

Vydání
leden 2011

Přídavný modul

TOWER

**Generování příhradových stožárových
konstrukcí s jejich příslušenstvím
i zatížením**

Popis programu

Všechna práva včetně práv k překladu vyhrazena.

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

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

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

Obsah

	Obsah	Strana		Obsah	Strana
1.	Základní modul TOWER Structure	5	7.	Obecné funkce	39
1.1	Úvod	5	7.1	Smazání případu v modulu TOWER	39
1.2	Tým pro vývoj modulu TOWER	6	7.2	Jednotky a desetinná místa	39
1.3	Poznámka k příručce	6	8.	TOWER Effective Lengths	40
1.4	Spuštění modulu TOWER	7	8.1	Úvod	40
2.	Vstupní data	9	8.2	Spuštění modulu	40
2.1	Typ stožáru	9	9.	Vstupní data	42
2.2	Průřezy	10	9.1	Základní údaje	42
2.3	Segmenty stožáru	13	9.2	Detaily	42
2.4	Svislá ztužení	16	9.3	Generování vzpěrných délek	45
2.4.1	Typy ztužení definované uživatelem	17	10.	Generovaná data	46
2.5	Vodorovné pásy	18	10.1	Vzpěrné délky – Příhradové pruty	46
2.6	Vodorovná ztužení	19	10.2	Vzpěrné délky – Nepříhradové pruty	47
2.7	Vnitřní ztužení	20	10.3	Export výsledků	47
3.	Vygenerované údaje	22	11.	Obecné funkce	48
3.1	Klouby na koncích prutů	22	11.1	Smazání případu v modulu TOWER Effective Lengths	48
3.2	Vzpěrné délky	23	11.2	Jednotky a desetinná místa	48
3.3	Natočení prutů	23	12.	TOWER Loading	49
3.4	Výkaz materiálů	24	12.1	Úvod	49
4.	Obecné funkce	25	12.2	Spuštění modulu	49
4.1	Smazání případu v modulu TOWER	25	13.	Vstupní data	51
4.2	Jednotky a desetinná místa	25	13.1	Základní údaje	51
5.	TOWER Equipment	26	13.2	Stálé zatížení	52
5.1	Úvod	26	13.3	Zatížení větrem - část 1	53
5.2	Spuštění modulu	26	13.4	Zatížení větrem - část 2	55
6.	Vstupní data	28	13.5	Zatížení námrazou - třída námrazy G	56
6.1	Základní údaje	28	13.6	Zatížení námrazou - třída námrazy R	57
6.2	Plošiny	29	13.7	Provozní zatížení	58
6.3	Trubkový nástavec	30	14.	Výsledky	59
6.4	Držáky antén	31	14.1	Zatěžovací stavy	59
6.5	Skupiny antén	32	14.2	Vlastní tíha a tíha námrazy	60
6.6	Antény	33	14.3	Zatížení větrem - Součinitel odezvy poryvu	60
6.7	Rezervní plochy pro antény	34	14.4	Zatížení větrem - Stožár	61
6.8	Vnitřní šachty	35	14.5	Zatížení větrem - Vodorovné ztužení	62
6.9	Kabelové dráhy	36	14.6	Zatížení větrem - Omezení	62
6.10	Žebříky	37	14.7	Export výsledků	63
6.11	Export	38			

Obsah

	Obsah	Strana		Obsah	Strana
15.	Obecné funkce	64			
15.1	Smazání případu v modulu TOWER	64			
15.2	Jednotky a desetinná místa	64			
A	Literatura	65			
B	Index	66			

1. Základní modul TOWER Structure

1.1 Úvod

Tímto modulem od společnosti ING. SOFTWARE DLUBAL s.r.o. se uživateli dostává do rukou výkonný nástroj pro generování komplexních konstrukcí příhradových stožárů. Lze jím vytvářet troj- či čtyřboké stožárové konstrukce i s případným prostorovým ztužením.

Modul přináší uživateli díky svému přehlednému uspořádání a intuitivním dialogům pro zadání vstupních údajů výrazné usnadnění práce. Trojrozměrné stožárové konstrukce se složitou geometrií tak lze vytvořit v RSTABu, resp. v RFEMu velmi rychle. Pomocí přídatného modulu TOWER můžeme také upravovat již hotové konstrukce. V této příručce popíšeme jednotlivé dialogy daného modulu na názorném příkladu.

Podobně jako ostatní přídatné moduly je i modul TOWER plně integrován do programu RSTAB, resp. RFEM.

Přejeme Vám mnoho zábavy a úspěchů při práci s modulem TOWER.

Společnost ING. SOFTWARE DLUBAL s.r.o.

1.2 Tým pro vývoj modulu TOWER

Na vývoji modulu TOWER se podíleli:

Koordinátoři programu

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
Ing. Evžen Haluzík
Ing. Vladimír Pátý

Dipl.-Ing. (FH) Younes El Frem
Ing. Pavol Červeňák

Programátoři

David Schweiner
Petr Oulehle
Ing. Jaromír Křížek

Ing. Martin Budáč
Ing. Vladimír Pátý

Databáze průřezů a materiálů

Ing. Ph.D. Jan Rybín

Design programu, dialogů a ikon

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
MgA. Robert Kolouch

Testování programu

Ing. Evžen Haluzík
Ing. Jakub Harazín

Dipl.-Ing. (FH) René Flori
Jozef Krčmárik

Manuály, dokumentace a překlady

Dipl.-Ing. (FH) René Flori
Ing. Ladislav Kábrt

Mgr. Ing. Hana Macková
Mgr. Petra Pokorná

Technická podpora a závěrečná kontrola

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Entenmann
Dipl.-Ing. Frank Faulstich
Dipl.-Ing. (FH) René Flori

Dipl.-Ing. (FH) Walter Rustler
Dipl.-Ing. (FH) Christian Stautner
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 RSTAB, resp. RFEM, a proto je v této příručce ponecháme stranou. Pozornost naopak soustředíme na zvláštnosti, které přináší práce s tímto přídavným modulem.

Při popisu modulu TOWER vycházíme z pořadí a struktury dialogů 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 vyznačeny *kurzivou*, aby bylo snadné vyhledat je v programu.

Do této příručky zařazujeme 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*.

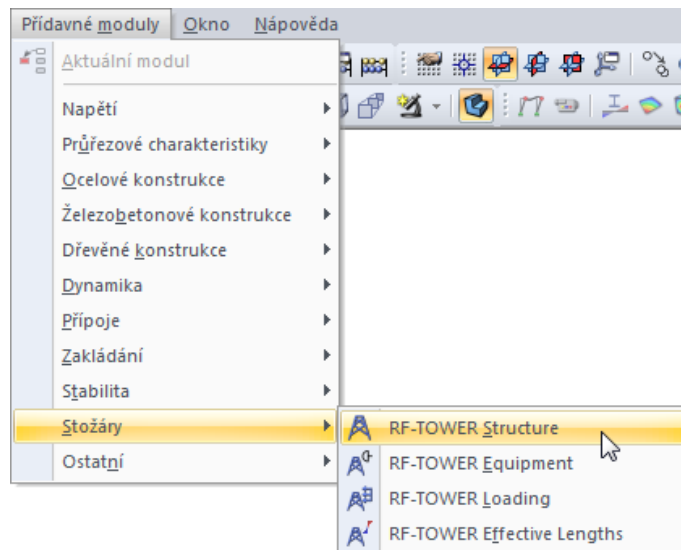
1.4 Spuštění modulu TOWER

Přídavný modul **TOWER Structure** lze v RSTABu, resp. RFEMu spustit dvěma způsoby.

Hlavní nabídka

Modul TOWER můžeme vyvolat příkazem z hlavní nabídky programu RSTAB, resp. RFEM

Přídavné moduly → Stožáry → TOWER Structure.

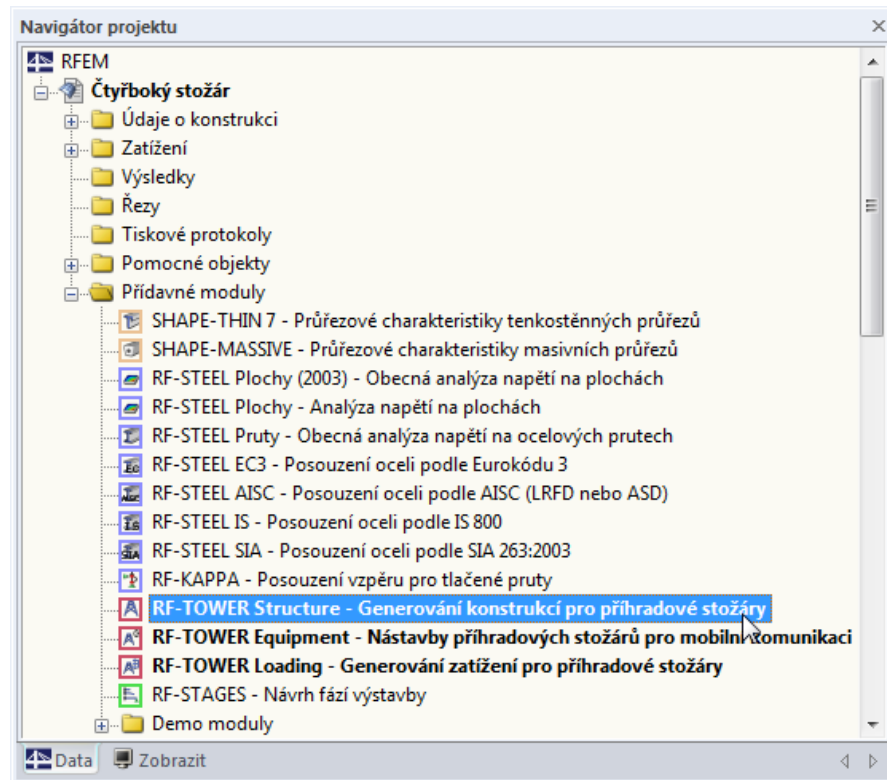


Obr. 1.1: Hlavní nabídka: Přídavné moduly → Stožáry → TOWER Structure

Navigátor

Modul TOWER Structure lze dále vyvolat z navigátoru *Data* kliknutím na položku

Přídavné moduly → TOWER Structure.



Obr. 1.2: Navigátor Data: Přidavné moduly → TOWER Structure

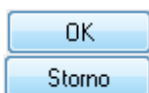
2. Vstupní data

Vstupní údaje o konstrukci se zadávají v dialogích.

Po spuštění modulu TOWER se v novém okně na levé straně zobrazí navigátor, který obsahuje všechny aktuálně přístupné dialogy.



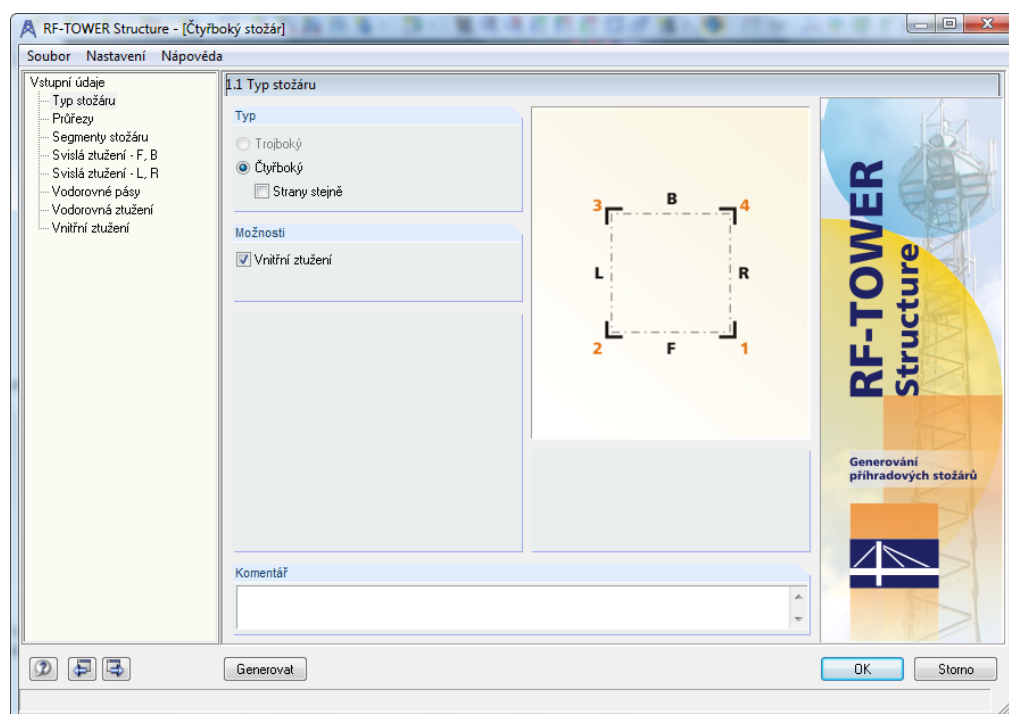
Dialogy lze otevřít buď kliknutím na jejich název v navigátoru modulu TOWER nebo je lze postupně nalistovat pomocí vlevo znázorněných tlačítek [<] a [>], příp. pomocí kláves [F2] a [F3].



Pomocí tlačítka [OK] zadané údaje před ukončením modulu uložíme, zatímco tlačítko [Storno] slouží k zavření modulu bez uložení dat.

2.1 Typ stožáru

V dialogu 1.1 *Typ stožáru* se stanoví základní tvar stožárové konstrukce.



Obr. 2.1: Dialog 1.1 *Typ stožáru*

Typ

V této sekci uživatel určí počet stran příhradového stožáru. Pokud zvolí čtyřbokou konstrukci, má dále možnost stanovit poměr stran. V případě, že označí volbu *Strany stejně*, vytvoří modul TOWER stožár, v němž budou mít vodorovné plochy čtvercový tvar. Pokud strany nemají mít stejnou délku, zobrazí se v navigátoru také vstupní dialog 1.5 pro zadání dalších svislých ztužení. Dialogy, v nichž lze definovat svislá ztužení, popisujeme v kapitole 2.4 na straně 16.

Možnosti

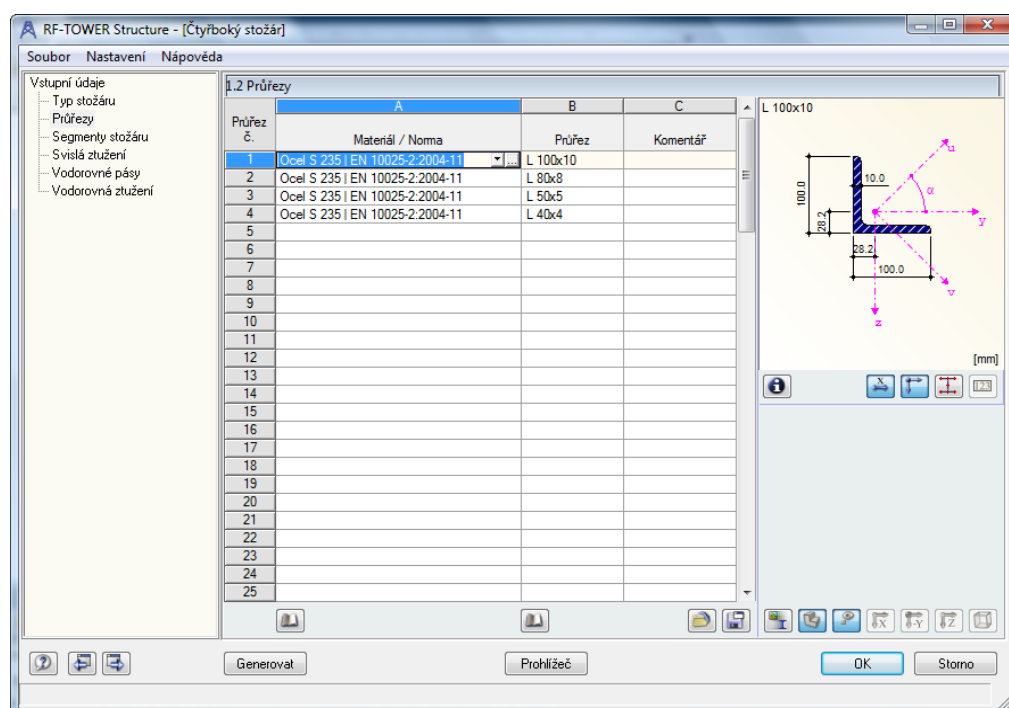
Pokud si přejeme svislá ztužení zajistit přidavným ztužením, můžeme zde aktivovat volbu *Vnitřní ztužení*. V kapitole 2.7 na straně 20 uvádíme, v jakých případech je příslušný dialog pro definování vnitřního ztužení k dispozici a jak v něm zadání dat probíhá.

Komentář

V tomto poli může uživatel uvést vlastní poznámky či vysvětlivky k právě zadávané stožárové konstrukci.

2.2 Průřezy

V dialogu 1.2 *Průřezy* uživatel stanoví, jaké průřezy a materiál se mají použít. Zde zadané průřezy jsou pak k dispozici v dalších dialogích.

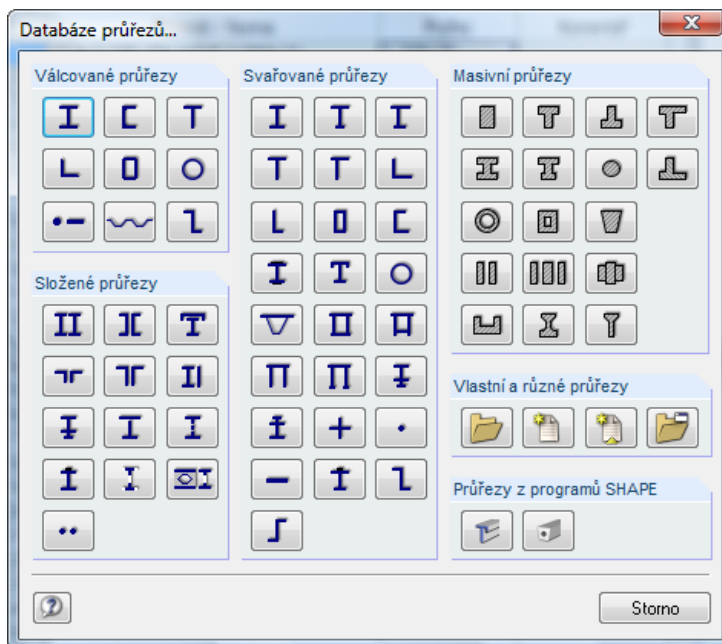


Obr. 2.2: Dialog 1.2 *Průřezy*

Pokud si přejeme některý průřez změnit, uvedeme nové označení průřezu do příslušného řádku nebo vybereme nový profil z databáze. Databázi otevřeme tak, že klikneme na tlačítko [Převzít průřez z databáze...] nebo umístíme kurzor myši do příslušného řádku a klikneme na tlačítko [...], příp. stiskneme funkční klávesu [F7]. Otevře se databáze průřezů (resp. daná řada profilů) tak, jak ji známe z hlavního programu RFEM či RSTAB.

Tabulku průřezů zadanou v dialogu 1.2 lze uložit jako datovou větu a v případě potřeby ji lze znovu načíst v jakémkoli dalším případě v modulu TOWER.

Výběr průřezů z databáze podrobně popisujeme v kapitole 5.3 manuálu k hlavnímu programu RSTAB, resp. v kapitole 5.13 příručky k hlavnímu programu RFEM.

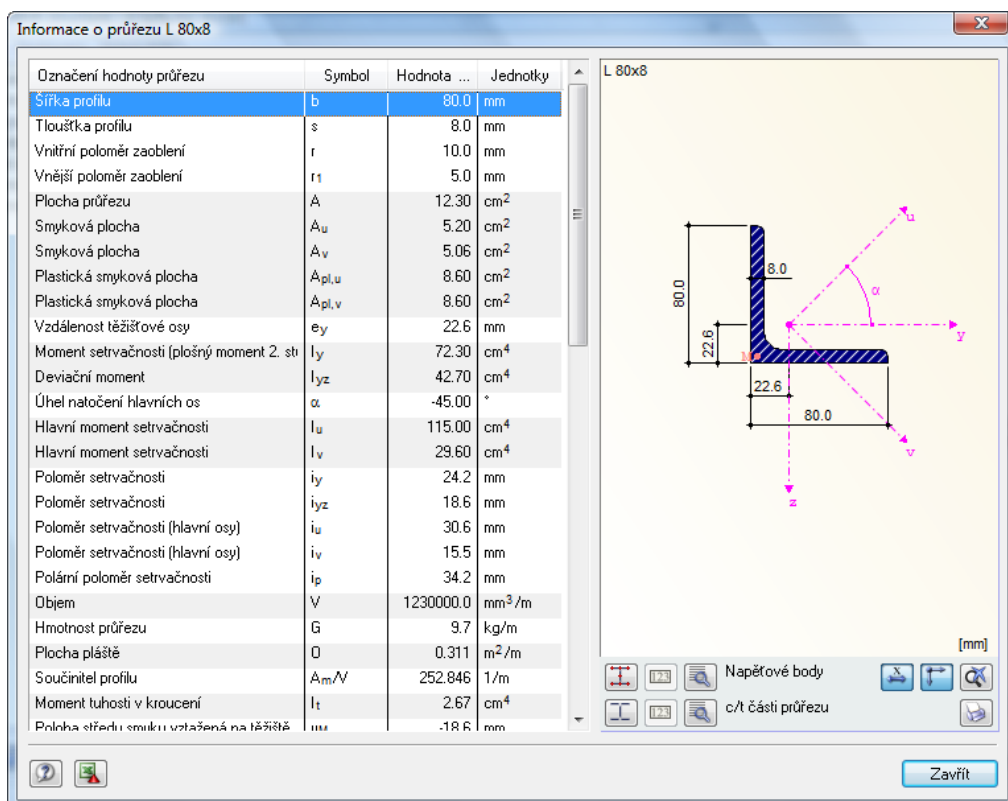


Obr. 2.3: Databáze průřezů

Průřezové charakteristiky











Pro kontrolu lze pomocí tlačítka [Průřezové charakteristiky...] zobrazit další podrobné informace o každém průřezu. Otevře se dialog s průřezovými hodnotami.



Obr. 2.4: Dialog Informace o průřezu

Z tohoto dialogu můžeme pomocí příslušných tlačítek zobrazit i *napětové body* a *části průřezu* pro posouzení c/t. V pravé části dialogu vidíme grafické znázornění aktuálně vybraného průřezu.

Tlačítka pod obrázkem mají následující funkce:

Tlačítko	Funkce
	Zobrazení napěťových bodů
	Zobrazení (c/t) částí průřezu
	Zobrazení číslování napěťových bodů, resp. (c/t) částí průřezu
	Zobrazení podrobných údajů o napěťových bodech, resp. (c/t) částech průřezu
	Zobrazení kót průřezu
	Zobrazení hlavních os průřezu
	Zobrazení celého průřezu
	Tisk informací o průřezu

T

ab. 2.1: Tlačítka pod grafickým znázorněním průřezu

Materiály

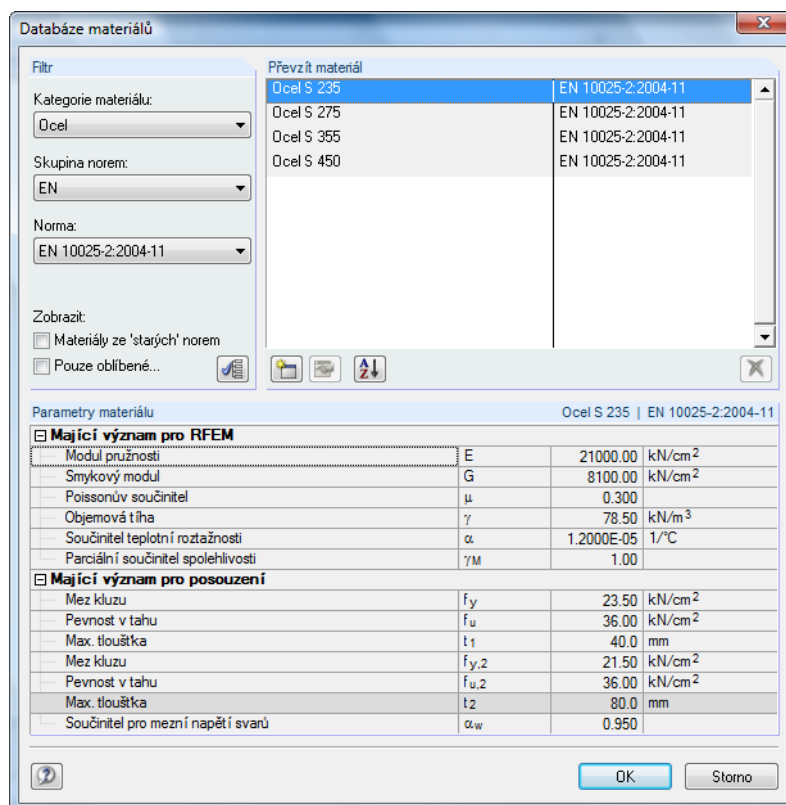
Ve sloupci A v dialogu 1.2 můžeme vybrat materiály přímo z rozbalovacího seznamu. V seznamu se přitom nabízí materiály v souladu s normou, příp. skupinou norem, kterou jsme nastavili v databázi materiálů.

Databáze materiálů

V databázi je uloženo značné množství materiálů. Databázi otevřeme vlevo znázorněnými tlačítky nebo funkční klávesou [F7].

Ocel S 235	EN 10025-2:2004-11
Ocel S 235	EN 10025-2:2004-11
Ocel S 275	EN 10025-2:2004-11
Ocel S 355	EN 10025-2:2004-11
Ocel S 450	EN 10025-2:2004-11





Obr. 2.5: Dialog Databáze materiálů

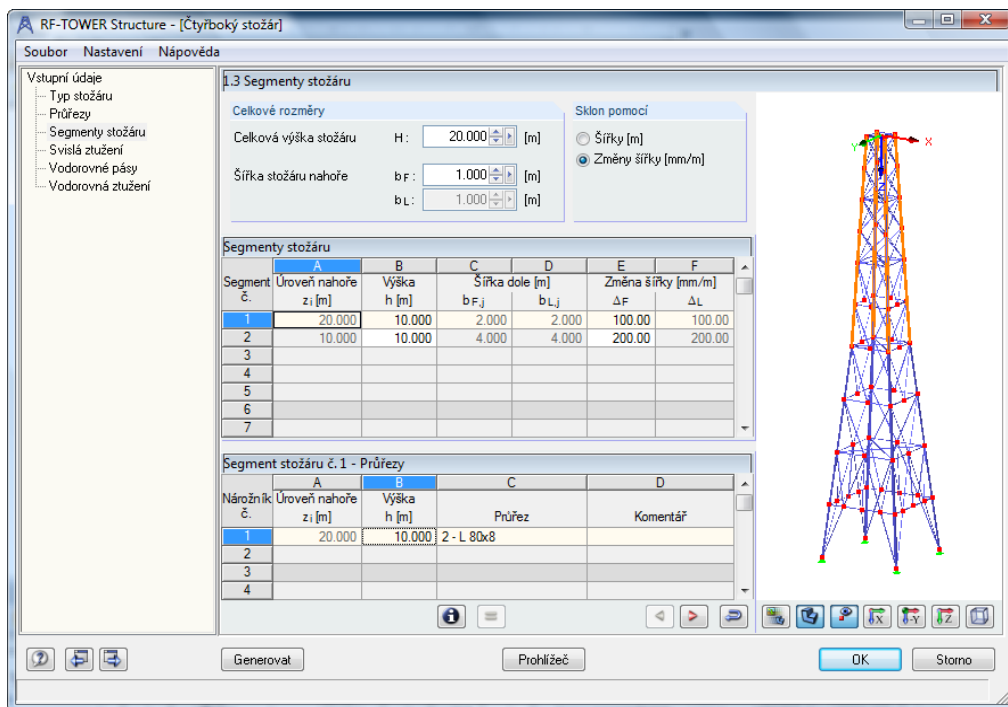
OK

V sekci *Filtr* je přednastavena kategorie materiálu *Ocel*. 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 převeze do tabulky 1.2 modulu TOWER Structure.

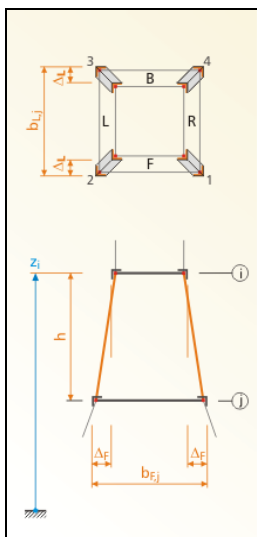
V kapitole 5.2 manuálu k programu RSTAB, resp. v kapitole 5.3 manuálu k programu RFEM je podrobně popsáno, jak lze materiály filtrovat, přidávat do databáze nebo nově třídit.

2.3 Segmenty stožáru

Uspořádání nárožníků po celé délce příhradového stožáru může být různé. Nárožníky většinou nejsou v jeho dolní části rovnoběžné a stožár se směrem nahoru zužuje. V dialogu 1.3 *Segmenty stožáru* má uživatel možnost zadat geometrii konstrukce pomocí takzvaných segmentů stožáru.



Obr. 2.6: Dialog 1.3 Segmenty stožáru



Celkové rozměry

V horní části dialogu zadáme celkovou výšku stožáru H . Dále je třeba stanovit šířku prvního segmentu b_F . Pokud mají vodorovné plochy stožáru čtvercový tvar, není políčko b_L aktivní.

Sklon náročníků

Uživatel má zde na výběr ze dvou možností. Zprv je lze zadat počáteční šířku segmentu stožáru a modul spočítá sklon po celé výšce segmentu stožáru a rozdíl v šířkách. Zadruhé lze zadat sklon pomocí změny šířky v mm/m. Šířky segmentu stožáru se pak spočítají automaticky.

Pro názornost lze v pravé části dialogu zobrazit schéma, v němž se znázorní proměnné z tabulek.








Segmenty stožáru

V tabulce uprostřed dialogu se definují segmenty stožáru pomocí jejich výšky h , šířky b nebo změny šířky. To, které části tabulky jsou aktivní, závisí na zvoleném způsobu zadání sklonu v horní části dialogu.

Segment stožáru - Průřezy

Každé části stožáru je třeba přiřadit průřez. Nejdříve myšičkou vybereme určitý segment stožáru v tabulce uprostřed dialogu a následně mu přiřadíme průřez ve sloupci C v dolní tabulce. Vybíráme přitom z profilů, které jsme zadali v dialogu 1.2 Průřezy. Pokud chceme u jednoho segmentu použít různé průřezy, musíme nejdříve stanovit dílčí výšky h ve sloupci B dolní tabulky. Poté můžeme jako obvykle průřez přiřadit. Pokud je počet dílčích částí vyšší, lze stejné průřezy zadat do následujících řádků pomocí tlačítka [=].

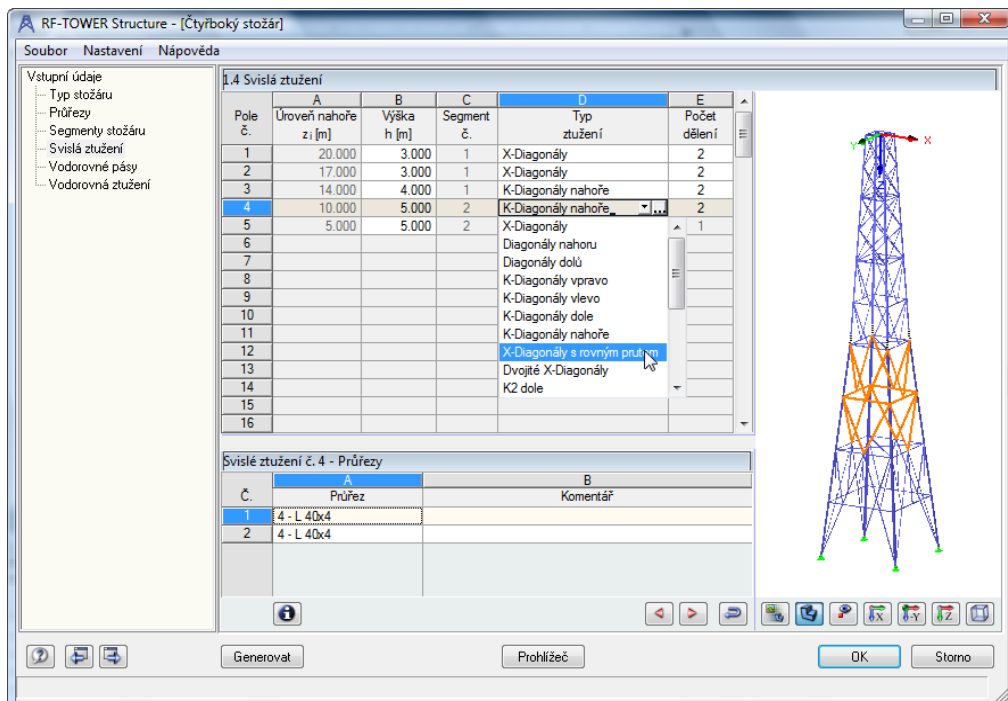
Pro přehledné zobrazení dosud zadaných údajů máme k dispozici různá tlačítka. Jejich funkce jsou vysvětleny v následující tabulce:

Tlačítko	Funkce
	Přechod na jiný řádek v tabulce segmentů stožáru
	Přechod na prostřední, resp. spodní tabulku
	Zobrazení schematického znázornění nebo modelu
	Zobrazení uzlů v konstrukci
	Zobrazení drátěného nebo plného modelu
	Náhled na model ve směru osy X, -Y či Z
	Zobrazení izometrického pohledu

Tab. 2.2: Tlačítka pro zobrazení zadaných údajů

2.4 Svislá ztužení

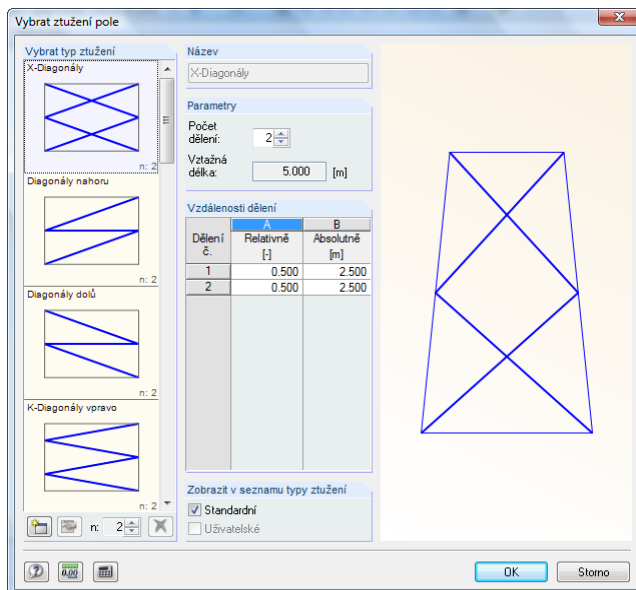
Pro stabilizaci nárožníků můžeme v dialogu 1.4 zadat svislá ztužení. Dialog je rozdělen do dvou částí.



Obr. 2.7: Dialog 1.4 Svislá ztužení

V horní tabulce se stanoví geometrické údaje. Výška h se převezme jako doporučený údaj z dialogu 1.3 *Segmenty stožáru*. Pokud je výška polí menší než výška segmentu stožáru, vytvoří modul automaticky další pole ztužení.

Určit typ ztužení lze v modulu TOWER Structure pomocí databáze, v které jsou uloženy obvyklé typy uspořádání svislých ztužení. Databázi otevřeme tak, že umístíme kurzor myši v příslušném řádku do sloupce D a klikneme na tlačítko [...] nebo stiskneme funkční klávesu [F7].



Obr. 2.8: Databáze obvyklých uspořádání svislých ztužení

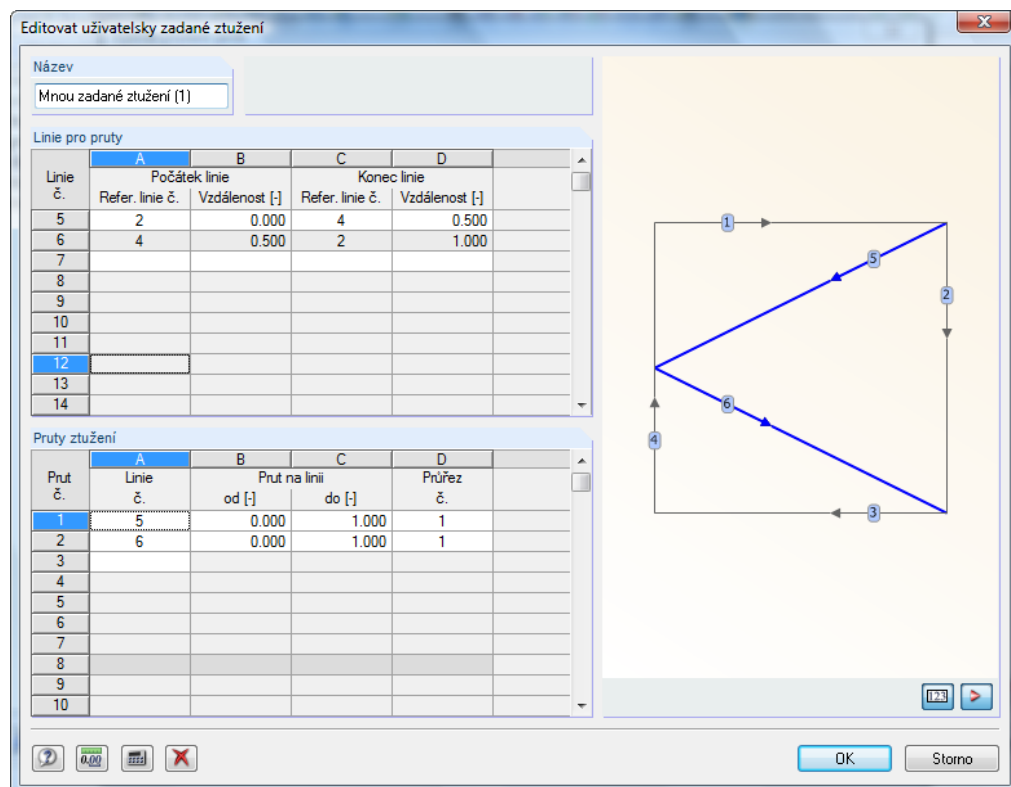
Parametry a vzdálenosti dělení

V dialogu *Vybrat ztužení pole*, který se nám otevře, můžeme v sekci *Parametry* upravit počet dělení a vztažnou délku. Modul přitom automaticky doplní údaje v tabulce *Vzdálenosti dělení* níže. Uživatel může ovšem tyto údaje následně ještě ručně změnit. S ohledem na výše stanovenou vztažnou délku se přitom upraví délky jednotlivých dílů.

2.4.1 Typy ztužení definované uživatelem

Do databáze může uživatel libovolně přidávat typy ztužení, které sám nadefinuje. Po kliknutí na vlevo znázorněné tlačítko se otevře nové editační okno. Pro snazší vytvoření geometrie uživatelsky zadávaného typu ztužení doporučujeme použít předlohu z databáze.

Ztužující pruty se generují na základě linií, které se zase definují pomocí referenčních linií. Počátek a konec linie se tak stanoví na základě poměrné vzdálenosti od počátku či konce referenční linie. Všechny zadané údaje si můžeme okamžitě prohlédnout v grafickém znázornění v pravé části dialogu. Pro větší přehlednost lze pomocí příslušných tlačítek zobrazit číslování linií a jejich směr.

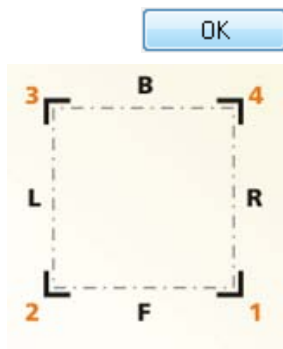


Obr. 2.9: Editovat uživatelsky zadané ztužení

Jakmile ztužení definujeme, vyplníme ještě jeho název a poté dialog zavřeme kliknutím na tlačítko [OK]. Z databáze se pak do původního dialogu vrátíme rovněž pomocí tlačítka [OK].

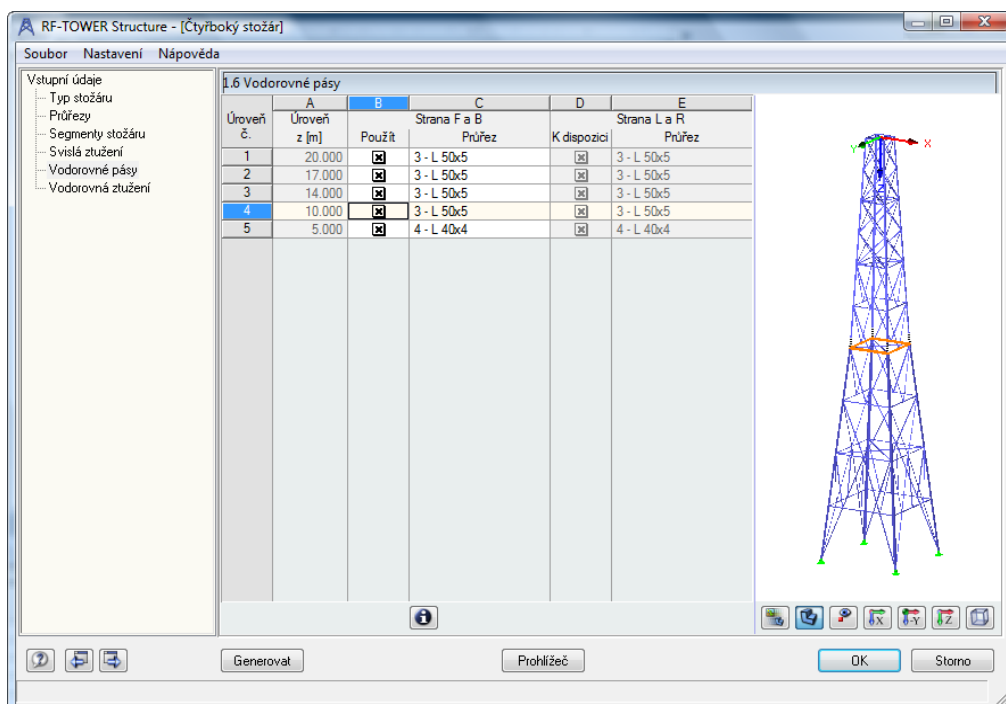
Právě definovanému ztužení zbývá ještě přiřadit průřez. V horní části dialogu 1.4 vybereme pole ztužení a ve spodní tabulce zadáme průřez.

Pokud jsme v dialogu 1.1 neoznámili možnost *Strany stejné*, zadají se v dialogu 1.4 svislá ztužení na straně F a B a v dialogu 1.5 svislá ztužení na straně L a R.



2.5 Vodorovné pásy

Na přechodech segmentů stožáru může uživatel definovat v dialogu 1.6 vodorovné pásy.

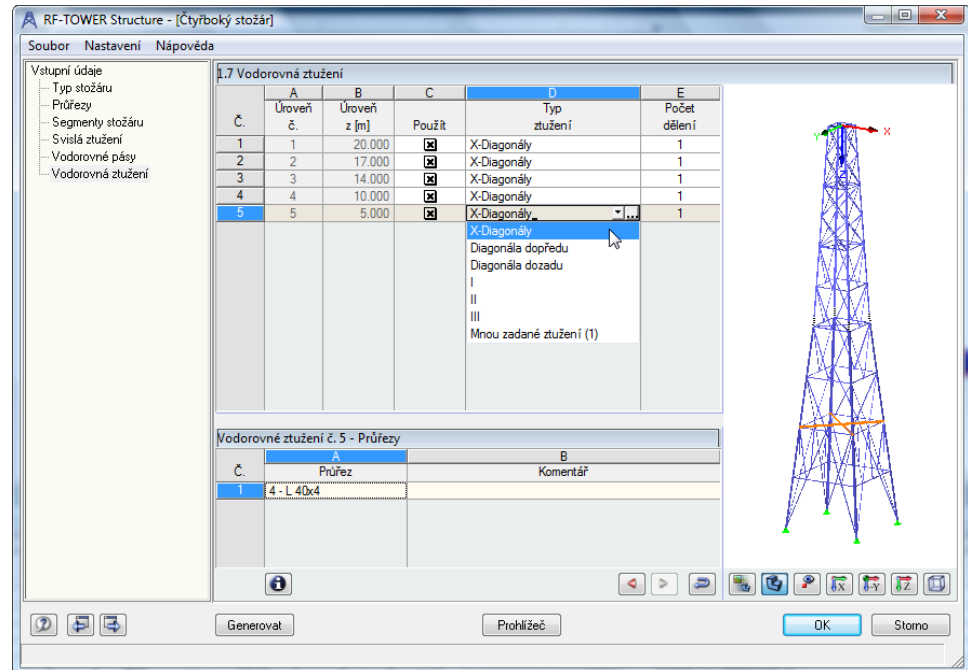


Obr. 2.10: Dialog 1.6 Vodorovné pásy

V případě, že strany stožáru mají stejnou délku, nejsou sloupce D a E aktivní. Automaticky se do nich převzou údaje ze sloupců B a C. Pokud jsme v dialogu 1.1 nezadali stejnou délku stran (viz kapitola 2.1, strana 9), lze vodorovné pásy definovat vždy pro příslušné rovnoběžné strany stožáru.

2.6 Vodorovná ztužení

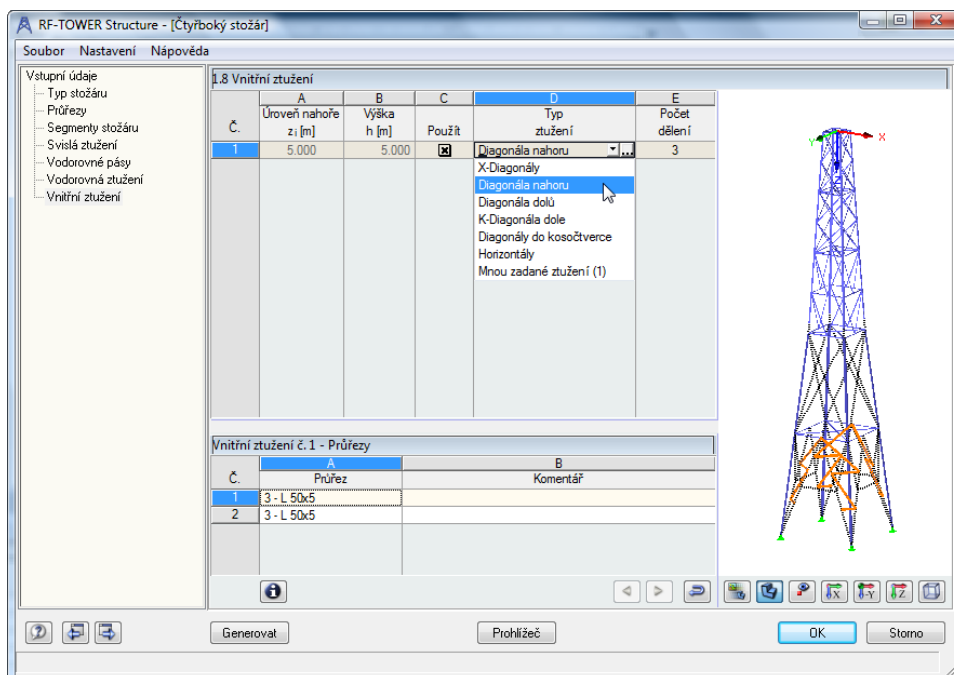
Pro přidavné vyztužení lze v rovině vodorovných pásů zadat různé typy vodorovného ztužení.



Obr. 2.11: Dialog 1.6 Vodorovná ztužení

I v tomto případě modul TOWER nabízí databázi, v níž jsou již nedefinovány různé typy uspořádání ztužujících prutů. Pokud chce uživatel použít jiné vodorovné ztužení, může si ho sám nedefinovat. Postup je podobný jako u svislého ztužení (viz kapitola 2.4.1 na straně 17).

2.7 Vnitřní ztužení

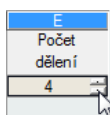


Obr. 2.12: Dialog 1.6 Vnitřní ztužení

Pokud jsou ztužující pruty na bočních stěnách stožáru velmi štíhlé, může se stát, že bude nezbytné konstrukčně zmenšit vzpěrnou délku. Modul TOWER Structure proto nabízí vnitřní ztužení, která se zadávají u každého segmentu stožáru zvlášť. Lze je tak individuálně přizpůsobit statickým požadavkům.

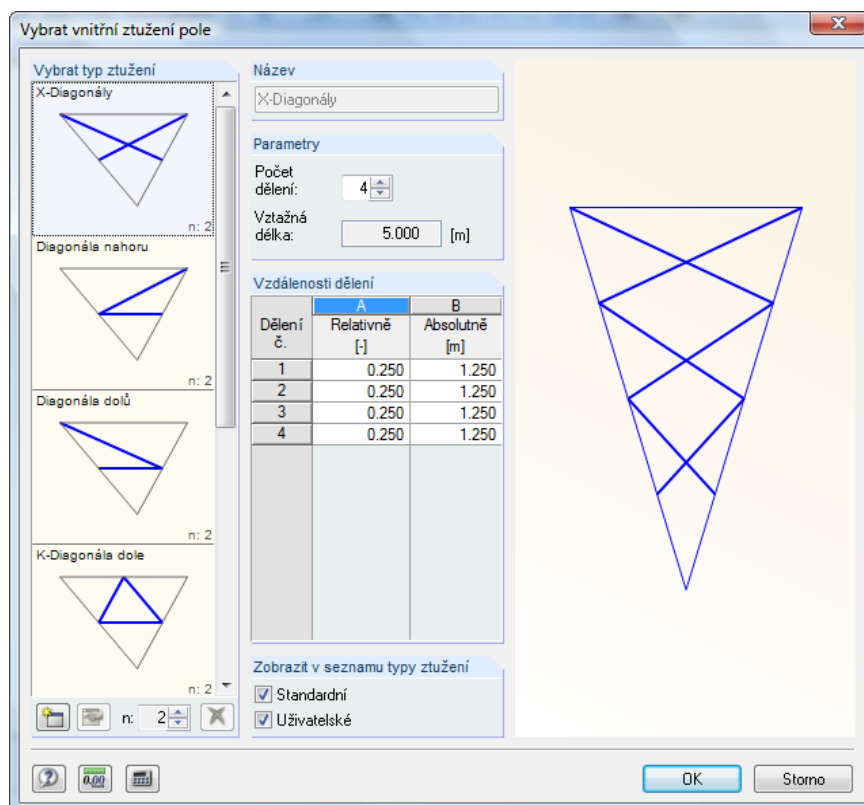


Dialog 1.8 *Vnitřní ztužení* se aktivuje pouze v případě, že jsme v dialogu 1.4, příp. 1.5 vybrali typ svislého ztužení, u nichž je přidavné ztužení vhodné. Vzhledem k tomu, že se pro všechny čtyři strany stožáru definuje stejné vnitřní ztužení, je třeba v případě různé délky stran zvolit pro všechny strany takový typ ztužení, který vnitřní ztužení připouští.



V horní části tabulky aktivujeme ve sloupci C daná ztužení a přiřadíme jim určitý typ ztužení. Ve sloupci E je možné stanovit počet dělení. Požadované číslo zde můžeme vyplnit buď přímo nebo ho můžeme navolit pomocí číselníku, který se aktivuje, pokud do příslušného políčka klikneme.

Z databáze lze vybírat vnitřní ztužení pro různé geometrické okrajové podmínky. I v tomto případě může uživatel vytvářet vlastní typy ztužení. Práci s databází popisujeme v kapitole 2.4 na straně 16.

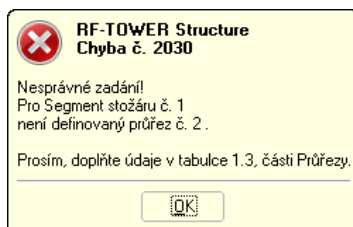


Obr. 2.13: Databáze geometrií vnitřních ztužení

3. Vygenerované údaje

Generovat

Jakmile jsme kompletně zadali všechna vstupní data, spustíme generování stožárové konstrukce tlačítkem [Generovat]. Pokud modul zjistí, že některé údaje byly zadány chybně či neúplně, zobrazí příslušnou chybovou hlášku.

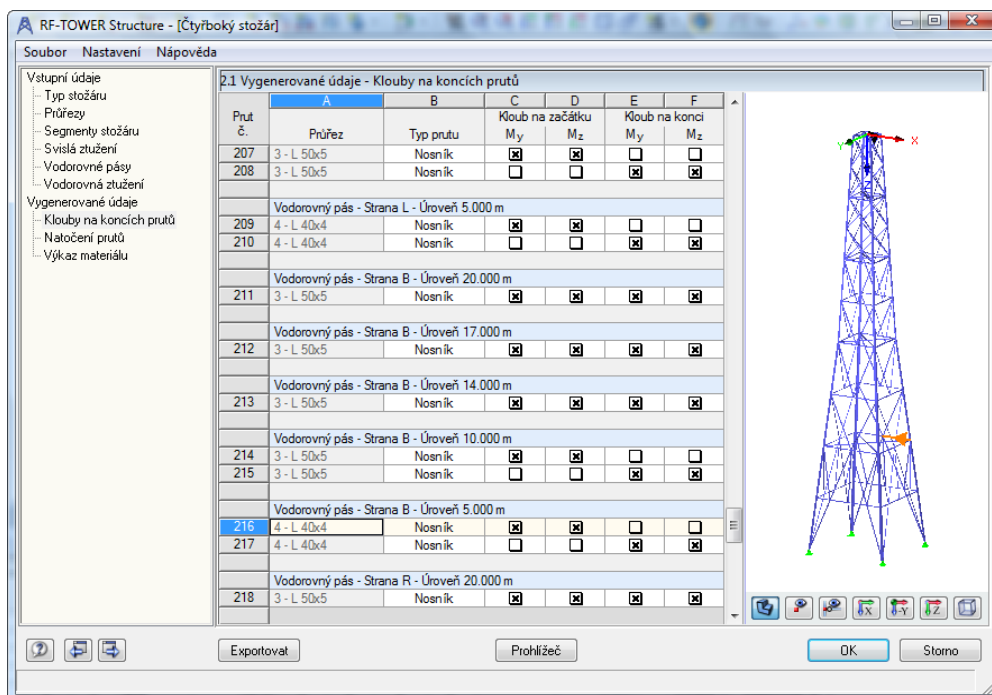


Obr. 3.1: Chybové hlášení

V hlášce se přesně uvádí, o který vstupní dialog se jedná, a proto lze údaje rychle opravit.

3.1 Klouby na koncích prutů

Po úspěšném vygenerování konstrukce se ve výsledném dialogu 2.1 zobrazí přehled kloubů na koncích prutů.

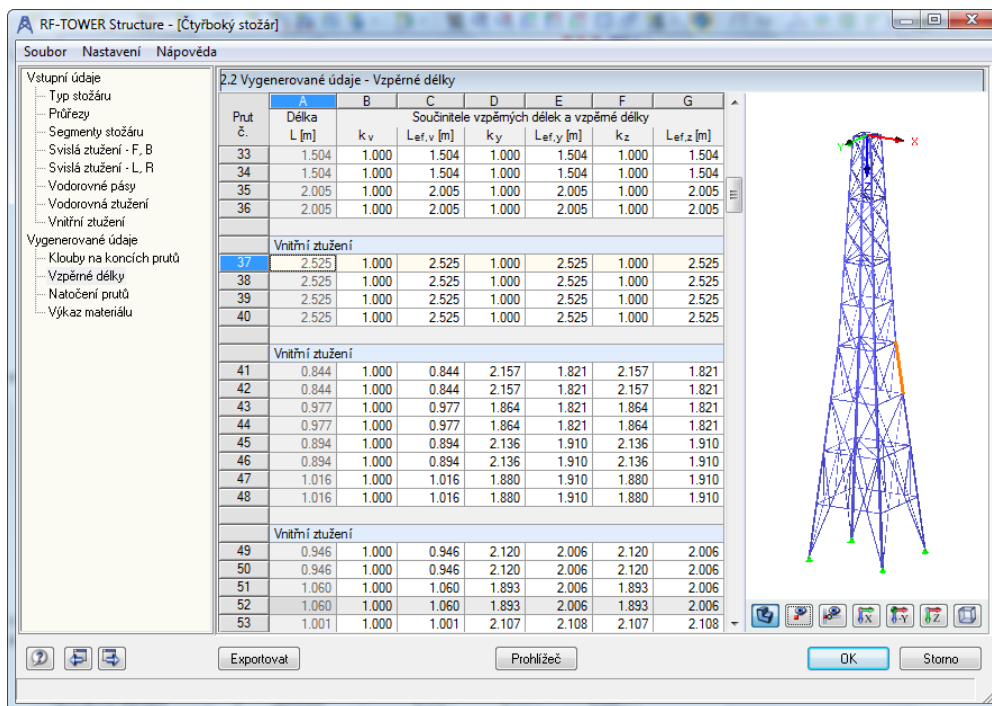


Obr. 3.2: Dialog 2.1 Klouby na koncích prutů

Tabulka je přehledně rozdělena do jednotlivých skupin konstrukčních prvků. Modul při generování stožáru již klouby přiřadil příslušným prvkům. Uživatel je může v případě potřeby snadno upravit. Je přitom ovšem třeba aktivovat, příp. deaktivovat příslušný stupeň volnosti ve sloupcích C až F. Klouby na koncích prutů lze upravovat i po exportu dat do RSTA-Bu/RFEMu.

3.2 Vzpěrné délky

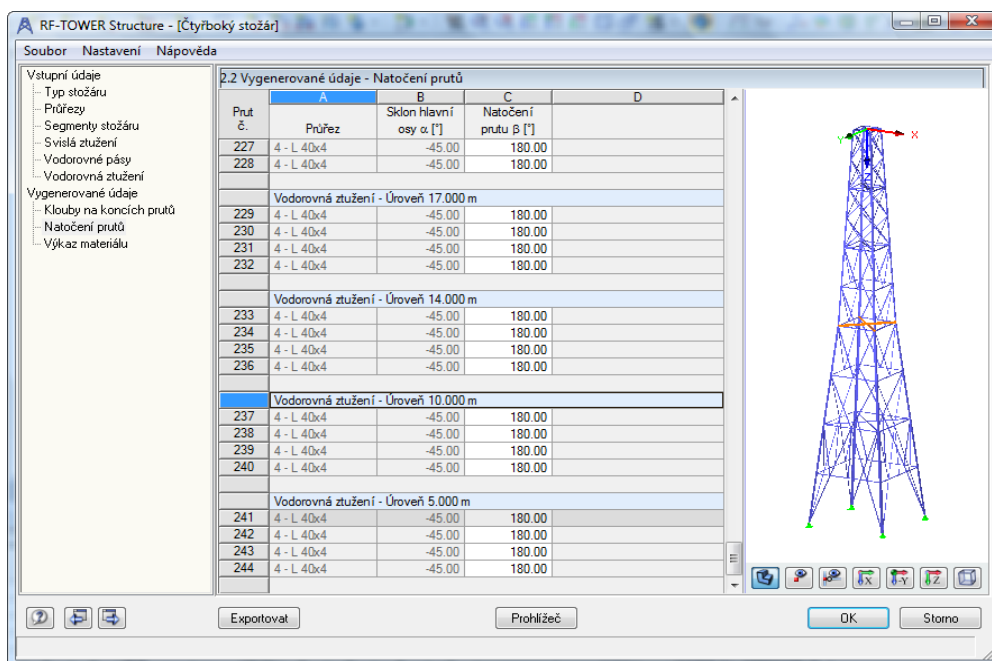
V tabulce 2.2 vygenerovaných dat se zobrazí informace o spočítaných vzpěrných délkách jednotlivých prvků. Uživatel může ručně součinitele vzpěrných délek nebo vzpěrné délky změnit.



Obr. 3.3: Dialog 2.2 Vzpěrné délky

3.3 Natočení prutů

Tento dialog obsahuje informace o sklonu hlavní osy α a úhlu natočení prutu β .

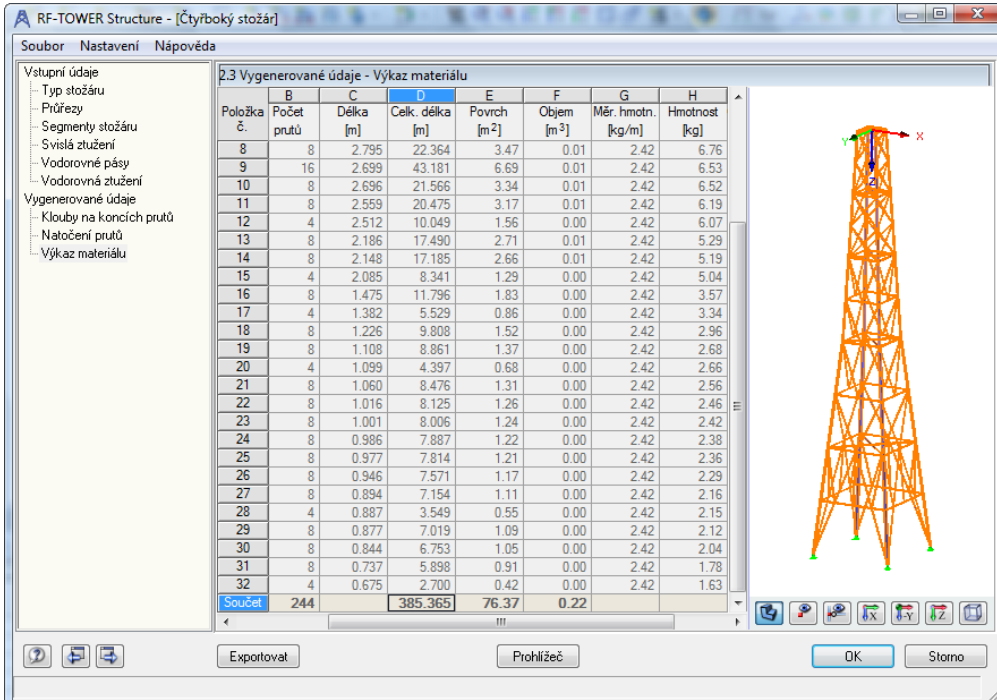


Obr. 3.4: Dialog 2.3 Natočení prutů

Výsledky jsou v dialogu rozděleny do skupin konstrukčních prvků, což může být velmi užitečné, pokud chceme změnit úhel natočení několika prutů v určité oblasti. Stačí totiž změnit velikost úhlu natočení prutu v prvním řádku a stejná hodnota se pomocí klávesy [F8] vyplní do příslušného políčka i v následujících řádcích. Upravit ručně natočení prutu může mít smysl, pokud například chceme upravit směr ramene L profilů vzhledem ke sklonu stran stožáru.

3.4 Výkaz materiálu

Dialog 2.4 nám podává podrobný přehled o použitých průřezech.



Položka č.	B	C	D	E	F	G	H
	Počet prutů	Délka [m]	Celk. délka [m]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]	Měr. hmotn. [kg/m]	Hmotnost [kg]
8	8	2.795	22.364	3.47	0.01	2.42	6.76
9	16	2.699	43.181	6.69	0.01	2.42	6.53
10	8	2.696	21.566	3.34	0.01	2.42	6.52
11	8	2.559	20.475	3.17	0.01	2.42	6.19
12	4	2.512	10.049	1.56	0.00	2.42	6.07
13	8	2.186	17.490	2.71	0.01	2.42	5.29
14	8	2.148	17.185	2.66	0.01	2.42	5.19
15	4	2.085	8.341	1.29	0.00	2.42	5.04
16	8	1.475	11.796	1.83	0.00	2.42	3.57
17	4	1.382	5.529	0.86	0.00	2.42	3.34
18	8	1.226	9.808	1.52	0.00	2.42	2.96
19	8	1.108	8.861	1.37	0.00	2.42	2.68
20	4	1.099	4.397	0.68	0.00	2.42	2.66
21	8	1.060	8.476	1.31	0.00	2.42	2.56
22	8	1.016	8.125	1.26	0.00	2.42	2.46
23	8	1.001	8.006	1.24	0.00	2.42	2.42
24	8	0.986	7.887	1.22	0.00	2.42	2.38
25	8	0.977	7.814	1.21	0.00	2.42	2.36
26	8	0.946	7.571	1.17	0.00	2.42	2.29
27	8	0.894	7.154	1.11	0.00	2.42	2.16
28	4	0.887	3.549	0.55	0.00	2.42	2.15
29	8	0.877	7.019	1.09	0.00	2.42	2.12
30	8	0.844	6.753	1.05	0.00	2.42	2.04
31	8	0.737	5.898	0.91	0.00	2.42	1.78
32	4	0.675	2.700	0.42	0.00	2.42	1.63
Součet	244		385.365	76.37	0.22		

Obr. 3.5: Dialog 2.4 Výkaz materiálu

Kromě délky a hmotnosti jednotlivých prutů se tu zobrazí také údaje o povrchu, k nimž můžeme přihlídnout při rozhodování o typu antikorozi ochrany.

Export

Exportovat

Pokud si přejeme s konstrukcí dále pracovat a zadat další údaje v modulech TOWER Equipment a TOWER Loading, je třeba vygenerované údaje exportovat do RSTABu/RFEMu. Export spustíme tlačítkem [Exportovat].

Při exportu se všechny údaje o konstrukci, které jsme již předtím zadali v RSTABu/RFEMu, přepíší. Proto se nejdříve zobrazí varovné hlášení.

4. Obecné funkce

Hlavní nabídka v horní liště okna modulu TOWER Structure nabízí několik obecných funkcí.

4.1 Smazání případu v modulu TOWER

Uživatel má možnost smazat jakýkoli případ vytvořený v modulu TOWER příkazem z hlavní nabídky

Soubor → **Smazat případ**.

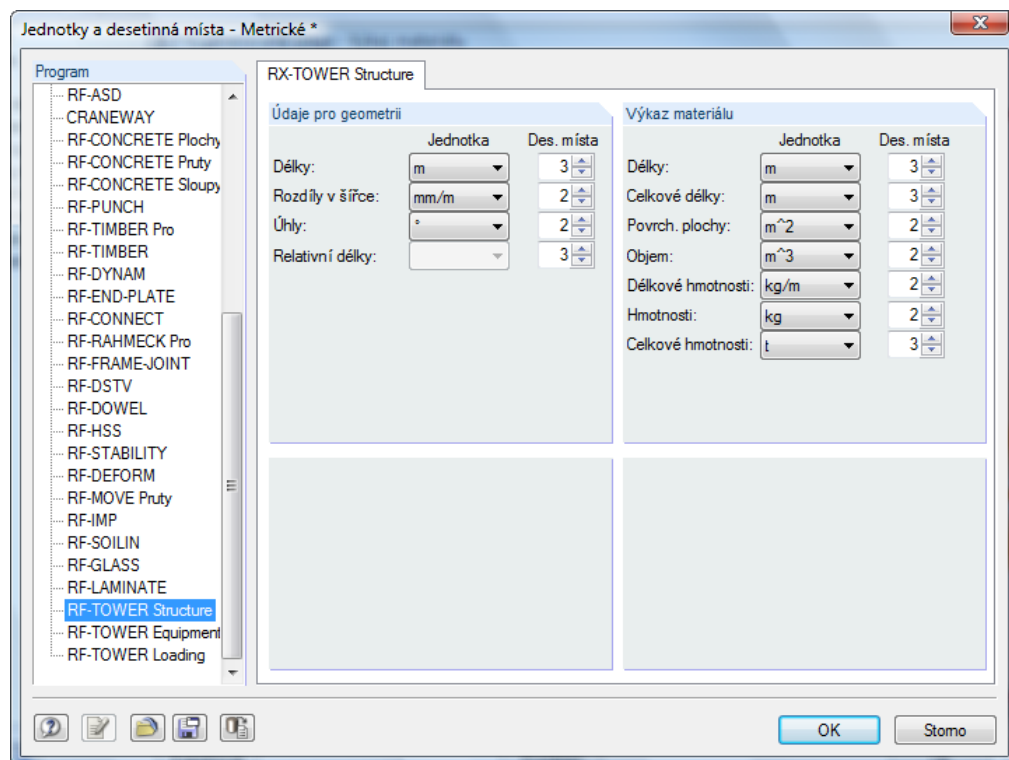
Jakmile požadovaný případ označíme a potvrdíme výběr, případ se smaže a modul se zavře. Údaje, které jsme předtím exportovali do RSTABu/RFEMu, zůstanou zachovány.

4.2 Jednotky a desetinná místa

Jednotky a desetinná místa se pro RSTAB/RFEM i všechny přídavné moduly nastavují centrálně. V modulu TOWER Structure otevřeme dialog pro nastavení jednotek příkazem z hlavní nabídky

Nastavení → **Jednotky a desetinná místa...**

Otevře se dialog, který již dobře známe z RSTABu/RFEMu. V seznamu *Program* v jeho levé části je přednastaven modul TOWER.



Obr. 4.1: Dialog *Jednotky a desetinná místa*



Nastavení lze uložit jako uživatelský profil a použít i v jiných úlohách.

5. TOWER Equipment

5.1 Úvod

Konstrukce, které jsme vytvořili v modulu **TOWER Structure**, slouží jako nosné konstrukce vysílačích antén a dalšího vybavení, např. plošin, žebříků či kabelových šachet. Vzhledem k tomu, že tyto prvky, zvláště pak antény, je nezbytné při posouzení konstrukce zohlednit, vyvinula naše společnost DLUBAL S.R.O. velmi užitečný přídatný modul **TOWER Equipment**, který uživatelům umožňuje rychle vymodelovat kompletní vysílač se všemi důležitými prvky. Modul je přehledně a jednoduše uspořádán, což uživateli usnadňuje práci. Velkou pomoc při zadání jednotlivých komponent představují také podpůrné knihovny a názorná grafická zobrazení.

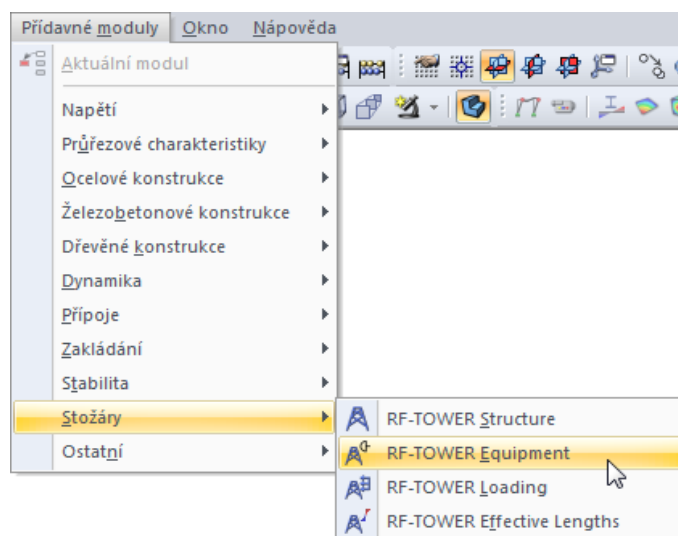
5.2 Spuštění modulu

Přídavný modul **TOWER Equipment** lze v RSTABu/RFEMu spustit dvěma způsoby.

Hlavní nabídka

Modul **TOWER Equipment** můžeme vyvolat příkazem z hlavní nabídky programu RSTAB, resp. RFEM

Přídavné moduly → Stožáry → TOWER Equipment.

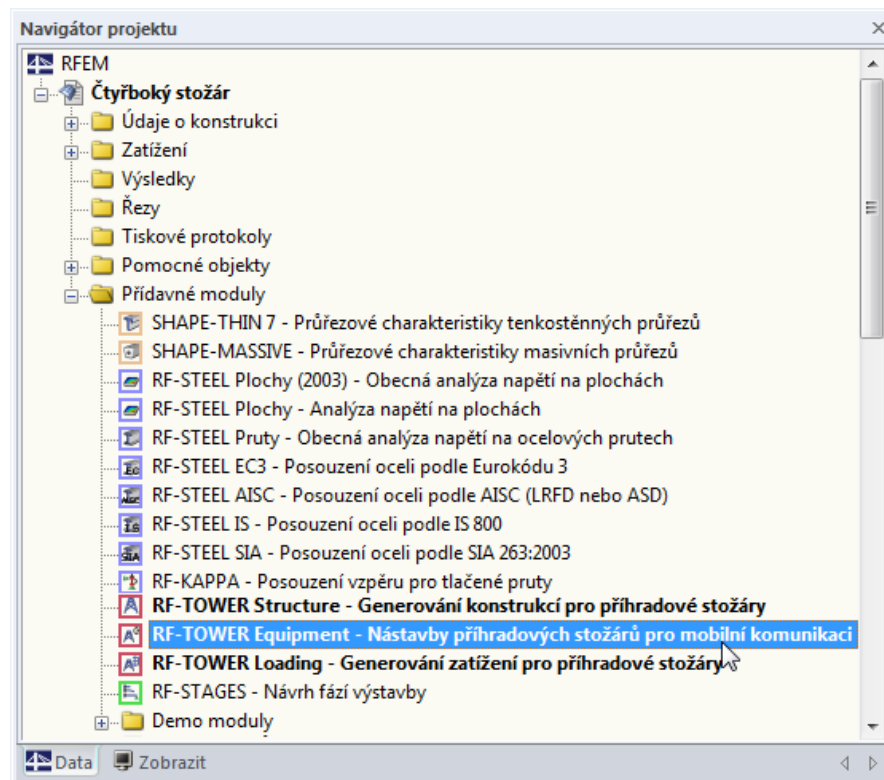


Obr. 5.1: Dialog: *Přídavné moduly* → *Stožáry* → *TOWER Equipment*

Navigátor

Modul TOWER Equipment lze dále vyvolat z navigátoru *Data* kliknutím na položku

Přídavné moduly → **TOWER Equipment**.



Obr. 5.2: Navigátor *Data*: *Přídavné moduly* → *TOWER Equipment*

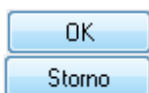
6. Vstupní data

Vstupní údaje o příslušenství stožárů se zadávají v dialogích.

Po spuštění modulu **TOWER Equipment** se v novém okně na levé straně zobrazí navigátor, který obsahuje všechny aktuálně přístupné dialogy.



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



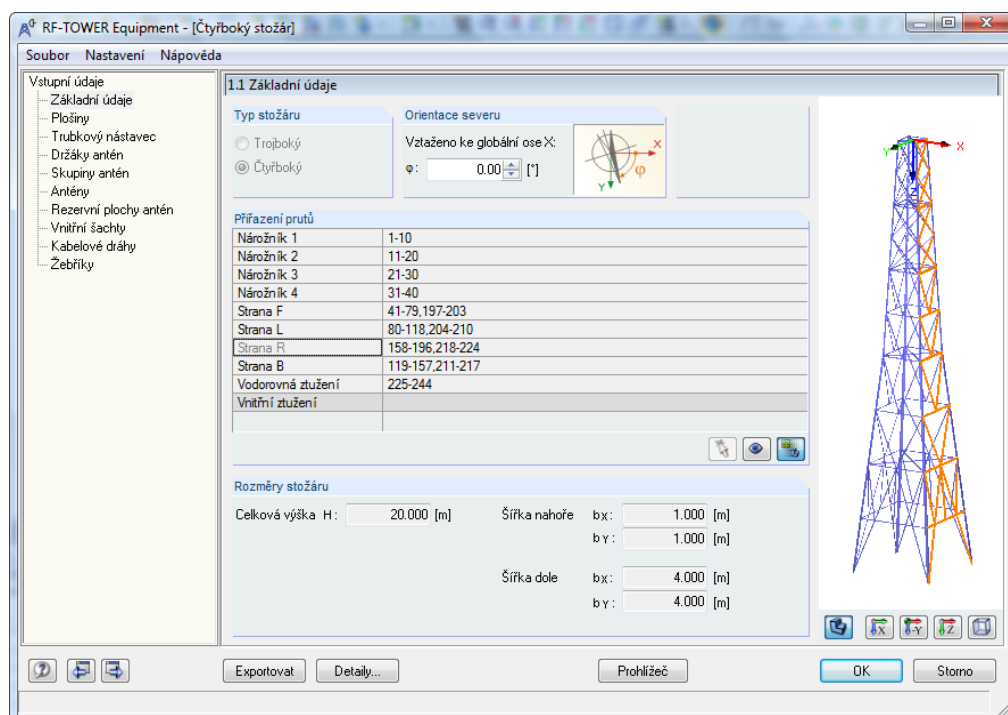
Pomocí tlačítka [OK] zadané údaje před ukončením modulu uložíme, zatímco tlačítko [Storno] slouží k zavření modulu bez uložení dat.

6.1 Základní údaje



V dialogu 1.1 se uživateli přehledně zobrazí údaje o konstrukci načtené z RSTABu/RFEMu. V tabulce jsou údaje seřazeny podle konstrukčních prvků stožáru. Pokud některý řádek v tabulce *Přiřazení prutů* vybereme, vyznačí se příslušné části konstrukce v obrázku modelu v pravé části dialogu odlišnou barvou. Model zobrazíme pomocí vlevo znázorněného tlačítka.

Ve spodní části dialogu si můžeme prohlédnout nejdůležitější údaje o geometrii stožárové konstrukce.



Obr. 6.1: Dialog 1.1 *Základní údaje*

Pokud jsme stožárovou konstrukci nevytvořili pomocí modulu TOWER Structure nebo jsme ji po exportu z tohoto základního modulu upravili, tabulka *Přiřazení prutů* bude zpočátku prázdná. Čísla prutů pak můžeme do jednotlivých řádků tabulky vyplnit buď ručně nebo můžeme použít funkci [Vybrat pruty a tyto importovat] a příslušné prvky vybrat myší v grafickém okně RSTABu/RFEMu.

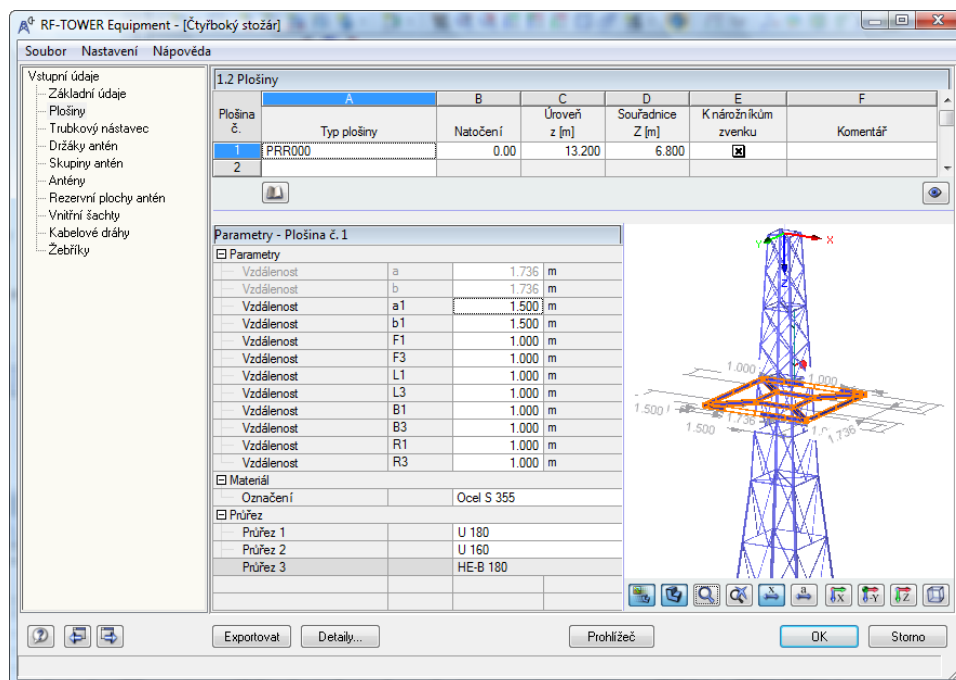
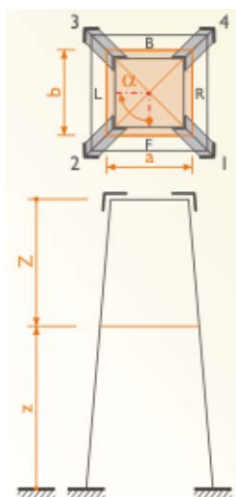
Orientace severu



Pro pozdější zadání zatížení a pro dimenzování konstrukce je důležité znát směr anténních zařízení. Pomocí úhlu ϕ definujeme směr stožáru vzhledem k severu. Tento údaj je vztažen ke globální ose X v RSTABu/RFEMu.

6.2 Plošiny

Plošiny jsou významnou součástí stožárů. V dialogu 1.2 máme možnost začlenit do konstrukce různé typy plošinových konstrukcí.



Obr. 6.2: Dialog 1.2 Plošiny









V horní části dialogu stanovíme *Typ plošiny*. Můžeme přitom použít vzory plošin z databáze. Databázi otevřeme tak, že umístíme kurzor myši do požadovaného řádku ve sloupci A a klikneme na tlačítko [...] anebo použijeme tlačítko [Importovat plošinu z databáze...]. Výškovou polohu plošiny zadáme buď pomocí *úrovně* z nebo *souřadnice* Z. Tyto proměnné se následně znázorní ve schematickém obrázku.

Vzhledem k tomu, že nosníky plošin nemusí být uspořádány vždy symetricky, může být vhodné zadat *pootočení* plošiny, abychom například umožnili vést rovně kabelovou dráhu. Ve sloupci B tak máme možnost vybrat úhel 0°, 90°, 180° nebo 270°.

K plošině právě vybrané v horní části dialogu se zobrazí ve spodní tabulce příslušné parametry. Polohu jednotlivých nosníků plošiny definují uvedené vzdálenosti. Pro větší přehlednost můžeme v případě potřeby pomocí tlačítek, které uvádíme v tab. 6.1, upravit náhled. Pokud se parametry vyznačí červeně, nelze plošinu se zadanými rozměry (příp. převzatými z databáze) začlenit do geometrie stožáru. Pokud pak kurzor myši umístíme na označení parametru, zobrazí se nám přípustné rozmezí hodnot daného parametru.

L3	2.300	m
B1	0.500	m
B3	Vzdálenost	
R1	0.500	m

Rozsah hodnot: (0; 1) m

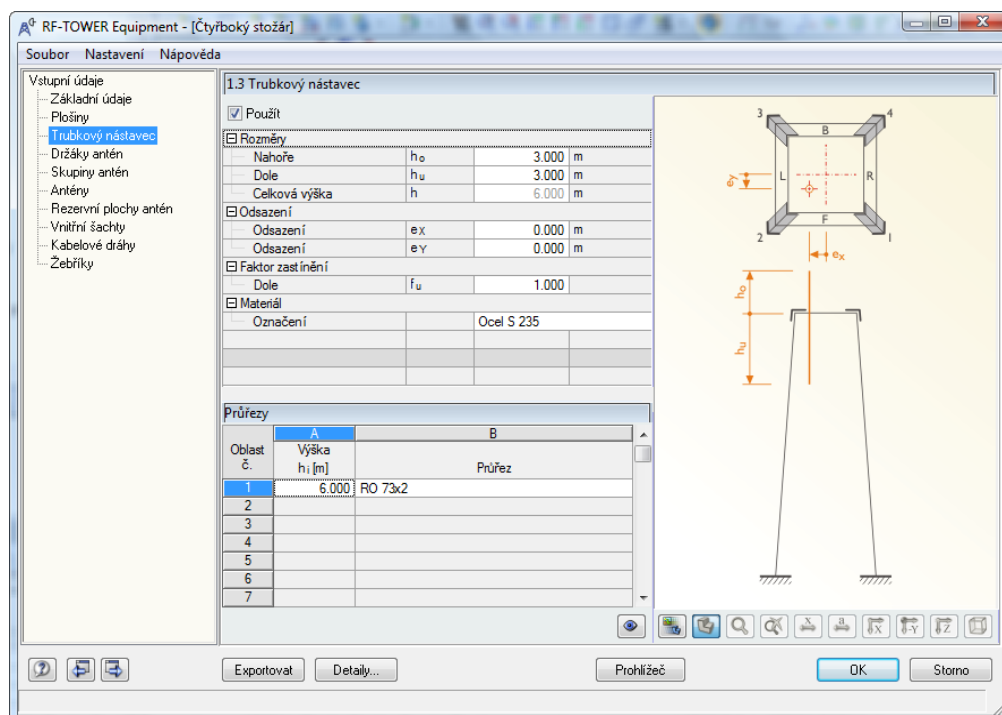
Tlačítko	Funkce
	Zobrazení schematickeho znázornění nebo modelu
	Zobrazení drátěného nebo plného modelu
	Zobrazení aktuálního objektu nebo všech objektů
	Transparentní zobrazení nevybraných objektů
	Zobrazení kót
	Zobrazení kót se symboly
	Náhled na model ve směru osy X, -Y či Z
	Zobrazení izometrického pohledu

Tab. 6.1: Tlačítka pro úpravu zobrazení plošin

Plošinová konstrukce může být vyrobena z jiného druhu oceli než základní konstrukce stožáru. Proto je materiál dalším parametrem, který lze nastavit ve spodní části dialogu 1.2. Průřezy jednotlivých nosníků plošiny jsou již předem definovány u každého vzoru plošiny v databázi. Pomocí tlačítka [...] můžeme zvolit jinou velikost průřezu nebo můžeme z databáze průřezů vybrat nový profil. V kapitole 2.2 na straně 10 podrobně popisujeme, jak se databáze používá.

6.3 Trubkový nástavec

Trubkové nástavce slouží jako podpůrné konstrukce antén a bleskosvodů. V dialogu 1.3 lze v horní tabulce stanovit geometrii a polohu nástavce. Ve schématu po pravé straně jsou jednotlivé parametry znázorněny.



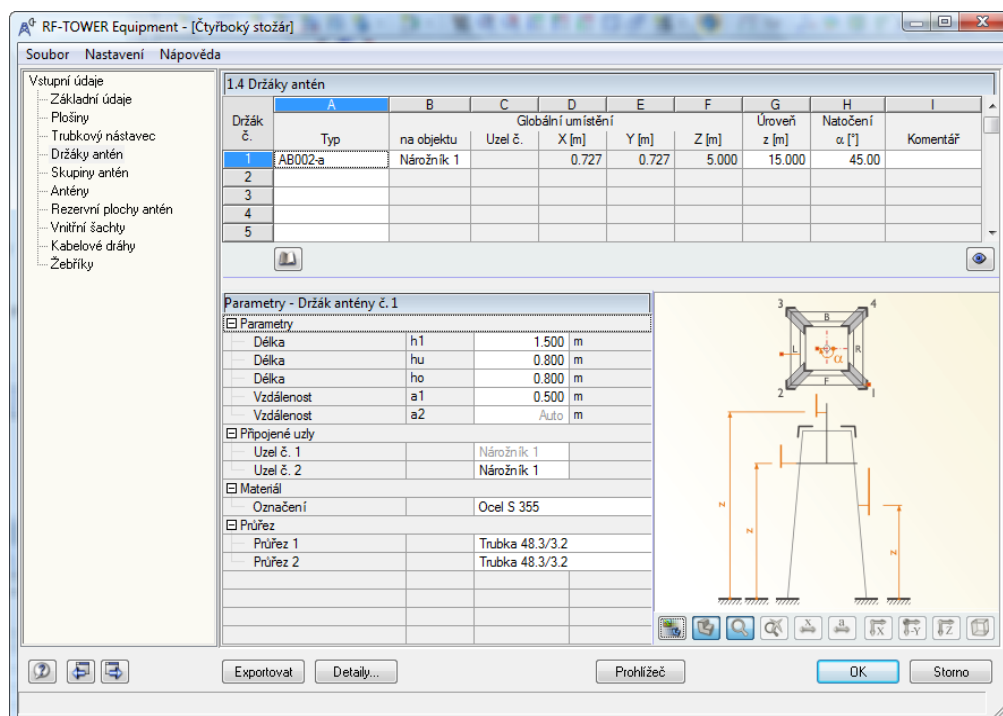
Obr. 6.3: Dialog 1.3 Trubkový nástavec

Faktor zastínění je standardně nastaven na 1,00. Podle DIN 4131, přílohy A, kapitoly A1.3.2.2 lze u konstrukčních částí, které se nacházejí uvnitř obrysu stožáru, redukovat zatížení větrem až o 20%.

Ve spodní tabulce se stanoví průřez trubkového nástavce. Uživatel tu má možnost rozdělit prvek do několika částí s různými průřezy tak, že definuje několik dílčích výšek h_i .

6.4 Držáky antén

V dialogu 1.4 se zadávají držáky antén. V závislosti na anténě, kterou je třeba upevnit, rozlišujeme značné množství typů těchto prvků. Modul TOWER Equipment proto nabízí rozsáhlou databázi vzorů.



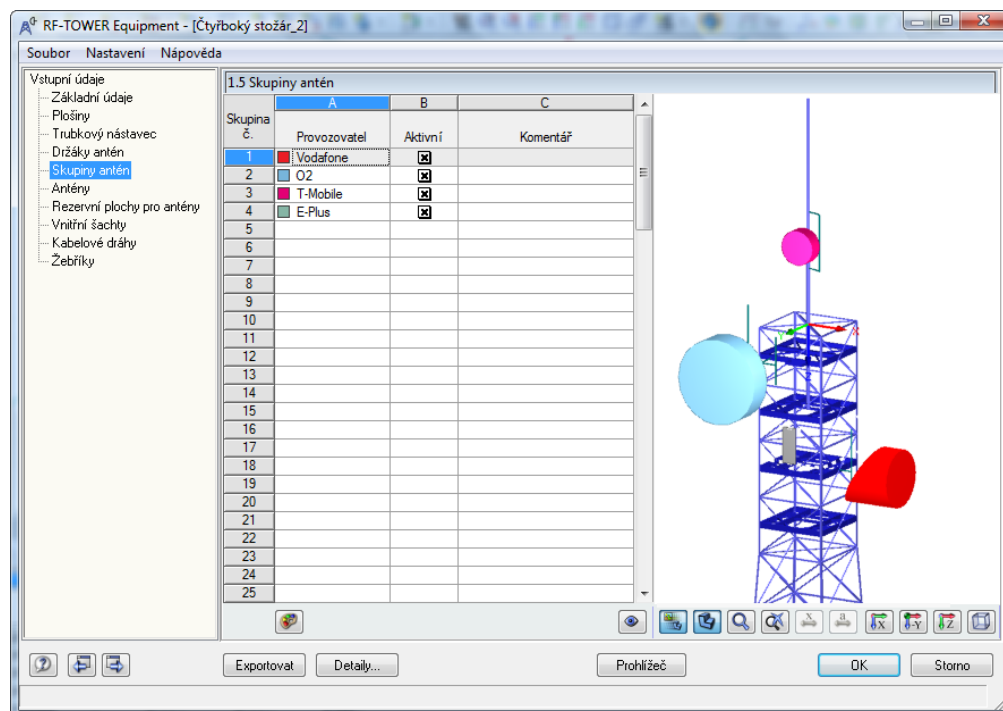
Obr. 6.4: Dialog 1.4 Držáky antén

Č.	Umístění	Uspořádání
5	Roh	1
6	Roh	2
7	Roh	3
8	Roh	4
9	Strana F	1
10	Strana F	2
11	Strana F	3
12	Strana L	1
13	Strana L	2
14	Strana L	3

V tabulce ve sloupci B se stanoví, na jakém objektu má být držák antény umístěn. Vybrat lze přitom trubkový nástavec, náročníky nebo plošinu. Pokud zvolíme plošinu, je třeba zadat ve sloupci C příslušný uzel. V rozbalovacím seznamu jsou uvedeny uzly i s příslušnou stranou stožáru, ke které patří.

6.5 Skupiny antén

Pokud budeme chtít namáhání stožáru vyhodnotit z hlediska jednotlivých provozovatelů telekomunikačních zařízení, je vhodné rozdělit antény do skupin právě podle tohoto kritéria. Příslušné údaje se zadávají v dialogu 1.5.



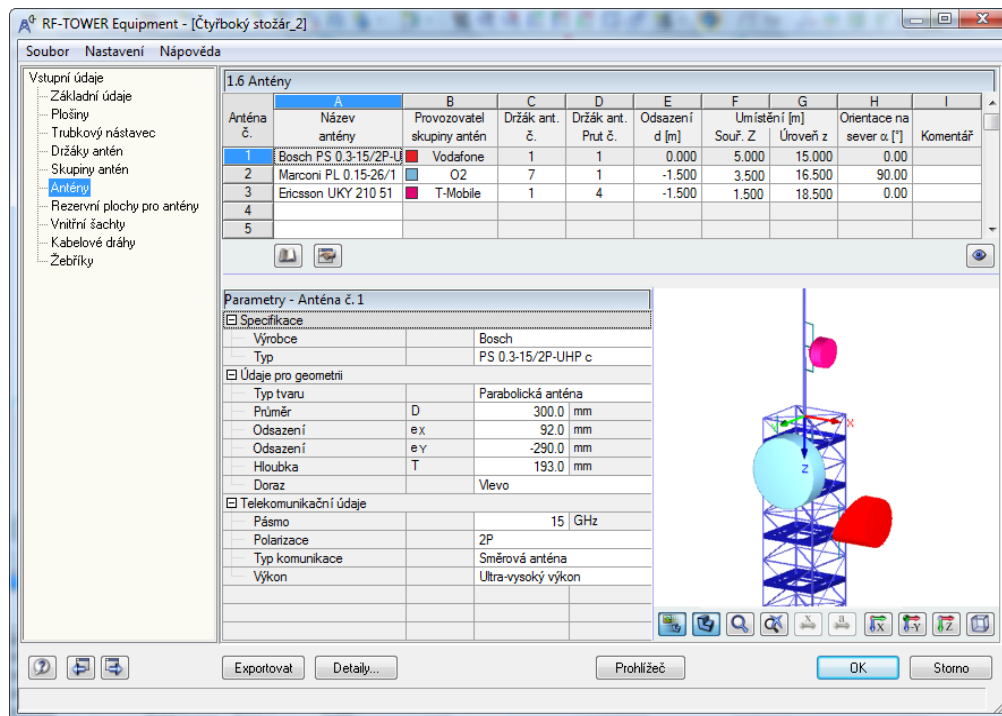
Obr. 6.5: Dialog 1.5 Skupiny antén

Čtyři významní mobilní operátoři jsou tu již přednastaveni a vyznačeni odlišnými barvami.

Uživatel má možnost zadat další poskytovatele. Barvy můžeme nastavit podle svého uvážení v tabulce barev.

6.6 Antény

Při svém tvaru a velikosti mohou antény skýtat značné plochy, na které působí zatížení větrem. Proto je pro posouzení důležité zadat polohu a orientaci těchto prvků.



Obr. 6.6: Dialog 1.6 Antény

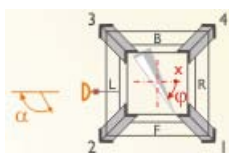
Ve sloupci A v dialogu 1.6 stanovíme typ antény. Můžeme přitom vybrat určitý vzor z rozsáhlé databáze, kterou otevřeme tak, že umístíme kurzor myši do příslušného řádku ve sloupci A a následně klikneme na tlačítko [...] nebo použijeme tlačítko [Importovat anténu z databáze...].

Jakmile stanovíme skupinu antén ve sloupci B, je třeba zadat přesnou polohu antény na stožáru. Pomocí nám přitom může velký obrázek příslušné antény v grafickém okně dialogu.

Umístění antény určuje její držák, jehož polohu jsme stanovili v dialogu 1.4. Podle typu držáku se nám ve sloupci D zobrazí různý počet prutů, na které lze anténu upevnit. Některý z nich můžeme vybrat. V poli *Odsazení* lze ještě upravit polohu zařízení na daném prutu.

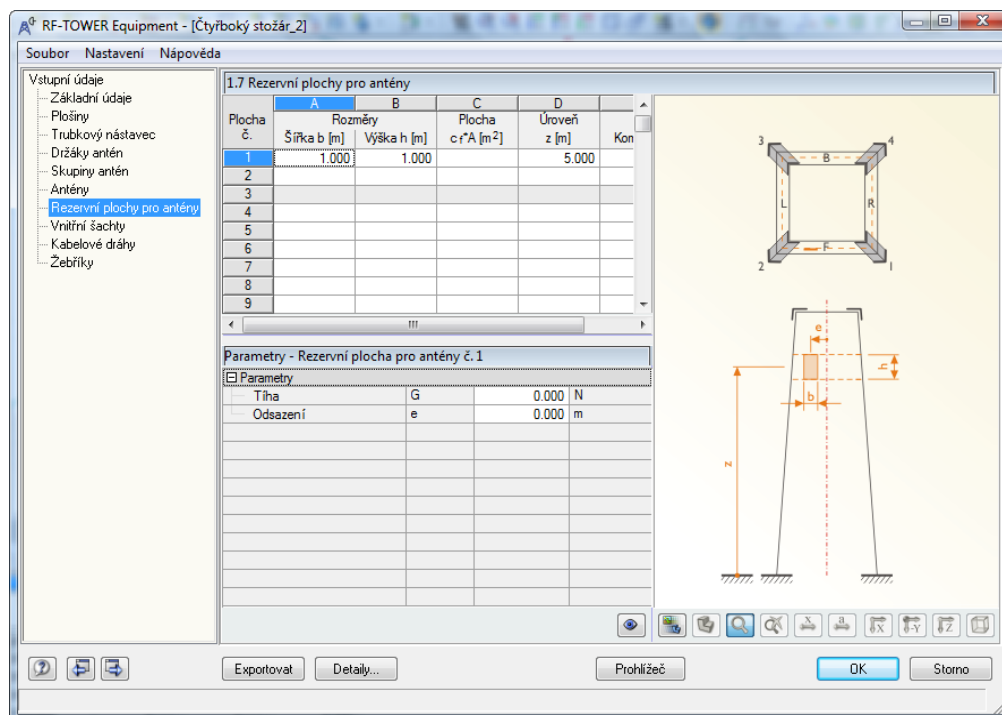
Důležitým údajem je orientace antény, protože má význam pro zatížení, které později zadáme. Pomocí úhlu α určíme *orientaci* antény vzhledem k severu.

Ve spodní části dialogu 1.6 se zobrazí podrobné parametry a údaje o geometrii antény.



6.7 Rezervní plochy pro antény

Pokud v okamžiku, kdy se provádí posouzení, nelze ještě jednoznačně určit typ konstrukce antény nebo ji nelze vybrat z databáze, a přitom potřebujeme tento konstrukční prvek při posouzení zohlednit, můžeme v dialogu 1.7 definovat rezervní plochu pro danou anténu. Z této plochy se bude poté vycházet při generování odpovídajícího zatížení větrem, resp. námrazou v modulu TOWER Loading.



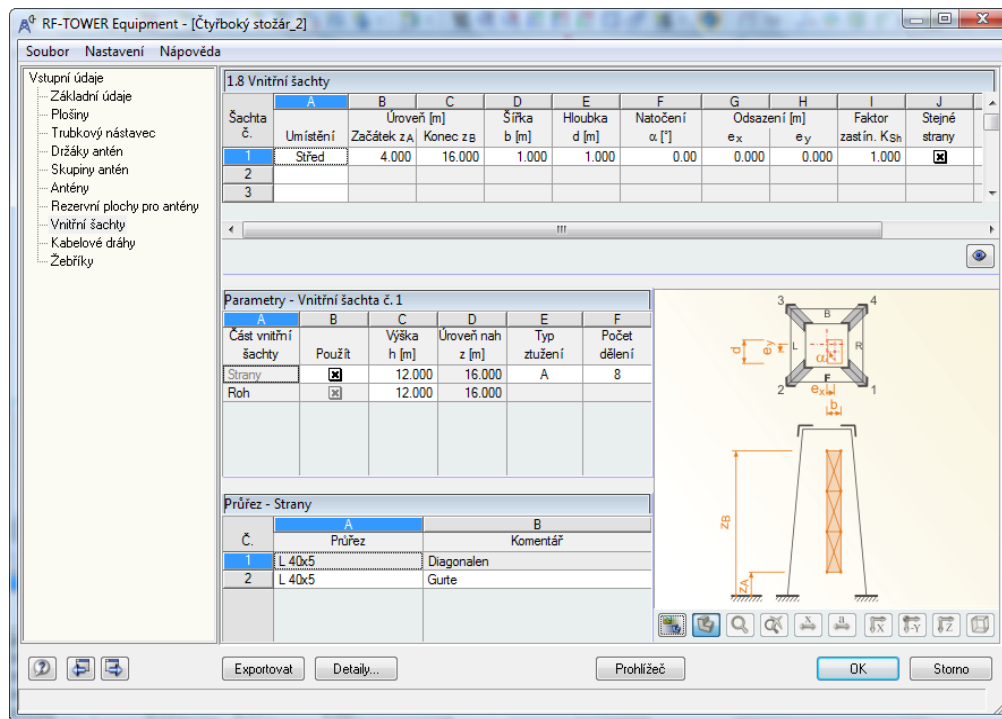
Obr. 6.7: Dialog 1.7 Rezervní plochy pro antény

V tabulce zadáme rozměry a výškovou polohu rezervní plochy. Stranu stožáru není třeba určovat. Rozhodující strana stožáru se zjistí v modulu TOWER Loading při generování zatížení.

Pro zohlednění vlastní tíhy antény lze v parametrech definovat *tíhu G*. Dále můžeme uvést *odsazení*. Při generování zatížení větrem v modulu TOWER Loading se pak tento údaj zohlední.

6.8 Vnitřní šachty

Vnitřní šachty slouží k osazení žebříků a k uložení kabelových drah. V dialogu 1.8 může uživatel určit velikost, polohu a počet vnitřních šachet.



Obr. 6.8: Dialog 1.8 Vnitřní šachty

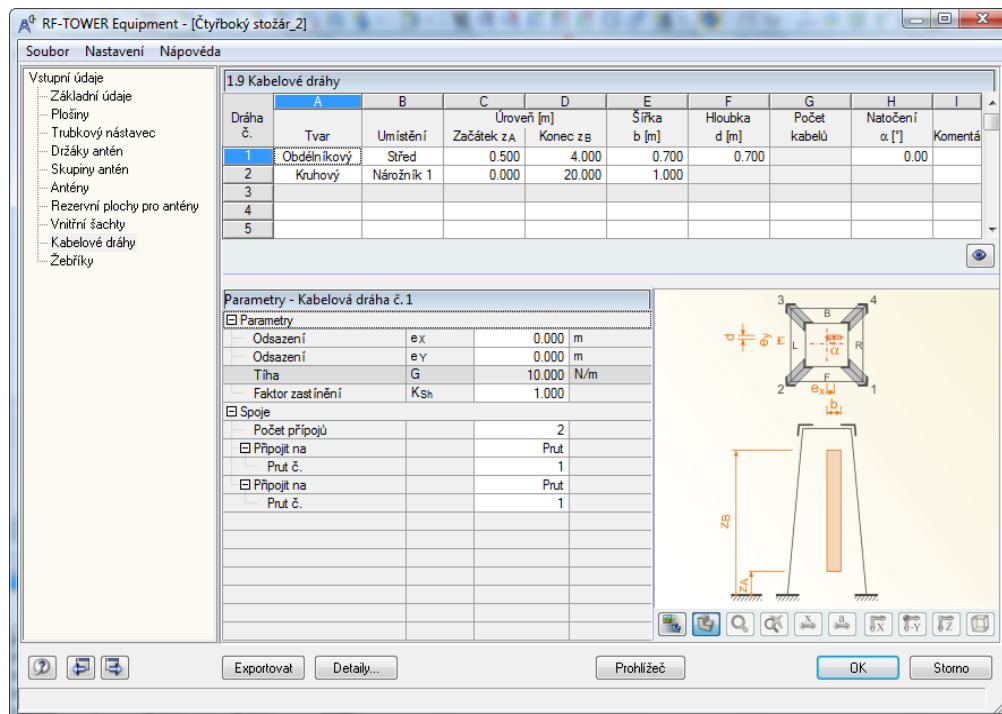
Vnitřní šachty lze umístit uvnitř stožárové konstrukce nebo po jejích stranách. Pro stanovení začátku a konce šachty zadáme úroveň z_A a z_B . Natočení α a Faktor zastínění K_{sh} jsou nezbytné údaje, z nichž se později vychází při určování odpovídajícího zatížení větrem.

Standardně jsou strany vnitřních šachet stejné. Pokud z nějakého důvodu potřebujeme, aby se jednotlivé strany lišily, zrušíme označení v políčku ve sloupci J. Nyní můžeme v prostřední části dialogu 1.8 zadat parametry pro jednotlivé strany vnitřní šachty. Vnitřní šachtu lze rozdělit na části tak, že zadáme několik dílčích výšek h . U každé části lze pak samostatně stanovit typ ztužení i s případným počtem dělení a ve spodní části dialogu následně můžeme vybrat příslušné průřezy.

K dispozici přitom máme opět databázi průřezů. Pokud chceme zvolit jiný průřez, než je průřez uvedený v některém řádku ve spodní tabulce, umístíme kurzor myši do daného řádku ve sloupci A a klikneme na tlačítko [...].

6.9 Kabelové dráhy

Podobně jako vnitřní šachty se i kabelové dráhy musí zohlednit při výpočtu zatížení větrem, které působí na konstrukci spolu s vlastní tíhou a námrazou.



Obr. 6.9: Dialog 1.9 Kabelové dráhy

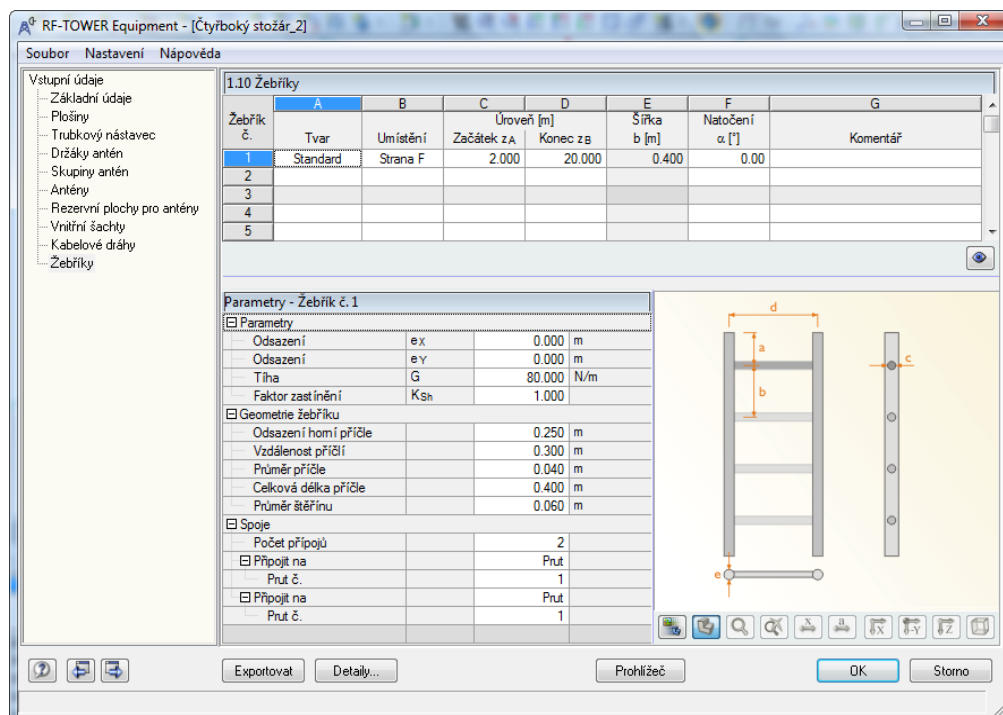
Kabelové dráhy mohou mít obdélníkový či kruhový tvar. Další údaje se zadávají podobně jako u vnitřních šachet.

Pro stanovení začátku a konce příslušné kabelové dráhy uvedeme úroveň z_A a z_B . Dalšími parametry, které je třeba definovat u každé kabelové dráhy, jsou natočení α , faktor zastínění K_{sh} a odsazení. Vlastní tíhu zadáme jako zatížení na linii kN/m.

Ve spodní tabulce v sekci *Spoje* se určí připojení kabelových drah na stožárovou konstrukci. Je to významný údaj pro nanesení zatížení vlastní tíhou, větrem a námrazou na nosnou konstrukci.

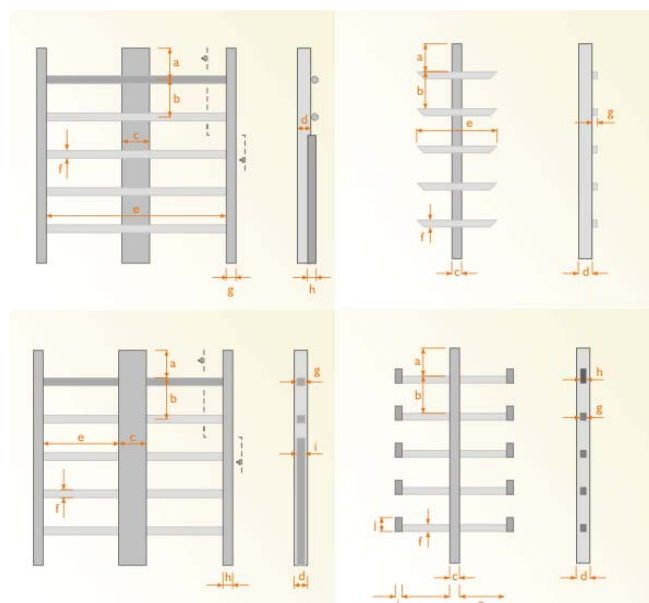
6.10 Žebříky

V dialogu 1.10 se zadávají údaje o žebřících, které slouží k výstupu na stožár.



Obr. 6.10: Dialog 1.10 Žebříky

Vybírat můžeme z pěti typů žebříků. Standardní žebřík vidíme na obr. 6.10. Ostatní typy jsou znázorněny níže.



Obr. 6.11: Typy žebříků

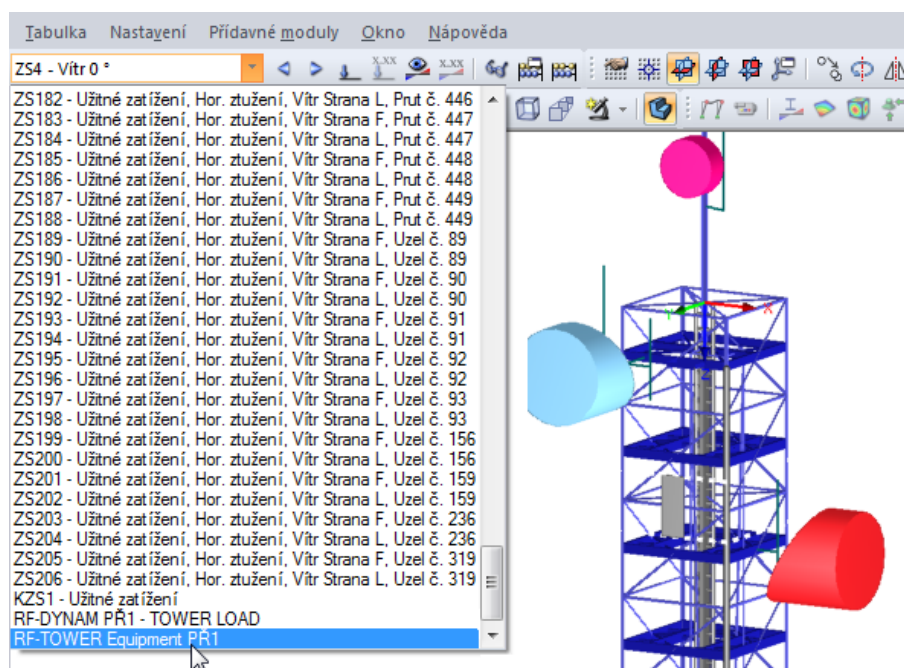
Pro určení začátku a konce příslušného žebříku uvedeme úroveň z_A a z_B . Natočení α , faktor zastínění K_{sh} a odsazení se stanoví v parametrech každého žebříku. Vlastní tíha je již pro standardní parametry uvedena. Pokud změníme geometrické údaje žebříku, musí se odpovídajícím způsobem upravit i tíha.

Podobně jako u kabelových drah je i u žebříků nutné uvést počet přípoju na stožárovou konstrukci a je také třeba upřesnit daná místa upevnění. Tyto údaje jsou důležité pro správný výpočet zatížení na stožár.

6.11 Export

Jakmile jsme zadali všechny prvky, které patří k vybavení stožáru, můžeme je exportovat do RSTABu/RFEMu.

Staticky účinné prvky jako držáky antén, trubkové nástavce a vnitřní šachty se exportují do hlavního programu ve formě prutů. Pro znázornění ostatních prvků se v hlavním programu vytvoří případ TOWER Equipment. Lze ho zobrazit jako běžný zatěžovací stav.



Obr. 6.12: Příklad z modulu TOWER Equipment v programu RSTAB/RFEM

7. Obecné funkce

Hlavní nabídka v horní liště okna modulu TOWER Equipment nabízí několik obecných funkcí.

7.1 Smazání případu v modulu TOWER

Uživatel má možnost smazat jakýkoli případ vytvořený v modulu TOWER příkazem z hlavní nabídky

Soubor → **Smazat případ**.

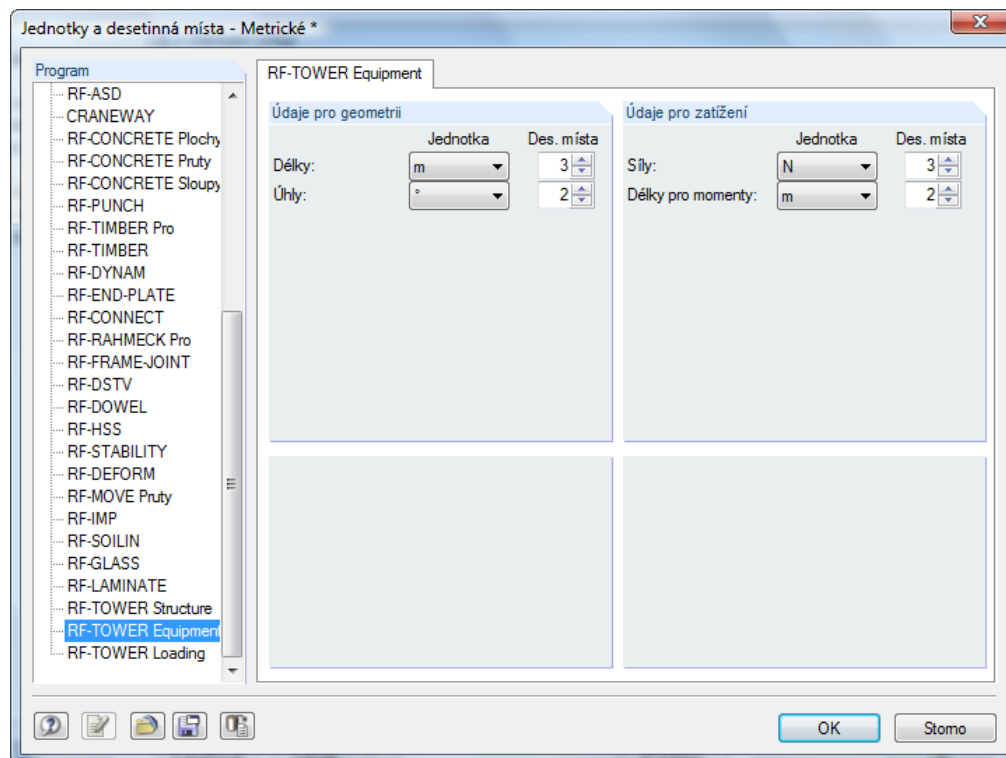
Jakmile požadovaný případ označíme a potvrdíme výběr, případ se smaže a modul se zavře. Údaje, které jsme předtím exportovali do RSTABu/RFEMu, zůstanou zachovány.

7.2 Jednotky a desetinná místa

Jednotky a desetinná místa se pro RSTAB/RFEM i všechny přídatné moduly nastavují centrálně. V modulu **TOWER Equipment** otevřeme dialog pro nastavení jednotek příkazem z hlavní nabídky

Nastavení → **Jednotky a desetinná místa...**

Otevře se dialog, který již dobře známe z RSTABu/RFEMu. V seznamu *Program* v jeho levé části je přednastaven modul TOWER.



Obr. 7.1: Dialog *Jednotky a desetinná místa*



Nastavení lze uložit jako uživatelský profil a použít i v jiných úlohách.

8. TOWER Effective Lengths

8.1 Úvod

Tento modul automaticky generuje vzpěrné délky jednotlivých prutů stožárů. Mohou být generovány vzpěrné délky čtvercových, obdélníkových nebo trojúhelníkových stožárů. Jako vstup do tohoto modulu mohou být použity stožáry vytvořené v modulech TOWER Structure a TOWER Equipment, modul TOWER Effective Lengths ale pracuje nezávisle, tj. každý stožár vytvořený v RSTABu nebo RFEMu může být vstupem pro generování vzpěrných délek. Vygenerované vzpěrné délky mohou být exportovány a použity pro návrh prutů stožárů.

Generování vzpěrných délek je založeno pouze na geometrii stožáru a je nezávislé na působícím zatížení. Detailní nastavení umožňuje definovat pravidla generování. Vzpěrné délky pak mohou být dodatečně manuálně změněny. Tento modul nabízí účinný a silný nástroj popsany v následujících odstavcích.

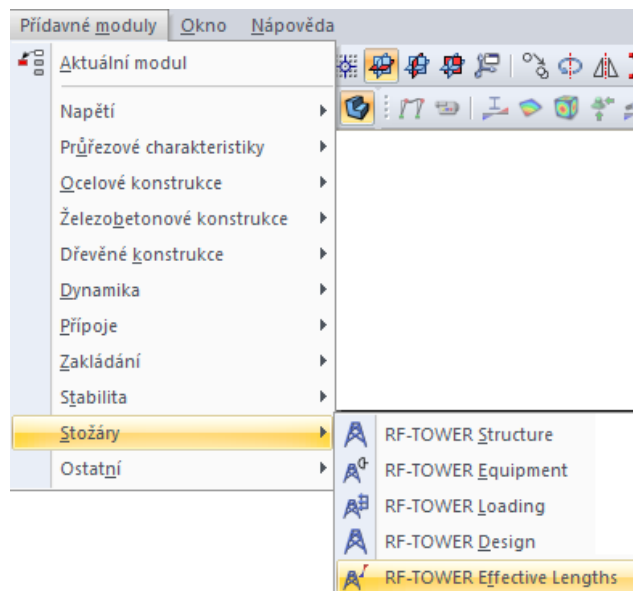
8.2 Spuštění modulu

Přídavný modul TOWER Effective Lengths můžeme spustit různými způsoby.

Hlavní nabídka

TOWER Effective Lengths můžeme spustit příkazem z hlavní nabídky programu RSTAB nebo RFEM:

Přídavné moduly → Stožáry → TOWER Effective Lengths.

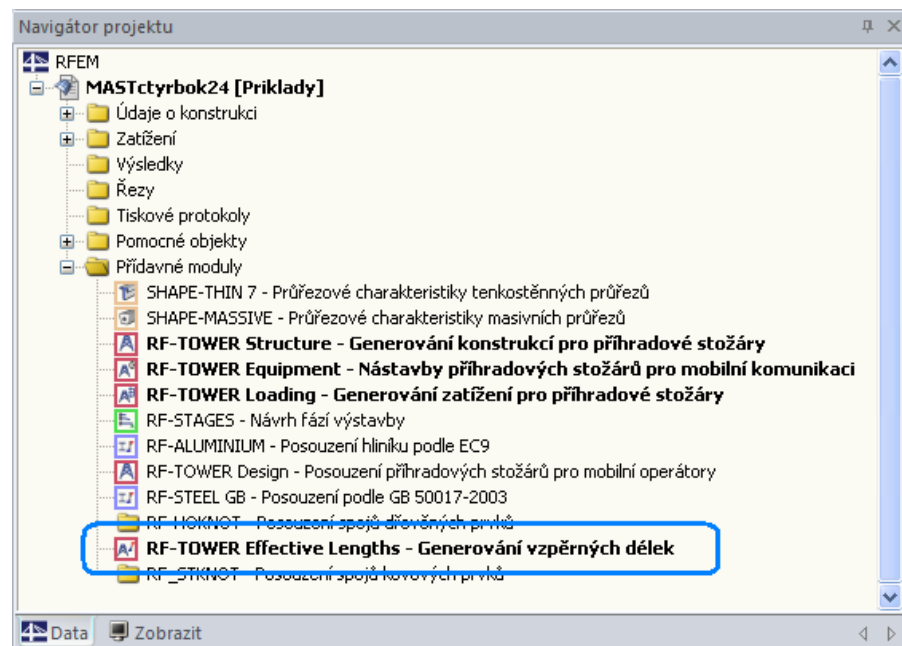


Obr. 8.1: Hlavní nabídka: Přídavné moduly → Stožáry → TOWER Effective Lengths

Navigátor

Modul TOWER Effective Lengths lze dále vyvolat z navigátoru Data kliknutím na položku

Přídavné moduly → TOWER Effective Lengths.

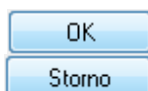


Obr. 8.2: Navigátor Data: Přidavné moduly → TOWER Effective Lengths

9. Vstupní data

Vstupní údaje posouzení se zadávají v tabulce 1.1 *Základní data* tohoto modulu.

Po spuštění modulu TOWER Effective Lengths se v novém okně v levé části zobrazí navigátor, který obsahuje všechny aktuálně přístupné dialogy.



Dialogy lze otevřít buď kliknutím na jejich název v navigátoru modulu TOWER Effective Lengths nebo je lze postupně nalistovat pomocí vlevo zázorněných tlačítek [$<$] a [$>$], příp. pomocí kláves [F2] a [F3].

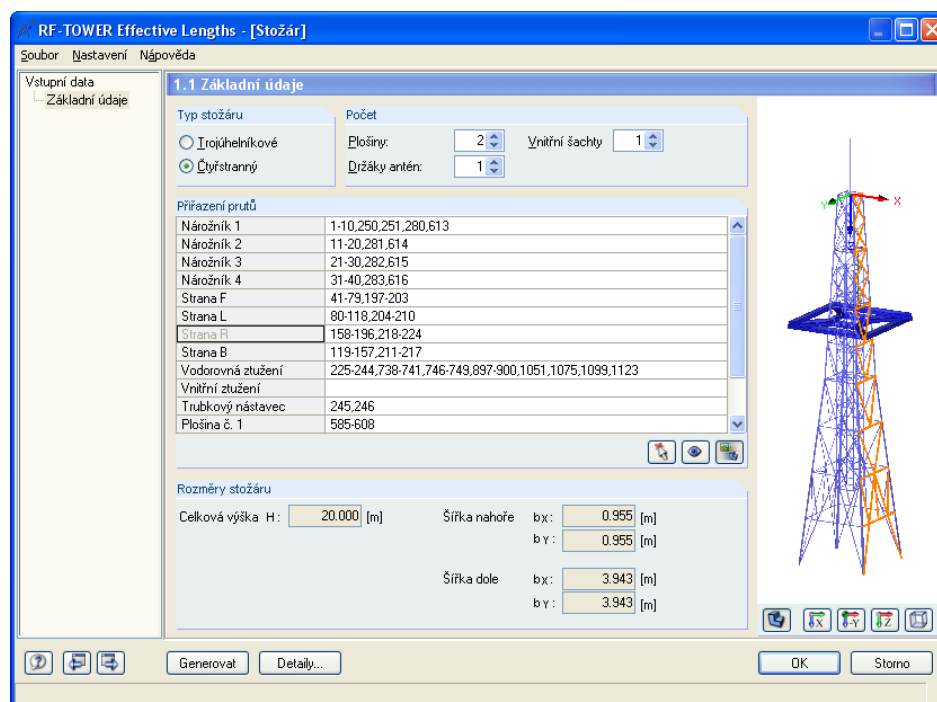
Pomocí tlačítka [OK] zadané údaje před ukončením modulu uložíme, zatímco tlačítko [Storno] slouží k zavření modulu bez uložení dat.

9.1 Základní údaje

Tabulka 1.1 uvádí základní přehled o úloze, která byla převzata z RSTABu/RFEMu. V sekcích *Typ stožáru* a *Počet* se nastavují základní parametry posuzovaného stožáru. Podle tohoto nastavení se zobrazí příslušné řádky v sekci *Přiřazení prutů*.



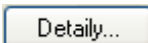
Pomocí tlačítka [Vybrat...] můžeme graficky vybrat pruty z pracovního okna RSTABu/RFEMu. Vybrané pruty jsou automaticky rozříděny v sekci *Přiřazení prutů*. V této sekci je možné měnit pruty ručně. Můžeme přidat jiné pruty nebo přenastavit automaticky rozříděné pruty. Pokud vybereme řádek v sekci *Přiřazení prutů*, všechny v něm zařazené pruty se zvýrazní v grafickém okně napravo.

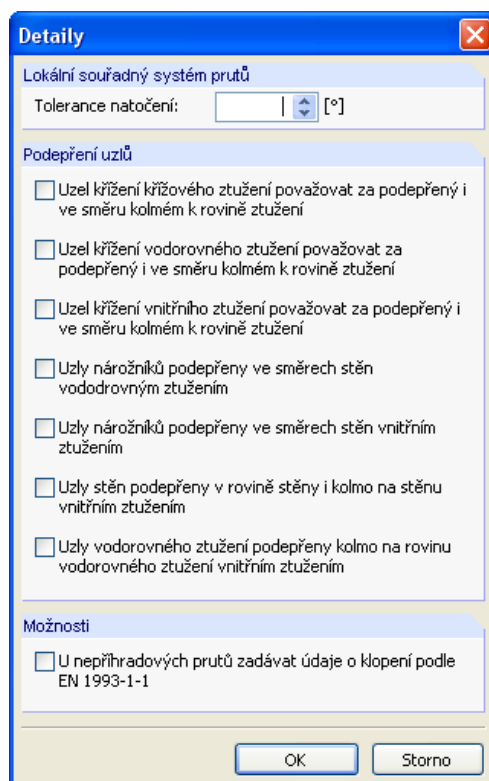


Obr. 9.1: Dialog 1.1 *Základní údaje*

9.2 Detaily

Kliknutím na [Detaily...] otevřeme dialog, kde je možné nastavit podrobnosti. Tato nastavení jsou důležitá pro generování vzpěrných délek.

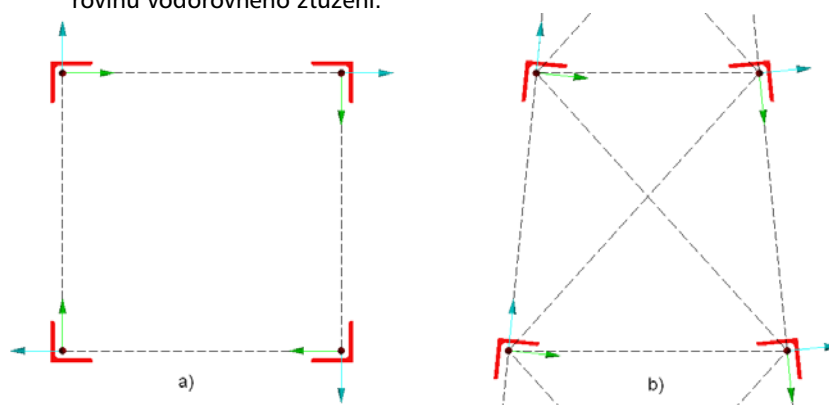


Obr. 9.2: Dialog *Detaily*

Lokální souřadný systém prutů

Průřezy prutů stožáru musí být orientovány správně. Pouze tehdy je možné generovat vzpěrné délky. Proto jsou přesně definována pravidla pro orientaci jednotlivých typů prutů:

- Nárožníkové pruty: lokální osy y a z musí být rovnoběžné se stranami stožáru, viz. obr. a). U trojúhelníkových stožárů není orientace nárožníků důležitá, protože se používá zjednodušená metoda generování vzpěrných délek.
- Pruty stran: jedna z os y a z musí být rovnoběžná s rovinou strany, viz obr. b).
- Pruty vodorovných ztužení: jedna z os y a z musí být orientována svisle, tj. kolmo na rovinu vodorovného ztužení.



Obr. 9.3: Orientace nárožníkových a postranních prutů.

Pokud byl stožár generován modulem TOWER Structure, všechny pruty jsou orientovány podle těchto pravidel. Pokud byl vytvořen ručně v RSTABu/RFEMu, je nutné zkontrolovat, zda všechny orientace průřezů prutů splňují tato pravidla potřebná pro automatické generování. Pokud orientace nesouhlasí, je možné ji ručně změnit v RSTABu/RFEMu. Není ale vždy pohodlné určovat orientaci průřezu přesně, zvláště pokud jsou nárožníky a strany sto-

žáru skloněné. V takovém případě sekce *Tolerance natočení* umožňuje zadat orientaci přibližně. Toleranci můžeme nastavit od 0 to 44°. Pokud orientace plus/minus tolerance nedopovídá pravidlům, není možné generovat vzpěrné délky prutů automaticky, viz tabulka 2.2.

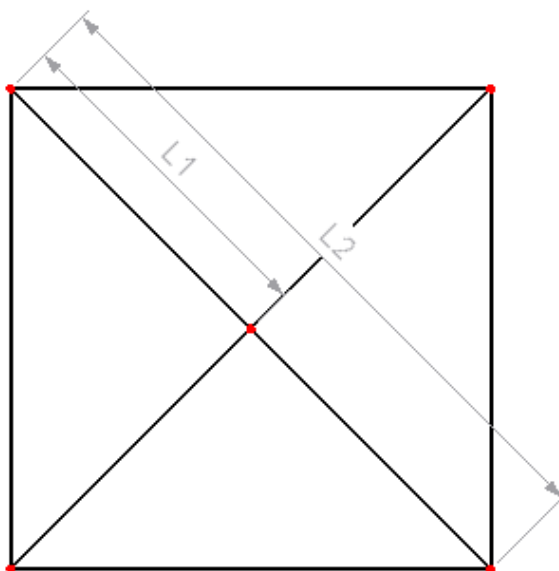
Podepření uzlů

Aby bylo možné generovat efektivní délky, je nutné definovat, které uzly jsou podepřeny v kterých směrech jinými pruty a které uzly budou považovány za nepodepřené. Sekce *Podepření uzlů* nabízí podrobné nastavení.

Možnosti na obrázku 9.4 definují příčné podepření (kolmo k rovině) uzlu křížení dvou prutů. Pokud je příslušná volba zaškrtnuta, styčnick je považován za podepřeny v příčném směru a pro vybočení z roviny je generována vzpěrná délka L_1 , viz obr. 9.5. Pokud volba není zaškrtnuta, je pro vybočení z roviny generována vzpěrná délka L_2 .

- Uzel křížení křížového ztužení považovat za podepřeny i ve směru kolmém k rovině ztužení
- Uzel křížení vodorovného ztužení považovat za podepřeny i ve směru kolmém k rovině ztužení
- Uzel křížení vnitřního ztužení považovat za podepřeny i ve směru kolmém k rovině ztužení

Obr. 9.4: Nastavení definující podepření uzlu křížení kolmé na rovinu ztužení

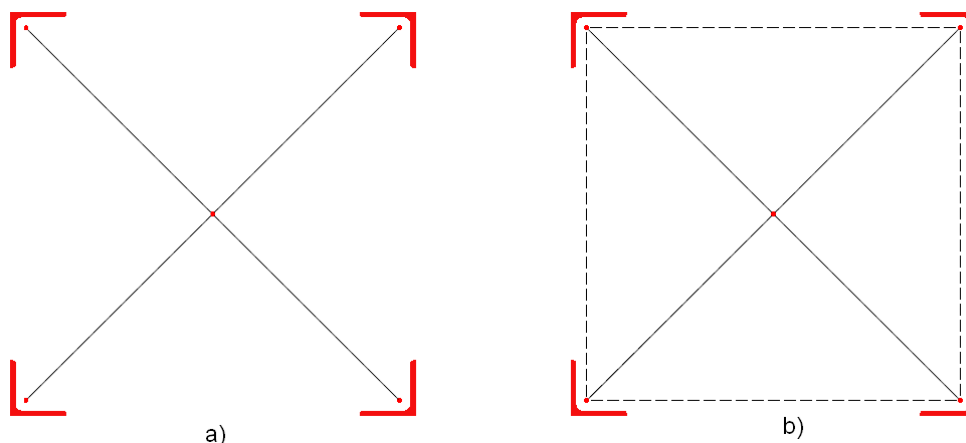


Obr. 9.5: Generované vzpěrné délky pro různá nastavení

Možnost na obrázku 9.6 definuje, jak vodorovná ztužení podírají uzly nárožníků. Pokud volbu nezaškrtneme, vodorovné ztužení podepírá uzel nárožníku jen v diagonálním směru, viz obrázek 9.7a. Pokud volbu zaškrtneme, vodorovné ztužení podepírá uzel nárožníku i ve směrech stěn stožáru, viz obrázek 9.7b.

- Uzly nárožníků podepřeny ve směrech stěn vodorovným ztužením

Obr. 9.6: Podepření nárožníku vodorovným ztužením



Obr. 9.7: Podepření nárožníku vodorovným ztužením

Pokud má stožár vnitřní ztužení, je možné uvažovat vnitřní ztužení při generování vzpěrných délek příhradových prutů. Dostupné možnosti jsou na obrázku 9.8.

- Uzly nárožníků podepřeny ve směrech stěn vnitřním ztužením
- Uzly stěn podepřeny v rovině stěny i kolmo na stěnu vnitřním ztužením
- Uzly vodorovného ztužení podepřeny kolmo na rovinu vodorovného ztužení vnitřním ztužením

Obr. 9.8: Podepření uzlů vnitřním ztužením

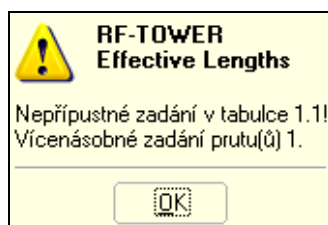
Možnosti

Vzpěrné délky nepřhradových prutů mohou být ručně zadány v tabulce 2.2. Pokud chceme dále posuzovat stožár podle EN 1993-1-1, můžeme zde aktivovat možnost zadání údajů pro klopení podle EN 1993-1-1.

9.3 Generování vzpěrných délek

Generovat

Generování vzpěrných délek může být spuštěno kliknutím na tlačítko [Generovat]. V tu chvíli se spustí i automatická kontrola vstupních dat. V tabulce 1.1 *Základní údaje*, sekci *Přiřazení prutů* (obrázek 9.1), může být každý prut jen v jedné řádce. Pokud je jeden nebo více prutů vloženo do více řádek, objeví se varování z obrázku 9.9. Generování se nespustí, dokud nejsou data v sekci *Přiřazení prutů* opravena.



Obr. 9.9: Varování při vícenásobném vložení jednoho prutu

10. Generovaná data

Po úspěšném generování se objeví v navigátoru modulu tabulky generovaných dat. Tabulky jsou popsány v následujících odstavcích.

10.1 Vzpěrné délky – Příhradové pruty

Tabulka 2.1 *Vzpěrné délky - Příhradové pruty* zobrazuje vygenerované vzpěrné délky. Tato tabulka obsahuje pouze příhradové pruty, tj. pruty, které tvoří hlavní konstrukci stožáru (nárožníky, postranní pruty, vodorovná a vnitřní ztužení). Pro každý prut jsou zobrazeny součinitele vzpěrných délek k_v , k_y , k_z a vzpěrné délky $L_{cr,v}$, $L_{cr,y}$, $L_{cr,z}$. Hodnoty se vztahují k lokálnímu souřadnému systému příslušného prutu, proto je orientace lokálního souřadného systému důležitá pro výsledky (viz odstavec Lokální souřadný systém prutů na straně 43). Jsou tři možnosti, jak mohou být hodnoty k_v , k_y , k_z a $L_{cr,v}$, $L_{cr,y}$, $L_{cr,z}$ zobrazeny v tabulce:

- Pokud je hodnota zobrazena černou barvou, byla správně vygenerována modulem.
- Červená barva indikuje, že modul nebyl schopen vygenerovat hodnotu automaticky. V takovém případě je součinitel vzpěrné délky nastaven na 1,0 a vzpěrná délka se rovná délce prutu. Důvodem může být nesprávná orientace průřezu prutu, viz odstavec Lokální souřadný systém prutů na straně 43. Pokud je jeden nebo více prutů červených, zobrazí se o tom pod tabulkou informace.
- Pokud je buňka v tabulce neaktivní (šedivá), tato hodnota neexistuje. To se typicky stává u hodnot k_v a $L_{cr,v}$ prutů s dvojose symetrickým průřezem.

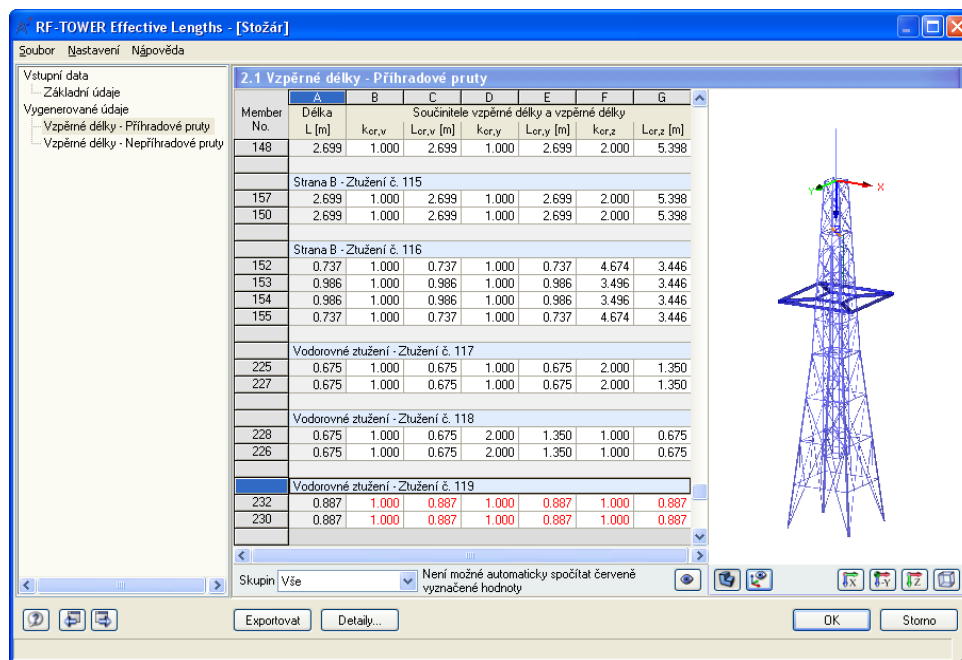
Hodnoty k_v , k_y , k_z a $L_{cr,v}$, $L_{cr,y}$, $L_{cr,z}$ můžeme v tabulce 2.1 ručně editovat. Pokud je hodnota neaktivní (šedivá), ruční editace není možná.

Lokální souřadný systém může být zobrazen pomocí tlačítka [Zobrazit lokální souřadný systém].

Vodorovné ztužení - Ztužení č. 126			
1.378	1.000	1.378	1.000

Není možné automaticky spočítat červeně vyznačené hodnoty

Nárožník č. 1 - Segment č. 3		
1.002	1.500	1.504

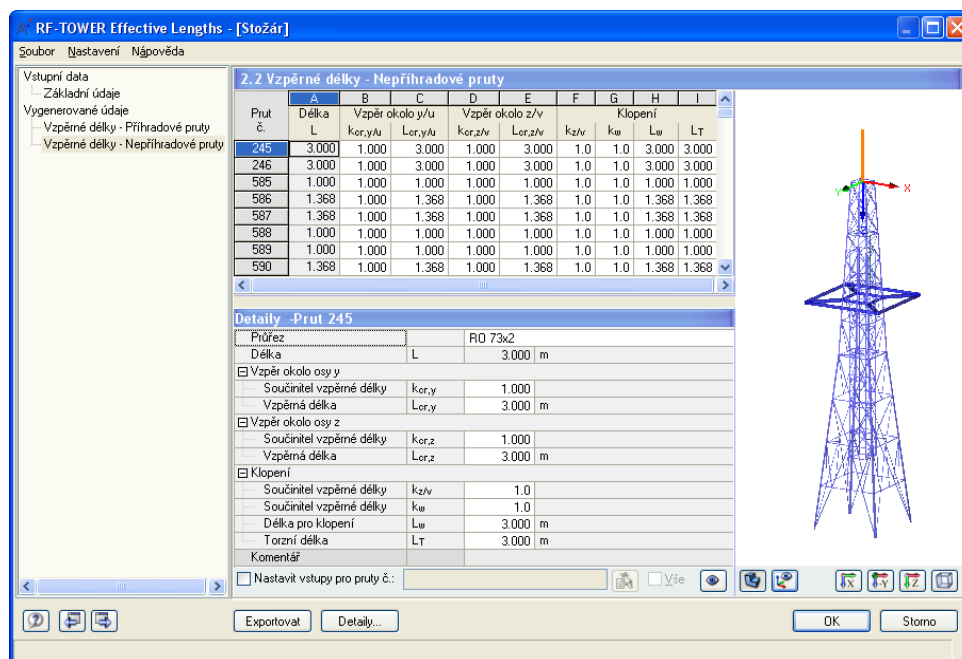
Member No.	Délka L [m]	Součinitele vzpěrné délky a vzpěrné délky					
		$k_{cr,v}$	$L_{cr,v}$ [m]	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]
148	2.699	1.000	2.699	1.000	2.699	2.000	5.398
Strana B - Ztužení č. 115							
157	2.699	1.000	2.699	1.000	2.699	2.000	5.398
150	2.699	1.000	2.699	1.000	2.699	2.000	5.398
Strana B - Ztužení č. 116							
152	0.737	1.000	0.737	1.000	0.737	4.674	3.446
153	0.986	1.000	0.986	1.000	0.986	3.496	3.446
154	0.986	1.000	0.986	1.000	0.986	3.496	3.446
155	0.737	1.000	0.737	1.000	0.737	4.674	3.446
Vodorovné ztužení - Ztužení č. 117							
225	0.675	1.000	0.675	1.000	0.675	2.000	1.350
227	0.675	1.000	0.675	1.000	0.675	2.000	1.350
Vodorovné ztužení - Ztužení č. 118							
228	0.675	1.000	0.675	2.000	1.350	1.000	0.675
226	0.675	1.000	0.675	2.000	1.350	1.000	0.675
Vodorovné ztužení - Ztužení č. 119							
232	0.887	1.000	0.887	1.000	0.887	1.000	0.887
230	0.887	1.000	0.887	1.000	0.887	1.000	0.887

Obr. 10.1: Tabulka 2.1 Vzpěrné délky - Příhradové pruty

10.2 Vzpěrné délky – Nepříhradové pruty

Vybavení stožárů, jako plošiny, vnitřní dráhy, žebříky apod. jsou zobrazeny v tabulce 2.2 *Vzpěrné délky - Nepříhradové konstrukce*. Hodnoty v tabulce nejsou generovány modulem, protože ten generuje jen vzpěrné délky příhradových prutů. V tabulce 10.2 jsou součinitele vzpěrných délek nastaveny na 1,0 a vzpěrné délky jsou rovny délkám prutů. Tyto přednastavené hodnoty můžeme v tabulce měnit ručně.

V horní části tabulky jsou zobrazeny vzpěrné délky a součinitele kolem hlavních os (y a z nebo u a v). Data pro klopení podle EN 1993-1-1 mohou být definována ve sloupcích F, G a H (viz odstavec Možnosti na straně 45). V dolní části tabulky mohou být nastaveny podrobné údaje o prutu vybraném v horní části.



Prut č.	A		B		C		D		E		F			G		H		I	
	Délka L	Vzpěr okolo y/u	Vzpěr okolo y/u	Vzpěr okolo y/u	Vzpěr okolo z/v	Vzpěr okolo z/v	kor,z/v	Lor,z/v	kz/v	kw	Lw	LT	Klopení						
245	3.000	1.000	3.000	1.000	3.000	1.000	3.000	1.0	1.0	3.000	3.000								
246	3.000	1.000	3.000	1.000	3.000	1.000	3.000	1.0	1.0	3.000	3.000								
585	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.0	1.0	1.000	1.000								
586	1.368	1.000	1.368	1.000	1.368	1.000	1.368	1.0	1.0	1.368	1.368								
587	1.368	1.000	1.368	1.000	1.368	1.000	1.368	1.0	1.0	1.368	1.368								
588	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.0	1.0	1.000	1.000								
589	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.0	1.0	1.000	1.000								
590	1.368	1.000	1.368	1.000	1.368	1.000	1.368	1.0	1.0	1.368	1.368								

Detaily - Prut 245	
Průřez	RO 73x2
Délka	L 3.000 m
<input type="checkbox"/> Vzpěr okolo osy y	
Součinitel vzpěrné délky	ker,y 1.000
Vzpěrná délka	Ler,y 3.000 m
<input type="checkbox"/> Vzpěr okolo osy z	
Součinitel vzpěrné délky	ker,z 1.000
Vzpěrná délka	Ler,z 3.000 m
<input type="checkbox"/> Klopení	
Součinitel vzpěrné délky	kz/v 1.0
Součinitel vzpěrné délky	kw 1.0
Délka pro klopení	Lw 3.000 m
Torzní délka	LT 3.000 m
Komentář	
<input type="checkbox"/> Nastavit vstupy pro pruty č.: _____	

Obr. 10.2: Tabulka 2.1 Vzpěrné délky - Nepříhradové pruty

10.3 Export výsledků

Exportovat

Kliknutím na tlačítko [Export] se exportují data z tabulek 2.1 a 2.2. Exportovaná data pak mohou být importována do modulu TOWER Design pro další posuzování stožáru.

11. Obecné funkce

Tato kapitola popisuje obecné funkce v hlavní nabídce v horní liště okna modulu TOWER Effective Lengths.

11.1 Smazání případu v modulu TOWER Effective Lengths

Návrhový případ můžeme smazat příkazem z hlavní nabídky

Soubor → Smazat případ

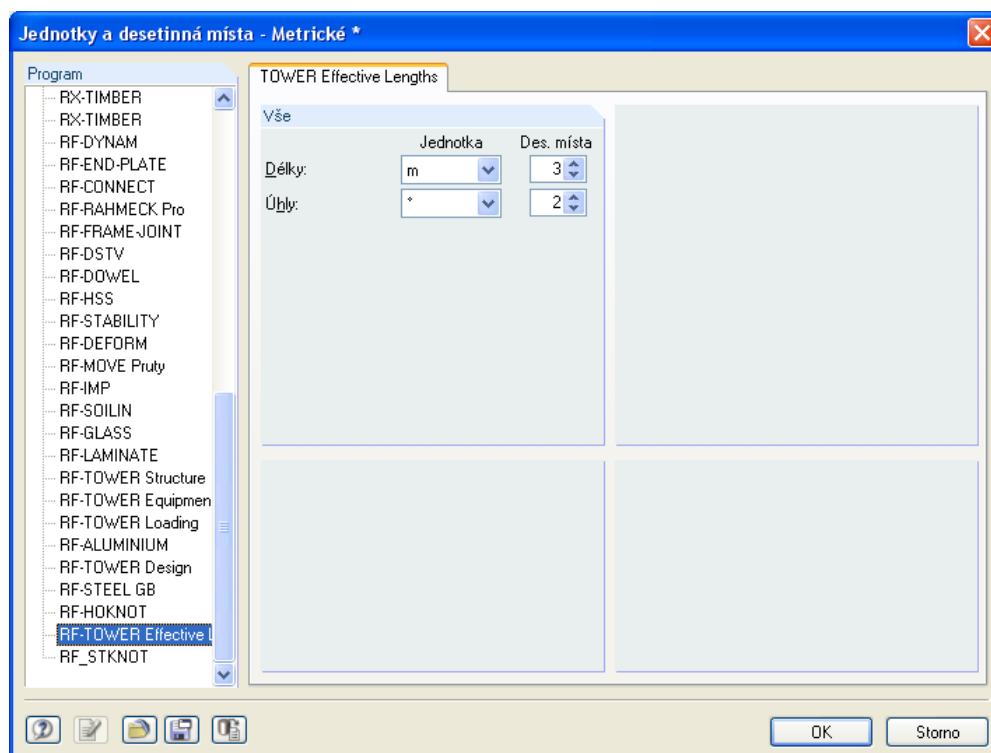
Jakmile požadovaný případ označíme a potvrdíme výběr, případ se smaže a modul se zavře. Údaje, které jsme předtím exportovali do RSTABu/RFEMu, zůstanou zachovány.

11.2 Jednotky a desetinná místa

Jednotky a desetinná místa se pro RSTAB/RFEM i všechny přídavné moduly nastavují centrálně. V modulu TOWER Effective Lengths otevřeme dialog pro nastavení jednotek příkazem z hlavní nabídky

Nastavení → Jednotky a desetinná místa....

Otevře se dialog, který již známe z RSTABu/RFEMu. V seznamu *Program* v jeho levé části je přednastaven modul TOWER Effective Lengths.



Obr. 11.1: Dialog *Jednotky a desetinná místa*



Nastavení lze uložit jako uživatelský profil a použít i v jiných úlohách. Tato funkce je popsána v kapitole 11.6.2 v manuálu pro RSTAB.

12. TOWER Loading

12.1 Úvod

Pomocí přídatného modulu **TOWER Loading** lze velmi snadno generovat zatížení, která jsou nezbytná pro posouzení. Při generování vlastní tíhy stožárů a jejich zatížení větrem a námrazou se zohledňuje norma DIN 1055, v případě provozních zatížení se pak přihlíží k normě DIN V 4131. Uživatel má ovšem možnost generovat i vlastní zátěžové situace. Na následujících stránkách podrobně popíšeme, jak lze pomocí modulu TOWER Loading rychle nadefinovat kompletní zatížení stožárové konstrukce.

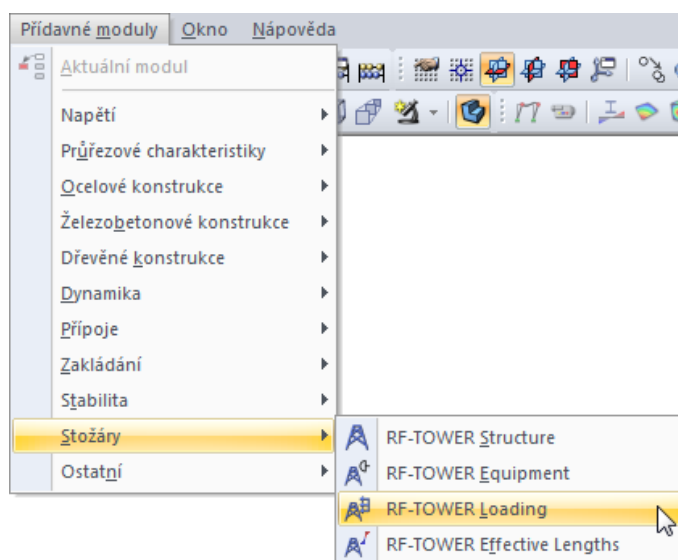
12.2 Spuštění modulu

Přídavný modul **TOWER Loading** lze v RSTABu/RFEMu spustit dvěma způsoby.

Hlavní nabídka

Modul TOWER Loading můžeme vyvolat příkazem z hlavní nabídky programu RSTAB, resp. RFEM

Přídavné moduly → Stožáry → TOWER Loading.

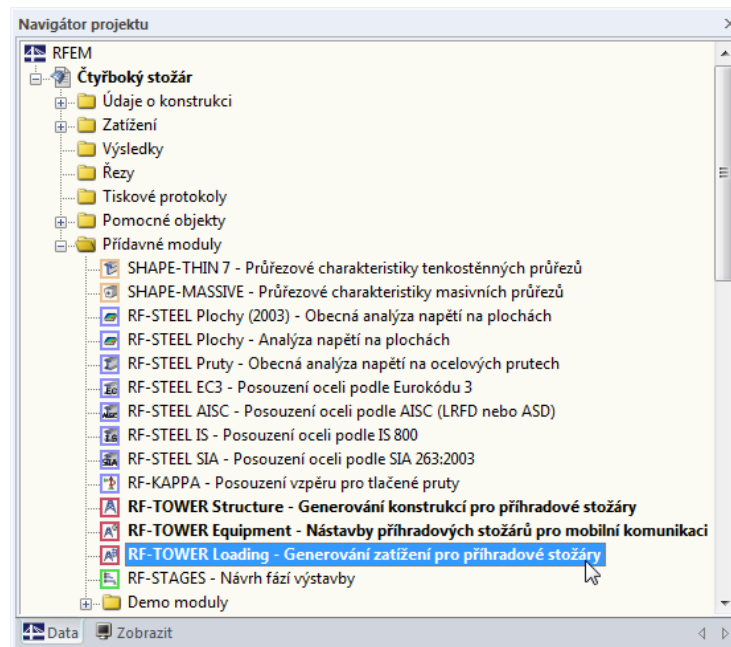


Obr. 12.1: Hlavní nabídka: *Přídavné moduly* → *Stožáry* → *TOWER Loading*

Navigátor

Modul TOWER Loading lze dále vyvolat z navigátoru *Data* kliknutím na položku

Přídavné moduly → **TOWER Loading**.



Obr. 12.2: Navigátor Data: *Přídavné moduly* → *TOWER Loading*

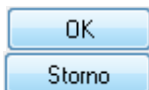
13. Vstupní data

Vstupní údaje o zatížení stožárů se zadávají v dialogích.

Po spuštění modulu **TOWER Loading** se v novém okně na levé straně zobrazí navigátor, který obsahuje všechny aktuálně přístupné dialogy.



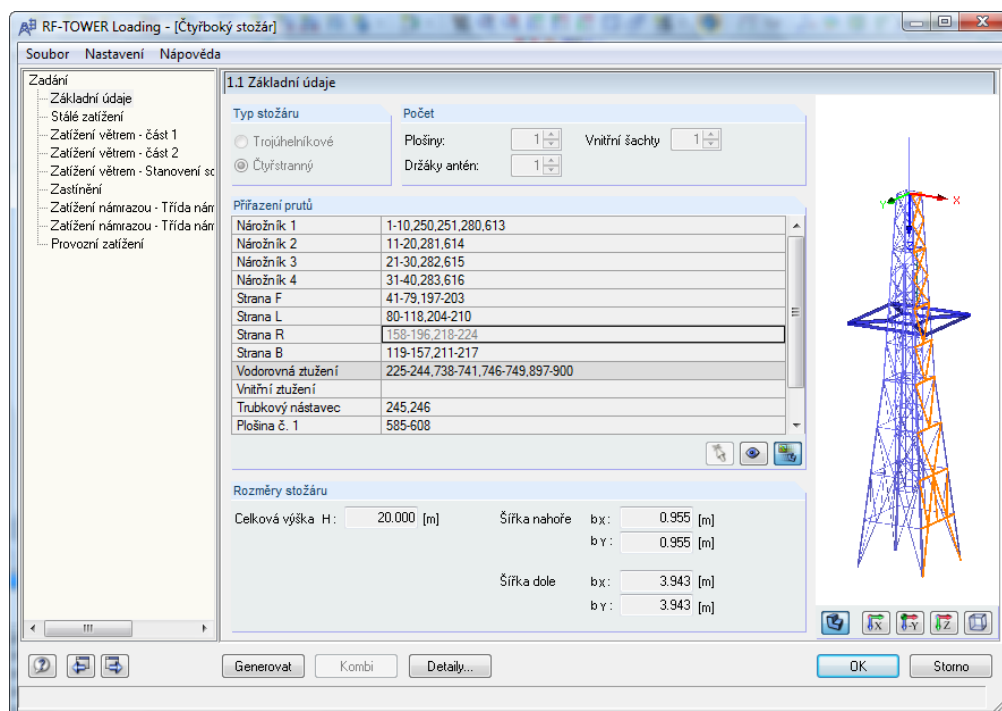
Dialogy lze otevřít buď kliknutím na jejich název v navigátoru modulu TOWER Loading nebo je lze postupně nalistovat pomocí vlevo znázorněných tlačítek [**<**] a [**>**], příp. pomocí kláves [**F2**] a [**F3**].



Pomocí tlačítka [OK] zadané údaje před ukončením modulu uložíme, zatímco tlačítko [Storno] slouží k zavření modulu bez uložení dat.

13.1 Základní údaje

V dialogu 1.1 se zadávají základní údaje o stožárové konstrukci a jejím vybavení.



Obr. 13.1: Dialog 1.1 Základní údaje

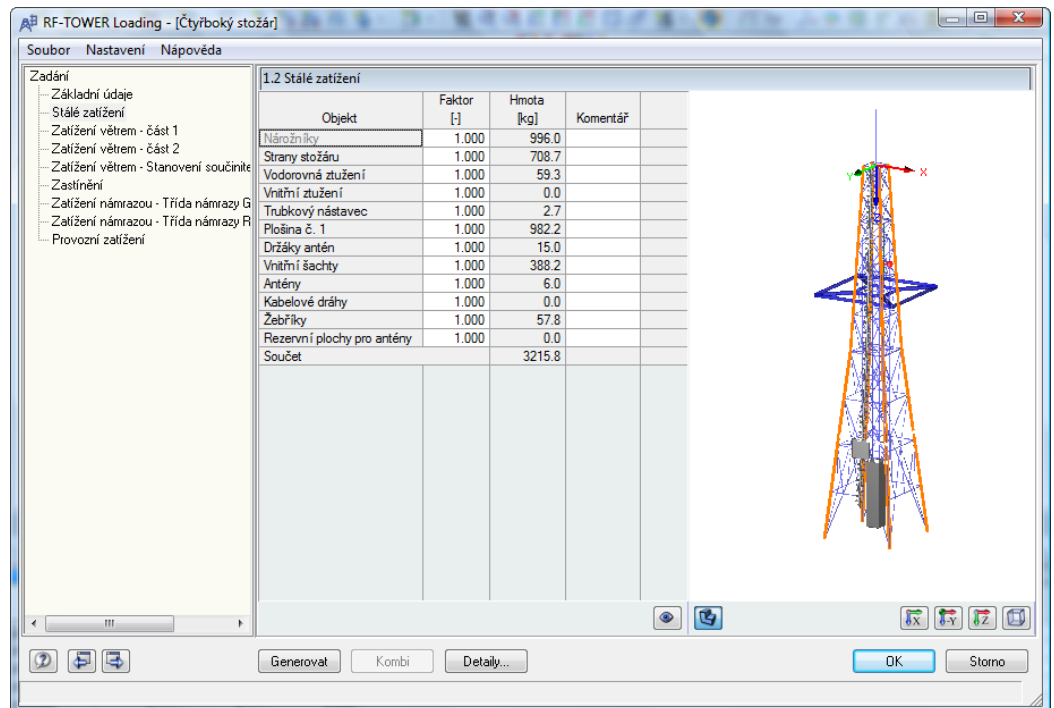
Pokud modul rozpozná stožárovou konstrukci exportovanou z modulu TOWER Structure, bude tabulka *Přiřazení prutů* již obsahovat všechny rozeznané pruty daného stožáru. Počet plošin, držáků antén a vnitřních šachet bude uveden v horní části dialogu.

Pokud jsme žádná data z modulů TOWER Structure nebo TOWER Equipment do RSTA-Bu/RFEMu neexportovali, můžeme údaje zadat v dialogu 1.1 také ručně. Pomocí vlevo znázorněného tlačítka lze aktivovat renderované zobrazení a zkontrolovat v grafickém okně přiřazení prutů k uvedeným prvkům konstrukce tak, že myší klikneme na jednotlivé řádky v tabulce. Údaje můžeme v případě potřeby upravit.

Ve spodní části dialogu se zobrazí údaje o geometrii stožáru.

13.2 Stálé zatížení

Tabulka v dialogu 1.2 obsahuje údaje o vlastní tíze jednotlivých skupin prvků. Data se automaticky spočítají na základě příslušných průřezových ploch a přiřazeného materiálu.

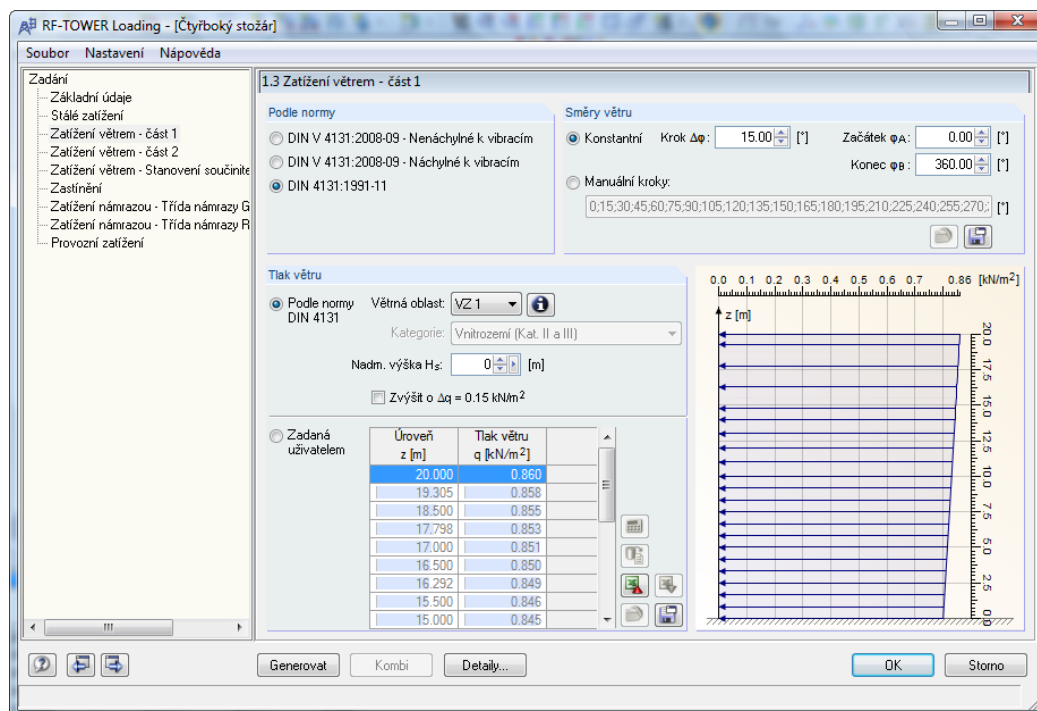


Obr. 13.2: Dialog 1.2 Stálé zatížení

Pokud chceme zohlednit pozinkování profilů a případně i přídavnou tíhu spojovacích prvků, můžeme zadat pro jednotlivé skupiny prvků *faktor* navýšení.

13.3 Zatížení větrem - část 1

Vítr představuje pro stožárové konstrukce při jejich tvaru a výšce významné zatížení. V dialogu 1.3 se zadávají základní údaje pro výpočet zatížení větrem s ohledem na polohu a geometrii stožáru.



Obr. 13.3: Dialog 1.3 Zatížení větrem - část 1

Poryvy větru mohou vybudit stožárové konstrukce ke kmitání. Tato kmitání lze postihnout dynamickými výpočty. Podle normy DIN 1055-4, přílohy C lze pro tento výpočet použít postup, kdy se střední statické zatížení větrem vynásobí dynamickým poryvovým součinitelem. Pokud v dialogu 1.3 vybereme možnost *DIN V 4131:2008-09 - náchylné k vibracím*, bude se při výpočtu celkového zatížení větrem uvažovat součinitel odezvy na poryv větru.

Pro stanovení součinitele odezvy na poryv větru je nezbytné vypočítat první vlastní frekvenci. Modul nejnižší vlastní frekvenci spočítá interně.

Směry větru

Podle DIN 4131, přílohy A 1.6 je třeba uvažovat směr větru v 15° krocích po celém obvodu. Standardně jsou v dialogu 1.3 předem nastaveny vstupní údaje právě podle dané normy. Uživatel má ovšem možnost změnit velikost kroku i počáteční a koncový úhel nebo ručně zadat jednotlivé kroky.

Jednotlivé kroky stanovené pro směr větru lze uložit jako předlohu. Pokud jsme se rozhodli zadat kroky ručně, můžeme načíst uložené předlohy pomocí vlevo znázorněného tlačítka.

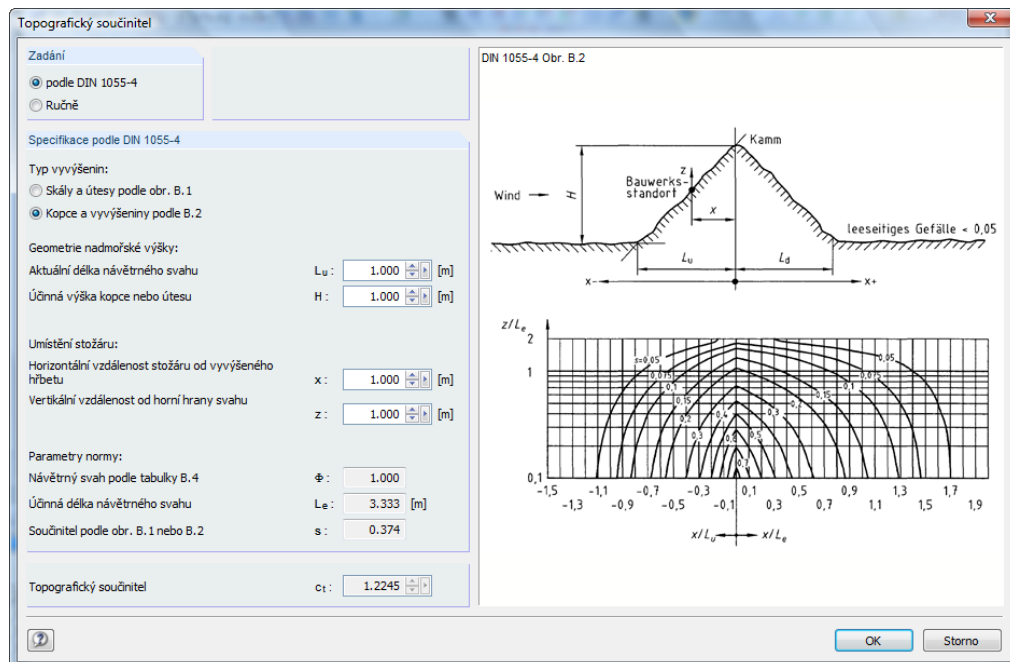
Tlak větru podle normy DIN 1055-4

Rozložení zatížení větrem po celé výšce konstrukce spočítá modul TOWER Loading v závislosti na *větrné oblasti*, *kategorii terénu*, *nadmořské výšce* a případně také s uvažováním *topografického součinitele* c_t . Jednotlivé větrné oblasti a kategorie terénu upravuje DIN 1055-4, příloha A a B.

Součinitel topografie c_t zahrnuje vliv okolní krajiny (kopců a svahů v jinak rovinnaté krajině) na střední rychlost větru. Pokud chceme topografický součinitel c_t použít a aktivujeme ho,



tlačítkem [Detaily součinitele topografie] otevřeme dialog s podrobným nastavením tohoto součinitele.



Obr. 13.4: Dialog *Topografický součinitel*

Na základě zde uvedených okrajových podmínek spočítá modul TOWER Loading automaticky topografický součinitel c_t . Tento součinitel lze ovšem zadat také ručně, pokud označíme příslušnou volbu v detailním nastavení.

tlak větru podle DIN 4131

Pokud se má zatížení větrem spočítat podle normy DIN 4131:1991-1, vezme modul v potaz větrnou oblast, kterou jsme vybrali ze čtyř možností, a dále nadmořskou výšku H_s . Topografii terénu lze zohlednit tak, že aktivujeme zvýšení tlaku větru Δq .

Zadaná uživatelem







Pokud se dané poměry tlaku větru nedají kategorizovat podle známých norem, lze křivku tlaku větru zadat i ručně.



Jestliže chceme zadání hodnot tlaku větru, které probíhá po malých krocích, urychlit, můžeme využít funkci pro import do MS Excelu a export z MS Excelu.

Následující

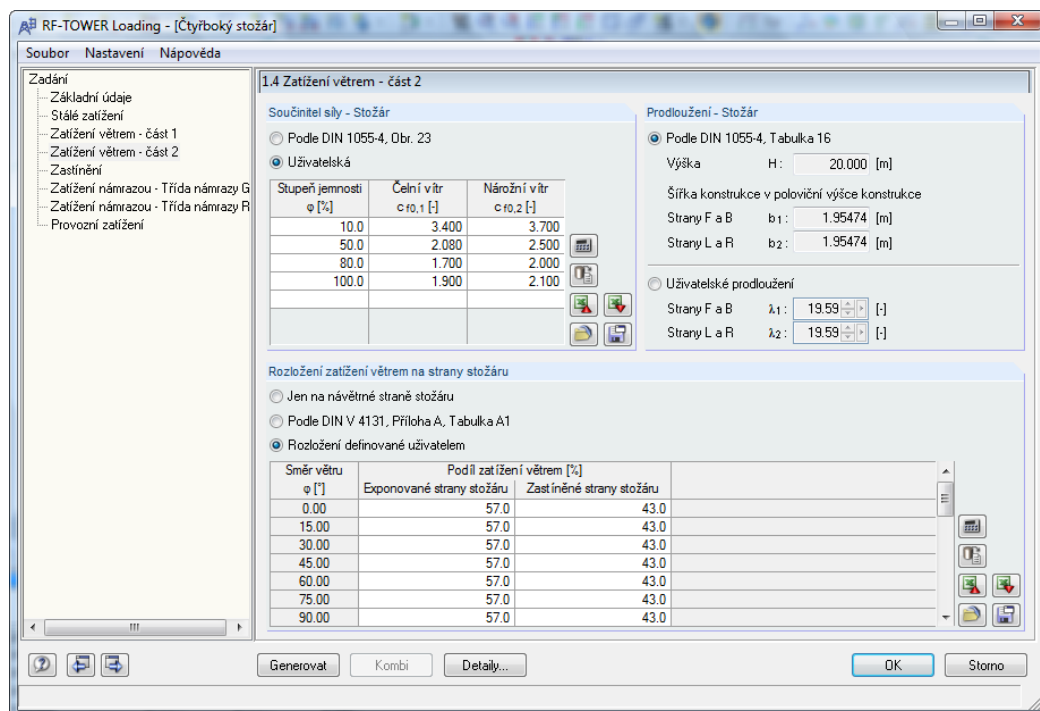
tab. 13.1 obsahuje přehled tlačítek pro ruční zadání křivek tlaku větru.

Tlačítko	Funkce
	Spuštění kalkulačky Windows a import vypočtené hodnoty
	Načtení parametrů z aktuálně nastavené normy
	Export hodnot z tabulky do MS Excelu
	Import hodnot z tabulky v otevřeném souboru MS Excel
	Načtení hodnot uložených jako předloha
	Uložení aktuálních hodnot v tabulce jako předlohy

Tab. 13.1: Tlačítka pro ruční zadání křivky tlaku větru

13.4 Zatížení větrem - část 2

Standardně spočítá modul TOWER Loading aerodynamické součinitele automaticky.



Obr. 13.5: Dialog 1.4 Zatížení větrem - část 2

Součinitel síly

Při výpočtu součinitele síly $c_{r,0}$ u prostorových příhradových konstrukcí se vychází ze stupně jemnosti a směru větru. I zde má uživatel možnost zadat údaje ručně pomocí tlačítek, která jsou uvedena v

tab. 13.1.

Prodloužení

Normy zde používají různá označení. Prodloužení odpovídá podle DIN 4131 protažení λ . Norma DIN 1055-4 se na tomto místě zmiňuje o efektivní štíhlosti. Standardně se prodloužení počítá podle DIN 1055-4, tabulky 16.

Pokud má výpočet vycházet z hodnot zadaných uživatelem, lze prodloužení definovat zvlášť pro rovnoběžné strany stožáru F / B a L / R.

Rozložení zatížení větrem na strany stožáru

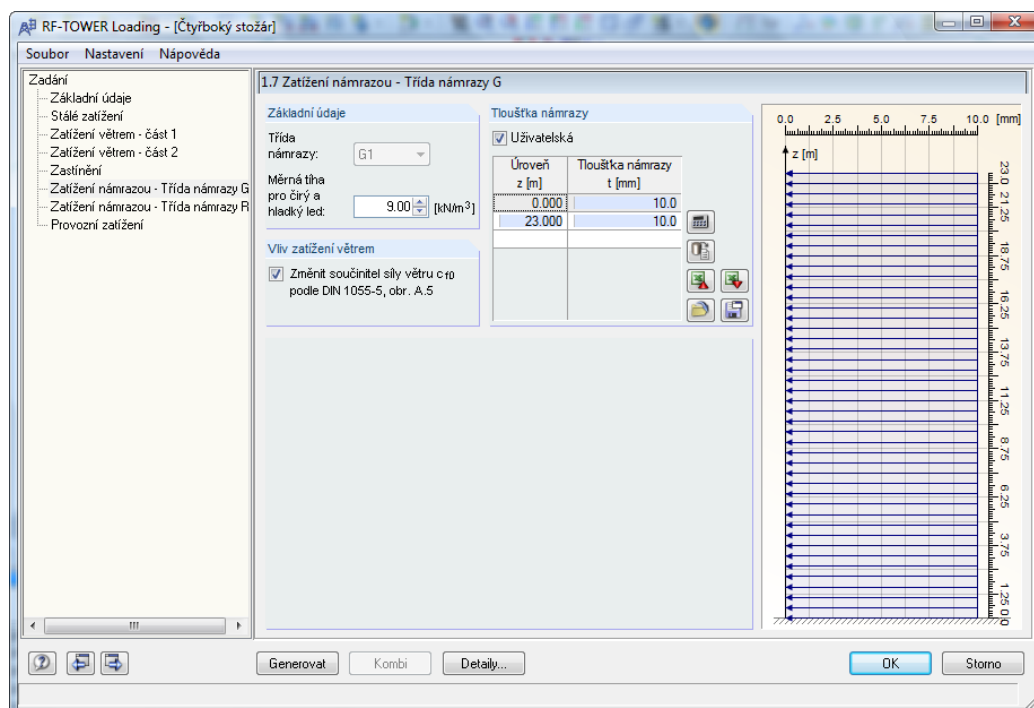
Při standardním nastavení jsou návětrné strany stožáru zatíženy větrem ze 100%, zatímco na zastíněné strany žádné zatížení větrem nepůsobí. Uživatel ovšem může zvolit poměrné rozložení zatížení na strany stožáru podle DIN 4131, přílohy A, tabulky A1 nebo ho může zadat sám. Při ručním zadání může opět použít tlačítka z

tab. 13.1 na straně 55.

13.5 Zatížení námrazou - třída námrazy G

V dialogu 1.5 se zadávají zatížení námrazou v případě souvislé, rovnoměrné vrstvy námrazy po celém obvodu konstrukčních prvků.

Třídy námrazy a hrubá tloušťka námrazy jsou předem nastaveny podle DIN 1055-5, přílohy A.



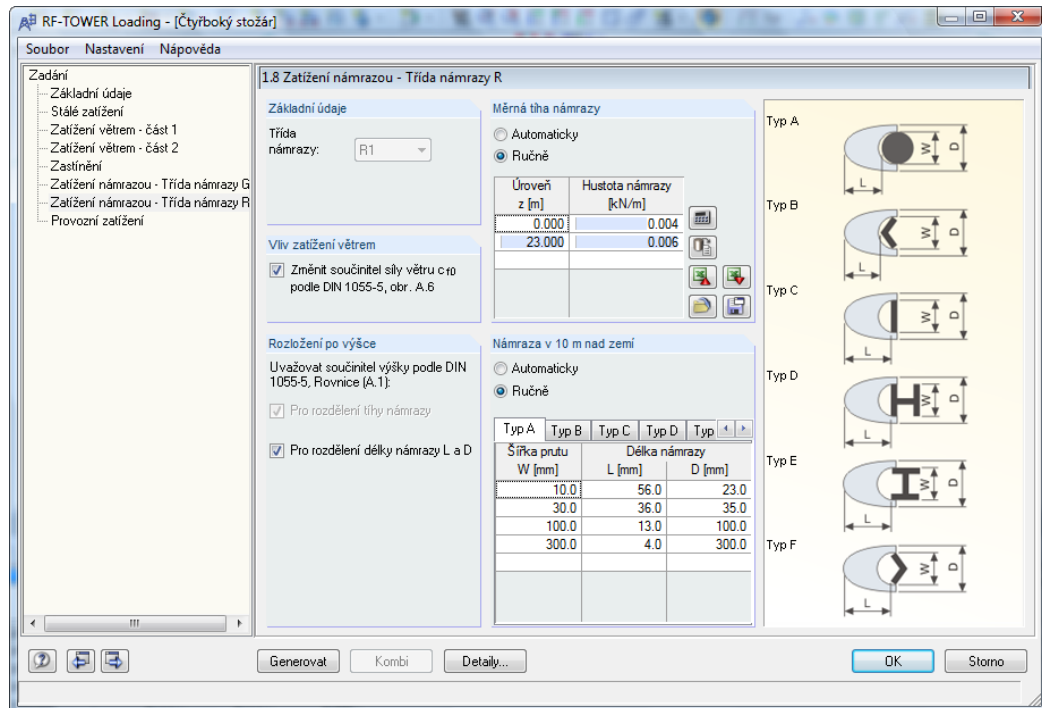
Obr. 13.6: Dialog 1.5 Zatížení námrazou - třída námrazy G

Tloušťka námrazy je předem stanovena na základě třídy námrazy a je konstantní po celé výšce stožáru. Uživatel ovšem může tloušťky námrazy zadat i sám podle svých požadavků, pokud označí volbu *Uživatelská*.

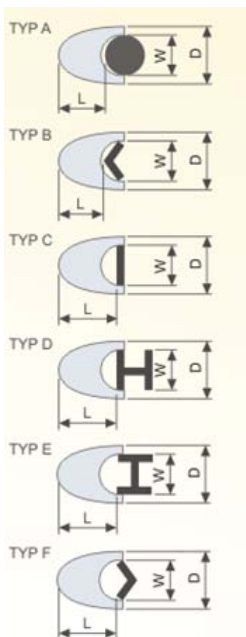
V tomto dialogu lze rovněž aktivovat zvětšení průřezů při výpočtu zatížení větrem podle DIN 1055-5, přílohy A, kapitoly A.4.

13.6 Zatížení námrazou - třída námrazy R

Převládající směr větru může způsobit to, že na jedné straně proti větru narůstá souvislý pás námrazy.



Obr. 13.7: Dialog 1.6 Zatížení námrazou - třída námrazy R

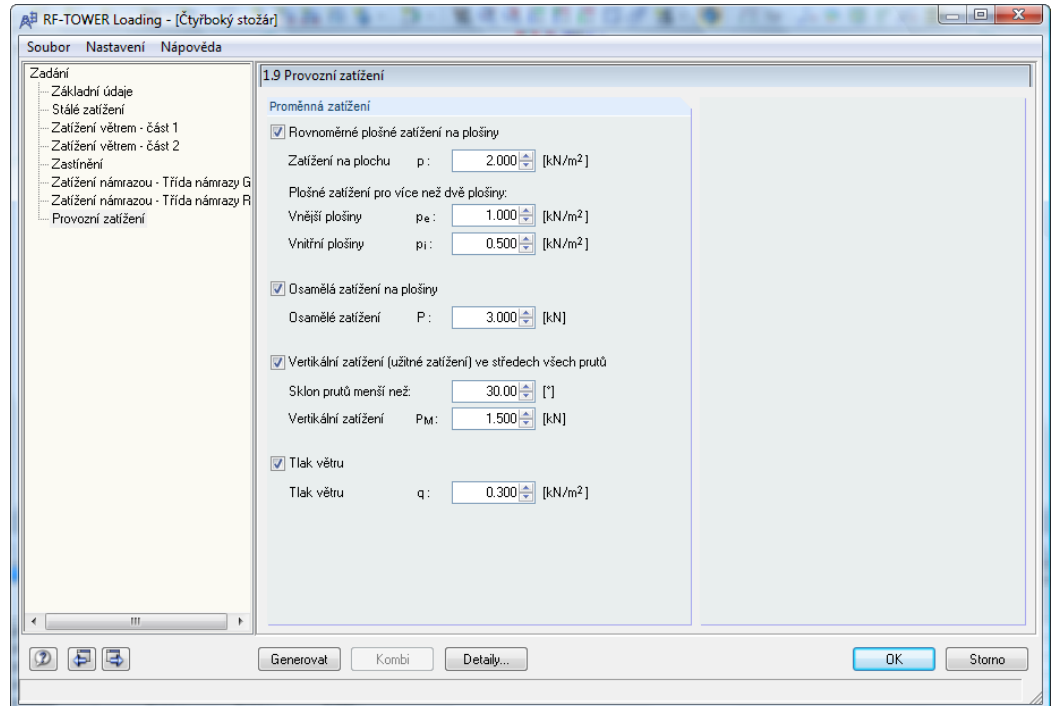


V dialogu 1.6 můžeme zadat příslušné okrajové podmínky podle DIN 1055-5, a nechat tak zohlednit tento druh námrazy při generování zatížení. Jednotlivé typy pásu námrazy modul automaticky odvodí z typu profilu.

Uživatel může ovšem tvar námrazy stanovit i ručně tím, že zadá délku L a šířku D . Tyto údaje pak mají vliv na velikost plochy, na kterou působí zatížení větrem.

13.7 Provozní zatížení

Provozní zatížení působící na stožárové konstrukce se řídí normou DIN V 4131, kap. 6.6. V dialogu 1.7 jsou tak již hodnoty zatížení předem nastaveny v souladu s touto normou.



Obr. 13.8: Dialog 1.7 Provozní zatížení

Uživatel má i tady možnost v případě potřeby odchýlit se od normy a zadat pro provozní zatížení jiné hodnoty.

14. Výsledky

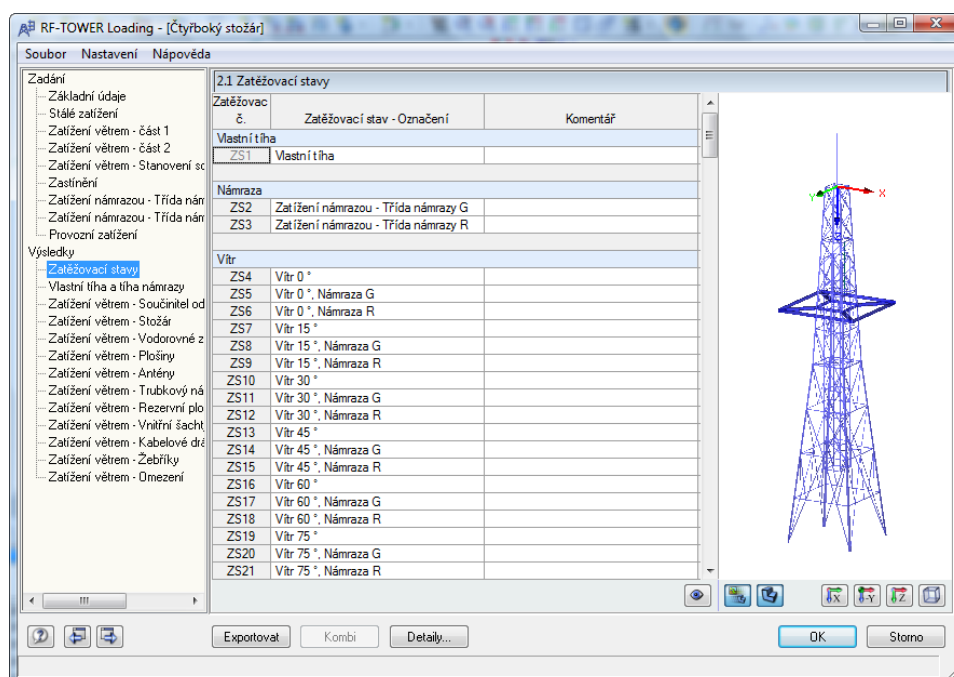
Generovat

Jakmile jsme kompletně zadali všechny vstupní údaje, spustíme generování zatížení tlačítkem [Generovat].

Po úspěšném vygenerování zatížení se v navigátoru modulu TOWER Loading zobrazí tabulky s výsledky.

14.1 Zatěžovací stavy

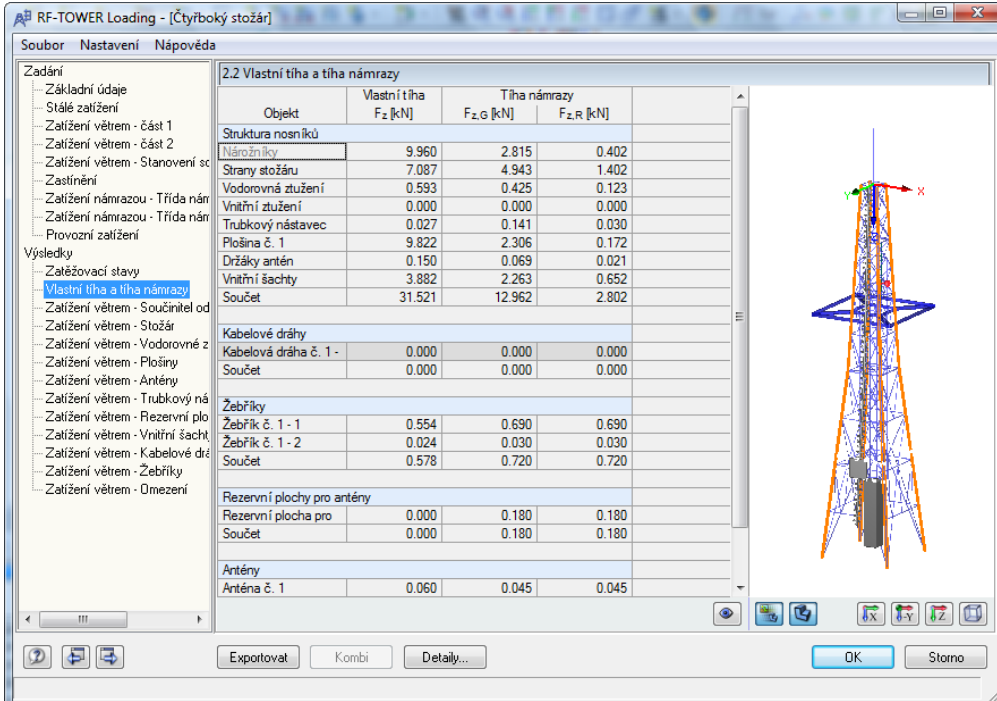
V dialogu 2.1 můžeme vidět přehled všech vytvořených zatěžovacích stavů. Modul přitom každému zatěžovacímu stavu přiřadil jednoznačný, popisný název.



Obr. 14.1: Dialog 2.1 Zatěžovací stavy

14.2 Vlastní tíha a tíha námrazy

Vlastní tíha a tíha námrazy se pro třídu námrazy G a R zobrazí v dialogu 2.2. Údaje jsou seřazeny podle jednotlivých částí a podle přídavného vybavení stožárové konstrukce.



Objekt	Vlastní tíha F _z [kN]	Tíha námrazy	
		F _{z,G} [kN]	F _{z,R} [kN]
Struktura nosníků			
Náročníky	9.960	2.815	0.402
Strany stožáru	7.087	4.943	1.402
Vodorovná ztužení	0.593	0.425	0.123
Vnitřní ztužení	0.000	0.000	0.000
Trubkový nástavec	0.027	0.141	0.030
Plošina č. 1	9.822	2.306	0.172
Držáky antén	0.150	0.069	0.021
Vnitřní šachty	3.882	2.263	0.652
Součet	31.521	12.962	2.802
Kabelové dráhy			
Kabelová dráha č. 1 -	0.000	0.000	0.000
Součet	0.000	0.000	0.000
Žebříky			
Žebřík č. 1 - 1	0.554	0.690	0.690
Žebřík č. 1 - 2	0.024	0.030	0.030
Součet	0.578	0.720	0.720
Rezervní plochy pro antény			
Rezervní plocha pro	0.000	0.180	0.180
Součet	0.000	0.180	0.180
Antény			
Anténa č. 1	0.060	0.045	0.045

Obr. 14.2: Dialog 2.2 Vlastní tíha a tíha námrazy

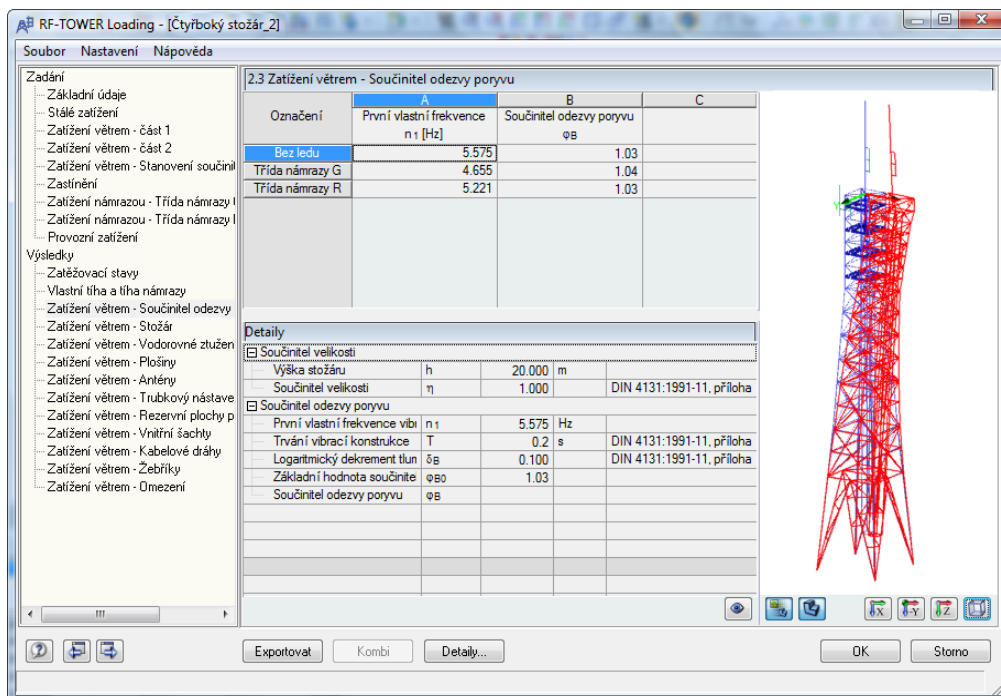
Pro všechny skupiny konstrukčních prvků se zobrazí také celkový součet.

14.3 Zatížení větrem - Součinitel odezvy porvy

Pokud jsme v dialogu 1.3 zvolili výpočet zatížení větrem podle *DIN V 4131:2008-09 - náchylné k vibracím* nebo podle *DIN 4131:1991*, spočítá modul TOWER Loading také součinitel odezvy na porvy větru. Výsledky se pak zobrazí v dialogu 2.3 (viz obr. 14.3).

Interní programový řešič spočítá první vlastní frekvenci, která je pro výpočet nezbytná a která se také zobrazí v tomto dialogu.

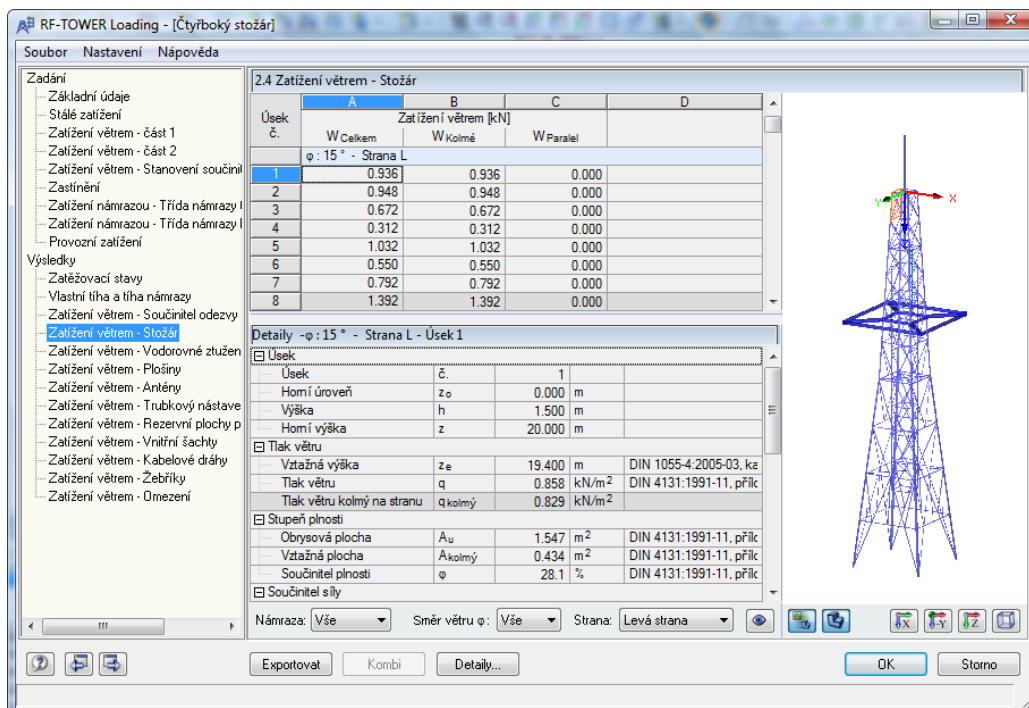
Odezvový součinitel G se spočítá i pro stožárovou konstrukci zatíženou námrazou. Ve spodní části dialogu se zobrazí *Detaily* výpočtu pro aktuálně vybraný řádek v horní tabulce.



Obr. 14.3: Dialog 2.3 Součinitel odezvy porvyu

14.4 Zatížení větrem - Stožár

V dialogu 2.4 se zobrazí seznam všech spočtených zatížení větrem, která působí na stožárovou konstrukci.



Obr. 14.4: Dialog 2.4 Zatížení větrem - Stožár



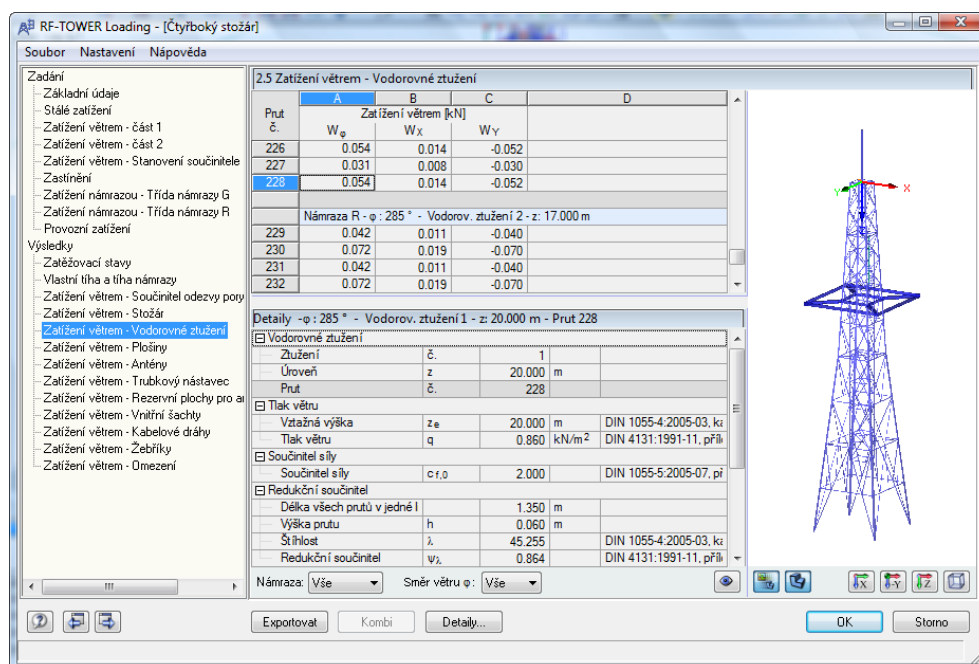
Vzhledem k tomu, že norma požaduje nanášet na konstrukci zatížení větrem postupně v jednotlivých krocích, obsahuje tento dialog – v závislosti na velikosti kroku definované v dialogu 1.3 – značné množství dat. V horní tabulce vidíme výsledky seřazené podle směru větru a jednotlivých stran stožáru. Ve spodní části dialogu se zobrazí příslušné detaily.

Pro pohodlné vyhodnocení výsledků jsme do tohoto dialogu zařadili tři výběrové seznamy, které umožňují filtrovat obsah tabulky. Najdeme je na spodním okraji tabulky.

Pomocí nastavení v seznamu *Námraza* lze zobrazit zatížení větrem bez námrazy nebo s námrazou zvolené třídy. Seznam *Směr větru* slouží k zobrazení dat u příslušného kroku. Pomocí seznamu *Strana* můžeme výsledky filtrovat podle daných stran stožáru.

14.5 Zatížení větrem - Vodorovné ztužení

V dialogu 2.5 se zobrazí spočtená zatížení větrem pro vodorovná ztužení.



Obr. 14.5: Dialog 2.5 *Zatížení větrem - Vodorovné ztužení*

Výsledky k těmto prvkům na stožáru jsou seřazené podle jednotlivých prutů a lze je filtrovat pomocí výběrových seznamů *Námraza* a *Směr větru*, o nichž se zmiňujeme v kapitole 14.4.

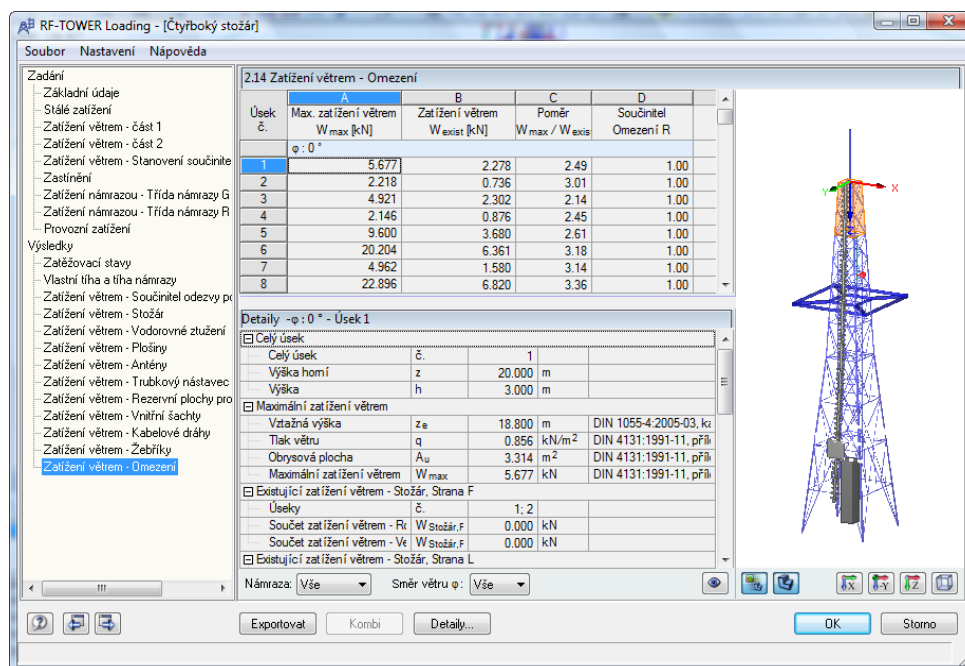
Výsledky v tabulkách 2.6 až 2.12 pro další prvky, které patří k příslušenství stožáru, lze vyhodnotit obdobně. V závislosti na daném prvku jsou údaje o zatíženích větrem vztaženy buď ke globálnímu osám nebo ke *kolmému* či *rovnoběžnému* směru.

Pokud jsme v modulu TOWER Equipment nedefinovali například žádné kabelové dráhy, nezobrazí se v modulu TOWER Loading k těmto prvkům také žádné výsledné tabulky. Číslování tabulek pak nemusí být průběžné.

14.6 Zatížení větrem - Omezení

Podle normy DIN V 4131, přílohy A, článku A.2.6.2.2 lze celkové zatížení větrem omezit hodnotou $2,0 * A_c * q$.





Obr. 14.6: Dialog 2.13 Zátížení větrem - Omezení

Modul porovná celkové zatížení větrem s mezním zatížením. Pokud dojde k překročení maximálního zatížení větrem, použije součinitel omezení R.

14.7 Export výsledků

Exportovat

Kombi

Pro další posouzení stožárové konstrukce je třeba vytvořené zatěžovací stavy převést do hlavního programu RSTAB/RFEM. Převod zatěžovacích stavů z modulu spustíme tlačítkem [Exportovat]. Kromě zatěžovacích stavů, které vidíme v dialogu 2.1, vytvoří modul ještě kombinaci zatěžovacích stavů *KZS1 Užité zatížení*. Podle DIN V 4131, článku 6.6 lze užité zatížení posoudit jako osamělou sílu v kombinaci se zatížením větrem, kdy se uvažuje jednotný tlak větru $q = 0,3 \text{ kN/m}^2$.

Pokud vlastníme licenci k přidavnému modulu RSCOMBI / RF-COMBI, lze po úspěšném exportu zatěžovacích stavů spustit tento modul přímo z modulu TOWER Loading. Modul COMBI představuje pro uživatele velmi užitečný nástroj při generování možných kombinací zatěžovacích stavů.

15. Obecné funkce

Hlavní nabídka v horní liště okna modulu TOWER Loading nabízí několik obecných funkcí.

15.1 Smazání případu v modulu TOWER

Uživatel má možnost smazat jakýkoli případ vytvořený v modulu TOWER příkazem z hlavní nabídky

Soubor → **Smazat případ**.

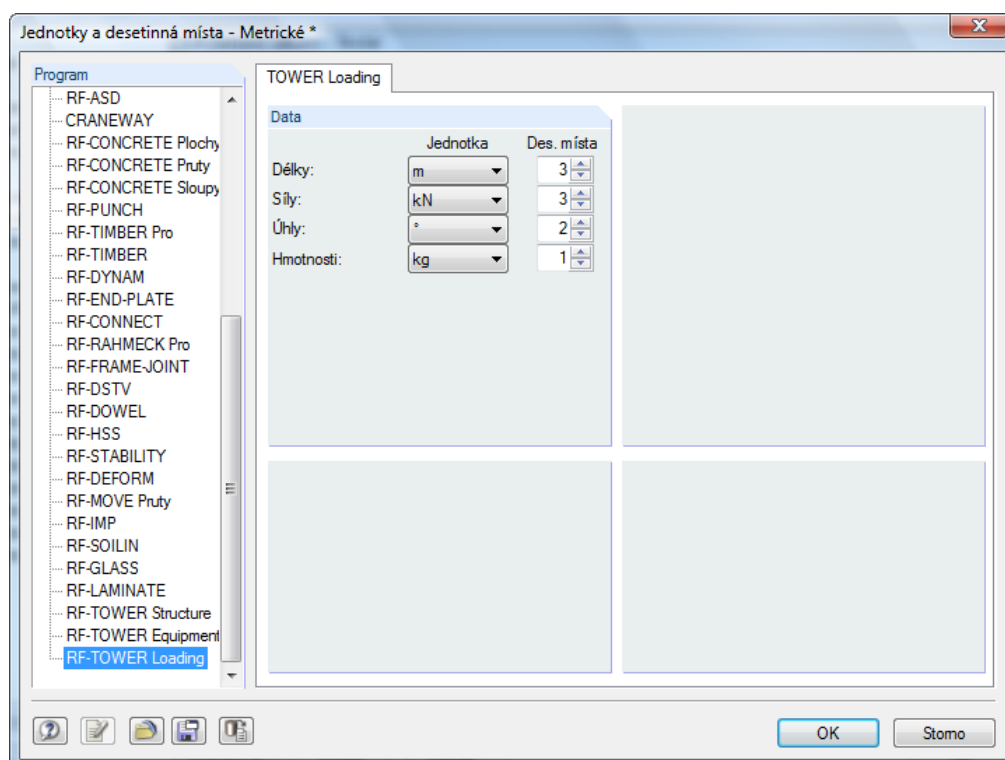
Jakmile požadovaný případ označíme a potvrdíme výběr, případ se smaže a modul se zavře. Údaje, které jsme předtím exportovali do RSTABu/RFEMu, zůstanou zachovány.

15.2 Jednotky a desetinná místa

Jednotky a desetinná místa se pro RSTAB/RFEM i všechny přídavné moduly nastavují centrálně. V modulu **TOWER Loading** otevřeme dialog pro nastavení jednotek příkazem z hlavní nabídky

Nastavení → **Jednotky a desetinná místa....**

Otevře se dialog, který již dobře známe z RSTABu/RFEMu. V seznamu *Program* v jeho levé části je přednastaven modul TOWER.



Obr. 15.1: Dialog *Jednotky a desetinná místa*



Nastavení lze uložit jako uživatelský profil a použít i v jiných úlohách.

A Literatura

- [1] DIN V 4131:2008-09 Antennentragwerke aus Stahl
- [2] DIN 1055-4:2005-03 Einwirkungen auf Tragwerke Teil 4: Windlasten
- [3] DIN 1055-5:2005-07 Einwirkungen auf Tragwerke Teil 5 Schnee- und Eislasten

B Index

D

Databáze materiálů	12
Databáze průřezů	10
Desetinná místa	25, 39, 48, 64
Dialogy	9, 22, 28, 51, 59

I

Informace o průřezu	11
Instalace	6

J

Jednotky	25, 39, 48, 64
----------------	----------------

K

Komentář	10
----------------	----

L

Listování v dialozích	9, 28, 42, 51
-----------------------------	---------------

M

Možnosti	10
----------------	----

N

Navigátor	9, 28, 42, 51
-----------------	---------------

Návrhový případ	48
-----------------------	----

P

Podrobné nastavení	26, 49
Průřezy	10

S

Segmenty stožáru	13
Spuštění modulu TOWER	7, 26, 49
Spuštění programu	7, 26, 49
Spuštění TOWER Effective Lengths	40
Svislá ztužení	16

T

Tabulky	42
Typ	9

U

Ukončení modulu TOWER	9, 28, 51
Ukončení modulu TOWER Effective Lengths	42
Uživatelský profil	25, 39, 48, 64

Z

Základní údaje	9
----------------------	---