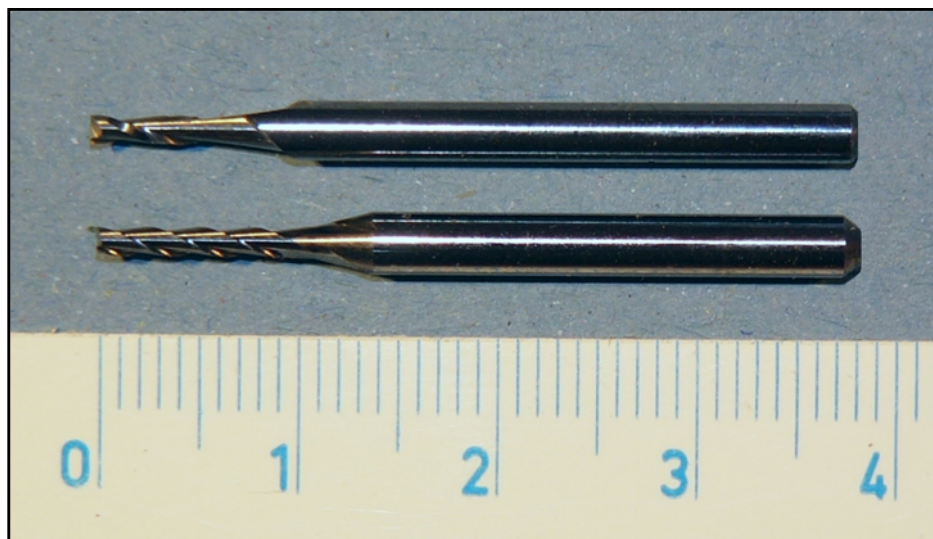


## CNC frézování

Samotné frézování dílů je technicky a finančně docela dobře dostupné, horší je to ale s konstrukcí modelu a s přípravou podkladů pro frézování. Tato činnost je časově mnohem náročnější, ale je ve vaší moci, abyste ji vybaveni dobrým PC zvládli sami. Potřebujete k tomu vědět několik zásadních informací, které se pokusím shrnout v této lekci.

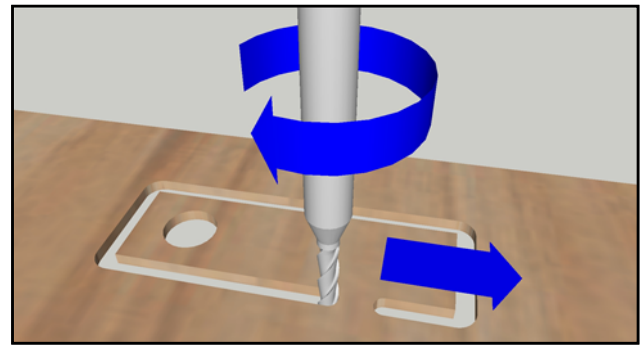
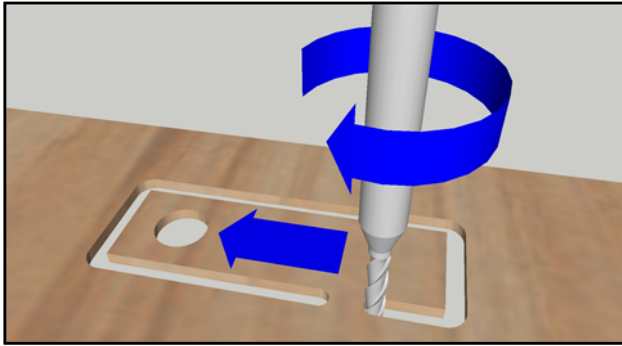
### Frézovací nástroje

Pro frézování modelářských dílů se převážně používají malé karbidové frézy o průměru kolem 1,5mm. Je to vyzkoušený kompromis mezi řezným výkonem, životností a poloměrem zaoblení vnitřních rohů dílů. Délka celého nástroje je typicky 38mm, ale řezná část je u běžného nástroje dlouhá pouhých 5 až 6mm. Pro modelářské použití se proto častěji používají prodloužené nástroje s řeznou částí 8 až 9mm. Upínací část nástroje má standardizovaný průměr 1/8 palce (3,175mm). Nástroj má jen dva nebo tři břity aby bylo dostatek prostoru na drážku pro odvádění třísek. Je velmi důležité aby nástroj efektivně odváděl třísku z místa řezu. K tomu účinně přispívá také strmé stoupání šroubovice břitu. Pokud by se drážka při řezání ucpala, došlo by okamžitě ke spálení nástroje. Podle druhu frézovaného materiálu je nutné zvolit správný typ nástroje. Pro modelářské potřeby budou přicházet do úvahy tři různé typy nástrojů, které jsou vhodné pro frézování překližky a balzy, sklolaminátu a duralu. Cena nástroje se pohybuje od 200Kč do 500Kč.

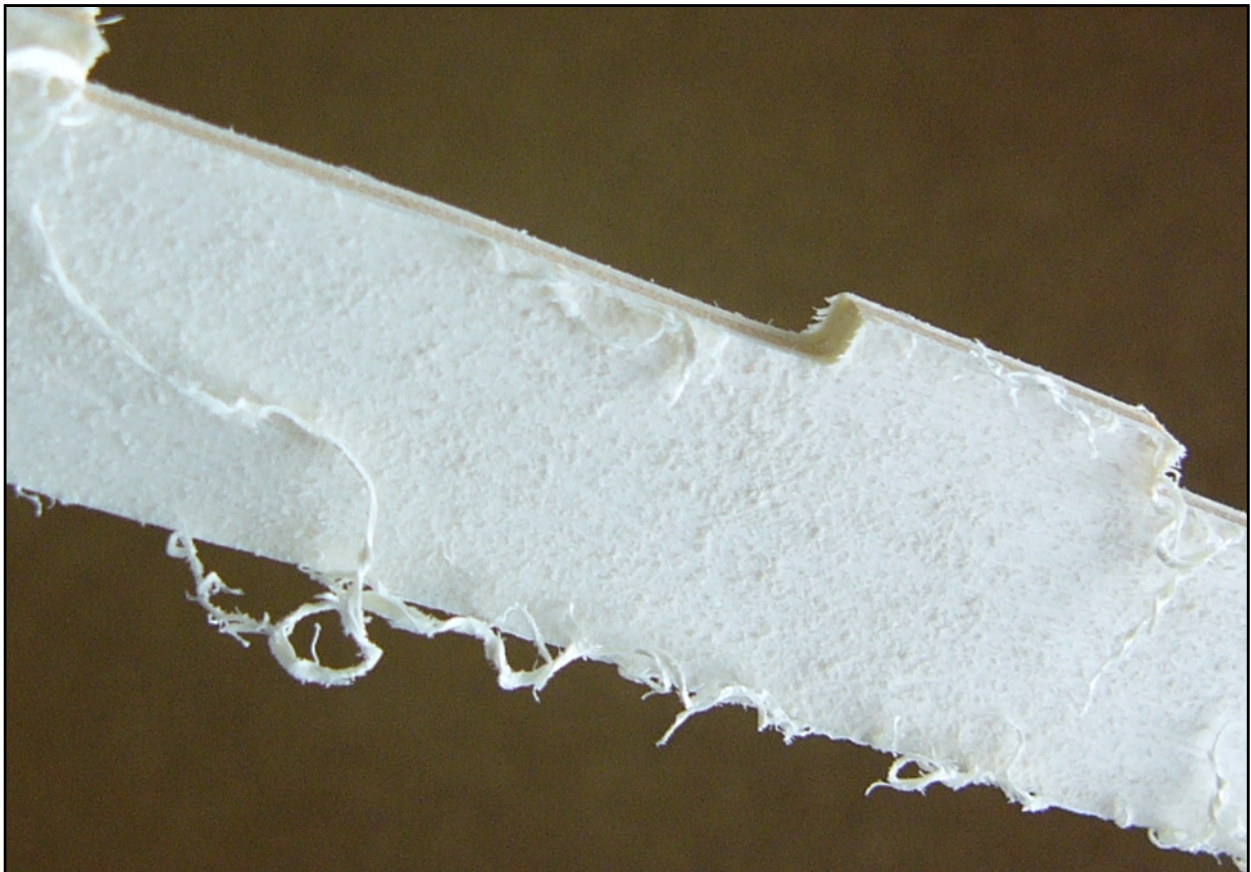


### Řezné podmínky

Podle frézovaného materiálu se volí vhodné otáčky vřetene v rozmezí 2000 až 50000ot/min a posuv do řezu 100 až 800mm/min. Délka ostří nástroje se volí podle tloušťky materiálu. Když například použijete nástroj s činnou délkou ostří 8mm, není možno frézovat materiál tloušťky 8mm. Musíte nechat nástroji rezervu cca 1,5mm nad materiálem pro odvádění třísky a také pod materiálem cca 0,5mm aby se bezpečně prořízl. Při výrobě dílů z 3mm topolové překližky frézují dvě překližky na sobě a používám nástroj o průměru 1,5mm a délce ostří 8mm (cena nástroje 330Kč). Otáčky vřetene volím kolem 20000ot/min a posuv 500mm/min. Pokud použiju vyšší otáčky a vyšší posuv (tedy vyšší řezný výkon), nástroj se začne přehřívat a zničí se. Také přesnost frézování se při vyšších hodnotách posuvu zhoršuje. Pro bukovou překližku je nutné použít mnohem menší řezný výkon než pro balzu a topolovou překližku. Při frézování duralu je nutno nástroj chladit a mazat petrolejem. U dílů z překližky používám protisledné frézování. Kvalita řezu je pak výrazně lepší na straně dílu než na straně zbytku. Sousedné a protisledné frézování objasňují následující dva obrázky.



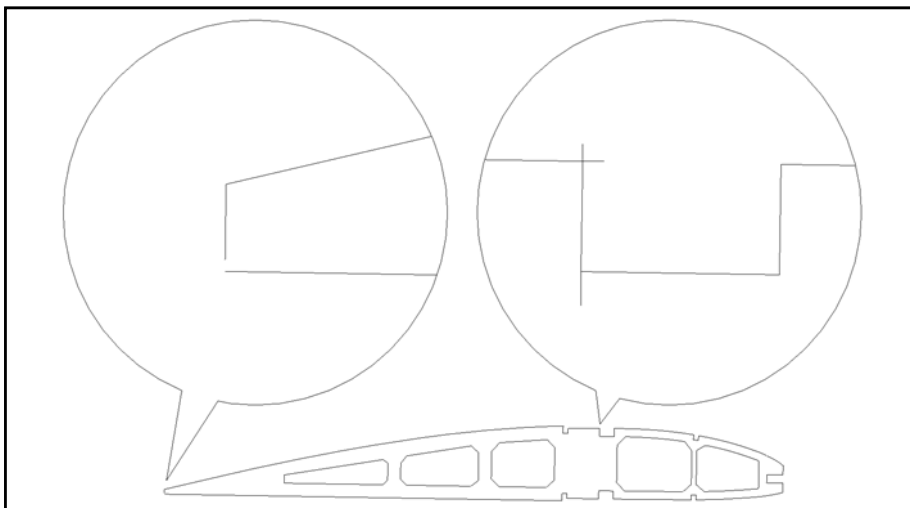
I když se použije protisledné frézování, nebude řez dokonale čistý a hladký. Do značné míry to závisí na tom, jestli je řez veden napříč vlákny překližky, nebo podélně. Dále to závisí na míře opotřebení nástroje, nový nástroj řeže samozřejmě čistěji, my ho ale budeme používat tak dlouho, dokud to jen bude možné, protože je poměrně drahý. Fotografie ukazuje detail řezu 3mm topolové překližky po vláknech průměrně opotřebovaným nástrojem.



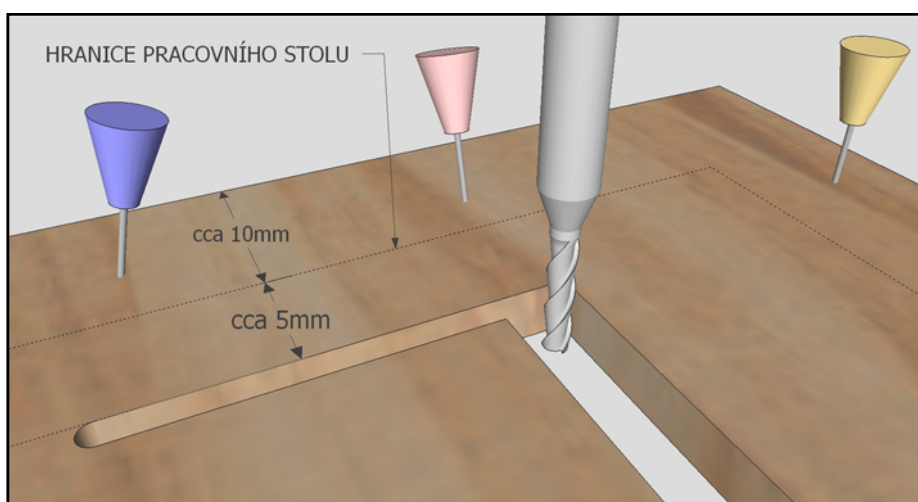
Rozhodně to není nic dramatického. Několik tahů smirkovým hranolem smete otřepy a vytažená vlákna a učiní ze surového dílu „kus nábytku“. Z výše uvedených nezáživných informací si můžete informativně spočítat, jak dlouho se vaše díly budou frézovat. Z návrhu zjistíte celkovou délku řezů, vynásobíte posuvovou rychlostí, vynásobíte dvěma aby jste započítali přejezdy, přidáte nějaký čas na přípravu a upnutí materiálu do frézky a také cca 10 minut na technologickou přípravu dat jednoho přířezu. Frézování lze pořídit za cenu 300 až 500Kč/hod. Pokud budete mít dobře připravena data, nevyjde to draho.

### Příprava dat

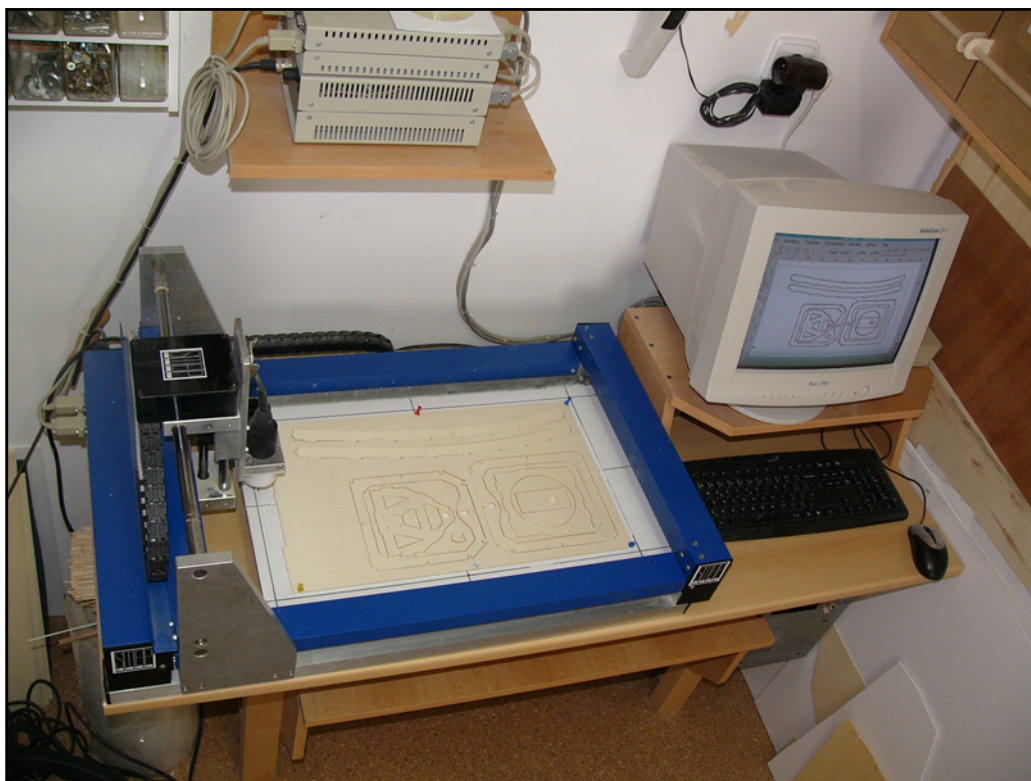
Dobře připravená a bezchybná data vám zajistí nejnížší možnou cenu, kterou budete muset za výrobu vašich dílů zaplatit. Pokud máte přítele modeláře, který vám díly vyřeže jen za režijní náklady a nebude vám počítat práci, kvalitními daty ho méně časově zatížíte. Zájemci o vyfrézování dílů zpravidla dodají tvar dílů v souboru DXF a očekávají, že to jen vyříznu a naučtují deklarovanou cenu za čas frézování. Díly však nejsou uspořádány na přířezy, nejsou správně natočeny podle směru vláken přířezu, chybí nebo přebývají malé úsečky, čáry na sebe nenasazují nebo se kříží atd. Často se stane, že frézování dvou různých přířezů z 3mm topolové překližky zabere jen jednu hodinu, ale oprava a uspořádání nevhodných dat mi zabere ještě další dvě hodiny u PC. Zde platí zásada, která by neměla být modelářskému národu cizí: kreslete důsledně a přesně. Kreslete tak, aby jste mohli váš výkres předložit ke kontrole profesorovi na průmyslovce a přitom nedostali záhlavec. Následující obrázek ukazuje, jaké chyby se typicky vyskytují na zdánlivě bezchybném obrysu žebra křídla. Na odtokové hraně na sebe příslušné úsečky nenasazují a v místě zářezu pro nosník se úsečky kříží a přesahují. Při technologické přípravě to způsobí nepřekonatelné potíže, protože frézovací software nebude schopen porozumět, jak má vlastně obrys frézovat. Nezbyde, než chyby pracně najít, odstranit a technologickou přípravu udělat znovu.



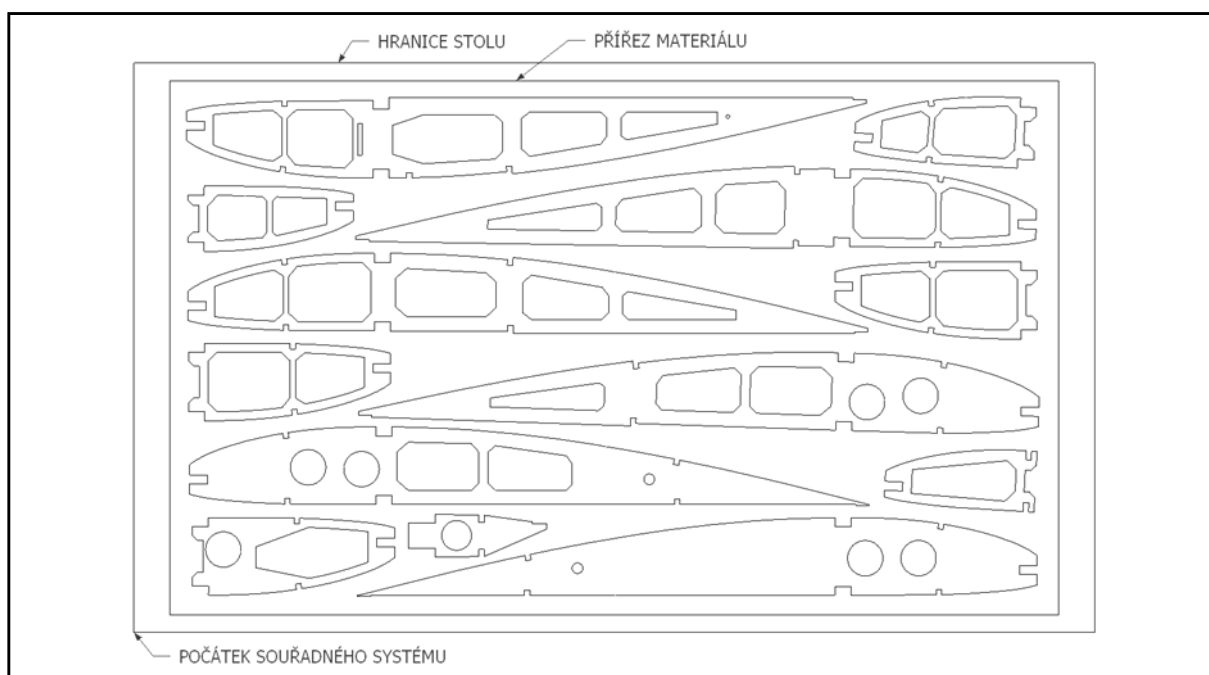
Dále si zjistěte, jak veliký pracovní stůl má frézka, kterou budete mít možnost využít. Dozvíte se hranice plochy, ve které se může pohybovat nástroj. Plocha stolu je fyzicky vždy větší, aby byl prostor na upínání materiálu mimo pracovní dosah nástroje. Zjistěte si také, jak velké přířezy materiálu seženete a jaký mají přířezy směr vláken. Situaci si nakreslete a do takto ohraničeného prostoru začněte skládat vaše díly. Nesmíte zapomenout, že musíte nechat okraj 10 až 15mm na upnutí přířezu k pracovní desce frézky. Pokud budete muset využít maximální rozměry plochy pracovního stolu, musíte počítat s malou rezervou a s průměrem nástroje. Situace je zobrazena na obrázku.



Situace celé pracovní plochy mojí frézky je patrná z fotografie. Na pracovní desce mám černě vyznačenu hranici pohybu nástroje - rozměry pracovního stolu. V mém případě je to 540x320mm. Pokud tedy chci pracovní plochu maximálně využít, musím připravit přířez, který bude na každé straně o cca 10mm větší, tedy 560x340mm. Na fotografii je upnut přířez, který je menší než je pracovní stůl.

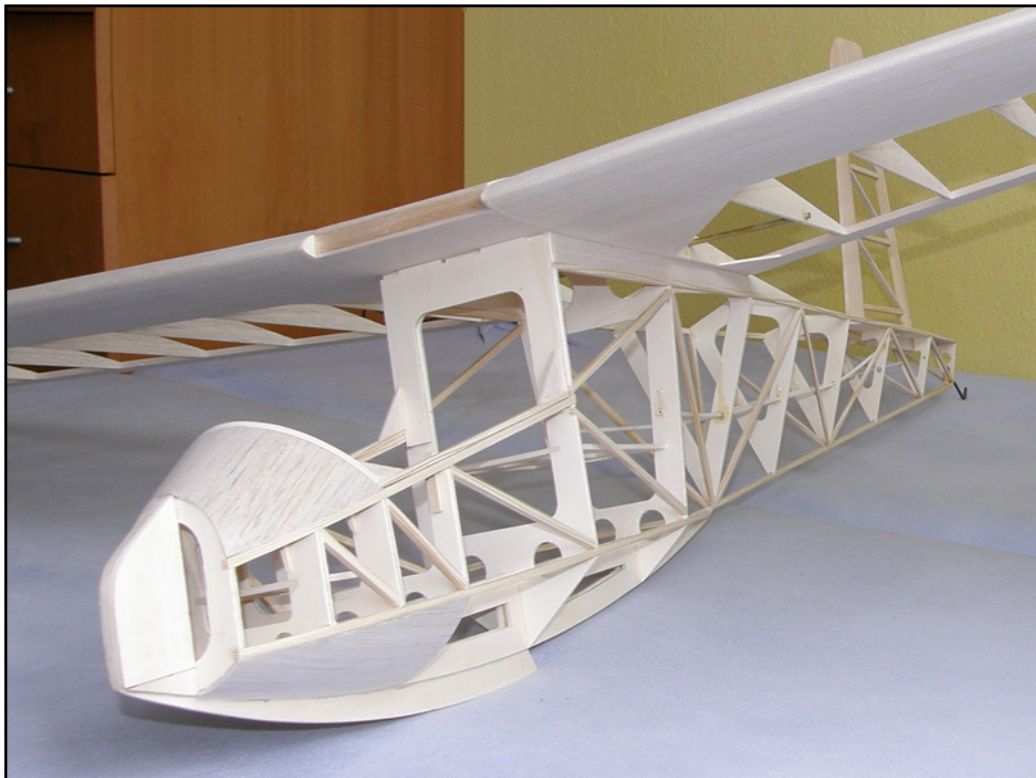
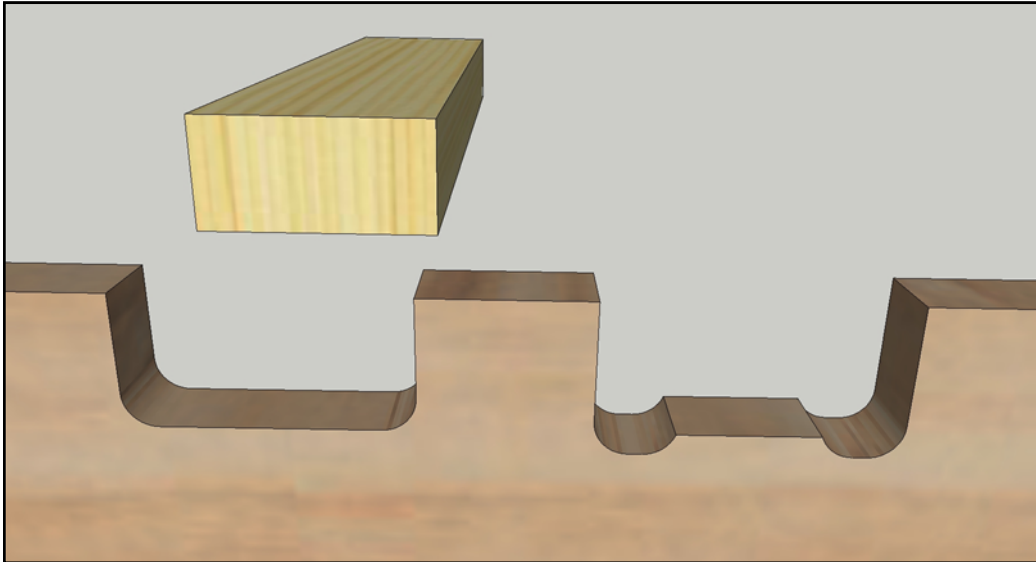


Příklad dobře poskládaných dat je na dalším obrázku. Všimněte si, že data byla exportována včetně okraje přířezu a hranice pracovní plochy frézky. Také počáteční bod souřadného systému je v levém dolním rohu. Tyto „maličkosti“ velmi usnadní a tím i urychlí technologickou přípravu frézování. Při umísťování jednotlivých dílů na přířez nechávejte mezi díly dostatečné mezery. Teoreticky je možné, aby nejmenší odstup mezi díly byl roven průměru nástroje. Prakticky to ale není příliš vhodné, protože přířez během frézování postupně „měkne“. Dostatečné můstky, které zůstávají mezi díly, naopak zajistí, že deska zůstane dostatečně tuhá až do konce frézování a výsledné tvary dílů budou přesné.



### Poznámky ke stylu konstrukce

V konstrukci dílů musíte pamatovat na výše popsané obecné vlastnosti CNC frézování. Například vnitřní rohy dílů nebudou nikdy ostré, ale budou mít rádius nástroje. Není to velká komplikace, před montáží dílů použijeme k úpravě ostrý lámací nůž a jehlový pilník, stačí jen několik tahů. Je to velmi vhodná doplňková činnost ke kávě. Na obrázku je znázorněn způsob konstrukčního řešení tohoto problému. Je to sice pracnější při konstrukci, ale vyplatí se to, pokud se budou díly řezat vícekrát.



Model kluzáku ULF1 o rozpětí 1500mm, který byl nakreslen v programu Google SketchUp a díly byly pak vyřezány na CNC frézce.

### Závěr

Doufám, že vám moje řádky plné nezáživných technických informací pomohly k rozhodnutí využít pro váš nový zamýšlený model dostupné moderní technologie.