nezanedbatelnou velikost, je lepší, když jej modelujeme jako 'skutečný' prvek.

Bodové prvky můžeme 'uchopit' za body odsazení, které jsou znázorněny na obrázku v dialogu. Když zvolíme nový bod odsazení tak, že na něj v obrázku klikneme, zvýrazní se větším kroužkem. Můžeme pak pohybovat bodovým prvkem ohraničeným tečkovanou čarou pomocí tohoto bodu odsazení po obrazovce a připojit prvek k uzlu nebo úchopovému bodu jiného prvku či jiného bodového prvku.



Nový bodový prvek

Bodový prvek: 4 Materiál: 1 - Steel S 235 Status: ☒ Přidání ☐ Vybrání

Typ: ☒ Zaoblení ☐ Obdélník ☐ Kruh ☐ Trojúhelník

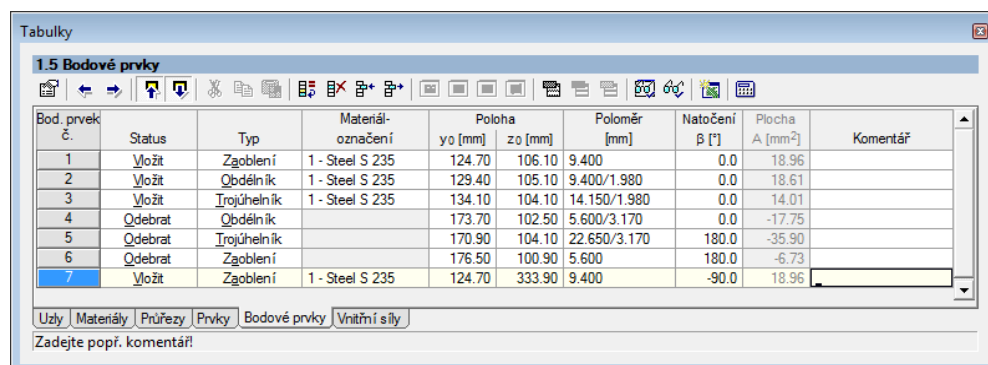
Parametry: Poloměr r: 8.20 [mm] Natočení: 180.0 [°]

Poloha: y [mm] = 296.50 z [mm] = -7.00 Vybrat

Komentář:

Použít OK Storno Nápověda

Obr. 5.25: Dialog *Nový bodový prvek*



Tabulky

1.5 Bodové prvky

Bod. prvek č.	Status	Typ	Materiál- označení	Poloha		Poloměr	Natočení	Plocha	Komentář
				y ₀ [mm]	z ₀ [mm]	[mm]	β [°]	A [mm ²]	
1	Vložit	Zaoblení	1 - Steel S 235	124.70	106.10	9.400	0.0	18.96	
2	Vložit	Obdélník	1 - Steel S 235	129.40	105.10	9.400/1.980	0.0	18.61	
3	Vložit	Trojúhelník	1 - Steel S 235	134.10	104.10	14.150/1.980	0.0	14.01	
4	Odebrat	Obdélník		173.70	102.50	5.600/3.170	0.0	-17.75	
5	Odebrat	Trojúhelník		170.90	104.10	22.650/3.170	180.0	-35.90	
6	Odebrat	Zaoblení		176.50	100.90	5.600	180.0	-6.73	
7	Vložit	Zaoblení	1 - Steel S 235	124.70	333.90	9.400	-90.0	18.96	

Uzly Materiály Průřezy Prvky Bodové prvky Vnitřní síly

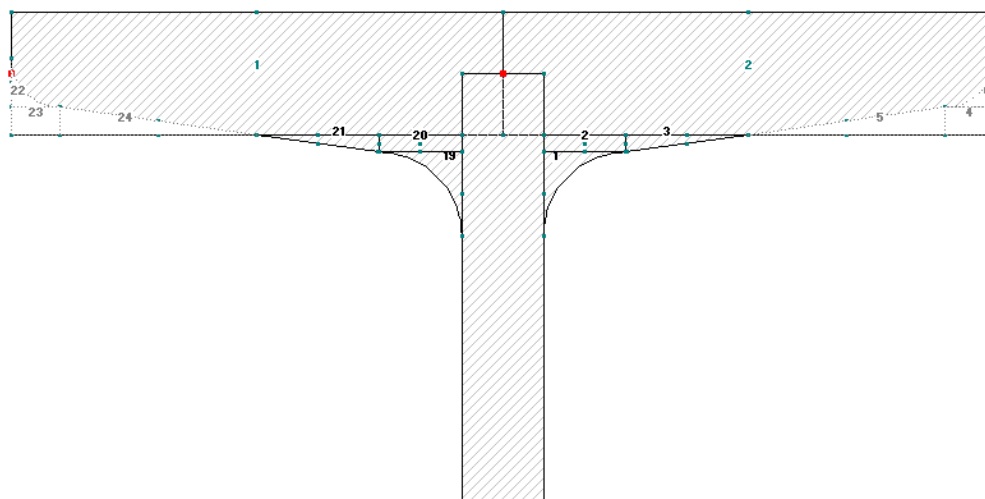
Zadejte popř. komentář!

Obr. 5.26: Tabulka 1.4 *Bodové prvky*

Číslo bodového prvku je přiřazeno automaticky. Pokud si přejeme, můžeme zadat jiné číslo ve vstupním poli dialogu *Upravit bodový prvek*. Na pořadí číslování prvků nezáleží.

Status

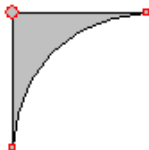
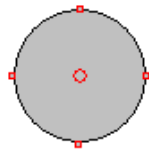
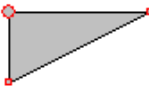
Bodové prvky můžeme buď *Vložit* do modelu průřezu, nebo je z modelu *Odebrat*. Následující obrázek ukazuje I-průřez z databáze, na kterém jsou pásnice detailně modelovány pomocí vkládaných a odebíraných bodových prvků.



Obr. 5.27: Pásnice I-průřezu s vloženými a odebranými bodovými prvky

Typ

Pro detailní modelování jsou k dispozici čtyři typy bodových prvků.

Typ	Znázornění	Popis
Zaoblení		Tento bodový prvek představuje čtverec, ze kterého je odebrána čtvrtina kruhu. Musíme zadat <i>Poloměr r</i> . K dispozici máme 3 body odsazení.
Obdélník		Obdélník je popsán dvěma parametry: <i>Délka</i> a <i>Šířka</i> . Pro nastavení tohoto bodového prvku můžeme použít bod odsazení uprostřed obdélníku nebo čtyři další body odsazení v jeho rozích.
Kružnice		Kruhový bodový prvek určuje jeho <i>Poloměr r</i> . Kromě bodu odsazení uprostřed kružnice máme k dispozici čtyři další body odsazení na jejím obvodu.
Trojúhelník		Pravoúhlý trojúhelník určují parametry <i>Délka</i> a <i>Šířka</i> . V každém z vrcholů trojúhelníku se nachází jeden bod odsazení.

Tabulka 5.1: Typy bodových prvků



Vhodný bod odsazení můžeme vybrat jediným kliknutím. Pokud následně upravíme některé z parametrů bodového prvku (délku, šířku nebo poloměr), může se stát, že bude nutné bod odsazení vybrat znovu.

Materiál - označení

Můžeme vybrat položky ze seznamu materiálů, které byly již předem definovány. Různým prvkům stejného průřezu můžeme přiřadit různé materiály.

V dialogu *Vložit prvek* jsou tři tlačítka vedle seznamu materiálů. Můžeme je použít k vytvoření nového materiálu, úpravě stávajících materiálů nebo k přístupu do databáze materiálů.

Podrobnosti k materiálům můžeme nalézt v kapitole 5.2 na straně 70.

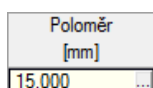
Poloha y_0 , z_0

Tato dvě vstupní pole, resp. sloupce tabulky určují polohu bodového prvku vzhledem k absolutnímu počátku (0/0). Přesněji, tyto souřadnice představují polohu bodu odsazení tohoto prvku (srov. tabulka 5.1).

Délka/Šířka resp. Poloměr

Základní geometrické parametry bodového prvku závisí na jeho typu. Pro obdélník a trojúhelník musíme zadat *Délku* a *Šířku*. Pro zaoblení nebo kružnici musíme definovat *Poloměr* r .

K úpravám parametrů přímo z tabulky slouží tlačítko [...], které se objeví, pokud klikneme na danou buňku. Tlačítko vyvolá dialog *Upravit bodový prvek*, kde můžeme nastavit parametry prvku.



Natočení β

Bodový prvek můžeme pootočit o úhel β , který můžeme libovolně zvolit.

Plocha A

V tomto sloupci tabulky je uvedena plocha každého bodového prvku. Její hodnota je kladná, když je prvek vložen a záporná, pokud je prvek odebrán.

Komentář

Tento sloupec můžeme použít pro naše poznámky. Pokud je prvek součástí určitého průřezu (srov. předchozí kapitola 5.3), pak je zde uveden popis tohoto průřezu.

5.6 c/t-pole

Obecná charakteristika

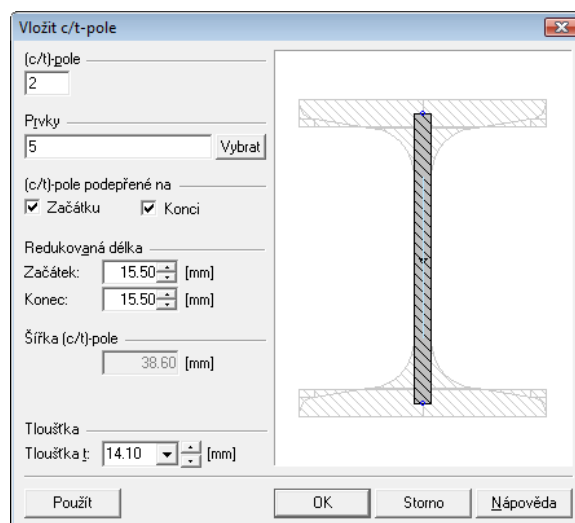
Pro výpočet napětí je důležitý štíhlostní poměr c/t , aby byly zajištěny úplné příspěvky průřezových částí v případě napětí v tlaku.

c/t pole jsou přístupná v grafice i v tabulce pouze tehdy, když byla v dialogu *Základní údaje* zvolena jedna z následujících možností (srov. obr. 4.33, strana 55):

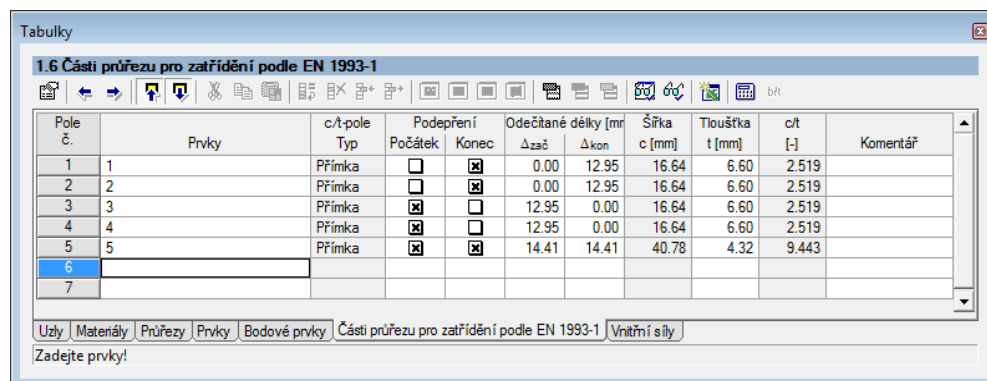
- Kontrola mezních hodnot c/t
- Vytvoření účinných průřezů



Musíme také definovat vnitřní síly, abychom mohli ověřit štíhlostní poměry.



Obr. 5.28: Dialog *Vložit c/t-pole*



Pole č.	Prvky	c/t-pole Typ	Podepření Počátek	Konec	Odečtené délky [mm] Δzač	Δkon	Šířka c [mm]	Tloušťka t [mm]	c/t [-]	Komentář
1	1	Přímka	☐	☒	0.00	12.95	16.64	6.60	2.519	
2	2	Přímka	☐	☒	0.00	12.95	16.64	6.60	2.519	
3	3	Přímka	☒	☐	12.95	0.00	16.64	6.60	2.519	
4	4	Přímka	☒	☐	12.95	0.00	16.64	6.60	2.519	
5	5	Přímka	☒	☒	14.41	14.41	40.78	4.32	9.443	
6										
7										

Obr. 5.29: Tabulka 1.6 *Části průřezu pro zatřídění podle EN 1993-1*

Program SHAPE-THIN automaticky zaregistruje c/t pole a zobrazí je v grafice i v tabulce. V dialogu *Základní údaje* můžeme dále nastavit za jakých podmínek se vytvoří koncové podpory c/t polí (srov. obr. 4.43, strana 62 a obr. 4.44, strana 63).

Pokud je několik prvků spojeno rovnou čarou, program SHAPE-THIN automaticky rozpozná spojitě délky (včetně nulových prvků), aby mohl určit c/t poměr této části průřezu. Program standardně předpokládá existenci koncové podpory v místě, kde je připojen další prvek s úhlem větším než 45° . Toto nastavení ovládáme pomocí dialogu *Základní údaje* (srov. obr. 4.43, strana 62 pro DIN 18000 a obr. 4.44, strana 63 pro EN 1993-1).

Prvky

Všechny prvky, které patří do c/t pole, jsou uvedeny v tomto vstupním poli v dialogu nebo v tabulce.

c/t-pole Typ

V tomto sloupci tabulky je každému c/t poli automaticky přiřazen jeden z následujících typů:

- Přímka
- Oblouk
- Trubka (kruhový dutý průřez)

Tento sloupec tabulky není přístupný pro údaje definované uživatelem.

Podepření Počátek/Konec

Každé c/t pole může být podepřeno na svém počátku nebo na konci, nebo nemusí být na jedné straně vůbec podepřené. Tímto způsobem jsou definovány vnitřní tlačené části nebo vnější pásnice.

Odečítané délky $\Delta_{\text{zač}}$ / Δ_{kon}

V těchto dvou vstupních polích v dialogu nebo v tabulce zadáváme vzdálenost podepření od počátečního nebo koncového uzlu pro daný prvek. Pokud neexistuje žádné podepření, vzdálenost je obecně nulová. V takovém případě můžeme zmenšit šířku c/t pole tak, že zohledníme spojovací prvky nebo zaoblení. Program SHAPE-THIN automaticky rozpozná příznivé účinky.

Šířka c

Celková šířka c/t pole je tvořena délkami všech obsažených prvků, která je redukována odečítanými délkami na počátku a na konci tohoto pole.

Tloušťka t

Tloušťka je definována jako nejmenší tloušťka všech prvků, které jsou součástí daného c/t pole.

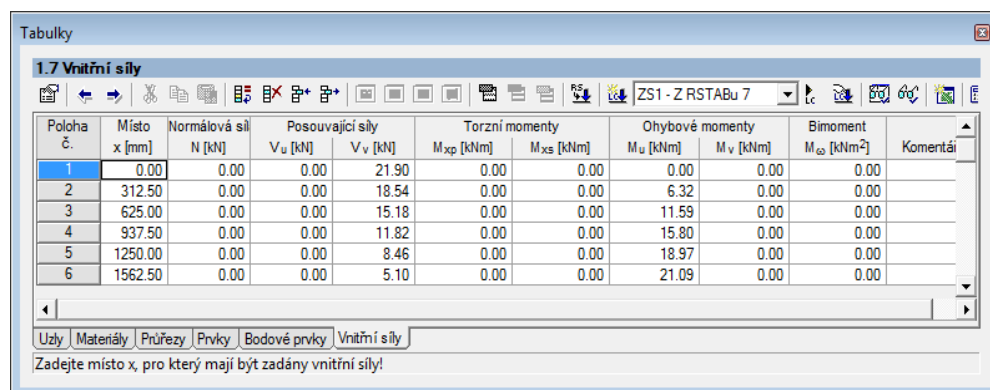
c/t

V tomto sloupci tabulky, resp. poli v dialogu, je uveden výsledný štíhlostní poměr.

5.7 Vnitřní síly

Obecná charakteristika

V této tabulce můžeme definovat vnitřní síly a momenty nebo je můžeme převzít z programů RSTAB nebo RFEM. Tvoří základ pro posouzení průřezů, které se provádí buď po zatěžovacích stavech, nebo po místech x. Zadání se provádí kompletně v tabulce 1.7, tj. neexistuje odpovídající vstupní dialog.



Poloha č.	Místo x [mm]	Normálová síla N [kN]	Posouvající síly Vu [kN] Vv [kN]		Torzní momenty M _{xp} [kNm] M _{xs} [kNm]		Ohybové momenty Mu [kNm] Mv [kNm]		Bimoment M _ω [kNm²]	Komentář
1	0.00	0.00	0.00	21.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	312.50	0.00	0.00	18.54	0.00	0.00	6.32	0.00	0.00	
3	625.00	0.00	0.00	15.18	0.00	0.00	11.59	0.00	0.00	
4	937.50	0.00	0.00	11.82	0.00	0.00	15.80	0.00	0.00	
5	1250.00	0.00	0.00	8.46	0.00	0.00	18.97	0.00	0.00	
6	1562.50	0.00	0.00	5.10	0.00	0.00	21.09	0.00	0.00	

Obr. 5.30: Tabulka 1.7 Vnitřní síly

Číslo polohy je automaticky připsáno, ale na pořadí číslování nezáleží.

Místo x

Tyto polohy určují například místa podél nosníku, kde působí odpovídající vnitřní síly. Toto místo x však nutně nemusí představovat skutečnou pozici na nosníku. Různá místa x můžeme zadávat ručně pro posouzení průřezu v případě, že jeho vnitřní síly nám okamžitě neurčí místo s maximálními napětími.

Když zadáváme první místo x, automaticky se vytvoří zatěžovací stav 1. Níže je detailně popsáno, jak vytvořit zatěžovací stavy nebo převzít vnitřní síly z programů RSTAB nebo RFEM.

I když program povoluje identická místa x, vyhodnocení výsledků se pak stává poněkud obtížnějším.

Normálová síla N

Normálová síla N vyvolává normálové napětí σ_{xN} , které je v průřezu konstantní.

Tahové síly zadáváme s kladným znaménkem, tlakové síly se záporným znaménkem.

Posouvající síly V_u / V_v

Posouvající síly V_u a V_v (působící ve směru hlavních os u a v) vyvolávají smyková napětí τ_{vu} a τ_{vv} . Pokud síly působí rovnoběžně se zadávacími osami y_0 a z_0 , sloupce jsou označeny jako V_y a V_z . V tomto případě vyvolávají smyková napětí τ_{vy} a τ_{vz} .

V dialogu *Základní údaje*, záložce *Nastavení* můžeme určit, na které osy chceme vnitřní síly vztáhnout (srov. obr. 4.37, strana 57). Tento dialog vyvoláme pomocí nabídky

Upravit → Průřez → Základní údaje.

Torzní momenty M_{xp} / M_{xs}

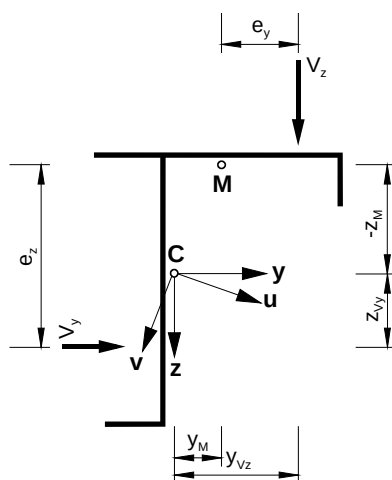
Pokud posouvající síla nepůsobí ve středu smyku M nebo ve vázané ose zkroucení D, průřez je navíc náchylný ke zkroucení. To má za následek torzní moment (zkрут) kolem podélné osy x nosníku.

V těchto sloupcích můžeme zadat dvě složky torzního momentu M_x – primární torzní moment M_{xp} a sekundární torzní moment M_{xs} . Pokud jsou účinky vázaného zkroucení zanedbatelné, je významná pouze složka momentu M_{xp} , tj. složku M_{xs} můžeme nastavit na nulu.

$$M_{xp} = -V_y \cdot e_z + V_z \cdot e_y \quad \text{nebo}$$

$$M_{xp} = -V_y \cdot (z_M - z_{Vy}) + V_z \cdot (y_{Vz} - y_M)$$

Rov. 5.2



Obr. 5.31: Excentricity e_y a e_z

Jestliže kladná osa y míří doprava, je M_{xp} kladný když se torzní moment otáčí ve směru hodinových ručiček okolo středu smyku M .

Místo obvyklého středu smyku M můžeme definovat jiný bod otáčení. Vázanou osu zkroucení D můžeme nastavit v záložce *Nastavení* dialogu *Základní údaje* (srov. obr. 4.37, strana 57), který vyvoláme pomocí nabídky

Upravit → Průřez → Základní údaje.

U průřezů, které jsou považovány za nenáchylné ke zkroucení (např. uzavřené průřezy), můžeme účinky vázaného zkroucení zanedbat. Sekundární torzní moment M_{xs} můžeme tedy nastavit na nulu.

$M=C$ a $t=\text{const.}$
Jeden průsečík

Obr. 5.32: Průřezy nenáchylné ke zkroucení a průřezy téměř nenáchylné ke zkroucení

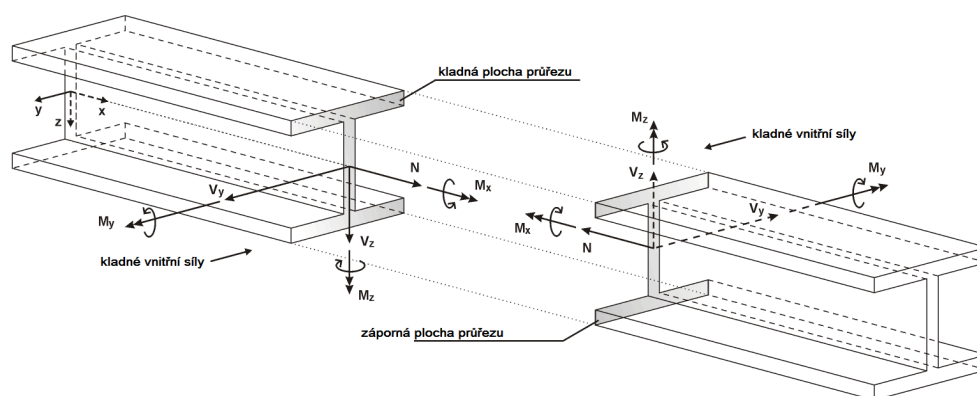
Torzní moment M_{xs} je významný pro otevřené a tenkostěnné průřezy a pro průřezy náchylné ke zkroucení (např. I-, W- nebo C-průřezy). Celkový torzní moment M_T musíme tedy rozložit na složku M_{xp} (působící primární torzní smyková napětí ze St. Venantova zkroucení) a složku M_{xs} (působící sekundární torzní smyková napětí v důsledku zajištění proti zkroucení). Do sloupců tabulky musíme tedy zadat dvě hodnoty.

Ohybové momenty M_u / M_v

Momenty M_u a M_v (působící ve směru hlavních os y a z) vyvolávají normálová napětí σ_{x,M_u} a σ_{x,M_v} . Pokud působí rovnoběžně se zadávacími osami y_0 a z_0 , jsou sloupce tabulky označeny jako M_y a M_z . V tomto případě vyvolávají normálová napětí σ_{x,M_y} a σ_{x,M_z} .

V dialogu *Základní údaje*, záložce *Nastavení* můžeme určit, na které osy chceme momenty vztáhnout. Viz popis u posouvajících sil.

Znaménková konvence v programu SHAPE-THIN odpovídá konvencím v programech RSTAB, RFEM a RF-/STEEL: M_y je kladný, pokud existují tahová napětí na kladné straně prutu (tj. ve směru jeho osy z). M_z je kladný, pokud existují tlaková napětí na kladné straně prutu (tj. ve směru osy prutu y). Znaménková konvence je znázorněna na následujícím obrázku.



Obr. 5.33: Znaménková konvence pro vnitřní síly a momenty

Bimoment M_ω

Bimoment způsobuje normálová napětí od vázaného zkroucení σ_{x,M_ω} .

Pokud se napětí mají počítat bez uvážení vázaného zkroucení pro průřezy nenáchylné nebo téměř nenáchylné ke zkroucení, uzavřené nebo průřezy podepřené proti zkroucení, pak můžeme momenty $M_{x,s}$ a M_{ω} pro tato posouzení nastavit na nulu.

V tomto případě torzní moment $M_{x,p}$ odpovídá prostému torznímu momentu M_t .

Komentář

Tento sloupec můžeme použít pro naše poznámky týkající se vnitřních sil.

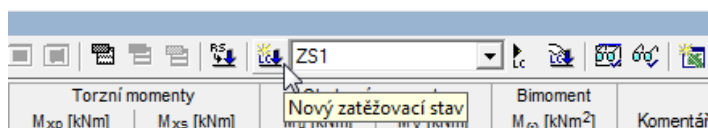
Pomocí nabídky **Nastavení** → **Jednotky** můžeme přizpůsobit jednotky a desetinná místa pro *vnitřní síly a momenty* našim požadavkům (srov. obr. 10.57, strana 198).

Vytvoření zatěžovacího stavu

Různé kombinace vnitřních sil můžeme buď uspořádat do různých zatěžovacích stavů nebo můžeme pro jeden určitý zatěžovací stav definovat různá místa x . Pokud existuje jen několik kombinací vnitřních sil, bude nám postačovat druhá možnost.

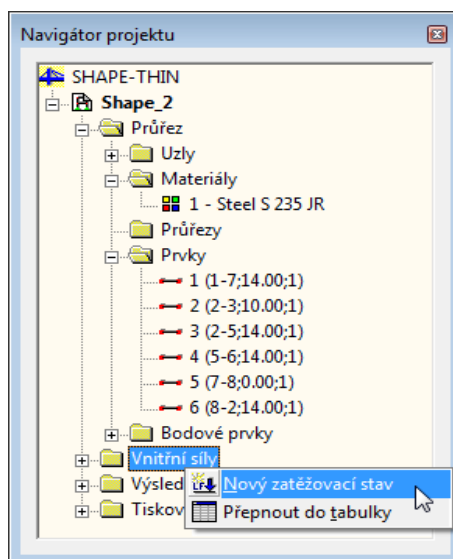
Nový zatěžovací stav vytvoříme pomocí

- nabídky **Vložit** → **Nový zatěžovací stav**
- tlačítka [Nový zatěžovací stav], které se nachází v panelu nástrojů tabulky 1.7 *Vnitřní síly*

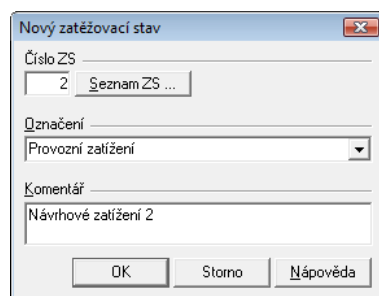


Obr. 5.34: Tlačítko *Nový zatěžovací stav* v panelu nástrojů

- kontextové nabídky u položky *Vnitřní síly* v navigátoru.

Obr. 5.35: Kontextová nabídka *Vnitřní síly* v navigátoru

Otevře se dialog *Nový zatěžovací stav*.

Obr. 5.36: Dialog *Nový zatěžovací stav*

Seznam ZS ...

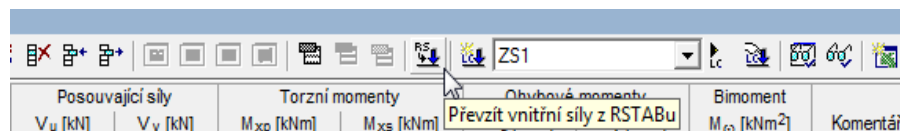
Číslo ZS je přiřazeno programem, ale můžeme jej nahradit jiným číslem. Pokud toto číslo již existuje, objeví se upozornění a dialog pak nelze zavřít. Tlačítko [Seznam ZS] otevře seznam všech zatěžovacích stavů, které již byly předtím definovány.

Do vstupního pole *Označení* můžeme vložit jméno zatěžovacího stavu. Popis můžeme přímo zadat nebo vybrat ze seznamu. Lze také přidat vysvětlující *Komentář*.

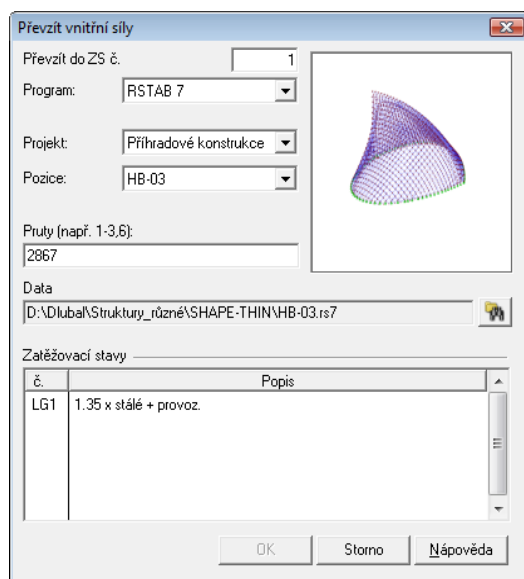
Převzetí vnitřních sil z RSTABu nebo RFEMu

Již spočítané vnitřní síly pro pruty v RSTABu nebo RFEMu můžeme importovat pomocí

- nabídky **Nástroje** → **Převzít vnitřní síly z RSTABu** (musí být zobrazena tabulka 1.7)
- tlačítka [Převzít vnitřní síly z RSTABu] v panelu nástrojů tabulky 1.7 *Vnitřní síly*.

Obr. 5.37: Tlačítko *Převzít vnitřní síly z RSTABu* v panelu nástrojů tabulky

Otevře se dialog *Převzít vnitřní síly*.

Obr. 5.38: Dialog *Převzít vnitřní síly*

Ve vstupním poli *Převzít do ZS č.* je přednastaveno první volné číslo zatěžovacího stavu. Pokud chceme, můžeme zde zadat jiné číslo.

Nejprve vybereme *Program* (např. RSTAB 7, RFEM 4), poté *Projekt* a nakonec v poli *Pozice* konkrétní úlohu, ze které chceme výsledky převzít. Výběr můžeme provést z posuvných seznamů, které se otevřou, když klikneme do vstupních polí.

Jakmile vybereme určitou strukturu, její znázornění se ukáže na obrázku vpravo a všechny spočítané *Zatěžovací stavy* se načtou do seznamu v dolní části dialogu. V tomto seznamu jsou samozřejmě také zahrnuty skupiny zatěžovacích stavů, kombinace a superkombinace zatěžovacích stavů. Seznam je uspořádán podle čísla č. a příslušného názvu ve sloupci *Popis*. Požadovaný zatěžovací stav kliknutím vybereme.

Ve vstupním poli *Pruty* zadáme odpovídající čísla prutů. Je doporučeno vybrat pouze určité pruty, aby se omezil počet míst x, která budou převzata. To usnadní pozdější vyhodnocení výsledků.



Tlačítko [Najít] nám umožní vybrat jiný adresář. Tímto způsobem můžeme použít struktury, které nejsou umístěny mezi projekty ve Správci projektů programu RSTAB nebo RFEM.

Pomocí [OK] se převezmou výsledky vybraných prutů do tabulky 1.7 *Vnitřní síly*. Pro popis převzatého zatěžovacího stavu uvede program SHAPE-THIN automaticky jméno programu a struktury, čísla prutů a původní popis zatěžovacího stavu.

Síly a momenty jsou převzaty v daných místech x v závislosti na počtu dělení prutů pro výsledky prutů v RSTABu nebo RFEMu. Aby se předešlo shodným místům x při převzetí výsledků z několika různých prutů, program SHAPE-THIN seřadí místa pro všechny pruty jedno za druhým.

Pro kombinace zatěžovacích stavů však není toto řazení možné ani pro jeden stejný prut. V takových případech je uvedeno několik stejných míst x s rozdílnými maximy a minimy, společně s příslušnými vnitřními silami.

Pro přehledně uspořádané kombinace výsledků můžeme postupně smazat nepodstatné řádky tabulky jeden za druhým pomocí např. [Ctrl]+[Y]. Nebo můžeme vybrat řádky, které chceme smazat, pomocí levého tlačítka myši. Poté vyvoláme kontextovou nabídku stiskem pravého tlačítka a smažeme vybrané řádky pomocí *Vyprázdnit*.

Tabulky

1.7 Vnitřní síly

ZS2 - Z RSTABu 7, Dol

Poloha č.	Místo x [mm]	Normálová síla N [kN]	Posouvající síly V _u [kN]	V _v [kN]	Torzní momenty M _{xp} [kNm]	M _{xs} [kNm]	Ohybové momenty M _u [kNm]	M _v [kNm]	Bimoment M _ω [kNm ²]	Komentář
1	0.00	-87.33	-0.05				4.49	-0.14	0.00	
2	1320.00	-88.69	-0.05				2.27	-0.07	0.00	
3	2640.00	-90.04	-0.05				0.00	0.00	0.00	
4	2640.00	-92.16	-0.08				-2.38	-0.23	0.00	
5	3960.00	-93.52	-0.09				-1.20	-0.12	0.00	
6	5280.00	-94.87	-0.09				0.00	0.00	0.00	
7	5280.00	-91.36	0.09				-11.03	0.25	0.00	
8	6600.00	-92.71	0.10				-5.58	13.00	0.00	
9	7920.00	-94.07	0.10				0.00	0.00	0.00	
10	7920.00	-81.21	0.03				-15.50	0.09	0.00	
11	9240.00	-82.57	0.03				0.00	0.00	0.00	
12	10560.00	-83.92	0.03				0.00	0.00	0.00	
13	10560.00	-72.35	-0.06				61.76	-0.08	0.00	
14	11660.00	-73.31	-0.06				33.52	-0.01	0.00	

Uzly | Materiály | Průřezy | Prvky | Bodové prvky | Vnitřní

Zadejte místo x, pro který mají být zadány vnitřní síly:

Odznačit Ctrl+U
 Vyjmout Ctrl+X
 Kopírovat Ctrl+C
 Vložit Ctrl+V
Vyprázdnit Ctrl+Del
 Přičíst...
 Násobit...
 Dělit...
 Zadat
 Generovat Ctrl+G
 Uložit...
 Import...

Obr. 5.39: Kontextová nabídka u tabulek a příkaz Vyprázdnit vybrané řádky

6. Výpočet

Ještě před začátkem výpočtu je doporučeno zkontrolovat, zda jsou údaje úplné a odkazy na skupiny údajů správné.

Zjištěné chyby vstupních údajů můžeme rychle opravit, protože se ihned zobrazí příslušný řádek tabulky obsahující daný problém.

6.1 Kontrola správnosti

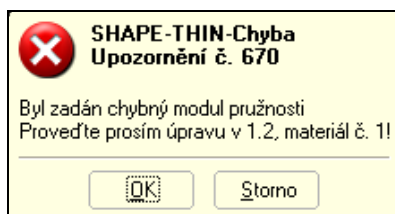


Kontrolu správnosti vyvoláme pomocí nabídky

Nástroje → Kontrola správnosti

nebo pomocí tlačítka v panelu nástrojů u tabulek.

Kontrola proběhne vzápětí. Pokud nejsou zjištěny žádné chyby, program SHAPE-THIN tuto informaci zobrazí. V případě, že při kontrole došlo k chybě, SHAPE-THIN zobrazí příslušné upozornění.



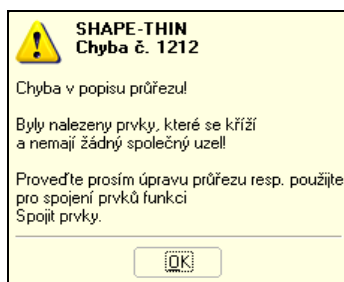
Obr. 6.1: Kontrola správnosti s upozorněním

6.2 Křížící se prvky

V modelu průřezu můžeme přímo zkontrolovat, zda náhodou neobsahuje prvky, které se kříží, ale nemají ve svém průsečíku společný uzel. Tento test je také obsažen v již zmíněné kontrole správnosti.

Kontrolu případných křížících se prvků můžeme spustit pomocí nabídky

Nástroje → Kontrola křížících se prvků.



Obr. 6.2: Kontrola křížících se prvků

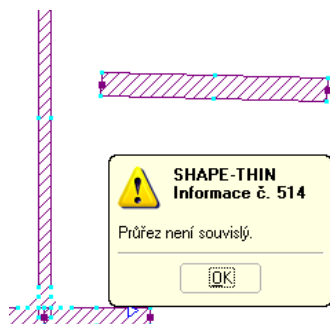
Pokud křížící se prvky existují, zobrazí se upozornění a tyto prvky se zvýrazní v grafice. Model průřezu pak můžeme ručně opravit nebo použijeme funkci *Spojít prvky* (srov. kapitola 10.2.4, strana 181).

6.3 Navazující prvky

Ještě před provedením výpočtu program SHAPE-THIN rozhodne, zda se průřez skládá z prvků, které všechny navazují, nebo zda existuje několik nezávislých částí průřezu.

Kontrolu navazujících prvků můžeme provést pomocí nabídky

Nástroje → Kontrola navazujících prvků.



Obr. 6.3: Kontrola navazujících prvků

Toto rozdělení je důležité pro teorii výpočtu: pokud prvky nejsou spojeny, jednotlivé části jsou považovány za smykově pružné. Průřezové charakteristiky se počítají podle teorie vyztužujících systémů. V ní se předpokládá, že obecný průřez se skládá z jednotlivých smykových stěn (zpevněných panelů), které drží pohromadě pomocí příček nebo trámů. Výpočet průřezových charakteristik a napětí se provádí jiným způsobem než pro souvislé průřezy (např. moment setrvačnosti je bez Steineroва doplňku $A_i \cdot e_i^2$, srov. kapitola 7.8 na straně 126).

Nepropojené části průřezu můžeme spojit pomocí nabídky

Upravit → Spojit uzel a prvek.

Mezi nepropojenými částmi průřezu se automaticky vytvoří nulové prvky. Tato funkce je popsána v kapitole 10.2.5 na straně 182.

6.4 Plastický výpočet

Parametry pro plastický výpočet můžeme nastavit v záložce *Plastický výpočet* v dialogu *Základní údaje*. Dialog vyvoláme pomocí nabídky

Upravit → Průřez → Základní údaje.

Tato záložka je popsána v kapitole 4.4.2.3 na straně 60.

Ve většině případů představuje standardní nastavení praktický kompromis mezi přesností a rychlostí výpočtu. Čím více simplexových částí bude program zpracovávat, tím déle bude výpočet trvat.

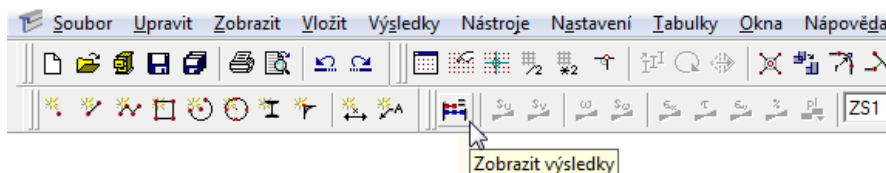
6.5 Spuštění výpočtu

Výpočet můžeme spustit několika různými způsoby. Ještě před tím je však vhodné provést krátkou kontrolu správnosti vstupních údajů (srov. kapitola 6.1, strana 92).



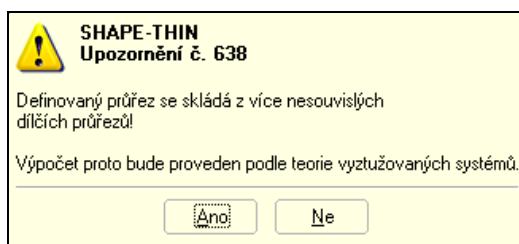
Výpočet zahájíme pomocí

- nabídky **Výsledky** → **Zobrazit výsledky**
- tlačítka [Zobrazit výsledky] v panelu nástrojů
- funkční klávesy [F5].



Obr. 6.4: Tlačítko Zobrazit výsledky

Pokud se v průřezovém modulu vyskytnou nespojené prvky, program SHAPE-THIN se zeptá, zda se má průřez počítat podle teorie vyztužovaných systémů, která používá jiné vzorce.



Obr. 6.5: Upozornění před výpočtem smykové poddajných průřezů

7. Výsledky



Okamžitě po proběhnutí výpočtu se výsledky zobrazí v grafice průřezu a v tabulkách výsledků (srov. kapitola 4.3.4, strana 40).

Tabulky výsledků, které jsou k dispozici, závisí na specifickém nastavení pro výpočet, tj. na napětích, posouzení c/t , plastickém posouzení, účinných šířkách průřezů nebo smykových stěnách.

7.1 Průřezové charakteristiky



Tabulka 2.1 *Průřezové charakteristiky* obsahuje všechny důležité vlastnosti průřezu. Abychom si mohli prohlédnout celý seznam charakteristik, můžeme okno tabulky zvětšit tak, že uchopíme její horní okraj pomocí myši a tabulku roztáhneme. Můžeme také použít funkci *Filtr řádků* a skrýt ty vlastnosti, které pro nás nejsou natolik důležité (srov. obr. 10.47 na straně 193).

Tabulky

2.1 Průřezové charakteristiky

Označení	Symbol	Velikost	Jednotka	Komentář
Průřezová plocha	A	105.35	cm ²	
Smykové plochy	A _y	42.85	cm ²	
	A _z	30.94	cm ²	
	A _u	48.50	cm ²	
	A _v	30.27	cm ²	
Poloha těžiště	y _{C,0}	22.64	cm	vztažená k nulovému bodu
	z _{C,0}	8.16	cm	
Momenty setrvačnosti	I _y	14690.60	cm ⁴	vztažené na těžišťové osy y, z
	I _z	10786.30	cm ⁴	
	I _{yz}	-1119.84	cm ⁴	
Úhel natočení hlavní osy	α	14.92	°	kladně ve směru chodu hodinových ručiček
Hlavní momenty setrvačnosti	I _u	14988.90	cm ⁴	vztažené na hlavní osy u, v od S
	I _v	10487.90	cm ⁴	
Polární momenty setrvačnosti	I _p	25476.80	cm ⁴	
	I _{p,M}	36492.70	cm ⁴	vztažené na střed smyku M
Poloměry setrvačnosti	i _y	11.81	cm	vztažené na těžiště C
	i _z	10.12	cm	
	i _{yz}	3.26	cm	
Hlavní poloměry setrvačnosti	i _u	11.93	cm	vztažené na hlavní osy u, v od S
	i _v	9.98	cm	
Polární poloměry setrvačnosti	i _p	15.55	cm	
	i _{p,M}	18.61	cm	vztažené na střed smyku M
Poloměr setrvačnosti	i _{ω,M}	1.58	cm	
Hmotnost průřezu	G	82.70	kg/m	
Obvod průřezu	U	175.79	cm	
Moment setrvačnosti v kroucení	I _t	56.07	cm ⁴	
Sekundární moment setrvačnosti v kroucení	I _{t,s}	1620.64	cm ⁴	
Poloha středu smyku	y _{M,0}	20.02	cm	vztažená k nulovému bodu
	z _{M,0}	-1.72	cm	
	y _M	-2.62	cm	vztažené na těžiště C
	z _M	-9.88	cm	
Výšečové momenty setrvačnosti	I _{ω,C}	1314710.00	cm ⁶	vztažené na těžiště C
	I _{ω,M}	91265.50	cm ⁶	vztažené na střed smyku M
Pomocná hodnota pro deplaci	r _{ω,M}	-0.90		
Průřezové moduly	W _{u,max}	474.73	cm ³	ve vzdálenosti 315.73 mm
	W _{u,min}	-1166.24	cm ³	ve vzdálenosti -128.52 mm
	W _{v,max}	614.52	cm ³	ve vzdálenosti 170.67 mm
	W _{v,min}	-434.11	cm ³	ve vzdálenosti -241.59 mm
	W _{y,max}	461.41	cm ³	ve vzdálenosti 318.38 mm
	W _{y,min}	-1657.73	cm ³	ve vzdálenosti -88.62 mm
	W _{z,max}	621.37	cm ³	ve vzdálenosti 173.59 mm
	W _{z,min}	-476.40	cm ³	ve vzdálenosti -226.41 mm
Výšečové průřezové moduly	W _{ω,M,max}	2294.25	cm ⁴	v uzlu 5
	W _{ω,M,min}	-653.97	cm ⁴	v uzlu 6
Průřezový modul v kroucení	W _t	40.05	cm ³	
Stabilitní parametry	r _u	10.81	cm	
	r _v	1.64	cm	
	r _{M,u}	11.68	cm	
	r _{M,v}	28.62	cm	
Součinitel tlumení	λ _M	0.015394	1/cm	
Max. plastické ohybové momenty	M _{pl,y,d}	183.84	kNm	
	M _{pl,z,d}	164.23	kNm	
	M _{pl,u,d}	190.66	kNm	
	M _{pl,v,d}	173.38	kNm	
Max. plast. průřezové moduly	W _{pl,y}	860.54	cm ³	α _{pl,y} : 1.87
	W _{pl,z}	768.73	cm ³	α _{pl,z} : 1.61
	W _{pl,u}	892.46	cm ³	α _{pl,u} : 1.88
	W _{pl,v}	811.57	cm ³	α _{pl,v} : 1.87
Plastické smykové plochy	A _{pl,y}	52.22	cm ²	
	A _{pl,z}	53.02	cm ²	
	A _{pl,u}	64.11	cm ²	
	A _{pl,v}	64.68	cm ²	
Poloha os plochy	f _{y,0}	20.19	cm	vztažená k nulovému bodu
	f _{z,0}	0.69	cm	
	f _u	0.54	cm	vztažené na těžiště C
	f _v	-4.91	cm	
Plastické posouvající síly	V _{pl,y,d}	644.10	kN	
	V _{pl,z,d}	653.96	kN	
	V _{pl,u,d}	790.76	kN	
	V _{pl,v,d}	797.76	kN	
Plastická normálová síla	N _{pl,d}	2252.16	kN	
Knicklinien	VK _{y/u}	c		benutzerdefiniert
	VK _{z/v}	c		

Materiály Průřezy Prvky Bodové prvky Vnitřní síly Průřezové charakteristiky Průběh průřezových charakteristik Sigma-x Tau

Obr. 7.1: Tabulka 2.1 Průřezové charakteristiky

Pokud se průřez skládá z prvků z rozdílných materiálů, musíme nadpis tabulky chápat jako **Ideální průřezové charakteristiky** včetně **Referenčního materiálu**, který byl definován v záložce *Nastavení* v dialogu *Základní údaje* (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57).

Tato tabulka obsahuje **Charakteristiky účinných průřezů**, pokud jsme v záložce *Základní údaje* dialogu *Základní údaje* zvolili možnost *Vytvoření účinných průřezů* (srov. kapitola 4.4.2.1, strana 55). Průřezové charakteristiky odpovídají účinnému průřezu pro aktuální zatěžovací stav a místo x, neplatí pro neoslabený průřez. Tento druh výpočtu si nevšímá průřezových charakteristik, které by neměly smysl pro tento model, např. „účinnou“ šířku průřezu nebo „účinný“ obvod. Podobně se při posouzení účinného průřezu neurčují ani žádné plastické průřezové charakteristiky.

Průřezová plocha A

Celková průřezová plocha se určí ze součtů jednotlivých ploch všech prvků $\sum A_{i,E}$ a bodových prvků $\sum A_{j,PE}$.

$$A = \sum A_{i,E} + \sum A_{j,PE}$$

Rov. 7.1

Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, jsou ideální průřezové charakteristiky stanoveny takto:

$$A = \frac{\sum (A_{i,E} \cdot E_{i,E}) + \sum (A_{j,PE} \cdot E_{j,PE})}{E_{ref}}$$

Rov. 7.2

kde	$A_{i,E}$	Plocha prvku i
	$A_{j,PE}$	Plocha bodového prvku j
	$E_{i,E}$	Modul pružnosti materiálu prvku i
	$E_{j,PE}$	Modul pružnosti materiálu bodového prvku j
	E_{ref}	Modul pružnosti referenčního materiálu (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57)

Smykové plochy A_y / A_z / A_u / A_v

Smykové plochy můžeme použít k určení smykových napětí vznikajících vlivem posouvajících sil V_u a V_v (ve směru hlavních os), resp. V_y a V_z (ve směru zadávacích os). Program SHAPE-THIN ale nevyužívá těchto smykových ploch, protože počítá smyková napětí ze statických momentů (plošných momentů prvního stupně).

$$A_u = \frac{I_v^2}{\int_A \left(\frac{S_v}{t^*} \right)^2 \cdot dA}$$

$$A_v = \frac{I_u^2}{\int_A \left(\frac{S_u}{t^*} \right)^2 \cdot dA}$$

$$A_y = \frac{I_z^2}{\int_A \left(\frac{S_z}{t^*} \right)^2 \cdot dA}$$

$$A_z = \frac{I_y^2}{\int_A \left(\frac{S_y}{t^*} \right)^2 \cdot dA}$$

Rov. 7.3

kde	I_v resp. I_u	plošný moment druhého stupně vzhledem k hlavní ose v, resp. u
	I_z resp. I_y	plošný moment druhého stupně vzhledem ke globální ose z, resp. y
	S_v resp. S_u	plošný moment prvního stupně vzhledem k hlavní ose v, resp. u
	S_z resp. S_y	plošný moment prvního stupně vzhledem ke globální ose z, resp. y
	t^*	účinná tloušťka prvku pro přenos smyku

Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, jsou ideální průřezové charakteristiky stanoveny takto:

$$A_y = \frac{I_z^2}{G_{ref}^2 \cdot \int_A \left(\frac{S_z}{t \cdot G} \right)^2 \cdot dA} \quad A_z = \frac{I_y^2}{G_{ref}^2 \cdot \int_A \left(\frac{S_y}{t \cdot G} \right)^2 \cdot dA}$$

Rov. 7.4

kde G_{ref} smykový modul referenčního materiálu

Poloha těžiště $y_{C,0}$ / $z_{C,0}$

Tyto dva řádky tabulky určují zadávací souřadnice těžiště **C** vzhledem k počátku (y_0/z_0).

$$y_{C,0} = \frac{1}{A} \cdot \int_A y_0 \cdot dA \quad z_{C,0} = \frac{1}{A} \cdot \int_A z_0 \cdot dA$$

Rov. 7.5

Momenty setrvačnosti I_y / I_z / I_{yz}

Plošné momenty druhého stupně I_y a I_z a deviační moment I_{yz} jsou vztaženy k osovému systému průřezu y,z , který je rovnoběžný se zadávacím souřadným systémem y_0,z_0 a jehož počátek leží v těžišti C (srov. obr. 7.2).

$$I_y = \int_A z^2 \cdot dA \quad I_z = \int_A y^2 \cdot dA \quad I_{yz} = \int_A y \cdot z \cdot dA$$

Rov. 7.6

Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, jsou ideální průřezové charakteristiky stanoveny takto:

$$I_y = \frac{\sum (I_{y,i,E} \cdot E_{i,E}) + \sum (I_{y,j,PE} \cdot E_{j,PE})}{E_{ref}}$$

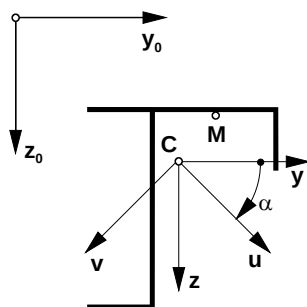
Rov. 7.7

kde $I_{y,i,E}$ plošný moment druhého stupně prvku i vzhledem k hlavní ose y (součet vlastního momentu setrvačnosti a Steinerova doplňku)
 $E_{i,E}$ modul pružnosti materiálu prvku i
 $I_{y,j,PE}$ plošný moment druhého stupně bodového prvku j vzhledem k hlavní ose y (součet vlastního momentu setrvačnosti a Steinerova doplňku)
 $E_{j,PE}$ modul pružnosti materiálu bodového prvku j
 E_{ref} modul pružnosti referenčního materiálu (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57)

Ideální momenty setrvačnosti I_z and I_{yz} jsou obdobně stanoveny pro složené průřezy.

Úhel natočení hlavních os α

Poloha hlavních os u a v je určena úhlem α . To je úhel mezi osou y a osou u , který je kladný ve směru hodinových ručiček, jestliže osa y_0 směřuje doprava.



Obr. 7.2: Natočení hlavních os

Úhel α určíme z následující rovnice:

$$\tan 2\alpha = \frac{2 \cdot I_{yz}}{I_z - I_y}$$

Rov. 7.8

Transformaci hlavních souřadných os můžeme nepřímo ovládat ze záložky *Nastavení* v dialogu *Základní údaje* (srov. obr. 4.37, strana 57), který vyvoláme pomocí nabídky

Upravit → Průřez → Základní údaje.

Pomocí volby *Transformaci hlavních os provést tak, aby byl I_u vždy větší než I_v* bude osa u vždy představovat hlavní (velkou) osu, nezávisle na poloze průřezu.

Hlavní momenty setrvačnosti I_u / I_v

Plošné momenty druhého stupně I_u a I_v jsou vztaženy k hlavním osám průřezu u a v .

$$I_u = I_y \cdot \cos^2 \alpha + I_z \cdot \sin^2 \alpha - I_{yz} \cdot \sin 2\alpha$$

$$I_v = I_y \cdot \sin^2 \alpha + I_z \cdot \cos^2 \alpha + I_{yz} \cdot \sin 2\alpha$$

Rov. 7.9

Polární momenty setrvačnosti $I_p / I_{p,M}$

Polární plošné momenty druhého stupně I_p resp. $I_{p,M}$ jsou vztaženy k těžišti C , resp. ke středu smyku M .

$$I_p = \int_A r^2 \cdot dA = \int_A (y^2 + z^2) \cdot dA = I_y + I_z$$

$$I_{p,M} = I_p + (y_M^2 + z_M^2)$$

Rov. 7.10

Pokud existuje vázaná osa zkroucení D , zobrazí se polární plošný moment druhého stupně $I_{p,D}$ místo $I_{p,M}$.

$$I_{p,D} = I_p + (y_D^2 + z_D^2)$$

Rov. 7.11

Poloměry setrvačnosti $i_y / i_z / i_{yz} / i_u / i_v / i_p / i_{p,M} / i_{\omega,M}$

Poloměry setrvačnosti představují důležité hodnoty pro stabilitní analýzu průřezů, které jsou náchylné k namáhání tlakem. V následující obecné rovnici index a zastupuje všechny výše uvedené indexy pro různé poloměry setrvačnosti.

$$i_a = \sqrt{\frac{I_a}{A}}$$

Rov. 7.12

Hmotnost průřezu G

Hmotnost průřezu (vztažena na jednotkovou délku prutu) je součinem plochy průřezu A složené ze všech prvků a bodových prvků a objemové tíhy γ , která byla definována v tabulce 1.2 *Materiály*, vztažená na gravitační zrychlení. Udává se pomocí hmotnosti na jednotku délky průřezu.

$$G = \sum (A_{i,E} \cdot \gamma_{i,E}) / g + \sum (A_{j,PE} \cdot \gamma_{j,PE}) / g$$

Obvody průřezu U / U_{vnější} / U_{vnitřní}

Obvod průřezu U je součtem vnějších a vnitřních obvodů. U otevřených průřezů je vnitřní obvod nulový, proto se zobrazí pouze obvod U.

Momenty tuhosti v kroucení I / I_{St.Venant} / I_{Bredt} / I_s

Moment tuhosti v kroucení I je součtem momentů tuhosti v kroucení ST. VENANTA I_{St.Venant} a BREDTA I_{Bredt}. Pro otevřené průřezy je I_{Bredt} roven nule.

$$I = I_{St.Ven.} + I_{Bredt}$$

Rov. 7.13

Pro tenkostěnné průřezy se St. Venantův moment tuhosti v kroucení určí podle rovnice:

$$I_{St.Ven.} = \eta \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot \sum_i I_i \cdot t_i^*{}^3 - 0.105 \cdot \sum_{i,f} t_{i,f}^*{}^4 + 0.0087 \cdot \sum_{i,f} \frac{t_{i,f}^*{}^8}{I_{i,f}^4} \right)$$

Rov. 7.14

kde η korekční součinitel pro moment setrvačnosti v ST. VENANT zkroucení (srov. obr. 4.37, strana 57)

I_i délka prvku i

t_i^* účinná tloušťka prvku i pro přenos smyku

$t_{i,f}^*$ účinná tloušťka prvku s volným koncem i,f pro přenos smyku

$I_{i,f}^*$ délka prvku s volným koncem i,f pro přenos smyku

Hodnota korekčního součinitele η je standardně nastavena na 1.00. Můžeme ji změnit v záložce *Nastavení* v dialogu *Základní údaje* (srov. obr. 4.37, strana 57).

Bredtův moment tuhosti v kroucení se pro jednokomorový průřez vypočítá podle rovnice:

$$I_{Bredt} = \frac{4 \cdot A_m^2}{\int_s \frac{1}{t^*} \cdot ds}$$

Rov. 7.15

kde A_m plocha ohraničená střednicemi okolních prvků

t^* účinná tloušťka prvku pro přenos smyku

Sekundární moment tuhosti v kroucení se vypočítá podle rovnice:

$$I_s = \frac{I_{\omega,M}^2}{\sum_i \frac{1}{t_i^*} \cdot \sum_0^I S_{\omega,M}^2 \cdot ds}$$

Rov. 7.16

Složené průřezy

kde $I_{\omega,M}$ výsečový moment setrvačnosti
 t_i^* účinná tloušťka pro přenos smyku prvku i
 l_i délka prvku i
 $S_{\omega,M}$ výsečový statický moment, který je nezbytný ke stanovení smykového toku způsobeného sekundárním torzním momentem (srov. Kapitola 7.2, strana 110)

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, jsou ideální momenty tuhosti v kroucení stanoveny takto:

$$I_{St.Ven.} = \frac{\eta}{G_{ref}} \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot \sum_i l_i \cdot t_i^{*3} \cdot G_i - 0.105 \cdot \sum_{i,f} t_{i,f}^{*4} \cdot G_{i,f} + 0.0087 \cdot \sum_{i,f} \frac{t_{i,f}^{*8}}{l_{i,f}^4} \cdot G_{i,f} \right)$$

Rov. 7.17

kde G_{ref} smykový modul referenčního materiálu (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57)
 G_i smykový modul materiálu prvku i
 $G_{i,f}$ smykový modul materiálu prvku s volným koncem i, f

$$I_{Bredt} = \frac{4 \cdot A_m^2}{G_{ref} \cdot \sum_i \frac{l_i}{t_i^* \cdot G_i}}$$

Rov. 7.18

$$I_s = \frac{I_{\omega,M}^2}{G_{ref}^2 \cdot \int_A \left(\frac{S_{\omega,M}}{t^* \cdot G} \right)^2 \cdot dA}$$

Rov. 7.19

Poloha středu smyku $y_{M,0} / z_{M,0} / y_M / z_M$

Ve středu smyku M je moment způsobený smykovým napětím vlivem smykové síly nulový. Jestliže smyková síla působí přes střed smyku, je průřez namáhaný ohybem, ale není vystaven torzním momentům, takže nedochází k žádné rotaci prutu.

V případě dvouosé symetrických průřezů leží smykový střed v průsečíku os symetrie, tj. jeho poloha je shodná s těžištěm C .

Souřadnice y/z smykového středu jsou uvedeny vzhledem ke globálnímu počátku (0/0) a vzhledem k těžišti C . Souřadnice vzhledem k těžišti určíme podle rovnice:

$$y_M = \frac{R_{C,z} \cdot I_{yz} - R_{C,y} \cdot I_z}{I_y \cdot I_z - I_{yz}^2}$$

$$z_M = \frac{R_{C,z} \cdot I_y - R_{C,y} \cdot I_{yz}}{I_y \cdot I_z - I_{yz}^2}$$

Rov. 7.20

$$\text{kde } R_{C,y} = \frac{1}{6} \cdot \sum \Delta A_{se} \cdot [2 \cdot (z_s \cdot \omega_{C,s} + z_e \cdot \omega_{C,e}) + z_s \cdot \omega_{C,e} + z_e \cdot \omega_{C,s}]$$

$$R_{C,z} = \frac{1}{6} \cdot \sum \Delta A_{se} \cdot [2 \cdot (y_s \cdot \omega_{C,s} + y_e \cdot \omega_{C,e}) + y_s \cdot \omega_{C,e} + y_e \cdot \omega_{C,s}]$$

V rovnicích obsahujících $R_{C,y}$ a $R_{C,z}$, označují indexy s a e počáteční resp. koncové uzly prvků. Normované deplanační konstanty ω_C (srov. kapitola 7.2, strana 109) jsou vztaženy k těžišti C.

Jestliže souřadnice smykového středu transformujeme následujícím způsobem, budou vztaženy na globální nulu (0/0).

$$y_{M,0} = y_M + y_{C,0}$$

$$z_{M,0} = z_M + z_{C,0}$$

Rov. 7.21

Výsečové momenty setrvačnosti $I_{\omega,C} / I_{\omega,M}$

Výsečový moment setrvačnosti je nutný pro stanovení deplanačních napětí σ_{x,M_0} a τ_{Mxs} . Pro výsečový moment setrvačnosti $I_{\omega,M}$ se normovaný výsečový moment setrvačnosti okolo středu smyku M uvažuje podle rovnice:

$$I_{\omega,M} = \int_A \omega_M^2 \cdot dA$$

Rov. 7.22

Pokud existuje vázaná osa zkroucení, zobrazí se výsečový moment setrvačnosti $I_{\omega,D}$ okolo polohy této osy D. Výsečové momenty setrvačnosti $I_{\omega,S}$, $I_{\omega,M}$, $I_{\omega,D}$ vzhledem k otáčení okolo těžiště C, středu smyku M nebo vázané osy zkroucení D jsou určeny následovně:

$$I_{\omega,C} = \frac{1}{3} \cdot \sum \Delta A_{se} \cdot (\omega_{C,s}^2 + \omega_{C,s} \cdot \omega_{C,e} + \omega_{C,e}^2)$$

$$I_{\omega,M} = I_{\omega,C} + y_M \cdot R_{C,y} - z_M \cdot R_{C,z}$$

$$I_{\omega,D} = I_{\omega,C} + y_D \cdot R_{C,y} - z_D \cdot R_{C,z}$$

Rov. 7.23

Indexy s a e označují počáteční resp. koncové uzly prvků. Normované výsečové momenty setrvačnosti ω_C (srov. kapitola 7.2, strana 109) jsou vztaženy k těžišti C. Význam konstant $R_{C,y}$ a $R_{C,z}$ je vysvětlen výše (rov. 7.20).

Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, jsou ideální výsečové momenty setrvačnosti $I_{\omega,C}$ stanoveny takto:

$$I_{\omega,C} = \frac{1}{3 \cdot E_{ref}} \cdot \sum \Delta A_{se} \cdot (\omega_{C,s}^2 + \omega_{C,s} \cdot \omega_{C,e} + \omega_{C,e}^2) \cdot E_{se}$$

Rov. 7.24

Ideální výsečové momenty setrvačnosti $I_{\omega,M}$ resp. $I_{\omega,D}$ se počítají pro homogenní průřezy, s uvážením přizpůsobených ideálních pomocných hodnot:

$$R_{C,y} = \frac{1}{6 \cdot E_{ref}} \cdot \sum \Delta A_{se} \cdot [2 \cdot (z_s \cdot \omega_{C,s} + z_e \cdot \omega_{C,e}) + z_s \cdot \omega_{C,e} + z_e \cdot \omega_{C,s}] \cdot E_{se}$$

$$R_{C,z} = \frac{1}{6 \cdot E_{ref}} \cdot \sum \Delta A_{se} \cdot [2 \cdot (y_s \cdot \omega_{C,s} + y_e \cdot \omega_{C,e}) + y_s \cdot \omega_{C,e} + y_e \cdot \omega_{C,s}] \cdot E_{se}$$

Pomocná hodnota pro deplanaci $r_{\omega,M}$

Pomocná hodnota pro deplanaci se určuje podle následující rovnice:

$$r_{\omega,M} = \frac{R_{\omega,M}}{I_{\omega,M}} \quad \text{resp.}$$

$$r_{\omega,D} = \frac{R_{\omega,D}}{I_{\omega,D}} \quad \text{pro průřez s vázanou osou zkroucení}$$

Rov. 7.25

$$\text{kde} \quad R_{\omega,M} = \int_A \omega_M \cdot [(y - y_M)^2 + (z - z_M)^2] \cdot dA$$

Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, $R_{\omega,M}$ se určí následovně:

$$R_{\omega,M} = \frac{1}{E_{ref}} \cdot \int_A \omega_M \cdot [(y - y_M)^2 + (z - z_M)^2] \cdot E \cdot dA$$

Rov. 7.26

Elastické průřezové moduly $W_u / W_v / W_y / W_z$

Pomocí elastických průřezových modulů můžeme vypočítat napětí vznikající vlivem ohybových momentů. Tyto průřezové moduly jsou vztaženy na hlavní osy u a v , resp. na osy y a z , které jsou rovnoběžné s osami zadávacího souřadného systému y_0 / z_0 a jejichž počátek leží v těžišti C .

Pro určení maximálních a minimálních elastických průřezových modulů se plošné momenty druhého stupně dělí odpovídajícími kladnými nebo zápornými vzdálenostmi nejzazších okrajů prvků od těžiště C . Tyto vzdálenosti jsou uvedeny ve sloupci *Komentář*.

$$W_{u,\max/\min} = \frac{I_u}{e_{v,\max/\min}} \quad W_{v,\max/\min} = \frac{I_v}{e_{u,\max/\min}}$$

$$W_{y,\max/\min} = \frac{I_y}{e_{z,\max/\min}} \quad W_{z,\max/\min} = \frac{I_z}{e_{y,\max/\min}}$$

Rov. 7.27

Složené průřezy

Pokud do těchto rovnic dosadíme ideální plošné momenty druhého stupně, můžeme určit elastické průřezové moduly pro průřezy, které se skládají z prvků tvořených různými materiály.

Výsečový průřezový modul $W_{\omega,M}$

Výsečový elastický průřezový modul $W_{\omega,M}$ je vztažen ke středu smyku M . Určí se následovně:

$$W_{\omega,M,\max/\min} = \frac{I_{\omega,M}}{\omega_{M,\max/\min}} \quad \text{resp.}$$

$$W_{\omega,D,\max/\min} = \frac{I_{\omega,D}}{\omega_{D,\max/\min}} \quad \text{pro průřez s vázanou osou zkroucení}$$

Rov. 7.28

kde ω_M normovaný výsečový moment setrvačnosti okolo M (srov. kapitola 7.2, strana 109)

$I_{\omega,M}$ výsečový moment setrvačnosti (srov. rov. 7.22)

Uzly s maximálními a minimálními hodnotami ω_M jsou uvedeny ve sloupci *Komentář*.

Složené průřezy

Pokud do těchto rovnic dosadíme ideální výsečový moment setrvačnosti $I_{\omega,M}$, můžeme určit výsečové průřezové moduly pro průřezy, které se skládají z prvků tvořených různými materiály.

Průřezový modul v zkroucení W_t

Pro určení průřezového modulu v zkroucení musíme rozlišovat mezi otevřenými a uzavřenými průřezy. Pro otevřené průřezy se určí hodnota W_t následujícím způsobem:

$$W_t = \frac{I}{t^*_{\max}}$$

Rov. 7.29

kde $t^*_{\max}$ maximální účinná tloušťka všech prvků pro přenos smyku

Pro uzavřené průřezy, které se skládají z jedné nebo více buněk, se hodnota W_t vypočítá podle této rovnice:

$$W_t = 2 \cdot A_m \cdot t^*_{\min}$$

Rov. 7.30

kde A_m plocha ohraničená střednicemi okolních prvků

$t^*_{\min}$ minimální účinná tloušťka všech prvků pro přenos smyku

Stabilitní parametry $r_y / r_z / r_{My} / r_{Mz}$

Stabilitní parametry r_y a r_z jsou potřebné k výpočtu ideálního štíhlostního poměru pro posouzení prostorového vzpěru podle DIN 4114.

$$r_y = \frac{1}{I_y} \cdot \int_A e_z^2 \cdot dA \quad r_z = \frac{1}{I_z} \cdot \int_A e_y^2 \cdot dA$$

Rov. 7.31

Stabilitní parametry r_{My} a r_{Mz} představují transformované stabilitní parametry podle uvedené rov. 7.31. Tyto parametry se používají pro analýzu metodou konečných prvků v různých přídavných modulech programů RSTAB a RFEM. Stabilitní parametry určíme následovně:

$$r_{My} = r_z - 2 \cdot e_{y,M} \quad r_{Mz} = r_y - 2 \cdot e_{z,M}$$

Rov. 7.32

Součinitel tlumení λ_M

Součinitel tlumení je potřebný k výpočtu vnitřních sil a momentů vznikajících vlivem zkroucení.

$$\lambda_M = \sqrt{\frac{G \cdot I}{E \cdot I_{\omega,M}}} \quad \text{resp.} \quad \lambda_D = \sqrt{\frac{G \cdot I}{E \cdot I_{\omega,D}}} \quad \text{pro průřez s vázanou osou zkroucení}$$

Rov. 7.33

Kde G smykový modul

I moment tuhosti v kroucení

E modul pružnosti

$I_{\omega,M}$ výsečový moment setrvačnosti (srov. rov. 7.22)

Když rozložíme torzní moment na složky M_{xp} a M_{xs} , může nám být součinitel tlumení nápomocný: pro malé hodnoty λ převažuje deplanační složka. Pro velké hodnoty λ je však dominantní St. Venantova složka.

Maximální plastické ohybové momenty

$M_{pl,y,d} / M_{pl,z,d} / M_{pl,u,d} / M_{pl,v,d}$

Obecně se maximální plastické ohybové momenty určují pomocí os plochy, tj. bez uvážení jakýchkoli interakčních vzorců.

Tyto návrhové momenty se počítají z návrhové hodnoty meze kluzu a plastických průřezových modulů.

$$M_{pl,y,d} = W_y \cdot f_{y,d}$$

$$M_{pl,z,d} = W_z \cdot f_{y,d}$$

$$M_{pl,u,d} = W_u \cdot f_{y,d}$$

$$M_{pl,v,d} = W_v \cdot f_{y,d}$$

Rov. 7.34

kde W_{pl} maximální plastické průřezové moduly (viz níže)
 $f_{y,d}$ návrhová hodnota meze kluzu

Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, jsou ideální maximální plastické ohybové momenty určeny pomocí ideálních maximálních plastických průřezových modulů (viz níže) a návrhové hodnoty meze kluzu pro referenční materiál.

$$M_{pl,y,d} = W_y \cdot f_{y,d,ref}$$

$$M_{pl,z,d} = W_z \cdot f_{y,d,ref}$$

$$M_{pl,u,d} = W_u \cdot f_{y,d,ref}$$

$$M_{pl,v,d} = W_v \cdot f_{y,d,ref}$$

Rov. 7.35

Plastické průřezové moduly $W_y / W_z / W_u / W_v$

Plastické průřezové moduly se stanovují sečtením absolutních hodnot plošných momentů prvního stupně (statických momentů) různých částí průřezu vzhledem k ose plochy průřezu.

$$W_y = |S_{y,top}| + |S_{y,bottom}|$$

$$W_z = |S_{z,top}| + |S_{z,bottom}|$$

$$W_u = |S_{u,top}| + |S_{u,bottom}|$$

$$W_v = |S_{v,top}| + |S_{v,bottom}|$$

Rov. 7.36

Ve sloupci *Komentář* jsou uvedeny rezervní plastické průřezové moduly. Představují poměr plastických průřezových modulů a elastických průřezových modulů.

$$\alpha_{pl,y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}}$$

$$\alpha_{pl,z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}}$$

$$\alpha_{pl,u} = \frac{W_{pl,u}}{W_{el,u}}$$

$$\alpha_{pl,v} = \frac{W_{pl,v}}{W_{el,v}}$$

Rov. 7.37

$$\text{kde } W_{el,y} = \min(W_{el,y,max}, |W_{el,y,min}|)$$

$$W_{el,z} = \min(W_{el,z,max}, |W_{el,z,min}|)$$

$$W_{el,u} = \min(W_{el,u,max}, |W_{el,u,min}|)$$

$$W_{el,v} = \min(W_{el,v,max}, |W_{el,v,min}|)$$

Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, jsou ideální plastické průřezové moduly určeny pomocí os plochy (viz níže). Tyto momenty se počítají jako součin ploch a meze kluzu prvků a bodových prvků.

Maximální ideální plastický průřezový modul W_y se například určuje takto:

$$W_{pl,y} = \frac{\sum (A_{i,E} \cdot |e_{f,z,i,E}| \cdot f_{y,d,i,E}) + \sum (A_{j,PE} \cdot |e_{f,z,j,PE}| \cdot f_{y,d,j,PE})}{f_{y,d,ref}}$$

Rov. 7.38

kde	$A_{i,E}$	plocha prvku i
	$e_{f,z,i,E}$	vzdálenost těžiště prvku i od osy plochy f_y
	$f_{y,d,i,E}$	návrhová mez kluzu materiálu prvku i
	$A_{j,PE}$	plocha bodového prvku j
	$e_{f,z,j,PE}$	vzdálenost těžiště bodového prvku j od osy plochy f_y
	$f_{y,d,j,PE}$	návrhová mez kluzu materiálu bodového prvku j
	$f_{y,d,ref}$	návrhová mez kluzu referenčního materiálu (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57)

Plastické smykové plochy $A_{pl,y}$ / $A_{pl,z}$ / $A_{pl,u}$ / $A_{pl,v}$

Plastické smykové plochy se počítají následujícím způsobem:

$$A_{pl,y} = \sum [t_{i,E} \cdot (y_{e,i,E} - y_{s,i,E})] \quad A_{pl,z} = \sum [t_{i,E} \cdot (z_{e,i,E} - z_{s,i,E})]$$

$$A_{pl,u} = \sum [t_{i,E} \cdot (u_{e,i,E} - u_{s,i,E})] \quad A_{pl,v} = \sum [t_{i,E} \cdot (v_{e,i,E} - v_{s,i,E})]$$

Rov. 7.39

kde	$t_{i,E}$	tloušťka prvku i
	$y_{e,i,E}$ resp. $z_{e,i,E}$	vzdálenost konce prvku i od osy z resp. y
	$y_{s,i,E}$ resp. $z_{s,i,E}$	vzdálenost počátku prvku i od osy z resp. y

Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, počítají se ideální smykové plochy se zřetelem na referenční materiál. Ideální smyková plocha $A_{pl,z}$ se například určí takto:

$$A_{pl,z} = \frac{1}{f_{y,d,ref}} \int_0^s t \cdot f_{y,d} \cdot dz$$

$$A_{pl,z} = \frac{1}{f_{y,d,ref}} \cdot \sum [t_{i,E} \cdot (z_{e,i,E} - z_{s,i,E}) \cdot f_{y,d,i,E}]$$

Rov. 7.40

kde	$f_{y,d,i,E}$	návrhová mez kluzu materiálu prvku i
	$f_{y,d,ref}$	návrhová mez kluzu referenčního materiálu (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57)

Poloha os plochy $f_{y,0}$ / $f_{z,0}$ / f_u / f_v

Při výpočtu plastických průřezových charakteristik (srov. obr. 4.33, strana 55) se osy plochy určují iterativně. V grafice průřezu jsou znázorněny tečkovanými čarami. Průsečík os $f_{y,0}$ a $f_{z,0}$ je vztažen ke globálnímu počátku (0/0), průsečík os f_u a f_v k těžišti C.

Úhel natočení os plochy f_u a f_v odpovídá úhlu natočení hlavních os α .

Plastické posouvající síly $V_{pl,y,d} / V_{pl,z,d} / V_{pl,u,d} / V_{pl,v,d}$

Plastické posouvající síly se počítají ze smykových ploch a návrhové hodnoty meze kluzu $f_{y,d}$.

$$V_{pl,y,d} = \frac{A_y \cdot f_{y,d}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{pl,z,d} = \frac{A_z \cdot f_{y,d}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{pl,u,d} = \frac{A_u \cdot f_{y,d}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{pl,v,d} = \frac{A_v \cdot f_{y,d}}{\sqrt{3}}$$

Rov. 7.41

Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, počítají se ideální plastické posouvající síly pomocí hodnoty meze kluzu pro referenční materiál.

Plastická normálová síla $N_{pl,d}$

Mezní vnitřní síla $N_{pl,d}$ je sumou součinů ploch a návrhových mezí kluzu všech prvků a bodových prvků.

$$N_{pl,d} = \sum (A_{i,E} \cdot f_{y,d,i,E}) + \sum (A_{j,PE} \cdot f_{y,d,j,PE})$$

Rov. 7.42

kde	$A_{i,E}$	plocha prvku i
	$f_{y,d,i,E}$	navrhová mez kluzu materiálu prvku i
	$A_{j,PE}$	plocha bodového prvku j
	$f_{y,d,j,PE}$	navrhová mez kluzu materiálu bodového prvku j

Vzpěrné křivky $BC_{y/u} / BC_{z/v}$

Pro posouzení vzpěru musí být každý průřez přiřazen k určité vzpěrné křivce vzhledem k hlavním osám y a z, resp. u a v (srov. DIN 18 800 část 2, tabulka 5 nebo EN 1993-1-1, tabulka 6.2).

Vzpěrné křivky závisí především na tvaru průřezu. Protože program nemůže automaticky přiřadit vzpěrné křivky k uživatelem definovaným průřezům, zobrazí se vzpěrné křivky $BC_{y/u}$ a $BC_{z/v}$, jejichž typ byl definován v záložce *Nastavení* v dialogu *Základní údaje*, srov. kapitola 4.4.2.2 na straně 57.

7.2 Průběh průřezových charakteristik

Druhá tabulka výsledků obsahuje statické momenty S_y a S_z (plošné momenty prvního stupně), dále normované výšečové souřadnice ω_M a Výšečové statické momenty $S_{\omega M}$.

Rozložení statických momentů a výšečových souřadnic můžeme také zobrazit v grafice.

Tabulky

2.2 Průběh průřezových charakteristik

Prvek č.	Uzel č.	Vzdálenost s [mm]	Stat. momenty S_u [cm ³]	Stat. momenty S_v [cm ³]	$S_{u,max}$ [cm ³] s [mm]	$S_{v,max}$ [cm ³] s [mm]	Deplanace	
							ω_M [cm ²]	$S_{\omega M}$ [cm ⁴]
1	1	0.00	0.00	0.00	-18.91	-150.94	-27.93	0.00
		25.00	-8.33	-79.70	50.00	50.00	-23.62	90.22
		50.00	-18.91	-150.94			-19.32	165.37
2	2	0.00	-486.05	-20.85	-511.49	-61.89	6.53	274.34
		200.00	-435.64	-61.41	80.00	180.00	6.86	140.48
		400.00	0.00	0.00			7.19	0.00
3	2	0.00	367.23	-328.54	367.23	-343.65	6.53	-23.93
		96.50	252.84	-328.46	0.00	38.60	23.15	-224.42
		193.00	102.36	-199.23			39.78	-649.54
4	5	0.00	102.36	-199.23	102.36	-199.23	39.78	-649.54
		46.50	35.02	-100.97	0.00	0.00	-49.89	-616.64
		93.00	0.00	0.00			-139.56	0.00
5	7	0.00	-18.91	-150.94	-18.91	-150.94	-19.32	165.37
		10.00	-18.91	-150.94	0.00	0.00	-17.59	165.37
		20.00	-18.91	-150.94			-15.87	165.37
6	8	0.00	-18.91	-150.94	-118.82	-349.39	-15.87	165.37
		65.00	-61.64	-279.03	130.00	130.00	-4.67	258.85
		130.00	-118.82	-349.39			6.53	250.41

Uzly | Materiály | Průřezy | Prvky | Bodové prvky | Vnitřní síly | Průřezové charakteristiky | Průběh průřezových charakteristik

Obr. 7.3: Tabulka 2.2 Průběh průřezových charakteristik

Pokud se průřez skládá z prvků z rozdílných materiálů, musíme nadpis tabulky chápat jako **Průběh ideálních průřezových charakteristik** včetně **Referenčního materiálu**, který byl definován v záložce *Nastavení* v dialogu *Základní údaje* (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57).



Pomocí tlačítka [Filtr sloupců] v panelu nástrojů můžeme vybrat určité typy výsledků, které chceme v této tabulce zobrazit.

Zapnout sloupce

☒ Uzel č.	Standard
☒ Vzdařlenost s	Všechny VYP
☐ Ordináty y	
☐ Ordináty z	
☐ Ordináty u	
☐ Ordináty v	
☐ Stat. momenty S_y	
☐ Stat. momenty S_z	
☒ Stat. momenty S_u	
☒ Stat. momenty S_v	
☐ Stat. momenty $S_{y,max,s}$	
☐ Stat. momenty $S_{z,max,s}$	
☒ Stat. momenty $S_{u,max,s}$	
☒ Stat. momenty $S_{v,max,s}$	
☒ Výšečové pořadnice ω_M	

OK Storno Nápověda

Obr. 7.4: Dialog Zapnout sloupce

Prvek č.

Všechny statické momenty jsou seřazeny podle čísel prvků.

Uzel č.

Statické momenty jsou uvedeny v počátečním a koncovém uzlu u každého prvku. Dále jsou hodnoty v následujících sloupcích uvedeny i pro střed každého prvku.

Vzdálenost s

Tato hodnota určuje vzdálenost daného místa od počátečního uzlu prvku.

Ordináty y, z, u, v

V těchto čtyřech sloupcích jsou u všech prvků uvedeny souřadnice polohy. Jsou vztaženy ke globálním osám y a z nebo k hlavním osám u a v vzhledem k těžišti C.

Statické momenty $S_y / S_z / S_u / S_v$

Statické momenty (plošné momenty prvního stupně) jsou uvedeny vzhledem ke globálním osám y a z nebo vzhledem k hlavním osám průřezu u a v. Statický moment je definován jako součin dA a vzdálenosti od těžiště průřezu k vztažné ose, která leží v rovině průřezu.

$$S_y = \int_A z \cdot dA$$

$$S_z = \int_A y \cdot dA$$

$$S_u = \int_A v \cdot dA$$

$$S_v = \int_A u \cdot dA$$

Rov. 7.43

kde z resp. y vzdálenost od těžiště plochy prvku k ose y resp. z

v resp. u vzdálenost od těžiště plochy prvku k ose u resp. v

Statické momenty jsou nutné k určení smykových napětí vlivem posouvajících sil V_y a V_z . Směr prvku, který je určen pořadím jeho počátečního a koncového uzlu, má vliv na znaménko statických momentů.

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, počítají se ideální statické momenty takto:

$$S_y = \frac{1}{E_{ref}} \cdot \int_A z \cdot E \cdot dA$$

$$S_z = \frac{1}{E_{ref}} \cdot \int_A y \cdot E \cdot dA$$

Rov. 7.44

kde E_{ref} modul pružnosti referenčního materiálu (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57)

Obdobným způsobem se určí i ideální statické momenty S_u a S_v .

Maximální statické momenty $S_{y,max} / S_{z,max} / S_{u,max} / S_{v,max}$

V těchto čtyřech sloupcích jsou pro každý prvek zobrazeny maximální statické momenty (horní hodnota) a jejich poloha (spodní hodnota). Poloha s představuje vzdálenost místa s maximální hodnotou momentu od počátečního uzlu prvku.

Výsečové souřadnice ω_M

Normované výsečové souřadnice ω_M kolem středu smyku M jsou geometrické veličiny. Jsou nutné k určení napětí $\sigma_{x,M(s)}$ a τ_{Mxs} způsobených eliminací deplanace. Pro tenkostěnné, otevřené průřezy jsou výsečové souřadnice definovány takto:

$$\omega_M = \int_s r_M \cdot ds$$

Rov. 7.45

kde r_M kolmá vzdálenost prvku od smykového středu M



Složené průřezy



Pro průřezy nenáchylné ke zkroucení jsou normované výsečové souřadnice nulové. Pokud existuje vázaná osa zkroucení, jsou v tabulce uvedeny výsečové souřadnice ω_D kolem bodu otáčení D.

Výsečové statické momenty $S_{\omega,M}$

Výsečový statický moment se určí pomocí normovaných výsečových momentů setrvačnosti ω_M .

$$S_{\omega,M} = \int_A \omega_M \cdot dA$$

Rov. 7.46

kde ω_M výsečový moment setrvačnosti plochy prvku kolem středu smyku M

Výsečové statické momenty jsou nulové pro průřezy nenáchylné ke zkroucení. Pokud existuje vázaná osa zkroucení, jsou v tabulce uvedeny výsečové statické momenty $S_{\omega,D}$ kolem bodu otáčení D.

Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, počítají se ideální výsečové statické momenty takto:

$$S_{\omega,M} = \frac{1}{E_{ref}} \cdot \int_A \omega_M \cdot E \cdot dA$$

Rov. 7.47

kde E_{ref} modul pružnosti referenčního materiálu (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57)

Plochy buněk A_m

Pro uzavřené průřezy jsou zde uvedeny plochy buněk pro každý prvek. Určují se z tloušťky a polohy daného prvku.

Pro jednokomorové průřezy je A_m shodná s plochou buňky ohraničenou osami okolních prvků.

7.3 Normálová napětí σ_x

V této tabulce výsledků jsou zobrazena různá normálová napětí σ_x pro každé Místo x, které bylo definováno v tabulce 1.7 *Vnitřní síly* (srov. kapitola 5.7, strana 86).

Znaménková konvence je znázorněna na obr. 5.33 na straně 88.

V tabulce jsou uvedeny napětí pro **účinný průřez**, pokud byla vybrána možnost *Vytvoření účinných průřezů* v záložce *Základní údaje* u stejnojmenného dialogu (srov. kapitola 4.4.2.1, strana 55).

Extrémní hodnoty jsou uvedeny na konci seznamu pro každé místo x.

Na konci seznamu najdeme celková maximální a minimální napětí $\Sigma \sigma_x$ přes všechna místa x.

Tabulky

3.1 Normálová napětí

Prvek č.	Uzel č.	Vzdálenost s[mm]	ZS č.	Normálové napětí σ_x [N/mm ²]						mezní σ_x	Vy-užití
				$\sigma_{x,N}$	σ_{x,M_u}	σ_{x,M_v}	σ_{x,M_w}	$\Sigma \sigma_x$			
	2	0.00	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
3		96.50	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
	5	193.00	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
4	5	0.00	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
		46.50	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
	6	93.00	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
6	8	0.00	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
		65.00	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
	2	130.00	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
Extrémní hodnoty											
1	1	0.00	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
6	2	130.00	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
1	1	0.00	4	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	213.64	0.00	
Extrémní hodnoty přes všechna místa x (max v řezu 0.00 mm)											
2	3	400.00	1	7.59	105.32	-4.92	0.00	107.99	< 213.64	0.51	
3	5	193.00	1	7.59	-42.87	-13.17	0.00	-48.45	< 213.64	0.23	

PrůřezyPrvkyBodové prvkyVnitřní sílyPrůřezové charakteristikyPrůběh průřezových charakteristikSigma-xTauSigma-v

Obr. 7.5: Tabulka 3.1 Normálová napětí

Prvek č.

Pro každé místo x jsou normálová napětí seřazena podle čísel prvků. Výpočet nezahrnuje napětí v bodových prvcích.

Uzel č.

Normálová napětí jsou uvedena v počátečním a koncovém uzlu u každého prvku. Dále jsou hodnoty v následujících sloupcích uvedeny i pro střed každého prvku.

Vzdálenost s

Tato hodnota určuje vzdálenost daného místa od počátečního uzlu prvku.

ZS č.

V tomto sloupci je uvedeno číslo odpovídajícího zatěžovacího stavu.

 $\sigma_{x,N}$

$$\sigma_{x,N} = \frac{N}{A}$$

Rov. 7.48

kde N normálová síla
 A plocha průřezu

 σ_{x,M_u}

$$\sigma_{x,M_u} = \frac{M_u}{I_u} \cdot e_v$$

Rov. 7.49

kde M_u ohybový moment kolem hlavní osy u
 I_u hlavní moment setrvačnosti (plošný moment druhého stupně) kolem osy u
 e_v vzdálenost od těžiště ve směru hlavní osy v

Vnitřní síly můžeme vztáhnout k různým osám v záložce *Nastavení* v dialogu *Základní údaje* (srov. obr. 4.37, strana 57). Tento dialog vyvoláme pomocí nabídky

Upravit → Průřez → Základní údaje.

σ_{x,M_v}

$$\sigma_{x,M_v} = -\frac{M_v}{I_v} \cdot e_u$$

Rov. 7.50

kde M_v ohybový moment kolem hlavní osy v
 I_v hlavní moment setrvačnosti (plošný moment druhého stupně)
 kolem osy v
 e_u vzdálenost od těžiště ve směru hlavní osy u



Znaménko minus v rov. 7.50 je dáno vzájemným vztahem vnitřních sil s programem RSTAB nebo RFEM. Kladný moment vyvolává tahová napětí v namáhané části nosníku, tj. napětí jsou kladná. Tato konvence z RSTABu byla převedena také do programu SHAPE-THIN, abychom získali shodná znaménka např. v modulu STEEL a programu SHAPE-THIN po převzetí vnitřních sil. Proto mohou být jednotkové momenty užitečné pro kontrolu znamének.

Pro dílčí průřezy vyztužujícího systému se normálová napětí vlivem ohybových momentů M_u a M_v spočítají následovně:

$$\sigma_{x,M_u} = \frac{(I_z \cdot M_u + I_{uv} \cdot M_v) \cdot e_v}{I_u \cdot I_v - I_{uv}^2} \quad \sigma_{x,M_v} = \frac{(I_u \cdot M_v + I_{uv} \cdot M_u) \cdot e_u}{I_u \cdot I_v - I_{uv}^2}$$

Rov. 7.51

kde I_u, I_v, I_{uv} plošné momenty druhého stupně kolem celkového těžiště
 e_u, e_v vzdálenosti od těžiště C_i části průřezu i

σ_{x,M_ω}

$$\sigma_{x,M_\omega} = -\frac{M_\omega}{I_{\omega,M}} \cdot \omega_M$$

Rov. 7.52

kde M_ω bimoment
 $I_{\omega,M}$ výsečový moment setrvačnosti kolem středu smyku M
 ω_M výsečový moment setrvačnosti plochy prvku kolem středu smyku M

Pokud existuje vázaná osa zkroucení, jsou v tabulce uvedeny napětí od vázaného kroucení kolem bodu rotace D. Tato napětí se určují pomocí hodnot $I_{\omega,D}$ a ω_D .

$\Sigma \sigma_x$

V tomto sloupci jsou sečteny jednotlivé složky normálových napětí.

$$\Sigma \sigma_x = \sigma_{x,N} + \sigma_{x,M_u} + \sigma_{x,M_v} + \sigma_{x,M_\omega}$$

Rov. 7.53

Mezní σ_x

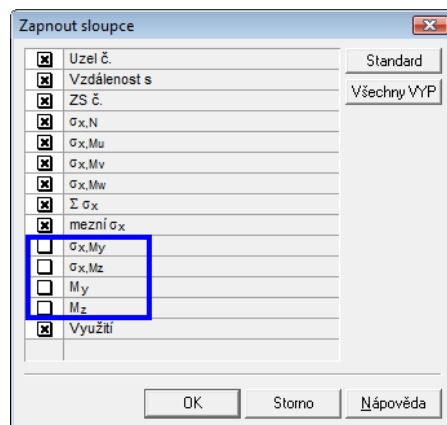
Tento sloupec uvádí přípustná normálová napětí pro každý materiál, která byla definována např. ve sloupci F tabulky 1.2 (srov. obr. 5.10, strana 70).

Dílčí průřezy vyztužujícího systému

Využití

Poslední sloupec obsahuje poměry stávajících napětí k mezním napětím. Tak můžeme rychle zjistit využití pro různá místa x průřezu.

Pomocí tlačítka [Filtr sloupců] můžeme zobrazit napětí vlivem odpovídajících momentů M_y a M_z (resp. M_u a M_v). V dialogu *Zapnout sloupce* máme přístup i k transformovaným momentům.



Obr. 7.6: Dialog *Zapnout sloupce*

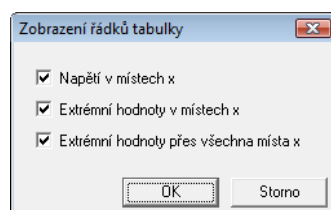
$\sigma_{x,My} / \sigma_{x,Mz}$

$$\sigma_{x,My} = \frac{M_y}{I_y} \cdot e_z \quad \sigma_{x,Mz} = -\frac{M_z}{I_z} \cdot e_y$$

Rov. 7.54

kde M_y / M_z ohybový moment kolem globální osy y resp. z
 I_y / I_z hlavní moment setrvačnosti (plošný moment druhého stupně)
 kolem osy y resp. z
 e_z / e_y vzdálenost od těžiště ve směru globální osy z resp. y

Můžeme zobrazit jen určité výsledky pomocí funkce filtrování. Objeví se následující dialog.



Obr. 7.7: Dialog *Zobrazení řádků tabulky*

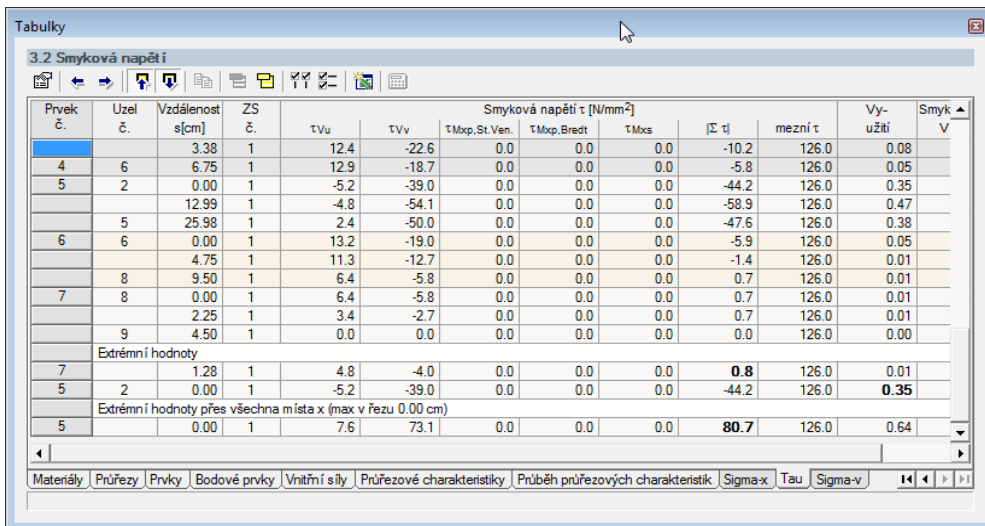
Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, jsou napětí nezávislá na zvoleném referenčním materiálu. Interně je této nezávislosti dosaženo tím, že jsou normálová napětí prvku i vynásobena E_i / E_{ref} , tj. poměrem modulu pružnosti prvku i a modulu pružnosti referenčního materiálu.

7.4 Smyková napětí τ

V této tabulce výsledků jsou zobrazena různá smyková napětí τ pro každé Místo x , které bylo definováno v tabulce 1.7 *Vnitřní síly* (srov. kapitola 5.7, strana 86).

Extrémní hodnoty jsou uvedeny na konci seznamu pro každé místo x . Na konci seznamu najdeme celková maximální smyková napětí $|\Sigma \tau|$ přes všechna místa x .



Prvek č.	Uzel č.	Vzdálenost s [cm]	ZS č.	τ_{Vu}	τ_{Vv}	$\tau_{Mxp, St. Ven.}$	$\tau_{Mxp, Bredt}$	τ_{Mxs}	$ \Sigma \tau $	mezní τ	Vy-užití	Smyk V
		3.38	1	12.4	-22.6	0.0	0.0	0.0	-10.2	126.0	0.08	
4	6	6.75	1	12.9	-18.7	0.0	0.0	0.0	-5.8	126.0	0.05	
5	2	0.00	1	-5.2	-39.0	0.0	0.0	0.0	-44.2	126.0	0.35	
		12.99	1	-4.8	-54.1	0.0	0.0	0.0	-58.9	126.0	0.47	
	5	25.98	1	2.4	-50.0	0.0	0.0	0.0	-47.6	126.0	0.38	
6	6	0.00	1	13.2	-19.0	0.0	0.0	0.0	-5.9	126.0	0.05	
		4.75	1	11.3	-12.7	0.0	0.0	0.0	-1.4	126.0	0.01	
	8	9.50	1	6.4	-5.8	0.0	0.0	0.0	0.7	126.0	0.01	
7	8	0.00	1	6.4	-5.8	0.0	0.0	0.0	0.7	126.0	0.01	
		2.25	1	3.4	-2.7	0.0	0.0	0.0	0.7	126.0	0.01	
	9	4.50	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	126.0	0.00	
Extrémní hodnoty												
7		1.28	1	4.8	-4.0	0.0	0.0	0.0	0.8	126.0	0.01	
5	2	0.00	1	-5.2	-39.0	0.0	0.0	0.0	-44.2	126.0	0.35	
Extrémní hodnoty přes všechna místa x (max v řezu 0.00 cm)												
5		0.00	1	7.6	73.1	0.0	0.0	0.0	80.7	126.0	0.64	

Obr. 7.8: Tabulka 3.2 *Smyková napětí*

Prvek č.

Pro každé místo x jsou smyková napětí seřazena podle čísel prvků. Výpočet nezahrnuje napětí v bodových prvcích.

Uzel č.

Smyková napětí jsou uvedena v počátečním a koncovém uzlu u každého prvku. Dále jsou hodnoty v následujících sloupcích uvedeny i pro střed každého prvku.

Vzdálenost s

Tato hodnota určuje vzdálenost daného místa od počátečního uzlu prvku.

ZS č.

V tomto sloupci je uvedeno číslo odpovídajícího zatěžovacího stavu.

τ_{Vu}

$$\tau_{Vu} = -\frac{V_u \cdot S_v}{I_v \cdot t^*}$$

Rov. 7.55

kde	V_u	smyková síla ve směru u
	S_v	statický moment (plošný moment prvního stupně) vzhledem k ose v
	I_v	hlavní moment setrvačnosti (plošný moment druhého stupně) kolem osy v
	t^*	účinná tloušťka prvku pro přenos smyku

τ_{Vv}

$$\tau_{Vv} = - \frac{V_v \cdot Q_u}{I_u \cdot t^*}$$

Rov. 7.56

kde V_v smyková síla ve směru v
 Q_u statický moment (plošný moment prvního stupně) vzhledem k ose u
 I_u hlavní moment setrvačnosti (plošný moment druhého stupně) kolem osy u
 t^* účinná tloušťka prvku pro přenos smyku

Pro smyková napětí nesouvislých průřezů se smykovými stěnami platí rov. 7.77 v kapitole 7.9 na straně 129.

 $\tau_{Mxp, St. Venant}$

K určení smykových napětí vlivem primárního zkroucení je torzní moment M_{xp} rozdělen na St. Venantovu složku $M_{xp, St. Ven.}$ a na Bredtovu složku $M_{xp, Bredt}$.

$$M_{xp, St. Ven.} = M_{xp} \cdot \frac{I_{St. Ven.}}{I} \quad M_{xp, Bredt} = M_{xp} \cdot \frac{I_{Bredt}}{I}$$

Rov. 7.57

kde M_{xp} primární torzní moment
 $I_{St. Ven.}$ St. Venantův moment tuhosti v kroucení
 I_{Bredt} Bredtův moment tuhosti v kroucení
 I celkový moment tuhosti v kroucení (tj. součet $I_{St. Ven.}$ a I_{Bredt})

Pro tenkostěnné průřezy je torzní smykové napětí podle St. Venantovy teorie lineárně proměnné přes tloušťku průřezu, tj. nulové v ose prvku a nabývá extrému na okraji prvku. Ve sloupcích tabulky jsou uvedeny pouze extrémy smykových napětí na okrajích prvků.

$$\tau_{Mxp, St. Ven.} = \frac{M_{xp, St. Ven.}}{I_{St. Ven.}} \cdot t^*$$

Rov. 7.58

kde $M_{xp, St. Ven.}$ St. Venantova složka primárního torzního momentu
 $I_{St. Ven.}$ St. Venantův moment tuhosti v kroucení
 t^* účinná tloušťka prvku pro přenos smyku

 $\tau_{Mxp, Bredt}$

Pro uzavřené části průřezu s buňkami se torzní smykové napětí podle Bredtovy teorie spočítají následovně:

$$\tau_{Mxp, Bredt} = \frac{M_{xp, Bredt}}{2 \cdot A_m \cdot t^*}$$

Rov. 7.59

kde $M_{xp, Bredt}$ Bredtova složka primárního torzního momentu
 A_m plocha ohraničená střednicemi okolních prvků
 t^* účinná tloušťka prvku pro přenos smyku

Pro průřezy které se skládají z několika buněk, je torzní moment definován takto:

$$M_{xp,i} = M_{xp} \cdot \frac{A_{m,i}}{A_m}$$

Rov. 7.60

Jestliže prvek představuje stojinu mezi dvěma sousedními buňkami, jsou směry smykových toků odpovídajících buněk společného prvku potlačovány, když je průřez vystaven torznímu momentu. V tomto případě jsou smyková napětí vlivem zkroucení poměrně malá.

$\tau_{M_{xs}}$

Smyková napětí způsobená sekundárním torzním momentem M_{xs} se určí následovně:

$$\tau_{M_{xs}} = - \frac{M_{xs} \cdot S_{\omega,M}}{I_{\omega,M} \cdot t^*}$$

Rov. 7.61

kde	M_{xs}	sekundární torzní moment
	$S_{\omega,M}$	výsečový statický moment (srov. kapitola 7.2, strana 110)
	$I_{\omega,M}$	výsečový moment setrvačnosti kolem středu smyku M (srov. kapitola 7.1, strana 95)
	t^*	účinná tloušťka prvku pro přenos smyku

Pokud existuje vázaná osa zkroucení, jsou v tabulce uvedena smyková napětí kolem bodu rotace D. Tato napětí se určují z hodnot $S_{\omega,D}$ a $I_{\omega,D}$.

Pro smyková napětí nesouvislých průřezů se smykovými stěnami platí rov. 7.77 v kapitole 7.9 na straně 129.

$|\Sigma \tau|$

V tomto sloupci jsou sečteny jednotlivé složky smykových napětí. Pro složku od St. Venantových torzních napětí se použije to znaménko, které zvětšuje absolutní hodnotu součtu.

$$\Sigma \tau = \tau_{Vu} + \tau_{Vv} \pm \tau_{M_{xp}, St. Ven.} + \tau_{M_{xp}, Bredt} + \tau_{M_{xs}}$$

Rov. 7.62

Mezní τ

Tento sloupec uvádí pro každý materiál přípustná smyková napětí, která byla definována např. ve sloupci G tabulky 1.2 (srov. obr. 5.10, strana 70).

Využití

V tomto sloupci jsou uvedeny poměry stávajících napětí k mezním napětím. Tak můžeme rychle zjistit využití pro různá místa x průřezu.

Smyková síla V

Poslední sloupec obsahuje integrály smykových sil ve všech prvcích vlivem smykových napětí. Výsledné smykové síly pro každý prvek se určí následovně:

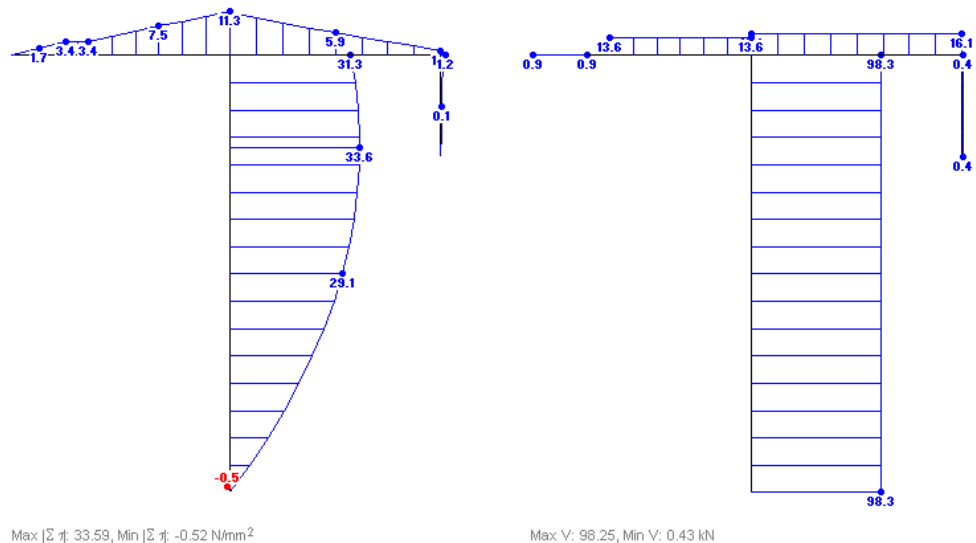
$$V = |\tau \cdot t^* \cdot l|$$

Rov. 7.63

kde	τ	smyková napětí v prvku
	t^*	účinná tloušťka prvku
	l	délka prvku

V grafice můžeme zobrazit tyto integrály pro každý prvek pomocí nabídky

Výsledky → Smyková síla.



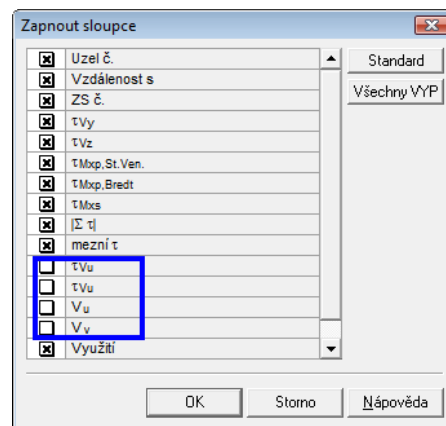
Max $|\Sigma \tau|$: 33.59, Min $|\Sigma \tau|$: -0.52 N/mm²

Max V: 98.25, Min V: 0.43 kN

Obr. 7.9: Smyková napětí (vlevo) a smykové síly jako integrály (vpravo)

Smyková napětí vlivem primárního torzního momentu $M_{xp, St. Ven.}$ se však v této integraci pro otevřené průřezy neuvažují. Výsledkem by byly nulové hodnoty při integraci přes délky i přes tloušťky prvků.

Pomocí tlačítka [Filtr sloupců] můžeme zobrazit smyková napětí vlivem odpovídajících sil V_y a V_z (resp. V_u a V_v). V dialogu *Zapnout sloupce* máme přístup i k transformovaným smykovým silám.



Obr. 7.10: Dialog *Zapnout sloupce*

τ_{vy} / τ_{vz}

$$\tau_{vy} = -\frac{V_y \cdot S_z}{I_z \cdot t^*} \quad \tau_{vz} = -\frac{V_z \cdot S_y}{I_y \cdot t^*}$$

Rov. 7.64

- kde
- V_y / V_z smyková síla v globálním směru y resp. z
 - S_z / S_y statický moment (plošný moment prvního stupně) vztažený k ose z resp. y
 - I_z / I_y hlavní moment setrvačnosti (plošný moment druhého stupně) kolem osy z resp. y
 - t^* účinná tloušťka prvku pro přenos smyku



Složené průřezy

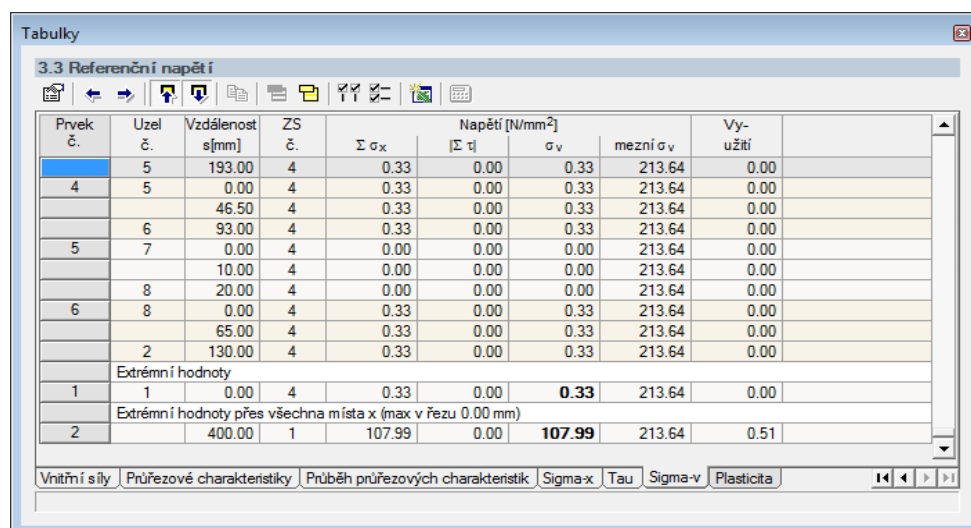
Pomocí funkce filtrování můžeme vybrat jen určité výsledky. Tlačítko v panelu nástrojů tabulky vyvolá dialog *Zobrazení řádků tabulky* (srov. obr. 7.7, strana 113).

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, jsou napětí nezávislá na zvoleném referenčním materiálu. Interně je této nezávislosti dosaženo tím, že jsou smyková napětí prvku i vynásobena G_i / G_{ref} , tj. poměrem smykového modulu prvku i a smykového modulu referenčního materiálu.

7.5 Referenční napětí σ_v

V této tabulce výsledků jsou zobrazena referenční napětí σ_v a využití pro každé *Místo x*, které bylo definováno v tabulce 1.7 *Vnitřní síly*.

Extrémní hodnoty jsou uvedeny na konci seznamu pro každé místo x . Na konci seznamu najdeme celkovou maximální napětí σ_v přes všechna místa x .



Prvek č.	Uzel č.	Vzdálenost s [mm]	ZS č.	Napětí [N/mm²]				Vy-užití
				$\Sigma \sigma_x$	$[\Sigma \tau]$	σ_v	mezí σ_v	
4	5	193.00	4	0.33	0.00	0.33	213.64	0.00
	5	0.00	4	0.33	0.00	0.33	213.64	0.00
		46.50	4	0.33	0.00	0.33	213.64	0.00
5	6	93.00	4	0.33	0.00	0.33	213.64	0.00
	7	0.00	4	0.00	0.00	0.00	213.64	0.00
		10.00	4	0.00	0.00	0.00	213.64	0.00
6	8	20.00	4	0.00	0.00	0.00	213.64	0.00
	8	0.00	4	0.33	0.00	0.33	213.64	0.00
		65.00	4	0.33	0.00	0.33	213.64	0.00
2	2	130.00	4	0.33	0.00	0.33	213.64	0.00
	Extrémní hodnoty							
1	1	0.00	4	0.33	0.00	0.33	213.64	0.00
Extrémní hodnoty přes všechna místa x (max v řezu 0.00 mm)								
2		400.00	1	107.99	0.00	107.99	213.64	0.51

Obr. 7.11: Tabulka 3.3 Referenční napětí

Prvek č.

Pro každé místo x jsou napětí seřazena podle čísel prvků. Výpočet nezahrnuje napětí v bodových prvcích.

Uzel č.

Napětí jsou uvedena v počátečním a koncovém uzlu u každého prvku. Dále jsou hodnoty uvedeny i pro střed každého prvku.

Vzdálenost s

Tato hodnota určuje vzdálenost daného místa od počátečního uzlu prvku.

ZS č.

V tomto sloupci je uvedeno číslo odpovídajícího zatěžovacího stavu.

$\Sigma \sigma_x$

V tomto sloupci jsou sečtena všechna normálová napětí uvedená ve sloupci H v tabulce 3.1 *Normálová napětí* (srov. obr. 7.5, strana 111).

 $|\Sigma \tau|$

Tento sloupec představuje absolutní hodnoty součtů všech smykových napětí uvedených ve sloupci I tabulky 3.2 *Smyková napětí* (srov. obr. 7.8, strana 114).

 σ_v

Referenční napětí se určují podle teorie zvolené v záložce *Nastavení* v dialogu *Základní údaje* (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57).

$$\sigma_v = \sqrt{(\Sigma \sigma_x)^2 + f \cdot (\Sigma \tau)^2}$$

Rov. 7.65

kde f součinitel pro započtení smykových napětí



Při posuzování svarů musíme mít na paměti, že program SHAPE-THIN počítá pouze s rovinným charakterem napětí. Proto musíme navíc zohlednit smyková napětí podélných svarových švů $\tau_{||}$.

Mezní σ_v

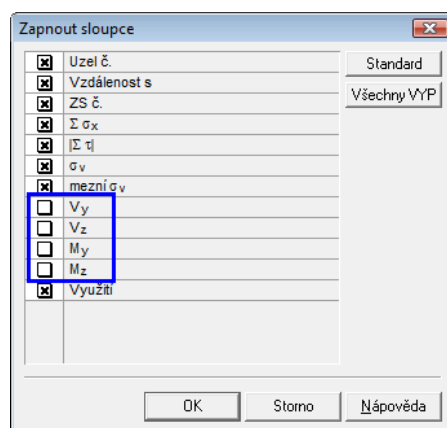
V tomto sloupci jsou stávající referenční napětí porovnávána s přípustnými referenčními napětími materiálu, která byla definována např. ve sloupci H tabulky 1.2 (srov. obr. 5.10, strana 70).

Využití

Poslední sloupec obsahuje poměry stávajících napětí k mezním napětím. Tak můžeme rychle zjistit využití pro různá místa x průřezu.



Pomocí tlačítka [Filtr sloupců] můžeme v dialogu *Zapnout sloupce* zvolit také zobrazení transformovaných momentů M_y a M_z (resp. M_u a M_v) a smykových sil V_y a V_z (resp. V_u a V_v).



Obr. 7.12: Dialog *Zapnout sloupce*



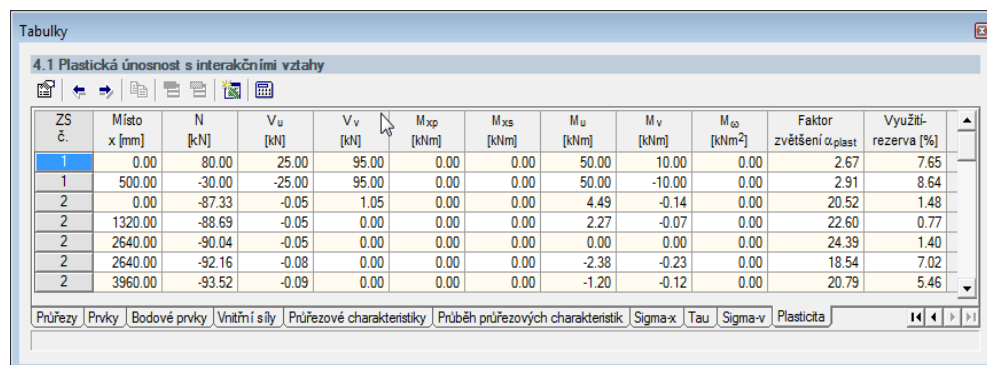
Můžeme zobrazit jen určité výsledky pomocí funkce filtrování. Toto tlačítko v panelu nástrojů tabulky vyvolá dialog *Zobrazení řádků tabulky* (srov. obr. 7.7, strana 113).

7.6 Plastická únosnost

Pokud jsme v dialogu *Základní údaje* zvolili též posouzení plastické únosnosti, objeví se po výpočtu tabulka výsledků 4.1 *Plastická únosnost s interakčními vztahy*.



Sloupec s faktorem zvětšení α_{plast} představuje nejdůležitější část této tabulky. Pokud jsou všechny hodnoty **větší** než 1.0, je plastická únosnost ověřena.



ZS č.	Místo x [mm]	N [kN]	V_u [kN]	V_v [kN]	M_{xp} [kNm]	M_{xs} [kNm]	M_u [kNm]	M_v [kNm]	M_ω [kNm ²]	Faktor zvětšení α_{plast}	Využití-rezerva [%]
1	0.00	80.00	25.00	95.00	0.00	0.00	50.00	10.00	0.00	2.67	7.65
1	500.00	-30.00	-25.00	95.00	0.00	0.00	50.00	-10.00	0.00	2.91	8.64
2	0.00	-87.33	-0.05	1.05	0.00	0.00	4.49	-0.14	0.00	20.52	1.48
2	1320.00	-88.69	-0.05	0.00	0.00	0.00	2.27	-0.07	0.00	22.60	0.77
2	2640.00	-90.04	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.39	1.40
2	2640.00	-92.16	-0.08	0.00	0.00	0.00	-2.38	-0.23	0.00	18.54	7.02
2	3960.00	-93.52	-0.09	0.00	0.00	0.00	-1.20	-0.12	0.00	20.79	5.46

Obr. 7.13: Tabulka 4.1 *Plastická únosnost s interakčními vztahy*

ZS č.

Výsledky posouzení plastické únosnosti jsou seřazeny podle zatěžovacích stavů.

Místo x

Výsledky jsou stanoveny pro podmínky kombinovaného zatížení pro každé *Místo x*, které bylo definováno v tabulce 1.7 *Vnitřní síly* (srov. kapitola 5.7, strana 86).

Vnitřní síly N / V_u / V_v / M_{xp} / M_{xs} / M_u / M_v / M_ω

Těchto osm sloupců obsahuje vnitřní síly a momenty převzaté z tabulky 1.7 *Vnitřní síly* (srov. kapitola (srov. kapitola 5.7, strana 86).

Faktor zvětšení α_{plast}

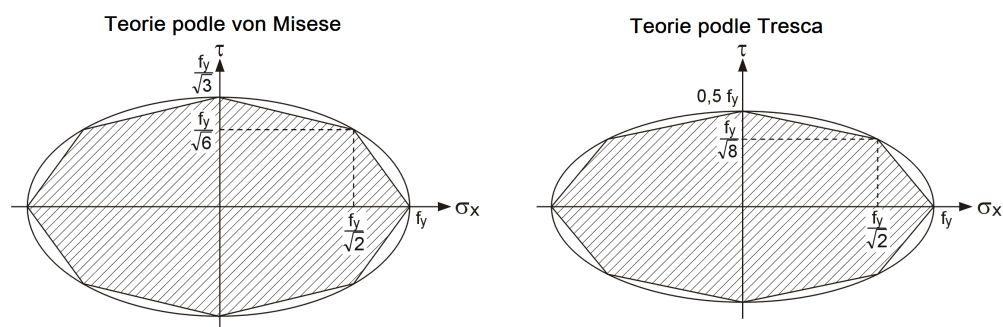
Faktor zvětšení α vyjadřuje skutečnost, že je dosaženo plastické únosnosti průřezu, jestliže jsou všechny vnitřní síly a momenty pro odpovídající místo x tímto faktorem vynásobeny.

Libovolnou kombinaci vnitřních sil jako výsledek plastického výpočtu můžeme popsat následujícím vektorem.

$$F = \{N, M_u, M_v, M_\omega, V_u, V_v, M_{xp}, M_{xs}\}$$

Rov. 7.66

Pro plastické posouzení tohoto vektoru předpokládáme konstantní vztahy mezi všemi jeho složkami. Vektor F vnitřních sil se tedy prodlouží až do oblasti meze kluzu pomocí faktoru zvětšení α . Tento faktor se určuje jako maximum lineární optimalizace pomocí upraveného simplexového algoritmu. V závislosti na zvolené teorii (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57) získáme z odpovídající rovnice pro referenční napětí (srov. rov. 7.65) elipsu, kterou můžeme během procesu lineární optimalizace aproximovat pomocí osmiúhelníku.



Obr. 7.14: Lineární optimalizace podle dvou různých teorií

Průřez je rozložen na malé dílčí diskretní prvky. Když integraci přes celý průřez, která vede k určení vnitřních sil, nahradíme součtem přes diskretní hodnoty, můžeme popsat podmínky rovnováhy pro normálová napětí σ_x takto:

$$\begin{aligned}\sum (\sigma_{x,r} \cdot A_r) - \alpha \cdot N &= 0 \\ \sum (\sigma_{x,r} \cdot A_r \cdot e_{v,r}) - \alpha \cdot M_u &= 0 \\ \sum (\sigma_{x,r} \cdot A_r \cdot e_{u,r}) + \alpha \cdot M_v &= 0 \\ \sum (\sigma_{x,r} \cdot A_r \cdot \omega_r) + \alpha \cdot M_\omega &= 0\end{aligned}$$

Rov. 7.67

kde	$\sigma_{x,r}$	normálové napětí v dílčím prvku r
	A_r	plocha dílčího prvku r
	$e_{v,r} / e_{u,r}$	souřadnice těžiště dílčího prvku r vzhledem k hlavním osám
	ω_r	výsečový moment setrvačnosti dílčího prvku kolem středu smyku M
	α	faktor zvětšení jako proměnná pro optimalizaci
	$N / M_u / M_v / M_\omega$	vnitřní síly zadané v tabulce 1.7 <i>Vnitřní síly</i>

Smyková napětí se převezmou z předchozího elastického posouzení (srov. kapitola 7.4, strana 120). Smyková napětí τ v těžištích dílčích prvků tedy představují vstupní parametry pro lineární optimalizaci, kde faktor zvětšení α a normálová napětí $\sigma_{x,r}$ v těžištích dílčích prvků tvoří explicitní proměnné této optimalizace.

Další podmínky pro optimalizaci můžeme nastavit pro každý dílčí prvek. Závisí na zvolené teorii a zohledňují předpokládanou linearizaci pro danou teorii (srov. obr. 7.14). Pro teorii VON MISESE se použijí následující interakční vzorce.

$$\begin{aligned}\sigma_{x,r} + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot (\sqrt{2} - 1) \cdot \sqrt{3} &\leq f_{y,d} \\ -\sigma_{x,r} + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot (\sqrt{2} - 1) \cdot \sqrt{3} &\leq f_{y,d} \\ \sigma_{x,r} \cdot (\sqrt{2} - 1) + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot \sqrt{3} &\leq f_{y,d} \\ -\sigma_{x,r} \cdot (\sqrt{2} - 1) + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot \sqrt{3} &\leq f_{y,d}\end{aligned}$$

Rov. 7.68

Pro teorii podle TRESCA se použijí tyto interakční vzorce:

$$\begin{aligned}\sigma_{x,r} + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot (\sqrt{2} - 1) \cdot 2 &\leq f_{y,d} \\ -\sigma_{x,r} + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot (\sqrt{2} - 1) \cdot 2 &\leq f_{y,d} \\ \sigma_{x,r} \cdot (\sqrt{2} - 1) + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot 2 &\leq f_{y,d} \\ -\sigma_{x,r} \cdot (\sqrt{2} - 1) + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot 2 &\leq f_{y,d}\end{aligned}$$

Rov. 7.69

kde	$\sigma_{x,r}$	normálové napětí v dílčím prvku r
	τ_r	smykové napětí v dílčím prvku r
	α	faktor zvětšení jako proměnná pro optimalizaci
	$f_{y,d}$	návrhová hodnota meze kluzu (srov. kapitola 5.2, strana 71)

Rov. 7.67 a rov. 7.68, resp. rov. 7.69 tedy představují lineární doplňkové podmínky pro proces lineární optimalizace s následující cílovou funkcí.

$$T(\alpha) = \alpha = \text{Maximum}$$

Rov. 7.70

Faktor α (který určuje plastickou únosnost průřezu jako součin $\alpha \cdot F$) a plastická napětí v každém dílčím prvku r představují výsledek lineární optimalizace.

Plastické normálové napětí $\sigma_{x,pl,r}$ přesně odpovídá normálovému napětí $\sigma_{x,r}$, které představuje explicitní optimalizační proměnnou pro dílčí prvek r.

$$\sigma_{x,pl,r} = \sigma_{x,r}$$

Rov. 7.71

Plastické smykové napětí $\tau_{pl,r}$ je součinem faktoru zvětšení α a elastického smykového napětí τ_r (tj. výsledku předchozího elastického posouzení) v těžišti dílčího prvku r.

$$\tau_{pl,r} = \alpha \cdot \tau_r$$

Rov. 7.72

Plastické referenční napětí $\sigma_{v,pl,r}$ závisí na zvolené teorii. Podle teorie VON MISESE se určí pro dílčí prvek r následovně:

$$\sigma_{v,pl,r} = \max \begin{pmatrix} \left| \sigma_{x,r} + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot (\sqrt{2} - 1) \cdot \sqrt{3} \right|, \\ \left| -\sigma_{x,r} + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot (\sqrt{2} - 1) \cdot \sqrt{3} \right|, \\ \left| \sigma_{x,r} \cdot (\sqrt{2} - 1) + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot \sqrt{3} \right|, \\ \left| -\sigma_{x,r} \cdot (\sqrt{2} - 1) + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot \sqrt{3} \right| \end{pmatrix}$$

Rov. 7.73

Podle teorie TRESCA se plastické referenční napětí určí takto:

$$\sigma_{v,pl,r} = \max \begin{pmatrix} \left| \sigma_{x,r} + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot (\sqrt{2} - 1) \cdot 2 \right|, \\ \left| -\sigma_{x,r} + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot (\sqrt{2} - 1) \cdot 2 \right|, \\ \left| \sigma_{x,r} \cdot (\sqrt{2} - 1) + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot 2 \right|, \\ \left| -\sigma_{x,r} \cdot (\sqrt{2} - 1) + \alpha \cdot |\tau_r| \cdot 2 \right| \end{pmatrix}$$

Rov. 7.74

Využití - rezerva

V posledním sloupci tabulky je v procentech uveden podíl těch částí průřezu, které nepodléhají plastifikaci úplně, tj. simplexové části, ve kterých není dosaženo meze kluzu pro dané interakční podmínky.

7.7 Posouzení c/t polí

Pokud jsme v dialogu *Základní údaje* zvolili i možnost provést *Kontrolu mezních hodnot (c/t) podle DIN 18800*, po proběhnutí výpočtu se objeví tabulka 5.1 *Kontrola mezní hodnoty (c/t)*. Výsledky jsou uvedeny pro každé *Místo x*, které bylo definováno v tabulce 1.7 *Vnitřní síly* (srov. kapitola 5.7, strana 86).

Rozhodující hodnoty pro všechny zatěžovací stavy a místa x můžeme najít dole na konci tabulky.

Tabulky

5.1 Kontrola mezní hodnoty (c/t)

Pole č.	ZS č.	Prvky	Typ podepření	Odečítané délky [m]		Šířka c [mm]	Tloušťka t [mm]	α [-]	Poměr		Vy-užití
				$\Delta_{zač}$	Δ_{kon}				exist. (c/t)	mezní (c/t)	
	4	1,5,6	jednostranně	0.00	5.00	195.00	14.00	0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
1	4	1,5,6	jednostranně					0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
2	4	2	jednostranně	22.00	0.00	378.00	10.00	0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
2	4	2	jednostranně					0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
3	4	3	oboustranně	20.00	22.00	151.00	14.00	0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
3	4	3	oboustranně					0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
4	4	4	jednostranně	22.00	0.00	71.00	14.00	0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
4	4	4	jednostranně					0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
Řez: 17254.80 mm											
1	4	1,5,6	jednostranně	0.00	5.00	195.00	14.00	0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
2	4	2	jednostranně	22.00	0.00	378.00	10.00	0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
3	4	3	oboustranně	20.00	22.00	151.00	14.00	0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
4	4	4	jednostranně	22.00	0.00	71.00	14.00	0.00	Bez tlaku	Bez tlaku	-
Rozhodující:											
2	2	2	jednostranně	22.00	0.00	378.00	10.00	1.00	37.80	> 11.12	3.40

Prvky

Bodové prvky

Pole c/t podle DIN 18800

Vnitřní síly

Průřezové charakteristiky

Průběh průřezových charakteristik

Sigma-x

Tau

Sigma-v

Obr. 7.15: Tabulka 5.1 *Kontrola mezní hodnoty (c/t)*

Pole č.

Poměry c/t jsou pro každé místo x uvedeny podle čísel c/t polí. Tato pole jsou tvořena prvky spojenými definovatelnou 'rovnou' čarou. V dialogu *Základní údaje* můžeme určit, kdy se mají vytvořit koncová podepření c/t polí (srov. obr. 4.43, strana 62).

ZS č.

V tomto sloupci je uvedeno číslo odpovídajícího zatěžovacího stavu.

Prvky

Tento sloupec obsahuje všechny prvky, které patří do určitého c/t pole.

Typ podepření

Tento sloupec informuje o podporách každého c/t pole, které byly definovány v tabulce 1.6 *Pole c/t* (srov. kapitola 5.6, strana 84). Pole mohou být podepřena pouze na jedné straně (vnější pásnice) nebo na obou stranách (vnitřní tlačná část).

Odečítané délky Δ_{Start} / Δ_{End}

V těchto dvou sloupcích jsou uvedeny vzdálenosti podpory od počátečního resp. koncového uzlu daného prvku. Tyto hodnoty odpovídají délkám, které jsou definovány ve stejnojmenných sloupcích tabulky 1.6 *Pole c/t* (srov. kapitola 5.6, strana 84).

Šířka c

Celková šířka c/t pole je tvořena délkami všech obsažených prvků, která je redukována odečítanými délkami na počátku a na konci tohoto pole.

Tloušťka t

Tloušťka je definována jako nejmenší tloušťka všech prvků, které jsou součástí daného c/t pole.

Existující c/t

V tomto sloupci jsou uvedeny výsledné štíhlostní poměry. Jestliže je c/t pole vystaveno tahovým napětím, objeví se zde poznámka *Bez tlaku*.

Mezní c/t

Tento sloupec informuje o mezní hodnotě c/t poměru, která závisí na zvolené metodě posouzení (srov. kapitola 4.4.2.4, strana 61). Mezní hodnoty se určují podle těchto tabulek v normě DIN 18800, část 1:

- Pružno-pružně: tabulky 12, 13 a 14
- Pružno-plasticky: tabulka 15
- Plasticko-plasticky: tabulka 18

Využití

Když hodnoty existujícího c/t poměru vydělíme hodnotami mezního c/t poměru, určíme celkové využití pro každé c/t pole.

$\sigma_{x,poč} / \sigma_{x,kon}$

Tyto dva sloupce se zobrazí pouze v případě zvolené metody posouzení pružno-pružně. Informují o elastických normálových napětích v počátečních, resp. koncových uzlech každého c/t pole.

ψ

Tento sloupec obsahuje poměr hodnot ze dvou předcházejících sloupců. Pokud na obou koncích existují tahová napětí, poměr napětí se neurčuje a hodnota zde chybí.

k_{σ}

Také tento sloupec se zobrazí pouze v případě metody posouzení pružno-pružně. Obsahuje pomocné hodnoty pro další výpočty, které se určují na základě poměru ψ každého c/t pole s tlakovými napětími.

τ

Tento sloupec se zobrazí pouze v případě metody posouzení pružno-pružně s uvažováním smykových napětí podle komentáře BEUTH. Informuje o maximálních smykových napětích v každém c/t poli.

$S_{u,m} / S_{v,m}$

Tyto sloupce jsou také k dispozici pouze pro metodu posouzení pružno-pružně s uvažováním smykových napětí podle komentáře BEUTH. Obsahují střední hodnoty statických momentů (absolutní hodnoty) vzhledem k hlavním osám u a v každého c/t pole.

α

Tento sloupec se objeví, jestliže byla zvolena metoda posouzení pružno-plasticky nebo plasticko-plasticky (srov. kapitola 4.4.2.4, strana 61). Informuje o podílu tlačené oblasti pro každé c/t pole, tj. poměru tlačené šířky k celkové šířce.

7.8 Charakteristiky dílčích průřezů (se smykovými stěnami)

Tato tabulka výsledků uvádí průřezové charakteristiky pro jednotlivé části průřezu se smykovými stěnami.

Tabulky

6.1 Charakteristiky dílčích průřezů

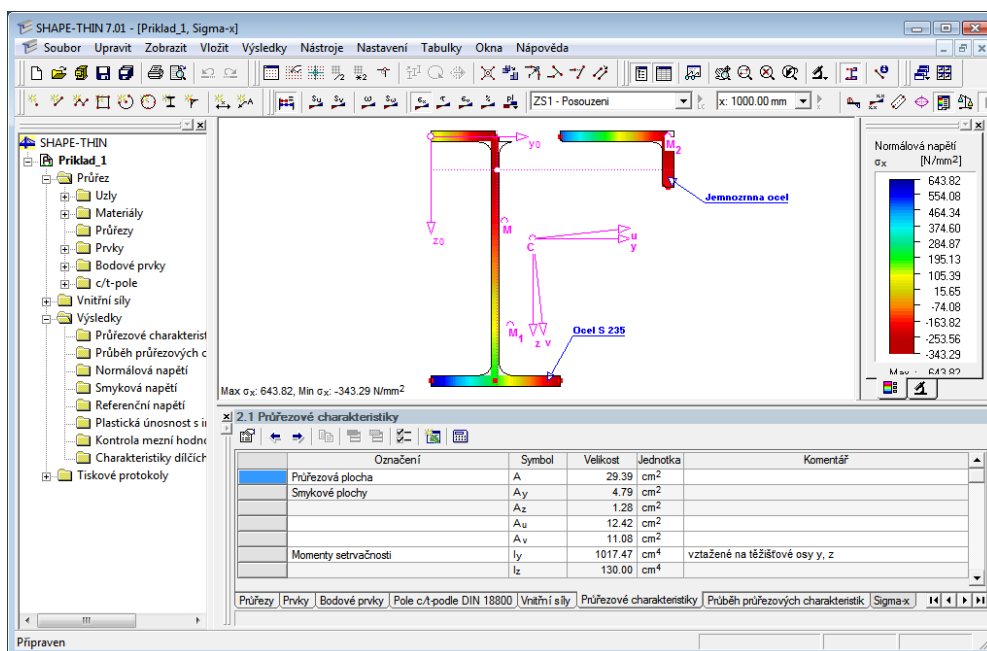
Dílčí průř. č.	Střed smyku M		Momenty setrvačnosti			Momenty setrvačnosti v kroucení		Výšečový moment I_{ω} [m ⁶]	Související Prvky
	y _{M,0} [m]	z _{M,0} [m]	I _y [m ⁴]	I _z [m ⁴]	I _{yz} [m ⁴]	I _{t,St.Ven.} [m ⁴]	I _{t,Bredt} [m ⁴]		
1	2.0000	0.0000	0.009000	1.600000	0.000000	0.034299	0.000000	0.000000	1
2	40.3595	4.8500	47.909000	1.024340	0.000000	0.118899	0.000000	17.877500	2,3,7
3	0.1500	7.8500	1.600000	0.009000	0.000000	0.034299	0.000000	0.000000	4
4	32.1500	9.7000	3.557390	3.557380	2.157890	0.067599	0.000000	0.000000	5,6
Součet			53.075400	6.190720	2.157890	0.255096	0.000000	17.877500	

Prvky Bodové prvky Vnitřní síly Průřezové charakteristiky Průběh průřezových charakteristik Charakteristiky dílčích průřezů

Obr. 7.16: Tabulka 6.1 Charakteristiky dílčích průřezů

Před spuštěním výpočtu program SHAPE-THIN zkontroluje, zda jsou všechny prvky průřezu navzájem pevně spojeny a vytvářejí tak souvislý průřez. Pokud není tato podmínka splněna, objeví se upozornění (srov. obr. 6.3, strana 93) a program se zeptá, jestli má být výpočet proveden podle teorie vyztužujících systémů. V ní se předpokládá, že jednotlivé smykové stěny (zpevněné panely), které drží pohromadě pomocí příček nebo trámů, jsou smykově pružné. Průřezové charakteristiky a napětí se počítají jiným způsobem než u souvislých průřezů.

Uvedený analytický přístup pro systémy se smykovými stěnami můžeme aplikovat také na části průřezů, které jsou tvořeny různými materiály a jejichž rozložení neumožňuje přenášet smykové síly. Výsledek posouzení těchto smykově poddajných složených průřezů představují ideální průřezové charakteristiky s poměrnými hodnotami napětí.



Obr. 7.17: Ideální průřezové charakteristiky a normálová napětí pro smykově poddajný složený průřez

Jestliže se nesouvislý průřez skládá z prvků tvořených různými materiály, musíme nadpis tabulky 2.1 chápat jako "Ideální průřezové charakteristiky" včetně referenčního materiálu, který byl definován v záložce *Nastavení* v dialogu *Základní údaje* (srov. kapitola 4.4.2.2, strana 57).

Smyková stěna č.

Smyková stěna se může skládat z jednoho prvku nebo z více propojených prvků. Každá smyková stěna, jejíž *Obsažené prvky* jsou uvedeny v posledním sloupci, je zde očíslována.

Střed smyku $y_{M,0}$ / $z_{M,0}$

V těchto dvou sloupcích jsou pro každou smykovou stěnu uvedeny souřadnice smykového středu, které jsou vztaženy ke globálnímu počátku (0/0). V grafice jsou jednotlivé středy smyku označeny jako M_1 , M_2 atd.

Momenty setrvačnosti I_y / I_z / I_{yz}

Plošné momenty druhého stupně a deviační moment jsou uvedeny jednotlivě pro každou smykovou stěnu nesouvislého průřezu. Momenty setrvačnosti jsou vztaženy k souřadnému systému průřezu y, z , který je rovnoběžný se zadávacím systémem y_0, z_0 a jehož počátek leží v těžišti C. Tato tabulka neobsahuje žádné hlavní plošné momenty druhého stupně pro průřez se smykovými stěnami.



Musíme mít na paměti, že součet momentů setrvačnosti se určuje **bez** Steinerova doplňku $A_i \cdot e_i^2$.

Momenty tuhosti v kroucení $I_{St.Venant}$ / I_{Bredt}

V těchto dvou sloupcích jsou pro každou smykovou stěnu uvedeny momenty tuhosti v kroucení vznikající podle ST. VENANTA (otevřené průřezové části) a BREDTA (uzavřené buňky). Poslední řádek představuje součet všech jejich hodnot.

Výsečový moment setrvačnosti I_ω

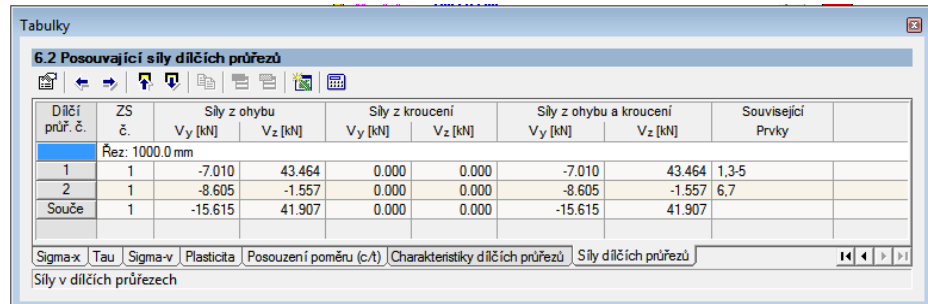
Pro každou smykovou stěnu je zde uveden výsečový moment setrvačnosti, vztažený ke středu smyku M_i dané stěny.

Obsažené prvky

Poslední sloupec uvádí všechny prvky, ze kterých se daná smyková stěna skládá.

7.9 Smykové síly

Smykové síly uvedené v této tabulce se vztahují k jednotlivým částem nesouvislého průřezu. Slouží k určení smykových napětí vlivem vnitřních sil pro každé *Místo x*, které bylo definováno v tabulce 1.7 *Vnitřní síly*.



Díleč průř. č.	ZS č.	Síly z ohybu		Síly z kroucení		Síly z ohybu a kroucení		Související prvky
		V_y [kN]	V_z [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	
Rez: 1000.0 mm								
1	1	-7.010	43.464	0.000	0.000	-7.010	43.464	1,3-5
2	1	-8.605	-1.557	0.000	0.000	-8.605	-1.557	6,7
Souče	1	-15.615	41.907	0.000	0.000	-15.615	41.907	

Obr. 7.18: Tabulka 6.2 Smykové síly u smykové stěny

Smyková stěna č.

Smykové síly v dalších sloupcích jsou seřazeny podle čísel smykových stěn v tabulce 6.1 *Charakteristiky průřezu se smykovými stěnami*. Obsažené prvky každé smykové stěny jsou uvedeny v posledním sloupci.

ZS č.

V tomto sloupci je uvedeno číslo odpovídajícího zatěžovacího stavu.

Síly vlivem ohybu V_y / V_z

Síla pro každou smykovou stěnu i vznikající vlivem smykové síly, která působí ve směru těžištové osy y nebo z se určí následovně:

$$V_{y,i} = \frac{V_y \cdot (I_{z,i} \cdot I_y - I_{yz,i} \cdot I_{yz}) - V_z \cdot (I_{z,i} \cdot I_{yz} - I_{yz,i} \cdot I_z)}{I_y \cdot I_z - I_{yz}^2}$$

$$V_{z,i} = \frac{V_y \cdot (I_{yz,i} \cdot I_y - I_{y,i} \cdot I_{yz}) - V_z \cdot (I_{yz,i} \cdot I_{yz} - I_{y,i} \cdot I_z)}{I_y \cdot I_z - I_{yz}^2}$$

Rov. 7.75

kde	V_y resp. V_z	celková smyková síla ve směru globální těžištové osy y resp. z (nebo transformovaná celková smyková síla ve směru hlavní osy u resp. v)
	$V_{y,i}$ resp. $V_{z,i}$	smyková síla smykové stěny i ve směru y resp. z
	$I_{y,i} / I_{z,i} / I_{yz,i}$	plošné momenty druhého stupně smykové stěny i vztažené ke globálním osám v těžišti C_i smykové stěny i
	I_y / I_z	plošné momenty druhého stupně kolem osy y resp. z vztažené k těžišti celého systému C

Tato tabulka neobsahuje žádné síly, které jsou vztažené k hlavním osám u a v .

Síly vlivem zkroucení V_y / V_z

V těchto dvou sloupcích jsou pro každou smykovou stěnu uvedeny momenty tuhosti v kroucení vznikající podle ST. VENANTA (otevřené průřezové části) a BREDTA (uzavřené buňky). Poslední řádek představuje součet všech jejich hodnot.

$$V_{y,i} = \frac{M_{xs} \cdot [I_{yz,i} \cdot (y_{M,i} - y_M) - I_{zi} \cdot (z_{M,i} - z_M)]}{\sum_{i=1}^n [I_{\omega,i} + I_{y,i} \cdot (y_{M,i} - y_M)^2 - 2 \cdot I_{yz,i} \cdot (y_{M,i} - y_M) \cdot (z_{M,i} - z_M) + I_{z,i} \cdot (z_{M,i} - z_M)^2]}$$

$$V_{z,i} = \frac{M_{xs} \cdot [I_{y,i} \cdot (y_{M,i} - y_M) - I_{yz,i} \cdot (z_{M,i} - z_M)]}{\sum_{i=1}^n [I_{\omega,i} + I_{y,i} \cdot (y_{M,i} - y_M)^2 - 2 \cdot I_{yz,i} \cdot (y_{M,i} - y_M) \cdot (z_{M,i} - z_M) + I_{z,i} \cdot (z_{M,i} - z_M)^2]}$$

Rov. 7.76

kde	M_{xs}	celkový sekundární torzní moment
	$V_{y,i}$ resp. $V_{z,i}$	smyková síla smykové stěny i ve směru y resp. z
	$I_{y,i} / I_{z,i} / I_{yz,i}$	plošné momenty druhého stupně smykové stěny i vztažené ke globálním osám v těžišti C_i smykové stěny i
	$I_{\omega,i}$	výsečový moment setrvačnosti smykové stěny i vztažený ke smykovému středu M_i smykové stěny i
	$y_{M,i}$ resp. $z_{M,i}$	globální souřadnice smykového středu M_i smykové stěny i
	y_M resp. z_M	globální souřadnice smykového středu celého systému M
	n	počet smykových stěn v celém průřezu



Obvykle existují velké vzdálenosti mezi jednotlivými částmi se smykovými stěnami. Vázané kroucení tedy tvoří mnohem větší část celkového torzního momentu. I když jsou síly vlivem primárního torzního momentu programem spočítány, nejsou uvedeny v této tabulce. Přesněji řečeno, tyto výsledky jsou spíše torzními momenty než silami. To znamená, že primární torzní moment obdobným způsobem vyvolává primární torzní moment $M_{xp,i}$ v každé stěně i průřezu (rozložený na složky ST. VENANT a BREDT) a ne tedy smykové síly $V_{y,i}$ resp. $V_{z,i}$.

Složené průřezy

Pokud jsou prvky daného průřezu tvořeny různými materiály, jsou plošné momenty druhého stupně a výsečový moment setrvačnosti nahrazeny součiny plošných momentů druhého stupně resp. výsečového momentu setrvačnosti a odpovídajících modulů pružnosti (srov. rov. 7.75 a rov. 7.76).

Síly vlivem ohybu a zkroucení V_y / V_z

Tyto dva sloupce obsahují součty smykových sil vlivem ohybu a zkroucení. Jsou uvedeny pro každou část se smykovými stěnami v odpovídajících směrech y a z.

Obsažené prvky

Poslední sloupec uvádí všechny prvky, ze kterých se daná smyková stěna skládá.



Posouzení smykových napětí smykových stěn

Smykové síly $V_{y,i}$ a $V_{z,i}$ jsou vztaženy ke středu smyku M_i každé jednotlivé části se smykovými stěnami i. Pomocí těchto smykových sil se určí smyková napětí τ pro každou smykovou stěnu takto:

$$\tau_{Vy,i} = -\frac{V_{y,i} \cdot S_{z,i}}{I_{z,i} \cdot t^*} \quad \tau_{Vz,i} = -\frac{V_{z,i} \cdot S_{y,i}}{I_{y,i} \cdot t^*}$$

Rov. 7.77

kde	$V_{y,i} / V_{z,i}$	smyková síla smykové stěny i ve směru y resp. z
-----	---------------------	---

$S_{z,i} / S_{y,i}$	plošné momenty prvního stupně smykové stěny i vzhledem ke globálním osám v těžišti C_i smykové stěny i
$I_{y,i} / I_{z,i}$	plošné momenty druhého stupně smykové stěny i vztahované ke globálním osám v těžišti C_i smykové stěny i
t^*	účinná tloušťka prvku pro přenos smyku

Pro primární torzní moment M_{xp} platí, že ST. VENANTOVA a BREDTOVA složka jsou přiřazeny každé smykové stěně podle torzních pevností.

$$M_{xp,St.Venant,i} = M_{xp} \cdot \frac{I_{St.Venant,i}}{I} \quad M_{xp,Bredt,i} = M_{xp} \cdot \frac{I_{Bredt,i}}{I}$$

Rov. 7.78

Smyková napětí τ můžeme určit pro každou smykovou stěnu i a pro celý průřez.

$$\tau_{Mxp,St.Venant,i} = \frac{M_{xp,St.Venant,i}}{I_{St.Venant,i}} \cdot t^* \quad \tau_{Mxp,St.Venant,i} = \frac{M_{xp}}{I} \cdot t^*$$

Rov. 7.79

kde	$M_{xp,St.Venant,i}$	St. Venantův torzní moment smykové stěny i
	$I_{St.Venant,i}$	St. Venantův moment tuhosti v kroucení smykové stěny i
	t^*	účinná tloušťka prvku pro přenos smyku
	M_{xp}	St. Venantův torzní moment celého průřezu se smykovými stěnami
	I	St. Venantův moment tuhosti v kroucení celého průřezu (tj. součet St. Venantových a Bredtových složek všech smykových stěn)

Pro uzavřené části průřezu s buňkami smykové stěny se torzní smyková napětí vznikající podle Bredtovy teorie vypočítají takto:

$$\tau_{Mxp,Bredt,i} = \frac{M_{xp,Bredt,i}}{2 \cdot A_{m,i} \cdot t^*}$$

Rov. 7.80

kde	$M_{xp,Bredt,i}$	Bredtova složka primárního torzního momentu smykové stěny i
	$A_{m,i}$	plocha ohraničená střednicí smykové stěny i
	t^*	účinná tloušťka prvku pro přenos smyku

7.10 Zatřídění průřezu

ZS1

x: 500.00 mm

Výsledková tabulka 5.1 *Zatřídění průřezu* se zobrazí v případě, že se výpočet účinných průřezů provádí podle normy EN 1993-1. V této tabulce jsou zobrazeny výsledky pro aktuální *Zatěžovací stav* a vybrané *Místo x*, tj. zatěžovací stav a místo x, která jsou nastavena v panelu nástrojů. Toto nastavení můžeme změnit v odpovídajícím seznamu nebo pomocí tlačítka [►] v panelu nástrojů.

Pokud byly charakteristiky účinných průřezů analyzovány podle DIN 18800, zobrazí se místo tabulky *Zatřídění průřezu* tabulka výsledků 5.1 *Kontrola mezní hodnoty c/t*. Tato tabulka je popsána v kapitole 7.7 na straně 124.

Tabulky

5.1 Zatřídění profilu ZS1, x: 0.00 mm

Obr. 7.19: Tabulka 5.1 *Zatřídění průřezu*

Pole č.

Výsledky jsou seřazeny podle čísel polí, tj. prvků spojených definovatelnou 'rovnou' čarou. V dialogu *Základní údaje* můžeme určit, kdy se mají vytvořit koncová podepření c/t polí (srov. obr. 4.44, strana 63).

Prvky

Všechny prvky, které patří do daného c/t pole, jsou uvedeny v tomto vstupním poli dialogu nebo tabulky.

Typ podepření

Tento sloupec informuje o podporách každého c/t pole, které byly definovány v tabulce 1.6 *Pole c/t* (srov. kapitola 5.6, strana 84). Pole mohou být podepřena pouze na jedné straně (vnější pásnice) nebo na obou stranách (vnitřní tlacená část).

Odečítané délky $\Delta_{zač}$ / Δ_{kon}

V těchto dvou sloupcích jsou uvedeny vzdálenosti podpory od počátečního resp. koncového uzlu daného prvku. Tyto hodnoty odpovídají délkám, které jsou definovány ve stejnojmenných sloupcích tabulky 1.6 *Pole c/t* (srov. kapitola 5.6, strana 84).

Šířka c

Celková šířka c/t pole je tvořena délkami všech obsažených prvků redukována o odečítané délky na počátku a na konci tohoto pole (např. zaoblení).

Tloušťka t

Tloušťka je definována jako nejmenší tloušťka všech prvků, které jsou součástí daného c/t pole.

Označení

Tento sloupec obsahuje seznam různých parametrů, které jsou pro zatřídění průřezu podstatné.

Normálová napětí $\sigma_{x,poč}$ / $\sigma_{x,kon}$

Tyto dva řádky informují o normálových napětích v počátečních resp. koncových uzlech každého c/t pole. Musíme mít na paměti, že toto jsou napětí původního průřezu. Tahová napětí jsou záporná, tlaková napětí kladná.

Okrajová napětí σ_1 / σ_2

Tato napětí se určují z normálových napětí. σ_1 je maximální hodnota napětí buď v počátečním nebo v koncovém uzlu daného c/t pole. Podobně σ_2 představuje minimální hodnotu z obou napětí.

Poměr napětí ψ

Tento řádek obsahuje poměr hodnot ze dvou předchozích řádků. Jestliže existují na obou koncích tahová napětí, poměr napětí se neurčuje.

Materiálová hodnota ε závislá na f_y

Podle tabulky 5.2 v EN 1993-1-1 se materiálová hodnota určí následovně:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Rov. 7.81

Podíl tlačené oblasti α

Podíl tlačené oblasti představuje poměr tlačené šířky k celkové šířce pro každé c/t pole.

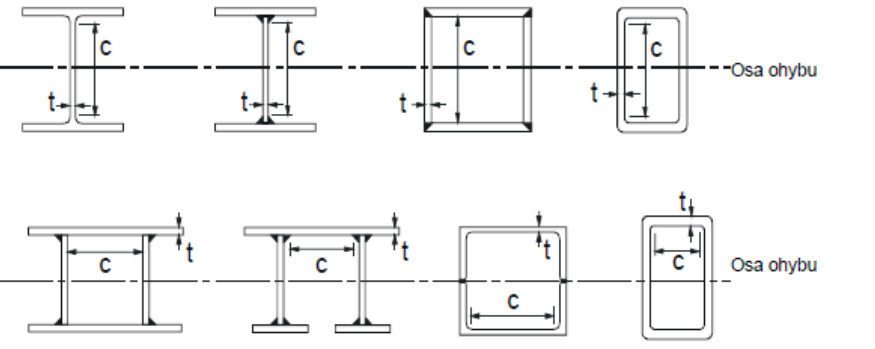
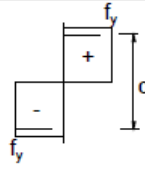
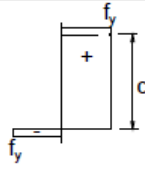
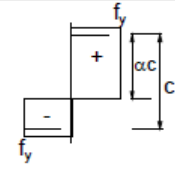
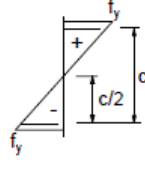
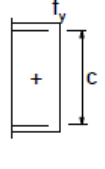
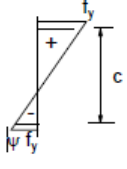
Poměr c/t

V tomto řádku jsou uvedeny výsledné štíhlostní poměry. Jestliže je c/t pole vystaveno tahovým napětím, objeví se místo toho poznámka *Bez tlaku*.

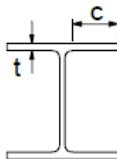
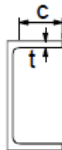
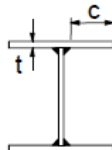
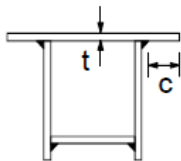
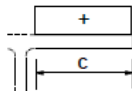
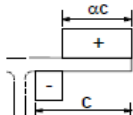
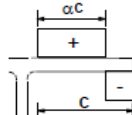
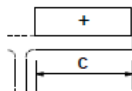
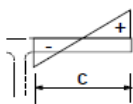
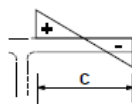
Mezní poměry λ_1 / λ_2 / λ_3

Mezní poměry pro každé c/t pole závisí na druhu podepření (vnitřní tlačená část nebo vnější pásnice) a na rozložení napětí (ohybová nebo/a tlaková). V odpovídajících rovnicích tabulky 5.2 v EN 1993-1-1 jsou parametry ε , α a ψ definovány obdobným způsobem.

λ_1 představuje mezní hodnotu pro průřezy třídy 1, λ_2 mezní hodnotu pro průřezy třídy 2 a λ_3 mezní hodnotu pro průřezy třídy 3.

Vnitřní tlačené části						
						
Třída průřezu	Ohýbaná část	Tlačená část	Tlačená a ohýbaná část			
Rozdělení napětí v částech (tlak má znaménko +)						
1	$clt \leq 72\varepsilon$	$clt \leq 33\varepsilon$	$\alpha > 0,5 : clt \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ $\alpha \leq 0,5 : clt \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$clt \leq 83\varepsilon$	$clt \leq 38\varepsilon$	$\alpha > 0,5 : clt \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ $\alpha \leq 0,5 : clt \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Rozdělení napětí v částech (tlak má znaménko +)						
3	$clt \leq 124\varepsilon$	$clt \leq 42\varepsilon$	$\psi > -1 : clt \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ $\psi \leq -1 : clt \leq 62\varepsilon (1 - \psi) \sqrt{(-\psi)}$			
$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

*) $\psi \leq -1$ platí pro napětí v tlaku $\sigma \leq f_y$, nebo pro poměrné přetvoření $\varepsilon_y > f_y / E$

Přečnávající části pásnic							
							
Válcované průřezy				Svařované průřezy			
Třída průřezu	Tlačená část	Tlačená a ohýbaná část					
		tlačený konec		tažený konec			
Rozdělení napětí v částech (tlak má znaménko +)							
1	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$				
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$				
Rozdělení napětí v částech (tlak má znaménko +)							
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ k_σ se určí podle EN 1993-1-5					
$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$	f_y	235	275	355	420	460	
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71	

Obr. 7.20: Tabulka 5.2 v EN 1993-1-1

Symbol

V tomto sloupci jsou uvedeny symboly veličin popsaných v předchozím sloupci.

Velikost

Tento sloupec obsahuje hodnoty příslušných veličin.

Jednotka

Sloupec obsahuje jednotky všech příslušných veličin.

Třída prvku

S ohledem na mezní poměry λ jsou prvky každého pole zařazeny do třídy 1, 2, 3 nebo 4.

Třída průřezu

Podle EN 1993-1-1, 5.5.2 (6) je průřez klasifikován podle nejméně příznivé třídy ze svých tlačených částí.

7.11 Účinné šířky

V průběhu výpočtu je z původního průřezu vytvořen nový účinný průřez. Tento proces probíhá odděleně pro každé místo x u každého zatěžovacího stavu. Pro každý účinný průřez se vytvoří nové uzly a prvky. Jejich číslování nezávisí na číslování uzlů nebo prvků původního průřezu. Nové prvky leží buď zcela, nebo jen částečně na osách původních prvků.

Po výpočtu průřezových charakteristik jsou statické momenty, výsečové souřadnice a napětí uvedena v odpovídajících tabulkách výsledků s odkazem na aktuální účinný průřez, tj. místo x zvoleného zatěžovacího stavu. Vytvoření účinného průřezu však neovlivní vstupní tabulky 1.1 až 1.7. Ty obsahují pouze údaje související s původním průřezem.

Výpočet účinného průřezu nebere v úvahu takové průřezové charakteristiky, které by na základě tohoto modelu nedávaly smysl, tj. „účinnou“ hmotnost průřezu nebo obvod. Podobně se při výpočtu účinných průřezů neurčují ani žádné plastické průřezové charakteristiky.

Zatěžovací stav nebo *Místo x* , jehož výsledky chceme zobrazit, zvolíme pomocí dvou seznamů v panelu nástrojů nebo pomocí tlačítek .

Uspořádání této tabulky výsledků závisí na normě, kterou jsme zvolili v dialogu *Základní údaje* (srov. obr. 4.44, strana 63).

Pomocí tlačítka [Filtr sloupců] zobrazíme dialog, kde můžeme vybrat sloupce, které si přejeme zobrazit.

7.11.1 DIN 18800

Výpočet průřezových charakteristik pro účinné průřezy podle DIN 18800 obsahuje také posouzení poměrů c/t . Proto bychom měli brát v úvahu také předcházející tabulku 5.1 *Kontrola mezní hodnoty (c/t)*. Tato tabulka je popsána v kapitole 7.7 na straně 124.

Tabulky

5.2 Účinné šířky podle DIN 18800 ZS1 - Posouzení, x: 1000.00 mm

Pole č.	Prvky	Typ podepření	Odečítané délky [mm]		Šířka c [mm]	Tloušťka t [mm]	Označení	Symbol
1							Zmenšující součinitel	ρ
2	3	jednostran	11.7	0.0	33.8	8.0	Normálové napětí	$\sigma_{x,poč}$
							Normálové napětí	$\sigma_{x,kon}$
							Bez tlaku	
3	4	jednostran	11.7	0.0	33.8	8.0	Normálové napětí	$\sigma_{x,poč}$
							Normálové napětí	$\sigma_{x,kon}$
							Krajní napětí	σ_1
							Krajní napětí	σ_2
							Poměrné napětí	ψ
							Hodnota pro lokální boulení	k_σ
							Eulerovo vztažné napětí	σ_e

◀

▶

Signa-xTauSigma-vPosouzení poměru (c/t)Účinné šířkyCharakteristiky dílčích průřezůSíly dílčích průřezů

◀◀▶▶

Obr. 7.21: Tabulka 5.2 Účinné šířky podle DIN 18800

Pole č.

Výsledky jsou seřazeny podle čísel polí, tj. prvků spojených definovatelnou 'rovnou' čarou. V dialogu *Základní údaje* můžeme určit, kdy se mají vytvořit koncová podepření c/t polí (srov. obr. 4.44, strana 63).

Prvky

Všechny prvky, které patří do daného c/t pole, jsou uvedeny v tomto vstupním poli dialogu nebo tabulky.

Typ podepření

Tento sloupec informuje o podporách každého c/t pole, které byly definovány v tabulce 1.6 *Pole c/t* (srov. kapitola 5.6, strana 84). Pole mohou být podepřena pouze na jedné straně (vnější pásnice) nebo na obou stranách (vnitřní tlačena část).

Odečítané délky $\Delta_{\text{zač}}$ / Δ_{kon}

V těchto dvou sloupcích jsou uvedeny vzdálenosti podpory od počátečního resp. koncového uzlu daného prvku. Tyto hodnoty odpovídají délkám, které jsou definovány ve stejnojmenných sloupcích tabulky 1.6 *Pole c/t* (srov. kapitola 5.6, strana 84).

Šířka c

Celková šířka c/t pole je tvořena délkami všech obsažených prvků a je redukována odečítanými délkami na počátku a na konci tohoto pole.

Tloušťka t

Tloušťka je definována jako nejmenší tloušťka všech prvků, které jsou součástí daného c/t pole.

Označení

Tento sloupec obsahuje seznam různých parametrů, které jsou pro určení účinných šířek nezbytné. Jestliže je c/t pole vystaveno tahovým napětím, objeví se zde poznámka *Bez tlaku*.

Normálová napětí $\sigma_{x,\text{poč}}$ / $\sigma_{x,\text{kon}}$

Tyto dva řádky informují o normálových napětích v počátečních resp. koncových uzlech každého c/t pole. Musíme mít na paměti, že toto jsou napětí neoslabeného průřezu. Tahová napětí jsou kladná, tlaková napětí záporná.

Okrajová napětí σ_1 / σ_2

Tato napětí se určují z normálových napětí. σ_1 je maximální hodnota napětí buď v počátečním nebo v koncovém uzlu daného c/t pole. Podobně σ_2 představuje minimální hodnotu z obou napětí. Navíc jsou znaménka prohozena, tj. tlaková napětí jsou nastavena jako kladná a tahová napětí jako záporná.

Poměr napětí ψ

Tento řádek obsahuje poměr hodnot ze dvou předchozích řádků. Jestliže existují na obou koncích tahová napětí, poměr napětí se neurčuje.

Součinitel pro lokální boulení k_σ

Součinitel pro lokální boulení je podrobněji uvedena v DIN 18800, část 2, tabulka 26. Pro stanovení k_σ v této tabulce musíme vzít v úvahu typ podepření a poměr napětí.

Euleroovo vztažné napětí σ_e

Tato hodnota je nezbytná k určení štíhlosti desky. Vypočítá se podle následující rovnice:

$$\sigma_e = 189800 \cdot \left(\frac{t}{c} \right)^2 \quad [N / mm^2]$$

Rov. 7.82

Maximální tlakové napětí σ

V tomto řádku je uvedena maximální hodnota tlakového napětí.

Poměrná štíhlost pro boulení $\lambda_{p,\sigma}$

Odpovídající štíhlost desky kovového plátu pro boulení se určuje podle následující rovnice:

$$\bar{\lambda}_{P,\sigma} = \sqrt{\frac{\sigma \cdot \gamma_M}{k_\sigma \cdot \sigma_e}}$$

Rov. 7.83

Zmenšující součinitel ρ

Musíme zohlednit rozdílné zmenšující součinitele buď pro vnitřní tlačené části, nebo vnější pásnice.

- Vnitřní tlačené prvky**

$$\rho = \frac{1}{\bar{\lambda}_{P,\sigma}} \cdot \left(0.97 + 0.03 \cdot \psi - \frac{0.16 + 0.06 \cdot \psi}{\bar{\lambda}_{P,\sigma}} \right)$$

Rov. 7.84

- Vnější tlačené prvky**

$$\rho = \frac{0.7}{\bar{\lambda}_{P,\sigma}}$$

Rov. 7.85

Účinné šířky c' / c'_1 / c'_2

Účinné šířky se stanoví následovně (srov. DIN 18800 část 2, tabulka 27):

- Vnitřní tlačené prvky**

$$c' = c \quad \text{pro } \bar{\lambda}_{P,\sigma} \leq 0.673$$

$$c' = \rho \cdot c \quad \text{pro } \bar{\lambda}_{P,\sigma} > 0.673$$

Rov. 7.86

Účinná šířka c' se pak rozdělí na složky c'_1 a c'_2 .

$$c'_1 = \rho \cdot c \cdot k_1 \quad \text{pro } k_1 = -0.04 \cdot \psi^2 + 0.12 \cdot \psi + 0.42$$

$$c'_2 = \rho \cdot c \cdot k_2 \quad \text{pro } k_2 = 0.04 \cdot \psi^2 - 0.12 \cdot \psi + 0.58$$

Rov. 7.87

- Vnější tlačené prvky**

$$c' = \rho \cdot c \leq c \quad \text{pro } \bar{\lambda}_{P,\sigma} > 0.673$$

Rov. 7.88

V závislosti na průběhu napětí se za účinnou šířku c' uvažuje:

$$c' \quad \text{pro } \psi \geq 0$$

$$c' + c_{Tens} \quad \text{pro } \psi < 0 \text{ a tahová napětí na nepodepřeném okraji}$$

$$c' + c_{Tens} \quad \text{pro } \psi < 0 \text{ a tahová napětí na podepřeném okraji (} c' \text{ musí být měřena od nulového průsečíku směrem k nepodepřenému okraji)}$$

kde c_{Tens} šířka pole s tahovými napětími

Rov. 7.89

Symbol

V tomto sloupci jsou uvedeny symboly veličin popsanych v předchozím sloupci.

Velikost

Tento sloupec obsahuje hodnoty příslušných veličin.

Jednotka

Sloupec obsahuje jednotky všech příslušných veličin.

7.11.2 EN 1993-1

Výpočet účinných šířek má smysl pouze pro průřezy třídy 4. V tabulce 5.2 normy EN 1993-1-1 jsou stanoveny maximální štíhlostní poměry pro tlacené části (srov. obr. 7.20, strana 134).

Třída průřezu je uvedena v posledním řádku této tabulky.

Tabulky

5.2 Účinné šířky podle EN 1993-1 ZS1. x: 1500.00 mm

Pole č.	Prvky	Typ podepření	Odečítané délky [m]		Šířka c [mm]	Tloušťka t [mm]	Označení	Symbol
8	9	jednostran	$\Delta_{zač}$	Δ_{kon}	89.0	3.0	Normálové napětí	$\sigma_{x,poč}$
							Normálové napětí	$\sigma_{x,kon}$
							Krajní napětí	σ_1
							Krajní napětí	σ_2
							Poměrné napětí	ψ
							Hodnota pro lokální boulení	k_{σ}
							Eulerovo vztažné napětí	σ_e
							Max. tlakové napětí	σ
							Poměrná štíhlost pro boulení	$\lambda_{p,\sigma}$
							Zmenšující součinitel	ρ
							Účinná šířka	b_{eff}
	Třída průřezu							

Vnitřní síly | Průřezové charakteristiky | Průběh průřezových charakteristik | Sigma-x | Tau | Sigma-y | Zatřídění profilu | Účinné šířky

Účinné šířky - výsledky

Obr. 7.22: Tabulka 5.1 Účinné šířky podle EN 1993-1

Pole č.

Výsledky posouzení účinných šířek jsou seřazeny podle čísel c/t polí.

Prvky

Všechny prvky, které patří do daného c/t pole, jsou uvedeny v tomto sloupci.

Typ podepření

Tento sloupec informuje o podporách každého c/t pole, které byly definovány v tabulce 1.6 *Pole c/t* (srov. kapitola 5.6, strana 84). Pole mohou být podepřena pouze na jedné straně (vnější pásnice) nebo na obou stranách (vnitřní tlacená část).

Odečítané délky $\Delta_{zač}$ / Δ_{kon}

V těchto dvou sloupcích jsou uvedeny vzdálenosti podpory od počátečního resp. koncového uzlu daného prvku. Tyto hodnoty odpovídají délkám, které jsou definovány ve stejnojmenných sloupcích tabulky 1.6 *Pole c/t* (srov. kapitola 5.6, strana 84).

Šířka c

Celková šířka c/t pole je tvořena délkami všech obsažených prvků a je redukována odečítanými délkami na počátku a na konci tohoto pole.

Tloušťka t

Tloušťka je definována jako nejmenší tloušťka všech prvků, které jsou součástí daného c/t pole.

Označení

Tento sloupec obsahuje seznam různých parametrů, které jsou pro určení účinných šířek nezbytné. Jestliže je c/t pole vystaveno tahovým napětím, objeví se zde poznámka *Bez tlaku*.

Normálová napětí $\sigma_{x,poč}$ / $\sigma_{x,kon}$

Tyto dva řádky informují o normálových napětích v počátečních resp. koncových uzlech každého c/t pole. Musíme mít na paměti, že toto jsou napětí neoslabeného průřezu. Tahová napětí jsou kladná, tlaková napětí záporná.

Okrajová napětí σ_1 / σ_2

Tato napětí se určují z normálových napětí. σ_1 je maximální hodnota tlakového napětí buď v počátečním nebo v koncovém uzlu daného c/t pole. Podobně σ_2 představuje minimální hodnotu z obou napětí. Navíc jsou znaménka prohozena, tj. tlaková napětí jsou nastavena jako kladná a tahová napětí jako záporná.

Poměr napětí ψ

Tento řádek obsahuje poměr hodnot ze dvou předchozích řádků. Jestliže existují na obou koncích tahová napětí, poměr napětí se neurčuje.

Součinitel pro lokální boulení k_σ

Součinitel pro lokální boulení je podrobněji uveden v EN 1993-1-5, tabulka 4.1 a tabulka 4.2 (srov. obr. 7.23, strana 140). Pro stanovení k_σ v těchto tabulkách musíme vzít v úvahu typ podepření a poměr napětí.

Eulerovo vztažené napětí σ_e

Tato hodnota se vypočítá podle následující rovnice:

$$\sigma_e = 189800 \cdot \left(\frac{t}{c} \right)^2 \quad [N / mm^2]$$

Rov. 7.90

Maximální tlakové napětí σ

V tomto řádku je uvedena maximální hodnota tlakového napětí.

Poměrná štíhlost pro boulení $\bar{\lambda}_{p,\sigma}$

Odpovídající štíhlost desky kovového plátu pro boulení se určuje podle EN 1993-1-5, části 4.4:

$$\bar{\lambda}_{p,\sigma} = \frac{c}{28.4 \cdot t} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{235 \cdot k_\sigma}} \quad f_y \text{ in } [N/mm^2]$$

Rov. 7.91

Zmenšující součinitel ρ

Musíme zohlednit rozdílné zmenšující součinitele buď pro vnitřní tlačené části, nebo vnější pásnice (srov. EN 1993-1-5, část 4.4).

• Vnitřní tlačené prvky

$$\rho = 1.0 \quad \text{pro } \bar{\lambda}_{p,\sigma} \leq 0.673$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_{p,\sigma} - 0.055 \cdot (3 + \psi)}{\bar{\lambda}_{p,\sigma}^2} \leq 1.0 \quad \text{pro } \bar{\lambda}_{p,\sigma} > 0.673 \text{ a } (3 + \psi) \geq 0$$

Rov. 7.92

- Vnější tlačené prvky**

$$\rho = 1.0$$

$$\text{pro } \bar{\lambda}_{p,\sigma} \leq 0.748$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_{p,\sigma} - 0.188}{\bar{\lambda}_{p,\sigma}^2} \leq 1.0$$

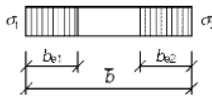
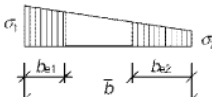
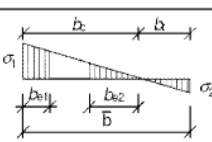
$$\text{pro } \bar{\lambda}_{p,\sigma} > 0.748$$

Rov. 7.93

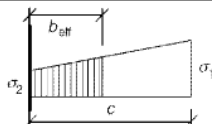
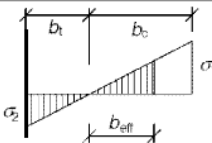
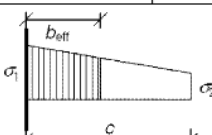
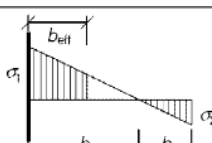
Účinné šířky b_{eff} / b_{e1} / b_{e2}

Účinné šířky se stanoví podle EN 1993-1-5, tabulky 4.1 a tabulky 4.2.

Tabulka 4.1 – Vnitřní tlačené části

Průběh napětí (tlak označen kladně)				Účinná ^p šířka b_{eff}		
				$\psi = 1$: $b_{\text{eff}} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = 0.5 b_{\text{eff}}$ $b_{e2} = 0.5 b_{\text{eff}}$		
				$1 > \psi \geq 0$: $b_{\text{eff}} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = \frac{2}{5-\psi} b_{\text{eff}}$ $b_{e2} = b_{\text{eff}} - b_{e1}$		
				$\psi < 0$: $b_{\text{eff}} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$ $b_{e1} = 0.4 b_{\text{eff}}$ $b_{e2} = 0.6 b_{\text{eff}}$		
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Součinitel kritického napětí k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

Tabulka 4.2 – Přečínající tlačené části

Průběh napětí (tlak označen kladně)				Účinná ^p šířka b_{eff}		
				$1 > \psi \geq 0$: $b_{\text{eff}} = \rho c$		
				$\psi < 0$: $b_{\text{eff}} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$		
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	0	-1	-1	$1 \geq \psi \geq -3$	
Součinitel kritického napětí k_σ	0,43	0,57	0,85	0,85	$0,57 - 0,21 \psi + 0,07 \psi^2$	
				$1 > \psi \geq 0$: $b_{\text{eff}} = \rho c$		
				$\psi < 0$: $b_{\text{eff}} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$		
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	
Součinitel kritického napětí k_σ	0,43	$0,578 / (\psi + 0,34)$	1,70	$1,7 - 5 \psi + 17,1 \psi^2$	23,8	

Obr. 7.23: Účinné šířky podle EN 1993-1-5

Symbol

V tomto sloupci jsou uvedeny symboly veličin popsanych v předchozím sloupci.

Velikost

Tento sloupec obsahuje hodnoty příslušných veličin.

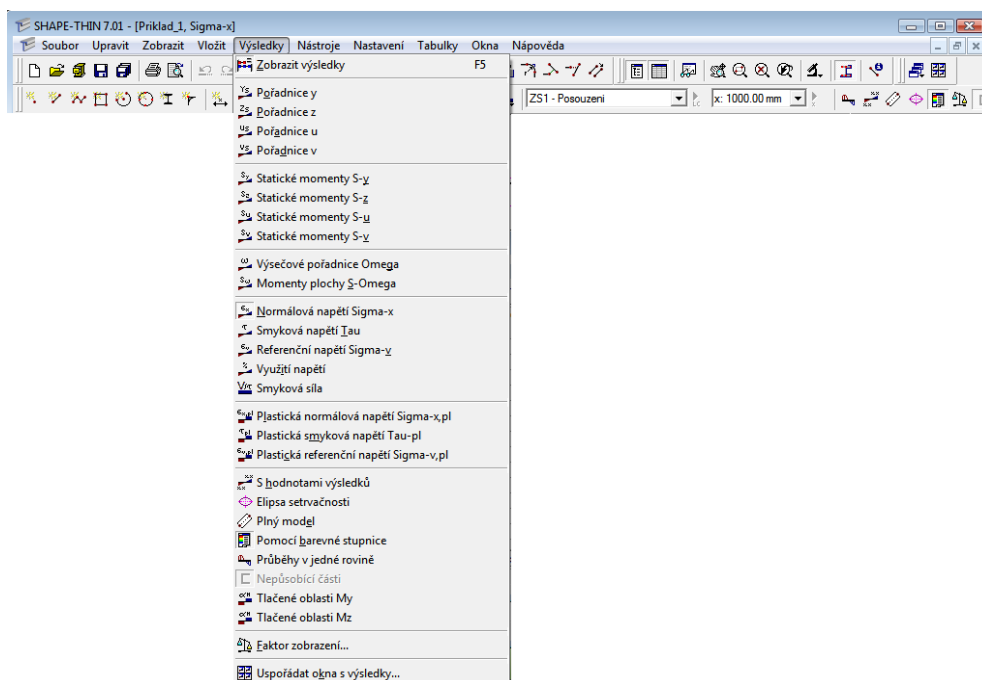
Jednotka

Sloupec obsahuje jednotky všech příslušných veličin.

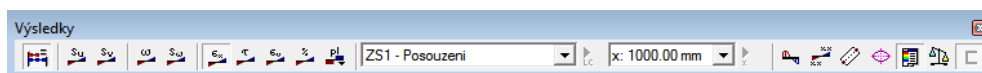
8. Vyhodnocení výsledků

8.1 Výběr výsledků

Po proběhnutí výpočtu jsou číselné výsledky zobrazeny v různých tabulkách, které jsou popsány v kapitole 7 *Výsledky*. Výsledky můžeme také vyhodnotit graficky pomocí nabídky **Výsledky** nebo odpovídajících tlačítek v panelu nástrojů *Výsledky*.



Obr. 8.1: Nabídka *Výsledky*



Obr. 8.2: Panel nástrojů *Výsledky*

Tlačítkem [Zobrazit výsledky] zapínáme a vypínáme grafické výsledky, tlačítkem [Průběh výsledků s hodnotami] (vedle seznamu míst x) ovládáme zobrazení výsledných hodnot v diagramech.

Ze seznamu v panelu nástrojů můžeme vybrat zatěžovací stav nebo místo x. Grafika a odpovídající tabulky se automaticky aktualizují.



8.2 Zobrazení výsledků

Jak již bylo popsáno v předchozí kapitole, výběr výsledků můžeme ovládat pomocí nabídky *Výsledky* nebo panelu nástrojů *Výsledky*.

Diagramy průřezových charakteristik nebo napětí jsou standardně zobrazeny dvojbarevně. Tento způsob zobrazení může být výhodný pro tisk. Kladné výsledky jsou znázorněny tyrkysovými čarami a záporné červenými čarami.



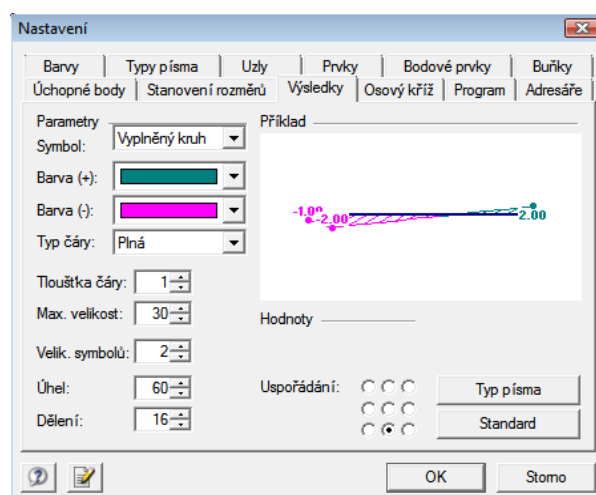
Pokud se výsledkové diagramy u mnoha prvků překrývají, můžeme čáry nastavit také kolmo k prvkům pomocí tlačítka [Průběhy v jedné rovině]. Tímto způsobem můžeme zlepšit zobrazení výsledků pro určité průřezy.

Parametry diagramů můžeme ovládat v dialogu *Nastavení*, záložce *Výsledky*.

Tento dialog vyvoláme pomocí nabídky

Nastavení → Nastavení

nebo pomocí globální kontextové nabídky, kterou zobrazíme kliknutím pravým tlačítkem na pracovní ploše.



Obr. 8.3: Dialog *Nastavení*, záložka *Výsledky*

Možnosti nastavení obsahují barvy, tloušťky čar a typy písma pro zobrazení výsledků. Takto můžeme grafiku výsledků přizpůsobit svým požadavkům.



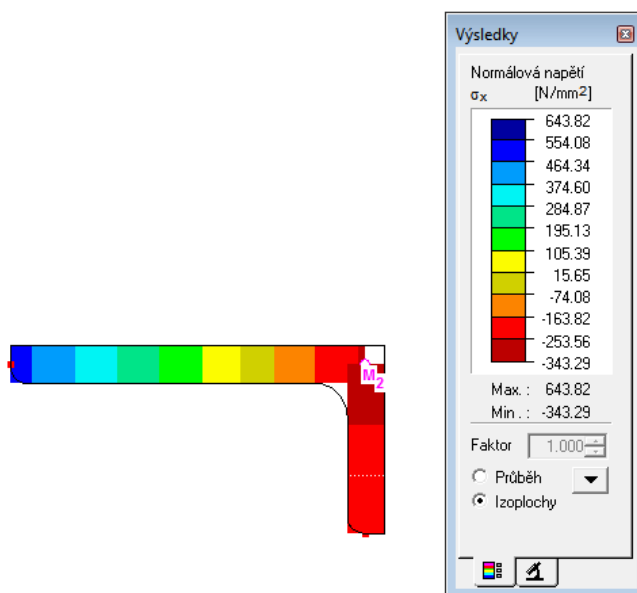
Můžeme také zapnout vícebarevné zobrazení výsledků, které aktivujeme pomocí nabídky

Výsledky → Pomocí barevné stupnice

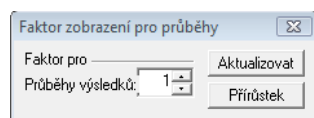
nebo příslušného tlačítka v panelu nástrojů.

Barvy jsou pak čarám přiřazeny podle barevné stupnice na kontrolním panelu. Podrobnosti k tomu, jak nastavit tuto barevnou stupnici můžeme najít v kapitole 4.3.6 na straně 41.

Jak můžeme vidět na následujícím obrázku, na kontrolním panelu jsou k dispozici dvě možnosti. Pro *Průběh* diagramů výsledků je pro čáry použito 11 barev místo dvou. Možnost *Izoplochy* přenesla grafické výsledky na tloušťky prvků průřezu.

Obr. 8.4: Vícebarevné výsledky jako *Izoplochy* a stupnice barev

Pro dvoubarevné nebo vícebarevné zobrazení čar můžeme pomocí tlačítka [Faktor pro zobrazení průběhu výsledků] ovládat škálování výsledkových diagramů. Tato funkce je také přístupná z nabídky *Výsledky*. Zavolá dialog, který nám umožní definovat škálování diagramů.

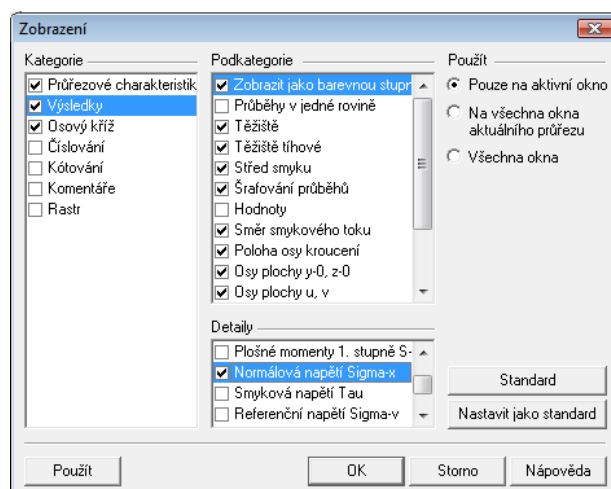
Obr. 8.5: Dialog *Faktor zobrazení pro průběhy*

Záložku *Filtr* u kontrolního panelu můžeme využít k výběru pouze určitých prvků, jejichž výsledky chceme zobrazit. Více podrobností najdeme v kapitole 4.3.6 na straně 43.

Položky, které si přejeme zobrazit, můžeme ovládat v dialogu *Zobrazení*, který zavoláme pomocí nabídky

Zobrazit → Zobrazit.

Aktivujeme kategorii *Výsledky* a dále můžeme z příslušné *Podkategorie* podrobně vybrat objekty, které se mají zobrazit ve výsledkové grafice.

Obr. 8.6: Dialog *Zobrazení*, kategorie *Výsledky*

8.3 Hodnoty výsledků

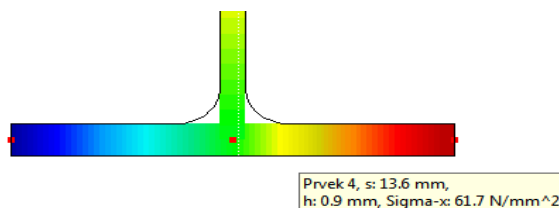


Typ písma

Tlačítko [Průběh výsledků s hodnotami], které je umístěno za seznamem míst x , řídí zobrazení výsledných hodnot v diagramech.

Pomocí možností v dialogu *Nastavení* ovládáme umístění výsledných hodnot a jejich zobrazení (srov. obr. 8.3, strana 143). Tlačítkem [Typ písma] v tomto dialogu můžeme upravit písmo, jeho styl a velikost.

Také můžeme přímo číst různé údaje o objektech a výsledky tak, že umístíme kurzor na určitý objekt nebo určité místo na prvku. Po chvíli se objeví tooltip.



Obr. 8.7: Tooltip pro prvek (napětí σ_x jsou zobrazena jako izoplochy)

V tooltipu na obrázku výše představuje parametr s vzdálenost od počátku prvku, h vzdálenost od osy prvku.

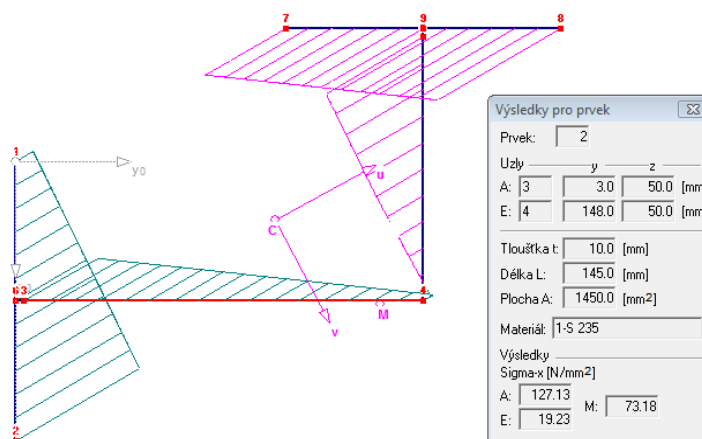


Podrobné informace o určitých prvcích můžeme získat pomocí funkce *Informace o prvku*. Aktivujeme ji pomocí nabídky

Nástroje → Informace o prvku

nebo pomocí odpovídajícího tlačítka v panelu nástrojů.

Objeví se dialog *Výsledky pro prvek*. Když umístíme kurzor na prvek, v dialogu se zobrazí důležité údaje o prvku a jeho výsledky.

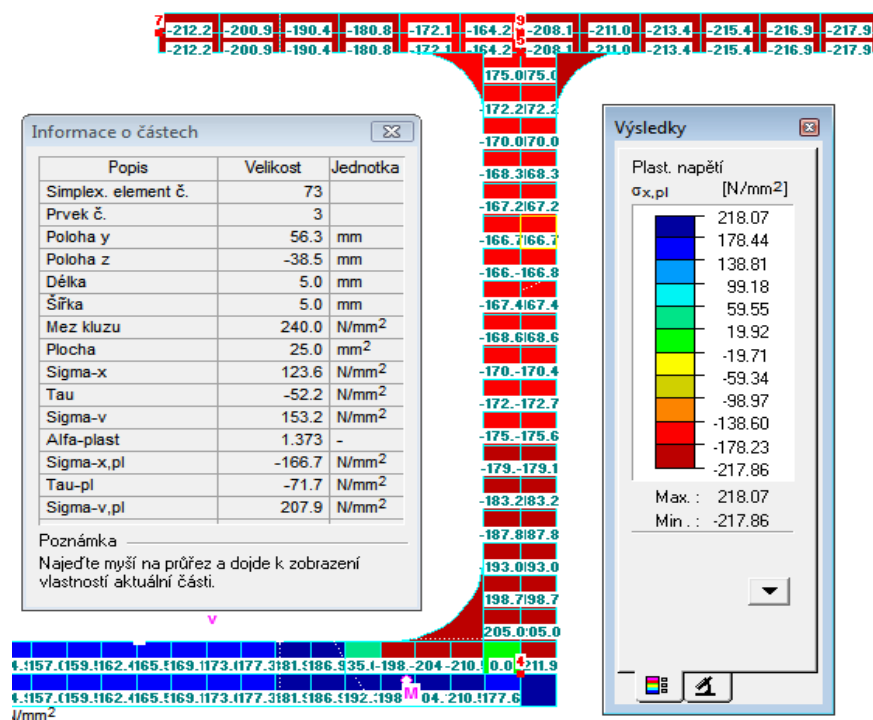


Obr. 8.8: Dialog *Výsledky pro prvek* zobrazuje normálová napětí pro určitý prvek

Výsledky se řadí podle počátečního (S) a koncového uzlu (E) prvku. Dále je zde uvedena výsledná hodnota pro střed prvku (C).



Pokud jsou v grafice zobrazena plastická napětí, objeví se místo toho dialog *Informace o částech*. Zde se objevují charakteristiky jednotlivých simplexových prvků. Určitý prvek vybereme tak, že na něj umístíme kurzor.

Obr. 8.9: Dialog *Informace o částech* ukazuje charakteristiku určitého simplexového prvku

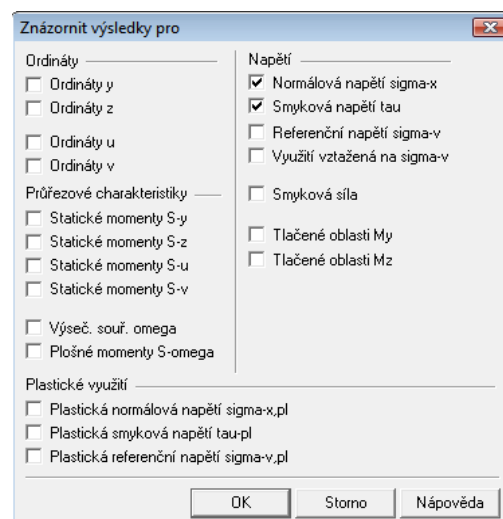
8.4 Zobrazení více oken

Můžeme současně zobrazit několik oken s různými průřezovými charakteristikami nebo napětími. Tuto možnost aktivujeme pomocí nabídky

Výsledky → Uspořádat okna s výsledky

nebo pomocí odpovídajícího tlačítka v panelu nástrojů.

Otevře se dialog, kde můžeme vybrat různé druhy výsledků.

Obr. 8.10: Dialog *Znázornit výsledky pro*

Možnost zobrazení více oken můžeme také využít pro tisk výsledků (srov. kapitola 9.2 na straně 167).

8.5 Filtrování výsledků

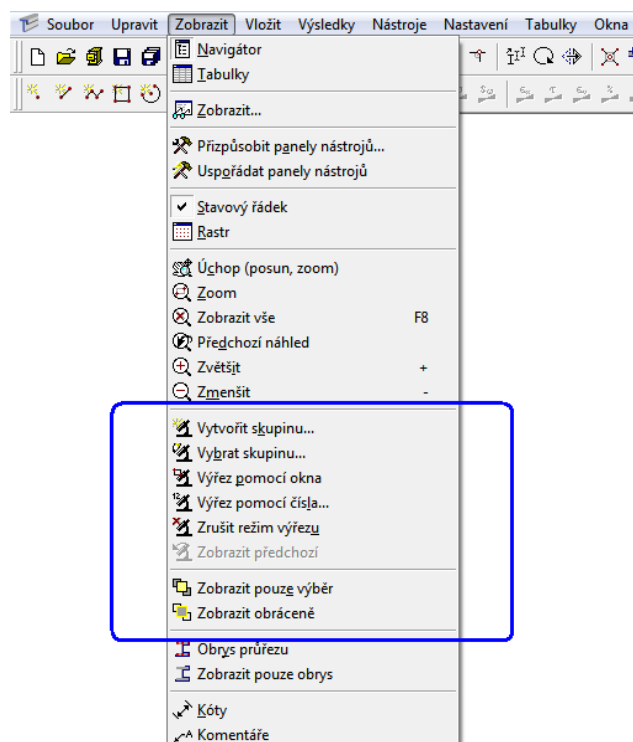
Pro lepší přehled o výsledcích je k dispozici několik možností filtrování. Jsou také vhodné pro výsledkovou dokumentaci (viz dále).

Skupiny

Pomocí skupin můžeme průřez graficky rozdělit na jednotlivé části. Funkce pro částečné zobrazení (výřez) jsou přístupné z nabídky

Zobrazit → Vytvořit skupinu atd.

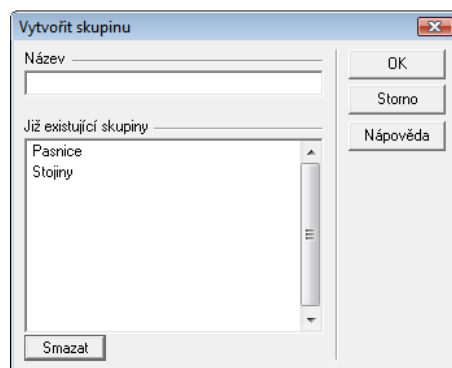
nebo pomocí odpovídajícího tlačítka v panelu nástrojů.



Obr. 8.11: Nabídka Zobrazit → Skupiny

Vytvořit skupinu

Jestliže jsme vybrali určité objekty, můžeme je uložit jako tzv. *Skupinu*.



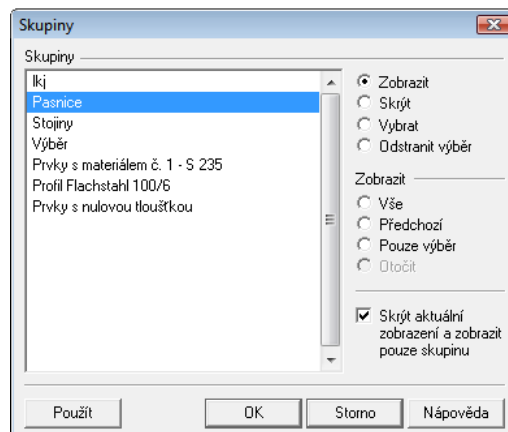
Obr. 8.12: Dialog Vytvořit skupinu

V dialogu musíme zadat *Název* pro tento výřez. Pak můžeme skupinu objektů uložit.

Funkce z nabídky **Upravit** → **Vybrat** → **Speciálně** se může hodit pro výběr objektů. Zobrazí se dialog, kde je možné výběr podrobně nastavit (srov. kapitola 10.1.2, strana 172).

Vybrat skupinu

Ukáže se seznam všech definovaných výřezů. Program SHAPE-THIN automaticky vytváří výřezy seřazené podle průřezů a materiálů.



Obr. 8.13: Dialog *Skupiny*

Výřez pomocí okna

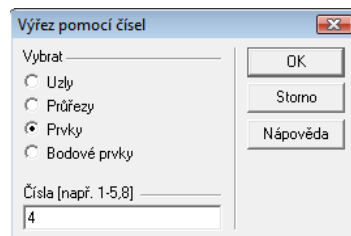
Výřez můžeme také vytvořit tahem myši na pracovní ploše – objeví se okno.



Když vytváříme okno směrem zleva doprava, výřez bude obsahovat pouze ty objekty, které se nacházejí v okně celé. Jestliže vytváříme okno tahem zprava doleva, bude výřez obsahovat i objekty, kterými okno prochází.

Výřez pomocí čísla

Čísla objektů pro výřez můžeme určit v dialogu.



Obr. 8.14: Dialog *Výřez pomocí čísel*

Zrušit režim výřezu

Tato funkce obnoví zobrazení všech objektů.



Průřezy

Také průřezy se mohou hodit k filtrování výsledků. Jsou také obsaženy v seznamu skupin. Podrobnosti o průřezích můžeme najít v kapitole 5.3 (str. 75) a v kapitole 10.1.8 (str. 176).



Funkce filtrování

Výše uvedené možnosti filtrování se týkají objektů daného průřezu. Je také možné použít průřezové charakteristiky nebo napětí jako kritéria pro výběr.

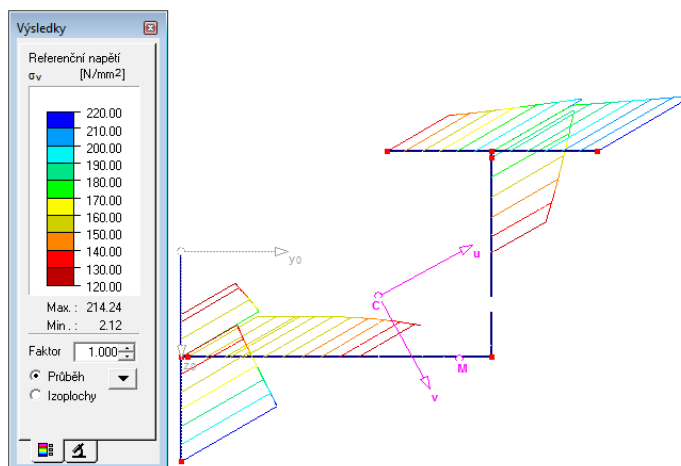
Filtrování napětí

Pro filtrování vnitřních sil určitého průřezu musíme zobrazit panel. Pokud se nezobrazuje, zapneme jej pomocí nabídky *Výsledky* → *Pomocí barevné stupnice* nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů.



Podrobnosti o kontrolním panelu můžeme najít v kapitole 4.3.6 na straně 41. Nastavení filtrování výsledků musíme provést v záložce *Barevná stupnice*. Můžeme např. definovat, že se mají podrobně zobrazit smyková napětí větší než 50 N/mm^2 nebo normálová napětí v intervalu $\pm 20 \text{ N/mm}^2$ (srov. obr. 4.14 na straně 42).

V následujícím příkladu jsou zobrazena pouze srovnávací napětí mezi 120 N/mm^2 a 220 N/mm^2 . Stupnice byla upravena tak, že jedna barva pokrývá přesně 10 N/mm^2 . Napětí, která nesplňují tyto požadavky, se nezobrazí.



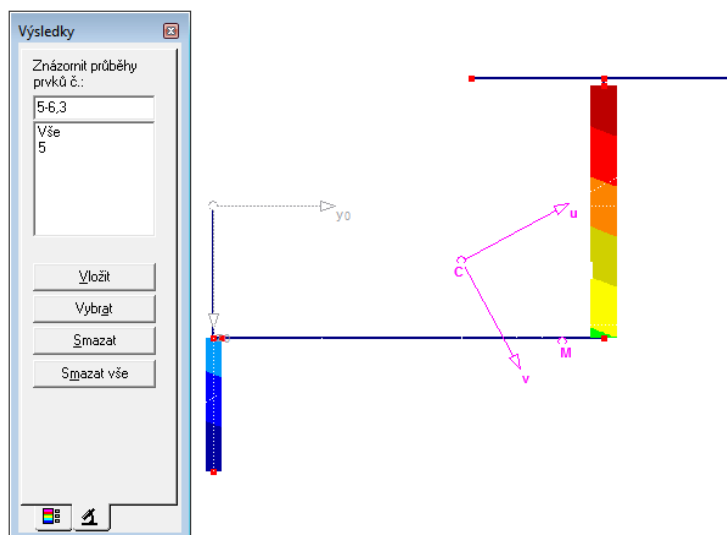
Obr. 8.15: Filtrování srovnávacích napětí s upravenou stupnicí barev

Filtrování prvků



V záložce *Filtr* kontrolního panelu můžeme určit čísla pouze těch prvků, jejichž výsledky chceme zobrazit v grafice. Podrobnosti k těmto funkcím najdeme v kapitole 4.3.6 na straně 43.

Na rozdíl od funkce *Skupiny* se průřez zobrazí celý. Následující obrázek ukazuje normálová napětí na pásnicích. Stojiny jsou také zobrazeny, ale bez jakýchkoli napětí.



Obr. 8.16: Filtrování prvků: normálová napětí na pásnicích

9. Výstup

9.1 Tiskový protokol

Místo toho, abychom data poslali rovnou na tiskárnu, se nejprve doporučuje vytvořit z vstupních údajů a výsledků tzv. *tiskový protokol*. Může být doplněn o grafiku, vysvětlivky, skeny a další prvky. V tomto tiskovém protokolu také můžeme určit, které údaje o průřezu mají být zahrnuty v konečném výstupu.

Pro každý průřez můžeme v programu SHAPE-THIN vytvořit několik tiskových protokolů. Například projektant a kreslič mohou obdržet různé tiskové protokoly v závislosti na tom, které údaje jsou pro ně potřebné.

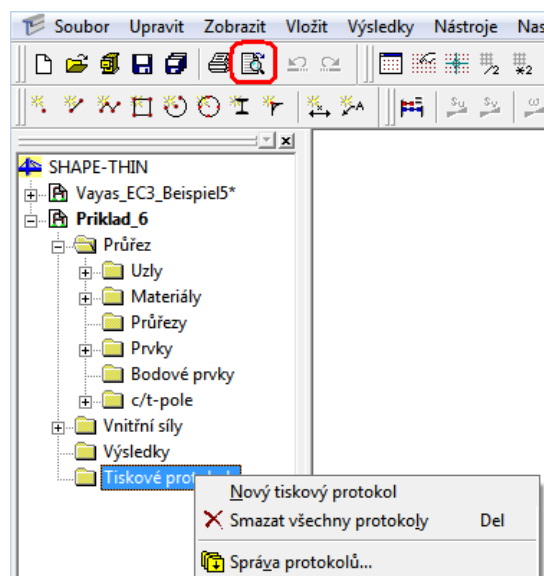
Tiskový protokol můžeme zobrazit pouze tehdy, když byla ve Windows instalována implicitní tiskárna. Náhled v tiskovém protokolu využívá ovladač této tiskárny.

9.1.1 Vytvoření a otevření tiskového protokolu

Nový tiskový protokol můžeme vytvořit pomocí nabídky

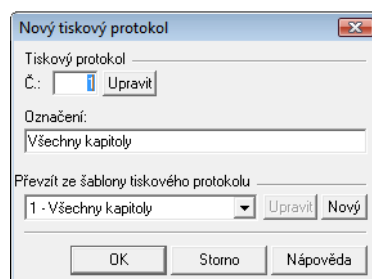
Soubor → Tiskový protokol,

příslušného tlačítka v panelu nástrojů nebo kontextové nabídky v navigátoru.



Obr. 9.1: Tlačítko a kontextová nabídka *Tiskový protokol*

Otevře se následující dialog.



Obr. 9.2: Dialog *Nový tiskový protokol*

Číslo tiskového protokolu je programem přednastaveno, ale můžeme jej změnit ve vstupním poli Č. Ve vstupním poli *Označení* můžeme zadat jméno protokolu, které pak ulehčí výběr ze seznamu protokolů. Tento popis se nebude tisknout.

Ze seznamu *Převzít ze šablony tiskového protokolu* můžeme vybrat určitou šablonu. Podrobnosti k šablonám můžeme najít v kapitole 9.1.7 na straně 162.

Tlačítka v tomto dialogu mají následující funkce:

New	Vytvoří novou šablonu protokolu.
Edit	Upravuje výběr údajů pro protokol (→ kapitola 9.1.3, strana 153).

Table 9.1: Tlačítka v dialogu *Nový tiskový protokol*

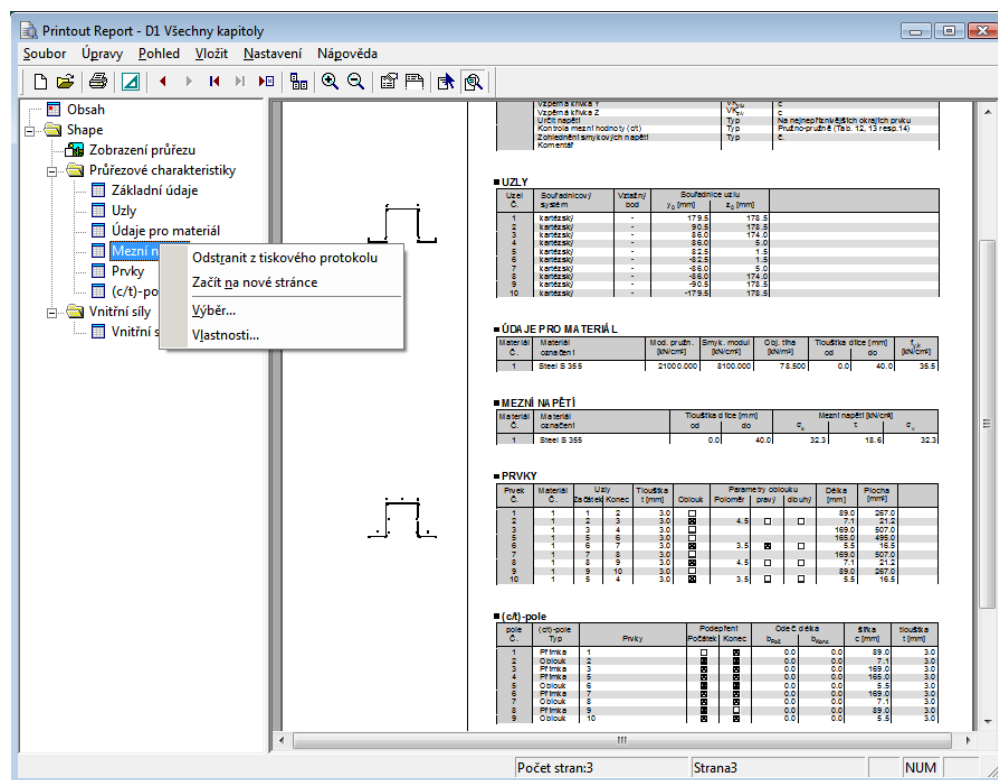


Jestliže byl již tiskový protokol definován, můžeme jej otevřít pomocí nabídky

Soubor → Tiskový protokol,

odpovídajícího tlačítka v panelu nástrojů nebo dvojitým kliknutím na příslušný tiskový protokol v navigátoru.

9.1.2 Práce s tiskovým protokolem



Obr. 9.3: Tiskový protokol s kontextovou nabídkou

Po vytvoření tiskového protokolu se na levé straně objeví navigátor. Napravo se zobrazí náhled pro tisk.

Jednotlivé kapitoly můžeme přesouvat v navigátoru na libovolné místo pomocí drag & drop.

Kontextová nabídka obsahuje další možnosti pro tiskový protokol. Jak je zvykem v aplikacích Windows, je umožněn vícenásobný výběr.

Odstranit z tiskového protokolu

Vybraná kapitola bude smazána. Globální výběr umožňuje tuto kapitolu znovu vložit (nabídka *Úpravy* → *Globální výběr*).

Začít na nové stránce

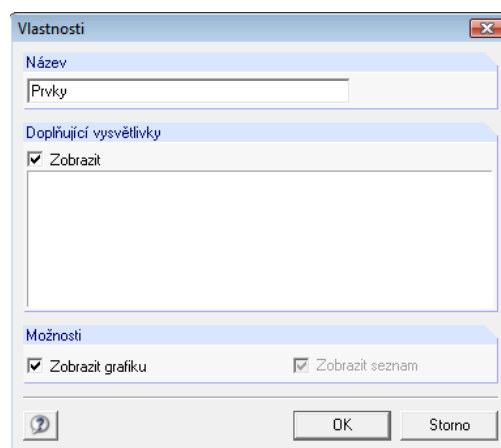
Vybraná kapitola začne na nové stránce. Je označena v navigátoru ikonou s červeným špendlíkem.

Výběr

Otevře se dialog hlavního výběru (viz následující stránky), kde je vybraná kapitola standardně nastavena.

Vlastnosti

Jak ukazuje následující obrázek, můžeme upravit obecné vlastnosti určité kapitoly.



Obr. 9.4: Dialog *Vlastnosti*

V dialogu můžeme změnit *Název* kapitoly a vložit *Doplňující vysvětlivky*, které se pak zobrazí na levém okraji protokolu. Tento doplňkový text a také grafika (obrázek informující o průřezu nebo o průběhu napětí) mohou být skryty. Zaškrtnuté políčko *Zobrazit seznam* určuje, zda bude v navigátoru a v obsahu protokolu zobrazen číselný seznam vybraných údajů z kapitol (např. zvolené prvky).

Navigace v tiskovém protokolu

Nejjednodušší způsob, jak přejít na určitou stránku v tiskovém protokolu, je kliknutí na odpovídající kapitolu v navigátoru. V nabídce **Pohled** jsou k dispozici další funkce, které můžeme spustit také pomocí následujících tlačítek.

	Přejít na předchozí stránku v náhledu
	Přejít na další stránku v náhledu
	Přejít na první stránku
	Přejít na poslední stránku
	Vložit číslo stránky, která se má zobrazit
	Přepínání mezi zobrazením jedné stránky a dvou stránek
	Zvětšit zobrazení
	Zmenšit zobrazení

	Myš v režimu výběru: pomocí kliknutí vybereme kapitolu a otevřeme dialog <i>Výběr pro tiskový protokol</i>
	Myš v režimu zvětšování: pomocí kliknutí zvětšíme zobrazení vybrané kapitoly
	Překreslit zobrazení tiskového protokolu

Tabulka 9.2: Navigační tlačítka v panelu nástrojů tiskového protokolu

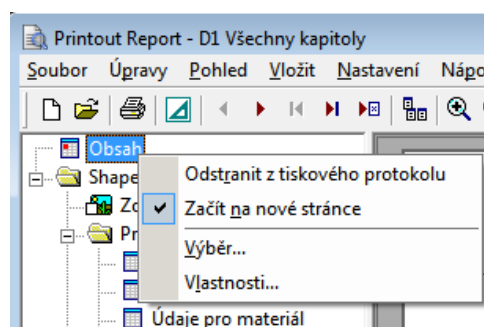
9.1.3 Určení obsahu tiskového protokolu



V globálním výběru volíme kapitoly, které chceme zahrnout do tiskového protokolu. Tuto funkci zavoláme pomocí nabídky

Úpravy → Globální výběr,

příslušného tlačítka v panelu nástrojů nebo kontextové nabídky *Výběr*.

Obr. 9.5: Otevření globálního výběru pomocí kontextové nabídky u položky *Obsah*

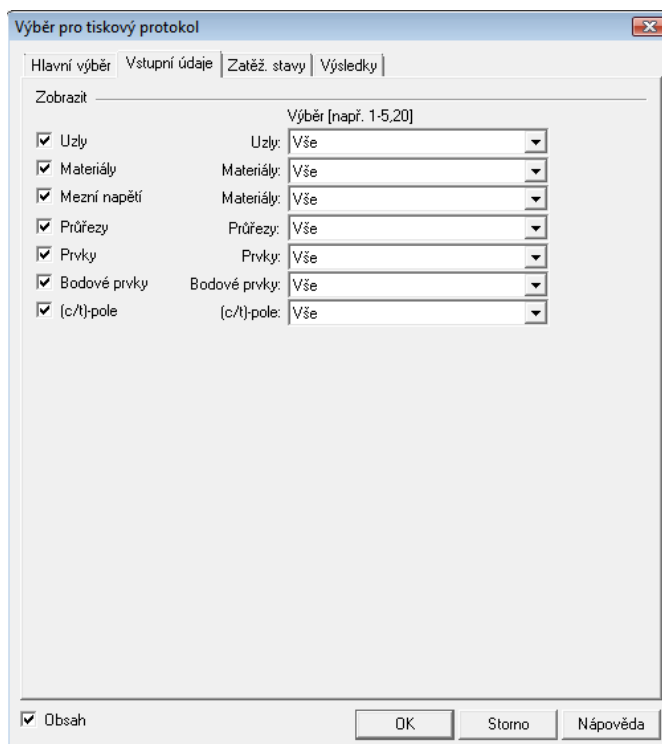
Zobrazí se následující dialog.

Obr. 9.6: Dialog *Výběr pro tiskový protokol*, záložka *Hlavní výběr*

V záložce *Hlavní výběr* ovládáme hlavní kapitoly tiskového protokolu. Pokud zrušíme zaškrtnutí určitého políčka, zmizí i příslušná záložka s jeho detaily.

Pokud zaškrtneme políčko *Obrázek průřezu*, bude zobrazení průřezu vloženo do protokolu před všemi údaji o průřezu, včetně kótovacích čar a hlavních os.

9.1.3.1 Výběr údajů o průřezu



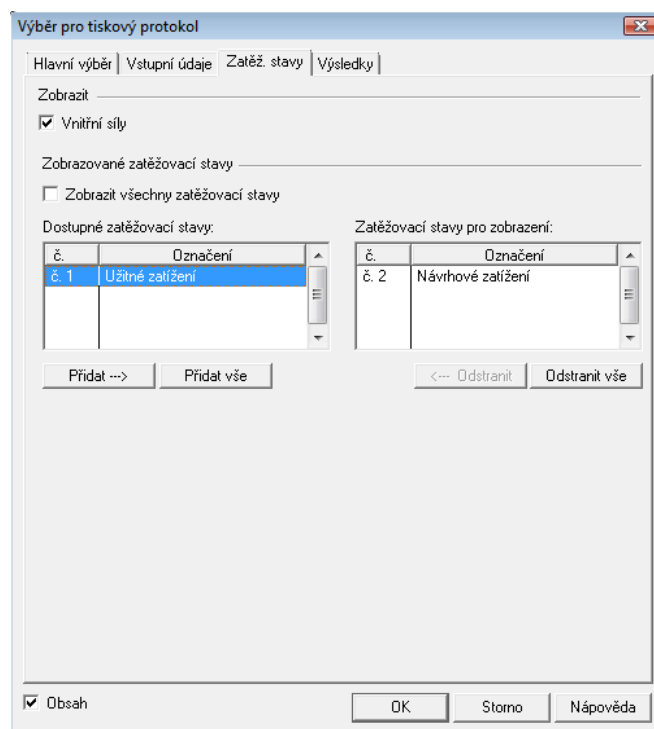
Obr. 9.7: Dialog *Výběr pro tiskový protokol*, záložka *Vstupní údaje*

Ve sloupci *Zobrazit* určíme, které položky budou obsaženy v tiskovém protokolu.



Tiskový protokol vychází ze vstupních tabulek (srov. kapitola 5). Sloupec *Zobrazit* určuje, které řádky tabulek budou uvedeny v tiskovém protokolu. Pro výběr jen určitých objektů klikneme na tlačítko [▼] na konci příslušného vstupního pole a otevřeme nový, prázdný řádek. Potom zobrazíme určitý řádek kliknutím a vložíme čísla objektů.

9.1.3.2 Výběr údajů o zatížení



Obr. 9.8: Dialog Výběr pro tiskový protokol, záložka Zatěž. stavy

Stejný postup pro výběr vstupních údajů pro průřez platí i pro tyto tabulky.

Pokud zaškrtneme políčko *Vnitřní síly*, do tiskového protokolu budou zahrnuty údaje tabulky 1.7 *Vnitřní síly*.

Zaškrtnutí políčka *Zobrazit všechny zatěžovací stavy* určuje, zda se budou tisknout vnitřní síly všech nebo jen určitých zatěžovacích stavů. Pokud tuto možnost zrušíme, můžeme vybrat příslušné zatěžovací stavy pomocí dvou tlačítek [Přidat], která jsou umístěna pod seznamem *Dostupné zatěžovací stavy*. Vybrané zatěžovací stavy se přenesou do seznamu *Zatěžovací stavy pro zobrazení*. Také můžeme vybrat (a zrušit výběr) daného zatěžovacího stavu dvojím kliknutím.

Přidat --->

Přidat vše

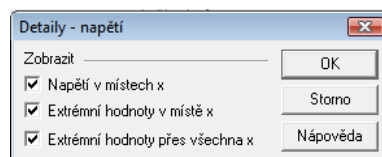
9.1.3.3 Výběr výsledků



Obr. 9.9: Dialog Výběr pro tiskový protokol, záložka Výsledky

Výběr výsledků je stejný jako výběr vstupních údajů o průřezu nebo údajů o zatížení. Tabulkové řádky z příslušných tabulek výsledků (srov. kapitola 7) můžeme vybrat stejným způsobem jako pro vstupní údaje: pro určitý číselný výběr klikneme na tlačítko [▼] na konci odpovídajícího vstupního pole a otevřeme nový, prázdný řádek. Potom můžeme vložit čísla určitých objektů.

Pro napětí a c/t pole je k dispozici tlačítko [Detaily], které umožňuje další ovládání zobrazení výsledků.



Obr. 9.10: Dialog Detaily - napětí

V tomto dialogu můžeme zvolit, zda chceme tisknout všechna napětí v místech x a/nebo jen maximální a minimální výsledné hodnoty. To samé platí i pro c/t pole: můžeme určit, zda bude protokol obsahovat všechna c/t pole nebo pouze rozhodující pole; takto můžeme redukovat rozsah pro tisk.

V sekci *Zatěžovací stavy pro zobrazení* můžeme tisk redukovat tak, že zvolíme pouze výsledky určitých zatěžovacích stavů. Pokud zrušíme možnost *Zobrazit všechny zatěžovací stavy*, můžeme vybrat příslušné zatěžovací stavy pomocí dvou tlačítek [Přidat], která jsou umístěna pod seznamem *Existující zatěžovací stavy*. Vybrané zatěžovací stavy se přenesou do seznamu *Zatěžovací stavy pro zobrazení*.

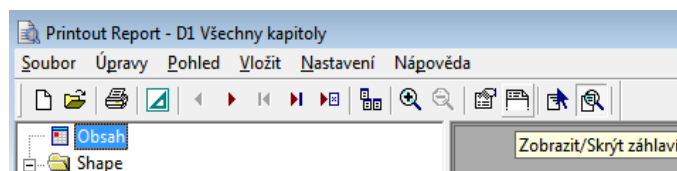


9.1.4 Nastavení záhlaví tiskového protokolu

Již během instalace vytváří program SHAPE-THIN z údajů o zákazníkovi záhlaví pro tisk. Toto standardní záhlaví můžeme změnit pomocí nabídky tiskového protokolu

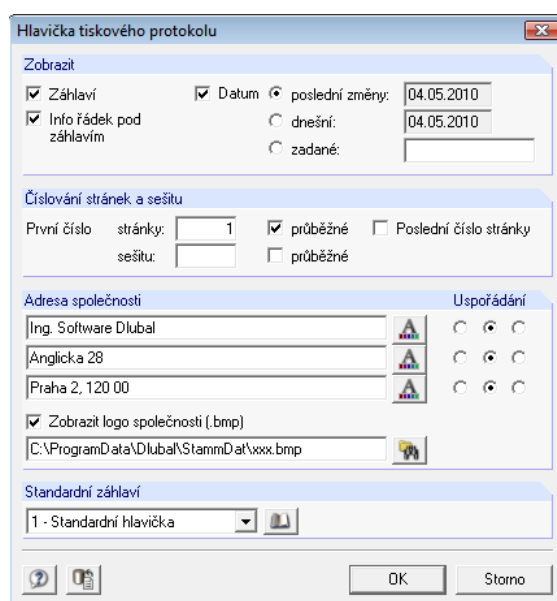
Nastavení → Záhlaví

nebo příslušného tlačítka v panelu nástrojů tiskového protokolu.



Obr. 9.11: Tlačítko Zobrazit/Skrýt záhlaví

Nastavení záhlaví pro tiskový protokol můžeme provést v následujícím dialogu.



Obr. 9.12: Dialog Hlavička tiskového protokolu

V sekci *Zobrazit* určíme, které prvky záhlaví se zobrazí a jaké *Datum* se bude tisknout.

Možnost *Info řádek pod záhlavím* obsahuje obecné údaje o projektu a průřezu a datum.

Označení projektu je společně s obecnými údaji o projektu řízeno ve Správci projektů a tam jej můžeme upravit (srov. kapitola 4.4.1.1, strana 48). *Označení průřezu* můžeme upravit v základních údajích o průřezu (srov. 4.4.2.1, strana 55).

Číslování můžeme nastavit v sekci *Číslování stránek a sešitu*. Pokud mají *Stránka* a *Sešit* stejné počáteční číslo, v číslování není žádný rozdíl. Ale když například chceme přiřadit všechny stránky jednomu sešitu, pak musíme číslování sešitu zrušit.

Zaškrtnutí políčko *průběžné* určuje, zda bude číslování automaticky vzrůstat. První číslo stránky a sešitu můžeme zadat ručně. Zaškrtnutí políčko *Poslední číslo stránky* určuje, zda se bude přidávat číslo poslední stránky (např. *Strana: 4/17*).



Sekce *Adresa společnosti* obsahuje údaje o zákazníkovi, které zde můžeme upravit. K dispozici jsou tři vstupní pole, každé pro jeden řádek záhlaví. Pomocí tlačítka [A] můžeme definovat typ písma pro vybraný řádek. Také můžeme nastavit *Uspořádání* pro každý řádek zvlášť.



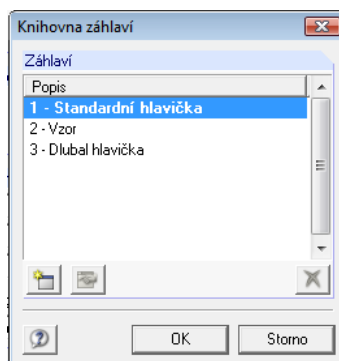
Do levé části záhlaví také můžeme umístit logo společnosti jako grafický objekt. Tento obrázek musí být soubor typu bitmapa. V grafických programech, jako např. MS Paint, můžeme každý obrázek uložit jako soubor *.bmp.



Pokud si přejeme uložit upravenou hlavičku pro tisk, klikneme na tlačítko [Nastavit záhlaví jako standard], které se nachází pod sekci *Standardní záhlaví*. Objeví se dialog *Jméno šablony záhlaví*, kde můžeme vložit název hlavičky. Toto záhlaví se tak stane standardním nastavením v seznamu.



Tlačítko [Knihovna záhlaví] je vhodné, pokud chceme uložit nebo spravovat různá záhlaví pro tisk. Zavolá se následující dialog.



Obr. 9.13: Dialog *Knihovna záhlaví*

Tento dialog slouží k vytvoření, úpravě nebo smazání hlavičky tiskového protokolu. Funkce tlačítek jsou následující:

	Můžeme vytvořit nové záhlaví. Objeví se další dialog pro vložení údajů.
	Můžeme upravit vybrané záhlaví.
	Můžeme smazat vybrané záhlaví.

Table 9.3: Tlačítka v dialogu *Knihovna záhlaví*



Jestliže máme k dispozici několik záhlaví, můžeme vybrat jedno z nich v sekci *Standardní záhlaví*. Tlačítko [Nastavit záhlaví jako standard] použije toto záhlaví pro tiskové protokoly dalších průřezů.



Záhlaví pro tisk jsou uložena v souboru **DlubalProtocolConfig.cfg**, který je umístěn v běžném adresáři (např. C:\Program Files\Dlubal\Stammdat). I když není tento soubor při instalační proceduře přepsán, doporučujeme vytvořit záložní kopii.

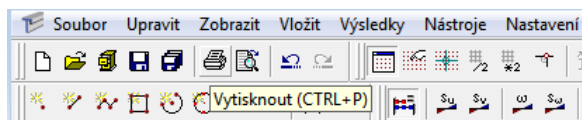
9.1.5 Vložení obrázků průřezu



Do tiskového protokolu můžeme zařadit každý obrázek průřezu. Aktuální grafiku programu SHAPE-THIN vytiskneme pomocí nabídky

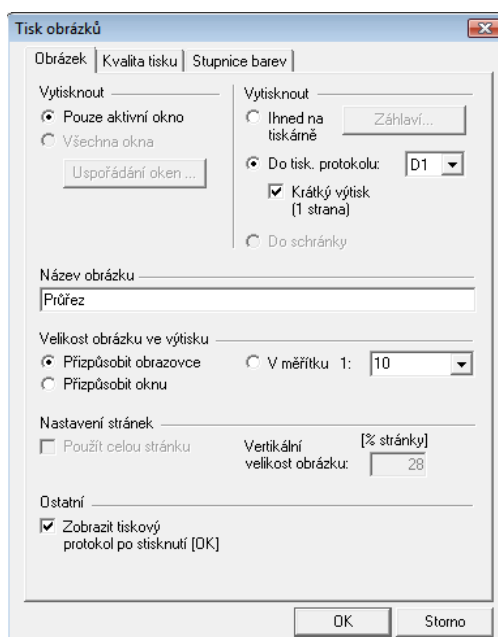
Soubor → Tisk

nebo příslušného tlačítka v panelu nástrojů.



Obr. 9.14: Tlačítko *Vytisknout* v panelu nástrojů v hlavním okně programu SHAPE-THIN

Objeví se následující dialog:



Obr. 9.15: Dialog *Tisk obrázků*, záložka *Obrázek*

V dialogu *Tisk obrázků* musíme vybrat možnost *Do tisk. protokolu*. Pokud existuje více než jeden tiskový protokol, můžeme vybrat číslo odpovídajícího protokolu ze seznamu vedle výběrového pole.

Pro tiskový protokol se vytvářejí dynamické obrázky. To znamená, že výstupní grafika se automaticky aktualizuje podle změn v průřezu nebo ve výsledcích.

Jakmile zavřeme tento dialog pomocí [OK], otevře se tiskový protokol. Někdy to však není vhodné, například když chceme tisknout několik obrázků za sebou. Když zrušíme zaškrtnutí políčka *Zobrazit tiskový protokol po stisknutí [OK]*, zamezíme jeho nežádoucímu otevření.

Podrobnosti o zbývajících funkcích (např. o možnosti *Krátký výtisk*) v tomto dialogu můžeme najít v kapitole 9.2 na straně 166.



9.1.6 Vložení grafiky a textu

Je několik možností, jak zařadit libovolný druh obrázku nebo textu do tiskového protokolu.

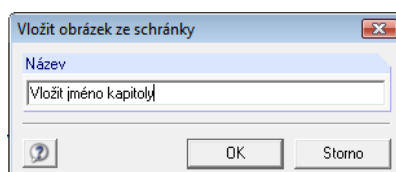
Vložení grafiky

Když chceme přidat obrázek, který nepochází přímo z programu SHAPE-THIN, potřebujeme nejprve otevřít tento grafický soubor v editoru obrázků (např. MS Paint). Zde musíme obrázek zkopírovat do schránky pomocí [Ctrl]+[C].

Pak můžeme obrázek vložit pomocí nabídky tiskového protokolu

Vložit → Obrázek ze schránky.

Ještě před vložením obrázku musíme zadat jméno kapitoly.



Obr. 9.16: Dialog Vložit obrázek ze schránky

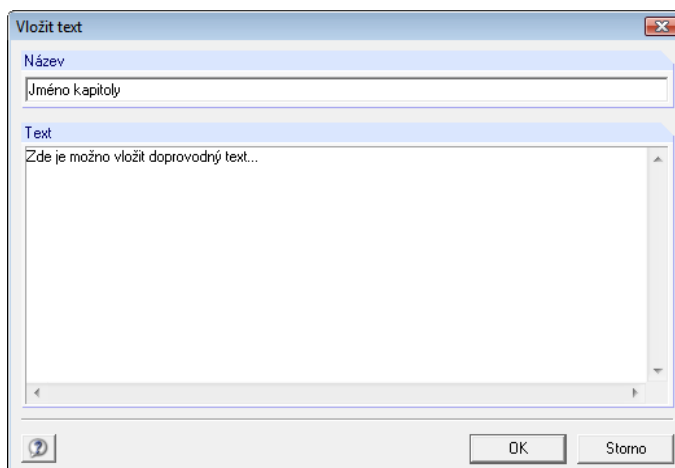
Tento obrázek se objeví jako samostatná kapitola v tiskovém protokolu.

Vložení textu

Do protokolu můžeme také přidat krátké poznámky. Tuto funkci zapneme pomocí nabídky

Vložit → Text.

Objeví se následující dialog.



Obr. 9.17: Dialog Vložit text

Zde vložíme *Název* a *Text*. Pomocí klávesy [Enter] zde můžeme upravit ručně zalomení textu.

Po kliknutí na [OK] se tato kapitola zařadí do tiskového protokolu. Můžeme ji umístit na požadované místo pomocí Drag & Drop.



V režimu výběru můžeme text upravit dvojitým kliknutím nebo kliknutím pravým tlačítkem na jeho položku v navigátoru. Pak vybereme v kontextové nabídce *Vlastnosti*.

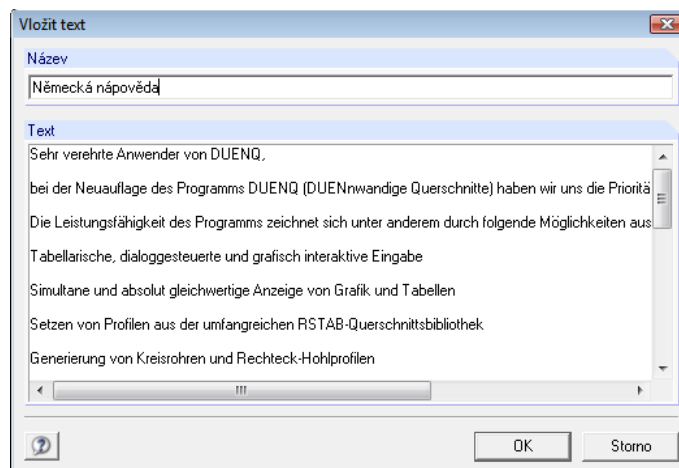
Vložení textu z textových souborů

Do tiskového protokolu můžeme vkládat i textové soubory. Opakující se texty můžeme uložit do souboru a tímto způsobem používat pro protokol. Pomocí této funkce můžeme také přidávat údaje z jiných programů, ovšem musí být ve formě textových souborů ASCII.

Textové soubory vložíme pomocí nabídky tiskového protokolu

Vložit → ASCII soubor.

V dialogu Windows *Otevřít* nejprve vybereme požadovaný soubor. Před převzetím obsahu souboru se otevře tento dialog:



Obr. 9.18: Dialog *Vložit text*

V dialogu můžeme ještě *Text* upravit a zadat *Název* kapitoly.

Po kliknutí na [OK] se kapitola přidá do tiskového protokolu. Můžeme ji umístit na požadované místo pomocí Drag & Drop.



V režimu výběru můžeme text upravit dvojím kliknutím.

Vložení textu ze souborů RTF

Výše popsaná možnost dovoluje vkládání opakujících se textů do tiskového protokolu. ASCII soubory však nejsou formátované texty.

Převzetí souborů RTF umožňuje do protokolu zařadit formátované texty obsahující grafiku. Tuto funkci zobrazíme pomocí nabídky

Vložit → RTF soubor.

V dialogu Windows *Otevřít* můžeme vybrat požadovaný soubor *.rtf. Před převzetím souboru do tiskového protokolu musíme zadat název kapitoly.

Po kliknutí na [OK] se kapitola přidá do tiskového protokolu. Můžeme ji umístit na požadované místo pomocí Drag & Drop.

9.1.7 Šablona tiskového protokolu

Výběr popsaný v kapitole 9.1.3 může být časově náročný. Pro pozdější opětovné použití můžeme daný výběr uložit jako šablonu protokolu včetně obrázků, což urychlí vytváření dalších tiskových protokolů.

Stávající protokol můžeme také následně využít jako šablonu.

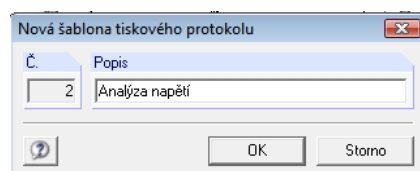
Vytvoření nové šablony

Novou šablonu můžeme definovat pomocí těchto nabídek v tiskovém protokolu:

- **Nastavení → Předlohy tiskového protokolu → Nový**
- **Nastavení → Předlohy tiskového protokolu → Nový z aktuálního protokolu.**

Nový

Nejprve se otevře dialog *Výběr pro tiskový protokol* (srov. obr. 9.6, strana 153), kde můžeme vybrat obsah, který si přejeme tisknout. Když zavřeme tento dialog pomocí [OK], můžeme vložit *Popis* nové šablony tiskového protokolu.



Obr. 9.19: Dialog *Nová šablona tiskového protokolu*

Nový z aktuálního protokolu

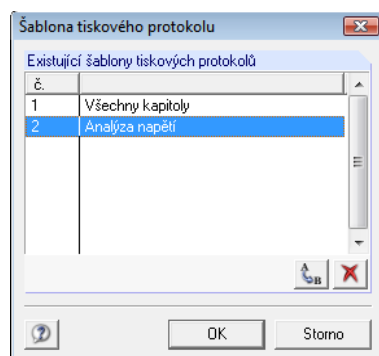
Výběr z aktuálního tiskového protokolu bude použit pro novou šablonu. Musíme pouze vložit *Popis* této šablony protokolu.

Použití šablony

Pokud jsme již otevřeli tiskový protokol, můžeme pro tento aktuální protokol použít určitou šablonu pomocí nabídky

Nastavení → Předlohy tiskového protokolu → Výběr.

V následujícím dialogu můžeme vybrat odpovídající šablonu tiskového protokolu ze seznamu *Existující šablony tiskových protokolů*.



Obr. 9.20: Dialog *Šablona tiskového protokolu*

Po kliknutí na [OK] a potvrzení dotazu bude aktuální výběr přepsán touto šablonou.

Jestliže nový tiskový protokol teprve vytváříme (srov. obr. 9.2, strana 150), můžeme vybrat šablonu ze seznamu *Převzít ze šablony tiskového protokolu*. Její nastavení se použije pro nový tiskový protokol.

Pro více podrobností o tlačítkách v tomto dialogu viz tabulka 9.4.

Správa šablon

Šablony ovládáme v dialogu *Šablona tiskového protokolu* (srov. obr. 9.20), který otevřeme pomocí nabídky tiskového protokolu

Nastavení → Předlohy tiskového protokolu → Výběr.

Tlačítka v dialogu mají následující funkce.

	Přejmenuje vybranou šablonu tiskového protokolu.
	Smaže vybranou šablonu tiskového protokolu.

Tabulka 9.4: Tlačítka v dialogu *Šablona tiskového protokolu*

Tyto funkce můžeme použít pouze pro uživatelsky definované šablony.

Před instalací aktualizace programu můžeme uložit naše šablony tiskových protokolů. Tyto šablony jsou uloženy v souboru **DuenqProtocolConfig.cfg**, který se nachází ve společném adresáři pro data z programu SHAPE-THIN (např. C: \Program Files\DLubal\SHAPE-THIN7\Stammdat). I když není tento soubor při instalační proceduře přepsán, doporučujeme vytvořit záložní kopii.

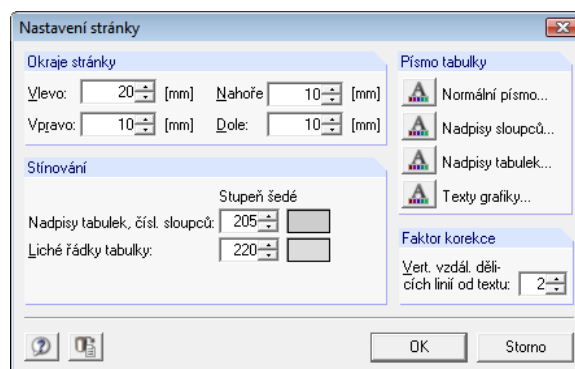


9.1.8 Nastavení rozvržení protokolu

Rozvržení tiskového protokolu můžeme upravit z hlediska typů a barev písma, nastavení okrajů a vzhledu tabulek.

Tento dialog zobrazíme pomocí nabídky tiskového protokolu

Úpravy → Vzhled stránky.



Obr. 9.21: Dialog *Nastavení stránky*



Standardní typy písma pro obsah tabulek a názvy tabulek jsou poměrně malé. Musíme však dát pozor, když místo standardního písma **Arial 8** volíme větší písma – nemusí vždy pasovat do sloupců tabulek.

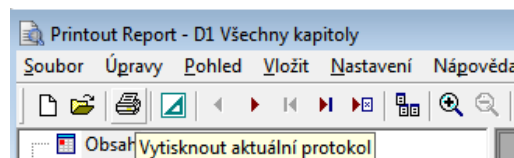
9.1.9 Tisk tiskového protokolu



Skutečný tiskový proces zahájíme pomocí nabídky tiskového protokolu

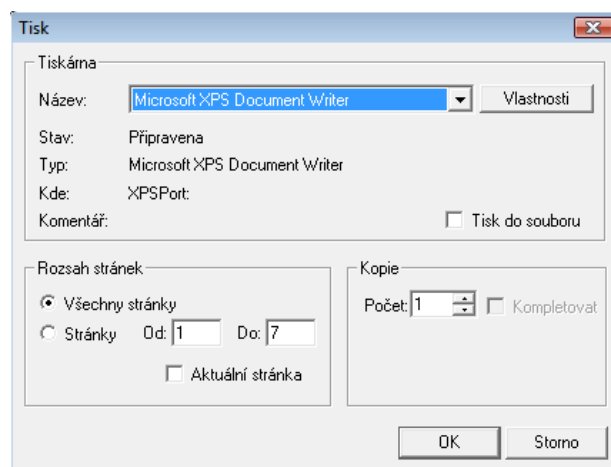
Soubor → Tisk

nebo odpovídajícího tlačítka v panelu nástrojů tiskového protokolu.



Obr. 9.22: Tlačítko *Vytisknout aktuální protokol*

Otevře se standardní dialog pro tisk, kde můžeme vybrat tiskárnu a stránky, které budou vytištěny.



Obr. 9.23: Dialog *Tisk*

Pokud nepoužíváme standardní tiskárnu, může se stát, že zalomení stránek a tedy i čísla stránek nebudou stejná jako v náhledu pro tisk.

Možnost *Tisk do souboru* vytvoří soubor ve formátu PRN, který můžeme poslat na tiskárnu pomocí příkazu **kopírovat**.

9.1.10 Export tiskového protokolu

Tiskový protokol můžeme přímo exportovat jako RTF soubor nebo jej exportovat do tabulkového programu *BauText*.

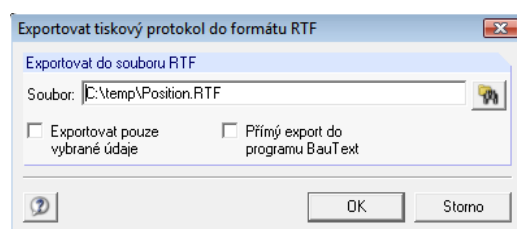
Export do RTF souboru

RTF formát může číst většina běžných programů pro zpracování textu. Tiskový protokol bude exportován společně s grafikou.

Export do RTF dokumentu můžeme spustit pomocí nabídky tiskového protokolu

Soubor → Export do RTF souboru nebo BauText.

Objeví se následující dialog.



Obr. 9.24: Dialog *Exportovat tiskový protokol do formátu RTF*

Musíme zadat jméno RTF souboru a adresář, ve kterém bude umístěn. Když je zaškrtnuto políčko *Exportovat pouze vybrané údaje*, budou místo celého protokolu exportovány pouze vybrané kapitoly.

Export do BauText

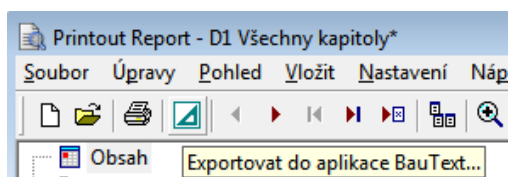
BauText je program na zpracování textu se specifickými funkcemi pro výpočty konstrukcí.

Export do *BauText* spustíme pomocí nabídky

Soubor → Export do RTF souboru nebo BauText

nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů tiskového protokolu.



Obr. 9.25: Tlačítko *Exportovat do aplikace BauText*

Objeví se dialog jako na obr. 9.24, kde zaškrtneme políčko *Přímý export do programu BauText*. Není nutné zadávat jméno souboru, ale program *BauText* musí již běžet. Po kliknutí na [OK] se spustí modul *BauTextu* pro import.

Export do PDF souboru

Přímý export tiskového protokolu do PDF dokumentu není možný. Jestliže je však nainstalován Adobe Acrobat™ nebo podobný produkt, máme k dispozici virtuální tiskárnu v dialogu *Tisk*, a tak můžeme PDF dokument vytvořit.

Existují také volně dostupné nástroje pro vytváření PDF souborů, například *Ghostscript* nebo *Win2PDF*. Také musí být nainstalována vhodná tiskárna, která může tisknout PostScript, např. HP Color LaserJet 5/5M PS. Jestliže tuto tiskárnu nastavíme tak, že bude tisknout do souboru, můžeme vytvořit z každého tiskového protokolu PostScript soubor, který můžeme nakonec konvertovat do PDF souboru např. pomocí *GhostScript*.

Soubor ASCII

Program SHAPE-THIN také podporuje tisk do souboru typu ASCII. Jestliže potřebujeme data v tomto formátu, můžeme buď použít funkci *Export do MS Excelu* ve vstupních a výstupních tabulkách (srov. kapitola 10.3.6, strana 193) nebo hlavní nabídku programu SHAPE-THIN

Soubor → Exportovat.

Otevře se dialog Windows *Uložit jako*, který je podrobněji vysvětlen v kapitole 11.1 na straně 203.

9.1.11 Nastavení jazyka

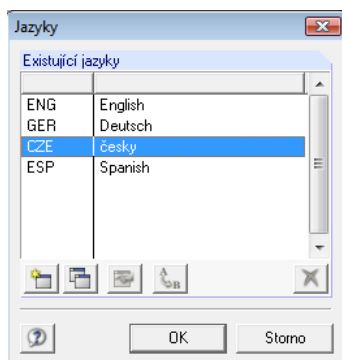
Volba jazyka v tiskovém protokolu nezávisí na jazyku, který je nastaven pro uživatelské prostředí programu SHAPE-THIN. Můžeme například vytvořit český tiskový protokol z anglické verze programu SHAPE-THIN a naopak.

Změna jazyka tiskového protokolu

Jazyk tiskového protokolu můžeme změnit pomocí nabídky tiskového protokolu

Nastavení → Jazyk.

V následujícím dialogu můžeme požadovaný jazyk vybrat ze seznamu.

Obr. 9.26: Dialog *Jazyky*

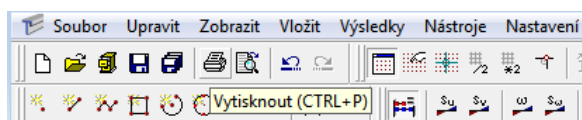
9.2 Přímý grafický výstup

Libovolný obrázek průřezu můžeme přímo tisknout. To znamená, že nemusíme tento obrázek začlenit do tiskového protokolu (srov. kapitola 9.1.5, strana 159), abychom jej vytiskli.

Aktuální obrázek z programu SHAPE-THIN můžeme vytisknout pomocí nabídky

Soubor → Tisk

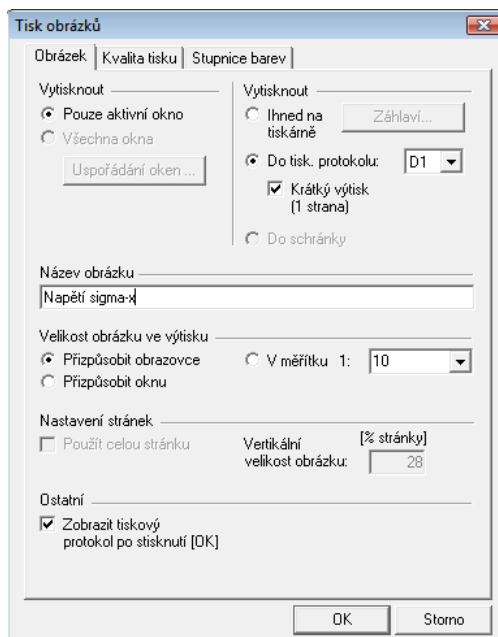
nebo příslušného tlačítka v panelu nástrojů.



Obr. 9.27: Tlačítko Vytisknout v panelu nástrojů

Objeví se dialog, který je rozdělen na dvě (nebo tři) záložky. Ty jsou blíže popsány v následujících kapitolách.

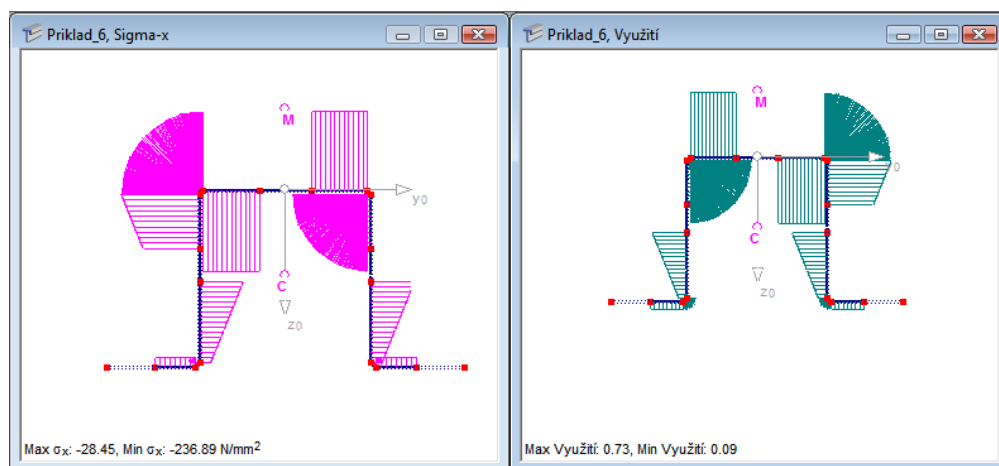
9.2.1 Záložka Obrázek



Obr. 9.28: Dialog Tisk obrázků, záložka Obrázek

Vytisknout (vlevo)

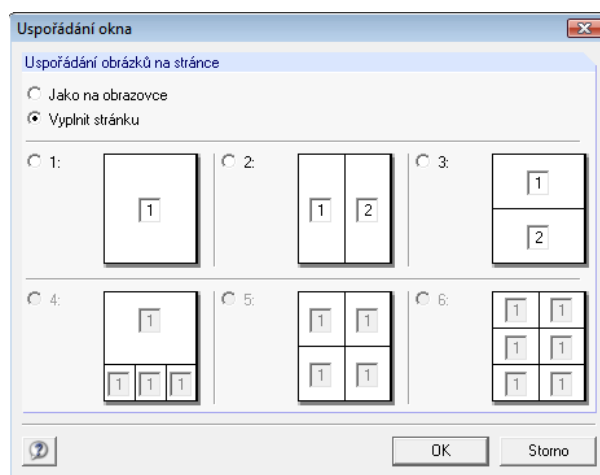
V programu SHAPE-THIN můžeme současně zobrazit několik grafických oken (srov. následující obrázek).



Obr. 9.29: Dvě grafická okna vedle sebe

Tato část dialogu se používá pro nastavení zobrazení více oken v protokolu. Možnost *Pouze aktivní okno* vytiskne aktivní okno, např. levé okno na obr. 9.29.

Když zvolíme možnost *Všechna okna*, zpřístupní se tlačítko [Uspořádání oken], kde můžeme zvolit rozložení oken na stránce. Otevře se následující dialog.

Obr. 9.30: Dialog *Uspořádání oken*

Vytisknout (vpravo)

Zde můžeme vybrat ze tří možností pro výstup obrázku:

- ihned na tiskárně
- do tisk. protokolu (srov. kapitola 9.1.5, strana 159)
- do schránky.

Záhlaví...

Možnost *Ihned na tiskárně* se používá pro přímý výstup. V tomto případě můžeme nastavit hlavičku, která se bude tisknout, pomocí tlačítka [Záhlaví]. Otevře se dialog *Hlavička tiskového protokolu*, který je popsán v kapitole 9.1.4 na straně 157.

Jestliže vybereme možnost *Krátký výtisk*, pak se nejdůležitější průřezové charakteristiky zhuští na jednu stránku vedle aktuálního obrázku (nebo obrázků) průřezu (srov. obr. 9.31).

Když kopírujeme do *schránky*, bude obrázek dostupný i pro ostatní programy. Pak jej můžeme importovat pomocí nabídky **Upravit** → **Vložit**.

Název obrázku

V tomto vstupním poli je přednastaven název. Můžeme jej zde upravit.

Velikost obrázku ve výtisku

Tato sekce dialogu určuje měřítko obrázku na papíře.

Volba *Přizpůsobit obrazovce* upraví okno na listu papíru podle velikosti na monitoru. Proto bude obrázek na stránce širší, než je jeho výška. Pomocí volby *Přizpůsobit oknu* se naopak použije celý list papíru.

Pokud si přejeme stejnou velikost obrázku jako na monitoru, vybereme možnost *Přizpůsobit obrazovce*. Pomocí této volby můžeme tisknout zvětšené oblasti nebo zvláštní typy zobrazení. Při volbě *Přizpůsobit oknu* se však na papíře ukáže celý průřez. Průřez je pak zobrazen v definované *Vertikální velikosti obrázku* (viz dále).

Třetí možnost *V měřítku* vytiskne obrázek v určeném měřítku.

Nastavení stránek

V této sekci dialogu můžeme určit velikost obrázku na listu papíru. Tento druh nastavení však není přístupný pro výtisky v krátké formě.

Pokud zaškrtneme políčko *Použít celou stránku*, bude vytisknut obrázek na celou stránku.

Pokud pro tisk nepoužijeme celý vertikální rozměr obrázku, můžeme určit *Vertikální velikost obrázku* v procentech rozměru stránky.



Ingenieurbüro Franz Mustermann
Musterstr. 99 99999 Musterort

Strana: 7

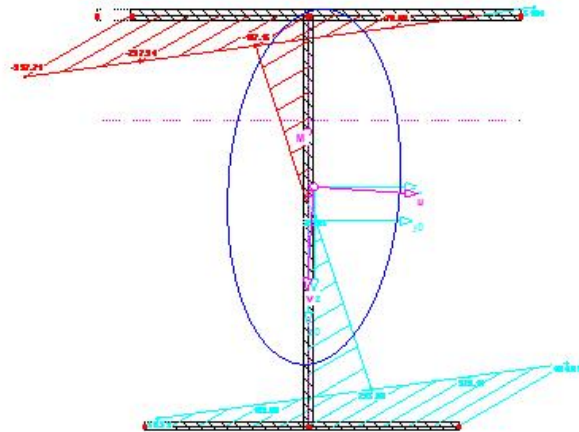
Projekt: Bezeichnung

Pozice: Effektive-Breiten_EC

Datum: 28.05.2010

■ VÝ SLEDKY

Z81
 σ_x (x: 0.0 mm)



Max σ_x : 404.83, Min σ_x : -397.71 N/mm²

34.702

VSTUPNÍ ÚDAJE

UZLY (mm)					PRVKY (mm)				
C	y/R	z/Rh	U	V	C	z/C	Konec	z	Mat
1	-155.0	-150.5	-155.9	-112.2	1	1	8.0	1	155.0
2	0.0	-150.5	-0.9	-121.0	2	2	8.0	1	155.0
3	155.0	-150.5	154.0	-123.8	3	3	8.0	1	120.0
4	-120.0	150.0	-115.5	181.6	4	4	8.0	1	110.0
5	0.0	150.0	4.4	179.4	5	5	8.0	1	300.5
6	110.0	150.0	114.4	177.5					

ÚDAJE PRO MATERIÁL (N/mm ²) [N/mm ²] [kN/mm ²]				
C	ozařen	E	G	f_{yk}
1	S 235	2.10E+05	8.10E+04	7.85E+01

MEZNÍ NAPĚTÍ (N/mm ²)				
C	ozařen	mezni σ_x	mezni σ_y	mezni σ_z
1	S 235	218.2	126.0	218.2

VNITŘNÍ SILY (kN) [kNm] [kNm]								
C	x	N	V _x	V _y	M _{xx}	M _{yy}	M _{xy}	M _{zz}
1	0.0	-50.00	40.00	-50.00	0.00	0.00	120.00	-35.00

PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

A	5417 cm ²	W _{z,max}	144.19 cm ³
A _y	26.71 cm ²	W _{z,min}	-152.86 cm ³
A _x	16.37 cm ²	W _{yz,max}	152.23 cm ³
A _u	23.55 cm ²	W _{yz,min}	-156.43 cm ³
A _v	16.42 cm ²	W _t	10.70 cm ³
I _z	0.41 cm ⁴	I _y	3.29 cm ⁴
I _x	2.50 cm ⁴	I _u	1.48 cm ⁴
I _y	9189.76 cm ⁴	I _{u,v}	2.92 cm ⁴
I _z	2178.27 cm ⁴	I _{u,v}	11.32 cm ⁴
I _u	484.91 cm ⁴	I _M	0.002892 1/cm
I _u	3.9		
I _u	9223.05 cm ⁴		
I _u	2142.99 cm ⁴		
I _u	11366.90 cm ⁴		
I _u	12288.90 cm ⁴		
I _u	13.02 cm ⁴		
I _u	6.34 cm ⁴		
I _u	2.99 cm ⁴		
I _u	13.05 cm ⁴		
I _u	6.29 cm ⁴		
I _u	14.48 cm ⁴		
I _u	15.05 cm ⁴		
I _u	9.67 cm ⁴		
I _u	42.53 kg/m		
I _u	165.95 cm ⁴		
I _u	8.56 cm ⁴		
I _u	6423.00 cm ⁴		
I _u	-0.06 cm ⁴		
I _u	-6.55 cm ⁴		
I _u	-0.48 cm ⁴		
I _u	-4.05 cm ⁴		
I _u	43444.00 cm ⁴		
I _u	39484.00 cm ⁴		
I _u	-0.19		
I _u	436.76 cm ⁴		
I _u	660.71 cm ⁴		
I _u	150.66 cm ⁴		
I _u	-150.71 cm ⁴		
I _u	516.42 cm ⁴		
I _u	-709.36 cm ⁴		

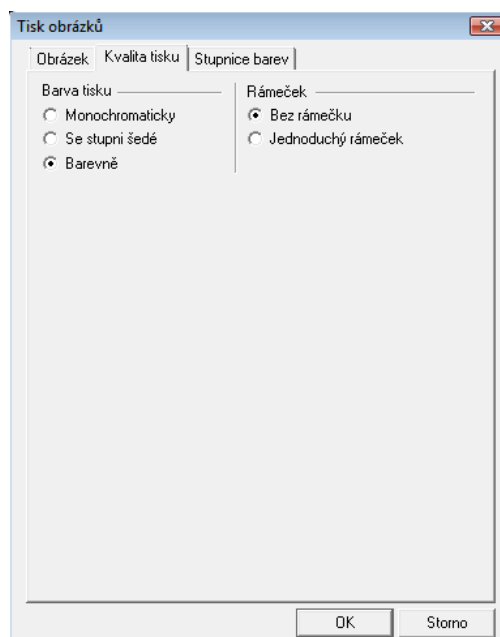


SHAPE-THIN 7.01.990

www.dlubal.com

Obr. 9.31: Krátký výtisk s grafikou

9.2.2 Záložka *Kvalita tisku*



Obr. 9.32: Dialog *Tisk obrázků*, záložka *Kvalita tisku*

Barva tisku

Pokud je výtisk směřován na černobílou tiskárnu, můžeme vytisknout obrázek *Monochromaticky*, což zlepší jeho čitelnost.

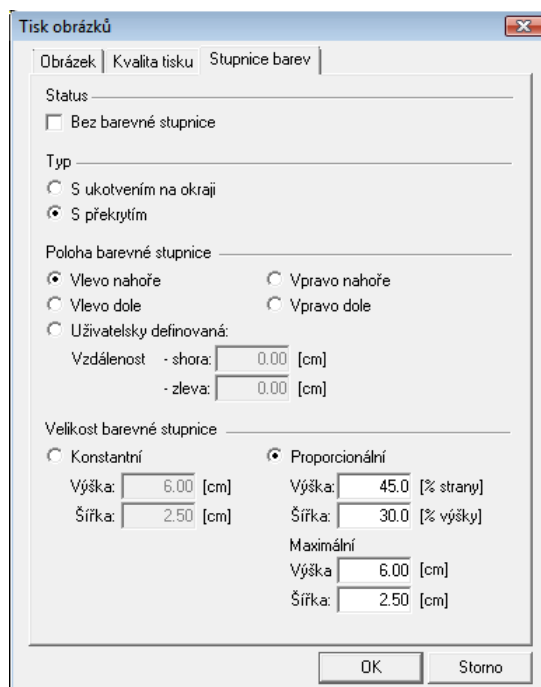


Převod barevných izoploch na stupnici šedi je vždy řízen tiskárnou a tedy nemůže být ovládán v programu SHAPE-THIN.

Rámeček

Okolo obrázku můžeme nechat vytisknout rámeček.

9.2.3 Záložka *Stupnice barev*



Obr. 9.33: Dialog *Tisk obrázků*, záložka *Stupnice barev*

Tato záložka se objeví, když je zvoleno vícebarevné zobrazení výsledků (srov. kapitola 8.2, strana 143).

Standardně se tiskne i barevná stupnice na kontrolním panelu. Pokud si to nepřejeme, musíme zaškrtnout políčko *Bez barevné stupnice*.

Pokud vybereme pro polohu barevné stupnice možnost *S překrytím*, bude umístěna uvnitř obrázku průřezu. Možnost *S ukotvením na okraji* ponechává pro barevnou stupnici pouze určitou část grafického okna.

Dále můžeme podrobně určit *Polohu barevné stupnice*: můžeme ji umístit do jednoho ze čtyř rohů nebo ji nastavit do *Uživatelsky definované vzdálenosti*.

Velikost barevné stupnice můžeme zadat v jednotkách jako *Konstantní* nebo jako *Proporcionální*, tj. v procentech výšky a šířky.

10. Nástroje

Tato kapitola představuje různé funkce pro grafické a tabulkové zadávání. Zahrnují možnosti úprav pro vybrané objekty, funkce CAD pro vytvoření nových průřezových objektů a práci s tabulkami. Na konci této kapitoly se nachází stručný přehled generátorů profilů.

10.1 Úprava objektů

Objekty, které jsme vybrali v grafice, můžeme upravovat pomocí grafických funkcí. Vybrané objekty můžeme

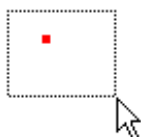
- přesunout,
- kopírovat,
- otáčet,
- zrcadlit,
- dělit nebo
- rozdělit pomocí otvoru.

CAD nástroje oproti tomu nevyžadují žádný předchozí výběr. Usnadňují vytváření nových objektů.

10.1.1 Grafický výběr

Při výběru objektů zvolíme určité součásti, se kterými můžeme pracovat. Tyto objekty mohou představovat např. uzly, prvky a bodové prvky nebo pomocné součásti jako např. komentáře.

Objekty můžeme vybrat pomocí myši. Jsou pak zvýrazněny zvolenou barvou pro výběr (např. žlutou nebo červenou). Pouze aktuálně zvýrazněné objekty zůstávají vybrané. Pokud chceme vybrat několik objektů po sobě, použijeme při postupném klikání na objekty klávesu [Ctrl].



Pomocí okna můžeme vybrat mnoho objektů v jednom kroku. Natáhneme okno kolem objektů, které chceme vybrat současně. Když vytváříme okno směrem zleva doprava, budou vybrány všechny objekty, které se nacházejí v okně celé. Jestliže vytváříme okno tahem zprava doleva, budou vybrány i objekty, kterými okno prochází.

Pokud se nám výběr pomocí pravoúhlého okna zdá trochu obtížný, můžeme využít funkci *Výběr kosodélníkem*, kterou spustíme pomocí nabídky

Upravit ☐ **Vybrat** ☐ **Výběr kosodélníkem.**

10.1.2 Speciální výběr

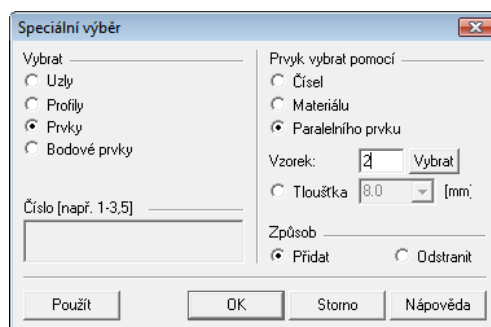
Objekty můžeme vybírat podle určitých kritérií. Pomocí tohoto nástroje můžeme do stávajícího výběru buď přidat objekty, nebo je z výběru odebrat.



Speciální výběr spustíme pomocí nabídky

Upravit ☐ **Vybrat** ☐ **Speciálně.**

Objeví se následující dialog.

Obr. 10.1: Dialog *Speciální výběr*

Určité typy objektů jsou uvedeny v sekci dialogu *Vybrat*. V pravé části tohoto dialogu můžeme definovat výběrové kritérium a blíže jej určit pomocí dalších údajů.

Sekce dialogu *Způsob* určuje, zda budou objekty přidány do aktuálního výběru nebo z něj odebrány.

Při výběru rovnoběžných prvků můžeme [Vybrat] prvek šablony graficky.

Vybrat

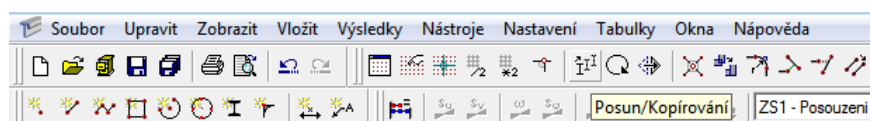


10.1.3 Posun a kopírování

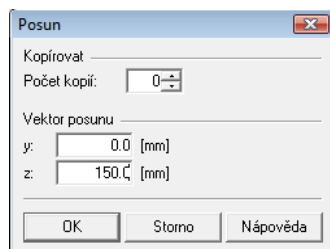
Vybrané objekty můžeme posouvat nebo kopírovat pomocí nabídky

Upravit  **Posun/Kopírování**

nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů.

Obr. 10.2: Tlačítko *Posun/Kopírování*

Objeví se následující dialog.

Obr. 10.3: Dialog *Posun - Kopírovat*

Pokud je *Počet kopií* nulový, vybrané objekty budou posunuty. V opačném případě se vytvoří zadaný počet kopií.

Vektor posunu můžeme určit číselně pomocí souřadnic *y* a *z* nebo zadat graficky pomocí výběru dvou uzlů nebo bodů rastru.



Kopie můžeme také rychle vytvořit z vybraných objektů pomocí funkce Drag & Drop tak, že držíme stlačenou klávesu [Ctrl].

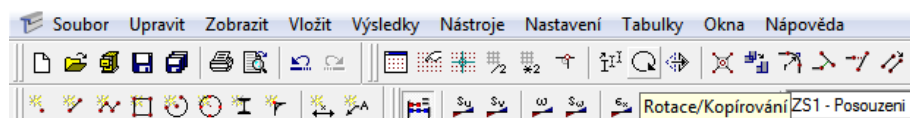
10.1.4 Rotace a kopírování



Vybrané objekty můžeme otáčet okolo určitého bodu pomocí nabídky

Upravit  **Rotace/Kopírování**

nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů.



Obr. 10.4: Tlačítko Rotace/Kopírování

Objeví se následující dialog.



Obr. 10.5: Dialog Otáčení - Kopírovat

Pokud je *Počet kopií* nulový, vybrané objekty budou otočeny. V opačném případě se vytvoří zadaný počet kopií.

Úhel otáčení je vztažen k souřadnému systému ve směru hodinových ručiček. Můžeme ho zadat buď ručně, nebo také graficky poté, co zvolíme *Bod otáčení* kliknutím myši.

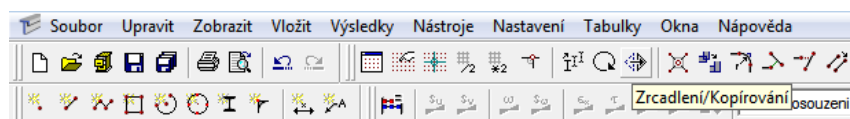
10.1.5 Zrcadlení a kopírování



Vybrané objekty můžeme zrcadlit pomocí nabídky

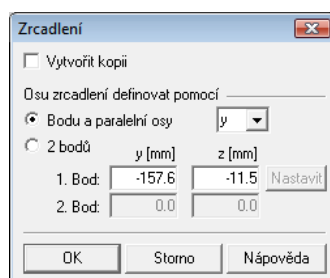
Upravit  **Zrcadlení/Kopírování**

nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů.



Obr. 10.6: Tlačítko Zrcadlení/Kopírování

Objeví se následující dialog.



Obr. 10.7: Dialog Zrcadlení - Kopírovat

Pokud chceme ponechat původní objekty, zvolíme zaškrtnuté políčko *Vytvořit kopii*.

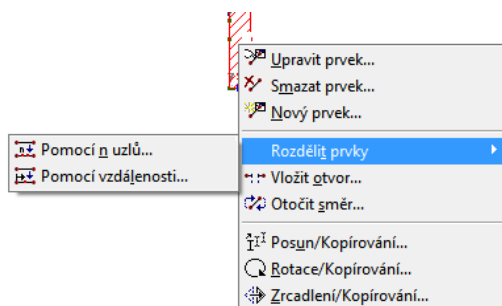
Osu zrcadlení můžeme definovat dvěma způsoby:

- Jestliže je rovnoběžná s jednou z globálních os y or z, můžeme ji vybrat ze seznamu poté, co jsme zvolili první výběrové políčko. Ještě musíme určit jeden *Bod*, který leží na této ose.
- Pokud je osa zrcadlení libovolně orientována, musíme zvolit druhé výběrové políčko – definici pomocí 2 bodů. Osu pak definujeme pomocí zadání souřadnic dvou bodů nebo výběrem těchto bodů v grafice.

10.1.6 Rozdělení prvků

Prvek můžeme rozdělit tak, že na něj klikneme pravým tlačítkem a z kontextové nabídky vybereme *Rozdělit prvky*. Nebo můžeme použít jednu ze dvou možností nabídky

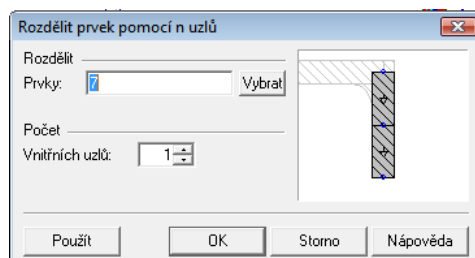
Upravit  **Rozdělit prvky.**



Obr. 10.8: Kontextová nabídka *Rozdělit prvky*

K dispozici jsou dvě možnosti pro rozdělení vybraného prvku.

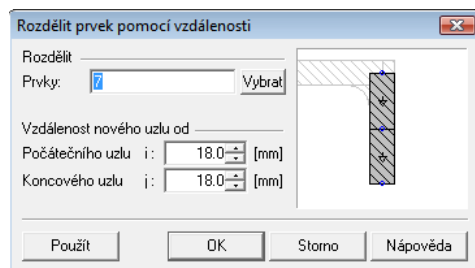
Pomocí n uzlů



Obr. 10.9: Dialog *Rozdělit prvek pomocí n uzlů*

Tato funkce rozdělí vybraný prvek rovnoměrně na několik nových prvků. Požadovaný způsob dělení můžeme určit ve vstupním poli *Počet vnitřních uzlů*.

Pomocí vzdálenosti



Obr. 10.10: Dialog *Rozdělit prvek pomocí vzdálenosti*

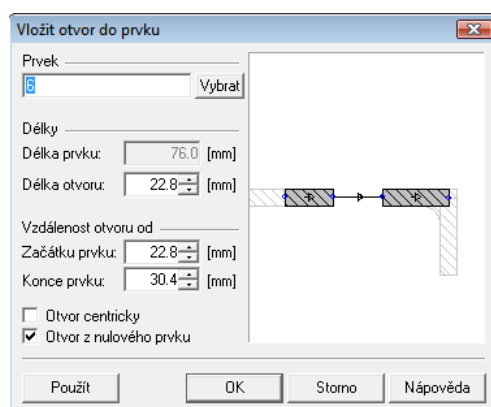
Tato funkce vytvoří dělicí uzel v určeném místě vybraného prvku. Zadaná *Vzdálenost nového uzlu od* může být definována od *Počátečního uzlu* nebo od *Koncového uzlu* tohoto prvku. Interaktivní obrázek na pravé straně dialogu informuje o směru prvku, který je pro definici vzdálenosti nezbytný.

10.1.7 Vložení otvoru

Pomocí této funkce můžeme vytvořit otvor v prvu. Postup při vložení otvoru můžeme nalézt v úvodním příkladu tohoto manuálu v kapitole 3.3.7 na straně 20.

Abychom použili tuto funkci, klikneme pravým tlačítkem na prvek a z kontextové nabídky vybereme *Vložit otvor*. Nebo můžeme použít nabídku

Upravit  **Vložit otvor do prvku.**



Obr. 10.11: Dialog *Vložit otvor do prvku*

Pokud jsme prvek nevybrali před zavoláním dialogu, můžeme jej vybrat v grafice pomocí tlačítka [Vybrat].

V sekci *Délky* je pro informaci zobrazena *Délka prvku*, velikost otvoru můžeme zadat do pole *Délka otvoru*. Definovaná *Vzdálenost otvoru od* může být zadána od *Začátku prvku* nebo od *Konce prvku*. Interaktivní obrázek na pravé straně dialogu informuje o směru prvku, který je pro definici vzdálenosti nezbytný.

Jestliže se jedná o centrický otvor, jeho zadání lze ulehčit pomocí zaškrtnutí políčka *Otvor centrický*. Při této volbě se stanou dvě vstupní pole pro vzdálenost otvoru nepřístupná.

Otvor je standardně vložen jako nulový prvek, což znamená, že se mezi dvěma konci prvku vytvoří takový prvek, že nedojde k přerušení smykového toku. Pokud si však nepřejeme přenos smyku, musíme zrušit zaškrtnutí posledního políčka *Otvor z nulového prvku*.

10.1.8 Vytvoření a redukce průřezu

Vytvoření průřezu z průřezových částí

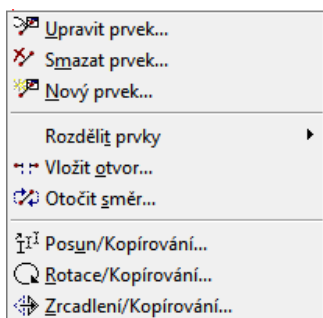
Může být užitečné klasifikovat určité části průřezu jako jednotku průřezu, např. pro složené profily. Ty pak budou přidány do seznamu průřezů v tabulce 1.3 *Průřezy*.

Vybereme příslušné prvky a bodové prvky pomocí myši a stisknuté klávesy [Shift] nebo natažením okna přes tyto objekty. Pak vyvoláme nabídku

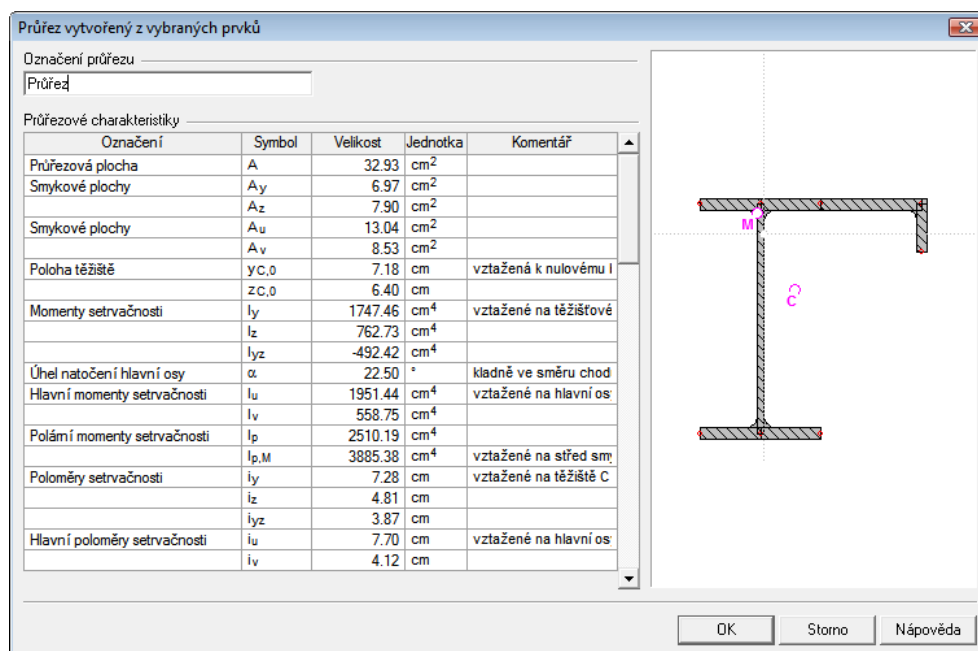
Upravit  **Další nástroje**  **Vytvořit profil z prvků.**

Tato funkce je také součástí kontextové nabídky prvku, kterou vyvoláme pravým kliknutím na jeden z vybraných prvků (srov. obr. 10.8, strana 175).

Objeví se následující dialog.



Kontextová nabídka prvku



Obr. 10.12: Dialog Průřez vytvořený z vybraných prvků

Zadáme *Označení průřezu*, abychom přiřadili určité jméno této námi definované části průřezu. Vybrané prvky jsou zobrazeny na obrázku vpravo, který také ukazuje těžiště C a smykový střed M tohoto nového průřezu.

V dialogu jsou podrobně uvedeny všechny *Průřezové charakteristiky* vybrané skupiny prvků. Uspořádání seznamu odpovídá tabulce 2.1 *Průřezové charakteristiky*. Pokud jsou prvky dané části profilu tvořeny různými materiály, zobrazí se ideální průřezové charakteristiky.

Po potvrzení pomocí [OK] bude nový průřez přidán do seznamu v tabulce 1.3 *Průřezy*.

Rozložení průřezu na jeho části

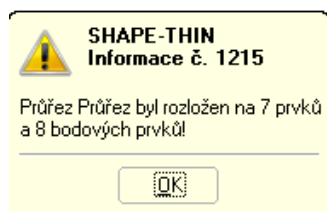
Průřez musí být rozložen do prvků a bodových prvků (srov. kapitola 5.3), aby bylo možné jeho části editovat, např. odřezávat nebo přizpůsobovat prvky.

Pro rozložení průřezu na jeho části průřez vybereme kliknutím a k nabídce se dostaneme přes:

Upravit  **Další nástroje**  **Rozložit průřez na prvky.**

Můžeme také vybrat průřez a pravým tlačítkem zobrazit kontextovou nabídku, ze které vybereme *Rozložit průřez na prvky*.

Po rozložení průřezu se zobrazí se následující upozornění:



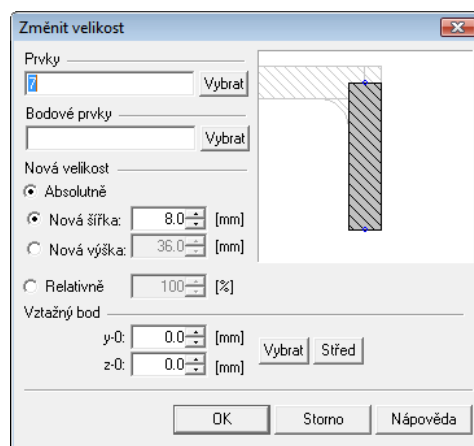
Obr. 10.13: Upozornění při rozložení průřezu na prvky

10.1.9 Změna velikosti prvků

Velikost vybraných prvků a bodových prvků můžeme upravit pomocí nabídky

Upravit  **Další nástroje**  **Změna velikosti**.

Otevře se následující dialog.

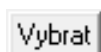


Obr. 10.14: Dialog Změnit velikost



Pokud jsme zatím nevybrali žádné *Prvky* nebo *Bodové prvky*, můžeme zadat jejich čísla ve dvou vstupních polích. Nebo je můžeme [Vybrat] přímo v grafice.

Nová velikost vybraných prvků může být definována *Absolutně* zadáním hodnot *Nová šířka* (velikost ve směru y_0) nebo *Nová výška* (velikost ve směru z_0). Měřítko může být také zadáno *Relativně* v procentech.

Vztažný bod, který představuje počátek pro změnu velikosti, můžeme určit pomocí souřadnic y_0 a z_0 . Můžeme jej také [Vybrat] v grafice. Pokud zvolíme [Střed], bude se změna velikosti vztahovat k těžišti všech vybraných prvků a bodových prvků.

10.2 Nástroje CAD

Nástroje CAD usnadňují grafické zadávání objektů, např. pomocí možností rastru a funkcí, které prvky vytvářejí nebo kombinují.

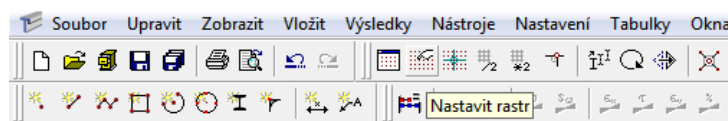
10.2.1 Rastr

Body rastru jsou užitečné pro definování objektů v grafice. Když prvky nastavujeme, kurzor se drží bodů rastru. Rastr můžeme zapnout nebo vypnout pomocí tlačítka, které vidíme zde nalevo.

Vlastnosti rastru zadáváme v dialogu *Nastavení rastru*, který zavoláme pomocí nabídky

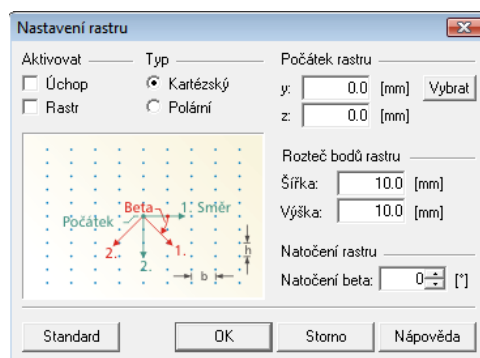
Nastavení Rastr

nebo pomocí odpovídajícího tlačítka v panelu nástrojů.



Obr. 10.15: Tlačítko *Nastavit rastr*

Zavolá se následující dialog.



Obr. 10.16: Dialog *Nastavení rastru*

Aktivovat

Zaškrtnutí políčka *Rastr* jej zapíná nebo vypíná. Funkci přichycení k rastru můžeme zapnout nebo vypnout pomocí políčka *Úchop*. Funkce přichycení k rastru funguje i pro body neviditelného rastru.

Typ

Body rastru mohou být uspořádány vzhledem ke kartézskému nebo polárnímu souřadnému systému (srov. kapitola 5.1, strana 68). Tato volba také ovlivňuje parametry pro rozteč bodů rastru.

Počátek rastru

Počátek rastru je definován souřadnicemi y_0 a z_0 . Může být také určen graficky pomocí tlačítka [Vybrat].

Rychlý výběr počátku umožňuje také tlačítko [Vybrat počátek rastru] v panelu nástrojů, bez nutnosti vyvolání dialogu *Nastavení rastru*.

Rozteč bodů rastru

Pokud je nastaven kartézský rastr, můžeme definovat pro rozteč jeho bodů zvlášť parametry *Šířka* (označena na obrázku v dialogu písmenem b) a *Výška* (označena písmenem h).

Pro polární rastr můžeme definovat radiální rozteč soustředných kružnic pomocí parametru *Poloměr* R . Úhel α určuje rozteč bodů rastru na kružnicích.



Natočení rastru

Kartézský i polární rastr můžeme dále natočit o úhel β v sekci *Natočení rastru*.

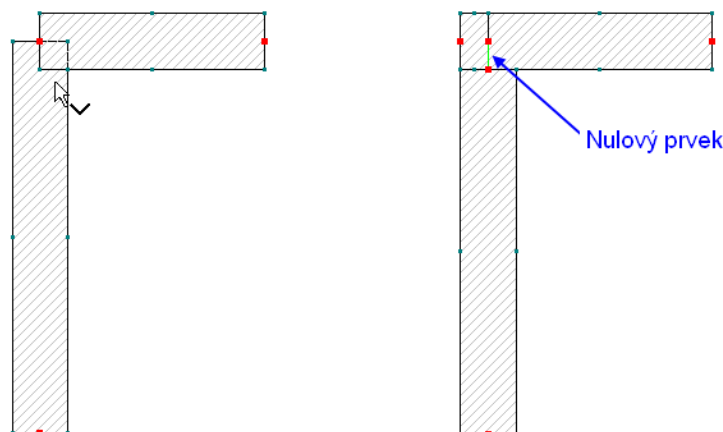
10.2.2 Vyhlazení rohů

Průřezové charakteristiky a napětí nemusí být přesně spočítány v místech, kde se prvky stýkají pod určitým úhlem na společném uzlu. Abychom upravili tyto prvky, zvolíme nabídku

Upravit ☐ **Vyhladit roh**

nebo klikneme na příslušné tlačítko v panelu nástrojů.

U kurzoru se navíc objeví symbol úhlu. Klikneme na oblast průniku obou prvků, které si přejeme upravit.



Obr. 10.17: Vyhlazení rohu – před a po

Strana vybraného prvku se tím zkrátí a přilehlá strana se prodlouží přidáním nového prvku. Dále se vytvoří nulový prvek, takže nedojde k přerušení smykového toku.

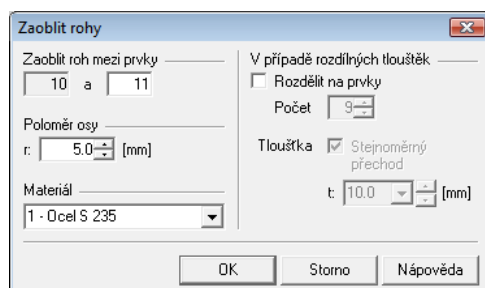
10.2.3 Zaoblení rohů

Prvky se společným uzlem můžeme spojit pomocí obloukového prvku. Díky této funkci můžeme spojit i prvky, které nejsou propojeny.

Abychom realisticky modelovali rohy s poloměrem zaoblení, otevřeme nabídku

Upravit ☐ **Zaoblit roh**

nebo klikneme na příslušné tlačítko v panelu nástrojů. Otevře se následující dialog.



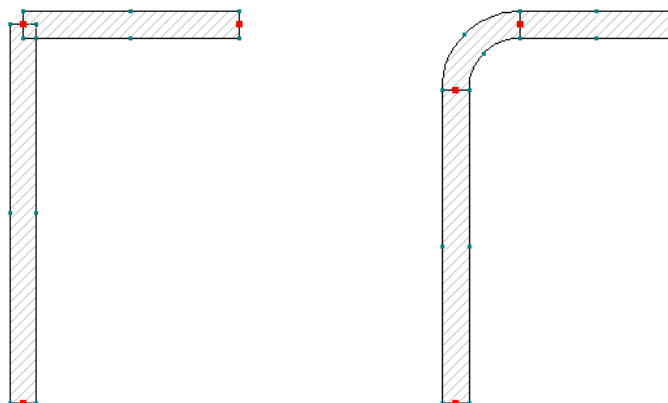
Obr. 10.18: Dialog *Zaoblit rohy*

V tomto dialogu je doporučeno nejprve určit *Poloměr osy r* obloukového prvku. *Materiál* můžeme vybrat ze seznamu.

Pokud oba prvky mají rozdílnou tloušťku, můžeme oblouk rozdělit na několik prvků se spojitým přizpůsobením tloušťky. *Počet* těchto dělení určuje, kolik prvků bude vytvořeno. Jestliže je *Stejný*

ný přechod s interpolovanými tloušťkami nevhodný, zrušíme zaškrtnutí tohoto políčka a pro všechny prvky definujeme parametr *Tloušťka t*.

Nyní postupně klikneme na oba prvky, které se mají spojit obloukem. Číslo prvků odpovídající aktuální pozici kurzoru se zobrazí ve dvou vstupních polích *Zaoblit roh mezi prvky*.



Obr. 10.19: Zaoblení rohů – před a po

10.2.4 Spojení prvků



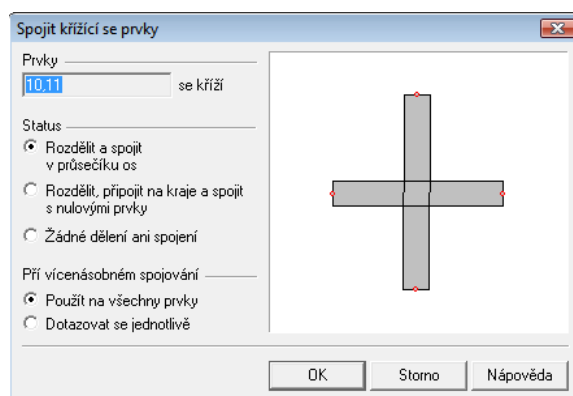
Tato funkce spojuje prvky, jejichž osy se protínají ve společném uzlu. Abychom upravili tyto prvky, zvolíme nabídku

Upravit  Spojit prvky

nebo klikneme na příslušné tlačítko v panelu nástrojů.



U kurzoru se navíc objeví symbol obdélníku. Přes oblast průniku natáhneme okno, abychom vyvolali následující dialog.

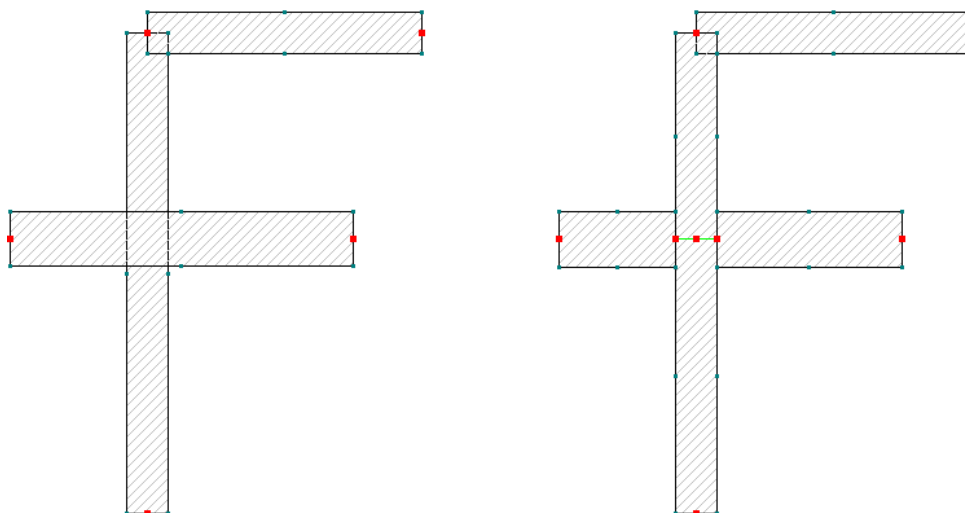


Obr. 10.20: Dialog *Spojit křížící se prvky*

Pro úpravu vybraných prvků máme tři možnosti:

- Program SHAPE-THIN může prvky rozdělit a vytvoří nové uzly v bodech průsečíků os.
- Prvky mohou být rozděleny a spojeny na svých okrajích místo ve středech. Pro spojení okrajů prvků s osami se použijí *nulové prvky*.
- Je také možné použít volbu *Žádné dělení ani spojení*.

Jestliže chceme spojit několik prvků současně, můžeme vybranou volbu použít buď na všechny prvky, nebo jednotlivě s dotazem pro každý krok zvlášť.



Obr. 10.21: Spojit prvky pomocí nulových prvků – před a po

10.2.5 Spojení uzlu a prvku

Na rozdíl od spojení prvků nevyžaduje tato funkce pro spojení společný průsečík. Počáteční nebo koncový uzel prvku je spojen s jiným prvkem pomocí nulového prvku. Takto můžeme vytvořit pevné spojení mezi dvěma prvky, které se ani nedotýkají ani neprotínají.

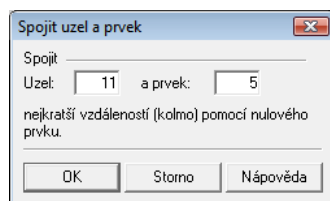
Pokud se má spojení použít pro prodloužení prvku, je doporučena funkce *Prodloužit prvek* (viz další kapitola).



Funkci zavoláme pomocí nabídky

Upravit  **Spojit uzel a prvek**

nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů. Objeví se následující dialog.

Obr. 10.22: Dialog *Spojit uzel a prvek*

Definujeme číslo pro *Uzel* prvku, který se má spojit, nebo klikneme na uzel v grafice. Pak definujeme číslo pro *prvek*, se kterým se má tento uzel spojit, což lze také provést graficky. Vytvoří se nulový prvek s využitím nejkratší vzdálenosti.

10.2.6 Prodloužení prvku k prvku

Tato funkce upravuje délku prvku obecně nebo jej prodlužuje k jinému prvku.

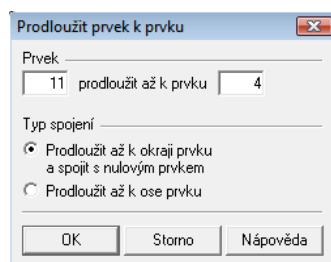


Funkci zavoláme pomocí nabídky

Upravit  **Prodloužit prvek k prvku**

nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů.

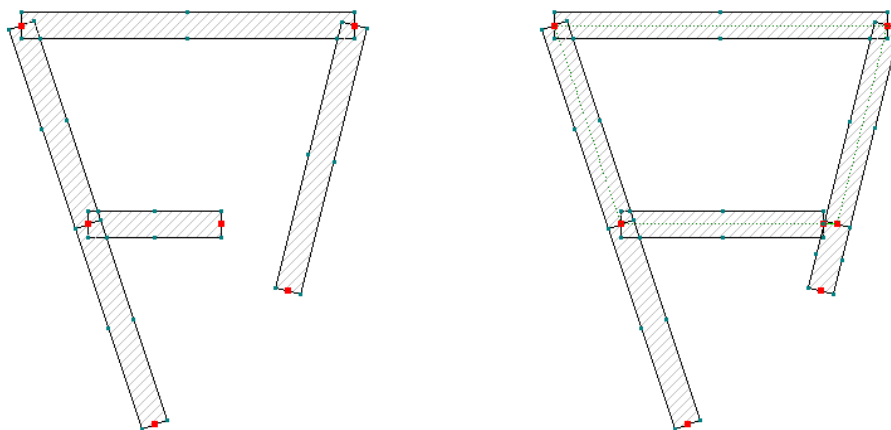
Objeví se následující dialog.

Obr. 10.23: Dialog *Prodloužit prvek k prvku*

K dispozici jsou dvě možnosti provedení spojení:

- První prvek může být prodloužen k okraji druhého prvku a poté spojen s jeho osou pomocí *nulového prvku*.
- Program SHAPE-THIN může prodloužit prvek k ose cílového prvku.

Zadáme čísla obou prvků nebo na ně jednoduše klikneme v grafice.



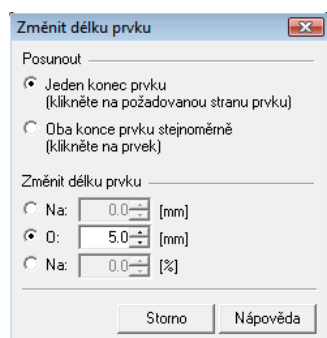
Obr. 10.24: Prodloužit prvek k prvku a spojit pomocí nulového prvku – před a po

10.2.7 Změna délky prvku

Tato funkce se obecně hodí pro úpravu délky prvku. Zavoláme ji pomocí nabídky

Upravit  **Změnit délku prvku.**

Objeví se následující dialog.

Obr. 10.25: Dialog *Změnit délku prvku*

Úpravu můžeme použít pro *Jeden konec prvku* nebo *Oba konce prvku stejnoměrně*.

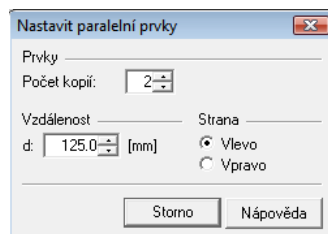
Před výběrem daného prvku resp. konce prvku pomocí kliknutí v grafice musíme definovat jeden z parametrů v sekci *Změnit délku prvku*. K dispozici jsou tři výběrová políčka, která umožňují zadání nové absolutní nebo relativní délky prvku.

10.2.8 Nastavení paralelních prvků

S využitím této funkce můžeme nastavit paralelní prvky. Zavoláme ji pomocí nabídky

Upravit  **Vytvořit paralelní prvky.**

Otevře se následující dialog.



Obr. 10.26: Dialog *Nastavit paralelní prvky*

Definujeme *Počet kopií* a *Vzdálenost d*, která představuje vzdálenosti mezi paralelními prvky. Vzdálenost je vztažena k osám prvků.

Strana odkazuje na orientaci prvku, tj. na pořadí počátečního a koncového uzlu prvku, který se má zkopírovat. Paralelní prvky se poté vytvoří pomocí kliknutí na určitý prvek.



Paralelní prvky mohou být také snadno vytvořeny pomocí funkce Drag & Drop tak, že je vybraný prvek tažen při současném použití klávesy [Ctrl].

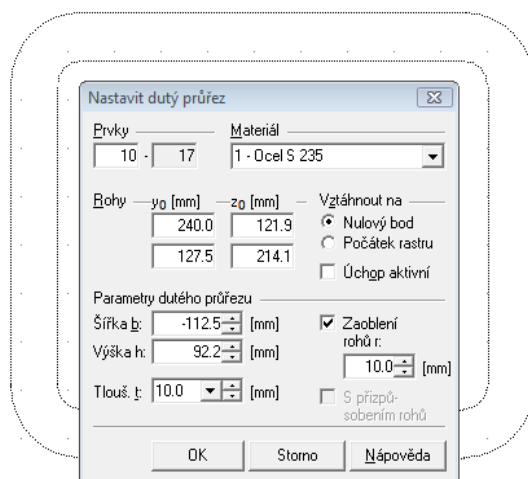
10.2.9 Vytvoření obdélníkového dutého profilu



Pomocí tohoto nástroje můžeme vytvořit uživatelsky definované obdélníkové duté průřezy se zaoblenými rohy nebo bez nich. Dialog, který umožňuje parametrické zadání, je přístupný pomocí nabídky

Vložit  **Průřezy**  **Graficky**  **Dutý průřez**

nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů. Objeví se následující dialog.



Obr. 10.27: Dialog *Nastavit dutý průřez*

Čísla vytvořených prvků se zobrazí v sekci dialogu *Prvky*, kde také můžeme zvolit číslo prvního prvku. *Materiál* můžeme vybrat ze seznamu.

Rohy nastavíme zadáním souřadnic dvou uzlů, které představují úhlopříčku dutého průřezu. Souřadnice můžeme vztáhnout na *Nulový bod* (y_0 / z_0) nebo na uživatelem definovaný *Počátek rastru* (y / z). Uzly můžeme také nastavit graficky. Po zvolení prvního rohu můžeme pomocí kurzoru pohybo-

vat s tečkovaným obrysem nového profilu. Druhý roh je pak nastaven dalším kliknutím. Možnost *Úchop aktivní* usnadňuje umístění na bod rastru.

Pokud nejsou rohové uzly definovány graficky, můžeme nastavit *Parametry dutého průřezu* pomocí zadání hodnot *Šířka b* a *Výška h* průřezu, které odpovídají vnějšímu obrysu průřezu. *Tloušťka t* musí být však definována vždy ručně.

Jestliže chceme vytvořit průřez se zaoblenými rohy, musíme zadat poloměr *Zaoblení rohů r*. V tomto případě není přístupná možnost *S přizpůsobením rohů*, protože se dá použít pouze pro pravoúhlé rohy, pro které můžeme vytvořit vyhlazené rohy (srov. kapitola 10.2.2, strana 180).

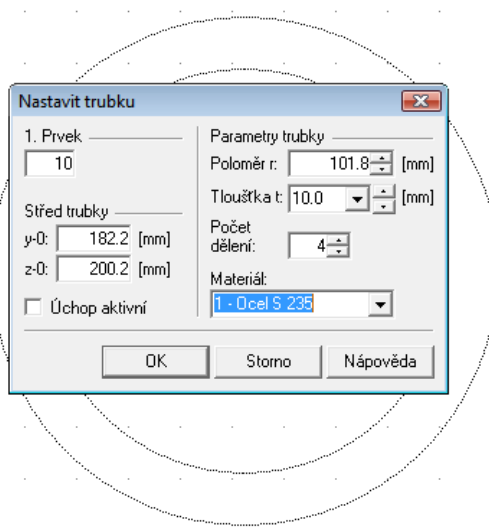
10.2.10 Vytvoření kruhového dutého profilu



Pomocí tohoto nástroje můžeme vytvořit uživatelsky definované kruhové duté průřezy. Dialog, který umožňuje parametrické zadání trubek, je přístupný pomocí nabídky

Vložit ☐ **Průřezy** ☒ **Graficky** ☐ **Trubka**

nebo pomocí odpovídajícího tlačítka v panelu nástrojů. Otevře se následující dialog.



Obr. 10.28: Dialog *Nastavit trubku*

V tomto dialogu můžeme změnit číslo pro první vytvořený *Prvek* a vybrat odpovídající *Materiál* ze seznamu.

Určíme *Střed trubky* zadáním jeho souřadnic y_0 a z_0 nebo klikneme na tento bod v grafice. Možnost *Úchop aktivní* usnadňuje grafický výběr bodu rastru.

Poloměr r znamená vnější poloměr kruhového průřezu. Pokud jej zadáváme graficky tak, že myší táhneme kruh, tvar budoucí trubky se interaktivně vykresluje tečkovanými čarami. *Počet dělení* určuje počet obloukových prvků, které se mají vytvořit.

Po zadání parametru *Tloušťka t* můžeme trubku umístit na pracovní plochu pomocí [OK] nebo kliknutím, které určuje její poloměr.

10.3 Tabulkové funkce

10.3.1 Funkce pro úpravu



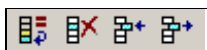
Funkce pro úpravu usnadňují zadávání pomocí tabulek. Na rozdíl od blokových operací (srov. kapitola 10.3.2), není nutné vybrat předem několik buněk. Funkce pro úpravu ovlivňují pouze aktuální buňku, na kterou umístíme kurzor.

Spuštění funkcí pro úpravu

Kurzor musí být umístěn v tabulce. Všechny funkce pro úpravu jsou dostupné pomocí nabídky

Tabulky → Upravit.

Některé funkce pro úpravu jsou také přístupné v panelu nástrojů tabulky.



Obr. 10.29: Tlačítka pro některé *Funkce pro úpravu* v panelu nástrojů u tabulek

Tyto funkce můžeme také zavolat pomocí kontextové nabídky tabulky (srov. obr. 10.30, strana 187).

Funkce a příkazy

Funkce	Účinek
Vyjmout [Ctrl+X]	Odstraní obsah buňky a uloží jej do schránky.
Kopírovat [Ctrl+C]	Kopíruje obsah buňky do schránky.
Vložit [Ctrl+V]	Vloží obsah schránky. Pokud je obsah schránky větší než daná buňka, budou buňky v následujících sloupcích přepsány. Před tím se objeví upozornění.
Kopírovat řádek [Ctrl+2]	Přepíše následující řádek obsahem aktuálního řádku.
Vyprázdnit řádek [Ctrl+Y] 	Smaže obsah řádku a ponechá tento řádek prázdný.
Vložit řádek [Ctrl+I] 	Vloží nový, prázdný řádek a posune všechny následující řádky směrem dolů.
Zrušit řádek [Ctrl+R] 	Smaže celý řádek a posune všechny následující řádky směrem nahoru.
Najít [Ctrl+F]	Hledá v tabulce číslo nebo textový řetězec.
Najít a nahradit [Ctrl+H]	Hledá v tabulce číslo nebo textový řetězec a nahrazuje jej.
Vybrat [F7]	Otevře seznam v buňce.

Tabulka 10.1: Funkce pro úpravu

Příklady

Kopírovat řádek

Funkci zavoláme pomocí kontextové nabídky řádku 2.

1	Kartézský	0	0.0	0.0	
2	Kartézský	0	45.5		
3	Kartézský	0	91.0		
4	Kartézský	0	0.0		
5	Kartézský	0	45.5		
6	Kartézský	0	91.0		
7					
8	Kartézský	0	167.0		
9	Kartézský	0	167.0		
10	Kartézský	0	48.1		
11	Kartézský	0	45.5		
12					
13					
14					

Žpět	Ctrl+Z
Vyjmout	Ctrl+X
Kopírovat	Ctrl+C
Vložit	Ctrl+V
Kopírovat řádek	Ctrl+2
Vyprázdnit řádek	Ctrl+Y
Vložit řádek	Ctrl+I
Zrušit řádek	Ctrl+R
Vybrat...	F7

Obr. 10.30: Kopírování řádku 2 pomocí kontextové nabídky

Řádek 7 bude přepsán.

1	Kartézský	0	0.0	0.0	
2	Kartézský	0	45.5	0.0	
3	Kartézský	0	45.5	0.0	
4	Kartézský	0	0.0	172.0	

Obr. 10.31: Výsledek

Vložit řádek

Funkci zavoláme pomocí kontextové nabídky řádku 3.

1	Kartézský	0	0.0	0.0	
2	Kartézský	0	45.5	0.0	
3	Kartézský	0	45.5		
4	Kartézský	0	0.0		
5	Kartézský	0	45.5		
6	Kartézský	0	91.0		
7					
8	Kartézský	0	167.0		
9	Kartézský	0	167.0		
10	Kartézský	0	48.1		
11	Kartézský	0	45.5		
12					
13					
14					

Žpět	Ctrl+Z
Vyjmout	Ctrl+X
Kopírovat	Ctrl+C
Vložit	Ctrl+V
Kopírovat řádek	Ctrl+2
Vyprázdnit řádek	Ctrl+Y
Vložit řádek	Ctrl+I
Zrušit řádek	Ctrl+R
Vybrat...	F7

Obr. 10.32: Vložení řádku pomocí kontextové nabídky

Bude vložen nový, prázdný řádek. Všechny následující řádky se posunou směrem dolů.

1	Kartézský	0	0.0	0.0	
2	Kartézský	0	45.5	0.0	
3	Kartézský	0			
4	Kartézský	0	45.5	0.0	
5	Kartézský	0	0.0	172.0	
6	Kartézský	0	45.5	172.0	
7	Kartézský	0	91.0	172.0	
8					

Obr. 10.33: Výsledek

10.3.2 Blokové funkce



Specifické nástroje pomáhají při tabulkovém zadávání. Před provedením následujících operací je třeba označit několik sousedních buněk jako *blok*, tj. udělat výběr.

Souřadnicový systém	Vztažný Uzel	Souřadnice uzlu	
		y ₀ [mm]	z ₀ [mm]
Kartézský	0	0.0	0.0
Kartézský	0	45.5	0.0
Kartézský	0	45.5	0.0
Kartézský	0	0.0	172.0
Kartézský	0	45.5	172.0
Kartézský	0	91.0	172.0

Obr. 10.34: Vybraný blok několika buněk v tabulce

Nezáleží na tom, zda jsou buňky vyplněny nebo jsou prázdné. Blokova operace rovnoměrně upravuje obsah vybraných buněk.

Spuštění blokových funkcí

Nejprve musíme vybrat v tabulce určitý blok. To můžeme udělat tahem myši přes několik buněk se současně stisknutým levým tlačítkem. Kliknutí na číslo určitého řádku vybere celý tento řádek.

Všechny funkce pro výběr jsou dostupné pomocí nabídky

Tabulky → Blok.



Některé blokové funkce jsou také přístupné v panelu nástrojů v tabulce.



Obr. 10.35: Tlačítka pro blokové funkce v panelu nástrojů tabulky

Tyto funkce můžeme také zavolat pomocí kontextové nabídky tabulky.

Kartézský	0	0.0
Kartézský	0	45.5
Kartézský	0	45.5
Kartézský	0	0.0
Kartézský	0	45.5
Kartézský	0	91.0
Kartézský	0	167.0
Kartézský	0	167.0
Kartézský	0	48.1
Kartézský	0	45.5

Odznačit	Ctrl+U
Vyjmout	Ctrl+X
Kopírovat	Ctrl+C
Vložit	Ctrl+V
Vyprázdnit	Ctrl+Del
Přičíst...	
Násobit...	
Dělit...	
Zadat	
Generovat	Ctrl+G
Uložit...	
Import...	

Obr. 10.36: Blokové funkce v kontextové nabídce

Funkce	Účinek
Odznačit [Ctrl+U]	Zruší výběr řádků nebo sloupců.
Vymnout [Ctrl+X]	Odstraní výběr a uloží jej do schránky.
Kopírovat [Ctrl+C]	Kopíruje obsah výběru do schránky.
Vložit [Ctrl+V]	Vloží obsah schránky. Tato funkce je k dispozici pouze pro vhodný typ dat ze schránky, např. z programu MS Excel™.
Vyprázdnit [Ctrl+Del] 	Smaže obsah vybraných buněk.
Přičíst 	Přičte zadanou hodnotu k těm buňkám, které obsahují číselné hodnoty.
Násobit 	Vynásobí buňky, které obsahují číselné hodnoty, zadaným faktorem.
Dělit 	Vydělí buňky, které obsahují číselné hodnoty, zadaným faktorem.
Zadat	Celému výběru přiřadí hodnotu buňky, která je ve výběru nejvíce nahoře.
Generovat [Ctrl+G]	Interpoluje číselné hodnoty mezi první a poslední vybranou buňkou.
Uložit	Uloží výběr jako soubor.
Importovat	Načte výběr, který byl uložen jako soubor.

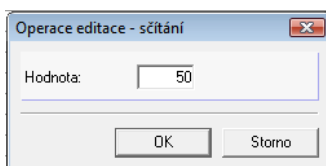
Příklady

Bylo vybráno několik buněk s číselnými hodnotami.

Souřadnice uzlu		Souřadnice h
yo [mm]	zo [mm]	u [mm]
0.0		
45.5	<u>O</u> dznačit	Ctrl+U
	<u>V</u> ymnout	Ctrl+X
45.5	<u>K</u> opírovat	Ctrl+C
0.0	<u>V</u> ložit	Ctrl+V
45.5	<u>V</u> yprázdnit	Ctrl+Del
91.0		
167.0	<u>P</u> řičíst...	
167.0	<u>N</u> ásobit...	
48.1	<u>D</u> ělit...	
45.5	<u>Z</u> adat	
	<u>G</u> enerovat	Ctrl+G
	<u>U</u> ložit...	
	<u>I</u> mport...	

Program SHAPE-THIN 7 © 2010 Inq. Software Dlubal s.r.o.

Hodnota, která bude přičtena, může být zadána v dialogu.



Obr. 10.38: Dialog *Operace editace - sčítání*

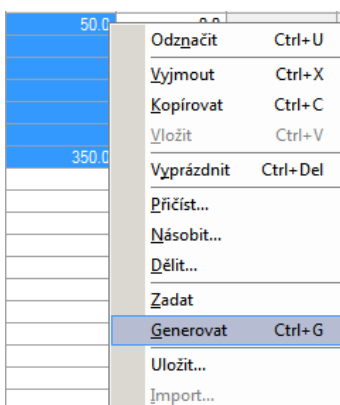
50.0
95.5
95.5
50.0

Obr. 10.39: Výsledek

Všechny číselné hodnoty v tomto výběru byly zvětšeny o 50. Prázdné buňky zůstávají prázdné.

Generovat

Pomocí této funkce můžeme rychle vyplnit buňky. Číselné hodnoty jsou lineárně interpolovány od počáteční hodnoty nejsvrchnější buňky (např. 50.00) až ke koncové hodnotě nejspodnější buňky (např. 350.00).



Obr. 10.40: Kontextová nabídka bloku

Všechny vybrané buňky budou vyplněny mezilehlými číselnými hodnotami.

50.0
100.0
150.0
200.0
250.0
300.0
350.0

Obr. 10.41: Výsledek

10.3.3 Funkce zobrazení

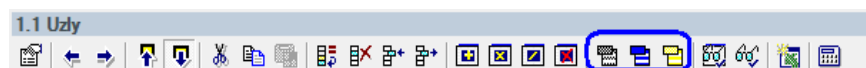
Pomocí funkcí zobrazení můžeme zmenšit počet buněk, které se v tabulce objeví. Takto se zlepší přehlednost tabulek.

Spuštění funkcí zobrazení

Všechny funkce zobrazení jsou dostupné pomocí nabídky

Tabulky → Zobrazení.

Některé funkce zobrazení jsou také přístupné v panelu nástrojů tabulky.



Obr. 10.42: Tlačítka pro funkce zobrazení v panelu nástrojů v tabulkách

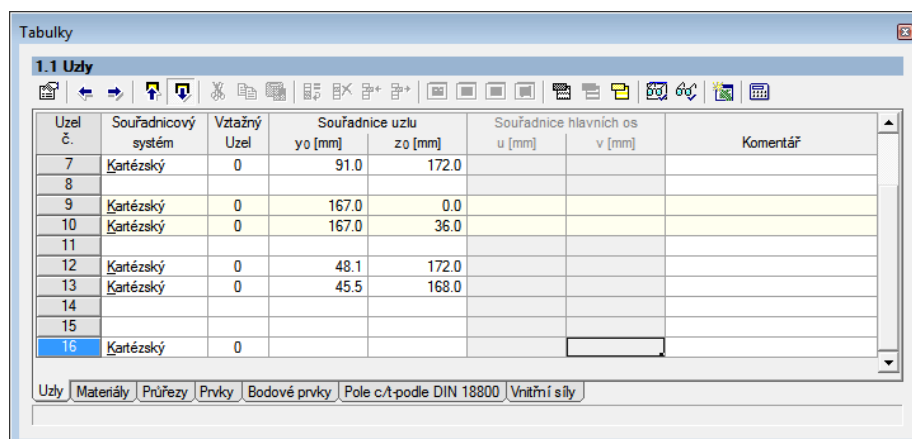
Funkce

Funkce	Účinek
Pouze použité řádky 	Skryje všechny prázdné řádky.
Pouze označené řádky 	Zobrazí pouze vybrané řádky.
Pouze výběr 	Zobrazí pouze objekty, které jsou vybrány v grafice.
Záhlaví tabulky	Zapíná nebo vypíná zobrazení záhlaví tabulky.
Panel nástrojů	Zapíná nebo vypíná zobrazení panelů nástrojů.
Záhlaví sloupců	Zapíná nebo vypíná zobrazení záhlaví sloupců (A, B, C, ...).
Stavový řádek	Zapíná nebo vypíná zobrazení stavového řádku tabulky.

Tabulka 10.3: Funkce zobrazení

Příklad: Pouze použité řádky

Tabulka obsahuje několik prázdných řádků, které mohou působit rušivě.



Uzel č.	Souřadnicový systém	Vztahový Uzel	Souřadnice uzlu		Souřadnice hlavních os		Komentář
			yo [mm]	zo [mm]	u [mm]	v [mm]	
7	Kartézský	0	91.0	172.0			
8							
9	Kartézský	0	167.0	0.0			
10	Kartézský	0	167.0	36.0			
11							
12	Kartézský	0	48.1	172.0			
13	Kartézský	0	45.5	168.0			
14							
15							
16	Kartézský	0					

Obr. 10.43: Tabulka s prázdnými řádky

Funkce *Pouze použité řádky* skryje všechny prázdné řádky.

Tabulky

1.1 Uzly

Uzel č.	Souřadnicový systém	Vztažný Uzel	Souřadnice uzlu		Souřadnice hlavních os		Komentář
			yo [mm]	zo [mm]	u [mm]	v [mm]	
1	Kartézský	0	0.0	0.0			
2	Kartézský	0	45.5	0.0			
3	Kartézský	0	91.0	0.0			
9	Kartézský	0	167.0	0.0			
10	Kartézský	0	167.0	36.0			

Uzly | Materiály | Průřezy | Prvky | Bodové prvky | Pole c/t podle DIN 18800 | Vnitřní síly

Obr. 10.44: Tabulka bez prázdných řádků

10.3.4 Nastavení tabulky

Můžeme nastavit typy písma a barvy pro tabulky. Navíc můžeme synchronizovat grafický výběr s tabulkovým výběrem.

Spuštění nastavení tabulky

Všechny možnosti nastavení pro tabulky jsou dostupné pomocí nabídky

Tabulky → Nastavení.

Některé možnosti nastavení jsou také přístupné v panelu nástrojů tabulky.



Obr. 10.45: Tlačítka pro synchronizaci výběru

Funkce

Funkce	Účinek
Barvy	Zavolá dialog <i>Barvy</i> , kde můžeme změnit barevné nastavení pro všechny prvky tabulky zvlášť.
Typy písma	Zavolá dialog <i>Písmo</i> , kde můžeme pro tabulky změnit typ písma, jeho styl a velikost.
Označit vybraný objekt z tabulek v grafice 	Pokud je zvolena tato možnost (standardní nastavení), jsou objekty z aktuální buňky nebo buněk vybrány také v grafice.
Označit vybraný objekt z grafiky v tabulce 	Pokud je zvolena tato možnost (standardní nastavení), jsou vybrané objekty v grafice zvýrazněny také v tabulce.

Tabulka 10.4: Nastavení tabulky

10.3.5 Funkce filtrování

Funkce filtrování v tabulkách průřezových charakteristik a napětí umožňují uživatelsky definované rozvržení těchto výsledkových tabulek.

Filtrování výsledků je přístupné pomocí nabídky

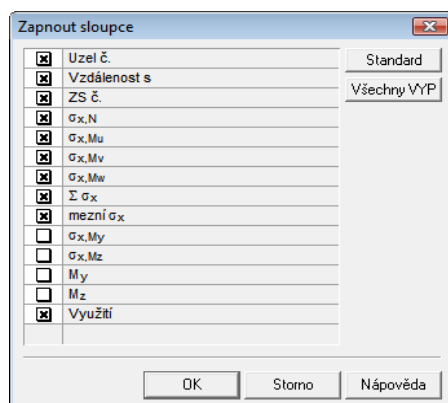
Tabulky → Zobrazení → Filtr sloupců

nebo pomocí tlačítka v panelu nástrojů tabulky.



Obr. 10.46: Tlačítko *Filtr sloupců* v panelu nástrojů tabulky 3.1 *Normálová napětí*

Otevře se následující dialog, ve kterém můžeme vybrat výsledky, které budou zobrazeny.



Obr. 10.47: Dialog *Zapnout sloupce*

10.3.6 Import a export tabulek

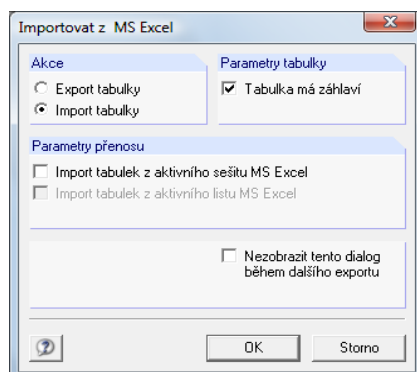
Excelovskou tabulku můžeme přímo importovat do aktuální vstupní tabulky programu SHAPE-THIN. Před provedením vlastního importu musí být spuštěn program MS Excel™. A naopak, je možné exportovat aktuální tabulku v programu SHAPE-THIN do Excelu.

Spuštění funkce pro import a export

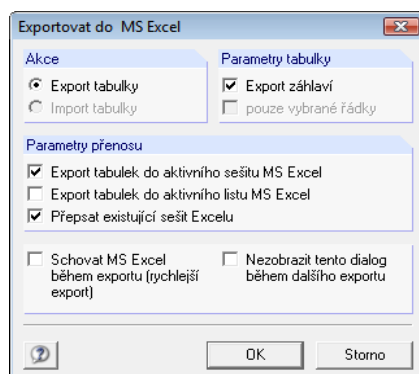
Funkci spustíme kliknutím na tlačítko [EXCEL – Export/Import] v panelu nástrojů tabulek.



Obr. 10.48: Tlačítko *EXCEL – Export/Import* v panelu nástrojů tabulky



Obr. 10.49: Dialog *Importovat z MS Excel*

Obr. 10.50: Dialog *Exportovat do MS Excel*

V závislosti na druhu *Akce* v nastavení dialogu můžeme podrobně definovat možnosti pro import resp. export.

Import tabulky

Před importem musíme otevřít Excel. Pokud mají listy sešitu záhlaví, musíme zaškrtnout políčko *Tabulka má záhlaví*. Pak budou řádky záhlaví ignorovány a do tabulek programu SHAPE-THIN se importuje pouze vybraný seznam.

V sekci *Parametry přenosu* můžeme vybrat, zda si přejeme importovat z aktivního sešitu nebo z aktivního listu. Když importujeme celý sešit, musí pořadí a struktura jeho listů přesně odpovídat pořadí SHAPE-THIN tabulek.

Import spustíme pomocí [OK].



Pokud chceme importovat pouze části pracovního listu, je doporučený postup kopírování následující: označíme oblast v tabulce Excelu a zkopírujeme ji do schránky pomocí [Ctrl]+[C]. Pak umístíme kurzor do příslušné buňky v tabulce programu SHAPE-THIN a vložíme obsah schránky pomocí [Ctrl]+[V].

Export tabulky

Excel nemusí běžet na pozadí před exportem tabulek z programu SHAPE-THIN.

V sekci dialogu *Parametry tabulky* můžeme určit, zda se bude exportovat i záhlaví. Pokud je políčko *Export záhlaví* zaškrtnuto, bude přenos do Excelu vypadat následovně:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Uzel	Souřadnicový	Vztažný	Souřadnice uzlu		Souřadnice hlavních os	
2	č.	systém	Uzel	y_z [mm]	z_z [mm]	u [mm]	v [mm]
3	1	Kartézský	0	0,0	0,0	-90,8	-31,7
4	2	Kartézský	0	45,5	0,0	-48,8	-49,1
5	3	Kartézský	0	91,0	0,0	-6,8	-66,5
6	4	Kartézský	0	0,0	172,0	-25,0	127,2
7	5	Kartézský	0	45,5	172,0	17,0	109,8
8	6	Kartézský	0	91,0	172,0	59,1	92,4
9	7						
10	8	Kartézský	0	167,0	0,0	63,5	-95,6
11	9	Kartézský	0	167,0	36,0	77,2	-62,3

Obr. 10.51: Tabulka v Excelu s exportovaným záhlavím

Pokud není toto políčko zaškrtnuto, do Excelu se přenesou pouze obsah tabulky, jak ukazuje následující obrázek.

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	Kartézský	0	0,0	0,0	-90,8	-31,7
2	2	Kartézský	0	45,5	0,0	-48,8	-49,1
3	3	Kartézský	0	91,0	0,0	-6,8	-66,5
4	4	Kartézský	0	0,0	172,0	-25,0	127,2
5	5	Kartézský	0	45,5	172,0	17,0	109,8
6	6	Kartézský	0	91,0	172,0	59,1	92,4
7	7						
8	8	Kartézský	0	167,0	0,0	63,5	-95,6
9	9	Kartézský	0	167,0	36,0	77,2	-62,3

Obr. 10.52: Tabulka v Excelu bez záhlaví

Zaškrtávací políčko *Pouze vybrané řádky* je přístupné tehdy, když jsme v tabulce vybrali určitý blok. Určuje, zda bude exportován pouze tento blok nebo celá tabulka.

V sekci *Parametry přenosu* zvolíme, zda bude použit aktivní sešit MS Excelu. Pokud není toto políčko zaškrtnuto, vytvoří se nový sešit. To samé platí pro možnost *Export tabulek do aktivního listu MS Excel*. Když zaškrtneme toto políčko, bude použit aktivní list s možností jej přepsat.

Pokud zaškrtneme *Přepsat existující sešit Excelu*, vyhledá se tabulka se stejným jménem jako v programu SHAPE-THIN a pak se přepíše.

Tlačítko [OK] spustí export aktuální tabulky v programu SHAPE-THIN.

10.4 Obecné funkce

Tato kapitola popisuje některé funkce programu, které mají obecnou důležitost a které jsou přístupné z mnoha dialogů.

10.4.1 Zobrazení objektů

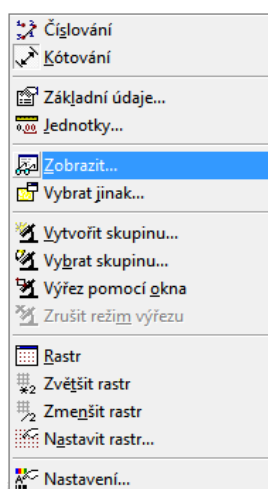
Nastavení zobrazení určuje, **které** grafické objekty se ukážou. Možnosti zobrazení, které jsou popsány v následující kapitole, však určují, **jakým způsobem** budou objekty zobrazeny.



Dialog, který určuje parametry pro zobrazení objektů, zavoláme pomocí nabídky

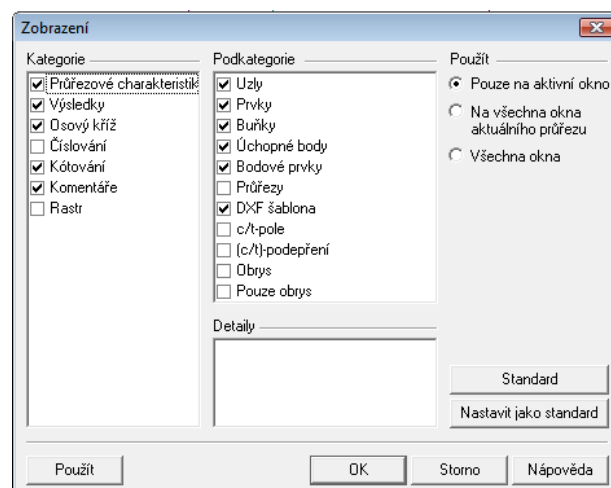
Zobrazit → Zobrazit

nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů. Tato možnost je také obsažena v kontextové nabídce, kterou můžeme otevřít pomocí kliknutí pravým tlačítkem na 'prázdnou' oblast pracovní plochy.



Obr. 10.53: Kontextová nabídka programu SHAPE-THIN

Objeví se následující dialog.



Obr. 10.54: Dialog Zobrazení, kategorie Průřezové charakteristiky

Každá *Kategorie* je tvořena mnoha položkami uvedenými v sekci *Podkategorie*. Můžeme vybrat mnoho různých položek, které si přejeme zobrazit. *Detaily*, které můžeme dále nastavit, závisí na vybrané položce.

Pokud je v programu SHAPE-THIN otevřeno několik oken, můžeme upravené nastavení dále vymezit v sekci dialogu *Použít*.

10.4.2 Možnosti zobrazení

Možnosti zobrazení určují, **jakým způsobem** se grafické objekty ukážou. Naproti tomu, nastavení zobrazení, která jsou popsána v předchozí kapitole, určují, **zda** bude objekt v grafice zobrazen nebo skryt.

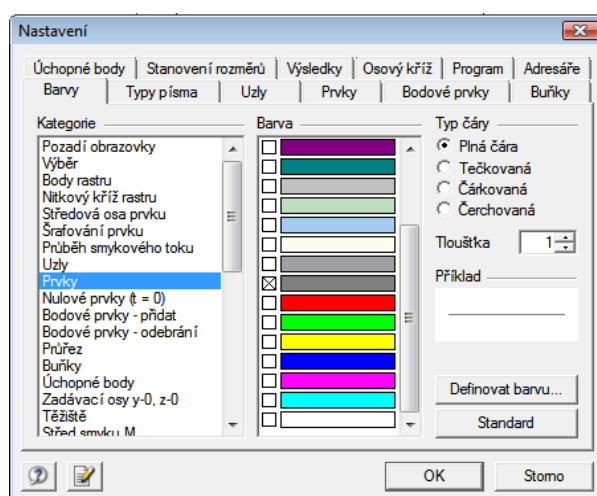


Dialog pro přizpůsobení možností zobrazení zavoláme pomocí nabídky

Nastavení → Nastavení

nebo pomocí obecné kontextové nabídky, kterou můžeme otevřít pomocí kliknutí pravým tlačítkem na 'prázdnou' oblast pracovní plochy (srov. obr. 10.53, strana 196).

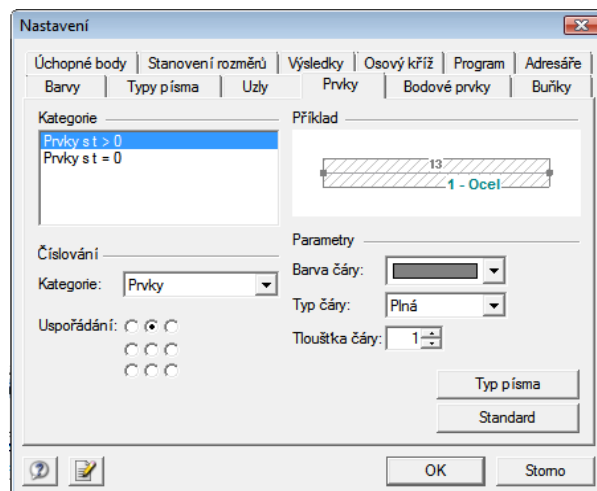
Objeví se následující dialog.



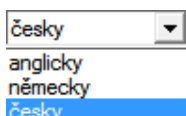
Obr. 10.55: Dialog *Nastavení*, záložka *Barvy*

Tento dialog se skládá z několika záložek, které umožňují detailní přiřazení barev, typů čar, typů písma, velikostí apod. k určitým položkám. Interaktivní *Příklad* se zobrazuje v každé záložce.

Grafický objekt obvykle vybíráme ze seznamu *Kategorie*. Pak můžeme určit jeho parametry pro zobrazení. Následující obrázek ilustruje všechny možnosti pro *Prvky*.



Obr. 10.56: Dialog *Nastavení*, záložka *Prvky*



Záložka *Program* umožňuje specifické nastavení programu. Kromě jiných funkcí můžeme vybrat jazyk pro uživatelské prostředí SHAPE-THIN:

- anglicky
- německy
- česky

Můžeme uložit definované možnosti zobrazení pomocí nabídky

Nastavení → Uložit jako.

Zavolá se dialog Windows *Uložit jako*, kde můžeme definovat umístění a jméno nového konfiguračního souboru (*.cfg).

A naopak, konfigurační soubory s uživatelsky definovaným nastavením můžeme importovat pomocí nabídky

Nastavení → Načíst.

10.4.3 Jednotky a desetinná místa

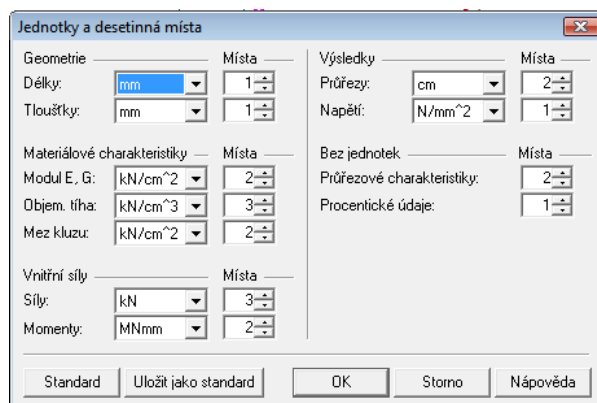
Jednotky a desetinná místa se ovládají ve zvláštním dialogu.

Z dialogu *Základní údaje* můžeme dialog pro úpravu jednotek a desetinných míst zavolat přímo pomocí odpovídajícího tlačítka. Můžeme také použít nabídku

Nastavení → Jednotky

a zavoláme následující dialog.

Jednotky



Obr. 10.57: Dialog *Jednotky a desetinná místa*

Nastavení pro jednotky a desetinná místa můžeme změnit v průběhu práce s průřezem. Všechny číselné hodnoty budou převedeny nebo upraveny.

Nastavení můžeme provést podrobně pro parametry *Geometrie* průřezu, *Materiálové charakteristiky*, *Vnitřní síly* a pro *Výsledky*.

Pomocí tlačítka [Uložit jako standard] můžeme změněné nastavení určit jako standard pro nové průřezy.

Uložit jako standard

10.4.4 Kóty

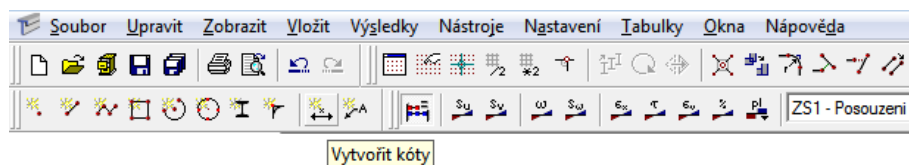
Kromě automaticky vytvořeného kótování průřezu můžeme přidat uživatelsky definované kóty. Kóty mohou odkazovat na uzly, úchopové body nebo určité výsledky (např. těžiště *C*, střed smyku *M*).



Funkci pro nastavení kótovacích čar zavoláme pomocí nabídky

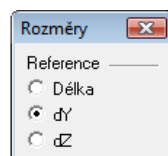
Vložit Kóty

nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů.



Obr. 10.58: Tlačítko Vytvořit kóty

Objeví se dialog *Rozměry*.

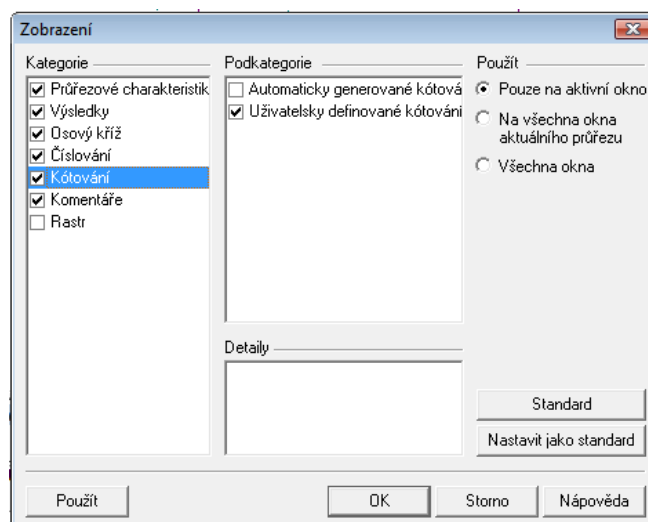


Obr. 10.59: Dialog Rozměry

Klikneme na dva objekty (uzly, úchopové body apod.), které představují vztažné uzly nové kótovací čáry. Jako *Reference* může být vybrána buď skutečná *Délka* nebo její průmět ve směru jedné z globálních os.

Odsazení kótovací čáry od prvního vybraného objektu určíme pohybem kurzoru v grafice. Kliknutím se kótovací čára definitivně vytvoří.

Zobrazení kótovacích čar ovládáme v dialogu *Zobrazení* nebo pomocí obecné kontextové nabídky v pracovním okně.



Obr. 10.60: Dialog Zobrazení: Kategorie Kótování



Když dojde ke změnám v geometrii průřezu, kótovací čáry se automaticky upraví.

Pokud chceme změnit odsazení kótovací čáry nebo vztáhnout ji na jiné objekty, musíme ji smazat a definovat znovu.

10.4.5 Komentáře

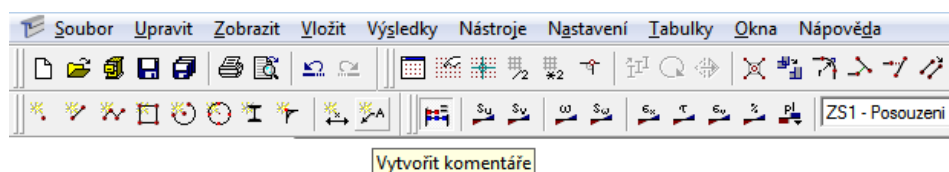
K dispozici jsou dva různé druhy komentářů: texty můžeme vložit v grafice i v polích pro komentáře u dialogů a tabulek (jak vidíme např. na obr. 5.4 na straně 68). Tato kapitola se zabývá komentáři v grafickém uživatelském prostředí.

Komentáře můžeme sestavit pro uzly, úchopové body, prvky a bodové prvky pomocí funkce úchopu nebo je můžeme libovolně umístit na aktuální pracovní plochu.

Funkci pro komentáře můžeme zavolat pomocí nabídky

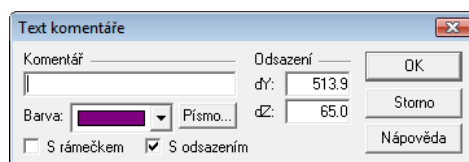
Vložit Komentáře

nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů.



Obr. 10.61: Tlačítko Vytvořit komentáře

Objeví se následující dialog.



Obr. 10.62: Dialog Text komentáře

Písmo...

Komentář vložíme do stejnojmenného vstupního pole. Parametry *Barva*, [*Písmo*], styl a velikost písma můžeme detailně upravit. Také můžeme okolo komentáře volitelně nastavit *rámeček*.

Pokud zaškrtneme políčko *S odsazením*, bude komentář umístěn v určité vzdálenosti od vybraného objektu. Tuto vzdálenost můžeme také určit graficky: nejprve klikneme na daný objekt a potom definujeme vzdálenost pro komentář dalším kliknutím.

Zobrazení komentářů ovládáme v dialogu *Zobrazení* (srov. obr. 10.60, strana 199) nebo pomocí obecné kontextové nabídky, kterou můžeme otevřít pomocí kliknutí pravým tlačítkem na 'prázdnou' oblast pracovního okna.

Komentář můžeme upravit později tak, že na něj dvakrát klikneme. Pokud chceme změnit odsazení, musíme jej předefinovat.

10.4.6 Funkce měření



Vzdálenosti a úhly můžeme změřit, abychom zkontrolovali data. Tuto funkci můžeme spustit z nabídky **Nástroje**.

K dispozici jsou tři možnosti pro měření parametrů

- *Vzdálenost* mezi dvěma objekty (uzly, úchopové body, těžiště, smykový střed),
- *Úhel* mezi 3 uzly,
- *Úhel* mezi 2 prvky.

Klikneme na odpovídající objekty jeden po druhém. Ukáže se podrobný výsledek.



Obr. 10.63: Informace o vzdálenosti

10.4.7 Hledání objektů



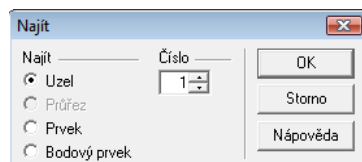
Když hledáme určité objekty, můžeme použít tabulky. Jestliže umístíme kurzor do řádku tabulky, příslušný objekt se zvýrazní v grafice. Je důležité, aby byla zapnuta synchronizace výběru (viz kapitola 10.3.4, strana 192).

Pomocí této metody můžeme objekty snadno identifikovat v grafice.

Program SHAPE-THIN má také zvláštní funkci pro hledání, kterou zavoláme pomocí nabídky

Nástroje → Najít.

Objeví se následující dialog.



Obr. 10.64: Dialog *Najít*

Seznam v sekci *Najít* určuje, zda se bude hledat uzel, průřez, prvek nebo bodový prvek. Jeho číslo můžeme vložit do vstupního políčka vedle seznamu.

Po potvrzení pomocí [OK] bude hledaný objekt označen šipkou v grafice.



11. Rozhraní

Mezi programem SHAPE-THIN a ostatními programy je možná výměna dat. Pro tento proces se využívají šablony, které byly vytvořeny v aplikacích CAD. Výsledky z programu SHAPE-THIN mohou být dále k dispozici i pro různé přídatné softwary určené k designu.

Údaje o průřezích z předchozích verzí programu SHAPE-THIN jsou také dostupné. Můžeme převzít vstupní údaje z DOSovských verzí **SHAPE-THIN 1.xx/2.xx** nebo přímo otevřít soubory z verzí **SHAPE-THIN 5.xx/6.xx**, například pro výpočet účinných šířek.

K dispozici jsou rozhraní na ostatní programy firmy DLUBAL. Na jednu stranu můžeme importovat vnitřní síly prutů z programů RSTAB nebo RFEM. Tento proces je popsán v kapitole 5.7 na straně 86. A na druhou stranu charakteristiky uživatelem definovaných průřezů v SHAPE-THIN jsou dostupné v RSTABu nebo RFEMU a mohou být přiřazeny určitým prutům. Design prutů z programu SHAPE-THIN umožňují také různé přídatné moduly.

Podrobnosti o exportu výstupních dat jako **RTF soubor** najdeme v kapitole 9.1.10 na straně 164.

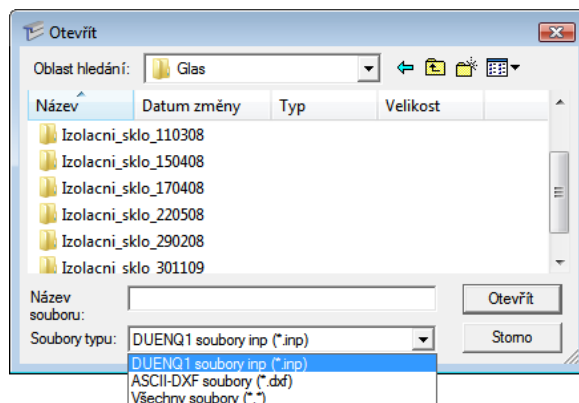
Program SHAPE-THIN může navíc běžet externě pomocí programovatelného rozhraní založeného na technologii COM (např. Visual Basic). Přídatný modul **DU-COM** (není obsažen v programu SHAPE-THIN) umožňuje vytváření uživatelsky definovaných vstupních maker a doplňujících programů.



Import dat zahájíme pomocí nabídky

Soubor → Importovat.

Otevře se běžný dialog Windows *Otevřít*.



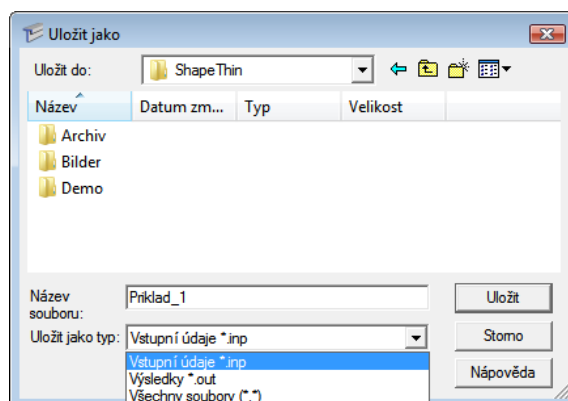
Obr. 11.1: Dialog *Otevřít*



Soubory programu SHAPE-THIN můžeme exportovat pomocí nabídky

Soubor → Exportovat.

Otevře se běžný dialog Windows *Uložit jako*.

Obr. 11.2: Dialog *Uložit jako*

11.1 Soubory DLUBAL typu ASCII *.inp / *.aus

Programy SHAPE-THIN 5/6 a SHAPE-THIN 7 mohou být instalovány souběžně (srov. kapitola 2.2.4, strana 10). Pokud jsme vytvořili projekty ve Správci projektů programu SHAPE-THIN 5/6, budou automaticky zobrazeny i se všemi průřezy, které obsahují, ve Správci projektů programu SHAPE-THIN 7.

Importování



Soubory programů SHAPE-THIN 1/2 v DOSovském formátu ***.inp** můžeme importovat pomocí nabídky

Soubor → Importovat.

Otevře se dialog jako na obr. 11.1, kde můžeme vybrat jméno souboru určitého DOSovského průřezu. Jsou přednastaveny *Soubory typu DUENQ1 files inp (*.inp)*.

Po kliknutí na [Otevřít] se objeví dialog *Nový průřez – Základní údaje* se jménem DOSovského souboru v poli *Průřez*. Tento průřez bude automaticky zahrnut do aktuálního projektu, který můžeme nastavit pomocí seznamu *Projekt*.



Pro import několika DOSovských souborů doporučujeme spojit celý projekt pomocí Správce projektů. Podrobnosti o této funkci nalezneme v kapitole 4.4.1.1 na straně 49.

Exportování



Soubory programu SHAPE-THIN 7 můžeme exportovat do ASCII formátů ***.inp** a ***.aus** pomocí nabídky

Soubor → Exportovat.

Otevře se dialog jako na obr. 11.2, kde zvolíme jméno ASCII souboru a vybereme adresář pro export. Na seznamu *Soubory typu* jsou k dispozici tři možnosti:

- *Vstupní údaje *.inp* vytvoří ASCII soubor pouze ze vstupních údajů.
- *Výsledky *.aus* vytvoří ASCII soubor pouze z výsledků.
- *Všechny soubory *.** vytvoří dva soubory ASCII, jeden obsahující vstupní údaje a druhý výsledky.



Tabulky z programu SHAPE-THIN můžeme také exportovat do souboru MS Excel™ ***.xls**. Podrobnosti o této funkci najdeme v kapitole 10.3.6 na straně 194.

11.2 ASCII soubory typu *.dxf

Pomocí DXF rozhraní můžeme importovat šablony průřezů, které byly vytvořeny v programech CAD. Formát DXF přenáší obecné informace o liniích průřezu.



Je doporučeno pro import používat 'vyčištěný' DXF soubor. Pokud je to nutné, smažeme např. kótovací čáry nebo poznámky v daném DXF souboru, protože nejsou pro SHAPE-THIN důležité. Také např. složité objekty v programu AutoCAD™ by měly být obdobně vyčištěny, abychom předešli problémům.



Soubory ve formátu *.dxf můžeme importovat pomocí nabídky

Soubor → Importovat.



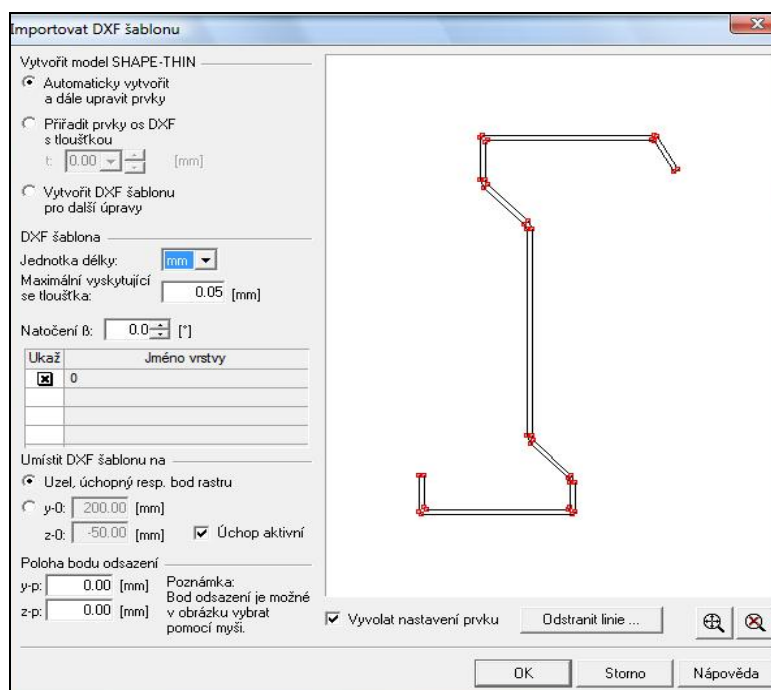
Otevře se dialog jako na obr. 11.1, kde můžeme vybrat *Soubory typu ASCII DXF files (*.dxf)*. Před vlastním importem musíme v programu SHAPE-THIN definovat nový průřez.

Pokud však chceme DXF šablonu použít pro aktuální průřez ve SHAPE-THIN, můžeme ji importovat pomocí nabídky

Soubor → Načíst DXF-šablonu nebo

Nástroje → Načíst DXF šablonu.

Objeví se dialog Windows *Otevřít*, kde můžeme vybrat adresář a jméno příslušného *.dxf souboru. Po kliknutí na [OK] se zavolá dialog *Importovat DXF šablonu*.



Obr. 11.3: Dialog *Importovat DXF šablonu*

V sekci dialogu *Vytvořit model SHAPE-THIN* jsou k dispozici tři možnosti:

- *Automaticky vytvořit a dále upravit prvky* převede rovnoběžné čáry z DXF modelu na prvky.
- *Přiřadit prvky os DXF s tloušťkou* použije pro všechny čáry jednotnou tloušťku.
- *Vytvořit DXF šablonu pro další úpravy* vytvoří pouze hladinu.



Převod šablony ovládáme podrobným nastavením v sekci *DXF šablona*. Kromě políčka *Jednotka délky* je pro automatickou detekci rovnoběžných prvků rozhodující *Maximální vyskytující se tloušťka*. Pokud je tolerance příliš velká, mohou se vytvořit chybné prvky.

Pro šablonu můžeme definovat vhodný úhel *Natočení* β . Jestliže šablona obsahuje několik hladin, vybereme ze seznamu příslušné *Jméno vrstvy*.

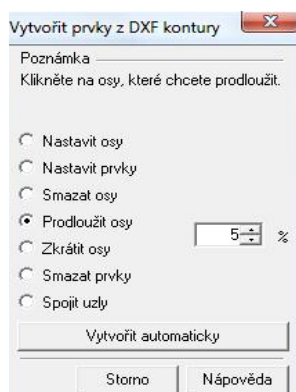
Můžeme *Umístit DXF šablonu* na uzel, úchopový bod, bod rastru nebo můžeme definovat libovolný bod pomocí souřadnic y_0 a z_0 .

Poloha bodu odsazení může být definována v souřadném systému šablony y_p a z_p nebo ji můžeme jednoduše vybrat přímo na obrázku šablony pomocí myši.

Tlačítko [Odstranit linie] zavolá další dialog, ve kterém můžeme smazat nepotřebné linie šablony pomocí myši.

Po potvrzení pomocí [OK] se program SHAPE-THIN pokusí automaticky převést tolik prvků, kolik je jen možné. Z rovnoběžných čar se vytvoří osy a uzly prvků jsou vytvořeny v jejich průsečících. Pokud nelze převést všechny čáry na prvky, objeví se upozornění, že DXF šablona nebyla správně definována. To znamená, že program vyžaduje, aby byl profil přepracován.

Pokud jsme v dialogu *Importovat DXF šablonu* zvolili možnost *Vyvolat nastavení prvku*, objeví se po převedení následující dialog.



Obr. 11.4: Dialog *Vytvořit prvky z DXF kontury*

Nastavit osy umožňuje definovat osy manuálně tak, že postupně vybereme dvě rovnoběžné DXF linie.

Pokud mezi osami neexistuje průsečík, můžeme jednu (nebo obě) osy prodloužit o určitou délku v procentech pomocí volby *Prodloužit osy*. To můžeme také provést pomocí klikání na jeden z konců čáry – opakovaně, pokud je třeba – až dosáhneme průsečíku.

Pro možnost *Nastavit prvky* na osy mezi dvěma uzly průsečíků jednoduše klikneme na odpovídající osy.

Možnost *Spojit uzly* vloží nový prvek se střední tloušťkou mezi dva uzly, které byly vytvořeny společně se svými prvky.

[Vytvořit automaticky] je standardní nastavení při importu DXF souborů. Pomocí tohoto tlačítka můžeme znovu vytvořit prvky po přepracování os.



Musíme mít na paměti, že průřezové modely s nezvyklými obrysy mohou být problematické. Rovnoběžné čáry nebo oblouky v DXF souboru jsou předpokladem pro úspěšné převedení na prvky programu SHAPE-THIN.



Z importované DXF šablony můžeme následně vytvořit prvky pomocí nabídky

Nástroje → Vytvořit prvky z DXF šablony.

Otevře se dialog jako na obr. 11.4.

A Literatura

- [1] DAST-Richtlinie 016: Bemessung und konstruktive Gestaltung von Tragwerken aus dünnwandigen kaltgeformten Bauteilen. Deutscher Ausschuss für Stahlbau. Stahlbau-Verlagsgesellschaft, Köln, Červenec 1988
- [2] DIN 18 800 Teil 1: Stahlbauten, Bemessung und Konstruktion. Listopad 1990
- [3] GORIS, A.; RICHTER, G.: Schneider-Bautabellen, 14. Auflage, Kapitel 5 B, Stahlbeton- und Spannbetonbau nach DIN 1045-1 (neu). Werner Verlag, Düsseldorf, 2001
- [4] KINDMANN, R.; FRICKEL, J.: Elastische und plastische Querschnittstragfähigkeit. Grundlagen, Methoden, Berechnungsverfahren, Beispiele. Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2002
- [5] LINDNER, J., SCHEER, J., SCHMIDT, H.: Erläuterungen zu DIN 18800 Teil 1 bis Teil 4. Beuth-Kommentare. Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1998
- [6] MAIER, W., WEILER, P.: Bemessungshilfen für den Nachweis von Stabquerschnitten im plastischen Zustand nach DIN 18 800, Listopad 1990. Forschungsbericht 2/1997. Deutscher Ausschuss für Stahlbau
- [7] OSTERRIEDER, P.: Tragfähigkeit von Stahlquerschnitten mit Schnittkraftinteraktion. Wissenschaft und Praxis, Veröffentlichung der Fachhochschule Biberach, 24. Stahlbauseminar 2002, str. 6-1 až 6-10
- [8] OSTERRIEDER, P., WERNER, F., KRETZSCHMAR, J.: Biegedrillknicknachweis Elastisch-Plastisch für gewalzte I-Querschnitte. Stahlbau 67 (1998), H. 10, str. 794-801
- [9] PETERSEN, C.: Stahlbau. Grundlagen der Berechnung und baulichen Ausbildung von Stahlbauten. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden, 1993

B Rejstřík

A

Aktualizace	10
Aktuální projekt	50
Anglicky	202
Archivovat data	55

B

Bimoment	116
Blokové funkce	192
Bodové prvky	85
Body odsazení průřezu	78
Body odsazení průřezu - poloha	78
Bredt	119, 134
Buňka	114

C

c/t-pole	88
Česky	202
CHS	189

D

Databáze materiálů	74
Deaktivace dat	56
Dílčí součinitel spolehlivosti γ_M	61

E

Export	207
--------------	-----

F

Filtr	151
-------------	-----

G

Geometrické kritérium pro podpory	65
---	----

I

Ideální průřezové charakteristiky	131
Import	207
Instalace	9

K

Kartézský souřadnicový systém	70
Komentáře	204
Kontextová nabídka	34
Kontrola správnosti	96
Kopírování	177
Korekční součinitel η	61
Kóty	203
Křížící se prvky	96
Kruhový dutý průřez	189

Kružnice	86
----------------	----

M

Materiál	82
Měření	205
Metoda posouzení	64
Mez kluzu $f_{y,k}$	73
Mez kluzu závislá na tloušťce dílce	74
Mezní napětí	74
Mezní napětí závislé na tloušťce dílce	74
Místo x	90

N

Nastavení tabulky	196
Natočení	78, 87
Navazující prvky	97
Návrhová mez kluzu $f_{y,d}$	73
Německy	202
Normálová napětí	114, 123, 129
Normálová síla	115
Nová stránka	156
Nový projekt	50

O

Obdélník	86
Obdélníkový dutý profil	188
Objemová tíha	73
Oblíbený materiál	75
Oblouk	83
Obsažené prvky	131
Odečítané délky	89, 128, 135, 140, 142
Odpojit adresář	52
Ohyb	132
Ohybový moment	115
Otevřít průřez	53
Otvor	180
Označení	143
Označení materiálu	73
Označení projektu	52
Označení průřezu	78

P

Paralelní instalace	10
Paralelní prvky	188
Písmo	149
Plastický výpočet	97

Plocha.....	79, 84, 87, 101	Souřadnice uzlu.....	71
Podepření	89	Souřadnicový systém.....	70
Polární souřadnicový systém	71	Spojení prvků	185
Poloha y_0, z_0	87	Spojení uzlu a prvku.....	186
Poměr c/t	89	Spuštění výpočtu	98
Posouzení c/t	63	St. Venant.....	134
Posun.....	177	Stanovit napětí	61
Přejmenovat průřez.....	54	Status	85
Přenost smyku.....	180	Středové linie	208
Převzetí vnitřních sil	93	Stupnice barev	175
Přímý grafický výstup	170	Systémové požadavky.....	9
Připojit adresář.....	51	T	
Prodloužení prvku.....	186	Teorém rovnoběžných os	107
Průřez	180	Textové soubory.....	164
Průřezové charakteristiky	99	Tisk do PDF	169
Průřezy.....	152	Tisk obrázků.....	163
Prvky	82, 89, 135, 139	Tiskový protokol	154
R		Tlačítko	35
Řádek.....	190	Tloušťka	89
Rastr	183	Tresca	60
Referenční materiál	60, 117, 122	Trojúhelník	86
Referenční napětí.....	122	Typ bodových prvků	86
Register.....	34	Typ c/t -pole.....	89
Řídící panel	152	U	
Rozdělení	179	Účinné průřezy.....	65
Rozšíření databáze.....	76	Účinné šířky.....	139
S		Úhel hlavní osy α	61
Šablona DXF.....	208	Uspořádání oken.....	171
Šablona tiskového protokolu.....	166	V	
Sekce	35	Vázaná osa zkroucení D	60
Seznam	36	Velikost obrázku	172
SHAPE 6	207	Vnitřní dělení.....	62
Sigma-v.....	60	Vnitřní síly	90
Šířka	89, 135, 140	von Mises	60, 125
Skupiny	151	Vstupní pole.....	35
Smazat projekt	52	Výběr	176
Smazat průřez	54	Výběrové pole.....	36
Směr.....	84	Vyhazení rohů	184
Smyková napětí	118, 123	Vyhledávání	205
Smykové síly	132	Vyhodnocení výsledků	146
Soubory ASCII.....	207	Výpočet	58
Součinitel imperfekce α	61	Výpočet I_T	61
Součinitel pro lokální boulení k_σ	140, 143	Výšečové statické momenty	114
Součinitel spolehlivosti γ_M	73	Výšečový modul setrvačnosti	131
Souřadnice hlavních os	72	Výsledky	99, 146, 147

Využití - rezerva.....	127	Zaškrtávací políčko.....	36
Vzpěrné křivky.....	61	Zatěžovací stav	92
Vztaženo na vnitřní síly	60	Zatřídění.....	135
Vztažný uzel	71	Zkroucení.....	133
Z		Změna velikosti	182
Zaoblení	86	Zobrazení více oken.....	150
Zaoblení rohů	184	Zobrazení výsledků	147