

Interakcia grafických a výpočtových systémov

Ing. Andrej Bartók, SvF STU Bratislava

Projektant - statik - používa pravidla pri svojej činnosti oba typy systémov uvedené v nadpise. Vzájomná komunikácia medzi týmito systémami môže jeho prácu významne uľahčiť a zefektívniť.

Možnosti takejto interakcie sú v príspevku demonštrované na výpočtovom systéme STRAP a grafickom systéme AutoCAD. Pri všetkých typoch prenosov medzi spomenutými systémami sa ako prostriedok používa súbor typu DXF (Drawing Interchange File), ktorý je medzinárodným štandardom pre výmenu grafických dát.

Definovanie typov interakcie

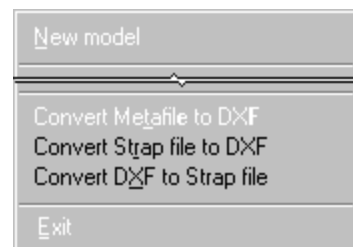
Možné typy prenosov sa dajú podľa smeru prenosu rozdeliť do dvoch skupín :

1 prenos STRAP ⇔ AutoCAD

- 1a prenos geometrie modelu (2D resp. 3D, podľa typu modelu použitého v STRAPe)
- 1b prenos zobrazenia modelu - obrázku (vždy 2D)

2 prenos AutoCAD ⇔ STRAP

Voľby 1a a 2 sú v STRAPe prístupné cez menu Files. →



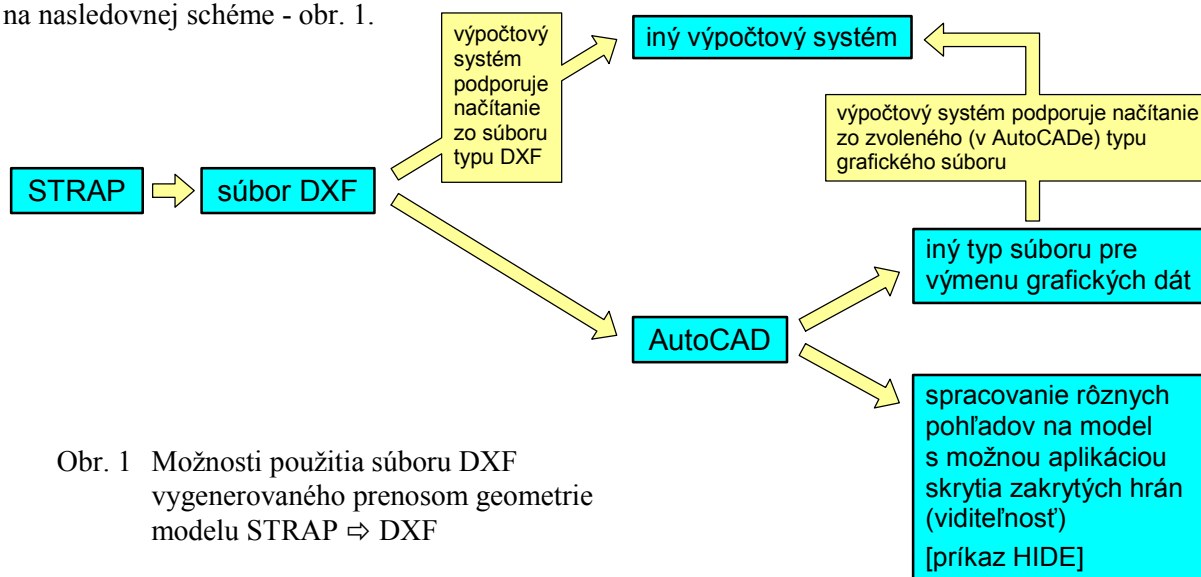
Voľba 1b sa aktivuje príkazom Print (→ Metafile) v konkrétnom modeli.

1. Prenos STRAP ⇔ AutoCAD

Tento prenos je rozdelený na dva kvalitatívne odlišné typy. Z hľadiska interakcie medzi výpočtovým a grafickým systémom v zmysle spomenutom v úvode príspevku je dominantný prenos typu 1a; prenos 1b je pomocným prostriedkom pre spracovanie grafickej dokumentácie.

1a Prenos geometrie modelu

Transformáciou typu 1a sa vygeneruje súbor DXF, obsahujúci kompletnú geometriu STRAP-modelu do AutoCADu. Možnosti ďalšieho použitia takto vygenerovaného súboru DXF sú znázornené na nasledovnej schéme - obr. 1.



Obr. 1 Možnosti použitia súboru DXF vygenerovaného prenosom geometrie modelu STRAP ⇔ DXF

Ide buď o prenos modelu do iného výpočtového systému (priamo zo súboru DXF alebo jeho transformáciou v AutoCADe na iný typ grafického súboru, podporovaný vybraným výpočtovým

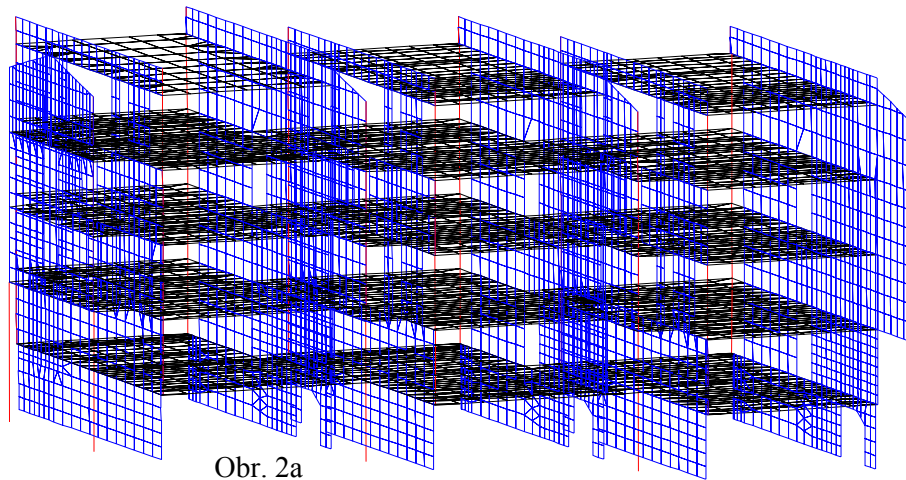
systémom) alebo jeho ďalšie spracovanie v AutoCADe, s využitím zobrazovacích možností AutoCADu - viditeľnosť a pod.

Pre porovnanie STRAP ponúka formu zobrazenia modelu s rendrovaním, kde sa tiež uplatní viditeľnosť a konštrukcia sa navyše zobrazí zohľadniac prierezové charakteristiky - hrúbky plošných prvkov a prierezy prútových prvkov. Takéto zobrazenie je efektné a užitočné pri kontrole správnosti modelu, často je však problematický jeho prenos na papier, obzvlášť pri čiernobielej tlači. Kvôli tomu má svoje opodstatnenie aj tlač modelu z AutoCADu.

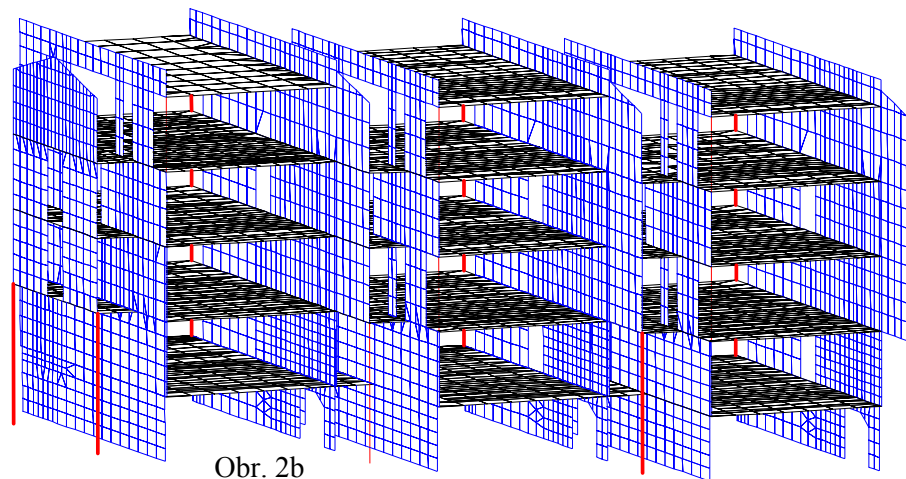
Ďalším argumentom v prospech takejto tlače je kontrola delenia modelu konštrukcie na konečné prvky, čo sa pri rendrovanom zobrazení v STRAPe neobjaví.

Na obr. 2 je porovnanie troch rovnakých pohľadov na model priestorovej krabicovej konštrukcie.

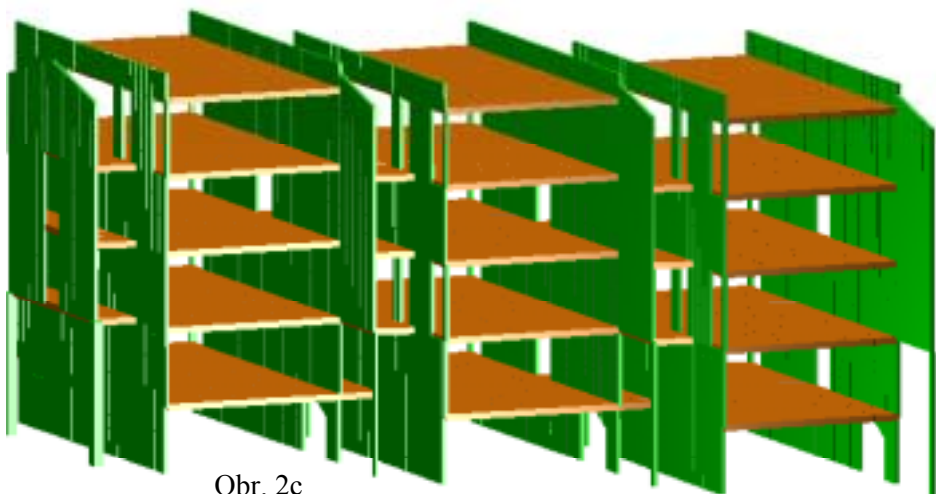
Na obr. 2a je vytlačené zobrazenie modelu prenesené do AutoCADu cestou **1b** - drôtový model bez viditeľnosti (značne neprehľadný), na obr. 2b je opäť tlač z AutoCADu, tentoraz však ide o model prenesený cestou **1a**, a na obr. 2c je rendrované zobrazenie vytlačené priamo zo STRAPu.



Obr. 2a



Obr. 2b



Obr. 2c

Obr. 2 Porovnanie troch typov zobrazenia modelu

Pri generovaní súboru DXF zo STRAPu platia nasledovné zásady :

- rovinné STRAP-modely (*Plane Frame, Grid*) vygenerujú rovinný 2D model v AutoCADE, v základnej rovine XY
priestorové STRAP-modely (*Space Frame*) vygenerujú priestorový 3D model v AutoCADE tak, že AutoCADové súradnice X,Y,Z zodpovedajú STRAP-súradniciam X1,X2,X3
- prútovým prvkom (*Beams*) STRAP-modelu zodpovedajú v AutoCADE entity typu LINE
plošným prvkom (*Elements*) STRAP-modelu zodpovedajú v AutoCADE entity typu 3DFACE (čo je výhodné pri aplikovaní viditeľnosti pri zobrazovaní modelu v AutoCADE)
- prvky rovnakých prierezových charakteristík (*Properties*) sa vygenerujú v AutoCADE do samostatných hladín
! samotné prierezové charakteristiky sa však do súboru DXF neprenášajú !
- dummy-prvky (*Beams, Elements*) sa tiež vygenerujú do samostatnej hladiny
- nasledujúce položky zo STRAPu sa do súboru DXF neprenášajú :
 - prierezové charakteristiky
 - materiály
 - texty (čísla uzlov, elementov, ...)
 - kótovacie čiary

1b Prenos zobrazenia modelu - obrázku

Cesta **1b** prenesie konkrétne zobrazenie modelu z obrazovky do súboru DXF. Uplatnia sa pri tom nastavenia zobrazenia aktívne v STRAPe v momente generovania súboru DXF - zapnuté/vypnuté číslovanie uzlov, prútov, atď, farebnosť podľa prierezových charakteristík, okrajové podmienky, aktuálny výrez a smer pohľadu, odstránenie častí modelu, kótovacie čiary, atď. Ponuka sa aktivuje príkazom Print z ľubovoľného modulu systému STRAP (*Geometry, Loads, Results, ...*). Pri voľbe typu tlačiarne sa zvolí *Metafile*, čo vedie najskôr k vygenerovaniu súboru typu *windows metafile (wmf)*, ktorý možno v STRAPe ďalej prekonvertovať na súbor DXF. Po načítaní do AutoCADu vznikne vždy rovinný obrázok, kde je model zobrazený formou drôtového modelu, bez možnosti skrytia neviditeľných hrán - obr. 2b.

2. Prenos AutoCAD ⇔ STRAP

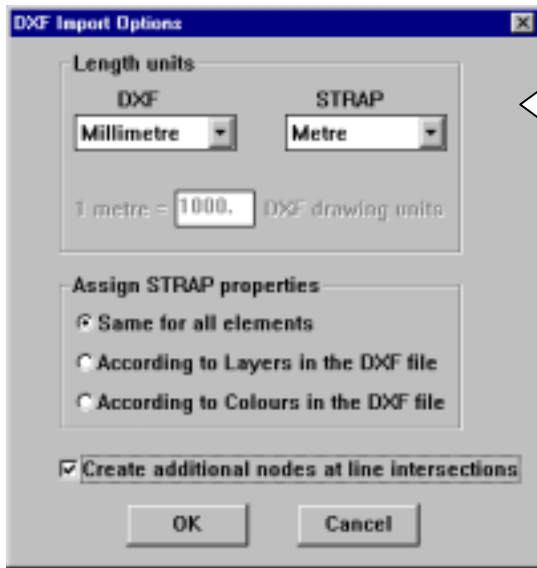
AutoCAD je pomerne rozsiahly grafický systém s veľmi širokou škálou prostriedkov pre kreslenie a editáciu rovinných i priestorových útvarov. Preto je niekedy výhodné vytvoriť geometriu modelu konštrukcie v AutoCADE a preniesť ho do STRAPu prostredníctvom súboru DXF. Obecne platí, že rovinné 2D útvary AutoCADu (ležiace v rovine XY) vytvoria po načítaní do STRAPu rovinný model (*Plane Frame*) a priestorové 3D útvary AutoCADu vytvoria v STRAPe priestorový model (*Space Frame*). Pokiaľ rovinný model neleží v AutoCADE v základnej rovine XY, v STRAPe sa vygeneruje priestorový model tak, že STRAP-súradnice X1,X2,X3 zodpovedajú AutoCADovým súradniciam X,Y,Z. Pri rovinných modeloch je čiastočnou nevýhodou, že STRAP neposkytne možnosť voľby, či pôjde o model typu *Plane Frame* alebo *Grid*. Model typu *Grid* sa dá zvoliť v STRAPe až po načítaní geometrie zo súboru DXF zmenou z typu modelu.

Generovanie STRAP-modelu zo súboru DXF má zákonitosti, ktorým sa budeme venovať podrobnejšie.

V prvom rade je potrebné určiť, ktoré hladiny majú viesť na vytváranie prútových prvkov (*Beams*) a ktoré na plošné prvky (*Elements*), prípadne ktoré hladiny sa nebudú spracovávať. Na to slúži nasledovný dialógový panel :



Štandardne sú ako hladiny, ktoré sa majú ignorovať (*Not used*) určené hladiny, ktoré boli pri generovaní súboru DXF v AutoCADE zmrazené alebo vypnuté. Toto možno dodatočne zmeniť, rovnako ako priradovanie hladín prútom a elementom.



Ďalším krokom je stanovenie interpretácie jednotiek použitých v AutoCADE systéme STRAP.

Toto je riadené ďalším dialógovým panelom :

Length units - jednotky dĺžky.

Osobitne sa zvolia jednotky pre súbor DXF a pre STRAP.

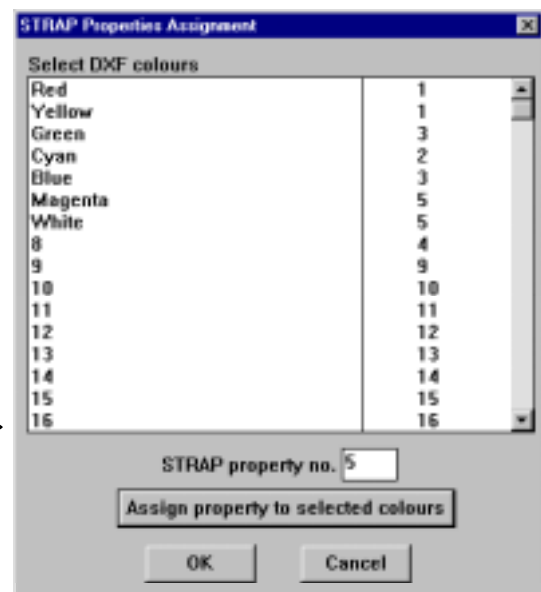
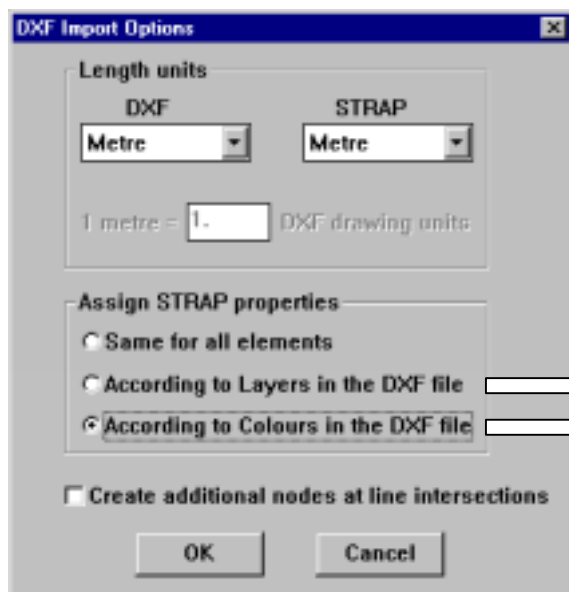
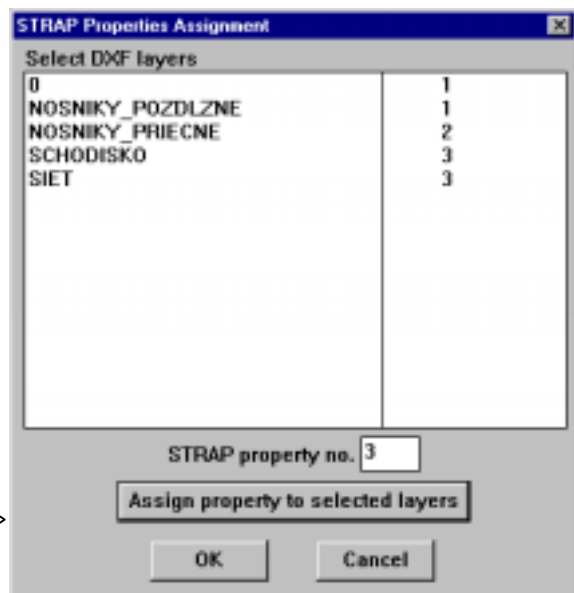
Ďalej treba určiť spôsob, akým sa budú priradovať čísla prierezových charakteristík (*Properties*) prvkom vygenerovaným z entít AutoCADu. K dispozícii sú 3 možnosti :

Same for all elements - všetky konečné prvky budú mať rovnaké číslo Properties (1)

According to Layers in the DXF file - podľa hladín v súbore DXF

According to Colours in the DXF file - podľa farieb v súbore DXF

Pri druhej a tretej možnosti nasledujú ďalšie dialógové panely, ktorými sa prevedenie príslušné priradenie.



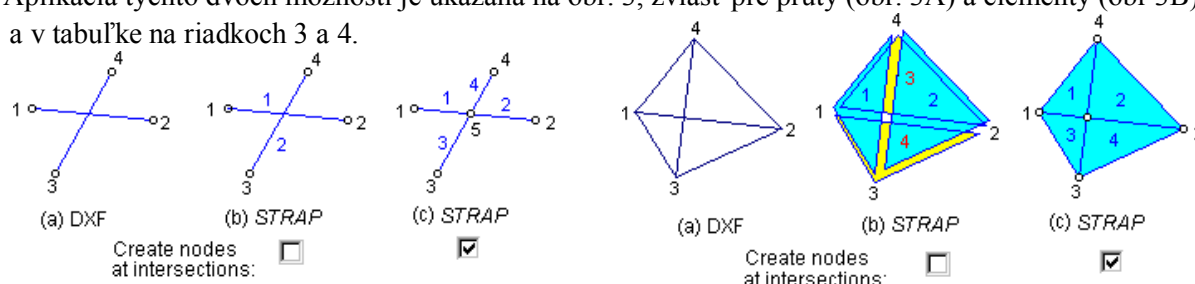
Posledná voľba v predchádzajúcom dialógovom paneli sa týka spôsobu analyzovania priesečníkov (*intersections*) čiar (LINES) v súbore DXF.

Create additional nodes at line intersections

v miestach priesečníkov sa budú generovať uzly

v miestach priesečníkov sa nebudú generovať uzly

Aplikácia týchto dvoch možností je ukázaná na obr. 3, zvlášť pre prúty (obr. 3A) a elementy (obr. 3B) a v tabuľke na riadkoch 3 a 4.



Obr. 3A Beams

Obr. 3B Elements

Obr. 3 Aplikácia voľby *Create additional nodes at line intersections*

Na obr. 3A sa v priesečníku dvoch čiar (LINE) nevygeneruje [3A(b)] resp. vygeneruje [3A(c)] uzol, čo má následne vplyv na vytvárané prúty - vzniknú 2 resp. 4 prúty.

Na obr. 3B tak isto nevygenerovanie [3B(b)] resp. vygenerovanie [3B(c)] uzla v priesečníku čiar ovplyvní vytvorené elementy. V oboch prípadoch vzniknú 4 elementy; v prípade [3B(b)] však ide o dve dvojice navzájom prekrytých elementov (nevhodné riešenie), prípad [3B(c)] predstavuje bežné riešenie so štvoricou susediacich (neprekrytých) elementov.

Voľba *Create additional nodes at line intersections* má okrem spomenutého uplatnenia vplyv aj na vzájomný vzťah čiar a plôch pri generovaní elementov.

Pravidlá platné pri generovaní konečných prvkov z AutoCAD-entít

Pri generovaní STRAP akceptuje nasledovné AutoCAD-entitty :

- líniové entity (čiary) : LINE, POLYLINE
- plošné entity (plochy, plošné siete) : 3DFACE, 3DMESH, PFACE

Pri generovaní STRAP ignoruje nasledovné AutoCAD-entitty :

- oblúkové entity : CIRCLE, ARC
- texty, kóty, šrafy
- priestorové telesá : 3DSOLIDS

Pri spracovávaní entít platia odlišné pravidlá, podľa toho, či sa generujú prútové alebo plošné prvky.

- líniové entity (čiary) : LINE, POLYLINE
 - Beams každá čiara vytvorí prút
 - Elements každá konvexná rovinná plocha v tvare trojuholníka resp. štvoruholníka zovretá čiarami vytvorí element
- plošné entity (plochy, siete) : 3DFACE, 3DMESH, PFACE
 - Beams obvodové hrany plochy vytvoria elementy
 - Elements každá konvexná rovinná plocha v tvare trojuholníka resp. štvoruholníka vytvorí element

siete (3DMESH - priestorovo topologicky pravouhlá sieť, PFACE - obecná sieť) sa skladajú z plôch (3DFACE), pri vytváraní konečných prvkov platia rovnaké pravidlá ako pre plochy

Niekoľko ďalších poznámok k pravidlám pre generovanie konečných prvkov :

- konkávne elementy sa negenerujú, uzly takýchto elementov sa však vytvoria (tab., riadok 5)
- algoritmus sa snaží vytvárať podľa možnosti štvoruholníkové elementy, v prípade štvoruholníka ktorý neleží v rovine sa vytvoria 2 trojuholníkové elementy
- generovaným prvkom sa priradia lokálne súradnicové systémy podľa štandardných zásad

- pri plošných AutoCAD-entitách je spôsob generovania elementov ovplyvnený nastavenou viditeľnosťou hrán takýchto entít

Pravidlá pre generovanie konečných prvkov zo súboru DXF sú zobrazené v tabuľke na nasledujúcej strane.

Pravidlá pre generovanie konečných prvkov z AutoCAD-entít

	typ AutoCAD entity	AutoCAD STRAP	
		Beams	Elements
1	čiara LINE POLYLINE	každá čiara ⇒ prút	každá konvexná rovinná plocha zovretá čiarami ⇒ element
	1 čiara	1 prút	0 elementov
	3 čiary	3 prúty	1 element
	★ <input checked="" type="checkbox"/> Create additional nodes at line intersections	17 prútov	6 elementov
3	7 čiar	7 prútov	1 element
		★ <input type="checkbox"/> Create additional nodes at line intersections	
4	plocha 3DFACE	obvodové hrany plochy ⇒ prúty	každá konvexná rovinná plocha ⇒ element
		3 plochy	11 prútov
5	plošná sieť 3DMESH (PFACE)	rovnaké pravidlá ako pre plochy	rovnaké pravidlá ako pre plochy
		1 sieť = 6 plôch	17 prútov
6	skladá sa z jednotl. plôch (3DFACE)	17 prútov	6 elementov
		1 sieť = 6 plôch	17 prútov
7			

★ Vo všetkých ostatných prípadoch je výsledok rovnaký bez ohľadu na / Create / No Create ...

★★ Nevygeneroval sa konkávny element