

**Vydání
říjen 2013**

Program

RX-TIMBER 2

**Lepené lamelové nosníky, spojitě nosníky,
sloupy, rámy, vaznice a ztužidla
podle Eurokódu 5 a DIN 1052**

Popis programu

Všechna práva včetně práv k překladu vyhrazena.

Bez výslovného souhlasu společnosti DLUBAL SOFTWARE S.R.O. není povoleno tento popis programu ani jeho jednotlivé části jakýmkoli způsobem dále šířit.

© **Dlupal Software s.r.o.**
Anglická 28 120 00 Praha 2

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

Obsah

	Obsah	Strana		Obsah	Strana
1.	Úvod	6	6.2.2	Ostatní	57
1.1	Program RX-TIMBER	6	6.2.3	Použité normy	58
1.2	Profil firmy	7	6.3	RF-COMBI	59
1.3	Tým pro vývoj programů RX-TIMBER	8	6.4	Výpočet	60
1.4	Poznámka k příručce	8	7.	Výsledky	61
2.	Instalace	9	7.1	Kombinace výsledků	61
2.1	Požadavky na výpočetní systém	9	7.2	Posouzení - všechna	63
2.2	Postup instalace	9	7.3	Posouzení po místech X	64
2.2.1	Instalace z DVD	10	7.4	Podporové síly	65
2.2.2	Instalace ze sítě	11	7.5	Deformace	66
2.2.3	Instalace updatů a dalších modulů	11	7.6	Průběhy výsledků	67
2.2.4	Paralelní instalace různých aplikací od naší firmy	11	8.	Výstup	68
3.	Zásady používání programu RX-TIMBER	12	8.1	Výstupní protokol	68
3.1	Omezení	12	8.2	Výběr dat pro tisk	71
3.2	Spuštění programu RX-TIMBER	12	8.3	Tisková hlavička	73
4.	Správa souborů	13	8.4	Průběhy výsledků	75
4.1	Správce projektů	13	8.5	Jiná zobrazení a texty	77
4.1.1	Práce s projekty	14	8.6	Předloha protokolu	79
4.1.2	Práce s modely	19	8.7	Uspořádání protokolu	80
4.1.3	Zálohování dat	21	8.7.1	Rozvržení protokolu	80
4.1.4	Nastavení	23	8.7.2	Titulní stránka	81
4.1.4.1	Zobrazení	23	8.7.3	Jazyk	82
4.1.4.2	Koš	24	8.8	Tisk protokolu	85
4.1.4.3	Složky	25	8.8.1	Přímý tisk	85
4.2	Vytvoření nového modelu	26	8.8.2	Export protokolu	85
4.3	Správa v síti	27	9.	Obecné funkce	87
5.	Zadání	28	9.1	Jednotky a desetinná místa	87
5.1	Typ nosníku a materiál	29	9.2	Nastavení jazyka	88
5.2	Geometrie	36	9.3	Vlastnosti zobrazení	89
5.3	Zatížení	41	9.4	Export výsledků	90
5.4	Řídicí parametry	51	10.	Lepený lamelový nosník	92
6.	Výpočet	54	10.1	Příklad vyklenutého nosníku	92
6.1	Detaily výpočtu	54	10.1.1	Konstrukce a zatížení	92
6.2	Norma a národní příloha	56	10.1.2	Vstupní údaje	93
6.2.1	Obecné	56	10.1.2.1	Typ nosníku a materiál	93
			10.1.2.2	Geometrie	94
			10.1.2.3	Zatížení	95

Obsah

	Obsah	Strana		Obsah	Strana
10.1.2.4	Řídicí parametry	96	12.3.4	Další výstupní dialogy	133
10.1.3	Výpočet	97	13.	Rám	134
10.1.3.1	Kombinace pomocí modulu RF-COMBI	97	13.1	Konstrukce a zatížení	134
10.1.3.2	Spuštění výpočtu	97	13.2	Zadání údajů o modelu	135
10.1.4	Výsledky	98	13.2.1	Základní údaje	135
10.1.5	Dokumentace	101	13.2.2	Geometrie	136
10.2	Příklad nosníku proměnného průřezu	103	13.2.3	Zatížení	138
10.2.1	Geometrie	103	13.2.4	Řídicí parametry	140
10.2.2	Posouzení na klopení	104	13.2.5	RF-COMBI	141
11.	Spojité nosník	106	13.3	Výsledky	142
11.1	Konstrukce a zatížení	106	13.3.1	Kombinace výsledků	142
11.2	Zadání údajů o modelu	107	13.3.2	Posouzení	143
11.2.1	Základní údaje	107	13.3.3	Další výstupní dialogy	148
11.2.2	Geometrie	108	14.	Vaznice	149
11.2.3	Průřez	108	14.1	Konstrukce a zatížení	149
11.2.4	Zatížení	109	14.2	Zadání údajů o modelu	150
11.2.5	Řídicí parametry	110	14.2.1	Základní údaje	150
11.2.6	Vzpěrné délky	112	14.2.2	Geometrie	151
11.3	Modul RF-COMBI	112	14.2.3	Průřez a spojení	152
11.4	Výsledky	116	14.2.4	Zatížení	153
11.4.1	Kombinace výsledků	116	14.2.5	Řídicí parametry	155
11.4.2	Posouzení po nosnících	117	14.2.6	Vzpěrné délky	156
11.4.3	Mezní stav únosnosti	119	14.2.7	Detaily	156
11.4.4	Mezní stav použitelnosti	121	14.2.8	Modul RF-COMBI	157
11.4.5	Podporové síly	123	14.3	Výsledky	158
11.5	Dokumentace	123	14.3.1	Kombinace výsledků	158
12.	Sloup	124	14.3.2	Posouzení mezního stavu únosnosti	158
12.1	Konstrukce a zatížení	124	14.3.3	Další výstupní dialogy	162
12.2	Vstupní údaje	125	15.	Ztužidlo	163
12.2.1	Základní údaje	125	15.1	Konstrukce a zatížení	163
12.2.2	Zatížení	126	15.2	Zadání údajů o modelu	165
12.2.3	RF-COMBI	127	15.2.1	Základní údaje	165
12.2.4	Řídicí parametry	129	15.2.2	Geometrie	169
12.3	Výsledky	130	15.2.3	Materiály	170
12.3.1	Kombinace výsledků	130	15.2.4	Průřezy	171
12.3.2	Posouzení	131	15.2.5	Spoje	173
12.3.3	Mezní stav použitelnosti	133	15.2.6	Komponenty	176

Obsah

	Obsah	Strana		Obsah	Strana
15.2.7	Zatížení	178	15.3.3	Posouzení po komponentech	187
15.2.8	Řídicí parametry	183	15.3.4	Posouzení po průřezech	187
15.2.9	Vzpěrné délky	184	15.3.5	Posouzení po místech x	188
15.2.10	Modul RF-COMBI	184	15.3.6	Podporové síly	192
15.3	Výsledky	185	15.3.7	Výstupní protokol	192
15.3.1	Kombinace výsledků / Kombinace zatížení	185	A:	Literatura	193
15.3.2	Posouzení - vše	186	B:	Index	194

1. Úvod

1.1 Program RX-TIMBER

Jako RX-TIMBER se označuje programová sada, kterou naše společnost DLUBAL vyvinula pro dimenzování dřevěných konstrukcí. Programy z tohoto softwarového balíku umožňují posoudit lepené lamelové nosníky, spojitě nosníky, sloupy, rámy, vaznice i ztužidla. Vzhledem k tomu, že do programu RX-TIMBER je integrován modul RF-COMBI, vytváří se rozhodující kombinace výsledků automaticky.

Ve všech programech sady RX-TIMBER lze provádět posouzení mezního stavu únosnosti a použitelnosti podle následujících norem:

- EN 1995-1-1:2004-11
- DIN 1052:2008-12

Dále lze provést posouzení požární odolnosti podle EN 1995-1-2, resp. DIN 4102, části 22.

V případě normy EN 1995-1-1:2004 jsou v programu k dispozici různé národní přílohy (viz obrázek vlevo) a jejich seznam se neustále rozšiřuje.

CEN	Evropská Unie
ČSN	Česká republika
DIN	Německo
DK	Dánsko
NEN	Nizozemsko
NF	Francie
ONORM	Rakousko
PN	Polsko
SFS	Finsko
SS	Švédsko
UNI	Itálie

Národní přílohy Eurokódu 5

RX-TIMBER Glued Laminated Beam

Tento program slouží, jak již název napovídá, k návrhům střešních nosníků z lepeného lamelového dřeva. Posuzovat lze následující typy nosníků:

- Přímý nosník konstantní výšky
- Nosník pultové střechy
- Zakřivený nosník
- Sedlový nosník s rovnou dolní pásnicí
- Vyklenutý nosník s konstantní nebo proměnnou výškou
- Nosník proměnného průřezu – parabolický nebo lineární se zaoblením ve střední části

V závislosti na typu nosníku můžeme zvolit různé varianty zadání, které umožňují spočítat asymetrické nosníky s konzolou či bez konzoly v různých kombinacích. Dále lze zohlednit typické výtvarné prvky pro příčný tah jako např. lepené ocelové tyče.

RX-TIMBER Continuous Beam

V tomto programu lze dimenzovat spojitě nosníky až o 20 polích s konzolami na dvouosý ohyb. Zatížení lze v programu vygenerovat automaticky podle EN 1990 nebo DIN 1055-100. Program uplatňuje možnosti optimalizace podle daných norem. Posuzovat lze následující typy nosníků:

- Prostý nosník
- Spojitý nosník
- Gerberův nosník

U všech typů nosníků lze zadat podporu ve směru x, z i y. Uživatel může v případě potřeby definovat momentové a posuvné klouby.

RX-TIMBER Column

V tomto programu lze navrhovat stojky s obdélníkovým či kruhovým průřezem. Pro věrnou simulaci připojení sloupu na střešní vazník lze zadat pružné podepření záhlaví nebo patky sloupu.

RX-TIMBER Frame

V tomto programu lze dimenzovat symetrické či asymetrické trojúhelníkové rámové nosníky se zubovitými spoji s mezikusem nebo bez mezikusu. Při zadání geometrie lze libovolně zvolit stranu a úhel řezu vůči vláknům.

RX-TIMBER Purlin

Program slouží k dimenzování střešních sdružených vaznic. Pokud chceme posoudit čistě spojitý nosník, lze vaznici deaktivovat (výšku nosníku ovšem nelze přizpůsobit průběhu momentů pomocí náběhů). Jakmile specifikujeme tvar střechy, bude možné přesně zohlednit zatížení větrem a sněhem. K dispozici máme řadu spojovacích prvků jako hřebíky, hmoždíky různých typů, šrouby s upevňovacím systémem WT od firmy SFS nebo můžeme sami definovat charakteristickou únosnost pro spojovací prvky.

RX-TIMBER Brace

Program RX-TIMBER Brace slouží k dimenzování ztužidel střešních konstrukcí. Ztužidla lze přitom stanovit výběrem některého ze tří tvarů střechy a dále libovolně upravovat. Vzhledem k tomu, že u střešního ztužení se často používají ocelové diagonály, jsou v programu Brace k dispozici i ocelové profily. Materiálové nelinearity tahových prutů se stejně jako redukce tuhosti při posouzení na mezní stav únosnosti zohledňují v programu automaticky.

Na našich webových stránkách www.dlupal.cz naleznete vždy nejaktuálnější informace o dalším vývoji programů a o nových modulech.

Přejeme Vám mnoho úspěchů a zábavy při práci s programy ze sady RX-TIMBER.

Společnost DLUBAL SOFTWARE S.R.O.

1.2 Profil firmy

Společnost DLUBAL SOFTWARE S.R.O. se zabývá vývojem uživatelsky přívětivých a výkonných programů pro statické i dynamické výpočty a dimenzování stavebních konstrukcí. Společnost byla založena v Německu roku 1987. V roce 1990 přesídlila do Tiefenbachu ve východním Bavorsku a založila pobočku v Praze. V roce 2010 jsme otevřeli kancelář v Lipsku.

Naše práce nás baví, což je na vyvíjeném softwaru dobře znát. Programy se snažíme neustále obohacovat o nové nápady. Při práci se řídíme naším firemním krédem, které stručně zní "přívětivost pro uživatele". Náš přístup k práci je spolu s vysokou odborností základem rostoucího úspěchu firmy DLUBAL SOFTWARE S.R.O.

Software je snadno zvládnutelný a je koncipován tak, že i uživatel, který má pouze základní počítačové znalosti a dovednosti, je schopen ve velmi krátké době s našimi programy samostatně pracovat. Dnes se tak můžeme pochlubit více než 7000 spokojenými uživateli po celém světě, mezi něž patří projektové a stavební firmy působící v různých odvětvích a také řada odborných vysokých škol a univerzit. Abychom dostáli cílům naší společnosti a změnám na mezinárodním trhu, máme více než 180 interních a externích zaměstnanců, kteří soustavně pracují na zlepšování a vývoji programů firmy DLUBAL SOFTWARE. V případě potřeby se naši zákazníci mohou obrátit emailem nebo faxem na naši kvalifikovanou hotline podporu, která jim rychle a ochotně zodpoví případné dotazy anebo pomůže s vyřešením problému.

Vynikající poměr ceny a kvality softwaru ve spojení se službami, které firma DLUBAL SOFTWARE poskytuje, činí z našich programů nepostradatelný nástroj pro každého, kdo působí v oblasti statiky, dynamiky a dimenzování staveb.

1.3 Tým pro vývoj programů RX-TIMBER

Programoví koordinátoři

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn

Ing. Jiří Hanzálek
Dipl.-Ing. (FH) Younes El Frem

Programátoři

Ing. Martin Deyl
Dipl.-Ing. Georg Dlubal
Ing. Tomáš Drtina

Mgr. Jaroslav Krul
Mgr. Jiří Patrák

Design programu, dialogů a ikon

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
Ing. Jan Milář

MgA. Robert Kolouch

Testování programu

Ing. Jiří Hanzálek
Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn
Ing. Vladimír Kabát

Ing. Zdeněk Kodera
Ing. Vladimír Pátý
Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Rehm

Manuály, dokumentace a překlady

Ing. Fabio Borriello
Ing. Dmitry Bystrov
Eng.º Rafael Duarte
Ing. Jana Duníková
Ing. Lara Caballero Freyer
Ing. Alessandra Grosso
Ing. Ladislav Kábrt
Ing. Aleksandra Kociołek
Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn

Ing. Roberto Lombino
Eng.º Nilton Lopes
Ing. Téc. José Martínez
MA SKT Anton Mitleider
Dipl.-Ü. Gundel Pietzcker
Ing. Zoja Rendlová
Ing. Marcela Svitáková
Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl
Ing. Marcin Wardyn

Technická podpora a závěrečná kontrola

Ing. Jakub Harazín
Ing. Petr Míchal

Ing. Jan Rotrekl
Ing. Ondřej Švorc

1.4 Poznámka k příručce

Mnoho cest vede k cíli – tato zásada platí i pro práci s programovou sadou RX-TIMBER. Pro přehlednost se v příručce řídíme pořadím a strukturou jednotlivých programů. V úvodních kapitolách popisujeme obecné funkce, např. správu souborů, zadávání dat v dialogích či výstup. Počínaje kapitolou 10 pak představujeme na názorných příkladech jednotlivé programy.



V příručce uvádíme popisované **ikony** (tlačítka) v hranatých závorkách, např. [OK]. Tlačítka jsou zároveň zobrazena na levém okraji. **Názvy** dialogů, tabulek a jednotlivých nabídek jsou pak pro lepší přehlednost a jasnost v textu vyznačeny *kurzivou*.

Na závěr příručky zařazujeme index pro rychlé vyhledání určitých tematických oblastí. Pokud však ani tak nenaleznete to, co potřebujete, můžete k řešení problému využít vyhledávač na našich webových stránkách www.dlubal.cz.

2. Instalace

2.1 Požadavky na výpočetní systém

Předpokladem pro použití programu RX-TIMBER je tato konfigurace:

- Operační systém Windows XP/Vista/7/8
- X86 procesor 2 GHz
- 2 GB RAM
- DVD-ROM (instalaci lze provést i ze sítě)
- 10 GB volného místa na pevném disku, z toho asi 1 GB pro instalaci
- Grafická karta s akcelerací OpenGL a s rozlišením 1024 x 768 pixelů (nedoporučujeme integrované grafické karty a karty se sdílenou pamětí)



RX-TIMBER neběží pod Windows 95/98/Me/NT/2000, pod Linuxem, Mac OS ani serverovými operačními systémy.

S výjimkou operačního systému Vám úmyslně nechceme doporučovat žádné konkrétní produkty, protože RX-TIMBER běží v zásadě na všech systémech, které splňují uvedené požadavky. Kdo chce však RX-TIMBER používat intenzivně a efektivně, pak samozřejmě platí „čím více, tím lépe“.

2.2 Postup instalace

Programová sada **RX-TIMBER** se dodává na DVD se samostatně běžícími programy. Toto DVD obsahuje kromě sady RX-TIMBER programy CRANEWAY a PLATE-BUCKLING. Ze sady RX-TIMBER se nainstalují veškeré nabízené moduly.

Před zahájením instalace programu ukončíme všechny aplikace běžící na našem počítači.

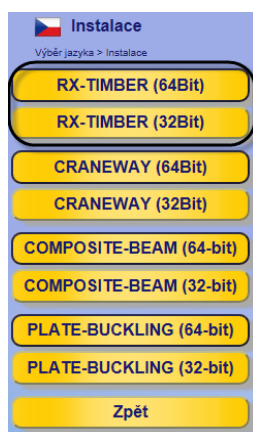


Pro instalaci je nutné přihlásit se jako administrátor, resp. mít administrátorská práva. Pro běžnou práci s programy RX-TIMBER již plně postačují uživatelská práva. Přesný návod lze najít ve [videosouboru](#) na našich webových stránkách.

2.2.1 Instalace z DVD

Na zadní straně obalu DVD nalezneme kompletní návod k instalaci.

- DVD vložíme do našeho DVD-ROM zařízení.
- Instalační program se automaticky spustí. Pokud se instalační program sám nespustí, pak je pravděpodobně u našeho DVD-ROM zařízení deaktivována funkce *autorun*. V takovém případě spustíme soubor *setup.exe* v prohlížeči pod jednotkou DVD nebo ve vyhledávacím poli v nabídce *Start* zadáme příkaz *D:\setup.exe* (*D'* je symbol naší DVD jednotky).
- V úvodním dialogu vybereme jazyk.



Výběr instalace



Obr. 2.1: Výběr jazyka

- V následujícím dialogu stanovíme verzi programu (64 nebo 32 bitovou verzi).
- Dále se řídíme pokyny průvodce *Installation Wizard*.

Hardlock připojíme na USB rozhraní počítače až po skončení instalace. Ovladač hardlocku se pak automaticky nainstaluje.

DVD obsahuje také pokyny k instalaci a příručku k programu RX-TIMBER ve formátu PDF. K jejímu prohlížení potřebujeme program Acrobat Reader, který lze nainstalovat z našeho DVD.

RX-TIMBER jako plná nebo zkušební verze

Pokud instalace proběhla úspěšně, je třeba při prvním spuštění programu stanovit, zda chceme používat plnou verzi nebo 30denní zkušební verzi programu RX-TIMBER.

K neomezenému běhu programu v plné verzi je zapotřebí příslušný hardwarový klíč (hardlock) a autorizační soubor *Author.ini*. Hardlock je zařízení, které se umísťuje na USB rozhraní počítače; v autorizačním souboru *Author.ini* jsou zakódovány informace o zpřístupněných programech a přidavných modulech vždy pro konkrétní hardlock. Soubor *Author.ini* Vám zpravidla zasíláme emailem. Ke svému autorizačnímu souboru máte také přístup přes extranet na www.dlubal.cz. Soubor *Author.ini* uložte na svém počítači, na USB flash disk nebo na síti.

Autorizační soubor je zapotřebí pro každou pracovní stanici. Autorizační soubor lze libovolně kopírovat. Pokud však bude jeho obsah jakkoli změněn, nebude možné ho již k autorizaci použít.

Plnou verzi programu RX-TIMBER lze provozovat také se *softlockovou* licencí bez hardwarového klíče.



2.2.2 Instalace ze sítě

Lokální licence

Instalaci lze spustit z libovolného disku nebo i z jiného počítače připojeného přes síť. Obsah DVD zkopírujeme do libovolného adresáře. Z cílového počítače pak spustíme soubor *setup.exe* v tomto adresáři. Dále se již postup neliší od průběhu při instalaci z DVD.

Síťové licence

Také v případě síťových licencí je třeba program nejdříve podle výše uvedeného návodu nainstalovat na pracovní stanici. K ověření platnosti licencí se používají SRM síťové hardlocky. Podrobný [návod](#) k instalaci síťového hardwarového klíče najdeme na našich webových stránkách.

2.2.3 Instalace updatů a dalších modulů

DVD obsahuje kompletní programový balík RX-TIMBER a další programy. Při zakoupení dalšího modulu neobdržíte vždy nutně nové DVD, každopádně Vám však dodáme nový autorizační soubor *Author.ini*. Autorizaci lze aktualizovat také z hlavní nabídky programu RX-TIMBER *Nápověda* → *Načíst autorizační soubor...*, aniž by bylo nutné spustit novou instalaci programu.

Při instalaci updatu se odstraní staré programové soubory a nahradí novými. Data z Vašich projektů zůstanou samozřejmě zachována.



Pokud pracujete s uživatelsky definovanými tiskovými hlavičkami, doporučujeme je před instalací updatu zálohovat. Hlavičky se obvykle ukládají do souboru **DlupalProtocolConfig.cfg** v kmenovém adresáři *C:\ProgramData\Dlupal\Stammdat*. Ačkoli by tento soubor neměl být při instalaci přepsán, vytvořte pro všechny případy před instalací záložní soubor.

Podobně byste měli před instalací updatu zálohovat Vaše vzorové protokoly. Ukládají se do souboru **RFEMProtocolConfig.cfg** v kmenovém adresáři *C:\ProgramData\Dlupal\RX-TIMBER 2.01\General Data*.

Projekty nacházející se ve správci projektů se spravují v ASCII souboru **PRO.DLP** obvykle v adresáři *C:\ProgramData\Dlupal\ProMan* (viz obr. 4.19, strana 25). Pokud si přejete kompletně deinstalovat RX-TIMBER před novou instalací, pak by měl být i tento soubor předem zálohován.

2.2.4 Paralelní instalace různých aplikací od naší firmy

Aplikace RX-TIMBER 1 a RX-TIMBER 2 lze paralelně provozovat na jednom počítači, protože programové soubory se nacházejí v různých adresářích. Standardní adresáře zmíněných generací programu jsou v případě operačního systému Windows 7:

- RX-TIMBER 1: *C:\Program Files (x86)\Dlupal\RX-TIMBER1*
- RX-TIMBER 2: *C:\Program Files\Dlupal\RX-TIMBER 2.01*

Všechny modely vytvořené v předchozí verzi programu RX-TIMBER1 lze otevřít a dále upravovat v programu RX-TIMBER 2.

Modely z aplikace RX-TIMBER 1 se při ukládání do programu RX-TIMBER 2 nepřepíší, protože pro soubory těchto dvou verzí programu se používají odlišné koncovky: RX-TIMBER 1 ukládá soubory ve formátu ***.rh1**, zatímco RX-TIMBER 2 ve formátu ***.rh2**.

RX-TIMBER sice používá výpočetní jádro hlavního programu RFEM, program se ovšem instaluje samostatně, a není tak závislý na instalaci RFEMu.



Model vytvořený v programu RX-TIMBER lze otevřít v RFEMu i v RSTABu.

3. Zásady používání programu RX-TIMBER

3.1 Omezení

Před tím, než začnete pracovat s tímto programem, bychom Vás rádi upozornili na několik aspektů. Přečtěte si proto prosím následující odstavce pozorně.

Při vývoji tohoto softwaru jsme kladli velký důraz na to, abychom uživatelům ušetřili zbytečnou práci se zadáváním dat. Do programu tak byly integrovány generátory zatížení sněhem a větrem, které významně zjednodušují zadání příslušných zatížení. Nelze však podchytit všechny možnosti a varianty. Proto je třeba dbát následujících bodů:

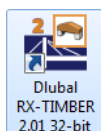
- Při generování zatížení se vychází z haly uzavřené ze všech stran. Zatížení od spodního větru v halách, které jsou na jedné straně otevřeny, lze zohlednit pomocí volby *Stavební objekty s propustnými zdmi...*
- Zatížení navátým nebo sesutým sněhem je třeba zadat ručně.
- V programu **Glued Laminated Beam** se negenerují vodorovná zatížení větrem a zemětřesením působící na štít střechy.
- Zatížení větrem se v programu **Continuous Beam** počítá vždy pro největší možnou hodnotu zatížení. V této souvislosti se vždy zjišťuje maximálně a minimálně zatížená oblast při zadané geometrii.

3.2 Spuštění programu RX-TIMBER

Program spustíme z nabídky *Start OS Windows* nebo kliknutím na ikonu **Dlubal** na pracovní ploše.

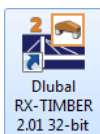
Tvorbu a uspořádání souborů ve správci projektů popisujeme v následující kapitole 4.

Po založení nového modelu nebo po dvojným kliknutím na některý model ve správci projektů se příslušný modul RX-TIMBER spustí automaticky.



4. Správa souborů

V této kapitole popíšeme uspořádání dat ve správci projektů. Dále představíme rozhraní pro import a export dat integrovaná do programu RX-TIMBER.



Po spuštění programu z nabídky *Start OS Windows* nebo kliknutím na ikonu **Dlubal RX-TIMBER** na pracovní ploše se zobrazí správce projektů. Lze v něm zakládat nové modely nebo z něj můžeme otevírat již vytvořené soubory.

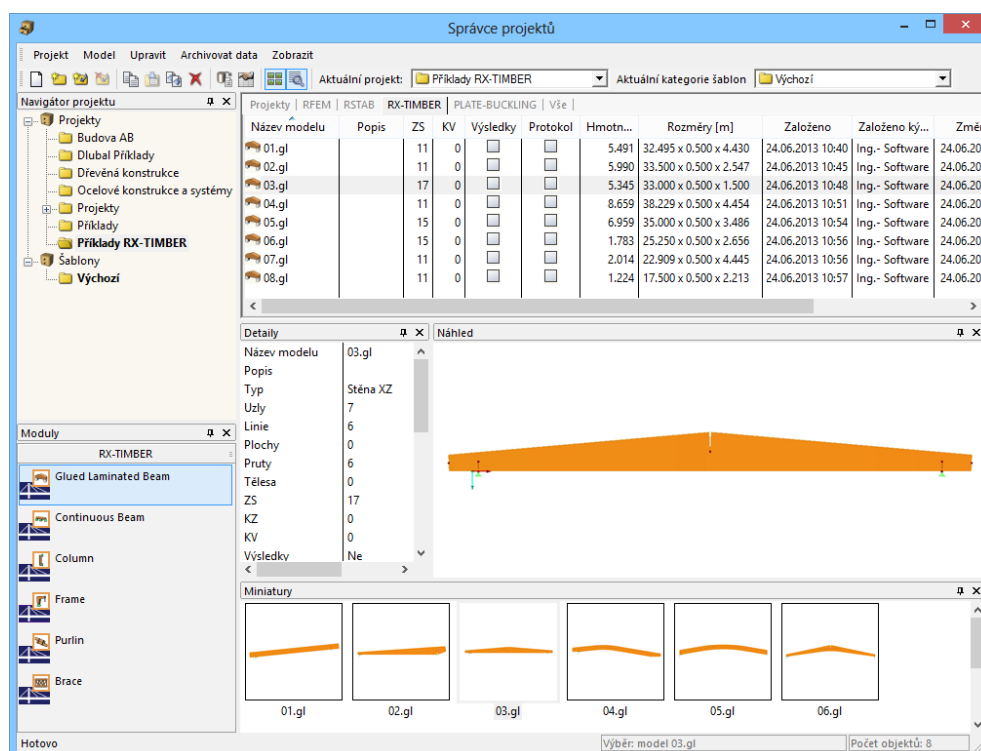
Jednotlivé moduly ze sady RX-TIMBER jsou přístupné právě ze správce projektů.

4.1 Správce projektů

Při statických výpočtech je projekt většinou rozdělen do několika modelů. Interní programový *správce projektů* uživatelům značně usnadní organizaci dat ze všech aplikací od firmy Dlubal. Správce projektů můžeme také využít ke správě modelů ukládaných na síťovém disku, pokud několik uživatelů potřebuje pracovat na stejných projektech (viz kapitola 4.3, strana 27).

Správce projektů může běžet jako samostatný program na pozadí, zatímco budeme pracovat v programu RX-TIMBER.

Po vyvolání správce projektů se zobrazí okno rozdělené do několika částí. Toto okno má vlastní hlavní nabídku i panel nástrojů.



Obr. 4.1: Správce projektů

Navigátor projektů

Vlevo se zobrazí navigátor, v jehož stromové struktuře jsou uspořádány všechny dosud založené projekty. Aktuální projekt je zvýrazněn tučně. Nastavit jiný projekt jako aktuální lze tak, že na dotyčný projekt dvakrát klikneme nebo ho vybereme v seznamu *Aktuální projekt* v panelu nástrojů. Na pravé straně jsou v tabulce vypsány všechny modely, které vybraný projekt obsahuje.

Moduly RX-TIMBER

V navigátoru projektů jsou seřazeny všechny programy ze sady RX-TIMBER. Představují možnost filtrovat modely podle toho, v kterém programu byly vytvořeny.

Pokud vybereme například položku *Glued Laminated Beam*, zobrazí se v pravé části okna pouze soubory vytvořené v programu pro posuzování lepených lamelových nosníků. Jestliže na program klikneme pravým tlačítkem myši, můžeme v něm založit nový model.

Tabulka modelů

Modely jsou řazeny v různých záložkách podle jednotlivých aplikací firmy Dlupal. Všechny modely vybraného projektu vytvořené v programu RX-TIMBER se načtou v záložce *RX-TIMBER*. Kromě *názvu modelu* a *popisu* se tu uvádí důležitá data o souboru včetně údajů, kdo kdy model založil a naposledy upravoval.



Sloupce, které si přejeme zobrazit, lze nastavit z hlavní nabídky **Zobrazit** → **Nastavení sloupců...** nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů (viz strana 23).

Detaily

V této části okna se zobrazí všechny dostupné informace o modelu, který jsme vybrali v sekci nahoře.

Náhled

Vybraný model se zobrazí v náhledu. Velikost okna náhledu můžeme upravit posunutím jeho horního okraje.

Miniatury

Ve spodní části správce projektů se zobrazí modely daného projektu v grafickém přehledu. Obrazky jsou s tabulkou interaktivní.



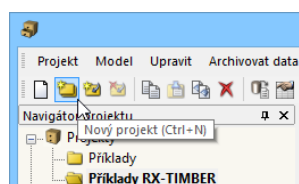
Kliknutím na tlačítko se symbolem špendlíku v pravém horním rohu lze jednotlivé části okna minimalizovat. Zobrazí se pak jako záložky v dolní liště správce projektů.

4.1.1 Práce s projekty

Založení nového projektu

Nový projekt se vytváří

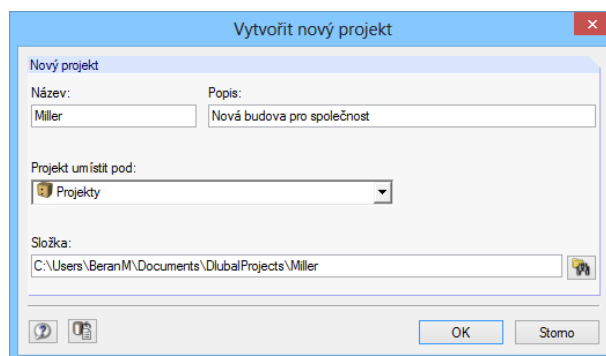
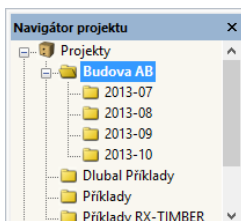
- z hlavní nabídky ve správci projektů **Projekt** → **Nový...**
- pomocí tlačítka [Nový projekt] v panelu nástrojů.



Obr. 4.2: Tlačítko *Nový projekt*



Otevře se dialog, v němž je třeba zadat *název projektu* a *složku*, do které se modely uloží. K nastavení složky můžeme použít tlačítko [Procházet]. Volitelně může uživatel uvést krátký *popis* projektu. Popis se zobrazí v hlavičce výstupního protokolu; jiné využití nemá.

Obr. 4.3: Dialog *Vytvořit nový projekt*

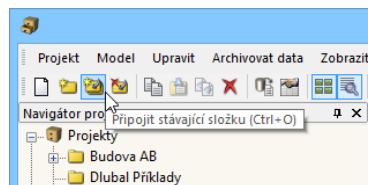
Program nabízí možnost vytvářet ve správci projektů podprojekty. Pokud v seznamu *Projekt umístit pod* vybereme některý již založený projekt, bude nový projekt veden v navigátoru jako podprojekt. V opačném případě je třeba zvolit v seznamu nadřazenou položku *Projekty*. Projekt se pak zobrazí v navigátoru jako hlavní položka.

Po kliknutí na [OK] se vytvoří nová složka s názvem projektu na pevném nebo síťovém disku.

Připojení stávající složky

Složku, která již obsahuje modely vytvořené v programu RX-TIMBER, lze připojit jako projekt

- z hlavní nabídky ve správci projektů **Projekt** → **Připojit složku...**
- pomocí tlačítka [Připojit stávající složku] v panelu nástrojů.

Obr. 4.4: Tlačítko *Připojit stávající složku*

Není podstatné, v jaké složce na pevném nebo síťovém disku se daný projekt nachází. Projekt se převezme do interního programového správce, dále však zůstane na svém místě – podobně jako při odeslání souboru na plochu. Informace se uloží v ASCII souboru **PRO.DLP** ve složce **ProMan** (viz kapitola 4.1.4.3, strana 25).

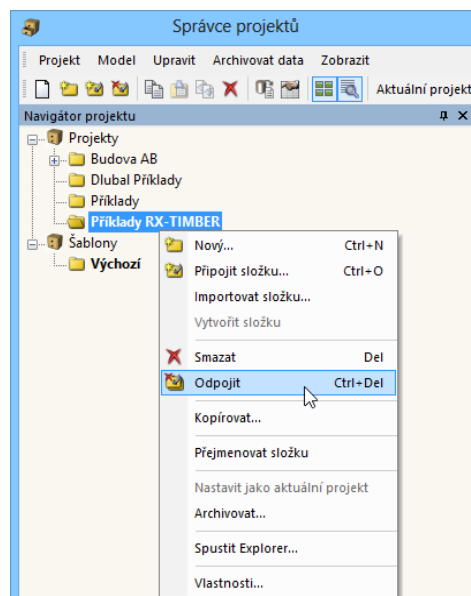
Otevře se dialog, který má podobnou strukturu jako dialog na obr. 4.3. Uvedeme *název* a *popis* projektu a nastavíme pomocí tlačítka [Procházet] cestu ke *složce*. Pokud je v seznamu *Projekt umístit pod* uveden určitý projekt, musí být složka zařazena do adresáře uvedeného projektu. Bude pak spravována jako podprojekt. Pokud má však složka figurovat ve správci projektů jako samostatný projekt, pak je třeba vybrat v daném seznamu nadřazenou položku *Projekty*.

Volba *Připojit složku včetně všech podsložek* umožňuje převzít do správce projektů všechny složky z určitého adresáře najednou.

Odpojení složky

Připojení složky do správce projektů zrušíme

- z hlavní nabídky **Projekt** → **Odpojit** (je třeba předem vybrat některý projekt)
- z místní nabídky projektu v navigátoru.



Obr. 4.5: Místní nabídka projektu

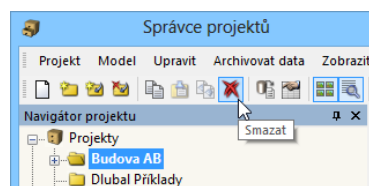


Projekt bude odstraněn z vnitřního systému správce projektů, složka nicméně zůstane beze změny zachována na pevném disku.

Smazání projektu

Projekt lze smazat

- z hlavní nabídky správce projektů **Projekt** → **Smazat** (je třeba předem vybrat některý projekt)
- pomocí tlačítka [Smazat] v panelu nástrojů
- z místní nabídky projektu v navigátoru (viz obrázek výše).



Obr. 4.6: Tlačítko Smazat

Obsah složky na pevném disku bude smazán.

Pokud se však ve složce nacházejí i soubory z jiných programů, pak se smažou pouze soubory vytvořené v aplikacích firmy Dlubal a složka zůstane zachována.



Projekty, které budou smazány nedopatřením, lze obnovit z hlavní nabídky

Upravit → **Obnovit z koše...**

Funkci koše popisujeme v kapitole 4.1.4.2 na straně 24.

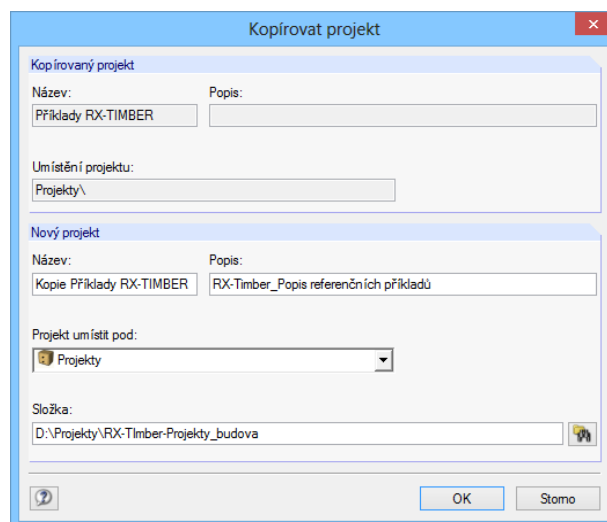
Pokud smažeme soubory ze síťového disku, pak se na rozdíl od standardního postupu v OS Windows, kdy jsou data nenávratně ztracena, zkopírují smazané soubory ze sítě na pevný disk

do Dlupal koše. Soubory pak lze v případě potřeby obnovit z příslušného počítače. Pokud si tento postup nepřejeme, stačí projekt odpojit (viz výše). Následně lze data ze síťového disku smazat ručně.

Kopírování projektu

Projekt lze kopírovat

- z hlavní nabídky správce projektů **Projekt** → **Kopírovat...** (je třeba předem vybrat některý projekt)
- pomocí příkazu **Kopírovat...** v místní nabídce projektu v navigátoru (viz obr. 4.5).



Obr. 4.7: Dialog *Kopírovat projekt*

V dialogu uvedeme *název*, *popis* a umístění nového projektu ve správci projektů a zadáme *složku*, která se při kopírování vytvoří.

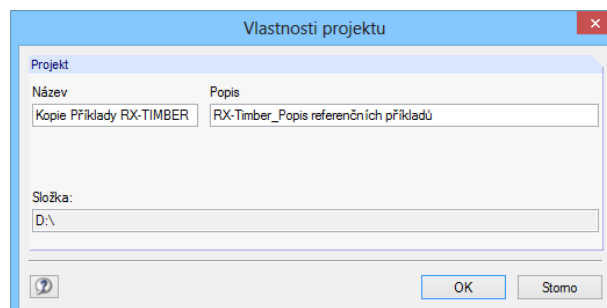
Projekt lze také kopírovat pomocí Průzkumníka Windows. Novou složku lze pak zařadit do interního správce projektů jako připojenou složku (viz obr. 4.4, strana 15).

Přejmenování projektu / Úprava popisu projektu

Název a popis projektu lze dodatečně změnit

- z hlavní nabídky správce projektů **Projekt** → **Vlastnosti...** (je třeba předem vybrat některý projekt)
- po výběru položky **Vlastnosti...** v místní nabídce projektu v navigátoru (viz obr. 4.5).

Otevře se dialog *Vlastnosti projektu*, v němž lze upravovat *název* a *popis* projektu. V poli *Složka* se zobrazí místo uložení projektu na disku.



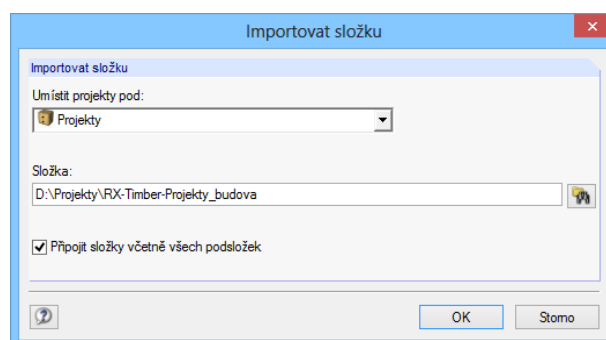
Obr. 4.8: Dialog *Vlastnosti projektu*

Import složky

Tato funkce umožňuje po výměně počítače převést kompletní strukturu adresáře programového správce projektů, aniž bychom kopírovali soubor PRO.DLP (viz kapitola 4.3, strana 27). Do správce projektů se přitom převezmou všechny projekty, které se nacházejí ve složce (tzn. daná složka musí obsahovat projekty, nikoli modely). Projekty tak nemusíme připojovat do správce projektů jednotlivě.

Dialog pro import složky s projekty otevřeme z hlavní nabídky správce projektů

Projekt → Importovat složku...



Obr. 4.9: Dialog *Importovat složku*



V seznamu *Umístit projekty pod* stanovíme, jak se má importovaná složka s projekty zařadit do struktury správce projektů. Pokud mají soubory figurovat ve správci projektů jako samostatné projekty, je třeba vybrat v seznamu nadřazenou položku *Projekty*. Pomocí tlačítka [Procházet] můžeme nastavit cestu k importované složce.

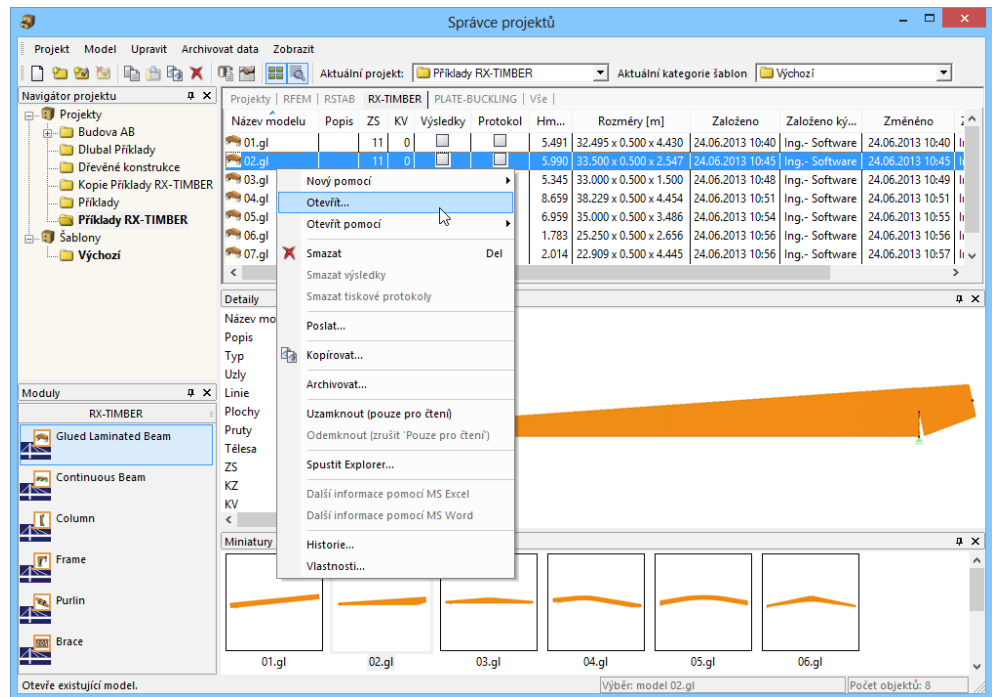
Volba *Připojit složky včetně všech podsložek* umožňuje začlenit do správce projektů všechny podsložky daných složek.

4.1.2 Práce s modely

Otevření modelu

Model konstrukce lze ve správci projektů otevřít

- dvojným kliknutím na název modelu nebo na jeho zmenšený obrázek
- z hlavní nabídky **Model** → **Otevřít...** (je třeba předem vybrat některý model)
- z místní nabídky daného modelu.



Obr. 4.10: Místní nabídka modelu

Funkce *Otevřít pomocí* v místní nabídce modelu (viz vlevo) umožňuje vybrat konkrétní aplikaci od firmy Dlupal, v které se má model otevřít.

Soubory z programu RX-TIMBER můžeme otevřít také v RFEMu nebo v RSTABu.

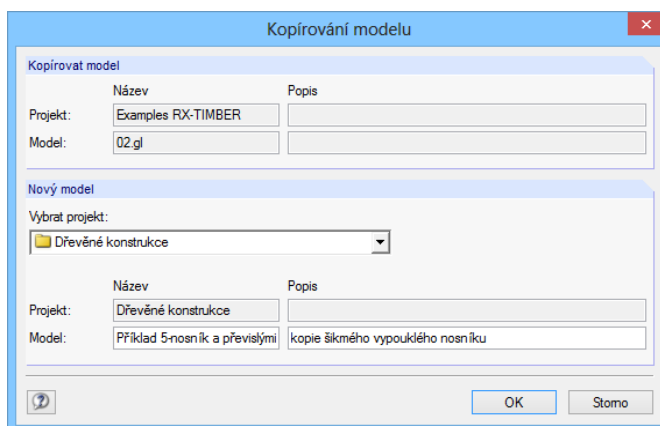
Kopírování / Přesun modelu

Model zkopírujeme do jiného projektu

- z hlavní nabídky správce projektů **Model** → **Kopírovat...** (je třeba předem vybrat některý model)
- pomocí příkazu **Kopírovat...** v místní nabídce modelu (viz obrázek výše)
- pomocí funkce Drag & Drop se stisknutou klávesou [Ctrl].

Otevře se dialog *Kopírování modelu* (viz následující obrázek). V něm uvedeme cílový projekt a také *název kopie modelu* a její *popis*.

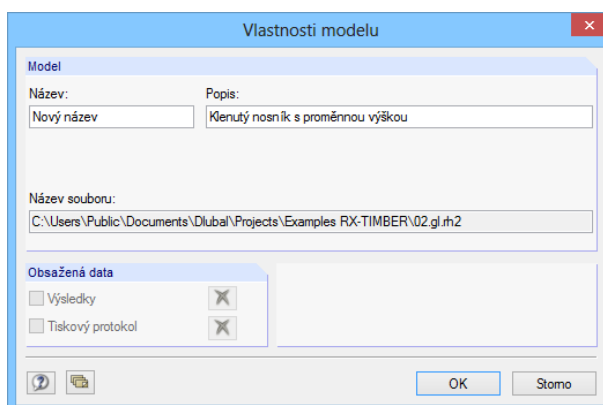
Model přesuneme do jiné složky jednoduše jeho uchopením a přetažením myši.

Obr. 4.11: Dialog *Kopírování modelu*

Přejmenování modelu

Model můžeme přejmenovat podobně jako projekt

- z hlavní nabídky **Model** → **Vlastnosti...** (je třeba předem vybrat některý model)
- pomocí funkce **Vlastnosti...** v místní nabídce modelu (viz obr. 4.10).

Obr. 4.12: Dialog *Vlastnosti modelu*

Otevře se dialog, v němž lze změnit *název* i *popis* modelu. V poli *Název souboru* je uvedena cesta ke složce, v níž je model uložen.



Pokud model obsahuje další data jako výsledky nebo tiskové protokoly, lze je tlačítkem [Smazat] odstranit z datové sady.



Smazání modelu

Model smažeme

- z hlavní nabídky správce projektů **Model** → **Smazat** (je třeba předem vybrat některý model)
- pomocí tlačítka [Smazat] v panelu nástrojů
- pomocí příkazu **Smazat** v místní nabídce modelu (viz obr. 4.10).

V případě potřeby lze smazat pouze *výsledky* nebo *tiskové protokoly* modelu. Vstupní data zůstanou v takovém případě zachována.



Modely, které budou smazány nedopatřením, lze obnovit z hlavní nabídky

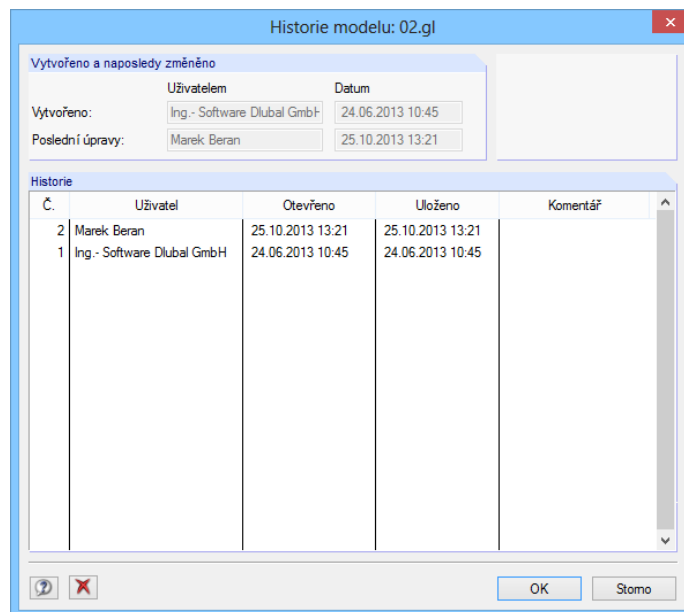
Upravit → **Obnovit z koše...**

Funkci koše popíšeme v kapitole 4.1.4.2 na straně 24.

Prohlížení historie

Průběh zpracování modelu konstrukce lze prohlížet

- z hlavní nabídky správce projektů **Model** → **Zobrazit historii** (je třeba předem vybrat některý model)
- pomocí funkce **Historie...** v místní nabídce modelu (viz obr. 4.10).



Obr. 4.13: Informativní okno *Historie modelu*

Otevře se okno, v němž je zaznamenáno, kdo kdy model vytvořil, otevřel nebo změnil.

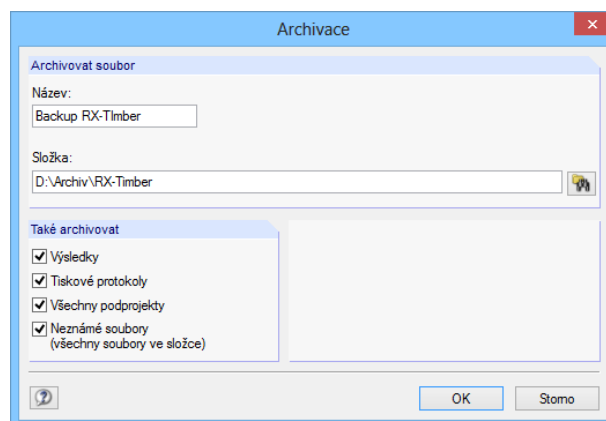
4.1.3 Zálohování dat

Archivace

Vybrané modely nebo také celou projektovou složku lze uložit v komprimovaném archivním souboru. Původní modely zůstanou zachovány.

Archivaci spustíme

- z hlavní nabídky správce projektů **Archivovat data** → **Archivovat...** (je třeba předem vybrat určitý model, příp. projekt)
- z místní nabídky projektu nebo modelu (viz obr. 4.10).



Obr. 4.14: Dialog *Archivace*

Před tím, než spustíme archivaci dat, rozhodneme, zda mají být archivovány i výsledky nebo tiskové protokoly. Zvolit lze i případnou archivaci všech podprojektů a souborů z jiných programů, které jsou ve složce uloženy.

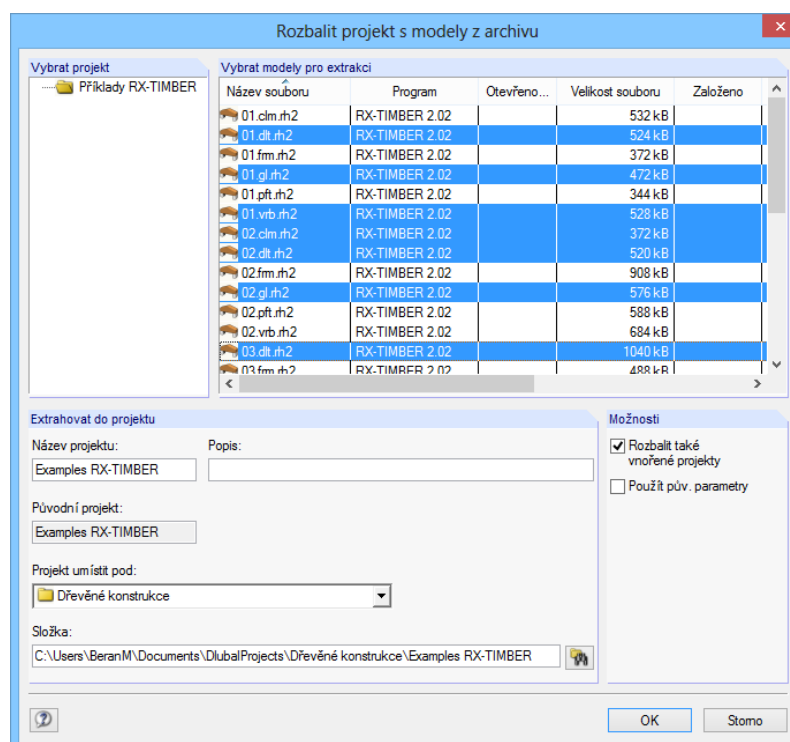
Po uvedení *názvu a složky* pro komprimovaný soubor a po kliknutí na tlačítko [OK] se vygeneruje příslušný soubor ve formátu ZIP.

Dekomprimace

Komprimovaný archivní soubor lze znovu rozbalit z hlavní nabídky správce projektů

Archivovat data → **Extrahovat projekt z archivu...**, resp. **Rozbalit modely z archivu...**

Otevře se standardní dialog *Otevřít OS Windows*, v němž vybereme příslušný archivní soubor ve formátu ZIP. Po kliknutí na [OK] se zobrazí jeho obsah:



Obr. 4.15: Dialog *Rozbalit projekt s modely z archivu*



V sekci *Vybrat modely pro extrakci* zvolíme modely, které si přejeme znovu načíst. Modely lze rozbalit do nového nebo původního projektu. Můžeme však vybrat i libovolný jiný projekt ze seznamu, popřípadě lze složku navolit pomocí tlačítka [Procházet].

4.1.4 Nastavení

4.1.4.1 Zobrazení

Náhled obrázků a zobrazení detailů



Část obrazovky pod tabulkou se seznamem modelů může uživatel upravovat. Nezávisle na sobě zde může aktivovat dvě doplňková okna.

Okna zobrazíme z hlavní nabídky správce projektů

Zobrazit → **Náhled obrázků všech modelů**, resp.

Zobrazit → **Detaily aktuálního modelu**

nebo použijeme příslušná tlačítka v panelu nástrojů.

Tlačítko	Funkce
	Zobrazí miniaturní obrázky všech modelů v daném projektu.
	Zobrazí podrobné údaje o aktuálně vybraném modelu a jeho obrázek.

Tabulka 4.1: Zobrazovací tlačítka

Řazení modelů

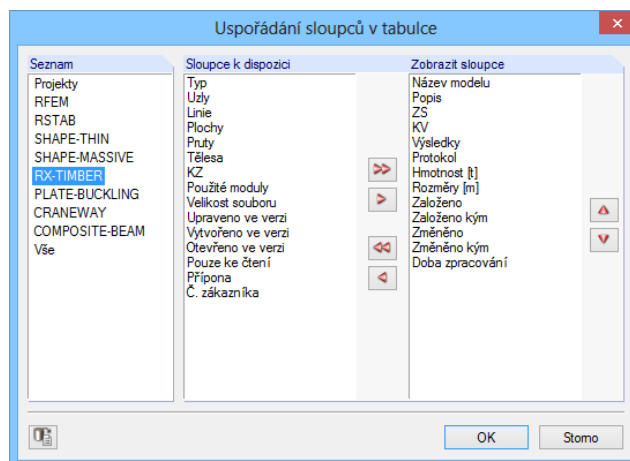
Uživatel může seznam modelů v tabulce upravovat. Stejně jako v jiných aplikacích v OS Windows lze kliknutím na názvy sloupců seřadit položky seznamu vzestupně nebo sestupně. Další možností je vybrat v hlavní nabídce položku

Zobrazit → **Seřadit modely**.

Úprava sloupců

Uživatel má možnost podle vlastních požadavků uspořádat sloupce

- z hlavní nabídky **Zobrazit** → **Nastavení sloupců...**
- kliknutím na tlačítko [Upravit uspořádání sloupců] v panelu nástrojů.



Obr. 4.16: Dialog *Uspořádání sloupců v tabulce*

V levé části dialogu nejdříve nastavíme v *seznamu* program **RX-TIMBER**, neboť v jeho záložce se budou sloupce upravovat. Ze seznamu *Sloupce k dispozici* nyní můžeme vybírat jednotlivé položky a zařazovat je na seznam *Zobrazit sloupce*. K výběru položek slouží tlačítka [▶]. Vybrat je lze však i tak, že na ně dvakrát klikneme. Pomocí tlačítek [◀] lze naopak některé nebo i všechny sloupce ze seznamu opět odstranit.





Pořadí sloupců v tabulce modelů lze ovlivnit tlačítky [▲] a [▼]. Jejich pomocí lze položku přesouvat nahoru nebo dolů.



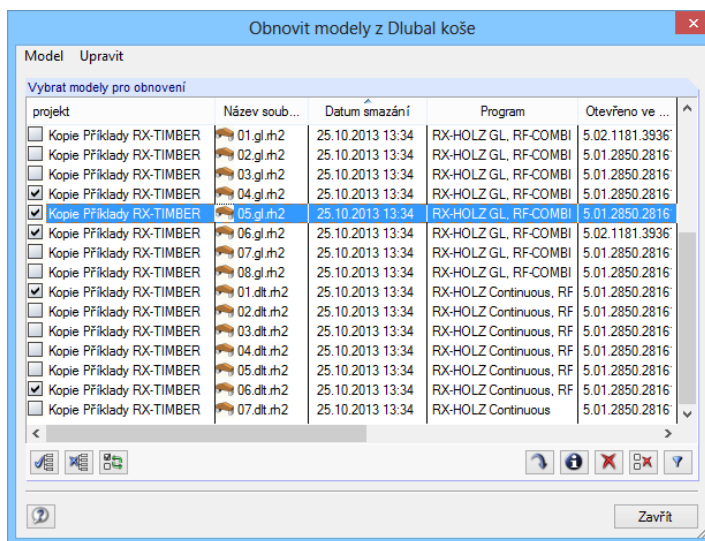
Po zvolení příkazu v hlavní nabídce **Zobrazit** → **Seřadit automaticky** nebo po kliknutí na příslušné tlačítko v panelu nástrojů se optimalizuje šířka sloupců v tabulce modelů.

4.1.4.2 Koš

Projekty a modely, které jsme smazali, lze obnovit z hlavní nabídky správce projektů

Upravit → Obnovit z koše...

Zobrazí se dialog, v němž jsou smazané modely seřazeny podle projektů.



Obr. 4.17: Dialog *Obnovit modely z Dlupal koše*



Kliknutím myši vybereme modely, které chceme obnovit. Tlačítko [Vybrat vše] umožňuje označit všechny položky najednou. Tlačítko [Obnoví vybrané modely z koše] slouží k zařazení smazaných modelů do původních složek.



Modely zařazené do Dlupal koše můžeme smazat z hlavní nabídky správce projektů

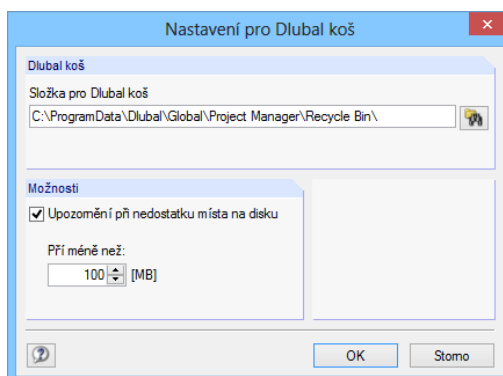
Upravit → Vyprázdnit koš.

Před tím, než se položky v koši s konečnou platností smažou, program zobrazí kontrolní dotaz.

Nastavení Dlupal koše lze provést z hlavní nabídky ve správci projektů pomocí funkce

Upravit → Nastavení pro Dlupal koš...

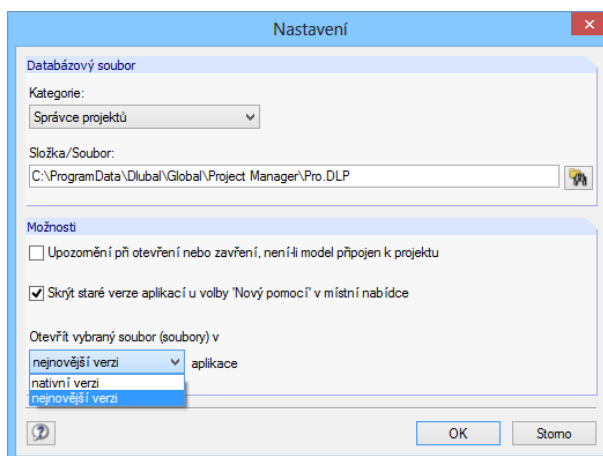
Otevře se dialog, v němž se zadává složka pro koš a případně se zvolí možnost upozornění v případě nedostatku místa na disku.

Obr. 4.18: Dialog *Nastavení pro Dlupal koš*

4.1.4.3 Složky

Cestu ke složkám správce projektů můžeme zkontrolovat v dialogu *Nastavení*. Tento dialog otevřeme z hlavní nabídky správce projektů

Upravit → Možnosti programu...

Obr. 4.19: Dialog *Nastavení*

Složka a název souboru kategorie *Správce projektů* se zobrazí ve vstupním políčku a lze je v případě potřeby upravit. Informace o projektech ve správci projektů se ukládají v souboru **PRO.DLP**, který se standardně nachází ve složce *C:\ProgramData\Dlupal\ProMan* (Windows 7) nebo *C:\Documents and Settings\All Users\Data aplikací\Dlupal\ProMan* (Windows XP). Pomocí tlačítka [Procházet...] lze jednoduše nastavit jinou cestu k souboru.

Vzhledem k tomu, že správce projektů je síťově kompatibilní, může správa souborů probíhat také na centrálním místě: správce projektů běží na každém lokálním počítači, používá se však centrální soubor PRO.DLP na serveru (viz kapitola 4.3, strana 27).

Sekce *Možnosti* nabízí další nastavení pro práci se soubory RX-TIMBER: při otevření souboru z Explorera, elektronické pošty atd. se obvykle zobrazí upozornění, pokud daná složka není připojena do správce projektů. Toto hlášení můžeme deaktivovat. Kromě toho zde můžeme nastavit, v které verzi programu se mají soubory vytvořit nebo otevřít.

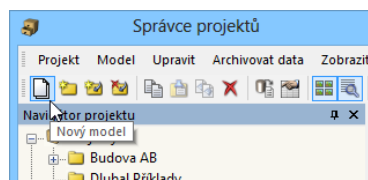
4.2 Vytvoření nového modelu

Nejdříve je třeba v sekci *Moduly* ve správci projektů (viz obr. 4.1, strana 13) označit program, v němž si přejeme nový model spočítat.



Nový model vytvoříme

- pomocí tlačítka [Nový model] v panelu nástrojů
- z hlavní nabídky ve správci projektů **Model** → **Nový pomocí** → **RX-TIMBER 2**.



Obr. 4.20: Tlačítko *Nový model*

Otevře se dialog *Nový model pro RX-TIMBER - Základní údaje*.

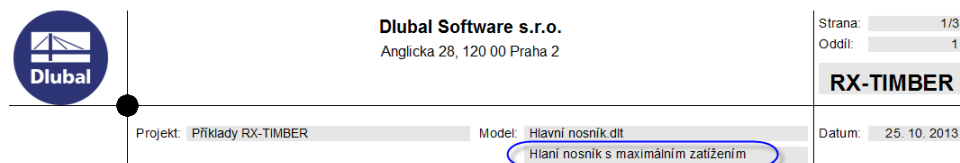
Obr. 4.21: Dialog *Nový model pro RX-TIMBER - Základní údaje*

Pokud později budeme chtít základní údaje modelu upravit, vybereme

- v hlavní nabídce **Model** → **Vlastnosti...**
- funkci **Vlastnosti...** v místní nabídce modelu (viz obr. 4.10, strana 19).

Název modelu / Popis

V poli *Název modelu* je třeba uvést označení, které se bude současně používat i jako název souboru. V poli *Popis* lze uvést bližší popis modelu. Tento popis se zobrazí ve výstupním protokolu, další využití však podobně jako popis projektu nemá.



Obr. 4.22: Popis modelu ve výstupním protokolu

Název projektu / Popis

V seznamu *Název projektu* lze vybrat složku, do které se model uloží. Přednastaven je vždy aktuální projekt. Aktuální projekt můžeme změnit ve správci projektů (viz kapitola 4.1.1, strana 14).

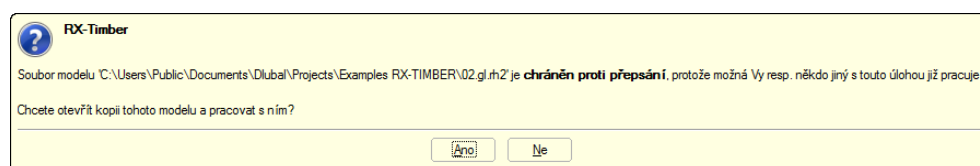
Pro informaci se dále uvádí *popis* projektu a cesta k němu v poli *Složka*.

4.3 Správa v síti

Pokud pracuje několik uživatelů na stejných projektech, lze ke správě modelů využít také správce projektů. Předpokladem je, že modely konstrukcí byly uloženy ve sdílené složce.

Síťovou složku nejdříve připojíme do vnitřního systému správce projektů podle návodu v kapitole 4.1.1 na straně 15. Správce projektů pak nabízí přímý přístup k modelům v dané složce, tzn. lze je otvírat, kopírovat, prohlížet si jednotlivé fáze zpracování konstrukce nebo lze modely zabezpečit proti zápisu atd.

Pokud některý kolega právě pracuje na modelu, který si přejeme otevřít, systém nás na to upozorní. Model pak můžeme otevřít v kopii.



Obr. 4.23: Dotaz při otvírání modelu chráněného proti zápisu



Automatické porovnání změn není možné.

Informace o projektech ve správci projektů se ukládají v souboru **PRO.DLP**. Jedná se o soubor ASCII, který se standardně nachází ve složce *C:\Documents and Settings\All Users\Data aplikací\Dlupal\ProMan* (Windows XP), příp. *C:\ProgramData\Dlupal\ProMan* (Windows 7).

Pokud nechceme připojovat projektové soubory jednotlivě, stačí zkopírovat soubor PRO.DLP do jiného počítače. Soubor lze také zpracovávat v editoru. Zvláště při nové instalaci a zařazování všech důležitých projektových složek do vnitřního systému správce projektů je to výhodné. Zůstává ovšem také možnost použít funkci *Importovat složku...* (viz kapitola 4.1.1, strana 18).

Před kopírováním souboru PRO.DLP - stejně jako před odinstalováním našich aplikací - by měl být soubor zálohován.

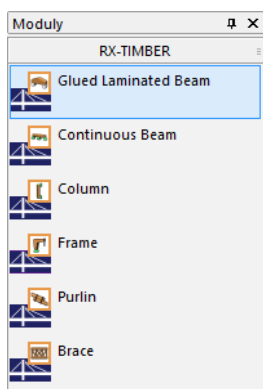
Správce projektů je také síťově kompatibilní. Správa souborů tudíž může probíhat na centrálním místě, a podílet se tak na ní mohou všichni pracovníci. Nastavení se provádí z hlavní nabídky správce projektů

Upravit → Možnosti programu...

Otevře se dialog, v němž lze zadat místo pro uložení souboru PRO.DLP (viz obr. 4.19, strana 25).

Správce projektů běží na každém lokálním počítači, používá se však centrální soubor PRO.DLP na serveru. Všichni uživatelé tak mohou provádět změny v projektu současně. Soubor PRO.DLP se přitom zamkne proti zápisu jen na okamžik a pak je zas okamžitě přístupný.

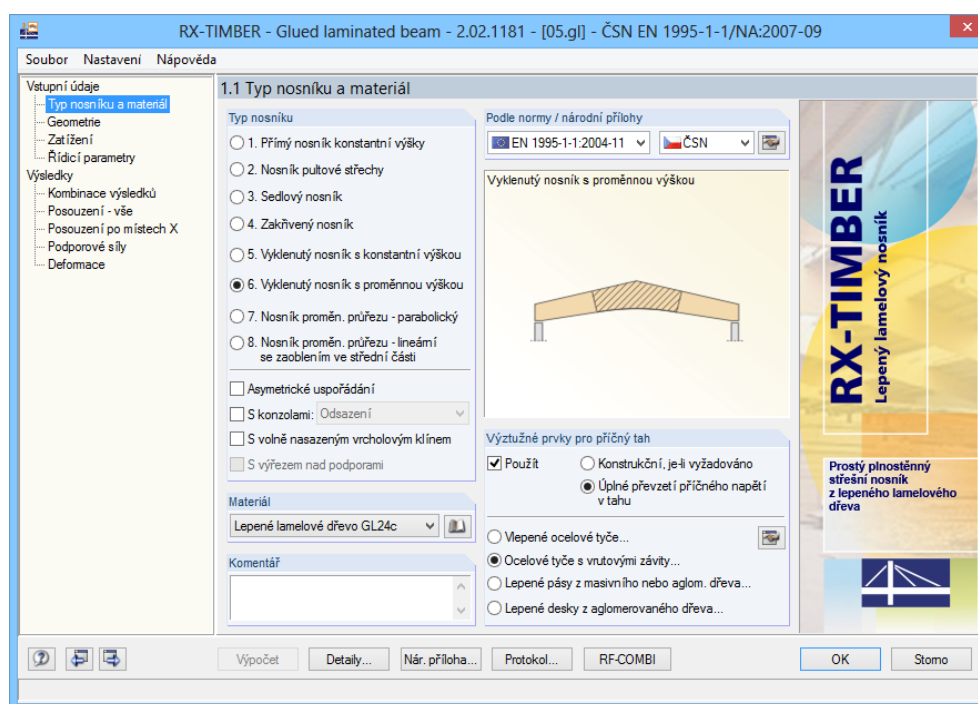
5. Zadání



Vstupní dialogy si představíme na programu **RX-TIMBER Glued Laminated Beam**.

Údaje o modelu konstrukce a zatížení můžeme zadávat až poté, co založíme model nebo otevřeme některý již vytvořený model (viz kapitola 4.2, strana 26).

Otevře se okno vybraného programu RX-TIMBER. V jeho levé části vidíme navigátor, z něhož máme přístup ke všem stávajícím dialogům. Jako „dialog“ přitom označujeme prostřední část okna, v které lze zadávat vstupní údaje o modelu, příp. v níž se po výpočtu zobrazí podrobné výsledky.



Obr. 5.1: RX-TIMBER Glued Laminated Beam, dialog 1.1 *Typ nosníku a materiál*



Dialogy lze otevřít buď kliknutím na jejich název v navigátoru programu nebo je lze postupně nalistovat pomocí vlevo znázorněných tlačítek [<] a [>], příp. pomocí kláves [F2] a [F3].

Tlačítkem [OK] uložíme před ukončením programu zadané údaje, zatímco tlačítko [Storno] slouží k zavření programu bez uložení dat.

Ostatní tlačítka ve spodní části okna mají následující funkce:

Tlačítko	Funkce
Výpočet	Spuštění výpočtu
Detaily...	Otevření dialogu pro detailní nastavení (→ kapitola 6.1)
Nár. příloha...	Vyvolání normových parametrů pro národní přílohu (→ kapitola 6.2)
Protokoll...	Zobrazení tiskového protokolu (→ kapitola 8)
RF-KOMBI	Vyvolání modulu RF-COMBI (→ kapitola 6.3)

Tabulka 5.1: Standardní tlačítka

5.1 Typ nosníku a materiál

Po spuštění programu se zobrazí dialog 1.1 *Typ nosníku a materiál* (viz obr. 5.1). V něm se nastavují základní údaje o nosníku, který se bude posuzovat. Grafické okno v dialogu slouží ke znázornění schématu daného nosníku.

Typ nosníku

V sekci *Typ nosníku* máme na výběr z 8 typů nosníku:

- Přímý nosník konstantní výšky
- Nosník pultové střechy
- Sedlový nosník s rovnou dolní pásnicí
- Zakřivený nosník
- Vyklenutý nosník s konstantní výškou
- Vyklenutý nosník s proměnnou výškou
- Nosník proměnného průřezu - parabolický
- Nosník proměnného průřezu - lineární se zaoblením ve střední části

Pod seznamem lze v závislosti na typu nosníku zvolit až čtyři možnosti, kterými lze blíže specifikovat geometrii nosníku:

- Asymetrické uspořádání
- S konzolami: vodorovně, paralelně, náběh nebo odsazení
- S volně nasazeným vrcholovým klínem
- S výřezem nad podporami

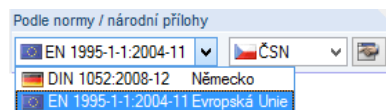
Následující tabulka přehledně shrnuje dané možnosti zadání typu nosníku:

Typ nosníku	Asymetrické uspořádání	S konzolami				Volně nasazený vrcholový klín	Výztužné prvky pro příčný tah
		Vodorovně	Paralelně	Náběh	Odsazení		
1			x	x	x		
2		x		x	x		
3	x	x		x	x		x
4	x	x	x	x	x		x
5	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	x
7			x	x	x		
8			x	x	x		

Tabulka 5.2: Přehled typů nosníku

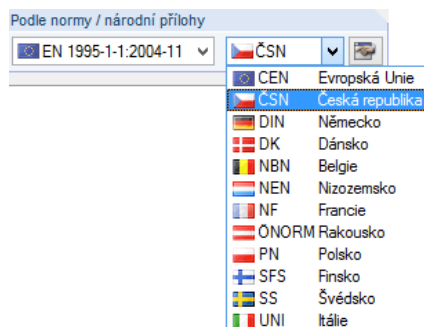
Norma / Národní příloha

Norma se volí jednotně pro všechny druhy posouzení. K dispozici máme tyto dvě normy platné pro dřevěné konstrukce:



Obr. 5.2: Výběr normy

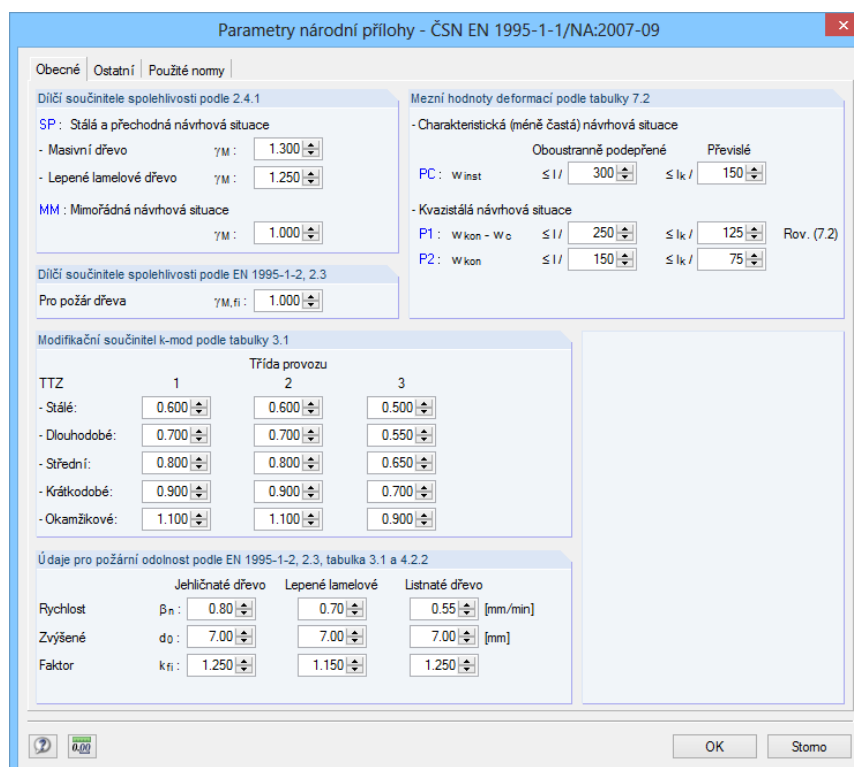
V případě EN 1995-1-1:2004 lze v seznamu vpravo vybrat *národní přílohu*.



Obr. 5.3: Výběr národní přílohy



Po kliknutí na tlačítko [Upravit nastavení normy...] můžeme překontrolovat a případně upravit součinitele podle zvolené národní přílohy.

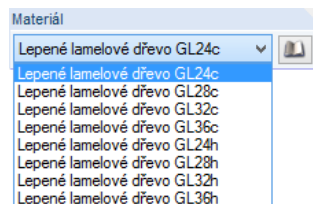


Obr. 5.4: Dialog *Parametry národní přílohy*, záložka *Obecné*

Tento dialog podrobněji popisujeme v kapitole 6.2 na straně 56.

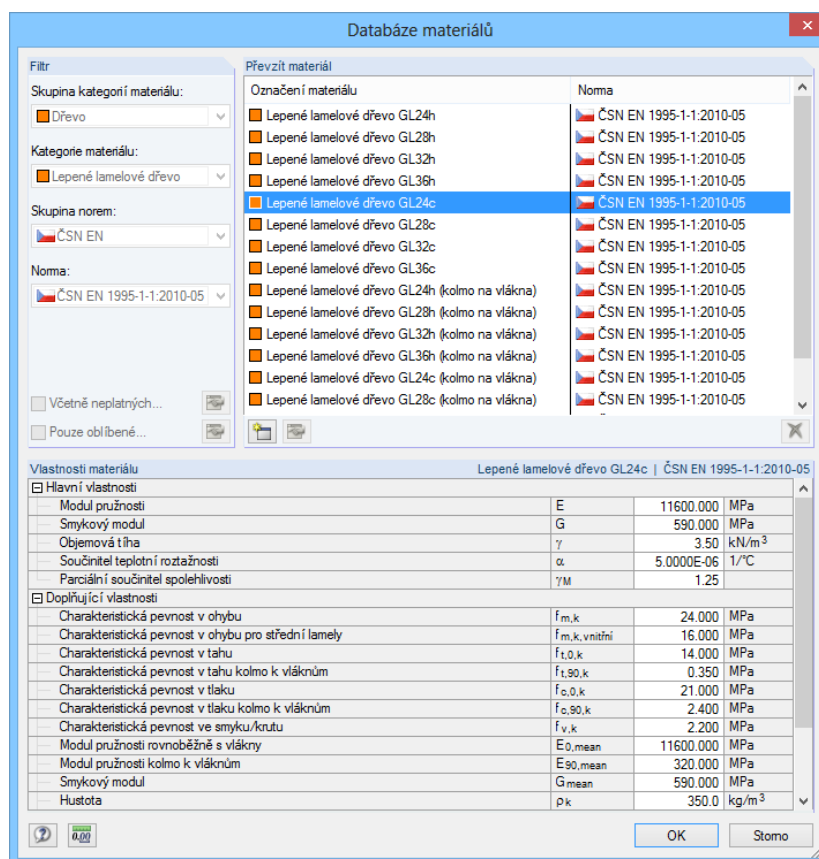
Materiál

V sekci *Materiál* můžeme ze seznamu vybrat požadovanou jakost dřeva. K dispozici máme materiály, které se používají pro lepené lamelové nosníky a odpovídají normám DIN 1052:2008-12 a EN 1995-1-1:2004-11.



Obr. 5.5: Výběr třídy pevnosti lepeného lamelového dřeva

Pomocí tlačítka [Převzít materiál z databáze...] otevřeme databázi materiálů. V ní můžeme zkontrolovat parametry materiálu, z nichž se vychází při výpočtu. Předem definované materiály nelze upravovat. Chceme tak zajistit, aby použité materiálové charakteristiky odpovídaly zobrazené třídě lepeného lamelového dřeva.



Obr. 5.6: Databáze materiálů

V databázi máme možnost zadat vlastní dřevěné materiály. Pomocí tlačítka [Vytvořit nový materiál...] se otevře dialog *Nový materiál*. V něm již máme nastaveny parametry materiálu, který jsme vybrali v předchozím dialogu v sekci *Převzít materiál*. Pokud tedy před založením nového materiálu vybereme v seznamu materiál s podobnými vlastnostmi, usnadníme si práci. V dialogu *Nový materiál* uvedeme *označení materiálu*, definujeme *materiálové charakteristiky* a zařadíme materiál do příslušných kategorií, podle nichž se filtruje v databázi. Nový materiál máme nyní v programu RX-TIMBER k dispozici pro všechny další výpočty.

V případě potřeby lze materiály, které definoval uživatel, v databázi [Upravit] nebo [Smazat].

Výztužné prvky pro příčný tah

V sekci *Výztužné prvky pro příčný tah* stanovíme, zda se má zohlednit vyztužení pro příčný tah. Toto nastavení se týká pouze typů nosníku 3 až 6; u ostatních typů se neaktivuje.

Pokud zaškrtneme políčko *Použít*, můžeme nejdříve vybrat jednu ze dvou možností:

- Konstrukční, je-li vyžadováno
- Úplné převzetí příčného napětí v tahu

Jestliže označíme první možnost, ověří se, zda v daném případě norma vyžaduje konstrukční vyztužení pro příčný tah, a zda je tedy nutné ho zohlednit. V případě druhé možnosti převezmou veškeré napětí v příčném tahu příslušné výztužné prvky - nezávisle na tom, zda je vůbec výztuž konstrukčně nutná.

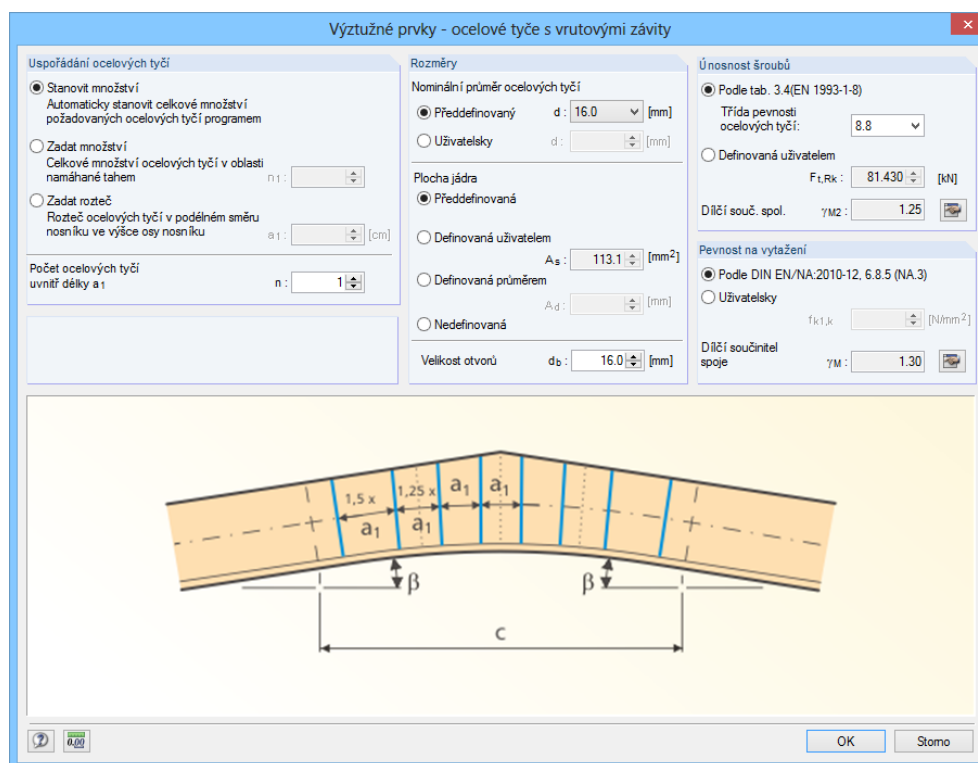
Pro vyztužení v příčném tahu můžeme zadat následující výztužné prvky:

- Vlepené ocelové tyče
- Ocelové tyče s vrutovými závity
- Lepené pásy z masivního nebo aglomerovaného dřeva
- Lepené desky z aglomerovaného dřeva



Dialog pro zadání parametrů otevřeme pomocí tlačítka [Nastavení pro výztužné prvky v oblasti vystavené příčnému tahu...].

Vlepené ocelové tyče



Obr. 5.7: Dialog *Výztužné prvky - vlepené ocelové tyče*

V sekci *Uspořádání ocelových tyčí* lze stanovit způsob, jakým se ocelové tyče v konstrukci umístí. Uživatel má na výběr ze tří možností:

- *Stanovit výpočtem*
RX-TIMBER automaticky spočítá požadovaný počet ocelových tyčí a z něho určí vzdálenosti mezi tyčemi.
- *Zadat množství*
Uživatel zadá množství n , ocelových tyčí, které se má použít. RX-TIMBER pak na tomto základě zkusí provést posouzení. Tyče se rozmístí automaticky po celé délce c (viz obrázek v dialogu).
- *Zadat rozteč*
Uživatel určí rozteč a , ocelových tyčí. RX-TIMBER spočítá požadovaný počet tyčí a pokusí se rozmístit je ve stanovené vzdálenosti.

Nezávisle na zvolené variantě lze zadat počet n ocelových tyčí uvnitř délky a . Tyče lze v modelu umístit jak vedle sebe tak v určitém odsazení.

V sekci *Průměr a materiál* se zadávají charakteristiky ocelových tyčí. Vybrat lze *vnější průměr ocelových tyčí d_r , třídu pevnosti* a také *únosnost šroubů* či *pevnost výplně spáry*. Uživatel má také možnost nastavit parametry přesněji: po zadání vnějšího průměru ocelových tyčí se automaticky stanoví vhodná *velikost otvorů d_b* . Tento údaj lze v případě potřeby upravit, pokud například chceme při výpočtu zohlednit speciální výrobní postupy.



Pomocí tlačítka [Upravit...] lze změnit hodnotu *dílčího součinitele spolehlivosti γ_{M2}* a *dílčího součinitele spoje γ_M* : tímto tlačítkem otevřeme dialog *Parametry národní přílohy* (viz obr. 6.3, strana 56), v němž lze upravit příslušné součinitele.

Pokud jsme označili v dialogu 1.1 volbu *Úplné převzetí příčného napětí v tahu*, budou se výztuže dimenzovat podle EN 1995-1-1/NA:2010, rovnice (NA.95a), resp. (NA.95b). V rovnici (NA.95b) se na rozdíl od rovnice (NA.95a) počítá se zvýšením vzdáleností mezi výztužemi pro příčný tah o 50 %. Proto se pro úplné přenesení napětí ve vnější oblasti používá součinitel 1,5.

V případě konstrukčního vyztužení budou výztužné prvky rozloženy rovnoměrně po celém průřezu.

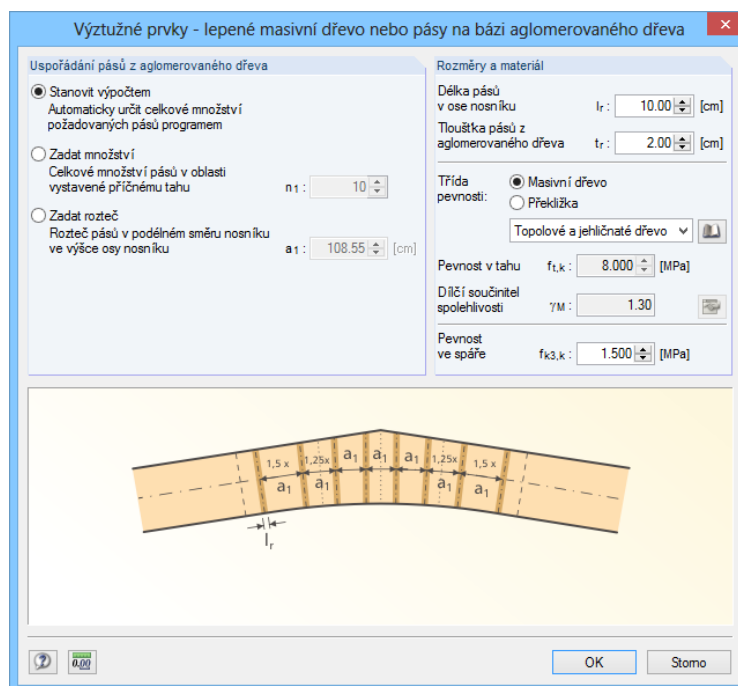


Pokud počet tyčí a vzdálenost mezi nimi definoval sám uživatel, znázorní se příslušné ocelové tyče také v obrázku nosníku v dialogu 1.2 *Geometrie* (viz obr. 5.10, strana 36). Jestliže tyto údaje má spočítat program, znázornění bude k dispozici až po skončení výpočtu.

Ocelové tyče s vrutovými závity

Dialog pro zadání ocelových tyčí s vrutovými závity je až na jednu výjimku stejný jako dialog, který jsme popsali výše (viz obr. 5.7). Rozdíl spočívá v tom, že místo vnějšího průměru se zde uvádí *nominální průměr ocelových tyčí*.

Lepené pásy z masivního nebo aglomerovaného dřeva



Obr. 5.8: Dialog *Výztužné prvky - lepené masivní dřevo nebo pásy na bázi aglomerovaného dřeva*

V sekci *Uspořádání pásů z aglomerovaného dřeva* lze stanovit způsob uspořádání pásů. Uživatel má na výběr ze tří možností:

- *Stanovit výpočtem*
RX-TIMBER spočítá automaticky požadovaný počet pásů z masivního nebo aglomerovaného dřeva a z něho určí vzdálenosti mezi pásy.
- *Zadat množství*
Uživatel zadá množství n , pásů, které se má použít. RX-TIMBER pak na tomto základě zkusí provést posouzení. Rozmístění pásů se zobrazí pro názornost v grafickém okně dialogu.
- *Zadat rozteč*
Uživatel určí rozteč pásů a_1 . RX-TIMBER spočítá požadovaný počet pásů a pokusí se rozmístit je ve stanovené vzdálenosti.

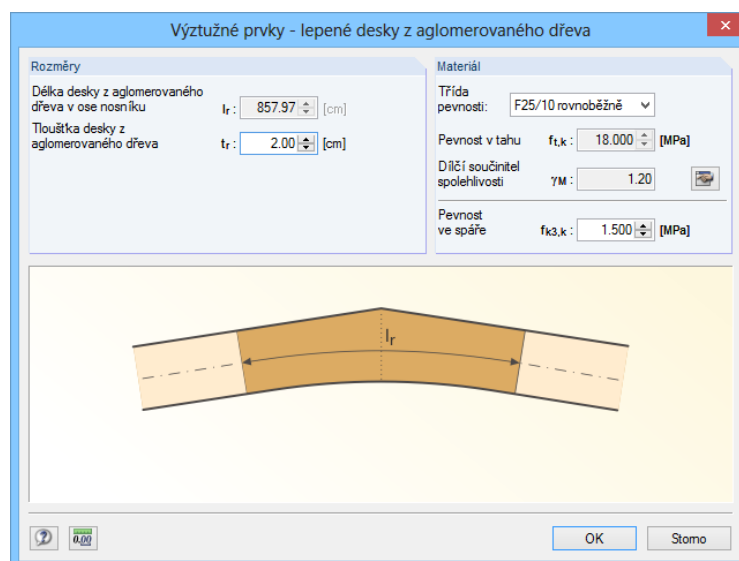
V sekci *Rozměry a materiál* se zadávají charakteristiky dřevěných pásů. Nejdříve stanovíme *délku* l_r vzhledem k podélné ose nosníku a *tloušťku* pásů t_r . Dále je třeba uvést, zda jsou pásy z *masivního dřeva* nebo *překlížky*. V případě masivního dřeva se vychází z toho, že směr vláken pásů je kolmý na podélnou osu nosníku. Pro informaci se uvádí *pevnost v tahu* $f_{k,k}$ a *dílčí součinitel spolehlivosti* γ_M zvolené třídy pevnosti dřeva.

Pevností ve spáře $f_{k3,k}$ se definuje přenos síly mezi pásy a nosníkem.

V případě překlížky lze použít tlačítko [Upravit...], pokud chceme změnit *dílčí součinitel spolehlivosti* γ_M . Tlačítkem otevřeme dialog *Parametry národní přílohy* (viz obr. 6.3, strana 56), v němž lze příslušný součinitel upravit.



Lepené desky z aglomerovaného dřeva



Obr. 5.9: Dialog *Výztužné prvky - lepené desky z aglomerovaného dřeva*

V sekci *Rozměry* vyplní program *délku* l_r lepených desek z aglomerovaného dřeva: tato délka odpovídá délce prohnuté osy nosníku, která vyplývá z údajů v následujícím dialogu 1.2 *Geometrie*. *Tloušťku* desek t_r může stanovit sám uživatel.

V sekci *Materiál* můžeme v seznamu *Třída pevnosti* zvolit kromě příslušné jakosti dřeva buď rovnoběžné nebo kolmé uspořádání desek. Pro informaci se zobrazí odpovídající *pevnost v tahu* $f_{t,k}$.



Pomocí tlačítka [Upravit...] lze změnit hodnotu *dílčího součinitele spolehlivosti* γ_M . Tímto tlačítkem otevřeme dialog *Parametry národní přílohy* (viz obr. 6.3, strana 56), v němž lze příslušný součinitel upravit.

Pevnost ve spáře $f_{k3,k}$ udává možný přenos síly mezi deskou a nosníkem.

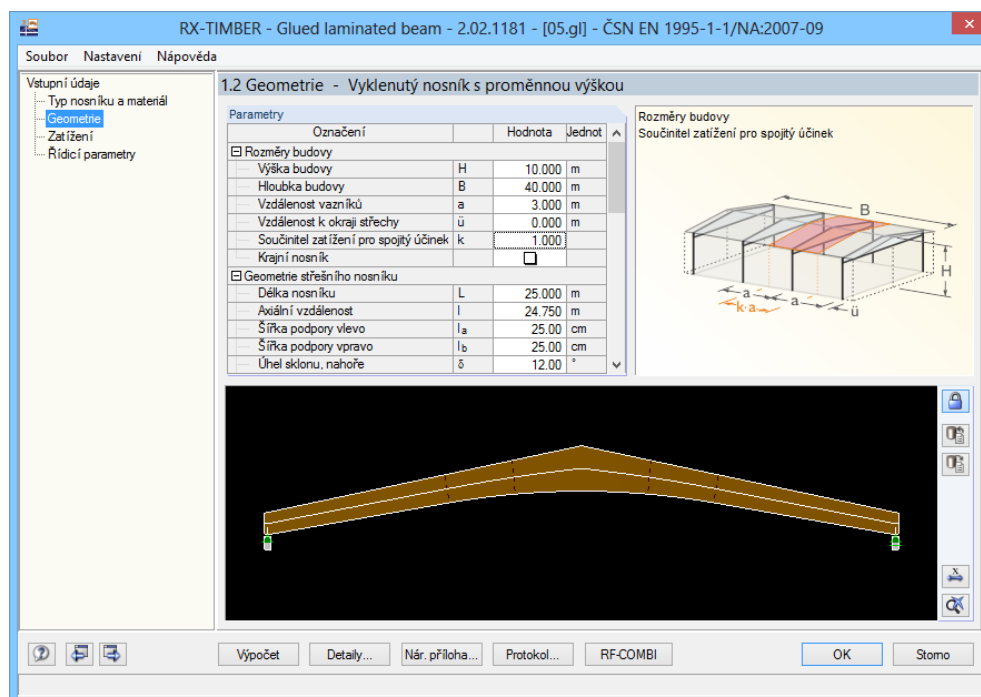
Komentář

V sekci *Komentář* v dialogu 1.1 lze uvést poznámku nebo například krátký popis nosníku. Komentář se zobrazí i ve výstupním protokolu.

5.2 Geometrie

V dialogu 1.2 *Geometrie* se zadává geometrie nosníku. Vychází se přitom ze základního tvaru, který jsme vybrali v dialogu 1.1 *Typ nosníku a materiál*. V závislosti na tom, jaký jsme zvolili typ nosníku a jeho další vlastnosti (asymetričnost, s konzolami/bez konzol, volně nasazený vrcholový klín), se v dialogu 1.2 zobrazí následující skupiny parametrů:

- Rozměry budovy
- Geometrie střešního nosníku
- Konzoly (příp. konzola vlevo/vpravo)
- Průřez
- Údaje pro klopení
- Atika vlevo
- Atika vpravo
- Informace - parametry



Obr. 5.10: Dialog 1.2 *Geometrie*

Pro lepší přehlednost lze skupiny parametrů zabalit kliknutím na znaménko [-] před jejich názvem.

Ke každému právě vybranému parametru vidíme v pravé části dialogu názorný obrázek. V daném náčrtu budovy, resp. nosníku se příslušná hodnota zvýrazní odlišnou barvou.

Rozměry budovy

Skupina parametrů *Rozměry budovy* (viz obr. 5.10) je u všech typů nosníku stejná. Z těchto parametrů se vychází při automatickém výpočtu zatížení větrem a sněhem (*výška budovy H* a *hloubka budovy B*) a také při stanovení plochy působení zatížení (*vzdálenost vazníků a* a *vzdálenost k okraji střechy ü*).

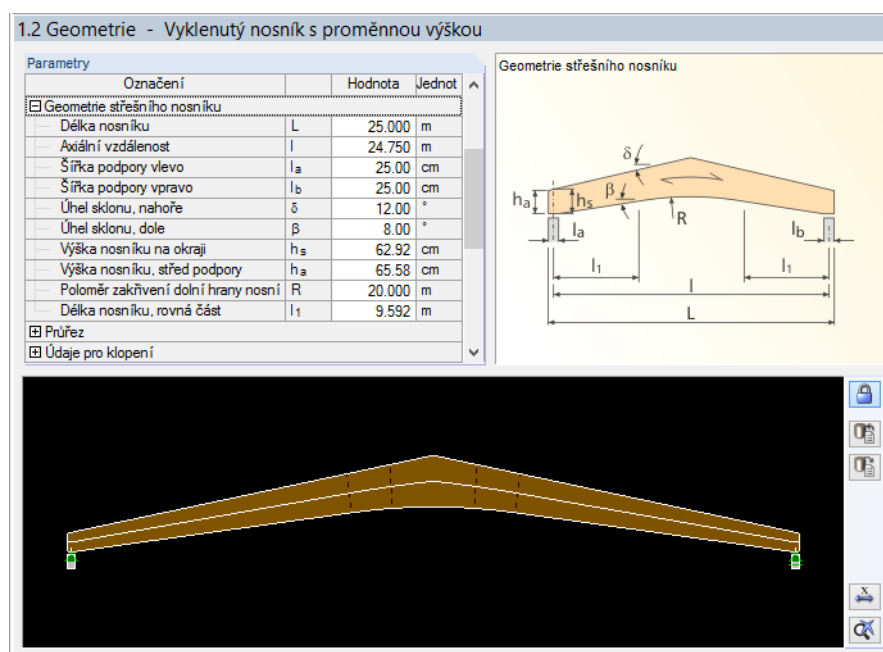
Vzdálenost k okraji střechy ü umožňuje zohlednit další plochu působení zatížení u okrajových vazníků. RX-TIMBER standardně stanoví plochu působení zatížení jako $2 \cdot a/2$, pro okrajové nosníky $a/2 + ü$.

Součinitel zatížení pro spojité účinek k umožňuje zvýšit výsledné zatížení vazníků pomocí součinitele, a zohlednit tak vliv spojitého účinku. Tento vliv je pro různé oblasti střechy odlišný, proto můžeme příslušný součinitel spočítat a vyplnit ručně.

Pokud aktivujeme možnost *Krajní nosník*, bude se počítat s redukovanou plochou působení zatížení krajního nosníku.

Geometrie střešního nosníku

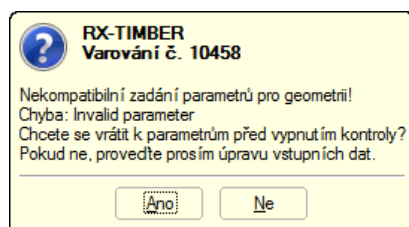
V této skupině parametrů se stanoví jednotlivé rozměry nosníku. Počet parametrů se mění v závislosti na typu nosníku. Pro názornost se každá zadávaná hodnota znázorní v grafickém okně po pravé straně. Mnohé hodnoty jsou na sobě navzájem závislé, a působí tudíž interaktivně. Pokud tak zadáme *délku nosníku* L , změní se automaticky *axiální vzdálenost* l ; jakmile vyplníme *šířku podpory vlevo* l_a příp. *vpravo* l_b , upraví se také axiální vzdálenost.



Obr. 5.11: Geometrické parametry střešního nosníku



Interaktivní úpravy parametrů lze zamezit tak, že vypneme tlačítko pro kontrolu správnosti, které se nachází v pravé části dialogu. Následně můžeme definovat libovolné hodnoty. Jakmile máme zadání kompletní, měli bychom kontrolu správnosti ovšem znovu aktivovat, abychom měli jistotu, že geometrie byla zadána správně. Pokud definované geometrické údaje překračují stanovené mezní hodnoty, zobrazí se příslušné hlášení.

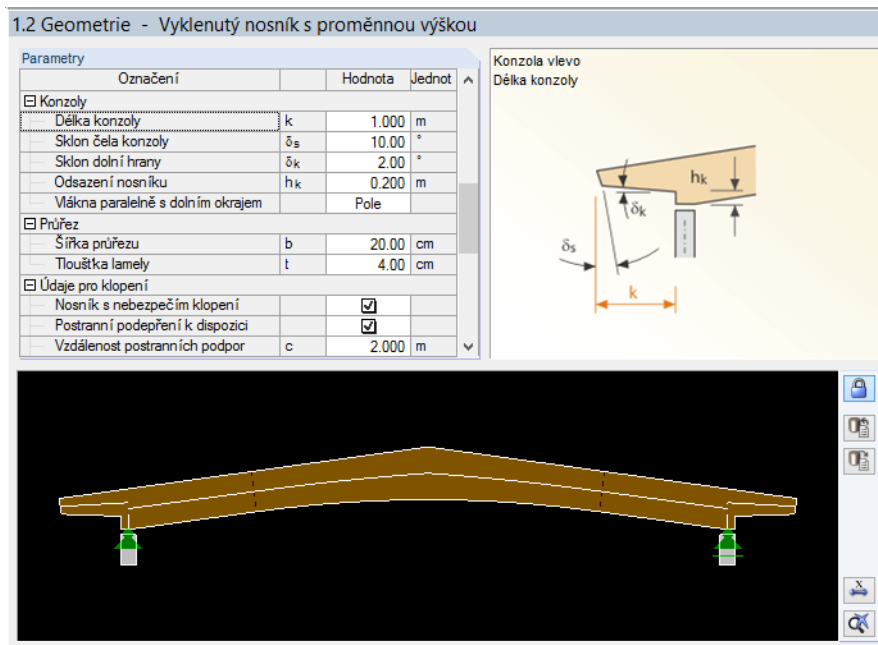


Obr. 5.12: Kontrola správnosti: varovné hlášení v případě nesrovnalostí v geometrických údajích

V hlášení se uvádí, které parametry jsou problematické, a nabízí se nám dvě možnosti, jak daný problém vyřešit: tlačítkem [Ano] obnovíme hodnoty před vypnutím kontroly, tlačítkem [Ne] se vrátíme do vstupního dialogu, kde je třeba parametry ručně opravit. Problematické parametry se přitom zvýrazní odlišnou barvou.

Konzoly

Tato skupina parametrů se zobrazí pouze v případě, že jsme v dialogu 1.1 označili volbu *S konzolami*. V závislosti na tom, zda jsme se rozhodli pro symetrický či asymetrický nosník, se zobrazí jedna nebo dvě skupiny parametrů, jimiž se definují jeden či dva přesahy.

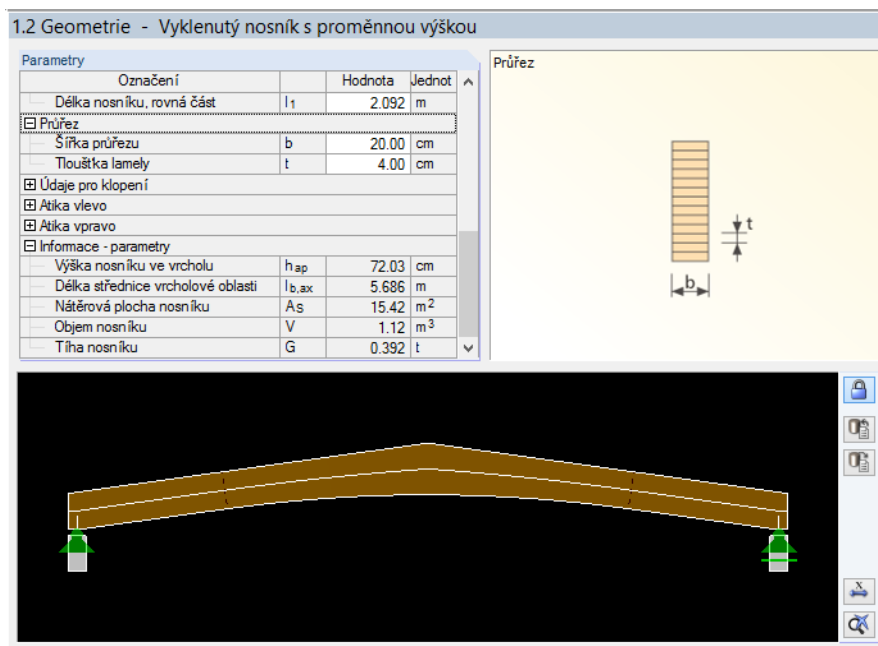


Obr. 5.13: Parametry konzol

Také v případě konzol se v závislosti na typu konzoly zobrazí grafické znázornění, v němž jsou vyznačeny příslušné parametry.

Průřez

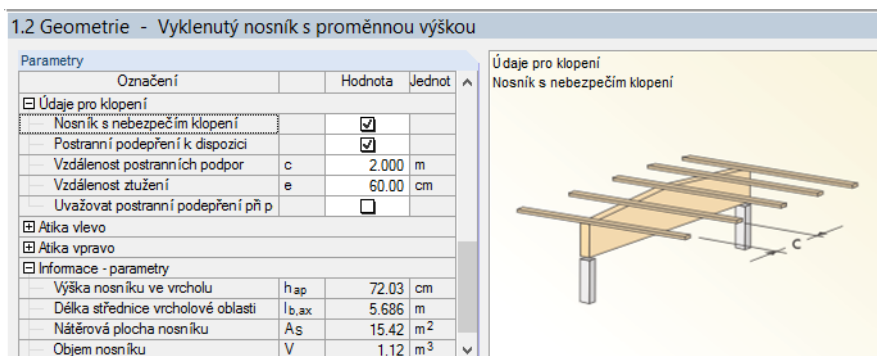
V této sekci je třeba stanovit šířku průřezu b a tloušťku lamely t . Tloušťka t má vliv také na délku kroku, kterou lze stanovit později při optimalizaci nosníku.



Obr. 5.14: Parametry průřezu

Údaje pro klopení

Na této skupině parametrů závisí, zda se provede posouzení bezpečnosti proti klopení. Pokud zaškrtneme volbu *Nosník s nebezpečím klopení*, zpřístupní se nám důležité parametry.



Obr. 5.15: Parametry *Údaje pro klopení*

Volba *Postranní podepření k dispozici* umožňuje zohlednit přídatné boční podepření např. pomocí vaznic a následně zadat jejich vzdálenost a polohu.

Z hodnoty *Vzdálenost ztužení e* lze vycházet při výpočtu momentu klopení T_d na podpoře u vidlicového uložení.

$$T_d = M_d \cdot \left[\frac{1}{80} - \frac{1}{60} \cdot \frac{e}{h} \cdot (1 - k_m) \right]$$

Rovnice 5.1: Výpočet momentu klopení T_d podle DIN 1052: 2004-08, rovnice (14)

Podle EN 1995-1-1 může být vidlicovým podepřením nebo ztužením přenesen následující moment na podpoře:

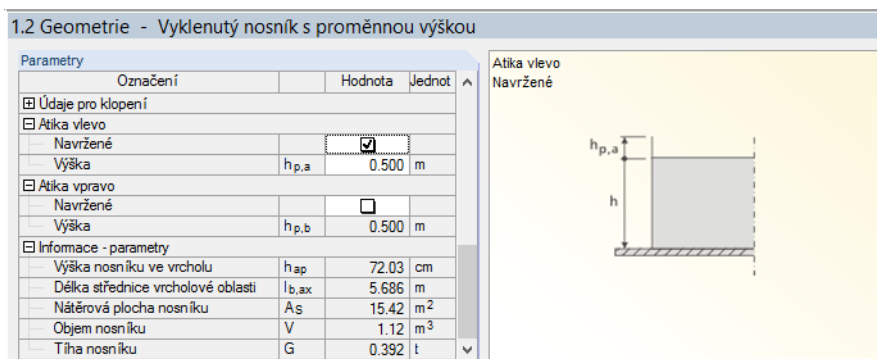
$$M_{\text{tor,d}} = M_d / 80$$

Rovnice 5.2: Moment $M_{\text{tor,d}}$ podle DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12, rovnice (NA.129)

Při posouzení podle EN 1995-1-1 se ověřuje, zda je štíhlost při klopení λ_{ef} menší nebo rovna 225. Pokud tomu tak není, posouzení se neprovádí.

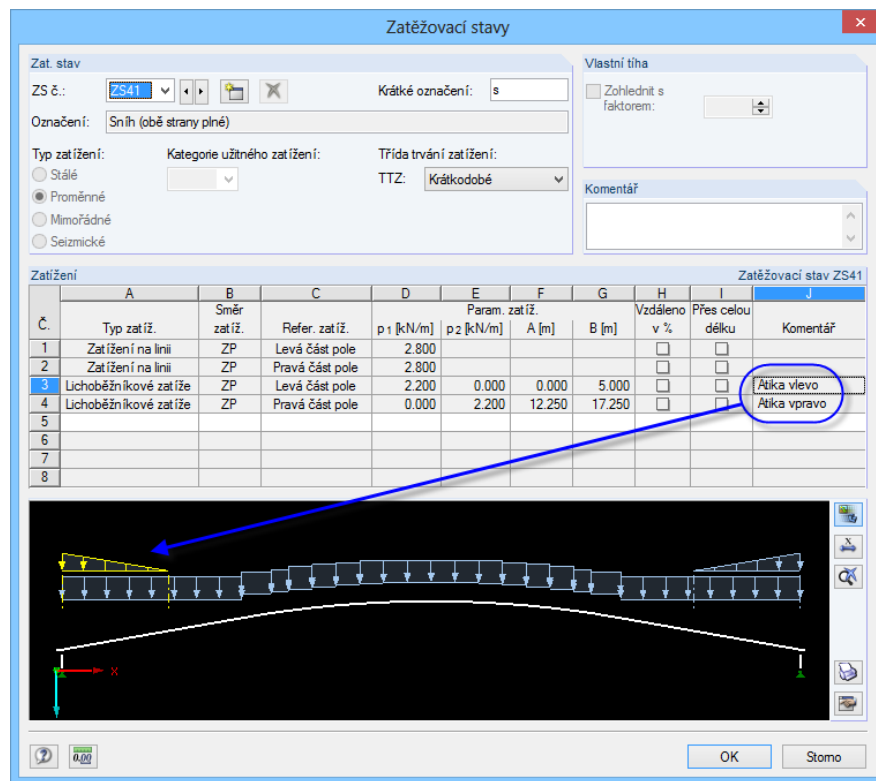
Atika vlevo/vpravo

Ve skupině parametrů *Atika vlevo* resp. *Atika vpravo* lze stanovit, zda se má zohlednit na střeše atika či nikoli.



Obr. 5.16: Skupiny parametrů *Atika vlevo* a *Atika vpravo*

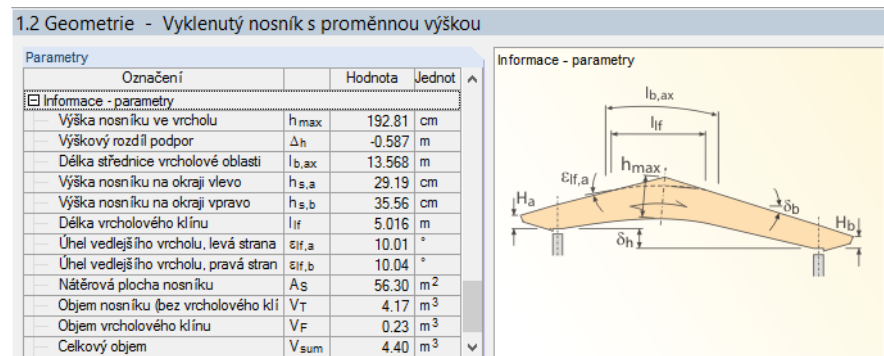
Parametry atiky mají vliv na generování zatížení sněhem (viz obr. 5.17).



Obr. 5.17: Vliv atiky na generování zatížení sněhem

Informace - parametry

V poslední skupině parametrů se zobrazí různé geometrické údaje. Tyto hodnoty mají výlučně informativní charakter a nelze je měnit. V závislosti na typu nosníku se mění počet zobrazených hodnot.

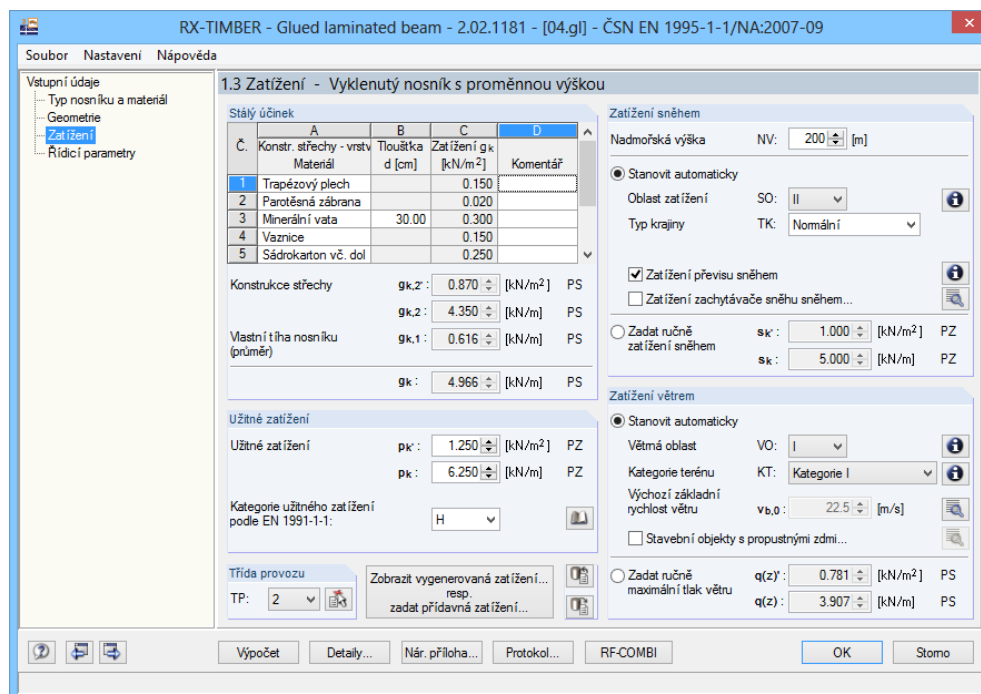


Obr. 5.18: Informace - parametry

I v tomto případě si může uživatel prohlédnout v grafickém okně obrázek, v němž je vždy znázorněn právě vybraný parametr.

5.3 Zatížení

V tomto dialogu se zadávají všechna zatížení. Jednotlivé sekce dialogu popíšeme podrobněji na následujících stránkách.



Obr. 5.19: Dialog 1.3 Zatížení

Stálý účinek

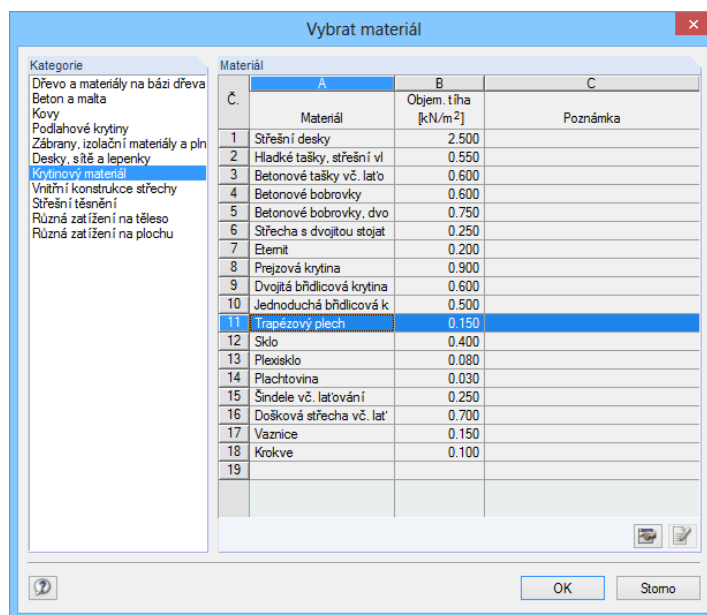
Vlastní tíha nosníku se zohlední automaticky, není třeba ji speciálně definovat. Pokud si ji zohlednit nepřejeme, deaktivujeme příslušnou volbu (viz strana 48).

V tabulce *Stálý účinek* lze zadat další střešní zatížení se stálým účinkem jako např. konstrukci střechy. Jakmile klikneme do některého políčka ve sloupci A, zobrazí se tlačítko [...] (viz obr. 5.19). Toto tlačítko slouží k otevření databáze materiálů, která obsahuje předem definovaná střešní zatížení (viz obr. 5.20). Rozdělena jsou do různých *kategorii* a uvádí se v plošných [kN/m²] nebo objemových [kN/m³] jednotkách. Požadovaný materiál lze do tabulky ve výchozím dialogu převzít tak, že na něj dvakrát klikneme nebo ho vybereme myší a klikneme na [OK].

Jednotlivé položky v databázi materiálů (obr. 5.20) lze upravovat, pokud stiskneme tlačítko [Upravit...]. Měnit lze označení i objemovou tíhu právě vybraného materiálu.

Na konci tabulky obsahující materiály z databáze se nachází prázdný řádek, který lze použít k rozšíření databáze. Jakmile zadáme nový materiál, doplní se do tabulky automaticky nový prázdný řádek. Databázi tak lze libovolně rozšiřovat.

Po zadání nového materiálu nebo úpravě některého již existujícího materiálu bychom měli databázi zavřít tlačítkem [OK], mají-li se změny trvale uložit. Úpravy lze ukládat i vlevo znázorněným tlačítkem [Použít].



Obr. 5.20: Databáze materiálů pro zadání stálých zatížení

V případě zatížení, která jsou v databázi definována v objemových jednotkách, musíme ve sloupci B v dialogu 1.3 uvést navíc *tloušťku d*.

Ke každému zatížení lze ve sloupci D připojit v případě potřeby komentář.

Pod tabulkou se uvádí součet plošných zatížení ($g_{k,2}'$), jejich přepočtení na liniové zatížení ($g_{k,2}$) a nakonec výsledná hodnota stálého zatížení (g_k) včetně vlastní tíhy nosníku ($g_{k,1}$). U vlastní tíhy nosníku se zobrazí její průměrná hodnota, při výpočtu se ovšem uvažuje přesně jako proměnné liniové zatížení.

Užitné zatížení

V této sekci máme k dispozici dvě zadávací políčka, která jsou navzájem propojena. Buď se zadá zatížení na plochu p_k' [kN/m²], které se následně automaticky přepočítá na příslušné liniové zatížení p_k [kN/m] daného vazníku. Při přepočtu se zohledňují údaje zadané v sekci *Rozměry budovy* v dialogu 1.2:

- Krajní nosník: $p_k = p_k' \cdot \left(\frac{a}{2} + \ddot{u}\right) \cdot k$
- Vnitřní nosník: $p_k = p_k' \cdot a \cdot k$

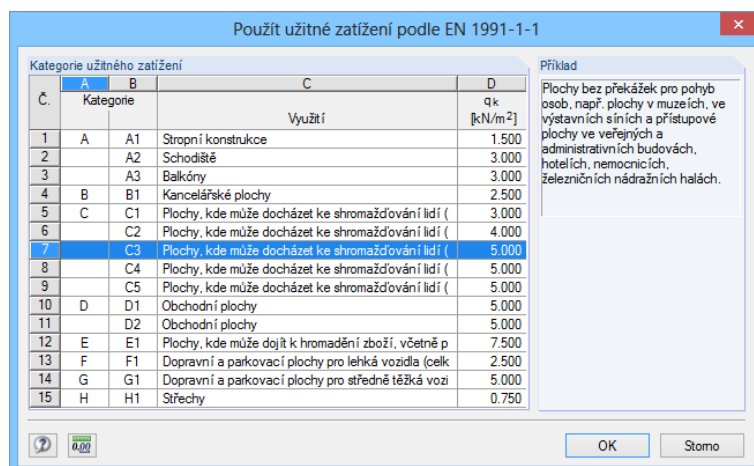
Rovnice 5.1: Přepočtení plošného na liniové zatížení

Druhou možností je zadat přímo liniové zatížení p_k . V takovém případě se následně zobrazí v poli pro zadání p_k' příslušná hodnota plošného zatížení.



Pomocí vlevo znázorněného tlačítka lze užité zatížení vybrat také z tabulky podle [3], příp. [7] (viz obr. 5.21).

Po zadání užitého zatížení se aktivuje seznam *kategorií užitého zatížení* podle DIN 1052 a DIN 1055-100, resp. EN 1991-1-1. Ve většině případů lze beze změny převzít přednastavenou kategorii H. Zvolenou kategorií se řídí součinitele ψ podle [2], tabulky A.2, resp. [9] tabulky A.1.1 a také třída trvání zatížení (TTZ) podle [1], tabulky 4, resp. [7], tabulky NA.1.



Obr. 5.21: Dialog Použití užitého zatížení podle EN 1991-1-1

Součinitele ψ se převezmou z modulu RF-COMBI a v případě potřeby je tu lze upravit (viz obr. 11.12, strana 114). Podrobnější informace najdeme v kapitole 6.3 anebo také v příručce k modulu RF-COMBI, kterou si lze stáhnout na našich webových stránkách www.dlupal.cz.

Třída provozu



V levé dolní sekci dialogu 1.3 se zadává třída provozu *TP* u celého nosníku. Vlevo znázorněným tlačítkem otevřeme výběrový dialog, v němž je uveden krátký popis jednotlivých tříd provozu.

Zatížení sněhem

V této sekci se stanoví parametry pro automatické generování zatížení sněhem. Příslušné zatěžovací stavy se tvoří v souladu s DIN 1055-5, resp. EN 1991-1-3.

Nejdříve je třeba uvést *nadmořskou výšku* v [m]. Následně lze zatížení sněhem *stanovit automaticky* nebo *zadat ručně*.

Stanovit automaticky



Oblast zatížení sněhem SO lze vybrat buď přímo ze seznamu nebo ji lze určit dvojím kliknutím v mapě sněhových oblastí (obr. 5.22). Mapu sněhových oblastí otevřeme pomocí tlačítka [Informace o sněhových oblastech...].

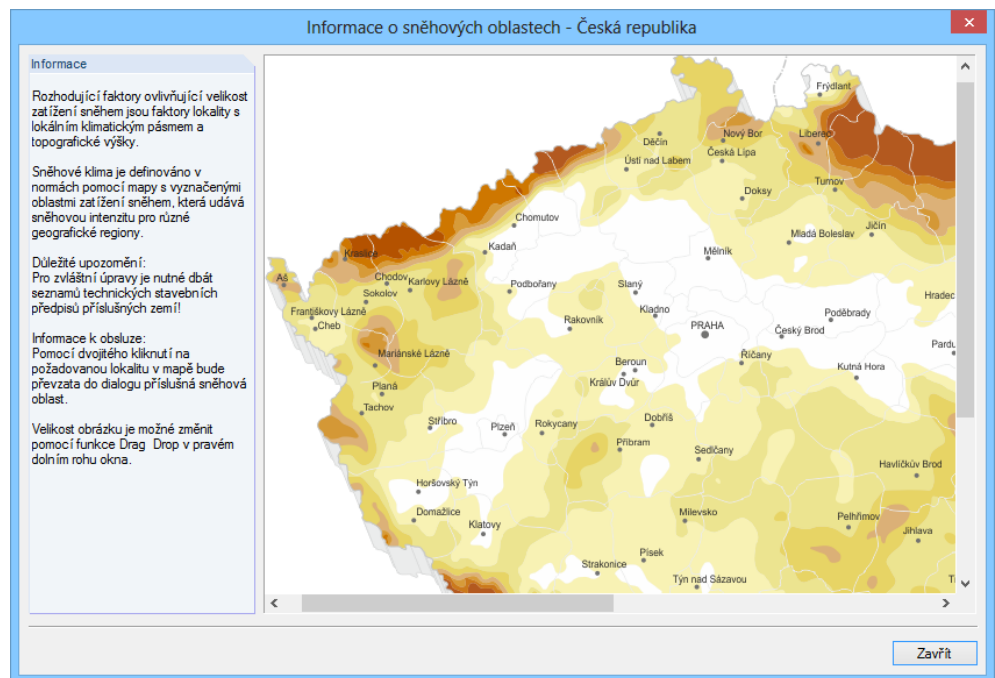
V případě normy EN 1991-1-3 je třeba uvést *typ krajiny TK*. Seznam nám nabízí tyto možnosti: *otevřená, normální a chráněná*.



V dané sekci máme dále k dispozici možnosti *Severoněmecká nížina* (v případě výběru DIN nebo německé přílohy Eurokódu), *zatížení převisu sněhem* a *zatížení zachytávače sněhu sněhem*, které nám umožňují zadat přídatné údaje pro generování zatížení. Doplnkové informace k těmto možnostem zobrazíme rovněž pomocí tlačítek [Informace...] po pravé straně.



Pokud z mapy sněhových oblastí Německa vybereme *Severoněmeckou nížinu*, vytvoří se navíc mimořádný zatěžovací stav s 2,3násobným zatížením sněhem.



Obr. 5.22: Mapa sněhových oblastí na území ČR



Pokud se má zohlednit *zatížení převisu sněhem*, zobrazí se po kliknutí na tlačítko [Informace o zatížení převisu sněhem...] okno, v němž je uvedena rovnice pro výpočet tohoto přídatného zatížení. V daném okně se zadává *tloušťka sněhu d*.

Zatížení převisu sněhem

Obrázek zatížení

Zatížení převisu sněhem v kN/m

$$S_e = \frac{k \cdot s^2}{\gamma} \quad \text{Rov. (6.4)}$$

s Zatížení sněhem pro střechu kN/m²

k Součinitel zohledňující nepravidlost sněhu
(k = min(3/d; d · γ))

γ Objemová tíha sněhu
(γ = 2 kN/m³)

d Tloušťka sněhové vrstvy na střeše

Parametr

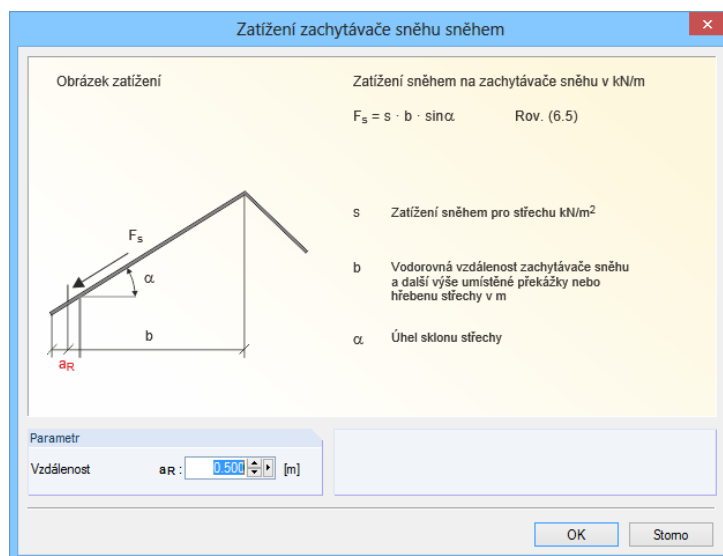
Tloušťka sněhu d: [m]

OK Storno

Obr. 5.23: Dialog Zatížení převisu sněhem



Jestliže se bude uvažovat *zatížení zachytávače sněhu sněhem*, je třeba navíc uvést *vzdálenost zachytávače sněhu* a_R od okraje střechy.



Obr. 5.24: Dialog *Zatížení zachytávače sněhu sněhem*

Zatížení sněhem, které se určí na základě zadaného typu krajiny a sněhové oblasti, se pro informaci zobrazí v neaktivních zadávacích políčkách v oddílu *Zadat ručně zatížení sněhem* jako plošné i liniové zatížení. Daná hodnota odpovídá charakteristickému zatížení sněhem s_k . Při generování zatížení sněhem se navíc zohledňuje součinitel tvaru podle [5], čl. 4.2.5, resp. [10], čl. 6.3, rovnice (6.5). Zde uvedenou hodnotu proto později ve výsledných hodnotách zatížení přímo nenajdeme.

Zadat ručně zatížení sněhem

Pokud se rozhodneme *zadat zatížení sněhem ručně*, můžeme hodnotu zatížení sněhem uvést buď jako plošné zatížení s_k' nebo liniové zatížení s_k . Přepočítání mezi oběma hodnotami se přitom provádí podobně jako při výpočtu užitého zatížení p_k (viz rovnice 5.1, strana 42).

Při generování zatížení se rovněž zohledňuje příslušný součinitel tvaru.

Zatížení větrem

V této sekci se stanoví parametry pro automatické generování zatížení větrem. Zatěžovací stavy se přitom tvoří v souladu s DIN 1055-4, resp. EN 1991-1-4.

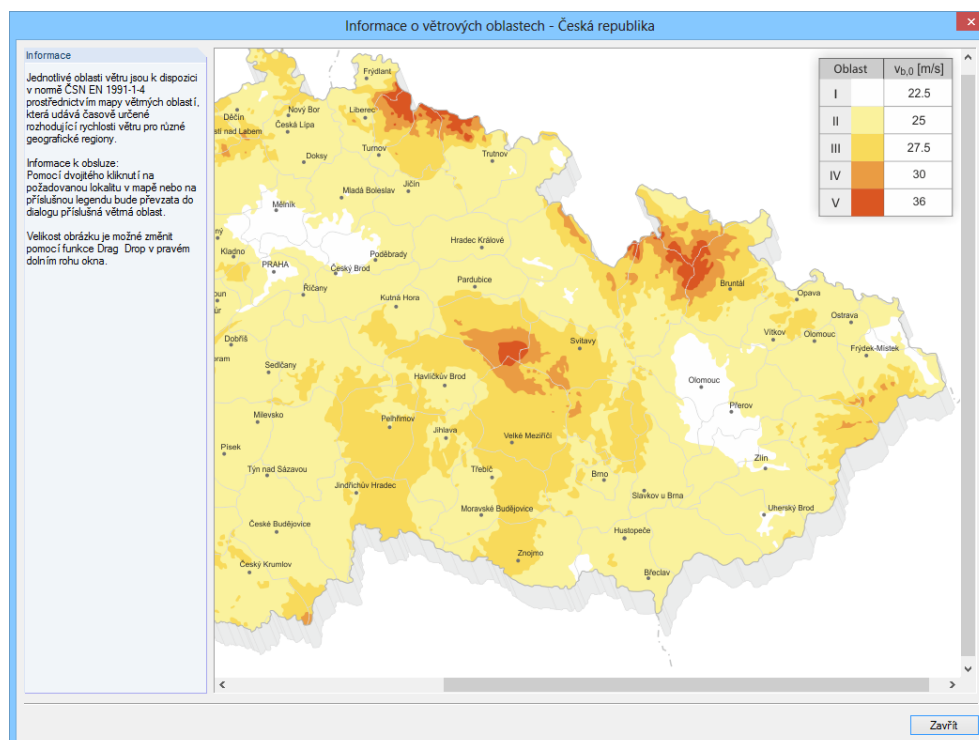


Zatížení větrem se uvažují vždy pro uzavřenou halu. Další zatížení větrem, která je třeba zohlednit v případě budov otevřených na jedné či několika stranách, je třeba zadat zvlášť. Zatížení větrem můžeme stejně jako zatížení sněhem definovat dvěma způsoby: lze je buď *stanovit automaticky* nebo *zadat ručně*.

Stanovit automaticky

V případě automatického generování je třeba uvést *větrnou oblast VO* a dále *kategorii terénu KT*. Oblast větru lze podobně jako sněhovou oblast vybrat i dvojitým kliknutím na požadovanou lokalitu v mapě větrných oblastí, kterou otevřeme tlačítkem [Informace o větrných oblastech].

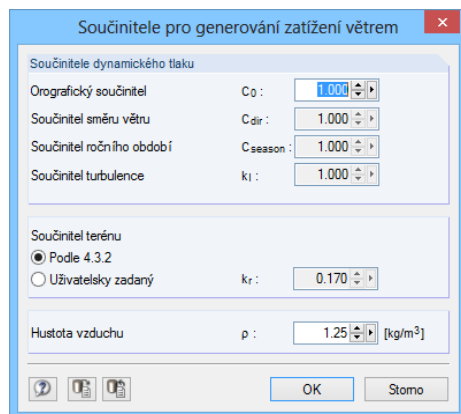




Obr. 5.25: Mapa větrných oblastí na území ČR



Větrná oblast určuje *východí základní rychlost větru* $v_{b,0}$ podle [11], čl. 4.2. Tlačítkem [Upravit součinitele zatížení větrem...] otevřeme dialog, v němž lze upravit hodnotu součinitelů dynamického tlaku. Zobrazí se následující dialog:



Součinitele pro generování zatížení větrem

Součinitele dynamického tlaku

Orografický součinitel C_p : 1.000

Součinitel směru větru C_{dir} : 1.000

Součinitel ročního období C_{season} : 1.000

Součinitel turbulence k_t : 1.000

Součinitel terénu

Podle 4.3.2 k_r : 0.170

Uživatelsky zadány

Hustota vzduchu ρ : 1.25 [kg/m³]

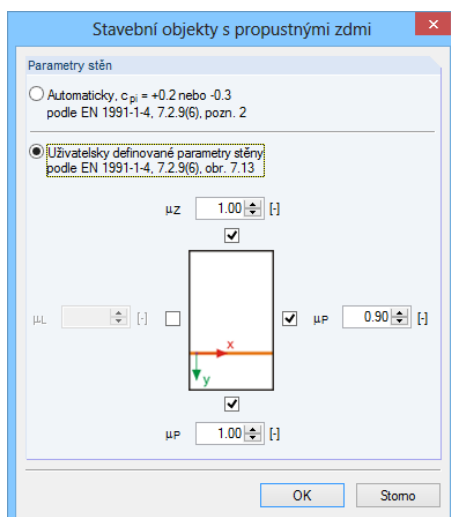
OK Storno

Obr. 5.26: Dialog Součinitele pro generování zatížení větrem podle EN 1991-1-4

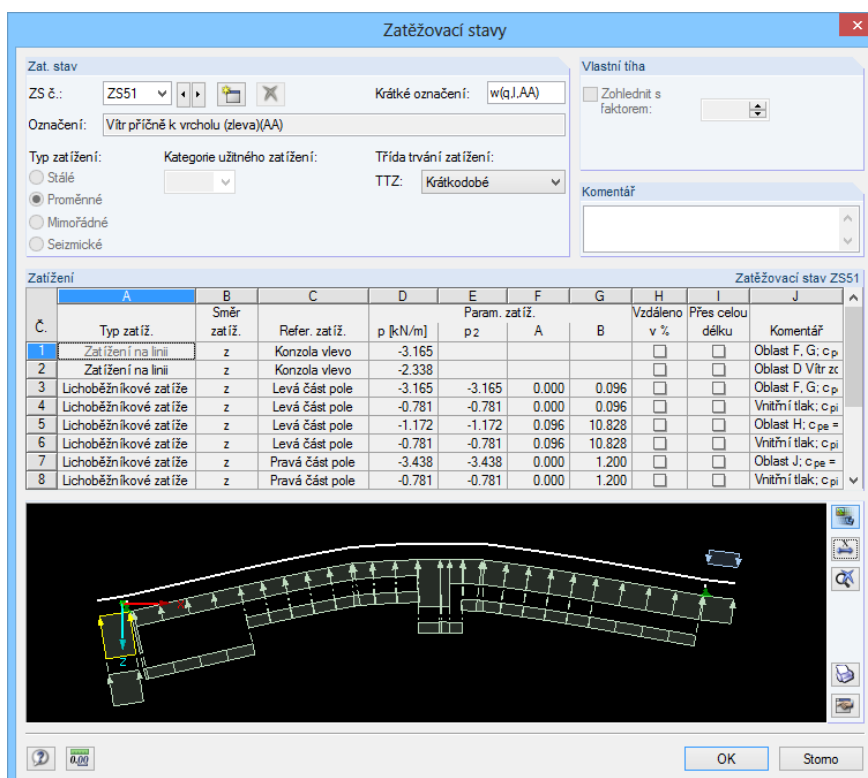
Pokud zaškrtneme volbu *Stavební objekty s propustnými zdmi...*, můžeme zadat hodnotu μ podle [4], rovnice (19), resp. [11], rovnice (7.3), a zohlednit tak navíc odlehčující účinky v důsledku propustných zdí. U konzoly nosníku se při výpočtu zatěžovacího stavu „Spodní vítr“ také přihlíží k ploše přilehlé stěny. Generování zatížení nemůže ovšem obsáhnout všechny oblasti a zvláštní případy podle [4], resp. [11], a proto je případně třeba další účinky takových zatížení dodatečně definovat (viz následující oddíl *Zobrazit vygenerovaná zatížení / Zadání přídavná zatížení*).



Tlačítkem [Nastavení pro stavební objekty s propustnými zdmi...] otevřeme dialog, v němž lze podrobně nastavit parametry stěn.

Obr. 5.27: Dialog *Stavební objekty s propustnými zdmi* podle EN 1991-1-4

Rozhodující pro generovaná zatížení větrem jsou rozměry budovy. Na základě příslušných údajů v dialogu 1.2 se stanoví oblasti F, G, H a I podle [4], resp. [11] u daného typu nosníku a vygenerují se odpovídající zatížení větrem. V oblastech, v nichž působí jak tlak tak sání větru, vytvoří program pro každé zatížení větrem vždy dva zatěžovací stavy - s tlakem a sáním větru.



Obr. 5.28: Sání větru v zatěžovacím stavu 51 (stav AA)

Stejně jako při generování zatížení sněhem je třeba dbát specifických technických stavebních předpisů příslušných zemí.

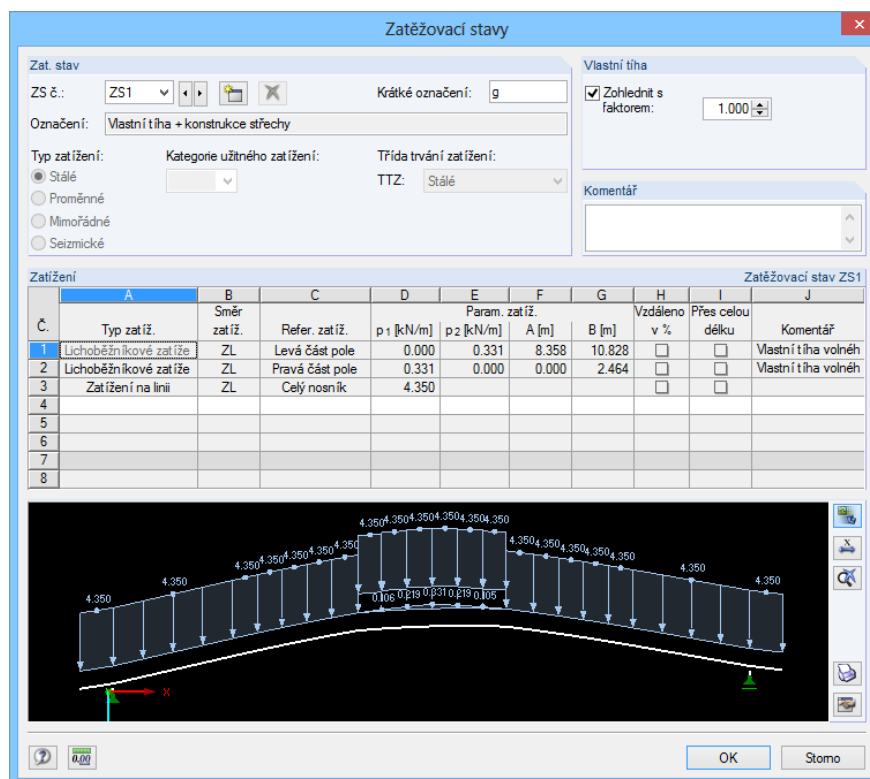
Zadat ručně maximální tlak větru

Pokud se rozhodneme *zadat maximální tlak větru ručně*, můžeme hodnotu zatížení větrem uvést buď jako plošné zatížení $q(z)$ nebo liniové zatížení $q(z)$. Přepočítání mezi oběma hodnotami se přitom provádí podobně jako při výpočtu užitečného zatížení p_k (viz rovnice 5.1, strana 42).

Zobrazit vygenerovaná zatížení...
resp.
zadat přídatná zatížení...

Zobrazit vygenerovaná zatížení / Zadat přídatná zatížení

Tlačítkem [Zobrazit vygenerovaná zatížení, resp. zadat přídatná zatížení...] zobrazíme přehled zatížení, která se vygenerují na základě údajů v dialogu 1.3. Otevře se dialog *Zatěžovací stavy*.



Č.	Typ zat.ř.	Směr zat.ř.	Refer. zat.ř.	Param. zat.ř.		A [m]	B [m]	Vzdáleno v %	Přes celou délku	Komentář
				p ₁ [kN/m]	p ₂ [kN/m]					
1	Lichoběžníkové zatíže	ZL	Levá část pole	0.000	0.331	8.358	10.828	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vlastní tíha volněh
2	Lichoběžníkové zatíže	ZL	Pravá část pole	0.331	0.000	0.000	2.464	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vlastní tíha volněh
3	Zatížení na linii	ZL	Celý nosník	4.350				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4										
5										
6										
7										
8										

Obr. 5.29: Dialog *Zatěžovací stavy*

Zatěžovací stav

V této sekci lze v seznamu ZS č. navolit zatěžovací stav, který se má zobrazit ve spodní sekci *Zatížení*. Tlačítka [◀] a [▶] můžeme také mezi zatěžovacími stavy přepínat.

Tlačítko [Vytvořit nový zatěžovací stav] nám umožňuje zakládat další zatěžovací stavy. Lze tak zohlednit zatížení, která se negenerují automaticky. Hodnotu uživatelsky definovaného zatížení je třeba uvést jako *parametr zatížení* ve sloupci D. Na straně 49 a na následujících stranách popisujeme, jak lze přídatná zatížení definovat.

Přídatné, uživatelem zadané zatěžovací stavy lze opět [Smazat] pomocí vlevo znázorněného tlačítka. Je třeba mít na paměti, že vygenerované zatěžovací stavy již nelze mazat ani upravovat.

Díky *krátkému označení* budeme mít lepší přehled o vytvořených kombinacích zatížení (viz kapitola 7.1, strana 61).

V poli *Označení* lze zadat název zatěžovacího stavu. Toto označení se objeví také ve výstupním protokolu v seznamu zatěžovacích stavů.

V případě uživatelsky definovaných zatěžovacích stavů je třeba zadat *typ zatížení*. Na výběr máme následující možnosti: *stálé*, *proměnné*, *mimořádné* a *seizmické*. Pokud označíme možnost *proměnné* zatížení, můžeme podobně jako v dialogu 1.3 vybrat i *kategorii užitného zatížení* a *třídou trvání zatížení* TTZ.

Vlastní tíha

V sekci *Vlastní tíha* lze nastavit, aby se vlastní tíha neuvažovala nebo se zohlednila s určitým faktorem. Standardně je tu nastaven faktor 1,0.

Třída trvání zatížení:

TTZ: Krátkodobé

- Dlouhodobé
- Střednědobé
- Krátkodobé
- Okamžikové

Komentář

Ke každému zatěžovacímu stavu může uživatel připojit poznámku.

Zatížení

Ve spodní části dialogu se zobrazí v tabulce zatížení z výše nastaveného zatěžovacího stavu a jejich grafické znázornění.

V zatěžovacím stavu 1 „Vlastní tíha + konstrukce střechy“ se vlastní tíha znázorní v grafickém okně. V seznamu v tabulce ovšem není uvedena. Tabulka obsahuje pouze zatížení, která jsme zadali v dialogu 1.3 u konstrukce střechy ($g_{k,2}$).



Při generování hodnot zatížení sněhem a větrem se zohledňují příslušné součinitele. Proto můžeme vidět v grafickém okně zatížení, která se skutečně u nosníku uvažují.

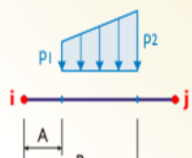
Zatížení větrem se generuje v samostatných zatěžovacích stavech vždy pro směr příčný k vrcholu a směr rovnoběžný s vrcholem. Pokud může být střecha podle normy zatížena jak sáním tak tlakem větru, vytvoří se dva samostatné zatěžovací stavy pro tyto směry větru. Rozlišit je lze podle indexu A a B.



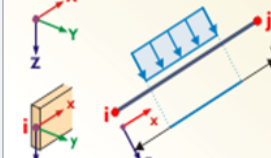
Ke znázornění parametrů zatížení slouží tlačítko, které uvádíme na levém okraji. Pokud si přejeme místo popisných obrázků zobrazit opět zatížení, znovu klikneme na dané tlačítko.

Zatížení										Zatěžovací stav ZS51
Č.	Typ zatíž.	Směr zatíž.	Refer. zatíž.	Param. zatíž.				Vzdálenost v %	Přes celou délku	Komentář
				p_1 [kN/m]	p_2 [kN/m]	A [m]	B [m]			
1	Lichoběžníkové zatížení	z	Levá část pole	-1.850	-1.850	0.000	2.000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Oblast F; $c_{pe} = -1.140$
2	Lichoběžníkové zatížení	z	Levá část pole	-0.633	-0.633	2.000	12.676	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Oblast H; $c_{pe} = -0.390$
3	Lichoběžníkové zatížení	z	Pravá část pole	-1.428	-1.428	0.000	2.000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Oblast J; $c_{pe} = -0.880$
4	Lichoběžníkové zatížení	z	Pravá část pole	-0.746	-0.746	2.000	12.676	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Oblast I; $c_{pe} = -0.460$
5										
6										
7										
8										

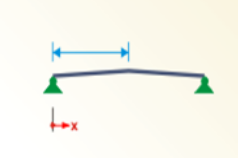
Typ zatížení



Směr zatížení



Reference zatížení



Obr. 5.30: Dialog *Zatěžovací stavy*: názorné zobrazení parametrů zatížení

Tabulka je s obrázkem interaktivní: pokud v tabulce vybereme určité zatížení, barevně se zvýrazní v obrázku. A jakmile myši klikneme na některé zatížení, vyznačí se i příslušný řádek v tabulce.

Zadat přídatná zatížení

Přidavná zatížení lze vkládat přímo do dalšího volného řádku v tabulce. Zpravidla se ovšem vytváří nový zatěžovací stav pomocí tlačítka [Vytvořit nový zatěžovací stav], abychom s ním mohli pracovat samostatně. Přitom je třeba stanovit označení, typ zatížení a případně také kategorii užitečného zatížení a třídu trvání zatížení.

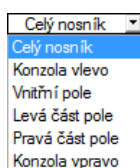
V tabulce v sekci *Zatížení* (viz obr. 5.30) je třeba ve sloupci A uvést *typ zatížení*. V seznamu můžeme vybírat z několika typů zatížení, jak vidíme na obrázku vlevo. Pokud jsme aktivovali zobrazení popisných obrázků, zobrazí se v dolní části dialogu vždy příslušné jednoduché schéma, v němž jsou znázorněny dané **parametry** zatížení. V závislosti na zvoleném typu zatížení jsou další sloupce tabulky aktivní či nikoli.

V případě *směru zatížení* rozlišujeme mezi třemi možnostmi: zatížení lze buď vztáhnout k lokálním osám prutu nebo ve směru globálních os na skutečnou délku či na průmět délky prutu. I v tomto případě se v dolní části okna zobrazí užitečné názorné schéma.



- Zatížení na linii
- Osamělé zatížení
- Zatížení na linii
- Lichoběžníkové zatížení
- Rovnoměrná teplota
- Nerovnoměrná teplota
- Osamělý moment
- Moment na linii
- Lichoběžníkový moment

- ZL
- x - Lokálně v x
- y - Lokálně v y
- z - Lokálně v z
- XL - Globálně v X na skutečnou délku
- YL - Globálně v Y na skutečnou délku
- ZL - Globálně v Z na skutečnou délku
- YP - Globálně v Y na průmět
- ZP - Globálně v Z na průmět



Dále je třeba ve sloupci C stanovit, na kterou část nosníku má zatížení působit. Pro jednodušší zadání má uživatel k dispozici seznam s několika možnostmi: celý nosník, vnitřní pole, levé pole, pravé pole, konzola vlevo a konzola vpravo. Některé z uvedených možností se v seznamu nabízí pouze v případě, že jsme zadali odpovídající geometrii nosníku.

Zadat zatížení na libovolné dílčí oblasti nosníku je v případě liniových zatížení možné ve tvaru lichoběžníkových zatížení a u momentů na linii ve tvaru lichoběžníkových momentů. Jen u těchto typů zatížení lze počáteční a koncový bod zatížení stanovit libovolně. Pokud potřebujeme zkontrolovat zadání, aktivujeme zobrazení zatížení v grafickém okně.

Ve sloupcích D až I lze v souladu se zvoleným typem zadat příslušná zatížení. V případě lichoběžníkových zatížení máme možnost nanést zatížení na celý nosník pomocí volby *Přes celou délku*. Jinak musíme stanovit počáteční a koncový bod (*A* a *B*) zatížení a také příslušné hodnoty zatížení p_1 a p_2 .



Vlevo znázorněné tlačítko slouží k zobrazení číselných hodnot v obrázku zatížení.

Konkrétní části obrázku si lze přiblížit a důkladněji prohlédnout pomocí funkce zoom. Prostým kliknutím myši do grafického zobrazení a následným rolováním kolečka myši můžeme náhled na obrázek zvětšovat, resp. zmenšovat.



Rolovací kolečko myši lze použít také k přemístění obrázku v okně, pokud ho držíme stisknuté a posouváme myši. Pokud přitom stiskneme i klávesu [Ctrl], můžeme si prohlédnout nosník v izometrickém pohledu.



Jakmile klikneme na tlačítko [Zobrazit celý obrázek], zruší se režim přiblížení a obnoví se nám původní stav obrázku.

Po zadání dat je třeba zavřít dialog *Zatěžovací stavy* pomocí tlačítka [OK]. Jen tak se změny uloží. Tlačítkem [Storno] zavřeme dialog, aniž by se úpravy uložily. Všechny změny provedené od chvíle, co jsme otevřeli dialog, tak budou ztraceny.

RF-COMBI

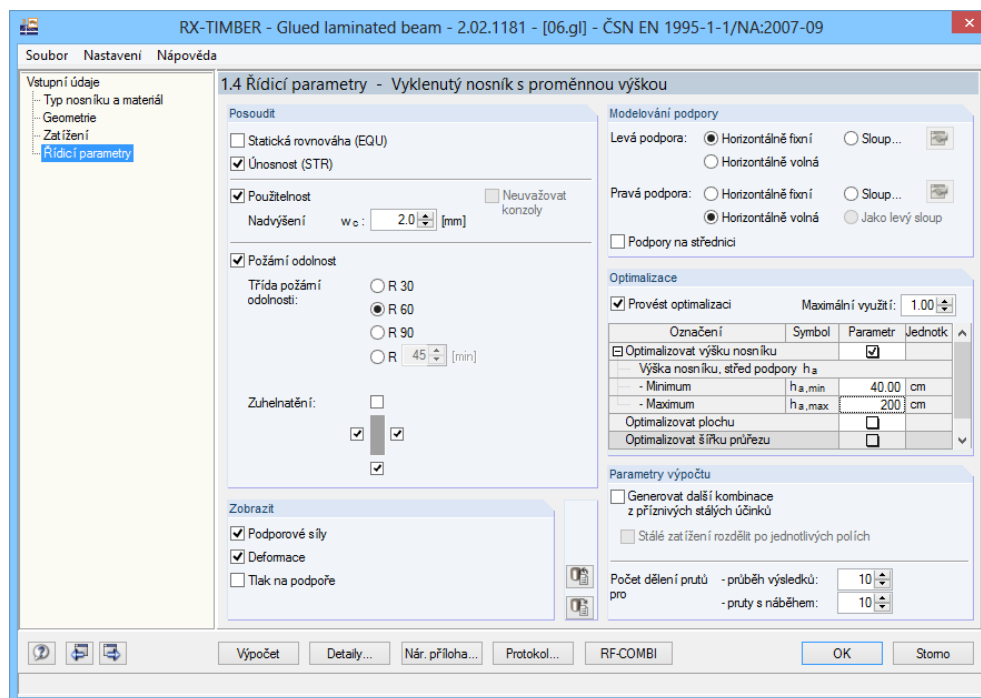
Tlačítko [RF-COMBI] umožňuje uživateli otevřít přímo modul RF-COMBI, který slouží ke skládání zatěžovacích stavů do kombinací podle [2], resp. [9]. Obvykle tu není potřeba provádět žádné změny, protože i v případě zatížení, která definoval sám uživatel, se kombinace vytváří na pozadí automaticky. Tlačítko tedy zpravidla použijeme spíše pro ověření a kontrolu.

O možnostech a funkcích modulu RF-COMBI se blíže dočteme v příslušné příručce, která je k dispozici ke stažení na webových stránkách www.dlupal.cz s ostatními manuály.



5.4 Řídicí parametry

V dialogu 1.4 *Řídicí parametry* lze nastavit různé údaje pro výpočet.



Obr. 5.31: Dialog 1.4 *Řídicí parametry*

Posoudit

V této sekci stanovíme, jaká posouzení se mají provést. Předem nastavena jsou posouzení *únosnosti a použitelnosti*.

V případě posouzení mezního stavu použitelnosti lze zohlednit *nadvýšení* nosníku, které se tu zadává jako w_c resp. w_o . Uživatel se může také rozhodnout *neuvažovat konzoly*.

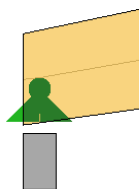
Pokud zaškrtneme volbu *Požární odolnost*, zpřístupní se parametry pro posouzení požární odolnosti. Doba trvání požáru se stanoví na základě třídy požární odolnosti (R 30, R 60, R 90) nebo ji zadá sám uživatel. Níže pak lze v jednoduchém schématu určit strany nosníku, u nichž se má uvažovat *zuhelnatění*.

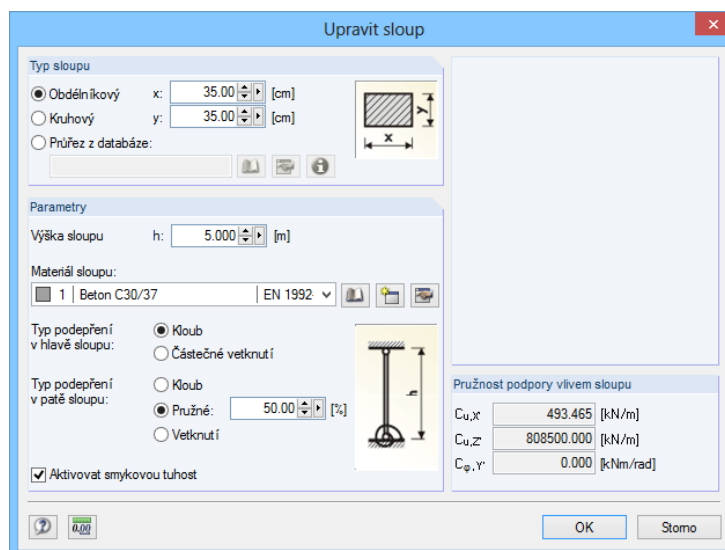
Modelování podpory

V této sekci se stanoví podporové podmínky nosníku. Aby výpočet proběhl úspěšně, musíme podporu alespoň na jedné straně zadat jako *horizontálně fixní*, případně je třeba definovat ohybově tuhý *sloup*.

Ve standardním případě se podpory uvažují jako excentrické. Zohlední se tak stěnové chování těchto nosníků, které jsou většinou štíhlé a vysoké. Volba *Podpory na střednici* umožňuje posunout podpory na těžištní osu prutu (viz náčrt vlevo), a tím zmenšit nebo zcela eliminovat vysoké okrajové momenty vlivem tlakové síly.

Parametry sloupu lze stanovit po kliknutí na tlačítko [Upravit parametry sloupu...]. Otevře se následující dialog:



Obr. 5.32: Dialog *Upravit sloup* pro výpočet pružnosti podpory

V sekci *Typ sloupu* lze vybrat *obdélníkový* či *kruhový* sloup a následně přímo zadat jeho geometrii. Parametry jsou znázorněny v obrázku vpravo. Pokud chceme zadat u sloupu speciální průřez, můžeme využít volby *Průřez z databáze* a vybrat některý průřez z rozsáhlé databáze průřezů.

Údaje, které uvedeme v sekci *Parametry* o *výšce sloupu*, *materiálu sloupu* a *typu podepření*, mají velký vliv na výslednou pružnost podpory. Zatímco v patě sloupu můžeme zadat jeden ze tří typů podepření, v hlavě sloupu je přípustné pouze kloubové připojení nebo částečné vetknutí: pružnost podpory se počítá z pohledu nosníku. Vzhledem k tomu, že sloup nemůže poskytnout plné vetknutí, bude se v případě volby *Částečné vetknutí* uvažovat rotační tuhost daného sloupu.

Na základě stanovených hodnot se spočtou hodnoty tuhosti podpory ve směru X a Z, které se následně dosadí do výpočtu jako podporové podmínky. V sekci *Pružnost podpory vlivem sloupu* se spočtené hodnoty zobrazí.



Pokud zaškrtneme v dialogu 1.4 možnost *Jako levý sloup* (obr. 5.31), budou údaje zadané ke sloupu platit i pro pravou podporu. Hodnoty levého sloupu se pak automaticky vyplní v dialogu *Upravit sloup* a lze je v případě potřeby upravit.

Optimalizace

V této sekci se stanoví, zda a jakým způsobem má RX-TIMBER provést *optimalizaci* průřezu nosníku. Optimalizovat přitom lze v závislosti na typu nosníku buď *výšku nosníku*, *plochu*, *šířku průřezu* nebo *vzdálenost postranních podpor*.

Pokud má být *maximální využití* jiné než 100 %, může uživatel v příslušném políčku zadat jinou mezní hodnotu.

Jestliže se bude optimalizovat *výška nosníku*, je třeba stanovit maximální a minimální výšku ve střední části podpory. Pro optimalizaci *plochy* můžeme zadat více okrajových podmínek (výšku nosníku ve středu podpory a ve vrcholu, poloměr zakřivení, sklon dolní pásnice atd.). Pokud omezíme hodnoty parametrů, optimalizaci urychlíme.

Šířku průřezu lze optimalizovat v rámci mezních hodnot, které definuje uživatel. Jako *přírůstek* je přednastavena tloušťka lamely, kterou jsme zvolili v dialogu 1.2. V případě potřeby lze tuto hodnotu upravit. Podle typu nosníku se postup optimalizace liší.

Pro posouzení klopení je důležitá *vzdálenost postranních podpor*. U nosníků, kterým hrozí ztráta stability, lze tuto vzdálenost optimalizovat v rámci stanovených mezí pomocí zadaného přírůstku, aby bylo posouzení splněno.

Zobrazit

Pomocí zaškrtnutých políček v této sekci lze ovlivnit, zda se zobrazí *podporové síly*, *deformace* či *tlak na podpoře* v samostatných výstupních dialogích. Pokud posouzení probíhá podle normy DIN 1052:2008-12, lze provést i *posouzení na vibrace*.

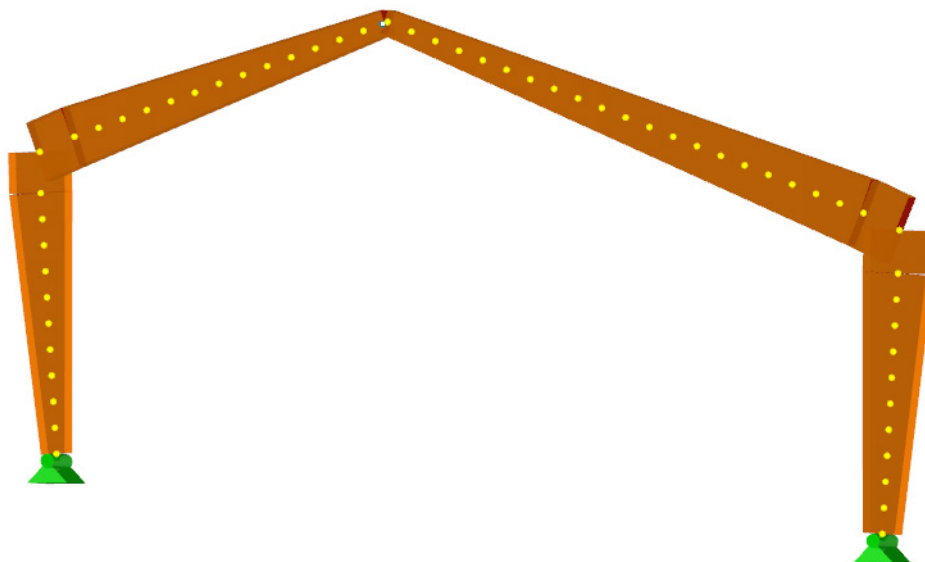
Počet výstupních dialogů závisí na tom, která posouzení a výsledky v této sekci označíme.

Parametry výpočtu

Údaje, které zadáme v této sekci, mají vliv na počet generovaných kombinací výsledků i na přesnost výpočtu.

Pokud označíme volbu *Generovat další kombinace z příznivých stálých účinků*, budou se rozdílně a s odlišnými dílčími součiniteli spolehlivosti uvažovat příznivě a nepříznivě působící stálá zatížení. Nutně se tím zvýší počet generovaných kombinací.

Zadaný počet dělení prutů pro průběh výsledků určuje počet míst x na nejdelším prutu v konstrukci. Délka dílů pak platí také pro místa x všech ostatních prutů v modelu konstrukce. Místa x jsou místa na nosníku, v nichž se jednotlivá posouzení provádí. Ukázalo se, že přednastavená hodnota dělení 10 pro průběhy výsledků představuje dobrý kompromis mezi přesností a rychlostí výpočtu.



Obr. 5.33: Princip dělení prutů pro průběhy výsledků

Pokud chceme mít u *prutů s náběhem*, které jsou většinou relativně krátké, dostatečné množství hodnot pro výpočet, můžeme pro ně zvlášť stanovit interní dělení. Přednastavená hodnota dělení je tu opět 10. Číslo, které zadáme v tomto poli, nezvýší počet zobrazených výsledků, pouze zmenší délku dílů pro interní výpočet vnitřních sil.

6. Výpočet

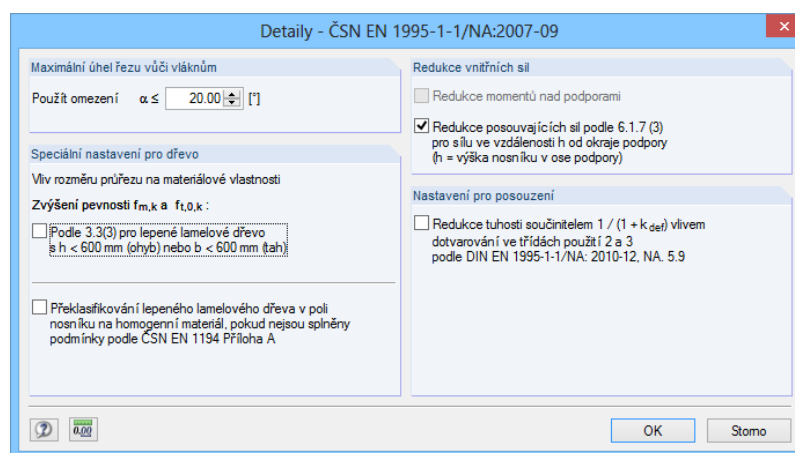
Výpočet

V každé vstupní tabulce lze spustit [Výpočet] pomocí stejnojmenného tlačítka. Při posouzení se vychází z kombinací výsledků vygenerovaných v modulu RF-COMBI. Před spuštěním výpočtu doporučujeme ještě zkontrolovat detailní nastavení výpočtu a nastavení zvolené normy.

Detaily...

6.1 Detaily výpočtu

Z každého dialogu lze tlačítkem [Detaily...] otevřít dialog se stejným názvem, v němž lze překontrolovat parametry důležité pro posouzení. Obsah dialogu se vždy řídí normou, resp. zvolenou národní přílohou. Na obr. 6.1 vidíme dialog *Detaily* pro normu EN 1995-1-1 s českou národní přílohou.



Obr. 6.1: Dialog *Detaily* podle ČSN EN 1995-1-1 pro RX-TIMBER Glued Laminated Beam

Maximální úhel řezu vůči vláknům

EN 1995-1-1 nestanoví žádné omezení pro úhel řezu vůči vláknům. Například v normě DIN 1052 je oproti tomu daný úhel omezen na 10°, neboť rovnice této normy platí pouze pro úhly do 10°. V této sekci může uživatel sám nastavit mezní hodnotu. V programu RX-TIMBER je pro úhel řezu předem nastavena hodnota 20°.

Torzní moment na podporách

Pokud jsme se rozhodli provést posouzení podle německé normy DIN nebo německé národní přílohy Eurokódu, zobrazí se v dialogu *Detaily* i tato sekce. Podmínky pro posouzení krutu na podporách jsou podle [7] značně mírnější: posouzení se musí provést pouze v případě, že štíhlost je větší než 225. RX-TIMBER tento předpoklad automaticky ověří.

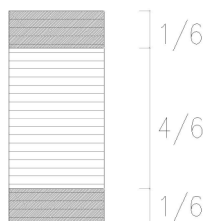
Při posouzení podle DIN 1052 máme dále možnost uvažovat boční zatížení vazníků jako stabilizující (viz vysvětlivky k DIN 1052).

Pokud jsme torzní moment T_d spočítali ručně, můžeme jeho hodnotu vyplnit i přímo do příslušného políčka. Moment se přitom uvažuje jako funkce kosinus klesající od podpor.

Speciální nastavení pro dřevo

Mnoho norem povoluje u nosníků s výškou $h < 600$ mm zvýšit hodnoty pevnosti materiálu: v případě lepeného lamelového dřeva se vychází z toho, že oslabení materiálu velkým zubovitým spojem není tak výrazné.

Pokud označíme zaškrtačící políčko *Překlasifikování lepeného lamelového dřeva v poli nosníku na homogenní materiál*, ověří program na každém posuzovaném místě, zda jsou geometricky dány podmínky pro kombinované lepené lamelové dřevo. Pokud není splněna ve vnější oblas-



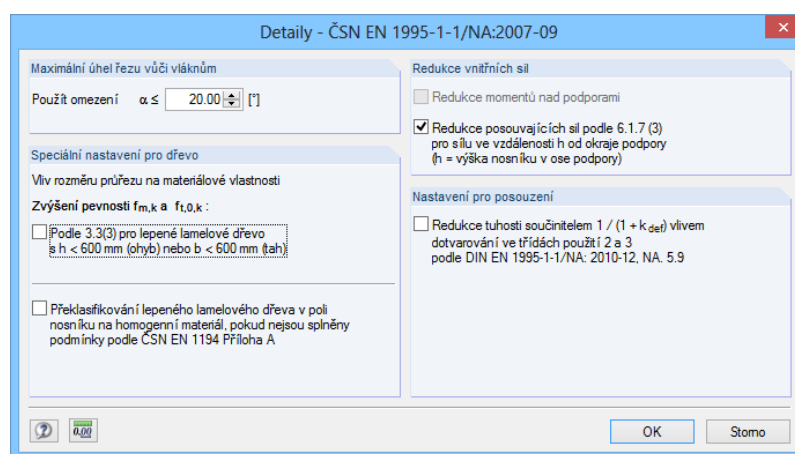
ti, která odpovídá 1/6 výšky nosníku na každé straně, vyšší třída pevnosti, vybere RX-TIMBER automaticky sousední nižší třída pevnosti a zobrazí příslušné hlášení. V kritických oblastech lze pak buď zvolit vyšší jakost materiálu nebo uvažovat při posouzení snížené hodnoty pevnosti.

Redukce vnitřních sil

Volby v této sekci umožňují zmenšit momenty a posouvající síly v oblasti podpor. Redukce podporového momentu je možná pouze v případě, že se jedná o nosník s několika poli nebo o konzolu.

Vzhledem k tomu, že podle EN 1995-1-1 je možná pouze redukce osamělých břemen v oblasti podpory, možnost zmenšit posouvající síly od liniových zatížení se vůbec nezobrazí. Kompletní redukce osamělých břemen není v programu RX-TIMBER proveditelná, protože by vyžadovala samostatný výpočet vnitřních sil.

Na následujícím obrázku vidíme dialog *Detaily* v programu RX-TIMBER Continuous Beam pro posouzení podle EN 1995-1-1.



Obr. 6.2: Dialog *Detaily* podle EN 1995-1-1 v programu RX-TIMBER Continuous Beam

V sekci *Speciální nastavení pro dřevo* můžeme uvést, zda mají být *vlákna rovnoběžně se spodním okrajem nosníku*. Další možnosti nastavení se řídí normou DIN 1052.

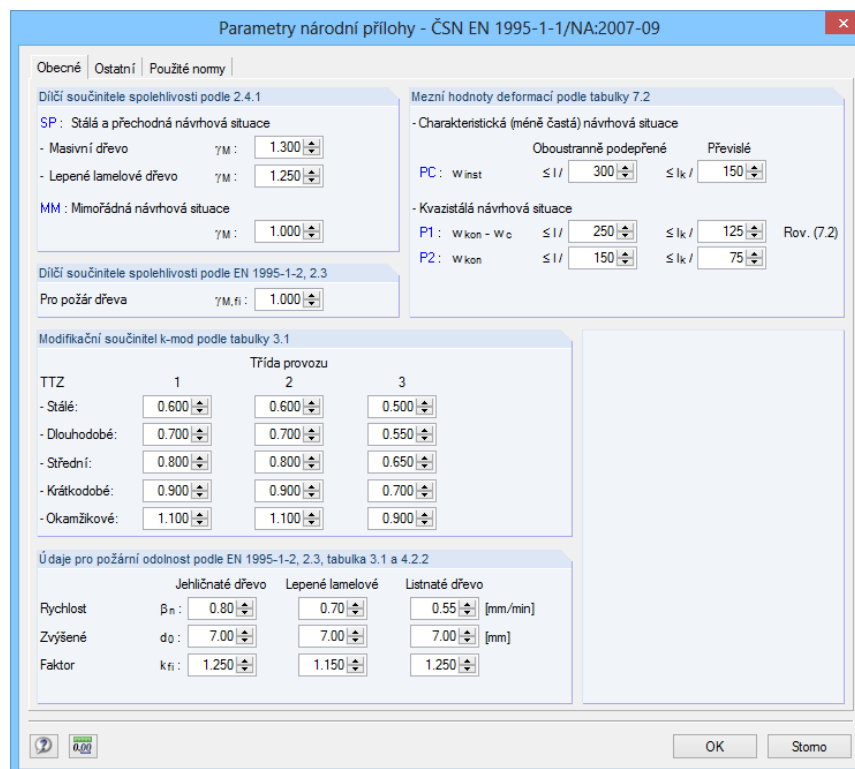
6.2 Norma a národní příloha

Nár. příloha...

Tlačítko [Nár. příloha...] slouží k otevření dialogu s důležitými návrhovými parametry, jako jsou např. dílčí součinitele spolehlivosti a modifikační součinitele nebo mezní hodnoty deformací. Obsah dialogu se vždy řídí normou, resp. zvolenou národní přílohou. Na následujícím obrázku lze vidět parametry pro EN 1995-1-1 s národní přílohou pro Českou republiku.

Pro přehlednost je dialog *Parametry národní přílohy* rozdělen do tří záložek.

6.2.1 Obecné



Parametry národní přílohy - ČSN EN 1995-1-1/NA:2007-09

Obecné | Ostatní | Použité normy

Dílčí součinitele spolehlivosti podle 2.4.1

SP: Stálá a přechodná návrhová situace

- Masivní dřevo γ_M : 1.300
- Lepené lamelové dřevo γ_M : 1.250

MM: Mimořádná návrhová situace

- γ_M : 1.000

Dílčí součinitele spolehlivosti podle EN 1995-1-2, 2.3

Pro požár dřeva $\gamma_{M,fi}$: 1.000

Modifikační součinitel k-mod podle tabulky 3.1

TTZ	1	2	3
- Stálé:	0.600	0.600	0.500
- Dlouhodobé:	0.700	0.700	0.550
- Střední:	0.800	0.800	0.650
- Krátkodobé:	0.900	0.900	0.700
- Okamžikové:	1.100	1.100	0.900

Mezní hodnoty deformací podle tabulky 7.2

- Charakteristická (méně častá) návrhová situace

Oboustranně podepřené PC : $W_{kon} - W_c \leq l / 300$ $\leq l_k / 150$ Převíslé

- Kvazistálá návrhová situace

$P1$: $W_{kon} - W_c \leq l / 250$ $\leq l_k / 125$ Rov. (7.2)

$P2$: $W_{kon} \leq l / 150$ $\leq l_k / 75$

Údaje pro požární odolnost podle EN 1995-1-2, 2.3, tabulka 3.1 a 4.2.2

	Jehličnaté dřevo	Lepené lamelové	Listnaté dřevo
Rychlost β_n :	0.80	0.70	0.55 [mm/min]
Zvýšené d_0 :	7.00	7.00	7.00 [mm]
Faktor k_{fi} :	1.250	1.150	1.250

OK Storno

Obr. 6.3: Dialog *Parametry národní přílohy*, záložka *Obecné*

Dílčí součinitele spolehlivosti

V této sekci lze překontrolovat a případně upravit dílčí součinitele pro pevnost materiálů v různých návrhových situacích. Součinitele jsou přednastaveny v souladu s normou, kterou jsme vybrali v dialogu 1.1 *Základní údaje*.

Mezní hodnoty deformací

Mezní hodnoty deformací lze pro posouzení mezního stavu použitelnosti upravovat samostatně.

Posouzení tak lze provést podle různých předpisů.

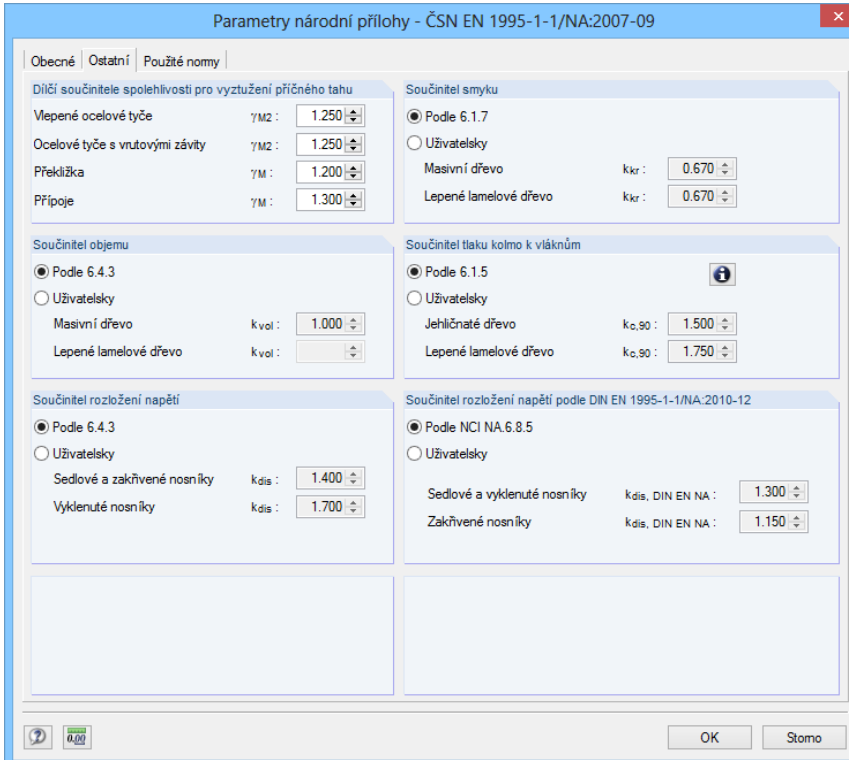
Modifikační součinitele k_{mod}

V této sekci lze upravovat modifikační součinitele zohledňující vliv trvání zatížení a vlhkosti. Jejich hodnoty se odvíjí od třídy provozu a třídy trvání zatížení. Řídí se [1], tabulkou F.1 či [7], tabulkou 3.1.

Údaje pro požární odolnost

Posouzení se provádí zjednodušeným způsobem podle [6], čl. 5.5.2.1 a), resp. [8], čl. 2.3, 3.4.2 a 4.2.2. Přednastavené hodnoty β_{tr} , d_0 a k_{fi} platí pro lepené lamelové dřevo, a proto je zpravidla není třeba upravovat.

6.2.2 Ostatní



Obr. 6.4: Dialog *Parametry národní přílohy*, záložka *Ostatní*

Dílčí součinitele spolehlivosti pro vyztužení příčného tahu

V této sekci se stanoví dílčí součinitele spolehlivosti, které je třeba zohlednit u jednotlivých druhů vyztuží pro zachycení příčného tahu (viz kapitola 5.1, strana 32).

Přednastaveny jsou hodnoty, které jsou v normě doporučeny pro dané vlastnosti materiálu a odolnosti (např. EN 1995-1-1, tabulka 2.3).

Součinitel smyku

Pro namáhání smykem rovnoběžně s vlákny i kolmo k vláknům musí být podle EN 1995-1-1, čl. 6.1.7 splněny specifické podmínky.

Součinitel k_{cr} lze u masivního a lepeného lamelového dřeva definovat *uživatelsky*. Mnoho zemí ještě nemá žádnou jednotnou materiálovou normu, která by tuto pevnost upravovala.

Součinitel objemu

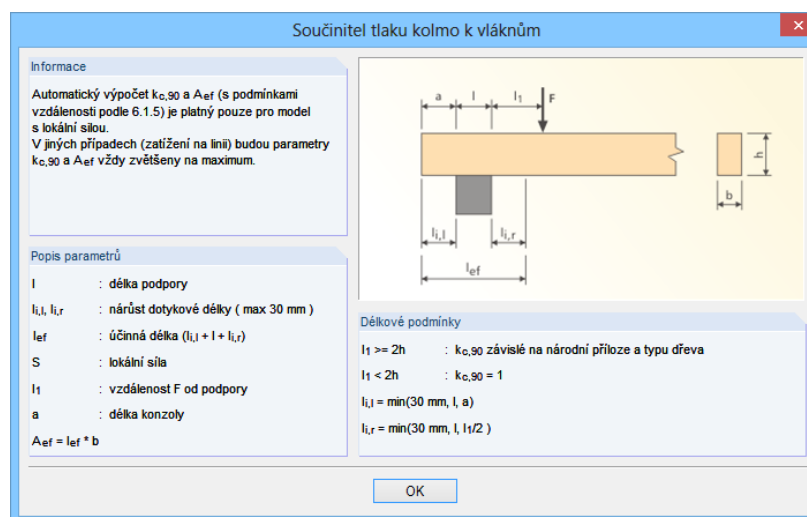
V této sekci lze upravovat hodnotu součinitele objemu k_{vol} pro masivní a lepené lamelové dřevo. Příslušné normové předpisy najdeme v EN 1995-1-1, čl. 6.4.3 (6).

Součinitel tlaku kolmo k vláknům

Při posouzení tlaku na podporách se pevnost v tlaku kolmo k vláknům upravuje součinitelem $k_{c,90}$ (viz EN 1995-1-1, čl. 6.1.5). Při standardním nastavení v souladu s normou zvyšuje RX-TIMBER pevnost v závislosti na druhu materiálu a zátěžové situaci. Vzhledem k tomu, že v mnoha zemích je ovšem obvyklé zvýšit obecně pevnost o 75%, může hodnotu součinitele nastavit i sám uživatel.



Pokud klikneme na tlačítko [Informace...], zobrazí se nám další informace k výpočtu součinitele tlaku.



Obr. 6.5: Dialog *Součinitel tlaku kolmo k vláknům*

Součinitel rozložení napětí

U nosníků z lepeného lamelového dřeva lze v této sekci nastavit hodnotu součinitele, který zohledňuje účinek rozdělení napětí ve vrcholové oblasti K_{dis} . Příslušné normové předpisy najdeme v EN 1995-1-1, čl. 6.4.3 (6) a v národních přílohách.

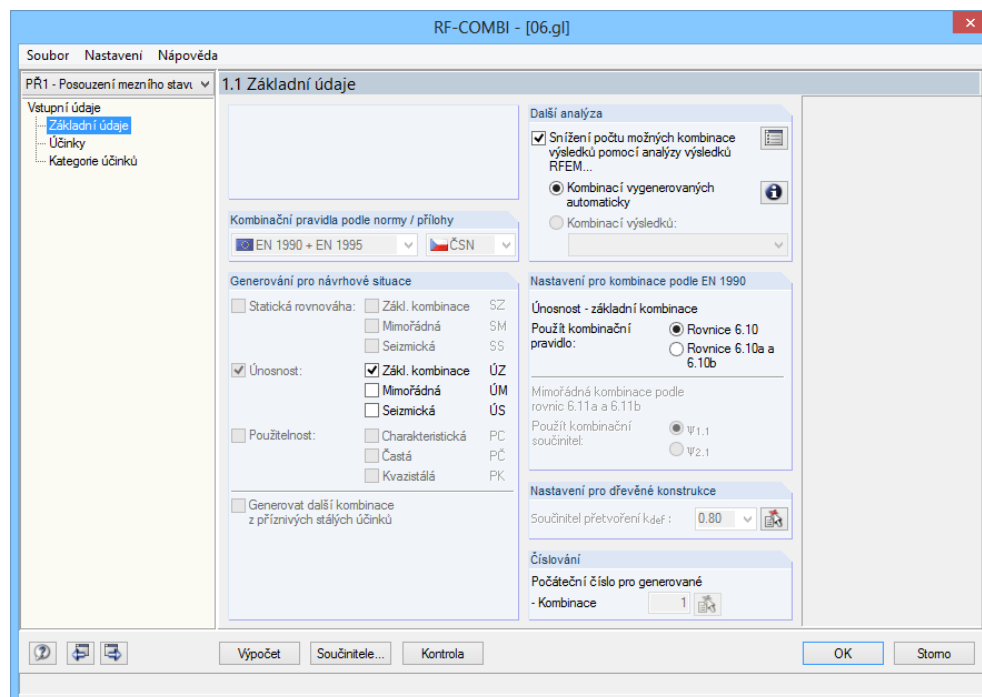
6.2.3 Použité normy

V poslední záložce najdeme seznam všech regulačních předpisů důležitých pro generování zatížení a pro dimenzování podle zvolené normy.

6.3 RF-COMBI

RF-KOMBI

Modul RF-COMBI je přímo integrován do programu RX-TIMBER. Veškeré kombinace výsledků tak lze vygenerovat automaticky. Modul spustíme tlačítkem [RF-COMBI].



Obr. 6.6: RF-COMBI, Dialog 1.1 Základní údaje

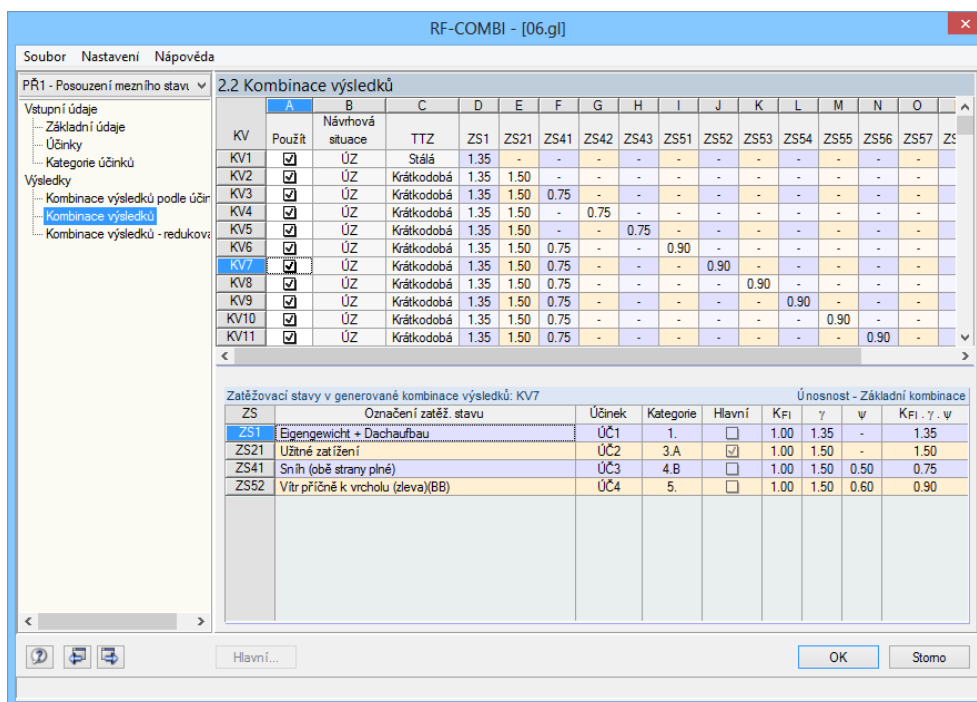
Pokud se nemá vygenerovat zbytečně vysoký počet kombinací výsledků, doporučujeme označit v dialogu 1.1 *Základní údaje* v sekci *Další analýza* možnost *Snížení počtu možných kombinací výsledků pomocí analýzy výsledků RFEM*. Zajistíme tak, aby výsledky modulu RF-COMBI zahrnovaly všechny rozhodující kombinace výsledků, nikoli však více zatěžovacích stavů, než je nutné.



Podrobnější informace o modulu RF-COMBI najdeme v příručce k tomuto programu, kterou lze stáhnout na našich webových stránkách www.dlupal.cz.

Výpočet

Po ukončení výpočtu, který spustíme tlačítkem [Výpočet], lze ověřit výsledky kombinování: vytvořené kombinace výsledků se zobrazí seřazené podle různých kritérií ve třech výstupních dialogích.

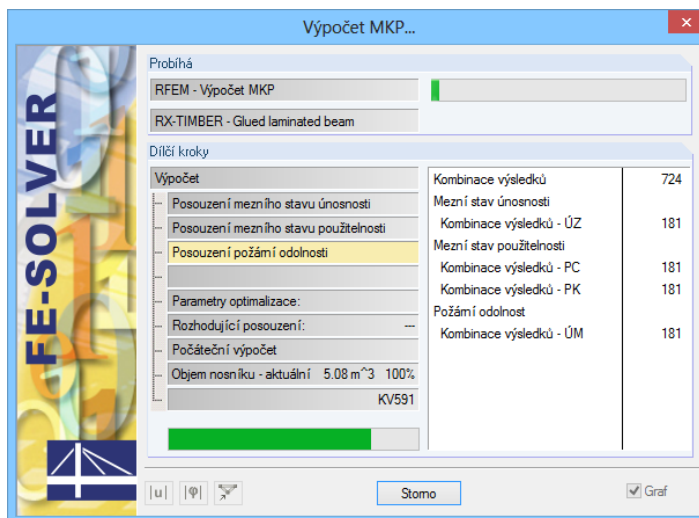
Obr. 6.7: RF-COMBI, dialog 2.2 *Kombinace výsledků*

Tlačítkem [OK] znovu otevřeme program RX-TIMBER.

6.4 Výpočet

Výpočet

Z každého vstupního dialogu programu RX-TIMBER lze spustit [Výpočet] pomocí stejnojmenného tlačítka. Během výpočtu se v okně *řešiče* zobrazují informace o aktuální fázi výpočtu.

Obr. 6.8: Okno *Výpočet MKP...*

Po úspěšném průběhu výpočtu se zobrazí tabulka s výsledky 2.1 *Kombinace výsledků* (viz obr. 7.1).

7. Výsledky

V dialozích 2.1 až 2.3 se seřadí posouzení podle různých kritérií. V dialozích 2.4 a 2.5 se zobrazí podporové síly a deformace.



OK

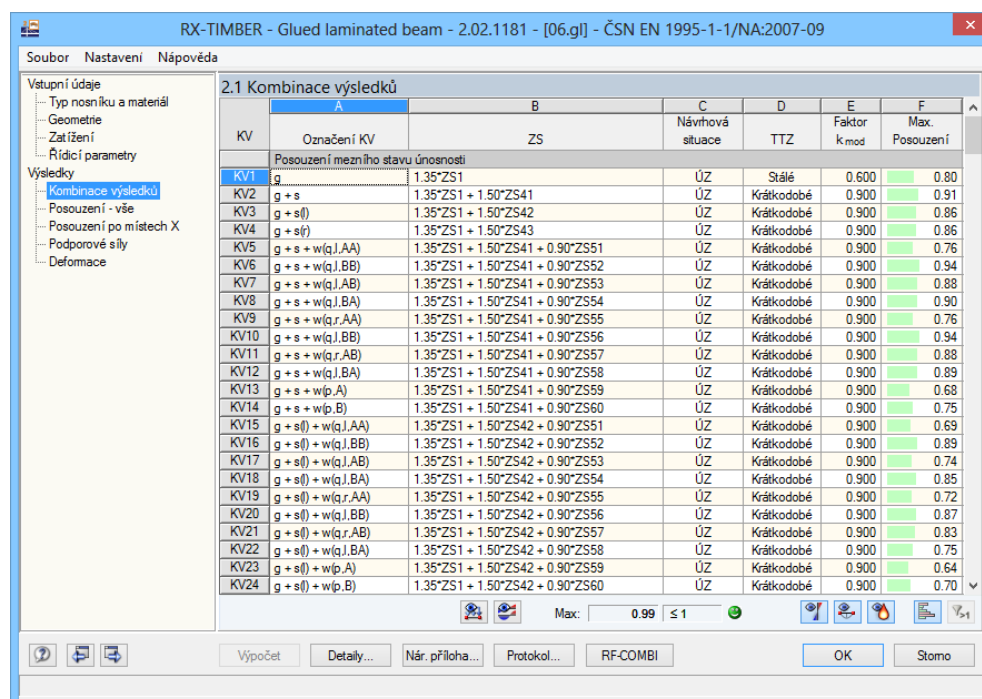
Všechny dialogy lze otevřít tak, že klikneme přímo na jejich název v navigátoru. Uživatel může mezi nimi přepínat také pomocí vlevo znázorněných tlačítek nebo pomocí funkčních kláves [F2] a [F3].

Tlačítkem [OK] výsledky uložíme a program RX-TIMBER zavřeme.

V kapitole 7 *Výsledky* popíšeme jednotlivé výstupní dialogy postupně podle jejich pořadí.

7.1 Kombinace výsledků

V tomto dialogu se zobrazí maximální využití u každé kombinace výsledků. Ve sloupci *Označení KV* vidíme seznam kombinací. Jejich názvy se skládají ze zkratk označujících jednotlivé zatěžovací stavy, které obsahují (viz strana 48). Ve sloupci *B ZS* se pak uvádí přesné kombinační schéma s čísly zatěžovacích stavů a zohledněnými součiniteli z modulu RF-COMBI.



KV	Označení KV	ZS	Návrhová situace	TTT	Faktor k_{mod}	Max. Posouzení
KV1	g	1.35*ZS1	ÚZ	Stálé	0.600	0.80
KV2	g + s	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.91
KV3	g + s(l)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.86
KV4	g + s(r)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS43	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.86
KV5	g + s + w(q, AA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS51	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.76
KV6	g + s + w(q, BB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS52	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.94
KV7	g + s + w(q, AB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS53	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.88
KV8	g + s + w(q, BA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS54	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.90
KV9	g + s + w(q, AA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS55	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.76
KV10	g + s + w(q, BB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS56	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.94
KV11	g + s + w(q, AB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS57	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.88
KV12	g + s + w(q, BA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS58	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.89
KV13	g + s + w(p, A)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS59	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.68
KV14	g + s + w(p, B)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS60	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.75
KV15	g + s(l) + w(q, AA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS51	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.69
KV16	g + s(l) + w(q, BB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS52	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.89
KV17	g + s(l) + w(q, AB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS53	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.74
KV18	g + s(l) + w(q, BA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS54	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.85
KV19	g + s(l) + w(q, AA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS55	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.72
KV20	g + s(l) + w(q, BB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS56	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.87
KV21	g + s(l) + w(q, AB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS57	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.83
KV22	g + s(l) + w(q, BA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS58	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.75
KV23	g + s(l) + w(p, A)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS59	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.64
KV24	g + s(l) + w(p, B)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS60	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.70

Obr. 7.1: Dialog 2.1 *Kombinace výsledků*

Sloupec *C Návrhová situace* nás informuje o tom, k jaké návrhové situaci daná kombinace patří. V programu RX-TIMBER se rozlišují následující návrhové situace:

ÚZ	Základní kombinace pro posouzení mezního stavu únosnosti
ÚM	Mimořádná kombinace pro posouzení mezního stavu únosnosti
PC	Charakteristická kombinace pro posouzení mezního stavu použitelnosti
PK	Kvazistálá kombinace pro posouzení mezního stavu použitelnosti

Tabulka 7.1: Návrhové situace v programu RX-TIMBER

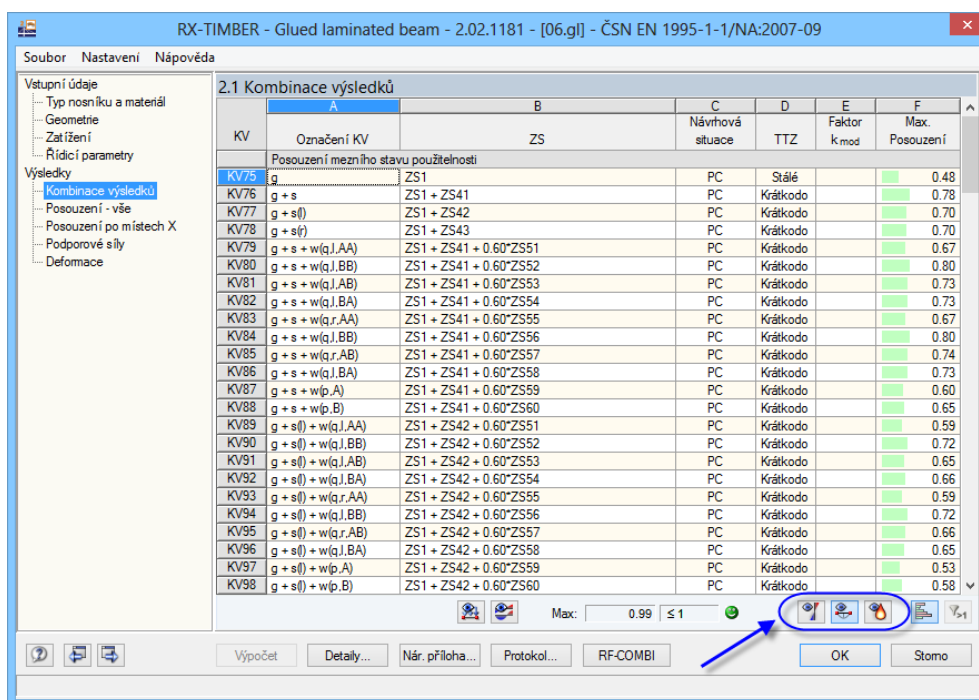
Ve sloupci D *TTZ* se zobrazí příslušné třídy trvání zatížení, ve sloupci E *Faktor k_{mod}* modifikační součinitele.



V posledním sloupci F *Max. posouzení* se u každé kombinace výsledků zobrazí maximální stupeň využití. Využití lze znázornit i pomocí barevné referenční stupnice: v případě posouzení ≤ 1 je buňka ve sloupci podbarvena zeleně, u posouzení > 1 červeně. Barevné zvýraznění lze vypnout pomocí vlevo znázorněného tlačítka.




Filtrování

Výsledky jsou rozděleny do bloků: nejdříve se zobrazí posouzení mezního stavu únosnosti, poté posouzení mezního stavu použitelnosti a nakonec případně i posouzení požární odolnosti. Na spodním okraji tabulky se pak nacházejí tři tlačítka, kterými lze seznam posouzení filtrovat.



Obr. 7.2: Dialog 2.1 *Kombinace výsledků* s aktivovaným filtrem pro zobrazení výlučně posouzení mezního stavu použitelnosti

Tlačítka mají následující funkce:

Tlačítko	Funkce
	Zapne, příp. vypne zobrazení posouzení mezního stavu únosnosti.
	Zapne, příp. vypne zobrazení posouzení mezního stavu použitelnosti.
	Zapne, příp. vypne zobrazení posouzení požární odolnosti.

Tabulka 7.2: Tlačítka pro zobrazení posouzení

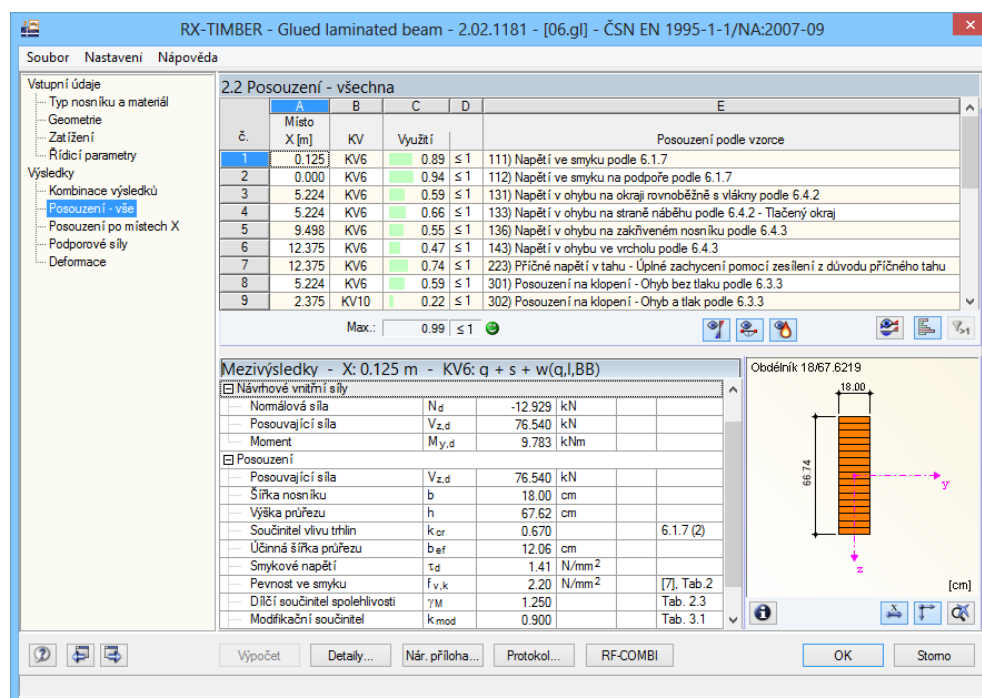


V případě, že u některých posouzení je stupeň využití > 1 , lze použít další filtr: po kliknutí na vlevo znázorněné tlačítko se nezobrazí posouzení ≤ 1 . Jedním pohledem tak můžeme zhlédnout řádky, kdy posouzení nebylo splněno.

7.2 Posouzení - všechna

Druhý výstupní dialog podává přehled o všech provedených posouzeních. V horní části se vždy zobrazí maximální využití u každého druhu posouzení. Lze tak rychle vyhodnotit největší stupně využití u jednotlivých posouzení (napětí ve smyku, napětí v ohybu, posouzení na klopení, tlak na podpoře atd.).

Ve spodní části jsou pak uvedeny *mezivýsledky* výše nastaveného posouzení. Najdeme tu podrobné údaje o průřezu a návrhových vnitřních silách a také parametry posouzení včetně odkazů na tabulky a rovnice z příslušné normy.



2.2 Posouzení - všechna

č.	Místo X [m]	KV	Využití	Posouzení podle vzorce
1	0.125	KV6	0.89 ≤ 1	111) Napětí ve smyku podle 6.1.7
2	0.000	KV6	0.94 ≤ 1	112) Napětí ve smyku na podpoře podle 6.1.7
3	5.224	KV6	0.59 ≤ 1	131) Napětí v ohybu na okrají rovnoběžně s vláknem podle 6.4.2
4	5.224	KV6	0.66 ≤ 1	133) Napětí v ohybu na straně náběhu podle 6.4.2 - Tlačný okraj
5	9.498	KV6	0.55 ≤ 1	136) Napětí v ohybu na zakřiveném nosníku podle 6.4.3
6	12.375	KV6	0.47 ≤ 1	143) Napětí v ohybu ve vrcholu podle 6.4.3
7	12.375	KV6	0.74 ≤ 1	223) Příčné napětí v tahu - Úplně zachycení pomocí zesílení z důvodu příčného tahu
8	5.224	KV6	0.59 ≤ 1	301) Posouzení na klopení - Ohyb bez tlaku podle 6.3.3
9	2.375	KV10	0.22 ≤ 1	302) Posouzení na klopení - Ohyb a tlak podle 6.3.3

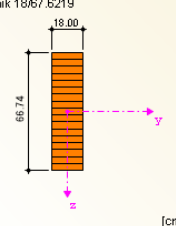
Max.: 0.99 ≤ 1

Mezivýsledky - X: 0.125 m - KV6: q + s + w(q,l,BB)

Návrhové vnitřní síly			
Normálová síla	N_d	-12.929	kN
Posouvající síla	$V_{z,d}$	76.540	kN
Moment	$M_{y,d}$	9.783	kNm

Posouzení			
Posouvající síla	$V_{z,d}$	76.540	kN
Šířka nosníku	b	18.00	cm
Výška průřezu	h	67.62	cm
Součinitel vlivu tláčin	k_{cr}	0.670	6.1.7 (2)
Účinná šířka průřezu	b _{ef}	12.06	cm
Smykové napětí	τ_d	1.41	N/mm ²
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	2.20	N/mm ²
Dílicí součinitel spolehlivosti	γ_M	1.250	Tab. 2.3
Modifikační součinitel	k_{mod}	0.900	Tab. 3.1

Obdélník 18x67.6219



Obr. 7.3: Dialog 2.2 Posouzení - všechna

Místo X

V tomto sloupci se vždy zobrazí místo X na prutu, kde bylo zjištěno maximální využití. Zohledňují se následující místa X na prutu:

- Počáteční a koncový uzel
- Vnitřní uzly podle dělení prutu zadaného v dialogu 1.4 Řídící parametry (viz kapitola 5.4, strana 53)
- Extrémní hodnoty vnitřních sil

KV

Ve sloupci B jsou vždy uvedena čísla kombinací výsledků, jejichž vnitřní síly vyvozují maximální využití.

Využití

Pro každý druh posouzení se zobrazí podíl návrhové a mezní hodnoty podle zvolené normy. Stupeň využití také znázorňují barevné pruhy, pokud je aktivováno tlačítko [Barevná referenční stupnice].

Posouzení podle vzorce

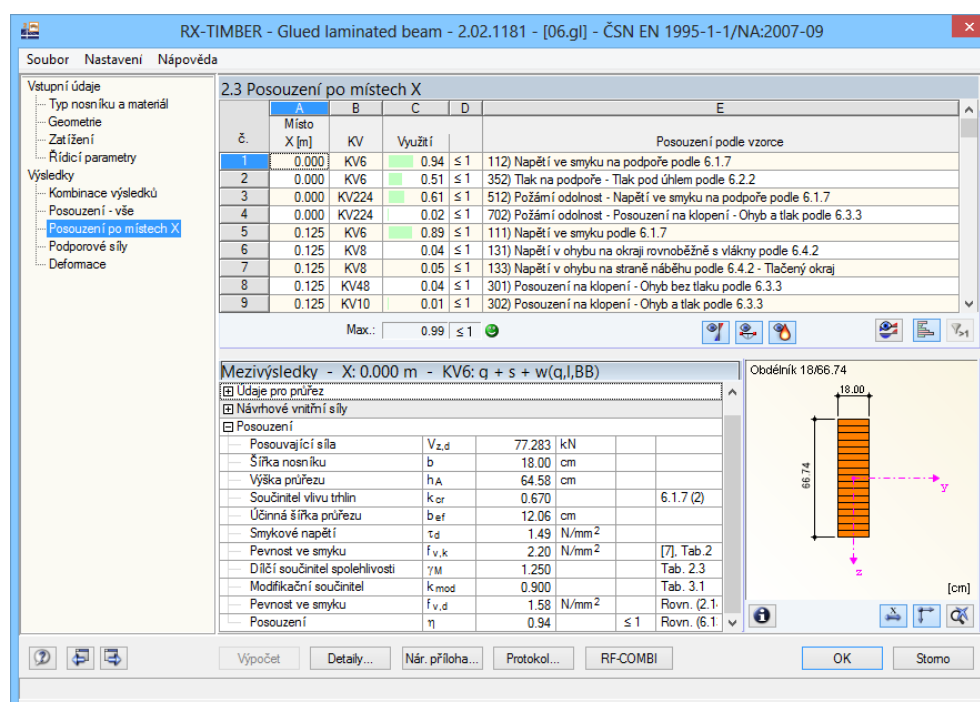
V posledním sloupci se uvádí rovnice podle EN 1995-1-1, resp. DIN 1052, které se při posouzení uplatnily.

Max.: 0.95 ≤ 1

7.3 Posouzení po místech X

Tento výstupní dialog je uspořádán podobně jako dialog 2.2, který popisujeme v předchozí kapitole. Obsahuje podrobné výsledky pro všechna posuzovaná místa X na nosníku.

Výsledky jsou rozděleny do skupin podle jednotlivých typů posouzení - posouzení mezního stavu únosnosti, mezního stavu použitelnosti a požární odolnosti. Vlevo znázorněnými tlačítky lze výsledky podle typů posouzení filtrovat (viz kapitola 7.1, strana 62).

č.	Místo X [m]	KV	Využití	Posouzení podle vzorce
1	0.000	KV6	0.94 ≤ 1	112) Napětí ve smyku na podpoře podle 6.1.7
2	0.000	KV6	0.51 ≤ 1	352) Tlak na podpoře - Tlak pod úhlem podle 6.2.2
3	0.000	KV224	0.61 ≤ 1	512) Požární odolnost - Napětí ve smyku na podpoře podle 6.1.7
4	0.000	KV224	0.02 ≤ 1	702) Požární odolnost - Posouzení na klopení - Ohyb a tlak podle 6.3.3
5	0.125	KV6	0.89 ≤ 1	111) Napětí ve smyku podle 6.1.7
6	0.125	KV8	0.04 ≤ 1	131) Napětí v ohybu na okraji rovnoběžné s vlákny podle 6.4.2
7	0.125	KV8	0.05 ≤ 1	133) Napětí v ohybu na straně náběhu podle 6.4.2 - Tlačný okraj
8	0.125	KV48	0.04 ≤ 1	301) Posouzení na klopení - Ohyb bez tlaku podle 6.3.3
9	0.125	KV10	0.01 ≤ 1	302) Posouzení na klopení - Ohyb a tlak podle 6.3.3

Mezivýsledky - X: 0.000 m - KV6: q + s + w(q,l,BB)			
Posouvající síla	V _{z,d}	77.283	kN
Šířka nosníku	b	18.00	cm
Výška průřezu	h _A	64.58	cm
Součinitel vlivu tlahin	k _{cr}	0.670	6.1.7 (2)
Účinná šířka průřezu	b _{ef}	12.06	cm
Smykové napětí	τ _d	1.49	N/mm ²
Pevnost ve smyku	f _{v,k}	2.20	N/mm ² [7], Tab.2
Díličí součinitel spolehlivosti	γ _M	1.250	Tab. 2.3
Modifikační součinitel	k _{mod}	0.900	Tab. 3.1
Pevnost ve smyku	f _{v,d}	1.58	N/mm ² Rovn. (2.1)
Posouzení	η	0.94	≤ 1 Rovn. (6.1)

Obr. 7.4: Dialog 2.3 Posouzení po místech X

Vzhledem k vysokému počtu variant zatížení nelze rozhodující místo na nosníku ihned jednoznačně lokalizovat. Nosník je proto vyšetřován na různých návrhových místech X. Jako místa X se uvažují:

- Počáteční a koncový uzel
- Vnitřní uzly podle dělení prutu zadaného v dialogu 1.4 Řídící parametry (viz kapitola 5.4, strana 53)
- Extrémní hodnoty vnitřních sil



Místa X, která se ve výstupních tabulkách zobrazí, jsou vztažena na globální souřadný systém a jsou určena délkou X promítnutou do půdorysu. Průběhy výsledků (viz kapitola 7.6, strana 67) jsou naopak vztaženy k lokální ose x prutu. Uvádí se tu délka x nakloněného nosníku.

7.4 Podporové síly

Tento dialog předkládá seznam podporových sil jednotlivých zatěžovacích stavů a kombinací výsledků. Extrémní hodnoty kombinací výsledků jsou rozděleny do skupin podle posouzení mezního stavu únosnosti, mezního stavu použitelnosti a požární odolnosti.

RX-TIMBER - Glued laminated beam - 2.02.1181 - [06.g] - ČSN EN 1995-1-1/NA:2007-09

Soubor Nastavení Nápověda

Vstupní údaje

- Typ nosníku a materiál
- Geometrie
- Zatížení
- Rídicí parametry
- Výsledky
 - Kombinace výsledků
 - Posouzení - vše
 - Posouzení po místech X
 - Podporové síly**
 - Deformace

2.4 Podporové síly

ZS KV	Označení ZS resp. KV	Levá podpora		Pravá podpora		Náhr. zatížení q [kN/m]	Max. moment M _y [kNm]
		A _x [kN]	A _z [kN]	B _x [kN]	B _z [kN]		
ZS21	Užitné zatížení	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZS41	Sníh (obě strany plná)	0.000	20.790	0.000	20.790	0.074	128.640
ZS42	Sníh (levá strana plná)	0.000	18.191	0.000	12.994	0.057	98.483
ZS43	Sníh (pravá strana plná)	0.000	12.994	0.000	18.191	0.057	98.483
ZS51	Vítr příčně k vrcholu (zleva)(AA)	-0.007	-15.311	0.000	-13.333	0.047	82.814
ZS52	Vítr příčně k vrcholu (zleva)(BB)	0.617	2.991	0.000	1.143	0.009	15.099
ZS53	Vítr příčně k vrcholu (zleva)(AB)	-2.434	-11.012	0.000	-2.797	0.023	40.124
ZS54	Vítr příčně k vrcholu (zleva)(BA)	3.043	-1.308	0.000	-9.393	0.024	41.643
ZS55	Vítr příčně k vrcholu (zprava)(A)	-0.011	-13.250	0.000	-15.071	0.047	82.023
ZS56	Vítr příčně k vrcholu (zprava)(B)	-0.619	1.134	0.000	2.984	0.008	13.800
ZS57	Vítr příčně k vrcholu (zprava)(A)	2.395	-2.789	0.000	-10.830	0.020	35.465
ZS58	Vítr příčně k vrcholu (zprava)(B)	-3.025	-9.328	0.000	-1.257	0.027	46.853
ZS59	Vítr rovnoběžné s vrcholem (A)	-0.001	-20.657	0.000	-20.655	0.070	123.590
ZS60	Vítr rovnoběžné s vrcholem (B)	0.000	-14.645	0.000	-14.645	0.050	88.069
Max		3.043	33.253	0.000	33.253	0.122	211.590
Mn		-3.025	-20.657	0.000	-20.655	0.000	0.000
Kombinace výsledků pro mezní stav únosnosti (návrhové hodnoty) (STR)							
KV1	g	0.000	44.892	0.000	44.892	0.165	285.647
KV2	g + s	0.000	76.077	0.000	76.077	0.276	478.607
KV3	g + s(l)	0.000	72.178	0.000	64.383	0.249	431.507
KV4	g + s(r)	0.000	64.383	0.000	72.178	0.249	431.507
KV5	g + s + w(q,I,AA)	-0.007	62.297	0.000	64.077	0.234	404.653
KV6	g + s + w(q,I,BB)	0.555	78.768	0.000	77.105	0.284	491.124

Přídavný torzní moment v podpoře T_d: 6.139 [kNm] Norm. síla v tlač. okraji N_d: 265.874 [kN] Náhr. zatížení pro 1 nosník q: 0.284 [kN/m]

Výpočet Detaily... Nár. příloha... Protokol... RF-COMBI OK Storno

Obr. 7.5: Dialog 2.4 Podporové síly

Podporové síly se u zatěžovacích stavů vykáží jako charakteristická zatížení. Lze je tak převzít pro další výpočty. U kombinací výsledků se podporové síly vykazují jako návrhové hodnoty.

Pod tabulkou se navíc zobrazí následující hodnoty:

- T_d Přídavný torzní moment v podpoře podle [1], rovnice (14), resp. [7] (DIN NA.129)
- N_d Normálová síla v tlačeném okraji podle [1], rovnice (15), resp. [7], rovnice (9.36)
- q Náhradní zatížení pro 1 nosník podle [1], rovnice (16), resp. [7], rovnice (9.37)

Uvedené hodnoty se ovšem při dimenzování neuvažují.

7.5 Deformace

V posledním výstupním dialogu jsou uvedeny maximální deformace u jednotlivých zatěžovacích stavů a kombinací výsledků.

RX-TIMBER - Glued laminated beam - 2.02.1181 - [06.g] - ČSN EN 1995-1-1/NA:2007-09

Soubor Nastavení Nápověda

Vstupní údaje

- Typ nosníku a materiál
- Geometrie
- Zatížení
- Rídící parametry

Výsledky

- Kombinace výsledků
- Posouzení - vše
- Posouzení po místech X
- Podporové síly
- Deformace**

ZS KV	A Označení ZS resp. KV	B		C		D		E		F		G		H		I	
		Podpora vlevo [mm] uz	ux	Podpora vlevo [mm] uz	ux	Max. průhyb pole X [m]	max uz [mm]	Podpora vpravo [mm] uz	ux	Podpora vpravo [mm] uz	ux	Natočení [mrad] φ _{y,A}	φ _{y,B}	Natočení [mrad] φ _{y,A}	φ _{y,B}		
Zatěžovací stavy																	
ZS1	Eigengewicht + Dachaufbau	0.0	0.0	7.375	8.1	0.0	4.2	-2.2	2.2								
ZS21	Užtné zatížení	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
ZS41	Sníh (obě strany plně)	0.0	0.0	7.375	5.2	0.0	2.7	-1.4	1.4								
ZS42	Sníh (levá strana plně)	0.0	0.0	6.835	3.9	0.0	2.0	-1.1	1.0								
ZS43	Sníh (pravá strana plně)	0.0	0.0	7.915	3.9	0.0	2.0	-1.0	1.1								
ZS51	Vítr příčně k vrcholu (zleva)(AA)	0.0	0.0	7.375	-4.4	0.0	-2.3	1.2	-1.2								
ZS52	Vítr příčně k vrcholu (zleva)(BB)	0.0	0.0	6.119	0.7	0.0	0.4	-0.2	0.2								
ZS53	Vítr příčně k vrcholu (zleva)(AB)	0.0	0.0	5.940	-2.0	0.0	-1.0	0.7	-0.4								
ZS54	Vítr příčně k vrcholu (zleva)(BA)	0.0	0.0	9.166	-1.9	0.0	-0.9	0.3	-0.6								
ZS55	Vítr příčně k vrcholu (zprava)(AA)	0.0	0.0	7.375	-4.3	0.0	-2.2	1.2	-1.2								
ZS56	Vítr příčně k vrcholu (zprava)(BB)	0.0	0.0	8.453	0.6	0.0	0.3	-0.1	0.2								
ZS57	Vítr příčně k vrcholu (zprava)(AB)	0.0	0.0	9.166	-1.6	0.0	-0.8	0.3	-0.6								
ZS58	Vítr příčně k vrcholu (zprava)(BA)	0.0	0.0	5.762	-2.2	0.0	-1.1	0.7	-0.4								
ZS59	Vítr rovnoběžné s vrcholem (A)	0.0	0.0	7.375	-5.1	0.0	-2.6	1.4	-1.4								
ZS60	Vítr rovnoběžné s vrcholem (B)	0.0	0.0	7.375	-4.3	0.0	-2.2	1.2	-1.2								
Kombinace výsledků																	
KV75	g	0.0	0.0	7.375	8.1	0.0	4.2	-2.2	2.2								
KV76	g + s	0.0	0.0	7.375	13.3	0.0	6.9	-3.6	3.6								
KV77	g + s(l)	0.0	0.0	7.195	12.0	0.0	6.2	-3.3	3.2								
KV78	g + s(r)	0.0	0.0	7.555	12.0	0.0	6.2	-3.2	3.3								
KV79	g + s + w(q,I,AA)	0.0	0.0	7.375	10.7	0.0	5.5	-2.9	2.9								
KV80	g + s + w(q,I,BB)	0.0	0.0	7.375	13.7	0.0	7.1	-3.7	3.7								

Výpočet Detaily... Nár. příloha... Protokol... RF-COMBI OK Storno

Obr. 7.6: Dialog 2.5 Deformace s posouzením na vibrace podle DIN 1052

V tabulce se zobrazí posuny na každé *podpoře* u_z , u_x a také *maximální průhyb pole* $max u_z$ na rozhodujících místech X.

Pokud je model opatřen konzolami, obsahuje tabulka navíc sloupce *Konzola* s údaji o posunech $u_{z,k}$.

V pravé části tabulky najdeme informace o *natočení* φ na podporách a případně na konzolách.

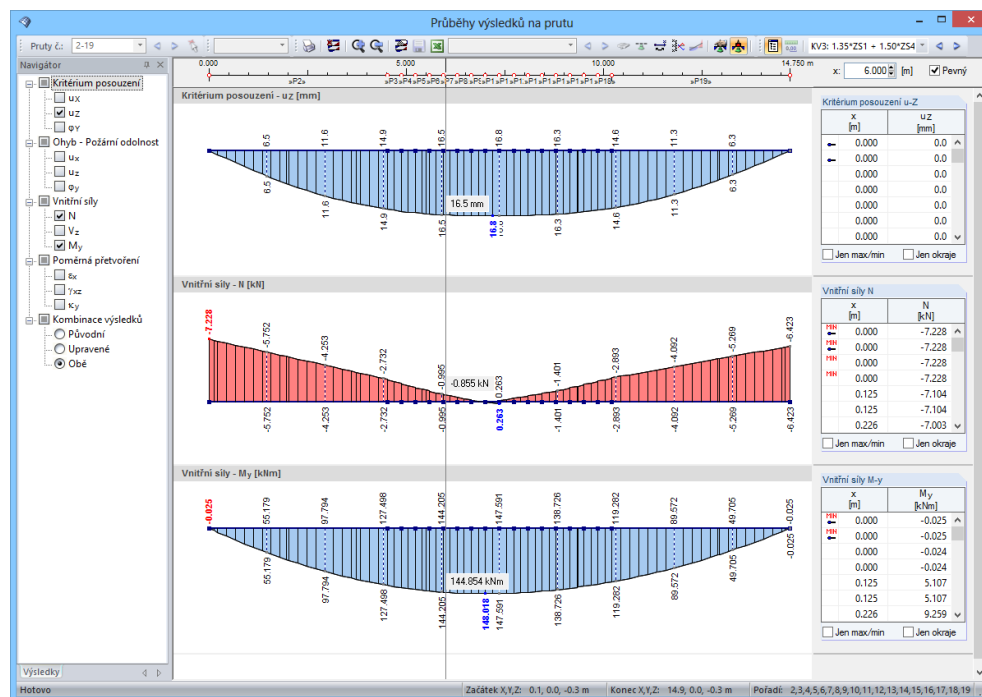
Pokud jsme v dialogu 1.4 zaškrtnuli posouzení na vibrace podle [1], čl. 9.3 (1) (viz kapitola 5.4, strana 53), zobrazí se informace o tomto posouzení ve spodní části dialogu 2.5.

7.6 Průběhy výsledků

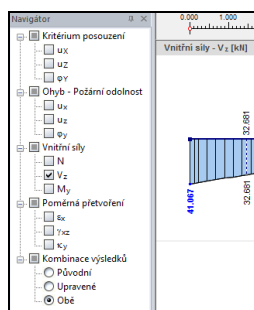


Průběh výsledků na nosníku lze vyhodnotit ve výsledkovém grafu. Tuto funkci zajišťuje vlevo znázorněné tlačítko, které je k dispozici ve všech výstupních dialogích.

Tlačítkem otevřeme nové okno s navigátorem a s průběhy výsledků na nosníku.



Obr. 7.7: Dialog *Průběhy výsledků na prutu*



V navigátoru v levé části dialogu můžeme vybrat deformace a vnitřní síly, které si přejeme zobrazit ve výsledkovém grafu. V seznamu v panelu nástrojů lze přepínat mezi jednotlivými zatěžovacími stavy, kombinacemi výsledků a posouzením z programu RX-TIMBER.

V grafu výsledků posouzení v programu RX-TIMBER znázorňuje přerušovaná čára stupeň využití 1,0 (viz obr. 8.12, strana 75). Na první pohled tak můžeme řádově výsledky zhodnotit.

V položce *Kombinace výsledků* v navigátoru se nabízí možnost zobrazit *původní* či *upravené* vnitřní síly, které se použily při posouzení z důvodu redukce momentu nebo posouvající síly. Znáznornit lze i *obě* hodnoty vnitřních sil.



Ve výstupních dialogích programu RX-TIMBER jsou uvedena globální místa X, na nichž se posouzení provádí. Průběhy výsledků se naopak uvádí vzhledem k lokální ose x prutu. Globální a lokální místa jsou nicméně k sobě navzájem vztažena: poté, co vybereme (globální) místo X v některé tabulce a následně otevřeme okno s grafickým průběhem výsledků, zobrazí se poziční linie ve výsledkovém grafu automaticky v příslušném (lokálním) místě x.



Průběhy výsledků lze pomocí příslušné funkce buď přímo vytisknout nebo začlenit do výstupního protokolu (viz kapitola 8.4, strana 75).

Podrobný popis dialogu *Průběhy výsledků* najdeme v kapitole 9.5 manuálu k programu RFEM, který si lze stáhnout na našich webových stránkách www.dlupal.cz.

8. Výstup

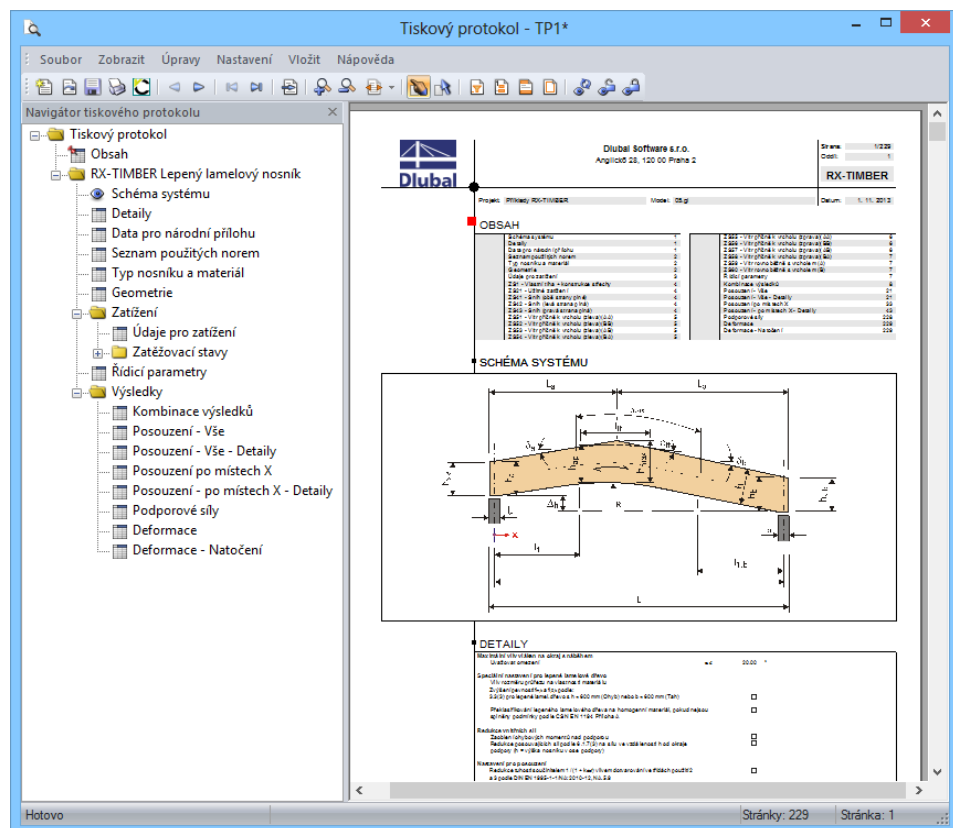
Vstupní a výstupní údaje se v programu RX-TIMBER obvykle nezasílají přímo na tiskárnu. Nejdříve se vytvoří takzvaný „výstupní protokol“, do něhož může uživatel vkládat grafická zobrazení, vlastní vysvětlivky, naskenované obrázky apod. Ve výstupním protokolu lze také vybrat, které údaje se nakonec vytisknou.

Výstupní protokol lze otevřít jen tehdy, pokud je ve Windows připojena standardní tiskárna. Ovladač tiskárny se používá pro zobrazení náhledu výstupního protokolu.

8.1 Výstupní protokol

Protokol...

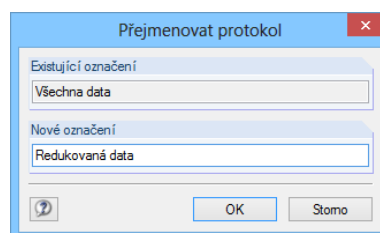
Výstupní protokol otevřeme pomocí vlevo zobrazeného tlačítka.



Obr. 8.1: Tiskový protokol

V případě potřeby lze výstupní protokol přejmenovat. Slouží k tomu funkce v hlavní nabídce protokolu

Soubor → **Přejmenovat...**



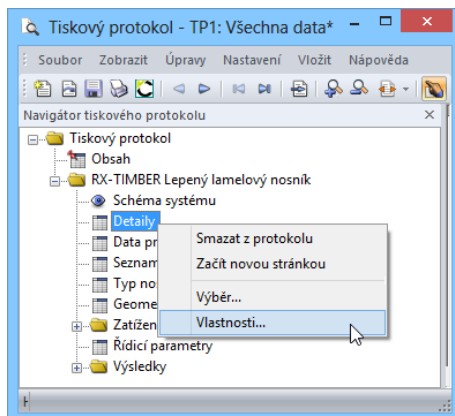
Obr. 8.2: Dialog *Přejmenovat protokol*

Po otevření protokolu se v levé části okna zobrazí navigátor protokolu, vpravo náhled stránek protokolu tak, jak by měly vypadat v tištěném dokumentu.

Jednotlivé kapitoly protokolu lze libovolně přesouvat v navigátoru protokolu pomocí funkce Drag & Drop.

Místní nabídka

Místní nabídka, kterou otevřeme kliknutím pravým tlačítkem myši, obsahuje další funkce pro úpravu protokolu. Jak je ve Windows běžné, lze provést vícenásobný výběr pomocí tlačítek [Ctrl] a [↑].



Obr. 8.3: Místní nabídka navigátoru v protokolu

Smazat z protokolu

Označená kapitola se z protokolu odstraní. Pokud ji budeme chtít do protokolu opět zařadit, upravíme výběr z hlavní nabídky *Úpravy* → *Výběr...*

Začít novou stránkou

Označená kapitola se zobrazí na nové stránce. V navigátoru se daná kapitola vyznačí červenou šipkou (jako např. kapitola *Výsledky* na obrázku výše).

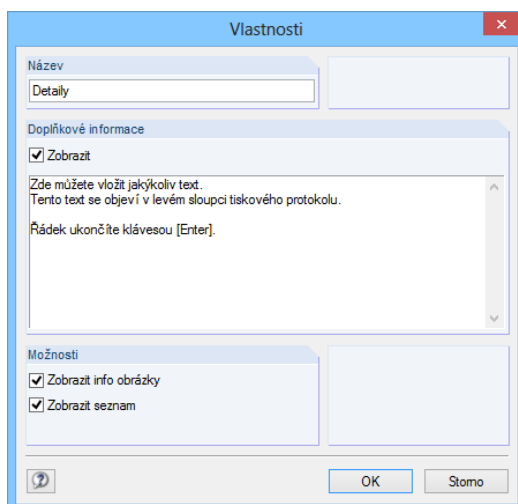


Výběr

Otevře se dialog pro celkový výběr dat v protokolu, který podrobně popisujeme na následujících stránkách. Přednastavena tu je vybraná kapitola.

Vlastnosti

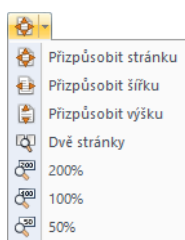
Otevře se dialog pro úpravu obecných vlastností kapitoly.











Obr. 8.4: Dialog *Vlastnosti*

Hledání ve výstupním protokolu

Nejjednodušším způsobem, jak nalistovat určitou stránku ve výstupním protokolu, je kliknout na příslušnou kapitolu v navigátoru.

V hlavní nabídce **Úpravy**, resp. **Zobrazit** pak máme k dispozici další funkce, které lze vyvolat i kliknutím na příslušná tlačítka v panelu nástrojů protokolu.



	V náhledu zobrazí předchozí stránku.
	V náhledu zobrazí následující stránku.
	V náhledu zobrazí první stránku.
	V náhledu zobrazí poslední stránku.
	Otevře dialog, v němž se zadá číslo stránky, která se má v náhledu zobrazit.
	Zvětší zobrazení náhledu.
	Zmenší zobrazení náhledu.
	Rozbalovací tlačítko s několika funkcemi <i>zoomu</i> pro úpravu velikosti zobrazení.
	Režim pohybu: pomocí myši se lze pohybovat po výstupním protokolu.
	Režim výběru: kliknutím myši lze vybrat určitou kapitolu a zpracovat ji.

Tabulka 8.1: Tlačítka pro vyhledávání v panelu nástrojů výstupního protokolu

8.2 Výběr dat pro tisk

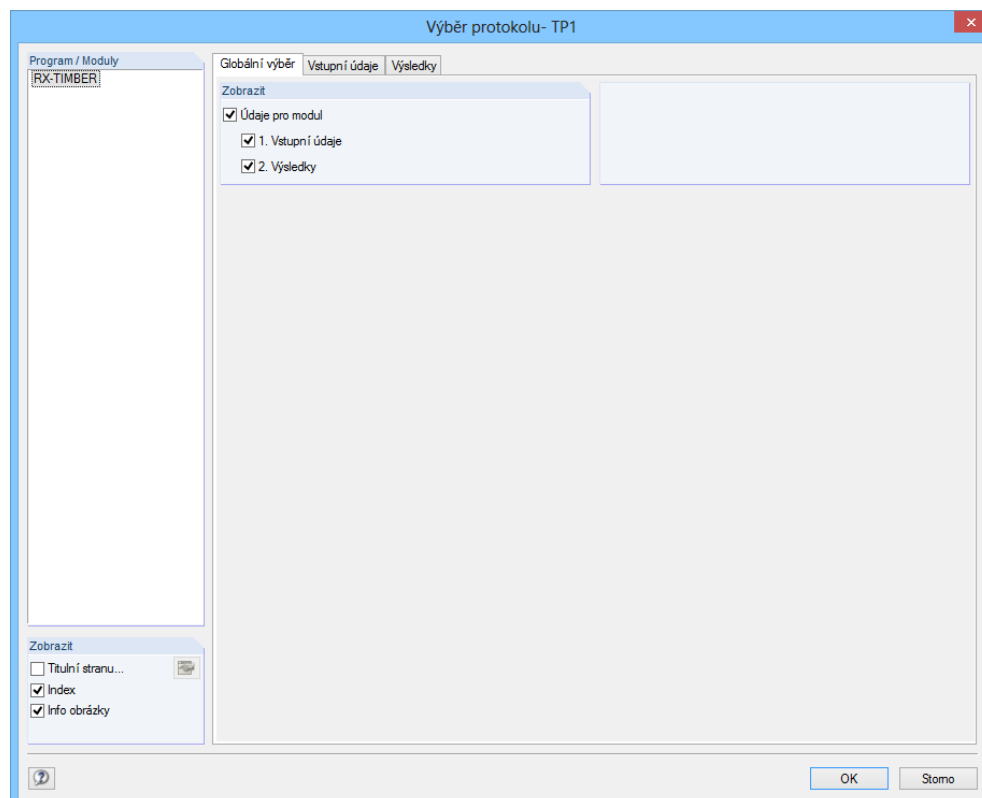


V celkovém výběru lze určit, které kapitoly budou zařazeny do výstupního protokolu. Příslušnou funkci vyvoláme příkazem z hlavní nabídky

Úpravy → Výběr...

kliknutím na tlačítko v panelu nástrojů, které vidíme na levém okraji, nebo z místní nabídky položky *Obsah* v navigátoru.

Otevře se následující dialog:



Obr. 8.5: Dialog *Výběr protokolu*, záložka *Globální výběr*

Globální výběr

V záložce *Globální výběr* jsou uvedeny hlavní kapitoly protokolu. Pokud některou z nich deaktivujeme, zmizí i příslušná záložka s detailním výběrem jejích podkapitol.

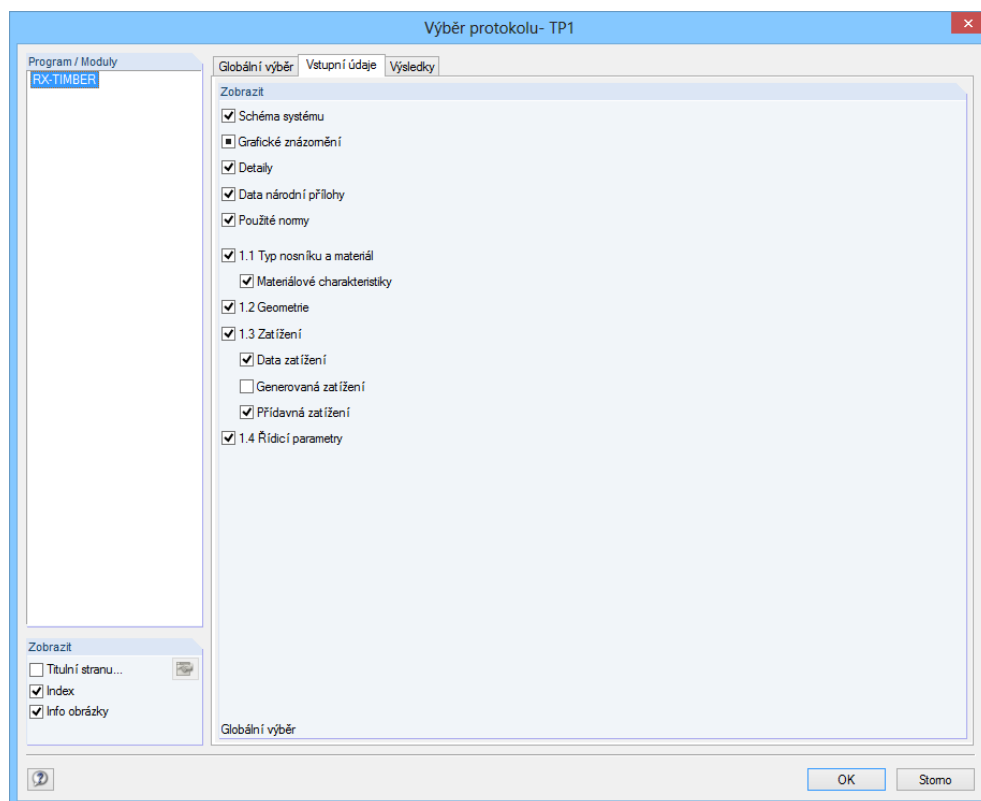
V sekci *Zobrazit* v levém dolním rohu vidíme tři zaškrtnutá políčka. Lze jimi stanovit, zda protokol bude obsahovat *titulní stranu*, *index* a malé *info obrázky* na okraji protokolu.

Vstupní údaje / Výsledky

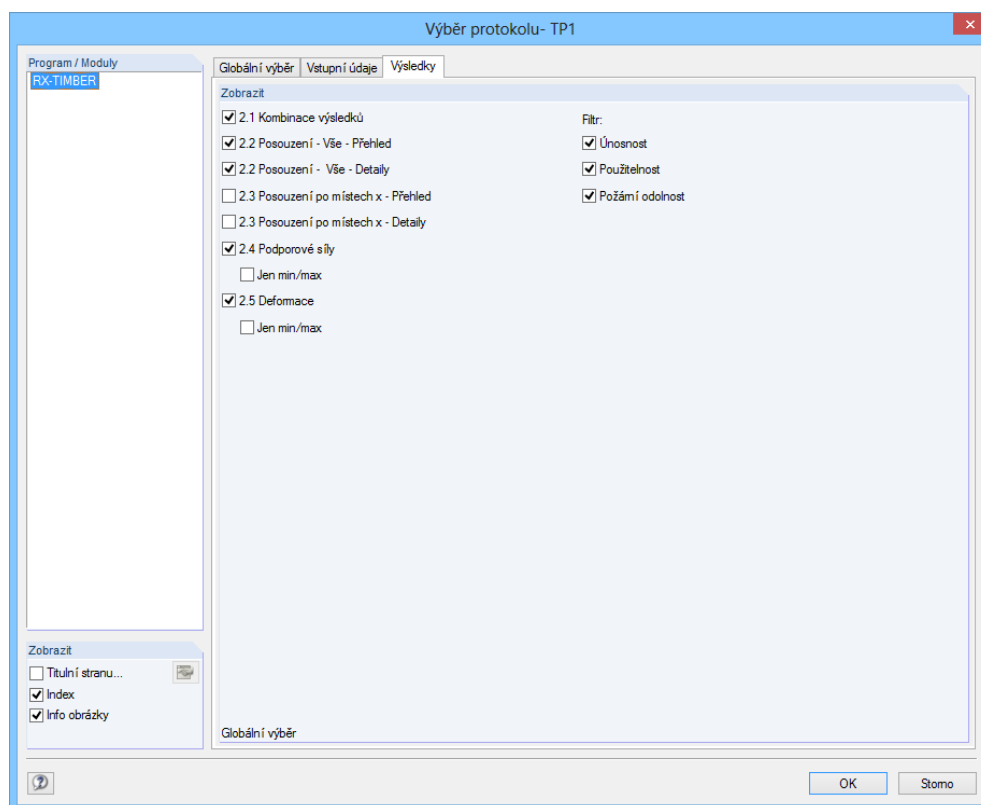
V záložkách *Vstupní údaje* a *Výsledky* můžeme vybrat požadované údaje do protokolu, a ovlivnit tak jeho rozsah. Posouzení jednoho nosníku přitom může mít od několika málo stran až po více než 150 stran. Proto je důležité postupovat při výběru dat s rozmyslem. Velmi objemné jsou detailní výsledky posouzení - především pak výsledky posouzení po místech X.

Řazení dat ve výstupním protokolu odpovídá jejich členění v programu.

Každá změna ve výběru dat se ihned projeví v navigátoru protokolu. Vybrané údaje z něj lze také opět smazat.

Obr. 8.6: Dialog *Výběr protokolu*, záložka *Vstupní údaje*

V záložce *Výsledky* lze údaje stejně jako ve výstupních tabulkách filtrovat podle typu posouzení - posouzení únosnosti, použitelnosti a požární odolnosti.

Obr. 8.7: Dialog *Výběr protokolu*, záložka *Výsledky*

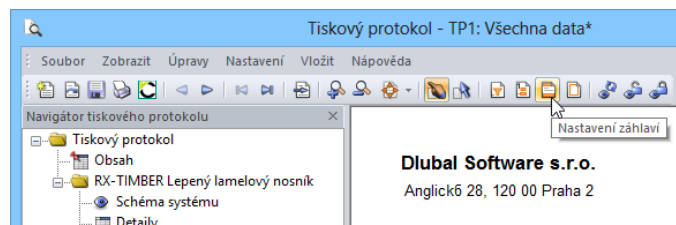
8.3 Tisková hlavička



Již při instalaci se přednastaví tisková hlavička z dat zákazníka. Tyto údaje lze ve výstupním protokolu upravit z hlavní nabídky

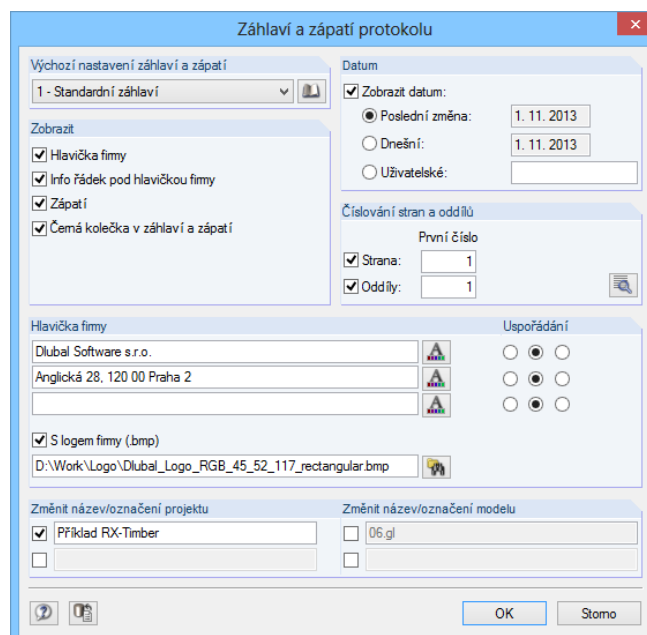
Nastavení → Záhloví...

nebo kliknutím na příslušné tlačítko v panelu nástrojů ve výstupním protokolu.



Obr. 8.8: Tlačítko *Nastavení záhlaví*

Otevře se následující dialog:



Obr. 8.9: Dialog *Záhlaví a zápatí protokolu*

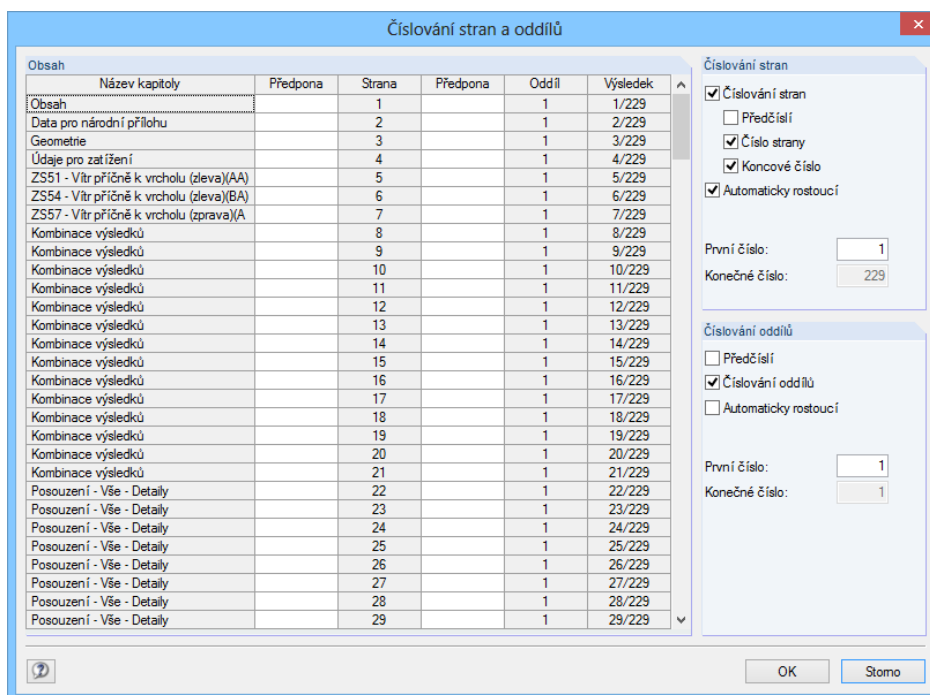
V příslušných sekcích v horní části dialogu určíme, jaké *datum* a jaké další prvky se objeví v záhlaví a zápatí dokumentu.

Volba *Info řádek pod hlavičkou firmy* se týká údajů o projektu, modelu a případně kalendářním *datu*. Popis projektu se nastavuje ve správci projektů v základních údajích projektu (viz kapitola 4.1.1, strana 14). Popis modelu se přebírá ze základních údajů modelu (viz kapitola 4.2, strana 26). Tyto údaje můžeme pro výstupní protokol upravit v sekcích *Změnit název/označení projektu* a *Změnit název/označení modelu*.

Uživatel může také rozhodnout, zda se na stránce objeví *zápatí* a *černá kolečka* na průsečíku okrajové linie a linie v záhlaví a zápatí.



V sekci *Číslování stran a oddílů* lze upravovat číslování. Jestliže pro *stranu* i *oddíl* nastavíme stejný začátek číslování a zaškrtneme volbu pro jejich zobrazení, nebude v číslování stránek a oddílů žádný rozdíl. Pokud ovšem chceme, aby jeden oddíl zahrnoval několik stran, otevřeme pomocí tlačítka [Nastavení číslování...] dialog, v němž lze číslování podrobně nastavit.

Obr. 8.10: Dialog *Číslování stran a oddílů*

V sekci *Hlavička firmy* v dialogu *Záhlaví a zápatí protokolu* (viz obr. 8.9) vidíme údaje načtené z dat zákazníka, které tu lze případně upravit. K dispozici máme tři vstupní pole, která odpovídají jednotlivým řádkům hlavičky. Pomocí tlačítka [A] lze pro každý řádek nastavit typ a řez písma. V sekci *Uspořádání* lze samostatně u každého řádku nastavit i jeho zarovnání.



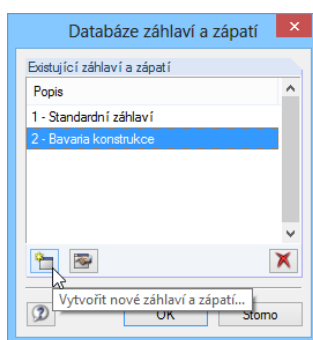
Levá část hlavičky je vyhrazena firemnímu logu. Logo je třeba vytvořit jako bitmapu. Například v programu MS Paint lze každý obrázek uložit ve formátu *.bmp.



Pokud chceme uložit upravenou tiskovou hlavičku, klikneme ve spodní části dialogu na tlačítko [Nastavit záhlaví a zápatí jako standard]. Otevře se dialog *Název záhlaví a zápatí*, v němž vyplníme název hlavičky. Tato hlavička se pak v seznamu objeví jako výchozí.



Tlačítko [Databáze záhlaví a zápatí...] je v tomto dialogu pro případ, že potřebujeme zpracovat několik různých hlaviček. V *databázi záhlaví a zápatí* lze vytvářet, upravovat a mazat vzory hlavičky.

Obr. 8.11: Dialog *Databáze záhlaví a zápatí*

Tiskové hlavičky se obvykle ukládají do souboru **DlupalProtocolConfig.cfg** v kmenovém adresáři *C:\ProgramData\Dlupal\Stammdat*. Ačkoli by tento soubor neměl být při instalaci updatu přepsán, doporučujeme pro všechny případy před instalací vytvořit záložní soubor.

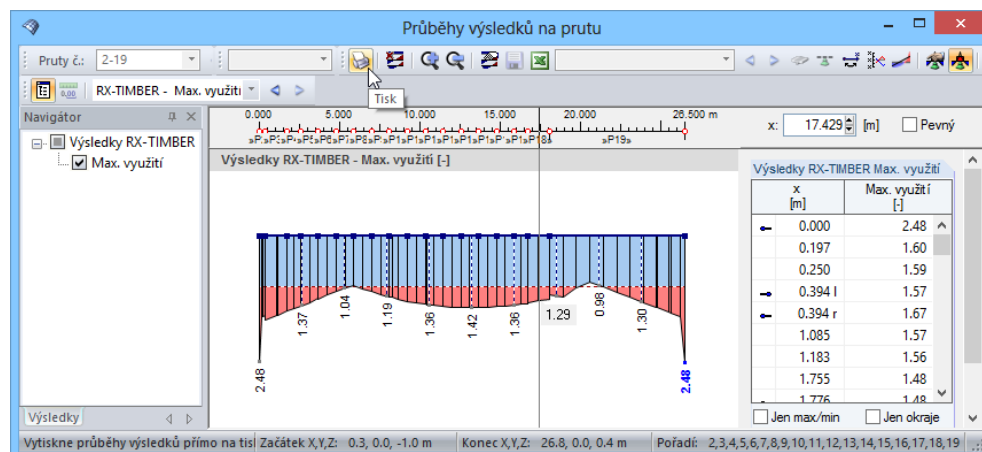
8.4 Průběhy výsledků



Do výstupního protokolu lze začlenit grafy s průběhy výsledků (viz kapitola 7.6, strana 67). Pomocí vlevo znázorněného tlačítka nejdříve v programu RX-TIMBER nastavíme požadované výsledkové grafy.

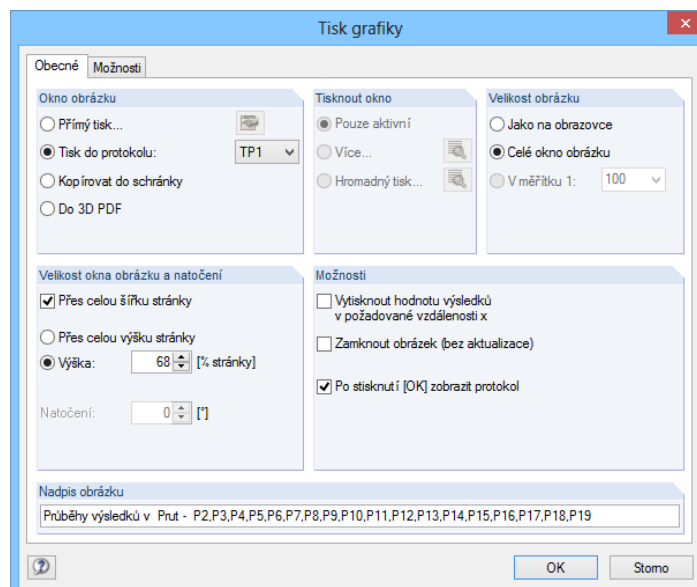


Tlačítkem [Tisk] zařadíme aktuální grafický obrázek do výstupního protokolu.



Obr. 8.12: Tlačítko *Tisk* v panelu nástrojů v okně s průběhy výsledků

Otevře se následující dialog:



Obr. 8.13: Dialog *Tisk grafiky*, záložka *Obecné*

Okno obrázku

V této sekci je třeba zvolit možnost *Tisk do protokolu*.

Sekce *Tisknout okno* a *Velikost obrázku* nemají pro průběhy výsledků z programů RX-TIMBER význam, jedná se o zvláštní nastavení pro grafická znázornění z RFEMu.

Velikost okna obrázku a natočení

V této sekci se nastavuje velikost obrázku na papíru.

Pokud aktivujeme políčko *Přes celou šířku stránky*, bude obrázek zaujímat celou šířku stránky včetně jindy volného pruhu na levém okraji.

Pokud se má obrázek vytisknout přes celou stránku ve svislém směru, zaškrtneme následující volbu *Přes celou výšku stránky*. Jestliže tuto volbu neoznačíme, nastavíme procentuální poměr výšky zobrazení k výšce stránky.

V poli *Natočení* může uživatel zadat úhel natočení grafického zobrazení pro tisk.




Možnosti

V okně s průběhy výsledků je k dispozici svislá čára, kterou lze volně pohybovat a pomocí ní zobrazit hodnoty na libovolném místě na prutu. Pokud označíme zaškrtačací políčko *Vytisknout hodnotu výsledků v požadované vzdálenosti x*, bude výsledkový graf v protokolu obsahovat hodnoty v místě, kde se svislá čára právě nachází.

Vytvořené obrázky jsou obvykle dynamické. To znamená, že pokud se změní model konstrukce, automaticky se upraví i grafická zobrazení ve výstupním protokolu. Jestliže se však chceme vyhnout případným problémům, které by mohly při zpracování vzniknout v případě vysokého počtu obrázků ve výstupním protokolu, můžeme zaškrtnout v sekci *Možnosti* políčko *Zamknout obrázek (bez aktualizace)*, a tím zabránit dynamické aktualizaci

Obrázek lze později ve výstupním protokolu opět odemknout, pokud klikneme v navigátoru protokolu na název příslušného obrázku pravým tlačítkem myši a otevřeme jeho místní nabídku (viz obr. 8.3, strana 69). V ní vybereme položku *Vlastnosti...*, a otevřeme tak znovu dialog *Tisk grafiky*. Další možností je vybrat obrázek v navigátoru protokolu a vybrat funkci v hlavní nabídce *Úpravy* → *Vlastnosti...*

Klasifikovat obrázky jako statické nebo dynamické lze také pomocí speciální skupiny tlačítek v panelu nástrojů výstupního protokolu (viz obr. 8.1, strana 68). Jednotlivá tlačítka mají následující funkce:

	Slouží k aktualizaci všech obrázků.
	Slouží k odemknutí všech obrázků; obrázky mohou být pak následně dynamicky aktualizovány.
	Slouží k uzamknutí všech obrázků; obrázky v protokolu jsou pak statické.

Tabulka 8.2: Tlačítka pro práci s obrázky ve výstupním protokolu

Jakmile dialog ukončíme kliknutím na [OK], obvykle se otevře výstupní protokol. To však může být v některých případech na závadu, zvláště pokud například chceme do protokolu včlenit několik grafik po sobě. Vyvolání protokolu zabráníme tak, že v sekci *Možnosti* zrušíme zaškrtnutí políčka *Po stisknutí [OK] zobrazit protokol*.

Nadpis obrázku

Jakmile otevřeme dialog *Tisk grafiky*, je již nadpis obrázku s průběhy výsledků nastaven a obsahuje seznam čísel příslušných prutů. V daném poli můžeme název obrázku upravit.

8.5 Jiná zobrazení a texty

Do výstupního protokolu programu RX-TIMBER lze zařadit i jiná libovolná zobrazení a texty.

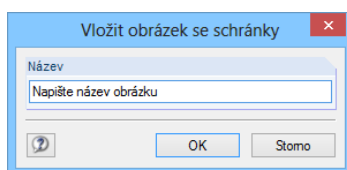
Vložení zobrazení

Pokud do protokolu chceme zařadit obrázek, který nebyl vytvořen v programu RX-TIMBER, je třeba nejdříve otevřít daný soubor s obrázkem v některém grafickém programu (např. MS Paint). Grafika se v tomto programu zkopíruje pomocí kláves [Ctrl]+[C] do schránky.

Zobrazení lze pak následně vložit do výstupního protokolu příkazem z hlavní nabídky

Vložit → Obrázek ze schránky.

Otevře se dialog *Vložit obrázek ze schránky*, v němž vyplníme nadpis obrázku.



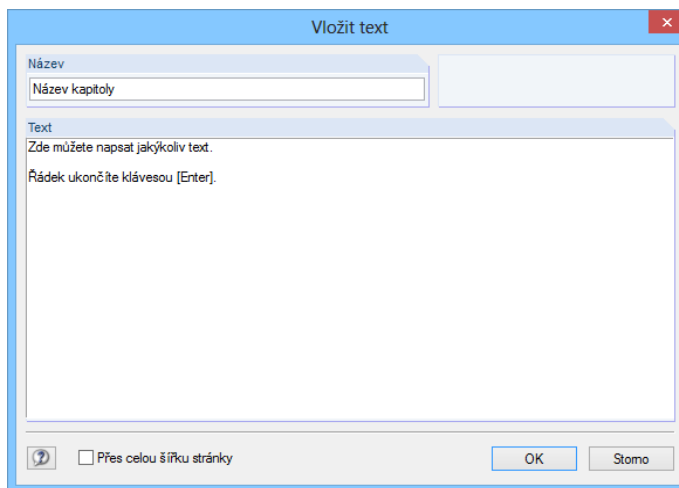
Obr. 8.14: Dialog *Vložit obrázek ze schránky*

Grafika bude následně zařazena do výstupního protokolu jako samostatná kapitola.

Vložení textu

Uživatel může do výstupního protokolu doplnit i vlastní krátké poznámky. Tuto funkci vyvoláme z hlavní nabídky protokolu

Vložit → Textový blok...



Obr. 8.15: Dialog *Vložit text*

Otevře se dialog, v němž vyplníme *název* a *text*. Po kliknutí na tlačítko [OK] se text zařadí jako nová kapitola na konec protokolu. Pomocí funkce Drag & Drop ji pak můžeme přesunout na požadované místo.



V režimu výběru (viz tabulka 8.1, strana 70) lze text dodatečně upravovat, pokud na něj v okně dvakrát klikneme myší. Další možností je kliknout v navigátoru na nadpis kapitoly pravým tlačítkem myši a v místní nabídce pak vybrat položku *Vlastnosti...*

Vložení textového souboru a souboru RTF

Uživatel má dále možnost zařadit do protokolu libovolné textové soubory ve formátu ASCII a také formátované soubory RTF včetně do nich vložených obrázků. Opakující se texty lze uložit do souboru a pomocí této funkce snadno vkládat do protokolu.

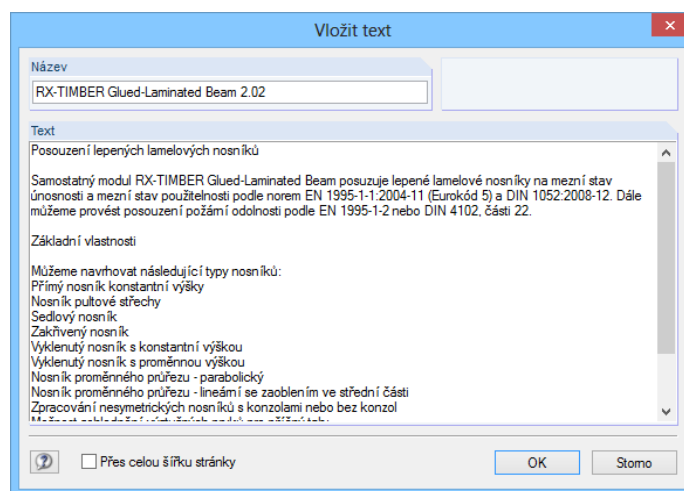
Tato funkce umožňuje včlenit do výstupního protokolu i posouzení z jiných programů, pokud máme příslušné výstupy k dispozici v souboru ASCII nebo RTF.

Textové soubory a soubory RTF lze do protokolu vložit z hlavní nabídky protokolu

Vložit → Textový soubor...

Zobrazí se standardní dialog Windows *Otevřít*, v němž vyhledáme příslušný soubor. Po kliknutí na tlačítko [Otevřít] se text ze souboru zařadí jako nová kapitola na konec protokolu. Pomocí funkce Drag & Drop ji pak můžeme přesunout na požadované místo.

V režimu výběru (viz tabulka 8.1, strana 70) lze text dodatečně upravovat, pokud na něj v okně dvakrát klikneme myší. Otevře se dialog *Vložit text*, v němž uživatel může provést změny.



Obr. 8.16: Dialog *Vložit text*

8.6 Předloha protokolu

Výběr obsahu protokolu tak, jak ho popisujeme v kapitole 8.2, je poměrně zdlouhavý. Jednou sestavený protokol je však možné uložit včetně obrázků jako předlohu a později ho znovu použít i pro jiné modely. Předlohy umožňují podstatně zracionalizovat tvorbu výstupních protokolů.

Také již dříve vytvořený protokol lze později uložit jako předlohu.

Vytvoření nové předlohy

Nové předlohy se vytvářejí z hlavní nabídky protokolu:

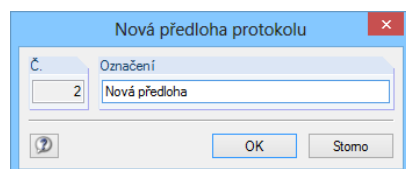
Nastavení → **Předloha protokolu...** → **Nová...**

Nastavení → **Předloha protokolu...** → **Nová z aktuálního protokolu...**

Nová

Nejdříve se otevře dialog pro výběr obsahu protokolu, který popisujeme v kapitole 8.2.

V jednotlivých záložkách vybereme kapitoly, které chceme vytisknout. Po ukončení dialogu kliknutím na [OK] se otevře dialog *Nová předloha protokolu*, v němž vyplníme *označení* nové předlohy.



Obr. 8.17: Dialog *Nová předloha protokolu*

Nová z aktuálního protokolu

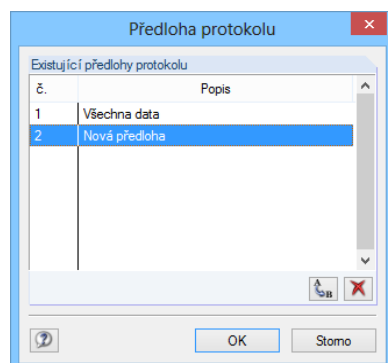
Nová předloha se vytvoří na základě aktuálně sestaveného protokolu. Je třeba pouze zadat *označení* nové předlohy v dialogu *Nová předloha protokolu* (srov. obr. 8.17), který se po vyvolání příslušného příkazu z hlavní nabídky otevře.

Použití předlohy

V právě otevřeném protokolu lze převzít zadání z určité předlohy. V hlavní nabídce v okně protokolu vybereme

Nastavení → **Předloha protokolu...** → **Vybrat...**

Otevře se dialog se seznamem *Existující předlohy protokolu*, z něhož vybereme určitou předlohu.



Obr. 8.18: Dialog *Předloha protokolu*

Funkce tlačítek z tohoto dialogu uvádíme v tab. 8.3.



Po potvrzení kontrolního dotazu se osnova v aktuálním protokolu přepíše osnovou z předlohy.

Správa předloh

Předlohy se spravují v dialogu *Předloha protokolu*. Tento dialog vyvoláme příkazem z hlavní nabídky v okně protokolu

Nastavení → Předloha protokolu... → Vybrat...

Zobrazí se dialog, který vidíme na obr. 8.18. Funkce tlačítek v tomto dialogu uvádíme v následující tabulce. Lze je však použít pouze u předloh, které definoval sám uživatel.

	Slouží k přejmenování vybrané předlohy.
	Smaže vybranou předlohu.

Tab. 8.3: Tlačítka v dialogu *Předloha protokolu*



Vzorové protokoly se ukládají do souboru **RfemProtocolConfig.cfg**, který se nachází v kmenovém adresáři programu RX-TIMBER (C:\ProgramData\Dluba\RX-TIMBER 2\General Data). Tento soubor se při instalaci updatu nepřepíše, přesto ho doporučujeme předem zálohovat.

8.7 Uspořádání protokolu

8.7.1 Rozvržení protokolu

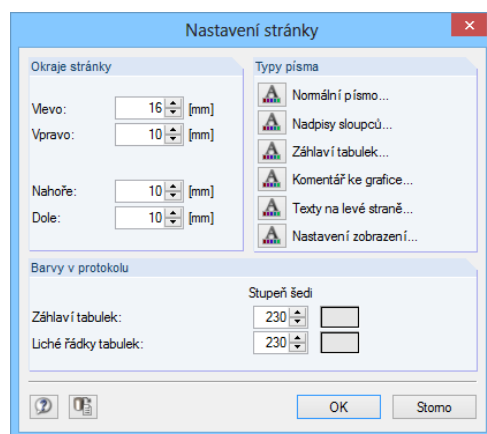
Ve výstupním protokolu lze upravovat druh a barvu písma, nastavení okrajů stránky i vzhled tabulek.



Příslušný dialog pro úpravy grafického rozvržení stránky vyvoláme příkazem z hlavní nabídky protokolu

Nastavení → Stránka...

nebo kliknutím na příslušné tlačítko v panelu nástrojů ve výstupním protokolu.



Obr. 8.19: Dialog *Nastavení stránky*



Pro nadpisy v textu a ve sloupcích je nastavena poměrně malá velikost písma - **Arial 6**. Pokud chceme toto přednastavení změnit, měli bychom postupovat opatrně. Mohlo by se totiž stát, že po zvolení většího písma se položky do příslušných sloupců nevejdou a nezobrazí se celé.

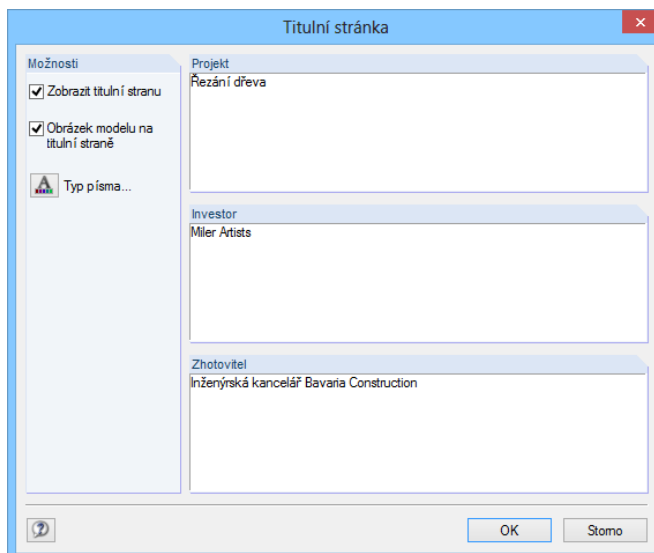
8.7.2 Titulní stránka



K výstupnímu protokolu lze připojit titulní stránku. Dialog pro zadání titulní stránky otevřeme z hlavní nabídky v okně protokolu

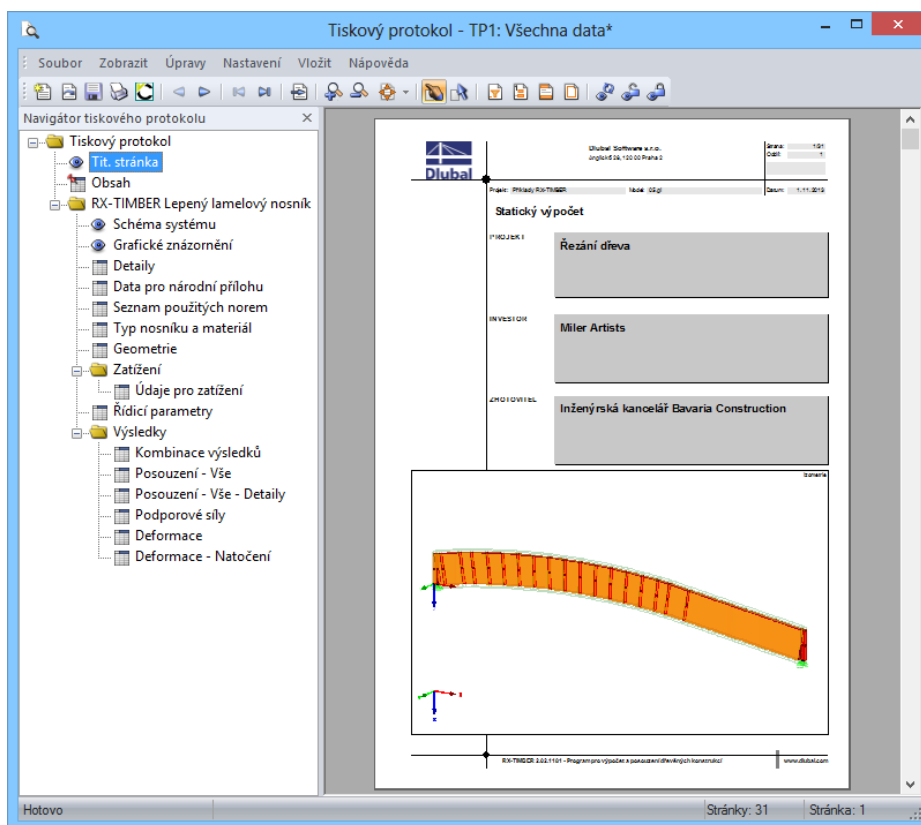
Nastavení → Titulní stránka...

nebo kliknutím na příslušné tlačítko v panelu nástrojů ve výstupním protokolu.



Obr. 8.20: Dialog *Titulní stránka*

V tomto dialogu zadáme všechny potřebné údaje, klikneme na [OK] a titulní strana protokolu se vytvoří.



Obr. 8.21: Titulní stránka ve výstupním protokolu



Obsah titulní stránky lze později upravovat v režimu výběru (srov. tabulka 8.1, strana 70), pokud na ni dvakrát klikneme v okně. Další možností je kliknout v navigátoru na položku *Tit. stránka* pravým tlačítkem myši a v místní nabídce pak vybrat položku *Vlastnosti...*

8.7.3 Jazyk

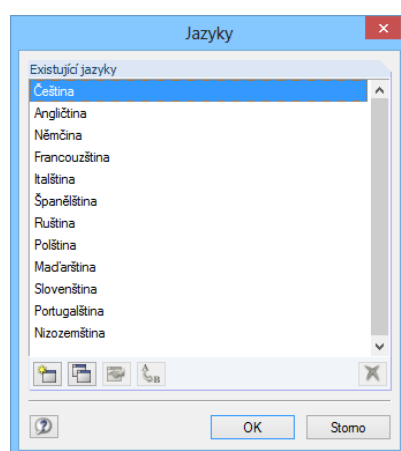
Nastavení jazyka v protokolu je nezávislé na jazyku nastaveném v uživatelském prostředí programu RX-TIMBER (viz kapitola 9.2, strana 88). V české verzi programu RX-TIMBER tak lze vytisknout protokol například v angličtině nebo v italštině.

Změna nastavení jazyka pro tisk

Jazyk protokolu lze změnit příkazem z hlavní nabídky v okně protokolu

Nastavení → Jazyk...

Otevře se dialog, v kterém můžeme ze seznamu vybrat požadovaný jazyk.



Obr. 8.22: Dialog *Jazyky*

Rozšíření nabídky jazyků

Pojmy z protokolu jsou uloženy ve stringách (znakových řetězcích). Proto je relativně snadné doplnit do protokolu další jazyky.

Nejdříve vyvoláme dialog *Jazyky* příkazem z hlavní nabídky

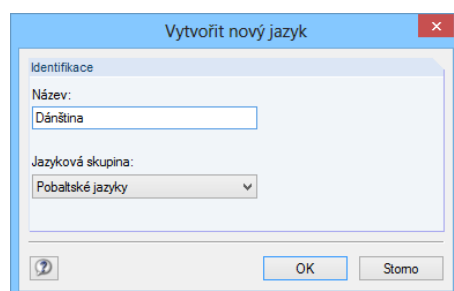
Nastavení → Jazyk...

Ve spodní části dialogu (obr. 8.22) se uživateli nabízí několik tlačítek pro práci s jazyky.



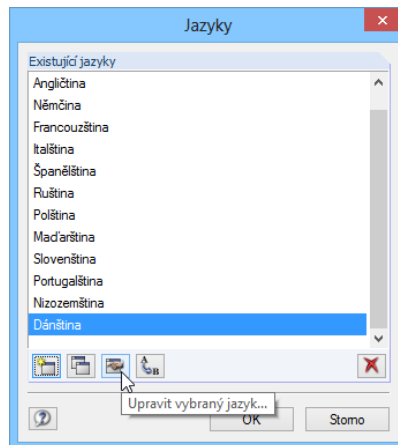
Vytvoření nového jazyka

Po kliknutí na tlačítko [Vytvořit nový jazyk...] se otevře dialog, v kterém je třeba zadat *název* nového jazyka. Dále je třeba vybrat ze seznamu *jazykovou skupinu*, aby byla správně interpretována znaková sada.



Obr. 8.23: Dialog *Vytvořit nový jazyk*

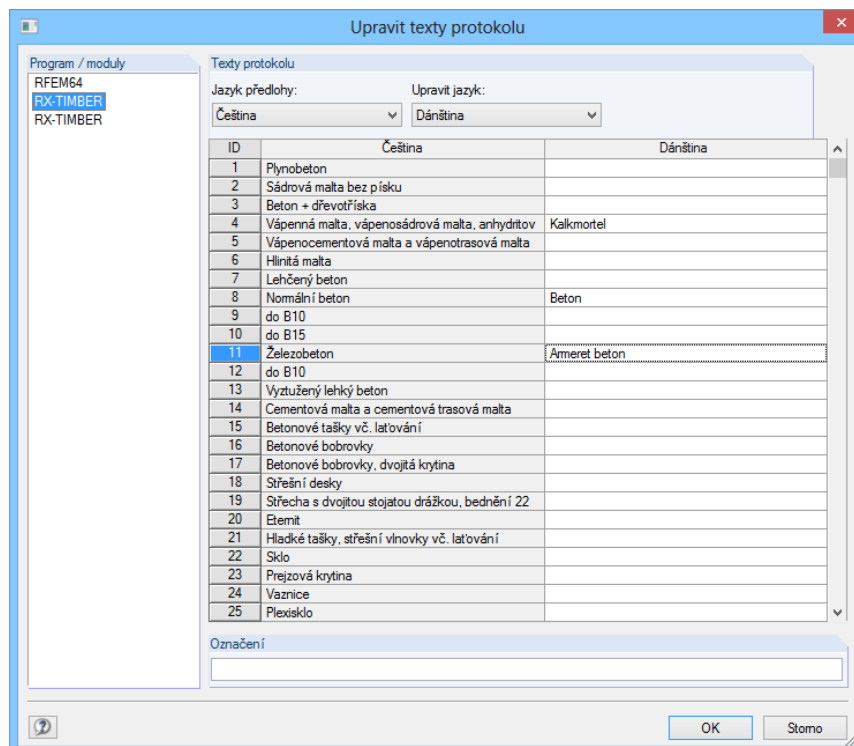
Po kliknutí na [OK] se v seznamu nabízených jazyků objeví i nový jazyk.



Obr. 8.24: Dialog *Jazyky*, tlačítko *Upravit vybraný jazyk...*



Tlačítkem [Upravit vybraný jazyk...] otevřeme dialog, v němž lze definovat stringy pro nový jazyk.

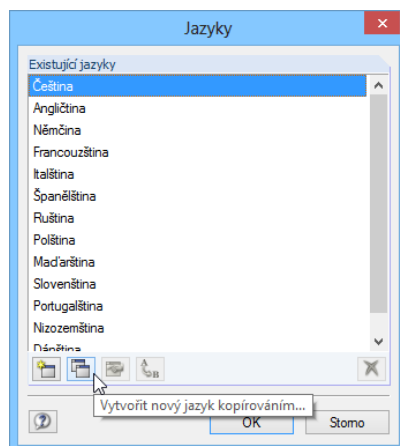


Obr. 8.25: Dialog *Upravit texty protokolu*

Upravovat lze pouze jazyky, které zadal sám uživatel.



Kopírování jazyka



Obr. 8.26: Dialog *Jazyky*, tlačítko *Vytvořit nový jazyk kopírováním...*

Tato funkce je podobná předchozí funkci pro vytvoření nového jazyka. Jediným rozdílem je, že pole pro nový jazyk nejsou prázdná (srov. obr. 8.25, sloupec *Baskičtina*), ale vyplní se do nich textové řetězce vybraného jazyka.

Přejmenování nebo smazání jazyka

Poslední dvě tlačítka v dialogu *Jazyky* slouží k přejmenování nebo mazání jazyků. Tyto funkce jsou ovšem přístupné pouze pro jazyky, které uživatel sám zadal, čili nikoli pro standardní jazyky již definované v programu.



8.8 Tisk protokolu

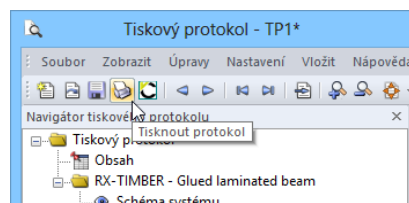
8.8.1 Přímý tisk



Vlastní proces tisku spustíme příkazem z hlavní nabídky

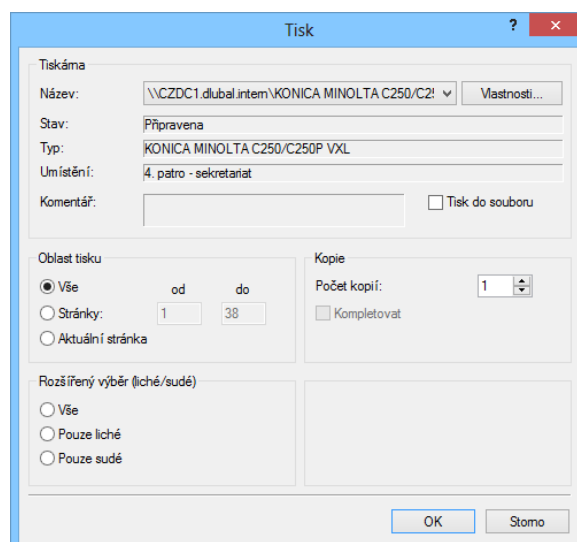
Soubor → **Tisk...**

nebo kliknutím na příslušné tlačítko v panelu nástrojů protokolu.



Obr. 8.27: Tlačítko *Tisknout protokol*

Otevře se standardní dialog systému Windows pro tisk. V něm vybereme tiskárnu, na kterou se protokol odešle, a zadáme stránky, které si přejeme vytisknout.



Obr. 8.28: Dialog *Tisk*

Pokud v tomto dialogu nevybereme standardní tiskárnu, použitou v základním nastavení, může se stát, že stránky budou jinak zalomeny, a počet vytištěných stránek tak bude jiný než v náhledu v programu.

Pokud zaškrtneme volbu *Tisk do souboru*, vytvoří se tiskový soubor ve formátu PRN. Příkazem **kopírovat** ho pak můžeme odeslat na tiskárnu.

8.8.2 Export protokolu

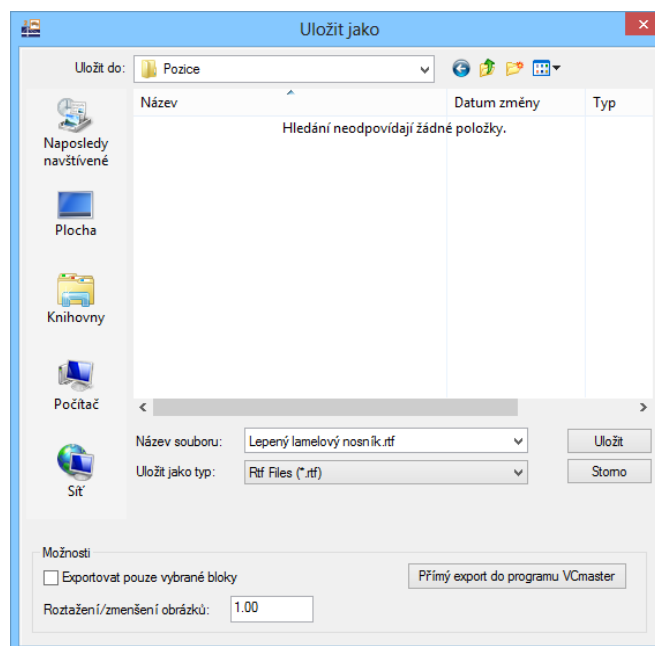
RX-TIMBER nabízí možnost exportovat protokol do různých formátů nebo přímo do programu *VCmaster*.

Export do souboru RTF

Všechny běžné textové procesory podporují RTF formát. Export protokolu včetně obrázků do souboru RTF spustíme příkazem z hlavní nabídky v okně protokolu

Soubor → **Export do RTF...**

Otevře se dialog OS Windows *Uložit jako* (viz následující obrázek).



Obr. 8.29: Dialog *Uložit jako*

V tomto dialogu zadáme cestu k souboru a jeho název. Pokud aktivujeme políčko *Exportovat pouze vybrané bloky*, pak nebude exportován celý protokol, ale pouze kapitoly, které jsme vybrali v navigátoru.

Export do souboru PDF

Integrovaná tiskárna pro tisk do formátu PDF umožňuje uložit protokol jako PDF soubor. V hlavní nabídce v okně protokolu vybereme

Soubor → **Export do PDF...**

Otevře se dialog systému Windows *Uložit jako* (viz obr. 8.29), v němž zadáme cestu k souboru a jeho název. V sekci *Popis*, která se v tomto dialogu navíc zobrazí, můžeme uvést k vytvářenému PDF souboru poznámku.



V PDF souboru se vytvoří také záložky, pomocí nichž se lze snáze orientovat v digitálním dokumentu.

Export do programu VCMaster

VCMaster (dříve *BauText*) je textový procesor se zvláštním rozšířením pro statické výpočty od firmy VEIT CHRISTOPH.



Přímý export do programu *VCMaster* spustíme příkazem z hlavní nabídky v okně protokolu

Soubor → **Export do RTF...**

nebo kliknutím na tlačítko [Export do VCMaster] v panelu nástrojů výstupního protokolu.

Otevře se dialog, který vidíme na obr. 8.29. V něm je třeba zaškrtnout políčko *Přímý export do programu VCMaster*.

Není nutné zadávat název souboru, program *VCMaster* by však měl již běžet na pozadí. Po kliknutí na [OK] se spustí modul pro import dat programu *VCMaster*.

9. Obecné funkce

9.1 Jednotky a desetinná místa

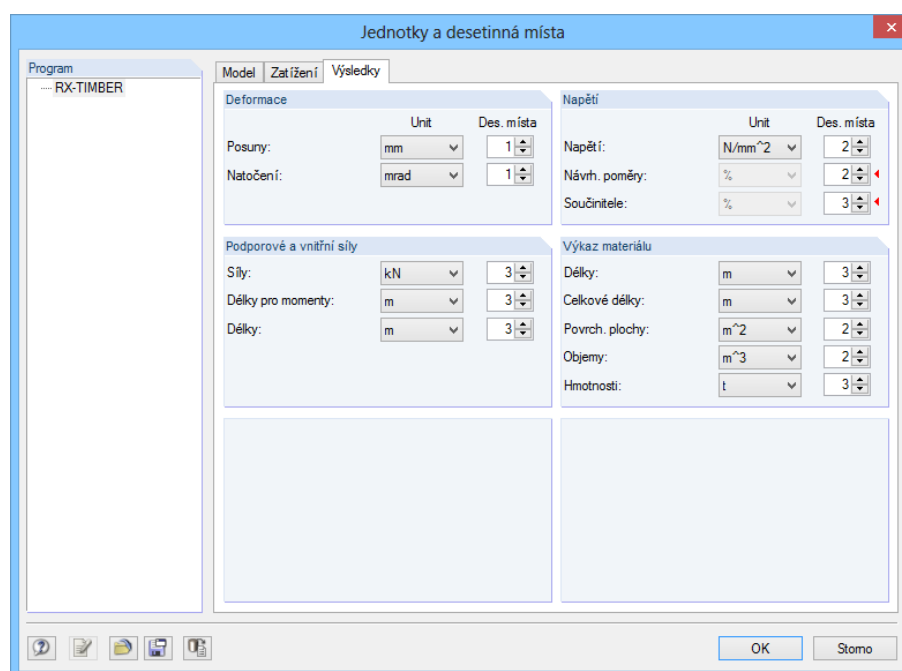
Nastavení jednotek a desetinných míst můžeme v průběhu modelování nebo hodnocení dat libovolně měnit. Veškeré číselné hodnoty se následně přepočítají a upraví.

Změna nastavení jednotek a desetinných míst

Jednotky a desetinná místa lze v některých dialogích nastavit přímo po kliknutí na tlačítko, které vidíme na levém okraji (viz obr. 9.6 s dialogem *Vlastnosti zobrazení*).

Další možností je vybrat v hlavní nabídce položku

Nastavení → Jednotky a desetinná místa...



Obr. 9.1: Dialog *Jednotky a desetinná místa*

Tento dialog obsahuje tři záložky. Jednotky tak lze nastavit zvlášť u hodnot týkajících se *modelu*, *zatížení* a u *výsledků*. Jednotky a desetinná místa jsou přitom seskupeny do několika sekcí.

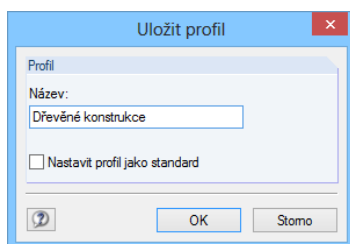
Jednotky a desetinná místa, které se týkají údajů v aktuálně otevřeném dialogu, se zprava vyznačí červeným trojúhelníkem tak, jak vidíme na obrázku výše.

Uložení a načtení jednotek jako uživatelského profilu

Nastavení v dialogu *Jednotky a desetinná místa* lze uložit jako soubor s určitým názvem a později ho použít při práci na jiných modelech. V případě dřevěných konstrukcí tak lze používat specifické profily jednotek.

Kliknutím na tlačítko znázorněné na levém okraji se otevře dialog, v němž zadáme *název* vytvořeného profilu.

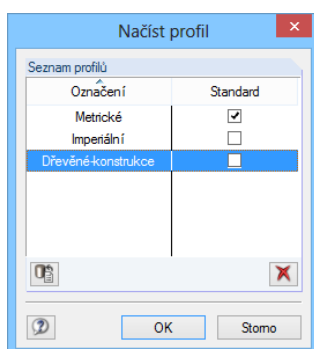


Obr. 9.2: Dialog *Uložit profil*

Pokud se má tento profil objevit ve výchozím nastavení pro nové modely, je třeba zaškrtnout políčko *Nastavit profil jako standard*.



Uživatelsky definovaný profil lze znovu načíst kliknutím na tlačítko [Načíst uložený profil...]. Otevře se dialog se seznamem profilů, v kterém vybereme požadovaný profil. Přednastaveny jsou již v tomto dialogu metrický, imperiální (angloamerický) a český profil jednotek.

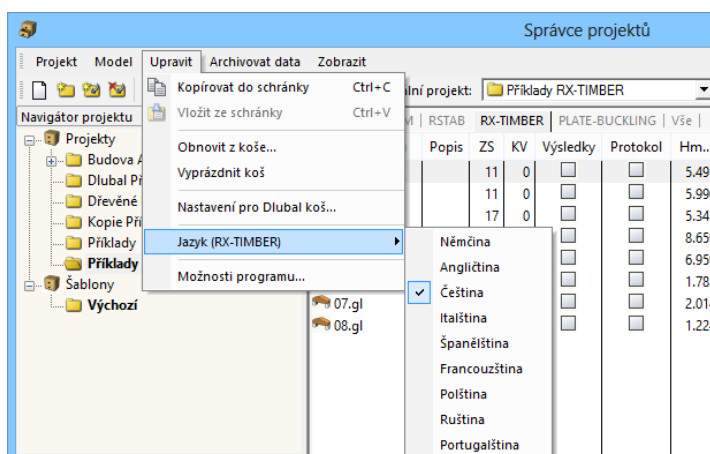
Obr. 9.3: Dialog *Načíst profil*

9.2 Nastavení jazyka

Předem nastaven je jazyk, který jsme vybrali již při instalaci programu. Rovněž materiály a řady průřezů v databázích se uspořádají v závislosti na příslušné zemi.

Požadovaný jazyk pro uživatelské prostředí nastavíme ve správci projektů (viz kapitola 4.1) z hlavní nabídky

Upravit → Jazyk (RX-TIMBER).

Obr. 9.4: Hlavní nabídka ve správci projektů *Upravit → Jazyk (RX-TIMBER)*

Změna nastavení se projeví po novém startu programu.

9.3 Vlastnosti zobrazení

Tato funkce umožňuje nastavit zobrazení grafických objektů na obrazovce i v tiskovém výstupu.

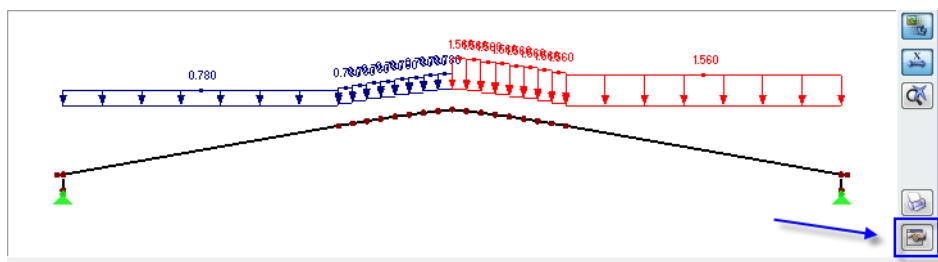
Úpravy zobrazení

Dialog pro úpravu grafického zobrazení vyvoláme z hlavní nabídky

Nastavení → **Nastavení zobrazení**.

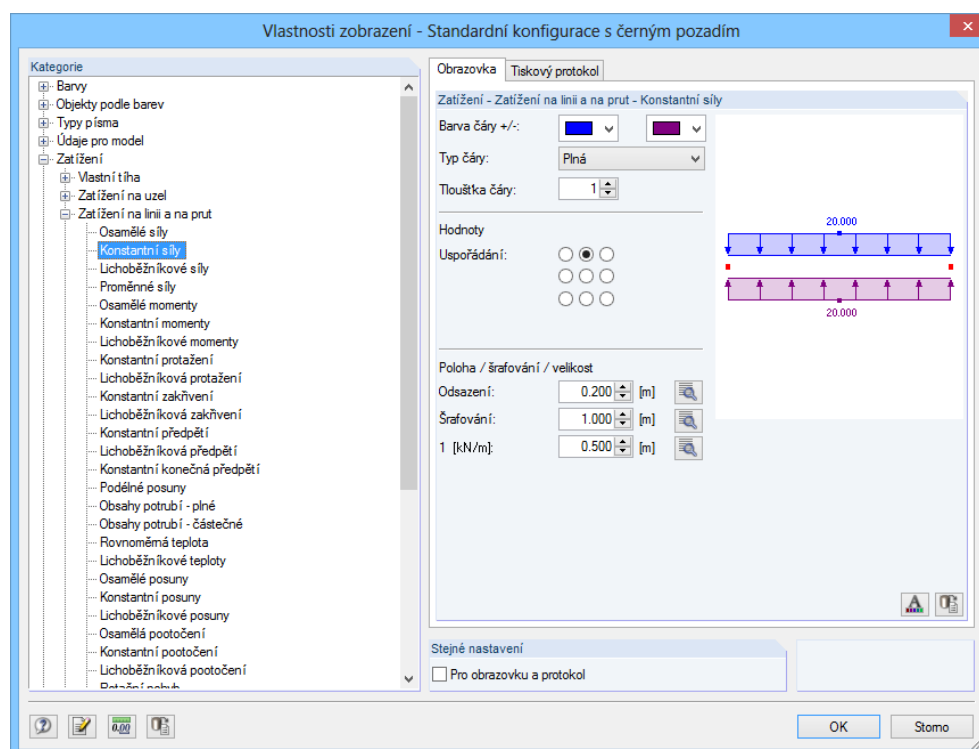
Zobrazit vygenerovaná zatížení...
resp.
zadat přídatná zatížení...

Tento dialog můžeme otevřít také z dialogu 1.3 *Zatížení* pomocí příslušného tlačítka: nejdříve tlačítkem [Zobrazit vygenerovaná zatížení resp. zadat přídatná zatížení...] vyvoláme dialog *Zatěžovací stavy* (viz obr. 5.29, strana 48). Vpravo vedle obrázku tu máme k dispozici tlačítko [Zobrazit vlastnosti vybraného zatížení...].



Obr. 9.5: Tlačítko *Zobrazit vlastnosti vybraného zatížení...* v dialogu *Zatěžovací stavy*

Právě toto tlačítko slouží k otevření dialogu *Vlastnosti zobrazení*.



Obr. 9.6: Dialog *Vlastnosti zobrazení*







Zobrazení na *obrazovce* a v *tiskovém protokolu* lze nastavit zvlášť ve dvou záložkách. To znamená, že můžeme samostatně upravit zobrazení na obrazovce (např. velikost symbolů podpor pro černé pozadí) nezávisle na tiskovém výstupu.

V sekci *Kategorie* se ve stromové struktuře načtou všechny grafické objekty. Po výběru určitého prvku lze v pravé části dialogu upravit parametry jeho zobrazení (barva, zobrazení čar, typ a uspořádání číslování, typ písma, velikost vektoru zatížení atd.).

Zaškrtnutí políčko *Stejně nastavení pro obrazovku a protokol* umožňuje sjednotit zobrazení na obrazovce se zobrazením v protokolu. Pokud políčko označíme, pak se následně provedené úpravy nastavení projeví u právě vybrané kategorie i v druhé záložce (*Obrazovka*, resp. *Tiskový protokol*). Dříve nastavené údaje ovšem touto funkcí do druhé záložky dodatečně převést nelze.

V pravé dolní části sekce s parametry se nacházejí tlačítka, která mají následující funkce:

	Otevře dialog <i>Písmo</i> , v němž lze upravit typ, velikost či barvu písma.
	Vyvolá parametry zobrazení os aktuálního objektu.
	Otevře dialog <i>Relativní umístění informací o linii/prutu</i> pro uspořádání popisků.
	Obnoví standardní nastavení.

Tabulka 9.1: Tlačítka v dialogu *Vlastnosti zobrazení*

9.4 Export výsledků

Výsledky posouzení v programu RX-TIMBER lze použít i v jiných programech.

Schránka

Označené řádky v tabulkách výsledků programu RX-TIMBER lze pomocí tlačítek [Ctrl]+[C] zkopírovat do schránky a následně dvojicí tlačítek [Ctrl]+[V] převést například do některého textového procesoru. Nadpisy sloupců v tabulce exportovány nebudou.

Výstupní protokol

Údaje z programu RX-TIMBER lze zařadit do centrálního výstupního protokolu (viz kapitola 8.1, strana 68) a odtud pak exportovat příkazem z hlavní nabídky

Soubor → **Export do RTF...**

Tuto funkci popisujeme v kapitole 8.8.2 na straně 85.

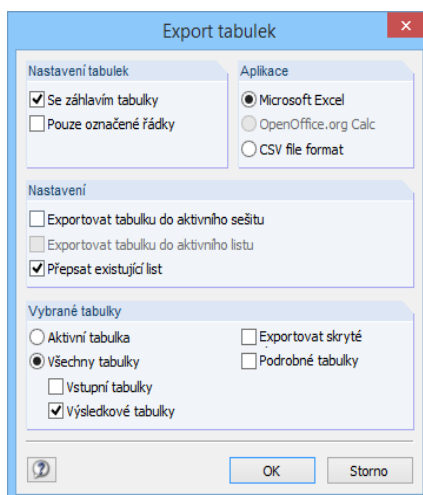
Excel / OpenOffice

RX-TIMBER umožňuje přímý export dat do MS Excelu, do aplikace Calc z balíku OpenOffice.org nebo do formátu CSV. Tuto funkci vyvoláme z hlavní nabídky

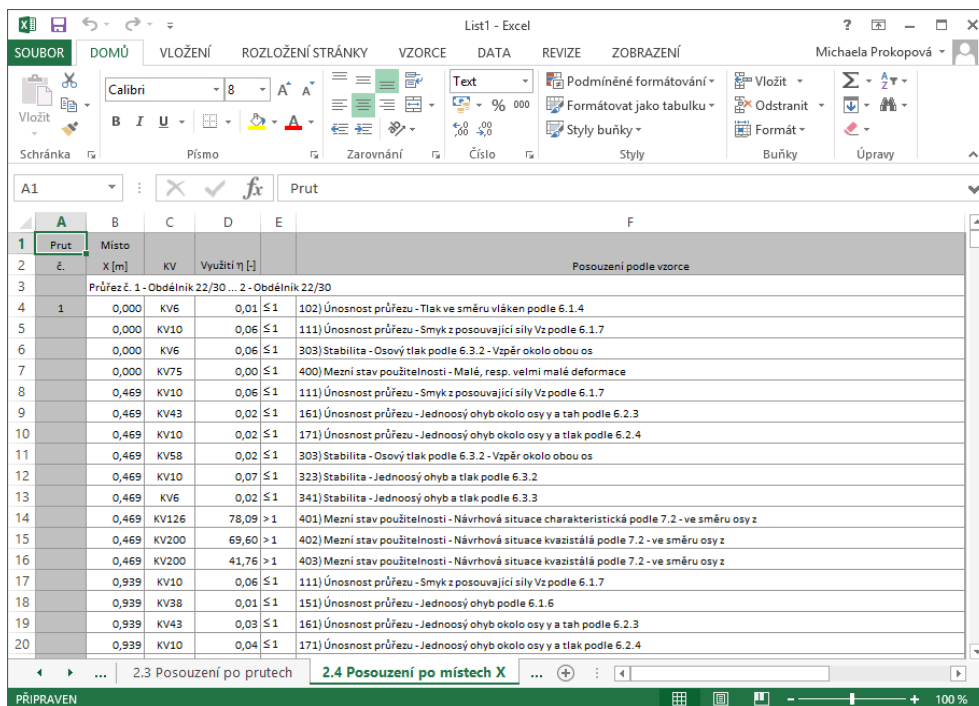
Soubor → **Export do MS Excel...**

Otevře se následující dialog pro export dat:

Protokol...

Obr. 9.7: Dialog *Export* - MS Excel

Jakmile vybereme požadované parametry, můžeme export zahájit kliknutím na tlačítko [OK]. Excel, resp. Calc nemusí běžet na pozadí, před exportem se automaticky spustí.



Prut	Místo X [m]	KV	Využití η [%]	
1	0,000	KV6	0,01 ≤ 1	102) Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4
5	0,000	KV10	0,06 ≤ 1	111) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
6	0,000	KV6	0,06 ≤ 1	303) Stabilita - Osový tlak podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
7	0,000	KV75	0,00 ≤ 1	400) Mezní stav použitelnosti - Malé, resp. velmi malé deformace
8	0,469	KV10	0,06 ≤ 1	111) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
9	0,469	KV43	0,02 ≤ 1	161) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tah podle 6.2.3
10	0,469	KV10	0,02 ≤ 1	171) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tah podle 6.2.4
11	0,469	KV58	0,02 ≤ 1	303) Stabilita - Osový tlak podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
12	0,469	KV10	0,07 ≤ 1	323) Stabilita - Jednoosý ohyb a tlak podle 6.3.2
13	0,469	KV6	0,02 ≤ 1	341) Stabilita - Jednoosý ohyb a tlak podle 6.3.3
14	0,469	KV126	78,09 > 1	401) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2 - ve směru osy z
15	0,469	KV200	69,60 > 1	402) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace kvazistálá podle 7.2 - ve směru osy z
16	0,469	KV200	41,76 > 1	403) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace kvazistálá podle 7.2 - ve směru osy z
17	0,939	KV10	0,06 ≤ 1	111) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
18	0,939	KV38	0,01 ≤ 1	151) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb podle 6.1.6
19	0,939	KV43	0,03 ≤ 1	161) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tah podle 6.2.3
20	0,939	KV10	0,04 ≤ 1	171) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tah podle 6.2.4

Obr. 9.8: Výsledky v MS Excelu: tabulka 2.4 *Posouzení po místech X*

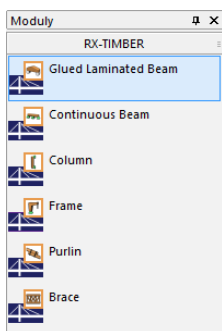
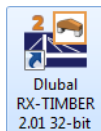
10. Lepený lamelový nosník

Nejdůležitější funkce programu **RX-TIMBER Glued Laminated Beam** si předvedeme na dvou různých příkladech.

V prvním příkladu zadáme do programu a spočteme vyklenutý nosník s proměnnou výškou (typ nosníku 6). Jako další příklad (kap. 10.2) nám poslouží posouzení nosníku proměnného průřezu na klopení (typ nosníku 8).

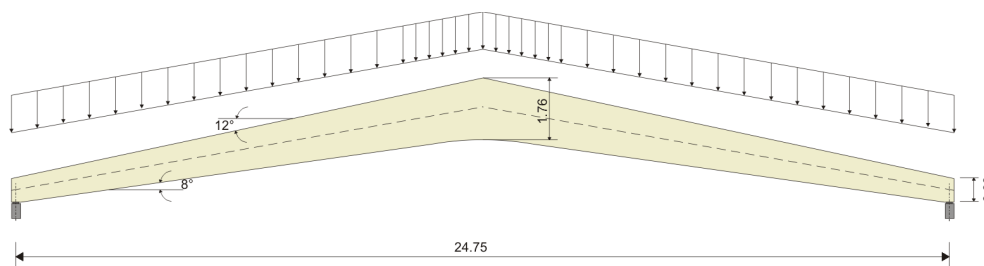
Nejdříve spustíme program kliknutím na ikonu **Dlubal RX-TIMBER 2.01** na ploše (viz kapitola 3.2, strana 12) a ve správci projektů vybereme program **Glued Laminated Beam**.

Údaje obou příkladů najdeme také v modelech *06.gl* a *08.gl* v projektu *Příklady RX-TIMBER*, který se automaticky uloží při instalaci programu. Pokud se však chystáte podniknout v programu RX-TIMBER první kroky, pak Vám doporučujeme, abyste si příklad zkusili zadat sami.



10.1 Příklad vyklenutého nosníku

10.1.1 Konstrukce a zatížení



Obr. 10.1: Konstrukce a zatížení

Geometrie a materiál

Jako materiál použijeme pro konstrukci složený dřevolaminát **GL24c**.

Lineárně proměnný průřez nosníku má na okraji podpory výšku $h_s = 62,92$ cm, zatímco ve středu pole $h_{ap} = 176$ cm. Z toho vyplývá, že sklon horní strany nosníku je 12° a sklon dolní strany nosníku 8° .

Šířka nosníku činí **18 cm**.

Výpočet zatížení

Zatěžovací stav 1: Vlastní tíha

Zatížení je dáno vlastní tíhou nosníku a dále tlakem střešní konstrukce budovy. Co se týče výpočtu zatížení a zadání střešní konstrukce, odkazujeme na kapitulu 5.3 na straně 41.

V našem případě budeme vycházet z toho, že tlak střešní konstrukce činí $0,64$ kN/m². Je-li vzdálenost mezi vazníky 3 m, výsledkem je přímkové zatížení $1,92$ kN/m, k němuž je třeba připočíst vlastní tíhu nosníku.

Zatěžovací stav 2: Sníh

V našem příkladu budeme předpokládat, že stavební projekt má být umístěn do oblasti 1 v otevřené krajině. Pokud uvážíme příslušný tvarový součinitel, činí výsledné zatížení sněhem:

$$s = 0,8 \cdot 0,7 \text{ kN/m}^2 \cdot 3 \text{ m} = 1,68 \text{ kN/m}$$

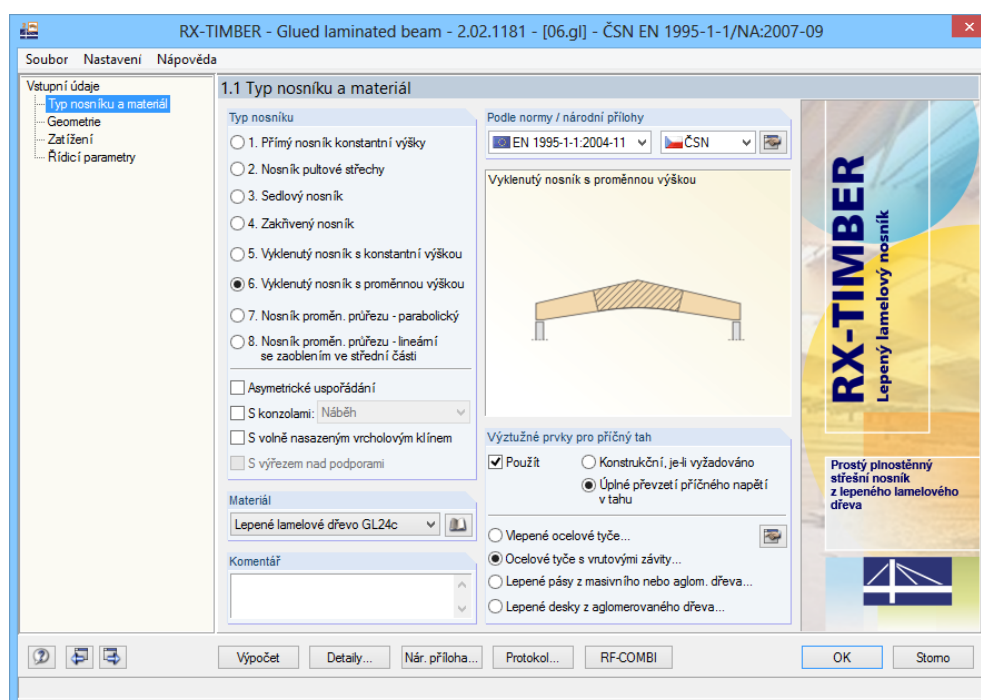
Zatížení sněhem bude působit na průmět délky prutu ve směru osy Z.

Zatěžovací stav *Vítr* nebudeme v našem příkladu brát v potaz.



10.1.2 Vstupní údaje

10.1.2.1 Typ nosníku a materiál



Obr. 10.2: Dialog 1.1 *Typ nosníku a materiál*

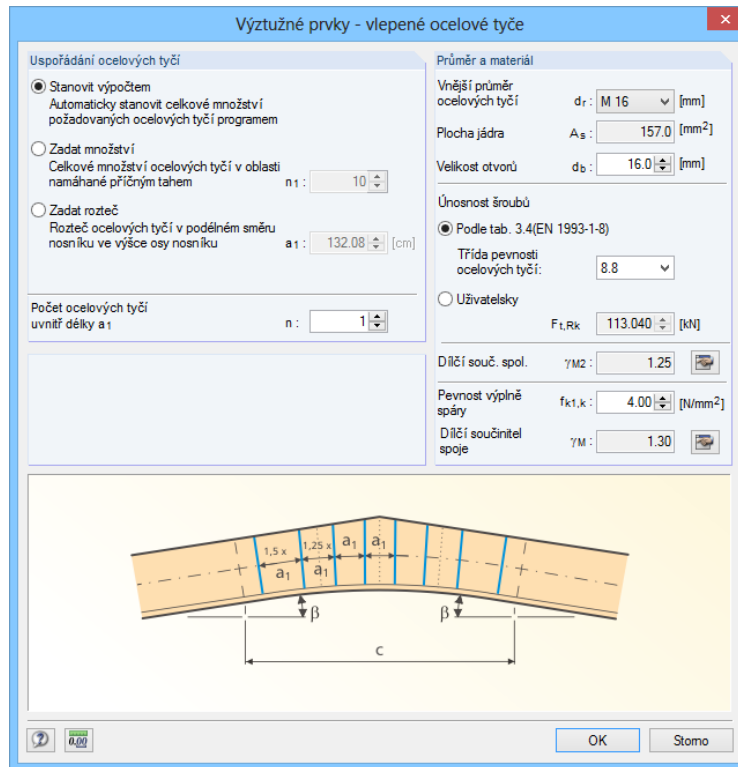
Jak jsme již uvedli, budeme v našem příkladu zadávat vyklenutý nosník s proměnnou výškou. V dialogu 1.1 *Typ nosníku a materiál* proto vybereme **typ nosníku 6** a jako materiál zvolíme **lepené lamelové dřevo GL24c**.

Standardně je v dialogu 1.1 přednastaven nosník s *konzolami*. U našeho příkladu tuto volbu deaktivujeme, protože budeme počítat nosník **bez konzol**.

Nosník posoudíme podle **EN 1995-1-1:2004-11** a české národní přílohy.

U daného typu nosníku existuje obecně velké nebezpečí, že dojde k jeho porušení příčným tahem. Proto si necháme v programu zároveň spočítat nutné **výztužné prvky pro příčný tah**.

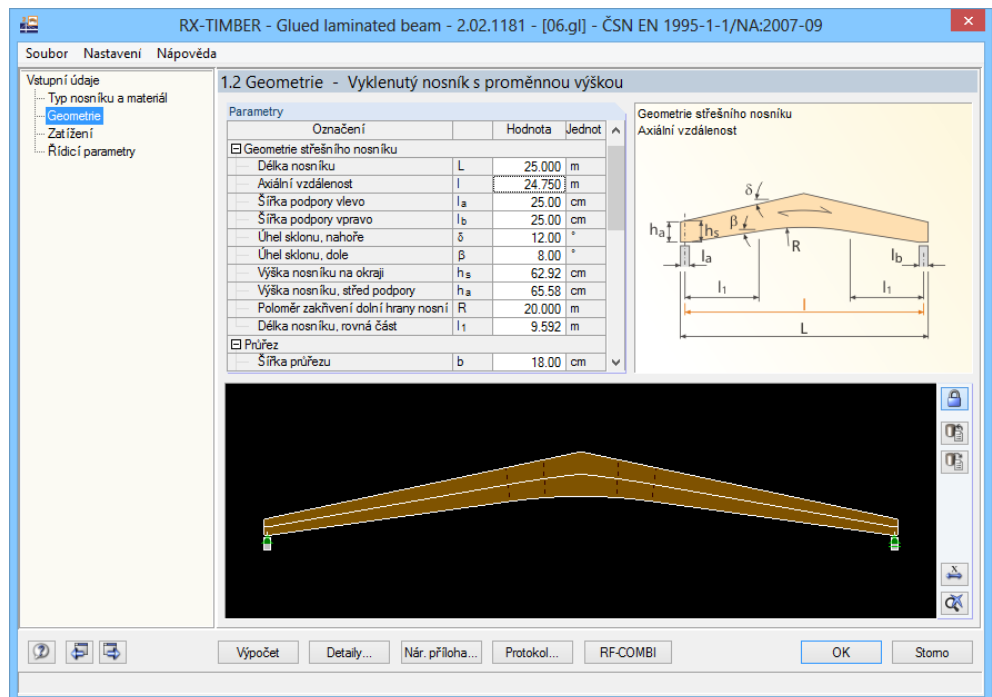
V našem případě zvolíme **ocelové tyče s vrutovými závity**. Automaticky se otevře okno, v němž se nám nabízí tři možnosti pro *uspořádání ocelových tyčí*. Vybereme první možnost **Stanovit množství**.



Obr. 10.3: Dialog Výztužné prvky - ocelové tyče s vrutovými závit

Nominální průměr ocelových tyčí činí **1,6 cm**. Únosnost šroubů $F_{t,Rk}$ se stanoví na základě třídy pevnosti ocelových tyčí **8.8** podle EN 1993-1-8, tab. 3.4.

10.1.2.2 Geometrie



Obr. 10.4: Dialog 1.2 Geometrie - Vyklenutý nosník s proměnnou výškou

V dialogu 1.2 stanovíme geometrii nosníku a budovy. Na základě rozměrů budovy spočítá interní generátor zatížení větrem a sněhem automaticky velikost oblastí zatížení na střeše i na při-

lehlých stěnách. Zadání těchto údajů je přitom interaktivní, to znamená, že pokud změním geometrická data, upraví se i zatížení nosníku.

V našem příkladu stanovíme výšku budovy **10,00 m**, hloubku budovy **40,00 m** a vzdálenost vazníků **3,00 m**. Celková délka nosníku bude činit **25,00 m**. Pro šířku podpor zvolíme hodnotu **25 cm**. Výška nosníku na okraji odpovídá **62,92 cm**, úhel sklonu nahoře je **12°**, úhel sklonu dole pak **8°**.

Pro poloměr zakřivení platí podle [1], rovnice (H.1) a [7], čl. NA 11.4 ve třídě provozu 1-2 tato mezní hodnota:

$$r = 2,5 \cdot 40^2 \text{ mm} + 117,5 \cdot 40 \text{ mm} = 8700 \text{ mm}$$

Hodnotu poloměru R nastavíme na **20,00 m**, abychom dosáhli hospodárného poměru mezi namáháním v příčném tahu a objemem dřeva.

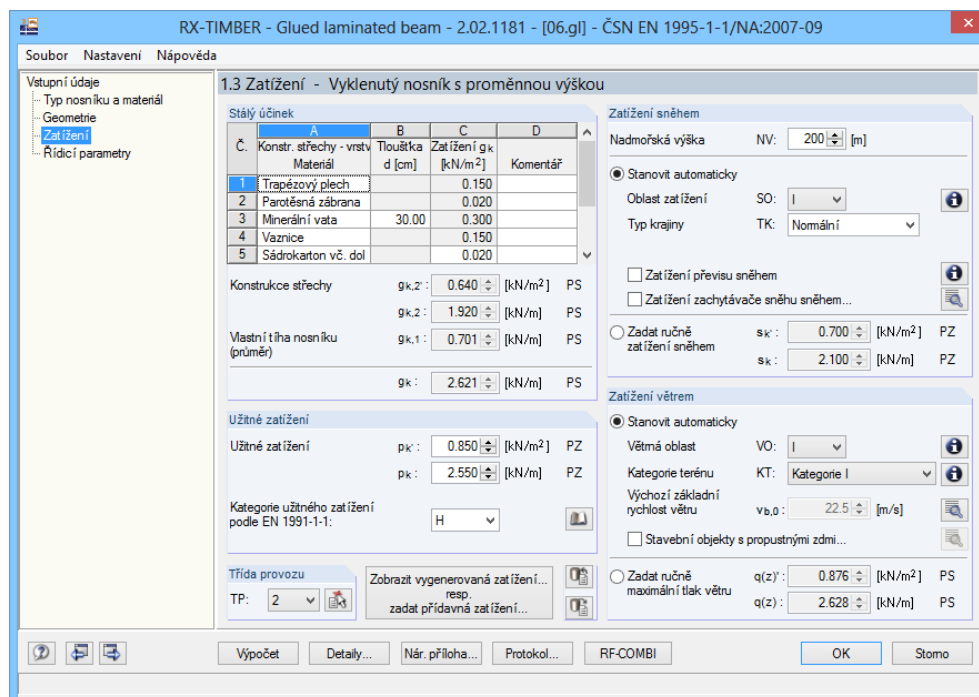
Tloušťku lamely stanovíme na **4,0 cm**. V programu lze zadat libovolnou tloušťku lamely v rozmezí od 0,5 do 4,0 cm. Standardně se k výběru nabízí šířka 3,3 a 4,0 cm. Šířka průřezu bude **18,0 cm**.

V sekci Údaje pro klopení nosníku uvedeme pro vzdálenost postranních podpor hodnotu **3,00 m** a pro vzdálenost ztužení od osy nosníku **31,50 cm**.

10.1.2.3 Zatížení

V dialogu 1.3 *Zatížení* nejdříve zadáme stálý účinek zatížení „vlastní tíhou a konstrukcí střechy“. Jako vrstvy konstrukce střechy zvolíme následující položky:

- Trapézový plech s objemovou tíhou 0,15 kN/m²
- Parotěsná zábrana s objemovou tíhou 0,02 kN/m²
- Minerální vata (d = 30 cm) s objemovou tíhou 0,30 kN/m²
- Vaznice s objemovou tíhou 0,15 kN/m²
- Sádrokarton vč. dolní konstrukce s objemovou tíhou 0,02 kN/m²



Obr. 10.5: Dialog 1.3 *Zatížení*



Zobrazit vygenerovaná zatížení...
resp.
zadat přídatná zatížení...

Pomocí tlačítka [...] ve sloupci *Konstrukce střechy – vrstva* otevřeme databázi, z níž můžeme vybrat požadované materiály. Do databáze můžeme vkládat i nová zatížení.

Z konstrukce střechy tak plyne stálé zatížení g_k 2,62 kN/m. Toto zatížení již zahrnuje vlastní tíhu nosníku. Vzhledem k tomu, že nosník má lineárně proměnnou výšku, bude se vlastní tíha nosníku automaticky uvažovat jako lichoběžníkové zatížení. Tlačítko [Zobrazit vygenerovaná zatížení, resp. zadat přídatná zatížení...] slouží k přímému zobrazení výsledných zatížení (viz například obr. 5.28, strana 47). V dialogu, který se nám otevře, může uživatel sám zadat i další zatížení.



V dialogu 1.3 lze dále definovat *užitné zatížení* tak, že klikneme na vlevo znázorněné tlačítko, vybereme požadované zatížení z tabulky a následně mu přiřadíme ze seznamu příslušnou *kategorií užitného zatížení podle EN 1991-1-1*. U našeho nosníku ovšem stanovíme již jen **třídu provozu 2**.

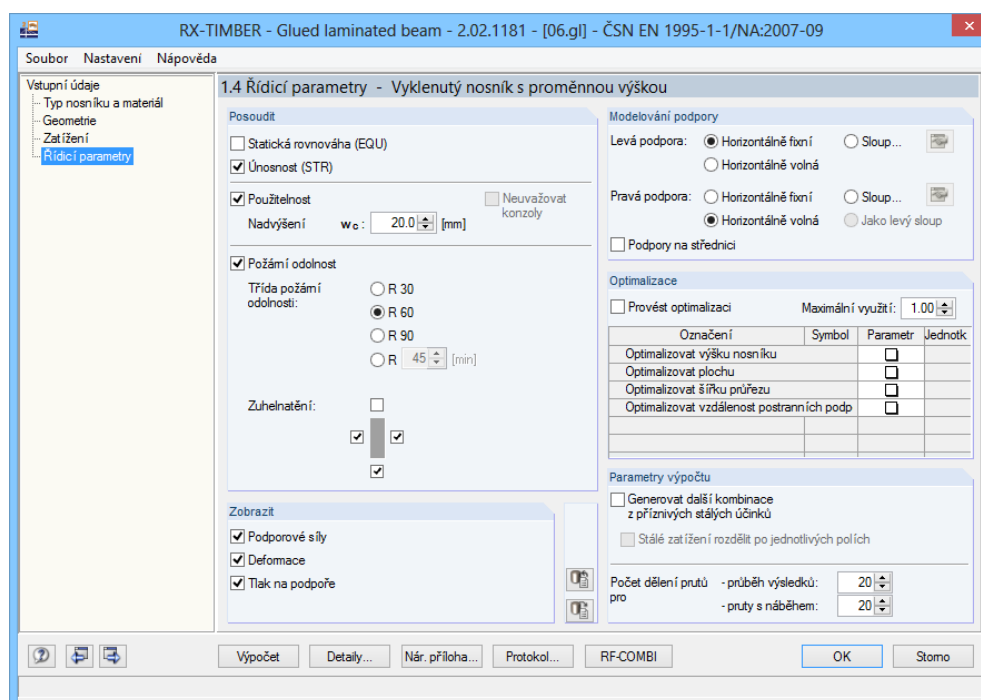


Pro výpočet *zatížení sněhem* stanovíme *nadmořskou výšku 200 m*. *Oblast zatížení sněhem SO 1* zadáme dvojitým kliknutím v mapě sněhových oblastí. *Krajina je typu otevřená*.

Zatížení větrem se v tomto příkladu nemá brát v úvahu. Zaškrtneme proto volbu *Zadat ručně maximální tlak větru* a hodnotu v obou vstupních políčkách nastavíme na **0,00**.

10.1.2.4 Řídící parametry

V posledním vstupním dialogu 1.4 *Řídící parametry* stanovíme, která posouzení se mají provést.



Obr. 10.6: Dialog 1.4 *Řídící parametry*

V daném příkladu chceme posoudit **únosnost, použitelnost i požární odolnost**. Jako třídu požární odolnosti zvolíme **R 60**. Vzhledem k tomu, že na horní straně nosníku nedochází ke *zuhelnatění*, tuto stranu na jednoduchém schématu nosníku deaktivujeme.

Nakonec zkontrolujeme, zda ostatní nastavení souhlasí s nastavením, které vidíme na obrázku výše. Tím budeme mít vstupní údaje kompletně zadány.

10.1.3 Výpočet

10.1.3.1 Kombinace pomocí modulu RF-COMBI

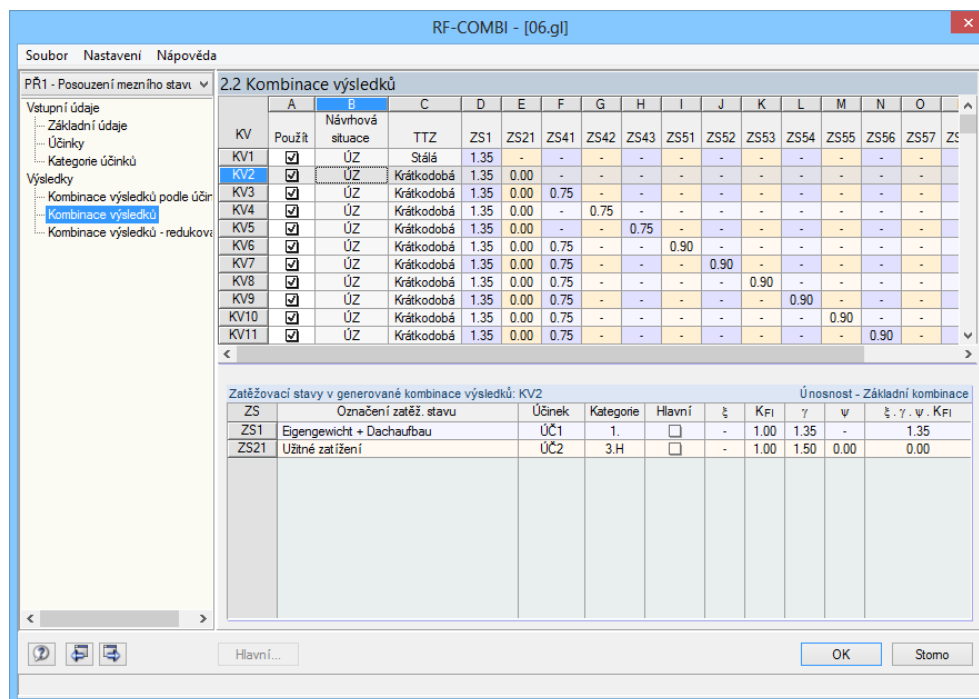
RF-KOMBI

Modul RF-COMBI je přímo integrován do programu RX-TIMBER. Veškeré kombinace výsledků tak lze vygenerovat automaticky. Modul spustíme tlačítkem [RF-COMBI].

Pokud se nemá vygenerovat zbytečně vysoký počet kombinací výsledků, doporučujeme označit v dialogu 1.1 *Základní údaje* modulu RF-COMBI v sekci *Další analýza možnost Snížení počtu možných kombinací výsledků pomocí analýzy výsledků RFEM...* Zajistíme tak, aby výsledky modulu RF-COMBI zahrnovaly veškeré rozhodující kombinace výsledků, nikoli však více zatěžovacích stavů, než je nezbytně nutné.

Pro podrobnější informace odkazujeme na příručku k modulu RF-COMBI, kterou si lze stáhnout na našich webových stránkách www.dlupal.cz.

V našem příkladu budeme brát v úvahu pouze kombinaci výsledků 2. Proto v dialogu 2.3 *Kombinace výsledků - redukované* zrušíme označení všech kombinací výsledků vyjma **KV 2** a poté zavřeme modul RF-COMBI kliknutím na tlačítko [OK].



Obr. 10.7: RF-COMBI, dialog 2.3 *Kombinace výsledků - redukované*

10.1.3.2 Spuštění výpočtu

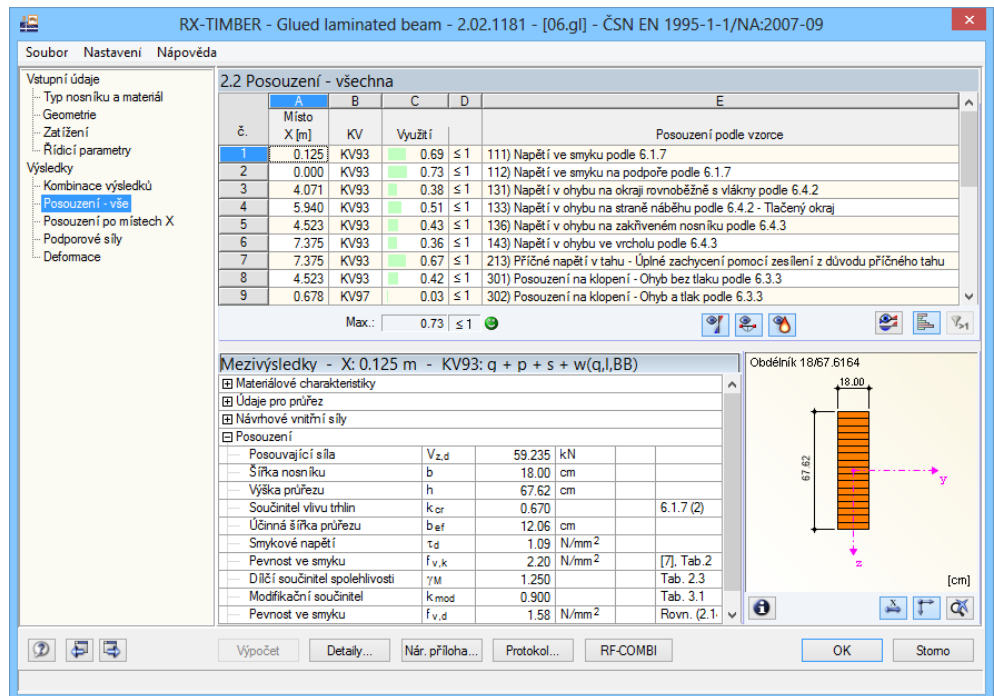
Výpočet

Jakmile jsme zadali veškerá data podle uvedeného návodu, spustíme výpočet v programu RX-TIMBER kliknutím na tlačítko [Výpočet].

10.1.4 Výsledky

Po výpočtu se v navigátoru zobrazí sekce s výsledky.

Vzhledem k tomu, že na nosníku se nemusí místo působení největšího ohybového napětí nutně shodovat s místem největšího momentu, rozdělí program nosník na menší úseky. Na těchto místech nosníku se pak provedou posouzení. Pokud přesto stále není výpočet pro uživatele dostatečně přesný, může uživatel nastavit jemnější dělení prutu v dialogu 1.4 *Řídící parametry* v sekci *Parametry výpočtu*. Posouzení si lze pro jednotlivé dělicí body na daném nosníku prohlédnout v dialogu 2.3 *Posouzení po místech X*.



č.	Místo X [m]	KV	Využití	Posouzení podle vzorce
1	0.125	KV93	0.69 ≤ 1	111) Napětí ve smyku podle 6.1.7
2	0.000	KV93	0.73 ≤ 1	112) Napětí ve smyku na podpoře podle 6.1.7
3	4.071	KV93	0.38 ≤ 1	131) Napětí v ohybu na okraji rovnoběžné s vlákný podle 6.4.2
4	5.940	KV93	0.51 ≤ 1	133) Napětí v ohybu na straně náběhu podle 6.4.2 - Tlačný okraj
5	4.523	KV93	0.43 ≤ 1	136) Napětí v ohybu na zakřiveném nosníku podle 6.4.3
6	7.375	KV93	0.36 ≤ 1	143) Napětí v ohybu ve vrcholu podle 6.4.3
7	7.375	KV93	0.67 ≤ 1	213) Příčné napětí v tahu - Úplné zachycení pomocí zesílení z důvodu příčného tahu
8	4.523	KV93	0.42 ≤ 1	301) Posouzení na klopení - Ohyb bez tlaku podle 6.3.3
9	0.678	KV97	0.03 ≤ 1	302) Posouzení na klopení - Ohyb a tlak podle 6.3.3

Mezivýsledky - X: 0.125 m - KV93: q + p + s + w(q,I,BB)			
Posouvající síla	$V_{z,d}$	59.235	kN
Šířka nosníku	b	18.00	cm
Výška průřezu	h	67.62	cm
Součinitel vlivu tláhn	k_{cr}	0.670	6.1.7 (2)
Účinná šířka průřezu	b_{ef}	12.06	cm
Smykové napětí	τ_d	1.09	N/mm ²
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	2.20	N/mm ² [7], Tab. 2
Dílčí součinitel spolehlivosti	γ_M	1.250	Tab. 2.3
Modifikační součinitel	k_{mod}	0.900	Tab. 3.1
Pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	1.58	N/mm ² Rovn. (2.1)

Obr. 10.8: Dialog 2.2 *Posouzení - všechna* pro mezní stav únosnosti (napětí ve smyku na podpoře)



U našeho příkladu se zaměříme pouze na [posouzení mezního stavu únosnosti] pro KV 2. Pro lepší přehled vždy uvádíme ve sloupci E vzorce z normy EN 1995-1-1:2004-11, které se při posouzení použily. V sekci *Mezivýsledky* si lze prohlédnout podrobné údaje o posouzení, které jsme právě vybrali v tabulce v horní části dialogu.

Při našem ručním výpočtu se vychází z liniového zatížení 6,058 kN/m, u vlastní tíhy nosníku se přitom uvažuje průměrná hodnota. RX-TIMBER naopak u složky vlastní tíhy přesně zohledňuje lineárně proměnnou výšku nosníku.

Posouzení napětí ve smyku

Redukce smykové síly není u tohoto nosníku nutná.

Napětí ve smyku na podpoře

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h_A} = 1,5 \cdot \frac{68,39 \cdot 10^3}{120,6 \cdot 645,8} = 1,32 \frac{N}{mm^2}$$

přičemž $k_{cr} = 0,67$ pro lepené lamelové dřevo (podle ČSN EN změna A1, 6.1.7 (2))

$$b_{ef} = b \cdot k_{cr} = 180mm \cdot 0,67 = 120,6mm$$

Návrhová pevnost

$$f_{v,d} = f_{v,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} = 2,2 \cdot \frac{0,9}{1,25} = 1,58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Využití

$$\frac{\tau_d}{\tau_{v,d}} = \frac{1,32}{1,58} = 0,83 < 1$$

Jak vidíme na obr. 10.8, tato hodnota se také zobrazí v programu RX-TIMBER u posouzení napětí ve smyku na podpoře.

Posouzení napětí v ohybu (posouzení 6.4.2)

Jak jsme již zmínili, posouzení nosníku na ohyb se neprovádí nutně v místě největšího ohybového momentu. U našeho příkladu si spočítáme místo nejvíce namáhané ohybem a výsledky u daného místa porovnáme s hodnotami, které v tomto případě RX-TIMBER vypočítá.

Nejvíce namáhané místo (globální souřadný systém)

$$X = \frac{l \cdot h_a}{2 \cdot h_1} = \frac{24,75 \cdot 0,673}{2 \cdot 1,565} = 5,325 \text{ m}$$

příčměž

$$h_1 = h_a^* + (l/2 - l_a/2) \cdot (\tan(\alpha) - \tan(\beta)) = 0,6734 + (25/2 - 0,25/2) \cdot (\tan(12) - \tan(8)) = 1,565 \text{ m}$$

$$h_a^* = h_a + h_{a1} = 655,8 + 17,6 = 673,4 \text{ mm}$$

$$h_{a1} = \tan(\beta) \cdot l_a/2 = \tan(8) \cdot 125 = 17,6 \text{ mm}$$

Výška nosníku na místě X = 5,325 m

$$h'_x = h_a^* + X \cdot (\tan(\alpha) - \tan(\beta)) = 0,6734 + 5,325 \cdot (\tan(12) - \tan(8)) = 1,057 \text{ m}$$

$$h_x = h'_x \cdot \cos(\alpha - \beta) = 1,057 \cdot \cos(12 - 8) = 1,054 \text{ m}$$

Průřezový modul

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{18 \cdot 105,4^2}{6} = 33327 \text{ cm}^3$$

Návrhový moment

$$M_{x,d} = \frac{q \cdot X \cdot (l - X)}{2} = \frac{6,563 \cdot 5,325 \cdot (24,75 - 5,325)}{2} = 339,43 \text{ kNm}$$

Napětí v ohybu

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \frac{M_{x,d}}{W_x} = \frac{339,43 \cdot 10^3}{33327} = 10,18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

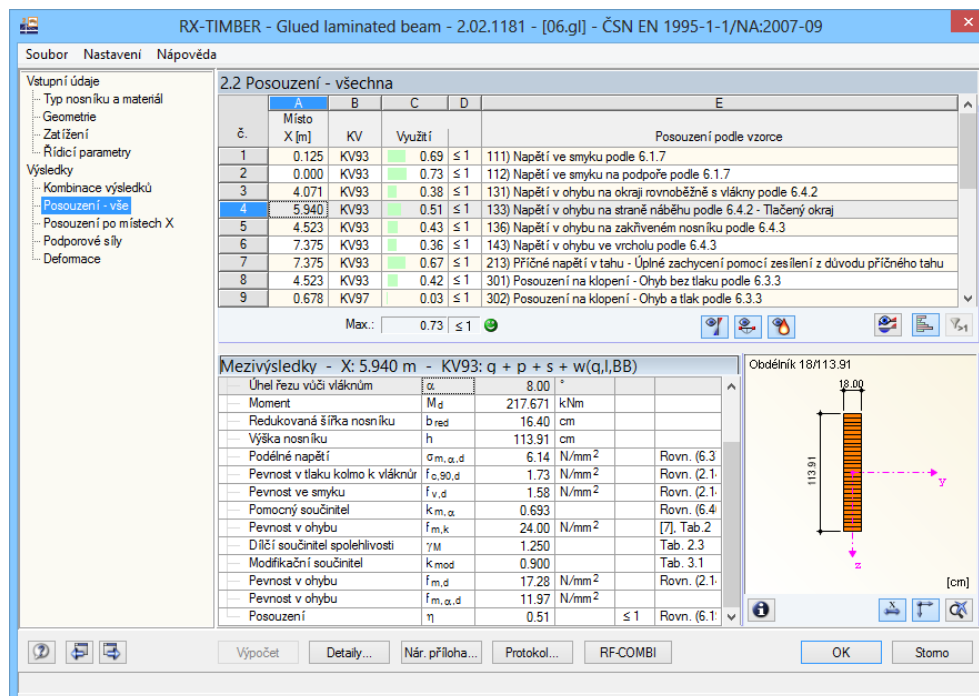
Při posouzení v tlačené oblasti na horním okraji nosníku vychází v našem příkladu únosnost materiálu:

$$f_{m,\alpha,d} = f_{m,d} \cdot k_{m,\alpha} = 24 \cdot \frac{0,9}{1,25} \cdot 0,891 = 15,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{m,\alpha} = 0,891 \quad \text{podle rovnice (6.40)}$$

Využití

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,\alpha,d}} = \frac{10,18}{15,4} = 0,66$$



č.	Místo X [m]	KV	Využití	Posouzení podle vzorce
1	0.125	KV93	0.69 ≤ 1	111) Napětí ve smyku podle 6.1.7
2	0.000	KV93	0.73 ≤ 1	112) Napětí ve smyku na podpoře podle 6.1.7
3	4.071	KV93	0.38 ≤ 1	131) Napětí v ohybu na okraji rovnoběžné s vláknem podle 6.4.2
4	5.940	KV93	0.51 ≤ 1	133) Napětí v ohybu na straně náběhu podle 6.4.2 - Tlačený okraj
5	4.523	KV93	0.43 ≤ 1	136) Napětí v ohybu na zakřiveném nosníku podle 6.4.3
6	7.375	KV93	0.36 ≤ 1	143) Napětí v ohybu ve vrcholu podle 6.4.3
7	7.375	KV93	0.67 ≤ 1	213) Příčné napětí v tahu - Úplně zachycení pomocí zesílení z důvodu příčného tahu
8	4.523	KV93	0.42 ≤ 1	301) Posouzení na klopení - Ohyb bez tlaku podle 6.3.3
9	0.678	KV97	0.03 ≤ 1	302) Posouzení na klopení - Ohyb a tlak podle 6.3.3

Mezivýsledky - X: 5.940 m - KV93: q + p + s + w(q,l,BB)				
Úhel řezu vůči vláknům	α	8.00	°	
Moment	M _d	217.671	kNm	
Redukovaná šířka nosníku	b _{red}	16.40	cm	
Výška nosníku	h	113.91	cm	
Podélné napětí	σ _{m,α,d}	6.14	N/mm ²	Rovn. (6.3)
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	f _{c,90,d}	1.73	N/mm ²	Rovn. (2.1)
Pevnost ve smyku	f _{v,d}	1.58	N/mm ²	Rovn. (2.1)
Pomocný součinitel	k _{m,α}	0.693		Rovn. (6.4)
Pevnost v ohybu	f _{m,k}	24.00	N/mm ²	[7], Tab. 2
Dílič součinitel spolehlivosti	γ _M	1.250		Tab. 2.3
Modifikační součinitel	k _{mod}	0.900		Tab. 3.1
Pevnost v ohybu	f _{m,d}	17.28	N/mm ²	Rovn. (2.1)
Pevnost v ohybu	f _{m,α,d}	11.97	N/mm ²	
Posouzení	η	0.51	≤ 1	Rovn. (6.1)

Obr. 10.9: Dialog 2.2 Posouzení - všechna pro mezní stav únosnosti (napětí v ohybu na tlačeném okraji)

Výsledné kritérium posouzení v programu je 0,60 na místě X 5,699 m a mírně se tak liší od výsledku ručního výpočtu (viz obr. 10.9). Jak jsme již uvedli, program RX-TIMBER neprovádí nutně posouzení v místě největšího ohybového namáhání, nýbrž vyšetřuje dělicí body. Kromě toho jsme při ručním výpočtu uvažovali pouze průměrnou hodnotu vlastní tíhy nosníku.

Posouzení na klopení

Pro vyztužení nosníku se v konstrukci počítá se zavěšením vaznic ve vzdálenosti 3,00 m.

Poměrná štíhlost při klopení v místě x = 5,70 m

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{0,78 \cdot b^2 \cdot h \cdot I_{ef} \cdot E_{0,05}}} = \sqrt{\frac{2,4}{18^2 \cdot 0,78 \cdot 113,60 \cdot 300}} = 0,587 \leq 0,7$$

Při ověřování stability průřezů s náběhy dosadí RX-TIMBER do výpočtu průřezové hodnoty ve vzdálenosti 0,65 násobku délky prutu od jeho konce s menším průřezem. Tím se zajistí, aby posouzení metodou náhradního prutu proběhlo správně.

Získáme tak pomocí rovnice (6.34):

$$k_{crit} = 1$$

Návrhová pevnost

$$f_{m,d} = f_{m,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} = 24 \cdot \frac{0,9}{1,25} = 17,28 \frac{N}{mm^2}$$

Využití

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} = \frac{10,512}{1 \cdot 17,28} = 0,61 < 1$$

Podle rovnice (6.35) musíme v případě kombinace momentu a tlakové síly (posudek 302) také ověřit, zda napětí splňují následující podmínku:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{8,358}{1 \cdot 17,28} \right)^2 + \frac{0,077}{0,86 \cdot 15,12} = 0,24 < 1$$

Posouzení na kroucení

U podobných typů nosníku vyvolává vetknutí vidlicové podpory kroucení průřezu. Je proto třeba provést speciální posouzení na krut, my je zde ovšem vynecháme. V případě, že zvolíme posouzení podle německé normy nebo německé přílohy EN 1995-1-1, můžeme potřebné údaje nastavit v dialogu *Detaily*, který otevřeme pomocí stejnojmenného tlačítka.

Pro správný výpočet má význam také údaj o vzdálenosti ztužení e , který se uvádí v dialogu 1.2 *Geometrie* v sekci *Údaje pro klopení*. RX-TIMBER tuto vzdálenost automaticky zvětší u průřezu s náběhy. Za výchozí bod přitom program považuje osu podpory. Vzdálenost ztužení e se měří od počátku prutu vzhledem k dané ose. Tento údaj je tak důležitý i pro posouzení otáčení průřezu kolem své osy.

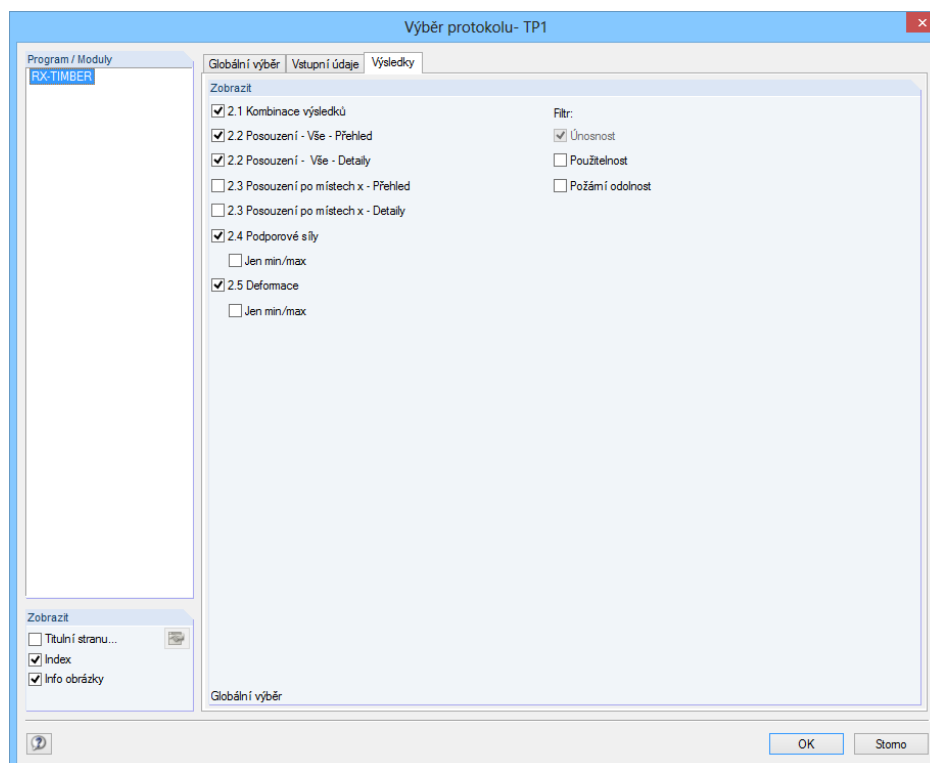
10.1.5 Dokumentace

Kliknutím na tlačítko [Protokol...] otevřeme náhled na výsledné údaje, který lze vytisknout.

Načtený protokol můžeme upravovat, pokud v jeho hlavní nabídce vybereme funkci

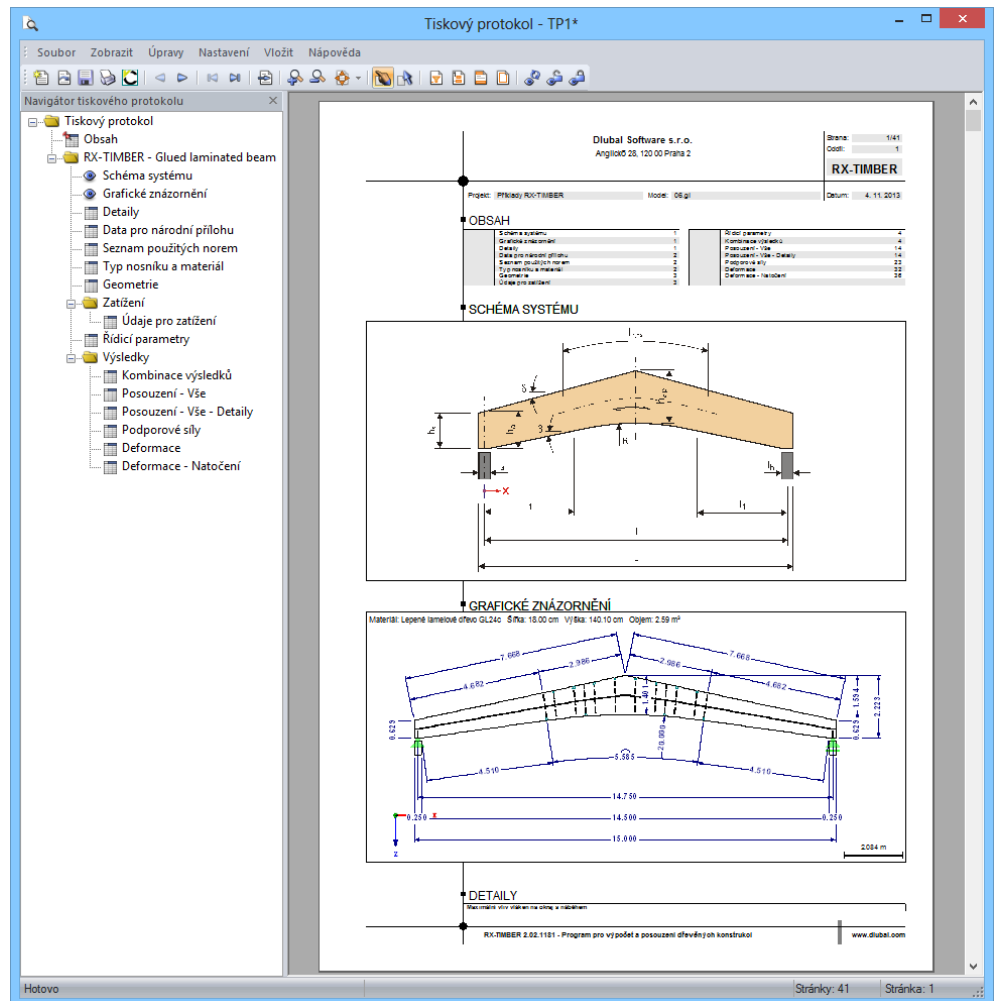
Úpravy → Výběr...

Otevře se dialog *Výběr protokolu*, v jehož záložce *Výsledky* vybereme výlučně posouzení **únosnosti** tak, že zrušíme označení u posouzení *použitelnosti* a *požární odolnosti*.



Obr. 10.10: Dialog *Výběr protokolu*

Ostatní již předem nastavené údaje ponecháme beze změny a výběr potvrdíme tlačítkem [OK].



Obr. 10.11: Náhled pro tisk výstupního protokolu

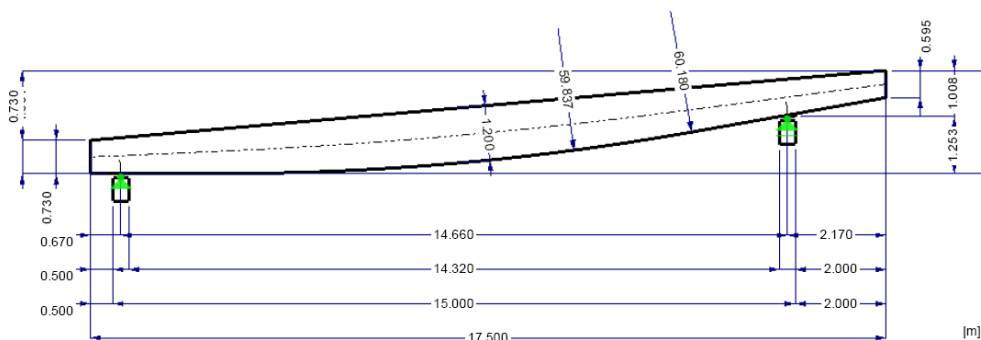
Další informace o uspořádání výstupního protokolu najdeme v kapitole 8.

10.2 Příklad nosníku proměnného průřezu

U předchozího příkladu, kdy jsme posuzovali nosník sedlové střechy se šikmou dolní pásnicí a proměnnou výškou, jsme viděli, že využití se v programu o několik málo procentních bodů liší od ručního výpočtu. Důvod spočívá v tom, že nosník je rozdělen na množství bodů x , v nichž se posouzení provádí. Četnost těchto míst x , a tím i přesnost výsledků se řídí počtem dělení prutu, který lze nastavit v dialogu 1.4 Řídící parametry.

Postup při této výpočetní metodě i její výhody či nevýhody osvětlíme na příkladu nosníku proměnného průřezu (typ nosníku 8).

Materiál: Lepené lamelové dřevo GL24c šířka: 20.00 cm výška: 120.00cm objem: 3.50 m³

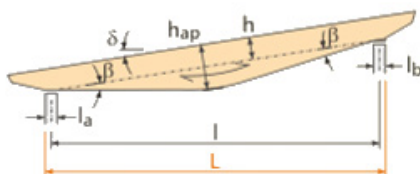


Obr. 10.12: Geometrie nosníku proměnného průřezu

10.2.1 Geometrie

Typ nosníku 8, který si zde předvedeme, je lineární nosník se zaoblením ve střední části a přímkou l_1 vedoucí k oběma podporám. Výška nosníku na podpoře se generuje na vnitřní hraně podpory a musí být stejná u levé i pravé podpory.

Při generování geometrie program ověří podobně jako u ostatních typů nosníku geometrické podmínky nosníku a přitom zkontroluje, zda se minimální poloměr dolní hrany podle [1], přílohy H či [7], čl. NA11.4 nevyklučuje při dané tloušťce lamely se sklonem přímk l_1 ; pokud je sklon přímk v důsledku výšky vrcholu příliš ostrý nebo naopak příliš mírný, a daný poloměr tudíž v nosníku není možný, nepřijatelnou hodnotu nelze zadat.



Obr. 10.13: Zadávací parametry

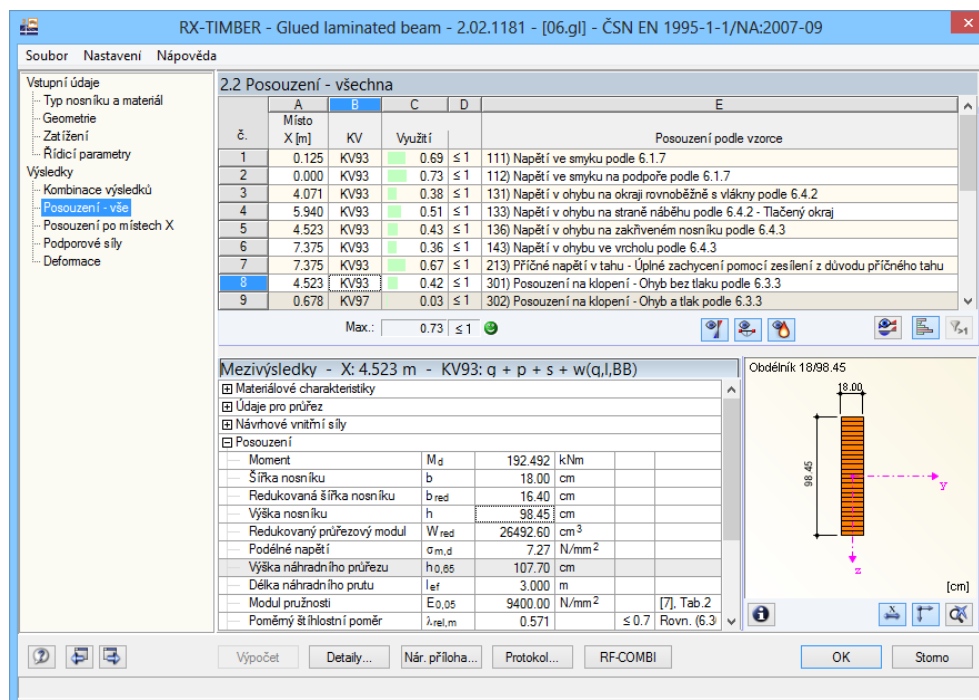
10.2.2 Posouzení na klopení

Generování zatížení jsme přiblížili v předchozí kapitole, proto se jím nebudeme již podrobněji zabývat. Pro porovnání výsledků doporučujeme otevřít model *08.gl*, který se s programem automaticky nainstaluje. Při posouzení nosníku na klopení budeme uvažovat kombinaci výsledků 2 se zatížením střešní konstrukcí a sněhem.

$$KV2 = 1,35 \cdot ZS1 + 1,50 \cdot ZS41$$

Výpočet

Pro posouzení zvolíme v dialogu 1.4 *Řídící parametry* relativně přesné dělení vazníku - **20 dílů**. Následně spustíme [Výpočet].



Obr. 10.14: Dialog 2.2 *Posouzení - všechna* pro mezí stav únosnosti

Program zobrazí u posouzení na klopení využití 35% v místě X 6,809 m. Příslušná poměrná štíhlost $\lambda_{rel,m}$ je přitom 0,443. Náhradní výška $h_{0,65}$, kterou program spočítal, odpovídá 120 cm. Jak jsme již uvedli v kapitole 10.1.4, jako náhradní výšku pro poměrnou štíhlost přitom RX-TIMBER uvažuje výšku ve vzdálenosti 65% zadané délky náhradního prutu od konce prutu s menším průřezem.

Délka náhradního prutu byla u tohoto nosníku stanovena na 2,00 m. Při ručním posouzení bychom nyní spočítali výšku v každém bodě, v němž se krátí délka klopení, a na základě této výšky stanovili napětí pro daný bod. Součinitel klopení např. při posouzení podle vztahu (6.34) v normě EN 1995-1-1 určíme na základě náhradní výšky ve vzdálenosti $0,65 \cdot l_{ef}$.

Pro ruční výpočet použijeme následující hodnoty:

Místo X	= 6,81 m
Výška průřezu	= 1,19 m
Náhradní výška $h_{0,65}$	= 1,20 m
Pevnost v ohybu $f_{m,k}$	= 24 N/mm ² (GL24c)
Šířka nosníku b	= 20 cm

Poměrná štíhlost podle rovnice (6.30)

$$\lambda_{\text{rel},m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{0,78 \cdot b^2}} = \sqrt{\frac{2,4}{20^2 \cdot 0,78}} = 0,443 \leq 0,7$$

$$\sqrt{\frac{h_{0,65} \cdot I_{ef}}{120 \cdot 200} \cdot E_{0,05}}$$

Součinitel klopení $k_{\text{crit}} = 1$

Návrhová pevnost

$$f_{m,d} = f_{m,k} \cdot \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} = 24 \cdot \frac{0,9}{1,25} = 17,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Průřezový modul v místě X = 6,81 m

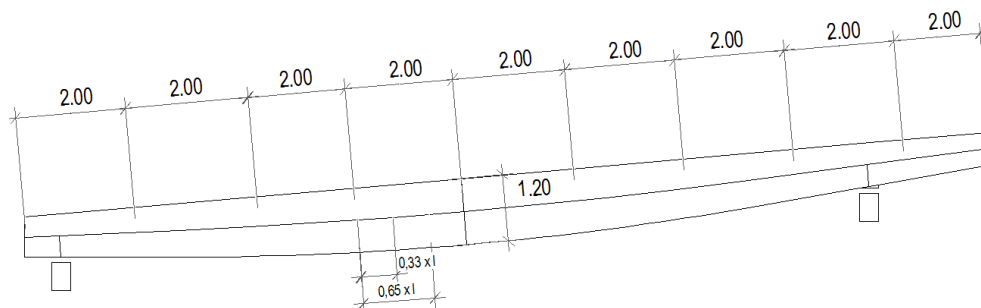
$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{20 \cdot 119,7^2}{6} = 47537,12 \text{ cm}^3$$

Napětí na místě X = 6,81 m

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{28514 \text{ kNcm}}{47537,12 \text{ cm}^3} = 0,599 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 5,99 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Využití

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} = \frac{5,99}{1 \cdot 17,28} = 0,35 < 1$$

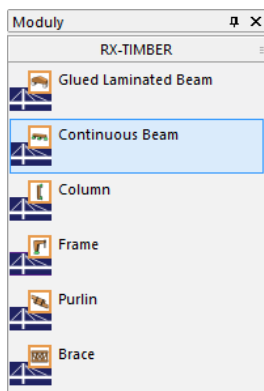


Obr. 10.15: Náhradní výška v ručním výpočtu

Z obrázku výše je zřejmé, že program na rozdíl od ručního posouzení nevychází při výpočtu z 0,65 násobku, nýbrž z 0,33 násobku účinné délky prutu.

Důvodem je mimo jiné to, že program nemůže rozpoznat, jestli dané dělení na místa X, resp. z něho vyplývající náhradní výška povede k rozumnému výsledku. Ve vrcholové oblasti nosníku by se mohlo jinak za určitých okolností stát, že náhradní výška se zvolí za vrcholem, a její hodnota tak bude příliš malá.

11. Spojitý nosník

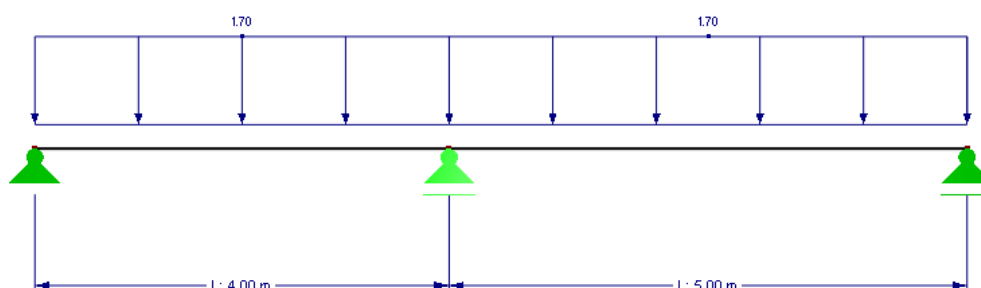


V následujícím příkladu spočítáme podle ČSN EN 1995-1-1 spojitý nosník se dvěma poli o délce 4,00 m a 5,00 m.

Údaje daného modelu jsou uloženy v souboru *07.dlt* v projektu *Příklady RX-TIMBER*. Model najdeme mezi soubory s příklady k programu **Continuous Beam**.

11.1 Konstrukce a zatížení

ZS1 - vlastní tíha + konstrukce střechy



Obr. 11.1: Konstrukce a zatížení

Model

Průřez: $b/h = 7/24 \text{ cm}$ TP 1 $\rightarrow k_{\text{def}} = 0,6$

Materiál: topolové a jehličnaté dřevo C24

Strop se nachází nad obytnou místností, z čehož plyne kategorie užitečného zatížení **A** a třída trvání zatížení **střednědobé**.

Délky polí: $l_1 = 4,00\text{m}$ $l_2 = 5,00\text{m}$

Zatížení

Zatěžovací stav 1: Vlastní tíha a konstrukce střechy $g = 1,7 \text{ kN/m}$ TTZ = stálé

Zatěžovací stav 2: Užiténé zatížení $q = 2,0 \text{ kN/m}$ TTZ = střednědobé

Kombinace výsledků

Únosnost $KV 1 = 1,35 \cdot ZS1 = 2,3 \text{ kN/m}$

$KV 2 = 1,35 \cdot ZS1 + 1,5 \cdot ZS 2 = 5,3 \text{ kN/m}$

Použitelnost

- **Charakteristická situace**

Omezení průhybu: $1 \cdot G + 1 \cdot Q = 3,7 \text{ kN/m}$

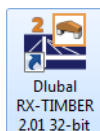
- **Kvazistálá návrhová situace pro zajištění obecné použitelnosti a vzhledu**

$G_Q = (1 + k_{\text{def}}) \cdot g + (1,0 + \psi_2 \cdot k_{\text{def}}) \cdot q = (1 + 0,6) \cdot 1,7 + (1 + 0,3 \cdot 0,6) \cdot 2 = 5,08 \text{ kN/m}$

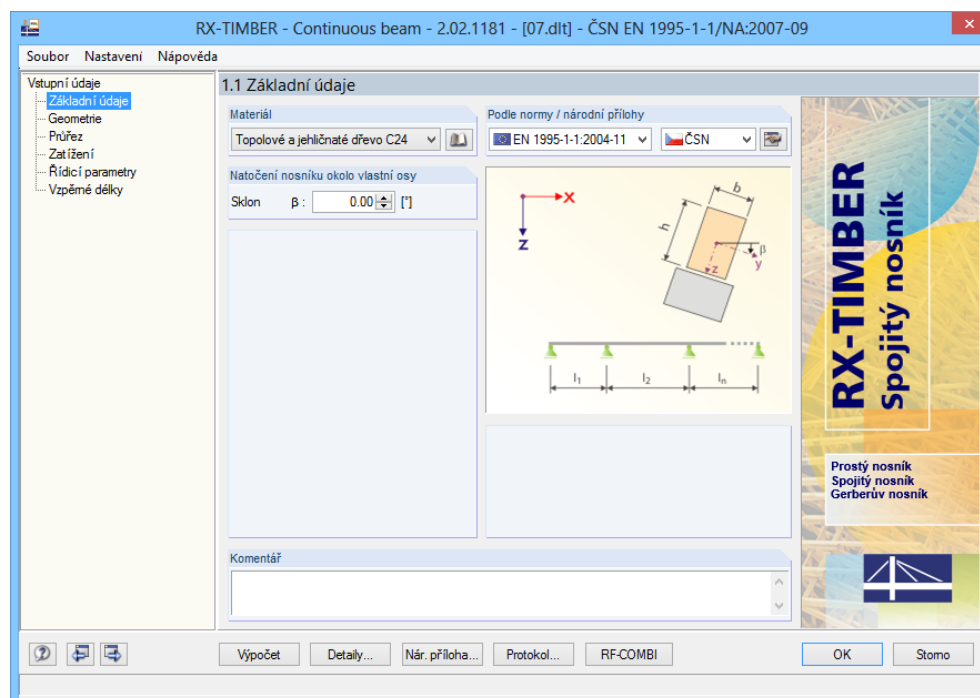
Pro lepší porovnání výsledků ručního výpočtu a výpočtu v programu se nebude zohledňovat vlastní tíha nosníku.

11.2 Zadání údajů o modelu

11.2.1 Základní údaje



Program spustíme kliknutím na ikonu **Dlubal RX-TIMBER 2.01** (viz kapitola 3.2, strana 12) a ve správci projektů vybereme program **Continuous Beam**.



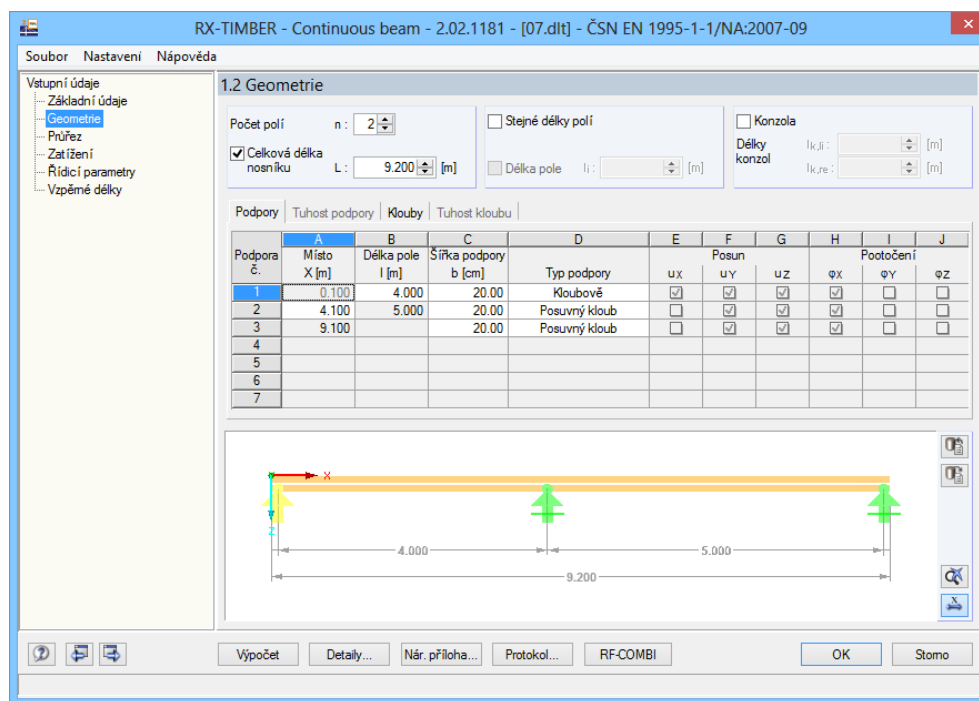
Obr. 11.2: Dialog 1.1 Základní údaje

Nejdříve zadáme *materiál*. Vybereme **topolové a jehličnaté dřevo** třídy pevnosti **C24**.

Natočení nosníku okolo vlastní osy ponecháme beze změny na $\beta = 0^\circ$.

11.2.2 Geometrie

V druhém dialogu je třeba zadat počet polí, jejich délku a dále podporové podmínky nosníku a klouby. Uživatel má možnost v případě potřeby přiřadit podporám a kloubům specifické konstanty tuhosti a definovat konzoly.



Obr. 11.3: Dialog 1.2 Geometrie

V našem příkladu zadáme následující hodnoty:

- Počet polí n : **2**
- Celková délka L : **9,20 m**
- Dvě pole s délkou pole l : **4,00 m**, resp. **5,00 m**
- Šířka podpory b : **20 cm**

Při dané šířce podpory je první místo X **0,10 m**.

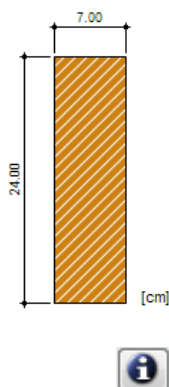
Ve sloupci *Typ podpory* zadáme první podporu jako *kloubovou*, podpory č. 2 a 3 definujeme jako *posuvné klouby* ve směru osy X . Volba *Uživatelsky* umožňuje samostatně přiřadit podpore požadované stupně volnosti a také translační a rotační tuhosti.

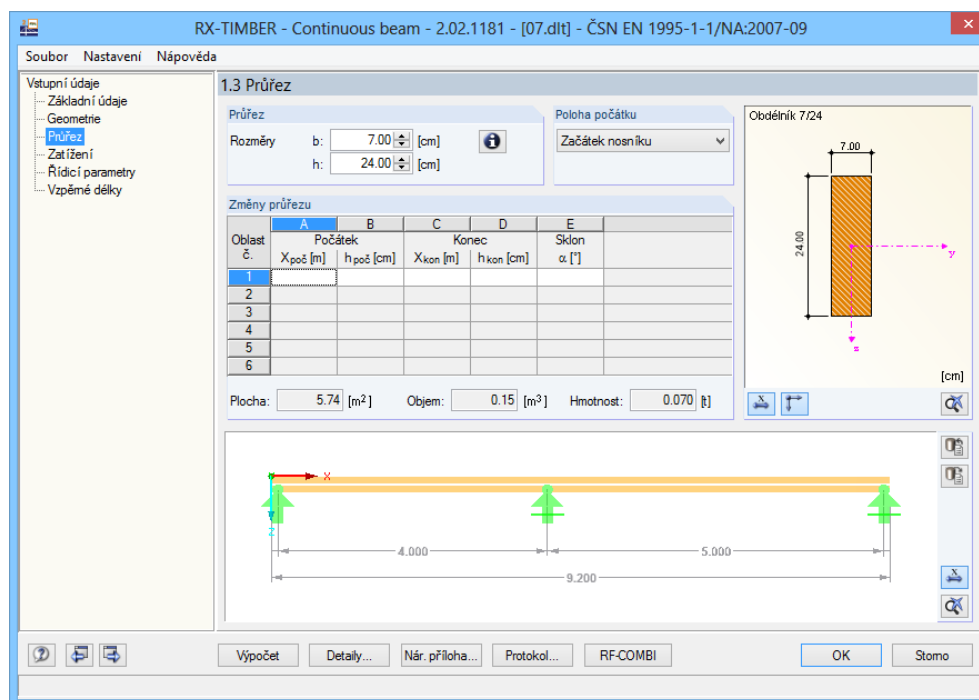
11.2.3 Průřez

V následujícím dialogu se zadávají rozměry průřezu a také případné náběhy v závislosti na průběžících momentů. V sekci *Změny průřezu* lze nosník popsat údaji o délce, výšce a sklonu jednotlivých oblastí.

V sekci *Průřez* zadáme rozměry $b = 7 \text{ cm}$ a $h = 24 \text{ cm}$. *Polohu počátku* nastavíme na **začátek nosníku**. Všechny ostatní hodnoty ponecháme beze změny (viz obr. 11.4).

Pod tabulkou *Změny průřezu* se zobrazí informace o ploše, objemu a hmotnosti nosníku. Pomocí tlačítka [Informace o průřezu...] můžeme otevřít dialog s průřezovými charakteristikami nosníku, s údaji o průřezovém modulu atd.

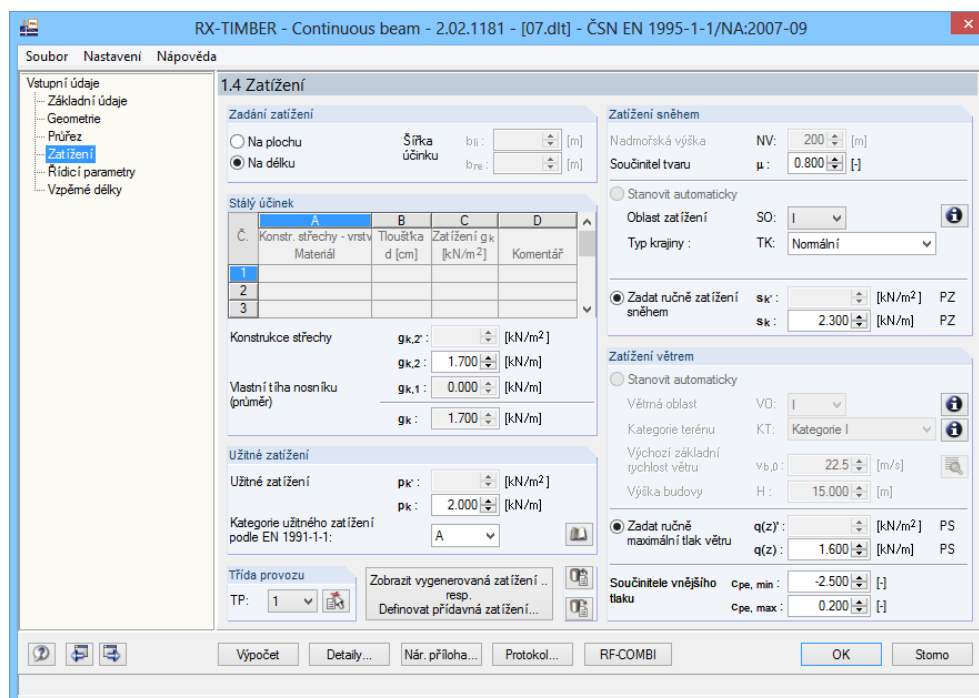




Obr. 11.4: Dialog 1.3 Průřez

11.2.4 Zatížení

V tomto dialogu se zadávají jednotlivé druhy zatížení. Zadat lze rovnoměrně působící zatížení, bloková zatížení, lichoběžníková zatížení, osamělá zatížení a momenty. Tato zatížení lze definovat v dialogu *Zatěžovací stavy* (srov. obr. 11.6) zvlášť pro směr x, y a z.

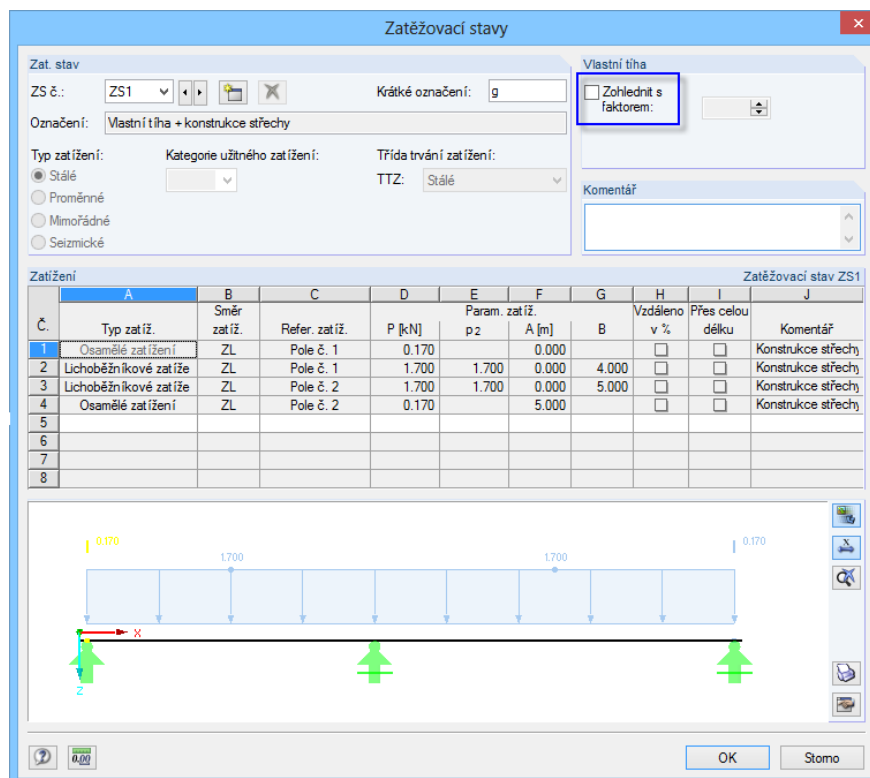


Obr. 11.5: Dialog 1.4 Zatížení

V našem příkladu vztáhneme zatížení *na délku*. Zatížení zadáme tak, jak je znázorněno na obrázku výše. Zatížení větrem a sněhem nastavíme ručně na nulu.

Zobrazit vygenerovaná zatížení...
resp.
zadat přídatná zatížení...

Tlačítkem [Zobrazit vygenerovaná zatížení...] otevřeme dialog *Zatěžovací stavy*, abychom si prohlédli vytvořená zatížení.



Obr. 11.6: Dialog *Zatěžovací stavy*

Z liniového zatížení se vygeneruje osamělé břemeno vně osy podpory, které brání vzniku záporného momentu na krátkém převisu nosníku.

Jak jsme již zmínili, *vlastní tíhu* pro výpočet deaktivujeme.

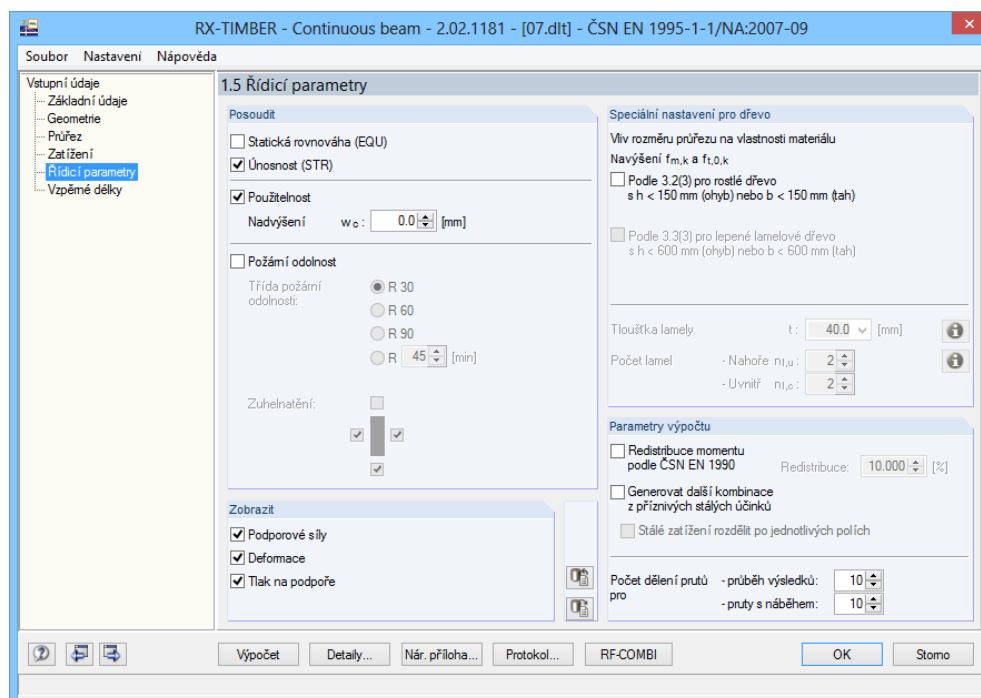
11.2.5 Řídicí parametry

V dialogu 1.5 *Řídicí parametry* (viz obr. 11.7) se vybírají posouzení, která se mají provést: *únosnost*, *použitelnost* a *požární odolnost*. V případě posouzení mezního stavu použitelnosti lze zadat případné *nadvýšení*. V našem příkladu vynecháme posouzení požární odolnosti, a příslušnou volbu proto neoznačíme.

V sekci *Zobrazit* zaškrtneme všechny možnosti, které se nám nabízí: *podporové síly*, *deformace* i *tlak na podpoře*.

Možnost *redistribuce momentu* do nevyužitých oblastí průřezu podle ČSN EN 1990 v našem příkladu neoznačíme.

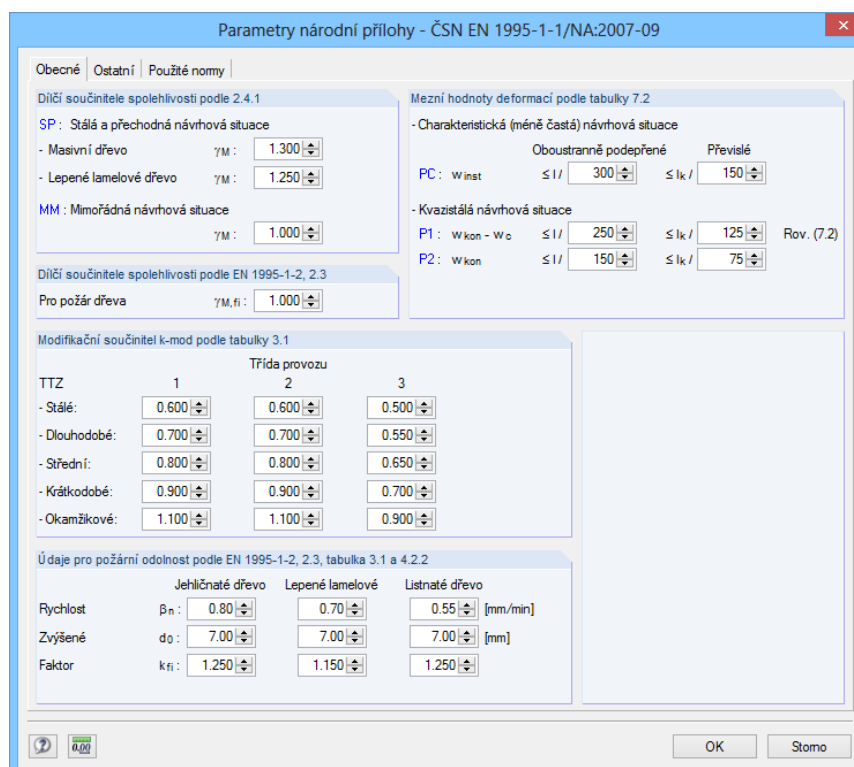
Zadaný počet dělení prutů má vliv na počet míst, v nichž RX-TIMBER posouzení provede.



Obr. 11.7: Dialog 1.5 Řídící parametry

Nár. příloha...

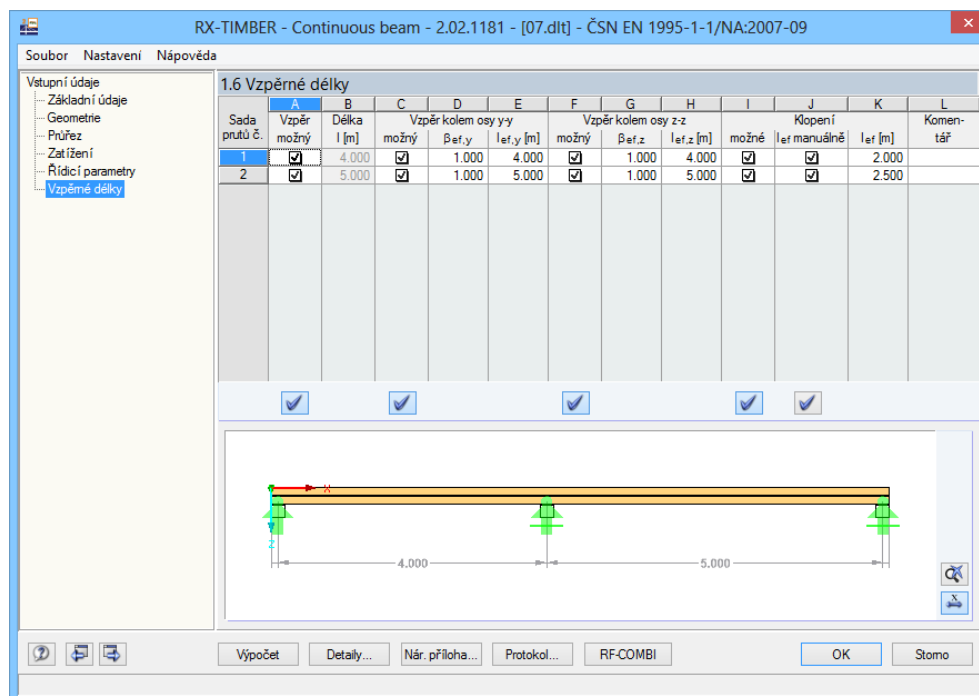
Pomocí tlačítka [Nár. příloha...] otevřeme dialog *Parametry národní přílohy*, v němž můžeme přehledně kontrolovat dílčí součinitele spolehlivosti a mezní hodnoty deformací.

Obr. 11.8: Dialog *Parametry národní přílohy*

Deformace lze stanovit zvlášť pro pole i konzolu.

11.2.6 Vzpěrné délky

V našem příkladu bude součinitel β **1,0**, čímž jsme na straně bezpečnosti. Hodnoty nastaví program automaticky, a tak v tomto dialogu nemusíme zadávat žádné údaje.



Obr. 11.9: Dialog 1.6 Vzpěrné délky

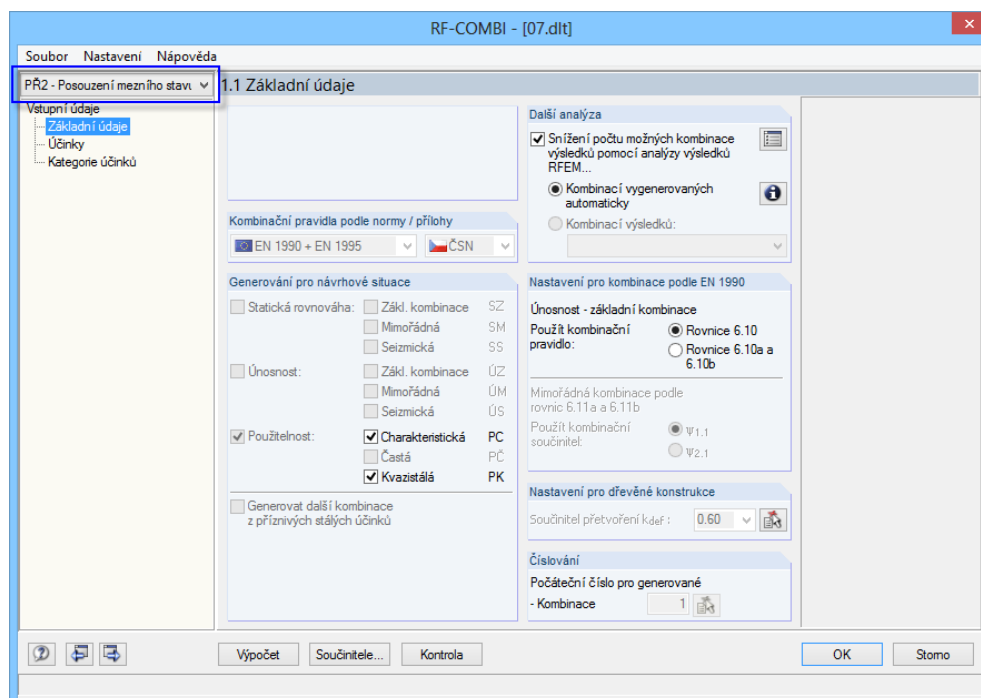
11.3 Modul RF-COMBI

RF-COMBI

Do programu RX-TIMBER je integrován modul RF-COMBI pro generování kombinací podle EN 1990 a EN 1995-1-1. Zatěžovací stavy se přitom skládají do kombinací automaticky, proto zpravidla není nutné tento modul otvírat. My nyní ovšem pomocí tlačítka [RF-COMBI] do tohoto modulu přepneme, abychom si prohlédli kombinace, které se na pozadí vytváří.

V našem případě se podíváme na kombinace pro *posouzení mezního stavu použitelnosti*, proto v seznamu vlevo nahoře nastavíme *PŘ2*.

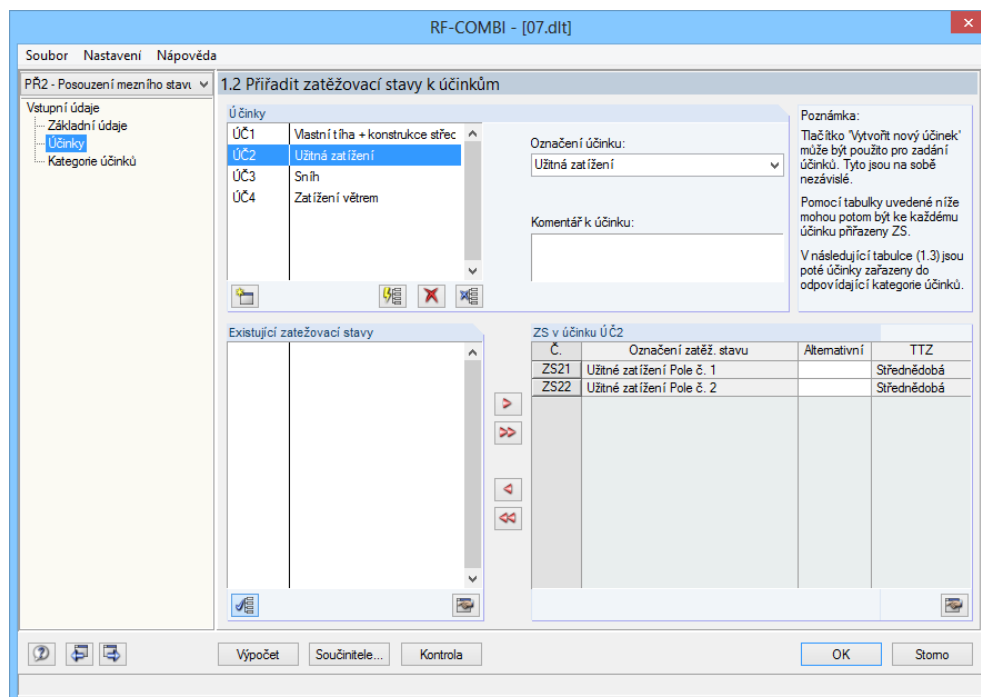
Hodnota *součinitele přetvoření* k_{def} bude automaticky odpovídat příslušné třídě provozu. V našem příkladu, kdy jsme zadali třídu provozu 1, se součinitel deformace rovná **0,6**.



Obr. 11.10: Modul RF-COMBI, případ 2 Posouzení mezního stavu použitelnosti

V následujícím dialogu 1.2 *Účinky* se zatížení přiřadí k příslušným účinkům, a vyplní se tak odpovídající třídy trvání zatížení.

V případě zadaného užitého zatížení se bude uvažovat třída trvání zatížení *střednědobá*, protože užité zatížení patří do kategorie A.

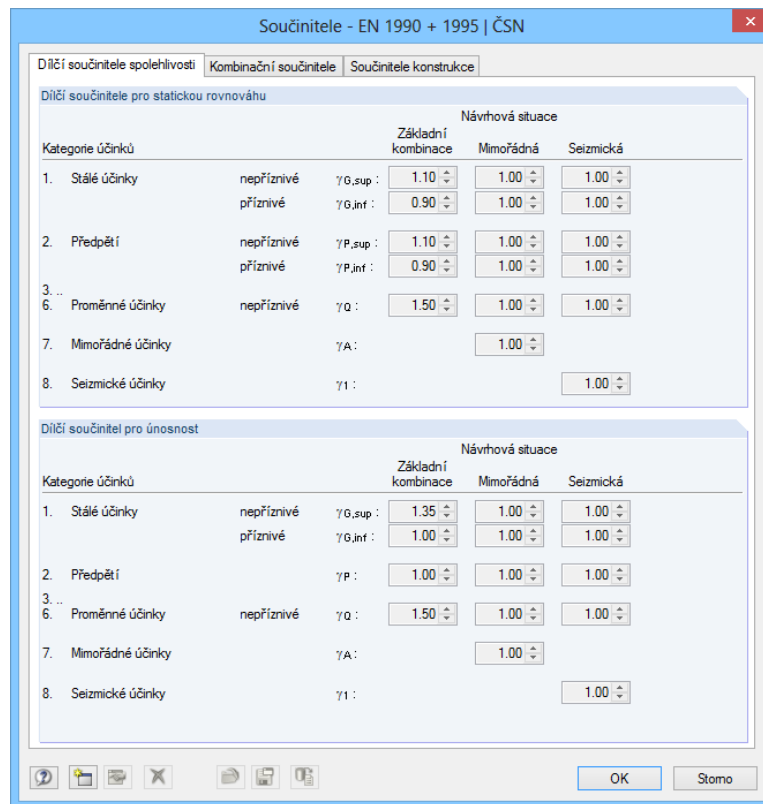


Obr. 11.11: RF-COMBI, dialog 1.2: Přiřadit zatěžovací stavy k účinkům

Pokud chceme využít všech možností, které nám RF-COMBI nabízí, pak odkazujeme na manuál k tomuto modulu. K dispozici je na našich webových stránkách www.dluba.cz. V našem jednoduchém příkladu se účinky a odpovídající třídy trvání zatížení automaticky vytvořily správně.

Součinitele...

Použité součinitele můžeme zkontrolovat po kliknutí na tlačítko [Součinitele...] ve zvláštním dialogu.



Kategorie účinků		Návrhová situace		
		Základní kombinace	Mimořádná	Seizmická
1. Stálé účinky	nepříznivé	$\gamma_{G,sup}$: 1.10	1.00	1.00
	příznivé	$\gamma_{G,inf}$: 0.90	1.00	1.00
2. Předpětí	nepříznivé	$\gamma_{P,sup}$: 1.10	1.00	1.00
	příznivé	$\gamma_{P,inf}$: 0.90	1.00	1.00
3. ...				
6. Proměnné účinky	nepříznivé	γ_Q : 1.50	1.00	1.00
7. Mimořádné účinky		γ_A :	1.00	
8. Seismické účinky		γ_I :		1.00

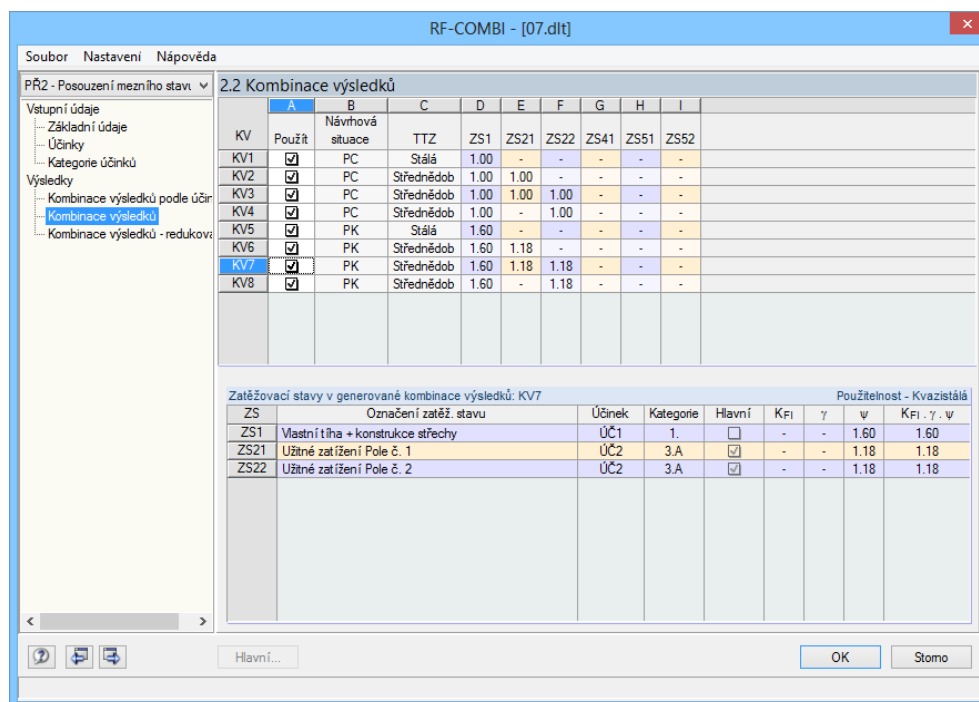
Kategorie účinků		Návrhová situace		
		Základní kombinace	Mimořádná	Seizmická
1. Stálé účinky	nepříznivé	$\gamma_{G,sup}$: 1.35	1.00	1.00
	příznivé	$\gamma_{G,inf}$: 1.00	1.00	1.00
2. Předpětí		γ_P :	1.00	1.00
3. ...				
6. Proměnné účinky	nepříznivé	γ_Q : 1.50	1.00	1.00
7. Mimořádné účinky		γ_A :	1.00	
8. Seismické účinky		γ_I :		1.00

Obr. 11.12: Dialog *Součinitele*, záložka *Dílčí součinitele spolehlivosti*

Výpočet

Po výpočtu, který spustíme tlačítkem [Výpočet], můžeme výsledky kombinování v modulu porovnat s naším ručním výpočtem (viz kapitola 11.1, strana 106). Jak vidíme (srov. obr. 11.13), výpočet proběhl bezchybně.

Vyšší počet kombinací v modulu RF-COMBI přitom plyne z toho, že je navíc třeba vytvořit kombinaci zatížení, která působí na jednotlivá pole spojitého nosníku.

Obr. 11.13: RF-COMBI, dialog 2.2: *Kombinace výsledků*

Uživatel má možnost vybrat jen určité kombinace pro výpočet v programu *Continuous Beam*. V našem příkladu budeme zohledňovat všechny kombinace uvedené v dialogu 2.2.

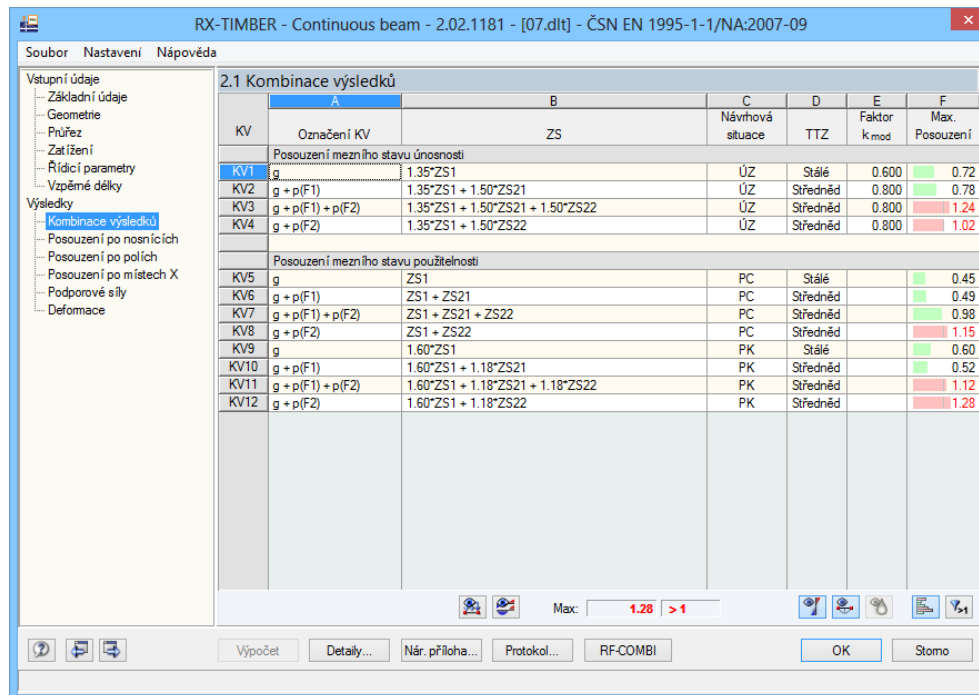
Kliknutím na tlačítko [OK] se vrátíme do programu *Continuous Beam*.

11.4 Výsledky

11.4.1 Kombinace výsledků

Výpočet

Po skončení výpočtu, který spustíme tlačítkem [Výpočet], se v dialogu 2.1 zobrazí posouzení všech kombinací pro mezní stav únosnosti a použitelnosti s příslušným využitím.



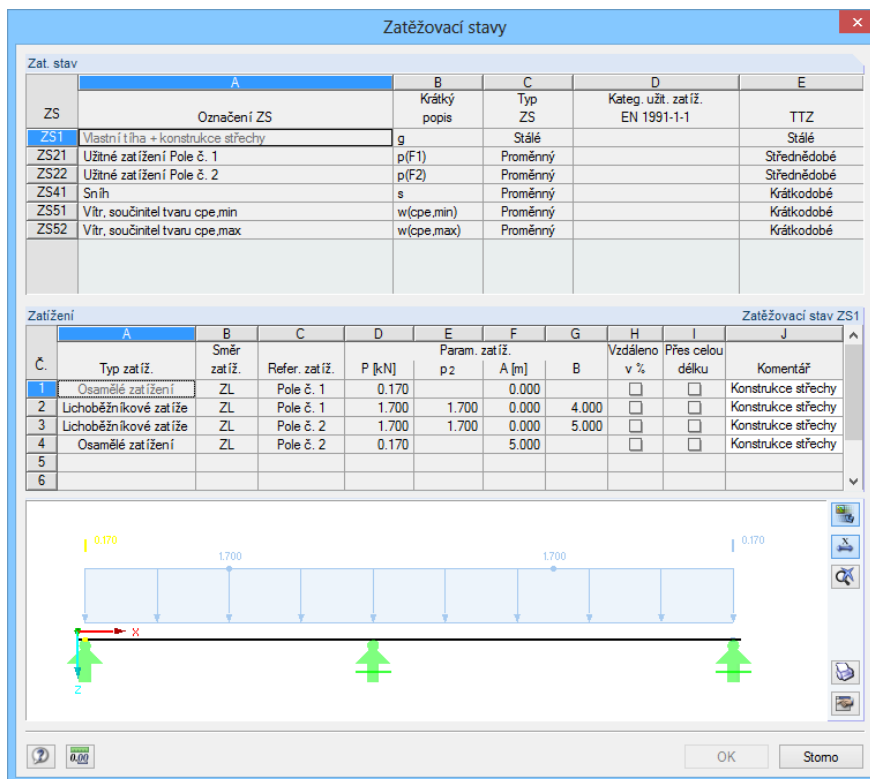
KV	Označení KV	ZS	Návrhová situace	TTZ	Faktor k _{mod}	Max. Posouzení
Posouzení mezního stavu únosnosti						
KV1	g	1.35*ZS1	ÚZ	Stálé	0.600	0.72
KV2	g + p(F1)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS21	ÚZ	Středněd	0.800	0.78
KV3	g + p(F1) + p(F2)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS21 + 1.50*ZS22	ÚZ	Středněd	0.800	1.24
KV4	g + p(F2)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS22	ÚZ	Středněd	0.800	1.02
Posouzení mezního stavu použitelnosti						
KV5	g	ZS1	PC	Stálé		0.45
KV6	g + p(F1)	ZS1 + ZS21	PC	Středněd		0.49
KV7	g + p(F1) + p(F2)	ZS1 + ZS21 + ZS22	PC	Středněd		0.98
KV8	g + p(F2)	ZS1 + ZS22	PC	Středněd		1.15
KV9	g	1.60*ZS1	PK	Stálé		0.60
KV10	g + p(F1)	1.60*ZS1 + 1.18*ZS21	PK	Středněd		0.52
KV11	g + p(F1) + p(F2)	1.60*ZS1 + 1.18*ZS21 + 1.18*ZS22	PK	Středněd		1.12
KV12	g + p(F2)	1.60*ZS1 + 1.18*ZS22	PK	Středněd		1.28

Obr. 11.14: Dialog 2.1 Kombinace výsledků

Součinitel k_{mod} , jímž se zohledňuje časově závislé sedání dřeva vlivem trvání zatížení a fyzikálních vlastností dřevěných materiálů v určitých klimatických podmínkách, se automaticky nastaví na požadovanou hodnotu podle třídy trvání zatížení a třídy provozu.

V každém výstupním dialogu programu RX-TIMBER lze pomocí tlačítka, které můžeme vidět zcela vlevo na okraji stránky, zobrazit jen řádky s využitím větším než 1, kdy není posouzení splněno, a dále pomocí tlačítka [Barevná referenční stupnice] znázornit barevnými pruhy stupně využití.

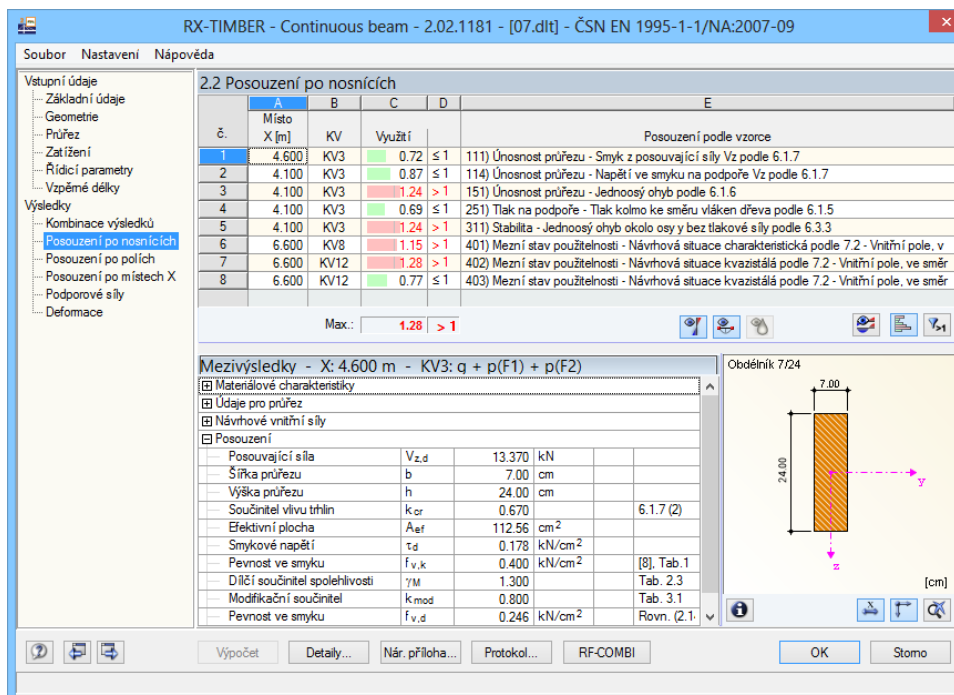
Tlačítko [Zatížení zatěžovacích stavů...] slouží k zobrazení zatížení a tříd trvání zatížení dané kombinace výsledků (tj. kombinace, v jejímž řádku se právě nachází kurzor myši).



Obr. 11.15: Dialog Zatěžovací stavy

11.4.2 Posouzení po nosnících

Tento dialog obsahuje všechna rozhodující posouzení pro celý nosník.

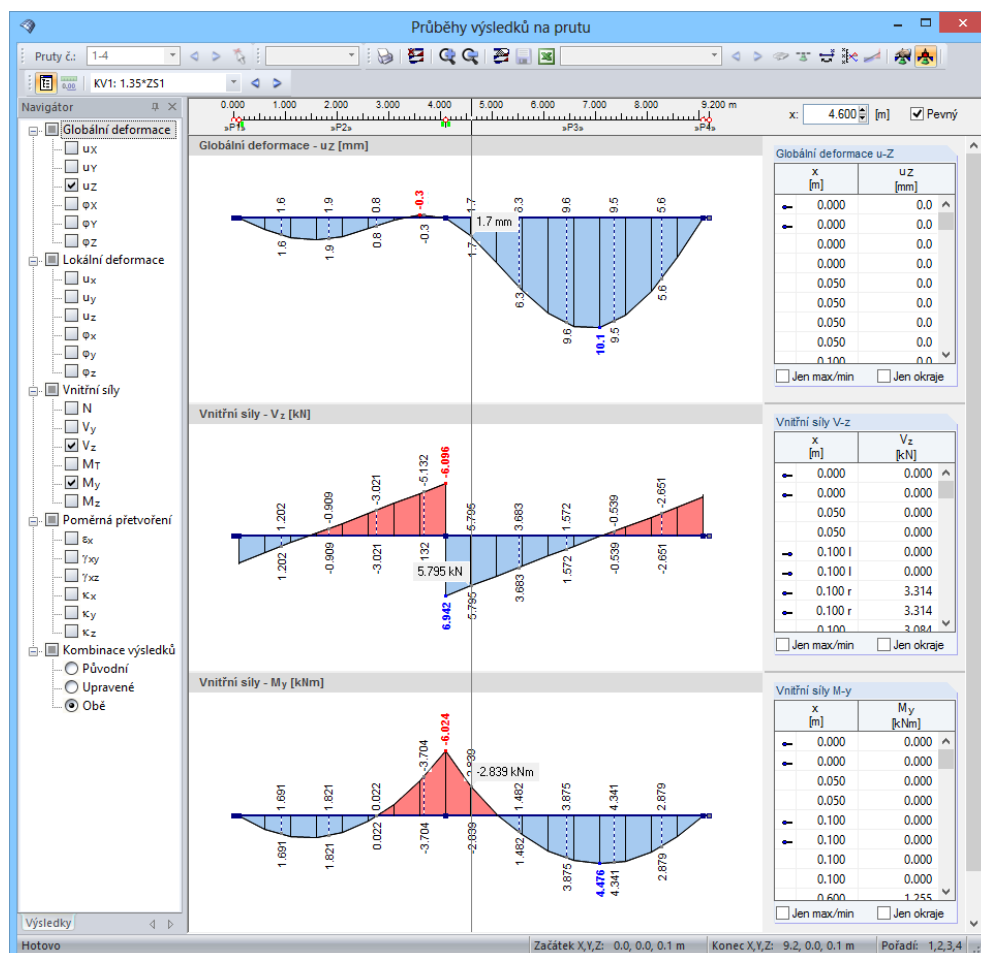


Obr. 11.16: Dialog 2.2 Posouzení po nosnících

Zobrazení všech součinitelů a návrhových vnitřních sil je s tabulkou interaktivní: pokud klikneme na příslušné posouzení v tabulce v horní části dialogu, můžeme si v sekci v dolní části dialogu prohlédnout veškeré *mezivýsledky* a hodnoty daného posouzení.



Tlačítko [Výsledkové grafy...] slouží ke grafické kontrole průběhu vnitřních sil a využití. Tlačítko se nachází nad obrázkem průřezu. Po kliknutí na toto tlačítko se otevře nové okno, v němž můžeme vybrat v navigátoru a nechat znázornit u každé kombinace výsledků konkrétní vnitřní síly a deformace daného nosníku. Požadovanou kombinaci výsledků můžeme nastavit v seznamu v horní části okna.



Obr. 11.17: Dialog Průběhy výsledků na prutu

Volba **Obě**, která se nachází v navigátoru pod položkou *Kombinace výsledků*, umožňuje graficky znázornit uvažovanou redukci sil v závislosti na nastavení v dialogu *Detaily*, např. redukci posouvající síly podle EN 1995-1-1, čl. 6.1.7 nebo redukci momentu podle EN 1990.



Pomocí tlačítka [Tisk] zařadíme grafické zobrazení přímo do výstupního tiskového protokolu.

11.4.3 Mezní stav únosnosti



V dialogu 2.2 *Posouzení po nosnících* lze zobrazit výlučně posouzení mezního stavu únosnosti tak, že vypneme posouzení na mezní stav použitelnosti tlačítkem [Posouzení mezního stavu použitelnosti].

2.2 Posouzení po nosnících

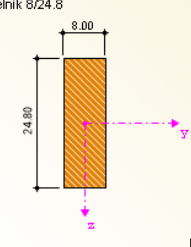
č.	A B C D				E	
	Místo X [m]	KV	Využití		Posouzení podle vzorce	
1	4.600	KV3	0.61 ≤ 1		111) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7	
2	4.100	KV3	0.73 ≤ 1		114) Únosnost průřezu - Napětí ve smyku na podpoře Vz podle 6.1.7	
3	4.100	KV3	1.02 > 1		151) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb podle 6.1.6	
4	4.100	KV3	0.60 ≤ 1		251) Tlak na podpoře - Tlak kolmo ke směru vláken dřeva podle 6.1.5	
5	4.100	KV3	1.02 > 1		311) Stabilita - Jednoosý ohyb okolo osy y bez tlakové síly podle 6.3.3	
6	6.600	KV8	0.91 ≤ 1		401) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2 - Vnitřní pole, v	
7	6.600	KV12	1.02 > 1		402) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace kvazistálá podle 7.2 - Vnitřní pole, ve směr	
8	6.600	KV12	0.61 ≤ 1		403) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace kvazistálá podle 7.2 - Vnitřní pole, ve směr	

Max.: 1.02 > 1

Mezivýsledky - X: 4.100 m - KV3: q + p(F1) + p(F2)

Materiálové charakteristiky	
Údaje pro průřez	
Návrhové vnitřní síly	
Posouzení	
Posouvající síla	V _{z,d} 16,017 kN
Šířka průřezu	b 8,00 cm
Výška průřezu	h 24,80 cm
Součinitel vlivu tláhn	k _{cr} 0,670 6.1.7 (2)
Efektivní plocha	A _{ef} 132,93 cm ²
Smykové napětí	τ _d 0,181 kN/cm ²
Pevnost ve smyku	f _{v,k} 0,400 kN/cm ² [8], Tab. 1
Dílčí součinitel spolehlivosti	γ _m 1,300 Tab. 2.3
Modifikační součinitel	k _{mod} 0,800 Tab. 3.1
Pevnost ve smyku	f _{v,d} 0,246 kN/cm ² Rovn. (2.1)

Obdélník 8/24.8



Obr. 11.18: Dialog 2.2 *Posouzení po nosnících* pouze na mezní stav únosnosti

Výsledky posouzení v programu RX-TIMBER ověříme ručním výpočtem.

Smyk z posouvající síly na podpoře podle 6.1.7

Maximální posouvající síla 16,017 kN působí na středovou podporu.

$$\text{Napětí ve smyku} \quad \tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h} = 1,5 \cdot \frac{16,017 \text{ kN}}{4,69 \text{ cm} \cdot 24 \text{ cm}} = 0,213 \text{ kN/cm}^2 = 2,13 \text{ N/mm}^2$$

$$b_{ef} = b \cdot k_{cr} = 7 \cdot 0,67 = 4,69 \text{ cm}$$

$$\text{Pevnost ve smyku} \quad f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m} = \frac{0,8 \cdot 4 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 2,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Využití} \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{2,13}{2,46} = 0,865 < 1$$

Ohyb podle 6.1.6

Maximální namáhání v ohybu působí na střed podpory vlivem podporového momentu.

$$\text{Napětí v ohybu} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{d,max}}{W} = \frac{13,9 \text{ kNm} \cdot 10^{-3}}{672 \text{ cm}^3 \cdot 10^{-6}} = 20,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Pevnost v ohybu} \quad f_{m,d} = \frac{0,8 \cdot 24 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Využití} \quad \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{20,68}{14,77} = 1,40 > 1$$

I v případě redukce momentu o 10 % na 12,5 kNm, kterou jsme zde neprovedli, by bylo vytižení 126 %. Zůstává tak pouze možnost zvolit vyšší třídu pevnosti, např. C 35 nebo větší průřez.

Tlak na podpoře podle 6.1.5

Jak bylo možno očekávat, největší tlak 30 kN působí na středovou podporu. Rozměr skutečné kontaktní plochy prodlouží RX-TIMBER automaticky o povolené 3 cm ve směru vláken dřeva. Při zvolené šířce podpory 20 cm tak získáme účinnou plochu 182 cm².

Maximální namáhání působí i v případě tohoto posouzení na střed podpory vlivem podporového momentu.

$$\text{Napětí v příčném tlaku } \sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} = \frac{30 \text{ kN}}{182 \text{ cm}^2} = 0,165 \text{ kN/cm}^2 = 1,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Pevnost v příčném tlaku } f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,d}}{\gamma_m} = \frac{0,8 \cdot 2,5 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 1,54 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Využití } \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = \frac{1,65}{1,5 \cdot 1,54} = 0,71 < 1$$

Nosníky vystavené ohybu bez tlakové síly podle 6.3.3 (posouzení na klopení)

Nosník je ještě třeba posoudit na stabilitu. Momentové namáhání odpovídá namáhání nosníku v posudku na ohyb při ověřování mezního stavu únosnosti.

Napětí v ohybu a pevnost v ohybu jsou tudíž stejné jako při posouzení podle 6.1.6 a nebude me je na tomto místě již uvádět.

$$\begin{aligned} \text{Poměrná štíhlost v ohybu } \lambda_{rel,m} &= \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \\ \sigma_{m,crit} &= \frac{b^2 \cdot 0,78}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} \\ \lambda_{rel,m} &= \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\frac{b^2 \cdot 0,78}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05}}} = 0,638 \end{aligned}$$

$$\text{Součinitel klopení } k_{crit} = 1$$

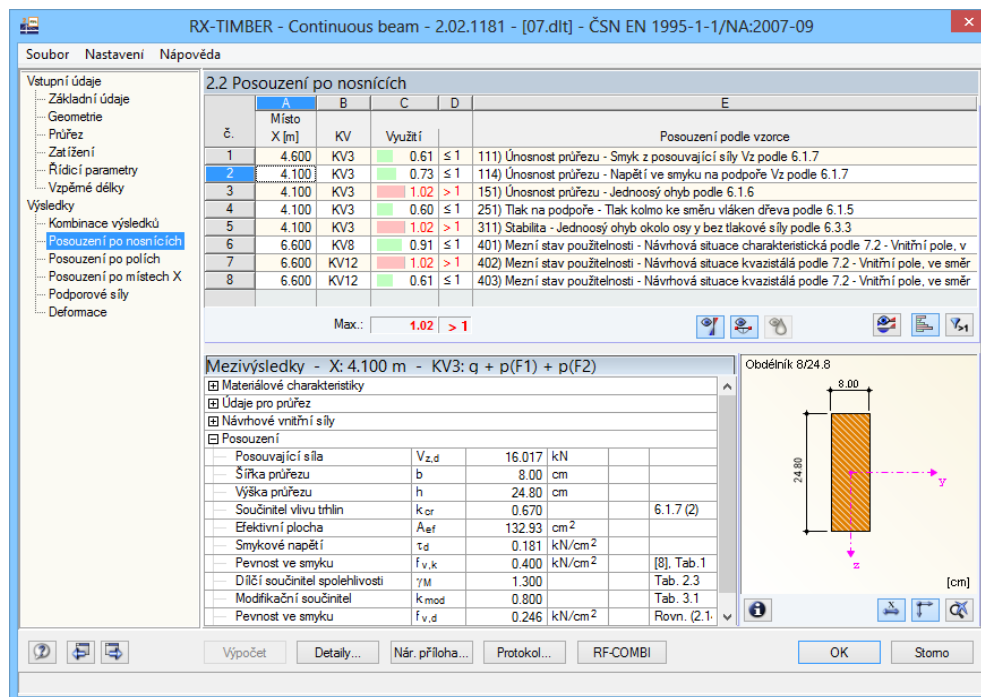
$$\text{Využití } \frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{20,68}{1,0 \cdot 14,77} = 1,40 > 1$$

Přetížení, které lze u těchto velmi štíhlých a vysokých nosníků očekávat, můžeme redukovat zkrácením vzpěrné délky. V programu RX-TIMBER bychom mohli vymodelovat průběžnou boční podpěru, které by ve skutečnosti odpovídalo například obložení z OSB desek, připevněných šrouby. Současně bychom zrušili zaškrtnutí možnosti klopení v dialogu 1.6 *Vzpěrné délky*.

11.4.4 Mezní stav použitelnosti

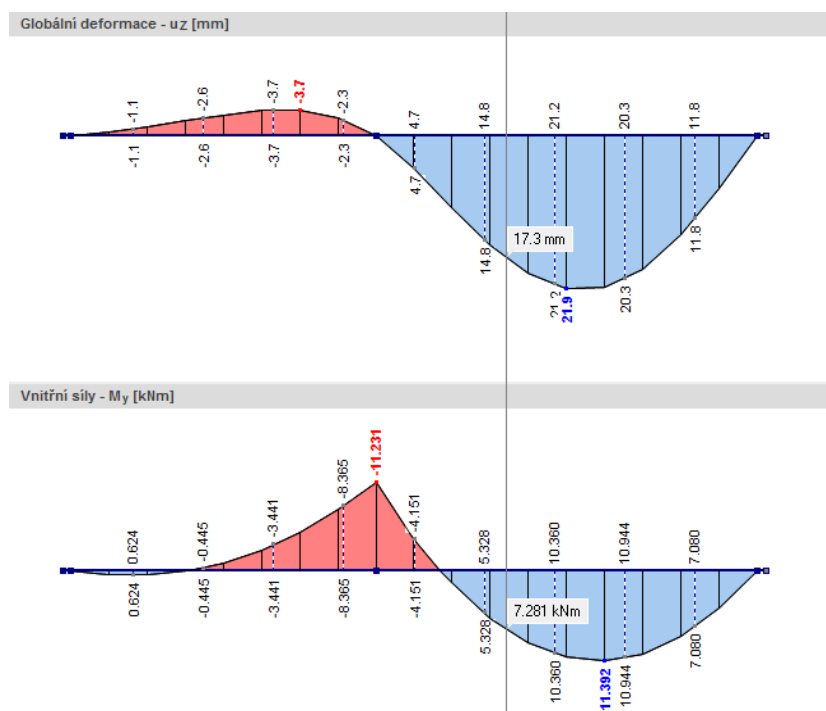


V dialogu 2.2 *Posouzení po nosnicích* lze zobrazit výhradně posouzení mezního stavu použitelnosti, pokud vypneme zobrazení posudků mezního stavu únosnosti tlačítkem [Posouzení mezního stavu únosnosti].



Obr. 11.19: Dialog 2.2 *Posouzení po nosnicích*

Výpočet průhybu spojitého nosníku o dvou polích názorně provedeme pouze pro 3. posudek (posouzení 403, návrhová situace kvazistálá). Největší průhyb zaznameneáme, pokud bude užité zatížení působit pouze v pravém poli.



Obr. 11.20: Zobrazení deformace a průběhu momentu v programu RX-TIMBER pro KV 12

$$\text{Zatížení v levém poli:} \quad = (1 + k_{\text{def}}) \cdot G = (1 + 0,6) \cdot 1,7 = 2,72 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Zatížení v pravém poli:} &= (1 + k_{\text{def}}) \cdot G + (1 + \Psi_2 \cdot k_{\text{def}}) \cdot Q \\ &= (1 + 0,6) \cdot 1,7 + (1 + 0,3 \cdot 0,6) \cdot 2,0 = 5,08 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Pro výpočet průhybu spojitého nosníku dále potřebujeme znát moment nad vnitřní podporou. Použijeme potřebné tabulky nebo v našem případě chybějící moment spočteme pomocí tří-momentové rovnice.

Pro spojitý nosník konstantního průřezu po celé délce platí:

$$M_a \cdot l_{ab} + 2 \cdot M_b \cdot (l_{ab} + l_{bc}) + M_c \cdot l_{bc} + Z_{ba} \cdot l_{ab} + Z_{bc} \cdot l_{bc} = 0$$

$$\text{kde} \quad l_{ab} = l_1 = 4,0 \text{ m}$$

$$l_{bc} = l_2 = 5,0 \text{ m}$$

$$M_a = M_c = 0 \text{ kNm}$$

$$Z_{ba} = \frac{1}{4} q_{ab} \cdot l_{ab}^2 = \frac{1}{4} 2,72 \cdot 4^2 = 10,88 \text{ kNm}$$

$$Z_{bc} = \frac{1}{4} q_{bc} \cdot l_{bc}^2 = \frac{1}{4} 5,08 \cdot 5^2 = 31,75 \text{ kNm}$$

Po dosazení dostaneme:

$$0 + 2 \cdot M_b \text{ kNm} \cdot (4,0 \text{ m} + 5,0 \text{ m}) + 0 + 10,88 \text{ kNm} \cdot 4,0 \text{ m} + 31,75 \text{ kNm} \cdot 5,0 \text{ m} = 0$$

$$M_b = -11,237 \text{ kNm}$$

Výsledná hodnota se liší jen nepatrně od výsledku v programu RX-TIMBER.

Průhyb

Nyní můžeme přistoupit k samotnému výpočtu průhybu pomocí Statických tabulek pro stavební praxi.

Průhyb od spojitěho zatížení se podle výše uvedené literatury – tabulka C.56, případ (11) – spočítá následovně:

$$w_1 = 5 / 384 \cdot q \cdot l^4 / (E \cdot I) = 5 / 384 \cdot 5,08 \text{ kN/m} \cdot 5,0^4 \text{ m} / (11000 \text{ MPa} \cdot 8064 \cdot 10^{-8} \text{ m}) = 46,61 \text{ mm}$$

Průhyb od momentu nad vnitřní podporou zjistíme podle výše uvedené literatury – tabulka C.56, případ (9) – takto:

$$w_2 = 1/16 \cdot M \cdot l^2 / (E \cdot I) = 1/16 \cdot (-11,237 \text{ kNm}) \cdot 5,0^2 \text{ m} / (11000 \text{ MPa} \cdot 8064 \cdot 10^{-8} \text{ m}) = -19,79 \text{ mm}$$

Po sečtení dostaneme celkový průhyb spojitěho nosníku

$$w = w_1 + w_2 = 46,61 \text{ mm} - 19,79 \text{ mm} = 26,82 \text{ mm}$$

Výsledná hodnota se jen mírně liší od výsledku v programu.

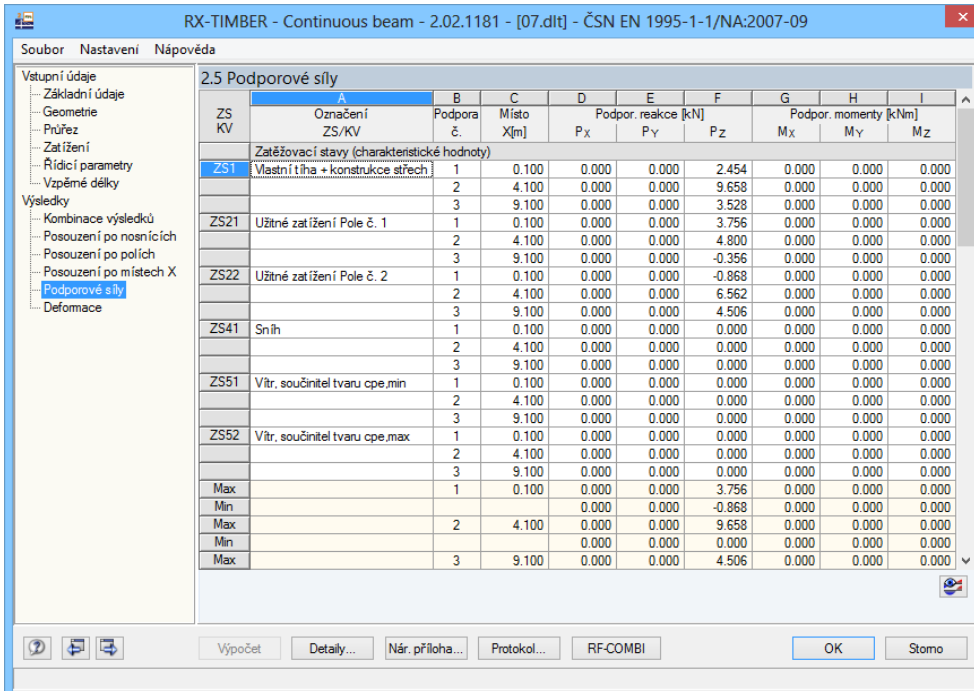
Průhyb 26,82 mm je tak nižší než mezní hodnota

$$l/150 = 5000 \text{ mm}/150 = 33,3 \text{ mm.}$$

11.4.5 Podporové síly

V tomto dialogu se zobrazí podporové síly u všech zatěžovacích stavů a kombinací výsledků. Podporové síly se uvádí zvlášť pro jednotlivé posuzované situace (únosnost, použitelnost a případně požární odolnost).

Pro každou návrhovou situaci se dále zobrazí maximální a minimální hodnoty.



RX-TIMBER - Continuous beam - 2.02.1181 - [07.dlt] - ČSN EN 1995-1-1/NA:2007-09

Soubor Nastavení Nápověda

Vstupní údaje

- Základní údaje
- Geometrie
- Průřez
- Zatížení
- Rídicí parametry
- Vzpěrné délky
- Výsledky
 - Kombinace výsledků
 - Posouzení po nosnících
 - Posouzení po polích
 - Posouzení po místech X
 - Podporové síly**
 - Deformace

2.5 Podporové síly

ZS KV	Označení ZS/KV	Podpora č.	Místo X[m]	Podpor. reakce [kN]	Podpor. momenty [kNm]				
				P _X P _Y P _Z	M _X M _Y M _Z				
Zatěžovací stavy (charakteristické hodnoty)									
ZS1	Vlastní tíha + konstrukce střeš	1	0.100	0.000	0.000	2.454	0.000	0.000	0.000
		2	4.100	0.000	0.000	9.658	0.000	0.000	0.000
		3	9.100	0.000	0.000	3.528	0.000	0.000	0.000
ZS21	Užitné zatížení Pole č. 1	1	0.100	0.000	0.000	3.756	0.000	0.000	0.000
		2	4.100	0.000	0.000	4.800	0.000	0.000	0.000
		3	9.100	0.000	0.000	-0.356	0.000	0.000	0.000
ZS22	Užitné zatížení Pole č. 2	1	0.100	0.000	0.000	-0.868	0.000	0.000	0.000
		2	4.100	0.000	0.000	6.562	0.000	0.000	0.000
		3	9.100	0.000	0.000	4.506	0.000	0.000	0.000
ZS41	Sněh	1	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		2	4.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		3	9.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZS51	Větr, součinitel tvaru cpe.min	1	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		2	4.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		3	9.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZS52	Větr, součinitel tvaru cpe.max	1	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		2	4.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		3	9.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max		1	0.100	0.000	0.000	3.756	0.000	0.000	0.000
Min				0.000	0.000	-0.868	0.000	0.000	0.000
Max		2	4.100	0.000	0.000	9.658	0.000	0.000	0.000
Min				0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max		3	9.100	0.000	0.000	4.506	0.000	0.000	0.000

Výpočet Detaily... Nár. příloha... Protokol... RF-COMBI OK Storno

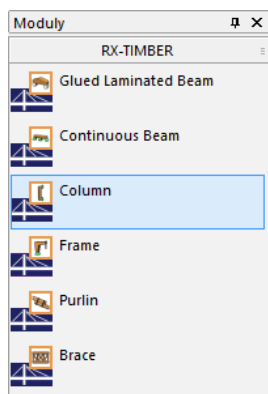
Obr. 11.21: Dialog 2.5 Podporové síly

11.5 Dokumentace

Pokud potřebujeme k modelu sestavit dokumentaci, máme k dispozici již zmíněný výstupní protokol. Po kliknutí na tlačítko [Protokol...] se automaticky vytvoří náhled pro tisk, který obsahuje informace o všech provedených posouzeních a o zatíženích. Prvky protokolu může uživatel vybírat jednotlivě a upravovat je podle vlastních požadavků. Výstupnímu protokolu se podrobně věnujeme v kapitole 8.

Protokol...

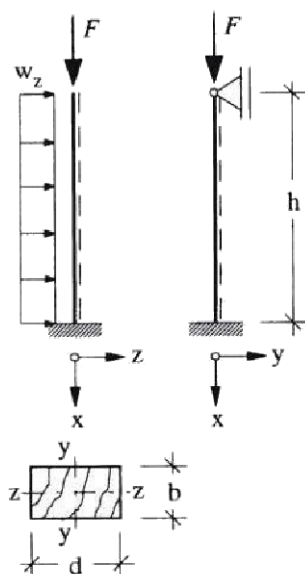
12. Sloup



V tomto příkladu posoudíme kruhovou vetknutou stojku, namáhanou tlakem a ohybem, na mezní stav únosnosti a použitelnosti podle EN 1995-1-1.

Příslušné údaje jsou uloženy v modelu *02.clm* pod projektem *Příklady RX-TIMBER*. Model najdeme mezi soubory k programu **Column**.

12.1 Konstrukce a zatížení



Obr. 12.1: Konstrukce a zatížení

Model

Průřez:	$d = 21 \text{ cm}$
Materiál:	topolové a jehličnaté dřevo C24
Výška:	$h = 3,20 \text{ m}$
Třída provozu:	1
TTZ:	stálé

Zatížení

Zatěžovací stav 1: vlastní tíha	$F = 45 \text{ kN}$
Zatěžovací stav 2: vítr	$w = 1,5 \text{ kN/m}$

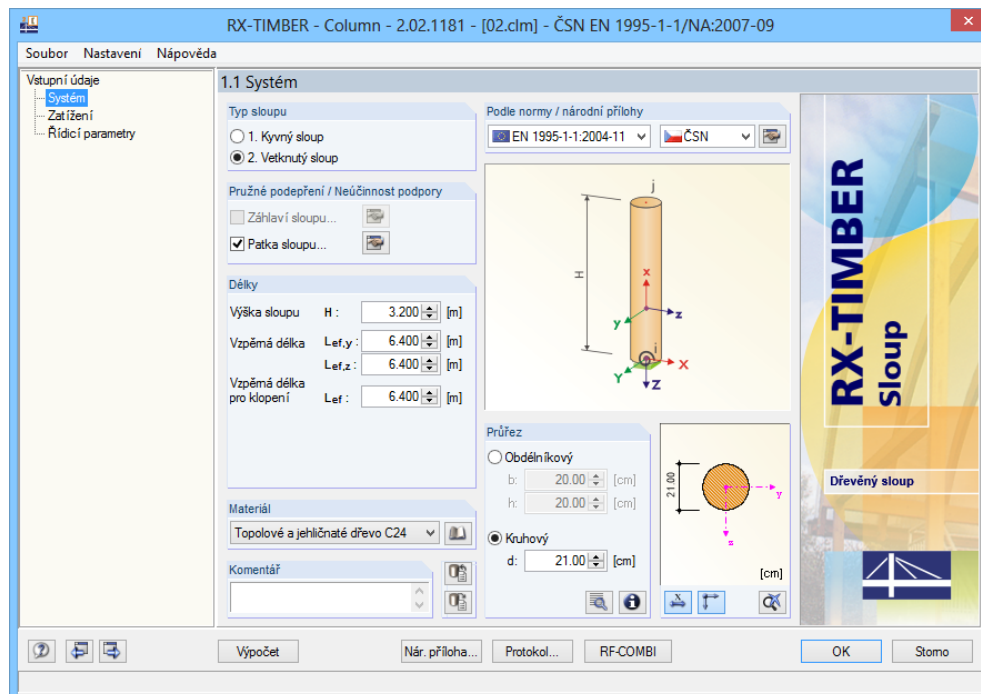
Návrhové hodnoty pro posouzení mezního stavu únosnosti

$$N = 1,35 \cdot F = 1,35 \cdot 45 \text{ kN} = 60,75 \text{ kN} \quad (k_{\text{mod}} = 0,6)$$

$$q = 1,5 \cdot w = 1,5 \cdot 1,5 \text{ kN/m} = 2,25 \text{ kN/m} \quad (k_{\text{mod}} = 0,9)$$

12.2 Vstupní údaje

12.2.1 Základní údaje

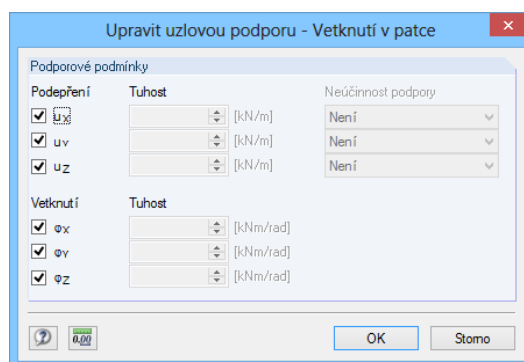


Obr. 12.2: Dialog 1.1 Systém

V dialogu 1.1 *Systém* se stanoví geometrické parametry sloupu.

Jedná se o *typ sloupu vetknutý*. Posouzení se má provést podle *normy EN 1995-1-1:2004-11 a národní přílohy ČSN*.

Podepření je dáno pouze v **patce sloupu**. Pomocí tlačítka [Upravit pružné podloží a neúčinnost podpory paty sloupu...] otevřeme dialog, v kterém zkontrolujeme, zda jsou omezeny všechny stupně volnosti.



Obr. 12.3: Dialog Upravit uzlovou podporu - Vetknutí v patce

Pro *výšku sloupu* zadáme **3,20 m**. U tohoto modelu vetknuté stojky je třeba *vzpěrné délky* nastavit na dvojnásobnou hodnotu čili **6,40 m**.

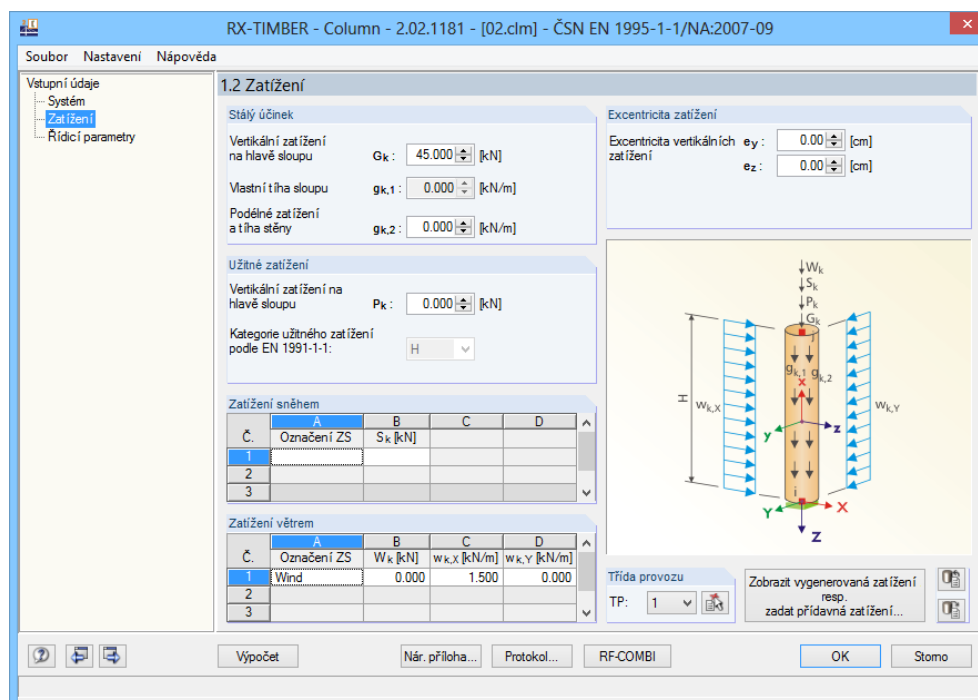
Materiál, který zvolíme, bude **topolové a jehličnaté dřevo** pevnostní třídy **C24** – vybrat ho můžeme přímo z rozbalovacího seznamu nebo z databáze materiálů, kterou otevřeme tlačítkem [Převzít materiál z databáze...].

Průřez bude **kruhový** o průměru **21 cm**.

12.2.2 Zatížení

Zatěžovací stav č. 1 pro vlastní tíhu se vytvoří automaticky. Vlastní tíhu je třeba zadat jako *stálý účinek*, který působí na hlavě sloupu jako uzlová síla o velikosti **45 kN**.

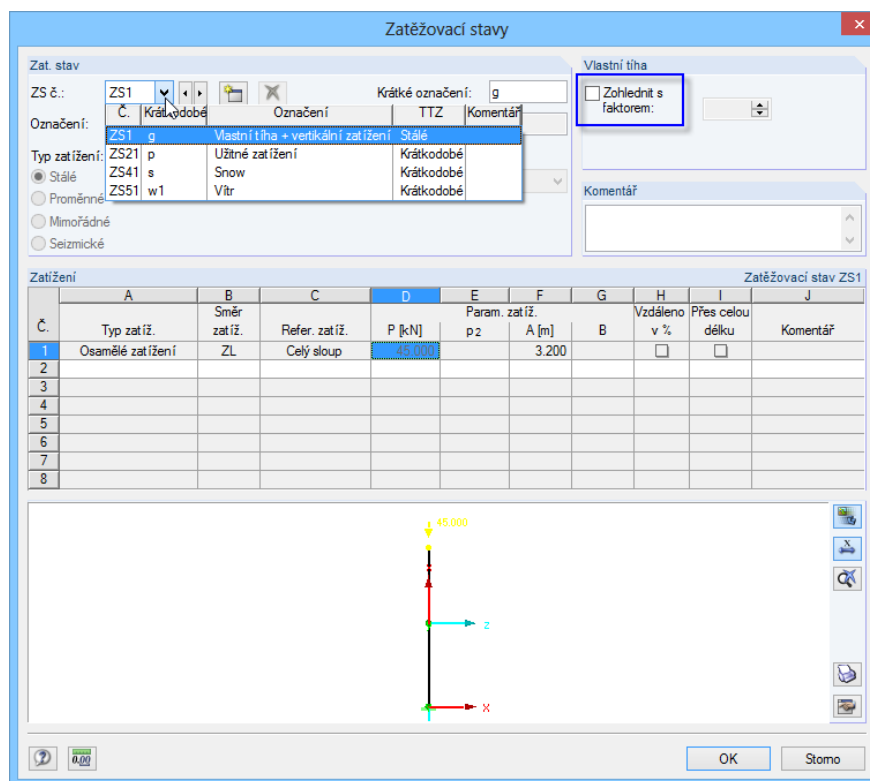
Zatížení větrem bude působit v globálním směru X jako přímkové zatížení $w_{k,X}$ o velikosti **1,50 kN/m**.



Obr. 12.4: Dialog 1.2 Zatížení

Zobrazit vygenerovaná zatížení...
resp.
zadat přidavná zatížení...

Tlačítkem [Zobrazit vygenerovaná zatížení...] otevřeme dialog, v němž si můžeme prohlédnout grafické znázornění jednotlivých zatěžovacích stavů.

Obr. 12.5: Dialog *Zatěžovací stavy*

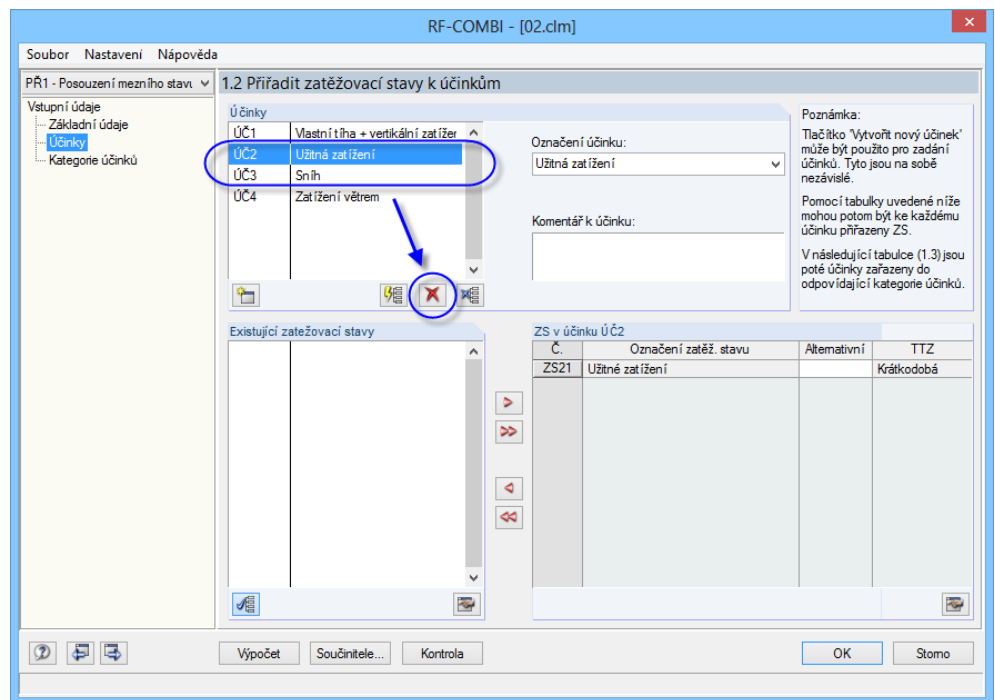
V tomto příkladu **neaktivujeme** automatické zohlednění *vlastní tíhy* v zatěžovacím stavu 1.

12.2.3 RF-COMBI

Zatěžovací stavy 21 *Užitné zatížení* a 41 *Snih* se vytvoří automaticky (viz obr. 12.5). Neobsahují však žádná zatížení, protože jsme v dialogu 1.2 nedefinovali žádné užitné zatížení ani zatížení sněhem.

V modulu [RF-COMBI] lze tyto zatěžovací stavy vyloučit z procesu generování kombinací.

RF-COMBI



Obr. 12.6: RF-COMBI, dialog 1.2 Účinky



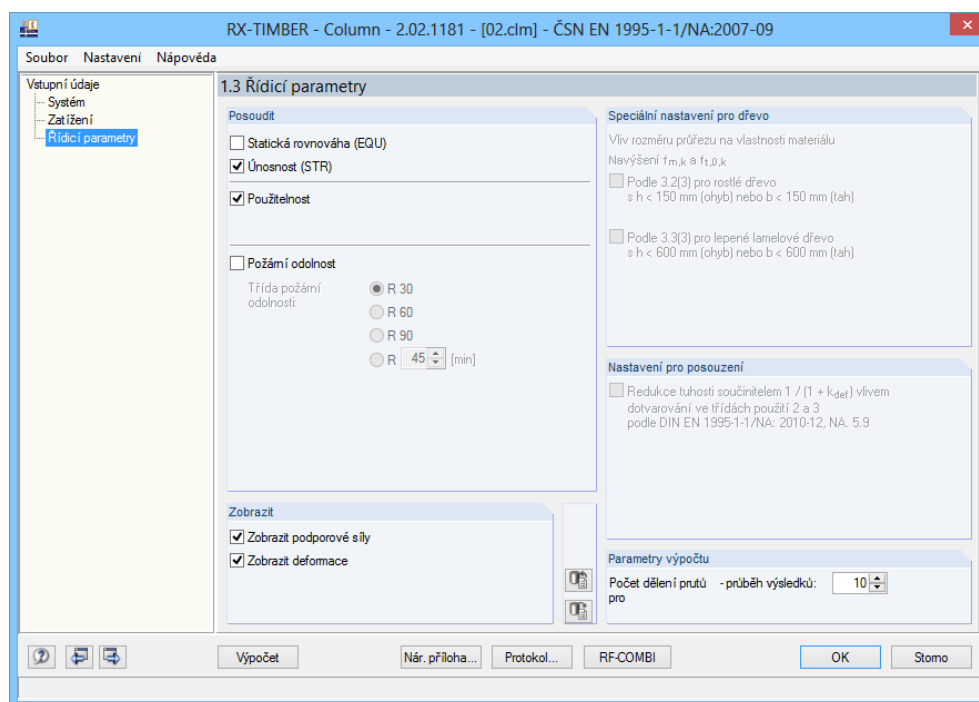
Oba příslušné účinky **ÚČ2** i **ÚČ3** je třeba vybrat v sekci *Účinky* a poté [Smazat].

Následně musíme v seznamu nad navigátorem nastavit případ *PŘ2 - Posouzení mezního stavu použitelnosti* a postup opakovat.

Po kliknutí na [OK] se změny projeví v programu *RX-TIMBER Column*.

12.2.4 Řídicí parametry

Sloup posoudíme na **únosnost a použitelnost**.



Obr. 12.7: Dialog 1.3 *Řídicí parametry*

Nár. příloha...

Tlačítko [Nár. příloha...] nabízí uživateli přístup k důležitým návrhovým parametrům, jako jsou např. dílčí součinitele spolehlivosti a modifikační součinitele nebo mezní hodnoty deformací (viz obr. 6.3, strana 56).

V našem příkladu můžeme předem nastavené hodnoty v dialogu *Parametry národní přílohy* ponechat beze změny.

12.3 Výsledky

12.3.1 Kombinace výsledků

Výpočet

Po výpočtu, který spustíme tlačítkem [Výpočet], se zobrazí posouzení pro vytvořené kombinace výsledků.

KV	A	B	C	D	E	F
	Označení KV	ZS	Návrhová situace	TTZ	Faktor k _{mod}	Max. Posouzení
Posouzení mezního stavu únosnosti						
KV1	g	1.35*ZS1	ÚZ	Stálé	0.600	0.48
KV2	g + p	1.35*ZS1 + 1.50*ZS21	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.32
KV3	g + p + s	1.35*ZS1 + 1.50*ZS21 + 0.75*ZS41	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.32
KV4	g + p + s + w1	1.35*ZS1 + 1.50*ZS21 + 0.75*ZS41 + 0.90*ZS51	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.72
KV5	g + p + w1	1.35*ZS1 + 1.50*ZS21 + 0.90*ZS51	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.72
KV6	g + s	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.32
KV7	g + s	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.32
KV8	g + s + w1	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS51	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.72
KV9	g + s + w1	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS51	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.72
KV10	g + w1	1.35*ZS1 + 1.50*ZS51	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.99
KV11	g + w1	1.35*ZS1 + 1.50*ZS51	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.99
KV12	g + s + w1	1.35*ZS1 + 0.75*ZS41 + 1.50*ZS51	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.99
KV13	g + s + w1	1.35*ZS1 + 0.75*ZS41 + 1.50*ZS51	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.99
Posouzení mezního stavu použitelnosti						
KV14	g	ZS1	PC	Stálé		
KV15	g + p	ZS1 + ZS21	PC	Krátkodo		
KV16	g + p + s	ZS1 + ZS21 + 0.50*ZS41	PC	Krátkodo		
KV17	g + p + s + w1	ZS1 + ZS21 + 0.50*ZS41 + 0.60*ZS51	PC	Krátkodo		0.43
KV18	g + p + w1	ZS1 + ZS21 + 0.60*ZS51	PC	Krátkodo		0.43
KV19	g + s	ZS1 + ZS41	PC	Krátkodo		
KV20	g + s	ZS1 + ZS41	PC	Krátkodo		
KV21	g + s + w1	ZS1 + ZS41 + 0.60*ZS51	PC	Krátkodo		0.43
KV22	g + s + w1	ZS1 + ZS41 + 0.60*ZS51	PC	Krátkodo		0.43

Obr. 12.8: Dialog 2.1 Kombinace výsledků

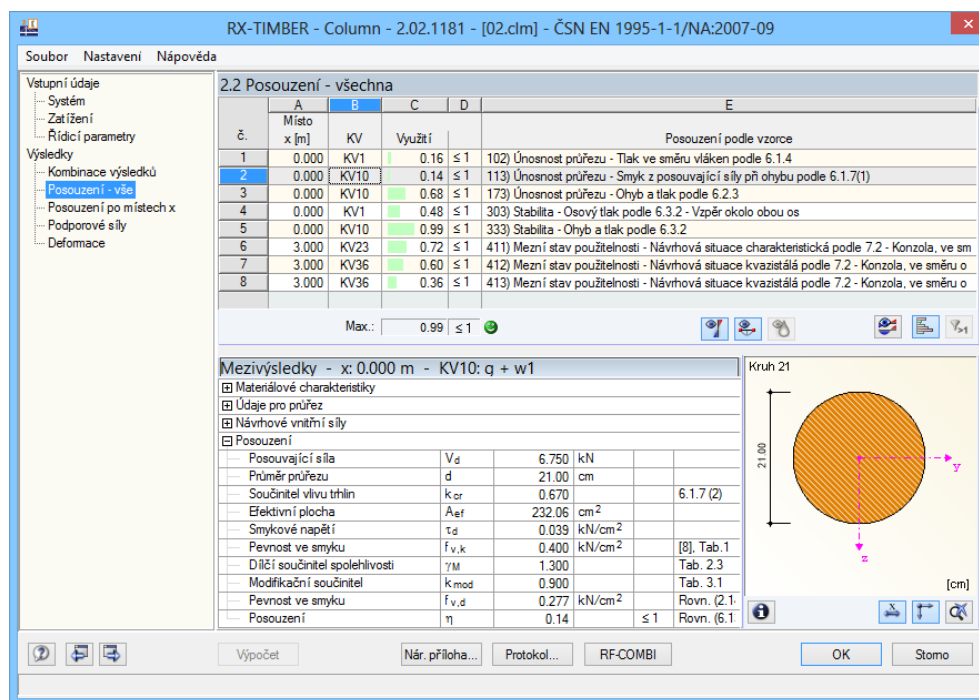
Dialog obsahuje údaj o vytížení u každé kombinace výsledků. Seznam je rozdělen do dvou bloků podle toho, zda se jedná o posouzení na mezní stav únosnosti či použitelnosti.



Vlevo znázorněná tlačítka umožňují uživateli prohlédnout si zatížení v jednotlivých zatěžovacích stavech či výsledné průběhy vnitřních sil.

12.3.2 Posouzení

V dialogu 2.2 *Posouzení - všechna* se zobrazí seznam rozhodujících posouzení daného sloupu.



Obr. 12.9: Dialog 2.2 *Posouzení - všechna*

Posouzení v programu RX-TIMBER osvětlíme na ručním výpočtu některých posouzení.

Smyk podle 6.1.7

Nejvíce je smykem namáhána patka sloupu v KV2, posouvající síla tu dosahuje hodnoty 7,2 kN.

Napětí ve smyku

Účinná plocha průřezu se sníží opravným smykovým součinitelem o 33 %.

$$\tau_d = 1,33 \cdot \frac{V_d}{A \cdot 0,67} = 1,33 \cdot \frac{7,2 \text{ kN}}{346,4 \text{ cm}^2 \cdot 0,67} = 0,041 \text{ kN/cm}^2 = 0,41 \text{ N/mm}^2$$

Pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 4 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 2,77 \text{ N/mm}^2$$

Využití

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,41}{2,77} = 0,15 < 1$$

Tlak podle 6.3.2 (stabilita)

Maximální namáhání bylo i při tomto posouzení zjištěno v oblasti podpory, vzhledem k použitým modifikačním součinitelům je to ovšem tentokrát v kombinaci výsledků 1 s TTZ „stálé“.

Napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{60,75 \text{ kN}}{346,4 \text{ cm}^2} = 0,175 \text{ kN/cm}^2$$

Pevnost v tlaku

$$f_{c,0,d} = \frac{0,6 \cdot 2,1 \text{ kN/cm}^2}{1,3} = 0,969 \text{ kN/cm}^2$$

Využití

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} = \frac{0,175}{0,21 \cdot 0,969} = 0,86 < 1$$

Kombinace tlaku a ohybu podle 6.3.2

Největší namáhání jsme zjistili opět v oblasti podpory v případě KV2.

Napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{60,75 \text{ kN}}{346,4 \text{ cm}^2} = 0,175 \text{ kN/cm}^2$$

Pevnost v tlaku

$$f_{c,0,d} = \frac{0,9 \cdot 2,1 \text{ kN/cm}^2}{1,3} = 1,45 \text{ kN/cm}^2$$

Poloměr setrvačnosti

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{\pi}{4} \cdot r^4}{r^2 \cdot \pi}} = 5,25 \text{ cm}$$

Štíhlostní poměr

$$\lambda = \frac{l_{\text{eff}}}{\sqrt{I}} \cdot \sqrt{A} = 121,9$$

Poměrný štíhlostní poměr

$$\lambda_{\text{rel},c} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 2,07$$

Součinitel k

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},c} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},c}^2] = 2,81$$

Součinitel vzpěru

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{\text{rel},c}^2}} = 0,21$$

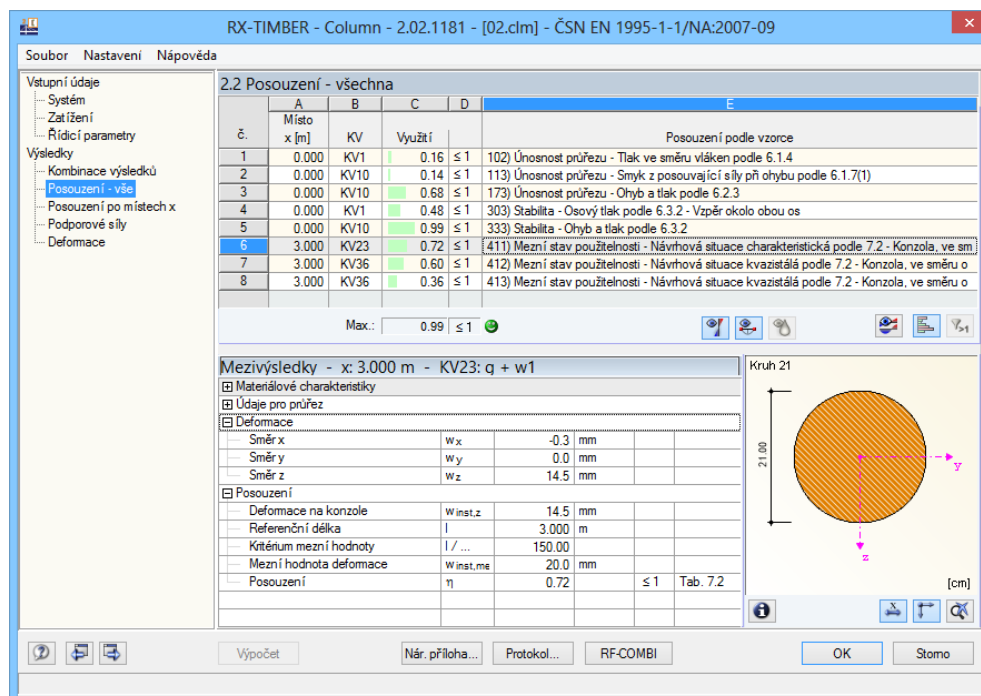
Součinitel klopení k_m podle 6.1.6: 1,0

Posouzení podle rov. (6.23)

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,175}{0,21 \cdot 1,45} + \frac{1,26}{1,0 \cdot 1,66} + 0,7 \cdot \frac{0}{16,62} = 1,33 > 1$$

12.3.3 Mezní stav použitelnosti

Posouzení mezního stavu použitelnosti pro zamezení vzniku poruch na nenosných prvcích provedeme podle EN 1995-1-1, čl. 7.2.



č.	A Místo x [m]	B KV	C Využití	D	E
1	0.000	KV1	0.16	≤ 1	102) Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4
2	0.000	KV10	0.14	≤ 1	113) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly při ohybu podle 6.1.7(1)
3	0.000	KV10	0.68	≤ 1	173) Únosnost průřezu - Ohyb a tlak podle 6.2.3
4	0.000	KV1	0.48	≤ 1	303) Stabilita - Osový tlak podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
5	0.000	KV10	0.99	≤ 1	333) Stabilita - Ohyb a tlak podle 6.3.2
6	3.000	KV23	0.72	≤ 1	411) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2 - Konzola, ve směru o
7	3.000	KV36	0.60	≤ 1	412) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace kvazistálá podle 7.2 - Konzola, ve směru o
8	3.000	KV36	0.36	≤ 1	413) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace kvazistálá podle 7.2 - Konzola, ve směru o

Mezivýsledky - x: 3.000 m - KV23: q + w1			
Materiálové charakteristiky			
Údaje pro průřez			
Deformace			
Směr x	W _x	-0.3	mm
Směr y	W _y	0.0	mm
Směr z	W _z	14.5	mm
Posouzení			
Deformace na konzole	W _{inst,z}	14.5	mm
Referenční délka	l	3.000	m
Kritérium mezní hodnoty	l / ...	150.00	
Mezní hodnota deformace	W _{inst,me}	20.0	mm
Posouzení	η	0.72	≤ 1 Tab. 7.2

Obr. 1210: Dialog 2.2. Posouzení - všechna (při zapnutí filtru pro mezní stav použitelnosti)

Rozhodující je vzhledem k malé přípustné deformaci vetknuté stojky $l/150$ charakteristická návrhová situace.

Posouzení mezního stavu použitelnosti

$$w_{Q,inst} = \frac{w \cdot h^4}{8 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{l}{150}$$

$$w_{Q,inst} = \frac{1,5 \cdot 3,2^4}{8 \cdot 11000 \cdot 9546,56} \cdot \frac{10^{-1}}{10^{-8}} = 1,87 \text{ cm} < 2,13 \text{ cm} = \frac{320}{150}$$

Využití

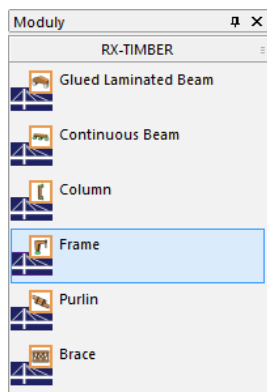
$$\frac{w_{Q,inst}}{w_{inst,grenz}} = \frac{1,87 \text{ cm}}{2,13 \text{ cm}} = 0,88 < 1$$

Výsledek našeho výpočtu se shoduje s výsledky posouzení v programu RX-TIMBER.

12.3.4 Další výstupní dialogy

Ostatní výstupní dialogy a možnost vytvoření dokumentace pomocí výstupního protokolu jsou stejné jako u příkladů, kterým jsme se věnovali v kapitolách 10 a 11.

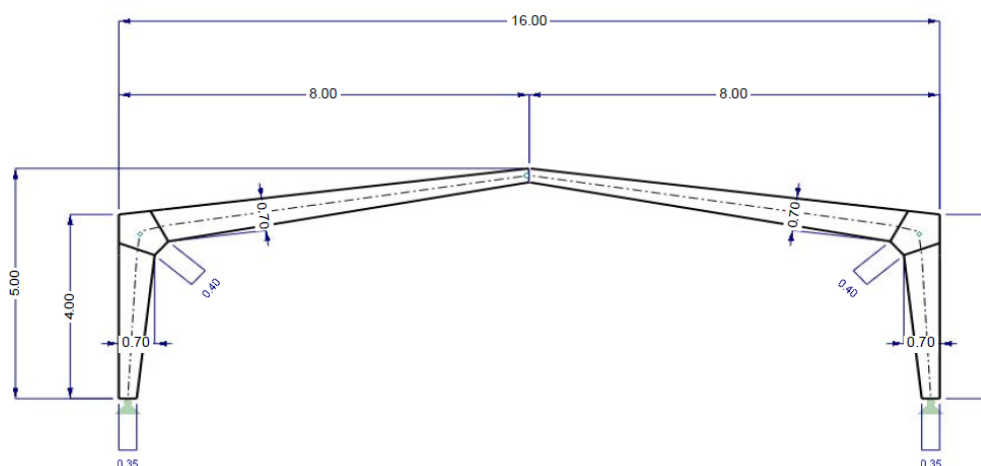
13. Rám



V tomto příkladu předvedeme posouzení mezního stavu únosnosti podle EN 1995-1-1 na symetrickém rámu. Sloup má vnitřní náběh, pro rámový roh jsme použili velký zubovitý spoj s mezikusem.

Příslušné údaje jsou uloženy v modelu *01.frm* pod projektem *Příklady RX-TIMBER*. Model najdeme mezi soubory k programu **Frame**.

13.1 Konstrukce a zatížení



Obr. 13.1: Konstrukce a zatížení

Model

Šířka průřezu:	$b = 30$ cm
Výška průřezu v patě:	$h_a = 35$ cm
Výška průřezu ve vrcholu:	$h_f = 30$ cm
Výška průřezu u rámového rohu:	$h_1 = 70$ cm
Délka vloženého klínu:	$l_{zw} = 40$ cm

Zatížení

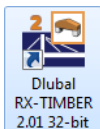
Zatížení 1: vlastní tíha/konstrukce střechy	$g = 4,06$ kN/m	TTZ = stálé
Zatížení 2: sníh	SO I, TK = normální	TTZ = krátkodobé
Zatížení 3: vítr	VO I, KT II	TTZ = krátkodobé

Jednotlivé zatěžovací stavy obsahující zatížení sněhem a větrem vytvoří automaticky integrovaný generátor.

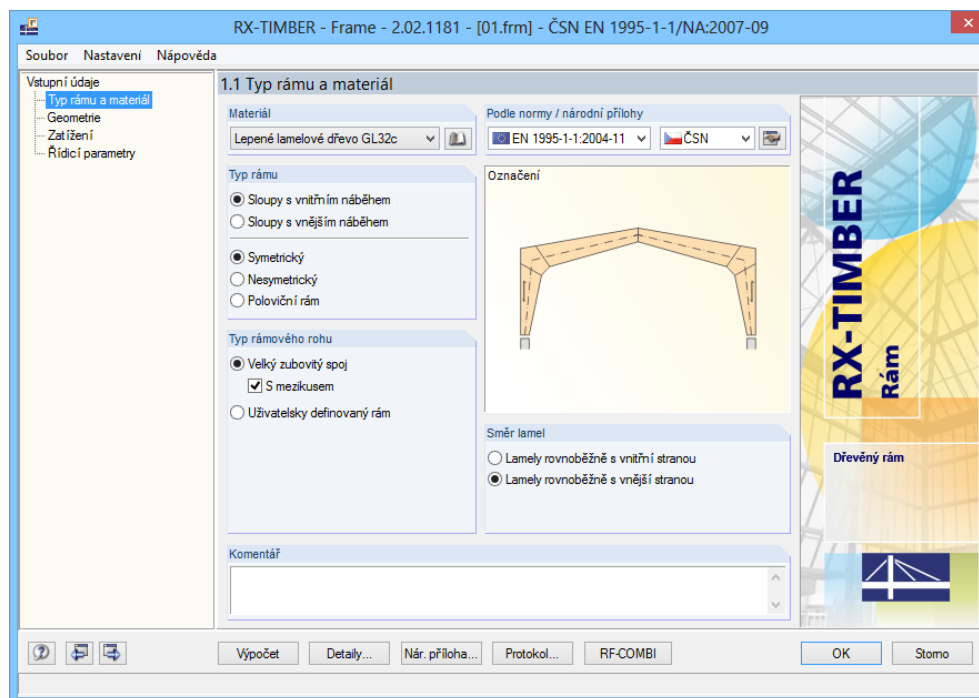
Pro posouzení v mezním stavu únosnosti se zatěžovací stavy budou skládat do kombinací podle EN 1990 a EN 1995.

13.2 Zadání údajů o modelu

13.2.1 Základní údaje



Program spustíme kliknutím na ikonu **Dlubal RX-TIMBER 2.01** na ploše (viz kapitola 3.2, strana 12) a ve správci projektů vybereme program **Frame**.



Obr. 13.2: Dialog 1.1 Typ rámu a materiál



Nejdříve zadáme materiál. K dispozici máme rozsáhlou databázi materiálů. Konkrétní materiál lze vybrat buď přímo v rozbalovacím seznamu nebo také můžeme v databázi materiálů sami zadat požadovaný materiál se specifickými pevnostními charakteristikami.

Jako *materiál* zvolíme pro konstrukci **lepené lamelové dřevo** pevnostní třídy **GL32c**.

Rám se bude posuzovat podle *normy* **EN 1995-1-1:2004-11** a *národní přílohy* **ČSN**.

Jedná se přitom o *typ rámu*, jehož sloupy mají **vnitřní náběh** (vnější strana je tak ve svislé poloze) a jehož uspořádání je **symetrické**.

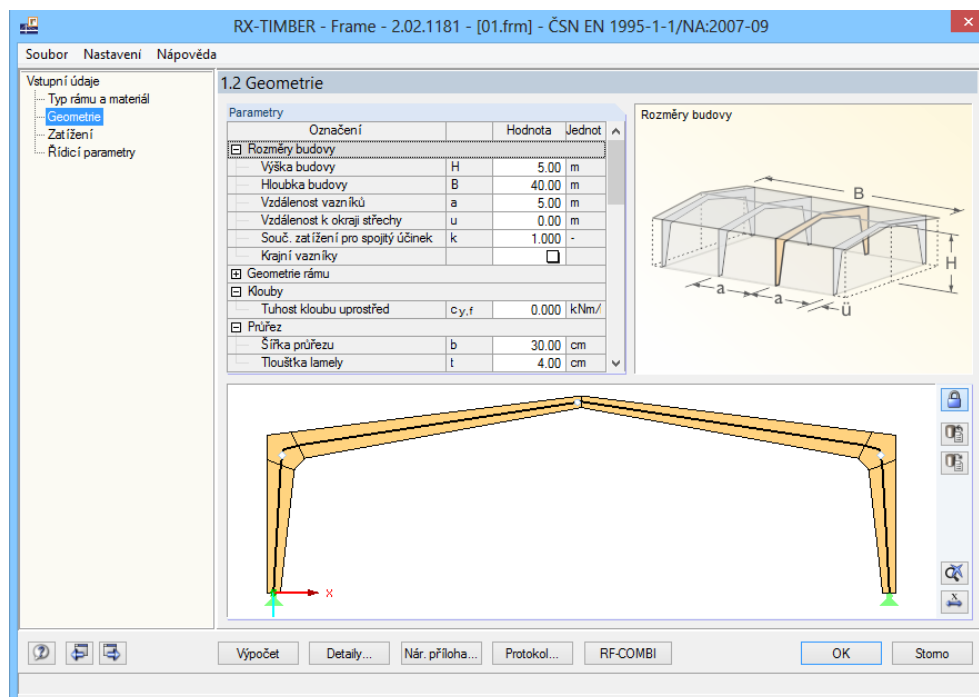
Rámový roh tvoří **velký zubovitý spoj s mezikusem**.

V sekci *Směr lamel* stanovíme, že lamely budou uloženy **rovnoběžně s vnější stranou**.

13.2.2 Geometrie

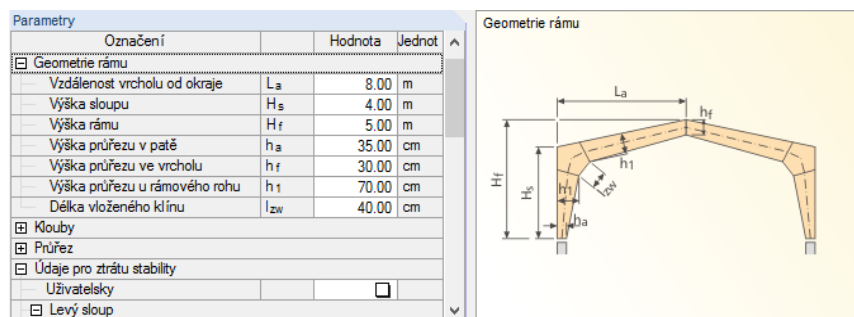
V dialogu 1.2 stanovíme geometrii rámu a budovy. Na základě rozměrů budovy spočítá interní generátor zatížení větrem a sněhem automaticky velikost oblastí zatížení na střeše i na přilehlých stěnách. Zadání těchto údajů je přitom interaktivní, to znamená, že pokud změním geometrická data, upraví se i zatížení. Uživatel má možnost v případě potřeby přiřadit podporám a kloubům specifické konstanty tuhosti a definovat konzoly.

V našem příkladu zadáme *rozměry budovy a průřez* tak, jak vidíme na následujícím obrázku.



Obr. 13.3: Dialog 1.2 Geometrie

Geometrii rámu definujeme následujícími parametry:



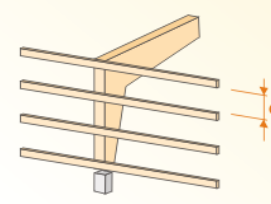
Obr. 13.4: Parametry geometrie rámu

V oddílu *Údaje pro ztrátu stability* stanovíme, že u *levého sloupu* i *levé přičle* **existuje nebezpečí ztráty stability** (viz obr. 13.5).

Pokud model obsahuje postranní podepření (což ovšem není náš případ), lze zadat vzdálenost c těchto podpor.

Parametry	Označení	Hodnota	Jednot
Údaje pro ztrátu stability			
<input type="checkbox"/>	Uživatelsky		<input type="checkbox"/>
Levý sloup			
<input type="checkbox"/>	Rám s nebezpečím ztráty stability		<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Postranní podepření k dispozici		<input type="checkbox"/>
	Vzdálenost postranních podpor	c	2.00 m
	Vzdálenost ztužidel	e	0.60 m
	Součinitel vzpěrné délky	β_s	-
Levá příčle			
<input type="checkbox"/>	Rám s nebezpečím ztráty stability		<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Postranní podepření k dispozici		<input type="checkbox"/>
	Vzdálenost postranních podpor	c	2.00 m
	Vzdálenost ztužidel	e	0.60 m

Údaje pro ztrátu stability - Levý sloup
Vzdálenost postranních podpor



Obr. 13.5: Parametry pro stanovení nebezpečí ztráty stability

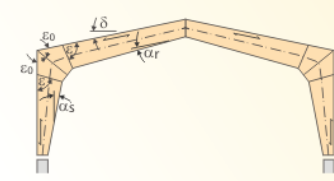
Jestliže zaškrtneme možnost *Uživatelsky*, zpřístupní se obě pole pro přímé zadání *součinitelů vzpěrné délky*. My ovšem této možnosti nevyužijeme, a program tak tyto hodnoty sám nastaví.

Seznam parametrů dále obsahuje údaje pro zadání případné *atiky*. V tomto oddílu žádné údaje nevyplníme.

Nakonec můžeme překontrolovat důležité *informační parametry* týkající se geometrie rámu.

Parametry	Označení	Hodnota	Jednot
Údaje pro ztrátu stability			
<input type="checkbox"/>	Atika vlevo		
<input type="checkbox"/>	Atika vpravo		
Informační parametry			
	Sklon horní hrany příčle	δ	7.13 °
	Úhel v rámovém rohu	ε_0	48.56 °
	Úhel spojení v rámovém rohu	ε	69.28 °
	Úhel seřiznutí v rámovém rohu	α	20.72 °
	Úhel seřiznutí sloupu	α_s	6.41 °
	Úhel seřiznutí příčle	α_r	3.22 °
	Nátěrová plocha rámu	A_s	380365.13 cm ²
	Objem rámu	V	3.63 m ³
	Tíha rámu	G	1.451 t

Informační parametry

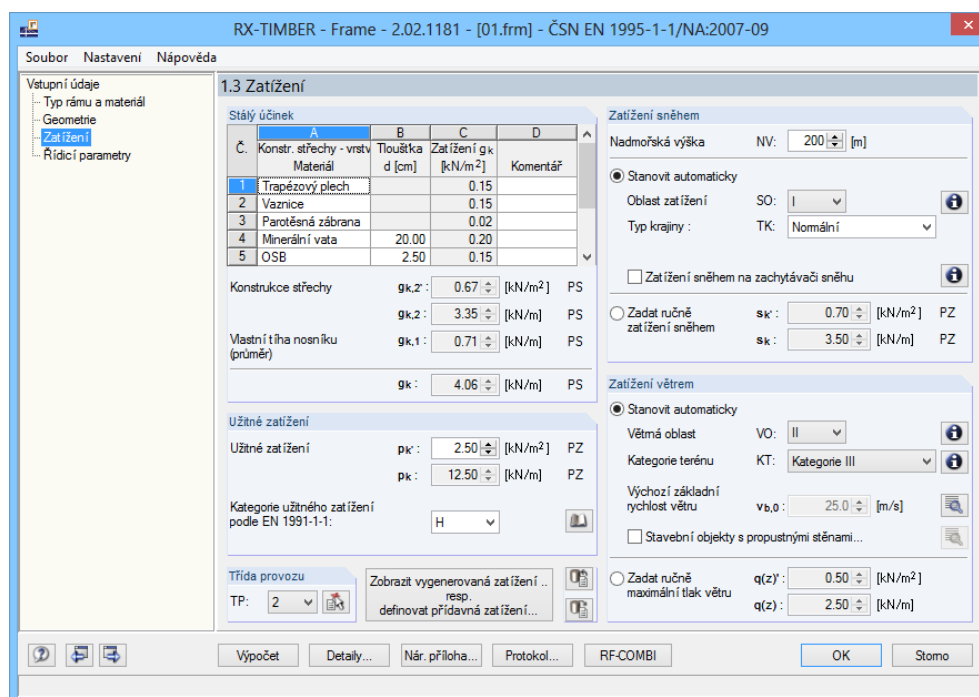


Obr. 13.6: Informační parametry

13.2.3 Zatížení

V dialogu 1.3 *Zatížení* nejdříve zadáme *stálý účinek* zatížení „vlastní tíhou a konstrukcí střechy“. Jako *vrstvy konstrukce střechy* zvolíme následující položky:

- Trapézový plech s objemovou tíhou 0,15 kN/m²
- Vaznice s objemovou tíhou 0,15 kN/m²
- Parotěsná zábrana s objemovou tíhou 0,02 kN/m²
- Minerální vata (d = 20 cm) s objemovou tíhou 0,20 kN/m²
- OSB desky (d = 2,5 cm) s objemovou tíhou 0,15 kN/m²



Obr. 13.7: Dialog 1.3 *Zatížení*



Pomocí tlačítka [...] ve sloupci *Konstrukce střechy - vrstva* otevřeme databázi, z níž můžeme vybrat požadované materiály.

Z konstrukce střechy tak plyne stálé zatížení g_k 4,06 kN/m. Toto zatížení zahrnuje vlastní tíhu nosníku. Vzhledem k tomu, že nosník má lineárně proměnnou výšku, bude se vlastní tíha nosníku automaticky uvažovat jako lichoběžníkové zatížení.



V dialogu 1.3 lze dále definovat *užitné zatížení* tak, že klikneme na vlevo znázorněné tlačítko, vybereme požadované zatížení z tabulky a následně mu přiřadíme ze seznamu příslušnou *kategorii užitného zatížení* podle EN 1991-1-1. U našeho nosníku ovšem stanovíme již jen **třidu provozu 2**.



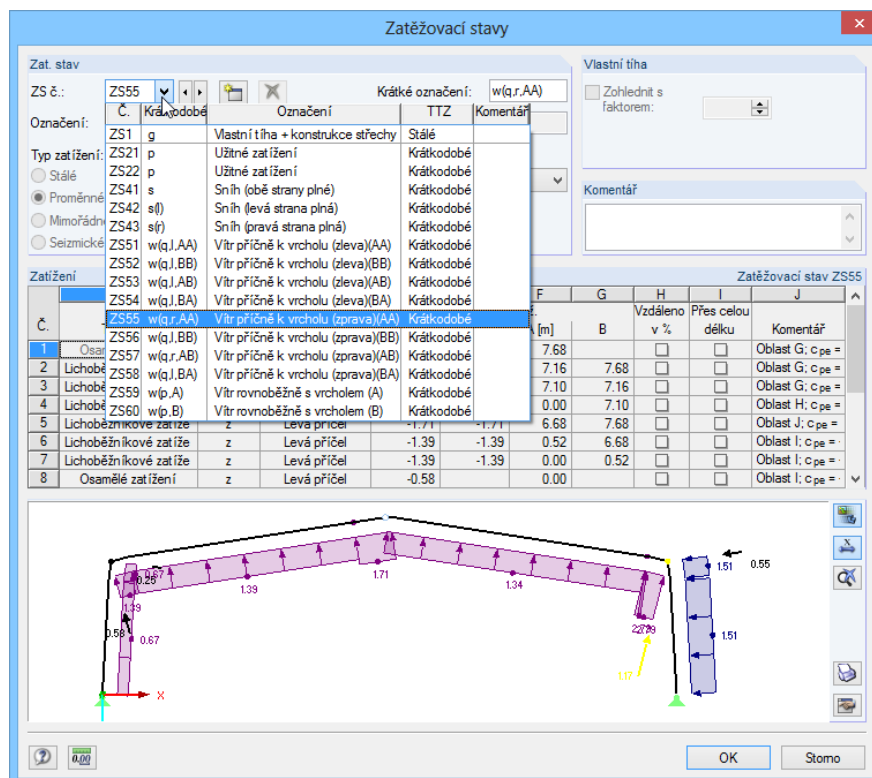
Pro výpočet *zatížení sněhem* stanovíme *nadmořskou výšku* **200 m**. *Oblast zatížení sněhem* **SO I** zadáme dvojím kliknutím v mapě sněhových oblastí. *Typ krajiny* je **normální**.



Zatížení větrem necháme v našem příkladu **stanovit automaticky**. Zadáme pouze *větrnou oblast* **VO I** a *kategorii terénu* **KT II**. I zde usnadňují zadání informativní dialogy.

Zobrazit vygenerovaná zatížení...
resp.
zadat přídatná zatížení...

Tlačítkem [Zobrazit vygenerovaná zatížení...] přepneme do dialogu *Zatěžovací stavy*, abychom si prohlédli vytvořená zatížení.



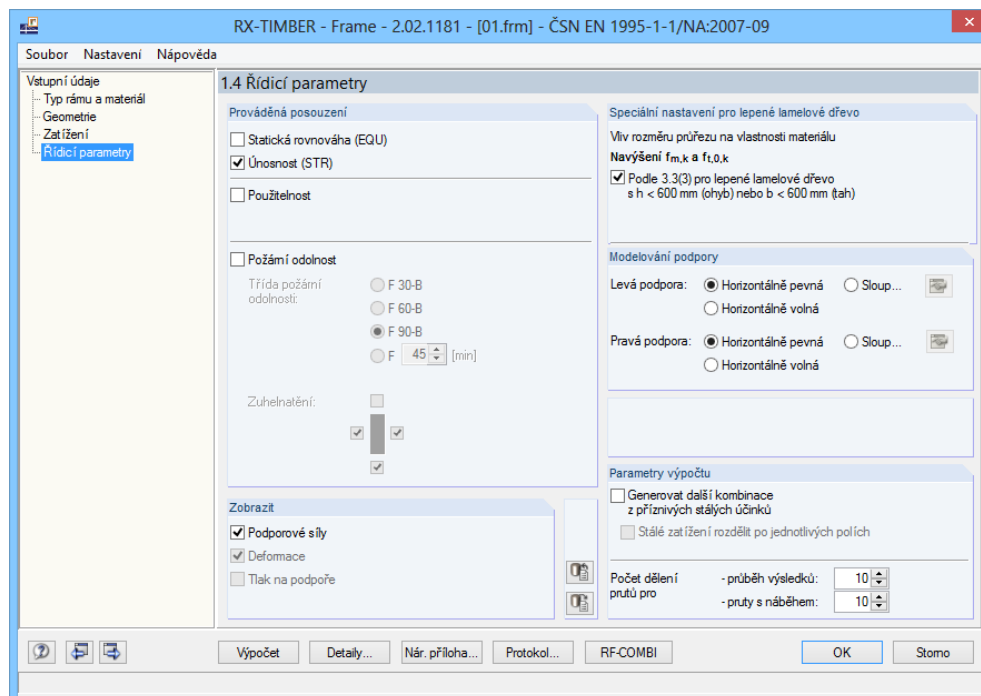
Obr. 13.8: Dialog *Zatěžovací stavy* se seznamem vytvořených zatížení sněhem a větrem

Pro generování zatížení větrem jsou rozhodující rozměry budovy. Na základě rozměrů uvedených v dialogu 1.2 *Geometrie* se určí oblasti F, G, H a I podle [4], resp. [11] a vytvoří se odpovídající zatížení větrem.

V případě oblastí, kde působí tlak i sání větru, vytvoří program pro každé zatížení větrem několik zatěžovacích stavů s příslušnými sacími či tlakovými silami.

13.2.4 Řídicí parametry

V dialogu 1.4 *Řídicí parametry* lze určit, která posouzení se mají provést. V našem příkladu vybereme pouze posouzení **únosnosti** a deaktivujeme ostatní volby: *statickou rovnováhu, použitelnost a požární odolnost*.



Obr. 13.9: Dialog 1.4 *Řídicí parametry*

V sekci *Zobrazit* zaškrtneme **podporové síly**.

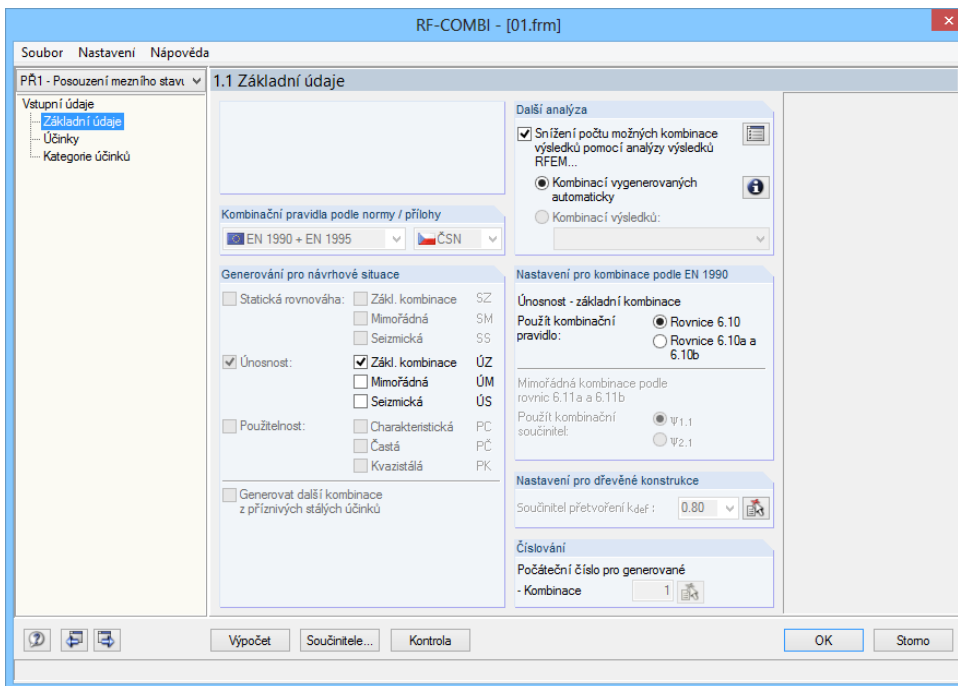
V sekci *Modelování podpory* definujeme levou i pravou podporu jako **horizontálně pevnou**.

Nastavení v sekcích *Speciální nastavení pro lepené lamelové dřevo* a *Parametry výpočtu* ponecháme beze změny.

RF-KOMBI

13.2.5 RF-COMBI

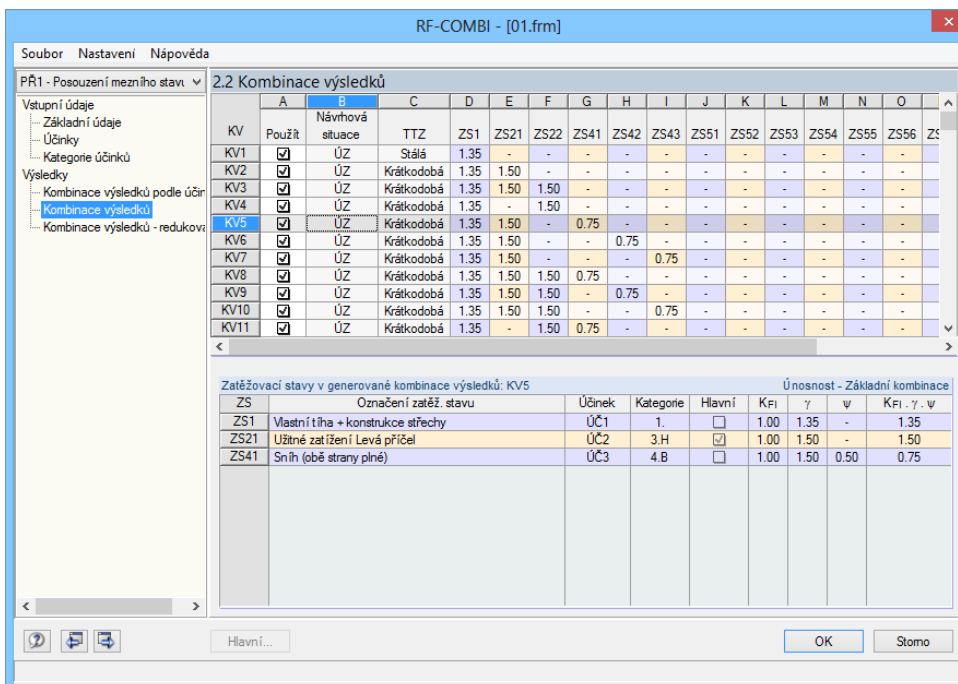
Do programu RX-TIMBER je integrován modul RF-COMBI, který automaticky skládá zatěžovací stavy do kombinací. Tento modul není třeba spouštět. My nyní ovšem pomocí tlačítka [RF-COMBI] do tohoto modulu přepneme, abychom si prohlédli kombinace, které se na pozadí vytváří.



Obr. 13.10: Modul RF-COMBI

Výpočet

Kombinace necháme vygenerovat pomocí tlačítka [Výpočet].



Obr. 13.11: RF-COMBI, dialog 2.2: Kombinace výsledků

Po kliknutí na tlačítko [OK] se vrátíme do programu RX-TIMBER Frame.

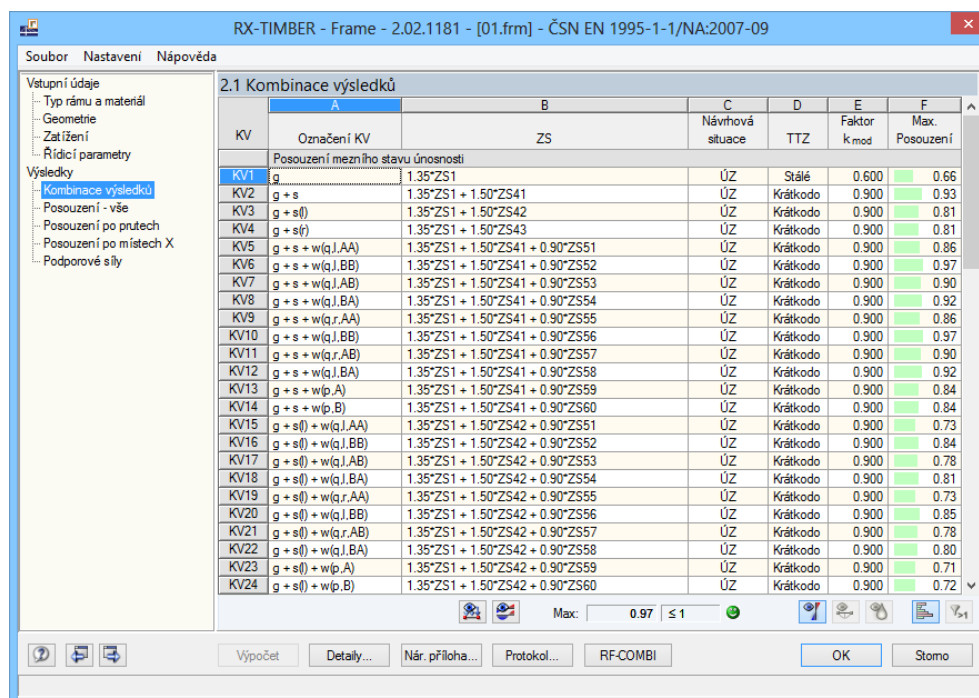
13.3 Výsledky

13.3.1 Kombinace výsledků

Výpočet

[Výpočet] spustíme stejnojmenným tlačítkem.

Dialog 2.1 obsahuje posouzení veškerých kombinací s příslušným údajem o vytížení.



KV	Označení KV	ZS	Návrhová situace	TTZ	Faktor k_{mod}	Max. Posouzení
Posouzení mezního stavu únosnosti						
KV1	g	1.35*ZS1	ÚZ	Stálé	0.600	0.66
KV2	g + s	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.93
KV3	g + s(f)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.81
KV4	g + s(f)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS43	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.81
KV5	g + s + w(q, AA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS51	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.86
KV6	g + s + w(q, BB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS52	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.97
KV7	g + s + w(q, AB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS53	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.90
KV8	g + s + w(q, BA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS54	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.92
KV9	g + s + w(q, r, AA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS55	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.86
KV10	g + s + w(q, r, BB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS56	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.97
KV11	g + s + w(q, r, AB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS57	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.90
KV12	g + s + w(q, r, BA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS58	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.92
KV13	g + s + w(p, A)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS59	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.84
KV14	g + s + w(p, B)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS41 + 0.90*ZS60	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.84
KV15	g + s(f) + w(q, AA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS51	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.73
KV16	g + s(f) + w(q, BB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS52	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.84
KV17	g + s(f) + w(q, AB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS53	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.78
KV18	g + s(f) + w(q, BA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS54	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.81
KV19	g + s(f) + w(q, r, AA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS55	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.73
KV20	g + s(f) + w(q, r, BB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS56	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.85
KV21	g + s(f) + w(q, r, AB)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS57	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.78
KV22	g + s(f) + w(q, r, BA)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS58	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.80
KV23	g + s(f) + w(p, A)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS59	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.71
KV24	g + s(f) + w(p, B)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS42 + 0.90*ZS60	ÚZ	Krátkodo	0.900	0.72

Obr. 13.12: Dialog 2.1 Kombinace výsledků

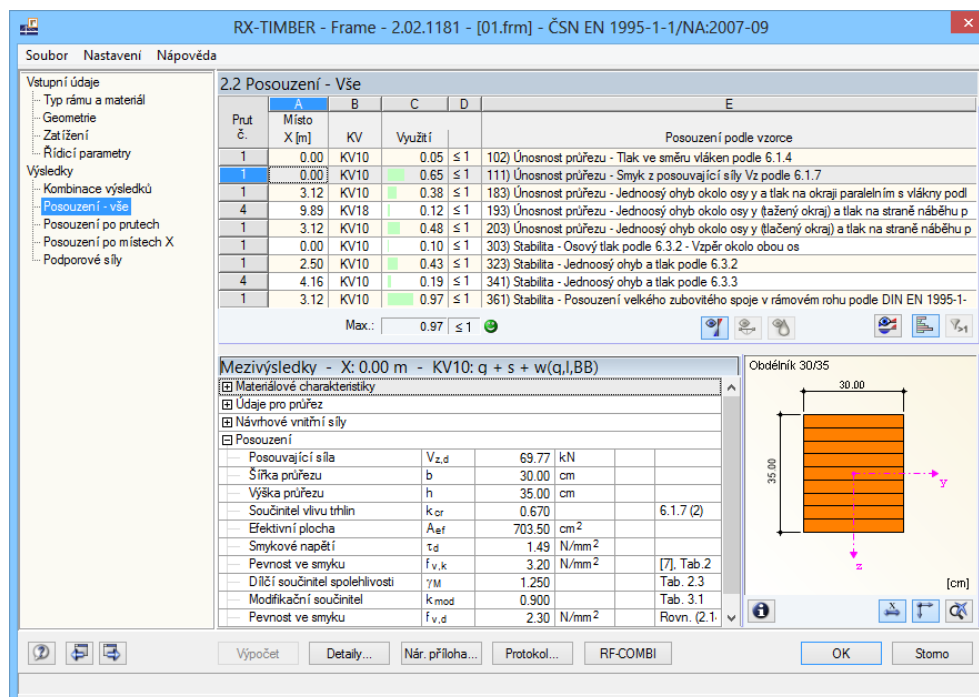
Součinitel k_{mod} jímž se zohledňuje časově závislé sedání dřeva vlivem trvání zatížení a fyzikálních vlastností dřevěných materiálů v určitých klimatických podmínkách, se automaticky nastaví na odpovídající hodnotu podle třídy trvání zatížení a třídy provozu.



Tlačítko [Zatížení zatěžovacích stavů...] slouží k zobrazení zatížení a tříd trvání zatížení dané kombinace výsledků (tj. kombinace, v jejímž řádku se právě nachází kurzor myši).

13.3.2 Posouzení

Tento dialog předkládá seznam všech posouzení, která jsou rozhodující pro celý rám.



Obr. 13.13: Dialog 2.2 Posouzení - Vše

Zobrazení součinitelů a návrhových vnitřních sil je s tabulkou interaktivní: pokud klikneme na příslušné posouzení v tabulce v horní části dialogu, můžeme si v sekci v dolní části dialogu prohlédnout veškeré *mezivýsledky* a hodnoty daného posouzení.

Výsledky posouzení v programu ověříme ručním výpočtem.

Smyk od posouvající síly V_z podle 6.1.7

Největší posouvající síla o velikosti 59,985 kN působí na levou patku sloupu v KZS 10.

Napětí ve smyku

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h} = 1,5 \cdot \frac{59,985 \text{ kN}}{20,1 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm}} = 0,128 \text{ kN/cm}^2 = 1,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{příčměž } b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 30 \text{ cm} = 20,1 \text{ cm}$$

$$k_{cr} = 0,67$$

Pevnost ve smyku

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 3,2 \text{ N/mm}^2}{1,25} = 2,304 \text{ N/mm}^2$$

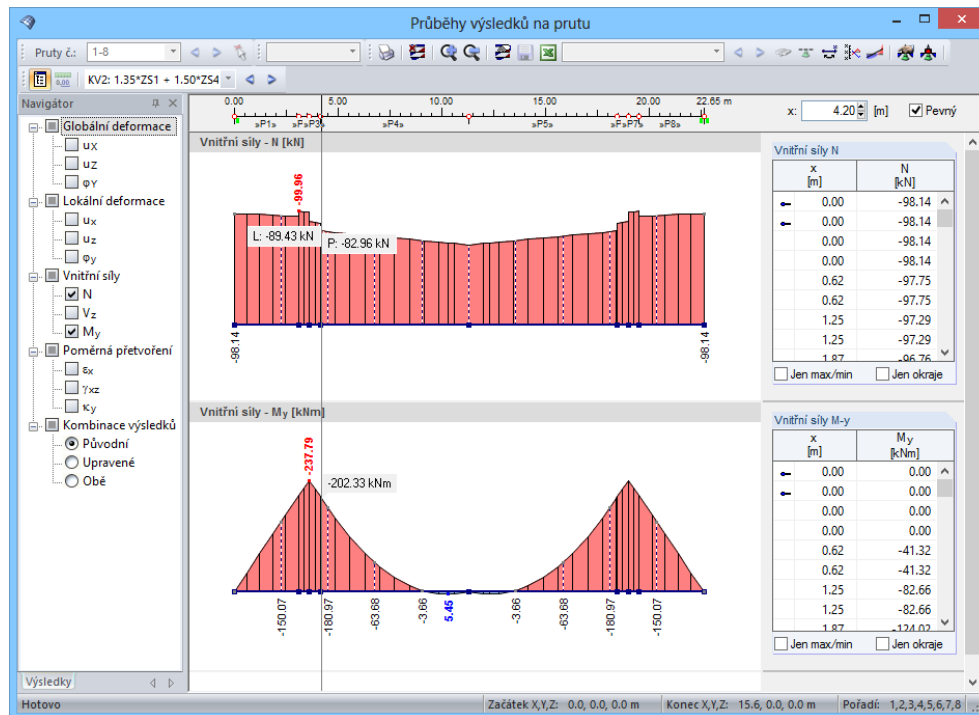
Využití

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{1,28}{2,304} = 0,556 < 1$$

Jednoosý ohyb a tlak na okraji rovnoběžném s vlákny

Únosnost průřezu se vyšetří podle čl. 6.4.2 a 6.2.4.

Maximální namáhání v ohybu a tlaku je zjištěno v levém rámovém rohu v KV 10. [Výsledkové grafy] znázorňují vnitřní síly na prutech řazených za sebou. KV10 nastavíme v seznamu v levé horní části panelu nástrojů.



Obr. 13.14: Průběh vnitřních sil N a My v KV10

Hodnoty posouzení v programu RX-TIMBER na únosnost průřezu v místě X = 3,12 m jsou následující:

2.2 Posouzení - Vše					
Prut č.	Posouzení podle vzorce				
	Místo X [m]	KV	Využití		
1	0.00	KV10	0.05 ≤ 1	102) Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4	
1	0.00	KV10	0.65 ≤ 1	111) Únosnost průřezu - Šmyk z posouvajících síly Vz podle 6.1.7	
1	3.12	KV10	0.38 ≤ 1	183) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tažený okraj) a tlak na straně náběhu p	
4	9.89	KV18	0.12 ≤ 1	193) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tažený okraj) a tlak na straně náběhu p	
1	3.12	KV10	0.48 ≤ 1	203) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tažený okraj) a tlak na straně náběhu p	
1	0.00	KV10	0.10 ≤ 1	303) Stabilita - Osový tlak podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os	
1	2.50	KV10	0.43 ≤ 1	323) Stabilita - Jednoosý ohyb a tlak podle 6.3.2	
4	4.16	KV10	0.19 ≤ 1	341) Stabilita - Jednoosý ohyb a tlak podle 6.3.3	
1	3.12	KV10	0.97 ≤ 1	361) Stabilita - Posouzení velkého zubitého spoje v rámovém rohu podle DIN EN 1995-1-	
			Max.: 0.97 ≤ 1		

Mezivýsledky - X: 3.12 m - KV10: q + s + w(q,l,BB)			
Normálová síla (tlak)	N _d	96.90	kN
Průřezová plocha	A	2100.00	cm ²
Napětí v tlaku	σ _{e,0,d}	0.46	N/mm ²
Pevnost v tlaku	f _{e,0,k}	26.50	N/mm ²
Díličí součinitel spolehlivosti	γ _M	1.250	
Modifikační součinitel	k _{mod}	0.900	
Pevnost v tlaku	f _{e,0,d}	19.08	N/mm ²
Posouzení - N-podíl (tlak)		0.00	≤ 1
Úhel řezu vůči vláknům	α	6.40	°
Moment	M _{y,d}	214.94	kNm
Šířka nosníku	b	0.30	m
Výška nosníku	h	0.70	m
Ohybové napětí	σ _{m,0,d}	8.77	N/mm ²
Pevnost v ohybu	f _{m,y,k}	32.00	N/mm ²

Obr. 13.15: Posouzení únosnosti průřezu v ohybu a tlaku na okraji rovnoběžném s vlákny

Napětí v tlaku $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{82,2 \text{ kN} \cdot 10^3}{2100 \text{ cm}^2 \cdot 10^2} = 0,39 \text{ N/mm}^2$

Posouzení složky N $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 = \left(\frac{0,39}{19,1}\right)^2 = 0,00$

Napětí v ohybu $\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{183,77 \text{ kNm} \cdot 10^6}{24500 \text{ cm}^3 \cdot 10^3} = 7,50 \text{ N/mm}^2$

Pevnost v ohybu $f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{32 \text{ N/mm}^2}{1,250} = 23,04 \text{ N/mm}^2$

Posouzení složky M $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{7,50}{23,04} = 0,33$

Využití $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = 0,00 + 0,33 = 0,33 < 1$

Jednoosý ohyb a tlak na straně náběhu (tlačený okraj)

Největší namáhání je zjištěno na stejném místě X – rovněž v KV 10.

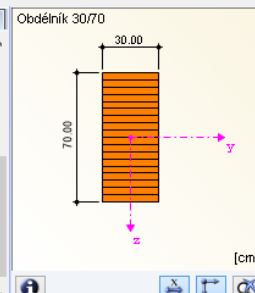
2.2 Posouzení - Vše

Prut č.	Místo X [m]	KV	Využití	Posouzení podle vzorce
1	0.00	KV10	0.05 ≤ 1	102) Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4
1	0.00	KV10	0.65 ≤ 1	111) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
1	3.12	KV10	0.38 ≤ 1	183) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tlak na okraji paralelním s vláknem pod
4	9.89	KV18	0.12 ≤ 1	193) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tlačený okraj) a tlak na straně náběhu p
1	3.12	KV10	0.48 ≤ 1	203) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tlačený okraj) a tlak na straně náběhu p
1	0.00	KV10	0.10 ≤ 1	303) Stabilita - Osový tlak podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
1	2.50	KV10	0.43 ≤ 1	323) Stabilita - Jednoosý ohyb a tlak podle 6.3.2
4	4.16	KV10	0.19 ≤ 1	341) Stabilita - Jednoosý ohyb a tlak podle 6.3.3
1	3.12	KV10	0.97 ≤ 1	361) Stabilita - Posouzení velkého zubového spoje v rámovém rohu podle DIN EN 1995-1-

Max.: 0.97 ≤ 1

Mezivýsledky - X: 3.12 m - KV10: q + s + w(q,l,BB)

	M _{y,d}	214,94	kNm	
Šířka nosníku	b	0.30	m	
Výška nosníku	h	0.70	m	
Ohybové napětí	σ _{m,α,d}	8.77	N/mm ²	Rovn. (6.3)
Pevnost v ohybu	f _{m,y,k}	32.00	N/mm ²	[7]. Tab. 2
Pevnost v ohybu	f _{m,y,d}	23.04	N/mm ²	Rovn. (2.1)
Pevnost v tlaku	f _{c,90,k}	3.00	N/mm ²	[7]. Tab. 2
Pevnost ve smyku	f _{v,k}	3.20	N/mm ²	[7]. Tab. 2
Pevnost ve smyku	f _{v,d}	2.30	N/mm ²	Rovn. (2.1)
Pevnost v tlaku	f _{c,90,d}	2.16	N/mm ²	Rovn. (2.1)
Úhel řezu vůči vláknům	α	6.40	°	
Součinitel	k _{m,α}	0.796		Rovn. (6.4)
Pevnost v ohybu	f _{m,α,d}	18.35	N/mm ²	Rovn. (6.3)
Posouzení - M _y -podíl		0.48		≤ 1 Rovn. (6.3)



Obr. 13.16: Posouzení únosnosti průřezu v ohybu a tlaku na straně náběhu

Napětí v tlaku a v ohybu je stejné jako na okraji rovnoběžném s vláknem (viz výše). Pro posouzení na straně náběhu je rozhodující součinitel k_{m,α}.

Součinitel zohledňující rozložení napětí

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 \cdot f_{v,d}} \cdot \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \cdot \tan^2 \alpha\right)^2}} = 0,796$$

Využití $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,d}} = \left(\frac{0,39}{19,1}\right)^2 + \frac{7,50}{0,796 \cdot 23,04} = 0,41 < 1$

Stabilita při jednoosém ohybu a tlaku podle 6.3.2

Jako rozhodující vychází při ověřování stability posouzení na klopení při jednoosém ohybu okolo osy y daného prutu za působení tlaku.

2.2 Posouzení - Vše					
Prut č.	A	B	C	D	E
	Místo X [m]	KV	Využití		Posouzení podle vzorce
1	0.00	KV10	0.05	≤ 1	102) Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4
1	0.00	KV10	0.65	≤ 1	111) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
1	3.12	KV10	0.38	≤ 1	183) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tlak na okraj paralelním s vláknem podl
4	9.89	KV18	0.12	≤ 1	193) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tažený okraj) a tlak na straně náběhu p
1	3.12	KV10	0.48	≤ 1	203) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tlačený okraj) a tlak na straně náběhu p
1	0.00	KV10	0.10	≤ 1	303) Stabilita - Osový tlak podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
1	2.50	KV10	0.43	≤ 1	323) Stabilita - Jednoosý ohyb a tlak podle 6.3.2
4	4.16	KV10	0.19	≤ 1	341) Stabilita - Jednoosý ohyb a tlak podle 6.3.3
1	3.12	KV10	0.97	≤ 1	361) Stabilita - Posouzení velkého zubovitého spoje v rámovém rohu podle DIN EN 1995-1-

Max.: 0.97 ≤ 1

Obr. 13.17: Posouzení stability

Rozhodující místo $X = 2,496$ m leží u levého sloupu. Vycházíme z následujících vnitřních sil z KV 10:

- Normálová síla $N_d = 82,893$ kN
- Moment $M_{y,d} = 147,55$ kNm

$$\text{Napětí v tlaku} \quad \sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{82,893 \text{ kN} \cdot 10^3}{1900 \text{ cm}^2 \cdot 10^2} = 0,436 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Napětí v ohybu} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{147,55 \text{ kNm} \cdot 10^6}{19845 \text{ cm}^3 \cdot 10^3} = 7,44 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Součinitel vzpěrné délky} \quad \beta_s = \sqrt{4 + \frac{\pi^2 \cdot I_s \cdot s}{3 \cdot h \cdot I_R} + \frac{I_s \cdot N_R \cdot s^2}{I_R \cdot N_s \cdot h^2}} =$$

$$= \sqrt{4 + \frac{\pi^2 \cdot 5,83E+09 \cdot 7683}{3 \cdot 3642 \cdot 4,833E+09} + \frac{5,83E+09 \cdot 77081 \cdot 7683^2}{4,833E+09 \cdot 86124 \cdot 3642^2}} = 4,14$$

$$\text{Štíhlostní poměr} \quad \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{\beta_s \cdot h}{i_y} = \frac{4,14 \cdot 3642}{177,7} = 84,85$$

$$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{i_z} = \frac{3642}{86,6} = 42,05$$

$$\text{Poměrný štíhlostní poměr} \quad \lambda_{rel,c,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{84,85}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{26,5}{11100}} = 1,319$$

$$\lambda_{rel,c,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{42,05}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{26,5}{11100}} = 0,654$$

$$\text{Součinitel} \quad k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2\right) =$$

$$= 0,5 \cdot \left(1 + 0,1 \cdot (1,319 - 0,3) + 1,319^2\right) = 1,42$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2\right) =$$

$$= 0,5 \cdot \left(1 + 0,1 \cdot (0,654 - 0,3) + 0,654^2\right) = 0,732$$

$$\text{Součinitel vzpěrnosti } k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,42 + \sqrt{1,42^2 - 1,319^2}} = 0,514$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{0,732 + \sqrt{0,732^2 - 0,654^2}} = 0,944$$

$$\text{Využití } \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{7,44}{23} + \frac{0,436}{0,514 \cdot 19,1} = 0,368$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} = 0,7 \cdot \frac{7,44}{23} + \frac{0,436}{0,944 \cdot 19,1} = 0,25$$

rozhodující: 0,368 < 1

☐ Posouzení				
Normálová síla (tlak)	N _d	97,58	kN	
Průřezová plocha	A	1890,00	cm ²	
Napětí v tlaku	σ _{c,0,d}	0,52	N/mm ²	Rovn. (6.36)
Délka náhradního prutu	l _{ef,y}	15,01	m	
Délka náhradního prutu	l _{ef,z}	3,64	m	
Poloměr setrvačnosti	i _y	17,77	cm	
Poloměr setrvačnosti	i _z	8,66	cm	
Stupeň štíhlosti	λ _y	84,470		
Stupeň štíhlosti	λ _z	42,051		
Poměrný štíhlostní poměr	λ _{rel,y}	1,314	> 0,3	Rovn. (6.21)
Poměrný štíhlostní poměr	λ _{rel,z}	0,654	> 0,3	Rovn. (6.22)
Součinitel přímosti	β _c	0,100		Rovn. (6.29)
Pomocný součinitel vzpěrnosti	k _y	1,414		Rov. (6.27)
Pomocný součinitel vzpěrnosti	k _z	0,732		Rov. (6.28)
Součinitel vzpěrnosti	k _{c,y}	0,517		Rovn. (6.25)
Součinitel vzpěrnosti	k _{c,z}	0,944		Rovn. (6.26)
Pevnost v tlaku	f _{c,0,k}	26,50	N/mm ²	[7]. Tab.2
Dílčí součinitel spolehlivosti	γ _M	1,250		Tab. 2.3
Modifikační součinitel	k _{mod}	0,900		Tab. 3.1
Pevnost v tlaku	f _{c,0,d}	19,08	N/mm ²	Rovn. (2.14)
Modul pružnosti	E _{0,05}	11100,00	N/mm ²	[7]. Tab.2

Obr. 13.18: Posouzení stability při jednoduchém ohybu a tlaku podle 6.3.2

Posouzení velkého zubovitého spoje podle DIN EN 1995-1-1/NA 2009, NA.11.3

Pro posouzení velkého zubovitého spoje je nejdříve třeba spočítat vzpěrné délky a napětí tak, jak je uvedeno výše. Jako rozhodující se znovu ukazují být vnitřní síly z KV 10.

$$\text{Součinitel vzpěrné délky pro příčel } \beta_R = \beta_S \cdot \sqrt{\frac{I_R \cdot N_S}{I_S \cdot N_R}} \cdot \frac{h}{s}$$

$$4,14 \cdot \sqrt{\frac{4,833E+09}{5,83E+09}} \cdot \frac{3642}{7683} = 1,89$$

$$\text{Štíhlostní poměr } \lambda_{R} = \frac{l_{ef,R}}{i_y} = \frac{\beta_R \cdot s}{i_y} = \frac{1,89 \cdot 7683}{167,1} = 86,9$$

$$\text{Využití} \quad \frac{f_{c,0,d}}{f_{c,\alpha,d}} \cdot \left(\frac{\sigma_{c,0,dS}}{k_{cS} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,dS}}{f_{m,d}} \right) = \frac{17,3}{12,9} \cdot \left(\frac{0,5}{0,557 \cdot 17,3} + \frac{9,4}{20,2} \right) = 0,693$$

$$\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,\alpha,d}} \cdot \left(\frac{\sigma_{c,0,dR}}{k_{cR} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,dR}}{f_{m,d}} \right) = \frac{17,3}{12,9} \cdot \left(\frac{0,5}{0,535 \cdot 17,3} + \frac{9,3}{20,2} \right) = 0,689$$

rozhodující: 0,693 < 1

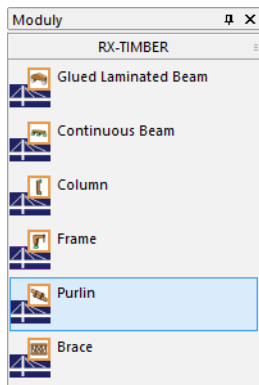
☐ Posouzení			
— Normálová síla ve stojce	N_s	101.49	kN
— Moment ve stojce	M_s	214.95	kNm
— Výška sloupu	h	3.64	m
— Šířka průřezu	b	30.00	cm
— Výška průřezu, strana sloupu	h_s 0,85	61.55	cm
— Moment setrvačnosti na straně s	I_s^*	583018.00	cm ⁴
— Součinitel vzpěmé délky pro slou	β_s^*	4.152	Tab. NA.23
— Štíhlostní poměr pro sloup	λ_{s^*}	85.091	
— Poměrná štíhlost	λ_{rel,cS^*}	1.323	Rovn. (6.21)
— Faktor	β_c	0.100	Rovn. (6.29)
— Součinitel vzpěmosti	k_{s^*}	1.427	Rovn. (6.27)
— Součinitel vzpěmosti	k_{cS^*}	0.510	Rovn. (6.25)
— Normálová síla v příčli	N_r	90.95	kN
— Moment v příčli	M_r	213.18	kNm
— Délka stojky	s	7.68	m
— Výška průřezu, strana příčle	h_r 0,85	0.58	m
— Moment setrvačnosti na straně r	I_r^*	481392.00	cm ⁴
— Součinitel vzpěmé délky pro příč	β_R^*	1.889	Tab. NA.23
— Štíhlostní poměr pro příčel	λ_{R^*}	87.064	
— Poměrná štíhlost	λ_{rel,cR^*}	1.354	Rovn. (6.21)
— Součinitel vzpěmosti	k_{R^*}	1.469	Rovn. (6.27)

Obr. 13.19: Posouzení velkého zubovitého spoje

13.3.3 Další výstupní dialogy

Ostatní výstupní dialogy a možnost vytvoření dokumentace pomocí výstupního protokolu jsou stejné jako u příkladů, kterým jsme se věnovali v kapitolách 10 a 11.

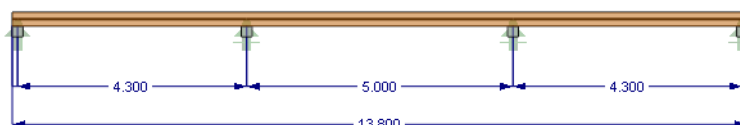
14. Vaznice



V tomto příkladu předkládáme posouzení mezního stavu únosnosti podle ČSN EN 1995-1-1/NA: 2007-09 u sružené vaznice s nepravidelně vzdálenými poli.

Příslušné údaje jsou uloženy v modelu *01.pft* v projektu *Příklady RX-TIMBER*. Model najdeme mezi soubory k programu **Purlin**.

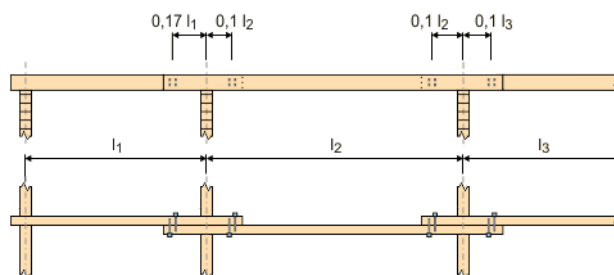
14.1 Konstrukce a zatížení



Obr. 14.1: Konstrukce

Model

Průřez:	b/h = 14/26 cm	
Materiál:	jehličnaté dřevo C24	
Délky polí:	$l_1 = l_3 = 4,30\text{m}$	$l_2 = 5,00\text{m}$
Sklon střechy:	6,0°	
Osa vaznice:	šikmá v rovině střechy	
Spojovací prvky:	hřebíky d = 8 mm, l = 280 mm podle obr. 14.2	



Obr. 14.2: Schéma spojení sružené vaznice

Zatížení

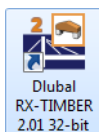
Zatěžovací stav 1: vlastní tíha a konstrukce střechy		$g = 1,53 \text{ kN/m}$	TTZ = stálé
Zatěžovací stav 2: zatížení sněhem	SO II, TK = normální		TTZ = krátkodobé
Zatěžovací stav 3: zatížení větrem	kategorie terénu I		TTZ = krátkodobé

Zatížení sněhem a větrem automaticky vypočítají integrované generátory zatížení.

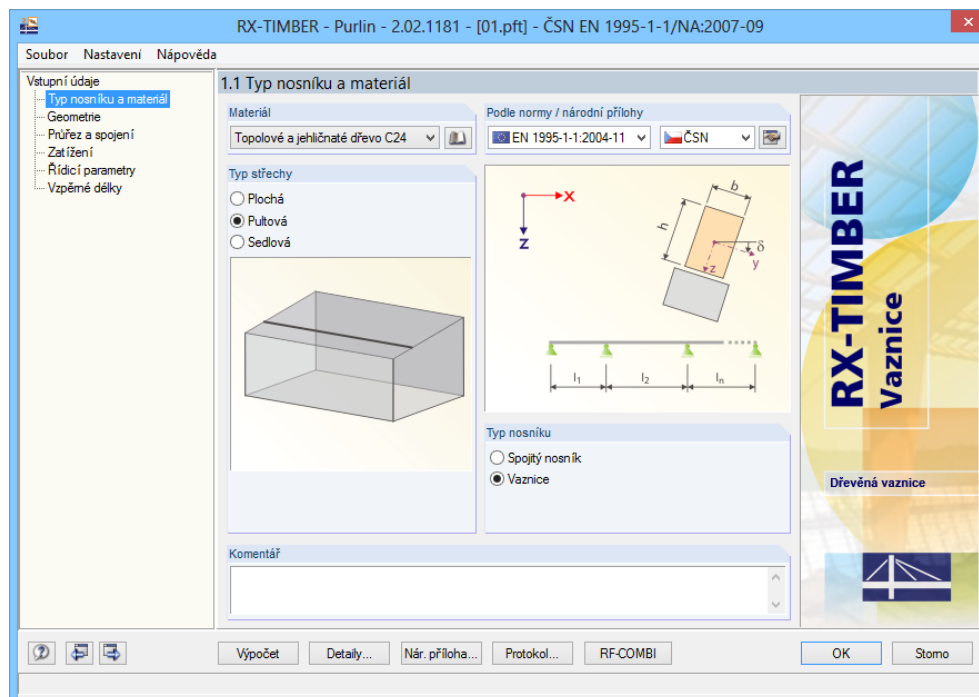
Zatížení se budou skládat do kombinací pro posouzení mezního stavu únosnosti podle EN 1990 a EN 1995 s českou národní přílohou.

14.2 Zadání údajů o modelu

14.2.1 Základní údaje



Program spustíme kliknutím na ikonu **Dlubal RX-TIMBER 2.01** (viz kapitola 3.2, strana 12) a ve správci projektů vybereme program **Purlin**.



Obr. 14.3: Dialog 1.1 Typ nosníku a materiál

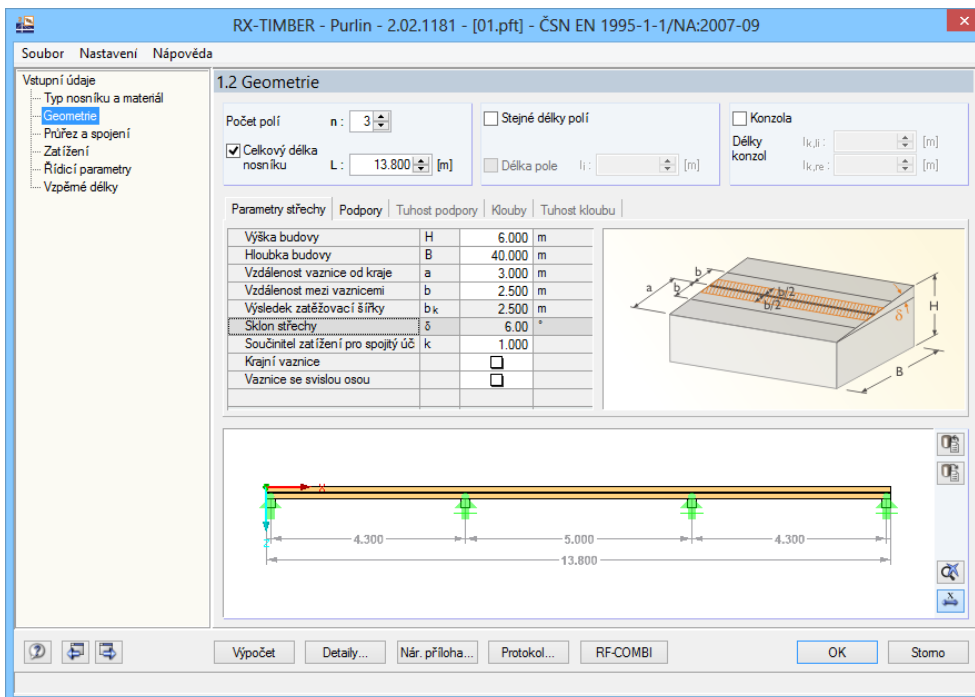
Nejdříve zadáme *materiál*. Vybereme **topolové a jehličnaté dřevo** třídy pevnosti **C24**.

V sekci *Typ střechy* vybereme **pultovou** střechu. Nosník se posoudí podle *normy EN 1995-1-1:2004-11* a **české národní přílohy**.

Jako *typ nosníku* zvolíme **vaznici**. V závislosti na tomto nastavení bude v následujících dialogích možné zadat klouby nebo naopak spoje vaznic.

14.2.2 Geometrie

V druhém vstupním dialogu je třeba stanovit počet polí, jejich délku a dále parametry střechy a podporové podmínky vaznice.



Obr. 14.4: Dialog 1.2 Geometrie, záložka Parametry střechy

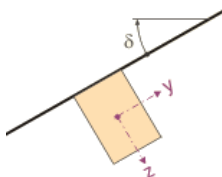
V našem příkladu zadáme následující hodnoty:

- Počet polí n: **3**
- Celková délka L: **13,80 m**

Vzhledem k tomu, že délka jednotlivých polí se liší, zrušíme případné označení políčka *Stejně délky polí*.

V záložce *Parametry střechy* je třeba zadat údaje tak, jak je vidíme na obrázku výše. Osy vaznice jsou přizpůsobeny sklonu střechy **6,0°**. Políčko *Vaznice se svislou osou* proto deaktivujeme.

Ve druhé záložce *Podpory* můžeme stanovit délku polí a šířku podpor.



Podpora č.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Místo X [m]	Délka pole l [m]	Šířka podpory b [cm]	Typ podpory	u _x	u _y	u _z	φ _x	φ _y	φ _z
1	0.100	4.300	20.00	Kloubové	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	4.400	5.000	20.00	Posuvný kloub	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	9.400	4.300	20.00	Posuvný kloub	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	13.700		20.00	Posuvný kloub	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5										
6										
7										

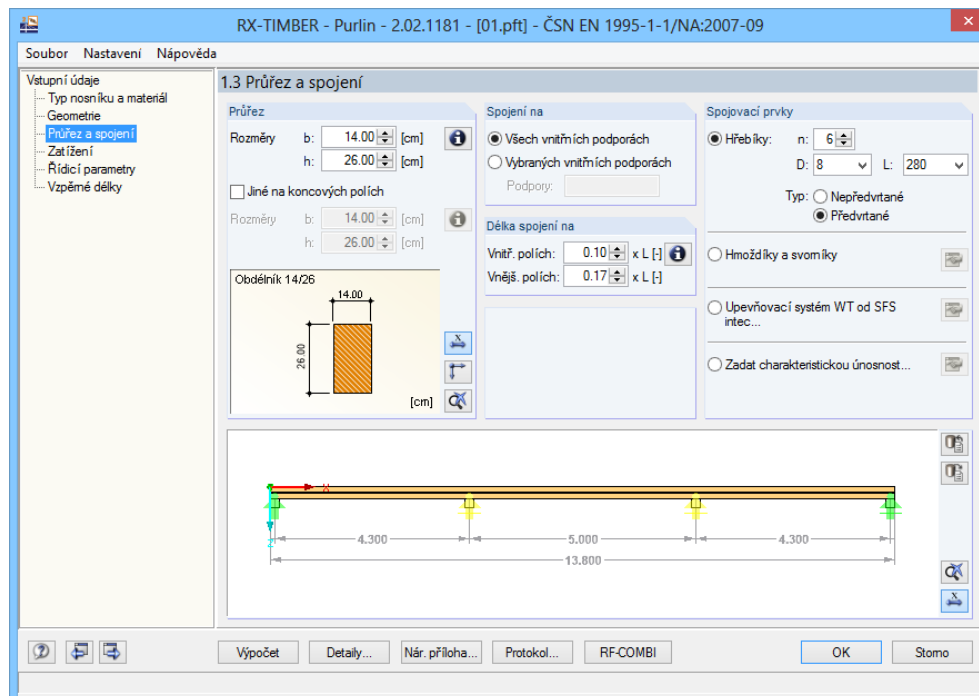
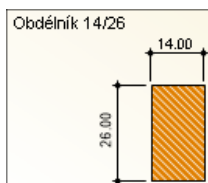
Obr. 14.5: Dialog 1.2 Geometrie, záložka Podpory

Místo X se určí vždy na základě délky polí a šířky podpor, které zadáme tak, jak vidíme na obrázku výše. Na první podpoře je vaznice zajištěna v podélném směru, ostatní podpory jsou klouby posuvné ve směru X.

14.2.3 Průřez a spojení

V dalším dialogu je třeba stanovit rozměry průřezu, spojení a spojovací prvky.

V sekci *Průřez* zadáme rozměry **b = 14 cm** a **h = 26 cm**.



Obr. 14.6: Dialog 1.3 *Průřez a spojení*

Spojení zadáme na **všech vnitřních podporách**.



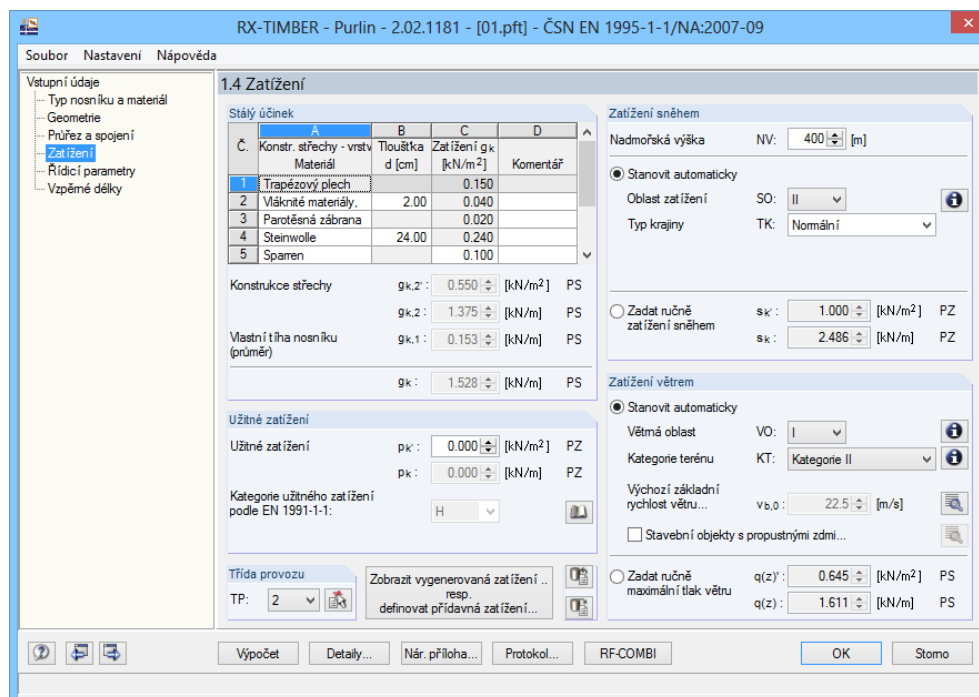
Přednastavenou *délku spojení* ponecháme beze změny. Po kliknutí na tlačítko [Informace] můžeme zkontrolovat schéma spojení vaznic (viz obr. 14.2, strana 149).

Jako *spojovací prvky* vybereme **hřebíky**:

- Počet *n*: **6**
- Průměr *D*: **8 mm**
- Délka *L*: **280 mm**
- *Typ*: **předvrtané**

14.2.4 Zatížení

V tomto dialogu se zadávají různé druhy zatížení.



Obr. 14.7: Dialog 1.4 Zatížení



Stálý účinek definujeme tak, jak vidíme na obrázku výše. Pomocí tlačítka [...] otevřeme databázi materiálů, z níž můžeme materiály rychle vybrat.

V našem příkladu nestanovíme žádné *užitné zatížení*.

V sekci *Zatížení sněhem* nastavíme nadmořskou výšku **400 m** n.m. a poté necháme zatížení *stanovit automaticky*:

- *Oblast zatížení sněhem SO*: **II**
- *Typ krajiny TK*: **normální**

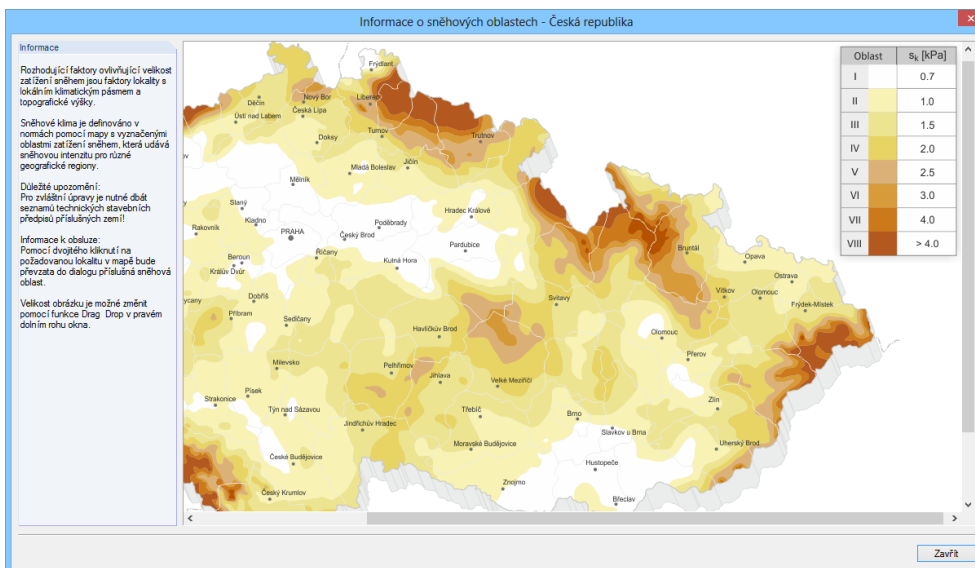


Oblast zatížení sněhem můžeme také po kliknutí na tlačítko [Informace o sněhových oblastech...] vybrat graficky v mapě (viz obr. 14.8).



Zatížení větrem necháme také *stanovit automaticky*. Zadáme pouze **kategorii terénu I**.

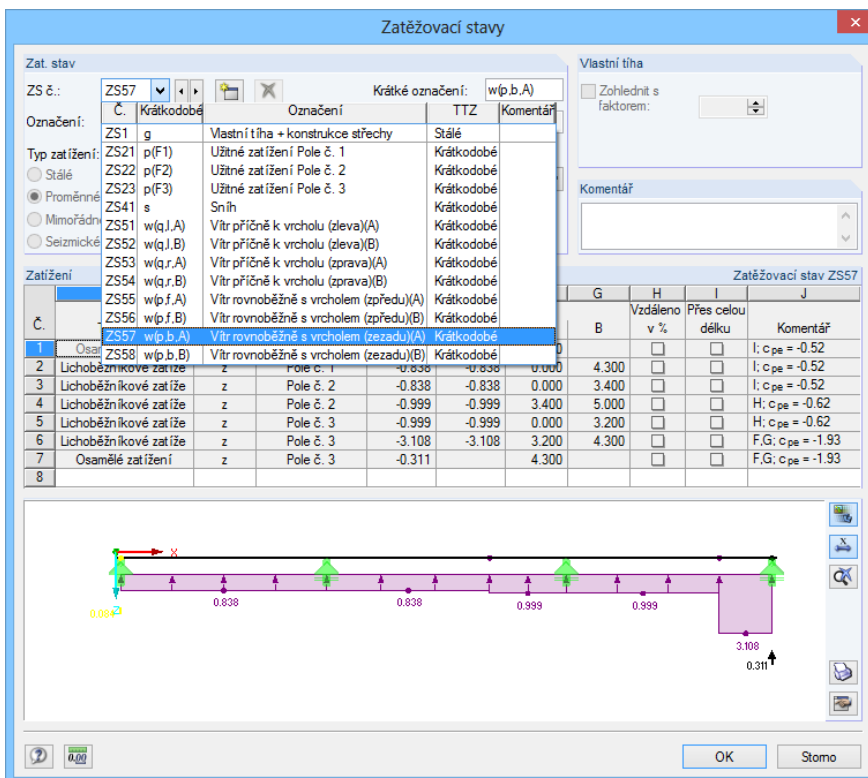
Tlačítkem [Informace o kategoriích terénu...] zobrazíme bližší informace o jednotlivých kategoriích.



Obr. 14.8: Mapa sněhových oblastí pro Českou republiku

Zobrazit vygenerovaná zatížení...
resp.
zadat přídatná zatížení...

Tlačítkem [Zobrazit vygenerovaná zatížení...] otevřeme dialog *Zatěžovací stavy*, abychom si prohlédli vytvořená zatížení.



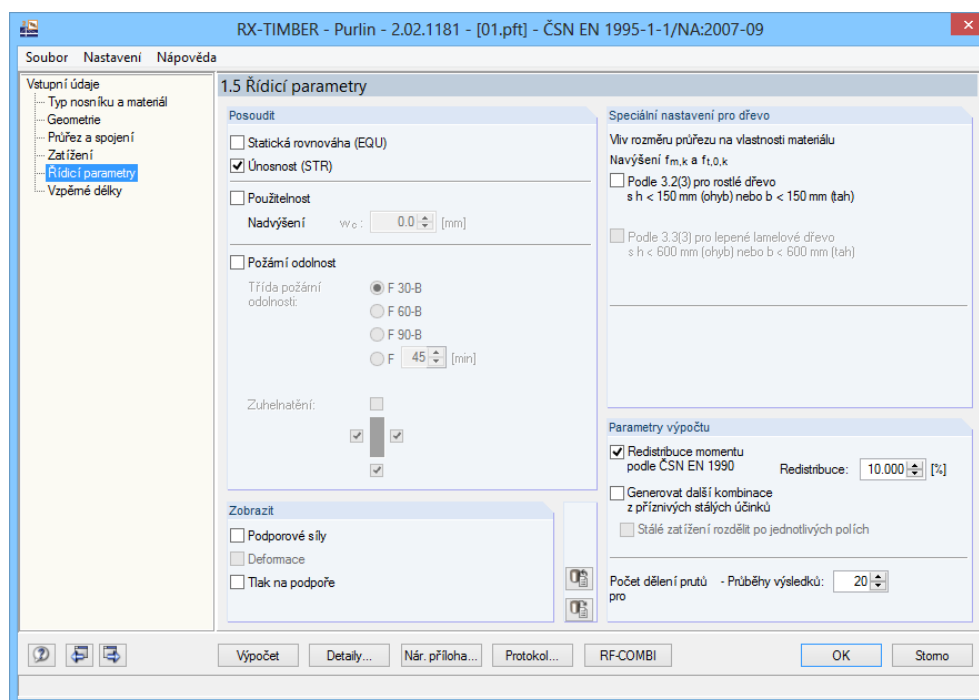
Obr. 14.9: Dialog *Zatěžovací stavy*

14.2.5 Řídicí parametry

V dialogu 1.5 *Řídicí parametry* stanovíme, že se má provést pouze posouzení mezního stavu **únosnosti** (posouzení mezního stavu použitelnosti popisujeme v kapitole 11.4.4 na straně 121).

V sekci *Parametry výpočtu* je třeba aktivovat **redistribuci momentů** podle ČSN EN 1990. Hodnotu, která je zde nastavena na **10%**, ponecháme beze změny.

V poli *Počet dělení prutů* zadáme **20**.

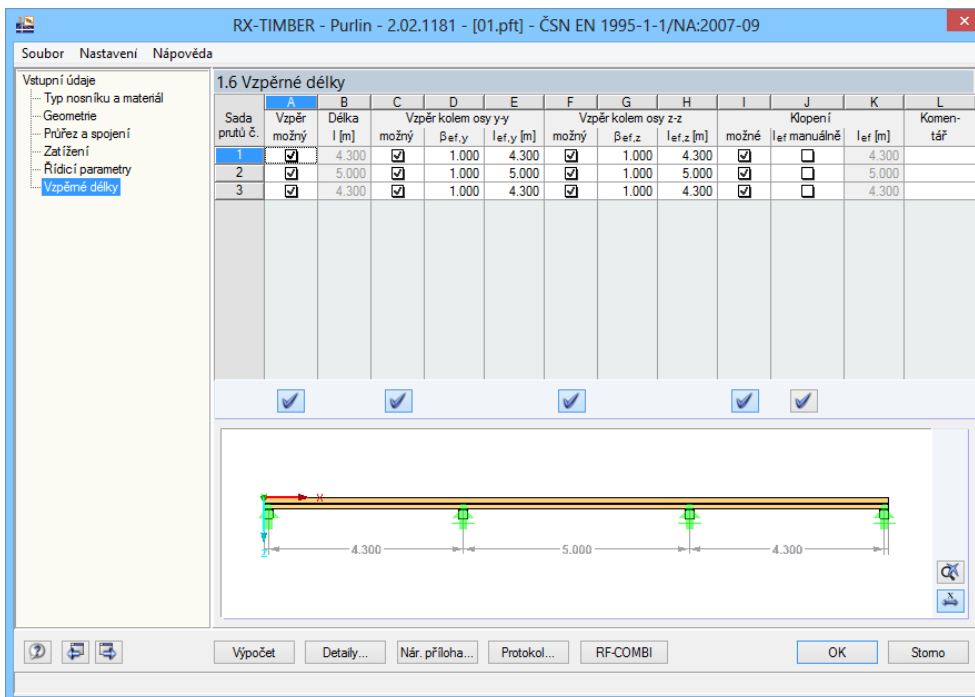


Obr. 14.10: Dialog 1.5 *Řídicí parametry*

Tlačítkem [Nár. příloha...] otevřeme dialog *Parametry národní přílohy*, v němž můžeme překontrolovat dílčí součinitele spolehlivosti a modifikační součinitele podle ČSN EN 1995-1-1. Tyto součinitele můžeme převzít beze změny.

14.2.6 Vzpěrné délky

V našem příkladu bude součinitel β **1,0**, čímž jsme na straně bezpečnosti. Hodnoty nastaví program automaticky, a tak v tomto dialogu nemusíme zadávat žádné údaje.

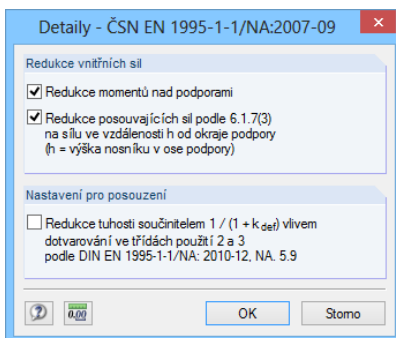


Obr. 14.11: Dialog 1.6 Vzpěrné délky

14.2.7 Detaily

Detaily...

V dialogu *Detaily*, který otevřeme stejnojmenným tlačítkem, lze zadat některé specifické údaje pro posouzení.



Obr. 14.12: Dialog Detaily

V tomto dialogu aktivujeme *redukcí momentů nad podporami* i *redukcí posouvajících sil*.

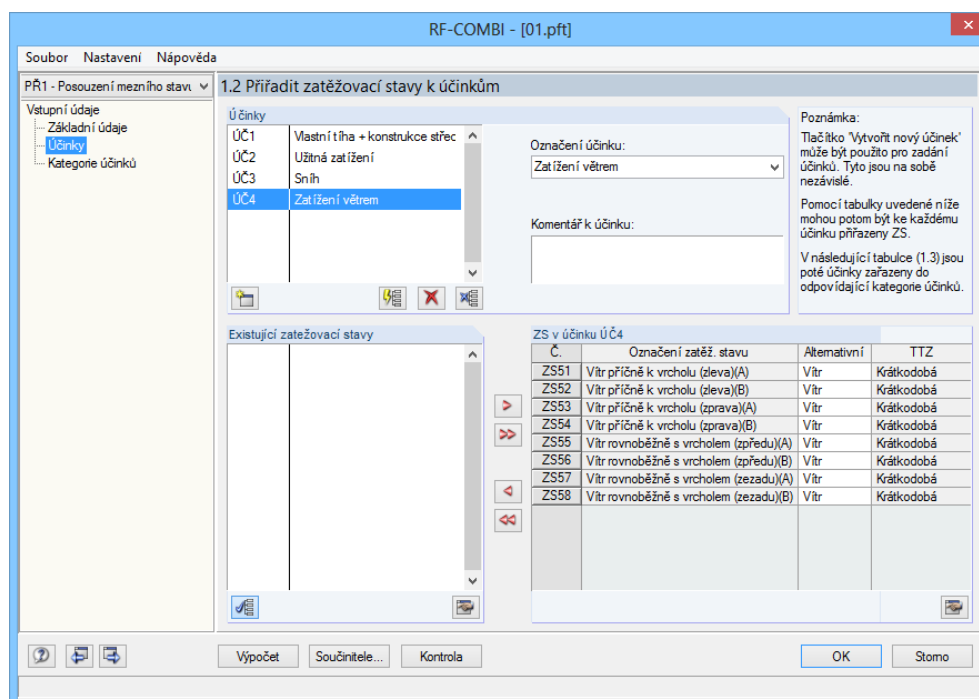
RF-KOMBI

14.2.8 Modul RF-COMBI

Tlačítkem [RF-COMBI] otevřeme modul RF-COMBI, který je integrován do programu RX-TIMBER. V něm si můžeme prohlédnout kombinace, které se vytváří na pozadí podle norem EN 1990 a EN 1995. Zatěžovací stavy se do kombinací skládají automaticky, a proto zpravidla není nutné tento modul otvírat.

My se nyní podíváme do dialogu 1.2, v němž se zatěžovací stavy přiřazují k účinkům. Pro tento relativně jednoduchý příklad se účinky a příslušné třídy trvání zatížení automaticky správně vytvoří.

Účinek ÚČ4 *Zatížení větrem* zahrnuje zatěžovací stavy 51 až 58, jejichž působení je alternativní. Nastavena je třída trvání zatížení *krátkodobá*.



Obr. 14.13: RF-COMBI, dialog 1.2: *Přiřadit zatěžovací stavy k účinkům*

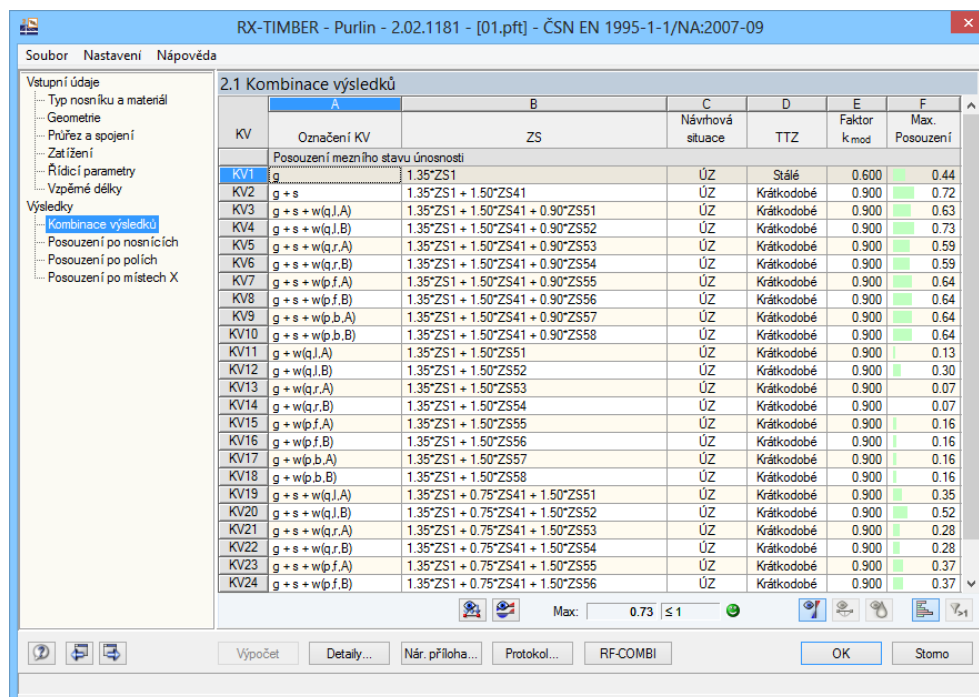
Pokud chceme využít všech možností, které nám RF-COMBI nabízí, pak odkazujeme na manuál k tomuto modulu. K dispozici je na našich webových stránkách www.dlupal.cz. Kliknutím na tlačítko [OK] se vrátíme do programu *Purlin*.

14.3 Výsledky

14.3.1 Kombinace výsledků

Výpočet

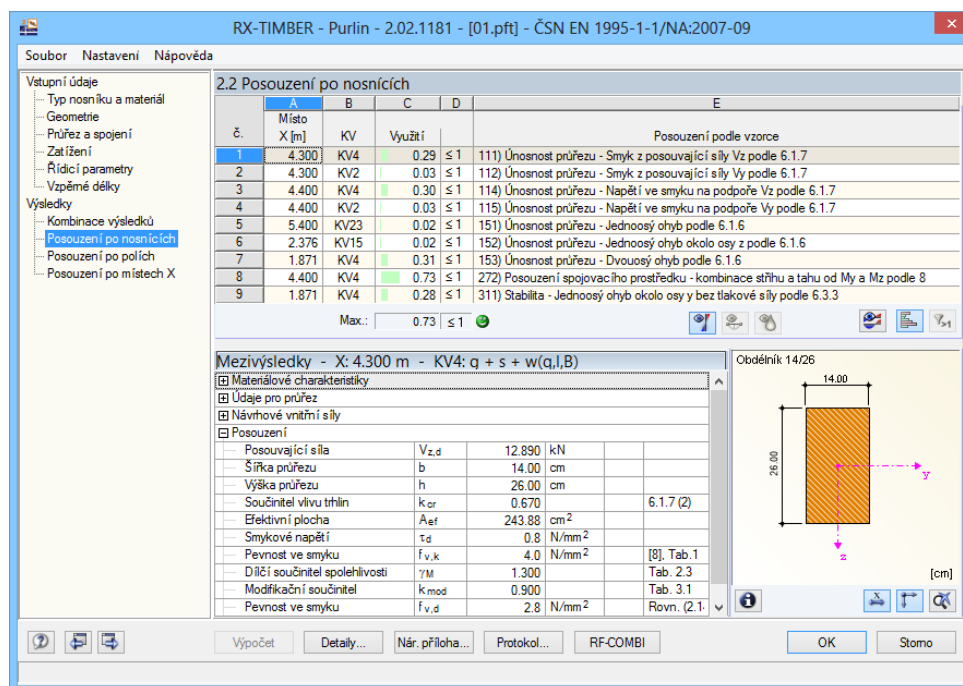
Po skončení výpočtu, který spustíme tlačítkem [Výpočet], se v dialogu 2.1 zobrazí posouzení všech kombinací pro mezní stav únosnosti s příslušným údajem o využití.



Obr. 14.14: Dialog 2.1 Kombinace výsledků

14.3.2 Posouzení mezního stavu únosnosti

Dialog 2.2 Posouzení po nosnících obsahuje seznam rozhodujících posouzení dané vaznice.



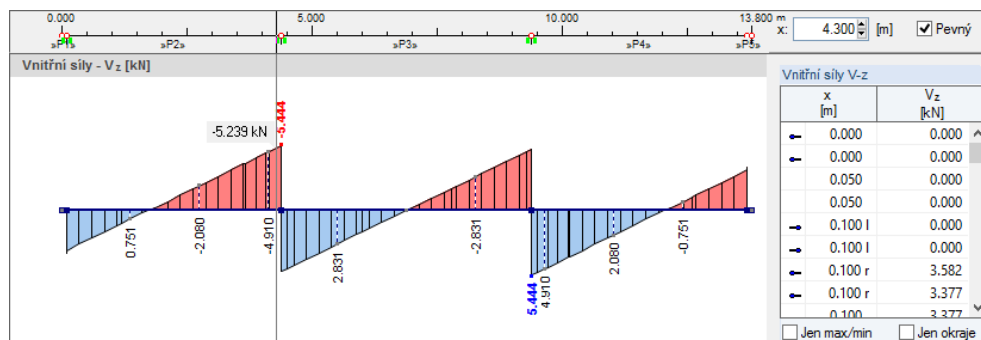
Obr. 14.15: Dialog 2.2 Posouzení po nosnících

Zobrazení všech součinitelů a návrhových vnitřních sil je s tabulkou interaktivní: pokud klikneme na určité posouzení v tabulce v horní části dialogu, můžeme si v sekci v dolní části dialogu prohlédnout příslušné *mezivýsledky* a hodnoty daného posouzení.

Výsledky posouzení v programu RX-TIMBER ověříme ručním výpočtem.

Smyk od posouvající síly V_z podle 6.1.7

Maximální posouvající síla 13,41 kN působí na vnitřních podporách v KV 4.



Obr. 14.16: Průběh posouvající síly V_z v KV4

Je-li šířka podpory 20 cm, redukuje se návrhová posouvající síla na 12,9 kN na okraji podpory.

$$\text{Napětí ve smyku} \quad \tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h} = 1,5 \cdot \frac{12,9 \text{ kN}}{9,6 \text{ cm} \cdot 26 \text{ cm}} = 0,078 \text{ kN/cm}^2 = 0,78 \text{ N/mm}^2$$

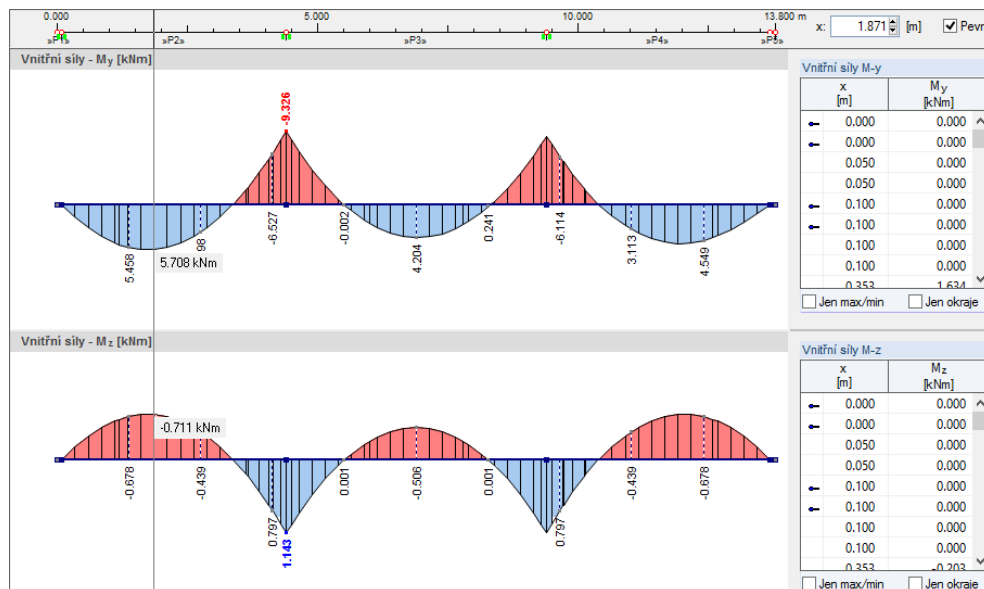
$$\text{příčměž} \quad b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 14 \text{ cm} = 9,6 \text{ cm}$$

$$\text{Pevnost ve smyku} \quad f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 4 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 2,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Využití} \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,78}{2,77} = 0,28 < 1$$

Dvouosý ohyb podle 6.1.6

Nejvíce je namáhán v ohybu střed prvního pole – rovněž v KV 4. Na následujícím obrázku jsou znázorněny průběhy výsledků s původními spočtenými hodnotami i s upravenými hodnotami v případě redistribuce momentů.



Obr. 14.17: Průběh momentů M_y a M_z v KV 4 s původními i upravenými hodnotami

Napětí v ohybu $\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{7,269 \text{ kNm} \cdot 10^6}{1577 \text{ cm}^3 \cdot 10^3} = 4,61 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,d}}{W_z} = \frac{0,758 \text{ kNm} \cdot 10^6}{849,3 \text{ cm}^3 \cdot 10^3} = 0,89 \text{ N/mm}^2$

Pevnost v ohybu $f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{24 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 16,6 \text{ N/mm}^2$

Využití $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{4,61}{16,6} + 0,7 \cdot \frac{0,89}{16,6} = 0,315$

$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = 0,7 \cdot \frac{4,61}{16,6} + \frac{0,89}{16,6} = 0,248$

rozhodující: $0,315 < 1$

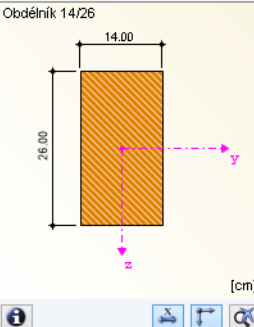
2.2 Posouzení po nosnících

č.	A Místo X [m]	B KV	C Využití	D	E Posouzení podle vzorce
1	4.300	KV4	0.29 ≤ 1		111) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
2	4.300	KV2	0.03 ≤ 1		112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vy podle 6.1.7
3	4.400	KV4	0.30 ≤ 1		114) Únosnost průřezu - Napětí ve smyku na podpoře Vz podle 6.1.7
4	4.400	KV2	0.03 ≤ 1		115) Únosnost průřezu - Napětí ve smyku na podpoře Vy podle 6.1.7
5	5.400	KV23	0.02 ≤ 1		151) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb podle 6.1.6
6	2.376	KV15	0.02 ≤ 1		152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6
7	1.871	KV4	0.31 ≤ 1		153) Únosnost průřezu - Dvouosý ohyb podle 6.1.6
8	4.400	KV4	0.73 ≤ 1		272) Posouzení spojovacího prostředku - kombinace stříhu a tahu od My a Mz podle 8

Max.: 0.73 ≤ 1

Mezivýsledky - X: 1.871 m - KV4: q + s + w(q,l,B)

Moment	M _{y,d}	7.251	kNm	
Moment	M _{z,d}	0.758	kNm	
Průřezový modul	W _y	1577.33	cm ³	
Průřezový modul	W _z	849.33	cm ³	
Napětí v ohybu	σ _{m,y,d}	4.6	N/mm ²	
Napětí v ohybu	σ _{m,z,d}	0.9	N/mm ²	
Pevnost v ohybu	f _{m,y,k}	24.0	N/mm ²	[8], Tab. 1
Pevnost v ohybu	f _{m,z,k}	24.0	N/mm ²	[8], Tab. 1
Díleč součinitel spolehlivosti	γ _M	1.300		Tab. 2.3
Modifikační součinitel	k _{mod}	0.900		Tab. 3.1
Pevnost v ohybu	f _{m,y,d}	16.6	N/mm ²	Rovn. (2.1)
Pevnost v ohybu	f _{m,z,d}	16.6	N/mm ²	Rovn. (2.1)
Redukční součinitel	k _m	0.700		6.1.6
Posouzení 1	η ₁	0.31		≤ 1 Rovn. (6.1)
Posouzení 2	η ₂	0.25		≤ 1 Rovn. (6.1)



Obr. 14.18: Posouzení na dvouosý ohyb

Spojovací prostředky při kombinaci stříhu a tahu od M_y a M_z podle 8

Spojovací prostředky je třeba posoudit na obou stranách spoje. RX-TIMBER zjistil maximální využití na pravé straně první mezilehlé podpory. Rozhodující jsou opět vnitřní síly v KV 4.

Posouzení				
Levá strana				
Návrhový moment	M _{y,r}	-4.162	kNm	
Návrhový moment	M _{z,r}	0.435	kNm	
Vzdálenost spojení - podpora	u ₁	0.731	m	
Návrhová síla ve spoji	K _{z,l}	5.694	kN	
Návrhová síla ve spoji	K _{y,l}	0.595	kN	
Spojení				
Typ	Hřebíky			
Průměr	D	8.0	mm	
Délka	L	280.0	mm	
Typ otvoru	Předvrta			
Počet	n	6		
Charakteristická odolnost	F _{v,z,Rk}	28.405	kN	
Charakteristická odolnost	F _{v,y,Rk}	13.171	kN	
Modifikační součinitel	k _{mod}	0.900		Tab. 3.1
Díleč součinitel spolehlivosti	γ _M	1.300		Tab. 2.3
Návrhová odolnost	F _{v,z,Rd}	19.665	kN	
Návrhová odolnost	F _{v,y,Rd}	9.119	kN	
Posouzení - levá strana		0.35		≤ 1
Pravá strana				
Návrhový moment	M _{y,l}	-5.844	kNm	

Obr. 14.19: Posouzení spojovacích prostředků

Pravá strana

$$\text{Návrhová síla ve spojích} \quad K_{z,d} = \frac{M_{y,d}}{u} = \frac{5,46 \text{ kNm}}{0,5 \text{ m}} = 10,92 \text{ kN}$$

$$K_{y,d} = \frac{M_{z,d}}{u} = \frac{0,61 \text{ kNm}}{0,5 \text{ m}} = 1,22 \text{ kN}$$

$$\text{Únosnost ve stříhu} \quad F_{v,z,Rk} = n_{ef} \cdot F_{v,Rk} = 6 \cdot 4,734 \text{ kN} = 28,41 \text{ kN}$$

$$F_{v,y,Rk} = n_{ef} \cdot F_{ax,Rk} = 6 \cdot 2,195 \text{ kN} = 13,17 \text{ kN}$$

Únosnost jednoho stříhu jednoho hřebíku podle rovnice (8.6) s rozhodující podmínkou (f) (příspěvek od účinku sepnutí spoje se v programu RX-TIMBER neuvažuje)

$$F_{v,Rk} = 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} =$$

$$= 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 40115 \cdot 26,40 \cdot 8 \cdot 10^{-3}} = 4,734 \text{ kN}$$

Únosnost na vytažení hřebíku podle rovnice (8.23) s rozhodující podmínkou (b)

$$F_{ax,Rk} = f_{head,k} \cdot d_h^2 = 8,58 \cdot 16^2 \cdot 10^{-3} = 2,195 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost ve stříhu pro namáhání kolmo k ose hřebíku

$$F_{v,z,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,z,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{28,41 \text{ kN}}{1,3} = 19,67 \text{ kN}$$

$$F_{v,y,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,y,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{13,17 \text{ kN}}{1,3} = 9,12 \text{ kN}$$

$$\text{Využití} \quad \frac{K_{z,d}}{F_{v,z,d}} + \frac{K_{y,d}}{F_{v,y,d}} = \frac{10,92}{19,67} + \frac{1,22}{9,12} = 0,69 < 1$$

Ověření stability při jednoosém ohybu bez působení tlakové síly podle 6.3.3

Posouzení na klopení se provede pro jednoosý ohyb okolo osy y.

Rozhodujícím místem je stejně jako v případě dvouosého ohybu střed prvního pole. Napětí v ohybu v místě $X = 1,871 \text{ m}$ činí $4,6 \text{ N/mm}^2$ (viz strana 160).

$$\text{Poměrný štíhlostní poměr} \quad \lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot I_{ef}}} \cdot E_{0,05} = \sqrt{\frac{0,78 \cdot 140^2}{260 \cdot 4300}} \cdot 7400 = 0,487$$

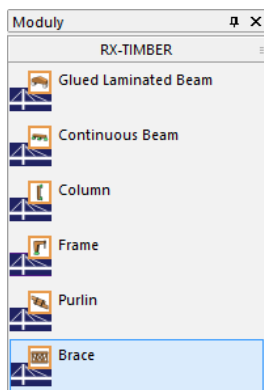
$$\text{Součinitel klopení} \quad k_{crit} = 1,0$$

$$\text{Využití} \quad \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{4,61}{1,0 \cdot 16,6} = 0,278 < 1$$

14.3.3 Další výstupní dialogy

Ostatní výstupní dialogy a možnost vytvoření dokumentace pomocí výstupního protokolu jsou stejné jako u příkladů, kterým jsme se věnovali v kapitolách 10 a 11.

15. Ztužidlo

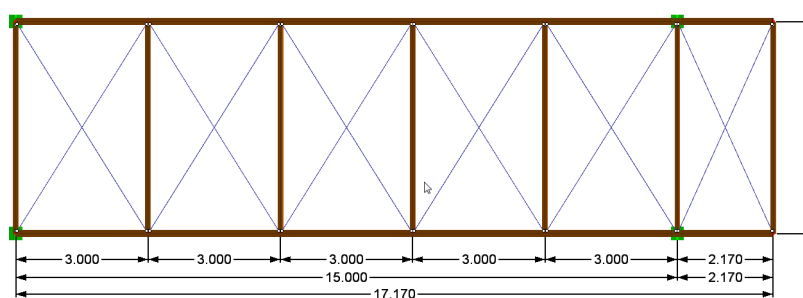


Také program **RX-TIMBER Brace** si předvedeme na určitém příkladu. Vycházet přitom budeme z nosníku proměnného průřezu z kapitoly 10.2, který zpevníme ztužidlem.

Příslušné údaje jsou uloženy v modelu *01.vrb* pod projektem *Příklady RX-TIMBER*. Model najdeme mezi soubory k programu **Brace**.

Krátká konzola na pravé straně daného vazníku se konstrukčně vyztuží okapovou fošnou a působící zatížení se přeneso přímo do podpory.

15.1 Konstrukce a zatížení



Obr. 15.1: Konstrukce

Model

	Průřezy	Materiál
Horní / dolní pás	20/39 cm	GL 24c
Svislice	12/12 cm	C 24
Diagonály	Kruhová ocel 20 mm	S 235

(Upozornění: v případě pásu jsme použili poloviční výšku průřezu na podpoře.)

Tvar střechy: pultová střecha s konzolami

Rozměry budovy

Výška: 6,0 m
Hloubka: 40,0 m

Geometrie

Šířka ztužidla: 4,8 m
Délka: 15,0 m
Sklon střechy: 5,0°
Délka levé konzoly: 0 m
Délka pravé konzoly: 2,17 m
Délka vnitřního pole: 3,0 m (půdorysná)
Počet polí: 5

Zatížení

Příslušné **náhradní zatížení** převezmeme přímo z modelu nosníku proměnného průřezu *08.gl*, který je uložen mezi příklady k programu *RX-TIMBER Glued Laminated Beam*.

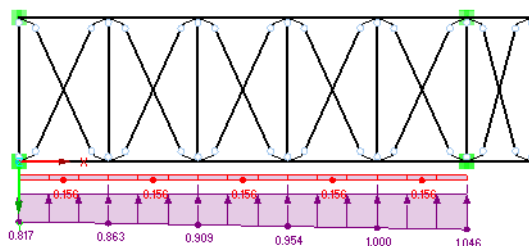
Zatěžovací stav 1: vlastní tíha a konstrukce střechy $q_g = 0,08 \text{ kN/m}$ TTZ = stálé

Zatěžovací stav 41: sníh $q_s = 0,04 \text{ kN/m}$ TTZ = krátkodobé

Zatěžovací stav 55: vítr rovnoběžně s vrcholem (A) $q_{w(p,A)} = 0,04 \text{ kN/m}$ TTZ = krátkodobé

Zatěžovací stav 56: vítr rovnoběžně s vrcholem (B) $q_{w(p,B)} = 0,03 \text{ kN/m}$ TTZ = krátkodobé

Výpočet zatížení větrem provede automaticky integrovaný generátor zatížení. Zatížení větrem se přitom uvažuje pouze na vnitřním poli ztužidla; jsme tak na straně bezpečnosti.



Obr. 15.2: Zatížení větrem pouze na vnitřním poli



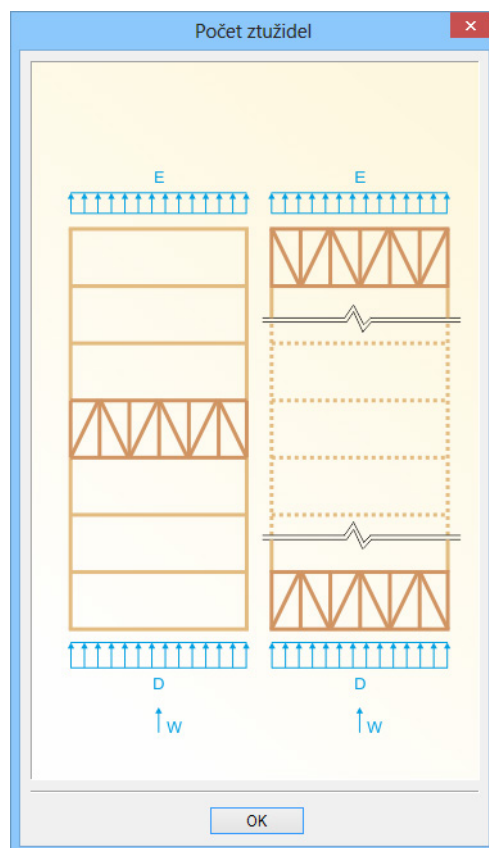
Na horním pásu ztužidla je na levé straně uvažována pevné podpora a na pravé straně podpora posuvná ve směru osy x. Horní pás ztužidla takto podepřený směřuje dovnitř objektu. Dolní pás je podepřen posuvně ve směru os x, y a je na straně štítu objektu.

Zatěžovací stavy jsou rozděleny podle způsobu působení zatížení na objekt. Pokud zatížení působí ve směru osy y (sání na štít objektu), jsou zatěžovací stavy označeny číslem do 100, např. ZS 56 - Vítr rovnoběžně s vrcholem. Pokud zatížení působí proti kladnému směru osy y (tlak na štít objektu), přidá se zatěžovacímu stavu před číslo označení jednička, např. ZS 155 - Vítr rovnoběžně s vrcholem.



Pokud v sekci Počet ztužidel označíme volbu Více než jedno (dialog 1.7 Zatížení), bude se zatížení štítu tlakem větru stejně jako sáním větru uvažovat vždy samostatně na předním, resp. zadním ztužidlu. Pokud nebude volba Více než jedno vybrána, bude zatížení konstrukce od sání i tlaku větru působit současně na jedno ztužidlo.

Do zatěžovacích stavů Vítr rovnoběžně s vrcholem je přidáno stabilizující zatížení (stabilizující zatížení pro 1 nosník podle EN 1995-1-1, rovnice (9.37)). Toto zatížení působí vždy ve shodném směru jako zatížení větrem v daném zatěžovacím stavu.

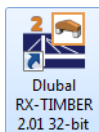


Obr. 15.3: Počet ztužidel

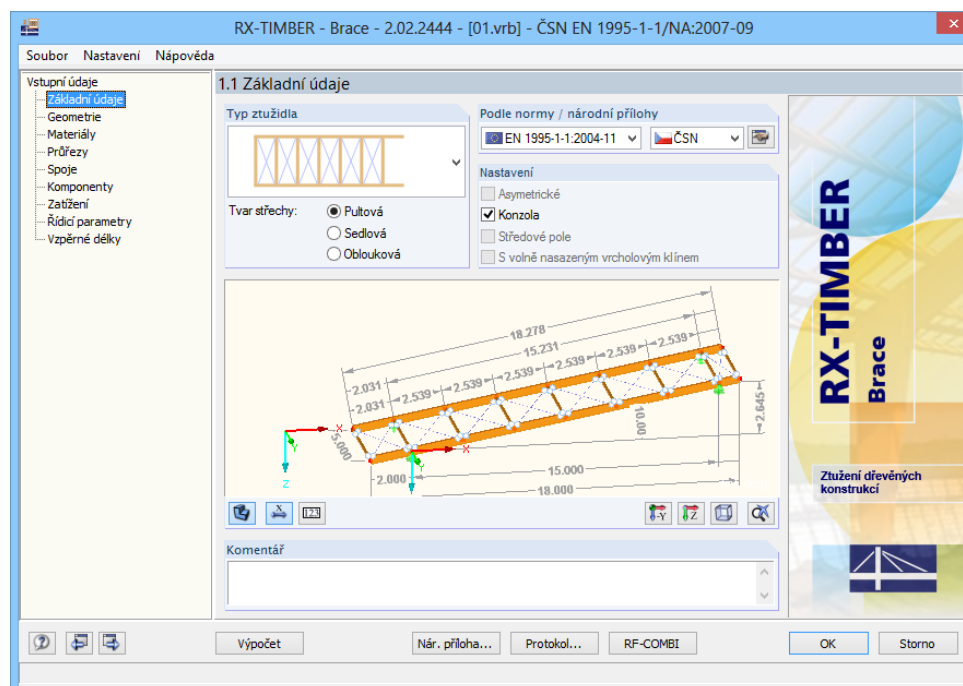
Podobně se i u ostatních zatěžovacích stavů vytvoří automaticky stejné zatěžovací stavy s opačným směrem působení. Právě v případě vypadávajících ocelových diagonál může mít jiný směr zatížení za určitých okolností i kladný účinek.

15.2 Zadání údajů o modelu

15.2.1 Základní údaje



Program spustíme kliknutím na ikonu **Dlubal RX-TIMBER 2.01** (viz kapitola 3.2, strana 12) a ve správci projektů vybereme program **Brace**.



Obr. 15.4: Dialog 1.1 Základní údaje

Pro střechu vybereme tvar **pultová střecha s konzolami**.

Nosník budeme posuzovat podle **EN 1995-1-1**.



Tlačítkem [Upravit parametry normy...] otevřeme dialog *Parametry národní přílohy*, v kterém můžeme zkontrolovat nastavení podle vybrané normy (viz následující obrázek).

Parametry národní přílohy - ČSN EN 1995-1-1/NA:2007-09

Obecné | Ostatní | Použité normy

Dílčí součinitele spolehlivosti podle 2.4.1

SP : Stálá a přechodná návrhová situace

- Masivní dřevo γ_M : 1.300
- Lepené lamelové dřevo γ_M : 1.250

MM : Mimořádná návrhová situace

- γ_M : 1.000

Dílčí součinitele spolehlivosti podle EN 1995-1-2, 2.3

Pro požár dřeva $\gamma_{M,fi}$: 1.000

Modifikační součinitel k-mod podle tabulky 3.1

TTZ	Třída provozu		
	1	2	3
- Stálé:	0.600	0.600	0.500
- Dlouhodobé:	0.700	0.700	0.550
- Střední:	0.800	0.800	0.650
- Krátkodobé:	0.900	0.900	0.700
- Okamžikové:	1.100	1.100	0.900

Údaje pro požární odolnost podle EN 1995-1-2, 2.3, tabulka 3.1 a 4.2.2

	Jehličnaté dřevo	Lepené lamelové	Listnaté dřevo
Rychlost	β_n : 0.80	0.70	0.55 [mm/min]
Zvýšené	d_0 : 7.00	7.00	7.00 [mm]
Součinitel	k_{fi} : 1.250	1.150	1.250

Mezní hodnoty deformací

- Charakteristická (méně častá) návrhová situace podle 7.2

Oboustranně podepřené Převislé

PC : $w_{inst} \leq l / 1000 \leq l_k / 500$

- STR: Deformace pro návrhové hodnoty podle 9.2.5

ÚM : $w_{inst,d} \leq l / 500 \leq l_k / 250$

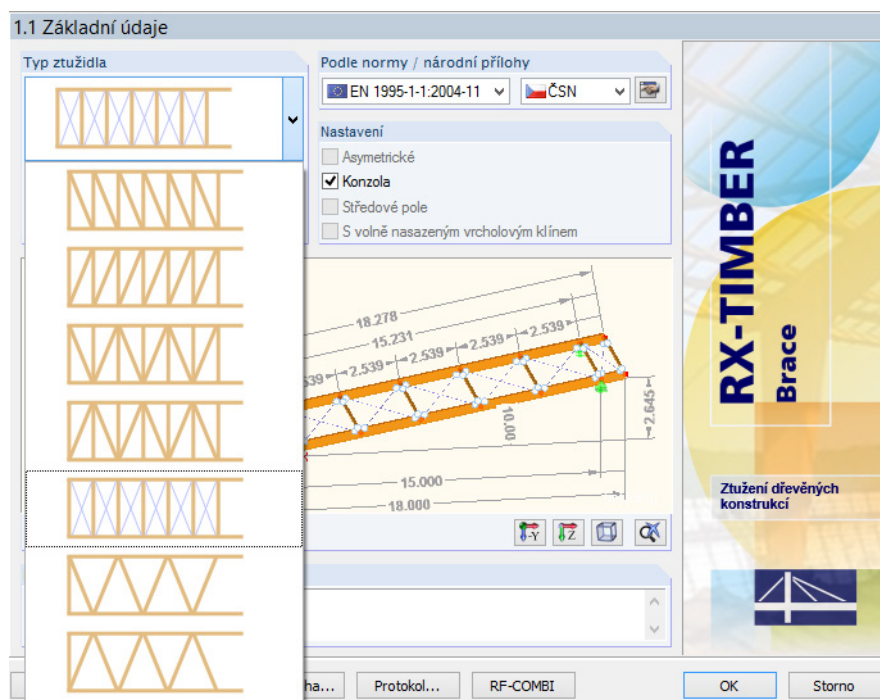
OK Storno

Obr. 15.5: Dialog Parametry národní přílohy - ČSN EN 1995-1-1

Podle čl. 9.2.5 normy EN 1995-1-1 je třeba provést posouzení deformace ztužidel i v případě posouzení mezního stavu únosnosti. Pokud se nepostupuje přesněji, je deformace omezena hodnotou **l/500**.

Pro posouzení na mezní stav použitelnosti je vodorovná deformace omezena hodnotou l/1000. Při obvyklém nastavení mezní hodnoty deformace na l/1000 mohou nastat případy, kdy bude posouzení na mezní stav použitelnosti rozhodující.

Uživatel má být ušetřen příliš vysokého počtu kombinací, proto se při výpočtu podle čl. 2.2.3(1) vychází z charakteristické návrhové situace, kdy se uvažují veškerá zatížení.



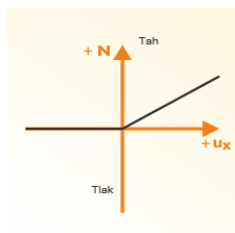
Obr. 15.6: Dialog 1.1 Základní údaje, výběr typu ztužidla

Typ ztužidla můžeme vybrat z rozbalovacího seznamu.

Zvolit můžeme také ocelová táhla. Tato materiálová nelinearita vyžaduje nelineární výpočet. Pro daný typ ztužidla se tak automaticky vytvoří kombinace zatížení. Výpočet ale přitom dále probíhá podle teorie prvního řádu.

Při nelineárním výpočtu se zohledňuje ztráta účinnosti tahového prutu v konstrukci, pokud v něm působí tlaková síla. V dalších iteracích se pak model počítá bez daného tahového prutu.

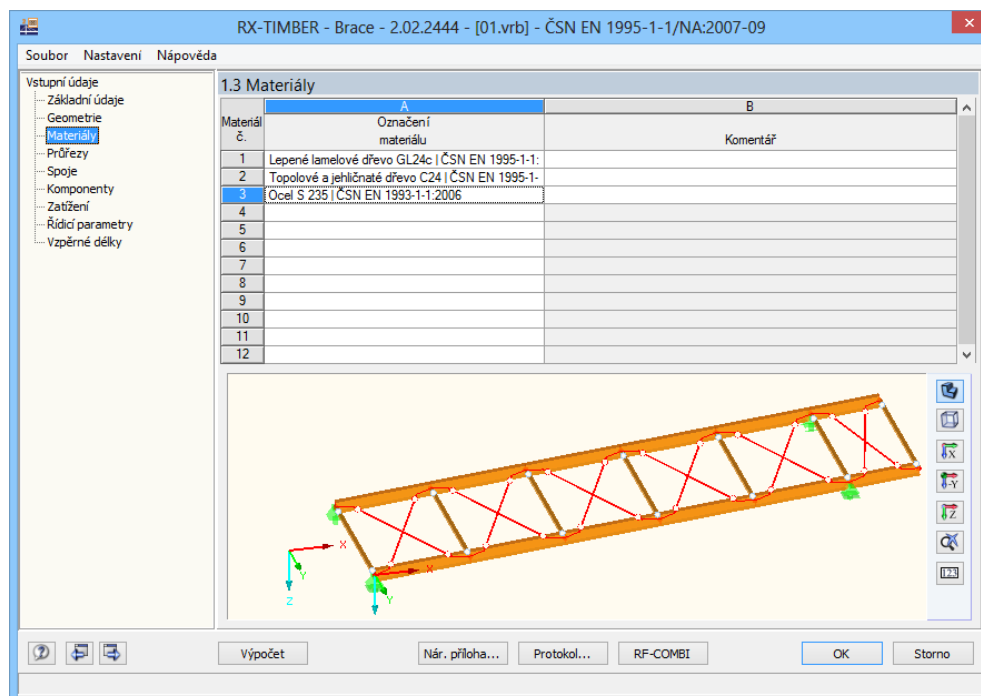
Vzhledem k tomu, že ocelová táhla mohou přenášet také ohybové momenty vně roviny, jedná se v jejich případě přesně vzato o nosník s nelinearitou „neúčinnost v tlaku“.



Obr. 15.7: Neúčinnost v tlaku

15.2.3 Materiály

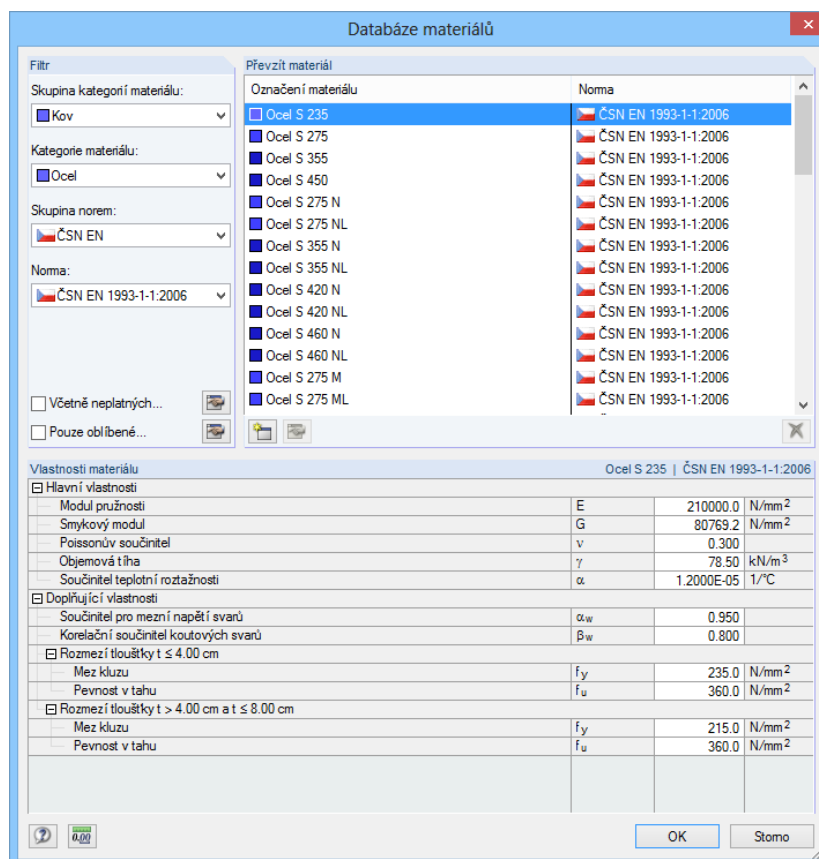
V dialogu 1.3 se stanoví použité materiály. Vzhledem k tomu, že u ztužidel se vedle dřeva často používá ocel, máme v tomto programu k dispozici celou škálu ocelových materiálů.



Obr. 15.10: Dialog 1.3 Materiály



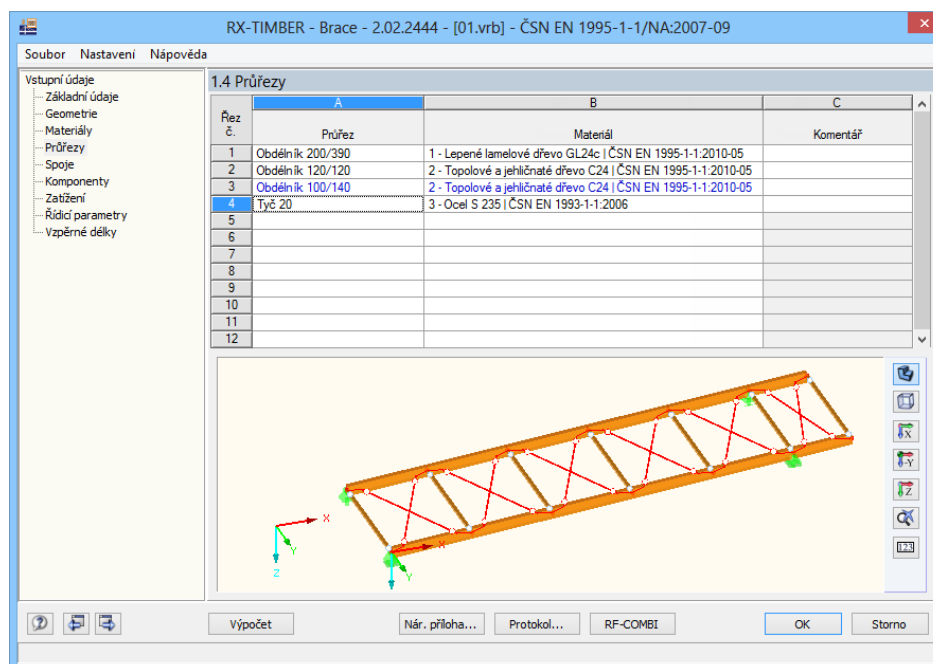
Pokud klikneme na tlačítko [...] na konci zadávacího políčka, otevře se nám databáze materiálů, z níž lze vybírat konkrétní materiály nebo do které může uživatel ukládat další materiály.



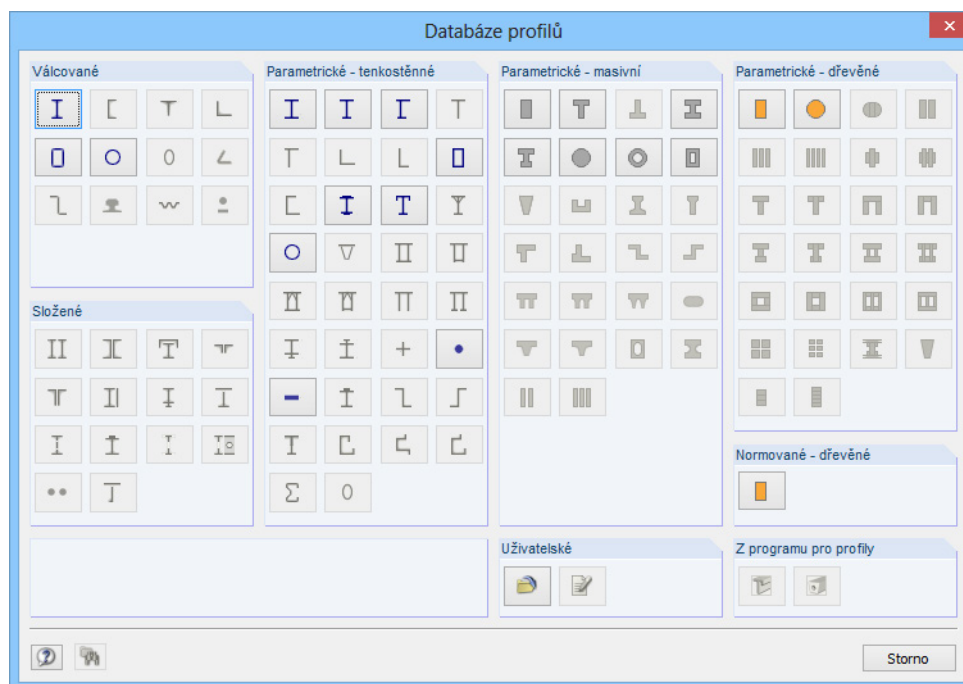
Obr. 15.11: Databáze materiálů

15.2.4 Průřezy

V dialogu 1.4 *Průřezy* lze podobně jako materiály v předchozím dialogu vybírat z databáze různé typy průřezů a druhy profilů. Uživatel může požadované průřezy zadat také přímo do sloupce A.



Obr. 15.12: Dialog 1.4 Průřezy



Obr. 15.13: Databáze průřezů

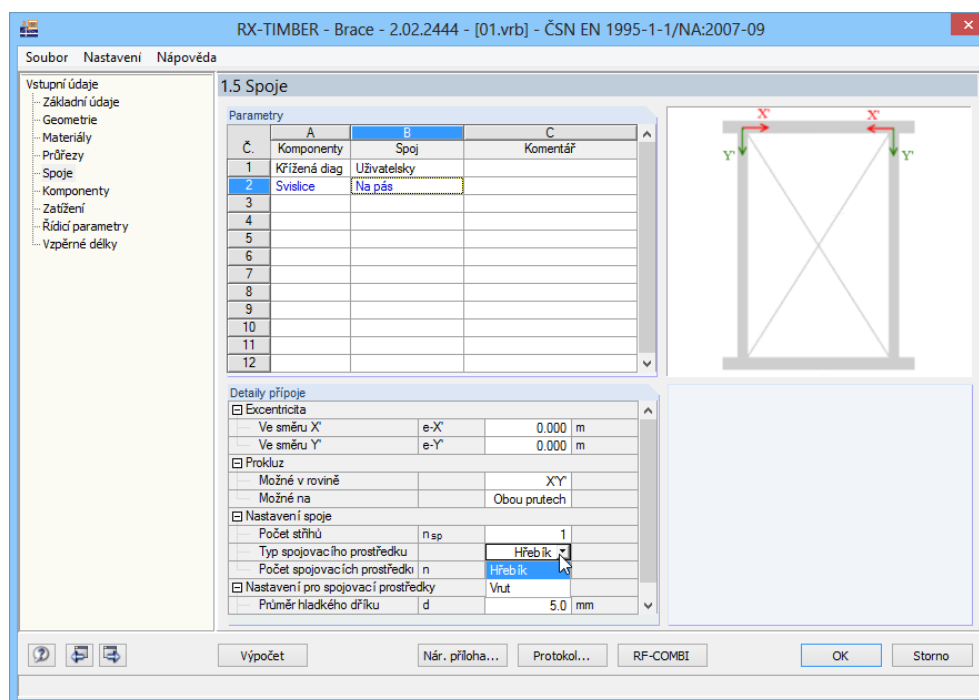
Nepřípustné či nelogicky zadané průřezy se v dialogu 1.4 vyznačí červeně.

Řez č.	A	B
	Průřez	Materiál
1	Obdélník 200/390	1 - Lepené lamelové dřevo GL24c ČSN EN 1995-1-1:2010-05
2	Obdélník 120/120	2 - Topolové a jehličnaté dřevo C24 ČSN EN 1995-1-1:2010-05
3	Obdélník 100/140	2 - Topolové a jehličnaté dřevo C24 ČSN EN 1995-1-1:2010-05
4	Tyč 20	3 - Ocel S 235 ČSN EN 1993-1-1:2006
5	Obdélník 200/200	3 - Ocel S 235 ČSN EN 1993-1-1:2006

Obr. 15.14: Vyznačení nepřipustných průřezů

15.2.5 Spoje

V dialogu 1.5 lze zadat spoje zvlášť pro svislice, diagonály i křížené diagonály.



Obr. 15.15: Dialog 1.5 Spoje

Ve sloupci A *Komponenty* se vybírá typ spoje.

Ve sloupci B může uživatel stanovit, zda se mají tuhosti zadat *uživatelsky* nebo jestli je má spočítat program. Pokud má tuhosti spočítat program, je k dispozici databáze spojovacích prvků. I v tomto případě musí ovšem uživatel zadat ručně excentricity a další detaily přípoje. Excentricity se vždy vztahují k počátečním uzlům jednotlivých polí.

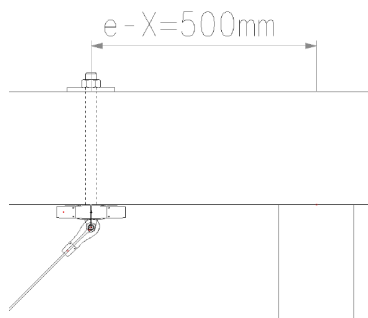
V našem příkladu zadáme pro **kříženou diagonálu** excentricitu v globálním směru X' odpovídající **0,50 m** a v globálním směru Y' **0,25 m**. Hodnotu translační, resp. rotační tuhosti ponecháme beze změny.

Detaily přípoje			
<input type="checkbox"/> Excentricita			
<input type="checkbox"/> Ve směru X'	e-X'	0.500	m
<input type="checkbox"/> Ve směru Y'	e-Y'	0.250	m
<input type="checkbox"/> Tuhost			
<input type="checkbox"/> Podél x		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Podél y		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Okolo z		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Tuhost	c _φ	0.000	kNm/rad

Obr. 15.16: Uživatelské zadání detailů přípoje

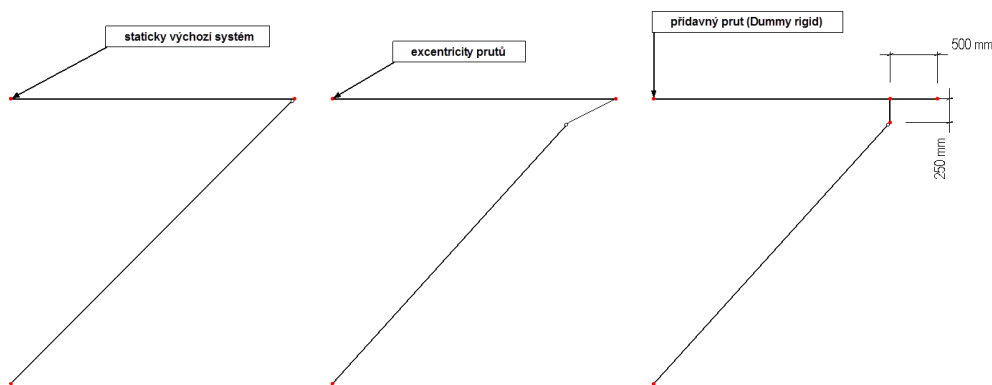
Příklad:

Pokud si uživatel přeje modelovat takový kotevní spoj, jaký je znázorněn na obrázku níže, lze postupovat různě.



Obr. 15.17: Detail průchozí kotvy

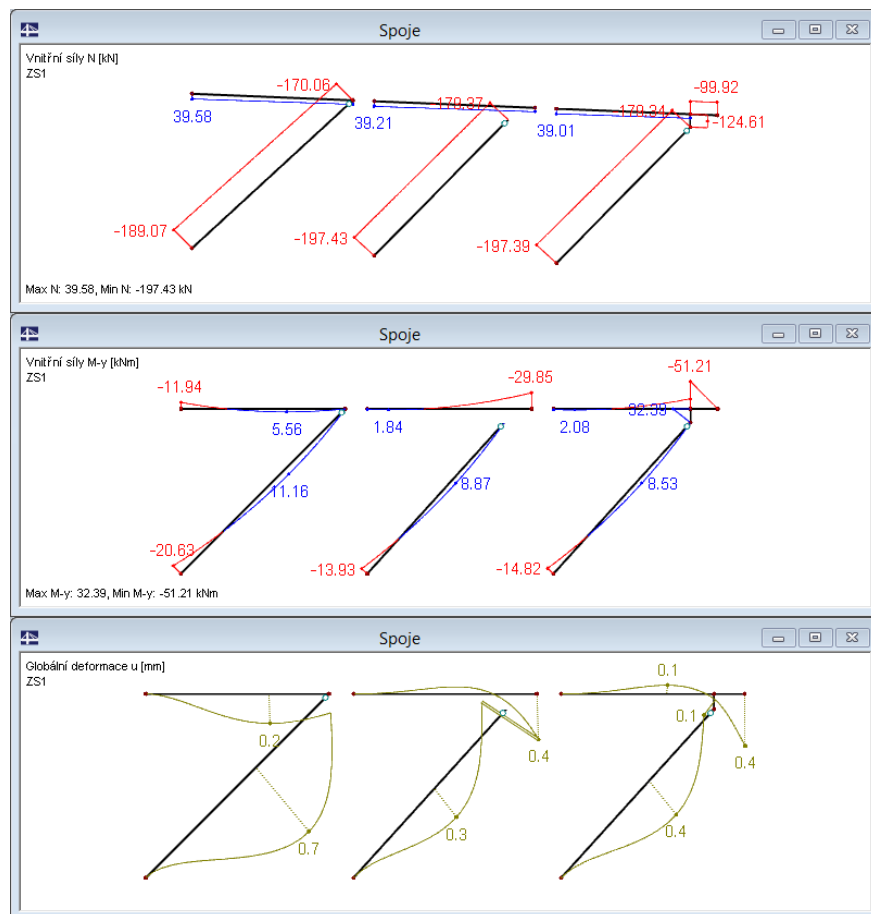
Přípoj, který vidíme na detailním zobrazení výše, můžeme v zásadě zadat třemi způsoby.



Obr. 15.18: Modelování excentricit

1. Použijeme výchozí statický systém z programu *RX-TIMBER Brace* a nebudeme excentricity zohledňovat (nejjednodušší možnost).
2. Definujeme excentricitu na tahovém prutu.
3. Zadáme nový prut s velmi vysokou tuhostí, a pomocí něj budeme modelovat excentricitu.

Poslední uvedený způsob přináší velmi realistické výsledky (viz následující obrázek), je ovšem značně náročný. V programu *RX-TIMBER* je jen stěží proveditelný. Má-li být modelování praktické a rychlé, je nevhodnější druhá možnost, kterou nám také *RX-TIMBER* nabízí.

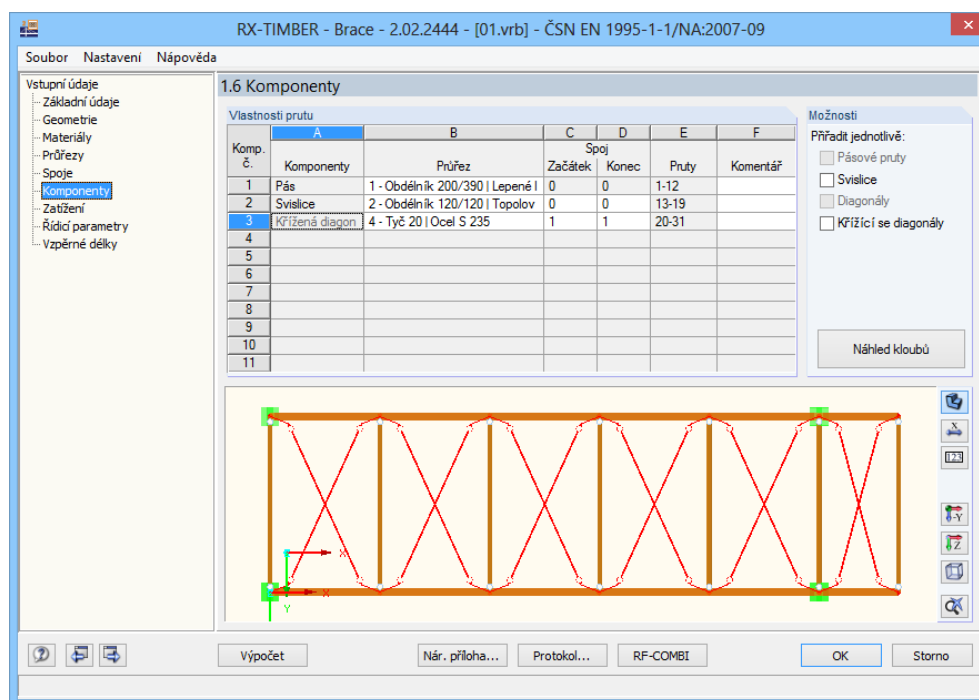


Obr. 15.19: Vnitřní síly a deformace v případě všech tří možností (zleva doprava)

Z obrázku výše je dobře patrné, že při uplatnění třetí metody lze sice docílit výsledků, které nejvíce odpovídají realitě, druhou metodou ovšem dospějeme k relativně podobným výsledkům. Zvláště pak v případě deformace, která je pro ztužidlo podstatná. U první metody se výsledky značně liší.

15.2.6 Komponenty

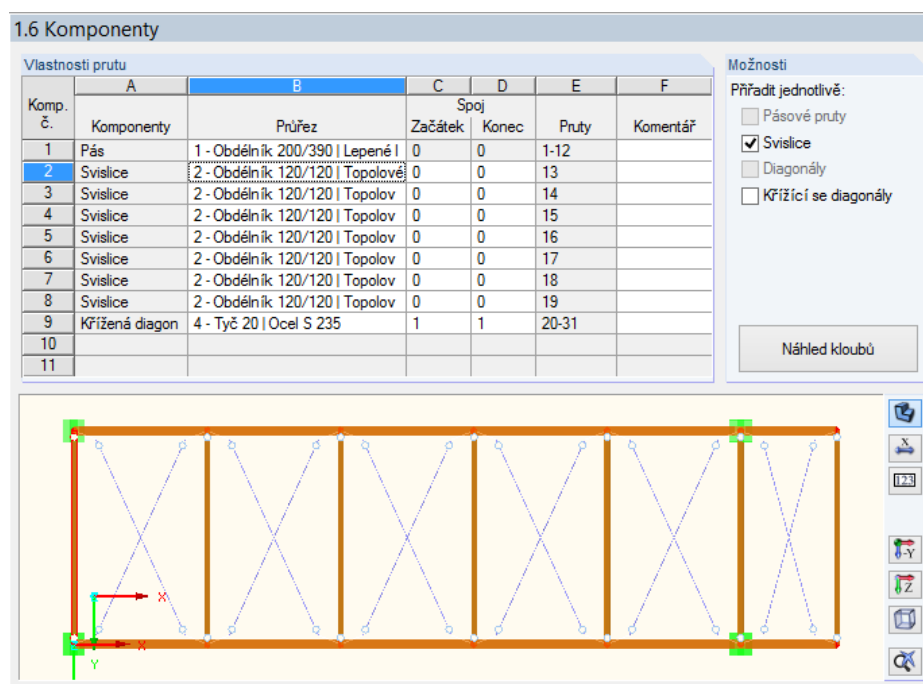
V dialogu 1.6 *Komponenty* můžeme zadaný spoj přiřadit příslušným prvkům.



Obr. 15.20: Dialog 1.6 *Komponenty*

U křížených diagonál tu vybereme pro začátek i konec prutů spoj 1.

Pokud si uživatel přeje definovat excentricitu prutu jednotlivě, má v pravém horním rohu možnost přiřadit každému prutu vlastní spoj. V případě označení dané možnosti lze také libovolně měnit průřezy (viz následující obrázek). Požadovaný průřez se musí ovšem nejdříve definovat v dialogu 1.4 *Průřezy*.



Obr. 15.21: Individuální přiřazení excentricit prvkům

Náhled kloubů

Vzhledem k vysoké náročnosti ovšem doporučujeme individuální modelování pokud možno omezit.

Pomocí tlačítka [Náhled kloubů] si může uživatel prohlédnout pruty se zadanými excentricitami a tuhostmi v tabulce.

Klouby	Posuvný kloub resp. pružina [kN/m]			Momentový kloub resp. pružina [kNm/rad]		
	N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z
Prut č. 13						
<input type="checkbox"/> Kloub na počátku prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kloub na konci prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Redukovaný kloub na počátku prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Redukovaný kloub na konci prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prut č. 14						
<input type="checkbox"/> Kloub na počátku prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kloub na konci prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Redukovaný kloub na počátku prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Redukovaný kloub na konci prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prut č. 15						
<input type="checkbox"/> Kloub na počátku prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kloub na konci prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Redukovaný kloub na počátku prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Redukovaný kloub na konci prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prut č. 16						
<input type="checkbox"/> Kloub na počátku prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kloub na konci prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Redukovaný kloub na počátku prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Redukovaný kloub na konci prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prut č. 17						
<input type="checkbox"/> Kloub na počátku prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kloub na konci prutu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Obr. 15.22: Dialog Klouby

Tlačítka pro grafické zobrazení

V dialogu 1.6 *Komponenty* si můžeme po pravé straně obrázku všimnout několika grafických tlačítek. Tato tlačítka máme k dispozici ve všech dialogích programu RX-TIMBER Brace, které obsahují i grafické znázornění ztužidla (viz obr. 15.21).

V renderovacím režimu je obtížné ověřit, zda byl kloub přiřazen ke správnému konci prutu. Proto má uživatel kromě fotorealistického znázornění k dispozici i model omezený na těžišťové osy. Mezi oběma variantami zobrazení lze přepínat pomocí příslušného tlačítka. V drátěném modelu se prut zobrazí pouze jako linie. Klouby jsou pak dobře znatelné.

Tlačítko [Kóty průřezu] slouží k zobrazení kót na ztužidlu.

Číslování uzlů a prutů lze zobrazit kliknutím na tlačítko [Číslování].

Nosník lze zobrazit v pohledu ve směru osy [-Y], resp. [Z]. V grafickém okně se okamžitě zobrazí ztužidlo ve zvoleném pohledu.

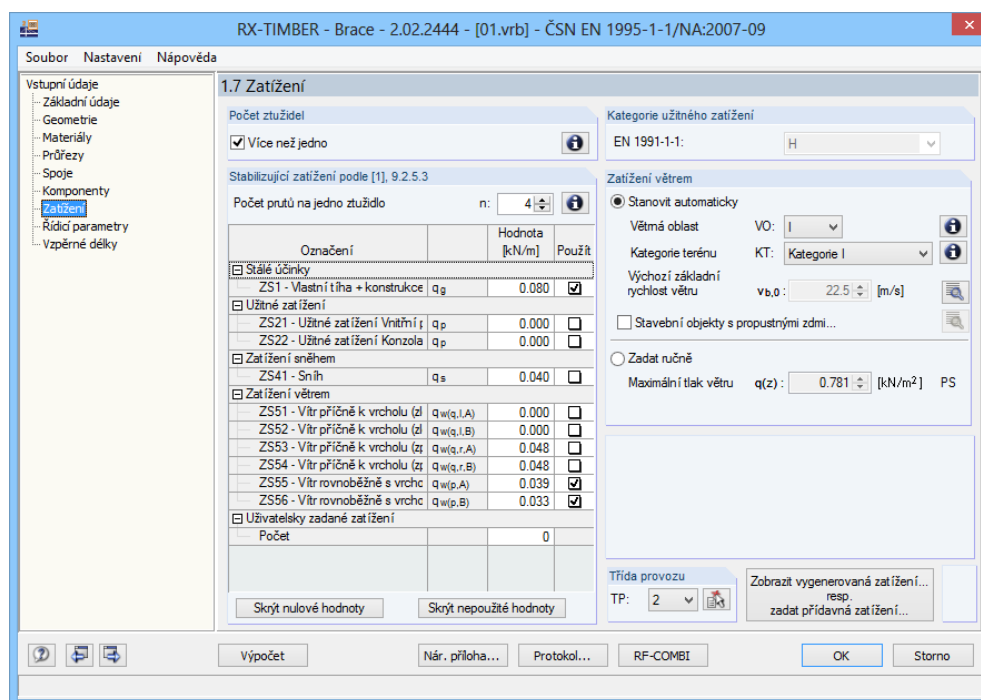
Pomocí vlevo znázorněného tlačítka nastavíme izometrický pohled.

Posledním tlačítkem na pravém okraji obrázku pak můžeme obnovit náhled na celou konstrukci. Toto tlačítko je užitečné zvláště v případě, že jsme si rolováním kolečka myši značně přiblížili některý detail konstrukce.



15.2.7 Zatížení

V dialogu 1.7 zadáme zatížení působící na ztužidla.



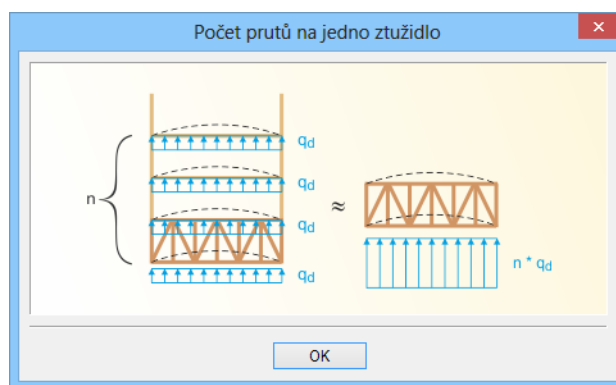
Obr. 15.23: Dialog 1.7 Zatížení

Nejdříve při návrhu ztužení stanovíme, kolika ztužidly se má zpevnit nosná konstrukce. Pokud si představíme klasický případ čtyřstranné haly, bude nám jasné, že by se zatížení tlakem větru měla vhodně rozdělit mezi různá ztužidla. Jak jsme již v úvodu uvedli, zvolíme proto v našem příkladu možnost **více než jedno** ztužidlo.

Při hloubce budovy 40 m, kterou jsme zadali v dialogu 1.2, připadají v případě dvou ztužidel na jedno ztužidlo 4 vazníky. Počet prutů na jedno ztužidlo lze nastavit v sekci *Náhradní břemena*.




Po kliknutí na informační tlačítko se nám pro názornost zobrazí, jak budou zatížení působit.



Obr. 15.24: Dialog Počet prutů na jedno ztužidlo

V sekci *Náhradní břemena* lze zaškrtnutím příslušných políček stanovit, zda se mají konkrétní zatěžovací stavy zahrnout do automaticky vytvářených kombinací. Obzvláště v případě zatížení definovaných uživatelem může být tato možnost velmi užitečná. Nastavení, které tu uživatel zadá, totiž nemůže modul RF-COMBI přepsat. Uživatel tak určí, které zatěžovací stavy se mají použít a které nikoli.

Stabilizující zatížení podle [1], 9.2.5.3

Počet prutů na jedno ztužidlo n: 

Označení	Hodnota [kN/m]	Použit
<input type="checkbox"/> Stálé účinky		
ZS1 - Vlastní tíha + konstrukce	q _g 0.080	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Užité zatížení		
ZS21 - Užité zatížení Vnitřní	q _p 0.000	<input type="checkbox"/>
ZS22 - Užité zatížení Konzola	q _p 0.000	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Zatížení sněhem		
ZS41 - Sněh	q _s 0.040	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Zatížení větrem		
ZS51 - Vitr příčně k vrcholu (zl)	q _{w(q,l,A)} 0.000	<input type="checkbox"/>
ZS52 - Vitr příčně k vrcholu (zl)	q _{w(q,l,B)} 0.000	<input type="checkbox"/>
ZS53 - Vitr příčně k vrcholu (zr)	q _{w(q,r,A)} 0.048	<input type="checkbox"/>
ZS54 - Vitr příčně k vrcholu (zr)	q _{w(q,r,B)} 0.048	<input type="checkbox"/>
ZS55 - Vitr rovnoběžně s vrchc	q _{w(p,A)} 0.039	<input checked="" type="checkbox"/>
ZS56 - Vitr rovnoběžně s vrchc	q _{w(p,B)} 0.033	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Uživatelsky zadané zatížení		
Počet		0

Obr. 15.25: Sekce *Náhradní břemena*

Obecně lze jistě doporučit, abychom tu označili zatěžovací stav 1 a dále zatížení tlakem větru působící na štít. Většinou způsobují rozhodující deformaci ztužidla.

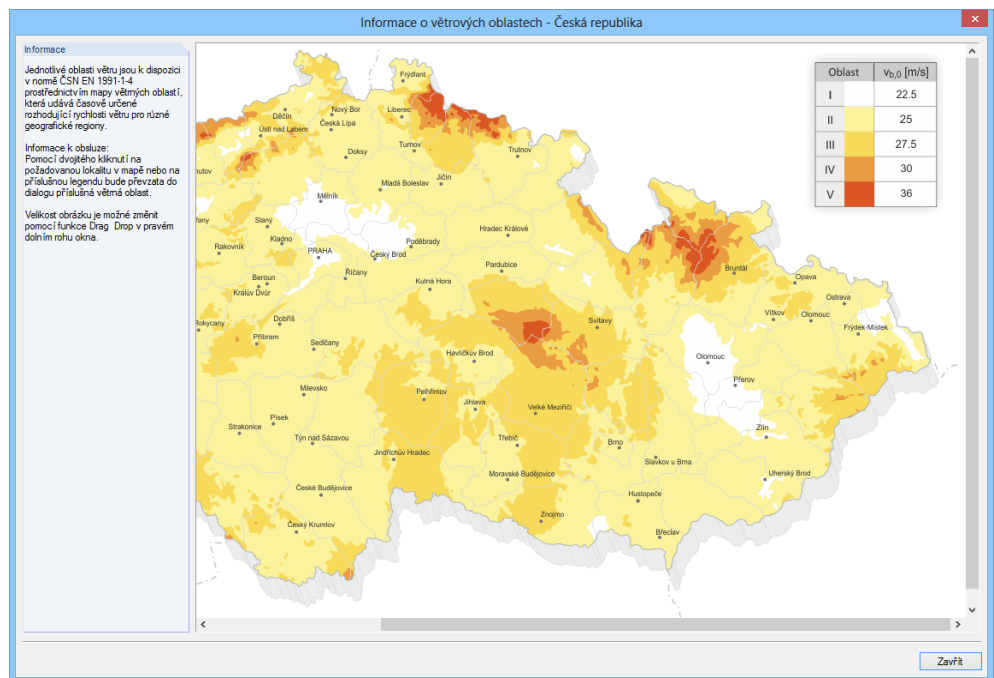
Tlačítka [Skrýt nulové hodnoty] a [Skrýt nepoužité hodnoty] lze vypnout zobrazení těch zatížení, která se nemají použít.

V další sekci dialogu 1.7 může uživatel stanovit *kategorii užitého zatížení*, která je pro automatické vytváření kombinací důležitá.

Generování *zatížení větrem* probíhá stejně jako v ostatních programech ze sady RX-TIMBER automaticky; lze je ovšem zadat také ručně.



Pomocí informačního tlačítka zobrazíme mapu větrných oblastí (VO) na území České republiky. V ní pak lze dvojím kliknutím vybrat požadovanou oblast.

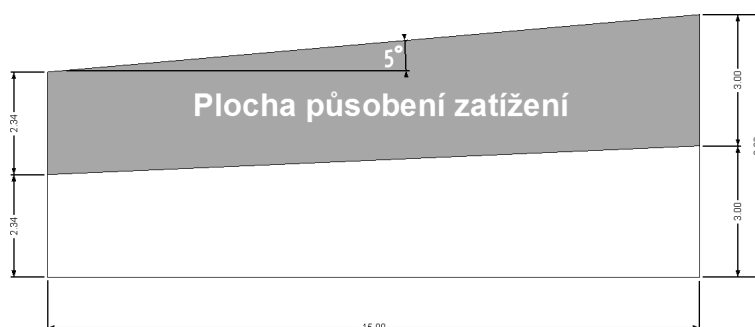


Obr. 15.26: Mapa větrných oblastí na území ČR

Zatížení větrem se přitom v programu automaticky interpoluje pro 5° sklon střechy. Podle 1991-1-4 se tak pro návětrnou a závětrnou stranu stanoví následující hodnoty:

Tlak při nárazové rychlosti větru – VO I $q(z)$	=0,5 kN/m ²
Součinitel vnějšího tlaku - oblast D $c_{pe,10}$	=0,69 (interpolace pro 5° sklon)
Součinitel vnějšího tlaku - oblast E $c_{pe,10}$	=0,27 (interpolace pro 5° sklon)
Tlak větru $c_{pe} \cdot q(z) = w_{e,D}$	=0,34 kN/m ²
Sání větru $c_{pe} \cdot q(z) = w_{e,E}$	=0,14 kN/m ²

Na základě těchto hodnot se v závislosti na výšce budovy stanovené v dialogu 1.2 *Geometrie* spočítá zatížení větrem působící na ztužidlo. Pro zjednodušení se plocha působení zatížení stanoví jako polovina výšky na okapu a dále polovina výšky na hřebenu.



Obr. 15.27: Schéma plochy působení zatížení

Pokud je potřeba stanovit plochu přesně jako například u ztužujícího železobetonového věnce, kdy by se jako plocha působení zatížení měla uvažovat pouze polovina plochy vazníku, lze údaj zadat ručně.

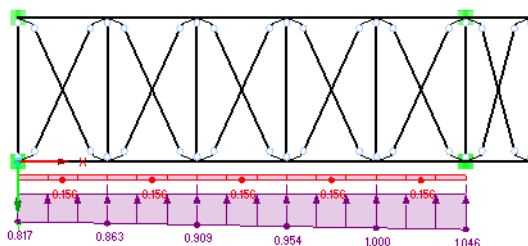
Pořadnice zatížení pro oblast působení tlaku větru (ZS 155) mají tudíž následující hodnoty:

$$p_1 = w_{e,D} \cdot \frac{H}{2} \cdot \cos \alpha = 0,34 \text{ kN/m}^2 \cdot (3 \cdot \cos 5^\circ) = 1,02 \text{ kN/m}$$

Odchylka 0,03 kN/m plyne z většího zaokrouhlení pro ruční výpočet.

Podobně se pořadnice zatížení na okapu stanoví při výšce okapu 5,33 m takto:

$$p_2 = w_{e,D} \cdot \frac{H}{2} \cdot \cos \alpha = 0,34 \text{ kN/m}^2 \cdot (2,65 \cdot \cos 5^\circ) = 0,89 \text{ kN/m}$$



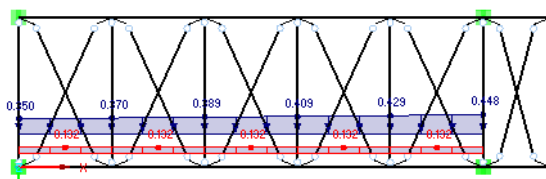
Obr. 15.28: Zatížení tlakem větru působící na ztužidlo 1

Pořadnice zatížení pro oblast působení sání větru (ZS 56) se tak určí následovně:

$$p_1 = w_{e,D} \cdot \frac{H}{2} \cdot \cos \alpha = 0,14 \text{ kN/m}^2 \cdot (3 \cdot \cos 5^\circ) = 0,42 \text{ kN/m}$$

Podobně se pořadnice zatížení na okapu stanoví při výšce okapu 5,33 m takto:

$$p_2 = w_{e,E} \cdot \frac{H}{2} \cdot \cos \alpha = 0,14 \text{ kN/m}^2 \cdot (2,65 \cdot \cos 5^\circ) = 0,37 \text{ kN/m}$$

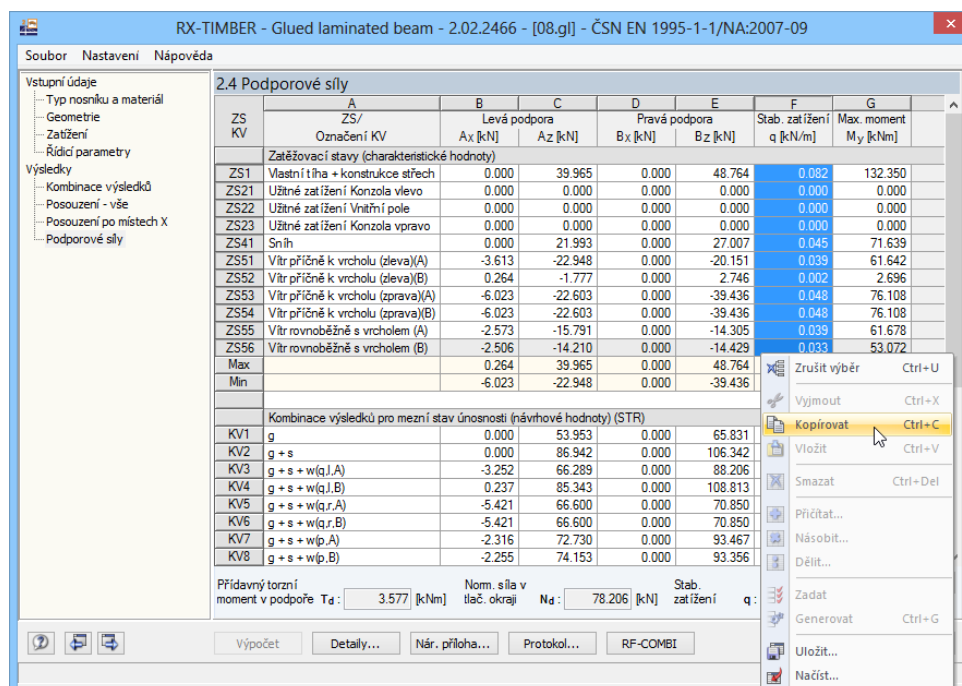


Obr. 15.29: Zatížení sáním větru působící na ztužidlo 2

Nutné stabilizační zatížení tak lze spočítat buď pomocí rovnice (9.37) z normy EN 1995-1-1

$$q_d = k_1 \cdot \frac{n \cdot N_d}{30 \cdot l}$$

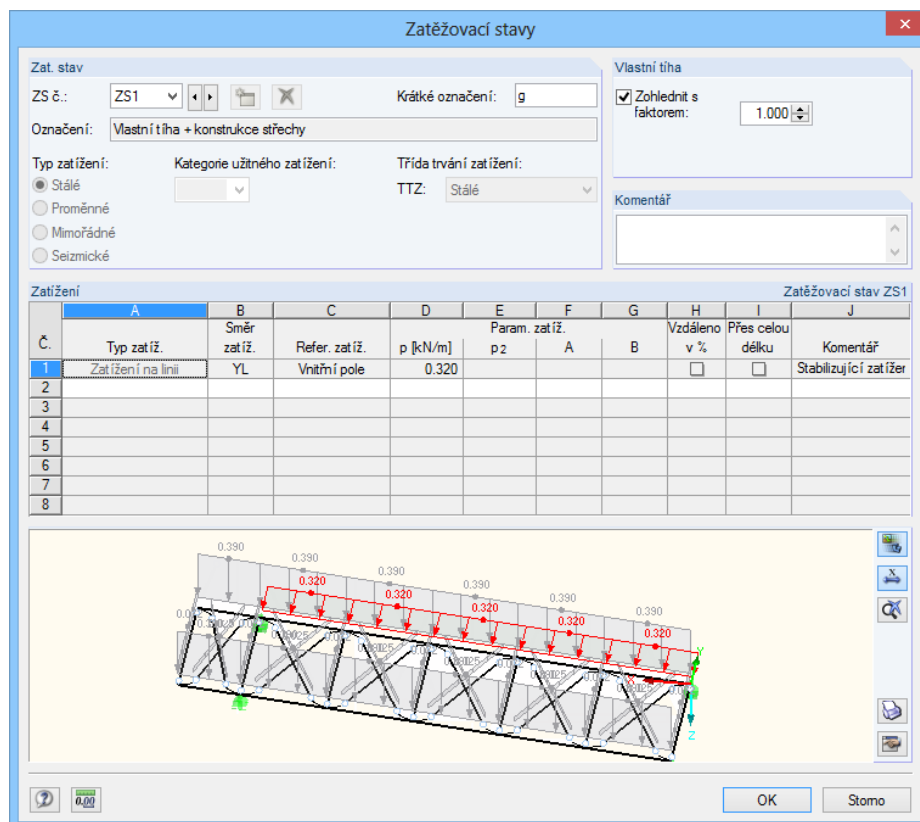
nebo ho můžeme dvojicí kláves [Ctrl] + [C] přímo zkopírovat v dialogu 2.4 *Podporové síly* v programu *RX-TIMBER Glued Laminated Beam* a dvojicí kláves [Ctrl] + [V] vložit do dialogu 1.7 v programu *RX-TIMBER Brace*.



Obr. 15.30: Kopírování v dialogu 2.4 Podporové síly v programu RX-TIMBER Glued Laminated Beam

Zobrazit vygenerovaná zatížení...
resp.
zadat přidavná zatížení...

Tlačítkem [Zobrazit vygenerovaná zatížení...] otevřeme dialog *Zatěžovací stavy*, abychom si prohlédli vytvořená zatížení.

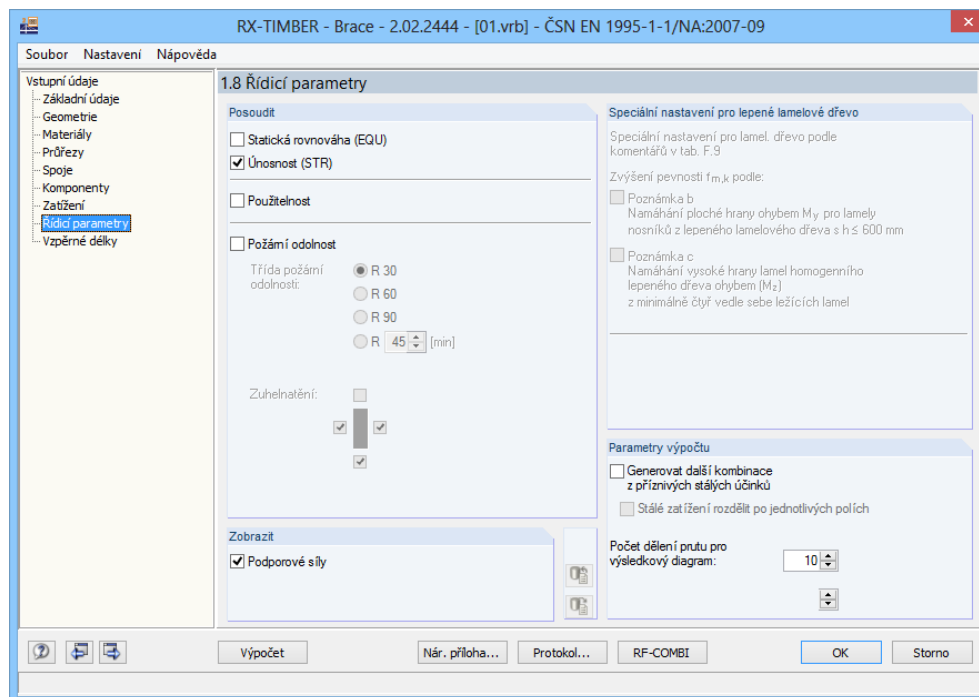


Obr. 15.31: Dialog *Zatěžovací stavy*

Stejně jako v ostatních programech ze sady RX-TIMBER má uživatel i zde možnost zatížení zcela libovolně definovat.

15.2.8 Řídicí parametry

V dialogu 1.8 *Řídicí parametry* lze určit, která posouzení se mají provést. V našem příkladu vybereme pouze posouzení v mezním stavu **únosnosti**. Obecně toto posouzení zcela postačuje, protože program vyšetří podle čl. 9.2.5 normy EN 1995-1-1 také deformace u , pro které se stanoví mezní hodnota $l/500$.



Obr. 15.32: Dialog 1.8 *Řídicí parametry*

Nár. příloha...



Tlačítko [Nár. příloha...] slouží k otevření dialogu *Parametry národní přílohy* (viz obr. 15.5, strana 167), v němž lze kromě dílčích a modifikačních součinitelů podle vybrané normy nastavit mezní hodnoty deformací.

Při výpočtu tuhostí program *RX-TIMBER Brace* počítá vnitřní síly a deformace dvakrát.

Podle čl. 2.2 normy EN 1995-1-1 se musí při posouzení na mezní stav únosnosti vycházet z průměrné hodnoty tuhosti, která se vydělí dílčím součinitelem spolehlivosti. Při posouzení na mezní stav použitelnosti se ovšem uvažují charakteristické průměrné hodnoty tuhosti.

Mezní stav použitelnosti se v programu *RX-TIMBER Brace* posuzuje obvykle pro charakteristickou kombinaci podle EN 1991. Rovnice (6.14b) má následující tvar:

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \cdot "P" + "Q_{k,1}" + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

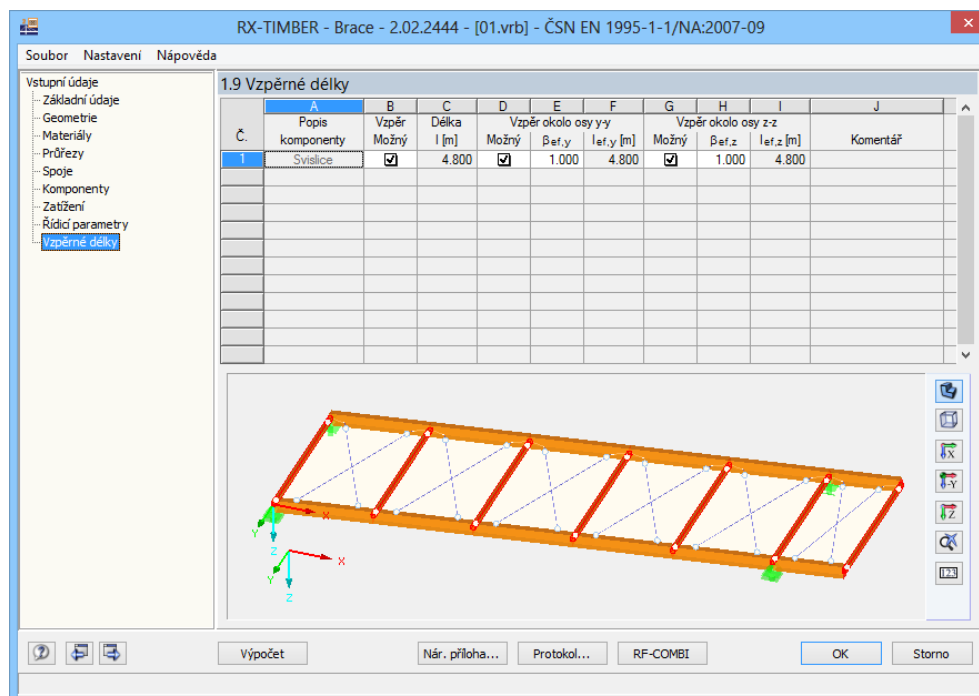
Rovnice 15.1: Kombinační pravidlo podle EN 1991 pro charakteristickou kombinaci

Další zvláštnost se týká modulu prokluzu K_{ser} u tuhostí kloubů. Při posouzení na mezní stav únosnosti je třeba příslušnou hodnotu také vydělit dílčím součinitelem spolehlivosti 1,3. Při posouzení na mezní stav použitelnosti se však počítá s charakteristickou hodnotou prokluzu K_{ser} .

Výpočet probíhá v programu ve dvou cyklech. V prvním výpočetním kroku program spočítá v rovině návrhu vnitřní síly a deformace při posouzení na mezní stav únosnosti. V druhém výpočetním cyklu přepíše program danou tuhost materiálů a koncových kloubů a spočítá deformace na základě charakteristických hodnot tuhosti.

15.2.9 Vzpěrné délky

V našem příkladu bude součinitel β **1,0**, čímž jsme na straně bezpečnosti. Hodnoty nastaví program automaticky, a tak v tomto dialogu nemusíme zadávat žádné údaje.

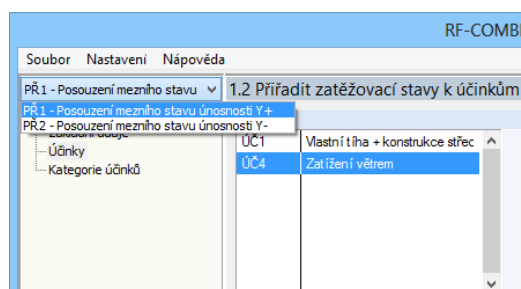


Obr. 15.33: Dialog 1.9 Vzpěrné délky

15.2.10 Modul RF-COMBI

RF-COMBI

Tlačítkem [RF-COMBI] otevřeme modul RF-COMBI, který je integrován do programu RX-TIMBER. V něm si můžeme prohlédnout kombinace, které se vytváří na pozadí.



Obr. 15.34: RF-COMBI, dialog 1.2: Přiřadit zatěžovací stavy k účinkům

Ve výběrovém seznamu návrhových případů (vlevo nahoře) si můžeme všimnout, že se vytvořily dva případy pro posouzení mezního stavu únosnosti. Důvodem je již zmíněná skutečnost (viz kapitola 15.1), že v určité zatěžové situaci může dojít k vypadnutí některého prutu. Program, aby zohlednil veškeré možnosti, dosadí všechna zatížení znovu v opačném směru a automaticky je zkombinuje.

Pokud chceme využít všech možností, které nám RF-COMBI nabízí, pak odkazujeme na podrobný manuál k tomuto modulu. K dispozici je na našich webových stránkách www.dluba.cz. Po kliknutí na tlačítko [OK] se vrátíme do programu RX-TIMBER Brace.

15.3 Výsledky

15.3.1 Kombinace výsledků / Kombinace zatížení

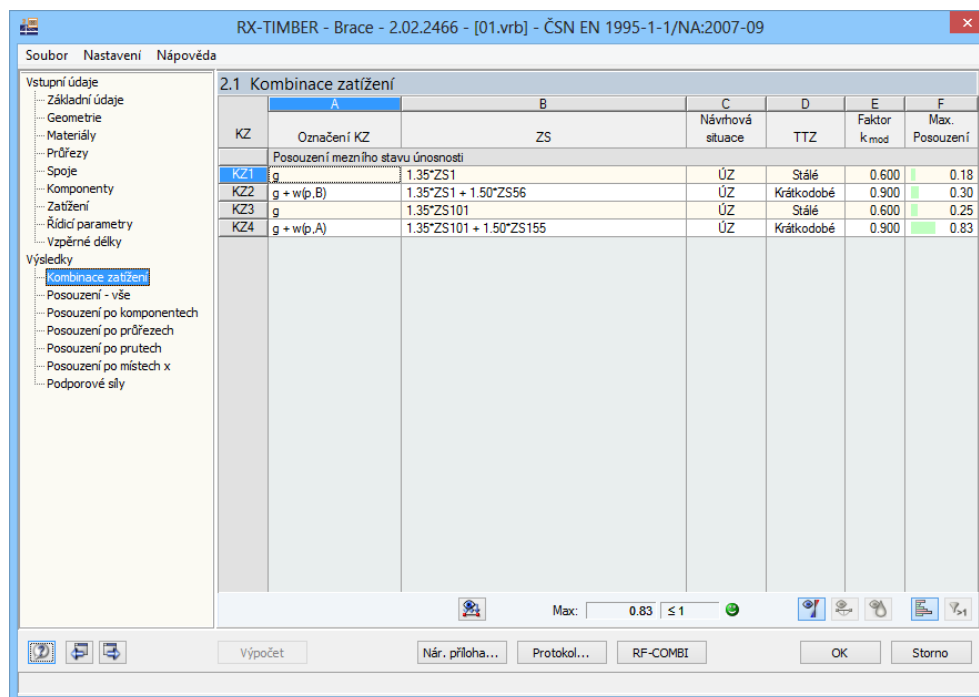
Výpočet

Po skončení výpočtu, který spustíme tlačítkem [Výpočet], se v dialogu 2.1 zobrazí posouzení všech kombinací pro mezní stav únosnosti s příslušným údajem o využití. Jak jsme se již zmínili, v případě materiálové nelinearity program vytvoří pro vypadávající tahové pruty automaticky kombinace zatížení. Dialog 2.1 se pak přejmenuje také na *Kombinace zatížení*.

Kombinace zatížení KZ	Kombinace zatížení je superpozicí zatěžovacích stavů - skládá zatížení z několika zatěžovacích stavů.
Kombinace výsledků KV	Do kombinace výsledků vstupují výsledky vybraných zatěžovacích stavů. Pro každé místo tak získáme vždy dvě výsledné hodnoty: maximum a minimum. Pomocí „NEBO“ kombinace lze z různých zatěžovacích stavů a kombinací zatížení nebo kombinací výsledků určit i extrémní vnitřní síly a deformace.

Tabulka 15.1: Rozdíl mezi kombinací zatížení a kombinací výsledků

V případě lineárního výpočtu není důležité, jaký typ superpozice zvolíme. Pokud ovšem výpočet probíhá nelineárně, pouze kombinace zatížení zaručuje smysluplné výsledky.



The screenshot shows the '2.1 Kombinace zatížení' dialog box. It contains a table with the following data:

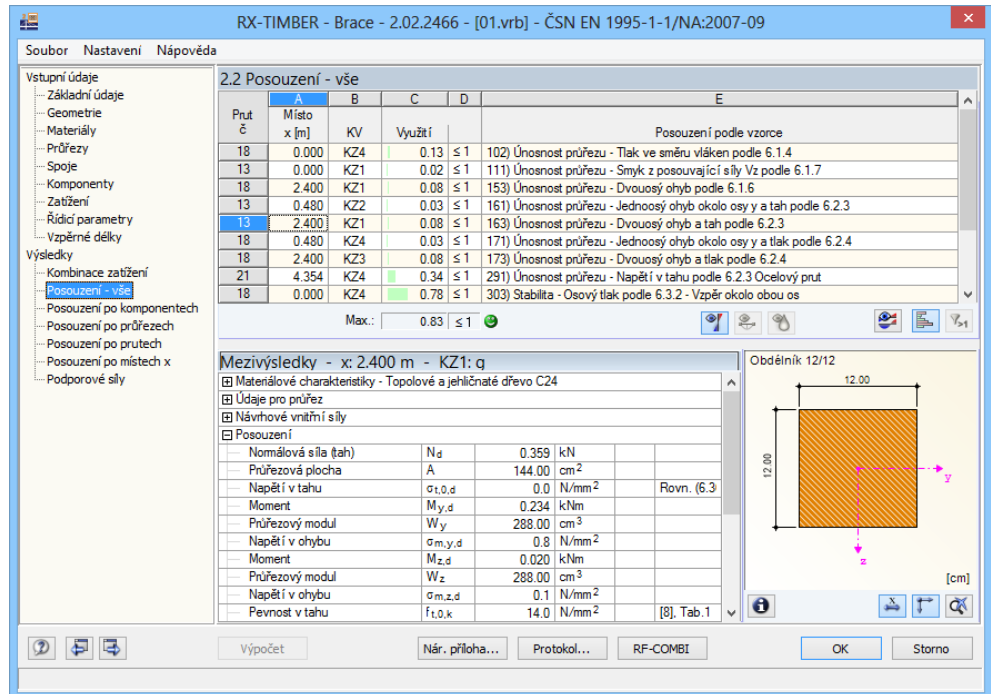
KZ	Označení KZ	ZS	Návrhová situace	TTZ	Faktor k _{mod}	Max. Posouzení
Posouzení mezního stavu únosnosti						
KZ1	g	1.35*ZS1	ÚZ	Stálé	0.600	0.18
KZ2	g + w(p,B)	1.35*ZS1 + 1.50*ZS56	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.30
KZ3	g	1.35*ZS101	ÚZ	Stálé	0.600	0.25
KZ4	g + w(p,A)	1.35*ZS101 + 1.50*ZS155	ÚZ	Krátkodobé	0.900	0.83

At the bottom of the dialog, there is a status bar showing 'Max: 0.83 ≤ 1' and several buttons: 'Výpočet', 'Nár. příloha...', 'Protokol...', 'RF-COMBI', 'OK', and 'Storno'.

Obr. 15.35: Dialog 2.1 Kombinace zatížení

15.3.2 Posouzení - vše

Dialog 2.2 *Posouzení - vše* uživateli poskytuje přehled o rozhodujících posouzeních v příslušné návrhové situaci. Na první pohled tak lze odhalit přetížené oblasti.

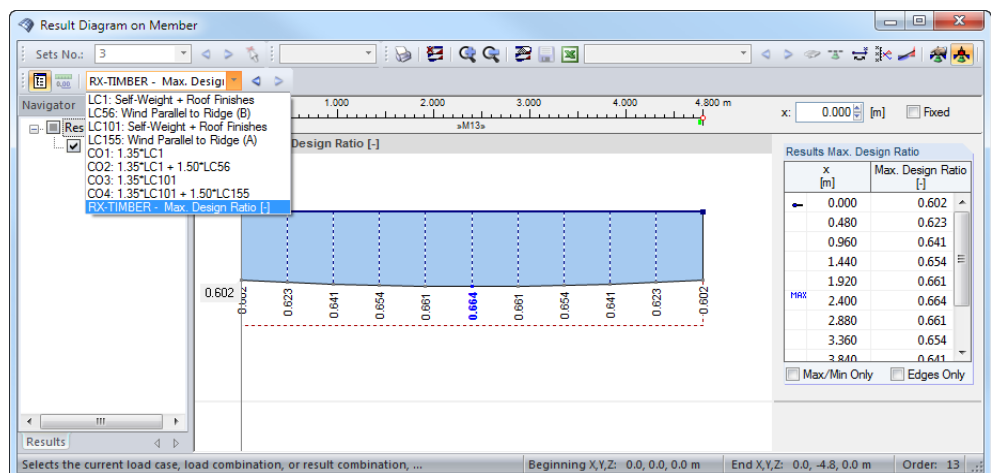


Obr. 15.36: Dialog 2.2 *Posouzení - vše*



Uživatel má pro vyhodnocení výsledků k dispozici různé filtrační funkce a grafy s průběhem výsledků (viz kapitola 7).

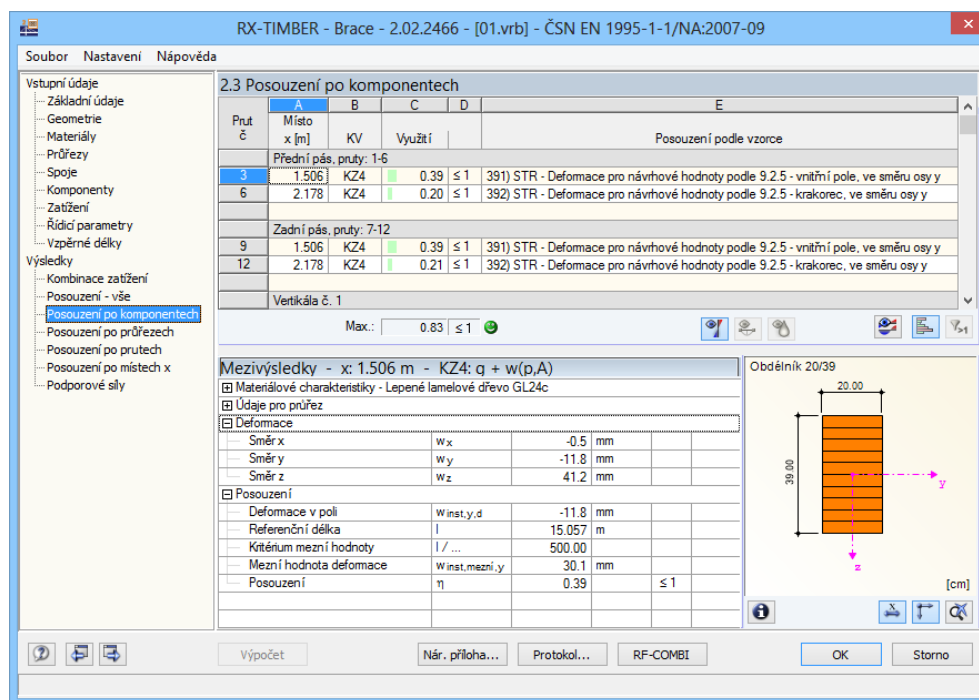
Co se týče *průběhu výsledků*, setkáme se v programu *Brace* s určitou zvláštností. Vzhledem k tomu, že *RX-TIMBER Brace* pracuje s vysokým počtem prutů, není již možné zobrazit je všechny ve výsledkovém grafu. V grafu se proto znázorní vždy výsledky prutu právě vybraného v příslušném dialogu. Pokud se tudíž kurzor myši nachází například v řádce s prutem č. 13 tak, jak vidíme na obrázku výše, a otevřeme okno s průběhem výsledků, zobrazí se nám pouze vnitřní síly a posouzení prutu č. 13.



Obr. 15.37: Průběhy výsledků na prutu č. 13

15.3.3 Posouzení po komponentech

V dialogu 2.3 *Posouzení po komponentech* se zobrazí rozhodující posouzení na předním pásu a zadním pásu, na vertikálách a na diagonálách pro každé pole zvlášť.

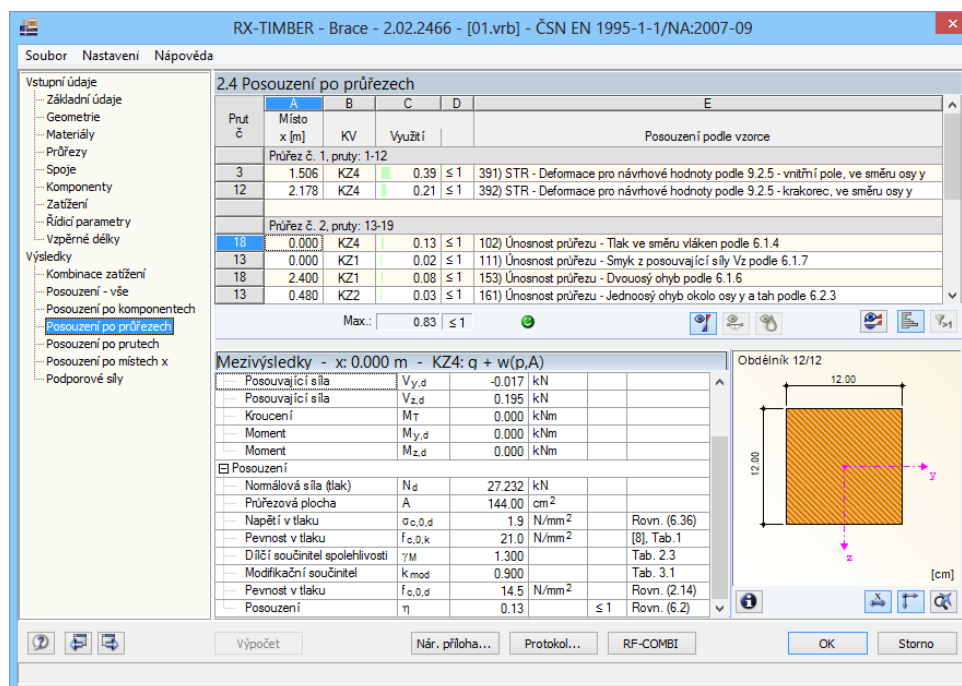


Obr. 15.38: Dialog 2.3 *Posouzení po komponentech*

15.3.4 Posouzení po průřezech

V dialogu 2.4 *Posouzení po průřezech* jsou posouzení seřazena podle jednotlivých průřezů.

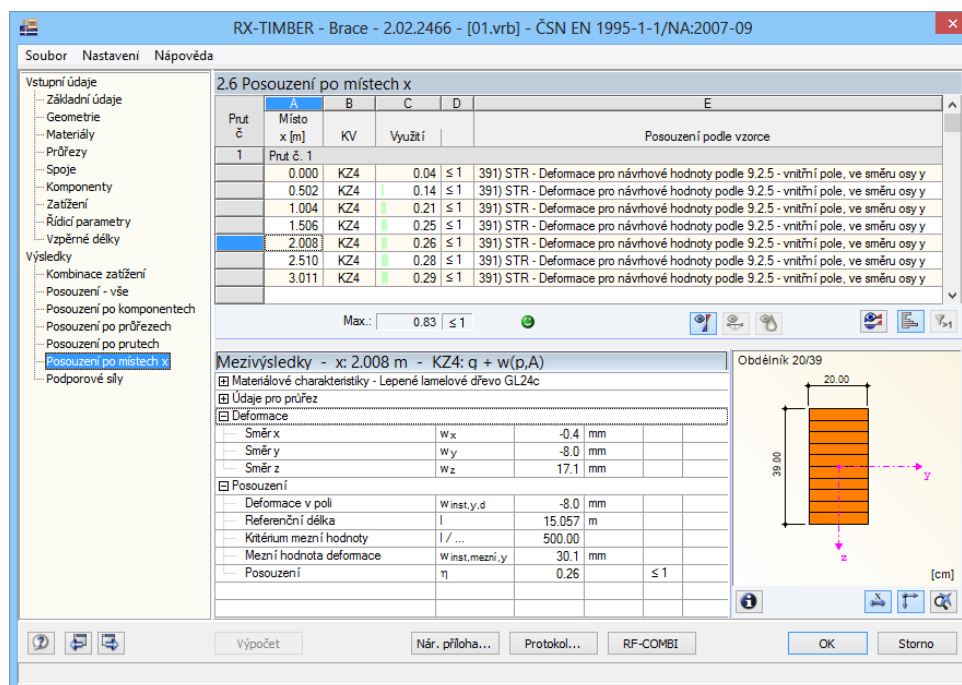
Pokud jsme v dialogu 1.6 *Komponenty* nezměnili dané nastavení, předkládá se nám v tomto dialogu nejpřehlednější a nejužitečnější tabulka. Při zadání v našem příkladu se tu zobrazí údaje zvlášť pro pásy, vertikály a diagonály.



Obr. 15.39: Dialog 2.4 Posouzení po průřezech

15.3.5 Posouzení po místech x

Počet míst x, který jsme zadali v dialogu 1.8 Řídící parametry, má vliv na objem údajů v dialogu 2.6 Posouzení po místech x.



Obr. 15.40: Dialog 2.6 Posouzení po místech x

Posouzení napětí a stability jsme popsali již v předchozích příkladech v tomto manuálu. Podíváme se proto důkladněji na nejzajímavější posouzení ztužidla jako např. na posouzení průhybu v rámci posouzení na mezní stav únosnosti.

Posouzení deformace podle článku 9.2.5 normy EN 1995-1-1

Charakteristiky **tuhosti** se interně v programu stanoví tak, aby byly na straně bezpečnosti.

Charakteristiky tuhosti	Hodnoty pro mezní stav únosnosti	Průměrné hodnoty
Modul pružnosti	$E = \frac{E_{\text{mean}}}{\gamma_M}$	E_{mean}
Modul pružnosti ve smyku	$G = \frac{G_{\text{mean}}}{\gamma_M}$	G_{mean}
Modul posunutí	K_u	$K_u = \frac{2}{3} \cdot K_{\text{ser}}$

Průměrné hodnoty tuhosti převezmeme z normy EN 388 či EN 1194.

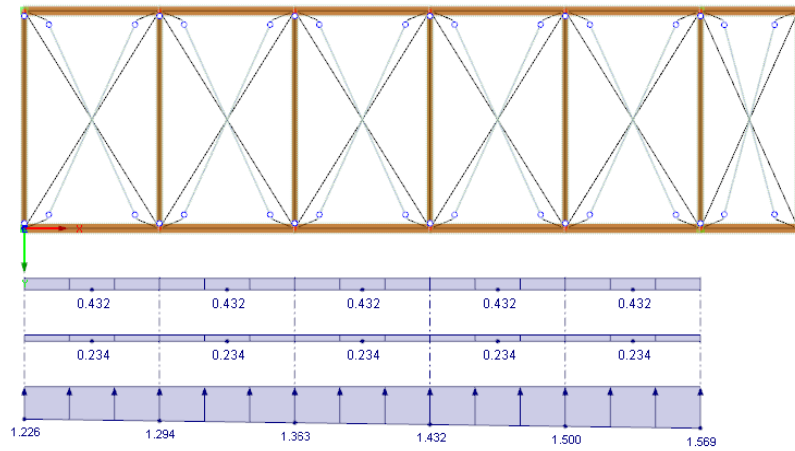
Hodnoty tuhosti pro mezní stav únosnosti, použitelnosti a pro požární odolnost v našem příkladu uvádíme pro jednotlivé komponenty v tabulce níže. Při posouzení požární odolnosti se přitom uvažují stejné hodnoty tuhosti jako pro mimořádnou kombinaci.

Komponenta	Materiál	Mezní stav únosnosti	Mezní stav použitelnosti	Požární odolnost
Pás	GL24c	$E = \frac{1160}{1,3} = 892 \text{ kN/cm}^2$	$E_{\text{mean}} = 1160 \text{ kN/cm}^2$	E_{mean}
		$G = \frac{590}{1,3} = 454 \text{ kN/cm}^2$	$G_{\text{mean}} = 590 \text{ kN/cm}^2$	G_{mean}
Vertikály	C24	$E = \frac{1100}{1,3} = 846 \text{ kN/cm}^2$	$E_{\text{mean}} = 1100 \text{ kN/cm}^2$	E_{mean}
		$G = \frac{690}{1,3} = 531 \text{ kN/cm}^2$	$G_{\text{mean}} = 690 \text{ kN/cm}^2$	G_{mean}
Diagonály	S235	$E = \frac{21000}{1,1} = 19091 \text{ kN/cm}^2$	$E = 21000 \text{ kN/cm}^2$	-
		$G = \frac{8100}{1,1} = 7364 \text{ kN/cm}^2$	$G = 8100 \text{ kN/cm}^2$	-
Spoj	-	K_u	K_{ser}	K_u

V rozhodující kombinaci zatížení 4 s účinky $1,35 \cdot ZS101 + 1,5 \cdot ZS155$ jsou zatížení, vnitřní síly a deformace následující:

Zatížení

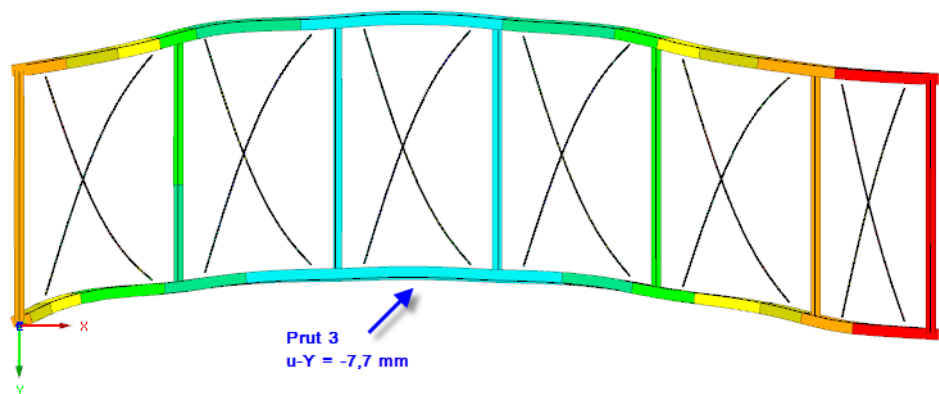
KZ4: 1.35*ZS101 + 1.5*ZS155
Zatížení [kNm]



Obr. 15.41: Zatížení

Deformace

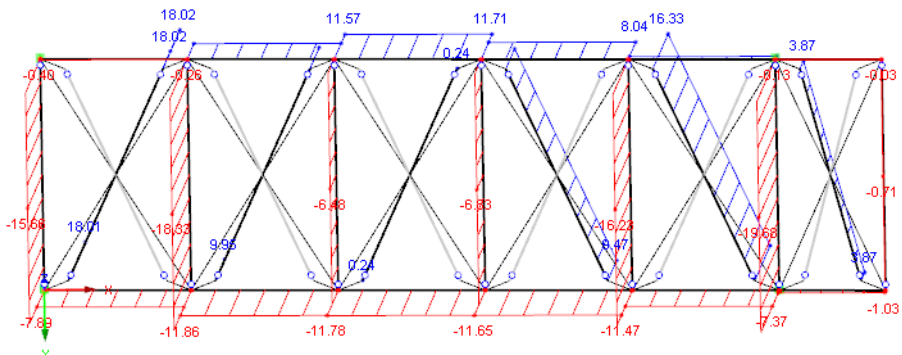
Globální deformace u-Y [mm]
KZ4: 1.35*ZS101 + 1.5*ZS155



Obr. 15.42: Deformace u_y

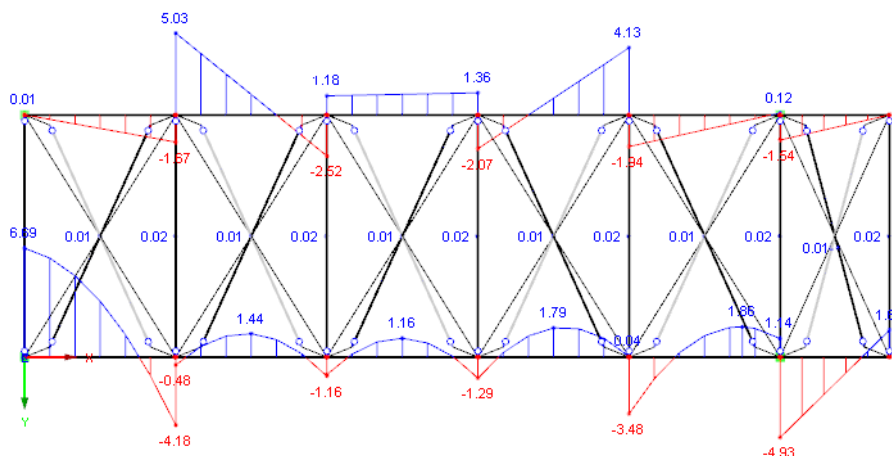
Vnitřní síly

Vnitřní síly N [kN]
KZ4: 1.35*ZS101 + 1.5*ZS155



Obr. 15.43: Normálové síly N

Vnitřní síly M-z [kNm]
KZ4 : 1.35*ZS101 + 1.5*ZS155



Obr. 15.44: Momenty M_z

Výpočet deformace

Hodnotu deformace program stanoví na prutu č. 3 v dolním pásu na 6,9 mm. Deformace tahových diagonál je přirozeně větší, pro celkovou deformaci však nemá význam. Podíl návrhové a mezní deformace je tak následující:

$$\text{deformace} = w_{\text{inst}} = -6,9 \text{ mm}$$

$$\text{mezní hodnota} = w_{\text{inst,mez}} = l/500 = 15,06 \text{ m} / 500 = 30,1 \text{ mm}$$

Využití

$$w_{\text{inst}} / w_{\text{inst,mez}} = 6,9 \text{ mm} / 30,1 \text{ mm} = 0,23 \Rightarrow \text{využití } 23 \%$$

Nosník tak při výpočtu deformace vykazuje dostatečnou tuhost.

Posouzení tahových prutů

Jak je dobře patrné z obr. 15.43, při daném zatížení vypadnou některé diagonály, a nevykážou se tak pro ně žádné vnitřní síly.

Maximální síla v tahu působí na diagonále 21, síla přitom dosahuje hodnoty 16,555.

$$\text{Napětí v tahu } N / A = 16,555 \text{ kN} / 3,14 \text{ cm}^2 = 5,27 \text{ kN/cm}^2$$

Využití

$$\frac{\sigma_{N,t}}{f_{y,d}} = \frac{5,74 \text{ kN/cm}^2}{24 \text{ kN/cm}^2} = \frac{5,74 \text{ kN/cm}^2}{24 \text{ kN/cm}^2} = 0,26 < 1$$

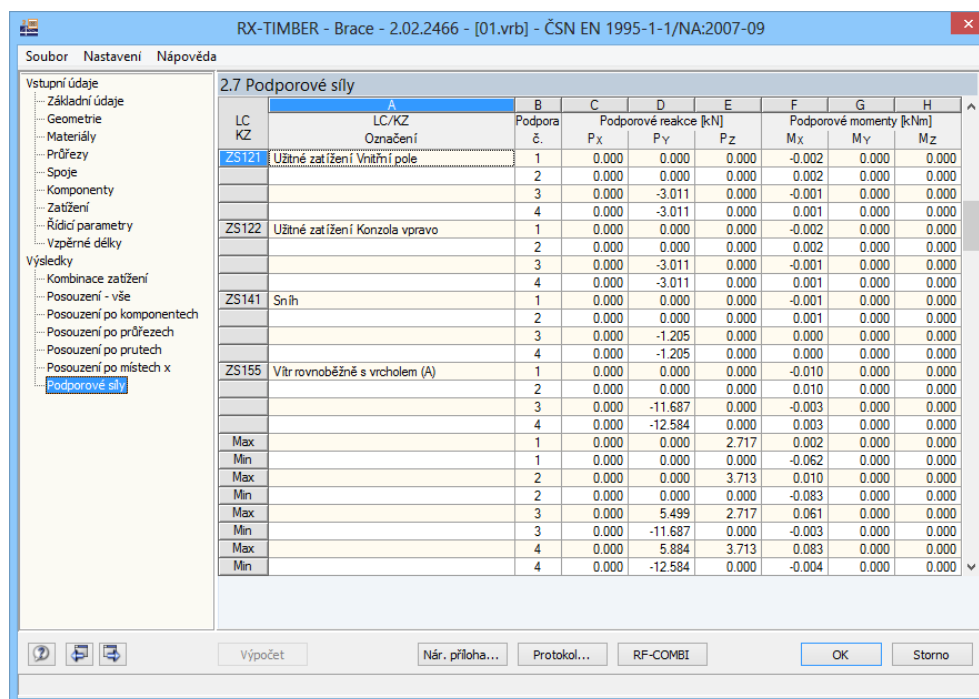
Prut má tudíž využití 24 %.

Posouzení pásu se neprovede, pás byl totiž vyšetřen již v programu *RX-TIMBER Glued Laminated Beam*. Normálové síly ztužidla je ovšem třeba zohlednit v novém výpočtu v programu *RX-TIMBER Glued Laminated Beam*.

15.3.6 Podporové síly

Posledním výstupním dialogem je dialog 2.7 *Podporové síly*. Podává přehled o podporových silách na všech čtyřech podporách ztužidla.

Na konci tabulky jsou uvedeny maximální a minimální hodnoty sil.



LC KZ	A LC/KZ Označení	B Podpora č.	C Podporové reakce [kN]			D Podporové momenty [kNm]		
			P _x	P _y	P _z	M _x	M _y	M _z
ZS121	Užitné zatížení Vnitřní pole	1	0.000	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000
		2	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000
		3	0.000	-3.011	0.000	-0.001	0.000	0.000
		4	0.000	-3.011	0.000	0.001	0.000	0.000
ZS122	Užitné zatížení Konzola vpravo	1	0.000	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000
		2	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000
		3	0.000	-3.011	0.000	-0.001	0.000	0.000
		4	0.000	-3.011	0.000	0.001	0.000	0.000
ZS141	Sníh	1	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000
		2	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
		3	0.000	-1.205	0.000	0.000	0.000	0.000
		4	0.000	-1.205	0.000	0.000	0.000	0.000
ZS155	Větr rovnoběžné s vrcholem (A)	1	0.000	0.000	0.000	-0.010	0.000	0.000
		2	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000
		3	0.000	-11.687	0.000	-0.003	0.000	0.000
		4	0.000	-12.584	0.000	0.003	0.000	0.000
Max	1	0.000	0.000	2.717	0.002	0.000	0.000	
Min	1	0.000	0.000	0.000	-0.062	0.000	0.000	
Max	2	0.000	0.000	3.713	0.010	0.000	0.000	
Min	2	0.000	0.000	0.000	-0.083	0.000	0.000	
Max	3	0.000	5.499	2.717	0.061	0.000	0.000	
Min	3	0.000	-11.687	0.000	-0.003	0.000	0.000	
Max	4	0.000	5.884	3.713	0.083	0.000	0.000	
Min	4	0.000	-12.584	0.000	-0.004	0.000	0.000	

Obr. 15.45: Dialog 2.7 *Podporové síly*

15.3.7 Výstupní protokol

Možnosti dokumentace ve výstupním protokolu jsou stejné jako v ostatních programech RX-TIMBER (viz kapitoly 10 a 11).

A: Literatura

- [1] DIN 1052:2008-12 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken
- [2] DIN 1055-100 Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln
- [3] DIN 1055-3 Einwirkungen auf Tragwerke – Eigen- und Nutzlasten für Hochbauten
- [4] DIN 1055-4 Einwirkungen auf Tragwerke – Windlasten
- [5] DIN 1055-5 Einwirkungen auf Tragwerke – Schnee- und Eislasten
- [6] DIN 4102-22 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten
- [7] EN 1995-1-1: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
Deutsche Fassung EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008
- [8] EN 1995-1-2: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
Teil 1-2: Allgemeines – Tragwerksbemessung für den Brandfall
Deutsche Fassung EN 1995-1-2:2004 + AC:2009
- [9] EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung
Deutsche Fassung EN 1990:2002
- [10] EN 1991-1-3: Einwirkungen auf Tragwerke
Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten
Deutsche Fassung EN 1991-1-3:2003 + AC:2009
- [11] EN 1991-1-4: Einwirkungen auf Tragwerke
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010
- [12] Schneider K.J.: Bautabellen für Ingenieure 16. Auflage, Werner Verlag (2007)
- [13] Blaß, H.J.; Ehlbeck J.; Kreuzinger H.; Steck G.: Erläuterungen zu DIN 1052:2004-08; Informationsdienst Holz (März 2005)
- [14] ČSN EN 1995-1-1: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (prosinec 2006)+ ČSN EN 1995-1-1/NA: 2007-09+ ČSN EN 1995-1-1 Změna A1 (květen 2009)
- [15] ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí (březen 2004)
- [16] ČSN 73 1702: Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (listopad 2007)
- [17] Prof. Ing. Dr. Novák Otakar, DrSc., Prof. Ing. Dr. Hořejší Jiří a kolektiv: Statické tabulky pro stavební praxi. Druhé, zcela přepracované vydání, SNTL, Praha (1978)

B: Index

A	
Aktuální projekt	13
Archivace	21
Atika	36, 39
Axiální vzdálenost	37
C	
Číslování stran	73
D	
Databáze materiálů	31, 41
Databáze průřezů	52
Deformace	53, 56, 66
Dekomprimace	22
Dělení prutu	53
Desetinná místa	87
Detaily	54
Dialog	28
Dílčí součinitel přípoje	33
Dílčí součinitel spolehlivosti	56, 114
Dlupal koš	24
Drag & Drop	69
Dvouosý ohyb	160
E	
Excel	90
Export do formátu CSV	90
Export výsledků	90
F	
Filtrování	62, 72
Filtrování podle modulu	14
Firemní logo	74
G	
Geometrie	36
H	
Historie	21
Hlavička firmy	74
I	
Import složky	18
Informace - parametry	40
Instalace	9
J	
Jakost dřeva	31
Jednotky	87
K	
Kategorie užitého zatížení	49
Kategorie zatížení	42
Klopení	36, 39, 52
Kombinace výsledků	59, 61, 63, 67
Kombinační součinitele	43
Kontrola správnosti	37
Konzola	29, 36, 38, 46, 50
Kopírování modelu	19
Koš	16, 20, 24
Krajní nosník	37, 42
Krátké označení	48, 61
Krut	54
L	
Lepené desky	32, 35
Lepené lamelové dřevo	31, 57
Lepené pásy	32, 34
Lepený lamelový nosník	92
Lichoběžníkové zatížení	50
Listování v dialogích	28
Logo	74
M	
Mapa větrných oblastí	46
Masivní dřevo	34
Materiál	31
Mezivýsledky	63
Mezní stav použitelnosti	133
Místní nabídka	69
Místo x	53
Místo X	63, 64
Model	13
Modifikační součinitel	57, 62, 116
Moment klopení	39
N	
Náhled obrázku	23
Náhled stran	70
Namáhání posouvající silou	159
Namáhání smykem	131
Namáhání v ohybu	119, 144
Napětí	58
Napětí v ohybu	99
Napětí ve smyku	98

Národní příloha.....	6, 30, 56	Připojení složky.....	15
Nastavení jazyka.....	82, 88	Příznivé účinky.....	53
Navigátor.....	28	PRO.DLP.....	15
Návrhová situace.....	61	Projekty v síti.....	27
Název projektu.....	17	Propustné zdi.....	46
Norma.....	30, 56, 58	Protokol.....	82
Nosník proměnného průřezu.....	29, 103	Průběhy výsledků.....	64, 67, 75
Nosník pultové střechy.....	29	Průhyb pole.....	66
Nová stránka.....	69	Pruty s náběhem.....	53
O		R	
Oblast zatížení sněhem.....	43	Rám.....	134
Ocelové tyče.....	32, 33	Redistribuce momentů.....	160
Odpojení složky.....	16	Redukce vnitřních sil.....	55
Okraj střechy.....	36	Reference zatížení.....	50
Omezení.....	12	Režim pohybu.....	70
OpenOffice.....	90	Režim výběru.....	70
Optimalizace.....	52	RF-COMBI.....	50, 59, 112
Otevření modelu.....	19, 25	Řídicí parametry.....	51
P		Rolovací kolečko myši.....	50
Paralelní instalace.....	11	Rozměry budovy.....	36
Parametry výpočtu.....	53	Rozvržení protokolu.....	80
PDF soubor.....	86	RX-TIMBER 1.....	11
Pevnost v tlaku.....	58	S	
Pevnost ve spáře.....	34, 35	Sání větru.....	47, 139
Pevnost výplně spáry.....	33	Sdružená vaznice.....	149
Písmo.....	80	Sedlový nosník.....	29
Plocha.....	52	Šířka podpory.....	37
Podpora.....	51, 54	Sít.....	11, 25, 27
Podporové síly.....	65	Sloup.....	51, 52, 124
Podprojekt.....	15	Složky.....	25
Popis modelu.....	26, 73	Smazání modelu.....	20
Popis projektu.....	73	Smazání projektu.....	16
Posouzení.....	51, 62	Směr zatížení.....	49
Posouzení na klopení.....	100, 104, 120, 146, 162	Smyk z posouvající síly.....	119
Posouzení na kroucení.....	101	Soubor ASCII.....	78
Posouzení na vibrace.....	53, 66	Soubor RTF.....	78, 85
Postranní podepření.....	39	Součinitel objemu.....	57
Použitelnost.....	51, 61, 62	Součinitel přetvoření.....	112
Požární odolnost.....	51, 57, 62	Součinitel smyku.....	57
Předloha protokolu.....	79	Součinitel tvaru.....	45
Přejmenování modelu.....	20	Součinitele.....	30
Překližka.....	34	Speciální nastavení.....	54
Převis.....	44	Spoj.....	162
Přídavná zatížení.....	48	Spojení.....	152
Přímý nosník konstantní výšky.....	29	Spojité nosník.....	106

Spojité účinek	37
Spojovací prostředek	161
Spojovací prvek	152
Správce projektů	11, 13
Spuštění programu	12
Spuštění programu RX-TIMBER	12
Standardní tiskárna	68, 85
Střednice	51
Střešní zatížení	41
Stupeň využití	62
T	
Tabulky výsledků	60
Textový soubor	78
Tisk	85
Tisk grafiky	77
Tisk textu	77
Tisková hlavička	73
Tiskový soubor	85
Titulní stránka	81
Tlak na podpoře	53, 120
Tlak větru	47, 139
Tloušťka lamely	38, 52
Torzní moment	65
Třída požární odolnosti	51
Třída provozu	43
TTZ	62
Tuhost podpory	52
Typ krajiny	43
Typ nosníku	29
Typ podepření	52
Typy zatížení	49
U	
Úhel řezu vůči vláknům	54
Únosnost	51, 61, 62
Únosnost na vytažení	162
Únosnost šroubů	33
Updaty	11
Uzamčení obrázku	76
Užitné zatížení	42
Uživatelský profil	87
V	
Vaznice	39, 149
VCmaster	86
Velikost otvorů	33
Velký zubovitý spoj	147
Větrná oblast	45
Vlákno	55
Vlastní tíha	41, 42, 48
Vlastnosti zobrazení	89, 90
Vnitřní nosník	42
Vodorovná zatížení	12
Vrcholový klín	29
Výběr obsahu protokolu	71
Vyklenutý nosník	92
Výpočet	54, 60
Výřez	29
Výška nosníku	52
Výsledkový graf	67
Výstupní protokol	68
Vytvoření modelu	26
Vytvoření projektu	14
Využití	63
Vyztužení pro příčný tah	32, 57
Vzorový protokol	79
Vzory hlavičky	74
Vzpěrné délky	112
Z	
Zachytávač sněhu	45
Záhlaví a zápatí protokolu	74
Základní údaje	26
Zakřivený nosník	29
Zatěžovací stav	48
Zatížení	41, 49
Zatížení sněhem	12, 43
Zatížení větrem	12, 45, 49
Zavření programu RX-TIMBER	28
Zemětřesení	12
Ztužení	39
Ztužidlo	163