

**Vydání
červenec 2014**

Přídavný modul

RF-TIMBER Pro

**Posouzení dřevěných prutů podle ČSN 73
1702, EN 1995 a SIA 265**

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.

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

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

Obsah

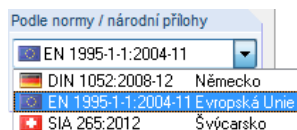
	Obsah	Strana		Obsah	Strana
1.	Úvod	5	4.8	Štíhlosti prutů	51
1.1	Přídavný modul RF-TIMBER Pro	5	4.9	Výkaz materiálu po prutech	52
1.2	Tým pro vývoj modulu RF-TIMBER Pro	6	4.10	Výkaz materiálu po sadách prutů	53
1.3	Poznámka k příručce	7	5.	Vyhodnocení výsledků	54
1.4	Spuštění modulu RF-TIMBER Pro	7	5.1	Výsledky na modelu v RFEMu	55
2.	Vstupní data	9	5.2	Výsledky na průřezu	57
2.1	Základní údaje	9	5.3	Průběhy výsledků	61
2.1.1	Záložka <i>Mezní stav únosnosti</i>	11	5.4	Filtrování výsledků	62
2.1.2	Záložka <i>Mezní stav použitelnosti</i>	12	6.	Výstup	64
2.1.3	Záložka <i>Požární odolnost</i>	13	6.1	Výstupní protokol	64
2.1.4	Podle normy / národní přílohy	14	6.2	Tisk zobrazení	64
2.2	Materiály	17	7.	Obecné funkce	66
2.3	Průřezy	20	7.1	Návrhové případy	66
2.4	Třída trvání zatížení a třída provozu	24	7.2	Optimalizace průřezů	68
2.5	Vzpěrné délky - pruty	26	7.3	Jednotky a desetinná místa	70
2.6	Vzpěrné délky - sady prutů	29	7.4	Výměna dat	71
2.7	Pruty s náběhem	30	7.4.1	Export materiálů do RFEMu	71
2.8	Zakřivené pruty	32	7.4.2	Export vzpěrných délek do RFEMu	71
2.9	Údaje pro posouzení použitelnosti	33	7.4.3	Export výsledků	72
2.10	Požární odolnost - pruty	34	8.	Příklady	74
2.11	Požární odolnost - sady prutů	35	8.1	Dřevěný sloup	74
3.	Výpočet	36	8.1.1	Konstrukce a zatížení	74
3.1	Detailní nastavení	36	8.1.2	Výpočet v RFEMu	74
3.1.1	Únosnost	36	8.1.3	Posouzení v modulu RF-TIMBER Pro	75
3.1.2	Stabilita	38	8.1.3.1	Posouzení na únosnost	75
3.1.3	Mezní stav použitelnosti	39	8.1.3.2	Posouzení v mezním stavu použitelnosti	79
3.1.4	Požární odolnost	40	8.2	Složený průřez	83
3.1.5	Ostatní nastavení	41	8.2.1	Konstrukce a zatížení	83
3.2	Spuštění výpočtu	42	8.2.2	Výpočet v RFEMu	86
4.	Výsledky	44	8.2.3	Posouzení v modulu RF-TIMBER Pro	88
4.1	Posouzení po zatěžovacích stavech	45	8.2.3.1	Posouzení na únosnost	88
4.2	Posouzení po průřezech	46	8.2.3.2	Posouzení v mezním stavu použitelnosti	94
4.3	Posouzení po sadách prutů	47	8.3	Pultový nosník	97
4.4	Posouzení po prutech	48	8.3.1	Konstrukce a zatížení	97
4.5	Posouzení po místech x	48	8.3.2	Výpočet v RFEMu	97
4.6	Rozhodující vnitřní síly po prutech	49	8.3.3	Posouzení v modulu RF-TIMBER Pro	98
4.7	Rozhodující vnitřní síly po sadách prutů	50	8.4	Zakřivený nosník	101

Obsah

	Obsah	Strana		Obsah	Strana
8.4.1	Konstrukce a zatížení	101			
8.4.2	Výpočet v RFEMu	102			
8.4.3	Posouzení v modulu RF-TIMBER Pro	103			
A	Literatura	108			
B	Index	109			

1. Úvod

1.1 Přídavný modul RF-TIMBER Pro



Eurokód (EN 1995-1-1:2004-11) stanoví pravidla pro navrhování, posuzování a výstavbu dřevěných konstrukcí v členských státech Evropské unie. Přídavným modulem RF-TIMBER Pro hlavního programu RFEM od firmy DLUBAL SOFTWARE S.R.O. se uživatelům dostává do ruky vysoce výkonný nástroj, který výborně poslouží při dimenzování dřevěných prutových konstrukcí. Předpisy specifické pro jednotlivé země jsou v modulu zohledněny v národních přílohách. Příslušné parametry jsou tak již předem definovány, uživatel může ovšem také sám zadat mezní hodnoty a přidávat do modulu nové národní přílohy. V modulu RF-TIMBER Pro lze dále provést posouzení podle ČSN 73 1702 (DIN 1052:2008) a SIA 265:2003.

RF-TIMBER Pro umožňuje posoudit pruty a sady prutů na mezní stav únosnosti, stabilitu a deformace. Posouzení jsou zakotvena v normách. Posouzení stability lze přitom provést metodou náhradního prutu nebo podle teorie druhého řádu. Při posouzení metodou náhradního prutu se zohledňuje osový tlak ve směru vláken, ohyb bez tlakové síly, ohyb a tlak, smyk od posouvající síly a také ohyb a tah. Dále lze provést posouzení požární odolnosti podle EN 1995-1-2, DIN 4102-4 nebo SIA 265.

Mezní stav použitelnosti představuje pro dřevěné konstrukce důležité posouzení. Zatěžovací stavy, kombinace zatížení a kombinace výsledků lze přitom zařadit do různých návrhových situací. Příslušné mezní hodnoty jsou stanoveny v národní příloze, lze je ovšem v případě potřeby upravit. Zadání lze dále vztažné délky a nadvýšení, které se při posouzení náležitě zohlední.

Modul nabízí uživateli možnost optimalizovat v případě potřeby průřezy a exportovat upravené profily do RFEMu. Samostatné návrhové případy umožňují posoudit různé části rozsáhlých konstrukcí zvlášť nebo vyšetřit různé varianty.

RF-TIMBER Pro je jako přídavný modul integrován do programu RFEM. Po spuštění modulu jsou tak důležité vstupní údaje již předem nastaveny. Jakmile je posouzení ukončeno, lze použít grafické prostředí RFEMu k vyhodnocení výsledků. Celé posouzení od výpočtu vnitřních sil po návrh konstrukce lze zdokumentovat v centrálním, jednotném výstupním protokolu RFEMu.

Přejeme Vám mnoho úspěchů a zábavy při práci s naším modulem RF-TIMBER Pro.

Vaše společnost DLUBAL Software s.r.o.

1.2 Tým pro vývoj modulu RF-TIMBER Pro

Na vývoji modulu RF-TIMBER Pro se podíleli:

Koordinátoři programu

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
Ing. Milan Vaněček

Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn

Programátoři

Ing. Tomáš Drtina
Dipl.-Ing. Georg Dlubal

Ing. Jiří Patrák

Databáze průřezů a materiálů

Ing. Jan Rybín, Ph.D.
Mgr. Petr Oulehle

Marian Bocek
Ing. Jiří Kubiček

Design programu, dialogů a ikon

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
MgA. Robert Kolouch

Ing. Jan Miléř

Testování programu

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

Ing. Ondřej Švorc
Ing. Milan Vaněček

Lokalizace programu a manuály

Ing. Fabio Borriello
Ing. Dmitry Bystrov
Ing. Lara Caballero Freyer
Ing. Jana Duníková
Eng.º Rafael Faria Duarte
Ing. Alessandra Grosso, Ph.D.
Jan Jeřábek
Ing. Ladislav Kábrt
Ing. Aleksandra Kociołek
Mgr. Michaela Kryšková
Dipl.-Ing. Tingting Ling
Ing. Roberto Lombino

Eng.º Nilton Lopes Fernandes
Mgr. Ing. Hana Macková
Ing. Téc. José Martínez Hernández
MA SKT Anton Mitleider
Dipl.-Ü. Gundel Pietzcker
Mgr. Petra Pokorná
BSc Eng Chelsea Prokop
Ing. Zoja Rendlová
Dipl.-Ing. Jing Sun
Ing. Marcela Svitáková
Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl
Ing. Marcin Wardyn

Technická podpora a závěrečná kontrola

M.Eng. Cosme Asseya
Dipl.-Ing. (BA) Markus Baumgärtel
Dipl.-Ing. Moritz Bertram
M.Sc. Sonja von Bloh
Dipl.-Ing. (FH) Steffen Clauß
Dipl.-Ing. Frank Faulstich
Dipl.-Ing. (FH) René Flori
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Frenzel
Dipl.-Ing. (FH) Walter Fröhlich
Dipl.-Ing. Wieland Götzler
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Hörold
Dipl.-Ing. (FH) Paul Kieloch

Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn
Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Lex
Dipl.-Ing. (BA) Sandy Matula
Dipl.-Ing. (FH) Alexander Meierhofer
M.Eng. Dipl.-Ing. (BA) Andreas Niemeier
Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Rehm
M.Eng. Dipl.-Ing. (FH) Walter Rustler
M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Frank Sonntag
Dipl.-Ing. (FH) Christian Stautner
Dipl.-Ing. (FH) Lukas Sühnel
Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl

1.3 Poznámka k příručce

Tematické oblasti jako instalace, uživatelské prostředí, vyhodnocení výsledků a výstup jsou podrobně popsány v manuálu k hlavnímu programu RFEM, a proto je v této příručce ponecháme stranou. Pozornost naopak soustředíme na zvláštnosti, které přináší práce s tímto přídatným modulem.



Při popisu modulu vycházíme z pořadí a struktury tabulek se vstupními a výstupními daty. V textu uvádíme popisované **ikony** (tlačítka) v hranatých závorkách, např. [Detaily...]. Tlačítka jsou zároveň zobrazena na levém okraji. **Názvy** dialogů, tabulek a jednotlivých nabídek jsou pak v textu pro přehlednost vyznačeny *kurzivou*.

Na závěr příručky připojujeme také index pro rychlé vyhledání určitých termínů. Pokud však ani tak nenaleznete to, co potřebujete, pak se Vám na našich webových stránkách www.dlubal.cz nabízí vyhledávač, pomocí kterého můžete dle zadaných kritérií listovat v rozsáhlém seznamu *Otázky a odpovědi*.

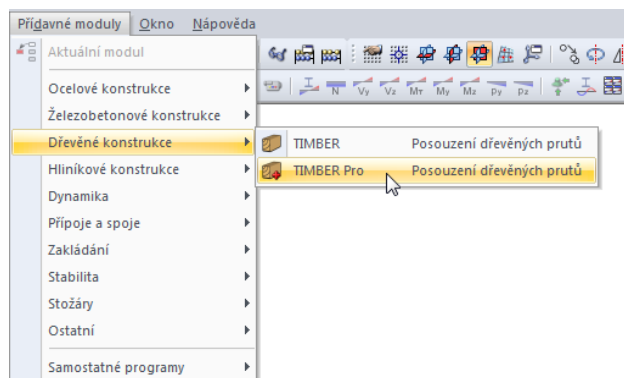
1.4 Spuštění modulu RF-TIMBER Pro

Přídatný modul RF-TIMBER Pro lze v RFEMu spustit několika způsoby.

Hlavní nabídka

Modul RF-TIMBER Pro můžeme vyvolat příkazem z hlavní nabídky programu RFEM

Přídatné moduly → **Dřevěné konstrukce** → **RF-TIMBER Pro**.

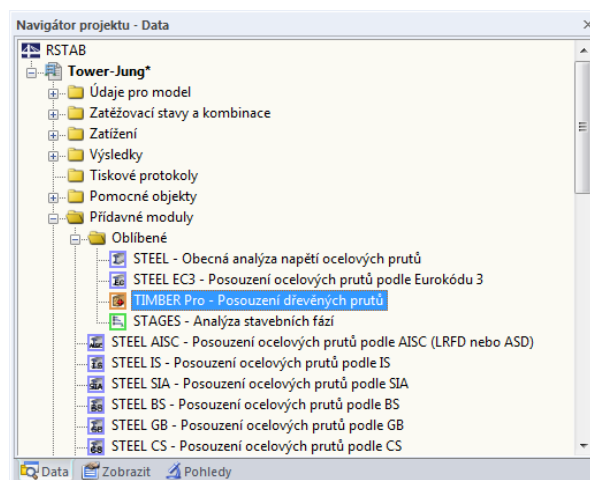


Obr. 1.1: Hlavní nabídka: *Přídatné moduly* → *Dřevěné konstrukce* → *RF-TIMBER Pro*

Navigátor

Modul RF-TIMBER Pro lze dále vyvolat z navigátoru *Data* kliknutím na položku

Přídavné moduly → RF-TIMBER Pro.

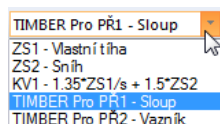


Obr. 1.2: Navigátor Data: Přídavné moduly → RF-TIMBER Pro

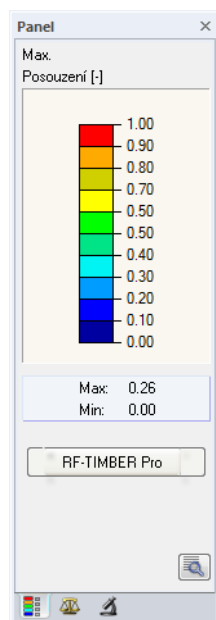
Panel

Pokud jsou v určitém modelu konstrukce v RFEMu již k dispozici výsledky z modulu RF-TIMBER Pro, pak lze daný modul otevřít také z řídicího panelu: návrhový případ z modulu RF-TIMBER Pro nastavíme v seznamu zatěžovacích stavů v panelu nástrojů. Tlačítkem [Zobrazit výsledky] necháme v grafickém okně zobrazit výsledky posouzení na prutech.

V panelu můžeme nyní použít tlačítko [RF-TIMBER Pro], kterým lze modul pro posouzení dřevěných konstrukcí spustit.



RF-TIMBER Pro



Obr. 1.3: Panel: Tlačítko [RF-TIMBER Pro]

2. Vstupní data

Po spuštění přídatného modulu RF-TIMBER Pro se zobrazí nové okno, v jehož levé části vidíme navigátor pro přístup ke všem stávajícím dialogům. Nad navigátorem se nachází rozbalovací seznam všech případně již zadaných návrhových případů (viz kapitola 7.1, strana 66).

Údaje, které jsou zapotřebí pro posouzení, se zadávají v několika vstupních dialozích. Pokud modul RF-TIMBER Pro spouštíme poprvé, pak se automaticky načtou následující parametry:

- Pruty a sady prutů
- Zatěžovací stavy, kombinace zatížení a kombinace výsledků
- Materiály
- Průřezy
- Vzpěrné délky
- Vnitřní síly (na pozadí – pokud byly vypočítány)



Dialogy lze otevřít kliknutím na jejich název v navigátoru modulu. Uživatel může mezi nimi přepínat také pomocí vlevo zázorněných tlačítek (listování dopředu či zpět) nebo pomocí funkčních kláves [F2] a [F3].

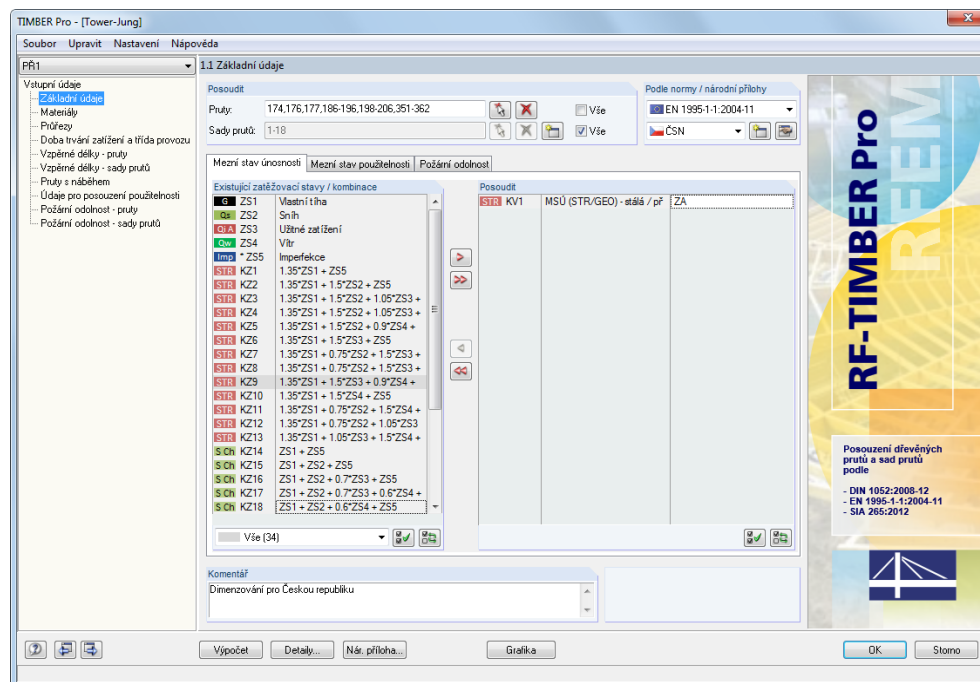
Tlačítkem [OK] uložíme zadané údaje a modul RF-TIMBER Pro zavřeme. Vrátime se do hlavního programu. Tlačítkem [Storno] modul ukončíme bez uložení dat.

OK

Storno

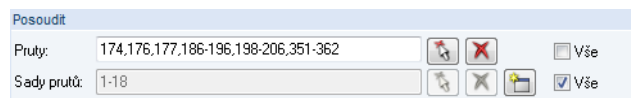
2.1 Základní údaje

V dialogu 1.1 *Základní údaje* se vybírají pruty, sady prutů a zatížení k posouzení. Uživatel má možnost stanovit zatěžovací stavy, kombinace zatížení a kombinace výsledků pro jednotlivá posouzení zvlášť v příslušných záložkách.



Obr. 2.1: Dialog 1.1 *Základní údaje*

Sekce Posoudit



Obr. 2.2: Posouzení prutů a sad prutů

Posoudit lze jak *pruty* tak *sady prutů*. Pokud se mají posoudit pouze některé objekty, je třeba zrušit označení políčka *Vše*. Tím se zpřístupní obě vstupní pole, do nichž lze zadávat čísla příslušných prutů nebo sad prutů. Seznam předem nastavených čísel lze vybrat dvojným kliknutím a přepsat ručně. Pomocí tlačítka [↵] lze příslušné objekty zvolit i graficky v pracovním okně RFEMu.

Při posouzení sady prutů se spočítají extrémní hodnoty pro všechny pruty z dané sady a pro stabilitní analýzu se zohlední okrajové podmínky připojených prutů. Výsledky se zobrazí ve výstupních tabulkách 2.3 *Posouzení po sadách prutů*, 3.2 *Rozhodující vnitřní síly po sadách prutů* a 4.2 *Výkaz materiálu po sadách prutů*.

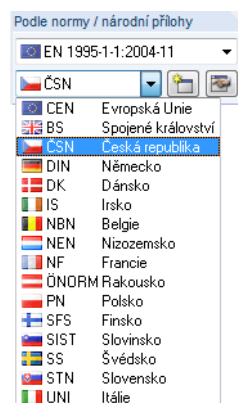
Pro vytvoření nové sady prutů můžeme použít vlevo znázorněné tlačítko. Otevře se dialog, který již známe z programu RFEM, v němž vyplníme příslušné údaje.

Podle normy / národní přílohy

V seznamu v pravém horním rohu tohoto dialogu může uživatel nastavit normu, kterou se budou následně řídit parametry pro posouzení a mezní hodnoty deformace. Vybrat můžeme některou z následujících norem:

- DIN 1052:2008-12
- EN 1995-1-1:2004-11
- SIA 265:2012

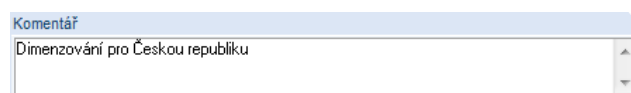
V případě, že zvolíme EN 1995-1-1, je třeba navíc zadat národní přílohu.



Obr. 2.3: Národní přílohy normy EN 1995-1-1

Pomocí tlačítka [Upravit parametry normy resp. národní přílohy...] otevřeme dialog s detailním nastavením vybrané normy či národní přílohy, v němž můžeme přezkontrolovat a případně upravit některé parametry. Tento dialog popisujeme v kapitole 2.1.4 na straně 14.

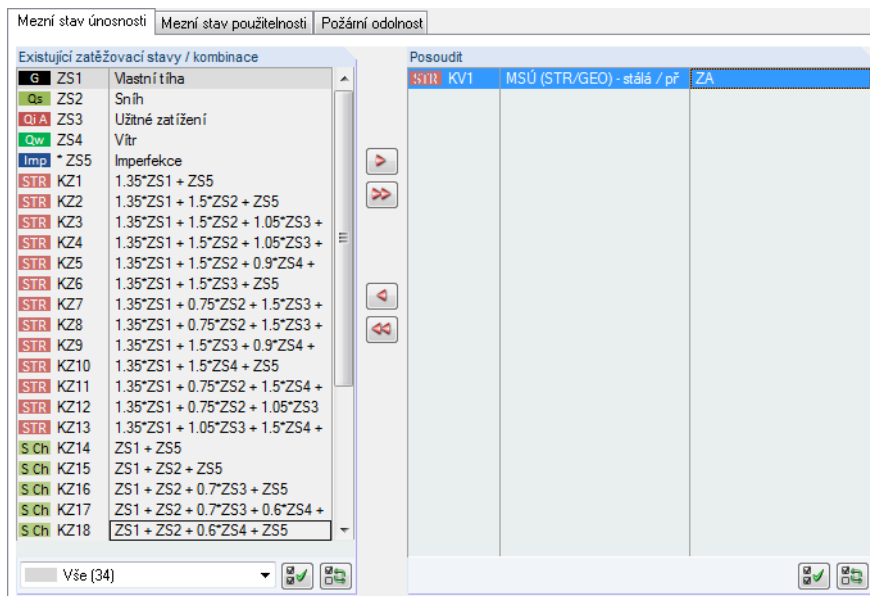
Komentář



Obr. 2.4: Komentář uživatele

V tomto vstupním poli může uživatel uvést vlastní poznámku například k aktuálnímu návrhovému případu.

2.1.1 Záložka Mezní stav únosnosti



Obr. 2.5: Dialog 1.1 Základní údaje, záložka Mezní stav únosnosti

Existující zatěžovací stavy / kombinace

V této sekci se vypíší všechny zatěžovací stavy, kombinace zatížení, kombinace výsledků a také dynamické kombinace, které byly v RFEMu vytvořeny.

Pomocí tlačítka můžeme vybrané položky zařadit do seznamu vpravo *Posoudit*. Jednotlivé položky lze vybrat i dvojím kliknutím. Tlačítkem převedeme do tabulky vpravo celý seznam.

Mnohonásobný výběr zatěžovacích stavů lze provést, jak je ve Windows běžné, se stisknutou klávesou [Ctrl]. Můžeme tak převádět několik zatěžovacích stavů najednou.

Pokud jsou zatěžovací stavy označeny hvězdičkou (*), jako například ZS 5 na obr. 2.5, nelze je posoudit: v takovém případě jim totiž nebyla přiřazena žádná zatížení nebo obsahují výlučně imperfekce. Při převodu daného zatěžovacího stavu se zobrazí příslušné upozornění.

Pod seznamem máme k dispozici různé filtrovací funkce. Slouží k třídění položek podle kategorie účinku nebo podle toho, zda se jedná o zatěžovací stav či určitý druh kombinace. Tlačítka v této sekci mají následující funkce:

	Slouží k výběru všech zatěžovacích stavů v seznamu.
	Obrátí výběr zatěžovacích stavů.

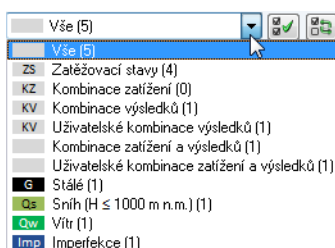
Tabulka 2.1: Tlačítka v záložce Mezní stav únosnosti

Sekce Posoudit

Tabulka vpravo obsahuje zatěžovací stavy, kombinace zatížení a kombinace výsledků, které jsme vybrali k posouzení. Tlačítkem nebo dvojím kliknutím můžeme vybrané položky ze seznamu opět odstranit. Tlačítkem smažeme celý seznam.

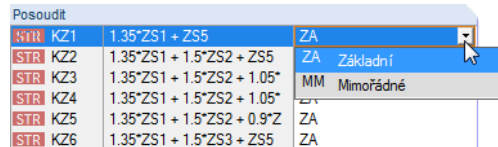
Zatěžovací stavy, kombinace zatížení a kombinace výsledků můžeme přiřadit následujícím návrhovým situacím:

- *Trvalá a dočasná*
- *Mimořádná*



Daným přiřazením se řídí součinitel γ_M , který vstupuje do výpočtu únosností R_d pro posouzení průřezu a pro stabilitní analýzu (viz obr. 2.10, strana 15).

Návrhovou situaci můžeme změnit tak, že vybereme ze seznamu jinou položku po kliknutí na tlačítko [▼] na konci vstupního políčka.



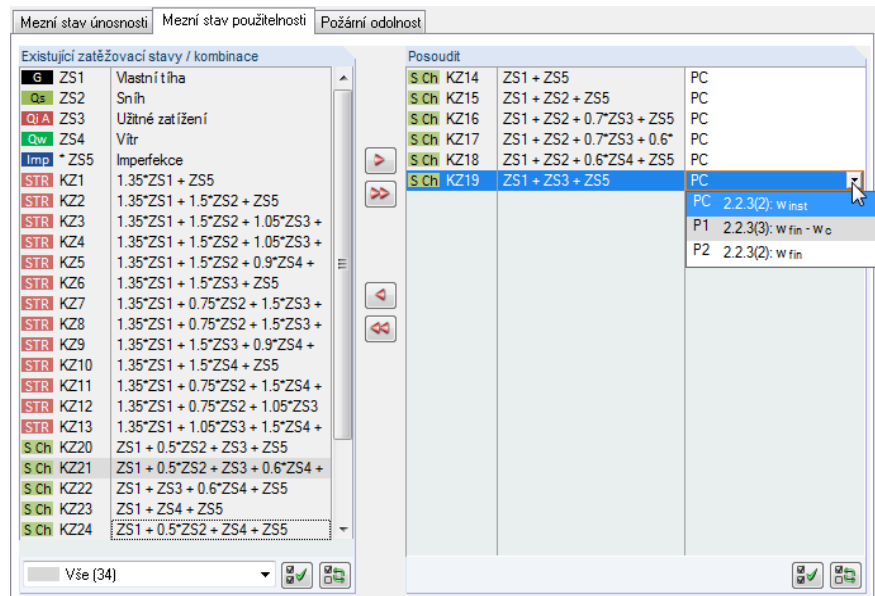
Obr. 2.6: Přiřazení návrhové situace

I v tomto případě lze se stisknutou klávesou [Ctrl] vybrat několik zatěžovacích stavů a kombinací najednou a změnit u všech současně návrhovou situaci.



Výpočet obálky souhrnné kombinace výsledků Max/Min probíhá sice rychleji než posouzení všech vybraných zatěžovacích stavů a kombinací zatížení, posouzení kombinace výsledků má ovšem také nevýhody: lze při něm jen stěží rozpoznat vliv jednotlivých zatížení.

2.1.2 Záložka Mezní stav použitelnosti



Obr. 2.7: Dialog 1.1 Základní údaje, záložka Mezní stav použitelnosti

Existující zatěžovací stavy / kombinace

V této sekci se vypíší všechny zatěžovací stavy, kombinace zatížení a kombinace výsledků, které byly v RFEMu vytvořeny.

Sekce Posoudit

Zatěžovací stavy, kombinace zatížení a kombinace výsledků můžeme zařadit na seznam vpravo *Posoudit* nebo je ze seznamu opět odstranit tak, jak popisujeme v kapitole 2.1.1.

Zatěžovacím stavům, kombinacím zatížení i kombinacím výsledků můžeme přiřadit různé mezní hodnoty průhybu. V případě EN 1995-1-1 máme na výběr následující návrhové situace:

- (2) W_{inst} Charakteristická kombinace (bez dotvarování)
- (3) W_{fin} Kvazistálá kombinace (s dotvarováním)
- (3) $W_{fin} - W_c$ Kvazistálá kombinace s nadvýšením

Návrhovou situaci můžeme změnit tak, že vybereme ze seznamu jinou položku po kliknutí na tlačítko [▼] na konci vstupního políčka (viz obr. 2.7).

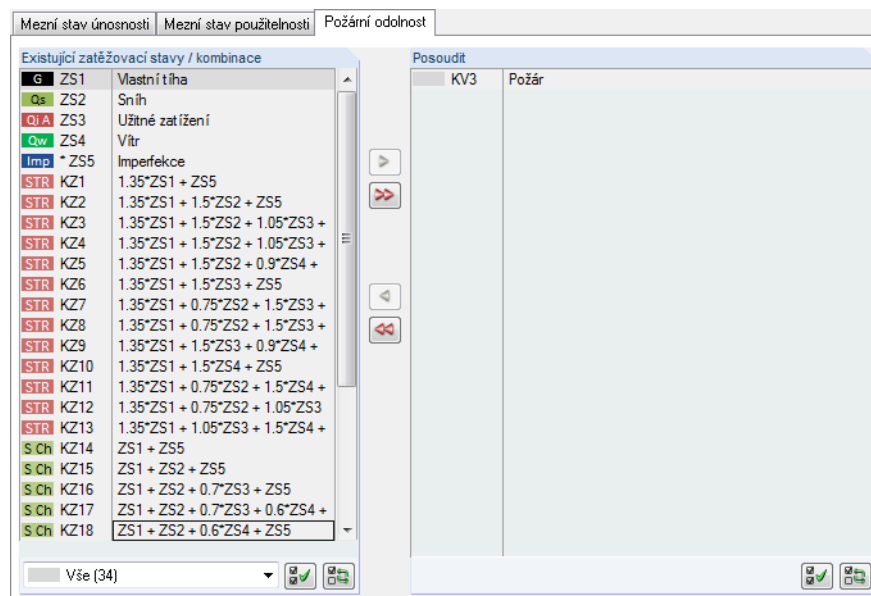
Nár. příloha...

Norm...

Mezní hodnoty průhybů upravuje národní příloha. V případě potřeby je po kliknutí na tlačítko [Upravit parametry normy resp. národní přílohy...] můžeme změnit v dialogu *Parametry národní přílohy* (viz obr. 2.10, strana 15), příp. *Norma* u jednotlivých návrhových situací.

V dialogu 1.9 *Údaje pro posouzení použitelnosti* se stanoví rozhodující vztažné délky pro posouzení deformací (viz kapitola 2.9, strana 33).

2.1.3 Záložka Požární odolnost



Obr. 2.8: Dialog 1.1 *Základní údaje*, záložka *Požární odolnost*

Existující zatěžovací stavy / kombinace

V této sekci se vypíší všechny zatěžovací stavy, kombinace zatížení a kombinace výsledků, které byly v RFEMu vytvořeny.

Sekce *Posoudit*

Zatěžovací stavy, kombinace zatížení a kombinace výsledků můžeme zařadit na seznam vpravo *Posoudit* nebo je ze seznamu opět odstranit tak, jak popisujeme v kapitole 2.1.1. Uživatel by tu měl vybrat zatížení spočítaná podle EN 1995-1-2 [5].

Posouzení požární odolnosti se provádí na redukovaném průřezu. V dialogu *Parametry národní přílohy* (viz obr. 2.10, strana 15) a také v dialogu *Detaily*, v záložce *Požární odolnost* (viz obr. 3.4, strana 40) se nastavují obecné údaje pro posouzení požární odolnosti.

Složené průřezy nelze na požární odolnost posoudit: vzhledem k tomu, že se nulová osa při redukci průřezu posouvá, bylo by třeba tuhost průřezu znovu spočítat při každém výpočtu zuhelnatění. Navíc bychom museli tuto změnu v tuhosti zohlednit při stanovení vnitřních sil v RFEMu.



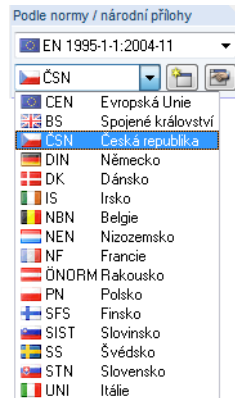
Nár. příloha...

Detaily...



2.1.4 Podle normy / národní přílohy

V seznamu v pravém horním rohu dialogu 1.1 *Základní údaje* může uživatel nastavit normu, resp. národní přílohu EN 1995-1-1, kterou se budou následně řídit parametry pro posouzení a mezní hodnoty deformace.



Obr. 2.9: Výběr národní přílohy



Po kliknutí na tlačítko [Upravit parametry normy resp. národní přílohy...] otevřeme dialog s detailním nastavením, v němž můžeme přezkontrolovat a případně upravit některé parametry (viz následující obrázek).



Tlačítko [Vytvořit novou národní přílohu (NP)...] slouží uživateli k zadání další národní přílohy do programu.

Nár. příloha...

Ve všech vstupních dialogích máme navíc k dispozici tlačítko [Nár. příloha...]. Také tímto tlačítkem můžeme otevřít dialog *Parametry národní přílohy*, který sestává z několika záložek.

Záložka *Faktory materiálu*

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

Základní informace Ostatní nastavení Použité normy

Dílčí součinitele spolehlivosti podle 2.4.1

ZA : Stálá a přechodná návrhová situace

- Masivní dřevo γ_M : 1.300

- Lamelové dřevo γ_M : 1.250

MM : Mimořádná návrhová situace γ_M : 1.000

Převzít z tabulky 1.2 Materiály

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

Pro požární situaci $\gamma_{M,fi}$: 1.000

Mezní hodnoty deformací podle tabulky 7.2

Charakteristická (méně častá) návrhová situace

PC : $w_{inst} \leq L / 300$ $\leq L_k / 150$ (Převísle)

Oboustranně podepřené

Kvazistálá návrhová situace

P1 : $w_{fin} - w_c \leq L / 250$ $\leq L_k / 125$ (Rov. (7.2))

P2 : $w_{fin} \leq L / 150$ $\leq L_k / 75$

Modifikační součinitele podle tabulky 3.1

Třída trvání zatížení (TTZ)	1	Třída provozu 2	3
- Stálé	k_{mod} : 0.600	0.600	0.500
- Dlouhodobé	k_{mod} : 0.700	0.700	0.550
- Střednědobé	k_{mod} : 0.800	0.800	0.650
- Krátkodobé	k_{mod} : 0.900	0.900	0.700
- Okamžikové	k_{mod} : 1.100	1.100	0.900

Maximální úhel řezu vůči vláknům

Použité omezení $\alpha \leq 20.00$ [°]

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

	Jehličnaté dřevo	Lamelové dřevo	Listnaté dřevo
Rychlost zuhelnatění	β_n : 0.80	0.70	0.55 [mm/min]
Zvýšené zuhelnatění	d_0 : 7.00	7.00	7.00 [mm]
Faktor	k_{fi} : 1.25	1.15	1.25 [-]

OK Storno





Obr. 2.10: Dialog *Parametry národní přílohy - ČSN*, záložka *Faktory materiálu*

V první záložce tohoto dialogu můžeme zkontrolovat a případně upravit *dílčí součinitele* a *modifikační součinitele* k_{mod} pro jednotlivé třídy provozu.

V druhé záložce lze změnit *maximální úhel řezu vůči vláknům* α .

V záložce *Faktory požáru* se stanoví *rychlost zuhelnatění* β_n a *zvýšené zuhelnatění* d_0 pro různé druhy dřeva. Tyto údaje jsou nezbytné pro výpočet ideálního zbytkového průřezu. *Faktor* k_{fi} slouží k výpočtu 20% kvantilu pevnosti a 5% kvantilu tuhosti.

Tlačítka v dialogu *Parametry národní přílohy* mají následující funkce:

Tlačítko	Funkce
	Obnoví hodnoty předem nastavené v programu.
	Načte hodnoty, které uživatel zadal jako standardní.
	Uloží upravené nastavení jako standard.
	Smaže uživatelem zadanou národní přílohu.

Tabulka 2.2: Tlačítka v dialogu *Parametry národní přílohy***Ostatní nastavení**

V druhé záložce dialogu *Parametry národní přílohy* jsou nastaveny různé důležité součinitele pro posouzení. Může je zadat i sám uživatel.

Základní informace Ostatní nastavení Použité normy

Smykový součinitel

Podle 6.1.7
 Uživatelsky zadaný

Masivní dřevo kcr : 0.670 [-]
 Lepené lamelové dřevo kcr : 0.670 [-]

Referenční objem

Podle 6.4.3
 Uživatelsky zadaný

Masivní dřevo kvol : 1.000 [-]
 Lepené lamelové dřevo kvol : [-]

Součinitel interakce

Podle 6.1.6
 Uživatelsky zadaný

Obdélníkový průřez km : 0.700 [-]
 Ostatní průřezy km : 1.000 [-]

Ostatní průřezy - střední napětí km : 1.000 [-]

Součinitel pro distribuci napětí

Podle 6.4.3
 Uživatelsky zadaný

Sedlový nosník kdis : 1.400 [-]

Torzní součinitel

Podle 6.1.8
 Uživatelsky zadaný

Obdélníkový průřez kshape : [-]
 Kruhový průřez kshape : 1.200 [-]
 Lichoběžníkový průřez kshape : 1.000 [-]

Obr. 2.11: Dialog *Parametry národní přílohy - ČSN*, záložka *Ostatní nastavení*

Použité normy

Poslední záložka dialogu *Parametry národní přílohy* nás informuje o normách, kterými se jednotlivá posouzení řídí.

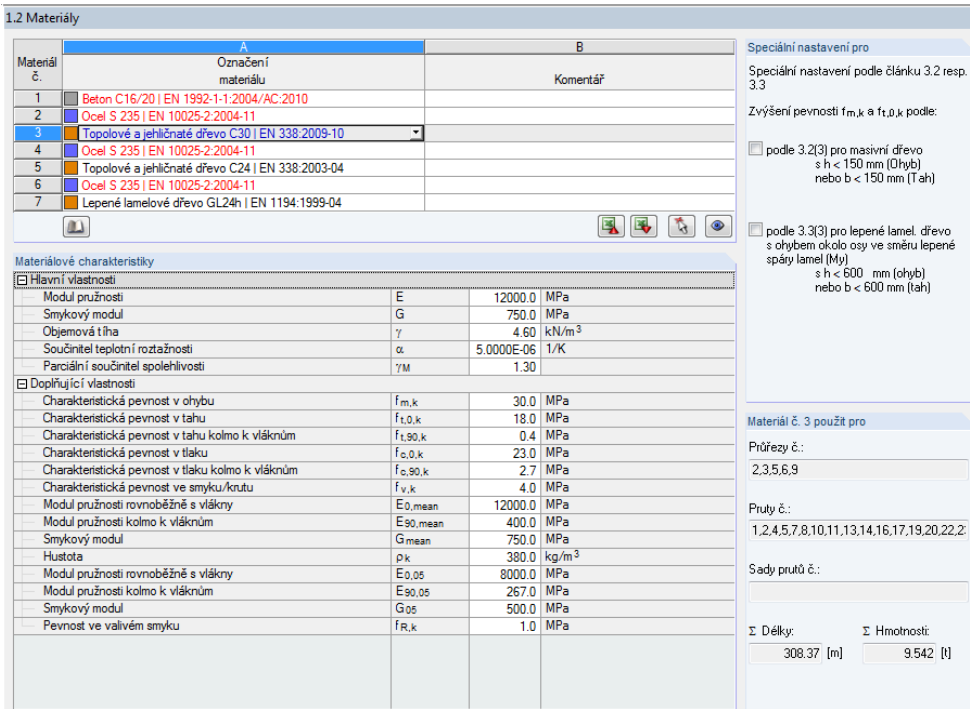
Základní informace Ostatní nastavení Použité normy

Č.	Normy	Popis normy
[1]	ČSN EN 1995-1-1:2006-12+A1:2009-05/NA: 2007-	Část 1-1: Obecné - Obecná pravidla a směrnice pro budovy
[2]	ČSN EN 1995-1-2:2006-12/NA:2007-09	Část 1-2: Obecné - Posuzování požární odolnosti staveb
[3]	ČSN EN 1990:2004-03+A1:2007-04/NA:2004-06	Základy posuzování staveb (Včetně: Erratum 1:2007-11, Erratum 2:2008-08)
[4]	ČSN EN 1991-1-1:2004-03/NA:2004-06	Část 1-1: Obecné účinky - Hustoty, vlastní hmotnost, užité zatížení budov
[5]	ČSN EN 1991-1-3:2005-06/NA:2008-07	Část 1-3: Obecné účinky - Zatížení sněhem (Včetně: Dodatek Z1:2006-12)
[6]	ČSN EN 1991-1-4:2007-04/NA:2008-05	Část 1-4: Obecné účinky - Zatížení větrem (Včetně: Erratum 1:2008-09)
[7]	ČSN EN 1194:1999-11	Dřevěné konstrukce- Lepené lamelové dřevo - Pevnostní třídy a stanovení charakteristických
[8]	ČSN EN 338:2010-05	Konstrukční dřevo

Obr. 2.12: Dialog *Parametry národní přílohy - ČSN*, záložka *Použité normy*

2.2 Materiály

Tento dialog je rozdělen do dvou částí. V horní sekci se uvádí všechny materiály, které byly do RFEMu uloženy. Ve spodní sekci *Materiálové charakteristiky* se zobrazí vlastnosti aktuálního materiálu, tzn. materiálu, jehož řádek jsme vybrali v horní sekci.



1.2 Materiály

Materiál č.	Označení materiálu	Komentář
1	Beton C16/20 EN 1992-1-1:2004/AC:2010	
2	Ocel S 235 EN 10025-2:2004-11	
3	Topolové a jehličnaté dřevo C30 EN 338:2009-10	
4	Ocel S 235 EN 10025-2:2004-11	
5	Topolové a jehličnaté dřevo C24 EN 338:2003-04	
6	Ocel S 235 EN 10025-2:2004-11	
7	Lepené lamelové dřevo GL24h EN 1194:1999-04	

Materiálové charakteristiky			
<input checked="" type="checkbox"/> Hlavní vlastnosti			
Modul pružnosti	E	12000.0	MPa
Smykový modul	G	750.0	MPa
Objemová tíha	γ	4.60	kN/m ³
Součinitel teplotní roztažnosti	α	5.0000E-06	1/K
Parciální součinitel spolehlivosti	γ_M	1.30	
<input checked="" type="checkbox"/> Doplnující vlastnosti			
Charakteristická pevnost v ohybu	$f_{m,k}$	30.0	MPa
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{t,0,k}$	18.0	MPa
Charakteristická pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	0.4	MPa
Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{c,0,k}$	23.0	MPa
Charakteristická pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	2.7	MPa
Charakteristická pevnost ve smyku/křutu	$f_{v,k}$	4.0	MPa
Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny	$E_{0,mean}$	12000.0	MPa
Modul pružnosti kolmo k vláknům	$E_{90,mean}$	400.0	MPa
Smykový modul	G_{mean}	750.0	MPa
Hustota	ρ_k	380.0	kg/m ³
Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny	$E_{0,05}$	8000.0	MPa
Modul pružnosti kolmo k vláknům	$E_{90,05}$	267.0	MPa
Smykový modul	G_{05}	500.0	MPa
Pevnost ve valivém smyku	$f_{R,k}$	1.0	MPa

Speciální nastavení pro

Speciální nastavení podle článku 3.2 resp. 3.3

Zvýšení pevnosti $f_{m,k}$ a $f_{t,0,k}$ podle:

podle 3.2(3) pro masivní dřevo s $h < 150$ mm (Ohyb) nebo $b < 150$ mm (Tah)

podle 3.3(3) pro lepené lamel. dřevo s ohybem okolo osy ve směru lepené spáry lamel (M_y) s $h < 600$ mm (ohyb) nebo $b < 600$ mm (tah)

Materiál č. 3 použit pro

Průřezy č.: 2,3,5,6,9

Pruty č.: 1,2,4,5,7,8,10,11,13,14,16,17,19,20,22,2

Sady prutů č.:

Σ Délky: 308.37 [m] Σ Hmotnosti: 9.542 [t]

Obr. 2.13: Dialog 1.2 Materiály

Materiály, které se nebudou při posouzení uvažovat, jsou uvedeny šedým písmem. Nepřípustné materiály se uvádí červeným písmem, změněné materiály modrým.

V kapitole 4.3 manuálu k hlavnímu programu RFEM popisujeme materiálové parametry, které se uplatňují při výpočtu vnitřních sil (*hlavní vlastnosti*). Do globální databáze materiálů se uloží také materiálové charakteristiky, které jsou zapotřebí pro posouzení. Dané hodnoty jsou předem nastaveny (*doplnující vlastnosti*).

Jednotky a desetinná místa materiálových hodnot a napětí lze měnit příkazem z hlavní nabídky **Nastavení** → **Jednotky a desetinná místa...** (viz kapitola 7.3, strana 70).

Označení materiálu

V tomto sloupci se automaticky nastaví materiály zadané v RFEMu. Můžeme je ovšem kdykoli změnit: klikneme na materiál ve sloupci A, čímž aktivujeme dané políčko. Následně klikneme na tlačítko [▼] nebo stiskneme klávesu [F7]. Otevřeme tak seznam materiálů.



Materiál	Standard
Topolové a jehličnaté dřevo C14	ČSN EN 1995-1-1:2010-05
Topolové a jehličnaté dřevo C16	ČSN EN 1995-1-1:2010-05
Topolové a jehličnaté dřevo C18	ČSN EN 1995-1-1:2010-05
Topolové a jehličnaté dřevo C20	ČSN EN 1995-1-1:2010-05
Topolové a jehličnaté dřevo C22	ČSN EN 1995-1-1:2010-05
Topolové a jehličnaté dřevo C24	ČSN EN 1995-1-1:2010-05
Topolové a jehličnaté dřevo C27	ČSN EN 1995-1-1:2010-05
Topolové a jehličnaté dřevo C30	ČSN EN 1995-1-1:2010-05
Topolové a jehličnaté dřevo C35	ČSN EN 1995-1-1:2010-05
Topolové a jehličnaté dřevo C40	ČSN EN 1995-1-1:2010-05

Obr. 2.14: Seznam materiálů

Seznam obsahuje v souladu s koncepcí posouzení pouze materiály z kategorie „Dřevo“.

Jakmile vybereme požadovaný materiál, *materiálové charakteristiky* se aktualizují.

Pokud změníme označení materiálu ručně a v databázi materiálů existuje položka se stejným názvem, RF-TIMBER Pro rovněž načte příslušné materiálové hodnoty.

Materiálové charakteristiky nelze v modulu RF-TIMBER Pro zásadně upravovat.

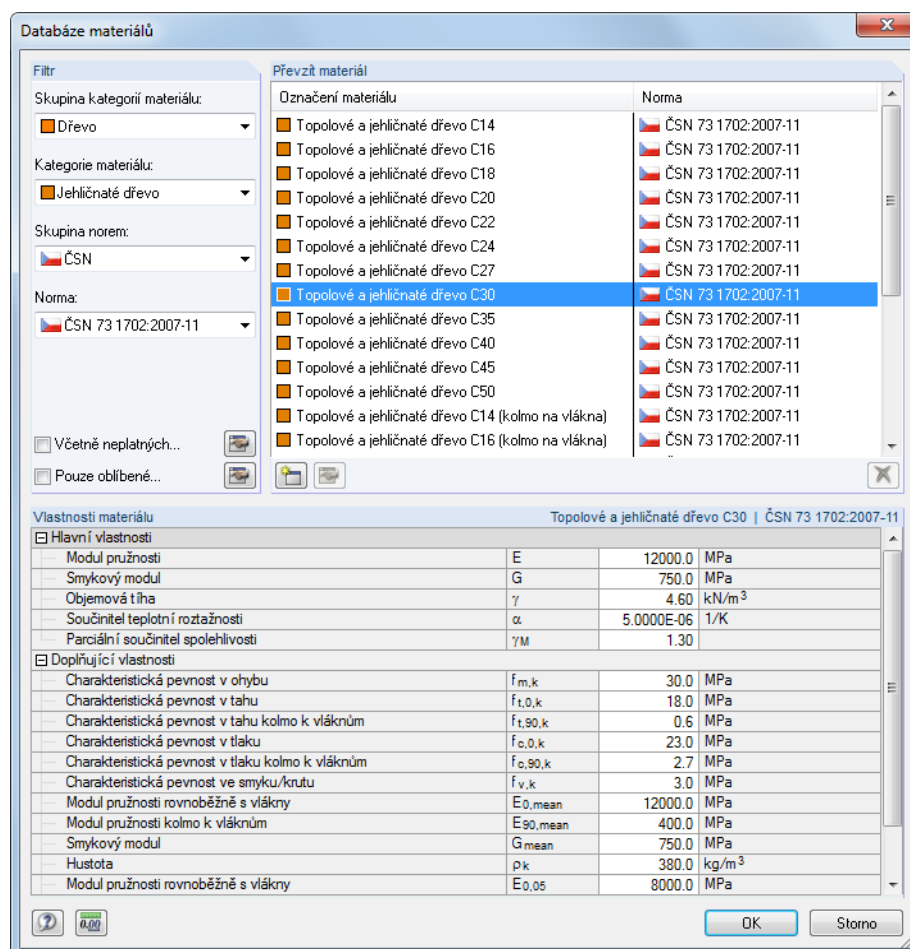
Databáze materiálů

V databázi je uloženo značné množství materiálů. Databázi otevřeme příkazem v hlavní nabídce



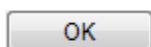
Upravit → Databáze materiálů...

nebo kliknutím na vlevo znázorněné tlačítko.



Obr. 2.15: Dialog Databáze materiálů

V sekci *Filtr* je předem nastavena skupina kategorií materiálu *Dřevo*. V seznamu *Převzít materiál*, který se nachází vpravo, lze vybrat určitý materiál a ve spodní části dialogu přezkontrolovat jeho charakteristické hodnoty.



Po kliknutí na tlačítko [OK] nebo stisknutím klávesy [↵] se materiál převezme do dialogu 1.2 modulu RF-TIMBER Pro.

V kapitole 4.3 manuálu k hlavnímu programu RFEM podrobně popisujeme, jak lze přidávat nové materiály do databáze nebo materiály nově třídit či filtrovat.

Materiálové charakteristiky

V dolní sekci dialogu 1.2 se uvádí charakteristická pevnost v ohybu $f_{m,k}$, v tahu rovnoběžně s vlákny $f_{t,0,k}$, v tahu kolmo k vláknům $f_{t,90,k}$, v tlaku rovnoběžně s vlákny $f_{c,0,k}$, v tlaku kolmo k vláknům $f_{c,90,k}$ a také ve smyku a v kroucení $f_{v,k}$.

Návrhové hodnoty pevnosti materiálu (viz například [4], podmínka (2.14)) se stanoví pomocí modifikačních součinitelů k_{mod} a dílčích součinitelů spolehlivosti γ_M .

$$X_d = k_{mod} \cdot \frac{X_k}{\gamma_M}$$

Rovnice 2.1: Redukce charakteristické pevnosti modifikačními součiniteli a dílčími součiniteli spolehlivosti

Nár. příloha...

Modifikační součinitele a dílčí součinitele spolehlivosti lze upravit v dialogu *Parametry národní přílohy* (viz obr. 2.10, strana 15).

Speciální nastavení

V úvahu lze vzít vliv rozměru prvku na pevnost. U malých průřezů můžeme ze statického hlediska vycházet z toho, že na průřez bylo použito pevnější dřevo. Podle EN 1995-1-1, čl. 3.2 tak můžeme charakteristické hodnoty pevnosti navýšit pro posouzení v tahu (směrodatná tu je šířka průřezu) a pro posouzení v ohybu (přihlíží se k výšce průřezu). Součinitel zvětšení se počítá následovně:

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{150}{b} \right)^{0,2} \\ 1,3 \end{array} \right\} \quad \text{pro rostlé dřevo s } b \leq 150 \text{ mm}$$

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{600}{b} \right)^{0,1} \\ 1,1 \end{array} \right\} \quad \text{pro lepené lamelové dřevo s } b \leq 600 \text{ mm}$$

Rovnice 2.2: Součinitel k_h pro zvětšení pevnosti

RF-TIMBER Pro rozpozná materiál a při označení příslušné volby automaticky zvětší charakteristickou hodnotu pevnosti.

Speciální nastavení pro

Speciální nastavení podle článku 3.2 resp. 3.3

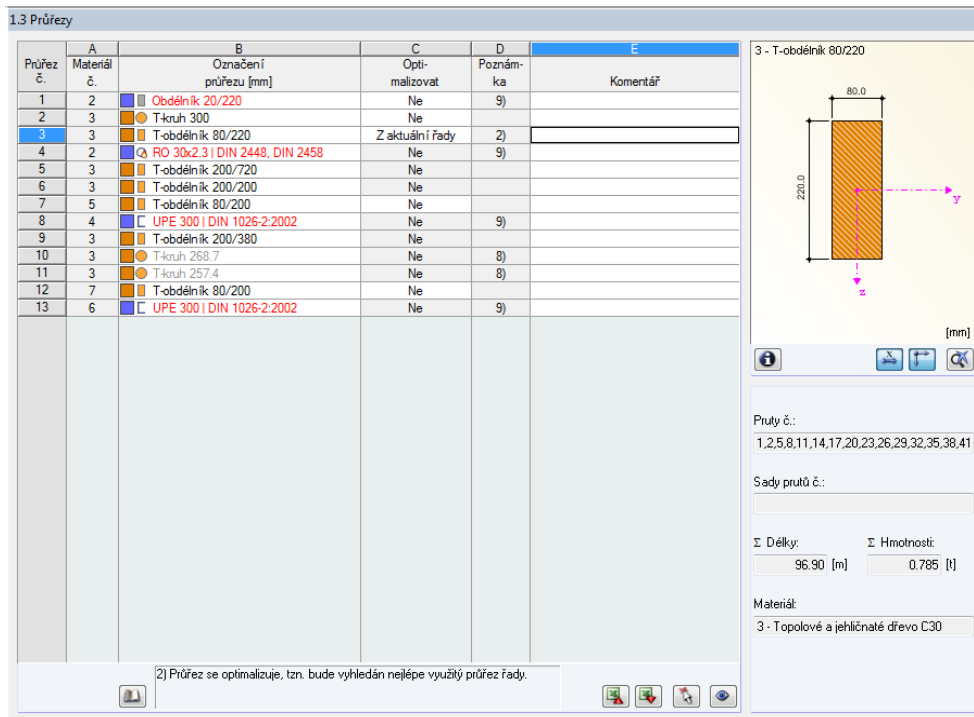
Zvýšení pevnosti $f_{m,k}$ a $f_{t,0,k}$ podle:

podle 3.2(3) pro masivní dřevo
s $h < 150$ mm (Ohyb)
nebo $b < 150$ mm (Tah)

podle 3.3(3) pro lepené lamel. dřevo
s ohybem okolo osy ve směru lepené
spáry lamel (My)
s $h < 600$ mm (ohyb)
nebo $b < 600$ mm (tah)

2.3 Průřezy

V tomto dialogu se pracuje s průřezem, které se uvažují při posouzení. Dále tu lze stanovit parametry pro optimalizaci.



Obr. 2.16: Dialog 1.3 Průřezy

Označení průřezu

Při otevření dialogu jsou již předem nastaveny průřezy zadané v RFEMu i s přiřazenými čísly materiálů. Posoudit lze pouze parametrické dřevěné průřezy z databáze (viz následující obrázek).

Nové označení průřezu lze uvést také přímo v daném vstupním políčku. Pokud v databázi materiálů existuje položka se stejným názvem, RF-TIMBER Pro rovněž načte příslušné průřezové charakteristiky.

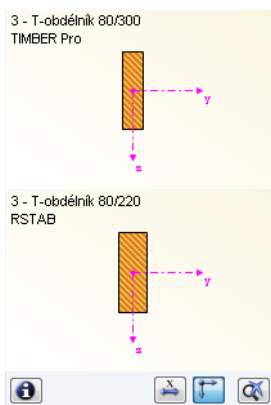
Průřez se po změně uvádí modrým písmem.

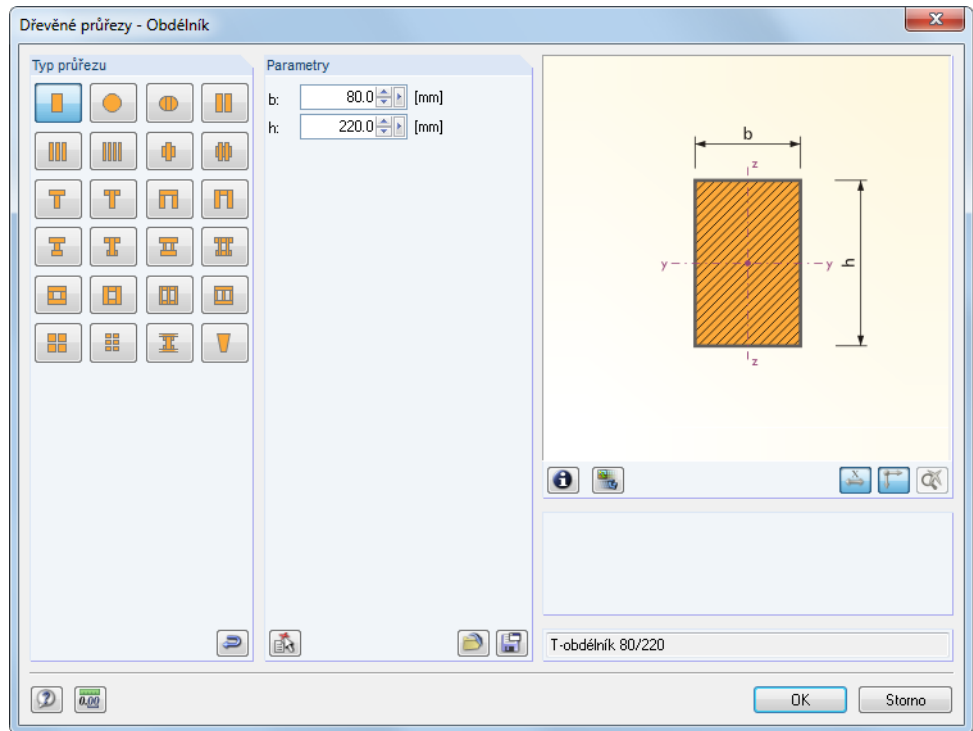
Jestliže se průřezy v modulu RF-TIMBER Pro a v RFEMu liší, zobrazí se v grafickém okně vpravo vedle tabulky oba profily. Při posouzení se pak použijí vnitřní síly z RFEMu pro průřez zvolený v modulu RF-TIMBER Pro.

Pokud chceme průřez změnit, klikneme na položku ve sloupci B, a tím políčko aktivujeme. Tlačítkem [Převzít průřez z databáze...] nebo tlačítkem [...] na konci pole, resp. pomocí klávesy [F7] následně otevřeme databázi profilů (viz následující obrázek).

V daném dialogu pak můžeme vybrat jiný průřez nebo také jinou řadu profilů. Pokud chceme použít zcela jinou kategorii průřezů, můžeme tlačítkem [Zpět do databáze průřezů...] otevřít obecnou databázi profilů.

Výběr průřezů z databáze podrobně popisujeme v kapitole 4.13 manuálu k hlavnímu programu RFEM.

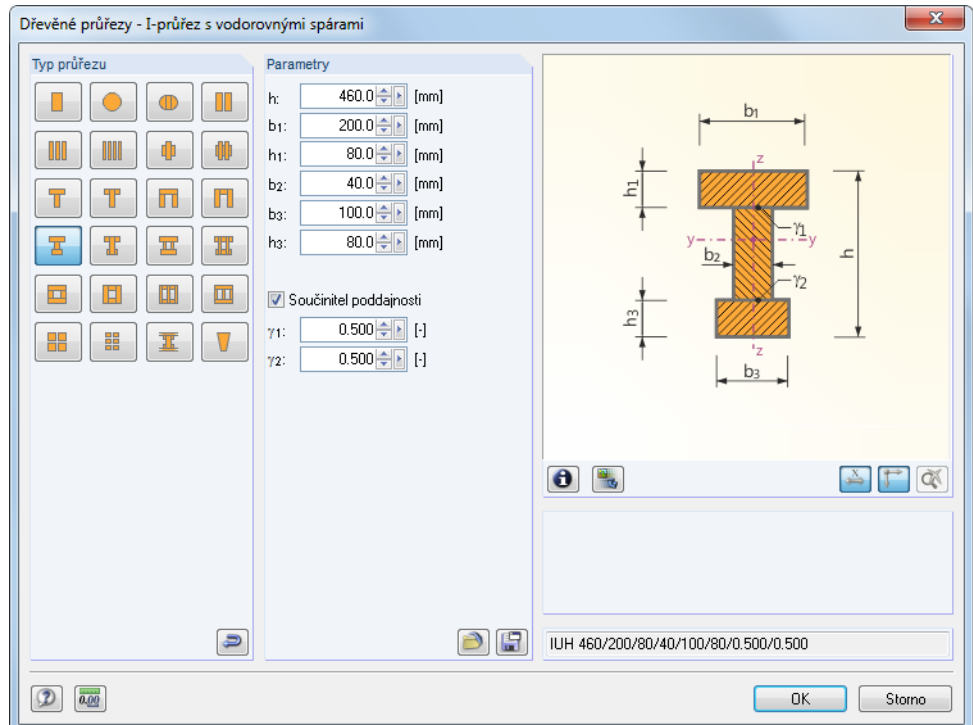




Obr. 2.17: Dřevěné průřezy v databázi profilů



Pokud se jedná o složený průřez, pak lze zohlednit poddajnost ve spáře vlivem spojovacího prostředku.



Obr. 2.18: Zohlednění poddajnosti ve spáře u složeného průřezu

Průřezové hodnoty se počítají metodou y. Vychází se z následujících předpokladů:

- Jedná se o nosník o jednom poli nebo o spojitý nosník s kloubovými podporami.
- Průřezové hodnoty jsou po celé délce prutu konstantní (nejedná se o prut s náběhy).
- Zatížení je sinusové.
- Kroucení průřezu je vyloučeno.
- Namáhání prostorovým vzpěrem se nevyšetřuje.

Max. využití

Tento sloupec se zobrazí až po výpočtu. Na jeho základě lze rozhodnout, zda se má průřez optimalizovat. Z údajů v tomto sloupci a z barevných referenčních pruhů je zřejmé, které průřezy jsou téměř nevyužity, a tudíž předimenzovány, a naopak které jsou přetíženy, a tudíž poddimenzovány.

Optimalizovat

Obdélníkové i kruhové průřezy lze optimalizovat. Při optimalizaci se na základě vnitřních sil z RFEMu vyhledá ze stejné řady profil, který se nejvíce blíží maximálnímu využití stanovenému v záložce *Ostatní nastavení* v dialogu *Detaily* (viz obr. 3.5, strana 41).

Pokud chceme určitý průřez optimalizovat, můžeme u něj ve sloupci C, resp. D otevřít seznam a z něj vybrat požadovanou položku: *Ano*, resp. *Z oblíbených, název*. Doporučení k optimalizaci průřezů najdeme v kapitole 7.2 na straně 68.

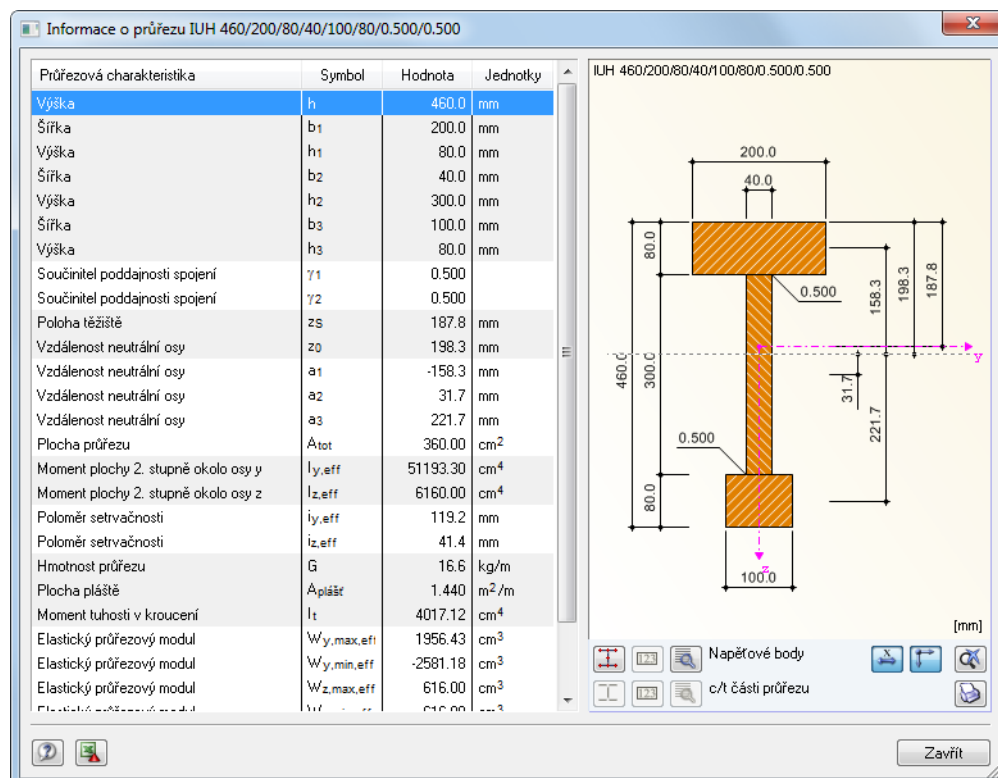
Poznámka

V tomto sloupci jsou uvedeny odkazy na poznámky, které najdeme pod seznamem průřezů.

Informace o průřezu

V dialogu *Informace o průřezu* si lze prohlédnout průřezové charakteristiky a napětové body.

Detaily...

Informace o průřezu IUH 460/200/80/40/100/80/0.500/0.500

Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotky
Výška	h	460.0	mm
Šířka	b ₁	200.0	mm
Výška	h ₁	80.0	mm
Šířka	b ₂	40.0	mm
Výška	h ₂	300.0	mm
Šířka	b ₃	100.0	mm
Výška	h ₃	80.0	mm
Součinitel poddajnosti spojení	γ ₁	0.500	
Součinitel poddajnosti spojení	γ ₂	0.500	
Poloha těžiště	z _S	187.8	mm
Vzdálenost neutrální osy	z ₀	198.3	mm
Vzdálenost neutrální osy	a ₁	-158.3	mm
Vzdálenost neutrální osy	a ₂	31.7	mm
Vzdálenost neutrální osy	a ₃	221.7	mm
Plocha průřezu	A _{tot}	360.00	cm ²
Moment plochy 2. stupně okolo osy y	I _{y,eff}	51193.30	cm ⁴
Moment plochy 2. stupně okolo osy z	I _{z,eff}	6160.00	cm ⁴
Poloměr setrvačnosti	i _{y,eff}	119.2	mm
Poloměr setrvačnosti	i _{z,eff}	41.4	mm
Hmotnost průřezu	G	16.6	kg/m
Plocha pláště	A _{plášť}	1.440	m ² /m
Moment tuhosti v kroucení	I _t	4017.12	cm ⁴
Elastický průřezový modul	W _{y,max,eff}	1956.43	cm ³
Elastický průřezový modul	W _{y,min,eff}	-2581.18	cm ³
Elastický průřezový modul	W _{z,max,eff}	616.00	cm ³
Elastický průřezový modul	W _{z,min,eff}	-616.00	cm ³








Diagram průřezu IUH 460/200/80/40/100/80/0.500/0.500 (mm):

- Celková výška: 460.0 mm
- Šířka horní části: 200.0 mm
- Šířka střední části: 40.0 mm
- Šířka dolní části: 100.0 mm
- Výška horní části: 80.0 mm
- Výška střední části: 300.0 mm
- Výška dolní části: 80.0 mm
- Vzdálenost těžiště od horního okraje: 187.8 mm
- Vzdálenost neutrální osy od horního okraje: 198.3 mm
- Vzdálenost neutrální osy od dolního okraje: 221.7 mm
- Vzdálenost těžiště od neutrální osy: 31.7 mm
- Poloha těžiště od horního okraje: 158.3 mm
- Poloha těžiště od neutrální osy: 187.8 mm

Obr. 2.19: Dialog *Informace o průřezu*

V pravé části dialogu je znázorněn právě vybraný průřez.

Tlačítka pod obrázkem mají následující funkce:

Tlačítko	Funkce
	Zobrazí, resp. skryje napětové body.
	Zobrazí, resp. skryje čísla napětových bodů.
	Zobrazí podrobné informace o napětových bodech (viz obr. 2.20).
	Zobrazí, resp. skryje kóty průřezu.
	Zobrazí, resp. skryje hlavní osy průřezu.
	Obnoví celkový náhled na průřez.
	Vytiskne průřezové hodnoty a grafické zobrazení průřezu.

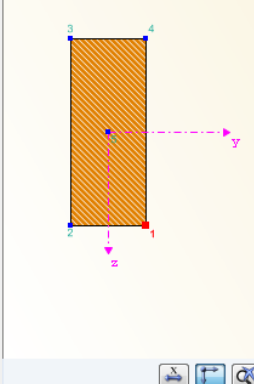
Tab. 2.3: Tlačítka pro grafické zobrazení průřezu



Tlačítkem [Detaily napětových bodů...] můžeme zobrazit specifické údaje o napětových bodech (souřadnice, statické momenty atd.).

Napětové body T-obdélník 80/200

Nap. bod č.	Souřadnice		Statické momenty		Tloušťka t [mm]	Deplanace	
	y [mm]	z [mm]	S _y [cm ³]	S _z [cm ³]		ω [cm ²]	A _ω [cm ⁴]
1	-40.0	100.0	0.00	0.00	80.0	0.00	0.00
2	-40.0	100.0	0.00	0.00	80.0	0.00	0.00
3	-40.0	-100.0	0.00	0.00	80.0	0.00	0.00
4	40.0	-100.0	0.00	0.00	80.0	0.00	0.00
5	0.0	0.0	400.00	0.00	80.0	0.00	0.00
6	0.0	0.0	0.00	160.00	200.0	0.00	0.00



Zavřít

Obr. 2.20: Dialog *Napětové body*

Prut s náběhy

V případě prutů s náběhy s odlišným průřezem na počátku a konci prutu se uvedou obě čísla průřezů podle zadání v RFEMu do dvou řádků.

RF-TIMBER Pro posoudí i pruty s náběhy, pokud je počáteční a koncový průřez stejného typu. V tomto případě je třeba zadat doplňující údaje v dialogu 1.7 (viz kapitola 2.7, strana 30).

2.4 Třída trvání zatížení a třída provozu

V dialogu 1.4 se stanoví třída trvání jednotlivých zatížení. Dále můžeme pruty a sady prutů přiřadit k různým třídám provozu. Při posouzení se tak zohlední klimatické podmínky.

1.4 Doba trvání zatížení a třída provozu

Zatížení	A	B	C	D
	Označení	Typ zatížení	Třída trvání zatížení TTZ	Součinitel k_{mod}
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	Dlouhodobá	0.700
ZS2	Sníh	Sníh ($H \leq 1000$ m n.m.)	Dlouhodobá	0.700
ZS3	Užitné zatížení	Užitná zatížení - kategorie A: obyt.	Střednědobá	0.800
ZS4	Větr	Větr	Dlouhodobá	0.700
KZ1	1.35*ZS1 + ZS5	-	Dlouhodobá	0.700
KZ2	1.35*ZS1 + 1.5*ZS2 + ZS5	-	Dlouhodobá	0.700
KZ3	1.35*ZS1 + 1.5*ZS2 + 1.05*ZS3 +	-	Střednědobá	0.800
KZ4	1.35*ZS1 + 1.5*ZS2 + 1.05*ZS3 +	-	Střednědobá	0.800
KZ5	1.35*ZS1 + 1.5*ZS2 + 0.9*ZS4 +	-	Dlouhodobá	0.700
KZ6	1.35*ZS1 + 1.5*ZS3 + ZS5	-	Střednědobá	0.800
KZ7	1.35*ZS1 + 0.75*ZS2 + 1.5*ZS3 +	-	Střednědobá	0.800
KZ14	ZS1 + ZS5	-	Dlouhodobá	0.700
KZ15	ZS1 + ZS2 + ZS5	-	Dlouhodobá	0.700
KZ16	ZS1 + ZS2 + 0.7*ZS3 + ZS5	-	Střednědobá	0.800
KZ17	ZS1 + ZS2 + 0.7*ZS3 + 0.6*ZS4	-	Střednědobá	0.800
KZ18	ZS1 + ZS2 + 0.6*ZS4 + ZS5	-	Dlouhodobá	0.700
KZ19	ZS1 + ZS3 + ZS5	-	Střednědobá	0.800
KV3	Požár	-	Dlouhodobá	0.700

Třída provozu (TP)

Identicky pro všechny pruty/sady prutů

TP:

Rozdílně...

Třída provozu 1:
20 °C a relativní vlhkost okolního vzduchu překračující 65 % pouze několik týdnů v roce. Průměrná vlhkost dřeva většiny jehličnatých dřev je ≤ 12 %.

Třída provozu 2:
20 °C a relativní vlhkost okolního vzduchu překračující 65 % pouze několik týdnů v roce. Průměrná vlhkost dřeva většiny jehličnatých dřev je ≤ 20 %.

Třída provozu 3:
Klimatické podmínky vedoucí k vyšší vlhkosti než ve třídě provozu 2.

Obr. 2.21: Dialog 1.4 Třída trvání zatížení a třída provozu

Zatížení

Seznam bude obsahovat všechna zatížení, která jsme vybrali pro posouzení v dialogu 1.1 *Základní údaje*. V případě kombinací se uvádějí i zatěžovací stavy, které obsahují.

Označení

Označení zatěžovacího stavu usnadňuje jeho klasifikaci.

Typ zatížení

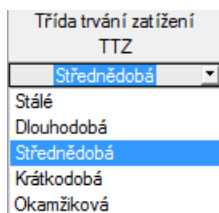
V tomto sloupci se zobrazí typy zatížení tak, jak byly stanoveny v RFEMu při vytváření zatěžovacích stavů. Na jejich základě se předem nastaví údaje v následujícím sloupci.

Třída trvání zatížení TTZ

Pro posouzení je třeba zatížení a jejich kombinace zařadit do různých tříd trvání zatížení. Zařazení zatížení do různých tříd se řídí například normou [1], tab. 4 nebo normou [4], tab. 2.1.

U zatěžovacích stavů a kombinací výsledků lze třídu trvání zatížení upravovat pomocí vlevo znázorněného rozbalovacího seznamu. Klikneme do buňky ve sloupci C, čímž aktivujeme dané políčko. Zpřístupní se tak tlačítko [▼]. Klasifikace kombinací zatížení a kombinací výsledků *Nebo* se v programu automaticky řídí rozhodujícím zatížením, resp. zatěžovacími stavy zahrnutými do kombinace.

Z třídy trvání zatížení TTZ se vychází při stanovení modifikačního součinitele k_{mod} . Tento součinitel se zohlední také při výpočtu pevnosti materiálu.



Pokud jsme v RFEMu zvolili automatické vytváření kombinací zatížení, pak se budou uvažovat třídy trvání zatížení automaticky podle zadání v RFEMu. Není tak třeba znovu definovat třídy v modulu RF-TIMBER Pro. Zařazení zatěžovacích stavů do tříd tu ovšem můžeme upravit.

Součinitel k_{mod}

Tímto modifikačním součinitelem se zohledňuje vliv třídy provozu a doby trvání zatížení na pevnostní vlastnosti (viz [4], tab. 3.1).

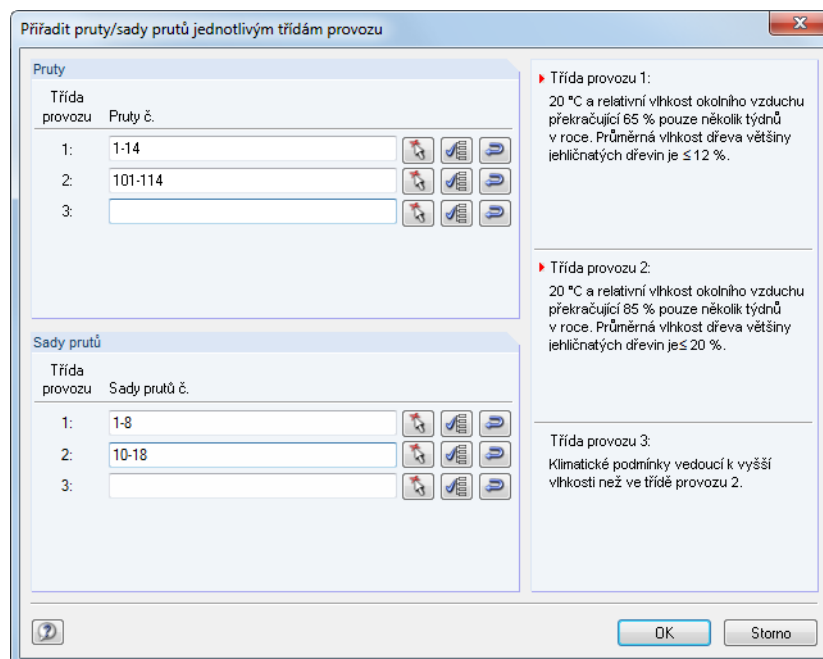
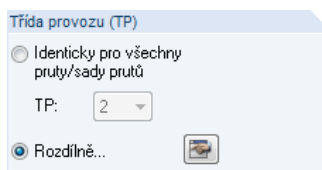
Nár. příloha...

Součinitele lze zkontrolovat a v případě potřeby upravit v dialogu *Parametry národní přílohy* (viz obr. 2.10, strana 15).

Třída provozu (TP)




Zařazení konstrukčních prvků do třídy provozu umožňuje stanovit pevnostní charakteristiky a spočítat deformace s přihlédnutím k okolnímu prostředí. Třídy provozu upravuje například norma [4], čl. 2.3.1.3.

Všechny pruty a sady prutů jsou předem zařazeny do stejné třídy provozu. Pokud je chceme přiřadit k různým třídám provozu, označíme políčko *Rozdílně...* Pomocí tlačítka [Přiřadit pruty resp. sady prutů jednotlivým třídám provozu] pak otevřeme následující dialog:



Obr. 2.22: Dialog *Přiřadit pruty/sady prutů jednotlivým třídám provozu*

V něm lze zařadit *pruty* a *sady prutů* samostatně do různých tříd provozu. Tlačítka vedle zadávacích políček usnadňují výběr prvků. Mají následující funkce:

Tlačítko	Funkce
	Slouží ke grafickému výběru objektů v pracovním okně RFEMu.
	Zařadí všechny pruty/sady prutů do dané třídy provozu.
	Zařadí všechny dosud nepřirazené pruty/sady prutů do dané třídy provozu.

Tab. 2.4: Tlačítka v dialogu *Přiřadit pruty/sady prutů jednotlivým třídám provozu*

2.5 Vzpěrné délky - pruty

Detaily...



Obsah tabulky závisí na tom, zda se má stabilitní analýza provést metodou náhradního prvku nebo podle teorie druhého řádu. Metoda analýzy se stanoví v dialogu *Detaily* v záložce *Stabilita* (viz obr. 3.2, strana 38). Následující popis se vztahuje k případu, kdy jsme vybrali metodu náhradního prutu, a kdy je tedy třeba zadat parametry vzpěru a klopení.

Pokud v dialogu *Detaily* v záložce *Stabilita* stabilitní analýzu deaktivujeme, dialog 1.5 se nezobrazí.

Dialog je rozdělen do dvou částí. V horní části se nachází souhrnná tabulka s údaji o součinitelích vzpěrné délky a o délce náhradních prutů pro vzpěr a klopení všech posuzovaných prutů. Předem nastaveny jsou vzpěrné délky zadané v RFEMu. V sekci *Nastavení pro prut* se zobrazí další informace o prutu, který jsme právě vybrali v horní tabulce.

Tlačítkem [^] můžeme vybrat určitý prut v grafickém okně. Následně se zvýrazní jeho řádek v tabulce a zobrazí se nastavení pro daný prut v dolní části dialogu.

Upravovat můžeme jak údaje v tabulce tak ve stromové struktuře v sekci *Nastavení pro prut*.

1.5 Vzpěrné délky - pruty

Prut č.	Vzpěr		Vzpěr okolo osy y		Vzpěr okolo osy z		Klopení		Komentář
	možný	možný	k _{cr,y}	L _{cr,y} [m]	k _{cr,z}	L _{cr,z} [m]	možné	L _{cr} Ručně	
194	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	7.087
195	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	7.087
196	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	7.087
197	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	7.087
198	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	7.087
199	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	7.087
200	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	7.087
201	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	7.087
202	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	7.087
203	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.087	<input checked="" type="checkbox"/>	7.087

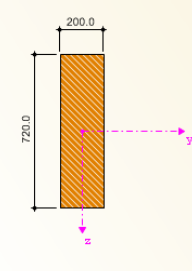
Nastavení pro prut č. 197

Průřez

Počátek	5 - T-obdélník 200/720	
Konec	9 - T-obdélník 200/380	
Délka	L	7.087 m
Vzpěr možný		<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Vzpěr okolo osy y možný		<input checked="" type="checkbox"/>
Součinitel vzpěrné délky	k _{cr,y}	1.000
Vzpěrná délka	L _{cr,y}	7.087 m
<input type="checkbox"/> Vzpěr okolo osy z možný		<input checked="" type="checkbox"/>
Součinitel vzpěrné délky	k _{cr,z}	1.000
Vzpěrná délka	L _{cr,z}	7.087 m
<input type="checkbox"/> Klopení možné		<input checked="" type="checkbox"/>
L _{cr} ručně		<input type="checkbox"/>
Komentář		

Vstupy přiřadit prutům č.:

T-obdélník 200/720



Obr. 2.23: Dialog 1.5 *Vzpěrné délky - pruty* v případě metody náhradního prutu



V tabulce i v sekci *Nastavení pro prut* můžeme vzpěrné délky zadat ručně nebo je můžeme stanovit po kliknutí na tlačítko [...] graficky v pracovním okně. Dané tlačítko se aktivuje, pokud se kurzor myši nachází v příslušném zadávacím políčku (viz obrázek výše).

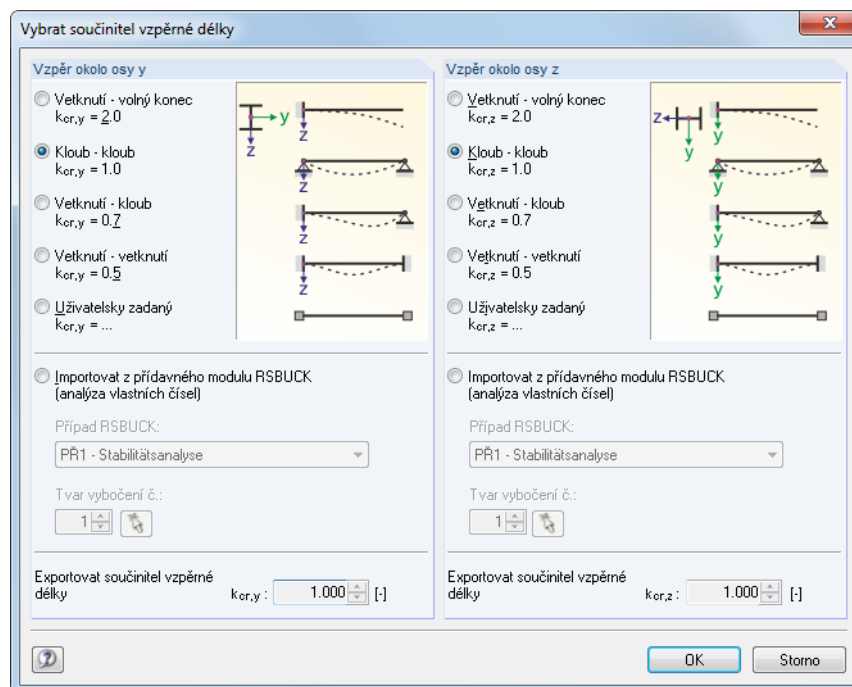
Ve stromové struktuře *Nastavení pro prut* jsou seřazeny následující parametry:

- *Průřez*
- *Délka prutu*
- *Vzpěr možný* či nikoli u daného prutu (odpovídá sloupci A v tabulce)
- *Vzpěr okolo osy y možný* (odpovídá sloupcům B až D)
- *Vzpěr okolo osy z možný* (odpovídá sloupcům E až G)
- *Klopení možné* (odpovídá sloupcům H až J)

Můžeme zde stanovit, jestli se má obecně u právě vybraného prutu provést posouzení na vzpěr nebo klopení. Dále můžeme upravit *součinitele vzpěrné délky* v příslušných směrech. V případě, že se změní některý součinitel vzpěrné délky, délka náhradního prutu se automaticky upraví. Platí to i opačně.



Vzpěrnou délku prutu můžeme stanovit také ve zvláštním dialogu, který otevřeme vlevo znázorněným tlačítkem. Tlačítko se nachází pod tabulkou.



Obr. 2.24: Dialog *Vybrat součinitel vzpěrné délky*

Pro každý směr lze zvolit některý ze čtyř Eulerových případů vzpěru nebo uživatel může *zadat* součinitel vzpěrné délky ručně. V případě, že máme k dispozici výsledky analýzy vlastních čísel z modulu RF-STABILITY, můžeme zvolit určující *tvar vybočení* ke stanovení daného součinitele.

Vzpěr možný

Při stabilitním posouzení na vzpěr a klopení se předpokládá, že prut může přenášet tlakové síly. Pruty, které tlakové síly nemohou přenášet, protože například patří k typu tahové pruty, pružná podloží nebo tuhá spojení, jsou v modulu RF-TIMBER Pro již od počátku z posouzení vyloučeny. Příslušné řádky se pak vybarví šedě a ve sloupci *Komentář* se zobrazí odpovídající poznámka k danému prutu.

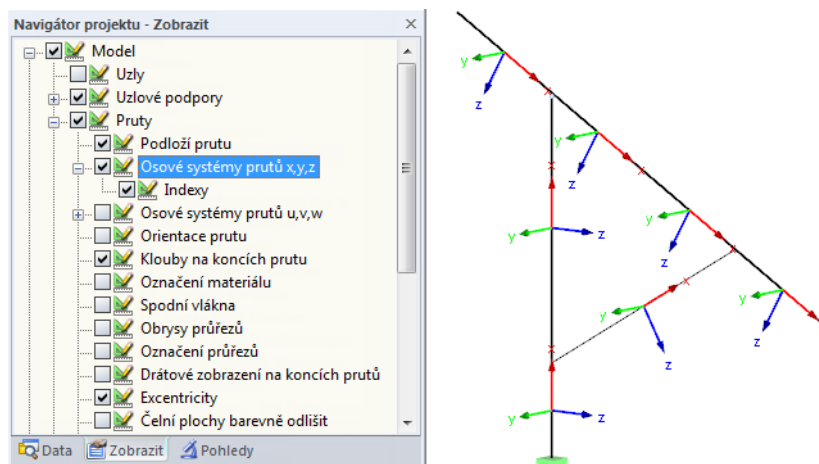
Sloupec A v tabulce *Vzpěr možný*, resp. příslušné zaškrtnutí políčko v sekci *Nastavení pro prut* nabízí uživateli možnost určit, zda se má u určitého prutu stabilitní posouzení vůbec provést.

Vzpěr okolo osy y, resp. osy z

Sloupce *Vzpěr možný* uvádějí, zda existuje pro daný prut nebezpečí vybočení okolo osy y a/nebo z. Jedná se přitom o lokální osy prutu: osa y je „hlavní“ a osa z „vedlejší“ osa prutu. Součinitele vzpěrné délky $k_{cr,y}$ a $k_{cr,z}$ lze pro vzpěr okolo hlavní i vedlejší osy zvolit libovolně.



Polohu os prutu lze zkontrolovat v dialogu 1.3 *Průřezy* u zobrazení průřezu (viz obr. 2.16, strana 20). Tlačítkem [Skok do grafiky pro změnu zobrazení] můžeme otevřít také pracovní okno RFEMu. V něm můžeme lokální osy prutu zobrazit z místní nabídky prutu nebo z navigátoru *Zobrazit*.



Obr. 2.25: Zobrazení osových systémů prutu v navigátoru Zobrazit v RFEMu

Pokud existuje nebezpečí vybočení prutu okolo jedné nebo obou os, lze zadat součinitele vzpěrné délky a vzpěrné délky ve sloupcích C a D, resp. F a G nebo ve stromové struktuře v sekci *Nastavení pro prut*.



Pomocí tlačítka [...] na konci vstupních políček pro zadání L_{cr} lze také vybrat graficky dva body v pracovním okně RFEMu; jejich vzdálenost pak definuje vzpěrnou délku. Dané tlačítko se aktivuje, pokud se kurzor myši nachází v příslušném zadávacím políčku (viz obr. 2.23).

Pokud byl definován součinitel vzpěrné délky k_{cr} , stanoví se vzpěrná délka L_{cr} tak, že se délka prutu L vynásobí součinitelem vzpěrné délky. Zadávací políčka k_{cr} a L_{cr} jsou interaktivní.

Klopení možné

Ve sloupci H může uživatel rozhodnout, které pruty se mají posoudit na klopení.

L_{cr} ručně



Jako délka náhradního prutu, která je důležitá pro posouzení na klopení, je předem nastavena délka prutu. Po označení zaškrtačovacího políčka ve sloupci I lze délku klopení L_{cr} zadat ve sloupci J nebo ji můžeme stanovit pomocí funkce [...] v grafickém okně jako vzdálenost postranních podpor. Tuto délku bývá vhodné upravit u prvku, který sestává z několika prutů mezi podporami.



Pod sekci *Nastavení pro prut* se nachází zaškrtačovací pole *Vstup přiřadit prutům č.* Pokud toto pole zaškrtneme, budou následně zadané údaje platit pro vybrané pruty (ručně uvedené nebo vybrané pomocí funkce [\] v grafickém okně), resp. pro všechny pruty. Tato volba je užitečná, pokud chceme několika prutům přiřadit stejné okrajové podmínky. Upozorňujeme ovšem na to, že je třeba tuto funkci aktivovat před zadáním údajů. Pokud nejdříve definujeme údaje a až poté vybereme tuto volbu, data se prutům zpětně nepřijadí.

Komentář

V posledním sloupci může uživatel u každého prutu uvést vlastní poznámky, např. vysvětlit zvolenou délku náhradního prutu.

2.6 Vzpěrné délky - sady prutů

Tento dialog se zobrazí pouze v případě, že jsme v dialogu 1.1 *Základní údaje* vybrali pro posouzení alespoň jednu sadu prutů a v dialogu *Detaily* v záložce *Stabilita* jsme aktivovali posouzení stability (viz obr. 3.2, strana 38).

1.6 Vzpěrné délky - sady prutů

Sada prutů č.	A	B	C		E	G		H	I	J	K
	Vzpěr možný	možný	Vzpěr okolo osy y		možný	Vzpěr okolo osy z		možné	Klopení	L _{cr} [m]	Komentář
			k _{cr,y}	L _{cr,y} [m]		k _{cr,z}	L _{cr,z} [m]		L _{cr} Ručně		
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.137	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.137	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.137	
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.137	
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.137	
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.137	
7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.137	
8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.137	
9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.137	
10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	11.137	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.137	

Nastavení pro sadu prutů č. 1

Sled prutů: Stabzug 1

Prut 174
 Počátek: 9 - T-obdélník 200/380
 Konec: 6 - T-obdélník 200/200

Prut 189
 Počátek: 5 - T-obdélník 200/720
 Konec: 9 - T-obdélník 200/380

Délka: L = 11.137 m

Vzpěr možný:

Vzpěr okolo osy y možný:
 Součinitel vzpěrné délky: k_{cr,y} = 1.000
 Vzpěrná délka: L_{cr,y} = 11.137 m

Vzpěr okolo osy z možný:
 Součinitel vzpěrné délky: k_{cr,z} = 1.000
 Vzpěrná délka: L_{cr,z} = 11.137 m

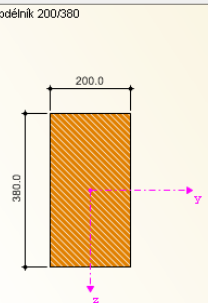
Klopení možné:
 L_{cr} ručně:

Komentář:

Vstupy přiřadit sadám č.:

Všem

T-obdélník 200/380



Obr. 2.26: Dialog 1.6 Vzpěrné délky - sady prutů

Tento dialog je uspořádán stejně jako předchozí dialog 1.5 *Vzpěrné délky - pruty*. Můžeme v něm zadat vzpěrné délky pro vybočení okolo obou hlavních os sady prutů i pro klopení tak, jak popisujeme v kapitole 0. Okrajové podmínky se stanoví pro sadu prutů, která jako celek představuje náhradní prut.



Upozorňujeme na to, že zakřivené sady prutů jsou ze stabilitní analýzy vyloučeny: při posouzení metodou náhradního prutu je třeba u zakřivených nosníků zadat vzpěrnou délku v jeho třetinách. Navíc stabilitní analýza zakřivených nosníků například podle [4], čl. 6.3.3 platí pouze pro nosníky o jednom poli. U staticky neurčitých konstrukcí nebo modelů s více podporami je třeba provést dalekosáhlejší analýzu.

2.7 Pruty s náběhem

Tento dialog se zobrazí, pokud jsme v dialogu 1.1 *Základní údaje* vybrali k posouzení alespoň jeden prut, který má na obou svých koncích odlišné průřezy. V daném dialogu se uvádí kritéria jako například úhel řezu vůči vláknům proměnných průřezů.

1.7 Pruty s náběhem

Prut č.	Průřez		Délka L [m]	Úhel řezu vůči vláknům α	Vláčna rovnoběžně s okrajem	S vrcholem	Poz-námka	Komentář
	Začít. prutu	Konec prutu						
174	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
176	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
177	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
186	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
187	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
188	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
189	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
190	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
191	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
192	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
193	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
194	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
195	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
196	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
197	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
198	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
199	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
200	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
201	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
202	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
203	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
204	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
205	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
206	T-obdélník 200/720	T-obdélník 200/380	7.087	2.75	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
351	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
352	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
353	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
354	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
355	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
356	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
357	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
358	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
359	T-obdélník 200/380	T-obdélník 200/200	4.050	2.54	≤ 20	Osa +z	<input type="checkbox"/>	

Obr. 2.27: Dialog 1.7 Pruty s náběhem

Průřez

V prvních dvou sloupcích se uvádí průřezy na *začátku* a *konci* prutů s náběhy.

Délka

Pro kontrolu se zobrazí délka prutu s náběhy.

Úhel řezu vůči vláknům α

RF-TIMBER Pro spočítá úhel řezu vůči vláknům z geometrických údajů. Rovnice používané při posouzení v programu platí pouze pro úhel řezu $\alpha \leq 24^\circ$ (v případě EN 1995-1-1[4] a SIA 265 [6]), resp. $\alpha \leq 10^\circ$ (v případě DIN 1052 [1]).

Nár. příloha...

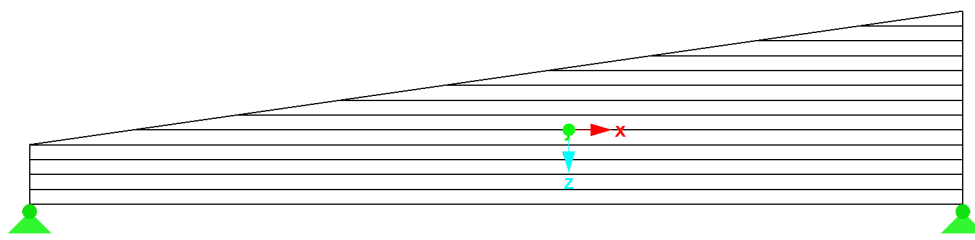
Mezní hodnoty, které obsahuje sloupec E, lze zkontrolovat a v případě potřeby upravit v dialogu *Parametry národní přílohy* (viz obr. 2.10, strana 15).

Vláčna rovnoběžně s okrajem

Ve sloupci F se stanoví, s kterým okrajem prutu jsou vlákna dřeva rovnoběžná. To, zda se jedná o „horní“ nebo „dolní“ okraj prutu, jednoznačně vyplývá ze směru lokální osy z prutu (viz obr. 2.25, strana 28).

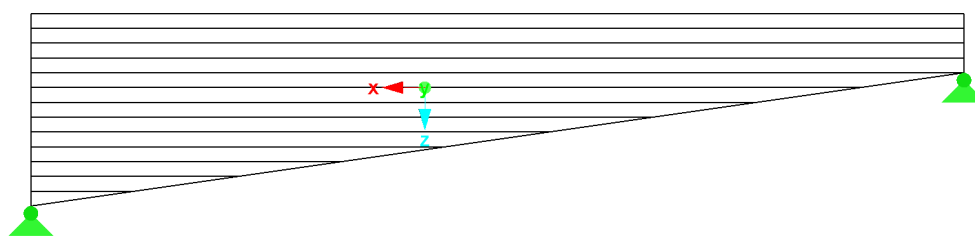
Vláčna rovnoběžně s okrajem
Osa +z
Osa +z
Osa -z

Vláčna jsou zpravidla rovnoběžná s okrajem prutu na straně ve směru osy +z prutu („dolní okraj“). To znamená, že nosník je seřiznutý na své horní straně.



Obr. 2.28: Vlákna rovnoběžná s okrajem prutu ve směru +z

Pokud jsou vlákna rovnoběžná s okrajem prutu na straně ve směru osy $-z$ („horní okraj“), pak je nosník s náběhem seříznutý na dolní straně. Jedná se o výjimečný případ, protože obvykle je třeba se vyvarovat řezu v oblasti vystavené tahu a ohybu.

Obr. 2.29: Vlákna rovnoběžná s okrajem ve směru $-z$

S vrcholem

Pokud ve sloupci G zaškrtneme dané políčko, pak se ve vrcholu provádí posouzení na maximální napětí v tahu kolmo k vláknům například podle [1], podmínky (85), nebo [4], podmínky (6.50) a dále na smyk od posouvající síly.

2.8 Zakřivené pruty

Tento dialog se zobrazí, pokud jsme v dialogu 1.1 *Základní údaje* vybrali k posouzení alespoň jeden prut se zakřivením. Zakřivené pruty lze zadat například na základě linií typu „spline“ nebo „oblouk“.

Podle SIA 265 [6] nelze zakřivené pruty vůbec posuzovat.

1.8 Zakřivené pruty

Č.	A	B	C	D	E	F		G	H	I	J
	Prut č.	Laminát t [mm]	Posoudit	Ručně	Prut č.	Příčný tah I [m]	V [m ³]	k _{vol}	k _{dis}	r	Komentář
1	1	33.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	12.035	1.64	0.361	1.400	r=8.417	
2	4	33.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4	8.502	1.16	0.387	1.400	r=8.632	

Obr. 2.30: Dialog 1.8 *Zakřivené pruty*

Prut č.

Daný sloupec obsahuje čísla všech prutů, které leží na zakřivené linii a mají konstantní průřez.

Laminát

Pokud se jedná o lepené lamelové dřevo, zadá se v tomto sloupci tloušťka lamel t .

Příčný tah

Jestliže označíme zaškrtnutím políčko *Posoudit*, provede se v modulu RF-TIMBER Pro posouzení na příčný tah. Součinitele k_{dis} a případně k_{vol} nebo vztahná výška h_o jsou předem nastaveny podle zvolené normy, uživatel je ovšem může v případě potřeby upravit.

V případě normy EN 1995-1-1 se po označení políčka *Ručně* zpřístupní sloupce F a G pro úpravu délky l a objemu V .

2.9 Údaje pro posouzení použitelnosti

Tento dialog nabízí různé možnosti pro posouzení mezního stavu použitelnosti. K dispozici ho máme pouze v případě, že jsme v záložce *Mezní stav použitelnosti* dialogu 1.1 zadali příslušné údaje (viz kapitola 2.1.2, strana 12).

1.9 Údaje pro posouzení použitelnosti

C.	A	B	C		D		E	F	G	H
	Vztáhnout na	Pruty č.	Ručně	Vzt. délka L [m]	Směr	Nadvýšení w_c [mm]	Typ nosníku	Komentář		
1	Seznam prutů	1	<input type="checkbox"/>	1.700	y, z	10.0	Nosník			
2	Seznam prutů	2	<input type="checkbox"/>	1.700	y, z	10.0	Nosník			
3	Seznam prutů	3	<input type="checkbox"/>	0.428	y, z	10.0	Nosník			
4	Seznam prutů	4	<input type="checkbox"/>	0.196	y, z	10.0	Nosník			
5	Seznam prutů	5	<input type="checkbox"/>	1.700	y, z	10.0	Nosník			
6	Seznam prutů	6	<input type="checkbox"/>	0.428	y, z	10.0	Nosník			
7	Seznam prutů	7	<input type="checkbox"/>	0.196	y, z	10.0	Nosník			
8	Seznam prutů	8	<input checked="" type="checkbox"/>	1.700	y, z	0.0	Nosník			
9	Seznam prutů	9	<input checked="" type="checkbox"/>	0.428	y, z	0.0	Nosník			
10	Seznam prutů	10	<input checked="" type="checkbox"/>	0.196	y, z	0.0	Nosník			
11	Seznam prutů	11	<input checked="" type="checkbox"/>	1.700	y, z	0.0	Nosník			
12	Seznam prutů	12	<input checked="" type="checkbox"/>	0.428	y, z	0.0	Nosník			
13	Seznam prutů	13	<input checked="" type="checkbox"/>	0.196	y, z	0.0	Nosník			
14	Seznam prutů	14	<input checked="" type="checkbox"/>	1.700	y, z	0.0	Nosník			
15	Seznam prutů	15	<input checked="" type="checkbox"/>	0.428	y, z	0.0	Nosník			
16	Seznam prutů	16	<input checked="" type="checkbox"/>	0.196	y, z	0.0	Nosník			
17	Seznam prutů	17	<input type="checkbox"/>	1.700	y, z	0.0	Nosník			
18	Seznam prutů	18	<input type="checkbox"/>	0.428	y, z	0.0	Nosník			
19	Prut	315	<input type="checkbox"/>	1.691	y, z	0.0	Nosník			
20	Prut	316	<input type="checkbox"/>	1.691	y, z	0.0	Nosník			
21	Prut	317	<input type="checkbox"/>	1.691	y, z	0.0	Nosník			
22	Prut	318	<input type="checkbox"/>	1.691	y, z	0.0	Konzola volná na zač.			
23	Prut	319	<input type="checkbox"/>	1.691	y, z	0.0	Konzola volná na zač.			
24	Prut	329	<input type="checkbox"/>	1.691	y, z	0.0	Konzola volná na zač.			
25	Prut	330	<input type="checkbox"/>	1.691	y, z	0.0	Konzola volná na zač.			
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										

Obr. 2.31: Dialog 1.9 Údaje pro posouzení použitelnosti

Ve sloupci A lze deformaci vztáhnout na jednotlivé pruty anebo seznamy či sady prutů.

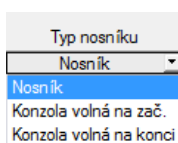
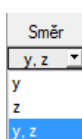
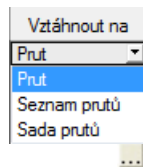
Ve sloupci B vyplníme čísla posuzovaných prutů nebo sad prutů, příp. je můžeme vybrat po kliknutí na tlačítko [...] graficky v pracovním okně RFEMu. Odpovídající *vztažná délka* se pak vyplní automaticky ve sloupci D. Jedná se přitom o délku vybraných prutů, resp. sad či seznamů prutů. V případě potřeby lze dané hodnoty upravit, pokud zaškrtneme políčko *Ručně* ve sloupci C.

Ve sloupci E uvedeme rozhodující *směr* pro posouzení deformace. Vybrat lze směry lokálních os prutu y a z (resp. v případě nesymetrických profilů u a v).

Ve sloupci F lze zohlednit *nadvýšení* w_c .

Pro správné stanovení mezních deformací má rozhodující význam *typ nosníku*. Ve sloupci G můžeme vybrat buď nosník nebo konzolu. V případě konzoly určíme, který konec nebude podepřen.

V záložce *Mezní stav použitelnosti* dialogu *Detaily* máme možnost stanovit, zda budou deformace vztaženy na výchozí nedeformovanou konstrukci nebo na posunuté konce prutů, resp. sady prutů (viz obr. 3.3, strana 39).



2.10 Požární odolnost - pruty

V tomto vstupním dialogu se zadávají parametry pro posouzení prutů na požární odolnost. Máme ho k dispozici pouze v případě, že jsme v záložce *Požární odolnost* dialogu 1.1 zadali příslušné údaje (viz kapitola 2.1.3, strana 13).

1.10 Požární odolnost - pruty

C.	A	B	C	D	E	F	G
	Pruty č.	Zuhelnatění ze čtyř stran	nahoře	dole	vlevo	vpravo	Komentář
1	1,2,174,176,177,186-188,207,209,211	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	193-199	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	4,176,177,186-206,279,281,283,285,...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							

Obr. 2.32: Dialog 1.10 *Požární odolnost - pruty*

Ve sloupci A vyplníme čísla prutů, které se mají posoudit na požární odolnost. Tlačítko [...] na konci vstupních políček umožňuje vybrat příslušné pruty graficky v pracovním okně RFEMu.

Ve sloupci B stanovíme, zda probíhá *zuhelnatění ze čtyř stran*. Jestliže průřez není vystaven ohni ze všech stran, je třeba označení políčka zrušit. Zpřístupní se tak následující sloupce, v nichž můžeme stanovit, které strany průřezu jsou vystaveny ohni. Z těchto údajů se vychází při výpočtu ideálního zbytkového průřezu.

Obecné parametry pro posouzení požární odolnosti se zadávají v záložce *Požární odolnost* dialogu *Detaily* (viz obr. 3.4, strana 40).

Detaily...

2.11 Požární odolnost - sady prutů

V posledním vstupním dialogu se zadávají parametry pro posouzení požární odolnosti u sad prutů. Tento dialog se zobrazí, pokud jsme v dialogu 1.1 *Základní údaje* vybrali k posouzení alespoň jednu sadu prutů a v záložce *Požární odolnost* jsme zadali příslušné údaje.

1.11 Požární odolnost - sady prutů

Č.	A	B	C	D	E	F	G
	Sady prutů č.	Zuheňnatění ze čtyř stran	nahoře	dole	Zuheňnatění vlevo	vpravo	Komentář
1	1-9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	10-18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							

Obr. 2.33: Dialog 1.11 *Požární odolnost - sady prutů*

Tento dialog je uspořádán stejně jako předchozí dialog 1.10 *Požární odolnost - pruty*. Lze v něm stanovit strany průřezu vystavené ohni tak, jak popisujeme v kapitole 2.10.

3. Výpočet

3.1 Detailní nastavení

Výpočet

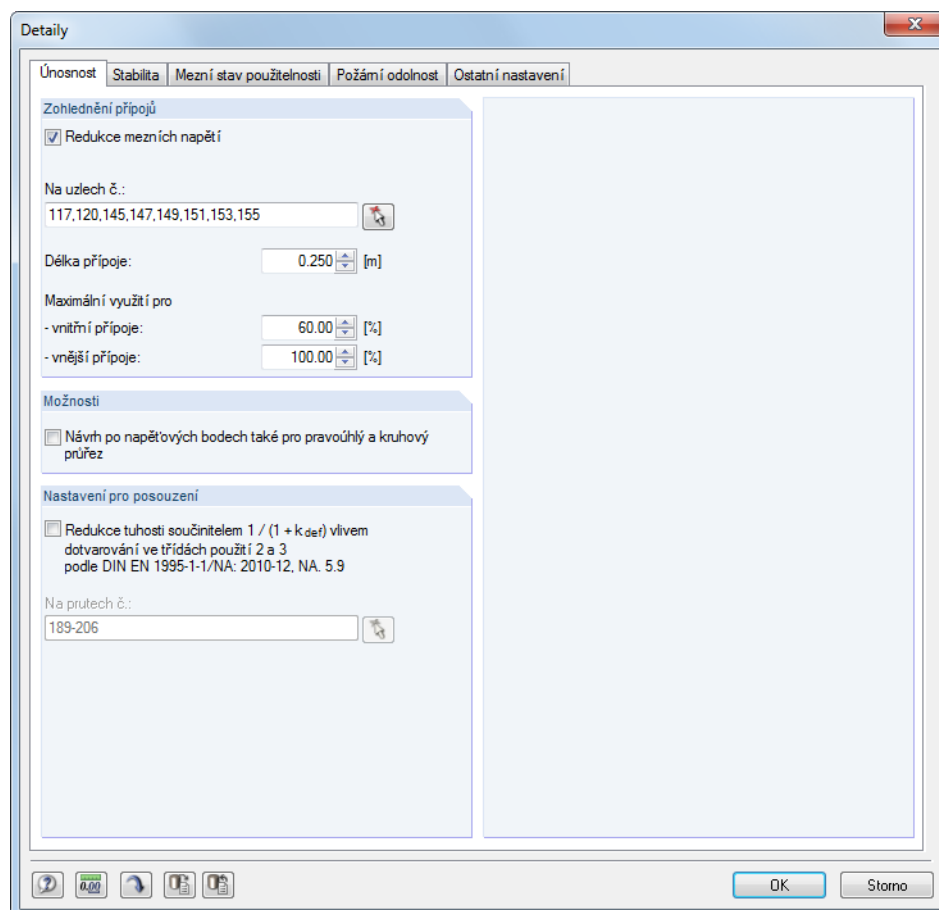
Detaily...

Před spuštěním výpočtu pomocí tlačítka [Výpočet] bychom měli ještě zkontrolovat detailní nastavení pro posouzení. Příslušný dialog otevřeme z každého dialogu v tomto modulu kliknutím na tlačítko [Detaily...].

Dialog *Detaily* se skládá z následujících záložek:

- Únosnost
- Stabilita
- Mezní stav použitelnosti
- Požární odolnost
- Ostatní nastavení

3.1.1 Únosnost



Obr. 3.1: Dialog *Detaily*, záložka *Únosnost*

Zohlednění přípojů

Vzhledem k tomu, že v oblasti přípojů je průřez prutu často oslaben, nabízí program možnost snížit mezní napětí v zadané oblasti prutu.

Čísla příslušných *uzlů* můžeme zadat ručně nebo je lze vybrat pomocí funkce [↵] v grafickém okně.



Délka přípoje udává oblast na prutech, pro kterou budou platit snížená mezní napětí. Ve vstupním políčku níže uvedeme v procentech *maximální využití pro vnitřní přípoje*. V případě potřeby můžeme stanovit také *maximální využití pro vnější přípoje*.

Možnosti

U obdélníkových průřezů počítají normy při dvouosém namáhání ohybem se snížením napětí: namáhání je menší než při jednoosém ohybu, při kterém jsou napětí po celé šířce průřezu největší.

Pokud bychom chtěli porovnat napětí u různých průřezů, můžeme snížení napětí předejít tak, že zaškrtneme volbu *Návrh po napěťových bodech také pro pravoúhlý a kruhový průřez*. Posouzení se pak provede v každém napěťovém bodu průřezu.

Nastavení pro posouzení

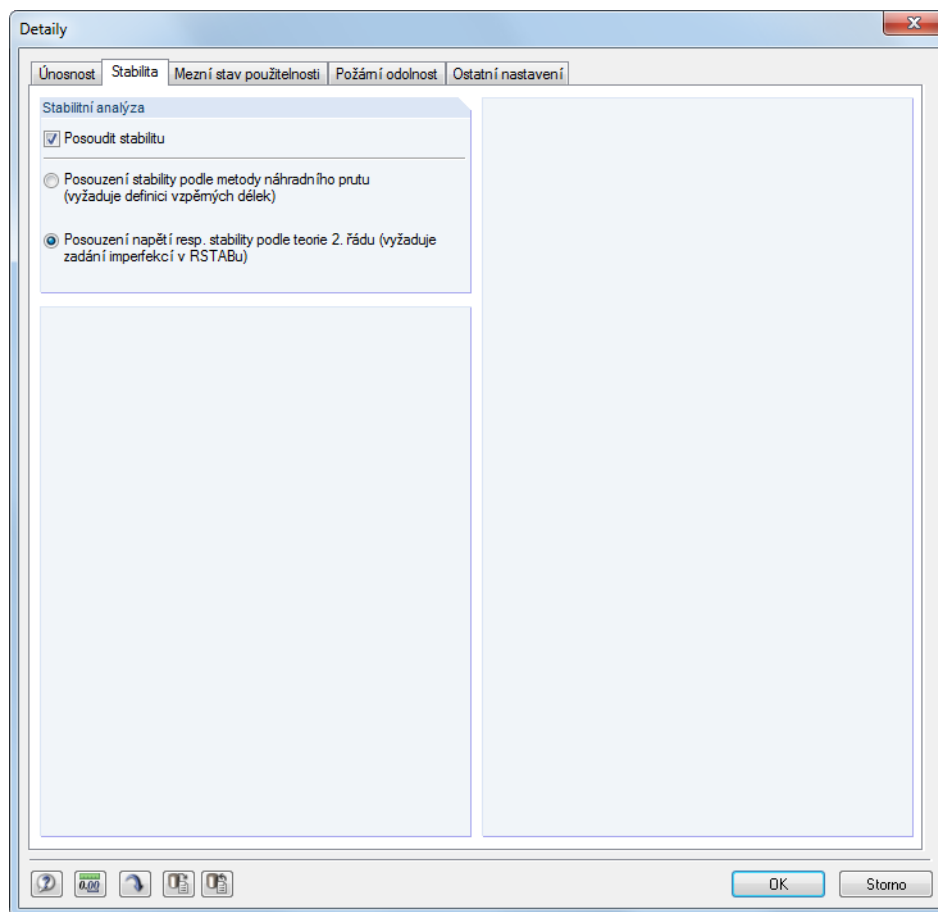
Podle německé národní přílohy normy 1995-1-1, čl. 5.9 se ve třídách provozu 2 a 3 v případě podílu kvazistálých zatížení větším než 70 % uplatňuje *redukce tuhosti* součinitelem $1/(1+k_{def})$ s cílem zohlednit vliv dotvarování.

$$f_{c,0,d} \cdot \frac{1}{1+k_{def}}$$

Rovnice 3.1: Redukce pevnosti v tlaku

Modul pružnosti 1100 kN/cm^2 se tak ve třídě provozu 2 sníží na $1100/(1 + 0,8) = 611,1 \text{ kN/cm}^2$. Snížená tuhost se bude uvažovat při posouzení na vzpěr metodou náhradního prutu.

3.1.2 Stabilita



Obr. 3.2: Dialog *Detaily*, záložka *Stabilita*

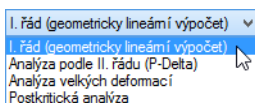
Stabilitní analýza

Zaškrtnutí políčka *Posoudit stabilitu* umožňuje rozhodnout, zda se má kromě posouzení průřezu provést také stabilitní analýza. Pokud zrušíme označení políčka, vstupní dialogy 1.5 a 1.6 se nezobrazí.

Metoda náhradního prutu vychází z vnitřních sil spočítaných v RFEMu. Upozorňujeme na to, že při výpočtu kombinací zatížení se uplatňuje teorie **I. řádu** (standardně nastavena je teorie II. řádu). Stabilitní analýza vyžaduje zadat v dialogích 1.5 a 1.6 vzpěrné délky prutů a sad prutů namáhaných tlakem nebo kombinací tlaku a ohybu.

Pokud únosnost konstrukce rozhodujícím způsobem ovlivňují její deformace, měli bychom zvolit posouzení podle *teorie II. řádu*. Tato metoda vyžaduje zadat v RFEMu imperfekce a zohlednit je v kombinacích zatížení. Posouzení rovinného vzpěru se provede při výpočtu daných kombinací zatížení v RFEMu.

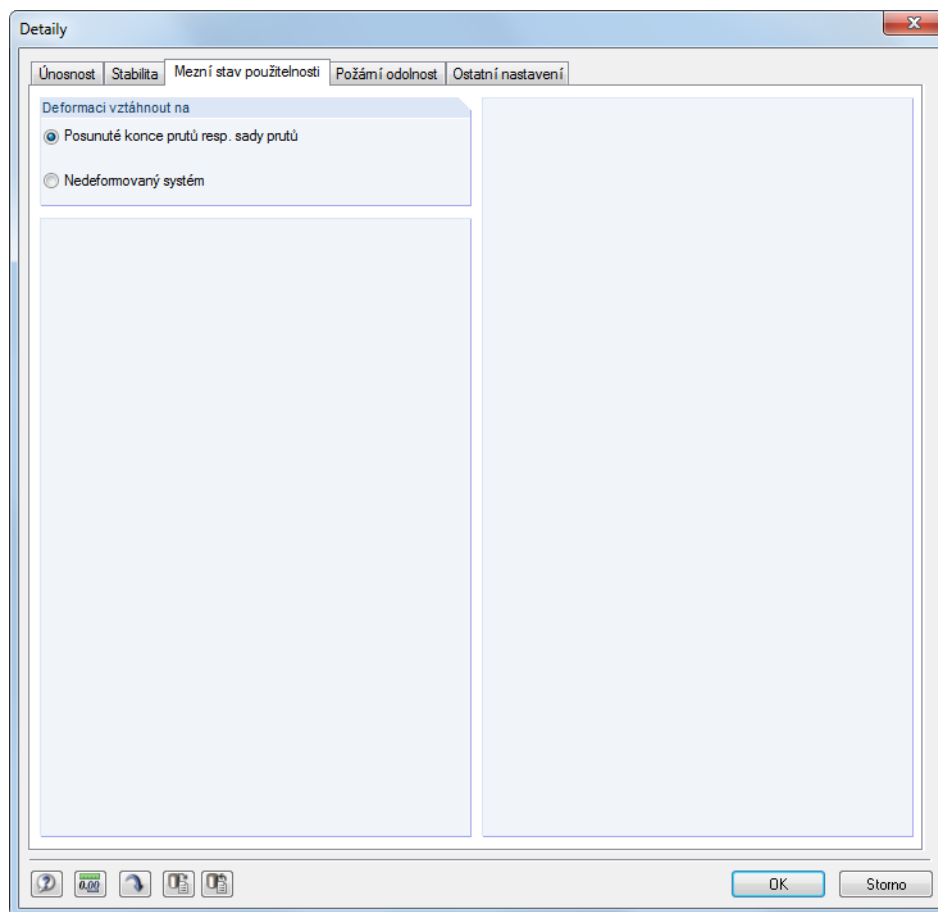
Také při výpočtu podle teorie II. řádu je třeba provést posouzení na klopení. Vzpěrné délky při klopení lze zadat u prutů nebo sad prutů v dialogu 1.5, resp. 1.6 *Vzpěrné délky*. Zajistíme tak, aby se při posouzení na klopení zohlednily správné součinitele (např. 1,0).



Metoda náhradního prutu:
stanovení způsobu
výpočtu v RFEMu



3.1.3 Mezní stav použitelnosti



Obr. 3.3: Dialog *Details*, záložka *Mezní stav použitelnosti*

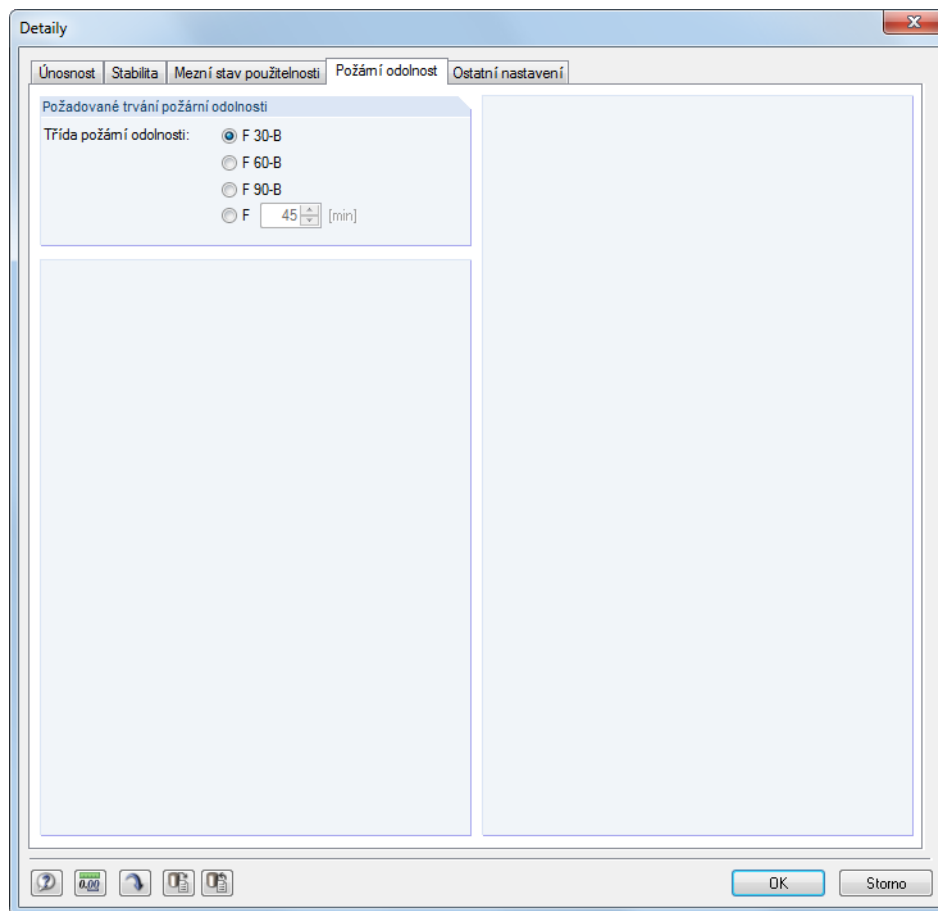
Pomocí přepínače v této sekci může uživatel zvolit, zda se budou maximální deformace vztahovat k nedefomované výchozí konstrukci nebo k pomyslné spojovací linii mezi počátkem a koncem prutu (resp. sady prutů) v deformované konstrukci čili k posunutým koncům prutu, příp. sady prutů. Zpravidla se deformace posuzují ve vztahu k posunům v celé konstrukci.

Nár. příloha...

Mezní deformace lze zkontrolovat a případně upravit v dialogu *Parametry národní přílohy* (viz obr. 2.10, strana 15).

3.1.4 Požární odolnost

V této záložce se nastavují podrobnější údaje pro posouzení požární odolnosti.



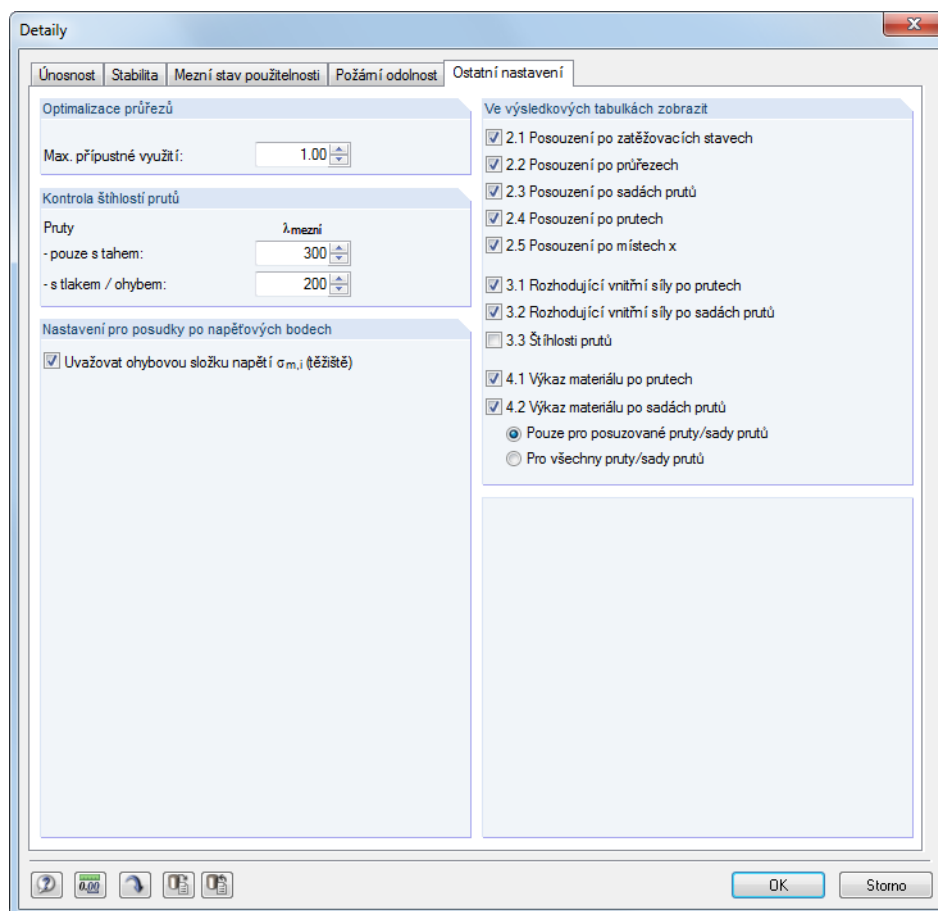
Obr. 3.4: Dialog *Detaily*, záložka *Požární odolnost*

Pro třídu požární odolnosti můžeme vybrat přímo některou z uvedených možností anebo můžeme stanovit konkrétní dobu trvání požáru.

Nár. příloha...

V dialogu *Parametry národní přílohy* se uvádí specifické parametry podle zvolené normy, které jsou pro posouzení požární odolnosti důležité (viz obr. 2.10, strana 15).

3.1.5 Ostatní nastavení



Obr. 3.5: Dialog *Detaily*, záložka *Ostatní nastavení*

Optimalizace průřezů

Jako cíl optimalizace je předem nastaveno maximální 100 % využití. V daném vstupním poli lze ovšem případně stanovit jinou horní hranici.

Kontrola štíhlosti prutů

V příslušných dvou vstupních polích můžeme stanovit mezní hodnoty λ_{mezni} pro kontrolu štíhlosti prutů. Hodnoty lze zadat samostatně pro pruty namáhané prostým tahem a pro pruty namáhané na ohyb a tlak.

Skutečné štíhlosti se s mezními hodnotami porovnávají v dialogu 3.3, který se zobrazí po výpočtu (viz kapitola 4.8, strana 51) v případě, že jsme ho označili v sekci *Ve výsledkových tabulkách zobrazit* v pravé části dialogu.

Nastavení pro posudky po napětových bodech

Zaškrtnuté políčko *Uvažovat ohybovou složku napětí $\sigma_{m,i}$ (těžiště)* umožňuje uživateli stanovit, zda se má při posouzení na tlak a ohyb (analýza napětí a stabilitní posouzení na vzpěr) uvažovat také ohybová složka napětí v těžišti.

V kapitole 8.2 na straně 90 vysvětlujeme na konkrétním příkladu, jak se napětí od ohybu rozdělují do tahových, tlakových a ohybových napětí.

Ve výsledkových tabulkách zobrazit

V této sekci může uživatel vybrat, které tabulky výsledků se mají zobrazit. Může také rozhodnout, zda se má zobrazit výkaz materiálu. Jednotlivé výstupní tabulky popisujeme v kapitole 4 *Výsledky*.

Dialog 3.3 *Štíhlosti prutů* je standardně vypnut.

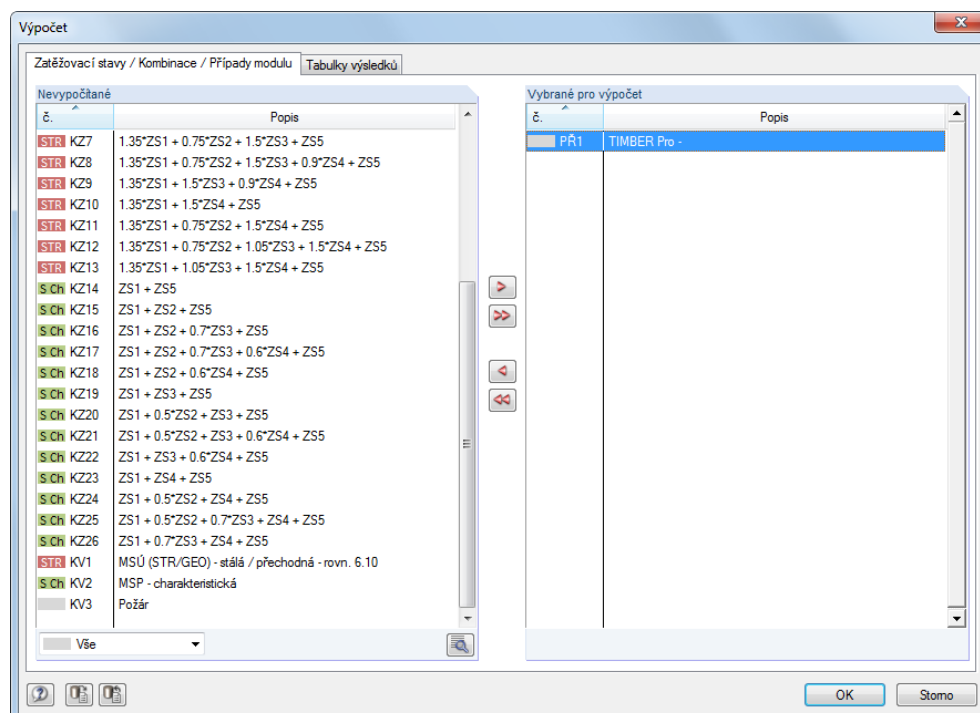
3.2 Spuštění výpočtu

Výpočet

Ve všech vstupních dialogích modulu RF-TIMBER Pro lze spustit výpočet kliknutím na tlačítko [Výpočet].

Modul RF-TIMBER Pro nejdříve vyhledá výsledky příslušných zatěžovacích stavů, kombinací zatížení a kombinací výsledků. Pokud je nenajde, spustí se nejdříve v RFEMu výpočet rozhodujících vnitřních sil.

Posouzení lze spustit také z uživatelského prostředí RFEMu. Návrhové případy z přídatných modulů se totiž zobrazí v dialogu *Výpočet* (který otevřeme z hlavní nabídky *Výpočet* → *Vybrat pro výpočet...*) v seznamu zatěžovacích stavů a kombinací zatížení.

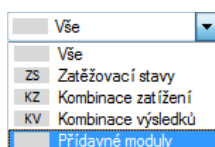


Obr. 3.6: Dialog *Výpočet*

Pokud v seznamu *Nevypočítané* chybí návrhové případy z modulu RF-TIMBER Pro, je třeba nastavit pod seznamem volbu *Vše* nebo *Přídavné moduly*.

Tlačítkem [▶] převedeme vybrané návrhové případy do seznamu na pravé straně. Výpočet pak spustíme pomocí tlačítka [OK].

Výpočet určitého návrhového případu z modulu RF-TIMBER Pro lze spustit přímo také z panelu nástrojů. V seznamu nastavíme požadovaný návrhový případ a následně klikneme na tlačítko [Zobrazit výsledek].



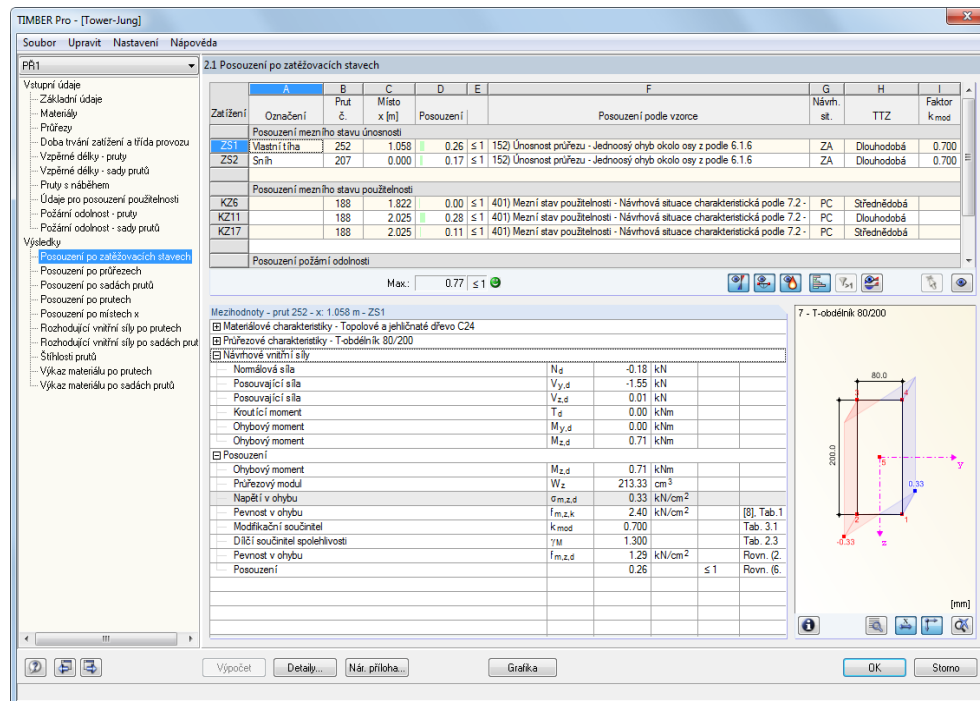


Obr. 3.7: Přímý výpočet návrhového případu z modulu RF-TIMBER Pro v hlavním programu RFEM

Následně se zobrazí dialog, v kterém lze sledovat průběh výpočtu.

4. Výsledky

Ihned po skončení výpočtu se zobrazí dialog 2.1 *Posouzení po zatěžovacích stavech*.



Zatížení	Označení	Prut z	Místo x [m]	Posouzení	Posouzení podle vzorce	G	H	I
Posouzení mezního stavu únosnosti								
ZS1	Vlastní tíha	252	1,058	0,26 ≤ 1	152) Únosnost průřezu - Jednosojý ohyb okolo osy z podle 6.1.6	ZA	Dlouhodobá	0,700
ZS2	Sníh	207	0,000	0,17 ≤ 1	152) Únosnost průřezu - Jednosojý ohyb okolo osy z podle 6.1.6	ZA	Dlouhodobá	0,700
Posouzení mezního stavu použitelnosti								
KZ6		188	1,822	0,00 ≤ 1	401) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2	PC	Sřřednědobá	
KZ11		188	2,025	0,28 ≤ 1	401) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2	PC	Dlouhodobá	
KZ17		188	2,025	0,11 ≤ 1	401) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2	PC	Sřřednědobá	

Mezihodnoty - prut 252 - x: 1,058 m - ZS1	
Normálová síla	N _d -0,18 kN
Posouvající síla	V _{y,d} -1,55 kN
Posouvající síla	V _{z,d} 0,01 kN
Kroučící moment	T _d 0,00 kNm
Ohybový moment	M _{y,d} 0,00 kNm
Ohybový moment	M _{z,d} 0,71 kNm

Výkaz materiálu	
Posouzení	
Ohybový moment	M _{z,d} 0,71 kNm
Průřezový modul	W _z 213,33 cm ³
Náplět v ohybu	σ _{m,z,d} 0,33 kN/cm ²
Pevnost v ohybu	f _{m,z,k} 2,40 kN/cm ² [8], Tab. 1
Modifikační součinitel	k _{mod} 0,700 Tab. 3.1
Díleč součinitel spolehlivosti	γ _M 1,300 Tab. 2.3
Pevnost v ohybu	f _{m,z,d} 1,29 kN/cm ² Rovn. (2)
Posouzení	0,26 ≤ 1 Rovn. (6)

Obr. 4.1: Posouzení a mezihodnoty ve výstupním dialogu

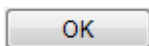
V tabulkách výsledků 2.1 až 2.5 se zobrazí podrobný přehled posouzení seřazených podle různých kritérií.

Tabulky 3.1 a 3.2 pak obsahují rozhodující vnitřní síly. V dialogu 3.3 najdeme informace o štíhlosti prutů. V posledních dvou tabulkách 4.1 a 4.2 se zobrazí výkaz materiálu pro pruty a sady prutů.

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

Tlačítkem [OK] výsledky uložíme. Modul RF-TIMBER Pro se zavře a my se vrátíme do hlavního programu.

V kapitole 4 *Výsledky* popíšeme jednotlivé výstupní dialogy v příslušném pořadí. Vyhodnocení a kontrole výsledků se budeme věnovat v následující kapitole 5 *Vyhodnocení výsledků* na straně 54.



4.1 Posouzení po zatěžovacích stavech



Horní část dialogu nabízí souhrnný přehled rozhodujících posouzení, seřazených podle zatěžovacích stavů, kombinací zatížení a kombinací výsledků. Seznam je navíc rozčleněn na posouzení mezního stavu únosnosti, mezního stavu použitelnosti a požární odolnosti.

V dolní části dialogu najdeme podrobné údaje o průřezových charakteristikách, návrhových vnitřních silách a parametrech důležitých pro posouzení zatěžovacího stavu, který jsme právě vybrali v horní části dialogu.

2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Zatížení	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Označení	Prut č.	Místo x [m]	Posouzení	Posouzení podle vzorce			Návrh. sit.	TTZ	Faktor k _{mod}
Posouzení mezního stavu únosnosti									
ZS1	Vlastní tíha	252	1,058	0,26	≤ 1	152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6	ZA	Dlouhodobá	0,700
ZS2	Snih	207	0,000	0,17	≤ 1	152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6	ZA	Dlouhodobá	0,700
Posouzení mezního stavu použitelnosti									
KZ6	188	1,822	0,00	≤ 1	401) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2 - PC	Střednědobá			
KZ11	188	2,025	0,28	≤ 1	401) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2 - PC	Dlouhodobá			
KZ17	188	2,025	0,11	≤ 1	401) Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace charakteristická podle 7.2 - PC	Střednědobá			
Posouzení požární odolnosti									

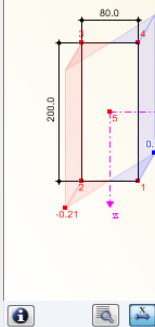
Max.: 0,77 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 207 - x: 0,000 m - ZS2

Materiálové charakteristiky - Topolové a jehličnaté dřevo C24
 Průřezové charakteristiky - T-obdélník 80/200
 Návrhové vnitřní síly

Nomálová síla	N _d	0,00	kN		
Posouvající síla	V _{y,d}	0,84	kN		
Posouvající síla	V _{z,d}	0,00	kN		
Kroutící moment	T _d	0,00	kNm		
Ohybový moment	M _{y,d}	0,00	kNm		
Ohybový moment	M _{z,d}	0,46	kNm		
Posouzení					
Ohybový moment	M _{z,d}	0,46	kNm		
Průřezový modul	W _z	213,33	cm ³		
Napětí v ohybu	σ _{m,z,d}	0,21	kN/cm ²		
Pevnost v ohybu	f _{m,z,k}	2,40	kN/cm ²	[8], Tab.1	
Modifikační součinitel	k _{mod}	0,700		Tab. 3.1	
Dílčí součinitel spolehlivosti	γ _M	1,300		Tab. 2.3	
Pevnost v ohybu	f _{m,z,d}	1,29	kN/cm ²	Rovn. (2)	
Posouzení		0,17		≤ 1	Rovn. (6)

7 - T-obdélník 80/200



Obr. 4.2: Dialog 2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Označení

V tomto sloupci se pro informaci zobrazí označení posouzených zatěžovacích stavů, resp. kombinací zatížení nebo kombinací výsledků.

Prut č.

U každého posuzovaného zatížení se uvede číslo prutu s největším využitím.

Místo x

V tomto sloupci se vždy zobrazí místo x na prutu, kde bylo zjištěno maximální využití.

Vyhodnocují se následující místa x na prutu:

- Počáteční a koncový uzel
- Dělicí body podle případně zadaného dělení prutu (viz tabulka 1.6 v RFEMu)
- Dělicí body podle počtu dílů prutu, který jsme zadali pro zobrazení výsledků na prutu v dialogu *Parametry výpočtu* v záložce *Globální parametry výpočtu* v RFEMu
- Extrémní hodnoty vnitřních sil

Posouzení

Ve sloupcích D a E se zobrazí podmínky posouzení podle EN 1993-1-1.

Max.: 0,85 ≤ 1

Políčka v tomto sloupci jsou částečně podbarvena. Délka barevného pruhu přitom odpovídá míře využití.

Posouzení podle vzorce

V tomto sloupci se zobrazí rovnice, které se při jednotlivých posouzeních uplatní.

Návrhová situace

Ve sloupci G se uvádí, která návrhová situace (*NS*) je pro posouzení relevantní - zda se jedná o *TD*, resp. *MM* pro mezní stav únosnosti nebo o některou z návrhových situací pro posouzení mezního stavu použitelnosti (*PC*, *PK1*, *PK2*, *PV*) podle zadání v dialogu 1.1 *Základní údaje* (viz obr. 2.7, strana 12) nebo o požární situaci.

TTZ

Ve sloupci H se znovu zobrazí třídy trvání zatížení, které jsme zadali v dialogu 1.4 (viz kapitola 2.4, strana 24).

4.2 Posouzení po průřezech

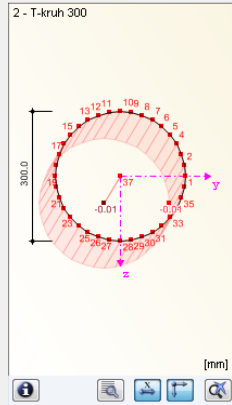
2.2 Posouzení po průřezích

Průřez č.	A	B	C	D	E	F
Průřez č.	Místo x [m]	Zatížení	Posouzení	Posouzení podle vzorce		
2	T-kruh 300					
166	0.000	ZS1	0.00 ≤ 1	100	Únosnost průřezu - Žádné nebo velmi malé vnitřní síly	
4	0.196	ZS1	0.01 ≤ 1	102	Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4	
4	0.000	ZS1	0.01 ≤ 1	113	Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly při dvousosém ohybu podle 6.1.7(1)	
160	0.000	ZS1	0.00 ≤ 1	153	Únosnost průřezu - Dvousosý ohyb podle 6.1.6	
37	0.000	ZS1	0.01 ≤ 1	173	Únosnost průřezu - Dvousosý ohyb a tlak podle 6.2.4	
4	0.196	ZS1	0.00 ≤ 1	303	Tlakový prut s osovým tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os	
7	0.000	ZS1	0.01 ≤ 1	333	Prut s dvousosým ohybem a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os	
3	T-obdélník 80/220					

Max.: 0.77 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 4 - x: 0.196 m - ZS1

- Materiálové charakteristiky - Topolové a jehličnaté dřevo C30
- Průřezové charakteristiky - T-kruh 300
- Návrhové vnitřní síly
- Posouzení
 - Normálová síla (tlak) N_d 10.06 kN
 - Průřezová plocha A 706.86 cm²
 - Napětí v tlaku $\sigma_{o,d}$ 0.01 kN/cm²
 - Délka náhradního prutu $L_{or,y}$ 0.196 m
 - Délka náhradního prutu $L_{or,z}$ 0.196 m
 - Poloměr setrvačnosti i_y 75.0 mm
 - Poloměr setrvačnosti i_z 75.0 mm
 - Štíhlostní poměr λ_y 2.619
 - Štíhlostní poměr λ_z 2.619
 - Pevnost v tlaku $f_{o,d,k}$ 2.30 kN/cm² [8], Tab.1
 - Modul pružnosti $E_{o,05}$ 800.00 kN/cm² [8], Tab.1
 - Poměrný štíhlostní poměr $\lambda_{rel,y}$ 0.045 ≤ 0.30 Rov. (6.2)
 - Poměrný štíhlostní poměr $\lambda_{rel,z}$ 0.045 ≤ 0.30 Rov. (6.2)
 - Modifikační součinitel k_{mod} 0.700 Tab. 3.1
 - Dílní součinitel spolehlivosti γ_M 1.300 Tab. 2.3
 - Pevnost v tlaku $f_{o,d}$ 1.24 kN/cm² Rovn. (2)
 - Posouzení 1 0.00 ≤ 1 Rovn. (6)



Obr. 4.3: Dialog 2.2 *Posouzení po průřezích*

V tomto dialogu se u všech posuzovaných prutů zobrazí maximální využití ve zvolených zatěžovacích stavech. Hodnoty jsou seřazeny podle průřezů. Výsledky se vždy řadí podle druhu posouzení - posouzení průřezu a stability a dále posouzení mezního stavu použitelnosti a požární odolnosti.

V případě prutů s náběhy se v řádce vedle čísla průřezu zobrazí obě označení průřezů.

4.3 Posouzení po sadách prutů

2.3 Posouzení po sadách prutů

Sada prutů č.	Prut č.	Místo x [m]	Zatížení	Posouzení		F
	174	4.050	ZS1	0.01	≤ 1	203) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tlačený okraj) a tlak na straně náběhu podle 6.4.2 a 6.2.4
	189	6.379	ZS1	0.05	≤ 1	303) Tlakový prut s osovým tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
	174	4.050	ZS1	0.06	≤ 1	323) Prut s ohybem a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
	174	4.050	ZS1	0.06	≤ 1	341) Ohýbaný prut s tlakovou silou podle 6.3.3 - Ohyb okolo osy y
	189	7.087	KZ8	0.01	≤ 1	602) Požární odolnost - Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4
	189	7.087	KZ1	0.00	≤ 1	611) Požární odolnost - Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
	174	4.050	KZ8	0.05	≤ 1	612) Požární odolnost - Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vy podle 6.1.7
	189	7.087	KZ8	0.01	≤ 1	621) Požární odolnost - Únosnost průřezu - Smyk z kroucení podle 6.1.8
	189	7.087	KZ8	0.10	≤ 1	672) Požární odolnost - Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z a tlak podle 6.2.3
	174	3.645	KZ1	0.00	≤ 1	683) Požární odolnost - Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tlak na okraj paralelním s vláknem podle 6.4.2 a 6.1.4

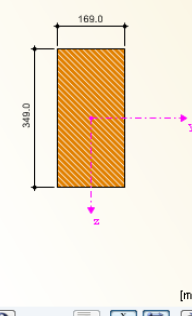
Max.: 0.77 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 189 - x: 7.087 m - KZ8

- Parametry pro posouzení požární odolnosti podle EN 1995-1-2:2004+AC:2006
- Materiálové charakteristiky - Topolové a jehličnaté dřevo C30
- Průřezové charakteristiky - T-obdélník 169/349
- Návrhové vnitřní síly
- Posouzení

Kroučící moment	T_d	0.16	kNm		
Průřezový modul v kroucení	W_t	2465.70	cm ³		
Napětí ve smyku	$\tau_{tor,d}$	0.01	kN/cm ²		
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	0.30	kN/cm ²		[8], Tab.1
Modifikační součinitel	k_{mod}	1.000			Tab. 3.1
Dílčí součinitel spolehlivosti	γ_M	1.000			Tab. 2.3
Pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	0.38	kN/cm ²		Rovn. (2)
Součinitel	k_{shape}	1.310			Rovn. (6)
Posouzení		0.01		≤ 1	Rovn. (6)

5 - T-obdélník 169/349



[mm]

Obr. 4.4: Dialog 2.3 Posouzení po sadách prutů

Tento výstupní dialog se zobrazí, pokud jsme k posouzení vybrali alespoň jednu sadu prutů. Maximální využití jsou v seznamu seřazena podle sad prutů.

Ve sloupci *Prut č.* se uvádí číslo prutu, který vykazuje v dané sadě prutů největší využití podle jednotlivých posuzovacích kritérií.

Výsledky rozčleněné podle sad prutů mají tu výhodu, že se nám v jednom dialogu přehledně zobrazí výsledky posouzení celé skupiny prvků (např. pásnice).

4.4 Posouzení po prutech

2.4 Posouzení po prutech

Prut č.	A Místo x [m]	B Zatěž. stav	C Posouzení	D	E Posouzení podle vzorce
221	Průřez č. 7 - T-obdélník 80/200	1.000	ZS1	0.00 ≤ 1	100) Únosnost průřezu - Žádné nebo velmi malé vnitřní síly
		0.000	ZS2	0.09 ≤ 1	112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vy podle 6.1.7
		0.000	ZS2	0.17 ≤ 1	152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6
223	Průřez č. 7 - T-obdélník 80/200	1.000	ZS2	0.00 ≤ 1	100) Únosnost průřezu - Žádné nebo velmi malé vnitřní síly
		0.000	ZS2	0.09 ≤ 1	112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vy podle 6.1.7
		0.000	ZS2	0.17 ≤ 1	152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6

Max.: 0.77 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 221 - x: 0.000 m - ZS2

- Materiálové charakteristiky - Topolové a jehličnaté dřevo C24
- Pruřezové charakteristiky - T-obdélník 80/200
- Návrhové vnitřní síly
- Posouzení

Ohybový moment	M _{z,d}	0.46	kNm	
Pruřezový modul	W _z	213.33	cm ³	
Napětí v ohybu	σ _{m,z,d}	0.21	kN/cm ²	
Pevnost v ohybu	f _{m,z,k}	2.40	kN/cm ²	[8], Tab.1
Modifikační součinitel	k _{mod}	0.700		Tab. 3.1
Dílicí součinitel spolehlivosti	γ _M	1.300		Tab. 2.3
Pevnost v ohybu	f _{m,z,d}	1.29	kN/cm ²	Rovn. (2)
Posouzení		0.17		≤ 1 Rovn. (6)

Obr. 4.5: Dialog 2.4 Posouzení po prutech

V tomto výstupním dialogu se zobrazí maximální využití v případě jednotlivých posouzení seřazená podle čísel prutů. Jednotlivé sloupce popisujeme v kapitole 4.1 na straně 45.

4.5 Posouzení po místech x

2.5 Posouzení po místech x

Prut č.	A Místo x [m]	B Zatěž. stav	C Posouzení	D	E Posouzení podle vzorce
73	Průřez č. 2 - T-kruh 300	0.000	ZS2	0.00 ≤ 1	100) Únosnost průřezu - Žádné nebo velmi malé vnitřní síly
		0.000	ZS1	0.01 ≤ 1	113) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly při dvoosém ohybu podle 6.1.7(1)
		0.000	ZS1	0.01 ≤ 1	173) Únosnost průřezu - Dvoosý ohyb a tlak podle 6.2.4
		0.000	ZS1	0.01 ≤ 1	333) Prut s dvoosým ohybem a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
		0.196	ZS2	0.00 ≤ 1	100) Únosnost průřezu - Žádné nebo velmi malé vnitřní síly
		0.196	ZS1	0.01 ≤ 1	113) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly při dvoosém ohybu podle 6.1.7(1)
		0.196	ZS1	0.01 ≤ 1	173) Únosnost průřezu - Dvoosý ohyb a tlak podle 6.2.4
0.196	ZS1	0.01 ≤ 1	333) Prut s dvoosým ohybem a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os		

Max.: 0.77 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 73 - x: 0.000 m - ZS1

- Materiálové charakteristiky - Topolové a jehličnaté dřevo C30
- Pruřezové charakteristiky - T-kruh 300
- Návrhové vnitřní síly
- Posouzení

Posouvající síla	V _{y,d}	0.12	kN	
Posouvající síla	V _{z,d}	0.33	kN	
Průměr průřezu	d	300.0	mm	
Součinitel vlivu třhlin	k _{or}	0.670		6.1.7 (2)
Efektivní plocha	A _{ef}	473.60	cm ²	
Napětí ve smyku	τ _d	0.00	kN/cm ²	
Pevnost ve smyku	f _{v,k}	0.30	kN/cm ²	[8], Tab.1
Modifikační součinitel	k _{mod}	0.700		Tab. 3.1
Dílicí součinitel spolehlivosti	γ _M	1.300		Tab. 2.3
Pevnost ve smyku	f _{v,d}	0.16	kN/cm ²	Rovn. (2)
Posouzení		0.01		≤ 1 Rovn. (6)

Obr. 4.6: Dialog 2.5 Posouzení po místech x

Tento výstupní dialog obsahuje seznam maximálních hodnot u každého prutu na všech místech x podle dělení zadaného v RFEMu:

- Počáteční a koncový uzel
- Dělicí body podle případně zadaného dělení prutu (viz tabulka 1.6 v RFEMu)
- Dělicí body podle počtu dílů prutu, který jsme zadali pro zobrazení výsledků na prutu v dialogu *Parametry výpočtu* v záložce *Globální parametry výpočtu* v RFEMu
- Extrémní hodnoty vnitřních sil

4.6 Rozhodující vnitřní síly po prutech

3.1. Rozhodující vnitřní síly po prutech

Prut č.	A Místo x [m]	B Zat. stav	D Síly [kN]			F Momenty [kNm]			I Posouzení podle vzorce
			N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	
248 Průřez č. 7 - T-obdélník 80/200									
	1.058	ZS1	-0.19	-1.39	0.01	0.00	0.00	0.67 112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V_y podle 6.1.7	
	0.000	ZS1	-0.19	-0.96	0.01	0.00	-0.01	-0.56 121) Únosnost průřezu - Smyk z kroucení podle 6.1.8	
	1.058	ZS1	-0.19	-1.39	0.01	0.00	0.67	152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6	
249 Průřez č. 7 - T-obdélník 80/200									
	1.058	ZS1	-0.17	-1.21	0.01	0.00	0.00	0.59 112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V_y podle 6.1.7	
	0.000	ZS1	-0.17	-0.78	0.01	0.00	-0.01	-0.45 121) Únosnost průřezu - Smyk z kroucení podle 6.1.8	
	1.058	ZS1	-0.17	-1.21	0.01	0.00	0.59	152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6	
250 Průřez č. 7 - T-obdélník 80/200									
	1.058	ZS1	-0.17	-1.20	0.01	0.00	0.00	0.58 112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V_y podle 6.1.7	
	1.058	ZS1	-0.17	-1.20	0.01	0.00	0.00	0.58 152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6	
251 Průřez č. 7 - T-obdélník 80/200									
	1.058	ZS1	-0.18	-1.33	0.01	0.00	0.00	0.63 112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V_y podle 6.1.7	
	0.000	ZS1	-0.18	-0.90	0.01	0.00	-0.01	-0.53 121) Únosnost průřezu - Smyk z kroucení podle 6.1.8	
	1.058	ZS1	-0.18	-1.33	0.01	0.00	0.63	152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6	
252 Průřez č. 7 - T-obdélník 80/200									
	1.058	ZS1	-0.18	-1.55	0.01	0.00	0.00	0.71 112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V_y podle 6.1.7	
	1.058	ZS1	-0.18	-1.55	0.01	0.00	0.00	0.71 152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6	
253 Průřez č. 7 - T-obdélník 80/200									
	1.058	ZS1	-0.20	-1.32	0.01	0.00	0.00	0.63 112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V_y podle 6.1.7	
	1.058	ZS1	-0.20	-1.32	0.01	0.00	0.00	0.63 152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6	
254 Průřez č. 7 - T-obdélník 80/200									
	1.058	ZS1	-0.20	-1.24	0.01	0.00	0.00	0.60 112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V_y podle 6.1.7	
	1.058	ZS1	-0.20	-1.24	0.01	0.00	0.00	0.60 152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6	
255 Průřez č. 7 - T-obdélník 80/200									
	1.058	ZS1	-0.20	-1.31	0.02	0.00	0.00	0.63 112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V_y podle 6.1.7	
	0.000	ZS1	-0.20	-0.88	0.02	0.00	-0.02	-0.51 121) Únosnost průřezu - Smyk z kroucení podle 6.1.8	

Obr. 4.7: Dialog 3.1 Rozhodující vnitřní síly po prutech

V tomto dialogu se pro každý prut zobrazí rozhodující vnitřní síly, které vyvozují v případě jednotlivých posouzení maximální využití.

Místo x

V tomto sloupci se vždy zobrazí místo x na prutu, kde bylo zjištěno maximální využití.

Zatěžovací stav

V tomto sloupci se zobrazí číslo zatěžovacího stavu (popř. kombinace zatížení nebo kombinace výsledků), u kterého vnitřní síly na prutu vyvozují maximální využití.

Síly / Momenty

Pro každý prut se zobrazí rozhodující osově a smykové síly a také krouticí a ohybové momenty, které v případě posouzení průřezu, stability, mezního stavu použitelnosti a požární odolnosti vyvozují největší využití.

Posouzení podle vzorce

V posledním sloupci se uvádí informace o typu posouzení a o použitých rovnicích z vybrané normy.

4.7 Rozhodující vnitřní síly po sadách prutů

3.2 Rozhodující vnitřní síly po sadách prutů

Sada prutů č.	Místo x [m]	Zat. stav	D			F			G			H	I
			N	Síly [kN] V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	Posouzení podle vzorce				
1	Stabzug 1 (prut č. 174,189)												
	1.620	ZS2	-1.36	0.00	-0.06	0.00	-0.01	0.00	100	Únosnost průřezu - Žádné nebo velmi malé vnitřní síly			
	4.050	ZS1	-2.39	0.00	0.12	0.00	0.18	-0.01	102	Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4			
	7.087	ZS1	-4.49	0.00	0.29	0.00	0.30	-0.03	111	Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V _z podle 6.1.7			
	4.050	ZS1	-2.39	0.00	0.12	0.00	0.18	-0.01	183	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tlak na okraj parak			
	4.050	ZS2	-1.36	0.00	-0.06	0.00	-0.15	0.00	193	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tlačený okraj) a tlak r			
	4.050	ZS1	-2.39	0.00	0.12	0.00	0.18	-0.01	203	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tlačený okraj) a tlak r			
	6.379	ZS1	-4.75	0.00	0.25	0.00	0.11	-0.03	303	Tlakový prut s osovým tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os			
	4.050	ZS1	-2.39	0.00	0.12	0.00	0.18	-0.01	323	Prut s ohybem a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os			
	4.050	ZS1	-2.39	0.00	0.12	0.00	0.18	-0.01	341	Ohybaný prut s tlakovou silou podle 6.3.3 - Ohyb okolo osy y			
	7.087	KZ8	-14.09	-0.11	0.36	0.16	0.17	-6.36	602	Požární odolnost - Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4			
	7.087	KZ1	-6.05	0.02	0.40	0.00	0.40	-0.12	611	Požární odolnost - Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V _z podle 6.1.7			
	4.050	KZ8	-7.70	2.20	0.02	0.00	-0.09	-4.76	612	Požární odolnost - Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V _y podle 6.1.7			
	7.087	KZ8	-14.09	-0.11	0.36	0.16	0.17	-6.36	621	Požární odolnost - Únosnost průřezu - Smyk z kroucení podle 6.1.8			
	7.087	KZ8	-14.09	-0.11	0.36	0.16	0.17	-6.36	672	Požární odolnost - Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z a tlak na okraj parak			
	3.645	KZ1	-3.33	0.04	0.14	0.00	0.16	-0.06	683	Požární odolnost - Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tlak na okraj parak			
	4.050	KZ8	-7.70	2.20	0.02	0.00	-0.09	-4.76	686	Požární odolnost - Únosnost průřezu - Dvouosý ohyb a tlak na okraj parak			
	4.050	KZ8	-7.70	2.20	0.02	0.00	-0.09	-4.76	696	Požární odolnost - Únosnost průřezu - Dvouosý ohyb (tlačený okraj) a tlak na okraj parak			
	3.645	KZ1	-3.33	0.04	0.14	0.00	0.16	-0.06	703	Požární odolnost - Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tlak na okraj parak			
	0.000	KZ8	-9.14	3.22	-0.21	0.00	0.26	6.22	706	Požární odolnost - Únosnost průřezu - Dvouosý ohyb (tlačený okraj) a tlak na okraj parak			
	0.000	KZ8	-18.87	2.00	-0.39	0.16	0.00	0.02	803	Požární odolnost - Tlakový prut s osovým tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os			
	3.645	KZ1	-3.33	0.04	0.14	0.00	0.16	-0.06	823	Požární odolnost - Prut s ohybem a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os			
	7.087	KZ8	-14.09	-0.11	0.36	0.16	0.17	-6.36	828	Požární odolnost - Prut s ohybem okolo osy z a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os			
	4.050	KZ8	-7.70	2.20	0.02	0.00	-0.09	-4.76	833	Požární odolnost - Prut s dvouosým ohybem a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os			
	3.645	KZ8	-7.80	2.30	0.00	0.00	-0.09	-3.84	841	Požární odolnost - Ohybaný prut s tlakovou silou podle 6.3.3 - Ohyb okolo osy y			
2	Stabzug 2 (prut č. 176,190)												
	1.620	ZS2	-1.36	0.00	-0.05	0.00	-0.01	0.00	100	Únosnost průřezu - Žádné nebo velmi malé vnitřní síly			
	4.050	ZS1	-2.43	0.00	0.12	0.00	0.18	0.00	102	Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4			
	7.087	ZS1	-4.51	0.00	0.29	0.00	0.30	-0.03	111	Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly V _z podle 6.1.7			
	4.050	ZS1	-2.43	0.00	0.12	0.00	0.18	0.00	183	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tlak na okraj parak			
	4.050	ZS2	-1.36	0.00	-0.05	0.00	-0.15	0.00	193	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tlačený okraj) a tlak na okraj parak			
	4.050	ZS1	-2.43	0.00	0.12	0.00	0.18	0.00	203	Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y (tlačený okraj) a tlak na okraj parak			
	6.379	ZS1	-4.77	0.00	0.25	0.00	0.10	-0.03	303	Tlakový prut s osovým tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os			

Obr. 4.8: Dialog 3.2 Rozhodující vnitřní síly po sadách prutů

V tomto dialogu se zobrazí u každé sady prutů rozhodující vnitřní síly, které v případě jednotlivých posouzení vyvozují největší využití.

4.8 Štíhlosti prutů

3.3 Štíhlosti prutů

Prut č.	A Namáhání	B Délka L [m]	C k_y [-]	D Hlavní osa y		F k_z [-]	G Vedlejší osa z	
				i_y [mm]	λ_y [-]		i_z [mm]	λ_z [-]
1	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
2	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
4	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
5	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
7	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
8	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
10	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
11	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
13	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
14	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
16	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
17	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
19	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
20	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
22	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
23	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
25	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
26	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
28	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
29	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
31	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
32	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
34	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
35	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
37	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
38	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
40	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
41	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612
43	Tlak / ohyb	0.196	1.000	75.0	2.619	1.000	75.0	2.619
44	Tlak / ohyb	1.700	1.000	63.5	26.768	1.000	23.1	73.612

Pruty s tlakem / ohybem:
 Max λ_y : 70.146 ≤ 200
 Max λ_z : 122.755 ≤ 200

Obr. 4.9: Dialog 3.3 Štíhlosti prutů

Detaily...

Tento výstupní dialog se zobrazí, pokud jsme v dialogu *Detaily* v záložce *Ostatní nastavení* označili příslušné políčko (viz obr. 3.5, strana 41).

Detaily...

V tabulce se uvádí účinné štíhlostní poměry posuzovaných prutů v obou hlavních směrech v závislosti na typu zatížení a v dolní části dialogu se pak porovnávají s mezními hodnotami stanovenými v dialogu *Detaily* v záložce *Ostatní nastavení* (viz obr. 3.5, strana 41).

Pruty typu „tahový prut“ či „lano“ jsou z tabulky vyřazeny.

Tabulka je pouze informativní, protože stabilitní posouzení štíhlosti se neprovádí.

4.9 Výkaz materiálu po prutech

Nakonec se zobrazí seznam všech profilů použitých v daném návrhovém případě.

4.1 Výkaz materiálu po prutech

Položka č.	A Průřez	B Počet prutů	C Délka [m]	D Celk. délka [m]	E Plocha [m ²]	F Objem [m ³]	G Měr. hmot. [kg/m]	H Hmotnost [kg]	I Celk. hmot. [t]
6	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	0.71	0.71	0.07	0.00	1.57	1.12	0.001
7	2 - Tkruh 300	1	0.13	0.13	0.12	0.01	32.52	4.06	0.004
8	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	3	4.00	12.00	1.13	0.00	1.57	6.28	0.019
9	6 - T-obdélník 200/200 ... 9 - T-obdélník 200/3	18	4.05	72.90	71.44	4.23	26.68	108.05	1.945
10	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	1.25	1.25	0.12	0.00	1.57	1.96	0.002
11	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	1.50	1.50	0.14	0.00	1.57	2.36	0.002
12	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	0.13	0.13	0.01	0.00	1.57	0.20	0.000
13	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	4.25	4.25	0.40	0.00	1.57	6.68	0.007
14	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	2.75	2.75	0.26	0.00	1.57	4.32	0.004
15	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	2.88	2.88	0.27	0.00	1.57	4.52	0.005
16	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	1.38	1.38	0.13	0.00	1.57	2.16	0.002
17	5 - T-obdélník 200/720 ... 9 - T-obdélník 200/3	18	7.09	127.57	191.36	14.03	50.60	358.62	6.455
18	7 - T-obdélník 80/200	18	1.00	18.00	10.08	0.29	6.72	6.72	0.121
19	8 - UPE 300 DIN 1026-2-2002	18	0.96	17.24	16.69	0.10	44.43	42.55	0.766
20	7 - T-obdélník 80/200	18	1.06	19.04	10.66	0.30	6.72	7.11	0.128
21	8 - UPE 300 DIN 1026-2-2002	15	0.59	8.86	8.57	0.05	44.43	26.23	0.393
22	8 - UPE 300 DIN 1026-2-2002	4	0.30	1.19	1.15	0.01	44.43	13.17	0.053
23	8 - UPE 300 DIN 1026-2-2002	1	0.34	0.34	0.33	0.00	44.43	15.04	0.015
24	12 - T-obdélník 80/200	18	1.00	18.00	10.08	0.29	5.92	5.92	0.107
25	13 - UPE 300 DIN 1026-2-2002	18	1.18	21.20	20.52	0.12	44.43	52.33	0.942
26	12 - T-obdélník 80/200	18	1.69	30.44	17.05	0.49	5.92	10.01	0.180
27	13 - UPE 300 DIN 1026-2-2002	15	0.59	8.86	8.57	0.05	44.43	26.23	0.393
28	13 - UPE 300 DIN 1026-2-2002	4	0.30	1.19	1.15	0.01	44.43	13.17	0.053
29	13 - UPE 300 DIN 1026-2-2002	1	0.34	0.34	0.33	0.00	44.43	15.04	0.015
30	8 - UPE 300 DIN 1026-2-2002	1	0.25	0.25	0.25	0.00	44.43	11.29	0.011
31	7 - T-obdélník 80/200	19	1.70	32.30	18.09	0.52	6.72	11.42	0.217
32	13 - UPE 300 DIN 1026-2-2002	1	0.25	0.25	0.25	0.00	44.43	11.29	0.011
33	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	2.63	2.63	0.25	0.00	1.57	4.12	0.004
34	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	2.36	2.36	0.22	0.00	1.57	3.71	0.004
35	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	1.57	1.57	0.15	0.00	1.57	2.47	0.002
36	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	1.18	1.18	0.11	0.00	1.57	1.86	0.002
37	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	0.99	0.99	0.09	0.00	1.57	1.56	0.002
38	4 - RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	1	1.77	1.77	0.17	0.00	1.57	2.78	0.003
Celkem		395		563.69	471.65	23.08			13.861

Obr. 4.10: Dialog 4.1 Výkaz materiálu po prutech

Detaily...

Při standardním nastavení bude seznam obsahovat jen posuzované pruty. Pokud chceme, aby výkaz zahrnoval všechny pruty v modelu konstrukce, lze upravit nastavení v záložce *Ostatní nastavení* dialogu *Detaily* (viz obr. 3.5, strana 41).

Položka č.

Stejným prutům se automaticky přiřadí stejné číslo položky.

Označení průřezu

V tomto sloupci se zobrazí čísla a označení průřezů.

Počet prutů

U každé položky se uvede počet stejných použitých prutů.

Délka

V tomto sloupci se zobrazí délka jednotlivých prutů.

Celková délka

Údaj v tomto sloupci je součinem hodnot uvedených v obou předešlých sloupcích.

Plocha

V tomto sloupci je uvedena plocha ve vztahu k celkové délce příslušné položky. Tato plocha se spočítá na základě *plochy pláště* daných průřezů, kterou lze zkontrolovat po kliknutí na tlačítko [Průřezové charakteristiky...] v dialogu 1.3 nebo také 2.1 až 2.5 (viz obr. 2.19, strana 22).



Objem

Objem položky se spočítá na základě plochy průřezu a celkové délky.

Měrná hmotnost

Měrná hmotnost průřezu představuje hmotnost na 1 m délky. V případě průřezů s náběhy se měrná hmotnost spočítá jako průměr hodnot obou průřezů.

Hmotnost

Údaj v tomto sloupci se vypočítá jako součin hodnot ve sloupci C a G.

Celková hmotnost

V posledním sloupci v tabulce se zobrazí celková hmotnost dané položky.

Celkem

V řádce pod seznamem je uveden součet hodnot ve sloupcích B, D, E, F a I. V poli *Celková hmotnost* vidíme celkové požadované množství dřeva.

4.10 Výkaz materiálu po sadách prutů

4.2 Výkaz materiálu po sadách prutů

Položka č.	A Označení sady prutů	B Počet sad prutů	C Délka [m]	D Celk. délka [m]	E Povrch [m ²]	F Objem [m ³]	G Měr. hmot. [kg/m]	H Hmotnost [kg]	I Celk. hmot. [t]
1	Stabzug 1	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
2	Stabzug 2	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
3	Stabzug 3	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
4	Stabzug 4	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
5	Stabzug 5	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
6	Stabzug 6	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
7	Stabzug 7	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
8	Stabzug 8	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
9	Stabzug 9	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
10	Stabzug 10	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
11	Stabzug 11	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
12	Stabzug 12	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
13	Stabzug 13	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
14	Stabzug 14	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
15	Stabzug 15	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
16	Stabzug 16	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
17	Stabzug 17	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
18	Stabzug 18	1	11.14	11.14	14.60	1.01	41.90	466.67	0.467
Celkem		18		200.47	262.80	18.26			8.400

Obr. 4.11: Dialog 4.2 Výkaz materiálu po sadách prutů

Poslední výstupní dialog se zobrazí, pokud jsme k posouzení vybrali alespoň jednu sadu prutů. Výhodou je, že se tu zobrazí souhrnný výkaz materiálu pro celou skupinu prvků (např. pro pásnici).

Jednotlivé sloupce tabulky popisujeme v předchozí kapitole. V případě, že se sada prutů skládá z různých průřezů, stanoví se plocha, objem a měrná hmotnost jako průměr příslušných hodnot.

5. Vyhodnocení výsledků

Výsledky posouzení můžeme různým způsobem vyhodnotit. Velmi užitečná jsou přitom tlačítka pod horní tabulkou s výsledky posouzení.

2.2 Posouzení po průřezích

Průřez č.	A Prut č.	B Místo x [m]	C Zatížení	D Posouzení	E	F Posouzení podle vzorce
2	T-kruh 300					
	166	0.000	ZS1	0.00	≤ 1	100) Únosnost průřezu - Žádné nebo velmi malé vnitřní síly
	4	0.196	ZS1	0.01	≤ 1	102) Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4
	4	0.000	ZS1	0.01	≤ 1	113) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly při dvoousém ohybu podle 6.1.7(1)
	160	0.000	ZS1	0.00	≤ 1	153) Únosnost průřezu - Dvoousý ohyb podle 6.1.6
	37	0.000	ZS1	0.01	≤ 1	173) Únosnost průřezu - Dvoousý ohyb a tlak podle 6.2.4
	4	0.196	ZS1	0.00	≤ 1	303) Tlakový prut s osovým tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
	7	0.000	ZS1	0.01	≤ 1	333) Prut s dvoousým ohybem a tlakem podle 6.3.2 - Vzpěr okolo obou os
3	T-obdélník 80/220					

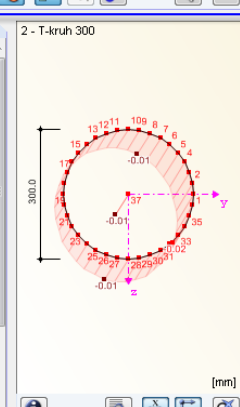
Max.: 0,77 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 7 - x: 0.000 m - ZS1

- ☑ Materiálové charakteristiky - Topolové a jehličnaté dřevo C30
- ☑ Průřezové charakteristiky - T-kruh 300
- ☑ Návrhové vnitřní síly
- ☑ Posouzení







Nomálová síla (tlak)	N _d	9.86	kN	
Průřezová plocha	A	706.86	cm ²	
Napětí v tlaku	σ _{o,d}	0.01	kN/cm ²	
Délka náhradního prutu	L _{cr,y}	0.196	m	
Poloměr setrvačnosti	i _y	75.0	mm	
Štíhlostní poměr	λ _y	2.619		
Délka náhradního prutu	L _{cr,z}	0.196	m	
Poloměr setrvačnosti	i _z	75.0	mm	
Štíhlostní poměr	λ _z	2.619		
Pevnost v tlaku	f _{e,0,k}	2.30	kN/cm ²	[8], Tab.1
Modul pružnosti	E _{0,05}	800.00	kN/cm ²	[8], Tab.1
Poměrný štíhlostní poměr	λ _{rel,y}	0.045		≤ 0.30 Rov. (6.2)
Poměrný štíhlostní poměr	λ _{rel,z}	0.045		≤ 0.30 Rov. (6.2)
Modifikační součinitel	k _{mod}	0.700		Tab. 3.1
Dílní součinitel spolehlivosti	γ _M	1.300		Tab. 2.3
Pevnost v tlaku	f _{e,0,d}	1.24	kN/cm ²	Rovn. (2)
Moment	M _d	0.13	kNm	
Průřezový modul	W	2650.72	cm ³	


2 - T-kruh 300



Obr. 5.1: Tlačítka pro vyhodnocení výsledků

Tlačítka mají následující funkce:

Tlačítko	Název	Funkce
	Posouzení mezního stavu únosnosti	Zobrazí, popř. skryje výsledky posouzení mezního stavu únosnosti.
	Posouzení mezního stavu použitelnosti	Zobrazí, popř. skryje výsledky posouzení mezního stavu použitelnosti.
	Posouzení požární odolnosti	Zobrazí, popř. skryje výsledky posouzení požární odolnosti.
	Zobrazit barvy v tabulce	Zobrazí barevné pozadí v tabulkách výsledků podle referenční stupnice.
	Zobrazit řádky s poměrem > 1	Zobrazí pouze řádky s využitím větším než 1, kdy posouzení není splněno. Seznam nabízí další možnosti: zobrazení maximálních hodnot a zobrazení řádků s využitím, které stanoví uživatel.
	Zobrazit výsledky aktuálního prutu	Otevře diagram <i>Průběhy výsledků na prutu</i> → kapitola 5.3, strana 61.
	Vybrat prut v grafice a přejít na tento prut do tabulky	Umožňuje graficky vybrat určitý prut v pracovním okně RFEMu, jehož výsledné hodnoty chceme zobrazit v tabulce.

	Skok do grafiky pro změnu zobrazení	Umožňuje přepnout do pracovního okna RFEMu, kde lze změnit náhled.
---	-------------------------------------	--

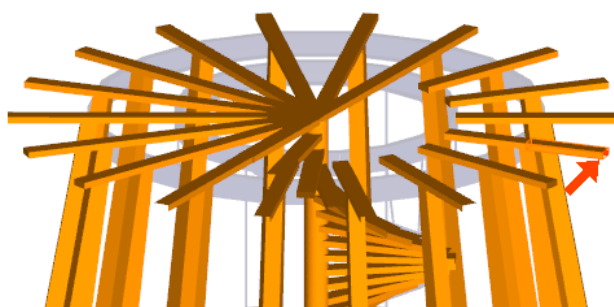
Tabulka 5.1: Tlačítka v tabulkách výsledků 2.1 až 2.5

5.1 Výsledky na modelu v RFEMu

Pro vyhodnocení výsledků posouzení lze využít i pracovní okno RFEMu.

Grafické zobrazení v RFEMu na pozadí a režim prohlížení

Pracovní okno RFEMu na pozadí může být užitečné, pokud chceme zkontrolovat polohu určitého prutu v modelu. Prut vybraný v tabulce výsledků v modulu RF-TIMBER Pro se v grafickém okně RFEMu zvýrazní. Kromě toho se šipkou označí místo x na prutu, které je uvedeno jako rozhodující v aktuálně vybraném řádku v tabulce.



TIMBER Pro - [Tower-Jung]

Soubor Upravit Nastavení Nápověda

PŘ1 2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Zatížení	Označení	Prut č.	Místo x [m]	Posouzení	Posouzení podle
Posouzení mezního stavu únosnosti					
ZS1	Vlastní tíha	252	1.058	0.26 ≤ 1	152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb ok
ZS2	Sníh	207	0.000	0.17 ≤ 1	152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb ok
Posouzení mezního stavu použitelnosti					
KZ6		188	1.822	0.00 ≤ 1	401) Mezní stav použitelnosti - Návrhová sí
KZ11		188	2.025	0.28 ≤ 1	401) Mezní stav použitelnosti - Návrhová sí
KZ17		188	2.025	0.11 ≤ 1	401) Mezní stav použitelnosti - Návrhová sí
Posouzení požární odolnosti					
				Max.: 0.77 ≤ 1	

Obr. 5.2: Vyznačení prutu a aktuálního místa x v modelu konstrukce v RFEMu

Pokud ani posunem okna modulu RF-TIMBER Pro nezískáme požadovaný náhled, lze pomocí tlačítka [Skok do grafiky pro změnu zobrazení] přepnout do takzvaného režimu prohlížení: okno modulu RF-TIMBER Pro se vypne a na ploše RFEMu lze nyní upravit náhled. V režimu prohlížení máme k dispozici funkce z nabídky *Zobrazit*, například zoom, posun nebo natočení náhledu. Šipka, která vyznačuje rozhodující místo x na prutu, přitom nezmizí.

Tlačítkem [Zpět] se můžeme vrátit do modulu RF-TIMBER Pro.

Pracovní okno RFEMu

Stupně využití lze zkontrolovat také graficky v modelu konstrukce v RFEMu. Pomocí tlačítka [Grafika] modul RF-TIMBER Pro zavřeme. V pracovním okně RFEMu se pak využítí zobrazí graficky.

Stejně jako v případě vnitřních sil lze pomocí tlačítka [Zobrazit výsledky] aktivovat nebo deaktivovat zobrazení výsledků posouzení, pomocí tlačítka po pravé straně [Zobrazit výsledky s hodnotami] lze nastavit zobrazení výsledných číselných hodnot v obrázku.



Informace

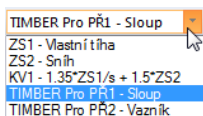
Nacházíte se v režimu prohlížení.

Zpět



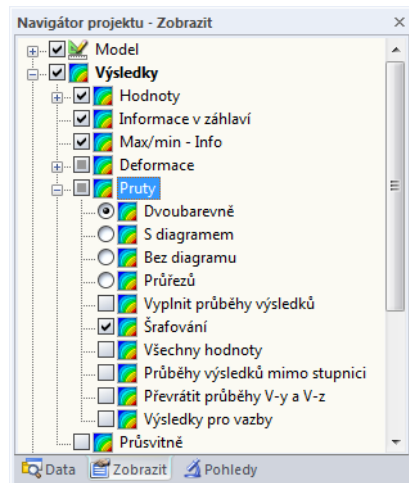


Vzhledem k tomu, že tabulky RFEMu nemají pro vyhodnocení výsledků z modulu RF-TIMBER Pro žádný význam, lze je skrýt pomocí vlevo znázorněného tlačítka. Pro modul RF-TIMBER Pro není k dispozici ani navigátor *Výsledky*.



Konkrétní návrhový případ lze vybrat ze seznamu případů v panelu nástrojů RFEMu.

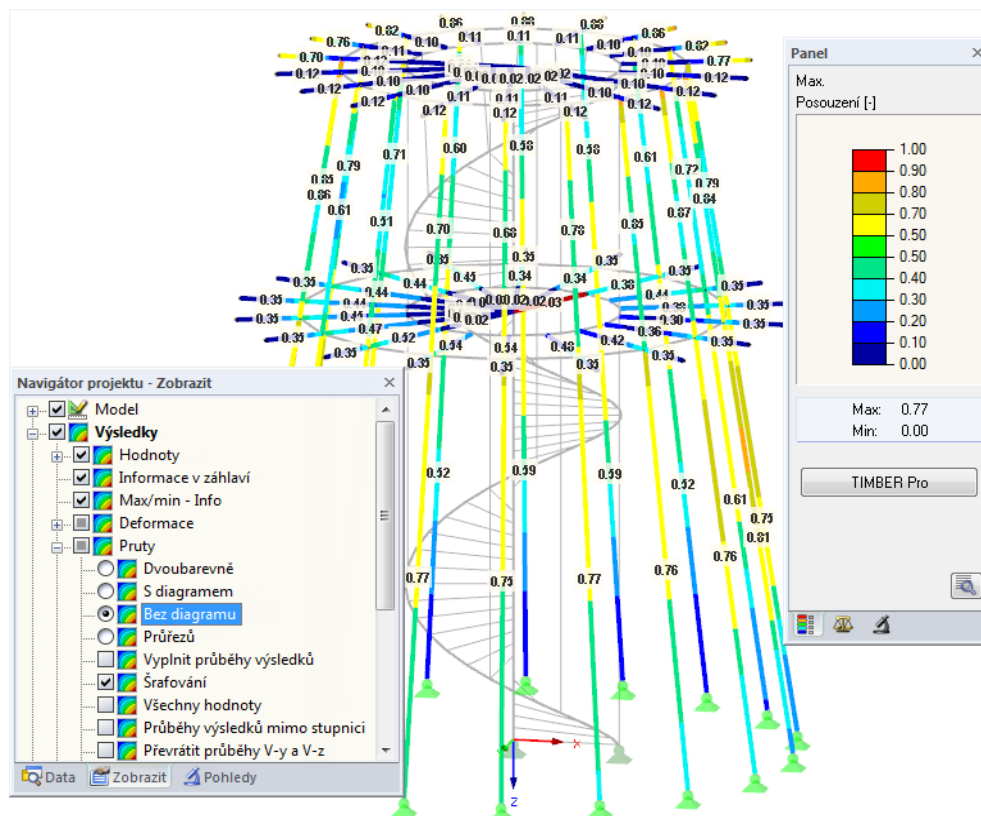
Zobrazení výsledků lze nastavit z navigátoru *Zobrazit* v položce *Výsledky* → *Pruty*. Standardně se využití zobrazí *dvoubarevně*.



Obr. 5.3: Navigátor *Zobrazit*: *Výsledky* → *Pruty*



Pokud zvolíme vícebarevné zobrazení výsledků (volby *Průřezů* či *S diagramem/Bez diagramu*), budeme mít k dispozici panel s různými možnostmi nastavení barevného zobrazení. Funkce panelu podrobně popisujeme v manuálu k programu RFEM v kapitole 3.4.6.



Obr. 5.4: Stupně využití při označení možnosti zobrazení *Bez diagramu*

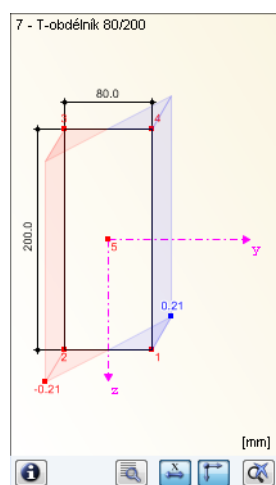
RF-TIMBER Pro

Grafická zobrazení výsledků posouzení lze začlenit do výstupního protokolu (viz kapitola 6.2, strana 64).

Do modulu se můžeme vrátit kliknutím na tlačítko [RF-TIMBER Pro] v panelu.

5.2 Výsledky na průřezu

Seznam napětí v tabulkách je doplněn dynamickým grafickým zobrazením napětí. Toto grafické zobrazení znázorňuje průběh zvoleného typu napětí na průřezu v aktuálním místě x. Jestliže v tabulce vybereme kliknutím myši jiné místo x nebo jiný druh napětí, zobrazení se aktualizuje.



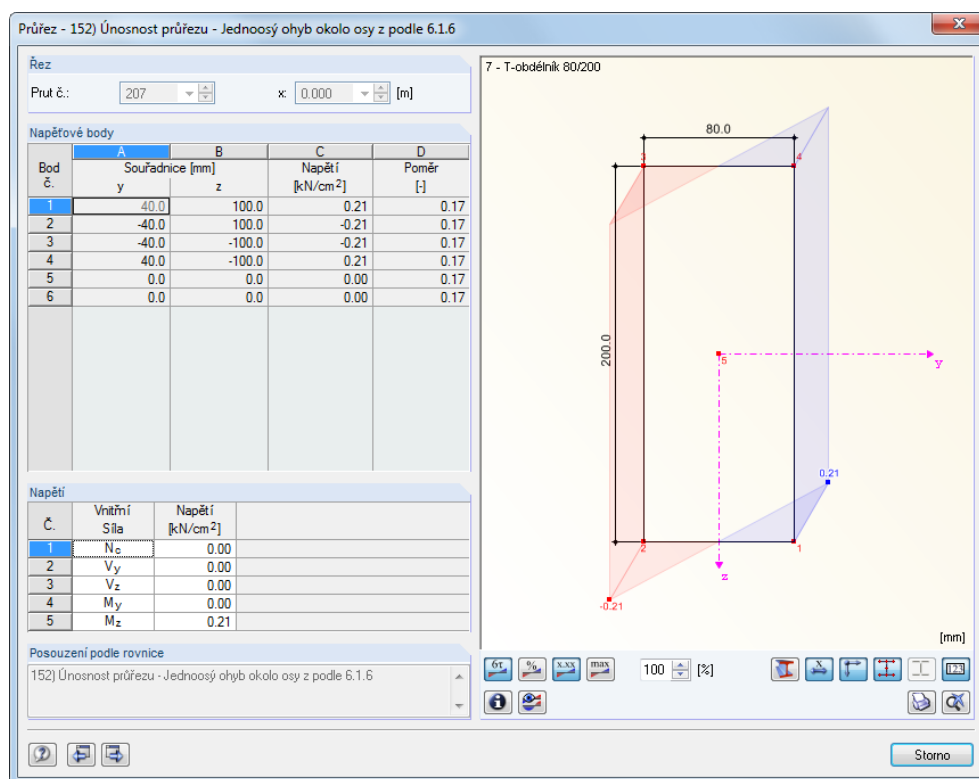
Obr. 5.5: Průběh normálových napětí na průřezu



Zobrazení lze zvětšovat, resp. zmenšovat rolováním kolečka myši. Pomocí funkce Drag&Drop lze zobrazení napětí přesunout na jiné místo. Vlevo znázorněné tlačítko umožňuje znovu zobrazit celý obrázek.

Zobrazit nebo vytisknout průřezové hodnoty a průběhy napětí

Tlačítko [Zobrazit nebo vytisknout průřezové hodnoty a průběhy napětí] umožňuje cíleně vyhodnotit napětí u každého napětového bodu. Otevřeme jím dialog *Průřez*.



Obr. 5.6: Dialog *Průřez*

V sekci *Řez* je předem nastaveno číslo aktuálního *prutu* a místo *x* na prutu.

V sekci *Napětové body* vidíme seznam všech napětových bodů průřezu. Bod, který zde vybereme, se v grafickém obrázku vyznačí červeně. Ve sloupcích *Souřadnice* se zobrazí vzdálenosti těžiště *y* a *z*, sloupec *Napětí* nás informuje o napětích v napětových bodech. V posledním sloupci se zobrazí *poměr* návrhového a mezního napětí.

V sekci *Napětí* ve spodní části dialogu vidíme jednotlivé složky napětí vyvozené vnitřními silami v aktuálním napětovém bodu (tzn. bodu vybraném v sekci výše).

Výpočet smykových napětí

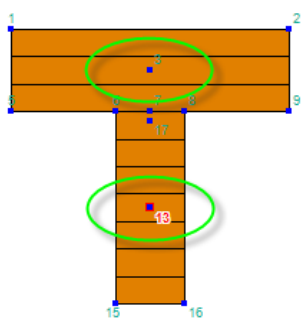
U tenkostěnných průřezů lze zjednodušeně předpokládat, že smykové napětí je rovnoběžné se stěnou průřezu. Podíly smykových napětí od obou složek posouvajících sil se proto sečtou. Znaménko statického momentu přitom určuje, které podíly jsou kladné či záporné.

Smykové napětí od krouticího momentu je třeba pro stanovení celkového smykového napětí zohlednit odlišně - v závislosti na tom, zda se jedná o otevřený nebo uzavřený průřez.

V případě otevřeného průřezu se smykové napětí od kroucení připočítá k úhrnu jednotlivých smykových napětí se znaménkem, které vyvozuje větší absolutní hodnotu daného součtu.

Jestliže se jedná o uzavřený průřez, smykové napětí od kroucení se jednoduše připočítá k součtu jednotlivých smykových napětí. Znaménka plochy jádra a statických momentů se přitom nastaví tak, aby souhlasila se znaménkovou konvencí, která platí v programu pro smykové napětí v závislosti na zatížení.

U napětových bodů, které leží uvnitř průřezu, nelze vycházet z výše uvedeného předpokladu, že smykové napětí je rovnoběžné se stěnou průřezu. V tomto případě se uplatňuje zvláštní



Dvojité napětové body

metoda dvojitých napěťových bodů, kdy se v průřezu vytvoří dva napěťové body se stejnými souřadnicemi.









V jednom napěťovém bodu se bude uvažovat statický moment okolo osy **y** (parametr pro smykové napětí od svislé posouvající síly), v druhém pak statický moment okolo osy **z** (parametr pro smykové napětí od vodorovné posouvající síly). V těchto napěťových bodech je doplňkový statický moment vždy nulový. Dvojitým napěťovým bodům lze přiřadit rozdílné tloušťky, které budou mít rovněž vliv na výpočet smykového napětí. Smyková napětí se budou uvažovat jako vzájemně kolmé složky, které jsou na sobě závislé - jedná se o dvě složky jednoho stavu napjatosti. Při výpočtu celkového smykového napětí se provádí kvadratický součet obou složek. Smykové napětí od krouticího momentu se v těchto bodech neuvažuje.

Smyková napětí u kombinací výsledků se v dvojitých napěťových bodech nesmí lineárně kombinovat. Proto se vyhodnotí extrémní hodnoty obou složek s příslušnými doplňkovými smykovými napětími, a určí se tak největší celkové smykové napětí.



V obrázku lze znázornit jak napětí tak využití.

Tlačítka pod obrázkem mají následující funkce:

Tlačítko	Název	Funkce
	Zobrazit průběh napětí	Zapne, příp. vypne zobrazení napětí.
	Zobrazit využití prutu	Zapne, příp. vypne zobrazení využití.
	Zobrazit hodnoty	Zapne, příp. vypne zobrazení výsledných hodnot.
	Zobrazit pouze max/min	Zobrazí pouze extrémní hodnoty, příp. hodnoty ve všech bodech.
	Nadvýšení	Slouží k nadvýšení průběhu výsledků.
	Zobrazit plný průřez	Zapne, příp. vypne zobrazení plného průřezu.
	Zobrazit kótování průřezu	Zobrazí, resp. skryje kóty průřezu.
	Zobrazit hlavní osy průřezu	Zobrazí, resp. skryje hlavní osy průřezu.
	Zobrazit napěťové body průřezu	Zobrazí, resp. skryje napěťové body.
	Zobrazit číslování napěťových bodů nebo c/t částí	Zobrazí, resp. skryje čísla napěťových bodů.
	Informace o průřezu	Otevře dialog <i>Informace o průřezu</i> .
	Zobrazit průběhy výsledků	Otevře graf <i>Průběhy výsledků na prutu</i> .
	Tisk	Slouží k vtištění aktuálního grafického znázornění výsledků.
	Zobrazit celý obrázek	Obnoví celkový náhled na průřez.

Tabulka 5.2: Tlačítka v dialogu *Průřez*

5.3 Průběhy výsledků

Pokud si uživatel chce prohlédnout průběh výsledků na určitém prutu, má k dispozici graf výsledků.



Nejdříve vybereme daný prut nebo sadu prutů ve výstupní tabulce modulu RF-TIMBER Pro tak, že kurzor myši umístíme do řádku s příslušným prutem, a následně pomocí vlevo znázorněného tlačítka graf výsledků otevřeme. Tlačítko se nachází pod tabulkou výsledků v horní části dialogu (viz obr. 5.1, strana 54).

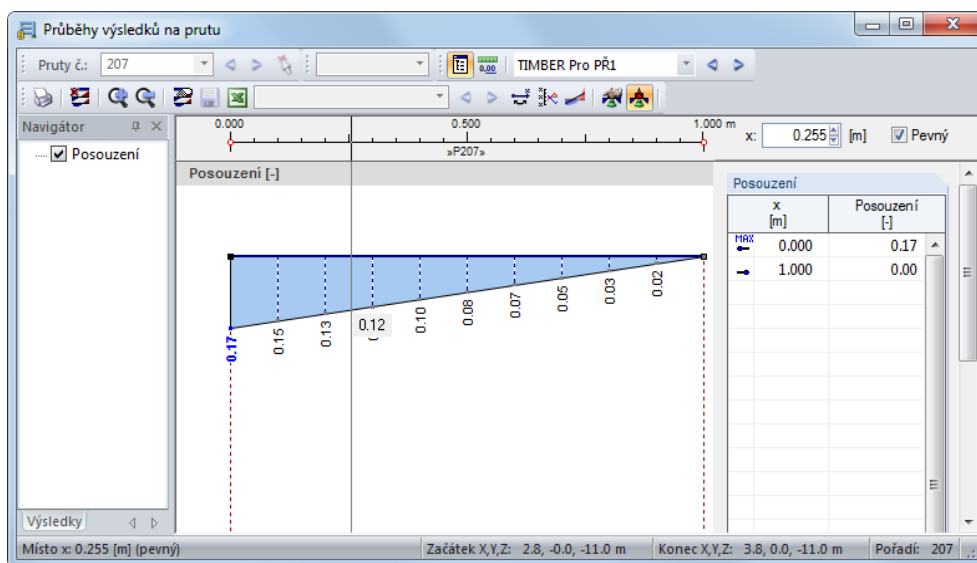
V okně RFEMu lze průběhy výsledků zobrazit příkazem z hlavní nabídky

Výsledky → Průběhy výsledků na vybraných prutech...

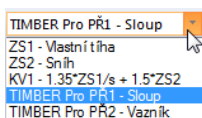


nebo pomocí příslušného tlačítka v panelu nástrojů.

Otevře se okno, v němž je znázorněn průběh výsledků na vybraném prutu nebo sadě prutů.



Obr. 5.7: Dialog *Průběhy výsledků na prutu*



V seznamu v panelu nástrojů můžeme přepínat mezi jednotlivými návrhovými případy.

Podrobný popis dialogu *Průběhy výsledků na prutu* najdeme v manuálu k programu RFEM v kapitole 9.5.

5.4 Filtrování výsledků

Výstupní tabulky modulu RF-TIMBER Pro umožňují již svým uspořádáním filtrovat výsledky podle určitých kritérií. Navíc lze ke grafickému vyhodnocení výsledků tohoto modulu použít filtrovací funkce, které jsou popsány v manuálu k programu RFEM v kapitole 9.9.

Pro filtrování prutů k jejich vyhodnocení lze využít takzvané *viditelnosti* (viz manuál k programu RFEM, kapitola 9.9.1).

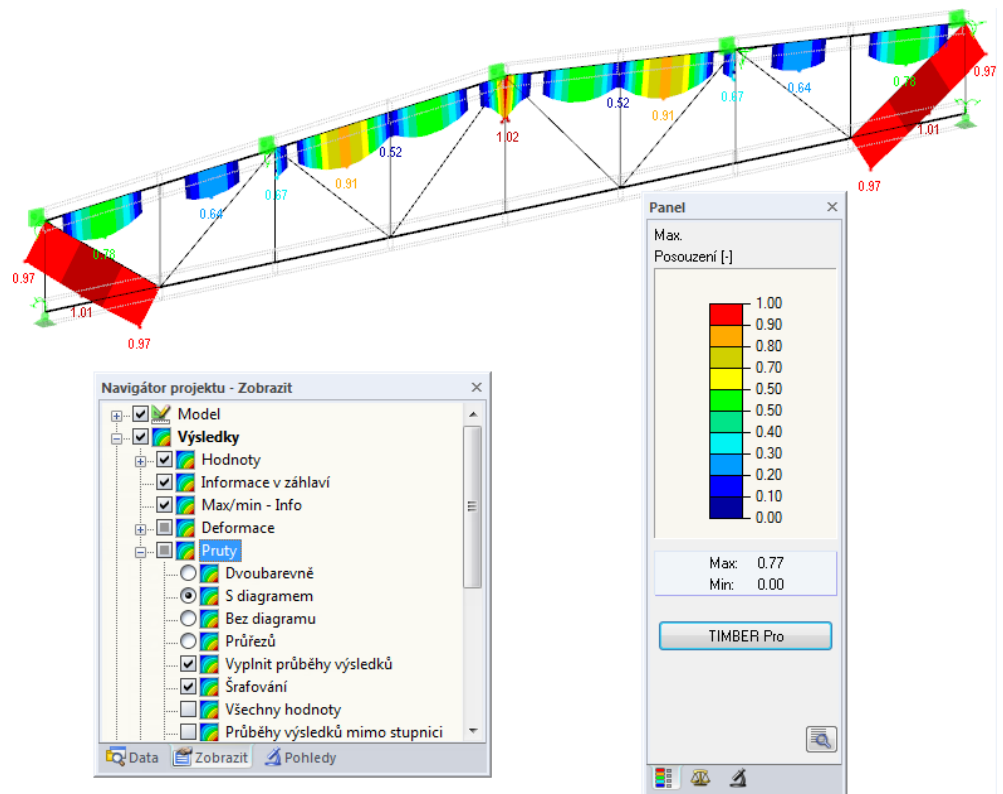
Filtrování výsledků posouzení

Využití lze nastavit jako kritérium pro filtrování výsledků v pracovním okně RFEMu. Otevřeme ho tlačítkem [Grafika]. K tomu je třeba zobrazit takzvaný řídicí panel. Pokud není aktivován, můžeme ho zapnout příkazem z hlavní nabídky

Zobrazit → Řídicí panel

nebo kliknutím na příslušné tlačítko v panelu nástrojů.

Tento panel popisujeme v kapitole 3.4.6 manuálu k programu RFEM. Kritéria pro filtrování výsledků se nastavují v první záložce panelu (stupnice barev). Vzhledem k tomu, že tato záložka není k dispozici v případě dvoubarevného zobrazení, je třeba v navigátoru *Zobrazit* přepnout na volbu *S diagramem/Bez diagramu* nebo na volbu *Průřezy*.



Obr. 5.8: Filtrování stupňů využití pomocí upravené stupnice barev

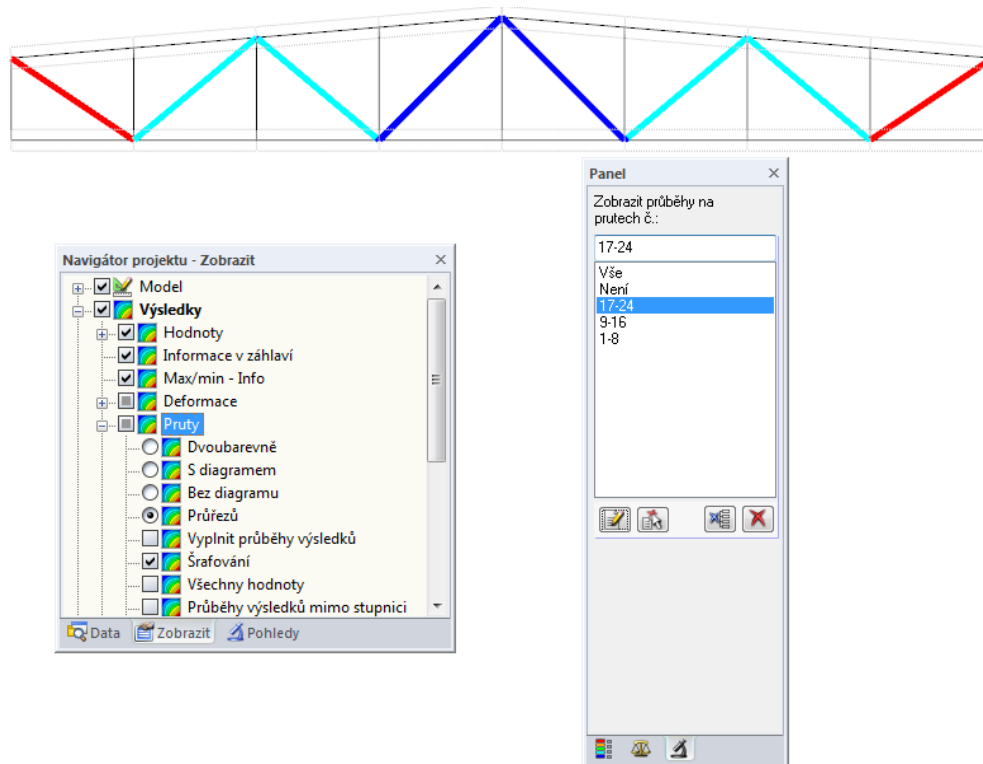
Jak vidíme na obrázku výše, stupnici hodnot v panelu můžeme nastavit tak, aby se zobrazily v barevném rozsahu mezi modrou a červenou pouze stupně využití větší než 0,5.

Pomocí volby *Průběhy výsledků mimo stupnici* (v navigátoru *Zobrazit* v položce *Výsledky* → *Pruty*) lze zobrazit i stupně využití, které danou podmínku nesplňují. Tyto výsledky se pak zobrazí přerušovanou čarou.

Filtrování prutů



Pokud si přejeme zobrazit v grafickém okně výsledky pouze u některých prutů, můžeme v záložce *Filtr* řídicího panelu zadat jejich čísla. Tuto funkci popisujeme v manuálu k programu RFEM v kapitole 9.9.3.



Obr. 5.9: Filtrování prutů: využití diagonál

Na rozdíl od funkce výřezu se přitom zobrazí kompletní model konstrukce. Na obrázku výše vidíme využití na diagonálách příhradové konstrukce. Ostatní pruty dané konstrukce se v modelu také zobrazí, ovšem bez stupňů využití.

6. Výstup

6.1 Výstupní protokol

Pro údaje z modulu RF-TIMBER Pro můžeme stejně jako pro data z hlavního programu RFEM vytvořit výstupní protokol, do něhož lze vkládat obrázky nebo vlastní vysvětlivky. Ve výstupním protokolu můžeme také stanovit, které údaje z návrhového modulu se nakonec vytisknou.



Výstupní protokol popisujeme v manuálu k programu RFEM. Důležitá je především kapitola 10.1.3.4 *Výběr dat přídatných modulů*, která pojednává o výběru vstupních a výstupních dat přídatných modulů pro tisk.

V případě rozsáhlých konstrukcí s mnoha návrhovými případy doporučujeme místo jednoho objemného protokolu vytvořit pro přehlednost a rychlejší zpracování několik menších protokolů.

6.2 Tisk zobrazení

Každý obrázek lze z pracovního okna RFEMu převést do výstupního protokolu nebo poslat přímo na tiskárnu. Do protokolu tak lze převzít využití zobrazená na modelu konstrukce v RFEMu.



Tisk grafických zobrazení popisujeme v kapitole 10.2 manuálu k hlavnímu programu RFEM.

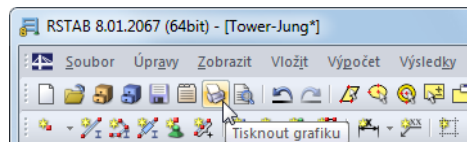
Výsledky na modelu v RFEMu

Aktuální grafické znázornění stupňů využití lze vytisknout příkazem z hlavní nabídky



Soubor → Tisk grafiky...

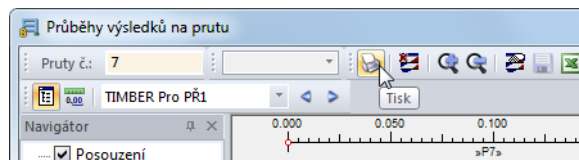
nebo kliknutím na příslušné tlačítko v panelu nástrojů.



Obr. 6.1: Tlačítko *Tisknout grafiku* v panelu nástrojů RFEMu

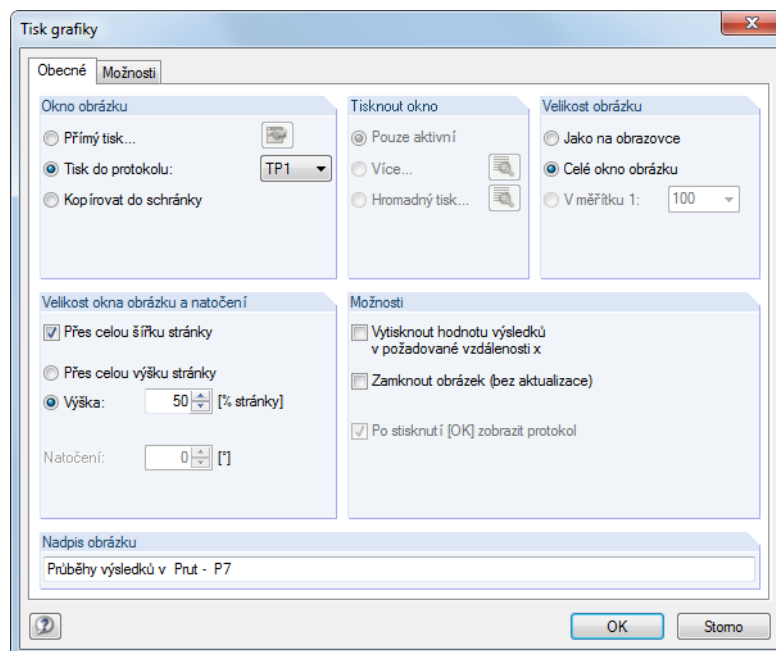
Průběhy výsledků

Stejně tak lze do protokolu převzít nebo přímo vytisknout i *průběhy výsledků na prutech* kliknutím na tlačítko [Tisk] v daném okně.



Obr. 6.2: Tlačítko *Tisk* v dialogu *Průběhy výsledků na prutu*

Otevře se následující dialog:

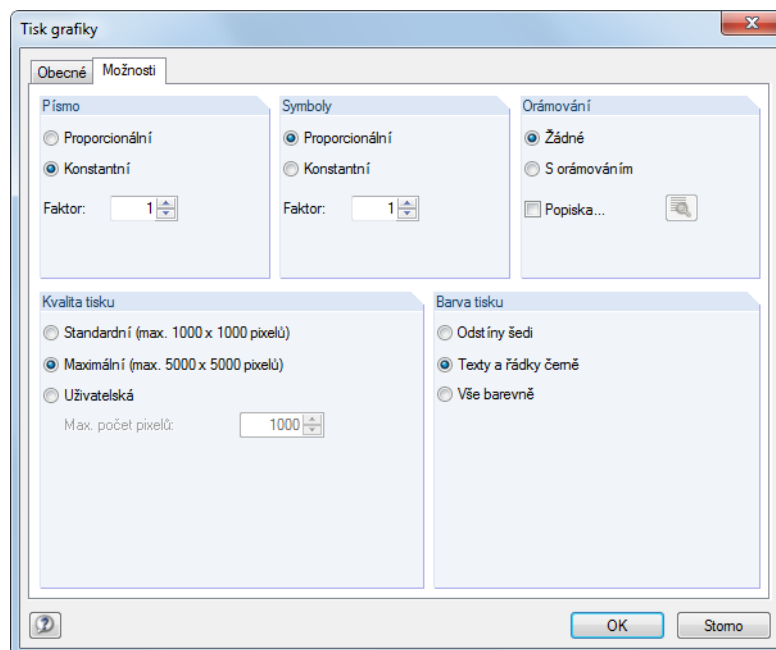
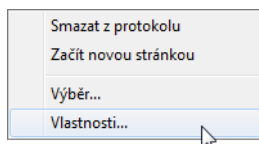


Obr. 6.3: Dialog *Tisk grafiky*, záložka *Obecné*

Tento dialog popisujeme v kapitole 10.2 manuálu k hlavnímu programu RFEM. Zabýváme se v ní i dalšími záložkami *Možnosti* a *Stupnice barev*.

Grafické zobrazení lze ve výstupním protokolu přesunout na jiné místo pomocí funkce Drag&Drop.

Vložené obrázky lze také dodatečně upravovat: pravým tlačítkem myši klikneme na příslušnou položku v navigátoru protokolu a v její místní nabídce vybereme *Vlastnosti...* Znovu se zobrazí dialog *Tisk grafiky*, v němž lze nastavit případné změny.



Obr. 6.4: Dialog *Tisk grafiky*, záložka *Možnosti*

7. Obecné funkce

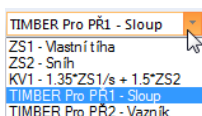
V této kapitole jsou popsány běžně používané funkce z hlavní nabídky a také možnosti exportu výsledků posouzení.

7.1 Návrhové případy

Uživatel má možnost seskupovat pruty do samostatných návrhových případů. Lze tak například posoudit zvlášť určité stavební celky nebo pruty se specifickým zadáním (např. po úpravě materiálů, dílčích součinitelů spolehlivosti nebo po optimalizaci).

Tentýž prut (či sadu prutů) můžeme bez problému posuzovat v různých návrhových případech.

Seznam zatěžovacích stavů v panelu nástrojů RFEMu obsahuje také návrhové případy z modulu RF-TIMBER Pro.

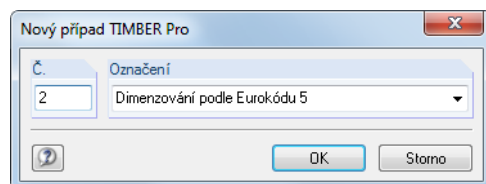


Vytvoření nového návrhového případu

Nový návrhový případ lze vytvořit příkazem z hlavní nabídky v modulu RF-TIMBER Pro

Soubor → **Nový případ...**

Otevře se následující dialog:



Obr. 7.1: Dialog *Nový případ RF-TIMBER Pro*

V tomto dialogu je třeba vyplnit (dosud nezadané) *číslo* nového návrhového případu. *Označení* slouží ke snazšímu výběru případů ze seznamu zatěžovacích stavů.

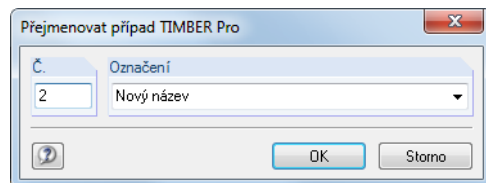
Po kliknutí na [OK] se zobrazí dialog modulu RF-TIMBER Pro 1.1 *Základní údaje*, kde zadáme údaje pro posouzení.

Přejmenování návrhového případu

Označení návrhového případu lze změnit příkazem z hlavní nabídky modulu RF-TIMBER Pro

Soubor → **Přejmenovat případ...**

Otevře se následující dialog:



Obr. 7.2: Dialog *Přejmenovat případ RF-TIMBER Pro*

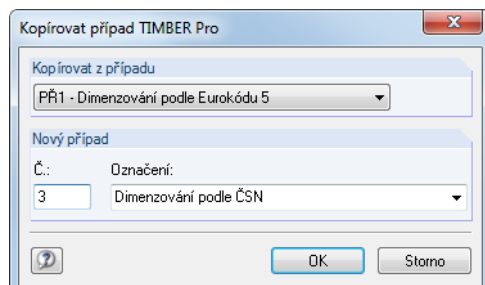
V tomto dialogu můžeme zadat u vybraného návrhového případu nejen jiné *označení*, ale také jiné *číslo*.

Kopírování návrhového případu

Vstupní údaje aktuálního návrhového případu lze zkopírovat příkazem z hlavní nabídky v modulu RF-TIMBER Pro

Soubor → **Kopírovat případ...**

Otevře se následující dialog:



Obr. 7.3: Dialog *Kopírovat případ RF-TIMBER Pro*

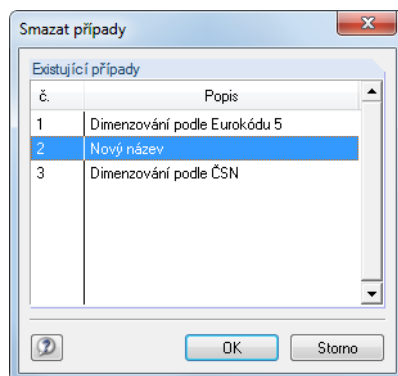
V něm uvedeme *číslo* a případně *označení* nového případu, do něhož se vybraný případ zkopíruje.

Smazání návrhového případu

Uživatel má možnost návrhové případy opět smazat příkazem z hlavní nabídky v modulu RF-TIMBER Pro

Soubor → **Smazat případ...**

Otevře se následující dialog:



Obr. 7.4: Dialog *Smazat případy*

Návrhový případ můžeme vybrat ze seznamu *Existující případy*. Po kliknutí na tlačítko [OK] se případ smaže.

7.2 Optimalizace průřezů



V modulu RF-TIMBER Pro lze přetížené nebo málo využitě průřezy optimalizovat. Tuto možnost máme ovšem pouze u obdélníkových a kruhových profilů. V případě složených průřezů ztrácí automatická optimalizace vzhledem k vysokému počtu parametrů na ekonomičnosti a s ohledem na poddajnost průřezu je navíc problematická.

Optimalizaci u příslušných profilů nastavíme v dialogu 1.3 *Průřezy* ve sloupci C, resp. D (viz obr. 2.16, strana 20). Optimalizovat průřez lze také příkazem z místní nabídky v tabulkách výsledků.

2.2 Posouzení po průřezech

Průřez č.	A Prut č.	B Místo x [m]	C Zatížení	D Posouzení	E	F Posouzení podle vzorce
1	Obdélník 20/220					
	3	0.428	KZ3	0.02 ≤ 1	102	Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4
	150	0.000	KZ3	0.44 ≤ 1	111	Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
	3	0.000	KZ3	0.12 ≤ 1	112	Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vy podle 6.1.7
	18					Únosnost průřezu - Smyk z kroucení podle 6.1.8
	105					Únosnost průřezu - Dvouosý ohyb podle 6.1.6
	150					Únosnost průřezu - Dvouosý ohyb a tah podle 6.2.3
	54					Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tlak podle 6.2.4
	3					Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z a tlak podle 6.2.4
	147					Únosnost průřezu - Dvouosý ohyb a tlak podle 6.2.4

Max.: 1.83 > 1

Obr. 7.5: Místní nabídka s funkcí pro optimalizaci průřezu

Detaily...

Při optimalizaci program prověří, který profil ze stejné řady průřezů „optimálně“ vyhovuje posouzení, tzn. nejvíce se blíží maximálnímu přípustnému využití, které jsme stanovili v dialogu *Detaily* (viz obr. 3.5, strana 41). Na základě vnitřních sil z RFEMu se spočítají nutné průřezové charakteristiky, a pokud se ukáže být některý jiný průřez vhodnější, použije se při posouzení. V dialogu 1.3 se pak zobrazí dva průřezy, jak vidíme na obr. 7.7 – původní průřez z RFEMu a optimalizovaný průřez.

Jakmile u průřezu zvolíme možnost optimalizace, otevře se následující dialog:

Dřevěné průřezy - Obdélník, parametry optimalizace

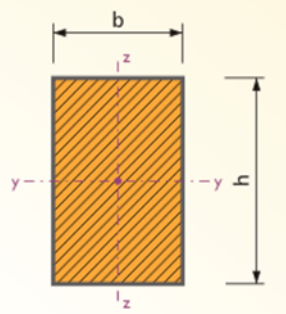
Parametry optimalizace průřezu

Optimalizovat	Původní	Minimální	Maximální	Přírůstek
<input type="checkbox"/>	b: 80.0 [mm]			
<input checked="" type="checkbox"/>		40.0 [mm]	440.0 [mm]	20.0 [mm]

Zachovat poměr stran

T-obdélník 80/200

OK Storno



Obr. 7.6: Dialog *Masivní průřezy - Obdélník, parametry optimalizace*

Ve sloupci *Optimalizovat* nejdříve označíme, které parametry chceme upravit. Zpřístupní se tak sloupce *Minimální* a *Maximální*, v nichž lze uvést horní a dolní hranici optimalizovaného parametru. Ve sloupci *Přírůstek* je uvedeno, v jakém intervalu se budou měnit rozměry parametru při optimalizačním procesu.

Pokud chceme *zachovat poměr stran*, musíme označit příslušné políčko ve spodní části dialogu. Dále je třeba zaškrtnout alespoň dva parametry pro optimalizaci.

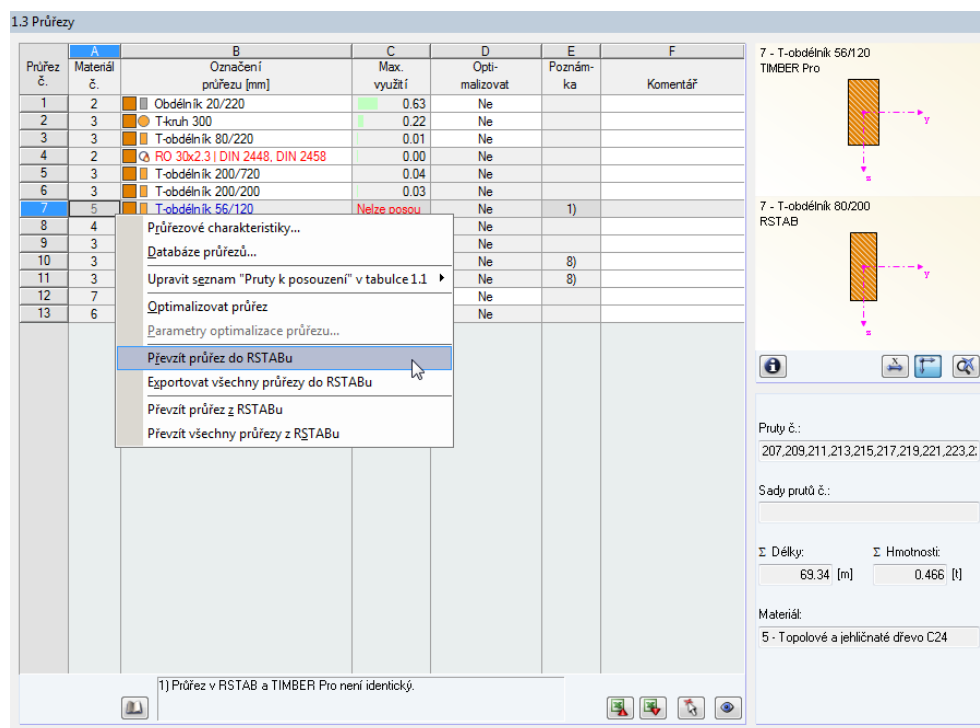


Při optimalizaci je třeba mít na paměti, že vnitřní síly se po úpravě průřezů automaticky znovu nespočítají. Záleží na rozhodnutí uživatele, jaké profily bude chtít převzít do RFEMu, aby provedl nový výpočet. V důsledku změny tuhosti v konstrukci se mohou vnitřní síly spočítané na základě optimalizovaných průřezů značně lišit. Doporučujeme proto po první optimalizaci vnitřní síly přepočítat a následně průřezy ještě jednou optimalizovat.

Upravené průřezy můžeme převést do RFEMu: otevřeme dialog 1.3 *Průřezy* a v hlavní nabídce vybereme příkaz

Upravit → Převzít všechny průřezy do RFEMu.

Možnost exportovat optimalizované průřezy do RFEMu nabízí i místní nabídka tabulky 1.3.



Průřez č.	Materiál č.	Označení průřezu [mm]	Max. využití	Optimalizovat	Poznámka	Komentář
1	2	Obdélník 20/220	0.63	Ne		
2	3	T-kruh 300	0.22	Ne		
3	3	T-obdélník 80/220	0.01	Ne		
4	2	RO 30x2.3 DIN 2448, DIN 2458	0.00	Ne		
5	3	T-obdélník 200/720	0.04	Ne		
6	3	T-obdélník 200/200	0.03	Ne		
7	5	T-obdélník 56/120	Nelze posou	Ne	1)	
8	4			Ne		
9	3			Ne		
10	3			Ne	8)	
11	3			Ne	8)	
12	7			Ne		
13	6			Ne		

1) Průřez v RSTAB a TIMBER Pro není identický.

7 - T-obdélník 56/120
TIMBER Pro

7 - T-obdélník 80/200
RSTAB

Pruty č.:
207,209,211,213,215,217,219,221,223,2

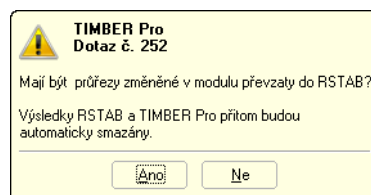
Sady prutů č.:

Σ Délky: 69.34 [m] Σ Hmotnosti: 0.466 [t]

Materiál:
5 - Topolové a jehličnaté dřevo C24

Obr. 7.7: Místní nabídka tabulky 1.3 *Průřezy*

Před převzetím průřezů do RFEMu program zobrazí kontrolní dotaz, protože při tomto kroku se smažou výsledky.



TIMBER Pro
Dotaz č. 252

Mají být průřezy změněné v modulu převzaty do RSTAB?

Výsledky RSTAB a TIMBER Pro přitom budou automaticky smazány.

Ano Ne

Obr. 7.8: Kontrolní dotaz před převzetím upravených průřezů do RFEMu

Výpočet

Pokud pak v modulu RF-TIMBER Pro spustíme [Výpočet], spočítají se vnitřní síly pro RFEM a výsledky posouzení v modulu RF-TIMBER Pro v jednom výpočetním cyklu.

Jestliže jsme upravené průřezy dosud do RFEMu neexportovali, lze pomocí příslušných funkcí (viz obr. 7.7) znovu načíst původní průřezy z RFEMu do modulu RF-TIMBER Pro. Je třeba upozornit na to, že tato možnost je k dispozici pouze v dialogu 1.3 *Průřezy*.



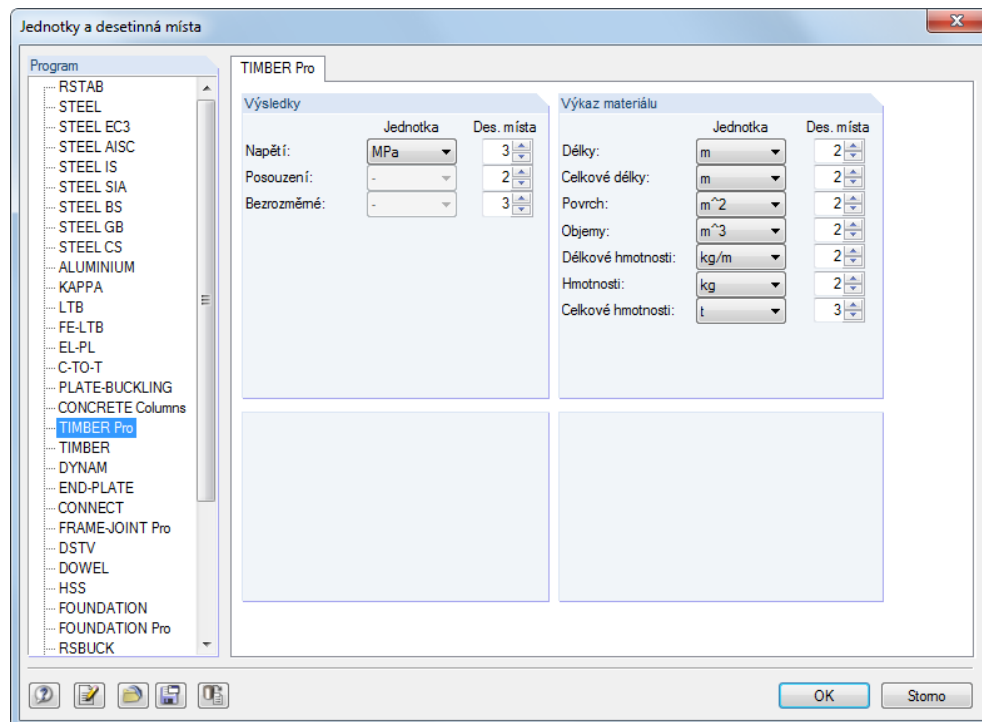
Pokud chceme optimalizovat prut s náběhy, optimalizují se místa na počátku a konci prutu. Následně se provede lineární interpolace momentů setrvačnosti v mezilehlých bodech. Vzhledem k tomu, že do výpočtu vstupují ve čtvrté mocnině, mohou být posouzení v případě velkých rozdílů ve výšce počátečního a koncového průřezu nepřesná. V takovém případě doporučujeme rozdělit náběhy do několika prutů, jejichž počáteční a koncové průřezy nevykazují tak velké rozdíly.

7.3 Jednotky a desetinná místa

Jednotky a desetinná místa se pro RFEM i všechny jeho přidavné moduly nastavují společně. V modulu RF-TIMBER Pro otevřeme dialog pro úpravu jednotek příkazem z hlavní nabídky

Nastavení → Jednotky a desetinná místa...

Otevře se dialog již dobře známý z RFEMu. V seznamu *Program* je předem nastaven modul RF-TIMBER Pro.



Obr. 7.9: Dialog *Jednotky a desetinná místa*



Nastavení lze uložit jako uživatelský profil a použít i v jiných modelech. Popis příslušných funkcí najdeme v kapitole 11.1.3 v manuálu k programu RFEM.

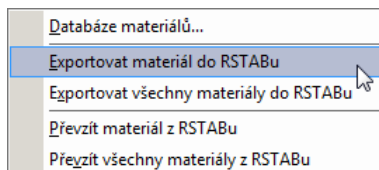
7.4 Výměna dat

7.4.1 Export materiálů do RFEMu

Pokud v modulu RF-TIMBER Pro změním pro posouzení materiály, pak je lze stejně jako průřezy exportovat do RFEMu. Otevřeme dialog 1.2 *Materiály* a v hlavní nabídce vybereme příkaz

Upravit → Exportovat všechny materiály do RFEMu.

Možnost exportovat upravené materiály do RFEMu nabízí i místní nabídka tabulky 1.2.



Obr. 7.10: Místní nabídka tabulky 1.2 *Materiály*

Výpočet

Před převzetím materiálů do RFEMu program zobrazí kontrolní dotaz, protože při tomto kroku se smažou výsledky. Pokud pak v modulu RF-TIMBER Pro spustíme [Výpočet], spočítají se vnitřní síly pro RFEM a výsledky posouzení v modulu RF-TIMBER Pro v jednom výpočetním cyklu.

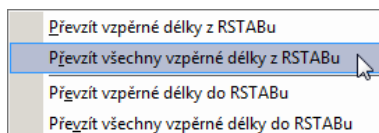
Jestliže jsme upravené materiály dosud do RFEMu neexportovali, lze pomocí příslušných funkcí (viz obr. 7.10) znovu načíst původní materiály z RFEMu do modulu RF-TIMBER Pro. Je třeba upozornit na to, že tato možnost je k dispozici pouze v dialogu 1.2 *Materiály*.

7.4.2 Export vzpěrných délek do RFEMu

Pokud v modulu RF-TIMBER Pro změním vzpěrné délky, lze je také exportovat do RFEMu. Otevřeme dialog 1.5 *Vzpěrné délky - pruty* a v hlavní nabídce vybereme příkaz

Upravit → Exportovat všechny vzpěrné délky do RFEMu.

Možnost exportovat upravené vzpěrné délky do RFEMu nabízí i místní nabídka tabulky 1.5.



Obr. 7.11: Místní nabídka tabulky 1.5 *Vzpěrné délky - pruty*

Před převzetím vzpěrných délek do RFEMu program zobrazí kontrolní dotaz, protože při tomto kroku se smažou výsledky.

Jestliže jsme upravené vzpěrné délky dosud do RFEMu neexportovali, lze pomocí příslušných funkcí (viz obr. 7.11) znovu načíst původní vzpěrné délky z RFEMu do modulu RF-TIMBER Pro. Je třeba upozornit na to, že tato možnost je k dispozici pouze v dialogu 1.5 *Vzpěrné délky - pruty* a 1.6 *Vzpěrné délky - sady prutů*.

7.4.3 Export výsledků

Výsledky posouzení z modulu RF-TIMBER Pro lze použít i v jiných programech.

Schránka

Označené řádky v tabulkách výsledků modulu RF-TIMBER Pro 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 modulu RF-TIMBER Pro lze odeslat do výstupního protokolu (viz kapitola 6.1, strana 64) a odtud pak exportovat příkazem z hlavní nabídky

Soubor → **Export do RTF...**

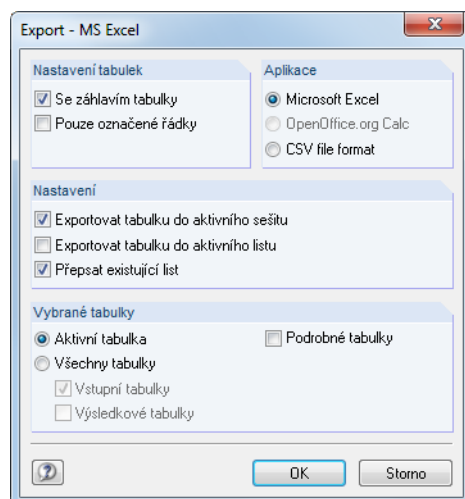
Tuto funkci popisujeme v kapitole 10.1.11 manuálu k programu RFEM.

Excel / OpenOffice

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

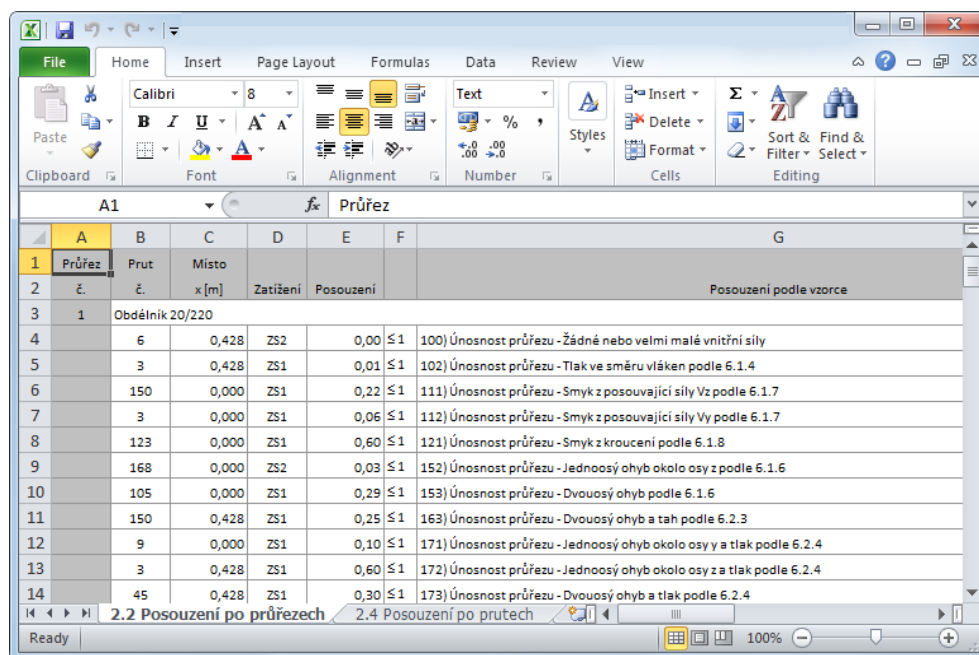
Soubor → **Exportovat tabulky...**

Otevře se následující dialog pro export dat:



Obr. 7.12: Dialog *Export - MS Excel*

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



1	Průřez	Prut	Místo	Zatížení	Posouzení	
2	č.	č.	x [m]			Posouzení podle vzorce
3	1	Obdélník 20/220				
4		6	0,428	ZS2	0,00 ≤ 1	100) Únosnost průřezu - Žádné nebo velmi malé vnitřní síly
5		3	0,428	ZS1	0,01 ≤ 1	102) Únosnost průřezu - Tlak ve směru vláken podle 6.1.4
6		150	0,000	ZS1	0,22 ≤ 1	111) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vz podle 6.1.7
7		3	0,000	ZS1	0,06 ≤ 1	112) Únosnost průřezu - Smyk z posouvající síly Vy podle 6.1.7
8		123	0,000	ZS1	0,60 ≤ 1	121) Únosnost průřezu - Smyk z kroucení podle 6.1.8
9		168	0,000	ZS2	0,03 ≤ 1	152) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z podle 6.1.6
10		105	0,000	ZS1	0,29 ≤ 1	153) Únosnost průřezu - Dvouosý ohyb podle 6.1.6
11		150	0,428	ZS1	0,25 ≤ 1	163) Únosnost průřezu - Dvouosý ohyb a tah podle 6.2.3
12		9	0,000	ZS1	0,10 ≤ 1	171) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy y a tlak podle 6.2.4
13		3	0,428	ZS1	0,60 ≤ 1	172) Únosnost průřezu - Jednoosý ohyb okolo osy z a tlak podle 6.2.4
14		45	0,428	ZS1	0,30 ≤ 1	173) Únosnost průřezu - Dvouosý ohyb a tlak podle 6.2.4

Obr. 7.13: Výsledky v Excelu

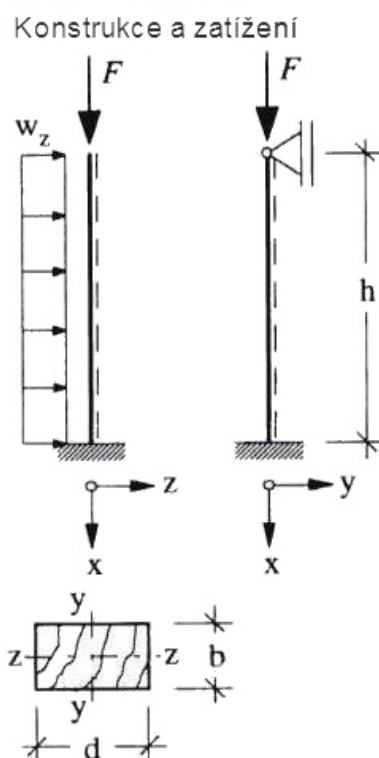
8. Příklady

8.1 Dřevěný sloup

V tomto příkladu provedeme posouzení vetknutého dřevěného sloupu namáhaného tlakem a ohybem podle normy EN 1995-1-1. Tento sloup je na svém volném konci ještě podepřen ve směru osy Y.

Daný příklad jsme převzali z příručky Holzbau-Taschenbuch [8], strana 236.

8.1.1 Konstrukce a zatížení



Konstrukce

Průřez:	b/d = 14/22 cm
Materiál:	topolové a jehličnaté dřevo C24
Výška:	h = 3,20 m
TP:	1
TTZ:	stálé

Zatížení

ZS 1 Vlastní tíha:	F = 45 kN
ZS 2 Vítr:	w = 1,5 kN/m

Obr. 8.1: Konstrukce a zatížení podle [8]

Návrhové hodnoty

$$N_d = 1,35 \cdot F = 1,35 \cdot 45 \text{ kN} = 60,75 \text{ kN} \quad (k_{\text{mod}} = 0,6)$$

$$q_d = 1,5 \cdot w = 1,5 \cdot 1,5 \text{ kN/m} = 2,25 \text{ kN/m} \quad (k_{\text{mod}} = 0,9)$$

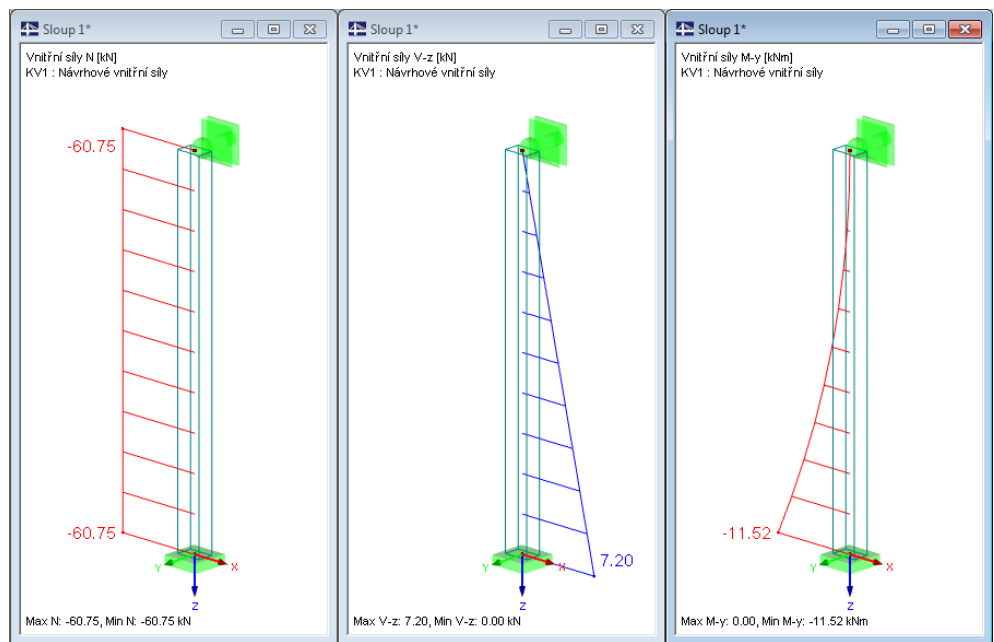
8.1.2 Výpočet v RFEMu

Konstrukci a zatížení v obou zatěžovacích stavech modelujeme v RFEMu v 3D režimu.

Při zadání zatěžovacího stavu 1 je třeba vypnout automatické zohlednění vlastní tíhy, neboť v příkladu ve shora uvedené příručce se vlastní tíha zanedbává.

Zatěžovací stavy se skládají pro základní kombinaci podle teorie I. řádu s příslušnými součiniteli spolehlivosti do kombinace výsledků. Pro posouzení v modulu RF-TIMBER Pro je přitom důležité, aby oba zatěžovací stavy vstoupily do kombinace s kritériem „stálý“.

RFEM vypočítá průběhy vnitřních sil tak, jak je vidíme na následujícím obrázku.



Obr. 8.2: Vnitřní síly N, V_z a M_y

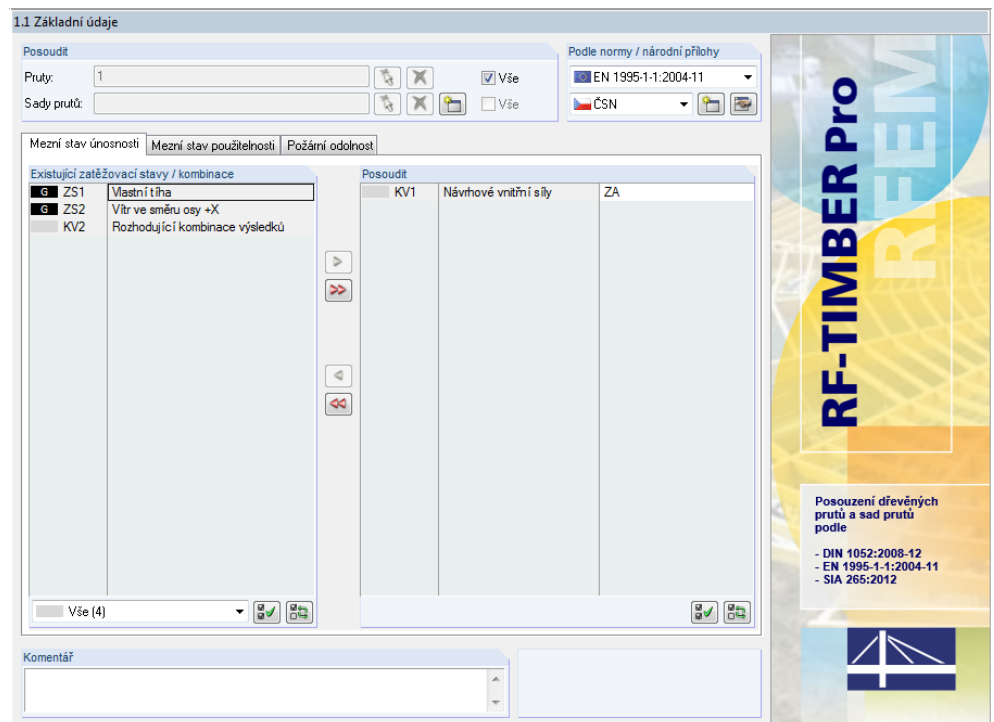
Návrhové vnitřní síly se shodují s hodnotami v [8] na straně 237.

8.1.3 Posouzení v modulu RF-TIMBER Pro

8.1.3.1 Posouzení na únosnost

V dialogu 1.1 *Základní údaje* vybereme kombinaci výsledků **KV 1** pro posouzení v *mezním stavu únosnosti*.

Posouzení se provede podle **EN 1995-1-1** a české národní přílohy **ČSN**.



Obr. 8.3: Dialog 1.1 *Základní údaje*

V dialogích 1.2 *Materiály* a 1.3 *Průřezy* se zobrazí charakteristické hodnoty pevnosti zvoleného materiálu a vybraný průřez.

1.2 Materiály

Materiál č.	A Označení materiálu	B Komentář
1	Topolové a jehličnaté dřevo C22 ČSN EN 1995-1-1:2010-05	

Materiálové charakteristiky

Hlavní vlastnosti

Modul pružnosti	E	10000.0	MPa
Smykový modul	G	630.0	MPa
Objemová tíha	γ	4.10	kN/m ³
Součinitel teplotní roztažnosti	α	5.0000E-06	1/K
Parciální součinitel spolehlivosti	γ_M	1.30	

Doplnující vlastnosti

Charakteristická pevnost v ohybu	$f_{m,k}$	22.0	MPa
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{t,0,k}$	13.0	MPa
Charakteristická pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	0.4	MPa
Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{c,0,k}$	20.0	MPa
Charakteristická pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	2.4	MPa
Charakteristická pevnost ve smyku/křutu	$f_{v,k}$	3.8	MPa
Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny	$E_{0,mean}$	10000.0	MPa
Modul pružnosti kolmo k vláknům	$E_{90,mean}$	330.0	MPa
Smykový modul	G _{mean}	630.0	MPa
Hustota	ρ_k	340.0	kg/m ³
Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny	$E_{0,05}$	6700.0	MPa
Modul pružnosti kolmo k vláknům	$E_{90,05}$	220.0	MPa
Smykový modul	G ₀₅	422.0	MPa
Pevnost ve valivém smyku	$f_{R,k}$	1.0	MPa

Speciální nastavení pro
Speciální nastavení podle článku 3.2 resp. 3.3

Zvýšení pevnosti $f_{m,k}$ a $f_{t,0,k}$ podle:

podle 3.2(3) pro masivní dřevo s $h < 150$ mm (Ohyb) nebo $b < 150$ mm (Tah)

podle 3.3(3) pro lepené lamel. dřevo s ohybem okolo osy ve směru lepené spáry lamel (M_y) s $h < 600$ mm (ohyb) nebo $b < 600$ mm (tah)

Materiál č. 1 použit pro

Průřezy č.:
1

Pruty č.:
1

Sady prutů č.:
1

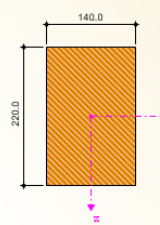
Σ Délky: 3.20 [m] Σ Hmotnosti: 0.040 [t]

Obr. 8.4: Dialog 1.2 *Materiály*

1.3 Průřezy

Průřez č.	A Materiál č.	B Označení průřezu [mm]	C Optimalizovat	D Poznámka	E Komentář
1	1	Obdélník 140/220	Ne		

1 - Obdélník 140/220



[mm]

Pruty č.:
1

Sady prutů č.:
1

Σ Délky: 3.20 [m] Σ Hmotnosti: 0.040 [t]

Materiál:
1 - Topolové a jehličnaté dřevo C22

Obr. 8.5: Dialog 1.3 *Průřezy*

V dialogu 1.4 je třeba stanovit třídu trvání zatížení a třídu provozu. Součinitel k_{mod} pro KV1 se určí na základě třídy trvání zatížení (TTZ) příslušných zatěžovacích stavů, přičemž se zohledňuje i třída provozu (TP).

1.4 Doba trvání zatížení a třída provozu

Zatížení	A Označení	B Typ zatížení	C Třída trvání zatížení TTZ	D Součinitel k_{mod}
ZS1	Mastrní tíha	Stálé	Stálé	0.600
ZS2	Větr ve směru osy +X	Stálé	Stálé	0.600
KV1	Návrhové vnitřní síly	-	Stálé	0.600

Třída provozu (TP)

Identicky pro všechny pruty/sady prutů

TP:

Rozdílně...

Třída provozu 1:
20 °C a relativní vlhkost okolního vzduchu překračující 65 % pouze několik týdnů v roce. Průměrná vlhkost dřeva většiny jehličnatých dřevin je ≤ 12 %.

Třída provozu 2:
20 °C a relativní vlhkost okolního vzduchu překračující 85 % pouze několik týdnů v roce. Průměrná vlhkost dřeva většiny jehličnatých dřevin je ≤ 20 %.

Třída provozu 3:
Klimatické podmínky vedoucí k vyšší vlhkosti než ve třídě provozu 2.

Obr. 8.6: Dialog 1.4 Třída trvání zatížení a třída provozu

V dialogu 1.5 Vzpěrné délky - pruty zadáme vzpěrné délky sloupu. Bude se jednat o Eulerovy případy vzpěru 1 a 3 se součiniteli vzpěrné délky $k_{cr,y} = 2,0$ a $k_{cr,z} = 0,7$.

1.5 Vzpěrné délky - pruty

Prut č.	A Vzpěr možný	B možný	C Vzpěr okolo osy y $k_{cr,y}$	D $L_{cr,y}$ [m]	E možný	F Vzpěr okolo osy z $k_{cr,z}$	G $L_{cr,z}$ [m]	H možný	I Klopení $L_{cr,Ručené}$	J L_{cr} [m]	K Komentář
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,000	3,200	<input checked="" type="checkbox"/>	1,000	3,200	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3,200	

Obr. 8.7: Dialog 1.5 Vzpěrné délky - pruty

Výpočet

[Výpočet] spustíme stejnojmenným tlačítkem.

Po výpočtu se zobrazí dialog 2.1 *Posouzení po zatěžovacích stavech* se seznamem rozhodujících posouzení.

2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

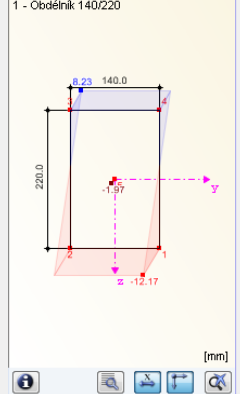
Zatížení	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Označení	Prut č.	Místo x [m]	Posouzení		Posouzení podle vzorce	Návrh. sit.	TTZ	Faktor k _{mod}
	Posouzení mezního stavu únosnosti								
KV1	Návrhové vnitřní síly	1	0.000	1.496 > 1		341) Ohýbaný prut s tlakovou silou podle 6.3.3 - Ohyb okolo osy y	ZA	Stálé	0.600

Max.: 1.496 > 1

Mezihodnoty - prut 1 - x: 0.000 m - KV1

Návrhové vnitřní síly				
Nomálová síla	N _d	-60.75	kN	
Posouvající síla	V _{y,d}	0.00	kN	
Posouvající síla	V _{z,d}	7.20	kN	
Kroutící moment	T _d	0.00	kNm	
Ohybový moment	M _{y,d}	-11.52	kNm	
Ohybový moment	M _{z,d}	0.00	kNm	

Posouzení				
Ohybový moment	M _{y,d}	11.52	kNm	
Šířka průřezu	b	140.0	mm	
Výška průřezu	h	220.0	mm	
Průřezový modul	W _y	1129.33	cm ³	
Napětí v ohybu	σ _{m,y,d}	10.201	MPa	
Délka náhradního prutu	L _{cr}	3.200	m	
Pevnost v ohybu	f _{m,y,k}	22.000	MPa	[8], Tab. 1
Modul pružnosti	E _{0,05}	6700.000	MPa	[8], Tab. 1
Poměrný štíhlostní poměr	λ _{rel,m}	0.389		≤ 0.75 Rovn. (6)
Kritické ohybové napětí	σ _{m,crit}	145.497	MPa	Rovn. (6)
Součinitel klopení	k _{crit}	1.000		Rovn. (6)
Modifikační součinitel	k _{mod}	0.600		Tab. 3.1
Dílčí součinitel spolehlivosti	γ _M	1.300		Tab. 2.3
Pevnost v ohybu	f _{m,y,d}	10.154	MPa	Rovn. (2)



Obr. 8.8: Dialog 2.1 *Posouzení po zatěžovacích stavech*

Mezihodnoty, které se uvádějí v tabulce ve spodní části dialogu, odpovídají hodnotám v [8].

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1152 \text{ kNm}}{1129,33 \text{ cm}^3} = 1,02 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{60,75 \text{ kN}}{308 \text{ cm}^2} = 0,197 \text{ kN/cm}^2$$

Pro posouzení stability (analýzu vzpěru) je třeba podle [4] snížit hodnotu dovoleného namáhání v tlaku součinitelem vzpěrnosti k_c . Daný součinitel závisí na poměrné štíhlosti λ .

$$i_y = \frac{d}{\sqrt{12}} = \frac{22 \text{ cm}}{\sqrt{12}} = 6,35 \text{ cm}$$

$$i_z = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{14 \text{ cm}}{\sqrt{12}} = 4,04 \text{ cm}$$

Poměrná štíhlost se vypočítá následovně:

$$\lambda_z = \frac{s_k}{i_z} = \frac{224 \text{ cm}}{4,04 \text{ cm}} = 55,4$$

$$\lambda_y = \frac{s_k}{i_y} = \frac{640 \text{ cm}}{6,35 \text{ cm}} = 100,8$$

Součinitel vzpěrnosti k_c podle [4], čl. 6.3.2 činí (mezihodnoty lze lineárně interpolovat):

$$k_{c,z} = 0,733$$

$$k_{c,y} = 0,301$$

Stabilitní analýza

Posouzení podle [4], podmínky (6.23):

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{2,4 \cdot 0,9}{1,3} = 1,66 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Posouzení: } \eta_1 = \frac{\frac{N}{A}}{k_{c,y} \cdot f_{c,o,d}} + \frac{\frac{M}{W}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} = \frac{0,197}{0,301 \cdot 1,45} + \frac{1,02}{1,66} = 1,066 > 1$$

Posouzení na smyk

Posouzení smyku od posouvající síly podle [4], čl. 6.1.7:

$$f_{v,d} = \frac{f_{v,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{0,4 \cdot 0,9}{1,3} = 0,277 \text{ kN/cm}^2$$

Při výpočtu smykových napětí lze vycházet z podrobných údajů o napěťových bodech s příslušnými statickými momenty (viz obr. 2.19, strana 22).

$$\tau_d = \frac{V_y \cdot S_{z,i}}{I_z \cdot t_i} + \frac{V_z \cdot S_{y,i}}{I_y \cdot t_i} = \frac{7,2 \text{ kN} \cdot 847 \text{ cm}^3}{5030,67 \text{ cm}^4 \cdot 22 \text{ cm}} = 0,055 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Posouzení: } \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,055}{0,277} = 0,199 \leq 1$$

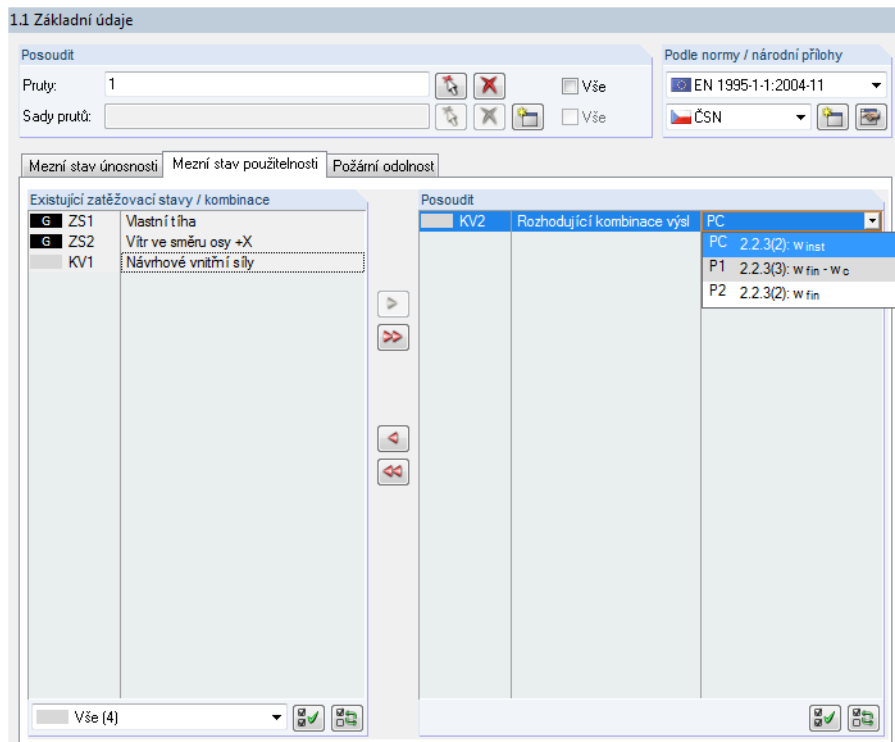


8.1.3.2 Posouzení v mezním stavu použitelnosti

Pro posouzení v mezním stavu použitelnosti je třeba v RFEMu vytvořit další kombinaci výsledků s pozměněnými dílčími součiniteli spolehlivosti:

$$\mathbf{KV2} = 1,0 \cdot \mathbf{ZS1/s} + 1,0 \cdot \mathbf{ZS2/s}$$

V modulu RF-TIMBER Pro pak v záložce *Mezní stav použitelnosti* dialogu 1.1 *Základní údaje* vybereme pro posouzení kombinaci výsledků **KV2** a přiřadíme jí návrhovou situaci podle 2.2.3 (2) w_{inst} .



Obr. 8.9: Dialog 1.1 *Základní údaje*, záložka *Mezní stav použitelnosti*

V dialogu 1.9 *Údaje pro posouzení použitelnosti* zadáme prut 1.

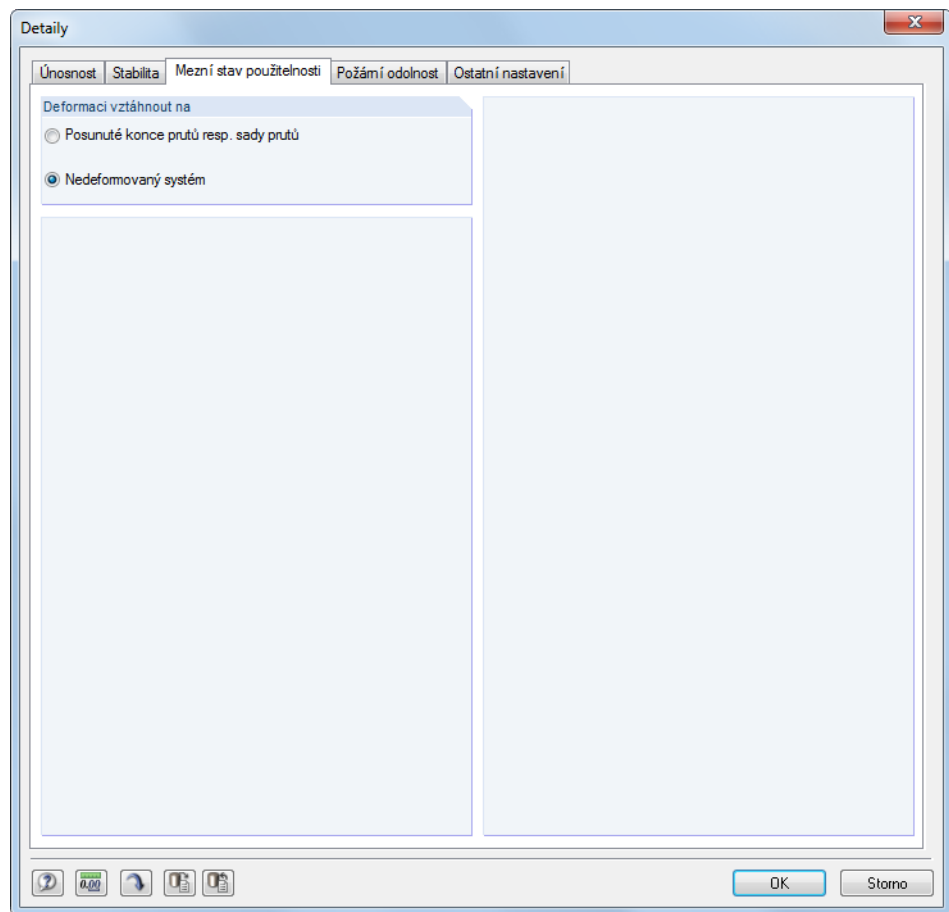
1.9 Údaje pro posouzení použitelnosti							
Č.	A	B	C	D	E	F	G
	Vztáhnout na	Prut č.	Ručně	Vzt. délka L [m]	Směr	Nadvýšení w _c [mm]	Typ nosníku
1	Prut	1	<input type="checkbox"/>	3.200	z	0.0	Nosník
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

Obr. 8.10: Dialog 1.9 *Údaje pro posouzení použitelnosti*

Vztažnou délku nebudeme upravovat, směr ovšem omezíme na osu **z**. Nosník není v daném směru podepřen, proto je třeba vybrat ze seznamu možností ve sloupci *Typ nosníku* volbu **Konzola volná na konci**.

Details...

Pro kontrolní výpočet změním nastavení v dialogu *Detaily* v záložce *Mezní stav použitelnosti*: deformace se má vztáhnout na **nedeformovaný systém**.

Obr. 8.11: Dialog *Detaily*, záložka *Mezní stav použitelnosti*

V příručce [8] je hodnota modulu pružnosti 10 000 MN/m². V RFEMu by bylo třeba zadat nový materiál s odpovídajícími vlastnostmi.

Pro zjednodušení dosadíme do následující rovnice standardní hodnotu 11 000 MN/m².

$$w_{\text{inst}} = \frac{w \cdot h^4}{8 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{l}{150}$$

$$w_{\text{inst}} = \frac{1,5 \cdot 3,2^4}{8 \cdot 11000 \cdot 12422,70} \cdot \frac{10^{-1}}{10^{-8}} = 1,44 \text{ cm} < 2,13 \text{ cm} = \frac{320}{150}$$

$$\text{Posouzení: } \frac{w_{\text{inst}}}{w_{\text{dov}}} = \frac{1,44 \text{ cm}}{2,13 \text{ cm}} = 0,676 < 1$$

Výpočet

Výsledek posouzení deformací najdeme po skončení výpočtu také ve výstupní tabulce 2.1 *Posouzení po zatěžovacích stavech* pod položkou *Posouzení mezního stavu použitelnosti*.

2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Zatížení	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Označení	Prut č.	Místo x [m]	Posouzení		Posouzení podle vzorce	Návrh sit.	TTZ	Faktor k _{mod}
	Posouzení mezního stavu únosnosti								
KV1	Návrhové vnitřní síly	1	0.000	1.496 > 1	341)	Ohybaný prut s tlakovou silou podle 6.3.3 - Ohyb okolo osy y	ZA	Stálé	0.600
	Posouzení mezního stavu použitelnosti								
KV2	Rozhodující kombinace výsl	1	3.200	0.674 ≤ 1	403)	Mezní stav použitelnosti - Návrhová situace kvazistálá podle 7.2 - Vn	P2	Stálé	

Max.: 1.496 > 1

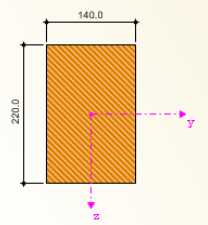
Mezihodnoty - prut 1 - x: 3.200 m - KV2

- Materiálové charakteristiky - Topolové a jehličnaté dřevo C22
- Pruřezové charakteristiky - Obdélník 140/220
- Deformace

Směr x	w _x	-0.4 mm
Směr y	w _y	0.0 mm
Směr z	w _z	14.4 mm
- Posouzení

Defomace na vnitřním poli	w _{fin,z}	14.4 mm
Nadvýšení	w _o	0.0 mm
Defomace bez nadvýšení	w _{fin,z} - w _o	14.4 mm
Referenční délka	l	3.200 m
Kritérium mezní hodnoty	l / (w _{fin,z})	150.000
Mezní hodnota deformace	w _{fin,mezn}	21.3 mm
Posouzení	η	0.674 ≤ 1 Tab. 7.2

1 - Obdélník 140/220



[mm]

Obr. 8.12: Dialog 2.1 *Posouzení po zatěžovacích stavech*

8.2 Složený průřez

Posuzovat se bude podle EN 1995-1-1 nosník o jednom poli a o délce 6,50 m. Daný příklad jsme převzali z vysokoškolských skript univerzity Wismar [9] (příklad 5.1).

8.2.1 Konstrukce a zatížení

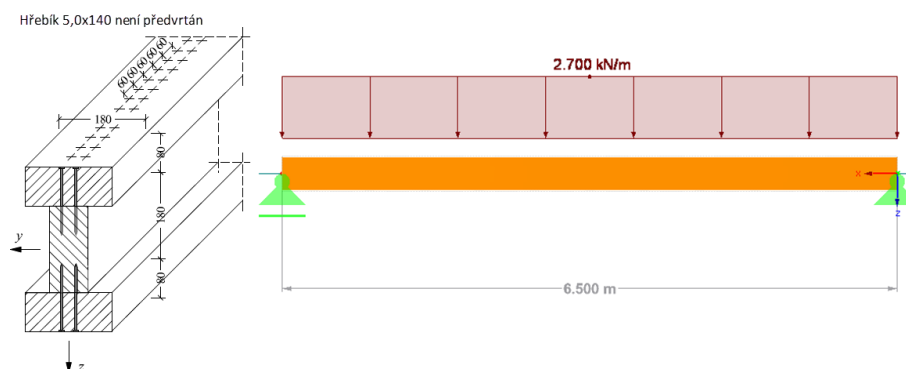
Nosník je z jehličnatého dřeva C30 a je složený ze 3 stejných hranolů o rozměrech 8 cm/18 cm spojených hřebíky. Části průřezu vystavené tlaku jsou proti bočnímu vybočení podepřeny ve středu ($l_{ef,z} = 3,25\text{m}$).

Konstrukce

Materiál:	topolové a jehličnaté dřevo C30
Rozpětí:	$l = 6,50\text{ m}$
Třída provozu:	1
TTZ:	střednědobé

Zatížení

ZS 1 Užitné zatížení:	$q = 2,7\text{ kN/m}$
-----------------------	-----------------------



Obr. 8.13: Konstrukce a zatížení podle [9]

Poddajnost – únosnost

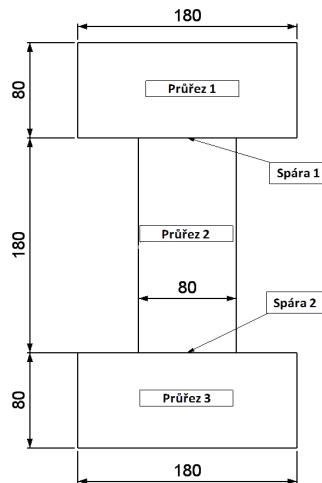
Vysoká poddajnost spojů vede ke značně rozdílným hodnotám tuhosti průřezu v počátečním a koncovém stavu působení zatížení. Tyto hodnoty mohou ovlivnit posouzení únosnosti i použitelnosti.

Modul pružnosti	$E_{0,\text{mean}} = 12000\text{ N/mm}^2$
Modul posunutí	$k_{1/3} = \frac{2}{3} \cdot k_{\text{ser}} = \frac{2}{3} \cdot 895 = 600\text{ N/mm}$
Plocha průřezu	$A_{1-3} = 180 \cdot 80 = 14,4 \cdot 10^3\text{ mm}^2$
Moment setrvačnosti	$I_{y,1;3} = \frac{180 \cdot 80^3}{12} = 7,68 \cdot 10^6\text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti	$I_{y,2} = \frac{80 \cdot 180^3}{12} = 38,88 \cdot 10^6\text{ mm}^4$
Účinná vzdálenost spojů	$s_{\text{ef}} = 60\text{ mm}$

Poddajnost spáry 1
$$\gamma_1 = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot s_1}{k_1 \cdot l^2}} = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 14,4 \cdot 10^3 \cdot 60/2}{600 \cdot (6,5 \cdot 10^3)^2}} = 0,331$$

$$\gamma_2 = 1$$

Poddajnost spáry 2
$$\gamma_3 = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \cdot E_3 \cdot A_3 \cdot s_3}{k_3 \cdot l^2}} = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 14,4 \cdot 10^3 \cdot 60/2}{600 \cdot (6,5 \cdot 10^3)^2}} = 0,331$$



Obr. 8.14: Označení průřezu a spár

Poddajnost – použitelnost

V konečném stavu působení zatížení je třeba podle EN 1995 zohlednit deformaci následkem dotvarování dřeva v kvazistálé návrhové situaci. Součinitel dotvarování k_{def} má přitom ve třídě provozu 1 hodnotu 0,6. Poddajnost spáry se mění následovně:

Modul pružnosti
$$E_i = \frac{E_{0,mean}}{1 + \psi_2 \cdot k_{def,i}} = 8824 \text{ N/mm}^2$$

Modul posunutí
$$k_{1/3} = \frac{2}{3} \cdot \frac{k_{ser}}{1 + \psi_2 \cdot 2 \cdot \sqrt{k_{def,1} \cdot k_{def,1}}} = 350 \text{ N/mm}$$

Plocha průřezu
$$A_{1-3} = 180 \cdot 80 = 14,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

Moment setrvačnosti
$$I_{y,1;3} = \frac{180 \cdot 80^3}{12} = 7,68 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti
$$I_{y,2} = \frac{80 \cdot 180^3}{12} = 38,88 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Účinná vzdálenost spojů
$$s_{ef} = 60 \text{ mm}$$

Poddajnost spáry 1
$$\gamma_1 = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \cdot 8824 \cdot 14,4 \cdot 10^3 \cdot 60/2}{350 \cdot (6,5 \cdot 10^3)^2}} = 0,282$$

$$\gamma_2 = 1$$

Poddajnost spáry 2
$$\gamma_3 = 0,282$$

Tuhosti

Rozdíl v poddajnosti (0,331 ku 0,282) není výrazný.

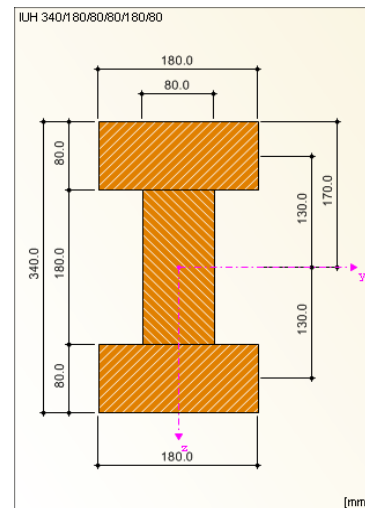
Hodnoty tuhosti se tedy vypočítají pouze pro mezní stav únosnosti. Vliv rozdílných hodnot poddajnosti vysvětlíme v kapitole 8.2.3.2.

$$\text{Tuhost v ohybu okolo Y} \quad (E \cdot I_y)_{\text{ef}} = \sum_1^3 (E_i \cdot I_{i,y} + \gamma_i \cdot E_i \cdot A_i \cdot a_i^2) = 2,586 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

$$\text{Tuhost v ohybu okolo Z} \quad E \cdot I_z = 12000 \cdot \left(2 \cdot \frac{80 \cdot 180^3}{12} + \frac{180 \cdot 80^3}{12} \right) = 1,025 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

RF-TIMBER Pro vychází z následujících průřezových charakteristik:

Označení hodnoty průřezu	Symbol	Hodnota	Jednotky
Šířka	b_1	18,00	cm
Výška	h_1	8,00	cm
Šířka	b_2	8,00	cm
Výška	h_2	18,00	cm
Šířka	b_3	18,00	cm
Výška	h_3	8,00	cm
Poddajný spoj	$\gamma_{\text{spára 1}}$	0,331	
Poddajný spoj	$\gamma_{\text{spára 2}}$	0,331	
Poloha těžiště	z_s	17,00	cm
Vzdálenost od křivky napětí	z_0	17,00	cm
Vzdálenost od křivky napětí	a_1	-13,00	cm
Vzdálenost od křivky napětí	a_2	0,00	cm
Vzdálenost od křivky napětí	a_3	13,00	cm
Moment setrvačnosti okolo osy y	$I_{y,\text{eff}}$	21534,40	cm ⁴
Moment setrvačnosti okolo osy z	$I_{z,\text{eff}}$	8544,00	cm ⁴



Obr. 8.15: Průřezové charakteristiky v modulu RF-TIMBER Pro

Je-li modul pružnosti 12 000 N/mm², účinná tuhost dosahuje následujících hodnot:

$$\text{Tuhost v ohybu okolo Y} \quad (E \cdot I_y)_{\text{ef}} = 1200 \cdot 21534,4 = 2,58 \cdot 10^7 \text{ kNcm}^2$$

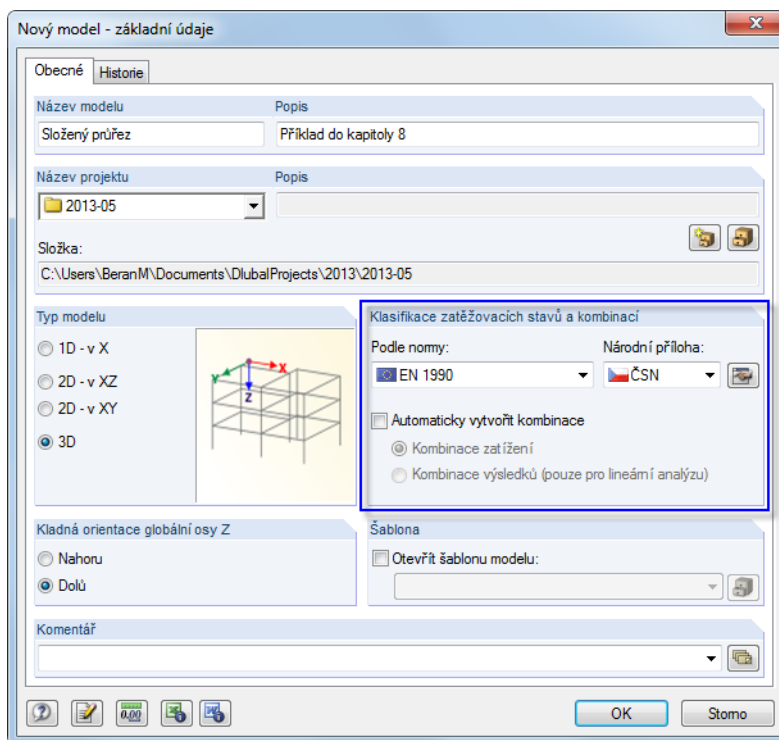
$$\text{Tuhost v ohybu okolo Z} \quad E \cdot I_z = 1200 \cdot 8544 = 1,025 \cdot 10^7 \text{ kNcm}^2$$

Hodnoty tuhosti jsou tak stejné.

8.2.2 Výpočet v RFEMu

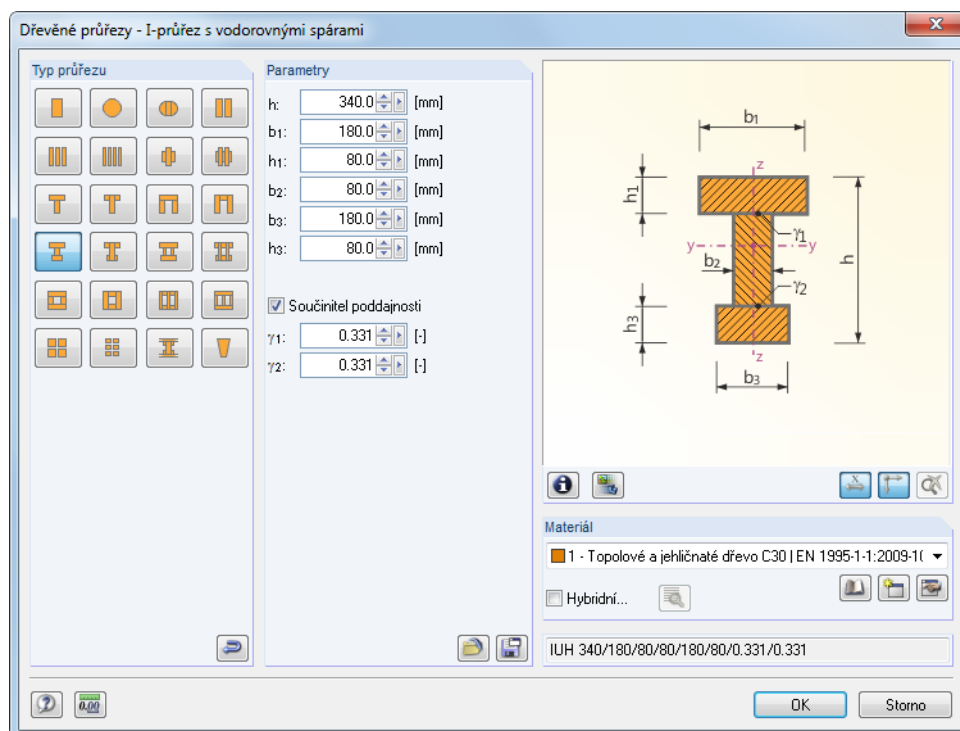
Konstrukci a zatížení modelujeme v RFEMu v 3D režimu.

V základních údajích nového modelu je třeba v sekci *Klasifikace zatěžovacích stavů a kombinací* nastavit normu **EN 1990 + EN 1995** s národní přílohou **ČSN**. Automatické vytváření kombinací nemá u našeho příkladu význam.

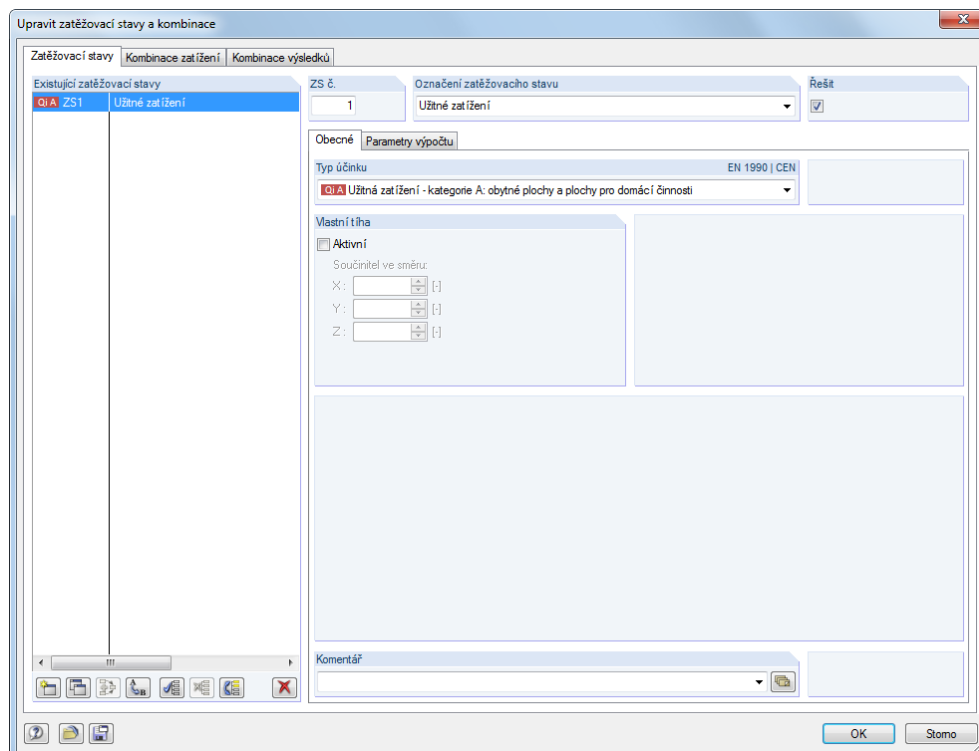


Obr. 8.16: Dialog v RFEMu *Nový model - základní údaje*

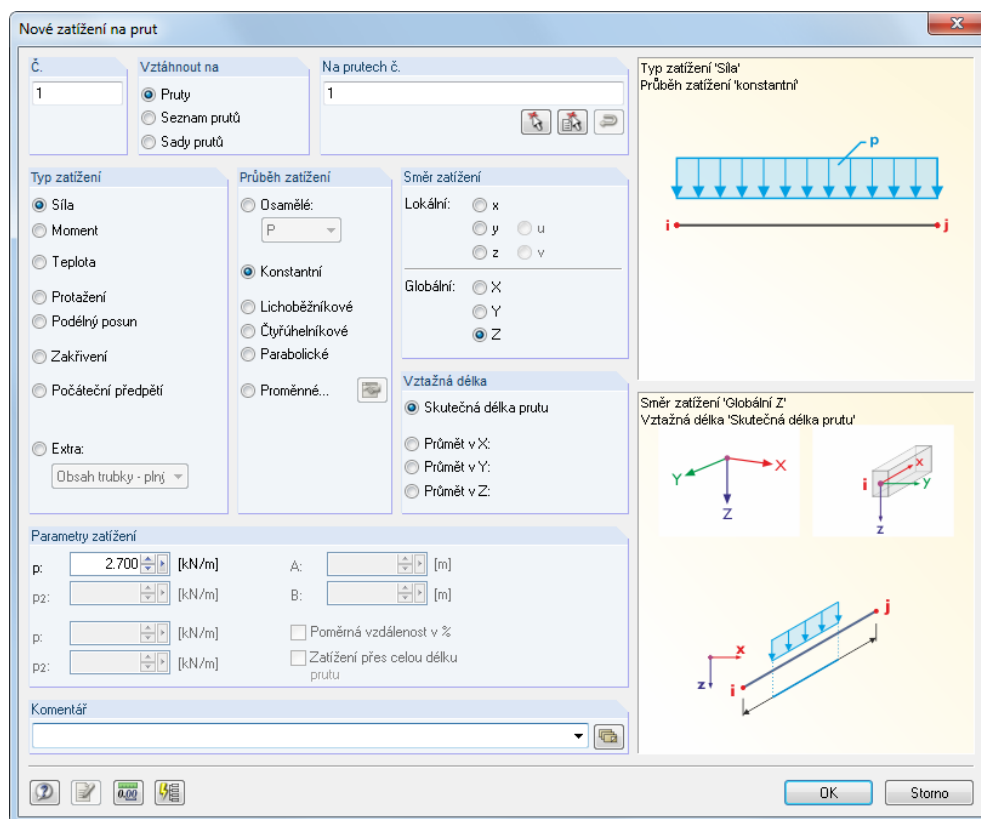
Pro konstrukci podle obr. 8.13 je třeba zadat v databázi průřez s uvážením *poddajnosti*. Pro posouzení v mezním stavu únosnosti bude platit $\gamma_1 = \gamma_2 = 0,331$.

Obr. 8.17: Dialog s databází profilů *Dřevěné průřezy*

Při zadání zatěžovacího stavu je třeba vypnout automatické zohlednění vlastní tíhy, neboť ve skriptech [9] se vlastní tíha zanedbává. *Třída trvání zatížení* je **střednědobá**. Tento údaj platí také pro RF-TIMBER Pro.

Obr. 8.18: Dialog v RFEMu *Upravit zatěžovací stavy a kombinace*

Zadáme zatížení na prut o velikosti **2,7 kN/m** v **globálním směru Z**.

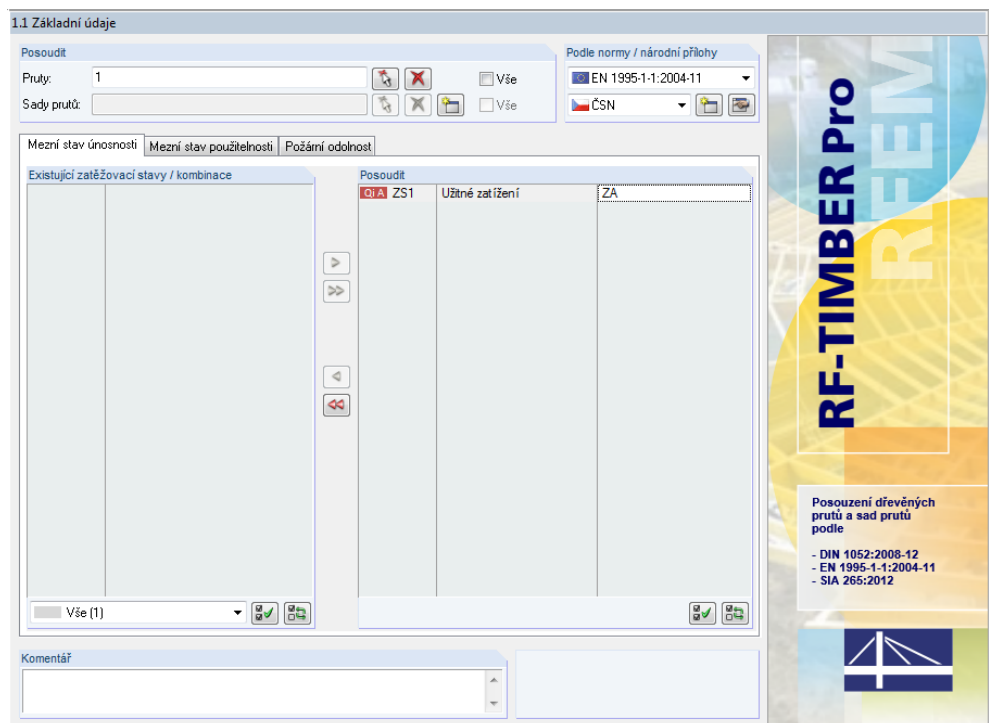
Obr. 8.19: Dialog v RFEMu *Nové zatížení na prut*

8.2.3 Posouzení v modulu RF-TIMBER Pro

8.2.3.1 Posouzení na únosnost

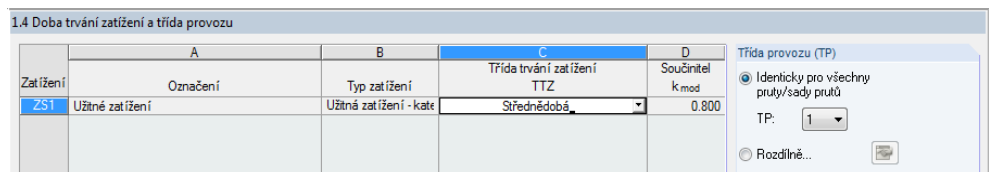
V dialogu 1.1 *Základní údaje* vybereme zatěžovací stav **ZS 1** pro posouzení v *mezním stavu únosnosti*.

Posouzení se provede podle **EN 1995-1-1** a české národní přílohy **ČSN**.



Obr. 8.20: Dialog 1.1 Základní údaje

V dialogu 1.4 *Třída trvání zatížení a třída provozu* ověříme, zda je TTZ u daného zatěžovacího stavu nastavena na **střednědobou**.



Obr. 8.21: Dialog 1.4 Třída trvání zatížení a třída provozu

V dialogu 1.5 *Vzpěrné délky - pruty* upravíme vzpěrné délky prutu na **3,25 m**. Vzhledem k tomu, že posouzení na klopení u složených průřezů není ještě v současnosti upraveno, nejsou sloupce H až J u složených profilů přístupné.

1.5 Vzpěrné délky - pruty																					
Prut č.	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K
	Vzpěr možný	možný	Vzpěr okolo osy y		Vzpěr okolo osy z		možný	možný	Vzpěr okolo osy z		možné	Klopení		Klopení		Klopení		L _{cr} [m]	Komentář		
			k _{or,y}	L _{or,y} [m]	k _{or,z}	L _{or,z} [m]			k _{or,z}	L _{or,z} [m]		L _{cr} Různé	L _{cr} Různé	L _{cr} Různé	L _{cr} Různé	L _{cr} Různé	L _{cr} Různé	L _{cr} Různé	L _{cr} Různé		
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.500	3.250	<input checked="" type="checkbox"/>	0.500	3.250					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.500	

Obr. 8.22: Dialog 1.5 Vzpěrné délky - pruty

Výpočet

Po výpočtu se zobrazí dialog 2.1 *Posouzení po zatěžovacích stavech* se seznamem rozhodujících posouzení.

2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Zatížení	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Označení	Prut č.	Místo x [m]	Posouzení		Posouzení podle vzorce	Návrh sit.	TTZ	Faktor k _{mod}
Posouzení mezního stavu únosnosti									
ZS1	Užitné zatížení	1	3.250	0.54	≤ 1	3312) Ohýbaný prut bez tlakové síly - Ohyb okolo osy y - Průměrné napětí	ZA	Střednědob	0.800

Max.: 0.54 ≤ 1

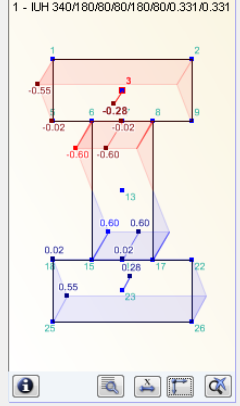
Mezihodnoty - prut 1 - x: 3.250 m - ZS1

Materiálové charakteristiky - Topolové a jehličnaté dřevo C30
 Pruřezové charakteristiky - IUH 340/180/80/80/180/80/0.331/0.331
 Návrhové vnitřní síly

	N _d	V _{y,d}	V _{z,d}	T _d	M _{y,d}	M _{z,d}
Nomálová síla	0.00 kN					
Posouvající síla	0.00 kN					
Posouvající síla	0.00 kN					
Kroučící moment	0.00 kNm					
Ohybový moment	14.26 kNm					
Ohybový moment	0.00 kNm					

Posouzení

Číslo napětového bodu	3		
Ohybový moment	M _{y,d}	14.26 kNm	
Moment setrvačnosti	I _y	21534.40 cm ⁴	
Součinitel poddajnosti spojení	γ _{y,1}	0.331	
Vzdálenost neutrální osy k těžišti prvku 1	a _{1,z}	-130.0 mm	
Vzdálenost od středu plochy části 1 k okraji části 1	h/2	-40.0 mm	
Průměrné napětí v tlaku za ohybu	σ _{o,y,d}	-0.28 kN/cm ²	Rovn. (B)
Zbývající ohybové napětí	σ _{m,y,d}	-0.26 kN/cm ²	Rovn. (B)
Pevnost v tlaku	f _{c,0,k}	2.30 kN/cm ²	[8], Tab. 1
Pevnost v ohybu	f _{m,y,k}	3.00 kN/cm ²	[8], Tab. 1
Modifikační součinitel	k _{mod}	0.800	Tab. 3.1
Dílčí součinitel spolehlivosti	γ _M	1.300	Tab. 2.3



Obr. 8.23: Dialog 2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Details...

Rozhodujícím posouzením je posouzení rovinného vzpěru s využitím 54 %. K této hodnotě program dospěje ovšem pouze v případě, že v dialogu *Detaily* v záložce *Ostatní nastavení* označíme možnost *Uvažovat ohybovou složku napětí* $\sigma_{m,i}$ (viz obr. 3.5, strana 41).

Posouzení ověříme ručním výpočtem.

Posouzení normálových napětí (rovnice B.7)

$$N_{i,d} = \frac{M_{y,d}}{(EI)_{ef}} \cdot E_i \cdot \gamma_i \cdot a_i \cdot A_i$$

$$N_{1,d} = N_{3,d} = \frac{1426 \text{ kNcm}}{2,58 \cdot 10^7 \text{ kNcm}^2} \cdot 1200 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,331 \cdot 13 \text{ cm} \cdot 144 \text{ cm}^2 = 41,1 \text{ kN}$$

$$\sigma_{c,1;3,d} = \frac{N}{A} = \frac{41,1 \text{ kN}}{144 \text{ cm}^2} = 0,285 \text{ kN/cm}^2$$

Posouzení tlaku

$$\frac{\sigma_{c,1,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{0,285 \text{ kN/cm}^2}{1,42 \text{ kN/cm}^2} = 0,20 < 1$$

Posouzení tahu

$$\frac{\sigma_{c,3,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{0,285 \text{ kN/cm}^2}{1,11 \text{ kN/cm}^2} = 0,26 < 1$$

Kvalitativní rozdělení tlakových a tahových napětí vypadá následovně:



Obr. 8.24: Kvalitativní průběh napětí

Posouzení okrajových napětí (rovnice B.8)

$$\sigma_{m,i,d} = \frac{M_{y,d}}{(EI)_{ef}} \cdot E_i \cdot \frac{h_i}{2}$$

$$\sigma_{m1,d} = \sigma_{m,3,d} = \frac{1426 \text{ kNcm}}{2,58 \cdot 10^7 \text{ kNcm}^2} \cdot 1200 \text{ kN/cm}^2 \cdot \frac{8 \text{ cm}}{2} = 0,265 \text{ kN/cm}^2$$

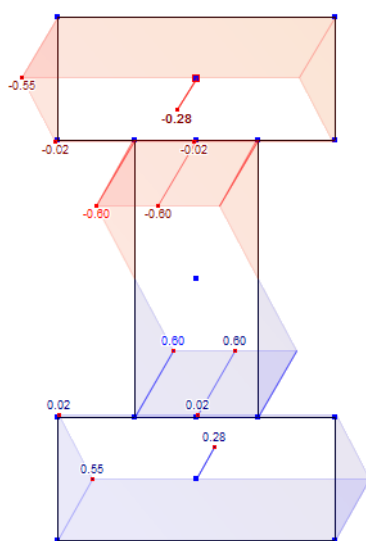
$$\sigma_{m,2,d} = \frac{1426 \text{ kNcm}}{2,58 \cdot 10^7 \text{ kNcm}^2} \cdot 1200 \text{ kN/cm}^2 \cdot \frac{18 \text{ cm}}{2} = 0,596 \text{ kN/cm}^2$$

Posouzení stojiny

$$\frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,d}} = 0,596 / 1,85 = 0,32 < 1$$



Napětí se graficky znázorní v modulu RF-TIMBER Pro v dialogu *Průřez*, který otevřeme pomocí tlačítka [Zobrazit nebo vytisknout průřezové hodnoty a průběhy napětí].



Obr. 8.25: Zobrazení ohybových okrajových napětí v modulu RF-TIMBER Pro

Posouzení smykových napětí v neutrální rovině stojiny

$$\tau_{2,\max,d} = \frac{V_{\max,d} \cdot (\gamma_3 \cdot E_3 \cdot A_3 \cdot a_3 + 0,5 \cdot E_2 \cdot b_2 \cdot h^2)}{(EI)_{ef} \cdot b_2} =$$

$$= \frac{8,78 \text{ kN} \cdot \left(0,331 \cdot 1200 \text{ kN/cm}^2 \cdot 144 \text{ cm}^2 \cdot 13 \text{ cm} + 0,5 \cdot 1200 \text{ kN/cm}^2 \cdot 8 \text{ cm} \cdot \left(\frac{18}{2} + 0 \right)^2 \right)}{2,58 \cdot 10^7 \text{ kNcm}^2 \cdot 8 \text{ cm}} =$$

$$= 0,048 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\tau_{2,\max,d}}{f_{v,d}} = \frac{0,048}{0,123} = 0,39 < 1$$

Smyková síla ve styčné spáře

$$F_{1,v,Ed} = \frac{V_{\max,d} \cdot \gamma_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot a_1 \cdot s_{1,\min}}{(E \cdot I)_{ef}} =$$

$$= \frac{8,78 \text{ kN} \cdot 0,331 \cdot 1200 \text{ kN/cm}^2 \cdot 144 \text{ cm}^2 \cdot 13 \text{ cm} \cdot 3 \text{ cm}}{2,58 \cdot 10^7 \text{ kNcm}^2} = 0,76 \text{ kN}$$

Smykovou sílu ve styčné spáře modul RF-TIMBER Pro nezobrazí, protože v programu nelze zadat vzdálenosti mezi spojovacími prostředky.

Součinitel vzpěrnosti

Pro posouzení stability (analýzu vzpěru) je třeba podle [4] snížit hodnotu dovoleného namáhání v tlaku součinitelem vzpěrnosti k_c . Daný součinitel závisí na poměrné štíhlosti λ .

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{21534,4 \text{ cm}^4}{432 \text{ cm}^2}} = 7,06 \text{ cm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{8544 \text{ cm}^4}{432 \text{ cm}^2}} = 4,45 \text{ cm}$$

Poměrná štíhlost se vypočítá následovně:

$$\lambda_z = \frac{s_k}{i_z} = \frac{325 \text{ cm}}{4,45 \text{ cm}} = 73,03$$

Součinitel vzpěrnosti k_c podle [4] **Error! Reference source not found.**, čl. 6.3.2 činí (mezihodnoty lze lineárně interpolovat):

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,37 + \sqrt{1,37^2 - 1,25^2}} = 0,51$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{73,03}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{2,3 \text{ kN/cm}^2}{800 \text{ kN/cm}^2}} = 1,25$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2\right) = 0,5 \cdot \left(1 + 0,2(1,25 - 0,3) + 1,25^2\right) = 1,37$$

Stabilitní analýza

Posouzení podle [4], podmínky (6.24):

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,y,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,o,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,285}{0,51 \cdot 1,42} + 1,0 \cdot \frac{0,265}{1,85} = 0,54 < 1$$

Nár. příloha...

Pro posouzení, při němž se napětí od ohybu dodatečně rozdělují do ohybových napětí v tlaku, můžeme hodnotu součinitele k_m oprávněně snížit v dialogu *Parametry národní přílohy* na 0,7 (viz obr. 2.11, strana 16). Využití tak bude mírně nižší; na druhé straně se bude složka ohybového napětí při působení tlaku porovnávat také s menší pevností.

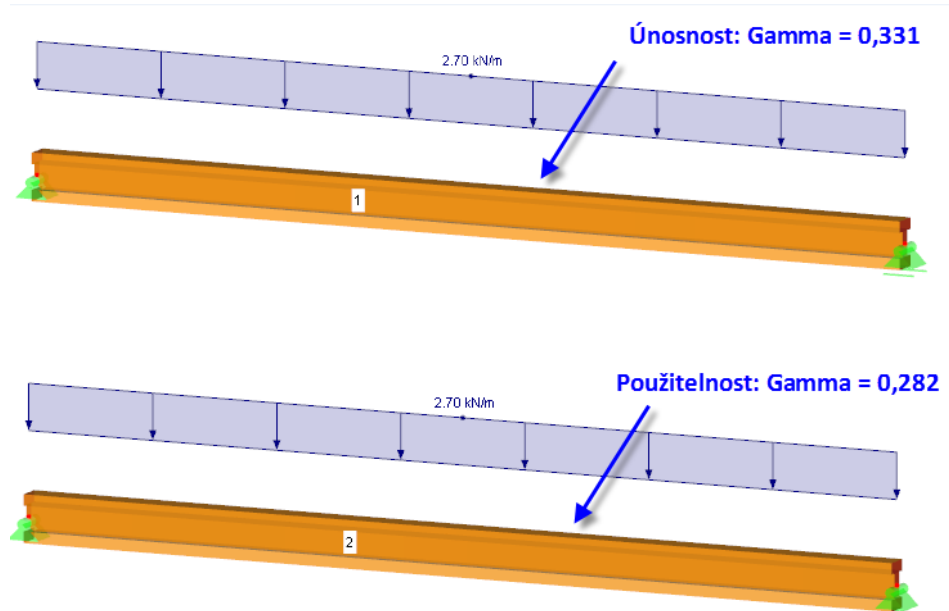
8.2.3.2 Posouzení v mezním stavu použitelnosti

Při posouzení mezního stavu použitelnosti se obvykle vychází z vlastní kombinace zatížení. V našem příkladu ovšem chceme ukázat, jaký účinek mají rozdílné hodnoty tuhosti. V kapitole 8.2.1 jsme spočítali součinitele γ pro tuhosti v počátečním a konečném stavu působení zatížení o velikosti 0,331 a 0,282. Mají-li se rozdíly v tuhosti plynoucí z odlišné hodnoty součinitele správně zohlednit, je třeba provést další výpočet, v němž se i při posouzení únosnosti uvažuje konečná tuhost - tuhost z výpočtu mezního stavu použitelnosti.

Objasní se tak rovněž, proč nelze u složených průřezů provést posouzení požární odolnosti: tuhosti by bylo třeba znovu spočítat i pro posouzení na účinky požáru. Navíc lze při posouzení požární odolnosti vypočítat pozměněnou polohu nulové osy až po redukci průřezu.

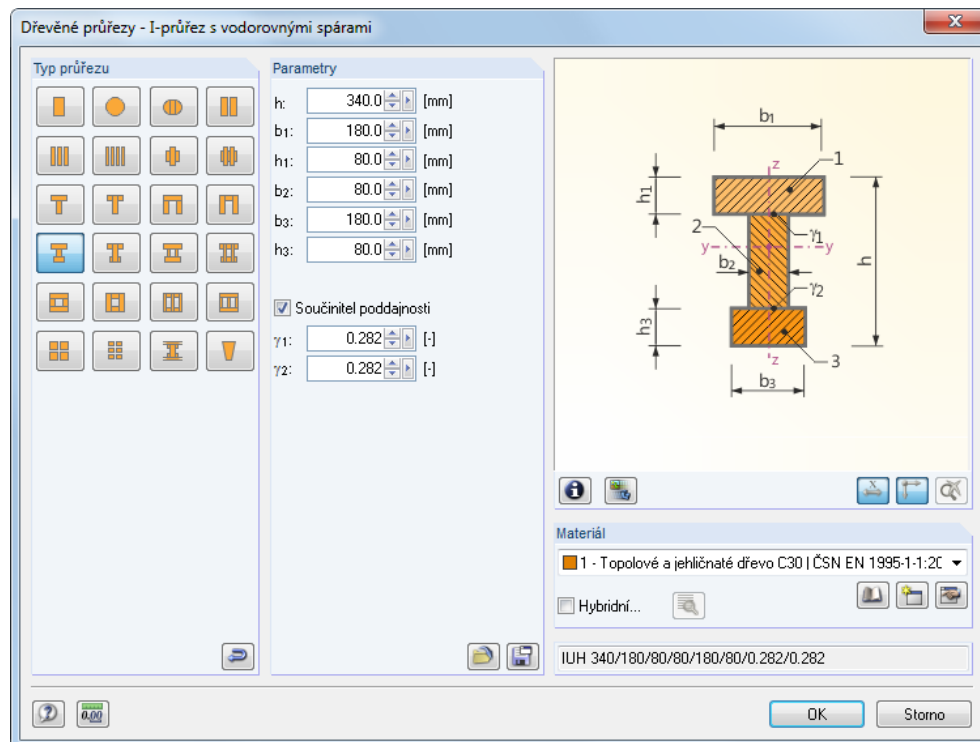
RF-TIMBER Pro zavřeme tlačítkem [OK]. V RFEMu vytvoříme kopii modelu včetně zatížení: myši naznačíme okno, které bude obsahovat prut i zatížení, a výběr zkopírujeme příkazem z hlavní nabídky

Úpravy → Posun/Kopie...



Obr. 8.26: Model a jeho kopie v RFEMu

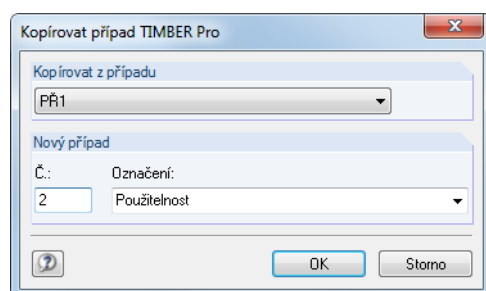
Chceme-li zohlednit změnu v poddajnosti, zadáme pro zkopírovaný prut nový průřez s upraveným součinitelem poddajnosti γ .



Obr. 8.27: Dialog s databází profilů *Dřevěné průřezy*, kdy $\gamma_1 = \gamma_2 = 0,282$

Následně znovu otevřeme modul RF-TIMBER Pro a zkopírujeme návrhový případ 1 příkazem z hlavní nabídky

Soubor → **Kopírovat případ...**

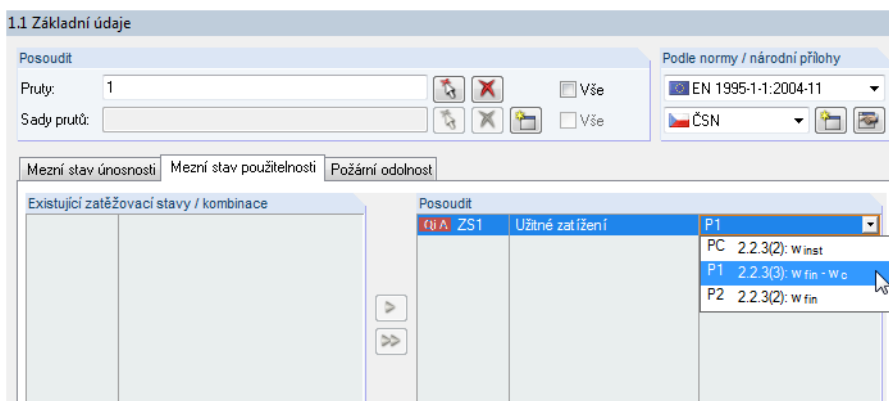


Obr. 8.28: Dialog *Kopírovat případ RF-TIMBER Pro*

V návrhovém případě 2 tentokrát vybereme k posouzení prut **2**.

Zatěžovací stav 1, který je předem nastaven pro posouzení *mezního stavu únosnosti*, ponecháme.

V záložce *Mezní stav použitelnosti* převedeme zatěžovací stav 1 na seznam *Posoudit* (přísně vzato bychom měli zadat samostatnou kombinaci účinků). Danému zatěžovacímu stavu přiřadíme návrhovou kombinaci (**3**) w_{fin} : deformace se tak bude porovnávat s mezní hodnotou konečné deformace $l/300 = 21,7$ mm v kvazistálé návrhové situaci.



Obr. 8.29: Dialog 1.1 Základní údaje, záložka Mezní stav použitelnosti

Následně v dialogu 1.5 *Vzpěrné délky - pruty* zkrátíme vzpěrné délky u prutu 2 rovněž na **3,25 m** (viz obr. 8.22, strana 89).

V dialogu 1.9 *Údaje pro posouzení použitelnosti* zadáme prut 2.

1.9 Údaje pro posouzení použitelnosti							
Č.	A	B	C	D	E	F	G
	Vztáhnout na	Prut č.	Ručně	Vzt. délka L [m]	Směr	Nadvýšení w _c [mm]	Typ nosníku
1	Prut	1	<input checked="" type="checkbox"/>	6.500	y, z	0.0	Nosník
2							
3							
4							
5							
6							

Obr. 8.30: Dialog 1.9 Údaje pro posouzení použitelnosti

Výpočet

Výsledkem výpočtu je překročení posouzení průhybu o 26 %.

Mírně se také zvýší využití při posouzení mezního stavu únosnosti: v důsledku větší deformace, resp. menší tuhosti průřezu je každá část průřezu silněji namáhána ohybem.

Průřez č.	Místo x [m]	Zatěžování	Posouzení	Posouzení podle vzorce
1	IUH 34/18/8/8/18/8/0,331/0,331			
	0,00	ZS1	0,39 ≤ 1	Smyk od posouvající síly V _z podle 6.1.7
	3,25	ZS1	0,32 ≤ 1	Okrajové napětí v tlačené pásnici M _y podle 6.1.6
	3,25	ZS1	0,18 ≤ 1	Napětí v těžišti v tlačené pásnici M _y podle 6.1.4
	3,25	ZS1	0,40 ≤ 1	Napětí v těžišti v tažené pásnici M _y podle 6.1.2
	3,25	ZS1	0,32 ≤ 1	Okrajové napětí v tažené pásnici M _y podle 6.1.6
	3,25	ZS1	0,54 ≤ 1	Ohyb okolo osy y - napětí v těžišti v tlačené pásnici M _y podle 6.3.2

Průřez č.	Místo x [m]	Zatěžování	Posouzení	Posouzení podle vzorce
2	IUH 34/18/8/8/18/8/0,282/0,282			
	0,00	ZS1	0,40 ≤ 1	Smyk od posouvající síly V _z podle 6.1.7
	3,25	ZS1	0,36 ≤ 1	Okrajové napětí v tlačené pásnici M _y podle 6.1.6
	3,25	ZS1	0,20 ≤ 1	Napětí v těžišti v tlačené pásnici M _y podle 6.1.4
	3,25	ZS1	0,41 ≤ 1	Napětí v těžišti v tažené pásnici M _y podle 6.1.2
	3,25	ZS1	0,36 ≤ 1	Okrajové napětí v tažené pásnici M _y podle 6.1.6
	3,25	ZS1	0,54 ≤ 1	Ohyb okolo osy y - napětí v těžišti v tlačené pásnici M _y podle 6.3.2
	3,25	ZS1	1,26 > 1	Použitelnost - kvazistálá návrhová situace podle 7.2 - vnitřní pole, směr z

Obr. 8.31: Využití se součiniteli γ **0,331** v návrhovém případě 1 (výše) a **0,282** v návrhovém případě 2 (níže)

8.3 Pultový nosník

Podle norem platných pro dřevěné konstrukce je třeba pevnost nosníku se zářezem snížit v závislosti na namáhání (působení ohybu s tahem nebo ohybu s tlakem), což se obvykle týká pultových nosníků.

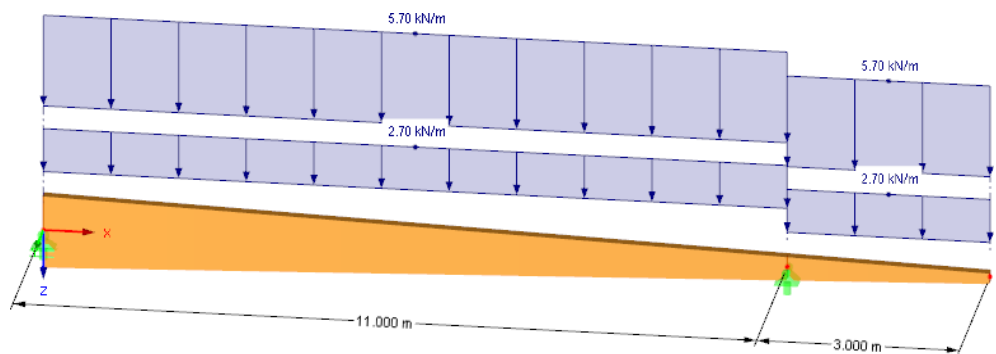
8.3.1 Konstrukce a zatížení

Konstrukce

Materiál:	lepené lamelové dřevo GL24h
Rozpětí:	$l = 11,0$ m
Konzola:	$l = 3$ m
Třída provozu:	2
TTZ:	krátkodobá
Průřez 1:	18/16 cm (počátek)
Průřez 2:	18/110 cm (konec)
Boční podepření nosníku (žádný problém se stabilitou)	

Zatížení

ZS1 Vlastní tíha:	$g = 2,7$ kN/m
ZS2 Sníh:	$q = 5,7$ kN/m
KV1:	$1,35 \cdot ZS1 + 1,5 \cdot ZS2$



Obr. 8.32: Konstrukce a zatížení

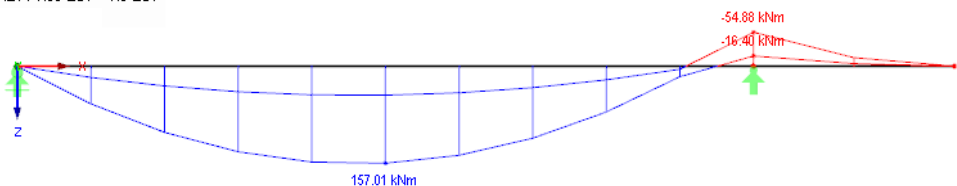
8.3.2 Výpočet v RFEMu

Konstrukci a zatížení v obou zatěžovacích stavech modelujeme v RFEMu v 3D režimu. Při vytváření ZS 1 zrušíme automatické zohlednění vlastní tíhy.

Zatěžovací stavy se skládají pro základní kombinaci podle teorie I. řádu s příslušnými součiniteli spolehlivosti do kombinace výsledků.

Výsledkem je následující průběh momentů:

Vnitřní síly M-y [kNm]
 KZ1 : $1,35 \cdot ZS1 + 1,5 \cdot ZS2$



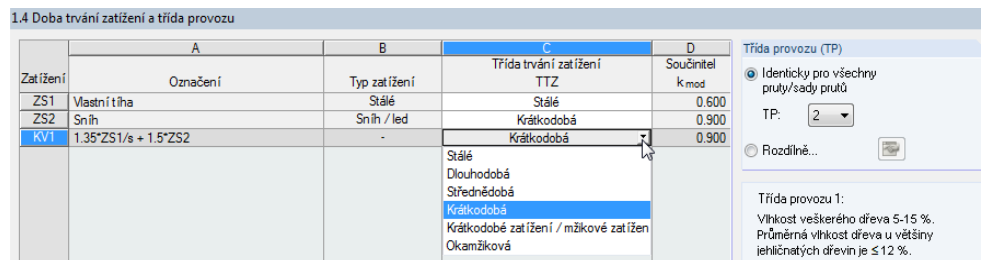
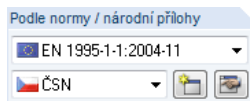
Obr. 8.33: Průběh momentů

8.3.3 Posouzení v modulu RF-TIMBER Pro

V dialogu 1.1 *Základní údaje* vybereme kombinaci výsledků **KV 1** pro posouzení v *mezním stavu únosnosti*.

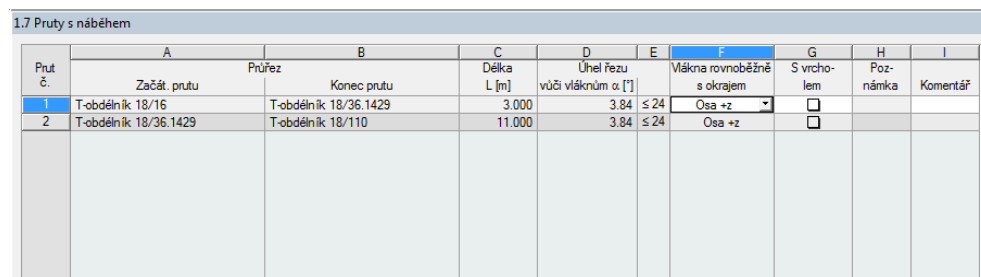
Posouzení se provede podle **EN 1995-1-1** a české národní přílohy **ČSN**.

V dialogu 1.4 *Třída trvání zatížení a třída provozu* nastavíme pro kombinaci výsledků **1** **krátkodobou** třídu trvání zatížení.



Obr. 8.34: Dialog 1.4 *Třída trvání zatížení a třída provozu*

RF-TIMBER Pro rozpozná, že model obsahuje pruty s *náběhem*. V dialogu 1.7 *Pruty s náběhem* je předem nastaven úhel řezu vůči vláknům $3,84^\circ$.



Prut č.	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Začít. prutu	Průřez	Konec prutu	Délka L [m]	Úhel řezu vůči vláknům α [°]	Vláčna rovnoběžná s okrajem	S vrcholem	Poz. námička	Komentář
1	T-obdélník 18/16	T-obdélník 18/36.1429	T-obdélník 18/36.1429	3.000	3.84	≤ 24	Osa +z	<input type="checkbox"/>	
2	T-obdélník 18/36.1429	T-obdélník 18/110	T-obdélník 18/110	11.000	3.84	≤ 24	Osa +z	<input type="checkbox"/>	

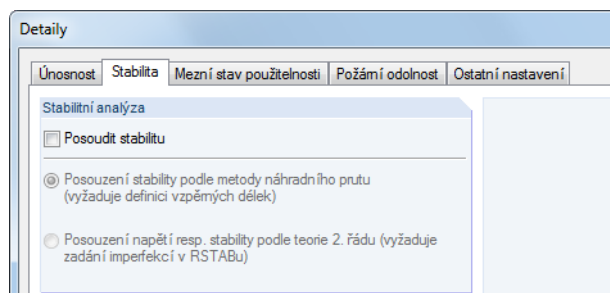
Obr. 8.35: Dialog 1.7 *Pruty s náběhem*

Vláčna jsou rovnoběžná s okrajem, který leží ve směru kladné osy z, čili na dolní straně prutu. Seříznutá vlákna se tak nacházejí v oblasti působení ohybu a tlaku (pole), resp. v oblasti působení ohybu a tahu (konzola). Seříznutá vlákna namáhaná tahem mají nepříznivý vliv na únosnost dřeva.

Omezení úhlu řezu vůči vláknům Eurokód neupravuje, zabývají se jím pouze národní aplikační dokumenty. Nová šetření ukázala, že teprve s úhlem řezu vůči vláknům 24° se snižuje spolehlivost konstrukce. V normě ČSN 73 1702 bylo sice omezení stanoveno přísněji (úhel 10°), posouzení se ovšem také provádělo do jisté míry odlišně. Pro podrobnější informace odkazujeme na [8].

Details...

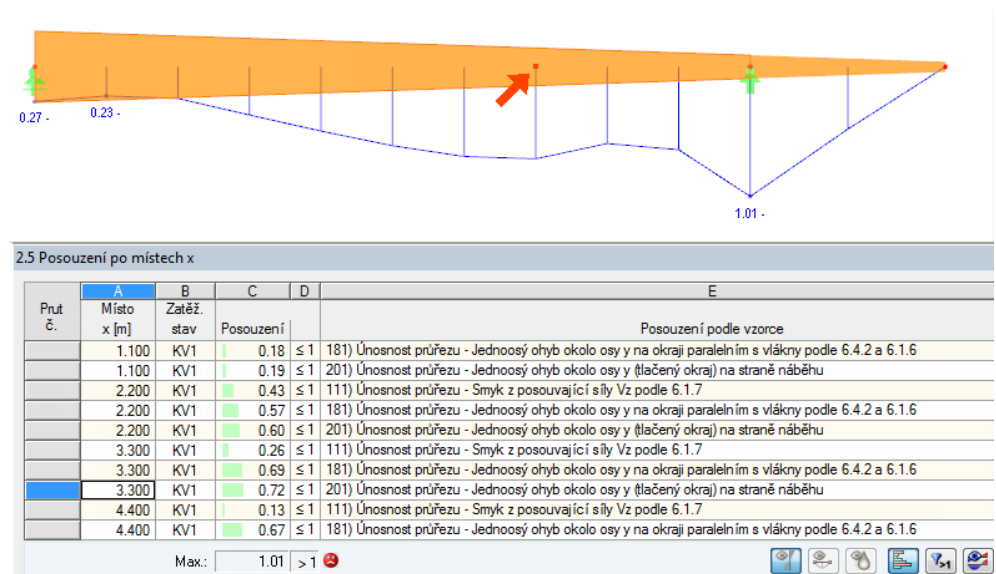
Vzhledem k tomu, že nosníku nehrozí ztráta stability, zrušíme označení možnosti provést stabilitní analýzu v dialogu *Detaily*.



Obr. 8.36: Dialog *Detaily*, záložka *Stabilita*

Výpočet

Po výpočtu můžeme snížení pevnosti na taženém a tlačném okraji snadno vysledovat v dialogu 2.5 *Posouzení po místech x*.

Obr. 8.37: Dialog 2.5 *Posouzení po místech x*

Posouzení v oblasti namáhané ohybem a tlakem pro prut 2, místo $x = 3,30$ m

Posouzení se provede podle [4], čl. 6.4.2.

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{11652 \text{ kNcm}}{10196,7 \text{ cm}^3} = 1,14 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{2,4 \cdot 0,9}{1,3} = 1,66 \text{ kN/cm}^2$$

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 \cdot f_{v,d}} \cdot \tan \alpha \right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \cdot \tan^2 \alpha \right)^2}} = 0,955$$

Posouzení: $\frac{\sigma_{m,\alpha,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,d}} = \frac{1,14}{0,955 \cdot 1,66} = 0,72 < 1$

Snížení pevnosti součinitelem $k_{m,\alpha}$ o 4,5 % není výrazné.

Posouzení v oblasti namáhané ohybem a tahem pro prut 2, místo $x = 0,00$ m

Posuzované místo se nachází nad podporou na konzole.

Posouzení podle [4], čl. 6.4.2 se provede následovně:

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{5488 \text{ kNcm}}{3918,9 \text{ cm}^3} = 1,40 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{\text{mod}}}{\gamma_m} = \frac{2,4 \cdot 0,9}{1,3} = 1,66 \text{ kN/cm}^2$$

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{0,75 \cdot f_{v,d}} \cdot \tan \alpha \right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{t,90,d}} \cdot \tan^2 \alpha \right)^2}} = 0,83$$

Posouzení: $\frac{\sigma_{m,\alpha,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,d}} = \frac{1,40}{0,83 \cdot 1,66} = 1,01 \approx 1$

V tomto případě je snížení pevnosti vyšší - 17 %, posouzení v oblasti zářezu je tak rozhodující.

Řešením u tohoto nosníku by mohlo být přeložení seříznutých vláken na dolní stranu (viz dialog 1.7 *Pruty s náběhem*, sloupec F).

8.4 Zakřivený nosník

V tomto příkladu posoudíme podle ČSN EN 1995-1-1 esovitě zahnutý nosník. Daný nosník má pro svůj geometrický tvar specifický problém se stabilitou.

Nosníky daného tvaru normy výslovně neupravují. O zvláštích při posouzení jejich stability se v nich nepojednává. Z tohoto důvodu v našem příkladu stabilitní analýzu neoznačíme.

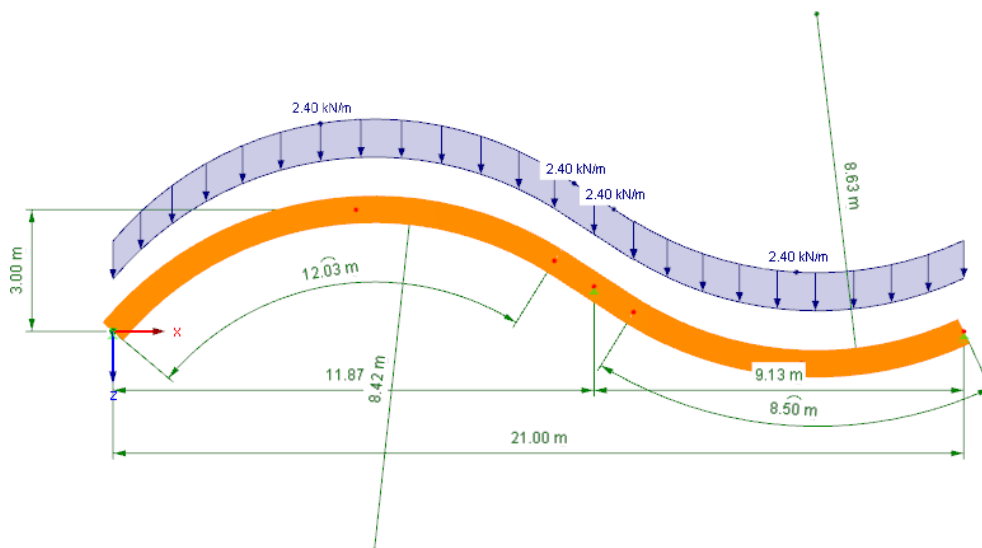
8.4.1 Konstrukce a zatížení

Konstrukce

Materiál:	lepené lamelové dřevo GL28h
Rozpětí pole 1:	$l = 11,90 \text{ m}$
Rozpětí pole 2:	$l = 9,13 \text{ m}$
Třída provozu:	1
TTZ:	krátkodobá
k_{mod} :	0,9
Průřez:	20/68 cm
Boční podepření nosníku (žádný problém se stabilitou)	

Zatížení

ZS 1 Vlastní tíha:	$g = 2,4 \text{ kN/m}$ (automatické zohlednění vlastní tíhy zrušeno)
ZS 2 Sníh:	$q = 3,2 \text{ kN/m}$
KV1:	$1,35 \cdot ZS1 + 1,5 \cdot ZS2$



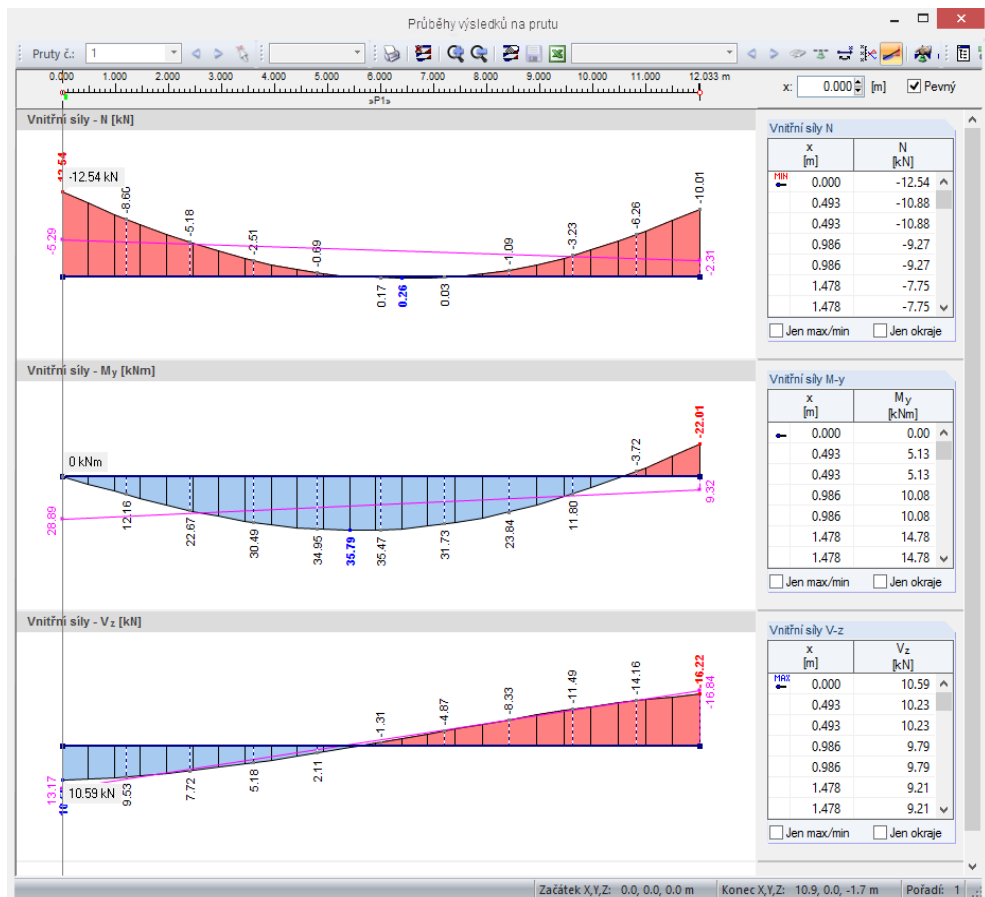
Obr. 8.38: Konstrukce a zatížení

8.4.2 Výpočet v RFEMu

Konstrukci a zatížení v obou zatěžovacích stavech modelujeme v RFEMu v 3D režimu. V zatěžovacím stavu 1 v tomto příkladu zrušíme automatické zohlednění vlastní tíhy.

Zatěžovací stavy se skládají pro základní kombinaci podle teorie I. řádu s příslušnými součiniteli spolehlivosti do kombinace výsledků.

RFEM vypočítá průběhy vnitřních sil tak, jak je vidíme na následujícím obrázku.



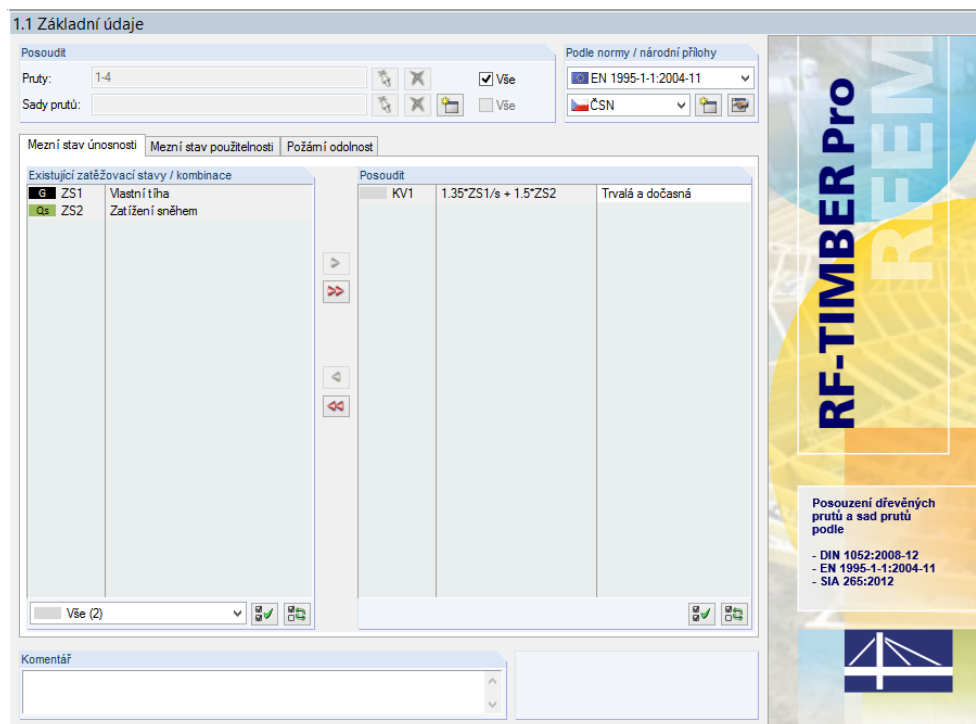
Obr. 8.39: Vnitřní síly N, Vz a My

8.4.3 Posouzení v modulu RF-TIMBER Pro

Posouzení na únosnost

V dialogu 1.1 *Základní údaje* vybereme kombinaci výsledků **KV 1** pro posouzení v *mezním stavu únosnosti*.

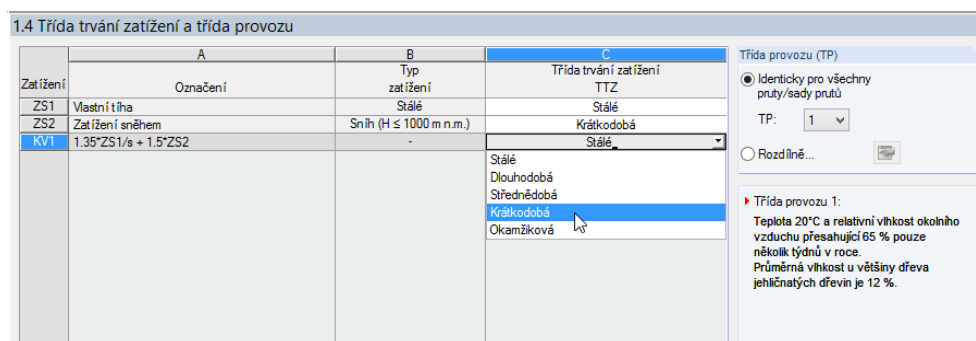
Posouzení se provede podle **EN 1995-1-1** a české národní přílohy **ČSN**.



Obr. 8.40: Dialog 1.1 *Základní údaje*

Dialogy 1.2 a 1.3 se neliší od předchozích příkladů.

V dialogu 1.4 *Třída trvání zatížení a třída provozu* jsou údaje předem nastaveny v souladu se zadáním v RFEMu. Třídou trvání zatížení u kombinace výsledků 1 změníme na **krátkodobou**.

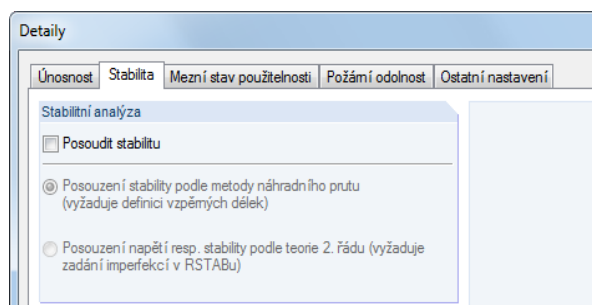


Obr. 8.41: Dialog 1.4 *Třída trvání zatížení a třída provozu*

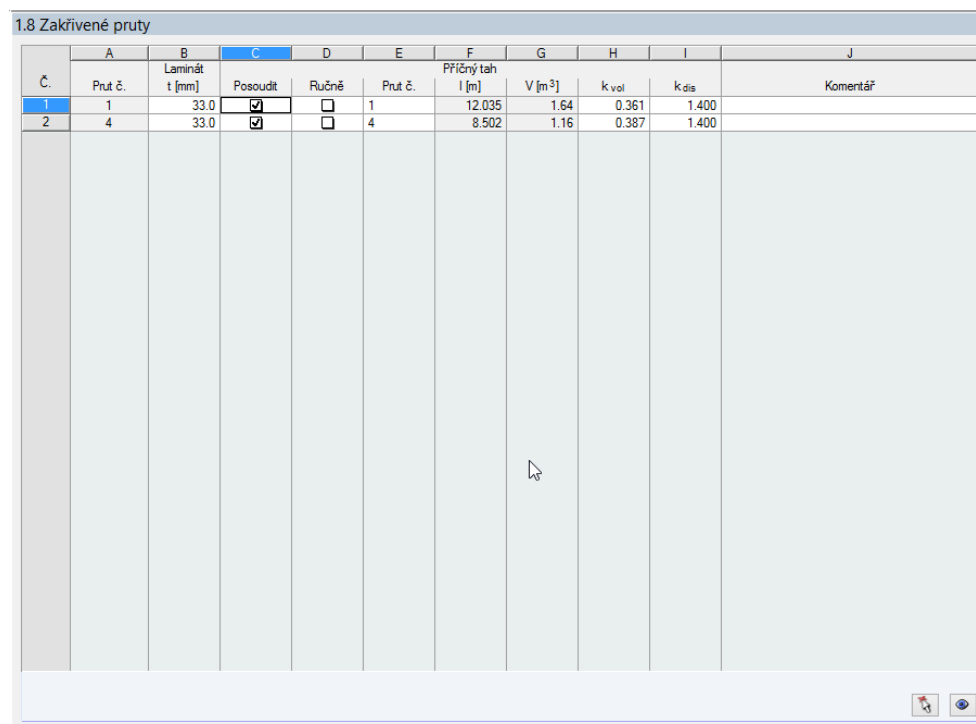
Dialog 1.5 *Vzpěrné délky* pro zadání vzpěrných délek se u zakřivených nosníků nezobrazí, protože posouzení prostorového vzpěru u daných typů nosníku norma [4] neupravuje jednoznačně (u nosníků o jednom poli se uplatňuje metoda, kdy lze zakřivený nosník posoudit ve vzdálenosti odpovídající jedné třetině nejmenší výšky průřezu).

Detaily...

Nosník je podepřen na všech stranách, proto zrušíme označení volby *Posoudit stabilitu* v dialogu *Detaily*.

Obr. 8.42: Dialog *Details*, záložka *Stabilita*

Nyní otevřeme poslední vstupní dialog 1.8 *Zakřivené pruty*.



Č.	A Prut č.	B Laminát t [mm]	C Posoudit	D Ručně	E Prut č.	F Příčný tah I [m ³]	G V [m ³]	H k _{vol}	I k _{dis}	J Komentář
1	1	33.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	12.035	1.64	0.361	1.400	
2	4	33.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	8.502	1.16	0.387	1.400	

Obr. 8.43: Dialog 1.8 *Zakřivené pruty*

Ověříme, jestli je tloušťka t lamel, kterou je omezen poloměr křivosti nosníku, nastavena na **33 mm**.

Modul RF-TIMBER Pro provede posouzení na *příčný tah*, pokud označíme políčko **Posoudit**.

Výpočet

Nyní spustíme výpočet. Následně přepneme do dialogu 2.4 *Posouzení po prutech*.

2.4 Posouzení po prutech

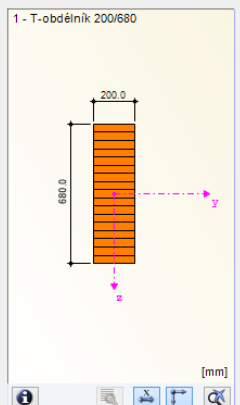
Prut č.	A	B	C	D	E
	Místo x [m]	Zatěž. stav	Posouzení		Posouzení podle vzorce
1	Průřez č. 1 - T-obdélník 200/680				
	0.000	ZS1	0.01	≤ 1	2102) Únosnost průřezu - Tlak podél vláken podle 6.1.4
	0.000	ZS1	0.11	≤ 1	2111) Únosnost průřezu - Smyk od posouvající síly Vz podle 6.1.7
	5.420	ZS1	0.18	≤ 1	2151) Únosnost průřezu - zakřivený nosník - Jednosý ohyb podle 6.4.3
	2.957	ZS1	0.13	≤ 1	2171) Únosnost průřezu - zakřivený nosník - Jednosý ohyb okolo osy y a tlak podle 6.2.4 a 6.4.3
	6.406	ZS1	0.44	≤ 1	2221) Tahové napětí kolmé k vláknům a smyk podle 6.4.3 (6),(7)
	0.000	ZS1	0.00	≤ 1	2400) Použitelnost - Zanedbatelné deformace
	5.913	ZS2	0.26	≤ 1	2401) Použitelnost - Charakteristická návrhová situace podle 7.2 - vnitřní pole, směr z
	0.000	ZS1	0.00	≤ 1	2602) Požární odolnost - odolnost průřezu - Tlak podél vláken podle 6.1.4
	0.000	ZS1	0.07	≤ 1	2611) Požární odolnost - odolnost průřezu - Smyk od posouvající síly Vz podle 6.1.7

Max.: 0.44 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 1 - x: 5.420 m - ZS1

- ☑ Materiálové charakteristiky - Brettschichtholz GL28h
- ☑ Průřezové charakteristiky - T-obdélník 200/680
- ☑ Návrhové vnitřní síly
- ☑ Posouzení

Ohybový moment	$M_{y,d}$	35.79	kNm		
Průřezový modul	S_y	15413.30	cm ³		
Součinitel	k_1	1.032			Rovn. (6.)
Součinitel	k_2	1.000			Rovn. (6.)
Součinitel	k_3	0.350			Rovn. (6.)
Součinitel	k_r	1.000			Rovn. (6.)
Poloměr	r	8.415	m		
Napětí v ohybu	$\sigma_{m,y,d}$	2.40	N/mm ²		
Pevnost v ohybu	$f_{m,y,k}$	28.00	N/mm ²		Tab. 1, D1
Modifikační součinitel	k_{mod}	0.600			Tab. 3.1
Dílčí součinitel spolehlivosti	γ_M	1.250			Tab. 2.3
Pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	13.44	N/mm ²		Rovn. (2.)
Posouzení	η	0.18		≤ 1	Rovn. (6.)


Obr. 8.44: Dialog 2.4 *Posouzení po prutech*

U prutu 1 jsme zaznamenali největší využití 0,18 vlivem ohybu.

V sekci *Mezihodnoty* můžeme zkontrolovat poloměr r , který je uveden mezi parametry pro posouzení prutu 1. Zakřivení prutu se převezme z parametrů oblouku z RFEMu.

Upravit prut

Obecné Oblouk - 3 uzly Možnosti Vzpěmě délky Upravit tuhosti

Linie č. 1

Linie typu 'Oblouk - 3 uzly'

Uzly oblouku

1: 28 2: 29 3: 33

Parametry oblouku

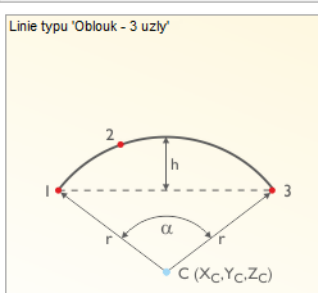
r : 8.417 [m]
 h : 2.061 [m]
 α : 81.93 [°]

Sřřed oblouku

X: 6.452 [m]
 Y: 0.000 [m]
 Z: 5.404 [m]

Dodatečné změny parametrů oblouku pomocí posunu uzlu:
 Počátek oblouku

OK Storno


Obr. 8.45: Dialog v RFEMu *Upravit prut*

Posouzení ověříme ručním výpočtem.

Posouzení napětí v ohybu

Posouzení podle [4], podmínky (6.41) v místě $x = 5,91$ m:

$$\sigma_{m,y,d} = k_1 \cdot \frac{M_{y,d}}{W_y} = 1,03 \cdot \frac{10666 \text{ kNcm}}{15413} = 0,71 \text{ kN/cm}^2$$

příčemž

$$k_1 = k_1 + k_2 \left(\frac{h}{r}\right) + k_3 \left(\frac{h}{r}\right)^2 + k_4 \left(\frac{h}{r}\right)^3 = 1,0 + 0,35 \cdot \left(\frac{0,68 \text{ m}}{8,42 \text{ m}}\right) + 0,6 \cdot \left(\frac{0,68 \text{ m}}{8,42 \text{ m}}\right)^2 = 1,03$$

$$k_1 = 1,0$$

$$k_2 = 0,35$$

$$k_3 = 0,6$$

$$k_4 = 0$$

$$k_r = 0,76 + 0,001 \cdot \frac{r_{in}}{t} = 0,76 + 0,001 \cdot \frac{8,075 \text{ m}}{0,033 \text{ m}} = 1,004$$

příčemž $r_{in} = r - 0,5 \cdot h = 8,417 - 0,5 \cdot 0,680 = 8,075 \text{ m}$

Vzhledem k tomu, že $r_{in}/t > 240 \cdot k_r \rightarrow k_r = 1,0$

$$f_{m,y,k} = 2,8 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{m,y,d} = \frac{2,8 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,9}{1,3} = 1,94 \text{ kN/cm}^2$$

Posouzení: $\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_r \cdot f_{m,y,d}} = \frac{0,71 \text{ kN/cm}^2}{1,0 \cdot 1,94 \text{ kN/cm}^2} = 0,36 < 1$

Posouzení příčného tahového napětí

Posouzení podle [4], podmínky (6.53) v místě $x = 6,406$ m:

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \cdot \frac{6 \cdot M_y}{b \cdot h^2} = 0,02 \cdot \frac{6 \cdot 10371 \text{ kNcm}}{20 \text{ cm} \cdot (68 \text{ cm})^2} = 0,0135 \text{ kN/cm}^2$$

příčemž $k_p = k_5 + k_6 \left(\frac{h}{r}\right) + k_7 \left(\frac{h}{r}\right)^2 = 0,25 \cdot \left(\frac{0,68 \text{ m}}{8,42 \text{ m}}\right) = 0,0202$

$$k_5 = k_7 = 0$$

$$k_6 = 0,25$$

$$k_{dis} = 1,4$$

$$k_{vol} = \left(\frac{V_0}{V}\right)^2 = \left(\frac{0,01}{1,63}\right)^2 = 0,361$$

$$f_{t,90,k} = 0,045 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{t,90,d} = \frac{0,045 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,9}{1,3} = 0,031 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b = 0,781 \cdot 20 = 15,62 \text{ cm}$$

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_{z,d}}{b_{eff} \cdot h} = 1,5 \cdot \frac{7,31}{15,62 \cdot 68} = 0,010 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{v,k} = 0,35 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{0,35 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,9}{1,3} = 0,24 \text{ kN/cm}^2$$

Posouzení:

$$\eta = \frac{\tau_d}{f_{v,d}} + \frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,d}} = \frac{0,010 \text{ kN/cm}^2}{0,24 \text{ kN/cm}^2} + \frac{0,0135 \text{ kN/cm}^2}{1,4 \cdot 0,361 \cdot 0,031 \text{ kN/cm}^2} = 0,91 < 1$$

A Literatura

- [1] DIN 1052:2008-12: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbautragwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau, Dezember 2008
- [2] DIN 4102-22:2004-11: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Teil 22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten
- [3] Erläuterungen zur DIN 1052:2004-08, DGfH Innovations- und Service GmbH, München, 2. Auflage März 2005
- [4] 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)
- [5] ČSN EN 1995-1-2: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru (prosinec 2006)
- [6] SIA 265:2003: Holzbau, 2003
- [7] SCHNEIDER Bautabellen, Werner Verlag, 20. Auflage 2012
- [8] Holzbau-Taschenbuch, Band 1, 9. Auflage, Ernst & Sohn
- [9] Boddenberg, Ralf-W. *Vorlesung Holzbau II Sommersemester 2015*, Hochschule Wismar Fachgebiet Baustatik und Holzbau, Wismar 2012
- [10] Bauen mit Holz, Ausgabe April 2012
- [11] ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí (březen 2004)
- [12] ČSN 73 1702: Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (listopad 2007)

B Index

D

Databáze materiálů	18
Databáze průřezů	20
Délka	26, 52
Délka klopení	28
Délka náhradního prutu	26, 28
Desetinná místa	17, 70
Detailní nastavení	36
Dialogy	9
Dílčí součinitel spolehlivosti γ_M	15, 19
Dvojité napěťové body	59
Dvouosé namáhání ohybem	37

E

Excel	72
Export	72
Export materiálů	71
Export průřezů	69
Export vzpěrných délek	71

F

Filtrování prutů	63
Filtry	62

G

Graf výsledků	61
Grafické zobrazení napětí	57
Grafika	55
Grafika na pozadí	55

H

Hmotnost	53
----------------	----

I

Imperfekce	38
Informace o průřezu	22
Instalace	7

J

Jednotky	17, 70
----------------	--------

K

Klopení	28, 38
k_{mod}	15, 25, 46
Kombinace výsledků	11, 12, 59
Kombinace zatížení	11
Komentář	10
Konzola	33

L

Laminát	32
Lepené lamelové dřevo	32
Listování v dialogích	9

M

Materiál	17, 71
Materiálové parametry	17
Metoda náhradního prutu	38
Mezní deformace	39
Mezní hodnoty	10, 12, 14
Mezní tahové napětí	36
Mimořádná návrhová situace	11
Místo x	45, 49
Modifikační součinitel	15, 19, 25

N

Náběh	23, 30, 46, 70
Nadvýšení	33
Náhradní prut	29
Napětí	58
Napětí na průřezu	57
Napěťový bod	23, 37, 58, 60
Národní příloha	10, 14
Navigátor	9
Navigátor <i>Zobrazit</i>	56, 62
Návrhová situace	11, 12, 46
Návrhový případ	56, 66, 67
Nedeformovaná konstrukce	39
Norma	10, 14, 16

O

Objem	53
Okraj	30
OpenOffice	72
Optimalizace	22, 41, 68, 69
Optimalizace průřezu	68
Osa	27, 30
Otevřený průřez	58
Označení materiálu	17

P

Panel	8, 56, 62
Pevnost	19
Pevnost charakteristická	19
Plocha	52

Položka 52

Posouzení10, 44, 45, 46

Posouzení barevně 62

Posouzení deformace 33, 82

Posouzení na klopení..... 38

Posouzení napětí..... 41

Posouzení požární odolnosti.....34, 35, 40, 54

Posouzení průřezu 46

Posunuté konce prutu..... 39

Použitelnost12, 33, 39, 54, 79

Požární odolnost 13

Poznámka 22

Pracovní okno RFEMu 55

Příčný tah 32

Přípoj 36

Průběh napětí..... 60

Průběh výsledků..... 61, 64

Průběh výsledků mimo stupnici 62

Průhyb..... 12

Průřez 20, 68

Pruty 10

R

Redukce tuhosti..... 37

Referenční pruhy..... 54

Renderování..... 62

Režim prohlížení..... 55

RF-STABILITY..... 27

Řídicí panel 62

Rychlost zuhelnatění..... 15

S

Sada prutů 10, 29, 30, 33, 35, 47, 50, 53

Schránka..... 72

Seznam prutů 33

Složený průřez..... 21

Smykové napětí 58

Součet 53

Součinitel vzpěrné délky..... 28

Souřadnice napěťového bodu..... 58

Spojovací prostředek 21

Spuštění modulu TIMBER Pro7

Spuštění výpočtu 42

Stabilitní analýza 38, 46

Štíhlost..... 51

Štíhlost prutu..... 41, 51

Stupnice barev 62

T

Tabulky výsledků..... 44

Teorie II. řádu..... 38

Tisk..... 23, 64

Tisk zobrazení..... 64

Tlačítka..... 54

Tloušťka prvku 58

TP 25

Třída požární odolnosti..... 40

Třída provozu 24, 25

Třída trvání zatížení 24

Trvalá a dočasná návrhová situace 11

TTZ 24, 46

Typ nosníku..... 33

Typ zatížení 24

U

Úhel řezu vůči vláknům 15, 30

Únosnost..... 11, 36, 54, 75

Uzavřený průřez 58

Uživatelský profil 70

V

Viditelnosti 62

Vláknno 30

Vnitřní síly 49, 69

Vrchol 31

Vyhodnocení výsledků 54

Výkaz materiálu 52, 53

Výpočet 36

Výsledné hodnoty..... 55

Výstupní protokol 64, 65

Využití 22, 46, 60

Vyvolání programu..... 7

Vzpěr 27, 37

Vzpěrná délka..... 26, 27, 29, 71, 77

Vztažná délka 13

W

W_{fin} 12

W_{inst} 12

Z

Základní údaje9

Zakřivený prut..... 29, 32, 101

Zatěžovací stav11, 12, 49

Zavření modulu TIMBER Pro.....9

Zobrazení v RFEMu 64

Zobrazení výsledků 56

Zuhelnatění..... 15, 34