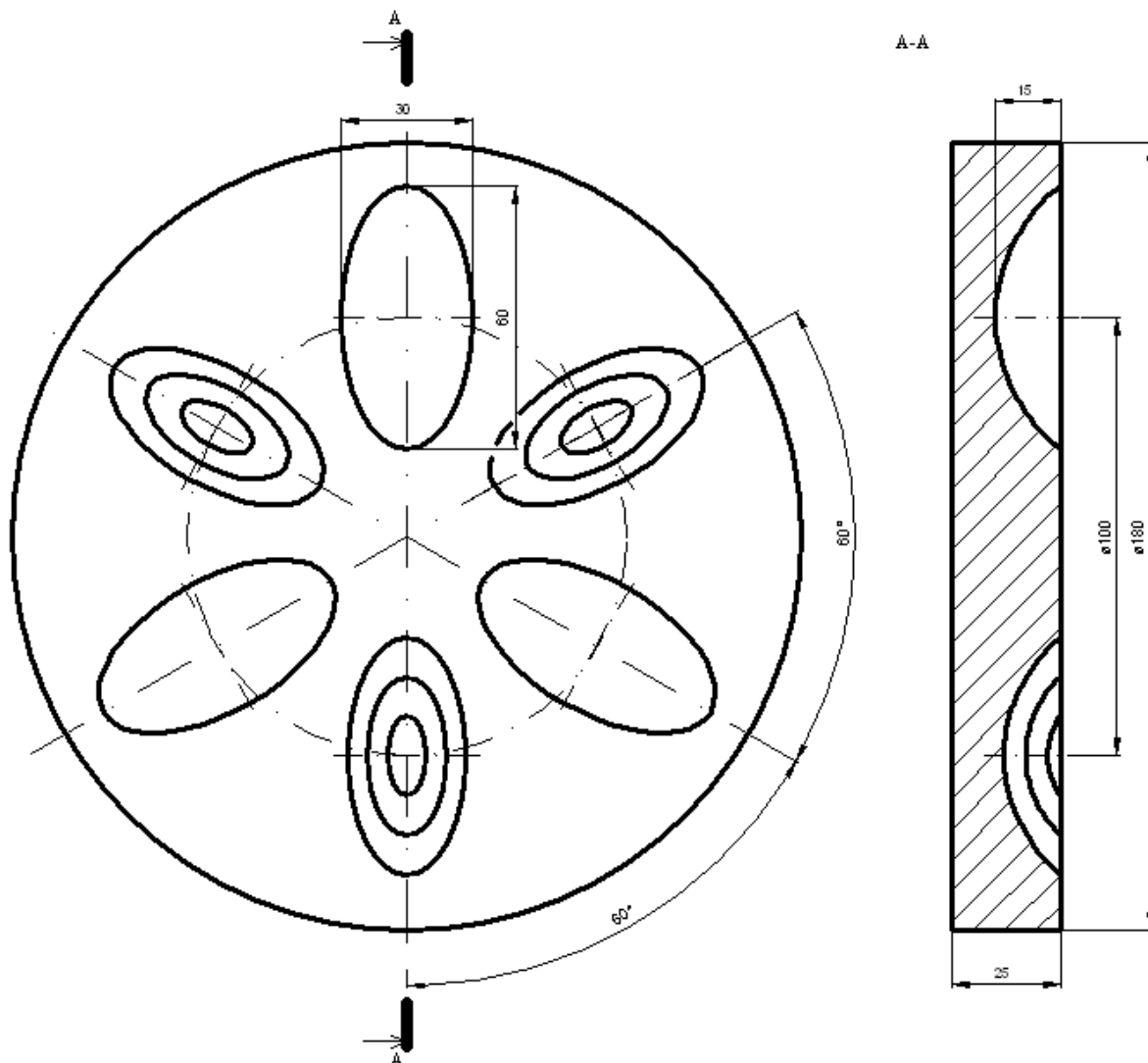


Zadání soutěžního úkolu:

a) Vytvořte NC program pro obrobení součásti (viz obr. 1), přičemž podmínkou je programování zcela bez použití CAD/CAM technologií (software SinuTrain nebo jiný editor řídicího systému Sinumerik je možno používat zcela bez omezení a je možno ho zcela zdarma stáhnout prostřednictvím internetového portálu <http://www.cnc4you.siemens.com>). NC program připravte pro obrábění na CNC frézovacím stroji s řídicím systémem Sinumerik (verze řídicího systému Sinumerik rovněž není v zadání nikterak omezena).

Náčrt na obr. 1 obsahuje základní rozměry předem připraveného polotovaru (válec o průměru 180 mm a o výšce 25 mm), který je z materiálu Sika Block M450. Jeho přípravě obráběním na CNC stroji tedy není nutno věnovat pozornost. Hlavním bodem řešení je naprogramování hrubovací operace pro výrobu všech šesti dutin tvaru eliptického paraboloidu (viz šest eliptických objektů naznačených v nárysu na obr. 1, které jsou vzájemně pootočené o 60°) a dokončovací operace jen tří z těchto šesti eliptických paraboloidů (viz tři dutiny na obr. 1, z nichž jedna je doplněna kótami základních rozměrů). Finální tvar eliptického paraboloidu je tedy zadán rovnicí (1) a celkovými rozměry v rovině XY: šířka 30 mm, délka 60 mm a hloubkou 15 mm měřitelnou ve směru osy Z.



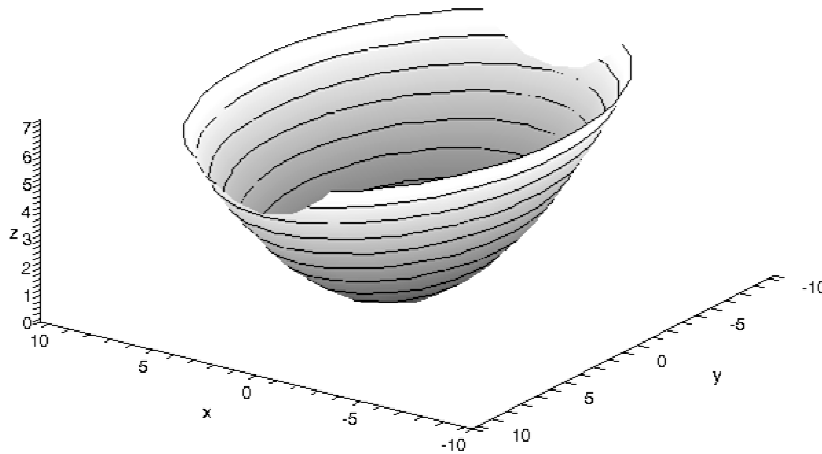
Obr. 1 Schematický náčrt finálního výrobku

Plochy a křivky druhého stupně neboli Kvadriky jsou zajímavé svými tvary, a proto jsou užívány v mnoha oblastech lidské činnosti. Nejvýrazněji jsou patrné v architektuře (Opera v Sydney, kinosál Deoda v Paříži, atp.), ale i v podobě chladicích věží jaderných elektráren, satelitních antén atd. Eliptický paraboloid (naznačený jako dokončená a hrubovaná dutina v řezu A-A na obr. 1), kterému je věnována pozornost v zadání tohoto soutěžního příkladu, patří rovněž mezi plochy druhého stupně. Jeho matematický popis je:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 2 \cdot z \quad (1)$$

kde

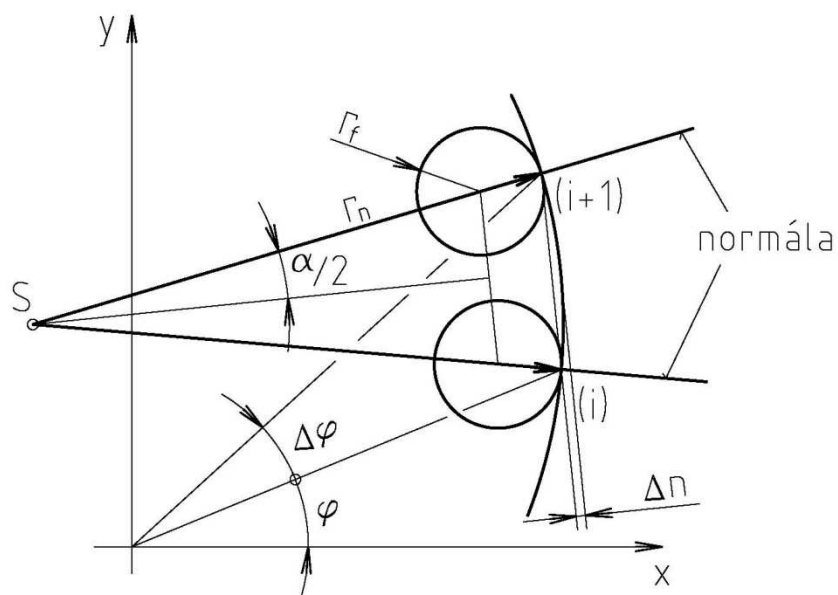
a - je první poloosa eliptického paraboloidu,
b - je druhá poloosa eliptického paraboloidu,
x, y, z - jsou souřadnice kartézského systému (viz obr. 2).



Obr. 2 Schematické znázornění eliptického paraboloidu

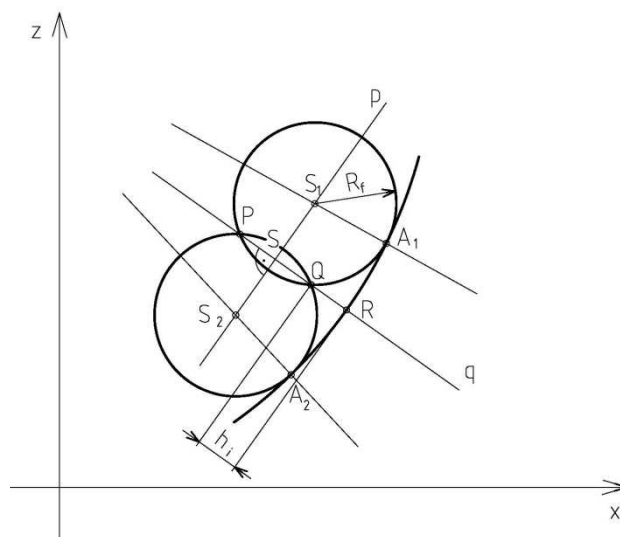
Zadáním je požadováno dodržení výrobní tolerance dle ISO 2768-mK, tolerování dle ISO 8015 a drsnost dutiny po dokončovací operaci $Ra = 3,2 \mu\text{m}$. Při řešení zadání je proto vhodné věnovat pozornost i např.:

- rozboru podřezání/nedořezání tvaru eliptického paraboloidu z důvodu rozkladu tvaru elipsy na přímkové segmenty (obr. 3 – naznačení jednoho z možných způsobů prezentace analýzy odchyly Δn),



Obr. 3 Orientační schéma pro výpočet nedořezání

- výpočtu teoretické hodnoty zbytkové nerovnosti v různých fázích dokončování dutiny eliptického paraboloidu (obr. 4 – naznačení jednoho z možných způsobů prezentace analýzy výsledné struktury povrchu),



Obr. 4 Orientační schéma pro výpočet zbytkové nerovnosti - vzdálenost |RQ|

- změněm řezné rychlosti, ke kterým dojde při tříosém obrábění dutiny frézou s kulovým břitem.

b) Zpracujte textový popis navrženého vlastního řešení výroby zadané součásti. Dokument by měl obsahovat minimálně: podstatné údaje o zvoleném nástrojovém vybavení a řezných podmínkách pro hrubovací i dokončovací operaci; popis hrubování i dokončování tvarových matematicky zadaných ploch (dutin); teoretické výpočty odchylek obrobenej plochy od "ideálního" tvaru (vztaženo ke zvoleným podmínkám obrábění - a_p , a_e); kontaktní údaje na řešitele soutěžního zadání.

c) Odevzdání veškerých soutěžních dokumentů (NC program ve zdrojovém formátu řídicího systému Sinumerik i v běžné textové podobě – vložený do textového souboru; textový popis navrženého vlastního řešení) v pdf formátu (případně ve formátech doc, docx) do předepsaného termínu odevzdání.

Materiál obrobku: Sika Block M450

Jedná se o lehký rozměrově stabilní blokový materiál nízké hustoty z tvrdé polyuretanové pěny. Užívá se především pro základové části nebo pro výplně při stavbě modelů. Je dobře spojitelný lepidly na bázi polyuretanu, polyesteru nebo epoxidu. Snadno se obrábí. Má dobrou přilnavost při nanášení stěrkových hmot a stříkacích tmelů, jejichž užitím lze získat kvalitní povrch.

Opracování deskového materiálu může být prováděno strojně (řezání, frézování, vrtání atd.), nebo ručními nástroji a běžnými brusnými prostředky. Při práci s tímto materiálem je však nutno dodržovat bezpečnostní pokyny:

- při obrábění řezáním a frézováním vysokými rychlostmi je nutné účinně odsávat vznikající prach,
- třísky a prach nevystavovat otevřenému ohni.

Před obráběním se doporučuje blok aklimatizovat na teplotu 20 – 25 °C. Základní fyzikální vlastnosti materiálu Sika Block M450:

▪ hustota	0,45 g.cm ⁻³
▪ tvrdost	D 50 (ISO 868)
▪ pevnost v ohybu	12 MPa
▪ modul pružnosti	430 MPa
▪ pevnost v tlaku	10 MPa
▪ tepelná stabilita	78 °C
▪ koeficient lineární tepelné roztažnosti	55x10 ⁻⁶ K ⁻¹ (DIN 53 752)

Materiál je běžně dodáván v deskách o rozměrech:

- 1 500 x 500 x 50 mm,
- 1 500 x 500 x 75 mm,
- 1 500 x 500 x 100 mm,
- 1 500 x 500 x 150 mm,
- 1 500 x 500 x 200 mm.

Doba skladování materiálu je neomezená, za předpokladu, že je materiál umístěn v suché místnosti a na rovném podkladu. Při skladování a dopravě zhotovených dílů je nutné vyloučit velké kolísání teplot.

Předepsaný počet vyráběných kusů:

Programátor může předpokládat výrobu pouze jedné součásti, kterou by si odborná komise případně ověřila funkčnost navrženého NC programu a přesnost výrobku (přesnost aplikovaných kompenzací, které řeší diferenci mezi vyráběnou plochou a skutečnou trajektorií řezného nástroje při frézování). *(Pozn.: Soutěžící NENÍ povinen odevzdat vyrobenou součástku.)*

Informace o nástrojovém vybavení:

Úkolem každého z řešitelů je, aby si na základě vlastních výpočtů zkontroloval, jakými řeznými nástroji může zadanou součást vyrobit. V textové části řešení soutěžního úkolu je vhodné k uvedenému popisu zvolených řezných nástrojů a řezných podmínek (a_p , a_e) přidat i stručnou analýzu kompenzace skutečné polohy řezného nástroje (Pozn.: Zadání tohoto soutěžního úkolu charakterizuje finální plochu matematickou rovnicí. Špička řezného nástroje se však při 3D frézování musí pohybovat po odlišné trajektorii.).

Informace o obráběcím stroji:

Strojní vybavení není v rámci zadání soutěžního úkolu předepsáno. Podmínkou je pouze řešení zadání tak, aby byla výroba možná na frézovacím stroji s řídicím systémem Sinumerik. V textovém popisu řešení je možné detailněji specifikovat stroj, který byl řešitelem zvolen.