

# Učíme se modelovat v Rhinu 1.1

6. díl

JAN SLANINA

**Minule jste se naučili plochy modelovat. Ne vždy jste však s tvarem vytvořené plochy spokojeni hned napoprvé, a proto se je dnes naučíte editovat a deformovat. A protože se blíží všemi milovaná škola, najdete zde i kus vysoké matematiky. No vlastně tu bude jen jeden jediný vzorec. Tak dobře, prozradím ho hned:  $1+1=2$ .**

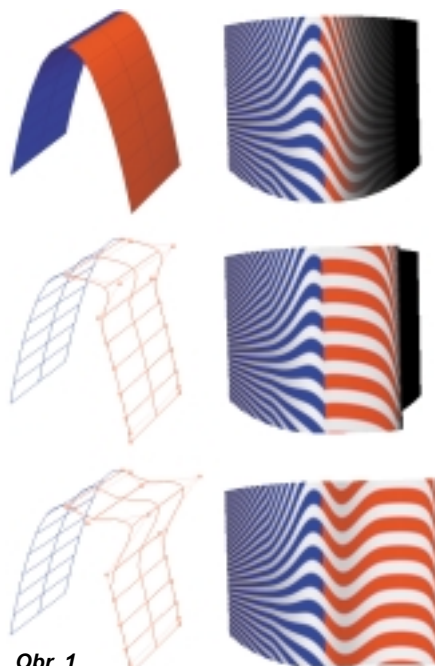
Nejběžnější metodou editace ploch je editace pomocí řídicích bodů. Řídicí body plochy si můžete zobrazit příkazem PtOn (nebo v menu Edit / Point Editing / Control Point On). Nemůžete zobrazit řídicí body spojených ploch, protože jejich editací by mohlo dojít k rozpojení hran spojené plochy. Můžete si však ze spojené plochy vyjmout nějaké plochy příkazem ExtractSrf nebo ji celou rozpojit příkazem Explode a tyto plochy deformovat samostatně a poté je příkazem Join opět připojit ke spojené ploše. Pokud jsou plochy navazné a vy je chcete zdeformovat, ale nechcete o navaznost přijít, nesmíte měnit polohu prvních tří (v případě G2 spojitosti) nebo prvních dvou (v případě G1 spojitosti) řad řídicích bodů. Nechci zde vyhržovat matematikou, proto jen stručně podotknou, že výše uvedené se týká pouze ploch kubických (plochy 3. stupně), což je logické, neboť pouze plochy od stupně 3 a výše jsou schopny být G2 spojitě. Pokud půjdeme dolů, tak zjistíme, že kvadratické (2. stupeň) plochy mohou být maximálně

G1 spojitě a nakonec lineární plochy stupně 1 mohou být pouze G0 čili ostře spojitě, což je třeba případ plochy schodiště nebo ostří pily.

Ukážeme si to na případě dvou jednoduchých ploch, které jsou navzájem G2 spojitě. Na obrázku 1 je nejprve vyrenderovaná dvojice ploch a hned vedle je obrázek analýzy hladkosti spojení, která byla provedena příkazem Zebra. Je vidět, že pruhy na sebe plynule navazují, plochy jsou tedy G2 spojitě (poznámka - v analýze se na plochu díváme seshora, aby byl průběh pruhů názornější). Co se však stane, když pohneme třetí řadou řídicích bodů, počítáno od hrany, podél které jsou plochy spojeny? Z analýzy spojitosti je vše hned jasné - došlo k degradaci hladkosti spojení z G2 na G1, protože pruhy na sebe sice navazují, ale ve spoji se ostře lámou. Na poslední dvojici obrázků už je zase vše v pořádku, protože jsem pohnul až se čtvrtou řadou řídicích bodů. Hladkost spojení zůstala přitom zachována, což opět potvrdila analýza pomocí "pruhů zebry". Snad ani nemusím dodávat, že po posunutí druhé řady řídicích bodů dojde ke vzniku viditelného zlomu mezi plochami a posunutím první řady dojde pochopitelně k jejich úplnému rozpojení.

Často také narazíte na problém, že chcete vytvořit na ploše nějaký jemnější detail, ale řídicí body jsou příliš daleko od sebe a jejich editací vzniknou pouze rozlehlé "vybouleniny" místo jemných změn plochy. Ty-

pickým příkladem je modelování hlavy, zejména v oblasti úst, očí a nosu. Vždy je výhodné začínat s co nejjednodušší plochou s co nejmenším počtem řídicích bodů. Ale co když přijde řada na detaily? Jednou z možností je zvýšit počet řídicích bodů ve směru parametru U nebo V příkazem RebuildSrf, o kterém bude řeč později. To je však velice nešikovné řešení, protože řídicí body se zahustí rovnoměrně po celé ploše a jejich následná editace by se stala velice náročnou a nepřehlednou. Rhino



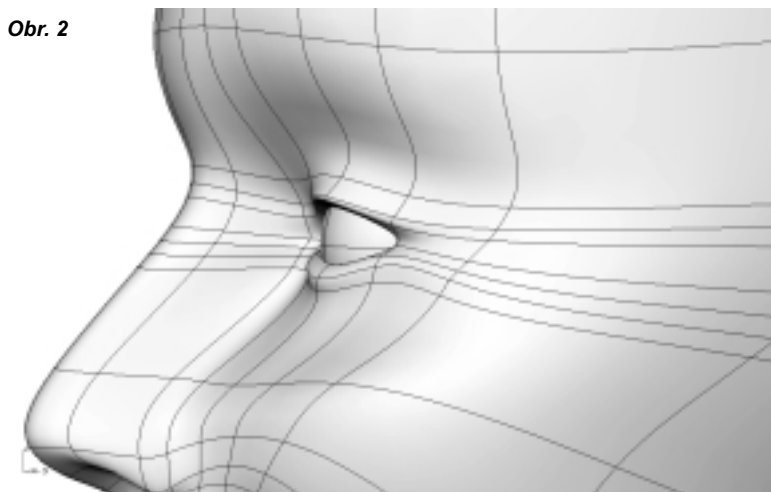
Obr. 1

naštěstí poskytuje nástroje pro lokální změnu hustoty řídicích bodů. Najdete je v menu Edit / Point Editing. Pro případ lokálního zahuštění je nevhodnější funkce Insert Knot. Na obrázku 2 vidíte zahuštěné uzly v oblasti očí - detaily přidáte pouze tam, kde je opravdu potřebujete. V menu Edit / Point Editing najdete i další užitečné příkazy. Sada prvních čtyř příkazů slouží ke zobrazování a vypínání řídicích bodů. Edit Weight ovládá váhu řídicího bodu a tedy "sílu", jakou je plocha v tomto místě k řídicímu bodu přitahována. Insert Knot je vám již dobře známé vložení uzlu, v jehož důsledku dojde i k přidání řídicího bodu v případě křivky nebo řady řídicích bodů v případě plochy. Příkazem Remove Knot můžete naopak uzly odstraňovat - po jeho spuštění přiskakuje kurzor přímo k uzlům nebo řadám uzlů a umožňuje vám je odstranit jediným kliknutím myši. Insert Kink vloží do křivky nebo plochy zlom. Matematicky řečeno, vloží uzlu s násobností, která je rovna stupni křivky/plochy. Vložení zlomu nedojde k nějakému brutálnímu přelomení křivky, zlom tu spíše existuje latentně a naplno se projeví, až

když pohnete s řídicími body v okolí zlomu. Ukážeme si to na jednoduché křivce. Na obrázku 3 je zobrazena křivka 2. stupně. Doprostřed křivky byl vložen zlom - jinými slovy dvojnásobný uzlu. Pak jsem pohnul s pravým řídicím bodem a zlom se viditelně ukázal. Uzly s plnou násobností jsou mimořádně užitečné i v jiných případech. Hlavním přínosem je to, že díky nim křivky mohou mít řídicí body umístěny přesně v počátečních a koncových bodech křivek (totéž platí i pro plochy, s tím rozdíl, že tam se jedná o hrany).

A teď se vrátíme zpět do menu Surface, kde jsme skončili minule. V submenu Edit Tools se nachází sada editačních nástrojů, které jsou do jisté míry podobné nástrojům pro editaci křivek, o kterých tu už řeč byla. Prvním z nich je Match, který slouží k navazování ploch. Po spuštění příkazu musíte nejdříve vybrat plochu, která se má navázat (ta musí být nestříhaná - untrimmed) a poté vyberete plochu, na kterou se má navázání provést - ta může být stříhaná. Opět si můžete vybrat ze tří typů spojitosti - G0, G1 a G2. Funkce příkazu je znázorněna na obrázku 4. Vlevo jsou dvě obdélníkové plochy, které spolu očividně nemají nic společného. Pak byla spodní červená plocha tečně navázána na modrou plochu. Na dalším obrázku byla navíc zatr-

Obr. 2



žena volba "Average surfaces", v důsledku toho byl změněn tvar obou ploch - byly "zprůměrovány". Na posledním obrázku byla navázána kratší hrana na delší hrana a byla přitom zatržena volba "Match edges by closest points", aby si hrana podržela svou šířku a aby úzká červená plocha

**Obr. 3**



nebyla zdeformována podle širší modré plochy. Podrobnosti o ostatních volbách se dozvíte v nápovědě, když v zobrazeném okně příkazu Match stisknete klávesu F1.

Navazování ploch se vlastně podobá tvorbě plynulého přechodu, o kterém jsme se bavili minule, avšak s tím rozdílem, že není vytvářena nová přechodová plocha, ale je zdeformována jedna nebo obě původní plochy.

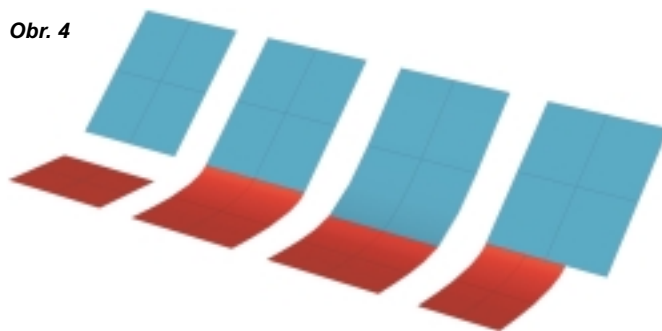
Rebuild slouží k rekonstrukci ploch. Pomocí tohoto příkazu můžete změnit počet řídicích bodů a stupeň plochy ve směru U i V. Jedním z možných použití tohoto příkazu je zjednodušení příliš složitých ploch nebo ploch s nepravidelnou parametrizací. Zjednodušení můžete provést zejména snížením počtu řídicích bodů, ale mějte přitom na paměti, že pro každý stupeň plochy existuje určitý minimálně nutný počet řídicích bodů. Pokud například chcete snížit počet řídicích bodů ve směru parametru U na 3 a řídicí plocha má v tomto směru stupeň také 3, bude mít výsledná plocha 4 řídicí body, protože to je minimální nutný počet řídicích bodů pro stupeň 3 (vztah je jednoduchý: minimálně nutný počet řídicích bodů je o jedničku vyšší než stupeň). Chcete-li tedy, aby měla plocha v tomto směru 3 řídicí body, musíte snížit její stupeň na 2. Pokud si výše uvedený vzorec aplikujete na úsečku, bude vám vše hned úplně jasné. Úsečka je křivka

stupně 1 a musí být tedy definována minimálně dvěma řídicími body. Exaktně matematicky řečeno  $1 + 1 = 2$ . No a pak že jsou NURBSy nějaká věda.

Příkaz Merge slouží ke sloučení dvou ploch do jediné plochy. Omezením příkazu je, že plochy nesmí být stříhané. S tímto ome-

zením jsme se setkali už u příkazu Match, proto bychom si měli říct, co to vlastně jsou stříhané plochy (nazývané též plochy s výstřihy) a proč s nimi nelze některé operace provádět.

**Obr. 4**

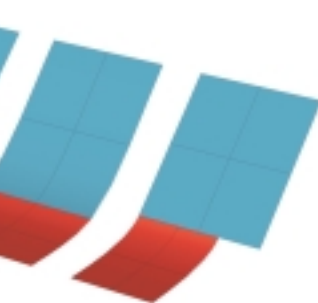


NURBS plocha má obecně 4 hrany, neboť je tvořena sítí parametrů U a V. Jak je ale možné, že existují i plochy s nižším nebo vyšším počtem hran a různé oválné a amébovitě plochy? Jednou z odpovědí je degenerace hran do jediného bodu, singularity. Pokud degeneruje hrana čtyřhranné plochy do singularity, máme trojhrannou plochu, ale to nás teď nezajímá. My se teď budeme zabývat druhou možností, a tou je stříhání. Pokud v Rhinu odstříháme kus plochy a nebo do plochy vystříháme otvor, vznikne stříhaná plocha, která se skládá ze dvou komponent. První je podkladová plocha (underlying surface), což je vlastně původní plocha v celé své velikosti, která má "znevídělněny" odstřížené a vystřížené části. Druhou komponentou

jsou stříhové křivky, což jsou křivky, které leží na podkladové ploše a říkají Rhinu, která oblast má být viditelná a která je odstřížená. Podkladová plocha tedy určuje geometrii stříhané plochy a stříhové křivky určují, které části jsou zobrazeny a které ne. To je myslím celkem jasné, ale proč vlastně představují stříhané plochy pro některé příkazy takový problém?

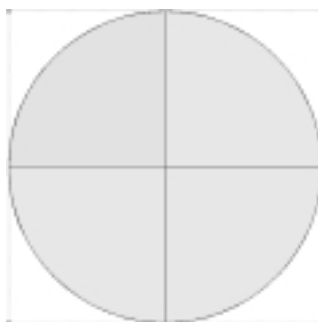
To můžete hned zjistit sami. Nakreslete si libovolnou kružnici příkazem Circle a příkazem PlanarSrf z ní udělejte kruhovou plochu. Smažte kružnici. Příkazem PtOn zobrazte její řídicí body ... ale co to? Řídicí body leží mimo kruhovou plochu (obrázek 5). Vyberte kruhovou plochu, spusťte příkaz DetachTrim a ... BIN-GO! Teď je vše jasné. Kruhová plocha byla tvořena stříhovou křivkou - kružnicí a podkladovou plochou ve tvaru opsaného čtverce (obrázek 6). A to je právě důvod, proč nelze se stříha-

**Obr. 5**



nými plochami některé příkazy provádět. Stříhová křivka je "falešná hrana" a hlavně, nemá naprosto žádnou souvislost se strukturou řídicích bodů. A u některých příkazů jde právě o navazování hran pomocí navazujících mřížek řídicích bodů, které však u stříhaných ploch mohou mít naprosto libovolné směry vůči stříhané hraně.

**Obr. 6**



Už jsem tu zmínil příkaz DetachTrim, kterým obnovíte zpět celou podkladovou plochu a navíc získáte stříhové křivky ve formě samostatných křivek. Nad ním je příkaz UnTrim (pořád jsme v menu Surface / Edit Tools). Tento příkaz obnoví celou podkladovou, stříhací křivky však jsou smazány. Tyto příkazy představují určitou dobu konstrukční historie.

Příkaz Split By Isoparm rozdělí plochu hlavní křivkou (nebo křivkami). Obrovskou výhodou je, že obdržíte dvě plochy, které jsou nestříhané. To je umožněno díky tomu, že stříháte podél parametrů U nebo V. I tento příkaz má však určitý limit. Nemůžete stříhat obecnou křivkou, ale jen křivkou hlavní. Pokud například probíhá parametr U plochou horizontálně a V vertikálně, můžete plochu rozdělovat opět jen horizontálně nebo vertikálně, nikoliv třeba šikmo. Pokud byste ji příkazem Split rozdělili pomocí nějaké křivky šikmo, dostali byste dvě stříhané plochy.

Příkaz Shrink Trimmed Surface smrští podkladovou plochu až k hranicím stříhu, to znamená, že nikdy zbytečně moc nepřesahuje. To má význam především v případě texturování stříhané plochy. Vytvořte si jednoduchou obdélníkovou rovinu a příkazem Trim z ní vystříhnete menší obdélník. Na tento obdélník aplikujte texturu a vyrenderujte jeho obrázek. Uvidíte, že textura není přizpůsobena tvaru menšího obdélníku, ale je roztažená a vidíte z ní jen určitý úsek. Spusťte Shrink Trimmed Surface, vyrenderujte obrázek znovu a tentokrát už bude namapován správně. Deformace textury byla totiž způsobena tím, že textury jsou mapovány na podkladovou plochu a ta byla větší, než vystřížená část plochy.

**Obr. 6**

