

**Vydání
duben 2010**

Program

RF-COMBI 2006

**Generování skupin a kombinací
zatěžovacích stavů**

Popis programu

Všechna práva včetně práv k překladu vyhrazena.

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

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

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

Obsah

	Obsah	Strana		Obsah	Strana
1.	Úvod	5	3.4.1.1	Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků	35
1.1	Přídavný modul RF-COMBI 2006	5	3.4.1.2	Skupiny zatěžovacích stavů	36
1.2	Tým pro vývoj modulu RF-COMBI 2006	6	3.4.2	Generování kombinací zatěžovacích stavů	38
1.3	Poznámka k příručce	6	3.4.2.1	Kombinace zatěžovacích stavů podle účinků	38
1.4	Požadavky na výpočetní systém	7	3.4.2.2	Kombinace zatěžovacích stavů	39
1.5	Instalace	7	3.5	Hlavní nabídky	40
2.	Teoretické základy	8	3.5.1	Soubor	40
2.1	Obecné	8	3.5.2	Nastavení	41
2.2	Normy	8	3.5.3	Nápověda	41
2.2.1	DIN 1055-100	8	4.	Výsledky	42
2.2.2	DIN 18800	10	4.1	Tisk	42
2.2.3	EN 1990	11	5.	Příklady	43
2.3	Redukce skupin zatěžovacích stavů	13	5.1	Prostý nosník podle DIN 1055-100	43
3.	Práce s modulem RF-COMBI 2006	14	5.2	Nosník s krakorcem podle DIN 1055-100	48
3.1	Spuštění modulu RF-COMBI 2006	14	5.3	Skeletová stavba podle DIN 1055-100	53
3.2	Dialogy	14	5.4	Skeletová stavba podle DIN 1055-100 s imperfekcemi	59
3.3	Vstupní dialogy	16	5.5	Rám podle DIN 18800	64
3.3.1	Kombinace zatížení podle DIN 1055-100	16	5.6	Nosný rošt podle EN 1990	68
3.3.1.1	Základní údaje	16	A:	Literatura	72
3.3.1.2	Účinky	17			
3.3.1.3	Imperfekce	20			
3.3.1.4	Součinitele	22			
3.3.2	Kombinace zatížení podle DIN 18800	24			
3.3.2.1	Základní údaje	24			
3.3.2.2	Účinky	25			
3.3.2.3	Kategorie účinků	26			
3.3.2.4	Imperfekce	26			
3.3.2.5	Součinitele	27			
3.3.3	Kombinace zatížení podle EN 1990	29			
3.3.3.1	Základní údaje	29			
3.3.3.2	Účinky	30			
3.3.3.3	Kategorie účinků	31			
3.3.3.4	Imperfekce	32			
3.3.3.5	Součinitele	32			
3.4	Tabulky s výsledky	35			
3.4.1	Generování skupin zatěžovacích stavů	35			

1. Úvod

1.1 Přídavný modul RF-COMBI 2006

Vážení uživatelé modulu RF-COMBI 2006,

nová generace norem vyžaduje, aby zákazníci prověřovali nejrůznější kombinace zatěžovacích stavů. Pokud pracujeme s rozsáhlejšími prostorovými konstrukcemi, pak může být ruční vytváření všech kombinací časově velmi náročné a můžeme se při něm snáze dopustit chyby. Přídavný modul RF-COMBI 2006 z programové skupiny RFEM nám umožní tento úkol automatizovat. Při vývoji modulu RF-COMBI 2006 jsme kladli důraz především na kvalitu a uživatelskou přívětivost.

Modul RF-COMBI 2006 vytváří skupiny a kombinace zatěžovacích stavů podle evropských a jiných norem (ASCE 7, CAN / CSA). Z evropských norem jsou podporovány následující:

- DIN 1055-100 [1]
- DIN 18800 [2]
- DIN 1052
- EN 1990 [3] s příslušnými Národními přílohami

RF-COMBI 2006 přebírá zatěžovací stavy vytvořené v hlavním programu RFEM, přiřazuje je v souladu s normami k příslušným účinkům a vytváří všechny skupiny, resp. kombinace zatěžovacích stavů, které podle zvolené normy přicházejí v úvahu. Tyto skupiny a kombinace se následně opět převádějí do programu RFEM, kde je lze běžným způsobem spočítat.

Často není nezbytně nutné převádět do RFEMu všechny vygenerované skupiny, resp. kombinace zatěžovacích stavů. Před exportem lze proto jejich počet automaticky nebo ručně snížit. Tím lze docílit kratší doby trvání výpočtu.

RF-COMBI 2006 nabízí mimo jiné následující funkce:

- generování skupin zatěžovacích stavů z RFEMu pro nelineární výpočet (včetně imperfekcí)
- generování kombinací zatěžovacích stavů z RFEMu pro lineární výpočet
- zatěžovací stavy lze definovat jako „alternativní“ (tj. vylučující se navzájem)
- možnost definovat závislost zatěžovacích stavů obsahujících imperfekce na normálních zatěžovacích stavech
- kromě součinitelů přednastavených podle norem může uživatel sám definovat součinitele a uložit je
- výsledky se zobrazí dvěma způsoby:
 - *výsledky podle účinků* odpovídají definici v příslušných normách a usnadňují kontrolu
 - *výsledky podle zatěžovacích stavů* odpovídají skupinám a kombinacím zatěžovacích stavů v navigátoru dat hlavního programu RFEM
- přehledné shrnutí výsledků včetně použitých součinitelů a informací o účincích a zatěžovacích stavech
- redukce počtu generovaných skupin zatěžovacích stavů pomocí přednastavené analýzy extrémních hodnot lineárně spočítaných výsledků
- výstupní protokol s možností individuálního uspořádání

Zlepšovací návrhy našich uživatelů a přání vycházející z praxe vždy uvítáme a zohledníme při dalším vývoji modulu RF-COMBI 2006.

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

Společnost ING. SOFTWARE DLUBAL S.R.O.

1.2 Tým pro vývoj modulu RF-COMBI 2006

Na vývoji modulu RF-COMBI 2006 se podíleli:

Koordinátoři programu

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

Programátoři:

- Mgr. Jaroslav Krul

Testování, manuály a podpora:

- Ing. Vladimír Pátý
- Bc. Tibor Tóth
- Milan Tobolka
- Dipl.-Ing. Frank Faulstich
- Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl
- Mgr. Petra Pokorná
- Ing. Petr Míchal
- Ing. Hana Macková

1.3 Poznámka k příručce

Tato příručka je rozdělena do několika kapitol, v nichž se modul podrobně popisuje vždy z některého důležitého hlediska. Vycházíme z toho, že teoretické základy zatížení konstrukce podle příslušných norem a s tím spojená problematika jsou známy. Přesto tato příručka obsahuje i některé teoretické informace, pokud slouží k lepšímu pochopení našeho modulu.

Níže uvádíme stručný přehled kapitol a příloh tohoto manuálu:

- **Kapitola 1: Úvod**
V této kapitole v krátkosti popíšeme funkční rozsah a možnosti použití modulu RF-COMBI 2006.
- **Kapitola 2: Teoretické základy**
V této kapitole stručně vysvětlíme teoretické základy modulu RF-COMBI 2006. Uvedeme zde zásady a vzorce stanovené normami DIN 1055-100, DIN 18800 a EN 1990, podle nichž modul generuje skupiny a kombinace zatěžovacích stavů. V této kapitole se také budeme zabývat možností redukce generovaných výsledků pomocí přednastavené analýzy extrémních hodnot lineárně spočítaných výsledků.
- **Kapitola 3: Práce s modulem RF-COMBI 2006**
V této kapitole Vám podrobně přiblížíme práci s modulem RF-COMBI 2006. Vysvětlíme výběr návrhových situací, převzetí zatěžovacích stavů z hlavního programu RFEM, přiřazení zatěžovacích stavů k účinkům a zařazení účinků do daných kategorií. Kromě toho popíšeme, jak lze definovat a uložit vlastní dílčí součinitele a kombinální součinitele. V této kapitole také uvedeme možnosti zobrazení výsledků a objasníme export generovaných skupin a kombinací zatěžovacích stavů do RFEMu.
- **Kapitola 4: Příklady**
V této kapitole uvedeme několik příkladů.

1.4 Požadavky na výpočetní systém

Požadavky na systém se zde neliší od obecných požadavků, které na výpočetní systém klade práce s hlavním programem RFEM. Proto v tomto ohledu odkazujeme na manuál k hlavnímu programu RFEM.

1.5 Instalace

RF-COMBI 2006 není samostatný program; jedná se o přídatný modul integrovaný do hlavního programu RFEM. Proto po zakoupení tohoto modulu je třeba spustit instalaci programu RFEM. Při instalaci přitom musíme použít nové autorizační DVD. V závislosti na souboru na tomto DVD pak budeme mít k dispozici moduly se zakoupenou licencí. Průběh instalace je popsán v manuálu k hlavnímu programu RFEM.

2. Teoretické základy

2.1 Obecné

Zvláště pokud postupujeme podle nových norem DIN 1055-100 [1] a EN 1990 [3], může být často velmi pracné zohlednit všechny v úvahu přicházející zatěžovací situace a vybrat ty rozhodující.

Úkolem modulu RF-COMBI 2006 je automaticky sestavit podle příslušné normy všechny potenciální skupiny, resp. kombinace zatěžovacích stavů.

Modul RF-COMBI 2006 je integrován do programu RFEM a vychází ze zatěžovacích stavů definovaných v tomto hlavním programu. Při přebírání zatěžovacích stavů rozlišuje RF-COMBI 2006 dvě kategorie. První z nich tvoří normální zatěžovací stavy, druhou představují zatěžovací stavy s imperfekcemi. Pro další práci se zatěžovacími stavy v modulu RF-COMBI 2006 není přitom důležité, zda jsou zatěžovací stavy první kategorie v RFEMu označeny jako stálé, proměnné či mimořádné, příp. jako předpětí či příznivá zatížení.

Normy uvádějí pravidla, která popisují kombinace pro nezávislé účinky u příslušných návrhových situací. Podle [4] se o nezávislý účinek jedná tehdy, kdy charakteristické hodnoty veličiny síly nebo přetvoření mají jediný původ (např. vlastní zatížení, užité zatížení, zatížení sněhem nebo ledem, zatížení větrem nebo účinky teploty). Účinky jsou na sobě nezávislé, pokud pocházejí z různých zdrojů a vztah mezi nimi lze s ohledem na spolehlivost nosné konstrukce zanedbat.

V modulu RF-COMBI 2006 se účinky definují a k nim se přiřazují zatěžovací stavy z RFEMu. Účinky se pak roztřídí do kategorií účinků podle příslušných norem.

2.2 Normy

2.2.1 DIN 1055-100

Norma DIN 1055-100 [1] vyžaduje posouzení mezních stavů únosnosti a použitelnosti.

Mezní stavy únosnosti zahrnují

- ztrátu statické rovnováhy konstrukce nebo její části,
- porušení konstrukce nebo její části např. lomem, nadměrným přetvořením, přechodem do kinematického řetězce, ztrátou stability nebo skluzem,
- poruchu konstrukce nebo její části vyvolanou únavou materiálu nebo jinými časově závislými účinky.

Mezní stavy únosnosti se mají posuzovat ve čtyřech návrhových situacích. Pro tyto návrhové situace jsou stanovena kombinační pravidla.

- Trvalé situace, které odpovídají podmínkám běžného provozu konstrukce.
- Dočasné situace, které se vztahují k časově omezeným stavům konstrukce, např. během výstavby nebo opravy.

Kombinace zatížení pro trvalé a dočasné situace (základní kombinace):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.1

- Mimořádné situace, které se vztahují k mimořádným zatížením konstrukce nebo jejího okolí, jako je např. požár, exploze či náraz.

Kombinace zatížení pro mimořádné návrhové situace:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{GA,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{PA} \cdot P_k + A_d + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.2

- Seizmické návrhové situace

Kombinace zatížení pro seizmické návrhové situace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \gamma_1 \cdot A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.3

Symboly ve vzorcích:

+	„v kombinaci s“
Σ	„kombinace nezávislých zatížení od“
$G_{k,j}$	nezávislé stálé zatížení, které nabývá jedné nebo několika charakteristických hodnot stálých veličin síly nebo přetvoření
P_k	nezávislé zatížení od předpětí (charakteristická hodnota předpětí)
$Q_{k,1}$	hlavní nezávislé proměnné zatížení, které nabývá jedné nebo několika charakteristických hodnot proměnných veličin síly nebo přetvoření
$Q_{k,i}$	vedlejší nezávislé proměnné zatížení, které nabývá jedné nebo několika charakteristických hodnot proměnných veličin síly nebo přetvoření
A_d	návrhová hodnota mimořádného zatížení
A_{Ed}	návrhová hodnota seizmického zatížení
$\gamma_{G,j}$	dílčí součinitel stálého nezávislého zatížení $G_{k,j}$
$\gamma_{GA,j}$	jako $\gamma_{G,j}$, ovšem pro mimořádné návrhové situace
γ_P	dílčí součinitel nezávislého zatížení od předpětí
γ_{PA}	jako γ_P , ovšem pro mimořádné návrhové situace
$\gamma_{Q,1}$	dílčí součinitel hlavního nezávislého proměnného zatížení $Q_{k,1}$
$\gamma_{Q,i}$	dílčí součinitel vedlejšího nezávislého proměnného zatížení $Q_{k,i}$
γ_1	váhový faktor pro seizmická zatížení
Ψ	příslušný kombinační součinitel pro stanovení reprezentativních hodnot proměnných zatížení

Mezní stavy použitelnosti se mají posuzovat ve třech návrhových situacích. Pro tyto návrhové situace jsou stanoveny následující kombinace zatížení:

- charakteristické situace s nevratnými účinky na konstrukci

Kombinace zatížení pro charakteristické situace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.4

- časté situace s vratnými účinky na konstrukci

Kombinace zatížení pro časté situace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.5

- kvazistálé situace s dlouhodobými účinky na konstrukci

Kombinace zatížení pro kvazistálé situace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.6

Význam symbolů je popsán výše.

2.2.2 DIN 18800

Norma DIN 18800 [2] vyžaduje posouzení mezních stavů únosnosti a použitelnosti.

Mezní stavy únosnosti se uvažují ve dvou návrhových situacích. Je třeba vytvořit základní kombinace a mimořádné kombinace.

Základní kombinace:

- stálá zatížení G a všechna nepříznivá proměnná zatížení Q_i

Kombinace zatížení:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.7

- stálá zatížení G a vždy jedno nepříznivé proměnné zatížení Q_i

Kombinace zatížení:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.8

Mimořádné kombinace:

- stálá zatížení G, všechna nepříznivá proměnná zatížení Q_i a jedno mimořádné zatížení A

Kombinace zatížení:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{GA,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{i > 1} \gamma_{QA,i} \cdot \psi \cdot Q_{k,i} + \gamma_{A,i} \cdot A_{k,i}$$

Vzorec 2.9

Symbolsy ve vzorcích:

+	„v kombinaci s“
Σ	„kombinace nezávislých zatížení od“
$G_{k,j}$	nezávislé stálé zatížení, které nabývá jedné nebo několika charakteristických hodnot stálých veličin síly nebo přetvoření
$Q_{k,i}$	nezávislé proměnné zatížení, které nabývá jedné nebo několika charakteristických hodnot proměnných veličin síly nebo přetvoření
$A_{k,i}$	nezávislé mimořádné zatížení, které nabývá jedné nebo několika charakteristických hodnot proměnných veličin síly nebo přetvoření
$\gamma_{G,j}$	dílčí součinitel stálého nezávislého zatížení $G_{k,j}$
$\gamma_{Q,j}$	dílčí součinitel nezávislého proměnného zatížení $Q_{k,1}$
$\gamma_{A,i}$	dílčí součinitel nezávislého mimořádného zatížení $A_{k,i}$
$\gamma_{GA,j}$	jako $\gamma_{G,j}$, ovšem pro mimořádné návrhové situace
ψ	příslušný kombinační součinitel pro stanovení reprezentativních hodnot proměnných zatížení

2.2.3 EN 1990

Norma EN 1990 [3] vyžaduje posouzení mezních stavů únosnosti a použitelnosti.

Mezní stavy únosnosti:

- **EQU:** Ztráta statické rovnováhy konstrukce nebo její části tam, kde
 - je významné i menší kolísání hodnoty nebo prostorového uspořádání zatížení stejného původu
 - pevnosti konstrukčních materiálů nebo základové půdy nejsou obvykle rozhodující.
- **STR:** Vnitřní porucha nebo nadměrná deformace konstrukce nebo nosných prvků včetně základových patek, pilot, podzemních stěn atd., kde rozhoduje pevnost konstrukčních materiálů.
- **GEO:** Porucha nebo nadměrná deformace základové půdy, kde pevnosti zeminy nebo skalního podloží jsou významné pro únosnost.
- **FAT:** Únavová porucha konstrukce nebo nosných prvků.

Mezní stavy únosnosti se mají posuzovat ve čtyřech návrhových situacích. Pro tyto návrhové situace jsou stanovena kombinační pravidla:

- Trvalé situace, které odpovídají podmínkám běžného provozu konstrukce
- Dočasné situace, které se vztahují k časově omezeným stavům konstrukce, např. během výstavby nebo opravy

Kombinace zatížení pro trvalé a dočasné situace (základní kombinace) buď podle vzorce

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.10

nebo alternativně pro mezní stavy STR a GEO jako méně příznivá kombinace z výrazů 2.11 a 2.12

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.11

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.12

- Mimořádné situace, které se vztahují k mimořádným zatížením konstrukce nebo jejího okolí, jako je např. požár, exploze či náraz

Kombinace zatížení pro mimořádné návrhové situace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + A_d + (\psi_{1,1} \text{ oder } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.13

- Seizmické návrhové situace

Kombinace zatížení pro seizmické návrhové situace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.14

Vzorec 2.12 přitom obsahuje redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení ξ_j . Ostatní symboly jsou zde ve svém běžném významu.

Mezní stavy použitelnosti se mají posuzovat ve třech návrhových situacích, které jsou stejné jako v normě DIN 1055-100. Pro tyto návrhové situace jsou stanoveny následující kombinace zatížení:

- charakteristické situace s nevratnými účinky na konstrukci

Kombinace zatížení pro charakteristické situace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.15

- časté situace s vratnými účinky na konstrukci

Kombinace zatížení pro časté situace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.16

- kvazistálé situace s dlouhodobými účinky na konstrukci

Kombinace zatížení pro kvazistálé situace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Vzorec 2.17

V evropské normě EN 1990 jsou sice kombinační pravidla pevně daná, jednotlivé státy si však mohou upravit hodnoty použitých součinitelů. V modulu RF-COMBI 2006 tak budou při výběru normy **EN 1990 CEN** dosazeny součinitele stanovené evropskou komisí CEN, zatímco pokud zvolíme normu **EN 1990 CZ**, použijí se české národní součinitele.

2.3 Redukce skupin zatěžovacích stavů

Složitost konstrukce a počet zatížení a zatěžovacích stavů výrazně ovlivňují počet generovaných skupin, resp. kombinací zatěžovacích stavů. Zvláště pokud postupujeme podle normy DIN 1055-100 nebo EN 1990, získáme často velmi vysoký počet skupin zatěžovacích stavů.

Modul RF-COMBI 2006 nabízí možnost účinně redukovat počet možných skupin zatěžovacích stavů a vygenerovat pouze rozhodující skupiny zatěžovacích stavů.

Automaticky se přitom vygeneruje jedna nebo několik kombinací zatěžovacích stavů a spočítají se v hlavním programu RFEM. Počet kombinací zatěžovacích stavů závisí na zvolené návrhové situaci.

Na každém místě x se prověří, zda tu zatěžovací stav nevyvolává maximální nebo minimální hodnotu. Pouze takové zatěžovací stavy se pak v modulu RF-COMBI 2006 použijí při tvorbě skupin nebo kombinací zatěžovacích stavů.

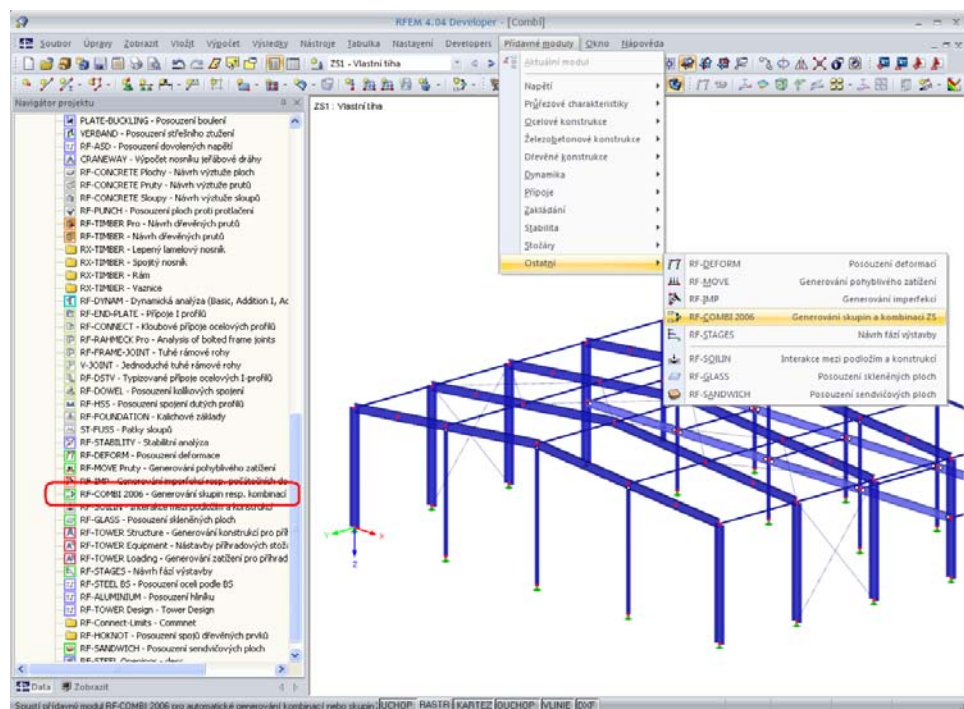
Redukce pomocí automaticky generovaných kombinací zaručuje, že výsledky v modulu RF-COMBI 2006 budou zahrnovat všechny rozhodující skupiny zatěžovacích stavů. Místo automaticky generovaných kombinací však může pro redukci i sám uživatel vytvořit v RFEMu vlastní kombinace zatěžovacích stavů a použít je v modulu RF-COMBI 2006. Funkčně se pak taková redukce neliší od automatické redukce počtu generovaných kombinací zatěžovacích stavů.

Redukce je možná pouze v případě generování skupin zatěžovacích stavů, nikoli kombinací.

3. Práce s modulem RF-COMBI 2006

3.1 Spuštění modulu RF-COMBI 2006

Modul RF-COMBI 2006 můžeme spustit příkazem z hlavní nabídky **Přídavné moduly** → **Ostatní** → **RF-COMBI 2006** nebo v navigátoru *Data* kliknutím na položku **Přídavné moduly** → **RF-COMBI 2006**.



Obr. 3.1: Spuštění modulu RF-COMBI 2006 z navigátoru *Data* a z hlavní nabídky **Přídavné moduly**

3.2 Dialogy

Dialogy slouží k vyplnění vstupních dat pro definování případů v RF-COMBI 2006 a později také k zobrazení číselných výsledků na obrazovce.

Po spuštění modulu RF-COMBI 2006 vidíme na levé straně navigátor, který obsahuje všechny aktuálně přístupné dialogy. Nad navigátorem se nachází seznam případně již zadaných případů.

Dialogy lze otevřít kliknutím vždy na příslušnou položku v navigátoru modulu RF-COMBI 2006 nebo je lze postupně nalistovat pomocí kláves [F2] a [F3] nebo tlačítek [←] a [→].

Tlačítkem [Výpočet] spustíme po zadání všech vstupních údajů generování.

Pomocí tlačítka [OK] uložíme před ukončením modulu vstupní data i výsledky, zatímco tlačítko [Storno] slouží k zavření modulu bez uložení dat.

Tlačítkem [?] nebo funkční klávesou [F1] aktivujeme nápovědu.

Tlačítkem [Součinitele] otevřeme dialog, v němž můžeme definovat dílčí a kombinační součinitele.

Pomocí tlačítka [Kontrola] lze spustit kontrolu správnosti.

Tlačítka [Výpočet], [Součinitele] a [Kontrola] jsou k dispozici pouze ve vstupních dialogích.

Pokud se po úspěšně provedeném výpočtu otevře některý z výstupních dialogů, máme v něm k dispozici tlačítko [Exportovat]. Tímto tlačítkem lze vygenerované skupiny, resp. kombinace zatěžovacích stavů exportovat do hlavního programu RFEM.

RF-COMBI 2006 - [Příklad 3]

Soubor Nastavení Nápověda

PR1

2.2 Kombinace zatěžovacích stavů

KZS	Použit	Návrhová situace	KZS1	KZS2	KZS3	KZS4	KZS5	KZS6
KZS7	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35/s	1.50/s	1.50/s	(0.90)	(0.90)	0.75
KZS8	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35/s	1.05	1.05	(1.50/s)	(1.50/s)	0.75
KZS9	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35/s	1.05	1.05	(0.90)	(0.90)	1.50/s

Vstupní data
 - Základní údaje
 - Účinky
 - Kategorie účinků

Výsledky
 - Kombinace zatěžovacích stavů
 - Kombinace zatěžovacích stavů
 - Kombinace ZS - redukované

Zatěžovací stavy v generované KZS: KZS7

KZS	Použit	č.	Účinek Označení	kategorie	Převažující	Součinitele			Únosnost - základní kombinace			
						γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$	ZS1/s	ZS2	ZS3	ZS4
KZS1	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚČ1	Stálé účinky	1.	<input type="checkbox"/>	1.35	-	1.35	1.0	-	-	-
KZS2	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚČ2	Užitná zatížení kancel	3.B	<input checked="" type="checkbox"/>	1.50	-	1.50	-	1.0	1.0	-
KZS3	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚČ3	Užitná zatížení obchod	3.D	<input checked="" type="checkbox"/>	1.50	-	1.50	-	-	-	1.0
KZS4	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚČ4	Zatížení větrem	5.	<input type="checkbox"/>	1.50	0.60	0.90	-	-	-	-
KZS5	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚČ4	Zatížení větrem	5.	<input type="checkbox"/>	1.50	0.60	0.90	-	-	-	-
KZS6	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚČ5	Zatížení sněhem a led	4.A	<input type="checkbox"/>	1.50	0.50	0.75	-	-	-	-

Převažující... Exportovat... OK Storno

Obr. 3.2: Základní uspořádání výstupních dialogů

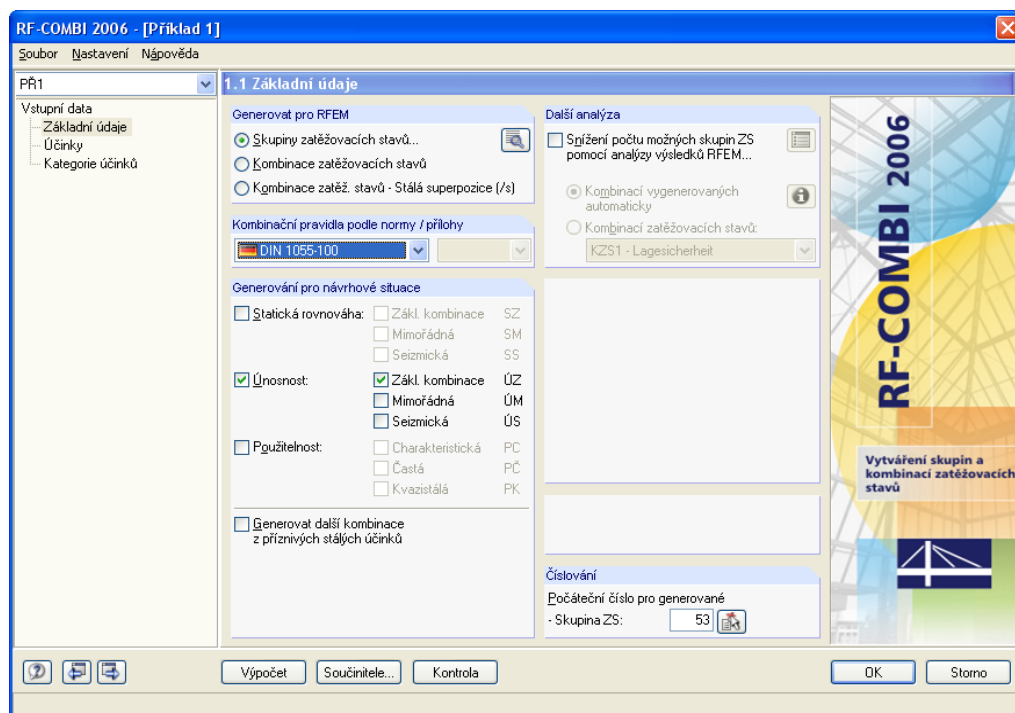
3.3 Vstupní dialogy

Ve vstupních dialogích se zadávají veškeré údaje a parametry nezbytné pro výpočet.

3.3.1 Kombinace zatížení podle DIN 1055-100

3.3.1.1 Základní údaje

Po spuštění RF-COMBI 2006 se automaticky otevře v okně modulu dialog 1.1 *Základní údaje*.



Obr. 3.3: Dialog 1.1 *Základní údaje*

V sekci *Generovat pro RFEM* rozhodneme, zda se mají vygenerovat *skupiny zatěžovacích stavů* nebo *kombinace zatěžovacích stavů* z proměnných nebo stálých zatěžovacích stavů. Rozdíl mezi skupinami a kombinacemi zatěžovacích stavů je přesně popsán v manuálu k hlavnímu programu RFEM. Pokud zvolíme možnost *Kombinace zatěžovacích stavů – Stálá superpozice [/s]*, zohlední se všechny zatěžovací stavy s atributem „/stálý“. V tom případě se vygeneruje výrazně vyšší počet kombinací zatěžovacích stavů.

V sekci *Kombinační pravidla podle normy* vybereme normu, a tím i pravidla pro generování skupin nebo kombinací zatěžovacích stavů. K dispozici jsou např. normy *DIN 1055-100*, *DIN 18800*, *EN 1990* a také *DIN 1052*. Další popis se bude v této kapitole týkat normy *DIN 1055-100*.

Norma *DIN 1055-100* vyžaduje posouzení mezních stavů únosnosti a použitelnosti. U mezního stavu únosnosti se rozlišuje, zda se má zohlednit ztráta statické rovnováhy nebo porušení konstrukce lomem. Modul umožňuje generovat kombinace pro následující *návrhové situace*:

- Statická rovnováha (mezní stav únosnosti, dílčí součinitele pro posouzení ztráty statické rovnováhy)
 - Základní kombinace – viz vzorec 2.1
 - Mimořádná – viz vzorec 2.2
 - Seizmická – viz vzorec 2.3

- Únosnost (mezí stav únosnosti, dílčí součinitele pro posouzení porušení konstrukce lomem)
 - Základní kombinace – viz vzorec 2.1
 - Mimořádná – viz vzorec 2.2
 - Seizmická – viz vzorec 2.3
- Posouzení použitelnosti (mezí stav použitelnosti)
 - Charakteristická – viz vzorec 2.4
 - Častá – viz vzorec 2.5
 - Kvazistálá – viz vzorec 2.6

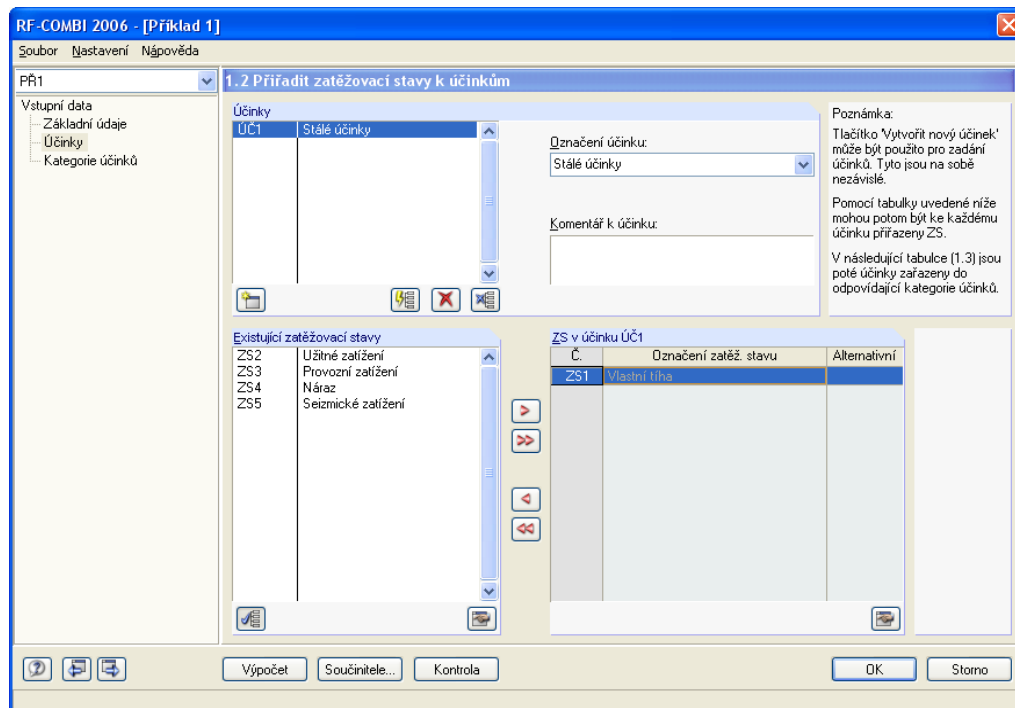
Pokud zaškrtneme volbu *Generovat další kombinace z příznivých stálých účinků*, budou se rozlišovat příznivé a nepříznivé stálé účinky a do výpočtu vstoupí s odlišnými dílčími součiniteli. Týká se to přitom pouze návrhové situace ‚Únosnost‘. V případě návrhové situace ‚Statická rovnováha‘ se tyto účinky rozlišují vždy, zatímco u návrhové situace ‚Použitelnost‘ se mezi příznivými a nepříznivými účinky nečiní rozdíl.

V sekci *Další analýza* můžeme aktivovat *Snížení počtu možných SZS pomocí analýzy výsledků RFEM*. Je pak třeba rozhodnout, zda se v RFEMu spočítají automaticky vygenerované kombinace nebo zda se mají pro tento účel vybrat jiné kombinace. Tyto kombinace je pak ovšem třeba předem definovat v RFEMu. Princip redukce je popsán v kapitole 2.3.

V sekci *Číslování* můžeme zadat první číslo pro generovanou skupinu, resp. kombinaci zatěžovacích stavů, která se po exportu v RFEMu vytvoří. Pokud klikneme na tlačítko za vstupním políčkem, nastaví se pro generovanou skupinu, příp. kombinaci zatěžovacích stavů první volné číslo.

3.3.1.2 Účinky

V dialogu 1.2 *Účinky* se vytvoří účinky a k nim se přiřadí zatěžovací stavy definované v RFEMu. Tento dialog je rozdělen do sekcí *Účinky*, *Existující zatěžovací stavy* a *ZS v účinku ÚČ*.



Obr. 3.4: Dialog 1.2 Účinky

V sekci *Účinky* se zobrazí seznam všech již vytvořených účinků. Účinky lze opatřit *Označením* nebo *Komentářem*.

Nový účinek vytvoříme pomocí tlačítka vlevo dole v sekci *Účinky*.

Pomocí druhého tlačítka vytvoříme právě tolik nových účinků, kolik existuje zatěžovacích stavů. Ke každému účinku se pak přiřadí přesně jeden zatěžovací stav.

Dalším tlačítkem smažeme vybraný účinek.

Poslední tlačítko umožňuje smazat všechny dosud vytvořené účinky.

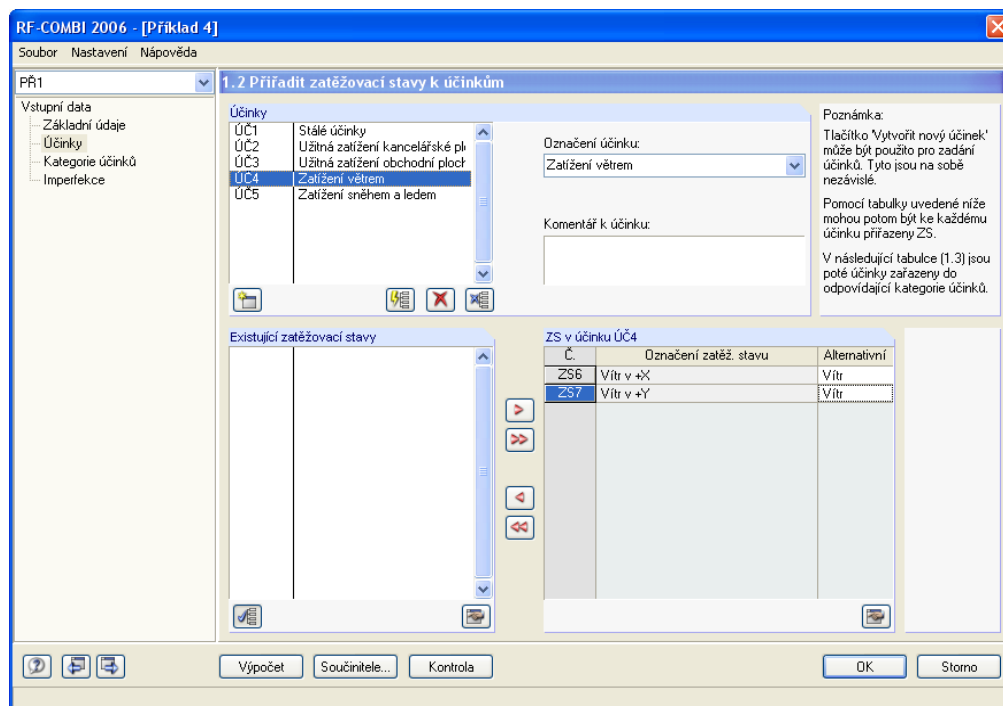
V sekci *Existující zatěžovací stavy* se nám po otevření dialogu zobrazí seznam všech zatěžovacích stavů převzatých z RFEMu, které dosud nebyly přiřazeny k žádnému účinku. Zatěžovací stavy definované v RFEMu jako typ *Imperfekce* seznam neobsahuje.

Pokud je aktivováno tlačítko vlevo dole v sekci *Existující zatěžovací stavy*, zobrazí se v seznamu všechny dosud nepřirazené zatěžovací stavy. Jestliže tlačítko aktivováno není, zobrazí se všechny zatěžovací stavy.

Druhé tlačítko v této sekci slouží k úpravám základních údajů vybraného zatěžovacího stavu.

Seznam zatěžovacích stavů, které jsou přiřazeny k právě vybranému účinku, se zobrazí v sekci *ZS v účinku ÚČ*. Zatěžovací stavy se k účinkům přiřazují pomocí šipek mezi sekcemi *Existující zatěžovací stavy* a *ZS v účinku ÚČ*. Přiřadit lze přitom buď jen právě zvolený zatěžovací stav anebo všechny existující zatěžovací stavy současně. Každý zatěžovací stav lze přiřadit pouze k jednomu účinku. Tlačítko ve spodní části sekce *ZS v účinku ÚČ* umožňuje upravit základní údaje vybraného zatěžovacího stavu.

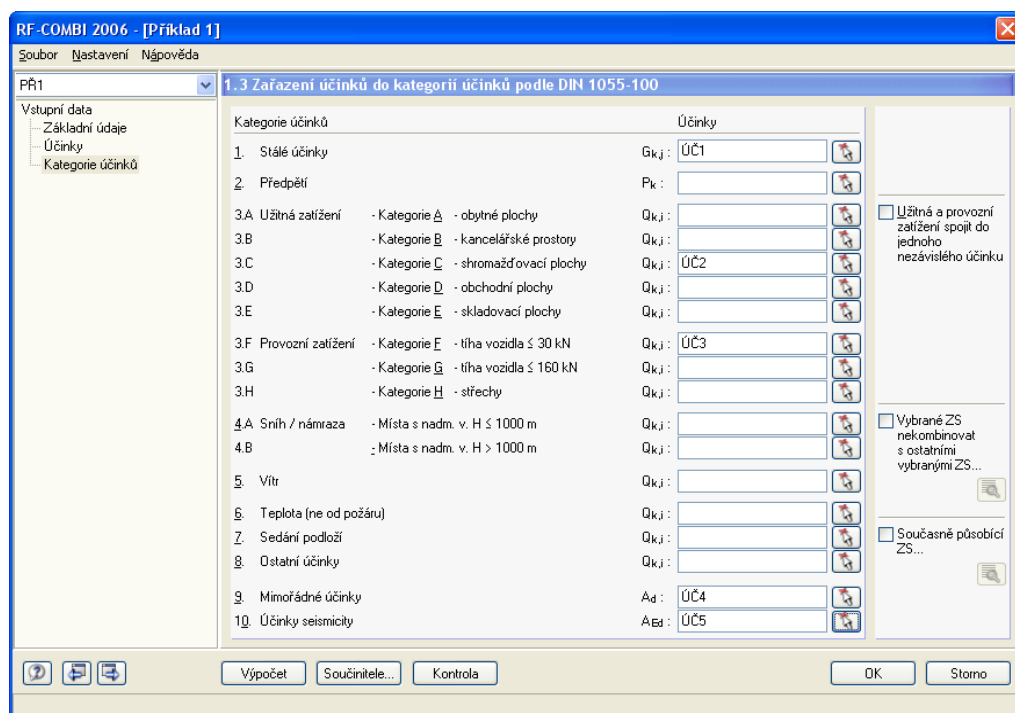
Dva nebo i více zatěžovacích stavů lze definovat jako stavy navzájem se vylučující. To znamená, že se dané zatěžovací stavy nikdy nevyskytnou současně ve skupině, resp. kombinaci zatěžovacích stavů. Takový případ nastane, pokud u zatěžovacích stavů ve sloupci *Alternativní* uvedeme stejné označení.



Obr. 3.5: Alternativní vztah mezi ZS6 a ZS7

Kategorie účinků

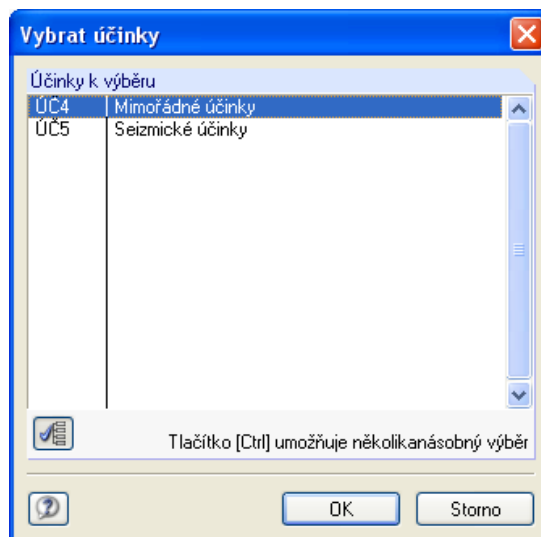
V dialogu 1.3 *Kategorie účinků* se účinky zařazují do jednotlivých kategorií účinků.



Obr. 3.6: Dialog 1.3 Kategorie účinků



Pro přiřazení uvedeme ve vstupních políčkách označení účinků, použít lze i funkci [Převzít účinek ze seznamu]. Po kliknutí na příslušné tlačítko se otevře dialog *Vybrat účinky*, v němž se zobrazí seznam všech dosud nepřijasných účinků.



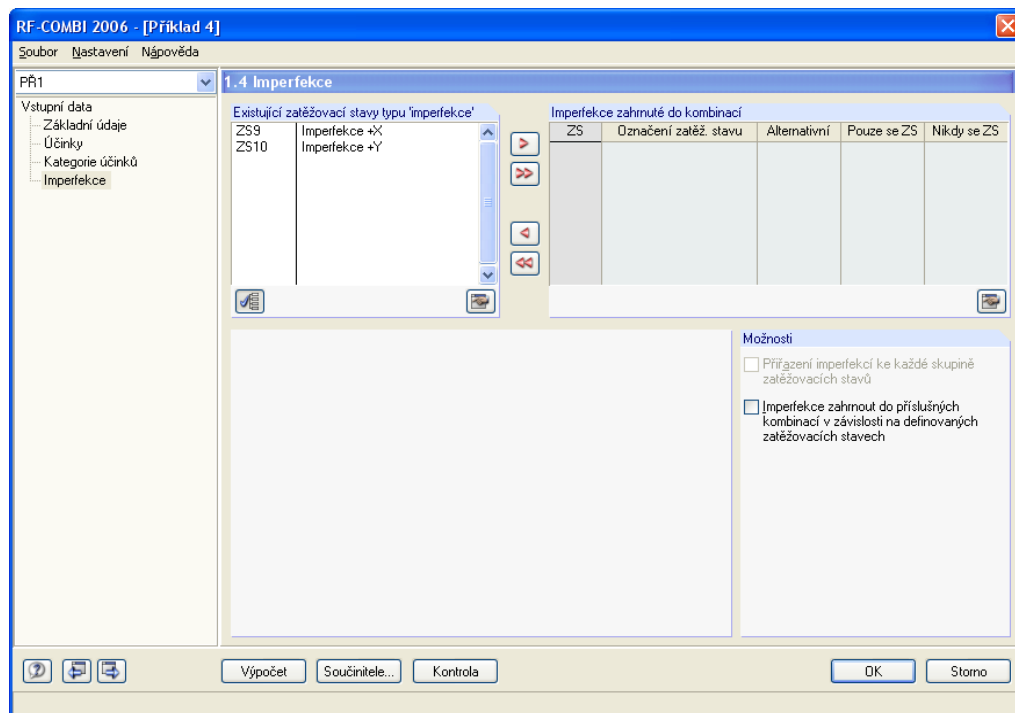
Obr. 3.7: Dialog Vybrat účinky

V dialogu 1.3 máme k dispozici také volbu *Užitná zatížení a provozní zatížení spojit do jednoho nezávislého účinku*. Možnost spojit užitná a provozní zatížení uvnitř jedné budovy je vysvětlena např. v [4], příloha A, strana 37. Tato volba ovlivňuje generování skupin, resp. kombinací zatěžovacích stavů podle vzorců 2.1, 2.2, 2.4 a 2.5 (viz kap. 2.2.1), které zahrnují hlavní proměnné zatížení $Q_{k,1}$. Pokud je tato volba aktivována, budou se všechna užitná a provozní zatížení současně uvažovat buď jako hlavní zatížení nebo žádné z nich nebude klasifikováno jako hlavní zatížení. Všechna užitná a provozní zatížení se tak vynásobí vždy stejným kombinačním součinitelem ψ .

3.3.1.3 Imperfekce

Dialog 1.4 *Imperfekce* se zobrazí pouze v případě, že se mají generovat skupiny zatěžovacích stavů. Pouze skupiny ZS lze počítat podle teorie druhého a třetího řádu.

Tento dialog obsahuje sekce *Existující zatěžovací stavy typu ,Imperfekce'*, *Imperfekce zahrnuté do kombinací a Možnosti*.



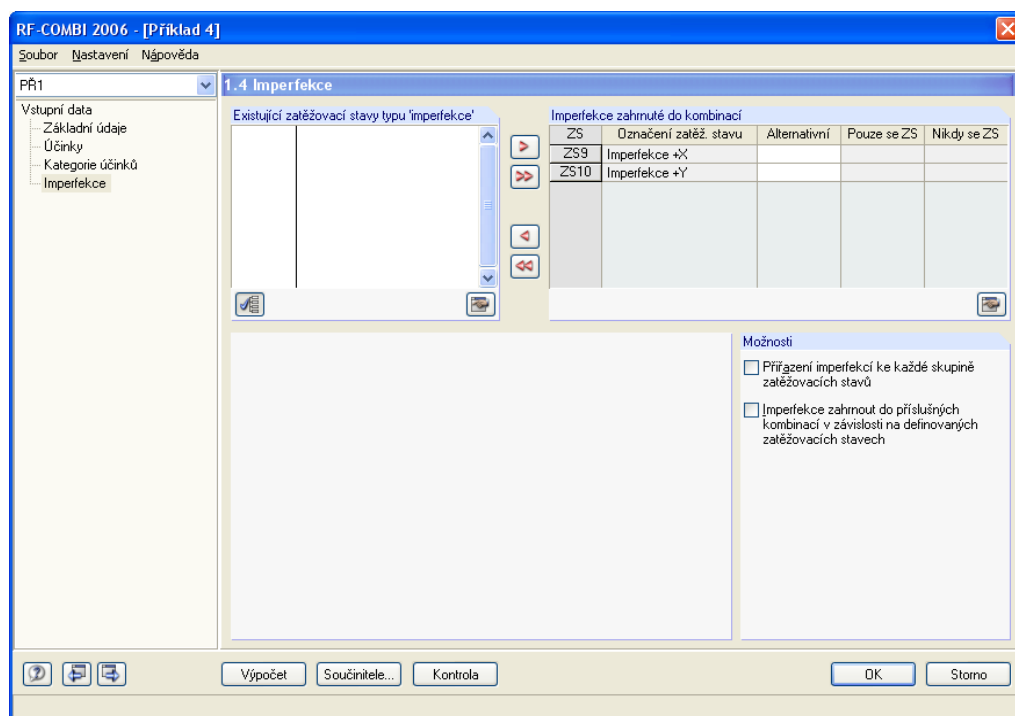
Obr. 3.8: Dialog 1.4 *Imperfekce*

V sekci *Existující zatěžovací stavy typu ,Imperfekce'* se zobrazí seznam všech imperfekcí, které byly vytvořeny v RFEMu a dosud nebyly zařazeny do skupin ke generování. Tlačítka v těchto sekcích mají stejné funkce jako v dialogu 1.2.

RF-COMBI 2006 zohledňuje pouze imperfekce vybrané v sekci *Imperfekce zahrnuté do kombinací*.

Pokud jsme vybrali alespoň jeden zatěžovací stav imperfekce, bude každá potenciální skupina zatěžovacích stavů vytvořena s imperfekcí a bez imperfekce. Pokud se mají vygenerovat pouze skupiny zatěžovacích stavů s imperfekcí, je třeba zaškrtnout políčko *Přiřazení imperfekcí ke každé skupině zatěžovacích stavů* v sekci *Možnosti*.

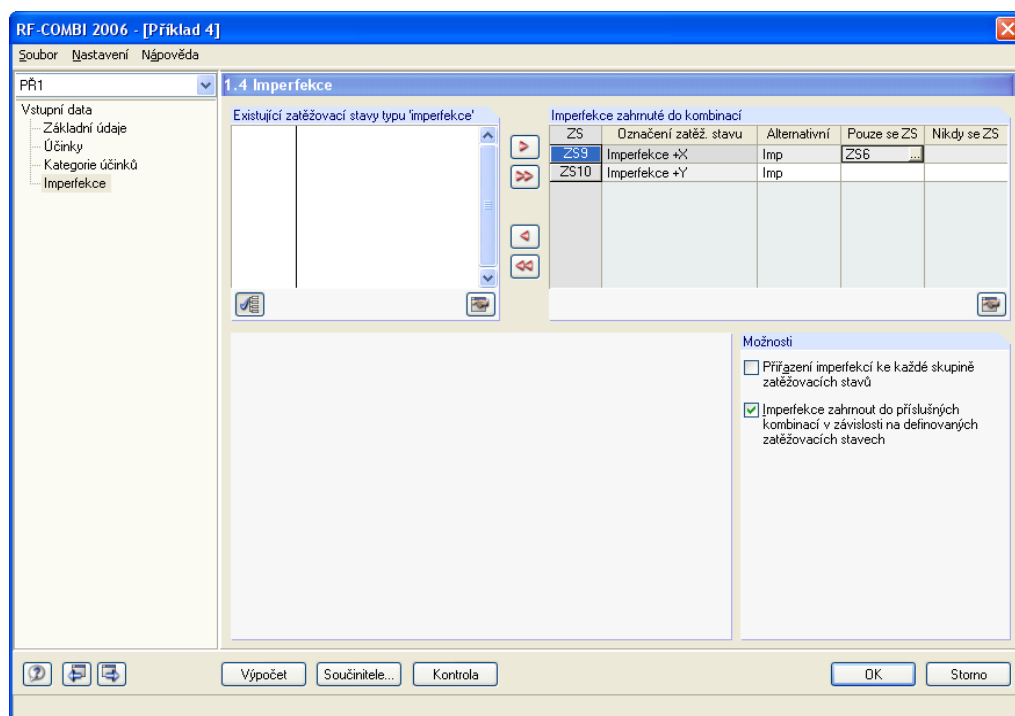
Na obr. 3.9 se při generování skupin zatěžovacích stavů použijí zatěžovací stavy ZS9 a ZS10. Nejdříve se vygenerují všechny skupiny zatěžovacích stavů bez imperfekcí, následně se ZS9, poté se ZS10 a nakonec se ZS9 i ZS10 současně.



Obr. 3.9: Dialog 1.4 Imperfekce, sekce Imperfekce zahrnuté do kombinací

Zatěžovací stavy imperfekce lze stejně jako ostatní zatěžovací stavy definovat jako *Alternativní*. V tom případě se do každé skupiny zatěžovacích stavů zařadí pouze jeden zatěžovací stav imperfekce.

Zadávací políčka *Pouze se ZS* a *Nikdy se ZS* umožňují počet generovaných skupin zatěžovacích stavů dále redukovat. K tomu je zapotřebí aktivovat v sekci *Možnosti* volbu *Imperfekce zahrnout do příslušných kombinací v závislosti na definovaných zatěžovacích stavech*. Tímto způsobem lze určit vztah mezi příslušnou imperfekcí a jiným zatěžovacím stavem.



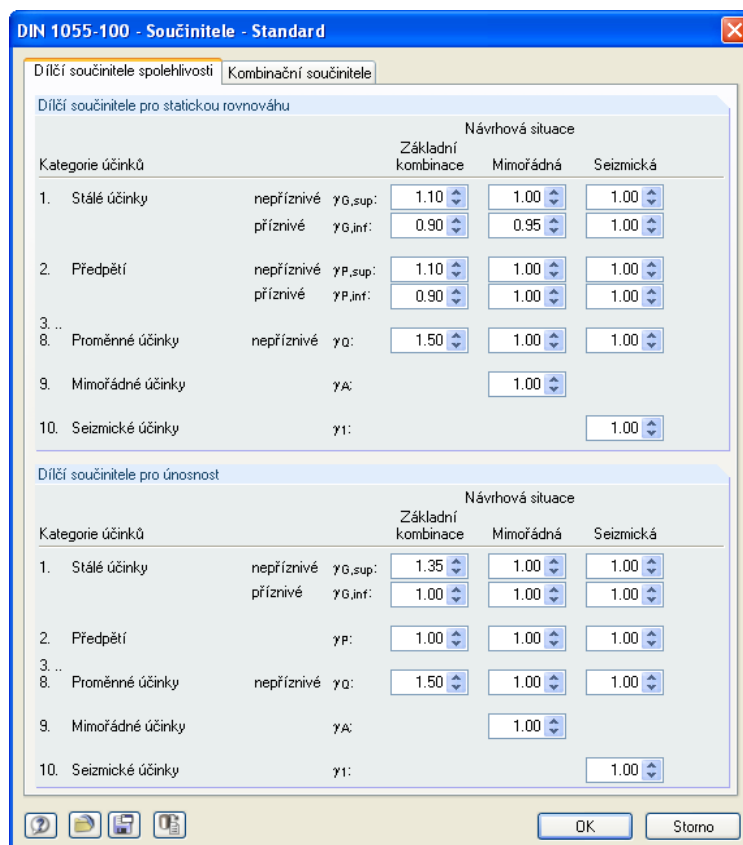
Obr. 3.10: Dialog 1.4 Imperfekce, sekce Možnosti

3.3.1.4 Součinitele

Dialog *Součinitele* otevřeme kliknutím na tlačítko [Součinitele]. Dialog se skládá ze dvou záložek.

V těchto záložkách jsou přednastaveny *Dílčí součinitele* a *Kombinační součinitele* podle normy DIN 1055-100, které se použijí pro generování skupin, resp. kombinací zatěžovacích stavů.

V záložce *Dílčí součinitele* je definována jak návrhová situace statické rovnováhy, tak únosnosti. Rozdíl je pouze v uplatňovaných dílčích součinitelích.

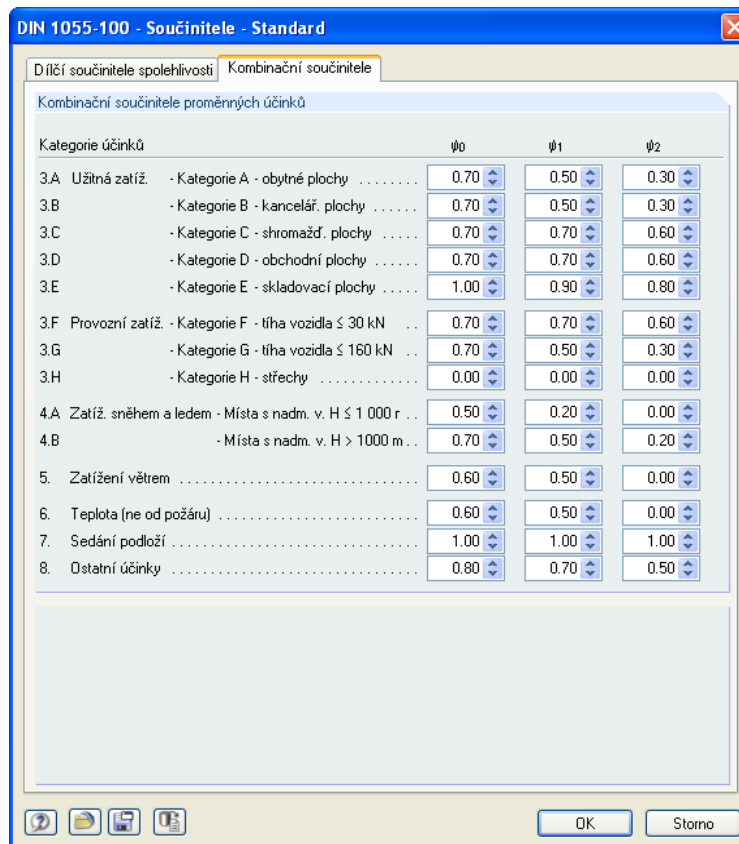


Kategorie účinků		Návrhová situace		
		Základní kombinace	Mimořádná	Seizmická
1. Stálé účinky	nepříznivé $\gamma_{G,sup}$:	1.10	1.00	1.00
	příznivé $\gamma_{G,inf}$:	0.90	0.95	1.00
2. Předpětí	nepříznivé $\gamma_{P,sup}$:	1.10	1.00	1.00
	příznivé $\gamma_{P,inf}$:	0.90	1.00	1.00
3. ...				
8. Proměnné účinky	nepříznivé γ_Q :	1.50	1.00	1.00
9. Mimořádné účinky	γ_A :		1.00	
10. Seismické účinky	γ_I :			1.00

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

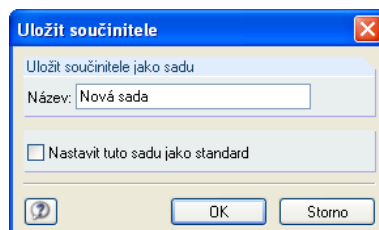
Obr. 3.11: Dialog *Součinitele*, přednastavené dílčí součinitele podle DIN 1055-100

Kombinační součinitele se liší podle kategorií účinků.



Obr. 3.12: Dialog *Součinitele*, přednastavené kombinační součinitele podle DIN 1055-100

Kromě součinitelů přednastavených podle příslušných norem můžeme vytvořit a uložit také vlastní sady součinitelů. Po kliknutí na tlačítko [Uložit součinitele jako sadu s názvem] se otevře dialog, v kterém se zadá název sady.



Obr. 3.13: Dialog *Uložit součinitele*

Vytvořenou sadu můžeme nastavit jako standard.

Tlačítkem [Načíst již uložené součinitele] otevřeme dialog, v kterém se načtou dosud definované sady součinitelů (viz obr. 3.14 na následující straně).

Obr. 3.14: Dialog *Načíst součinitele*

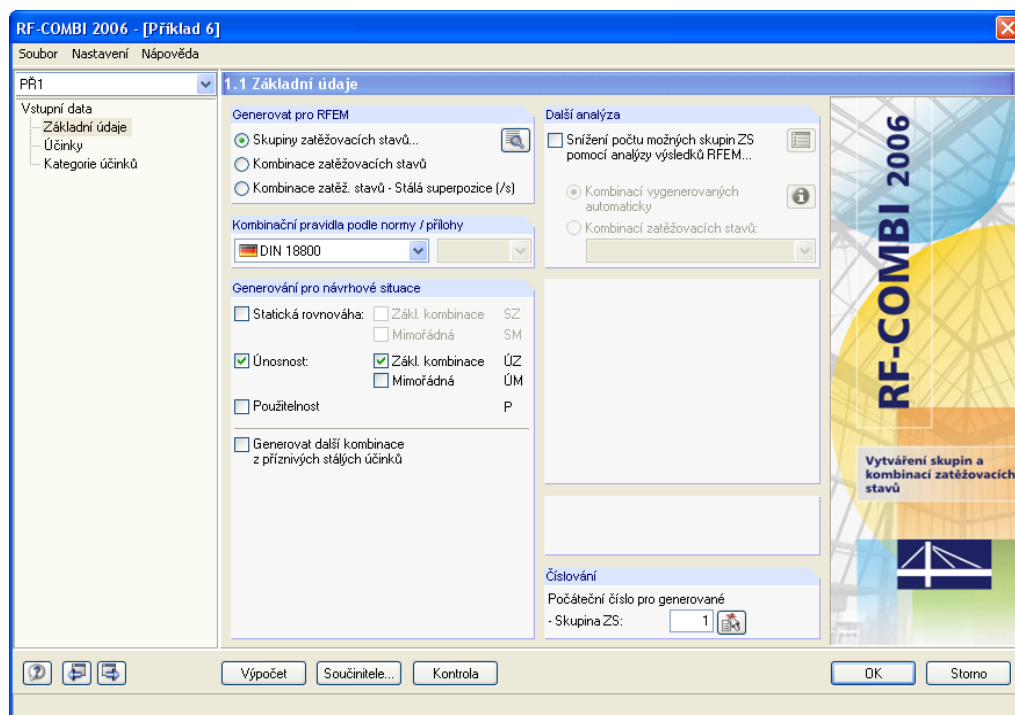
Na prvním místě v seznamu se nachází pod názvem *Standard* sada součinitelů odpovídající normě. Tuto sadu nelze upravit ani smazat.

Pomocí zaškrtnutí políčka vedle názvu sady lze i jinou sadu nastavit jako standardní.

3.3.2 Kombinace zatížení podle DIN 18800

3.3.2.1 Základní údaje

Po spuštění RF-COMBI 2006 se automaticky otevře v okně modulu dialog 1.1 *Základní údaje*.

Obr. 3.15: Dialog 1.1 *Základní údaje*

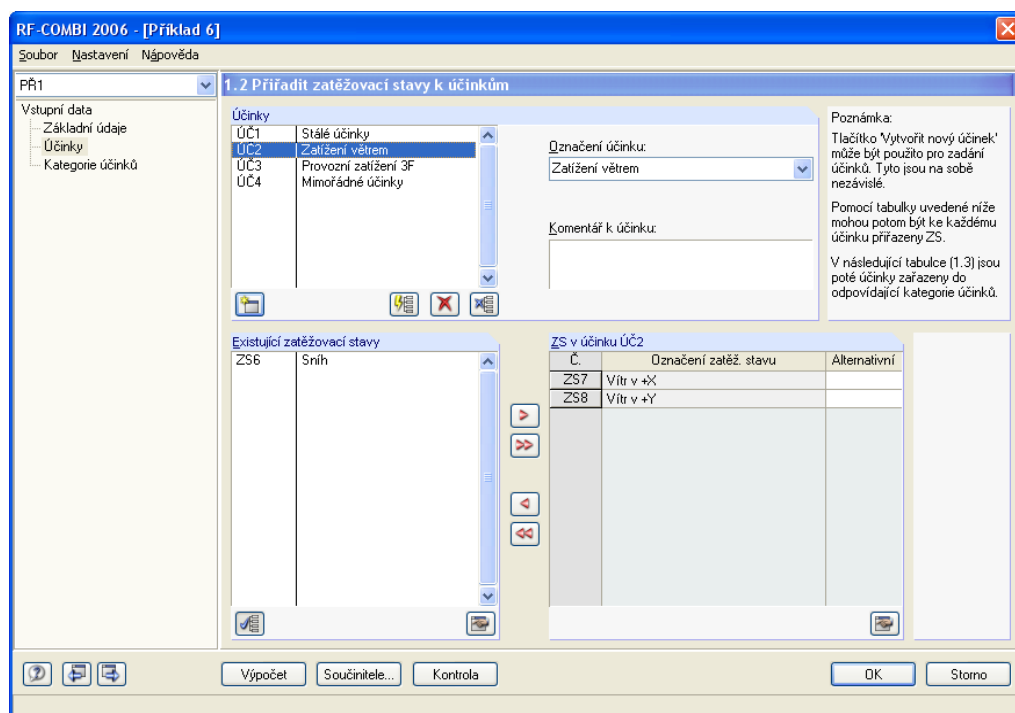
Tento dialog se odlišuje od dialogu popsaného v kapitole 3.3.1.1 na straně 16 pouze v sekci *Generování pro návrhové situace*.

Norma 18800 vyžaduje posouzení mezních stavů únosnosti a použitelnosti. U mezního stavu únosnosti se rozlišuje, zda se má zohlednit ztráta statické rovnováhy nebo porušení konstrukce lomem. Modul umožňuje generovat kombinace pro následující návrhové situace:

- Statická rovnováha (mezní stav únosnosti, dílčí součinitele pro posouzení ztráty statické rovnováhy)
 - Základní kombinace – viz vzorec 2.7 a vzorec 2.8
 - Mimořádná – viz vzorec 2.9
- Únosnost (mezní stav únosnosti, dílčí součinitele pro posouzení porušení konstrukce lomem)
 - Základní kombinace – viz vzorec 2.7 a vzorec 2.8
 - Mimořádná – viz vzorec 2.9
- Použitelnost (mezní stav použitelnosti) – viz vzorec 2.7

3.3.2.2 Účinky

V tomto dialogu se vytvoří účinky a k nim se přiřadí zatěžovací stavy definované v RFEMu.

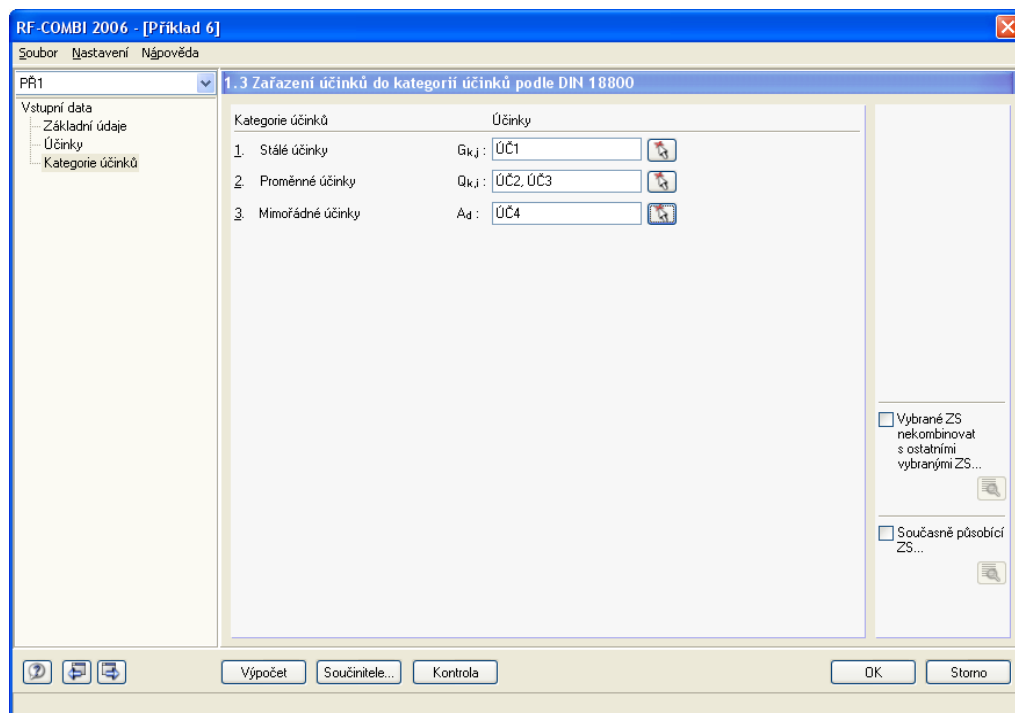


Obr. 3.16: Dialog 1.2 Účinky

Funkčnost dialogu není závislá na výběru normy. Popis funkcí najdeme v kapitole 3.3.1.2 na straně 17.

3.3.2.3 Kategorie účinků

V tomto dialogu se účinky zařazují do jednotlivých kategorií účinků.

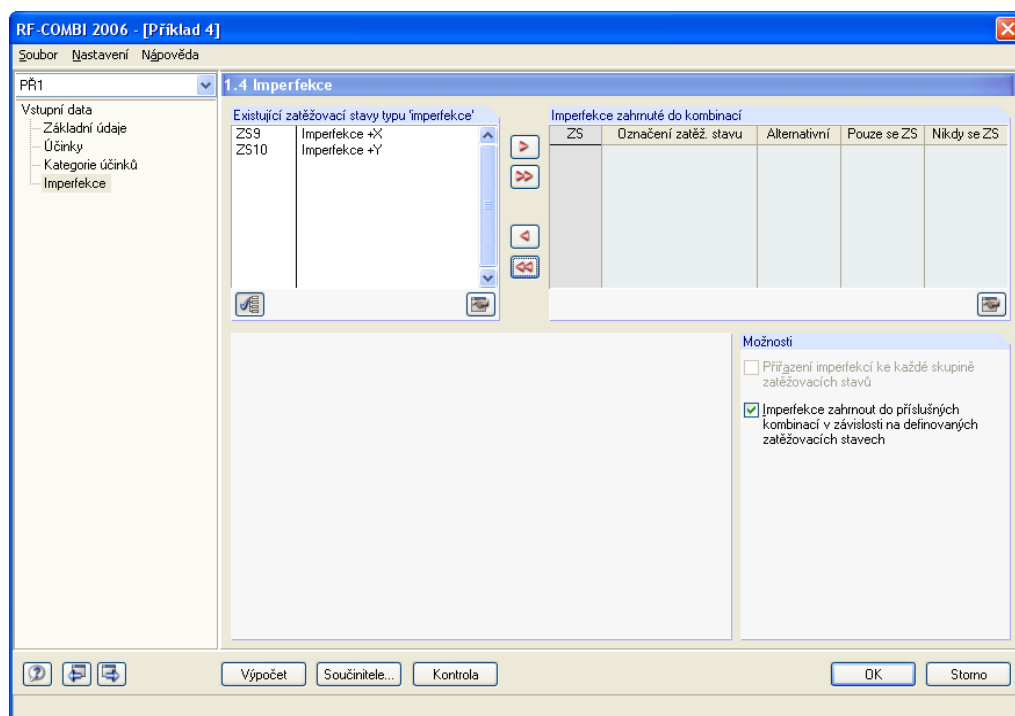


Obr. 3.17: Dialog 1.3 Kategorie účinků

V případě normy DIN 18800 je postup přiřazování účinků do jednotlivých kategorií stejný jako v případě normy DIN 1055-100 a je popsán v kapitole 3.3.1.2 na straně 18.

3.3.2.4 Imperfekce

Dialog 1.4 *Imperfekce* se zobrazí pouze v případě, že se mají generovat skupiny zatěžovacích stavů. Pouze skupiny ZS lze počítat podle teorie druhého a třetího řádu.



Obr. 3.18: Dialog 1.4 Imperfekce

Tento dialog obsahuje sekce *Existující zatěžovací stavy typu ,Imperfekce'*, *Imperfekce zahrnuté do kombinací* a *Možnosti*.

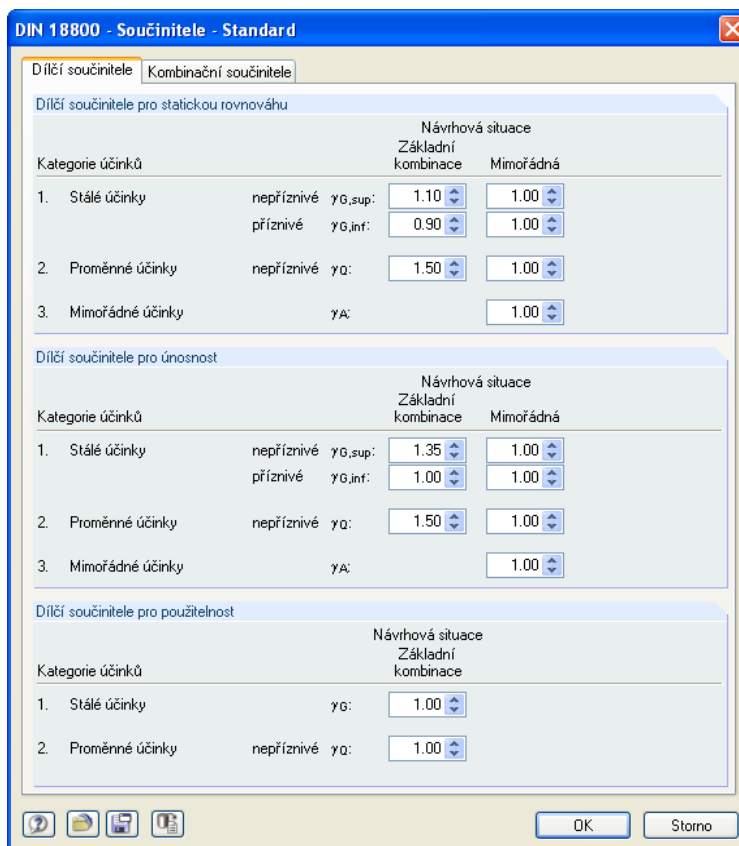
Práce s tímto dialogem není ovlivněna výběrem normy a je popsána v kapitole 3.3.1.3 na straně 20.

3.3.2.5 Součinitele

Dialog *Součinitele* otevřeme kliknutím na tlačítko [Součinitele]. Dialog se skládá ze dvou záložek.

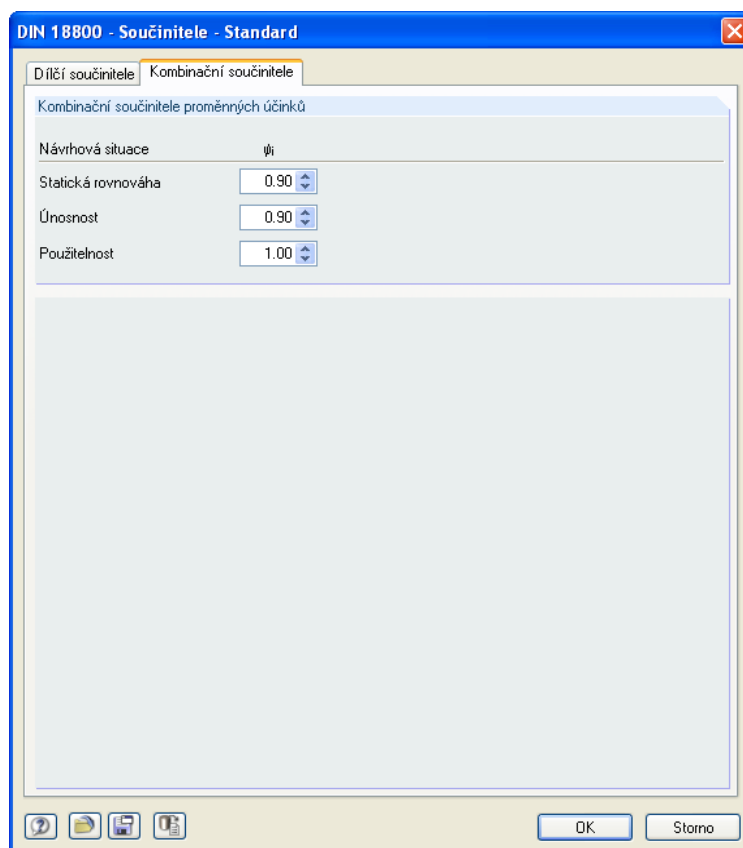
V těchto záložkách jsou přednastaveny *Dílčí součinitele* a *Kombinační součinitele* podle normy DIN 18800, které se použijí pro generování skupin, resp. kombinací zatěžovacích stavů.

V záložce *Dílčí součinitele* je definována jak návrhová situace statické rovnováhy, tak únosnosti. Rozdíl je pouze v uplatňovaných dílčích součinitelích.



Obr. 3.19: Dialog *Součinitele*, přednastavené dílčí součinitele podle DIN 18800

Také kombinační součinitele se mohou lišit podle návrhových situací.



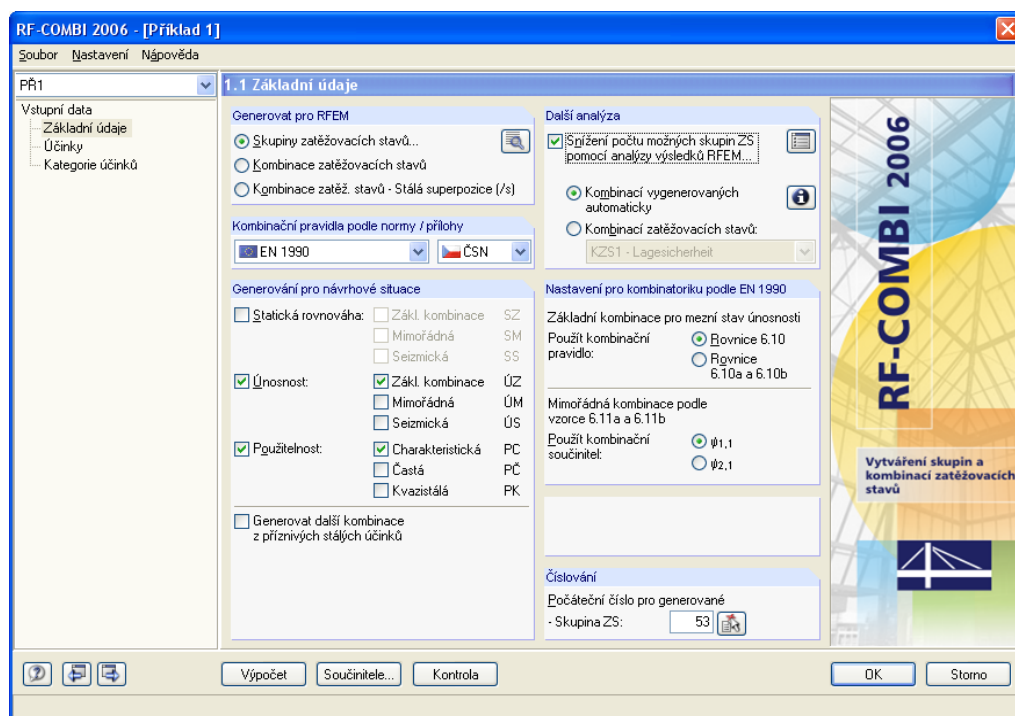
Obr. 3.20: Dialog *Součinitele*, přednastavené kombinační součinitele podle DIN 18800

Kromě součinitelů přednastavených podle příslušných norem můžeme vytvořit a uložit také vlastní sady součinitelů (srov. kapitola 3.3.1.4 na straně 22).

3.3.3 Kombinace zatížení podle EN 1990

3.3.3.1 Základní údaje

Po spuštění RF-COMBI 2006 se automaticky otevře v okně modulu dialog 1.1 *Základní údaje*.



Obr. 3.21: Dialog 1.1 Základní údaje

Tento dialog se odlišuje od dialogu popsaného v kapitole 3.3.1.1 na straně 16 pouze v sekci *Generování pro návrhové situace*.

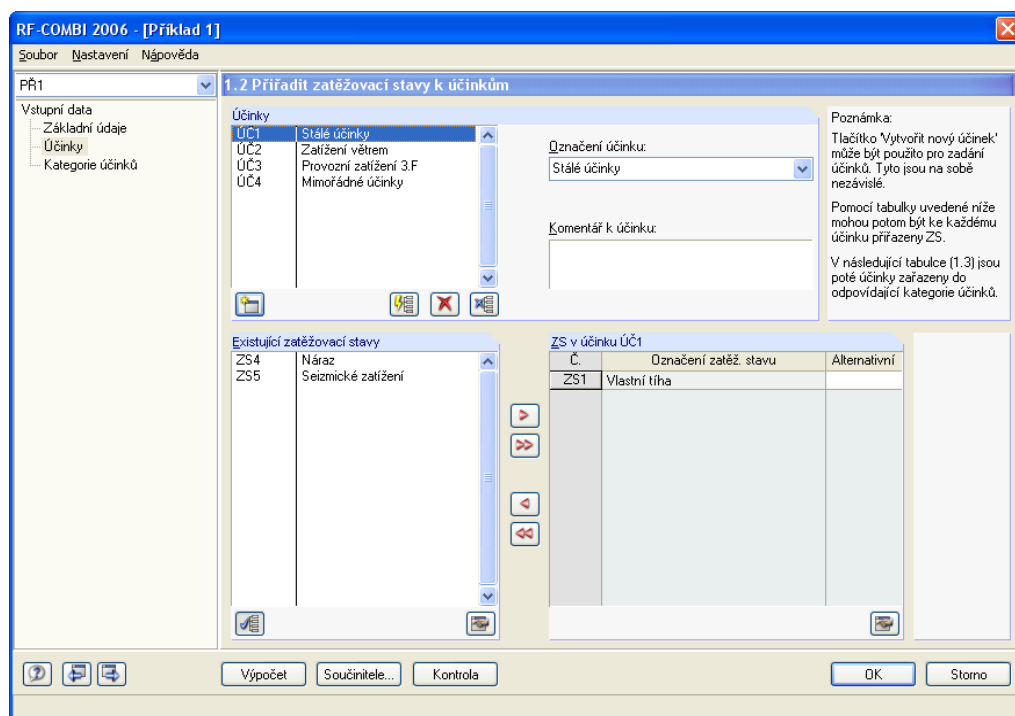
Následující popis se týká případu, kdy jsme vybrali normu EN 1990. Může se přitom jednat o EN 1990 CEN nebo EN 1990 CZ, které se liší pouze v přednastavených součinitelích.

Norma EN 1990 vyžaduje posouzení mezních stavů únosnosti a použitelnosti. U mezního stavu únosnosti se rozlišuje, zda se má zohlednit ztráta statické rovnováhy nebo porušení konstrukce lomem. Modul umožňuje generovat kombinace pro následující návrhové situace:

- Statická rovnováha (mezní stav únosnosti, dílčí součinitele pro posouzení ztráty statické rovnováhy)
 - Základní kombinace – viz vzorec 2.10, vzorec 2.11 nebo vzorec 2.12
 - Mimořádná – viz vzorec 2.13
 - Seizmická – viz vzorec 2.14
- Únosnost (mezní stav únosnosti, dílčí součinitele pro posouzení porušení konstrukce lomem)
 - Základní kombinace – viz vzorec 2.10, vzorec 2.11 nebo vzorec 2.12
 - Mimořádná – viz vzorec 2.13
 - Seizmická – viz vzorec 2.14
- Použitelnost (mezní stav použitelnosti)
 - Charakteristická – viz vzorec 2.15
 - Častá – viz vzorec 2.16
 - Kvazistálá – viz vzorec 2.17

3.3.3.2 Účinky

V dialogu 1.2 *Účinky* se vytvoří účinky a k nim se přiřadí zatěžovací stavy definované v RFEMu.

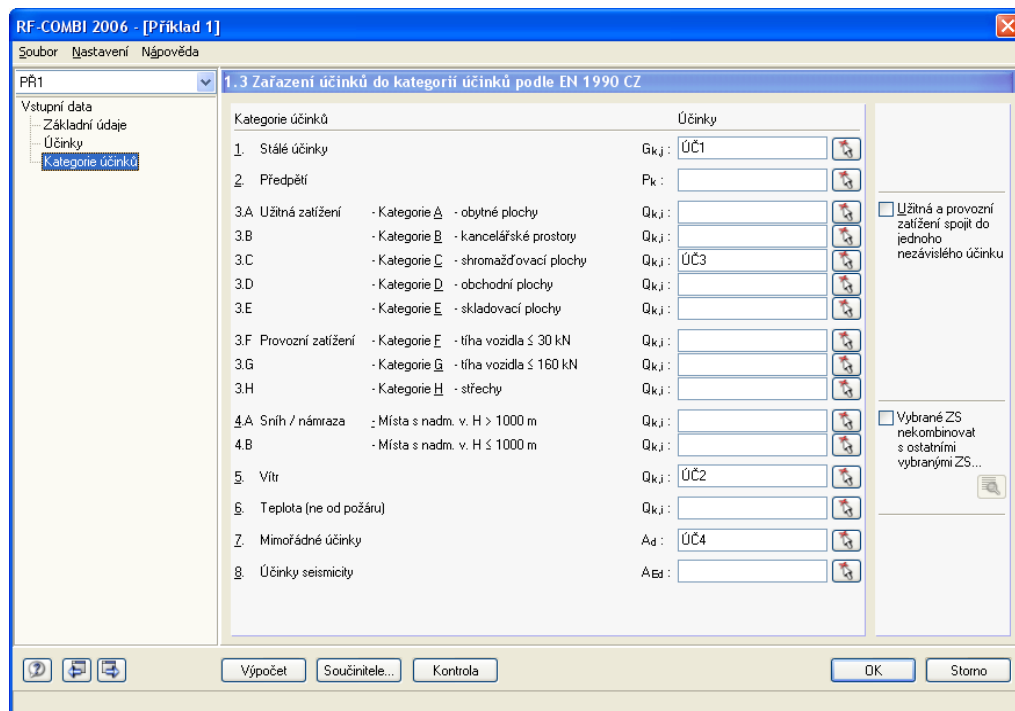


Obr. 3.22: Dialog 1.2 Účinky

Funkčnost dialogu není závislá na výběru normy. Popis funkcí najdeme v kapitole 3.3.1.2 na straně 17.

3.3.3.3 Kategorie účinků

V dialogu 1.3 se účinky zařazují do jednotlivých kategorií účinků.

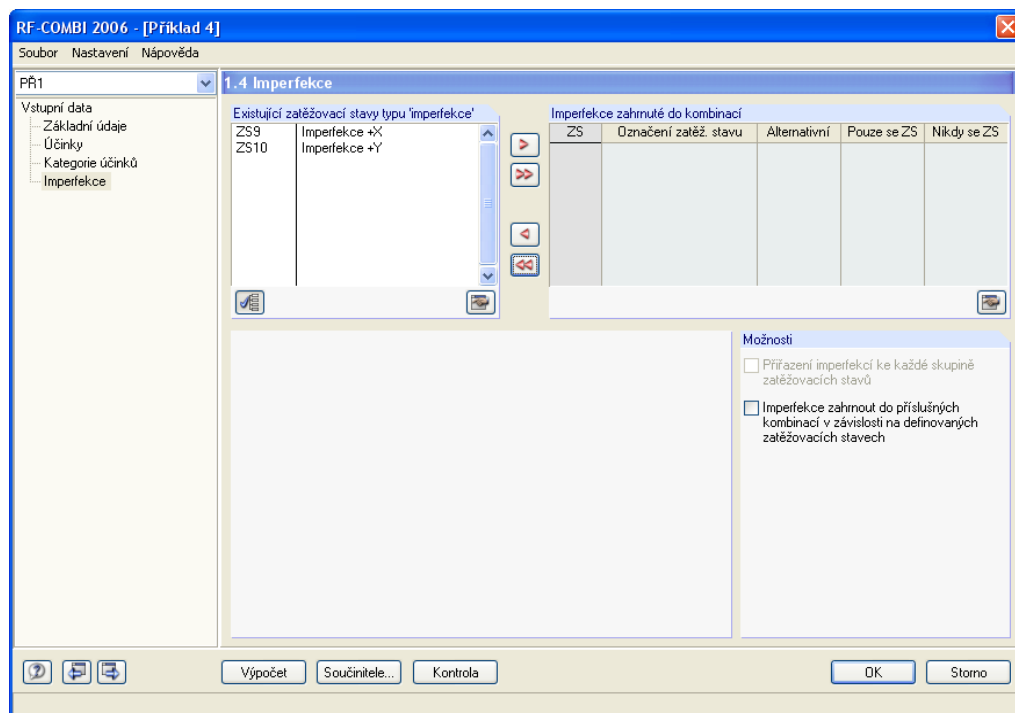


Obr. 3.23: Dialog 1.3 Kategorie účinků

Postup přiřazování účinků do jednotlivých kategorií je u normy EN 1990 stejný jako v případě normy DIN 1055-100 a je popsán v kapitole 3.3.1.2 na straně 18.

3.3.3.4 Imperfekce

Dialog 1.4 *Imperfekce* se zobrazí pouze v případě, že se mají generovat skupiny zatěžovacích stavů. Pouze skupiny ZS lze počítat podle teorie druhého a třetího řádu.



Obr. 3.24: Dialog 1.4 *Imperfekce*

Tento dialog obsahuje sekce *Existující zatěžovací stavy typu 'Imperfekce'*, *Imperfekce zahrnuté do kombinací* a *Možnosti*.

Práce s tímto dialogem není ovlivněna výběrem normy a je popsána v kapitole 3.3.1.3 na straně 20.

3.3.3.5 Součinitele

Dialog *Součinitele* otevřeme kliknutím na tlačítko [Součinitele]. Dialog se skládá ze dvou záložek.

V těchto záložkách jsou přednastaveny *Dílčí součinitele* a *Kombinační součinitele* podle normy EN 1990, které se použijí pro generování skupin, resp. kombinací zatěžovacích stavů.

V záložce *Dílčí součinitele* je definována jak návrhová situace statické rovnováhy, tak únosnosti. Rozdíl je pouze v uplatňovaných dílčích součinitelích.

EN 1990 CZ - Součinitele - Standard

Díleč součinitele Kombinační součinitele

Díleč součinitele pro statickou rovnováhu

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

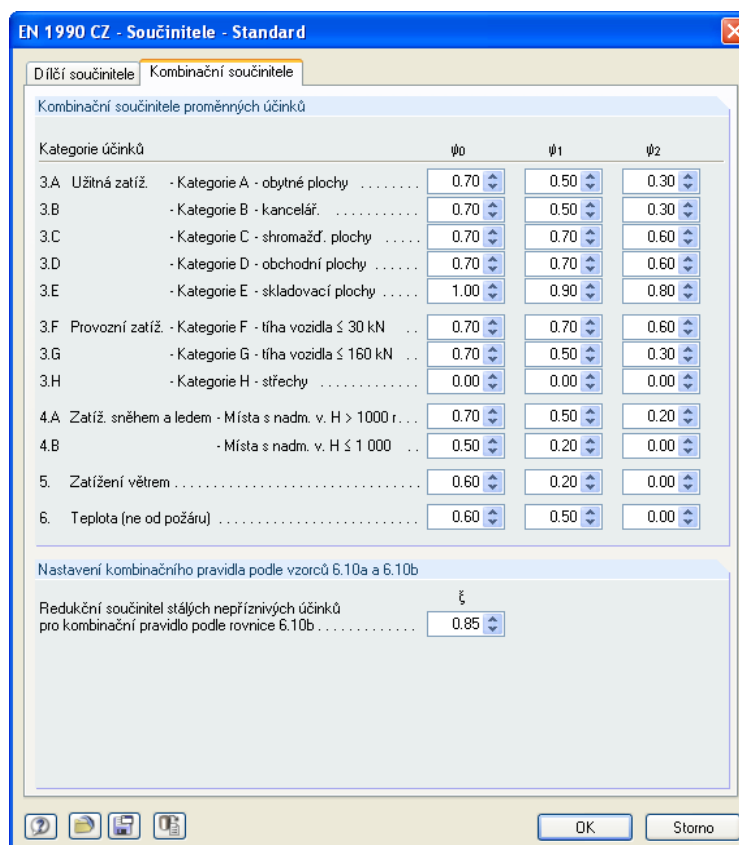
Díleč součinitele pro únosnost

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

OK Storno

Obr. 3.25: Dialog *Součinitele*, přednastavené díleč součinitele podle EN 1990 CZ

Kombinační součinitele se liší podle kategorií účinků.

Obr. 3.26: Dialog *Součinitele*, přednastavené kombinační součinitele podle EN 1990 CZ

Kromě součinitelů přednastavených podle příslušných norem můžeme vytvořit a uložit také vlastní sady součinitelů. Tato možnost je popsána v kapitole 3.3.1.4 na straně 22.

S dílčími a kombinačními součiniteli je třeba v případě normy EN 1990 zadat také součinitel ξ . Součinitel ξ se použije ve vzorci 2.12 (odpovídá vzorci 6.10b podle EN 1990).

Na obrázcích vidíme součinitele přednastavené podle EN 1990 CZ. Pokud vybereme normu EN 1990 CEN, některé součinitele se liší.

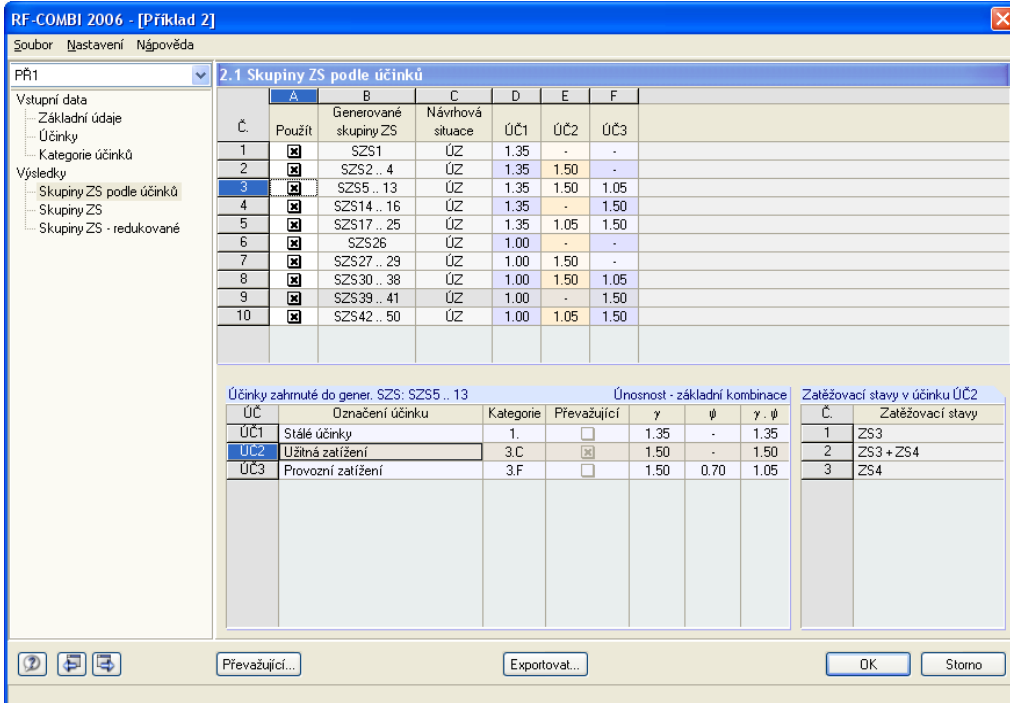
3.4 Tabulky s výsledky

V modulu RF-COMBI 2006 jsou k dispozici minimálně dvě výsledné tabulky. V první se zobrazí vygenerované výsledky podle účinků. Tento přehled odpovídá způsobu, jakým jsou definovány účinky v normě. V druhé tabulce se zobrazí seznam jednotlivých vygenerovaných skupin, resp. kombinací zatěžovacích stavů s uvedením zatěžovacích stavů, které obsahují.

3.4.1 Generování skupin zatěžovacích stavů

3.4.1.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků

Tabulka 2.1 *Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků* se skládá ze dvou částí. V horní části se obecně zobrazí vygenerované skupiny zatěžovacích stavů podle účinků. V dolní části se zobrazí podrobné informace k řádku právě vybranému v horní části tabulky.



Č.	Použít	Generované skupiny ZS	Návrhová situace	ÚČ1	ÚČ2	ÚČ3
1	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS1	ÚZ	1.35	-	-
2	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS2..4	ÚZ	1.35	1.50	-
3	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS5..13	ÚZ	1.35	1.50	1.05
4	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS14..16	ÚZ	1.35	-	1.50
5	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS17..25	ÚZ	1.35	1.05	1.50
6	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS26	ÚZ	1.00	-	-
7	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS27..29	ÚZ	1.00	1.50	-
8	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS30..38	ÚZ	1.00	1.50	1.05
9	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS39..41	ÚZ	1.00	-	1.50
10	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS42..50	ÚZ	1.00	1.05	1.50

ÚČ	Označení účinku	Kategorie	Převažující	γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$
ÚČ1	Stálé účinky	1.	<input type="checkbox"/>	1.35	-	1.35
ÚČ2	Užitná zatížení	3.C	<input checked="" type="checkbox"/>	1.50	-	1.50
ÚČ3	Provozní zatížení	3.F	<input type="checkbox"/>	1.50	0.70	1.05

Č.	Zatěžovací stavy
1	ZS3
2	ZS3 + ZS4
3	ZS4

Obr. 3.27: Tabulka 2.1 *Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků*

Horní část tabulky obsahuje několik sloupců. V prvním sloupci Č. jsou jednotlivé položky seřazeny podle čísel. Ve sloupci *Použít* můžeme pomocí zaškrťovacího políčka určit, zda se má konkrétní skupina zatěžovacích stavů exportovat do RFEMu. Ve sloupci *Generované skupiny ZS* se zobrazí, které skupiny zatěžovacích stavů patří k dané položce. Ve sloupci *Návrhová situace* vidíme označení návrhové situace, pro kterou byly příslušné skupiny zatěžovacích stavů vygenerovány. Používají se přitom označení z dialogu 1.1. V ostatních sloupcích se zobrazí účinky s příslušnými součiniteli.

Pokud klikneme v horní části tabulky 2.1 na některou položku, objeví se v dolní části tabulky další údaje. V sekci *Účinky zahrnuté do generovaných SZS* se zobrazí seznam všech uvažovaných účinků včetně jejich *Označení* a *Kategorie* (viz dialog 1.3).

Ve sloupci *Převažující* je označen hlavní účinek. Účinek je hlavní, pokud vystupuje jako $Q_{k,1}$ ve vzorcích 2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 2.10, 2.11, 2.13 nebo 2.14 (viz kapitola 2.2). Použité součinitele γ , ψ a ξ pro každý účinek se určují na základě návrhové situace a kategorie účinků. Výsledkem součinu těchto faktorů je součinitel účinku v příslušné položce.

Pokud klikneme na některý účinek v sekci *Účinky zahrnuté do generovaných SZS*, zobrazí se v sekci *Zatěžovací stavy v účinku ÚČ*. nejen příslušné zatěžovací stavy, ale také všechny možnosti, jak lze tyto zatěžovací stavy v daném účinku zohlednit. Tyto možnosti závisí na kategorii účinku a případném ,alternativním' vztahu mezi zatíženími. Předpokládá se, že v případě účinků kategorie ,Stálé' nebo ,Předpětí' se vždy uvažují všechny přiřazené zatěžovací stavy současně, pokud mezi nimi nebyl definován alternativní vztah. V případě účinků kategorie ,Proměnné', ,Mimořádné' a ,Seizmické' lze přiřazené zatěžovací stavy skládat do všech kombinací, které přicházejí v úvahu.

Na obr. 3.27 je znázorněn případ, kdy pro návrhovou situaci ,Únosnost – základní kombinace' bylo vygenerováno celkem 50 skupin zatěžovacích stavů. V deseti položkách vidíme, jak byly příslušné účinky pro danou návrhovou situaci dosazeny do vzorce. Třetí položka obsahuje $1.35 \text{ ÚČ1} + 1.50 \text{ ÚČ2} + 1.05 \text{ ÚČ3}$. Při uvážení těchto účinků vzniká šest skupin zatěžovacích stavů, které tu jsou označeny jako SZS5 .. 13.

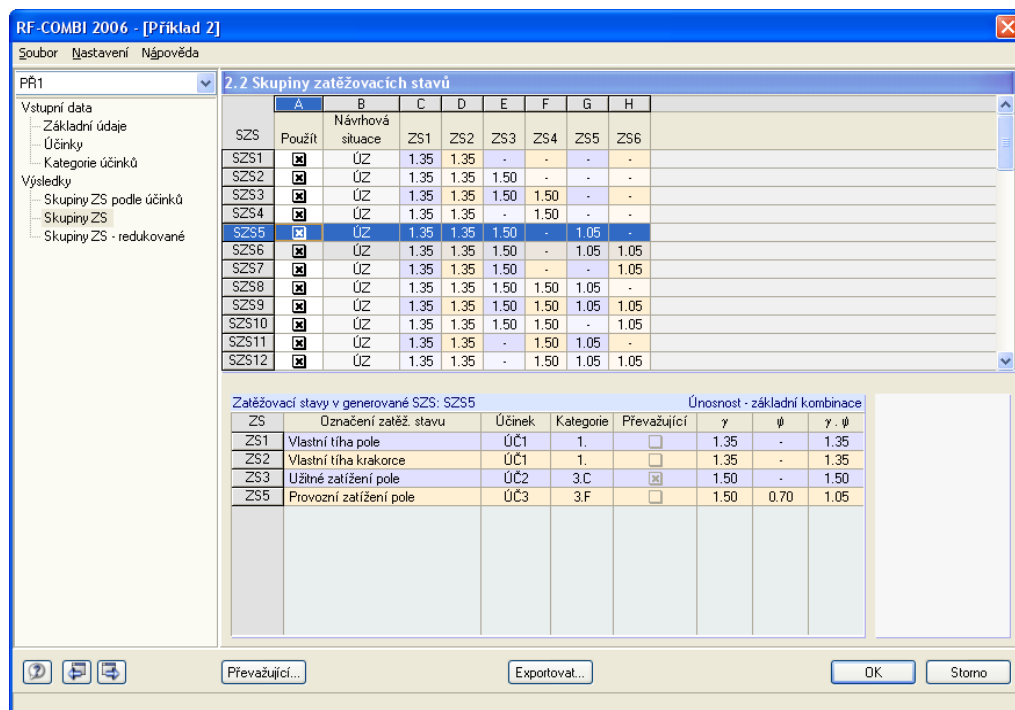
První účinek ÚČ1 má název *Stálé účinky*, v tabulce 1.3 je zařazen do kategorie 1 (*Stálé účinky*) a do generovaných skupin zatěžovacích stavů vstupuje se součinitelem $\gamma = 1.35$.

Druhý účinek ÚČ2 je označen jako *Užitná zatížení*, v tabulce 1.3 je zařazen do kategorie 3.C (*Užitná zatížení, Kategorie C – shromažďovací plochy*) a do generovaných skupin zatěžovacích stavů vstupuje se součinitelem $\gamma = 1.50$. Jedná se přitom o převažující zatížení, které může mít tvar ZS3 nebo ZS3 + ZS4 nebo ZS4.

U třetího účinku ÚČ3 je uveden název *Provozní zatížení*, v tabulce 1.3 je zařazen do kategorie 3.F (*Provozní zatížení, Kategorie F – tíha vozidla < 30 kN*) a v generovaných skupinách zatěžovacích stavů se násobí součinitelem $\gamma^*\psi = 1.50*0.70 = 1.05$.

3.4.1.2 Skupiny zatěžovacích stavů

Tabulka 2.2 *Skupiny zatěžovacích stavů* se skládá ze dvou částí. V horní části jsou uvedeny všechny vygenerované skupiny zatěžovacích stavů a v dolní části se zobrazí podrobné informace ke skupině zatěžovacích stavů právě vybrané v horní části tabulky.



RF-COMBI 2006 - [Příklad 2]

Soubor Nastavení Nápověda

PŘ1

Vstupní data

- Základní údaje
- Účinky
- Kategorie účinků

Výsledky

- Skupiny ZS podle účinků
- Skupiny ZS
- Skupiny ZS - redukované

2.2 Skupiny zatěžovacích stavů

	A	B	C	D	E	F	G	H
SZS	Použit	Návrhová situace	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6
SZS1	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	-	-	-
SZS2	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	-	-	-
SZS3	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	1.50	-	-
SZS4	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	1.50	-	-
SZS5	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	-	1.05	-
SZS6	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	-	1.05	1.05
SZS7	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	-	-	1.05
SZS8	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	1.50	1.05	-
SZS9	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	1.50	1.05	1.05
SZS10	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	1.50	-	1.05
SZS11	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	1.50	1.05	-
SZS12	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	1.50	1.05	1.05

Zatěžovací stavy v generované SZS: SZS5

ZS	Označení zatěž. stavu	Účinek	Kategorie	Převažující	γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$
ZS1	Vlastní tíha pole	ÚČ1	1.	<input type="checkbox"/>	1.35	-	1.35
ZS2	Vlastní tíha krakorce	ÚČ1	1.	<input type="checkbox"/>	1.35	-	1.35
ZS3	Užitné zatížení pole	ÚČ2	3.C	<input checked="" type="checkbox"/>	1.50	-	1.50
ZS5	Provozní zatížení pole	ÚČ3	3.F	<input type="checkbox"/>	1.50	0.70	1.05

Únosnost - základní kombinace

Převažující... Exportovat... OK Storno

Obr. 3.28: Tabulka 2.1 *Skupiny zatěžovacích stavů*

Horní část tabulky obsahuje několik sloupců. V prvním sloupci SZS jsou uvedena čísla vygenerovaných skupin zatěžovacích stavů. Ve sloupci *Použit* můžeme pomocí zaškrtačického políčka určit, zda se má konkrétní skupina zatěžovacích stavů exportovat do RFEMu. Tento sloupec je synchronní se stejnojmenným sloupcem v tabulce 2.1. Ve sloupci *Návrhová situace* vidíme označení návrhové situace, pro kterou byly příslušné skupiny zatěžovacích stavů vygenerovány. V ostatních sloupcích se zobrazí zatěžovací stavy v daných skupinách ZS.

Pokud klikneme na některou položku v horní části dialogu, objeví se v dolní části tabulky detailní údaje o příslušné skupině zatěžovacích stavů. Ve sloupci ZS v dolní části tabulky se zobrazí všechny zatěžovací stavy, které jsou v dané skupině zatěžovacích stavů obsaženy. Ve vedlejším sloupci je uvedeno jejich *Označení*. Ve sloupci *Účinek* se pro každý zatěžovací stav zobrazí účinek, ke kterému byl zatěžovací stav přiřazen v tabulce 1.2. Ve sloupci *Kategorie* je uvedena příslušná kategorie účinku a ve sloupci *Převažující* je označen účinek, který je v dané skupině zatěžovacích stavů hlavní. Součinitele γ , ψ a ξ pro každý účinek, které se uvažují v dané skupině zatěžovacích stavů, se určují na základě návrhové situace a kategorie účinků. Výsledkem součinu těchto faktorů je součinitel přiřazených zatěžovacích stavů.

Na obr. 3.28 vidíme prvních 12 skupin zatěžovacích stavů z celkového počtu 50 vygenerovaných skupin ZS. SZS5 se skládá z $1.35ZS1 + 1.35ZS2 + 1.50ZS3 + 1.05ZS5$. Zatěžovací stavy ZS1 a ZS2 patří k účinku ÚČ1. Účinek ÚČ1 byl v tabulce 1.3 zařazen do kategorie 1 (*Stálé účinky*) a ve skupině zatěžovacích stavů SZS5 se násobí součinitelem $\gamma = 1.35$. Zatěžovací stav ZS3 náleží k účinku ÚČ2. Účinek ÚČ2 byl zařazen do kategorie 3.C (*Užitná zatížení, Kategorie C – shromažďovací plochy*), působí ve SZS5 jako převažující a násobí se součinitelem $\gamma = 1.50$. Zatěžovací stav ZS5 patří k účinku ÚČ3. Účinek ÚČ3 byl v tabulce 1.3 zařazen do kategorie 3.F (*Provozní zatížení, Kategorie F – tíha vozidla < 30 kN*) a ve skupině zatěžovacích stavů SZS5 se násobí součinitelem $\gamma \cdot \psi = 1.50 \cdot 0.70 = 1.05$.

Pokud porovnáme obr. 3.27 a obr. 3.28, zjistíme, že třetí položka vygenerovaných skupin zatěžovacích stavů na obr. 3.27 ($1.35ÚČ1 + 1.50ÚČ2 + 1.05ÚČ3$) odpovídá skupinám zatěžovacích stavů SZS5 .. 13.

SZS5 až SZS13 jsou na obr. 3.28 popsány následovně:

- SZS5: $1.35ZS1 + 1.35ZS2 + 1.50ZS3 + 1.05ZS5$
- SZS6: $1.35ZS1 + 1.35ZS2 + 1.50ZS3 + 1.05ZS5 + 1.05ZS6$
- SZS7: $1.35ZS1 + 1.35ZS2 + 1.50ZS3 + 1.05ZS6$
- SZS8: $1.35ZS1 + 1.35ZS2 + 1.50ZS3 + 1.50ZS4 + 1.05ZS5$
- atd...

Účinek ÚČ1 zahrnuje zatěžovací stavy ZS1 a ZS2. Vzhledem k tomu, že se jedná o stálý účinek, mohou se oba zatěžovací stavy vyskytovat pouze současně. Účinek ÚČ2 zahrnuje zatěžovací stavy ZS3 a ZS4. Jedná se o proměnný účinek, a proto jsou možné tři kombinace: ZS3 nebo ZS3 + ZS4 či ZS4. Účinek ÚČ3 zahrnuje zatěžovací stavy ZS5 a ZS6. V tomto případě se jedná o proměnný účinek, a protože byl mezi ZS5 a ZS6 definován 'alternativní' vztah, vznikají kombinace ZS5 nebo ZS6. Pokud dosadíme místo účinků zatěžovací stavy, vznikají z jedné položky $1.35ÚČ1 + 1.50 ÚČ2 + 1.05 ÚČ3$ celkem $1 \cdot 3 \cdot 2 = 6$ skupin zatěžovacích stavů, které jsou označeny jako SZS5 .. 13.

Tímto způsobem můžeme z každé položky v tabulce 2.1 odvodit příslušné skupiny zatěžovacích stavů v tabulce 2.2. Vytvoří se všechny přípustné kombinace, pokud jsme v dialogu 1.1 nezaškrtnuli volbu *Snížení počtu možných SZS pomocí analýzy výsledků RFEM*. V případě výběru této možnosti se vygenerují pouze rozhodující skupiny zatěžovacích stavů. I v tomto případě sice můžeme vytvořit z tabulky 2.1 skupiny zatěžovacích stavů v tabulce 2.2, musíme ovšem vzít v úvahu, že mnoho vytvořených skupin zatěžovacích stavů nebude bráno v potaz.

3.4.2 Generování kombinací zatěžovacích stavů

3.4.2.1 Kombinace zatěžovacích stavů podle účinků

Tabulka 2.1 *Kombinace zatěžovacích stavů podle účinků* se skládá ze dvou částí. V horní části se zobrazí obecný seznam vygenerovaných kombinací zatěžovacích stavů podle účinků. V dolní části se zobrazí podrobné informace k řádku právě vybranému v horní části tabulky.

KZS	Použit	Návrhová situace	ÚČ1	ÚČ2	ÚČ3
4	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35/s	1.50/s	1.05
5	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35/s	1.05	1.50/s
6	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00/s	1.50/s	1.05
7	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00/s	1.05	1.50/s

ÚČ	Označení účinku	Kategorie	Převažující	γ	ψ	γ · ψ
ÚČ1	Stálé účinky	1.	<input type="checkbox"/>	1.35	-	1.35
ÚČ2	Užitná zatížení	3.C	<input checked="" type="checkbox"/>	1.50	-	1.50
ÚČ3	Provozní zatížení	3.F	<input type="checkbox"/>	1.50	0.70	1.05

Obr. 3.29: Tabulka 2.1 *Kombinace zatěžovacích stavů podle účinků*

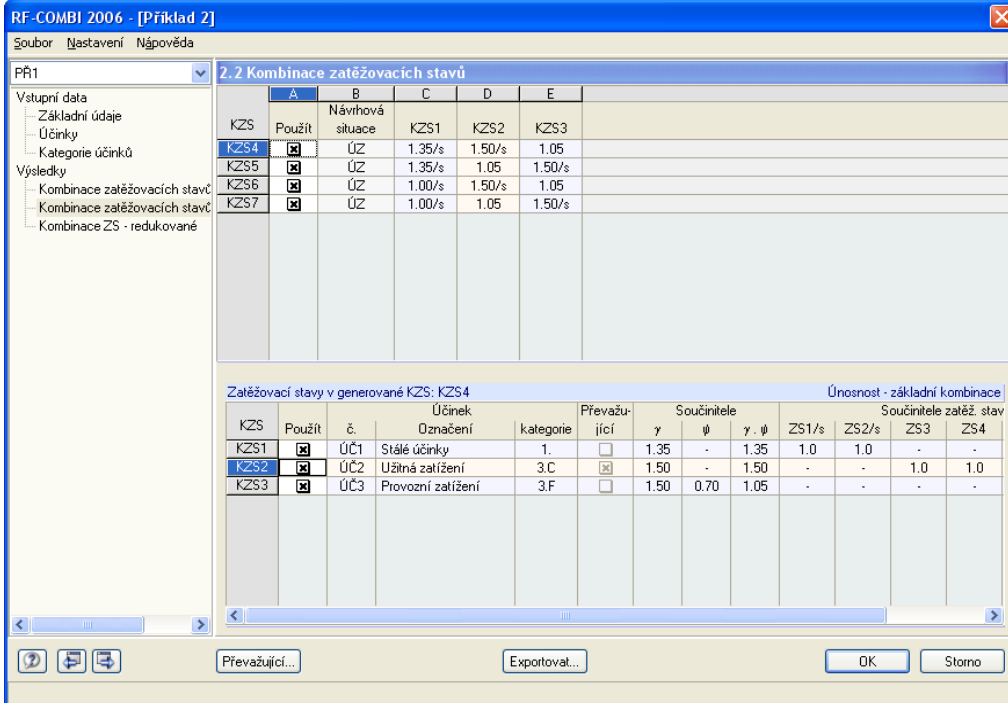
Tabulka je uspořádána podobně jako tabulka popsána v kapitole 3.4.1.1 na straně 35, a proto se jí už nebudeme více věnovat.

Na obr. 3.29 jsou zobrazeny výsledky stejného příkladu jako na obr. 3.27. Rozdíl je v tom, že zatížení s kombinačním kritériem ‚proměnné‘ vstupují do kombinací jako eventuální, čili pouze v případě, že jejich vnitřní síly nepříznivě ovlivní výsledek.

Na obr. 3.29 vidíme, že pro posouzení konstrukce v návrhové situaci ‚Únosnost – základní kombinace‘ byly vygenerovány čtyři kombinace zatěžovacích stavů. Jedná se o KZS4, KZS5, KZS6 a KZS7. Přitom se mají vygenerovat také čtyři vnitřní kombinace zatěžovacích stavů v jednotlivých účincích. Jako příklad si vezmeme kombinaci zatěžovacích stavů KZS4 $1.35\dot{U}\dot{C}1/s + 1.50\dot{U}\dot{C}2/s + 1.05\dot{U}\dot{C}3$. Účinky se symbolem ‚s‘ se v kombinaci uvažují jako ‚stálé‘, účinky bez symbolu jako ‚proměnné‘. První účinek $\dot{U}\dot{C}1$ v KZS4 je označen jako *Stálé účinky*, v tabulce 1.3 je zařazen do kategorie 1 (*Stálé účinky*) a v generované kombinaci zatěžovacích stavů se násobí součinitelem $\gamma = 1.35$. Druhý účinek $\dot{U}\dot{C}2$ je označen jako *Užitná zatížení*, v tabulce 1.3 byl zařazen do kategorie 3.C (*Užitná zatížení, Kategorie C – shromažďovací plochy*) a v generované kombinaci zatěžovacích stavů se násobí součinitelem $\gamma = 1.50$. Jedná se přitom o převažující zatížení. Účinek $\dot{U}\dot{C}2$ zahrnuje zatěžovací stavy ZS3 a ZS4. Vnitřní kombinace KZS2 je ZS3 + ZS4 (viz obr. 3.30) a obsahuje všechny kombinační možnosti u zatěžovacích stavů ZS3 a ZS4 v účinku $\dot{U}\dot{C}2$. Třetí účinek $\dot{U}\dot{C}3$ je označen jako *Provozní zatížení*, v tabulce 1.3 je zařazen do kategorie 3.F (*Provozní zatížení, Kategorie F – tíha vozidla < 30 kN*) a v generované kombinaci zatěžovacích stavů se násobí součinitelem $\gamma \cdot \psi = 1.50 \cdot 0.70 = 1.05$.

3.4.2.2 Kombinace zatěžovacích stavů

Tabulka 2.2 *Kombinace zatěžovacích stavů* se skládá ze dvou částí. V horní části jsou uvedeny všechny vygenerované kombinace zatěžovacích stavů a v dolní části se zobrazí podrobné informace ke kombinaci zatěžovacích stavů právě vybrané v horní části tabulky.



RF-COMBI 2006 - [Příklad 2]

Soubor Nastavení nápověda

Př1

Vstupní data

- Základní údaje
- Účinky
- Kategorie účinků

Výsledky

- Kombinace zatěžovacích stavů
- Kombinace zatěžovacích stavů
- Kombinace ZS - redukované

2.2 Kombinace zatěžovacích stavů					
A	B	C	D	E	
KZS	Použit	Návrhová situace	KZS1	KZS2	KZS3
KZS4	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35/s	1.50/s	1.05
KZS5	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35/s	1.05	1.50/s
KZS6	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00/s	1.50/s	1.05
KZS7	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00/s	1.05	1.50/s

Zatěžovací stavy v generované KZS: KZS4

KZS	Použit	č.	Účinek Označení	Převažující kategorie	Součinitele			Únosnost - základní kombinace				
					γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$	ZS1/s	ZS2/s	ZS3	ZS4	
KZS1	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚČ1	Stálé účinky	1.	<input type="checkbox"/>	1.35	-	1.35	1.0	1.0	-	-
KZS2	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚČ2	Užitná zatížení	3.C	<input checked="" type="checkbox"/>	1.50	-	1.50	-	-	1.0	1.0
KZS3	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚČ3	Provozní zatížení	3.F	<input type="checkbox"/>	1.50	0.70	1.05	-	-	-	-

Převažující... Exportovat... OK Storno

Obr. 3.30: Tabulka 2.2 *Kombinace zatěžovacích stavů*

Tabulka je uspořádána podobně jako tabulka popsaná v kapitole 3.4.1.2 na straně 36, a proto se jí už nebudeme více věnovat.

Na obr. 3.30 vidíme, že pro návrhovou situaci 'Únosnost – základní kombinace' byly vygenerovány čtyři kombinace zatěžovacích stavů KZS4, KZS5, KZS6 a KZS7. Kombinace zatěžovacích stavů KZS4 je definována jako $1.35KZS1/s + 1.50KZS2/s + 1.05KZS3$. První vnitřní kombinace zatěžovacích stavů KZS1 patří k účinku ÚČ1, který je označen jako „stálý“ a byl zařazen do kategorie 1 (*Stálé účinky*). Jak ÚČ1 tak KZS1 se v kombinaci zatěžovacích stavů KZS4 násobí součinitelem $\gamma = 1.35$. Kombinace zatěžovacích stavů KZS1 se skládá ze ZS1/s + ZS2/s. Druhá vnitřní kombinace zatěžovacích stavů KZS2 patří k účinku ÚČ2, který je označen jako *Užitná zatížení* a byl zařazen do kategorie 3.C (*Užitná zatížení, Kategorie C – shromažďovací plochy*). Jedná se o převažující účinek. Jak ÚČ2 tak KZS2 se v kombinaci zatěžovacích stavů KZS4 násobí součinitelem $\gamma = 1.5$. Kombinace zatěžovacích stavů KZS2 se skládá ze ZS3 + ZS4. Třetí a čtvrtá vnitřní kombinace zatěžovacích stavů KZS3 náleží k účinku ÚČ3, který je označen jako *Provozní zatížení* a byl zařazen do kategorie 3.F (*Provozní zatížení, Kategorie F – tíha vozidla < 30 kN*). Jak ÚČ3 tak KZS3 se v kombinaci zatěžovacích stavů KZS4 násobí součinitelem $\gamma \cdot \psi = 1.5 \cdot 0.70 = 1.05$.

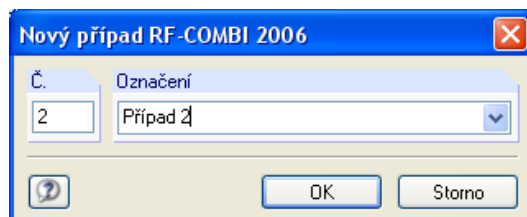
3.5 Hlavní nabídky

Hlavní nabídky obsahují veškeré nezbytné funkce ke zpracování případů v modulu RF-COMBI 2006. Hlavní nabídku můžeme aktivovat tak, že klikneme na její název nebo stiskneme klávesu [Alt] spolu s písmenem, které je uvedeno v názvu nabídky. V případě hlavní nabídky *Soubor* bychom tak měli stisknout dvojici kláves [Alt+S]. Funkce obsažené v hlavní nabídce pak vyvoláme obdobně stisknutím písmena na klávesnici, které je v názvu funkce podtrženo.

3.5.1 Soubor

Nový případ

Tato funkce slouží k vytvoření nového případu.



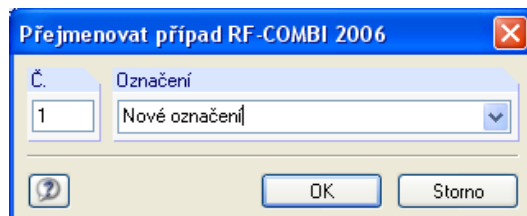
Obr. 3.31: Dialog *Nový případ RF-COMBI 2006*

V dialogu, který se nám otevře, je třeba zadat číslo a označení nového případu. Pokud klikneme na tlačítko [▼], zobrazí se nám seznam všech již použitých označení.

V novém případě lze uložit další samostatnou sadu vstupních a výstupních údajů.

Přejmenovat případ

Tato funkce umožňuje změnit označení aktuálního případu v modulu RF-COMBI 2006 a případně i přiřadit danému případu jiné číslo.



Obr. 3.32: Dialog *Přejmenovat případ RF-COMBI 2006*

Kopírovat případ

Tato funkce slouží ke zkopírování údajů aktuálního případu do nového případu. U nového případu můžeme změnit číslo a zadat označení.



Obr. 3.33: Dialog *Kopírovat případ RF-COMBI 2006*

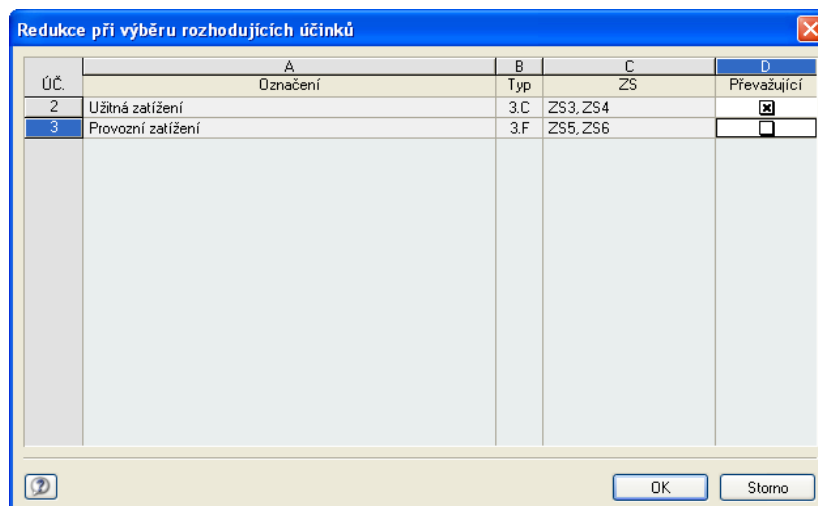
Smazat případ

Obr. 3.34: Dialog *Smazat případy*

Po spuštění této funkce z hlavní nabídky se nám nejdříve zobrazí seznam všech případů vytvořených v modulu RF-COMBI 2006. Případ, který si přejeme smazat, označíme myší. Po ukončení dialogu kliknutím na tlačítko [OK] se případ smaže. Pokud chceme označit myší několik případů najednou, je třeba současně stisknout klávesu [Ctrl].

3.5.2 Nastavení

Redukce pomocí převládajících účinků

Obr. 3.35: Dialog *Redukce výběrem rozhodujících účinků*

Pomocí zaškrtnutí políčka ve sloupci D *Převažující* můžeme předem vybrat rozhodující účinky, a tím omezit počet generovaných skupin, resp. kombinací zatěžovacích stavů.

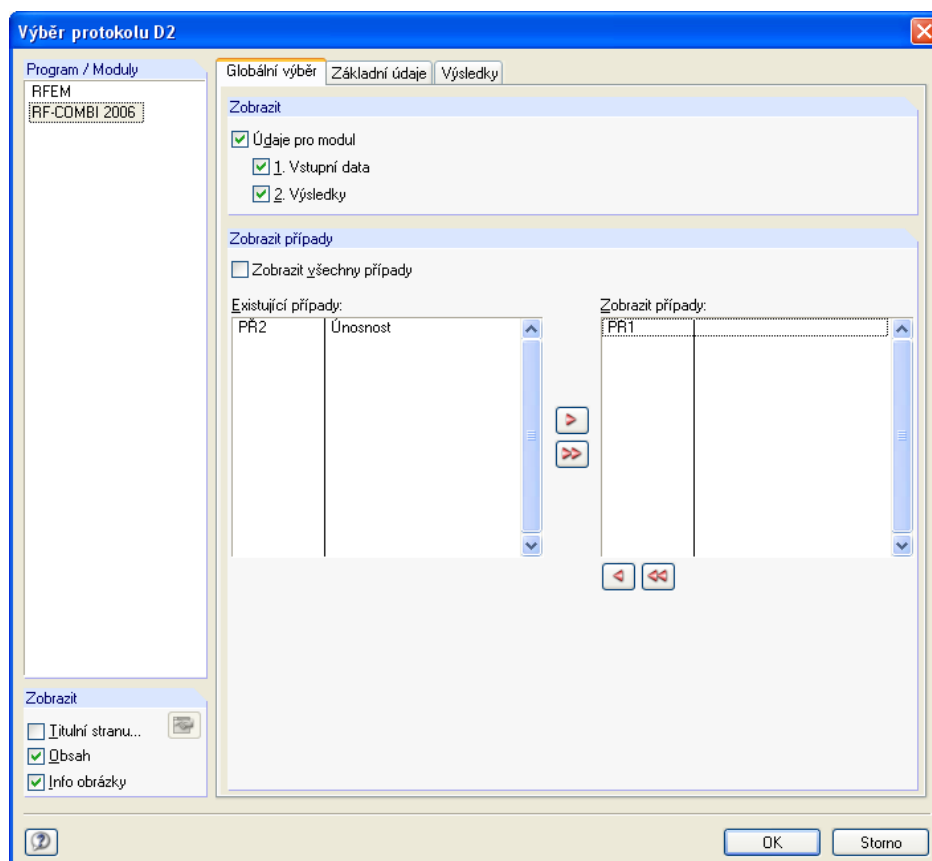
3.5.3 Nápověda

Touto funkcí vyvoláme nápovědu, která vychází z příručky, bývá však aktuálnější než tištěná verze.

4. Výsledky

4.1 Tisk

Chceme-li vytisknout číselné výsledky z RF-COMBI 2006, je třeba se nejdříve vrátit do hlavního programu RFEM a zde vyvolat funkci [Aktuální tiskový protokol]. Funkce pro úpravu a uspořádání výstupního protokolu jsou podrobně popsány v manuálu k hlavnímu programu RFEM. V dialogu *Výběr protokolu* jsou k dispozici další záložky, které aktivujeme tak, že v seznamu na levé straně *Program/Moduly* klikneme na položku **RF-COMBI 2006**.



Obr. 4.1: Dialog *Výběr protokolu*: RF-COMBI 2006 a jeho záložky s detailními údaji

5. Příklady

5.1 Prostý nosník podle DIN 1055-100

Konstrukce a zatížení

Prostý nosník je zatížen pěti zatěžovacími stavy. Každý zatěžovací stav představuje samostatný účinek. Zatěžovací stavy i nosník již byly definovány v hlavním programu RFEM.

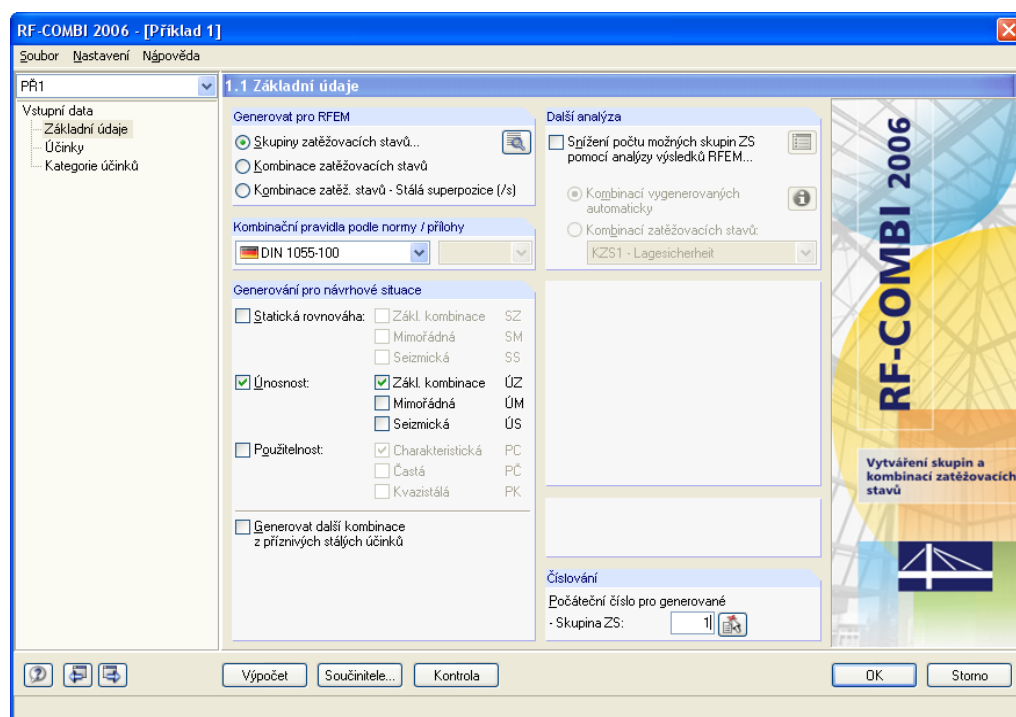
Zatěžovací stav	Účinek	Kategorie účinku
ZS1	ÚČ1	stálý
ZS2	ÚČ2	užitné zatížení, 3.C –shromažďovací plochy $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$
ZS3	ÚČ3	provozní zatížení, 3.F – tíha vozidla < 30 kN $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$
ZS4	ÚČ4	mimořádný
ZS5	ÚČ5	seizmický

Tabulka 5.1: Zatěžovací stavy a účinky

V modulu RF-COMBI 2006 se mají vygenerovat skupiny zatěžovacích stavů podle DIN 1055-100 pro návrhovou situaci ‚Únosnost – základní kombinace‘ a následně i pro všechny ostatní návrhové situace a poté se mají vyexportovat do hlavního programu RFEM.

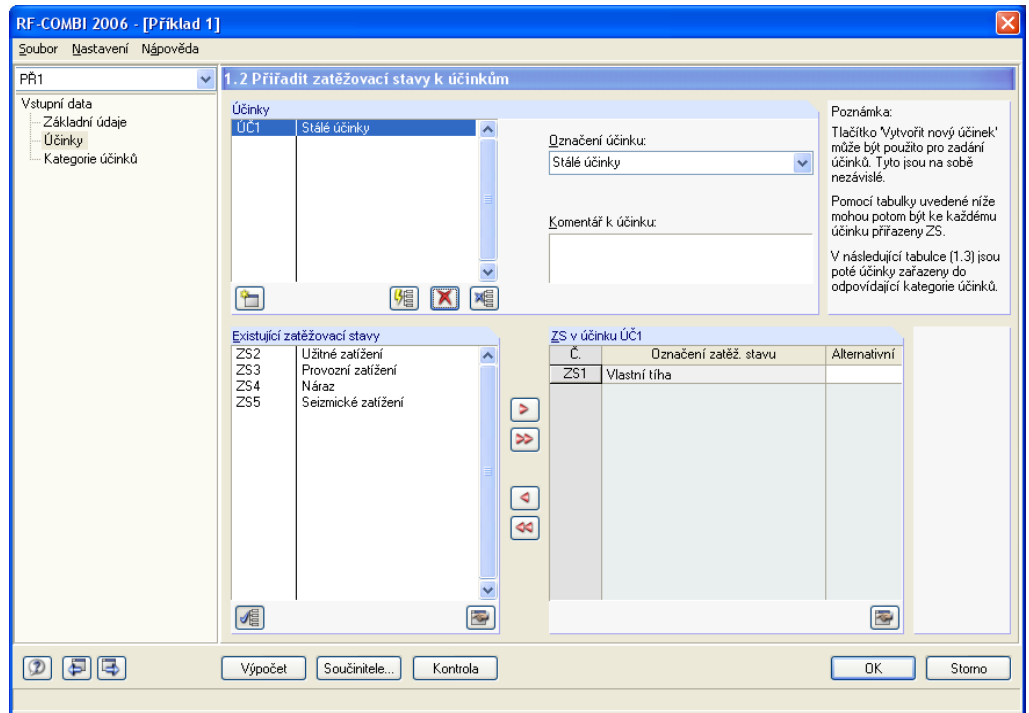
Vstupní údaje

V dialogu 1.1 *Základní údaje* zadáme, že se mají vygenerovat skupiny zatěžovacích stavů podle DIN 1055-100 pro návrhovou situaci **Únosnost – základní kombinace**.



Obr. 5.1: Dialog 1.1 *Základní údaje*

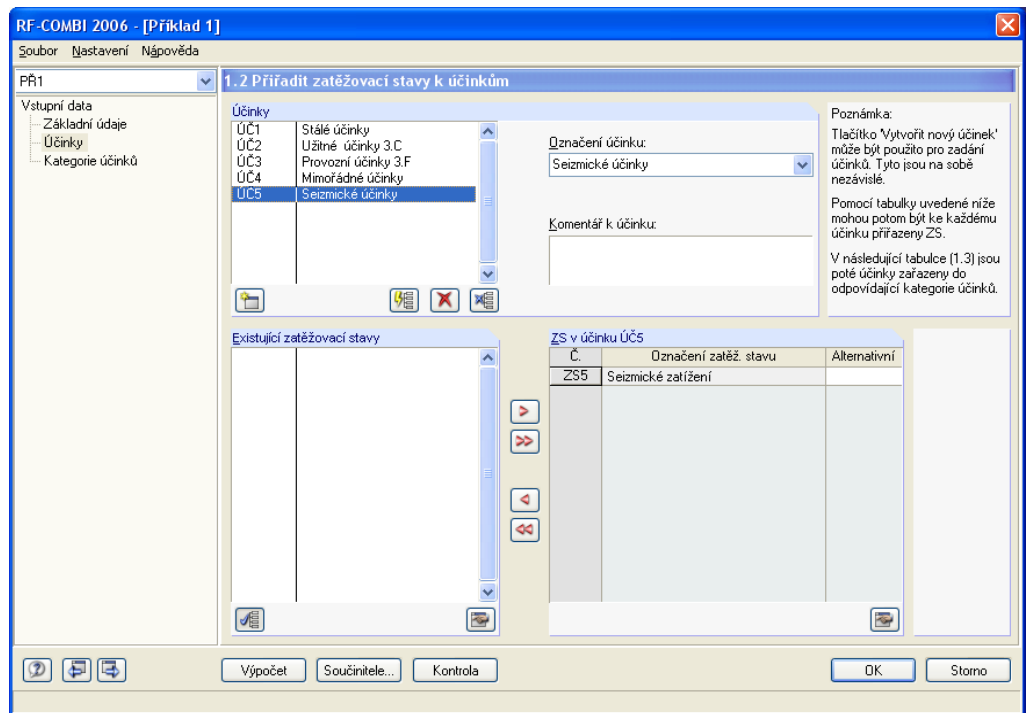
Po otevření dialogu 1.2 se účinek **ÚČ1** vytvoří automaticky a k němu se přiřadí zatěžovací stav **ZS1**. Ostatní zatěžovací stavy definované v RFEMu se zobrazí v seznamu *Existující zatěžovací stavy*.



Obr. 5.2: Dialog 1.2 Účinky



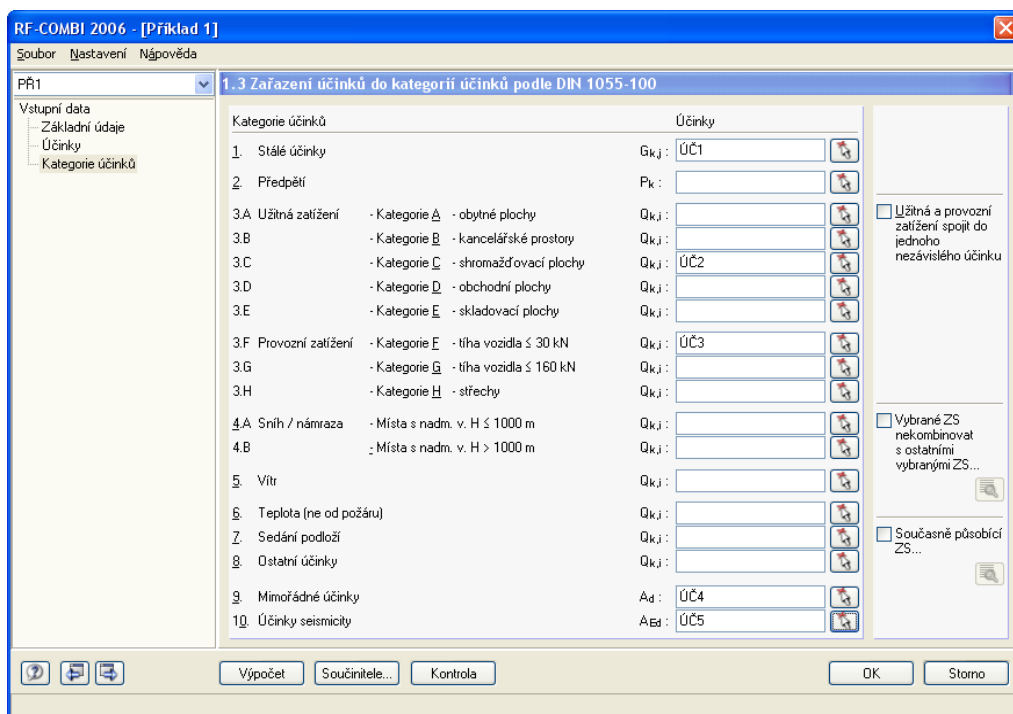
Vzhledem k tomu, že každý zatěžovací stav představuje jeden účinek, můžeme příslušné účinky vytvořit rychle pomocí druhého tlačítka v sekci *Účinky*, které je znázorněno na levém okraji. Jednotlivé zatěžovací stavy se pak k účinkům automaticky přiřadí. K účinkům pak můžeme ještě doplnit název.



Obr. 5.3: Účinky s přiřazenými zatěžovacími stavy



Účinky je nyní třeba zařadit v dialogu 1.3 *Kategorie účinků* do jednotlivých kategorií.

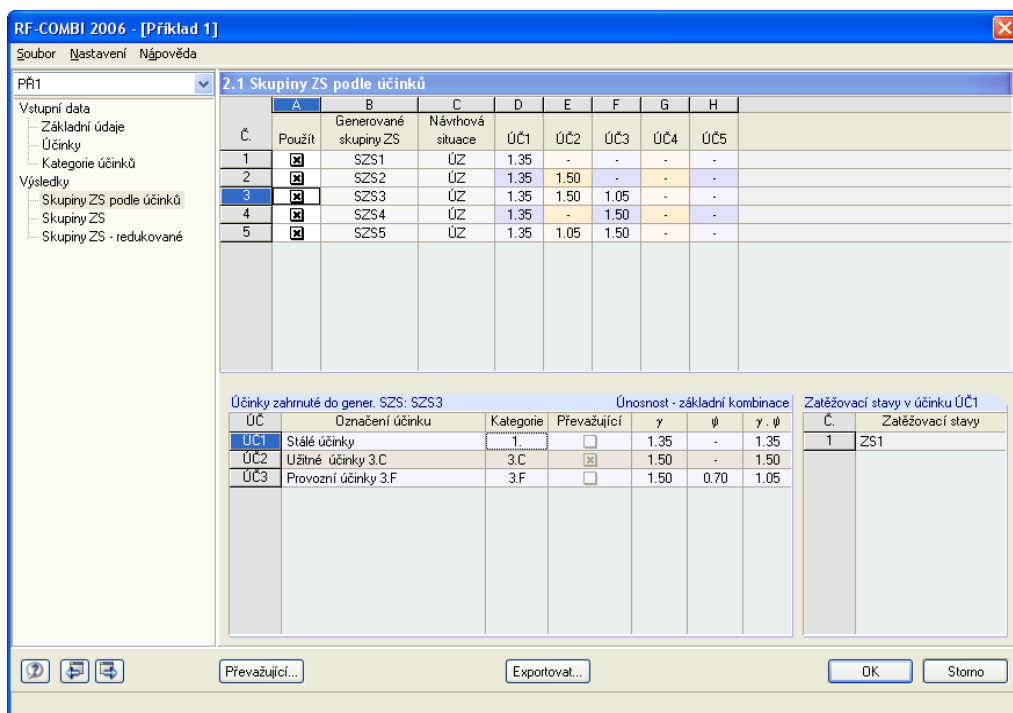


Obr. 5.4: Dialog 3.1 *Kategorie účinků*

Pro tento příklad nebyly v RFEMu definovány žádné zatěžovací stavy imperfekce, a tak je zadání tohoto příkladu již kompletní.

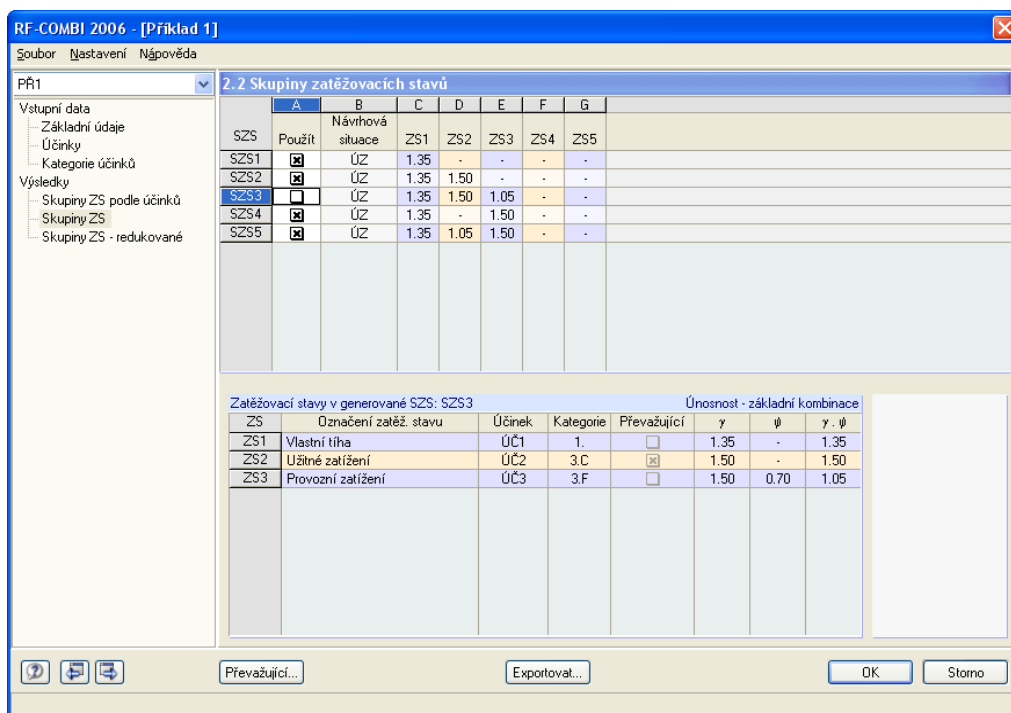
Výsledky pro návrhovou situaci Únosnost – základní kombinace

Pro návrhovou situaci Únosnost – základní kombinace se vytvoří podle vzorce 2.1 (viz str. 8) pět skupin zatěžovacích stavů.



Obr. 5.5: Tabulka 2.1 *Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků*

V dialogu 2.2 najdeme v tomto příkladu podobné výsledky, ovšem seřazené nikoli podle „účinků“, ale „zatěžovacích stavů“.



Obr. 5.6: Tabulka 2.2 Skupiny zatěžovacích stavů

Výsledky pro všechny návrhové situace

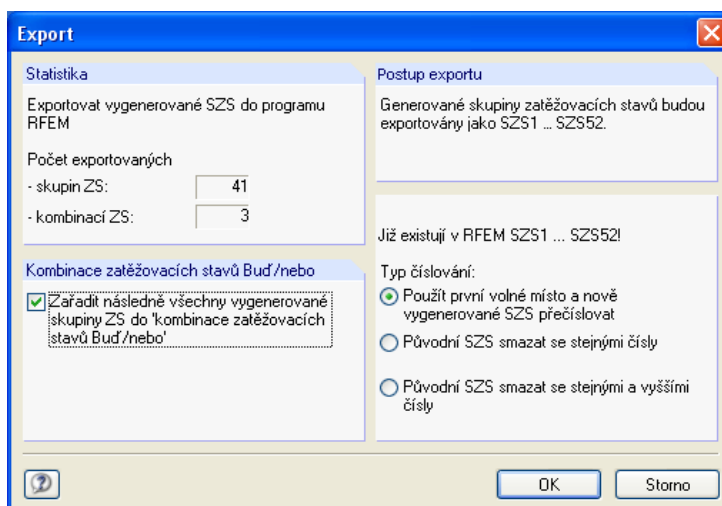
Pokud v dialogu 1.1 zaškrtneme všechny návrhové situace, vytvoří se následující skupiny zatěžovacích stavů:

- 10 skupin ZS pro situaci ‚Statická rovnováha-základní kombinace‘ (SZ, SZS1 .. 10, viz vzorec 2.1)
- 10 skupin ZS pro situaci ‚Statická rovnováha-mimořádná‘ (SM, SZS11 .. 20, viz vzorec 2.2)
- 4 skupiny ZS pro situaci ‚Statická rovnováha-seizmická‘ (SS, SZS21 .. 24, viz vzorec 2.3)
- 5 skupin ZS pro situaci ‚Únosnost-základní kombinace‘ (ÚZ, SZS25 .. 29, viz vzorec 2.1)
- 5 skupin ZS pro ‚Únosnost-mimořádná‘ (ÚM, SZS30 .. 34, viz vzorec 2.2)
- 4 skupiny ZS pro situaci ‚Únosnost-seizmická‘ (ÚS, SZS35 .. 38, viz vzorec 2.3)
- 5 skupin ZS pro situaci ‚Použitelnost-charakteristická‘ (PC, SZS39 .. 43, viz vzorec 2.4)
- 5 skupin ZS pro situaci ‚Použitelnost-častá‘ (PČ, SZS44 .. 48, viz vzorec 2.5)
- 4 skupiny ZS pro situaci ‚Použitelnost-kvazistálá‘ (PK, SZS49 .. 52, viz vzorec 2.6)

2.2 Skupiny zatěžovacích stavů							
SZS	A	B	C	D	E	F	G
	Použít	Návrhová situace	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5
SZS1	<input checked="" type="checkbox"/>	SZ	1.10	-	-	-	-
SZS2	<input checked="" type="checkbox"/>	SZ	1.10	1.50	-	-	-
SZS3	<input checked="" type="checkbox"/>	SZ	1.10	1.50	1.05	-	-
SZS4	<input checked="" type="checkbox"/>	SZ	1.10	-	1.50	-	-
SZS5	<input checked="" type="checkbox"/>	SZ	1.10	1.05	1.50	-	-
SZS6	<input checked="" type="checkbox"/>	SZ	0.90	-	-	-	-
SZS7	<input checked="" type="checkbox"/>	SZ	0.90	1.50	-	-	-
SZS8	<input checked="" type="checkbox"/>	SZ	0.90	1.50	1.05	-	-
SZS9	<input checked="" type="checkbox"/>	SZ	0.90	-	1.50	-	-
SZS10	<input checked="" type="checkbox"/>	SZ	0.90	1.05	1.50	-	-
SZS11	<input checked="" type="checkbox"/>	SM	1.00	-	-	1.00	-
SZS12	<input checked="" type="checkbox"/>	SM	1.00	0.70	-	1.00	-
SZS13	<input checked="" type="checkbox"/>	SM	1.00	0.70	0.60	1.00	-
SZS14	<input checked="" type="checkbox"/>	SM	1.00	-	0.70	1.00	-
SZS15	<input checked="" type="checkbox"/>	SM	1.00	0.60	0.70	1.00	-
SZS16	<input checked="" type="checkbox"/>	SM	0.95	-	-	1.00	-
SZS17	<input checked="" type="checkbox"/>	SM	0.95	0.70	-	1.00	-
SZS18	<input checked="" type="checkbox"/>	SM	0.95	0.70	0.60	1.00	-
SZS19	<input checked="" type="checkbox"/>	SM	0.95	-	0.70	1.00	-
SZS20	<input checked="" type="checkbox"/>	SM	0.95	0.60	0.70	1.00	-
SZS21	<input checked="" type="checkbox"/>	SS	1.00	-	-	-	1.00
SZS22	<input checked="" type="checkbox"/>	SS	1.00	0.60	-	-	1.00
SZS23	<input checked="" type="checkbox"/>	SS	1.00	0.60	0.60	-	1.00
SZS24	<input checked="" type="checkbox"/>	SS	1.00	-	0.60	-	1.00
SZS25	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	-	-	-	-
SZS26	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.50	-	-	-
SZS27	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.50	1.05	-	-
SZS28	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	-	1.50	-	-
SZS29	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.05	1.50	-	-
SZS30	<input type="checkbox"/>	ÚM	1.00	-	-	1.00	-
SZS31	<input type="checkbox"/>	ÚM	1.00	0.70	-	1.00	-
SZS32	<input type="checkbox"/>	ÚM	1.00	0.70	0.60	1.00	-
SZS33	<input type="checkbox"/>	ÚM	1.00	-	0.70	1.00	-
SZS34	<input type="checkbox"/>	ÚM	1.00	0.60	0.70	1.00	-
SZS35	<input type="checkbox"/>	ÚS	1.00	-	-	-	1.00
SZS36	<input type="checkbox"/>	ÚS	1.00	0.60	-	-	1.00
SZS37	<input type="checkbox"/>	ÚS	1.00	0.60	0.60	-	1.00
SZS38	<input type="checkbox"/>	ÚS	1.00	-	0.60	-	1.00
SZS39	<input checked="" type="checkbox"/>	PC	1.00	-	-	-	-
SZS40	<input checked="" type="checkbox"/>	PC	1.00	1.00	-	-	-
SZS41	<input checked="" type="checkbox"/>	PC	1.00	1.00	0.70	-	-
SZS42	<input checked="" type="checkbox"/>	PC	1.00	-	1.00	-	-
SZS43	<input checked="" type="checkbox"/>	PC	1.00	0.70	1.00	-	-
SZS44	<input type="checkbox"/>	PČ	1.00	-	-	-	-
SZS45	<input checked="" type="checkbox"/>	PČ	1.00	0.70	-	-	-
SZS46	<input checked="" type="checkbox"/>	PČ	1.00	0.70	0.60	-	-
SZS47	<input checked="" type="checkbox"/>	PČ	1.00	-	0.70	-	-
SZS48	<input checked="" type="checkbox"/>	PČ	1.00	0.60	0.70	-	-
SZS49	<input type="checkbox"/>	PK	1.00	-	-	-	-
SZS50	<input checked="" type="checkbox"/>	PK	1.00	0.60	-	-	-
SZS51	<input checked="" type="checkbox"/>	PK	1.00	0.60	0.60	-	-
SZS52	<input checked="" type="checkbox"/>	PK	1.00	-	0.60	-	-

Obr. 5.7: Tabulka 2.2 Skupiny zatěžovacích stavů, všechny návrhové situace (celkové zobrazení)

Pokud výsledky exportujeme do RFEMu, můžeme kromě 52 vygenerovaných skupin zatěžovacích stavů vyexportovat i tři kombinace Bud/nebo. Tuto volbu je třeba zaškrtnout v sekci *Kombinace zatěžovacích stavů Bud/nebo* v dialogu *Export*.

Obr. 5.8: Dialog *Export*

Vytvoří se tři kombinace zatěžovacích stavů:

- KZS1: SZS1/s nebo SZS2/s nebo SZS3/s nebo nebo SZS24/s
- KZS2: SZS25/s nebo SZS26/s nebo SZS27/s nebo SZS28/s nebo SZS29/s
- KZS3: SZS39/s nebo SZS40/s nebo SZS41/s nebo nebo SZS52/s

KZS 1 stanoví extrémní hodnoty pro návrhovou situaci ‚Statická rovnováha‘, KZS 2 extrémní hodnoty pro návrhovou situaci ‚Únosnost‘ a KZS 3 extrémní hodnoty pro návrhovou situaci ‚Použitelnost‘.

5.2 Nosník s krakorcem podle DIN 1055-100

Konstrukce a zatížení

Prostý nosník s krakorcem je podobně jako v příkladu 1 zatížen stálým zatížením, užitným a provozním zatížením. Užitné zatížení je rozděleno do dvou zatěžovacích stavů: jedna část působí na pole, druhá na krakorec.

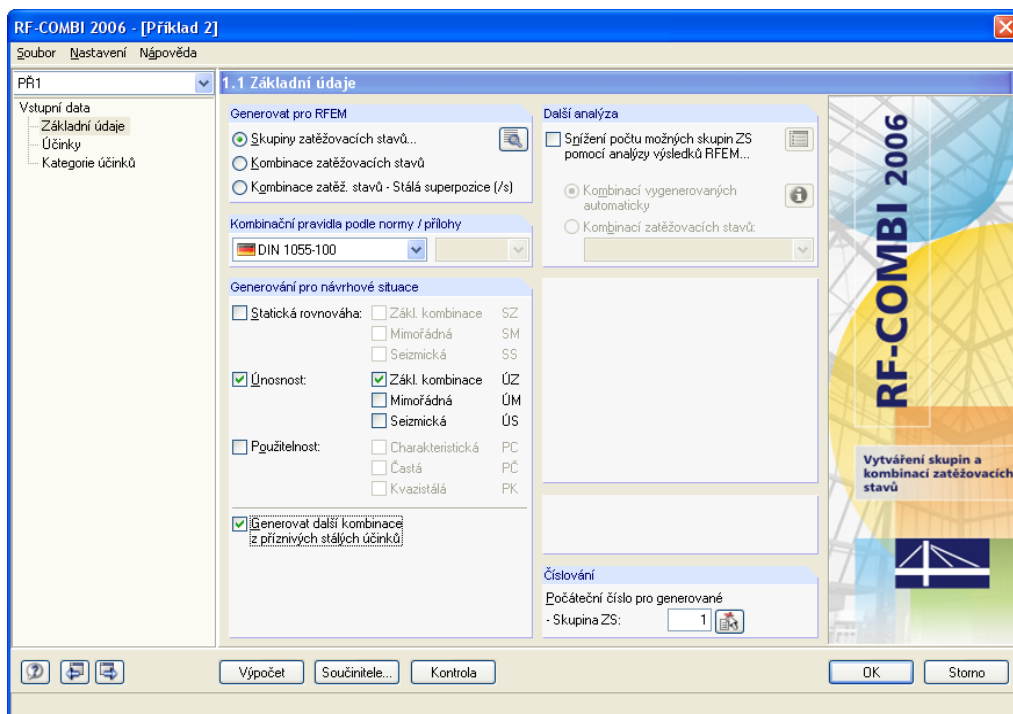
Zatěžovací stav	Účinek	Kategorie účinku
ZS1, ZS2	ÚČ1	stálý
ZS3, ZS4	ÚČ2	užitné zatížení, 3.C –shromažďovací plochy $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$
ZS5 nebo ZS6	ÚČ3	provozní zatížení, 3.F – tíha vozidla < 30 kN $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$

Tabulka 5.2: Zatěžovací stavy a účinky

Vygenerovat se mají skupiny zatěžovacích stavů podle DIN 1055-100 pro návrhovou situaci ‚Únosnost – základní kombinace‘.

Vstupní údaje

V dialogu 1.1 *Základní údaje* zadáme, že se mají vygenerovat **skupiny zatěžovacích stavů** podle **DIN 1055-100** pro návrhovou situaci **Únosnost – základní kombinace**. Pro rozlišení příznivých a nepříznivých účinků stálých zatížení aktivujeme volbu *Generovat další kombinace z příznivých stálých účinků*.



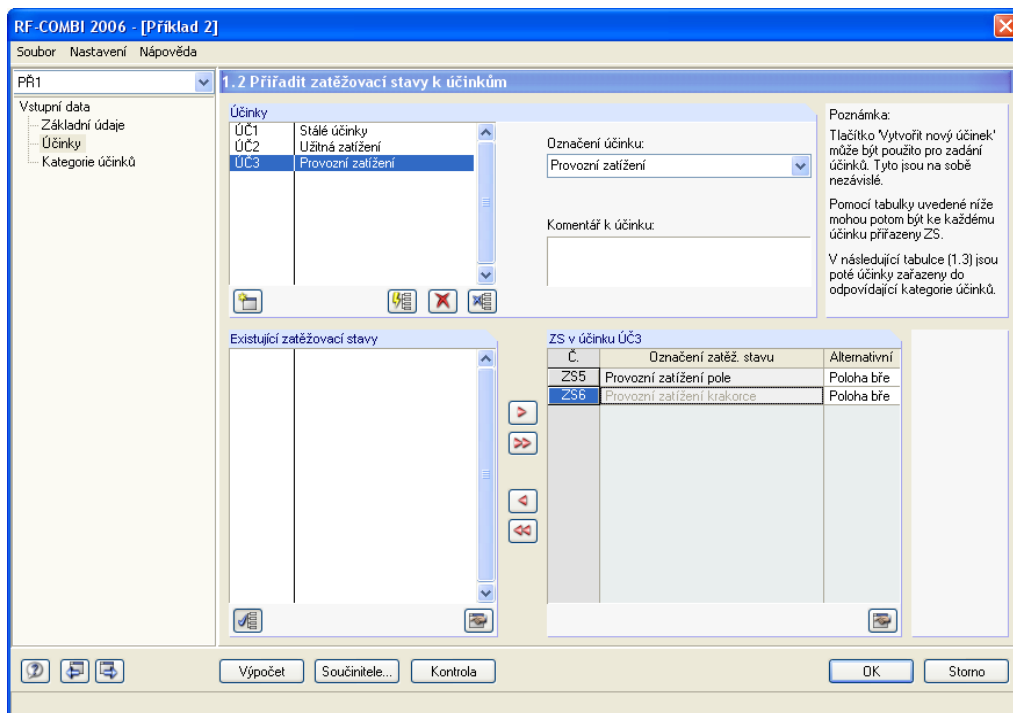
Obr. 5.9: Dialog 1.1 Základní údaje



Po otevření dialogu 1.2 se účinek **ÚČ1** vytvoří automaticky a k němu se přiřadí zatěžovací stav **ZS1**. Dialog 1.2 vypadá stejně jako v příkladu 1 na obr. 5.2. Rozdílem ovšem je, že k **ÚČ1** je třeba přiřadit ještě **ZS2**, což provedeme pomocí vlevo zázorněného tlačítka.



ÚČ2 a **ÚČ3** vytvoříme kliknutím na tlačítko [Vytvořit nový účinek] v sekci **Účinky**. Při přiřazování **ZS5** a **ZS6** k **ÚČ3** je třeba dávat pozor na to, aby se zatěžovací stavy navzájem vylučovaly. Proto uvedeme ve sloupci *Alternativní* stejné označení.

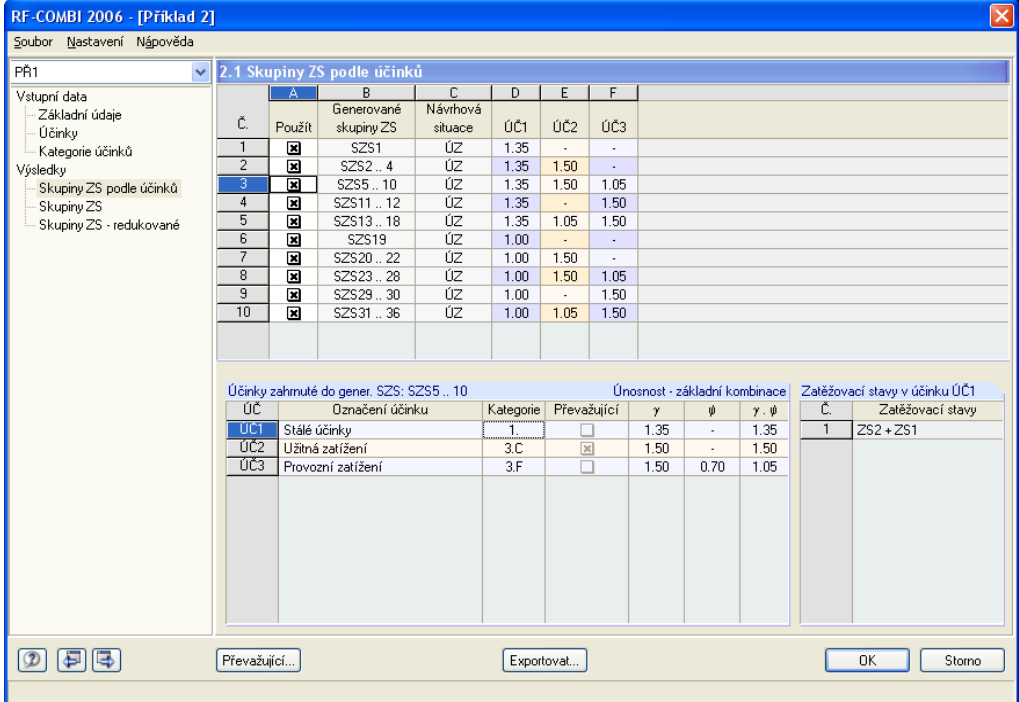


Obr. 5.10: Dialog 1.2 Účinky

Zařazování účinků ÚČ1, ÚČ2 a ÚČ3 do příslušných kategorií provedeme podobně jako v příkladu 1. Ani v tomto příkladu nebyly definovány žádné imperfekce.

Výsledky

Pro návrhovou situaci ‚Únosnost – základní kombinace‘ se vygeneruje 36 skupin zatěžovacích stavů podle vzorce 2.1 (viz str. 8). Tyto skupiny jsou v dialogu 2.1 rozděleny do deseti položek.



Č.	Použít	Generované skupiny ZS	Návrhová situace	ÚČ1	ÚČ2	ÚČ3
1	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS1	ÚZ	1.35	-	-
2	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS2.. 4	ÚZ	1.35	1.50	-
3	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS5.. 10	ÚZ	1.35	1.50	1.05
4	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS11.. 12	ÚZ	1.35	-	1.50
5	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS13.. 18	ÚZ	1.35	1.05	1.50
6	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS19	ÚZ	1.00	-	-
7	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS20.. 22	ÚZ	1.00	1.50	-
8	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS23.. 28	ÚZ	1.00	1.50	1.05
9	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS29.. 30	ÚZ	1.00	-	1.50
10	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS31.. 36	ÚZ	1.00	1.05	1.50

ÚČ	Označení účinku	Kategorie	Převažující	γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$
ÚČ1	Stálé účinky	1.	<input type="checkbox"/>	1.35	-	1.35
ÚČ2	Užitná zatížení	3.C	<input checked="" type="checkbox"/>	1.50	-	1.50
ÚČ3	Provozní zatížení	3.F	<input type="checkbox"/>	1.50	0.70	1.05

Č.	Zatěžovací stavy
1	ZS2 + ZS1

Obr. 5.11: Tabulka 2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků

Jednotlivé vygenerované skupiny zatěžovacích stavů jsou uvedeny v tabulce 2.2 Skupiny zatěžovacích stavů.

2.2 Skupiny zatěžovacích stavů								
SZS	A	B	C	D	E	F	G	H
	Použit	Návrhová situace	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6
SZS1	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	-	-	-
SZS2	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	-	-	-
SZS3	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	1.50	-	-
SZS4	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	1.50	-	-
SZS5	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	-	1.05	-
SZS6	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	-	-	1.05
SZS7	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	1.50	1.05	-
SZS8	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.50	1.50	-	1.05
SZS9	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	1.50	1.05	-
SZS10	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	1.50	-	1.05
SZS11	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	-	1.50	-
SZS12	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	-	-	1.50
SZS13	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.05	-	1.50	-
SZS14	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.05	-	-	1.50
SZS15	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.05	1.05	1.50	-
SZS16	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	1.05	1.05	-	1.50
SZS17	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	1.05	1.50	-
SZS18	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.35	-	1.05	-	1.50
SZS19	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	-	-	-	-
SZS20	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	1.50	-	-	-
SZS21	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	1.50	1.50	-	-
SZS22	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	-	1.50	-	-
SZS23	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	1.50	-	1.05	-
SZS24	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	1.50	-	-	1.05
SZS25	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	1.50	1.50	1.05	-
SZS26	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	1.50	1.50	-	1.05
SZS27	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	-	1.50	1.05	-
SZS28	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	-	1.50	-	1.05
SZS29	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	-	-	1.50	-
SZS30	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	-	-	-	1.50
SZS31	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	1.05	-	1.50	-
SZS32	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	1.05	-	-	1.50
SZS33	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	1.05	1.05	1.50	-
SZS34	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	1.05	1.05	-	1.50
SZS35	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	-	1.05	1.50	-
SZS36	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.00	1.00	-	1.05	-	1.50

Obr. 5.12: Tabulka 2.2 Skupiny zatěžovacích stavů (celkové zobrazení)

Pokud porovnáme tabulky 2.1 (obr. 5.11) a 2.2 (obr. 5.12), vidíme, že třetí položce v tabulce 2.1 $1.35\dot{U}\dot{C}1 + 1.50\dot{U}\dot{C}2 + 1.05\dot{U}\dot{C}3$ odpovídá šest skupin zatěžovacích stavů v tabulce 2.2:

- SZS5: $1.35ZS1 + 1.35ZS2 + 1.50ZS3 + 1.05ZS5$
- SZS6: $1.35ZS1 + 1.35ZS2 + 1.50ZS3 + 1.05ZS6$
- SZS7: $1.35ZS1 + 1.35ZS2 + 1.50ZS3 + 1.50ZS4 + 1.05ZS5$
- SZS8: $1.35ZS1 + 1.35ZS2 + 1.50ZS3 + 1.50ZS4 + 1.05ZS6$
- SZS9: $1.35ZS1 + 1.35ZS2 + 1.50ZS4 + 1.05ZS5$
- SZS10: $1.35ZS1 + 1.35ZS2 + 1.50ZS4 + 1.05ZS6$

Skupiny zatěžovacích stavů z dané položky zjistíme tak, že za účinky postupně dosadíme všechny v úvahu přicházející kombinace zatěžovacích stavů:

- $\dot{U}\dot{C}1$: ZS1 + ZS2
- $\dot{U}\dot{C}2$: ZS3
ZS3 + ZS4
ZS4
- $\dot{U}\dot{C}3$: ZS5
ZS6

Poznámka

Stálá zatížení ZS1 v poli a ZS2 na krakorci byla přiřazena k jednomu účinku ÚČ1. Proto jsou oběma zatěžovacím stavům ve skupinách zatěžovacích stavů přiděleny vždy stejné dílčí součinitele (1.35 nebo 1.00). Pokud působí ZS1 a ZS2 nezávisle, je třeba přiřadit tyto zatěžovací stavy k různým účinkům.

Zatěžovací stav	Účinek	Kategorie účinku
ZS1	ÚČ1	stálý
ZS2	ÚČ2	stálý
ZS3, ZS4	ÚČ3	užitné zatížení, 3.C –shromažďovací plochy $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60, \psi_2 = 0,60$
ZS5 nebo ZS6	ÚČ4	provozní zatížení, 3.F – tíha vozidla < 30 kN $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$

Tabulka 5.3: ZS1 a ZS2 v různých účincích

Pak se také zatěžovací stavy ZS1 a ZS2 násobí jinými dílčími součiniteli. Výsledkem je tak 72 skupin zatěžovacích stavů.

2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků							
Č.	A	B	C	D	E	F	G
	Použít	Generované skupiny ZS	Návrhová situace	ÚČ.1	ÚČ.2	ÚČ.3	ÚČ.4
1	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS1	ÚZ	1.35	1.35	-	-
2	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS2.. 4	ÚZ	1.35	1.35	1.50	-
3	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS5.. 10	ÚZ	1.35	1.35	1.50	1.05
4	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS11.. 12	ÚZ	1.35	1.35	-	1.50
5	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS13.. 18	ÚZ	1.35	1.35	1.05	1.50
6	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS19	ÚZ	1.00	1.35	-	-
7	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS20.. 22	ÚZ	1.00	1.35	1.50	-
8	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS23.. 28	ÚZ	1.00	1.35	1.50	1.05
9	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS29.. 30	ÚZ	1.00	1.35	-	1.50
10	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS31.. 36	ÚZ	1.00	1.35	1.05	1.50
11	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS37	ÚZ	1.00	1.00	-	-
12	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS38.. 40	ÚZ	1.00	1.00	1.50	-
13	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS41.. 46	ÚZ	1.00	1.00	1.50	1.05
14	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS47.. 48	ÚZ	1.00	1.00	-	1.50
15	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS49.. 54	ÚZ	1.00	1.00	1.05	1.50
16	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS55	ÚZ	1.35	1.00	-	-
17	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS56.. 58	ÚZ	1.35	1.00	1.50	-
18	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS59.. 64	ÚZ	1.35	1.00	1.50	1.05
19	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS65.. 66	ÚZ	1.35	1.00	-	1.50
20	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS67.. 72	ÚZ	1.35	1.00	1.05	1.50

Obr. 5.13: Tabulka 2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků (ZS1 a ZS2 v různých účincích)

5.3 Skeletová stavba podle DIN 1055-100

Konstrukce a zatížení

Skeletová stavba je namáhána stálým zatížením, užitným zatížením kancelářských ploch, užitným zatížením obchodních ploch, větrem a sněhem.

Zatěžovací stav	Účinek	Kategorie účinku
ZS1	ÚČ1	stálý
ZS2, ZS3	ÚČ2	užitné zatížení, 3.B – kancelářské plochy $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,50, \psi_2 = 0,30$
ZS4, ZS5	ÚČ3	užitné zatížení, 3.D – obchodní plochy $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$
ZS6 nebo ZS7	ÚČ4	5. – zatížení větrem $\psi_0 = 0,60, \psi_1 = 0,50, \psi_2 = 0$
ZS8	ÚČ5	4.A – zatížení sněhem a větrem – místa s nadm. v. do +1000 m $\psi_0 = 0,50, \psi_1 = 0,20, \psi_2 = 0$

Tabulka 5.4: Zatěžovací stavy a účinky

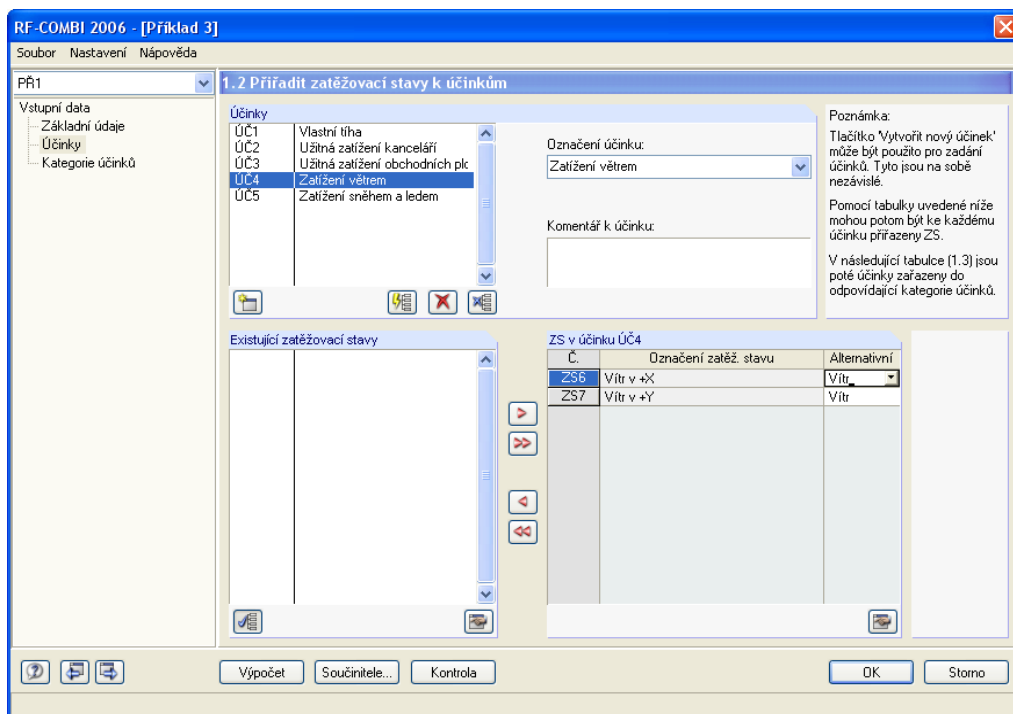
Vygenerovat se mají skupiny a kombinace zatěžovacích stavů podle DIN 1055-100 pro návrhovou situaci ‚Únosnost – základní kombinace‘.

Vstupní údaje pro generování skupin zatěžovacích stavů

V dialogu 1.1 *Základní údaje* zadáme, že se mají vygenerovat **skupiny zatěžovacích stavů** podle **DIN 1055-100** pro návrhovou situaci **Únosnost – základní kombinace**.

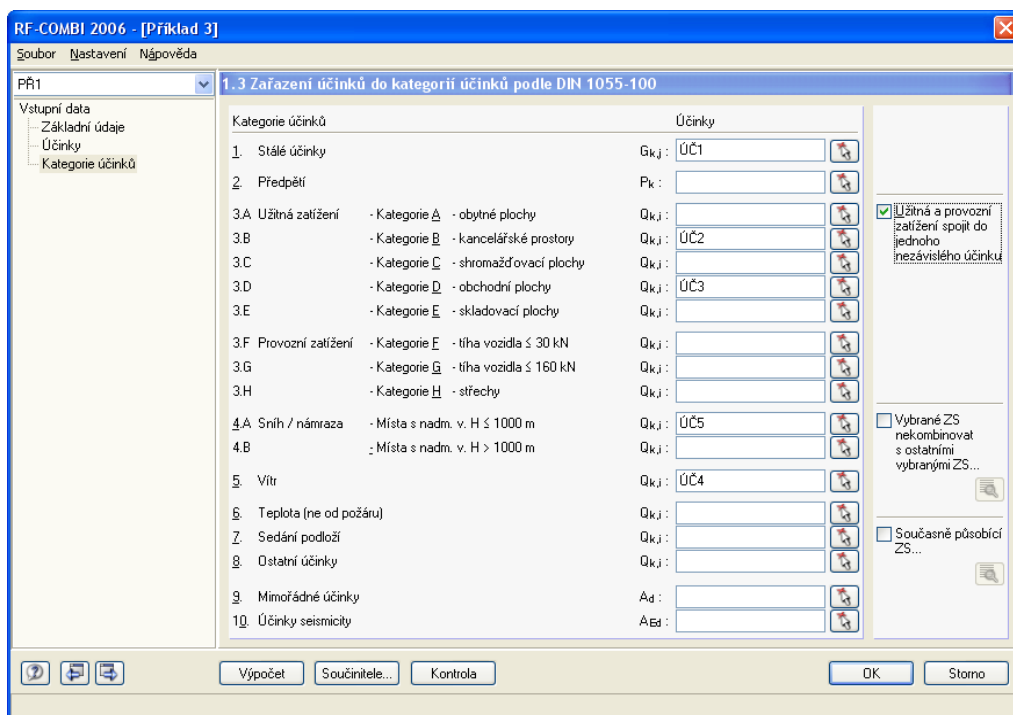


Po otevření dialogu 1.2 se účinek **ÚČ1** vytvoří automaticky a k němu se přiřadí zatěžovací stav **ZS1**. Dialog 1.2 vypadá stejně jako v příkladu 1 na obr. 5.2. Účinky **ÚČ2** až **ÚČ5** vytvoříme pomocí tlačítka [Vytvořit nový účinek] v sekci *Účinky*. Při přiřazování ZS6 a ZS7 k **ÚČ4** je třeba dávat pozor na to, aby se zatěžovací stavy navzájem vylučovaly. Proto uvedeme ve sloupci *Alternativní stejné označení*.



Obr. 5.14: Dialog 1.2 Účinky

Účinky se v dialogu 1.3 zařadí do jednotlivých kategorií. Pro užitná zatížení je třeba vytvořit dva účinky ÚČ2 a ÚČ3, protože pro kancelářské plochy (ZS2 a ZS3, ÚČ2) a pro obchodní plochy (ZS4 a ZS5, ÚČ3) platí různé kombinační součinitele ψ . Podle [4], přílohy A, str. 37 se ovšem užitná a provozní zatížení v rámci jedné budovy zpravidla spojují do jednoho nezávislého účinku. Všechna užitná a provozní zatížení se v kombinaci podle vzorce 2.1 (viz str. 8) pro návrhovou situaci ‚Únosnost – základní kombinace‘ uvažují jako jeden účinek, pokud aktivujeme volbu *Užitná zatížení a provozní zatížení spojit do jednoho nezávislého účinku*.



Obr. 5.15: Dialog 1.3 Kategorie účinků

Ani v tomto příkladu nejsou definovány žádné imperfekce.

Výsledky

Pro návrhovou situaci ‚Únosnost – základní kombinace‘ se vygeneruje 203 skupin zatěžovacích stavů podle vzorce 2.1 (viz str. 8). V tabulce 2.1 se nám zobrazí následovně:

2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků								
Č.	A	B	C	D	E	F	G	H
	Použít	Generované skupiny ZS	Návrhová situace	ÚČ.1	ÚČ.2	ÚČ.3	ÚČ.4	ÚČ.5
1	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS1	ÚZ	1.35	-	-	-	-
2	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS2.. 4	ÚZ	1.35	1.50	-	-	-
3	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS5.. 13	ÚZ	1.35	1.50	1.50	-	-
4	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS14.. 31	ÚZ	1.35	1.50	1.50	0.90	-
5	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS32.. 49	ÚZ	1.35	1.50	1.50	0.90	0.75
6	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS50.. 58	ÚZ	1.35	1.50	1.50	-	0.75
7	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS59.. 64	ÚZ	1.35	1.50	-	0.90	-
8	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS65.. 70	ÚZ	1.35	1.50	-	0.90	0.75
9	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS71.. 73	ÚZ	1.35	1.50	-	-	0.75
10	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS74.. 76	ÚZ	1.35	-	1.50	-	-
11	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS77.. 82	ÚZ	1.35	-	1.50	0.90	-
12	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS83.. 88	ÚZ	1.35	-	1.50	0.90	0.75
13	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS89.. 91	ÚZ	1.35	-	1.50	-	0.75
14	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS92.. 93	ÚZ	1.35	-	-	1.50	-
15	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS94.. 99	ÚZ	1.35	1.05	-	1.50	-
16	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS100.. 117	ÚZ	1.35	1.05	1.05	1.50	-
17	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS118.. 135	ÚZ	1.35	1.05	1.05	1.50	0.75
18	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS136.. 141	ÚZ	1.35	1.05	-	1.50	0.75
19	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS142.. 147	ÚZ	1.35	-	1.05	1.50	-
20	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS148.. 153	ÚZ	1.35	-	1.05	1.50	0.75
21	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS154.. 155	ÚZ	1.35	-	-	1.50	0.75
22	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS156	ÚZ	1.35	-	-	-	1.50
23	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS157.. 159	ÚZ	1.35	1.05	-	-	1.50
24	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS160.. 168	ÚZ	1.35	1.05	1.05	-	1.50
25	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS169.. 186	ÚZ	1.35	1.05	1.05	0.90	1.50
26	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS187.. 192	ÚZ	1.35	1.05	-	0.90	1.50
27	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS193.. 195	ÚZ	1.35	-	1.05	-	1.50
28	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS196.. 201	ÚZ	1.35	-	1.05	0.90	1.50
29	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS202.. 203	ÚZ	1.35	-	-	0.90	1.50

Obr. 5.16: Tabulka 2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků (celkové zobrazení)

Skutečnost, že se účinky ÚČ2 a ÚČ3 uvažují jako jeden účinek, můžeme vidět ve výsledcích. Oba tyto účinky současně se zohledňují buď jako převažující zatížení $Q_{k,1}$ (součinitel 1.5) nebo jako vedlejší zatížení $Q_{k,i}$ (součinitel 1.05).

Ve skupinách zatěžovacích stavů SZS14 až SZS31 se jak ÚČ2 tak ÚČ3 uvažují jako *Převažující*.

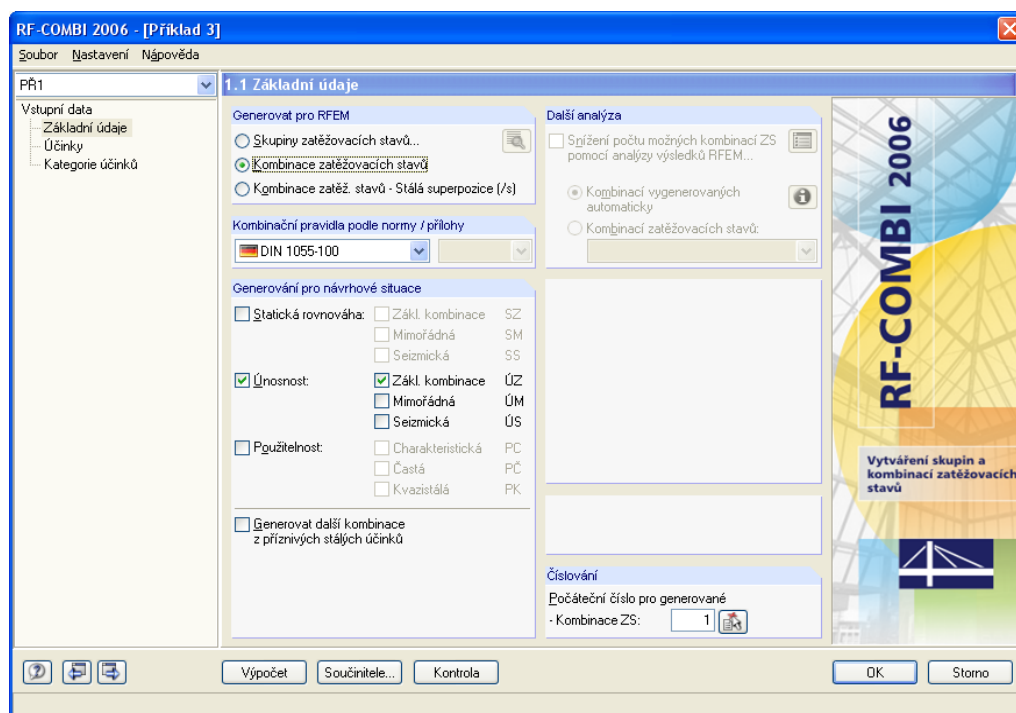
2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků								
Č.	A	B	C	D	E	F	G	H
	Použít	Generované skupiny ZS	Návrhová situace	Úč.1	Úč.2	Úč.3	Úč.4	Úč.5
1	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS1	ÚZ	1.35	-	-	-	-
2	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS2 .. 4	ÚZ	1.35	1.50	-	-	-
3	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS5 .. 13	ÚZ	1.35	1.50	1.50	-	-
4	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS14 .. 31	ÚZ	1.35	1.50	1.50	0.90	-
5	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS32 .. 49	ÚZ	1.35	1.50	1.50	0.90	0.75
6	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS50 .. 58	ÚZ	1.35	1.50	1.50	-	0.75
7	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS59 .. 64	ÚZ	1.35	1.50	-	0.90	-
8	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS65 .. 70	ÚZ	1.35	1.50	-	0.90	0.75
9	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS71 .. 73	ÚZ	1.35	1.50	-	-	0.75
10	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS74 .. 76	ÚZ	1.35	-	1.50	-	-
11	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS77 .. 82	ÚZ	1.35	-	1.50	0.90	-
12	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS83 .. 88	ÚZ	1.35	-	1.50	0.90	0.75

Účinky zahrnuté do gener. SZS: SZS14 .. 31				Únosnost - základní kombinace		
Úč.	Označení účinku	Kategorie	Převažující	γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$
Úč.1	Stálé účinky	1.	<input type="checkbox"/>	1.35	-	1.35
Úč.2	Užitná zatížení kanceláří	3.B	<input checked="" type="checkbox"/>	1.50	-	1.50
Úč.3	Užitná zatížení obchodních ploch	3.D	<input checked="" type="checkbox"/>	1.50	-	1.50
Úč.4	Zatížení větrem	5.	<input type="checkbox"/>	1.50	0.60	0.90

Obr. 5.17: Účinky ve vygenerovaných skupinách zatěžovacích stavů SZS14 .. 31

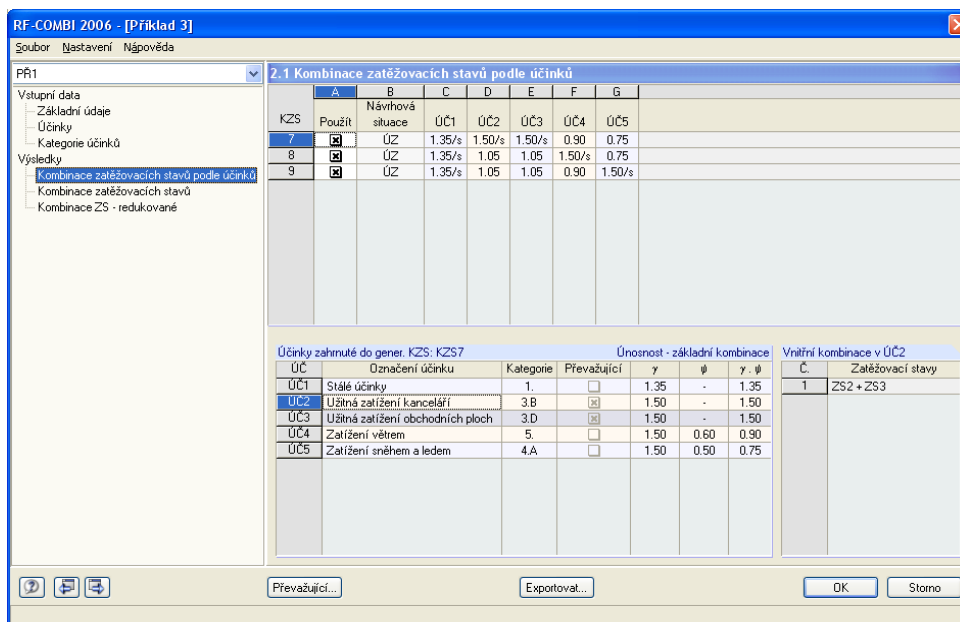
Vstupní údaje pro generování kombinací zatěžovacích stavů

Vstupní údaje se od předchozího zadání liší pouze v tom, že v dialogu 1.1. v sekci *Generovat pro RFEM* vybereme možnost **Kombinace zatěžovacích stavů**.

Obr. 5.18: Dialog 1.1 *Základní údaje*: Generování kombinací zatěžovacích stavů

Výsledky generování kombinací zatěžovacích stavů

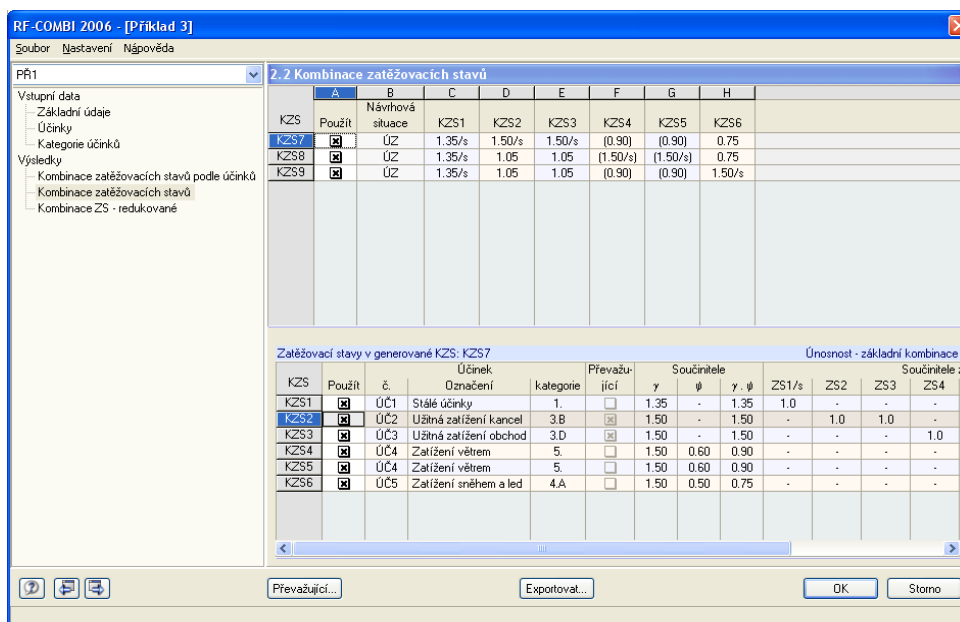
Pro návrhovou situaci 'Únosnost – základní kombinace' se vygenerují tři kombinace zatěžovacích stavů KZS7 až KZS9 pro posouzení konstrukce. Tyto kombinace se vytvoří podle vzorce 2.1 (viz str. 8).



Obr. 5.19: Dialog 2.1 Kombinace zatěžovacích stavů podle účinků

Kombinace KZS1 až KZS6 jsou všechny přípustné kombinace zatěžovacích stavů v rámci příslušných účinků. V dolní části dialogu 2.1 na obr. 5.19 vidíme, že jedinou možnou vnitřní kombinací zatěžovacích stavů v účinku ÚČ2 je kombinace KZS2 ZS2+ZS3. Pokud zde klikneme na jiný účinek, zobrazí se vnitřní kombinace pro tento účinek.

Tabulka 2.2 se liší od tabulky 2.1 hlavně tím, že účinky tu jsou v horní části tabulky nahrazeny vnitřními kombinacemi zatěžovacích stavů. Pokud jsou některé vnitřní kombinace ZS v závorkách, pak jsou tyto vnitřní kombinace ve vztahu *Alternativní*.



Obr. 5.20: Tabulka 2.2 Kombinace zatěžovacích stavů

V dolní části tabulky 2.2 se zobrazí seznam vnitřních kombinací zatěžovacích stavů.

Kombinace zatěžovacích stavů KZS7 je například v tabulce 2.1 (obr. 5.19) vyjádřena následovně:

$$1.35\dot{U}\dot{C}1/s + 1.50\dot{U}\dot{C}2/s + 1.50\dot{U}\dot{C}3 + 0.90\dot{U}\dot{C}4 + 0.75\dot{U}\dot{C}5$$

Pokud nahradíme ÚČ1 kombinací KZS1, ÚČ2 kombinací KZS2, ÚČ3 kombinací KZS3, ÚČ4 kombinací KZS4 nebo KZS5 a ÚČ5 kombinací KZS6, pak dostaneme:

KZS7: $1.35KZS1/s + 1.50KZS2/s + 1.50KZS3/s + 0.90KZS4$ nebo $0.90KZS5 + 0.75KZS6$.

5.4 Skeletová stavba podle DIN 1055-100 s imperfekcemi

Konstrukce a zatížení

Skeletová stavba z příkladu 3 je znovu namáhána stálým zatížením, užitným zatížením kancelářských ploch, užitným zatížením obchodních ploch, větrem a sněhem. Na rozdíl od příkladu 3 jsou v příkladu 4 zadány také imperfekce.

Zatěžovací stav	Účinek	Kategorie účinku
ZS1	ÚČ1	stálý
ZS2, ZS3	ÚČ2	užitné zatížení, 3.B – kancelářské plochy $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,50, \psi_2 = 0,30$
ZS4, ZS5	ÚČ3	užitné zatížení, 3.D – obchodní plochy $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$
ZS6 nebo ZS7	ÚČ4	5. – zatížení větrem $\psi_0 = 0,60, \psi_1 = 0,50, \psi_2 = 0$
ZS8	ÚČ5	4.A – zatížení sněhem a větrem – místa s nadm. v. do +1000 m $\psi_0 = 0,50, \psi_1 = 0,20, \psi_2 = 0$
ZS9, ZS10		Imperfekce

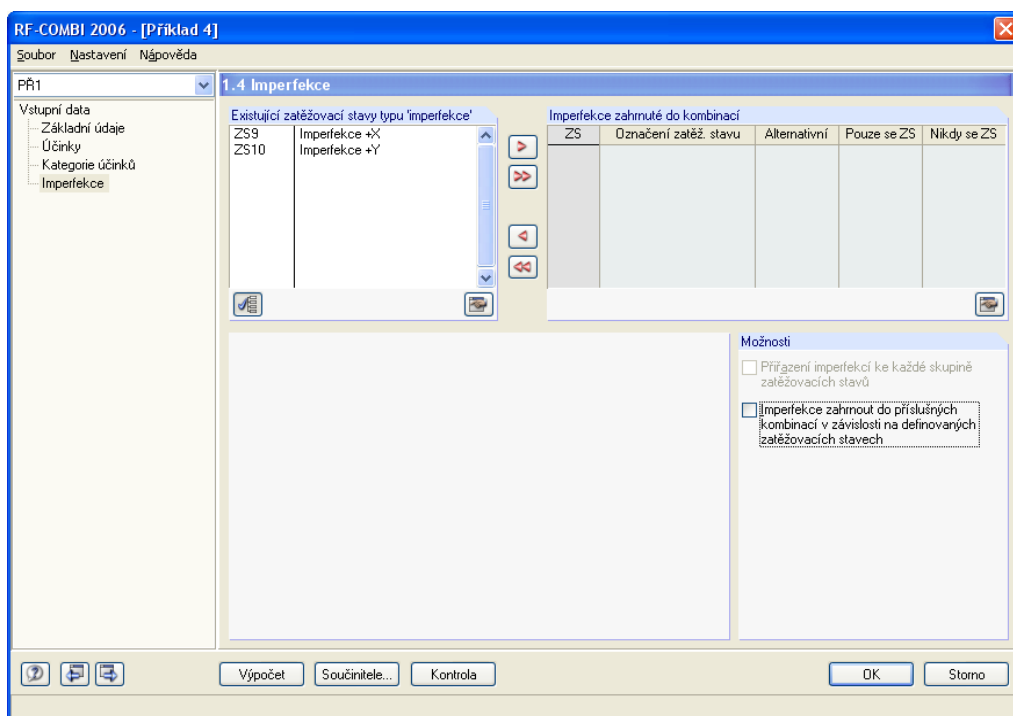
Tabulka 5.5: Zatěžovací stavy a účinky

Vygenerovat se mají skupiny zatěžovacích stavů podle DIN 1055-100 pro návrhovou situaci ‚Únosnost – základní kombinace‘.

Vstupní údaje

V dialogích 1.1, 1.2 a 1.3 zadáme stejné vstupní údaje jako v příkladu 3.

Po otevření dialogu 1.4 se zobrazí zatěžovací stavy imperfekce ZS9 a ZS10.

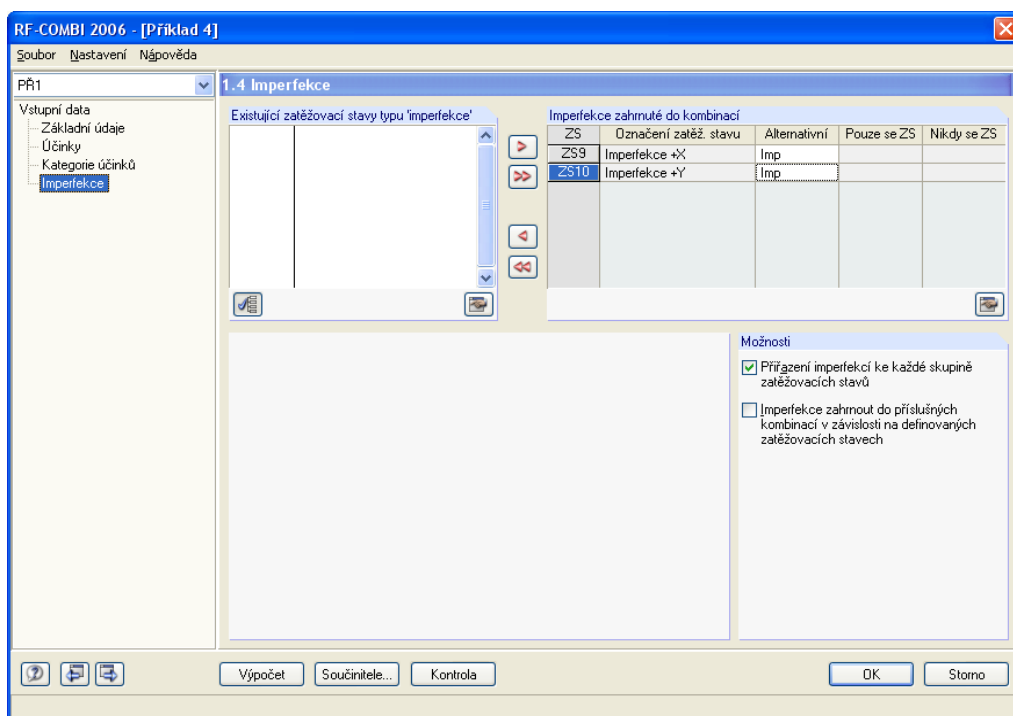


Obr. 5.21: Dialog 1.4 Imperfekce



Má-li se zatěžovací stav ZS9 i zatěžovací stav ZS10 zohlednit v generovaných skupinách zatěžovacích stavů, je třeba je pomocí šipky převést do seznamu *Imperfekce zahrnuté do kombinací*. Imperfekce ZS9 a ZS10 nemůžou nikdy působit zároveň, a proto se musí u obou zatěžovacích stavů ve sloupci *Alternativní* uvést stejný název.

Výpočet skupin zatěžovacích stavů proběhne podle teorie druhého řádu. Proto by měla každá skupina zatěžovacích stavů obsahovat jednu imperfekci. Z tohoto důvodu aktivujeme volbu *Přřazení imperfekcí ke každé skupině zatěžovacích stavů*.



Obr. 5.22: Dialog 1.4 Imperfekce, ZS9 a ZS10 v kombinaci

Výsledky

Pro návrhovou situaci ‚Únosnost – základní kombinace‘ se vygeneruje 406 skupin zatěžovacích stavů podle vzorce 2.1 (viz str. 8), které vidíme v tabulce 2.1 (obr. 5.23).

2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků								
Č.	A	B	C	D	E	F	G	H
	Použit	Generované skupiny ZS	Návrhová situace	ÚČ.1	ÚČ.2	ÚČ.3	ÚČ.4	ÚČ.5
1	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS1 .. 2	ÚZ	1.35	-	-	-	-
2	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS3 .. 8	ÚZ	1.35	1.50	-	-	-
3	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS9 .. 26	ÚZ	1.35	1.50	1.50	-	-
4	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS27 .. 62	ÚZ	1.35	1.50	1.50	0.90	-
5	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS63 .. 98	ÚZ	1.35	1.50	1.50	0.90	0.75
6	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS99 .. 116	ÚZ	1.35	1.50	1.50	-	0.75
7	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS117 .. 128	ÚZ	1.35	1.50	-	0.90	-
8	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS129 .. 140	ÚZ	1.35	1.50	-	0.90	0.75
9	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS141 .. 146	ÚZ	1.35	1.50	-	-	0.75
10	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS147 .. 152	ÚZ	1.35	-	1.50	-	-
11	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS153 .. 164	ÚZ	1.35	-	1.50	0.90	-
12	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS165 .. 176	ÚZ	1.35	-	1.50	0.90	0.75
13	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS177 .. 182	ÚZ	1.35	-	1.50	-	0.75
14	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS183 .. 186	ÚZ	1.35	-	-	1.50	-
15	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS187 .. 198	ÚZ	1.35	1.05	-	1.50	-
16	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS199 .. 234	ÚZ	1.35	1.05	1.05	1.50	-
17	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS235 .. 270	ÚZ	1.35	1.05	1.05	1.50	0.75
18	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS271 .. 282	ÚZ	1.35	1.05	-	1.50	0.75
19	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS283 .. 294	ÚZ	1.35	-	1.05	1.50	-
20	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS295 .. 306	ÚZ	1.35	-	1.05	1.50	0.75
21	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS307 .. 310	ÚZ	1.35	-	-	1.50	0.75
22	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS311 .. 312	ÚZ	1.35	-	-	-	1.50
23	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS313 .. 318	ÚZ	1.35	1.05	-	-	1.50
24	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS319 .. 336	ÚZ	1.35	1.05	1.05	-	1.50
25	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS337 .. 372	ÚZ	1.35	1.05	1.05	0.90	1.50
26	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS373 .. 384	ÚZ	1.35	1.05	-	0.90	1.50
27	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS385 .. 390	ÚZ	1.35	-	1.05	-	1.50
28	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS391 .. 402	ÚZ	1.35	-	1.05	0.90	1.50
29	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS403 .. 406	ÚZ	1.35	-	-	0.90	1.50

Obr. 5.23: Tabulka 2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků (celkové zobrazení)

Pokud výsledky z příkladu 4 (obr. 5.23) porovnáme s výsledky předchozího případu 3 (obr. 5.16), zjistíme, že se nyní vygeneroval dvojnásobný počet skupin zatěžovacích stavů. Důvodem je, že každé skupině ZS byla přiřazena imperfekce jednou ze ZS 9 a jednou ze ZS 10.

RF-COMBI 2006 - [Příklad 4]

Soubor Nastavení Nápověda

PŘ1

2.2 Skupiny zatěžovacích stavů

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
SZS	Použit	Návrhová situace	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10
SZS1	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-
SZS2	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00
SZS3	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.50	-	-	-	-	-	-	1.00	-
SZS4	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.50	-	-	-	-	-	-	-	1.00
SZS5	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.50	1.50	-	-	-	-	-	1.00	-
SZS6	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.50	1.50	-	-	-	-	-	-	1.00
SZS7	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	-	1.50	-	-	-	-	-	1.00	-
SZS8	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	-	1.50	-	-	-	-	-	-	1.00
SZS9	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.50	-	1.05	-	-	-	-	1.00	-
SZS10	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.50	-	1.05	-	-	-	-	-	1.00
SZS11	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.50	-	1.05	1.05	-	-	-	1.00	-
SZS12	<input checked="" type="checkbox"/>	ÚZ	1.35	1.50	-	1.05	1.05	-	-	-	-	1.00

Zatěžovací stavy v generované SZS: SZS1

ZS	Osazení zatěž. stavu	Účinek	Kategorie	Převažující	γ	ψ	γ · ψ
ZS1	Vlastní tíha	ÚČ1	1.	<input type="checkbox"/>	1.35	-	1.35
ZS9	Imperfekce +X			<input checked="" type="checkbox"/>			

Únosnost - základní kombinace

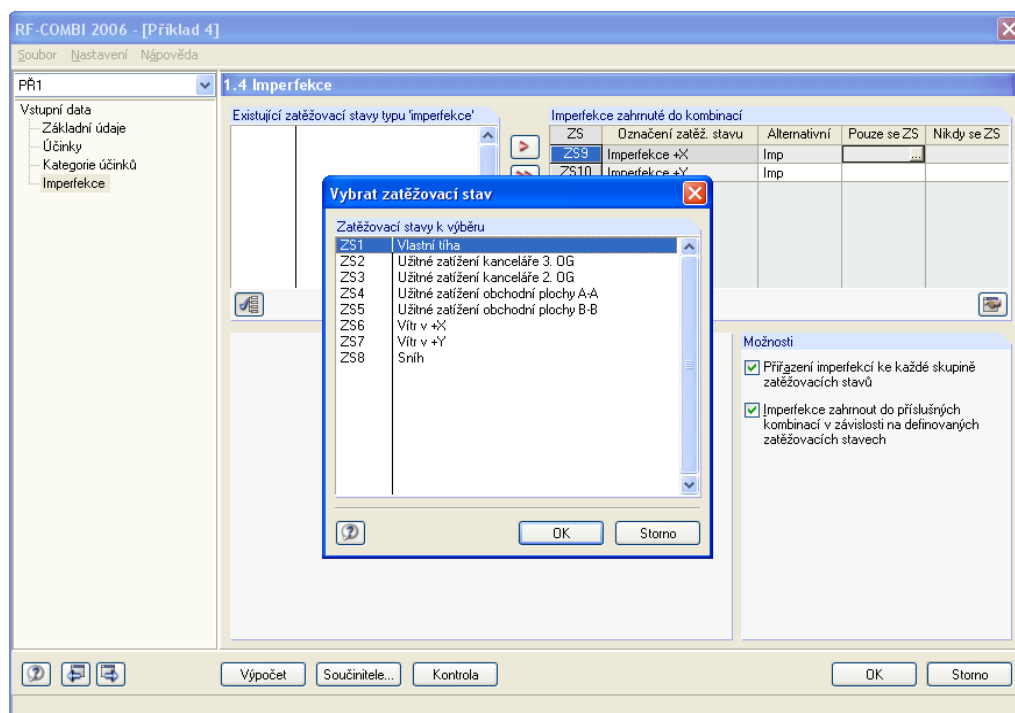
Převažující... Exportovat... OK Storno

Obr. 5.24: Tabulka 2.2 Skupiny zatěžovacích stavů

Poznámka

Někdy již předem víme, že imperfekce patří k určitým zatěžovacím stavům a že spolu s jinými zatěžovacími stavy je nemá smysl spojovat. V tomto příkladu obsahuje zatěžovací stav ZS6 vítr ve směru +X a ZS7 vítr ve směru +Y. Imperfekce v ZS9 je definována jako naklonění ve směru +X a imperfekce v ZS10 jako naklonění ve směru +Y. Proto není vhodné skládat ZS6 spolu se ZS10 nebo ZS7 spolu se ZS9 do skupin zatěžovacích stavů, protože tyto skupiny nejsou rozhodující.

V modulu RF-COMBI 2006 lze tuto skutečnost využít k redukci generovaných skupin zatěžovacích stavů a v dialogu 1.4 označit políčko *Imperfekce zahrnout do příslušných kombinací v závislosti na definovaných zatěžovacích stavech*.



Obr. 5.25: Dialog 1.4 Imperfekce, volby v sekci Možnosti

Pokud nyní znovu spustíme generování skupin zatěžovacích stavů, vytvoří se nyní místo 406 pouze 250 skupin ZS.

5.5 Rám podle DIN 18800

Konstrukce a zatížení

Rám je namáhán stálým zatížením, dvěma proměnnými zatíženími a dvěma mimořádnými zatíženími.

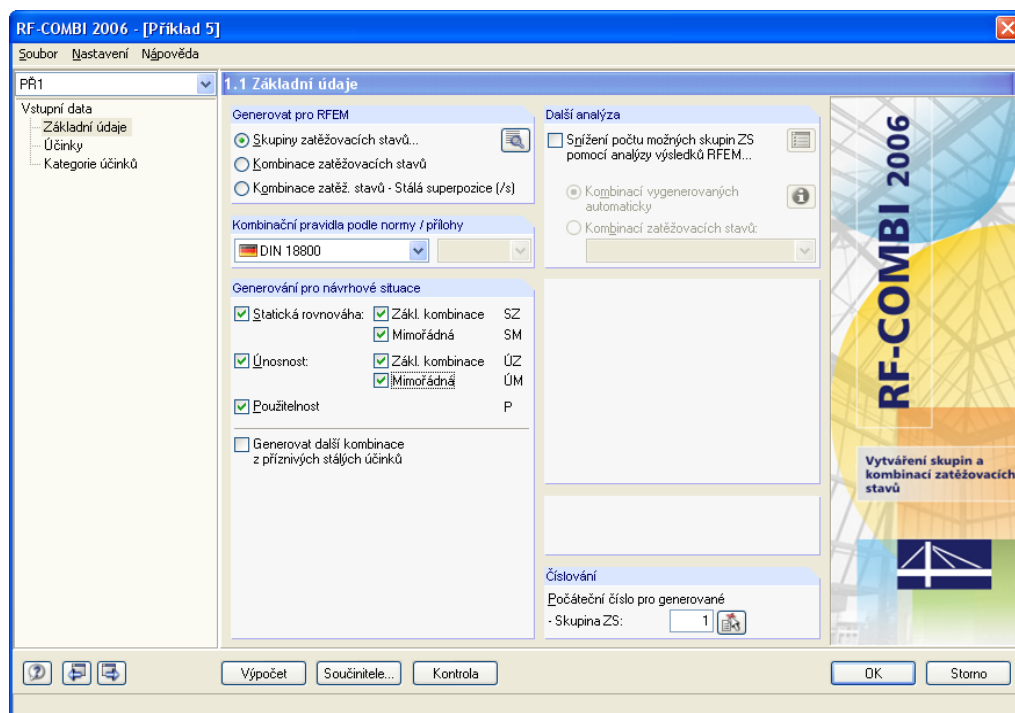
Zatěžovací stav	Účinek	Kategorie účinku
ZS1	ÚČ1	stálý
ZS2, ZS3, ZS4	ÚČ2	proměnný (užitné zatížení)
ZS5	ÚČ3	proměnný (provozní zatížení)
ZS6	ÚČ4	mimořádný
ZS7	ÚČ5	mimořádný

Tabulka 5.6: Zatěžovací stavy a účinky

Vygenerovat se mají skupiny zatěžovacích stavů podle DIN 18800 pro všechny návrhové situace.

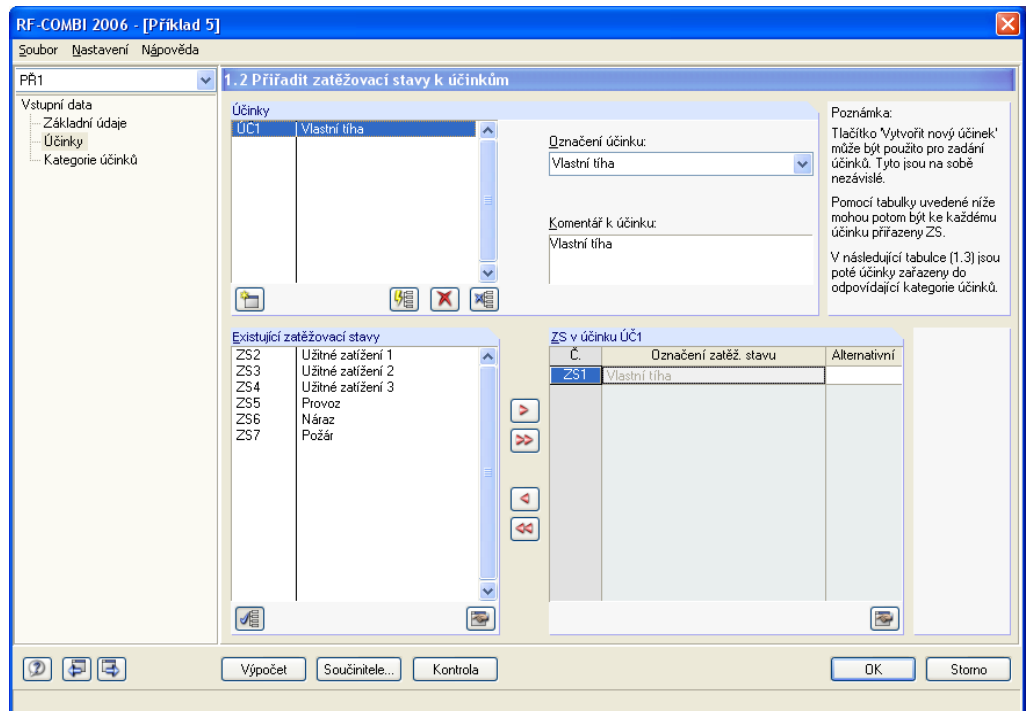
Vstupní údaje

V dialogu 1.1 *Základní údaje* zadáme, že se mají vygenerovat skupiny zatěžovacích stavů podle **DIN 18800**, a zaškrtneme **všechny návrhové situace**.



Obr. 5.26: Dialog 1.1 *Základní údaje*

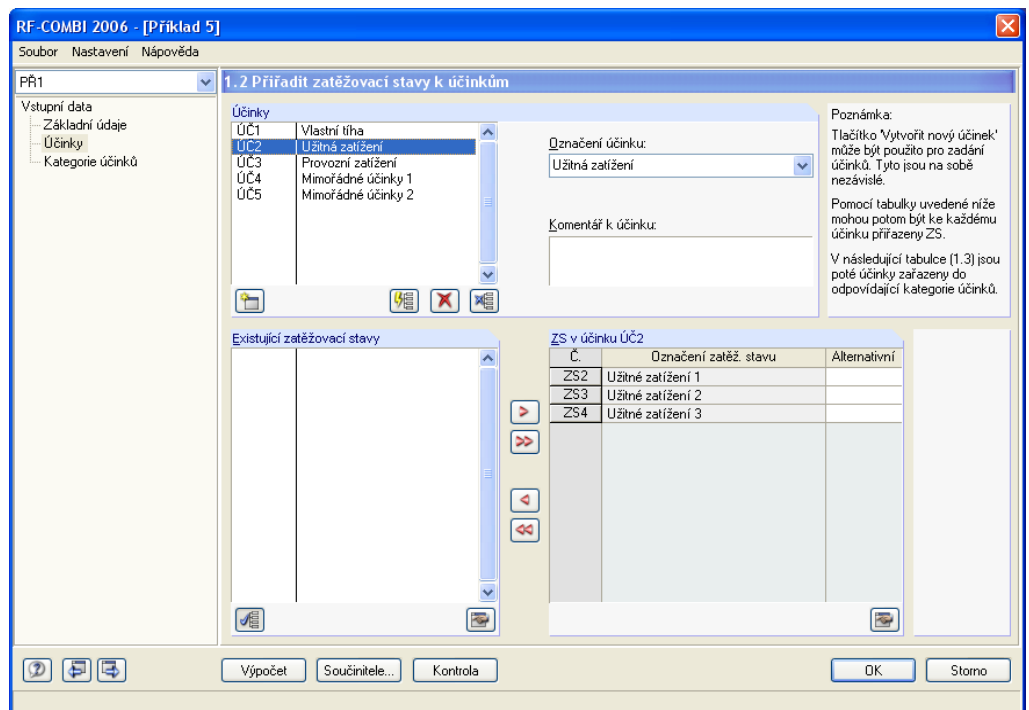
Po otevření dialogu 1.2 se účinek **ÚČ1** vytvoří automaticky a k němu se přiřadí zatěžovací stav **ZS1**. Ostatní zatěžovací stavy definované v RFEMu se zobrazí v sekci *Existující zatěžovací stavy*.



Obr. 5.27: Dialog 1.2 Účinky

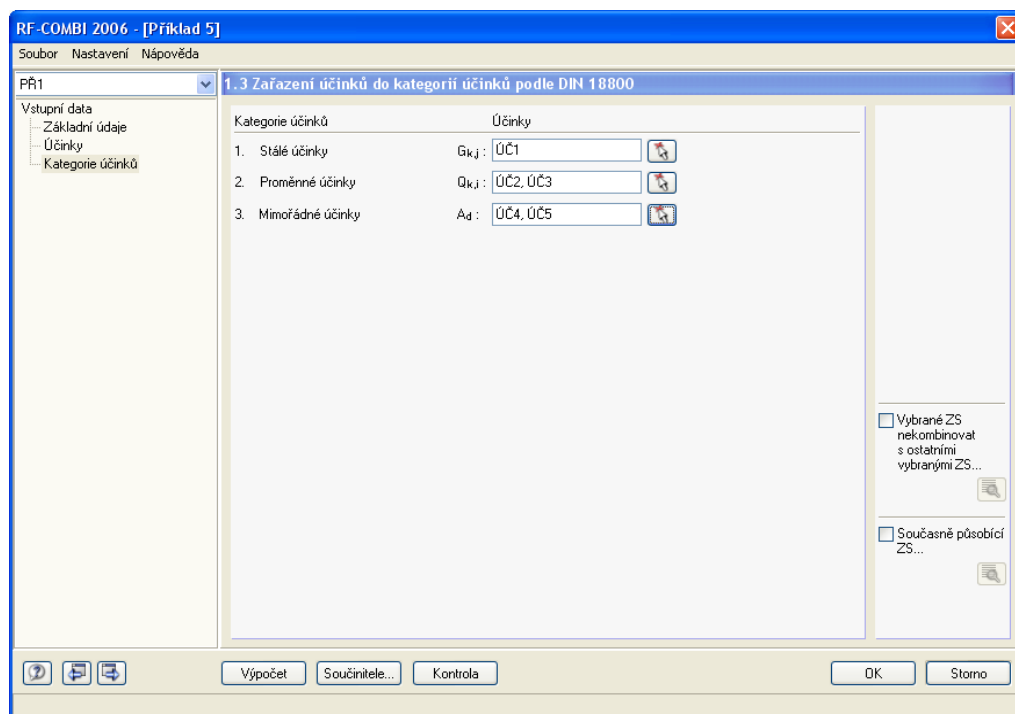


Účinky ÚC2 až ÚC5 vytvoříme pomocí tlačítka [Vytvořit nový účinek] a přiřadíme jim následně příslušné zatěžovací stavy.



Obr. 5.28: Účinky s přiřazenými zatěžovacími stavy

Účinky se pak v dalším dialogu 1.3 *Kategorie účinků* zařadí do jednotlivých kategorií.



Obr. 5.29: Dialog 1.3 *Kategorie účinků*

Pro tento příklad nebyly v RFEMu definovány žádné imperfekce, a zadání je tak v tomto případě kompletní.

Výsledky

V tabulce 2.1 se zobrazí 128 skupin zatěžovacích stavů. Jedná se přitom o následující skupiny:

- 16 skupin zatěžovacích stavů pro situaci ‚Únosnost – základní kombinace‘ (ÚZ, SZS1 až SZS16, viz vzorec 2.7 a vzorec 2.8)
- 32 skupin zatěžovacích stavů pro situaci ‚Únosnost - mimořádná‘ (ÚM, SZS17 až SZS48, viz vzorec 2.9)
- 32 skupin zatěžovacích stavů pro situaci ‚Statická rovnováha – základní kombinace‘ (SZ, SZS49 až SZS80, viz vzorec 2.7 a vzorec 2.8)
- 32 skupin zatěžovacích stavů pro situaci ‚Statická rovnováha - mimořádná‘ (SM, SZS81 až SZS 112, viz vzorec 2.9)
- 16 skupin zatěžovacích stavů pro situaci ‚Použitelnost‘ (P, SZS113 až SZS128, viz vzorec 2.7)

2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků								
Č.	A	B	C	D	E	F	G	H
	Použit	Generované skupiny ZS	Návrhová situace	ÚČ.1	ÚČ.2	ÚČ.3	ÚČ.4	ÚČ.5
1	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS1	ÚZ	1.35	-	-	-	-
2	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS2.. 8	ÚZ	1.35	1.50	-	-	-
3	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS9.. 15	ÚZ	1.35	1.35	1.35	-	-
4	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS16	ÚZ	1.35	-	1.50	-	-
5	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS17	ÚM	1.00	-	-	1.00	-
6	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS18	ÚM	1.00	-	-	-	1.00
7	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS19.. 25	ÚM	1.00	0.90	-	1.00	-
8	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS26.. 32	ÚM	1.00	0.90	0.90	1.00	-
9	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS33	ÚM	1.00	-	0.90	1.00	-
10	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS34.. 40	ÚM	1.00	0.90	-	-	1.00
11	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS41.. 47	ÚM	1.00	0.90	0.90	-	1.00
12	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS48	ÚM	1.00	-	0.90	-	1.00
13	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS49	SZ	1.10	-	-	-	-
14	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS50.. 56	SZ	1.10	1.50	-	-	-
15	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS57.. 63	SZ	1.10	1.35	1.35	-	-
16	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS64	SZ	1.10	-	1.50	-	-
17	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS65	SZ	0.90	-	-	-	-
18	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS66.. 72	SZ	0.90	1.50	-	-	-
19	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS73.. 79	SZ	0.90	1.35	1.35	-	-
20	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS80	SZ	0.90	-	1.50	-	-
21	<input type="checkbox"/>	SZS81	SM	1.00	-	-	1.00	-
22	<input type="checkbox"/>	SZS82	SM	1.00	-	-	-	1.00
23	<input type="checkbox"/>	SZS83.. 89	SM	1.00	0.90	-	1.00	-
24	<input type="checkbox"/>	SZS90.. 96	SM	1.00	0.90	0.90	1.00	-
25	<input type="checkbox"/>	SZS97	SM	1.00	-	0.90	1.00	-
26	<input type="checkbox"/>	SZS98.. 104	SM	1.00	0.90	-	-	1.00
27	<input type="checkbox"/>	SZS105.. 111	SM	1.00	0.90	0.90	-	1.00
28	<input type="checkbox"/>	SZS112	SM	1.00	-	0.90	-	1.00
29	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS113	P	1.00	-	-	-	-
30	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS114.. 120	P	1.00	1.00	-	-	-
31	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS121.. 127	P	1.00	1.00	1.00	-	-
32	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS128	P	1.00	-	1.00	-	-

Obr. 5.30: Tabulka 2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků (celkové zobrazení)

5.6 Nosný rošt podle EN 1990

Konstrukce a zatížení

Nosný rošt je namáhán stálým zatížením, užitným zatížením, provozním zatížením a zatížením sněhem a větrem.

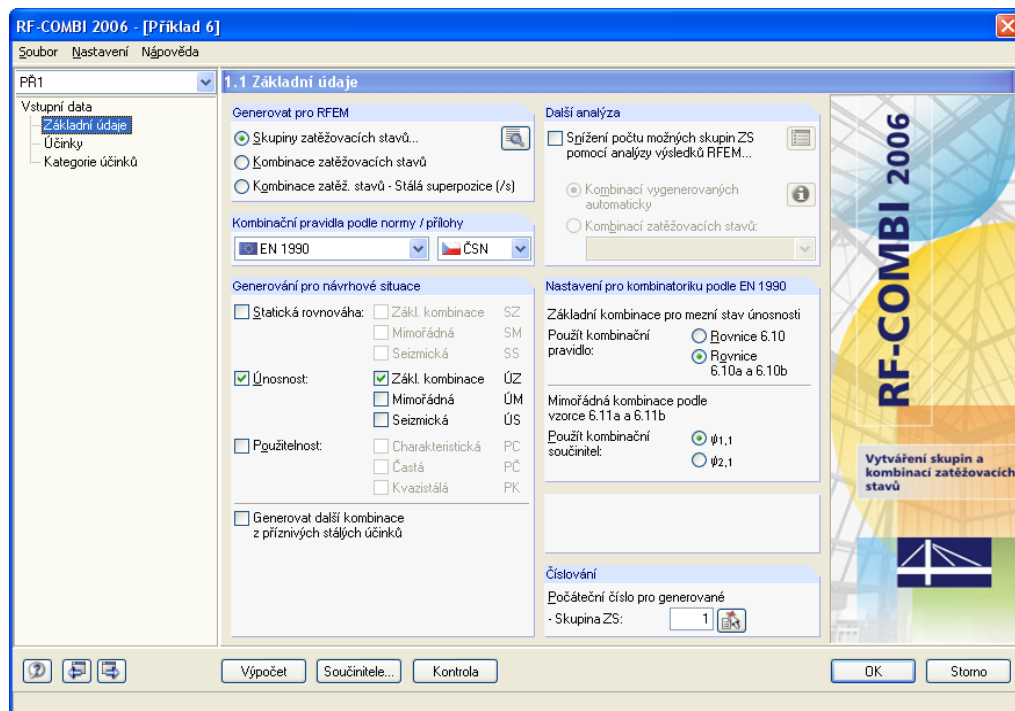
Zatěžovací stav	Účinek	Kategorie účinku
ZS1	ÚČ1	stálý
ZS2, ZS3, ZS4	ÚČ2	užitné zatížení, 3.D – obchodní plochy
ZS5	ÚČ3	provozní zatížení, 3.F – tíha vozidla < 30 kN
ZS6	ÚČ4	zatížení sněhem a ledem – místa s nadm. v. nad +1000 m
ZS7 nebo ZS8	ÚČ5	zatížení větrem

Tabulka 5.7: Zatěžovací stavy a účinky

Vygenerovat se mají skupiny zatěžovacích stavů podle EN 1990 ČSN pro návrhovou situaci ‚Únosnost – základní kombinace‘.

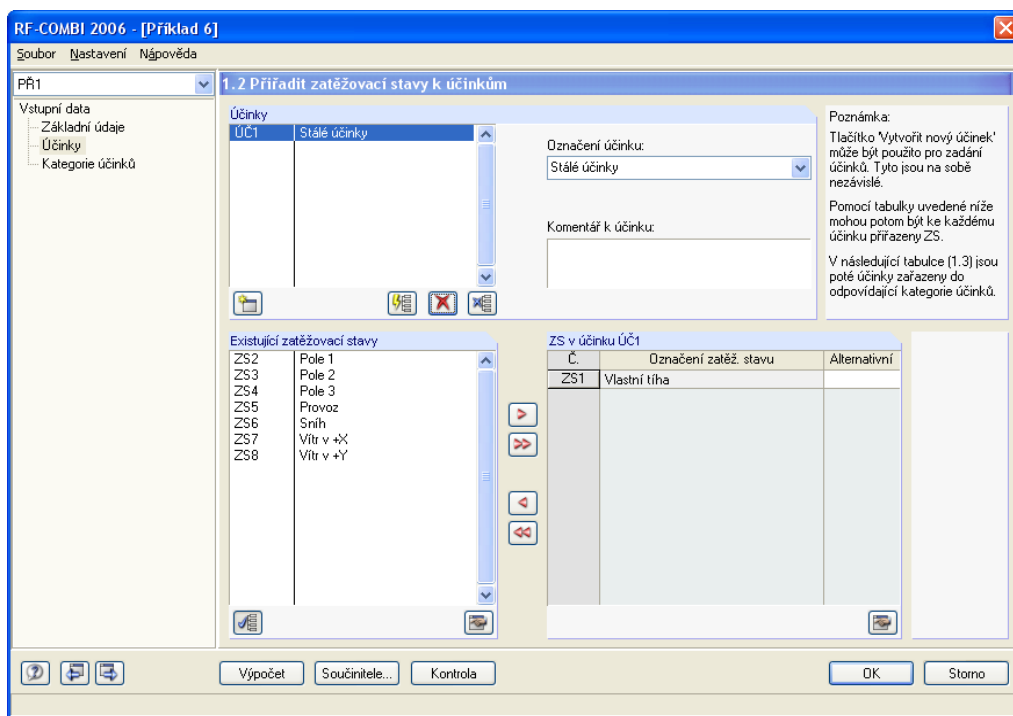
Vstupní údaje

V dialogu 1.1 *Základní údaje* zadáme, že se mají vygenerovat **skupiny zatěžovacích stavů** podle **EN 1990, ČSN**, a vybereme návrhovou situaci **Únosnost – základní kombinace**. Pro úsporu materiálu se přidatně použije kombinační pravidlo podle **vzorců 6.10a a 6.10b**. Vzorce 6.10a a 6.10b v EN 1990 odpovídají vzorcům 2.11 a 2.12 v tomto manuálu (viz str. 12).



Obr. 5.31: Dialog 1.1 *Základní údaje*

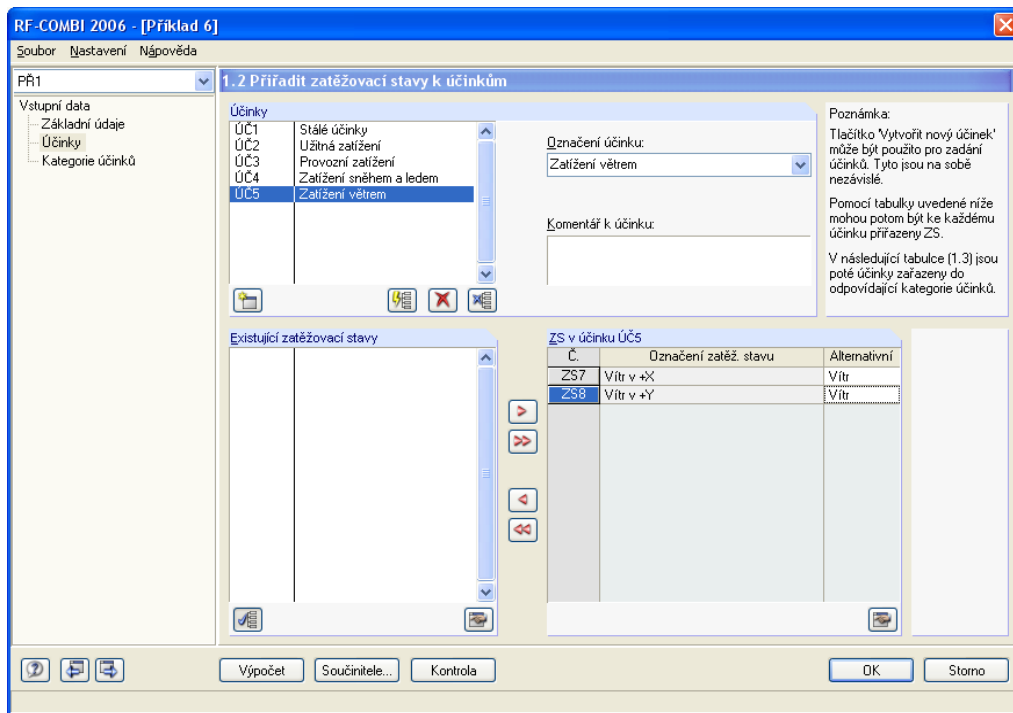
Po otevření dialogu 1.2 se účinek **ÚČ1** vytvoří automaticky a k němu se přiřadí zatěžovací stav **ZS1**. Ostatní zatěžovací stavy definované v RFEMu se zobrazí v sekci *Existující zatěžovací stavy*.



Obr. 5.32: Dialog 1.2 Účinky

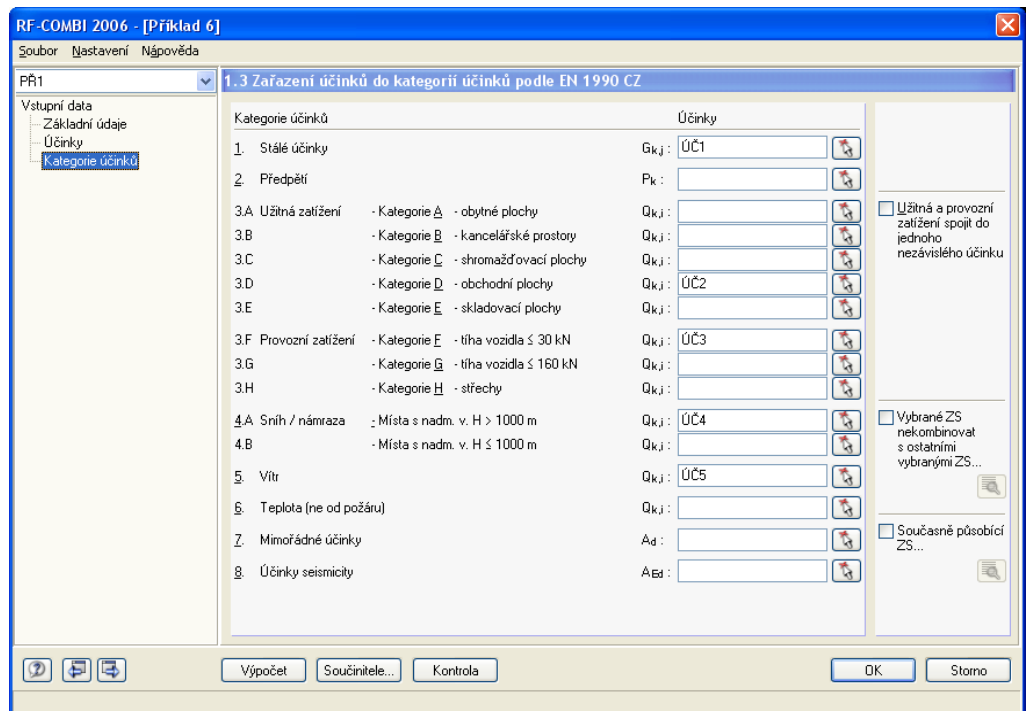


Nyní pomocí tlačítka [Vytvořit nový účinek] vytvoříme účinky **ÚČ2** až **ÚČ5**. Při přiřazování zatěžovacích stavů **ZS7** a **ZS8** k účinku **ÚČ5** je třeba dávat pozor na to, aby **ZS7** a **ZS8** byly vzájemně *alternativní*.



Obr. 5.33: Účinky s přiřazenými zatěžovacími stavy

Účinky se následně zařadí v dialogu 1.3 do příslušných kategorií.



Obr. 5.34: Dialog 1.3 Kategorie účinků

Pro tento příklad nebyly v RFEMu definovány žádné imperfekce, a zadání je tak v tomto případě kompletní.

Výsledky v RF-COMBI 2006

V tabulce 2.1 se zobrazí 341 skupin zatěžovacích stavů. Skupiny zatěžovacích stavů SZS1 až SZS96 byly vygenerovány podle vzorce 2.11, skupiny zatěžovacích stavů SZS97 až SZS341 podle vzorce 2.12 (viz str. 12).

2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků								
Č.	A	B	C	D	E	F	G	H
	Použít	Generované skupiny ZS	Návrhová situace	Úč.1	Úč.2	Úč.3	Úč.4	Úč.5
1	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS1	ÚZ	1.35	-	-	-	-
2	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS2.. 8	ÚZ	1.35	1.05	-	-	-
3	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS9.. 15	ÚZ	1.35	1.05	1.05	-	-
4	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS16.. 22	ÚZ	1.35	1.05	1.05	1.05	-
5	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS23.. 36	ÚZ	1.35	1.05	1.05	1.05	0.90
6	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS37.. 50	ÚZ	1.35	1.05	1.05	-	0.90
7	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS51.. 57	ÚZ	1.35	1.05	-	1.05	-
8	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS58.. 71	ÚZ	1.35	1.05	-	1.05	0.90
9	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS72.. 85	ÚZ	1.35	1.05	-	-	0.90
10	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS86	ÚZ	1.35	-	1.05	-	-
11	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS87	ÚZ	1.35	-	1.05	1.05	-
12	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS88.. 89	ÚZ	1.35	-	1.05	1.05	0.90
13	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS90.. 91	ÚZ	1.35	-	1.05	-	0.90
14	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS92	ÚZ	1.35	-	-	1.05	-
15	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS93.. 94	ÚZ	1.35	-	-	1.05	0.90
16	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS95.. 96	ÚZ	1.35	-	-	-	0.90
17	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS97	ÚZ	1.15	-	-	-	-
18	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS98.. 104	ÚZ	1.15	1.50	-	-	-
19	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS105.. 111	ÚZ	1.15	1.50	1.05	-	-
20	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS112.. 118	ÚZ	1.15	1.50	1.05	1.05	-
21	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS119.. 132	ÚZ	1.15	1.50	1.05	1.05	0.90
22	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS133.. 146	ÚZ	1.15	1.50	1.05	-	0.90
23	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS147.. 153	ÚZ	1.15	1.50	-	1.05	-
24	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS154.. 167	ÚZ	1.15	1.50	-	1.05	0.90
25	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS168.. 181	ÚZ	1.15	1.50	-	-	0.90
26	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS182	ÚZ	1.15	-	1.50	-	-
27	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS183.. 189	ÚZ	1.15	1.05	1.50	-	-
28	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS190.. 196	ÚZ	1.15	1.05	1.50	1.05	-
29	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS197.. 210	ÚZ	1.15	1.05	1.50	1.05	0.90
30	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS211.. 224	ÚZ	1.15	1.05	1.50	-	0.90
31	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS225	ÚZ	1.15	-	1.50	1.05	-
32	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS226.. 227	ÚZ	1.15	-	1.50	1.05	0.90
33	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS228.. 229	ÚZ	1.15	-	1.50	-	0.90
34	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS230	ÚZ	1.15	-	-	1.50	-
35	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS231.. 237	ÚZ	1.15	1.05	-	1.50	-
36	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS238.. 244	ÚZ	1.15	1.05	1.05	1.50	-
37	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS245.. 258	ÚZ	1.15	1.05	1.05	1.50	0.90
38	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS259.. 272	ÚZ	1.15	1.05	-	1.50	0.90
39	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS273	ÚZ	1.15	-	1.05	1.50	-
40	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS274.. 275	ÚZ	1.15	-	1.05	1.50	0.90
41	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS276.. 277	ÚZ	1.15	-	-	1.50	0.90
42	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS278.. 279	ÚZ	1.15	-	-	-	1.50
43	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS280.. 293	ÚZ	1.15	1.05	-	-	1.50
44	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS294.. 307	ÚZ	1.15	1.05	1.05	-	1.50
45	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS308.. 321	ÚZ	1.15	1.05	1.05	1.05	1.50
46	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS322.. 335	ÚZ	1.15	1.05	-	1.05	1.50
47	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS336.. 337	ÚZ	1.15	-	1.05	-	1.50
48	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS338.. 339	ÚZ	1.15	-	1.05	1.05	1.50
49	<input checked="" type="checkbox"/>	SZS340.. 341	ÚZ	1.15	-	-	1.05	1.50

Obr. 5.35: Tabulka 2.1 Skupiny zatěžovacích stavů podle účinků (celkové zobrazení)

A: Literatura

- [1] DIN 1055-100 Einwirkungen auf Tragwerke. Ausgabe März 2001
- [2] DIN 18 800 Stahlbauten. Ausgabe November 1990
- [3] EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- [4] Grünberg, J.: Grundlagen der Tragwerksplanung – Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln für den konstruktiven Ingenieurbau. Erläuterungen zu DIN 1055-100, Ausgabe 2004