

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní

Katedra: sklářských a keramických strojů Školní rok: 1988/89

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Stanislava B A C H T Í K A

obor 23-21-8 Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský a spotřební průmysl

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Využití grafické stanice pro návrh a modelování sklářských forem

Zásady pro vypracování:

Moderní výpočetní technika typu grafických stanic (WS) umožňuje zahrnout navrhování a modelování výrobků složitých tvarů v jednom systému včetně výstupů do výroby.

1. Seznámit se s grafickou stanicí, operačním systémem a programovým vybavením ve VÚSAB Jablonec n.N.
2. Testovat možnosti použití grafické stanice na jednoduchých příkladech.
3. Předložit návrh na využití programového vybavení grafické stanice pro návrh a modelování sklářských forem.
4. Zhodnotit přínosy použití grafické stanice.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ

Strojní fakulta

LIDEROVÉ

PROJEKT

1.5.1989

Rozsah grafických prací: cca 50 stran textu doložených potřebnými
výpočty a grafickou dokumentací

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury:

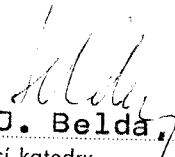
- /1/ Dokumentace grafické stanice
- /2/ Jirman, P. - Stránský, Z.: Strategie navrhování a optimalizace prostorových tvarů sklářských forem s podporou počítače (CAD). Sklář a keramik, 1988, č. 9.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Jirman

Datum zadání diplomové práce: 3.10. 1988

Termín odevzdání diplomové práce: 2.6. 1989

L.S.


Doc. Ing. J. Belda, CSc.
Vedoucí katedry


Prof. Ing. V. Prášil, DrSc.
Děkan

v Liberci dne 3.10. 1988

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

fakulta strojní

Obor : 23 - 21 - 8

stroje a zařízení pro chemický, potravinářský
a spotřební průmysl

Zaměření : sklařské a keramické stroje

Diplomant : Stanislav Bachtík

vedoucí práce : ing. Pavel Jirman KSK VŠST Liberec

Konzultant : ing. Ivo Matoušek KSK VŠST Liberec

Rozsah práce :

Počet stran : 45

Počet obrázků : 22

Počet tabulek : 0

Počet příloh : 11

Počet výkresů : 10

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146076204

" Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou
práci vypracoval samostatně s použitím
uvedené literatury "

V Liberci dne 2.6.1989

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce

s. ing. Pavlu J i r m a n o v i

za odborné vedení a pomoc při vypracování

diplomové práce

O B S A H

1. Úvod	...str.4
2. Uplatnění CAD ve sklářském průmyslu	...str.5
3. Seznámení se souborem software firmy PAFEC	...str.6
3.1. Některé obecné vlastnosti systémů CAD	...str.6
3.2. Soubor software firmy PAFEC	...str.7
3.2.1. 2Dmodelátor DOGS	...str.7
3.2.2. 3Dmodelář DOGS 3D	...str.8
3.2.3. Povrchový modelář SWANS	...str.9
3.2.4. Objemový modelář BOXER	...str.10
3.2.5. DOGS NC	...str.10
3.2.6. Využití souboru firmy PAFEC pro CAD	...str.11
4. Obsluha a komunikace s programem DOGS	...str.12
5. Příklady vytváření modelů těles ve 3D	...str.13
5.1. Princip vytváření obecných modelů - kreslení vachtle 505/2,5 a příslušných forem	...str.13
5.1.1. Postup vytváření vachtle	...str.13

5.1.2. Postup vytváření modelu spodku formy, vršku formy a sestavy formy	...str.14
5.1.3. Vybarvení a vystínování vachtle	...str.21
5.2. Princip vytváření rotačně souměrných těles - kreslení modelů souvisejících se skleničkou č. 24119A	...str.25
5.2.1. Princip vytvoření sklenice č.24119A	...str.25
5.2.2. Princip vytvoření spodku formy	...str.27
5.2.3. Princip vytvoření dna formy	...str.33
5.2.4. Princip vytvoření kroužku	...str.37
5.2.5. Princip vytvoření elektrody	...str.37
5.2.6. Princip vytvoření jádra formy	...str.37
5.2.7. Zhodnocení práce s DOGSELM, porovnání plošného a prostorového modelování	...str.41
6. Zhodnocení možností a možných ekonomických přínosů při využití grafické stanice	...str.42
7. Závěr	...str.44
8. Použitá literatura	...str.45

Přehled použitých zkratek a symbolů

2D		dvoudimenzionální
3D		třídimenzionální
MKP		metoda konečných prvků
NC		/ Numerical Control/ numericky řízený

1. Ú v o d

Oblast konstrukce zaujímá v průměru 35-50% průběžné doby, která uplyne od nápadu ke zhotovení výrobku, a připadá na ni značná část nákladů. Výsledky konstrukční činnosti - tedy kvalita řešení, volba materiálu, tvar a rozměry, předurčují výrobní náklady z více než dvou třetin. Proto také z celkových prostředků věnovaných v průmyslově vyspělých zemích na uplatňování elektroniky připadá asi 21 až 25% nákladů na vytváření a zavádění systémů pro automatizaci předvýrobních etap.

Během uplynulých 25 let se vzhledem k celkové závažnosti této problematiky vytvořila zcela nová oblast využití výpočetní techniky - aktivní počítačová podpora tvůrčí inženýrské práce. Jsou to systémy CAD /Computer Aided Design/, tedy systémy využívající počítače pro tvorbu návrhů, projektů a konstrukcí, dále systémy CAM /Computer Aided Manufacturing/, využívající počítače pro automatizaci výrobních procesů, a některé další systémy s následným využíváním možností jejich integrace v komplexní systémy určené pro automatizaci předvýrobních etap.

Tyto systémy jsou v současné době jednou z nejbouřlivěji se rozvíjejících oblastí nasazení výpočetní techniky. Pod pojmem "systémy pro konstruování" si přitom lze představit prakticky cokoli - od konstrukce strojních součástek a karoserií automobilů, přes architektonické řešení budov až po návrhy průmyslových předmětů.

Počítače zatím neautomatizují práci konstruktéra, architekta, stavaře, projektanta či designéra, ale zvyšují produktivitu jeho práce tím, že mu ulehčují rutinní činnosti, jakými jsou kreslení technických výkresů a perspektivních pohledů, vytváření modelů a prototypů či provádění technických výpočtů. Konstruktor se pak může plně soustředit na vlastní tvůrčí práci.

V důsledku toho v rámci Komplexního programu vědeckotechnického pokroku členských zemí RVHP je věnována velká pozornost této oblasti. Komplexní program si klade za úkol dosáhnout v cílovém stavu zlepšení technicko-ekonomických charakteristik projektovaných objektů o 10 až 15%, zavedení automatizace ve 40-60% projektových a výzkumných organizací a zajištění automatizovaných pracovních míst pro 40% projektantů, vývojářů a technologů.

2. Uplatnění CAD ve sklářském průmyslu

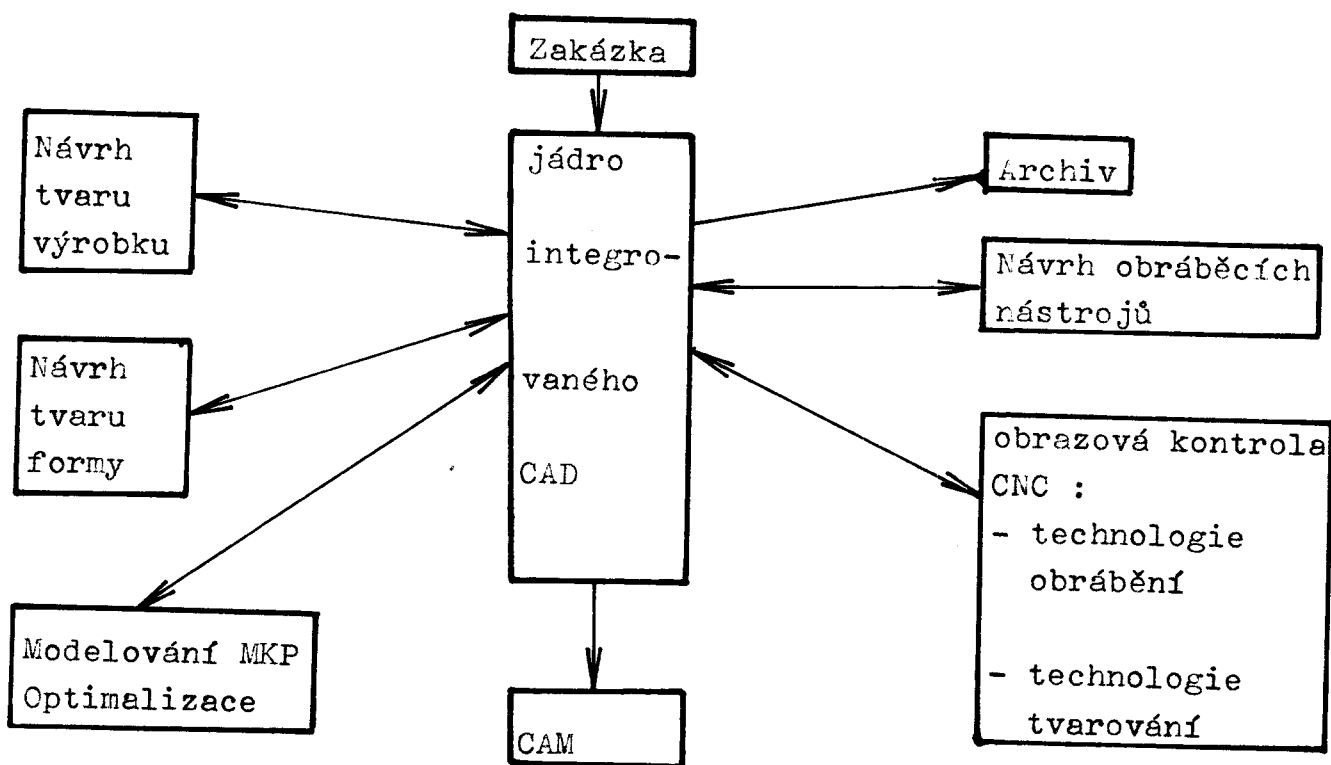
Požadavek využití systémů CAD pro navrhování s pomocí počítače ve sklářském průmyslu vyvstává zejména se vzrůstajícími požadavky spotřebitelů na kvalitu, rozmanitost sortimentu sklářských výrobků.

S tím se stupňují i požadavky na urychlení inovační schopnosti, zefektivnění výroby a zvýšení exportuschopnosti výrobků. Dnes již řada světových výrobců na navrhování a konstruování s pomocí počítače přešla, u nás se však podobné projekty zatím prosazují pouze v omezené míře.

Většina uživatelů zůstává zatím pouze u tzv. "čistého CAD", při kterém je návrh výrobku umísťován do daného polotovaru formy a poté jsou zpracovávána data pro zpracování forem na NC strojích v CAM.

Současná úroveň výpočetní techniky, zejména možnost využití 32 bitových pracovních stanic /Workstation/, umožňuje však tento čistý CAD rozšířit na tzv. "integrovaný CAD", který zahrnuje zobrazení, výpočty, optimalizaci konstrukce i simulaci výroby.

Blokové schéma integrovaného CAD je na obr. 1



Obr. 1 - Integrovaný CAD systém navrhování a optimalizace sklářských forem.

První fází integrovaného CAD je návrh tvaru výrobku. Tento návrh je dílem návrháře-designéra, vytvářejícího esteticky a umělecky vhodně ztvárněný výrobek. Návrhářovi je umožněna volnost návrhu, ale je možno mu doporučit využití standartních prvků vhodných tvarů uložených v archívu. Odpadá nutnost kótování, výrobek je možno navrhovat v měřítku 1:1 a poté kdykoli libovolně zvětšovat či zmenšovat.

Další fází je návrh tvaru formy. Tvar formy může být uložen v knihovně a podle potřeby vyvolán a přiřazen k danému tvaru výrobku.

Následuje optimalizace tvaru a materiálu formy.

Optimalizace je založena na využití tepelné a napěťové analýzy metodou konečných prvků. Výběr parametrů pro optimalizaci sklářské formy je možno soustředit na změnu rozměrů formy, změnu materiálu formy, vrstev formy, změnu umístění chlazení atd. Optimalizačními kritérii jsou minimalizace rozdílu teploty podél povrchu dutiny formy pro zvýšení jakosti povrchu výrobku a minimalizace gradientu teplotního napětí pro zvýšení životnosti formy.

Výstupní fází integrovaného CAD je návaznost na CAM, tedy vypracování výstupů pro NC stroje a s pomocí výstupního rozhraní přímo vytváření programů pro NC stroje v standartizovaném jazyce, jakým je např. APT.

Všechny vygenerované modely je poté možno vykreslovat a ukládat v knihovně pro případné další použití.

3. Seznámení se souborem software firmy PAFEC

3.1. Některé obecné vlastnosti systémů CAD

CAD systémy mají některé společné rysy. Je to především interaktivní ovládání prostřednictvím příkazového jazyka a menu a dále využívání vstupních grafických zařízení /digitizérů, myši, světelného pera apod./ a výstupních kreslicích zařízeních /plotterů/. Nejčastěji užívanými jsou počítače kompatibilní s IBM/PC/XT/AT, rozsáhlejší systémy jsou provozovány na minipočítačích a pracovních stanicích založených na 32 bitových mikroprocesorech /Apollo, Sun/.

V ostatních rysech se systémy navzájem liší, nejběžnější rozdělení je na systémy dvoudimenzionální /2D/ a na systémy trojdimenzionální /3D/ podle toho, zda pracují v rovině nebo v prostoru.

3.2. Soubor software firmy PAFEC

Programovým produktem firmy PAFEC je všeobecně použitelný soubor obsahující několik specializovaných podsystémů /viz příloha 1/. Základním elementem souboru je dvoudimenzionální soubor DOGS /Design Office Graphics System/. V návaznosti na DOGS mohou existovat a být využívány relativně samostatné systémy - DOGS 3D pro práci v 3D prostoru, umožňující vytváření drátových modelů, BOXER umožňující vytvářet tříprostorové objemové modely, SWANS vytvářející povrchové modely, PAFEC - FE pro zpracování metody konečných prvků a v neposlední řadě také DOGS NC, umožňující přímou návaznost grafického vytváření na výrobní proces.

3.2. 1. 2D modelátor DOGS

Jeho základní funkcí je vytváření výkresové dokumentace, místo na kreslicím prkně sestavuje konstruktér výkres na obrazovce počítače. Oproti klasickému kreslení je zde však jedna podstatná výhoda: počítačem vytvořené kresby lze snadno modifikovat, opakovaně vykreslovat v libovolném měřítku, skladovat na magnetických médiích a pod.

Mezi základní funkce 2D modelátoru DOGS patří:

- různé způsoby zadávání bodů, úseček, kružnic a kruhových oblouků
- volba barvy, tloušťky a typu čar /plná, čárkovaná atd./, velikosti, typu a sklonu písma
- geometrické transformace - posunutí, otočení, zrcadlení, zvětšování a zmenšování, kopírování a mazání kresby
- zobrazení celé kresby nebo jen jejího výřezu na obrazovce

- automatické šrafování či vyplňování zvolené oblasti vzorkem
- poloautomatické kótování - stačí zadat co a jak se má okótovat a odpovídající čáry a popisy vytvoří systém sám
- rozdělení kresby na vrstvy /hladiny/
- možnost definovat určitou kresbu jako symbol, pojmenovat je a pak pracovat s tímto segmentem jako s celkem. Lze sestavovat katalogy symbolů uložené v diskových souborech /šrouby, matky, elektronické součástky/
- možnost vytváření parametrických symbolů - kresbu lze uložit jako program, při změně parametrů pak dochází ke změně rozměrů. Parametrické symboly je výhodné použít při vytváření modelů normalizovaných v určité řadě velikostí.

Přes všechny tyto vlastnosti má DOGS jeden základní nedostatek, pracuje totiž pouze v rovině. Vytvoříme-li například nárys nějaké strojní součástky systém ji nedokáže zobrazit v půdorysu či v perspektivním pohledu, ani nedokáže vypočítat její objem či těžiště. Z tohoto důvodu může být DOGS doplněn o 3D funkce, čímž se dostává o stupínek výše.

3.2. 2. 3D modelář DOGS 3D

Pro usnadnění používání si DOGS 3D zachovává maximum funkčních příkazů používaných DOGSu. DOGS 3D používá pro prostorové zobrazení nejjednodušší a nejstarší model objektu - drátový model. Objekt je popsán svými hranami, což jsou v podstatě čáry v prostoru.

DOGS 3D obsahuje možnost rozšíření drátového modelu - vytváření povrchů čili opláštěvání. DOGS 3D umožňuje oplástit tři typy povrchů: plochu, válec a kužel /a jejich libovolnou část/. Povrch je ohraničen vnější hranicí, může obsahovat libovolný počet neprotínajících se vnitřních hranic neboli "děr". Vytvořený povrch může být průhledný či vybarvený, nebo může obsahovat linky.

Pro výsledný efekt je důležitá možnost volby stínování vytvořeného povrchu, úrovně osvětlení pozadí a možnost volby umístění a počtu světelných zdrojů /1-10/.

DOGS 3D umožňuje také používat FIXU - tedy možnost fixovat vytvářené body, přímky či oblouky na libovolnou válcovou, kulovou nebo kuželovou plochu dříve definovanou.

Samozřejmou součástí DOGSu 3D jsou také kopírovací funkce - zrcadlení, rotace a spirální rotace. Podobně jako ve 2D, lze: zde používat symbolů, přičemž v prostoru lze používat i symboly definované v ploše.

Důležitou možností jsou zde opět parametrické symboly, principiálně podobné jako ve 2D, rozšířené však o možnosti některých funkcí.

Jako přídavek k DOGS 3D se dodává sada příkazů pro rozvinutí prostorového modelu do plochy. Model smí obsahovat typy povrchů přípustných v DOGS 3D, přímky a oblouky zůstávají při rozvinutí nezměněny. Rozvinutý obrazec lze přenést do 2D jako hranici pro popsání, vykreslení či přenos do DOGS NC.

3.2. 3. Povrchový modelář SWANS

Jinou reprezentací 3D modelu je povrchový model. Objekt je popsán pomocí svého povrchu, který je složen z několika navazujících hladkých ploch. Systémy založené na tomto principu, našly velké uplatnění v automobilovém, leteckém a lodářském průmyslu.

Práce s povrchovým modelářem je následující: návrhář určí nahrubo požadovaný tvar plochy, například pomocí soustavy řezů nebo prostorové sítě bodů, které leží v ploše nebo blízko ní. Systém z těchto informací vytvoří hladkou plochu a zobrazí ji v libovolném pohledu na obrazovce počítače. Návrhář pak podle získaného tvaru plochu může upravovat tím, že mění souřadnice některých vrcholů nebo řezů tak dlouho, až je s výsledným efektem spokojen. Hotovou plochu lze použít k různým výpočtům a k automatické tvorbě děrné pásky pro NC stroje.

3.2. 4. Objemový modelář - BOXER

System BOXER je založen na práci s vyjádřením těles objemovým způsobem. Stojí na nejvyšším stupni hierarchie modelů, na rozdíl od předchozích typů modelů tento jediný jednoznačně definuje těleso v reálném světě, protože určuje jeho povrch i část prostorů, které těleso zaujímá.

V BOXERU je těleso konstruováno pomocí primitivů s kterými je možno provádět Booleovské matematické operace - sjednocení, difference /rozdíl/, průnik, sestava. Knihovna primitivů /základních geometrických tvarů/ je dimenzována pro 32 tvarů, z toho 20 pevně daných, 12 volně definovatelných uživatelem. K základním tvarům patří kvádr, válec, kužel, koule, jehlan, anuloid a jejich části.

Opět je zde možnost zobrazení v orthogonálním, perspektivním nebo izometrickém zobrazení, možnost definování barvy, světelných zdrojů, stínování, až 600 možných odstínů pozadí kreslící plochy.

BOXER může pomáhat designérovi v řešení jakýchkoli problémů týkajících se objemu, hmotnosti a tříprostorového tvaru těles. Zobrazený model lze "měřit" s použitím grafického kurzoru pro získání informací o vzdálenosti dvou bodů, délce hrany, poloměru a středu oblouku. BOXER nabízí také výpočet těžiště, objemu, středů a momentů těles.

Jak uvádí výrobce v propagačních materiálech, kombinace těchto vlastností činí BOXER jedním z nejschopnějších a nejuni-verzálnějších grafických systémů.

3.2. 5. DOGS NC

DOGS NC je interaktivní NC systém dovolující návrháři přeměnit vytvořený model na konkrétní výrobek. DOGS NC poskytuje prostředky pro programování soustružení, frézování a vrtání CNC strojů.

Systém obsahuje nástrojovou knihovnu a knihovnu povelů na pomoc pro zapamatování geometrie a pořadí vytváření.

V DOGS NC je obsažen DOGS NC interface /rozhraní/,dovolující uživateli indikovat celou vytvářenou geometrii pomocí vytvořeného modelu v DOGS 3D,SWANS nebo BOXERU. K indikaci je využito grafického kurzoru a vstupy zahrnují útvary,které je možno definovat body,hranicemi,čarami,kružnicemi a všemi přidruženými geometrickými elementy.

3.2. 6. Využití souboru firmy PAFEC pro CAD

Celý soubor je použitelný jako kompletní vybavení jak pro využití tzv. "čistého CAD" tak i "integrovaného CAD".

Postup při práci v čistém CAD je následující. Nejprve je nutno vytvořit třídímenzionální model vytvářeného výrobku. To je možno u rotačních tvarů provádět vytvořením základního elementu v ploše,jeho přenesením do prostoru a vícenásobnou prostorovou rotací. lze poté získat konečný tvar. Prostorový návrh je možno vytvářet jak v DOGSU 3D,tak ve SWANSU, tak i v BOXERU,příčemž nejideálnější pro přesnost a jednoznačnost je zřejmě BOXER. Po vytvoření prostorového modelu lze přenést vytvořený objekt opět do plochy a zde zpracovat do formy výrobního výkresu. Při využití NC a CNC techniky však nutnost výkresů odpadá,stačí vytvořit informativní náčrtek pro orientaci obsluhy.

Další fáze spočívá v přenesení modelu výrobku do systému DOGS NC a následné zpracování pro NC výstupy. V této fázi již není možno požadovat po designérovi,aby se orientoval ve vybírání vhodných nástrojů a technologií,a je tedy zřejmě nutno využít specializované osoby. Spojení mezi návrhářem výrobku a pracovníkem vytvářejícím data pro NC stroje je možno zajistit buď přímým spojením grafických stanic nebo přenosem na záznamovém médiu /disk,cartridge/.

4. Obsluha a komunikace s programem DOGS

Základním prostředkem komunikace s grafickým souborem DOGS je křížový kurzor ovládaný myší, digitizérem nebo světelným perem. Křížový kurzor se používá k zadávání polohy bodů na kreslicí ploše nebo k volbě funkcí menu, zobrazeného na obrazovce. Jednotlivé funkce lze sice volit i z alfanumerické klávesnice, ale při práci v grafickém režimu je ideální vybírat funkce právě z vyobrazeného menu. Menu je tvořeno souborem příkazů a funkcí, které systém v daném režimu umožňuje. Funkce je volena označením pomocí křížového kurzoru. Program DOGS vytváří tři druhy menu:

a/ MASTER MENU

- objevuje se na obrazovce po spuštění programu DOGS a obsahuje výčet činností, které DOGS poskytuje: vytváření nových výkresů, předělávání starých výkresů, vytváření souborů pro zapisovač, hledání v archivu a pod.

b/ INITIALIZE MENU

- objevuje se když začínáme vytvářet nový výkres. Toto menu umožňuje zvolit velikost kreslicí plochy, jednotky či měřítko.

c/ DRAWING MENU

- vlastní menu pro provádění prací v grafickém režimu. Obsahuje soubor funkcí pro kreslení, mazání, kopírování, šrafování atd. Menu je rozdílné ve 2D a ve 3D, což je dáno možnostmi v jednotlivých režimech.

Požadované body lze v DOGSU zadávat jak číselně z klávesnice, tak i křížovým kurzorem na obrazovce. Jestliže na výkresu již existují prvky, které chceme využít pro určení polohy, není nutno zadat polohu kurzoru úplně přesně. DOGS prohledává okolí označeného bodu a jestliže zde nalezne prvek, vztáhne polohu kurzoru k tomuto prvku.

5. Příklady vytváření modelů těles ve 3D

Při zpracování úkolů DP bylo použito programů DOGS a DOGS 3D. Jednalo se tedy o plošné vytváření výkresů a o vytváření drátových modelů ve 3D. Pro srovnání práce v jednotlivých 3D systémech jsem využil vlastních zkušeností s objemovým modelářem BOXER, získaných ve školicím středisku MON Bílá Hora.

5.1. Principy vytváření obecných modelů - kreslení

vachtle 505/2,5 a příslušných forem

5.1. 1. Postup vytváření vachtle

Při vytváření tříprostorového modelu vachtle 505/2,5 bylo použito hodnot udávaných v podnikové normě PN 46 32.03. Tato norma určuje rozměry vachtlí v normalizované řadě: 32x20, 40x25, 50x32, 63x40, 76x48, 100x63, 125x79, 160x101, 200x126.

Při konstrukci jsem vycházel z možnosti použití funkce COPY 3 ve 3D, tedy zrcadlení danou rovinou.

Při použití dvou zrcadlení je tedy nutno konstruovat pouze jednu čtvrtinu výrobku.

Body, ve kterých se protínají hrany jednotlivých rovin vachtle, bylo poměrně snadné zjistit výpočtem z podnikové normy. Výrazné problémy se neobjevily ani při vytváření jednotlivých hran.

Potíže však činilo určení obrysové křivky vachtle, která v normě není nijak upřesněna a ve výrobě je dotvářena broušením. Protože 3D modelátor neobsahuje možnost vytváření splejnových funkcí, bylo nutné polohu svislé obrysové roviny určit aproximací a vlastní hraniční křivku pak vytvořit s použitím FIXU /fixování útvaru na danou rovinu/ s tímto postupem: na rovinu vachtle se fixuje přímka, nalezne se průsečík přímky s aproximovanou hraniční rovinou a tímto bodem, spolu s dvěma zadanými krajními body se proloží oblouk. Tento postup je třeba 6x opakovat, pro každou hraniční křivku zvlášť.

Takto je tedy vytvořena jedna čtvrtina vachtle, 1.fáze vytváření 3D objektu je hotova, situaci znázorňuje obr. 2.

Druhá fáze spočívá ~~spočívá~~ v prezrcadlení vytvořené části přes rovinu rovnoběžnou s rovinou YZ. V této fázi lze zakreslit kružnici znázorňující otvor ve vachtli /v našem případě bylo toto provedeno již v první fázi, výsledek je stejný/. Je nutno opět použít FIX, kružnice se tedy v jednotlivých pohledech zobrazí jako elipsa. Stav ve 2. fázi ukazuje obr. 3.

3. fáze je fází konečnou, dochází k dalšímu zrcadlení, tentokrát přes rovinu rovnoběžnou s rovinou XZ. Nyní se vachtle nachází již prakticky v hotovém stavu a je možno ji přímo uložit jako PLOTFILE k vykreslení na plotteru. Další možností je přenést buď vybraný pohled nebo celou obrazovku do 2D a zde s nimi pracovat /pomocí funkcí ARCHIVE 8 či ARCHIVE 5/.

Jak vypadá zpracování ve 2D ukazují následující obrázky:

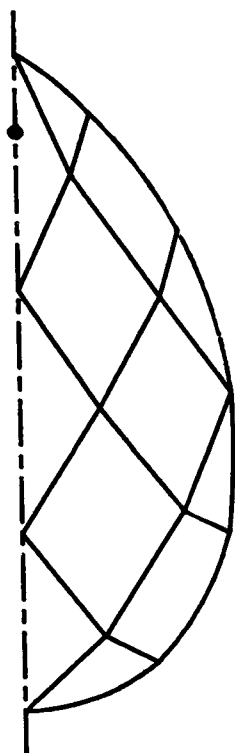
Na obr. 4 je vidět všechny čtyři pohledy přenesené z 3D do 2D /XZ, YZ, XY, PS/. Na obr. 5 je pohled XZ s vyznačenými hlavními kótami, obdobně obr. 6 zobrazující pohled YZ. Obr. 7 ukazuje perspektivní zobrazení vachtle v drátovém modelu. Kompletní výkres vachtle 505/2,5 obsahuje příloha 2.

5.1. 2. Postup vytváření modelu spodku formy,

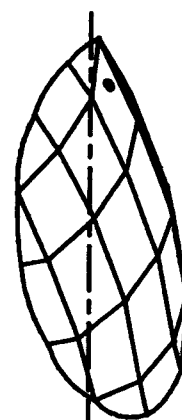
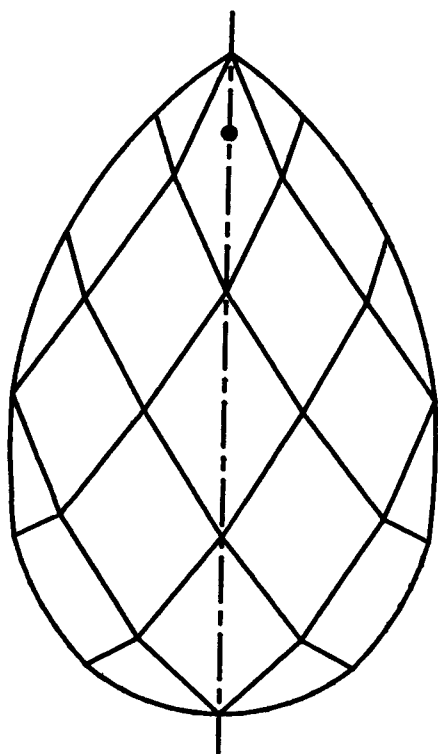
vršku formy a sestavy formy

Obrázek vytvořený výše popsaným způsobem je možno buď přímo použít k další práci, nebo je možno překopírovat jej do jiné hladiny a tak původní zdrojový obrázek zachovat pro další použití. Toho lze dosáhnout pomocí funkce ARCHIVE 3, která překopíruje obsah do jiné zvolené hladiny v libovolném měřítku.

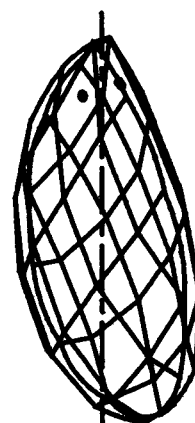
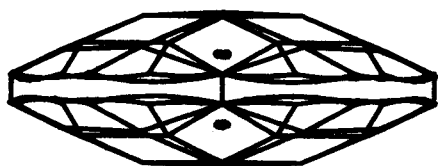
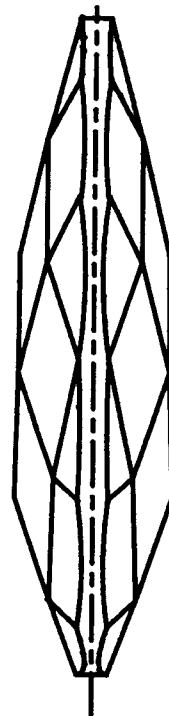
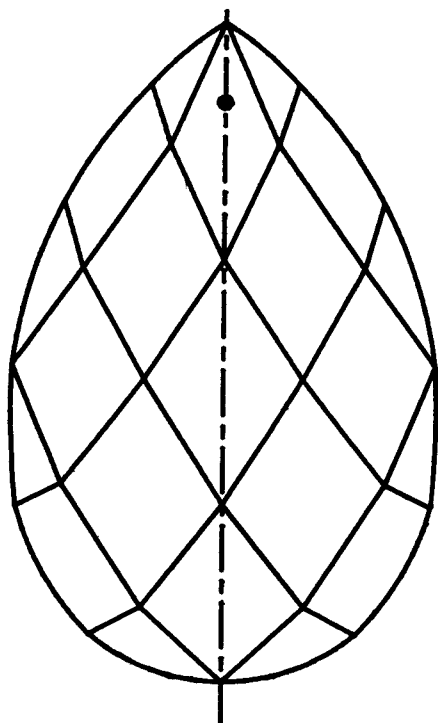
Při vytváření byl zvolen tento postup: nejprve vykreslení vrchní části formy, pak spodní části a nakonec jejich sestavení a přikreslení doplňujících dílů sestavy.



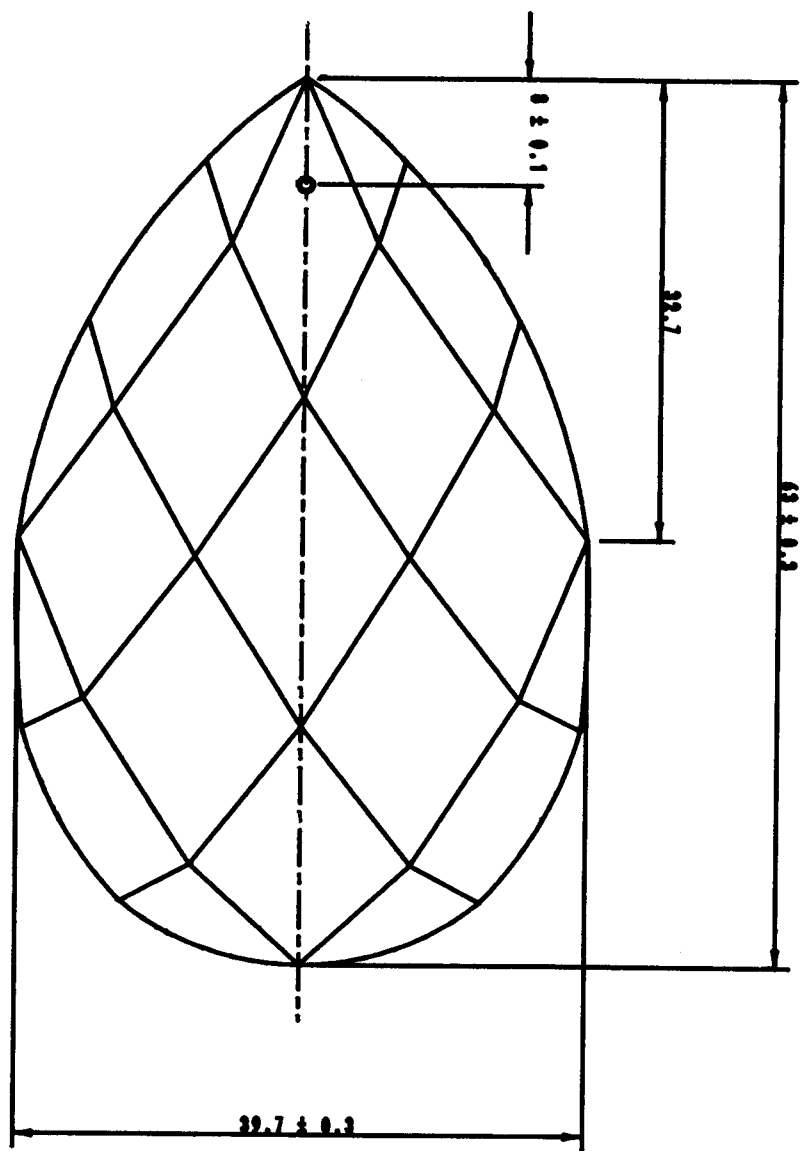
Obr.2 - 1. fáze kreslení vachtle



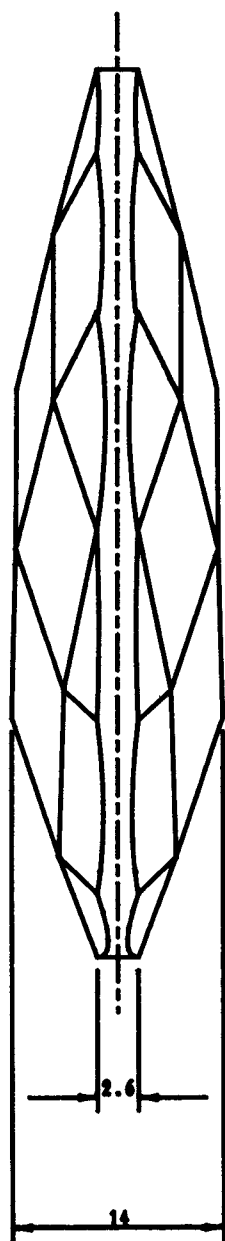
Obr.3 - 2. fáze kreslení vachtle



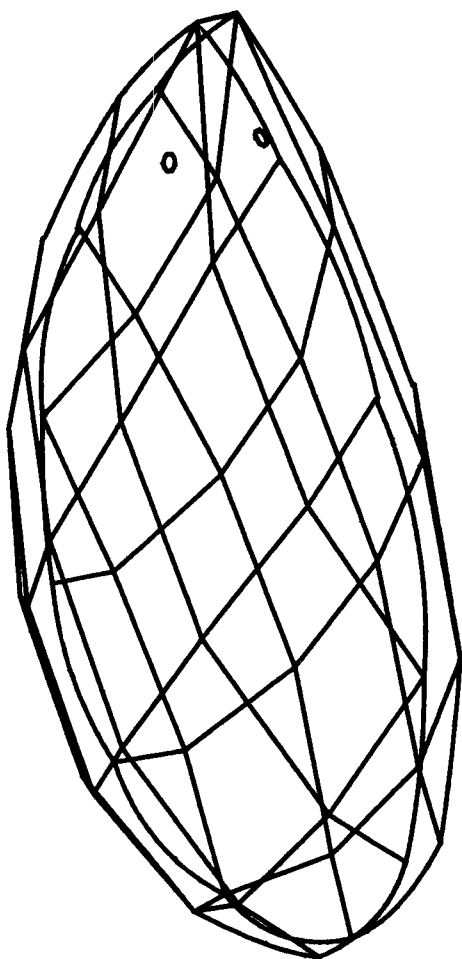
Obr.4 - Konečná fáze kreslení vachtle



Obr.5 - Vachtle 505/2,5 v pohledu XZ



Obr.6 - Vachtle 505/2,5 v pohledu YZ



Obr.7 - Vachtel 505/2,5 v perspektivě

Vlastní postup kreslení vršku formy spočíval ve vykreslení tříprostorového modelu v rozměrech podle zapůjčených výkresů a v připojení vrchní části dříve vytvořené vachtle.

Spodní část byla zpracována obdobným způsobem a podobně byla doplněna i sestava. Perspektivní pohledy na vršek a spodek formy ukazují obr. 8,9.

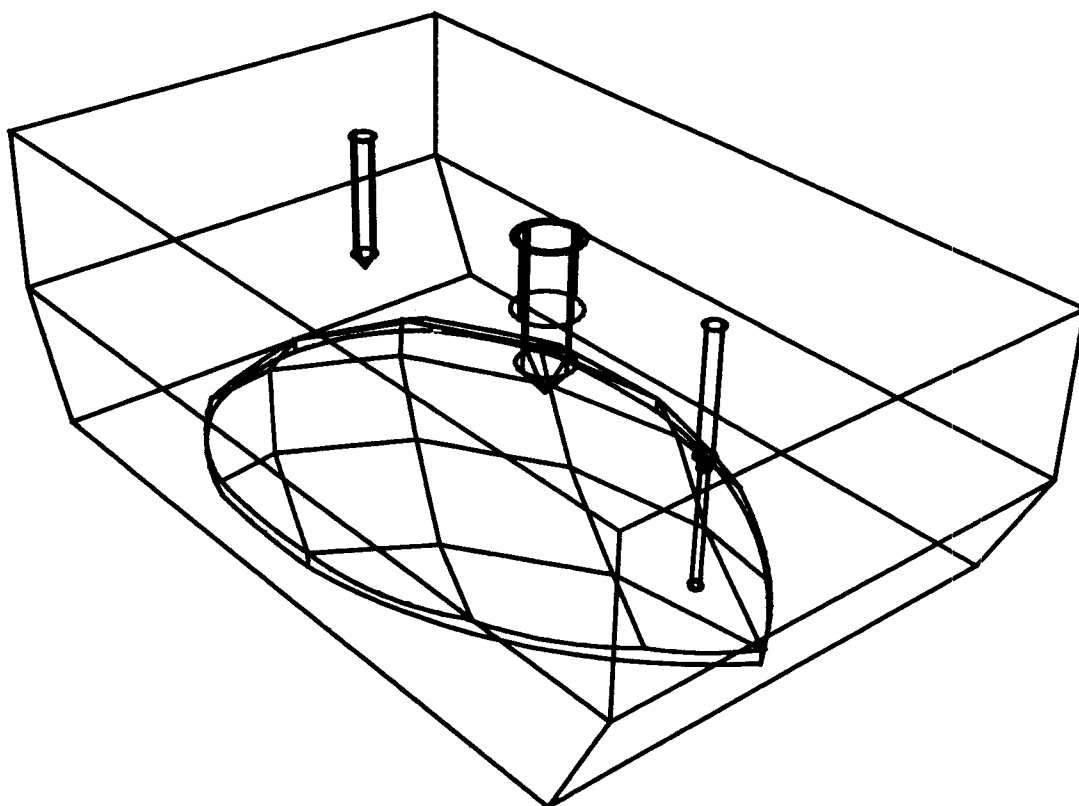
Všechny tyto vytvořené modely byly potom přeneseny do 2D a zde upraveny, vybaveny tabulkou a uloženy ke kreslení jako PLOTFILE. Úpravy spočívaly v odmazání čar, které v daném pohledu v drátovém modelu sice viditelné jsou, ale pro strojařskou orientaci jsou matoucí. Bylo použito zvýraznění šrafováním u některých řezů a podobně.

Zcela zachován je prostorový tvar v perspektivních pohledech, které ukazují vždy přesný drátový model dané součásti a v těchto pohledech je také patrná značná nepřehlednost. Proto má zachování tohoto pohledu ve výkresové dokumentaci spíše informativní charakter a je jakýmsi poznávacím znamením, prostorové počítačové grafiky, neboť sebezručnější kreslíř by zřejmě s podobným pohledem měl určité problémy. Tyto výkresy upravené ve 2D se nacházejí v příloze 3,4,5.

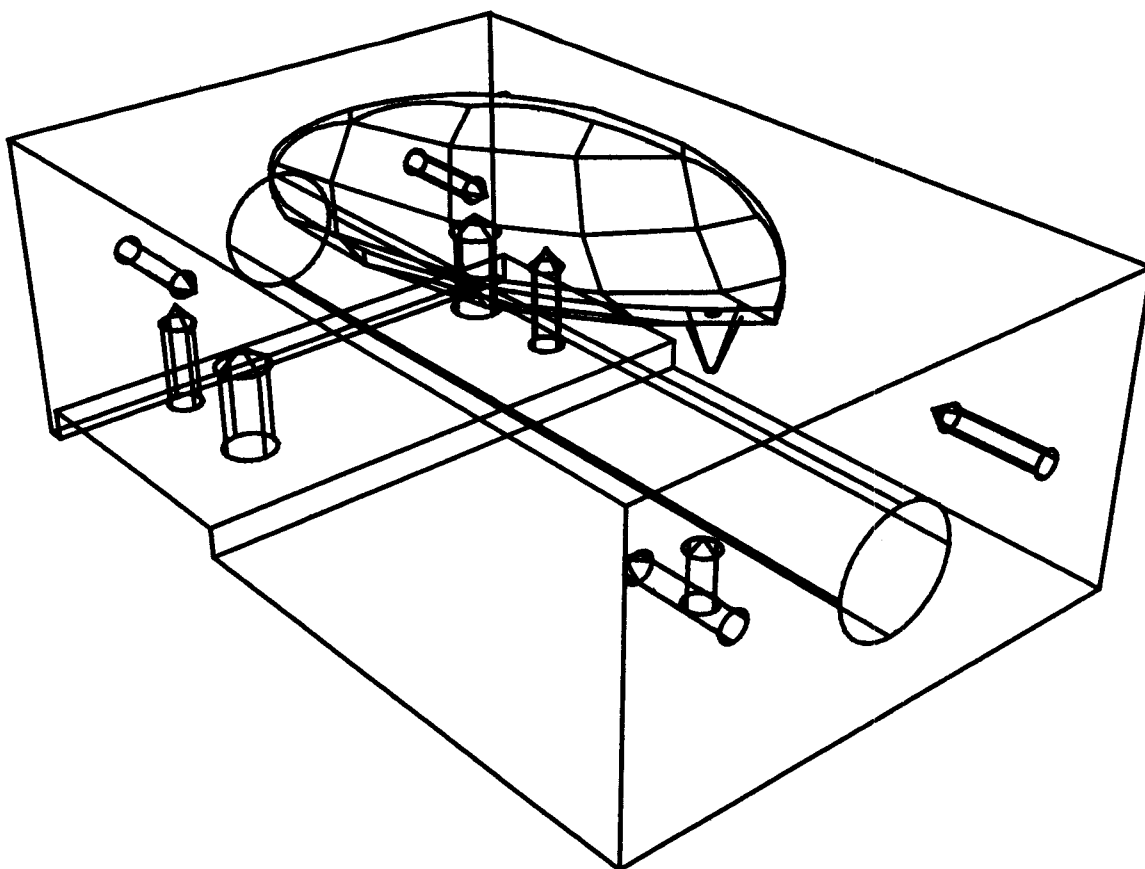
Při veškerém kreslení bylo použito výkresů zapůjčených z k.p. Jabloneckých skláren.

5.1. 3. Vybarvení a vystínování vachtle 505/2,5

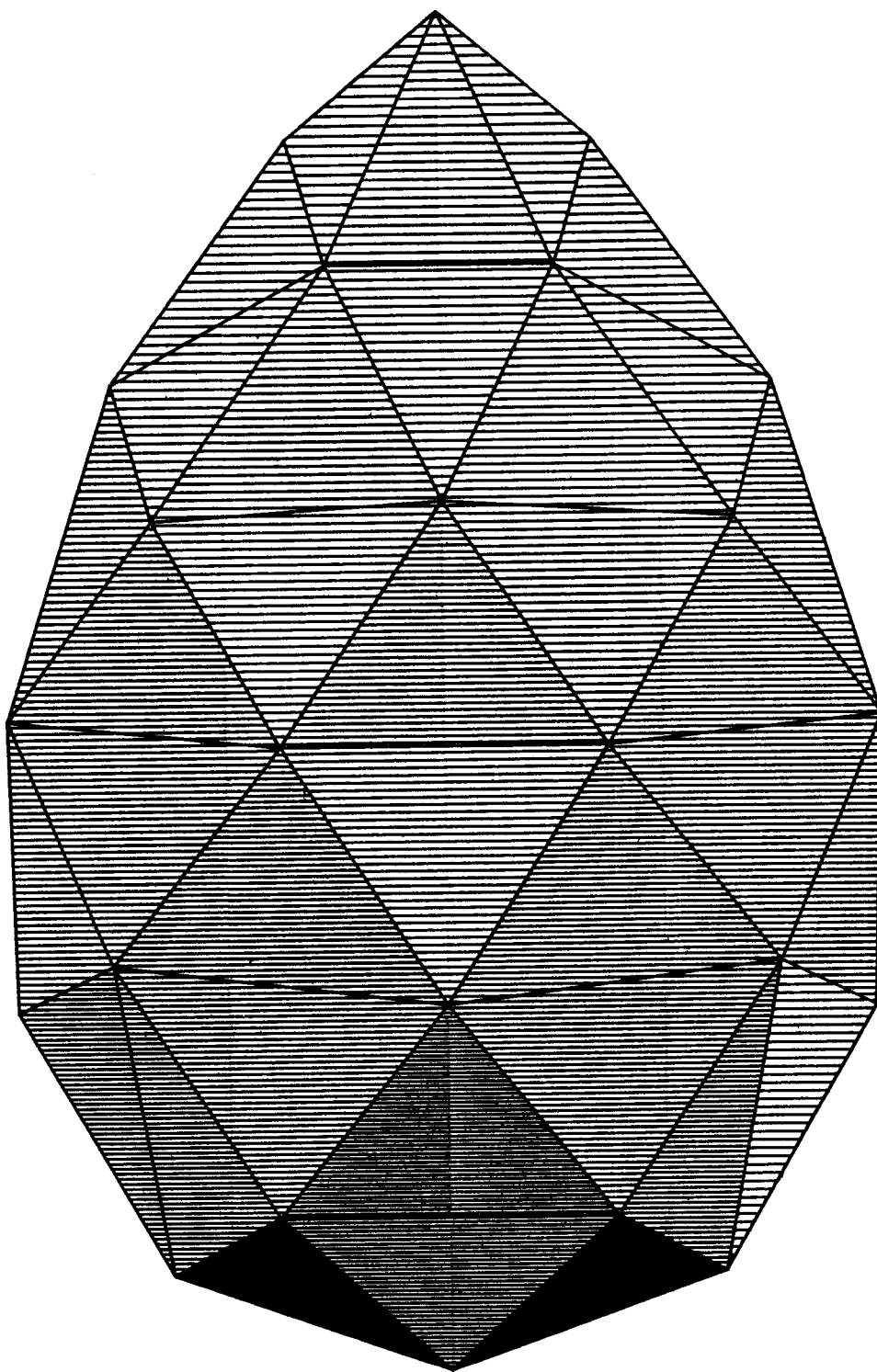
Vachtli 505/2,5 tak jak byla vytvořena, nelze oplástit. Důvodem je to, že obvodová stěna existuje ve formě obecné plochy, kterou DOGS 3D není schopen oplástit /opláští pouze rovinnou plochu, válec a kužel/. Proto pro vystínování byla obvodová křivka nahrazena úsečkami, které v prostoru vytvářejí jednotlivé rovinné plochy, které oplástit lze. Na obr. 10 je vidět vystínovanou vachtli v pohledu XZ. Pro vystínování byly využity parametry: jeden světelný zdroj, úroveň osvětlení pozadí implicitně 25, intenzita vybarvení 1. Nutno podotknout, že výsledný dojem na barevné obrazovce je daleko účinnější a efektnější než po vykreslení, kde je stínování realizováno pomocí linek.



Obr.8 - Prostorový tvar vršku formy vachtle



Obr.9 - Prostorový tvar spodku formy vachtle



Obr.10 - Vystínovaná vachtle v pohledu XZ

5.2. Principy vytváření rotačně souměrných těles - kreslení modelů souvisejících se skleničkou č. 24119 A

5.2. 1. Princip vytváření sklenice č. 24119 A

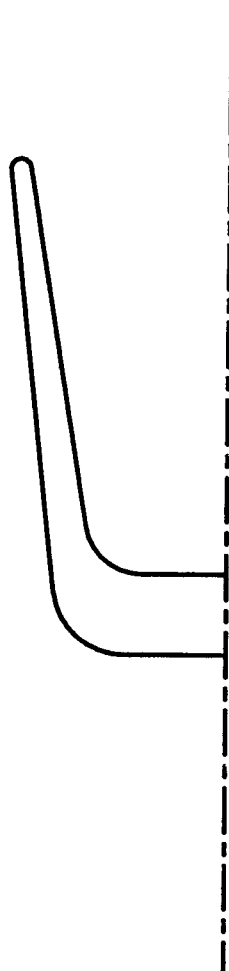
Model sklenice byl použit jako základní, k němu pak byly vytvářeny ostatní zpracovávané tvary.

Postup vytvoření základního modelu sklenice v 3D zobrazení je následující. Nejprve je nutno zkonstruovat ve 2D ploše průřez sklenice, jednotlivé parametry tvaru jsou zadávány podle výkresu /obr.11/. Tento tvar se poté přenesse do 3D prostoru pomocí funkce COPY 8. Ve 3D tento tvar zrotován kolem základní osy o 30° s použitím propojování klíčových bodů pomocí kružnice. Tak vznikne základní element sklenice, na výrobku 12x se opakuje, který je nutno dále zpracovat.

Základní tvar sklenice je nutno protnout plochou skloněnou pod určitým úhlem. Tento postup však v DOGSU 3D nelze použít, neboť při zobrazování drátového modelu neumí DOGS vytvářet proniky těles a ploch.

V tomto případě by tedy bylo lepší využít BOXER, který jak již bylo uvedeno umí řešit proniky těles a pro vytváření podobných útvarů se zdá být nejvhodnější. Na stejný problém se naráží při modelování spodního desénu dna sklenice. Opět se jedná o průnik plochy dna a obecného tělesa. Z vlastní zkušenosti mohu potvrdit, že v BOXERU je modelování této sklenice uvedeným způsobem možné, i když s určitými nároky na čas vytváření /počítač řeší poměrně velmi mnoho výpočtů pro přesné určení průniků/.

V DOGSU 3D je nutno tuto překážku obejít. Proto byly tyto proniky určeny pouze přibližně, s využitím výkresu sklenice. Tento postup sice vizuálně odpovídá danému tvaru, ale pro další využití, například pro výstup na NC stroje nebo pro další zpracování s účelem optimalizace by tento postup nemohl být dostačující z důvodu nedostatečné přesnosti /body jsou zadávány manuálně, nikoli získány exaktně/.



Obr.11 - průřezový tvar sklenice ve 2D

Tvar zpracovaného elementu sklenice ukazuje obr. 12.

Pro získání celého modelu sklenice je nutno použít vícenásobné rotace kolem hlavní osy, při které se základní element zobrazí ve dvanácti identických kopiích, které dají vzniknout konečnému tvaru sklenice./obr. 13/

Tento tvar je opět možno buď přenést do 2D, přidat tabulku uloženou jako symbol, popřípadě dále upravit /vyšrafovat, odmazat některé části, okótovat/ a pak uložit do PLOTFILE a vykreslit, nebo použít přímo vykreslení z 3D hladiny. Výkres upravený ve 2D ukazuje příloha 6.

U vykreslování rotačních tvarů se plně uplatní přednosti DOGSU, zejména využitelnost přenosu z 2D do 3D a použití vícenásobné prostorové rotace. Nelze využít oplášťování, neboť sklenice obsahuje řadu jiných tvarů než jsou DOGSEM požadované.

5.2. 2. Princip vytváření spodku formy

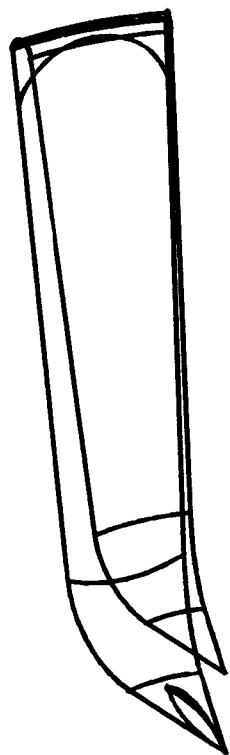
Postup při vytváření spodku formy je velmi podobný jako při vytváření vlastní sklenice.

Nejprve vytvoříme opět ve 2D, přičemž pro vytvoření vnitřního tvaru formy lze s výhodou použít vnějšího tvaru sklenice, který zůstal uchován při předcházejícím kreslení. Tím je zaručena i vzájemná přesná poloha sklenice vůči formě /obr. 14,15/.

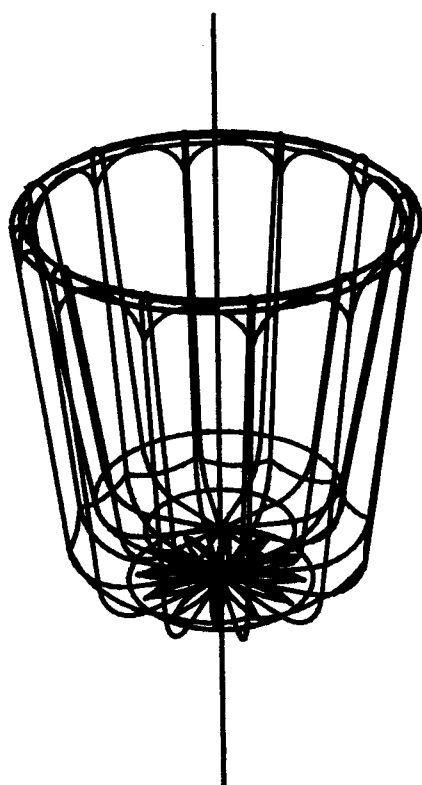
Další postup je obdobný, následuje opět přetažení kresby do 3D prostoru a zde jednoduché zrotování kolem osy o 30° s využitím propojování klíčových bodů.

K vytvoření průníků vznikajících při zobrazení dezénu lze použít již vytvořeného modelu sklenice. Lze si totiž k pracovní aktivní hladině nechat prosvítit i jinou libovolnou hladinu obrázku /v tomto případě hladinu obsahující obrázek sklenice/ a z této hladiny žádané průniky prostě obkreslit /obr.16/.

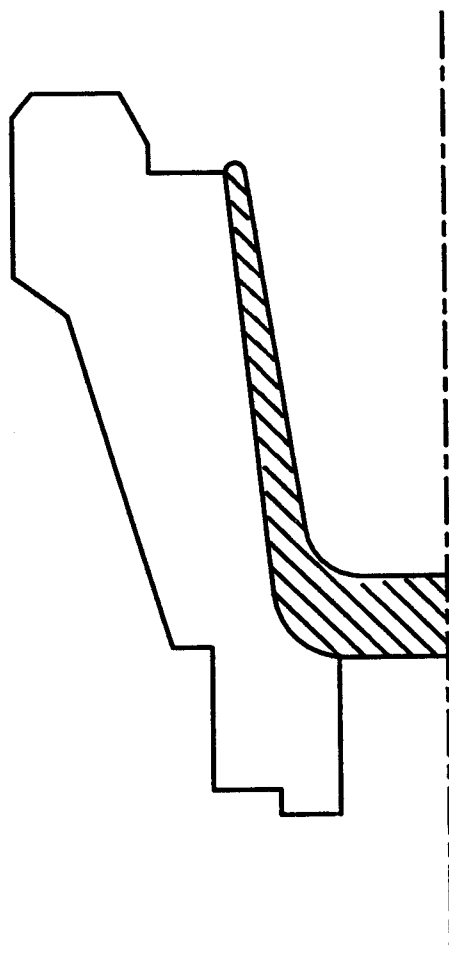
Opět se jedná o metodu pouze přibližnou, nikoli o přesné určení průniku výpočtem a tak lze o této fázi říci zhruba totéž jako o vytváření průníků u skleničky. Vizualní efekt je dostatečný, ale pro zpracování na NC stroj by zřejmě tato metoda nedostačovala.



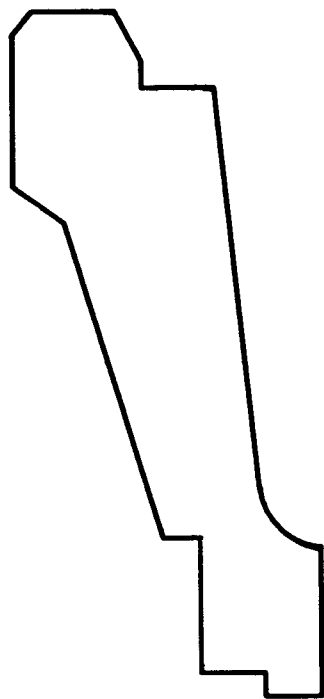
Obr.12 - Základní element sklenice



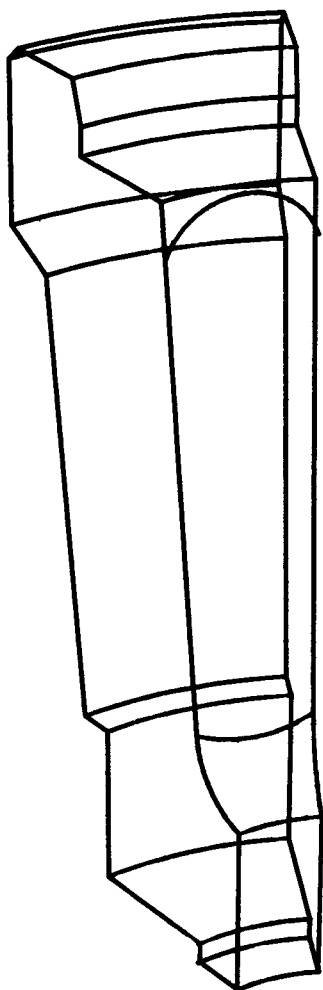
obr.13 - Prostorový tvar sklenice 24119A



Obr.14 - Vytvoření průřezového tvaru formy ve 2D



Obr.15 - Průřezový tvar formy - 2D zobrazení



Obr.16 - Základní element formy

Následuje opět jedenáctinásobná rotace kolem hlavní osy a tím dochází k vytvoření celku - spodku formy, skládajícího se z dvanácti základních dílů. /obr.17/. Při méněnásobné rotaci lze vytvářet libovolné řezy formou /obr. 18/.

Samostatnou součástí kreslení je znázorňování čtyř souměrně rozdělených děr pro šrouby. Stačí vytvořit pouze jednu díru a tu pak můžeme nechat 3x zrotovat, pokaždé o 90° .

K vytvoření děr lze použít dvou, v prostoru vzájemně rovnoběžných kružnic a jejich propojení čtyřmi úsečkami rovnoměrně rozloženými po obvodu, společně s kuželem uzavírajícím díru, který je tvořen čtyřmi úsečkami.

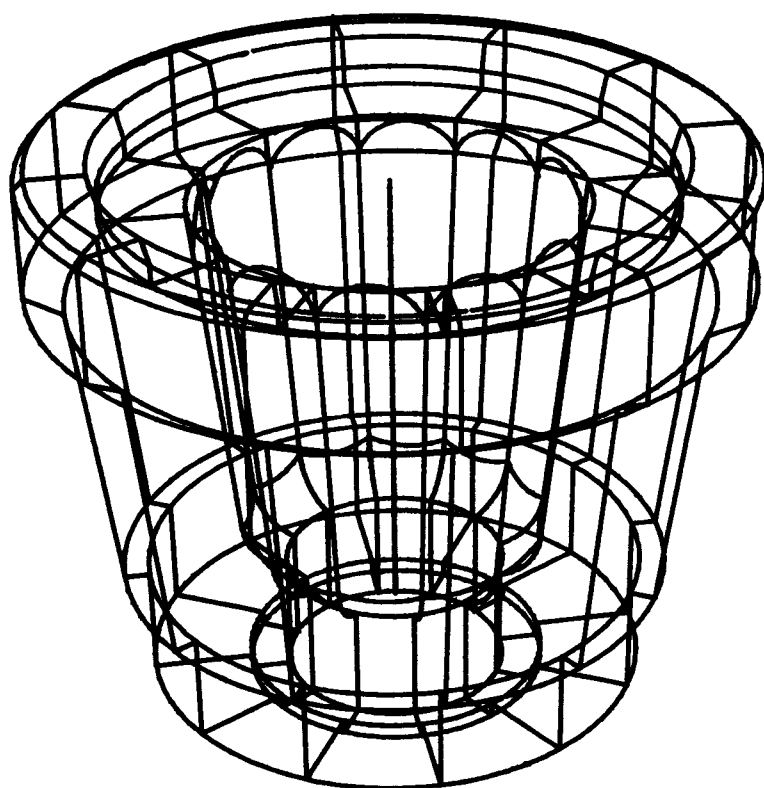
S takto vytvořeným modelem lze manipulovat stejně jako v předcházejících případech.

Výsledný výkres obsahuje příloha 7.

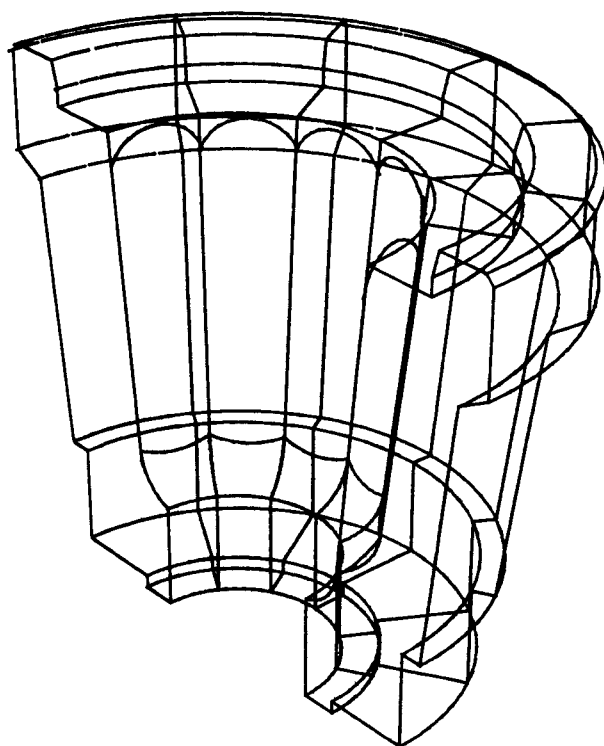
5.2. 3. Princip vytvoření dna formy

Opět je použit princip osvědčený při kreslení rotačně souměrných těles. Ve zvolené hladině ve 2D je vytvořen obrys dna, následuje přenesení do libovolné hladiny ve 3D, zrotování o 30° a vytvoření prvního elementu dezénu podle vzoru na přisvícené hladině s vykreslenou skleničkou. Další fází je opět vytvoření kompletního celku jedenáctinásobnou rotací kolem osy /obr. 19/. Následuje zpětné přetažení do 2D, upravení, odmazání neviditelných hran, okótování, doplnění a odeslání do kreslicího souboru.

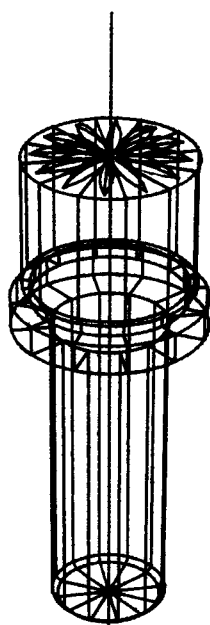
Výkres obsahuje příloha 8.



Obr.17 - Forma - prostorový tvar



Obr.18 - Řez formou



Obr.19 - Prostorový tvar dna formy

5.2. 4. Princip vytvoření kroužku

Znovu je použit princip kreslení rotačních těles, až do fáze úplného modelu ve 3D. Pak následuje vykreslení děr pro šrouby a jejich zrotování /v jednom případě 3x o 90° , v druhém 2x o 120° /. Další postup je obdobný, výkres se nachází v příloze 9.

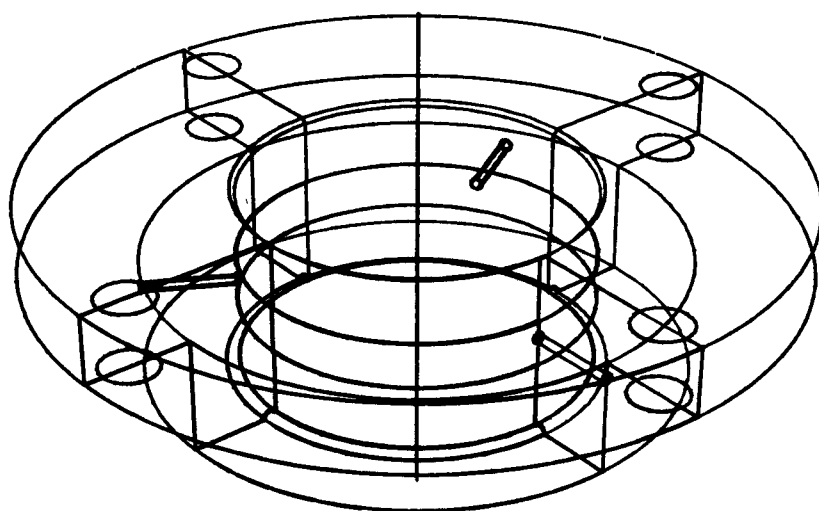
5.2. 5. Princip vytvoření elektrody

K vytvoření modelu elektrody ve 3D prostoru může posloužit již vytvořený model sklenice. Ten lze zkopírovat do jiné volné hladiny funkcí ARCHIVE 3 a použít jeho vnější část pro výkres elektrody. Odmažou se vnitřní oblasti sklenice a k zbylému vnějšímu tvaru je možno připojit válcovou část.

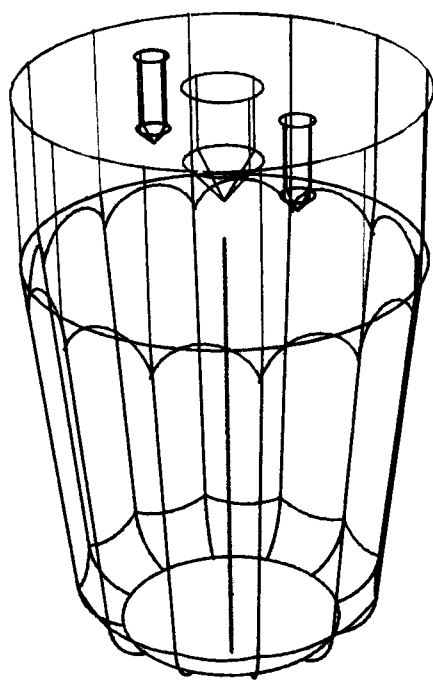
Následuje vykreslení středícího otvoru a díry pro šroub, kterou opět necháme zrotovat o 180° . /obr. 21/. Kompletní výkres obsahuje příloha 10.

5.2. 6. Princip vytvoření jádra

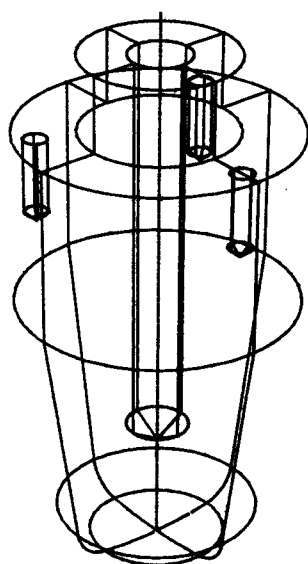
Opět je použito principu kreslení rotačního tělesa, tedy vytvoření základního tvaru ve 2D, přenesení do 3D, zrotování a dotvoření děr pro šrouby, opět s použitím rotace o 180° a dále vytvoření další jednoduché díry /obr. 22/. Výkres obsahuje příloha 11.



Obr.20 - Prostorový tvar kroužku



Obr.21 - Prostorový tvar elektrody



Obr.22 - Prostorový tvar jádra formy

5.2. 7. Zhodnocení práce s DOGSEM, porovnání plošného a prostorového modelování

Při hodnocení práce ve 2D se samozřejmě nabízí srovnání s klasickou ruční prací konstruktéra. Zde hodnocení jednoznačně vyznívá ve prospěch grafické stanice, nejen pro přesnost, rychlost, preciznost a znovu připomínanou možnost zrcadlení a rotace, ale také pro možnost ukládat frkventované složitější tvary jako symboly jak do veřejné, tak i soukromé knihovny symbolů. Takto lze vytvořit symboly matic, šroubů a různých značek.

Význačnou součástí DOGSU jsou parametrické symbooly, ukládané ve formě programu pro kreslení, které umožňují vysokou variabilitu rozměrů a tvarů těles takto uložených. Parametrických symbolů lze využít i k ukládání těles vyráběných v určitých rozměrových řadách.

Pro zpracování v prostoru při použití DOGSU 3D se hodí jednoduché součásti nejlépe rotačního tvaru. Obecná tělesa DOGS 3D vytváří poměrně složitě definováním všech důležitých bodů v prostoru. Omezené možnosti DOGSU 3D rozšiřuje SWANS a zejména BOXER, který by pro navrhování sklářských výrobků a forem v rámci CAD byl nejvýhodnější. Pro vytváření poměrně složitých výrobků, které jsou ve sklářském průmyslu vyráběny, zejména pro obtížné způsoby matematického modelování jednotlivých tvarů, nebude zřejmě možné se vyhnout použití povrchových a objemových modelářů typu SWANS a BOXER.

Pro celkové hodnocení práce s DOGSEM je nutno uvést, že po překonání určité doby nutné ke zvládnutí obsluhy programu a po získání zkušeností s funkcemi nejdůležitějších příkazů a přepínačů může být práce konstruktéra vysoce urychlena a zefektivněna. Pro ilustraci možností: DOGS 2D obsluhuje celkem na 370 příkazů a přepínačů, DOGS 3D jich obsluhuje 230.

6. Zhodnocení možností a možných ekonomických přínosů

při využití grafické stanice

Současný stav navrhování sklářských výrobků a forem zachovává většinou následující postup. Nejprve umělecký návrhář - designér navrhne tvar budoucího výrobku. Ve formě náčrtku nebo skicy s hrubými kótami se tento návrh dostává do oddělení konstrukce forem. Konstruktor musí vytvořit vhodnou formu, která z vnitřní strany odpovídá vnějšímu povrchu požadovaného výrobku a z vnějšku je dána požadavky výroby, zvyklostmi a empirickými zkušenostmi. Hotová výkresová dokumentace je pak buď předána přímo do výroby nebo postoupena programátorovi NC strojů.

Ten naráží na obtížné problémy modelování některých složitých tvarů a dezénů do matematické podoby.

Návrh budoucího systému pro navrhování výrobků a forem založený na využití nejmodernější výpočetní techniky má následující podobu.

Návrhář navrhne výrobek pomocí grafické stanice s možným využitím standardních prvků uložených v archivu /dezény, dekorální ozdoby a pod./. Potom může sám provést přiřazení příslušného vnějšího tvaru formy a použít modelu výrobku pro vytvoření vnitřního povrchu formy. Spíše však tuto práci převezme opět konstruktor forem, který má s danou problematikou přece jenom větší zkušenosti než návrhář. Odpadá zde vytváření výkresové dokumentace, popřípadě stačí vytvářet pouze orientační výkresy /podobné jako v této práci, viz. přílohy/. Takto získaný tvar formy je dále možno převést na pracoviště programátora NC strojů, který vytvoří odpovídajícím způsobem výstupní program pro NC stroje ve formě děrné pásky či magnetického záznamu.

V této fázi odpadá mnohdy problémové převádění výrobku do matematického modelu, neboť sám výrobek je uložen v matematické formě v paměti počítače. To může ušetřit v některých případech skutečně velmi mnoho práce a času.

Hlavními výhodami této koncepce by bylo odstranění ruční práce konstruktéra a vytváření výkresů vůbec. Další výhodou je odstranění přenášení mezi jednotlivými pracovišti ve formě výkresů a přechod na přenášení modelů buď přímým spojením systémů, nebo přenášením na magnetickém médiu, které může uchovat daleko víc informací než výkres.

Nevýhodou /alespoň prozatím/ je to, že pro zajištění skutečných přínosů je třeba vytvořit síť takovýchto zařízení. Nemůže totiž postačit zavést jednu grafickou stanici a chtít ihned výsledky. V současné době, při využití jedné grafické stanice, lze možností tohoto systému využít pouze částečně - provádět návrh výrobku i formy na počítači a přenášet programátorovi NC strojů zejména údaje o přesné poloze klíčových bodů dezénu, které v současnosti často konstrukce neposkytuje a ani nemůže poskytovat v dostatečné míře.

Jednoznačné výhody poskytuje grafická stanice pro zvýšení inovační schopnosti a přispívá též ke zkrácení doby od návrhu do realizace výroby.

7. Z á v ě r

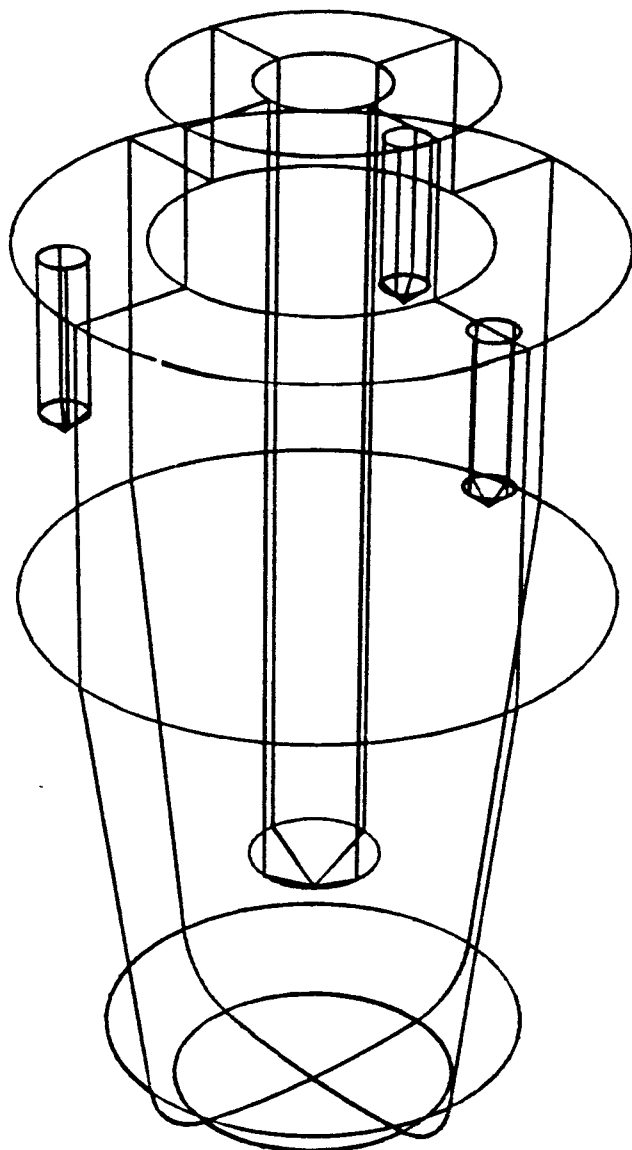
Počítačová grafika včleněná do systému CAD může přinést dnes tolik požadované zefektivnění práce konstruktérů a může se stát i mohutným impulsem nejen sklářskému průmyslu ale i ostatním oborům.

Zatímco dosud se stále více automatizovaly výrobní stroje, konstrukce setrvala na manuální úrovni u rýsovacích prken. Nyní se tedy objevuje prostředek, který v práci konstruktéra nahradí a odstraní některé rutinní činnosti.

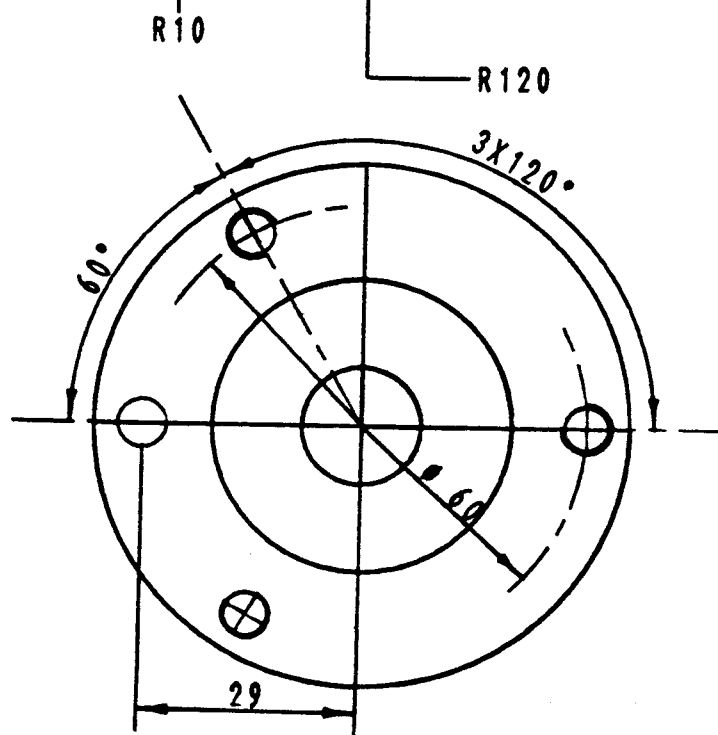
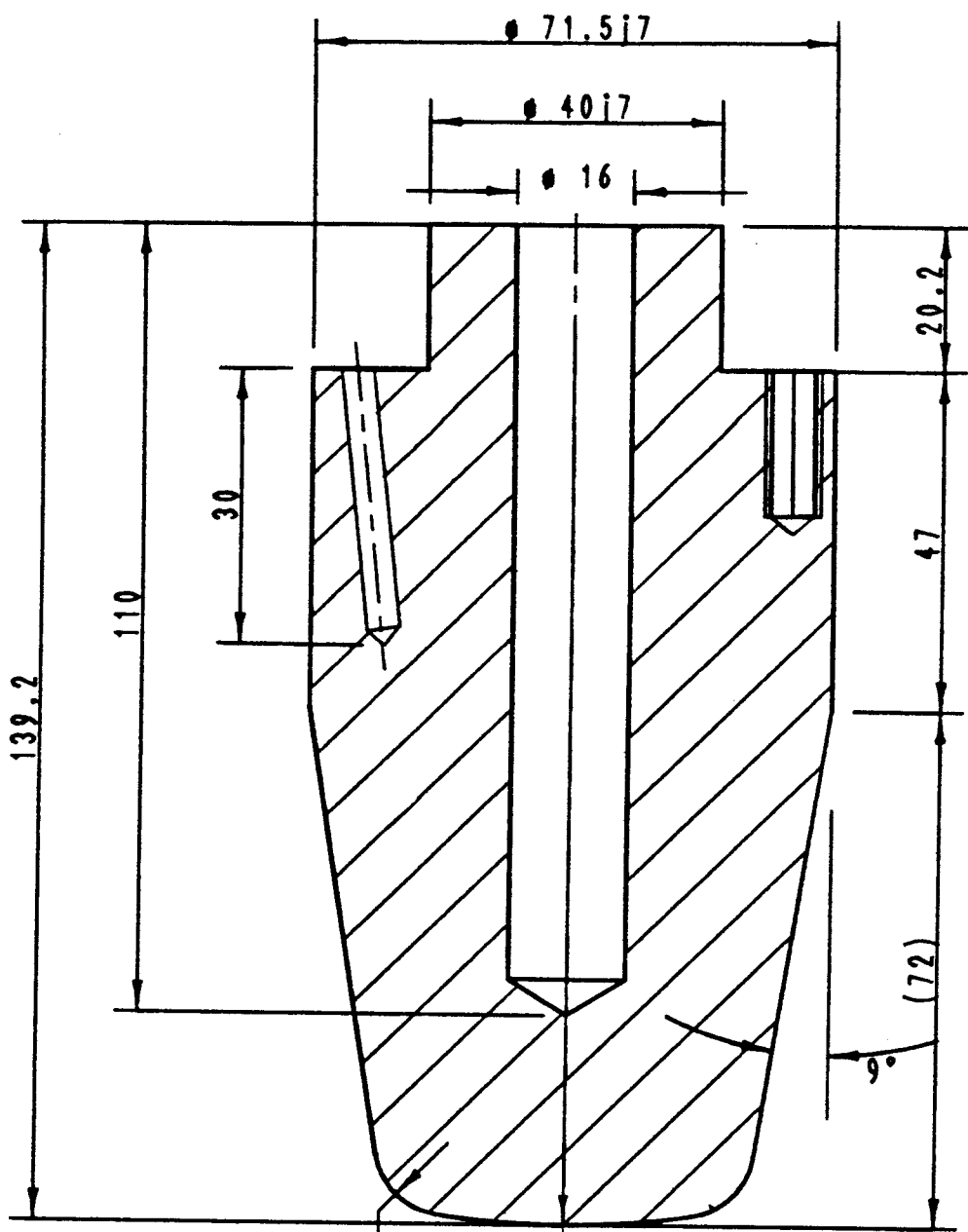
V zahraničí se již tato forma konstruování ujala a je tedy třeba, abychom ani my neztratili krok se světem.

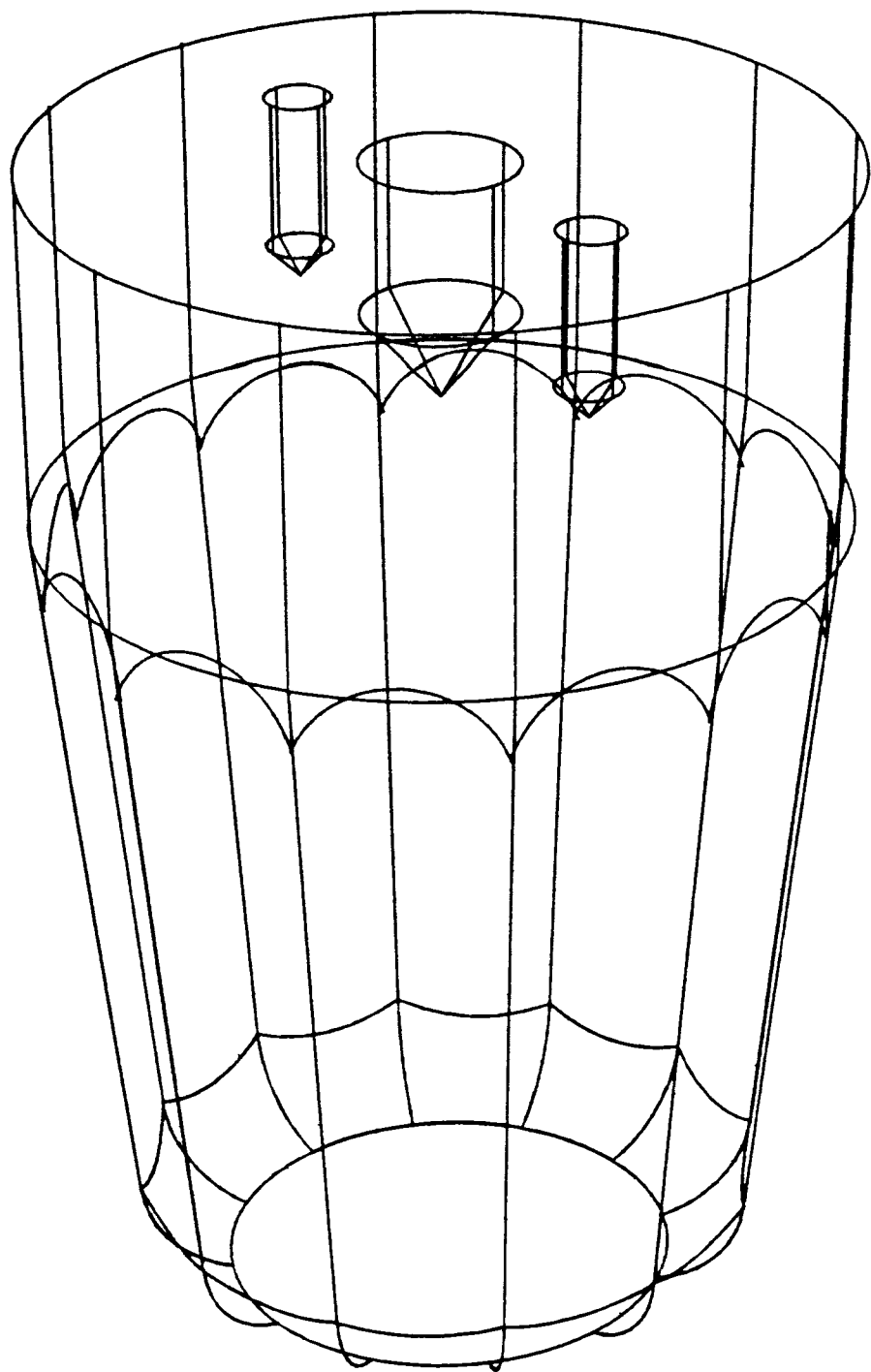
Použitá literatura :

- /1/ Jirman P. - Stránský Zd. : Strategie navrhování a optimalizace prostorových tvarů sklářských forem s podporou počítače /CAD/.
Sklář a keramik, 38,1988,
č. 9
- /2/ Křipač J. : Konstruování pomocí počítače.
Elektronika, 1989, č. 5
- /3/ Propagační materiály firmy PAFEC

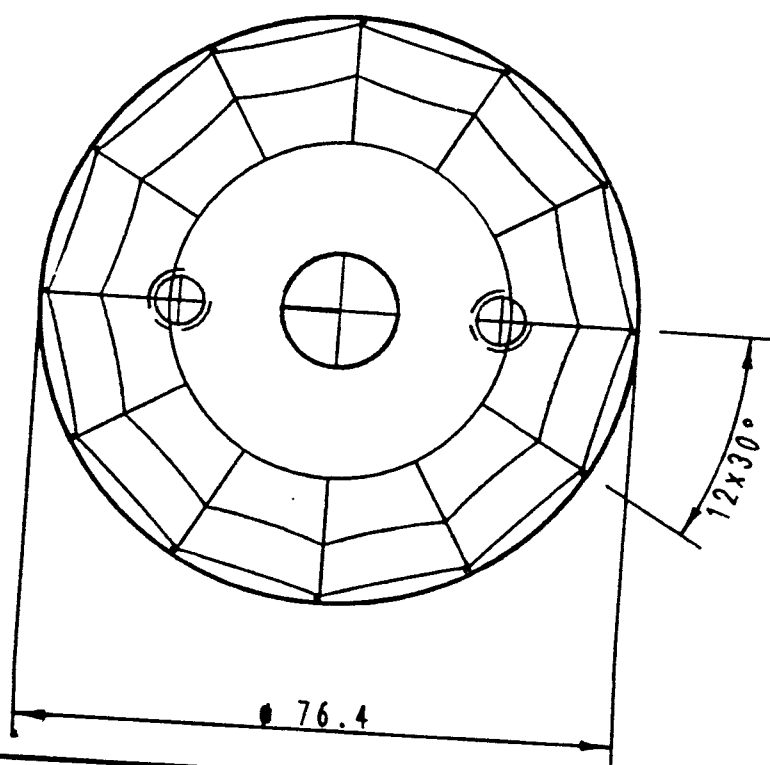
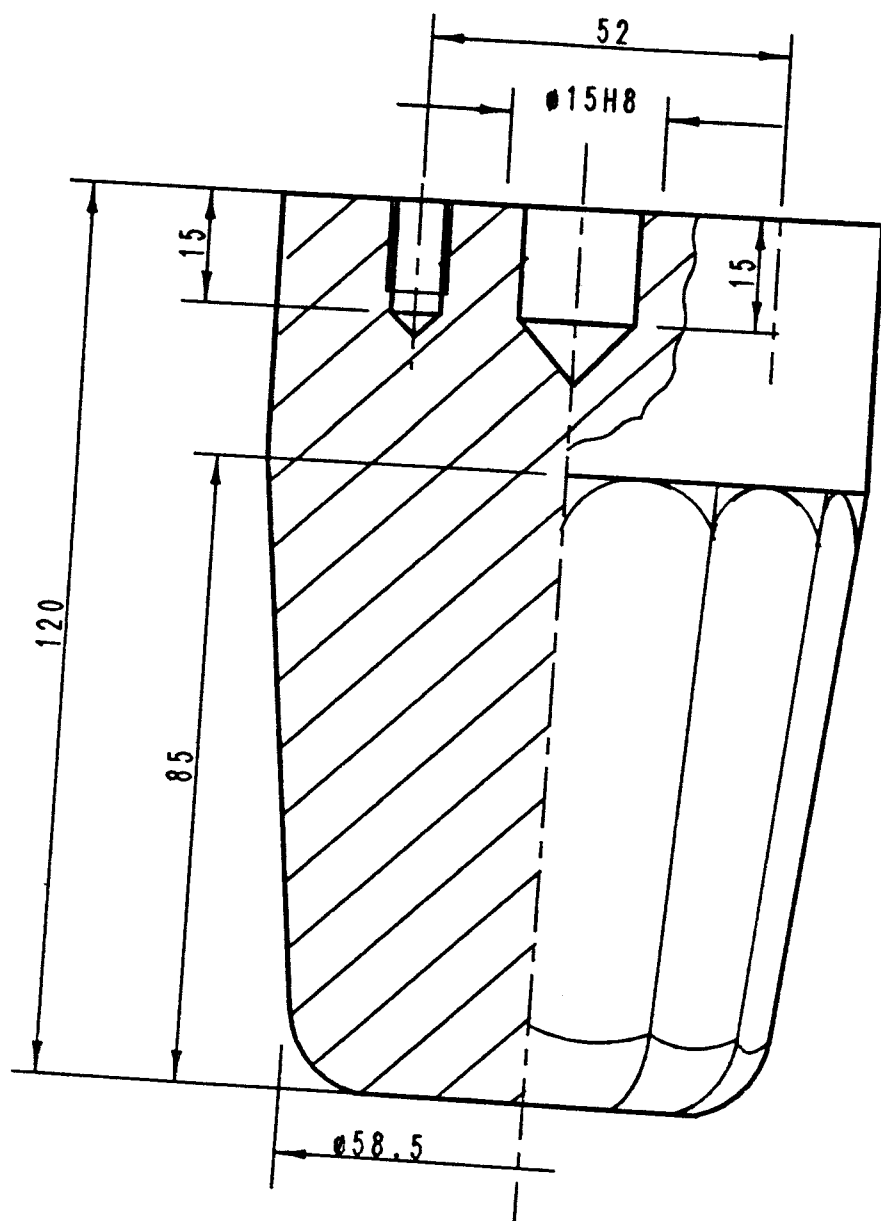


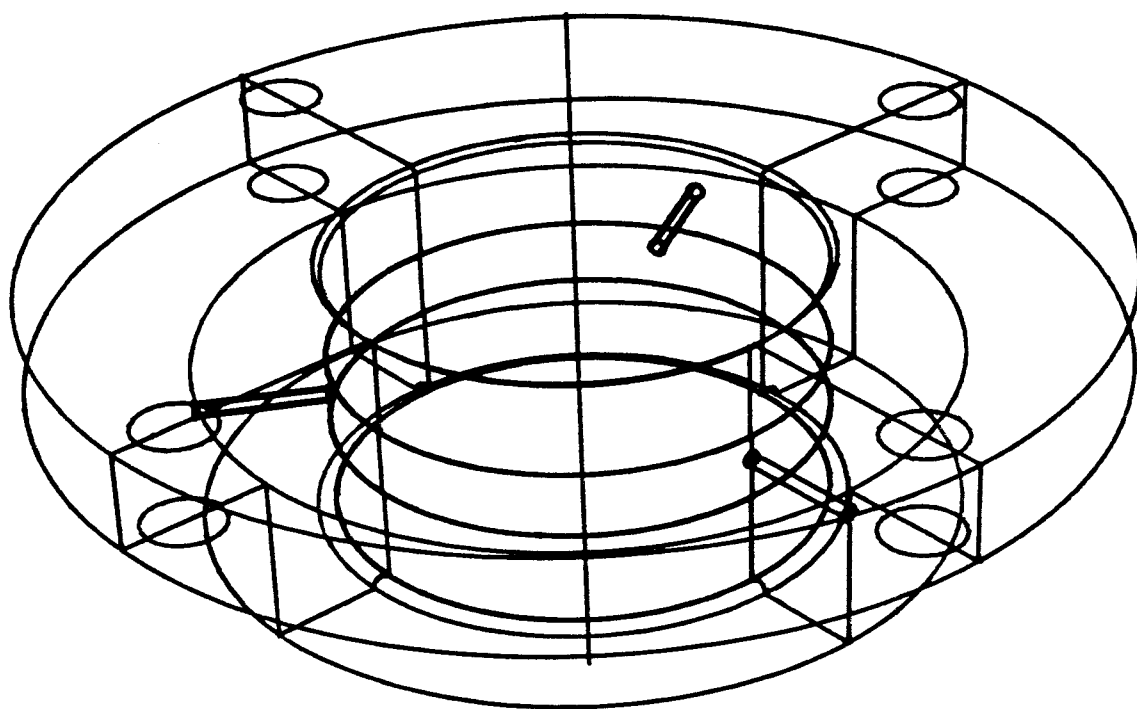
os.	Kusu	N a z e v	Material	Norma - rozmer	Poznamka
Maha		Cislo sestavy	Pozice	Jine udaje	
Meritko 1 : 1	Kreslil: <i>Bachtlik</i>				
	Kontroloval:				
	Kopiroval:				
	Vedouci:				
VSST LIBEREC		Nazev JADRO FORMY		Stary v. c.	Novy v. c.
				Cislo vykresu A3 - DP 161/89 - 01 - 01	





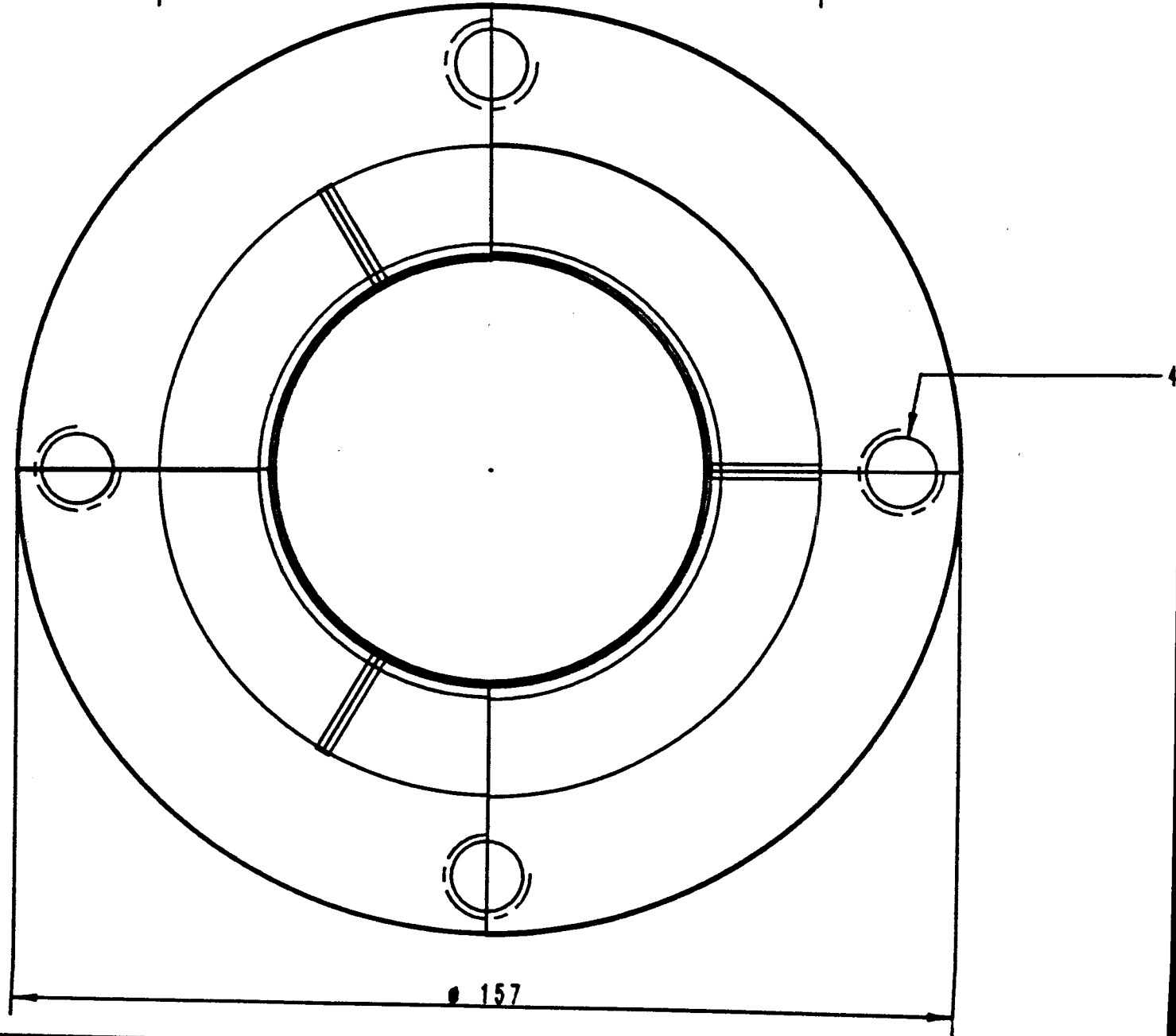
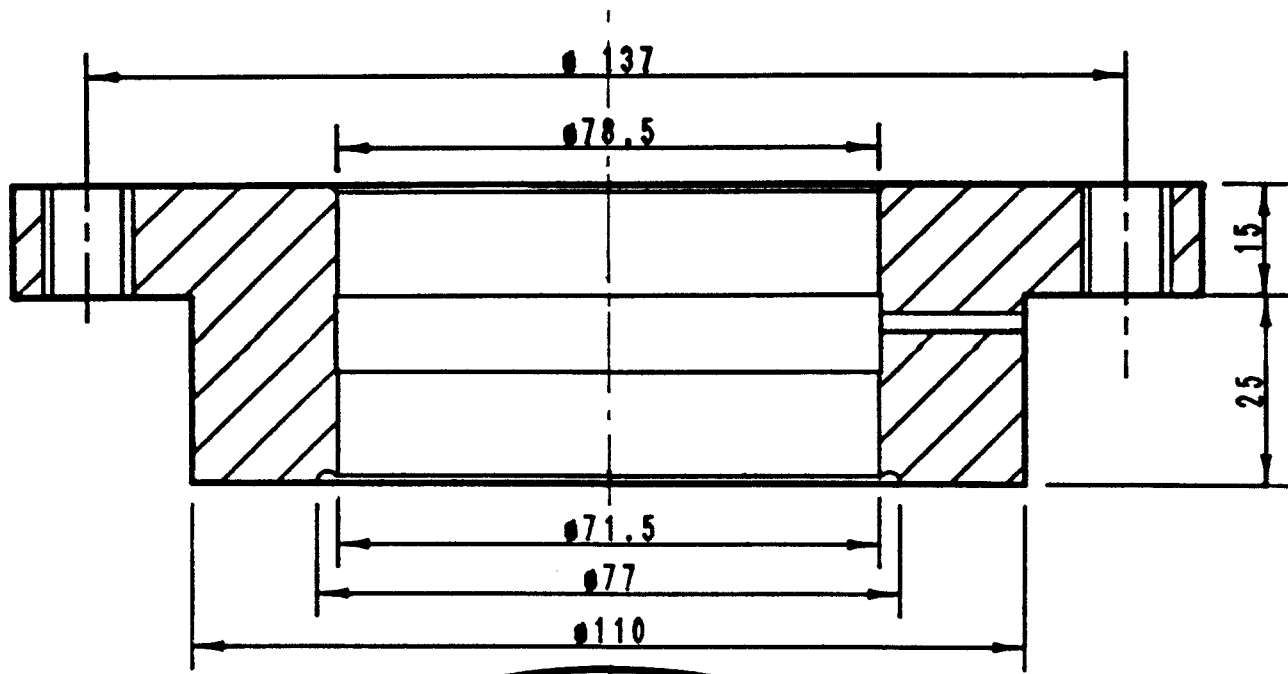
Pos.	Kusu	N a z e v	Material	Norma - rozmer	Poznamka
Vaha		Cislo sestavy	Pozice	Jine udaje	
Meritko 1 : 1	Kreslil: <i>Bachtlik</i>				
	Kontroloval:				
	Kopiroval:				
	Vedouci:				
VSST LIBEREC		Nazev ELEKTRODA		Stary v. c. Cislo vykresu A3 - DP 161/89 - 06 - 01	Novy v. c.

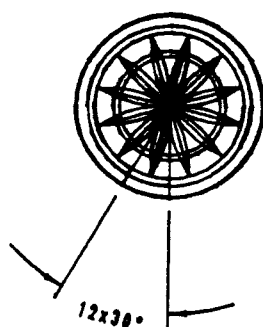
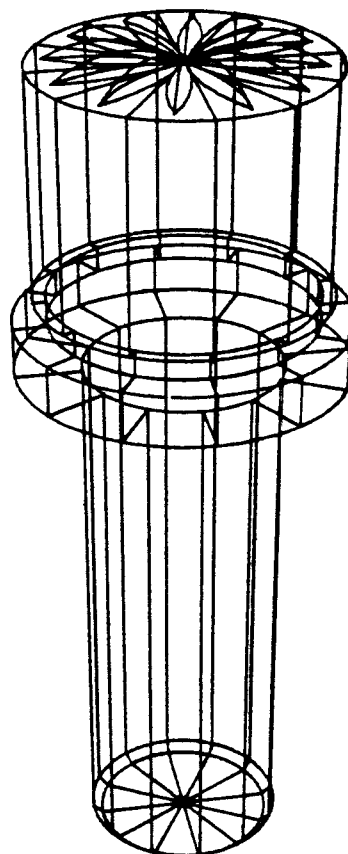
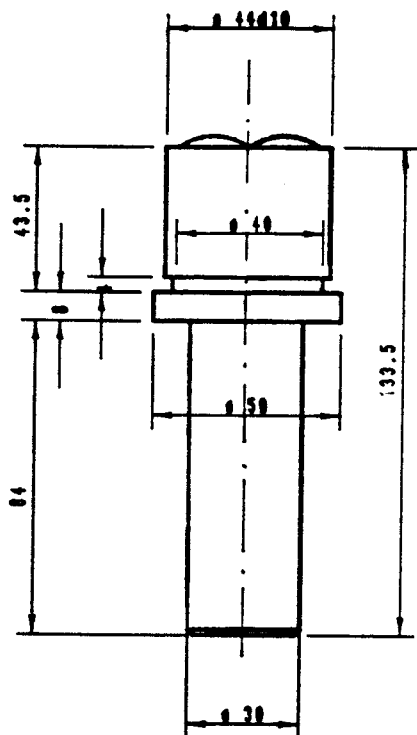




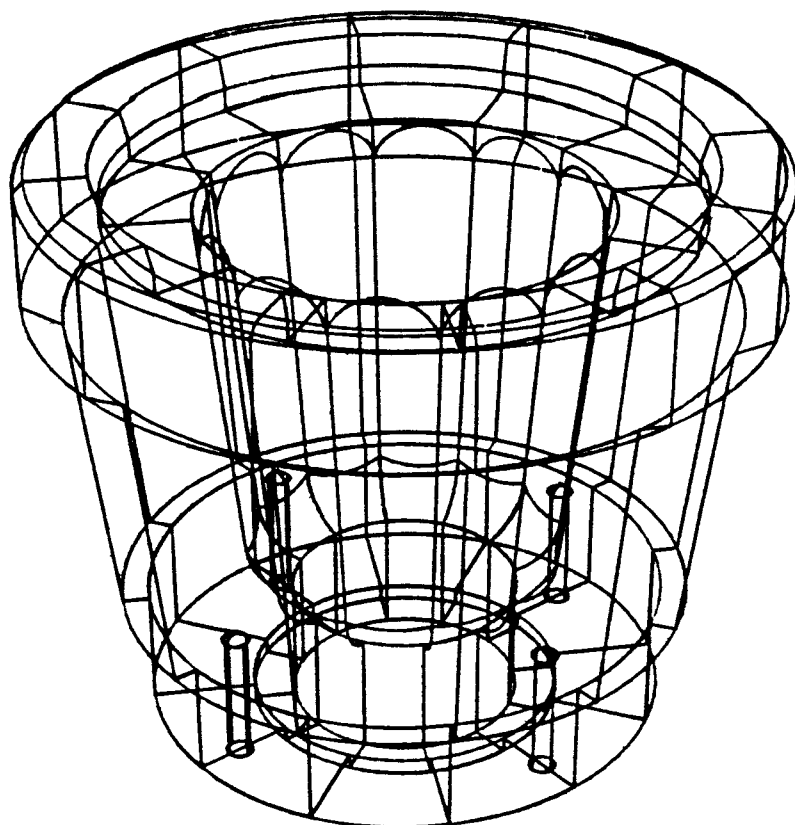
xM12

Pos.	Kusu	N a z e v	Material	Norma - rozmer	Poznámka
Váha		Císlo sestavy	Pozice	Jiné údaje	
Meritko 1 : 1	Kreslil: <i>Bachulek</i>				
	Kontroloval:				
	Kopíroval:				
	Vedoucí:				
VSST LIBEREC		Název KROUZEK		Starý v. c. Číslo výkresu A3 - DP161/89 - 04 - 01	Nový v. c.

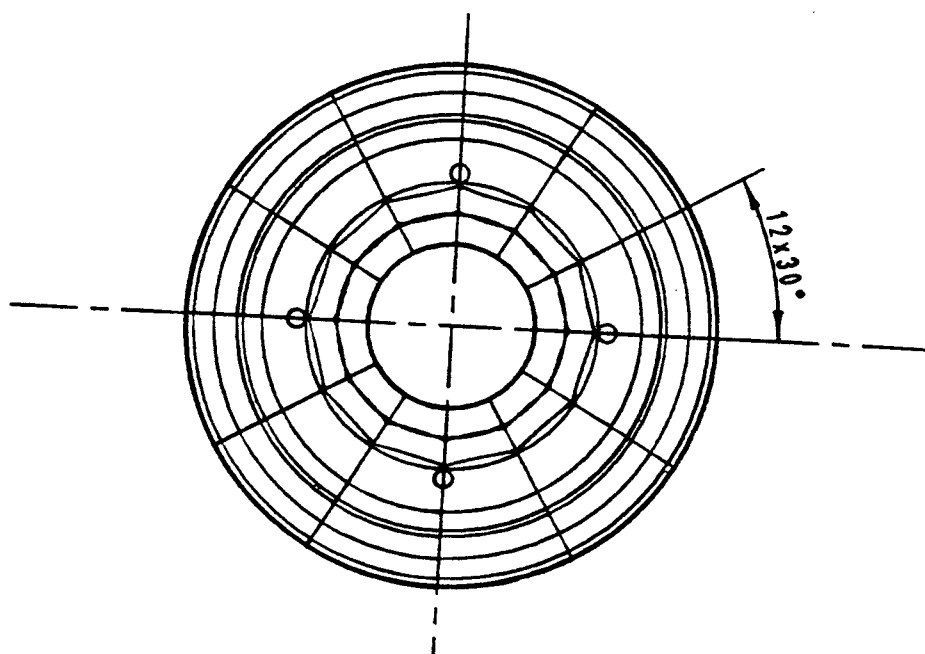
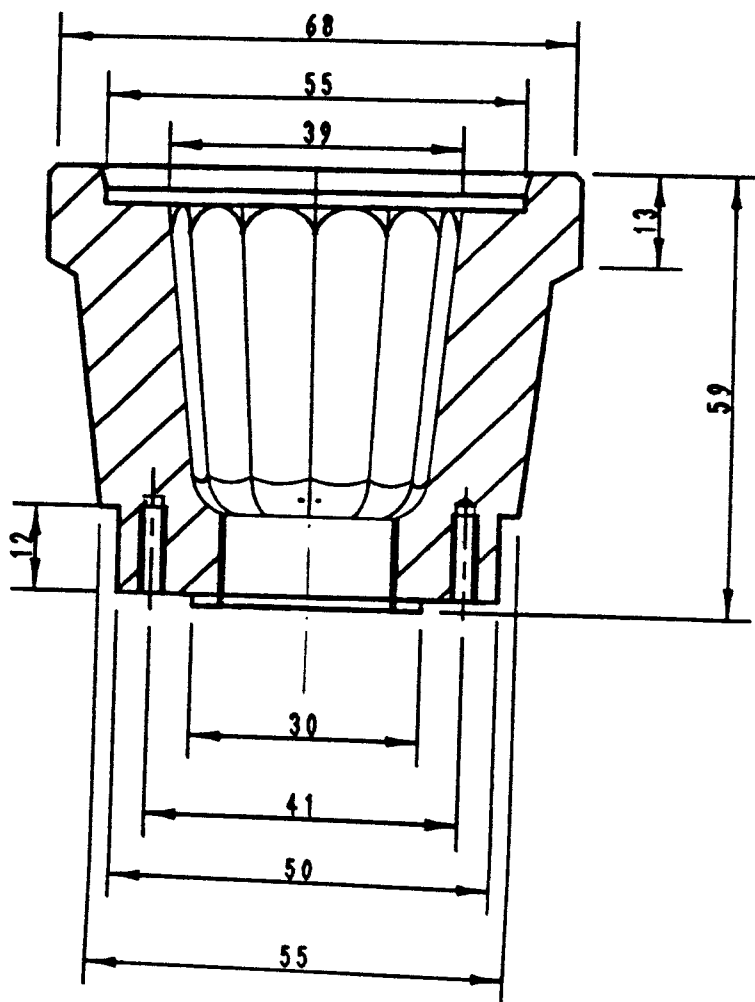


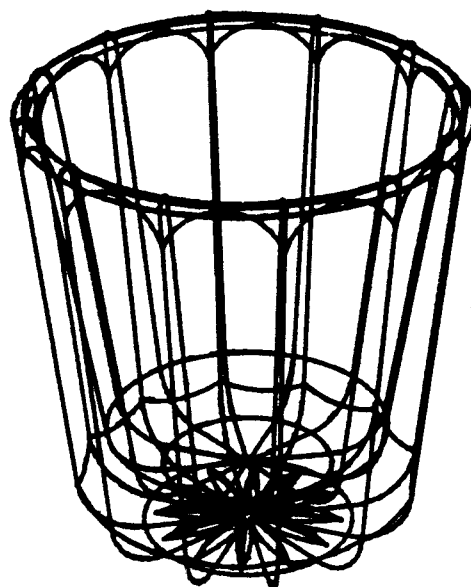
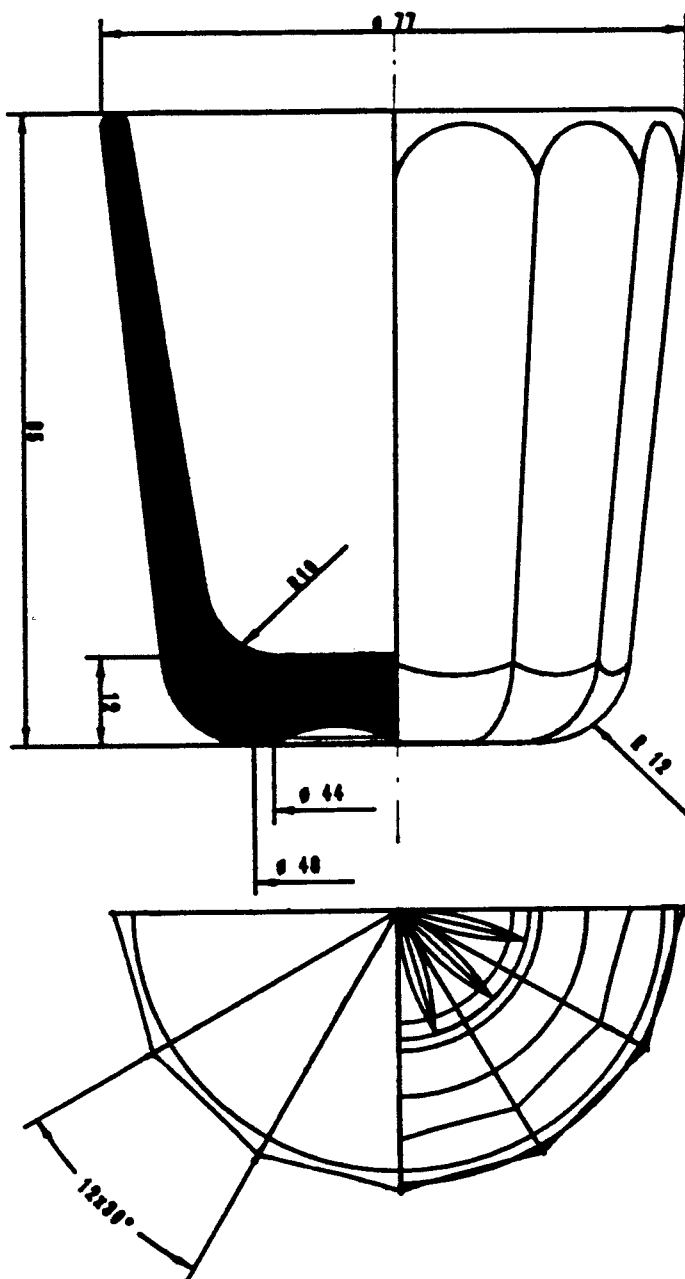


Pos.	Kusu	N a z e v	Material	Norma - rozmer		Poznamka	
Vaha		Cislo sestavy	Pozice	Jine udaje			
Meritko 1:2	Kreslil: <i>Bachulek</i>						
	Kontroloval:						
	Kopiroval:						
	Vedouci:						
VSST LIBEREC		Nazev DNO FORMY		Stary v. c.		Novy v. c.	
				Cislo vykresu A4 - DP 161/89 - 03 - 01			

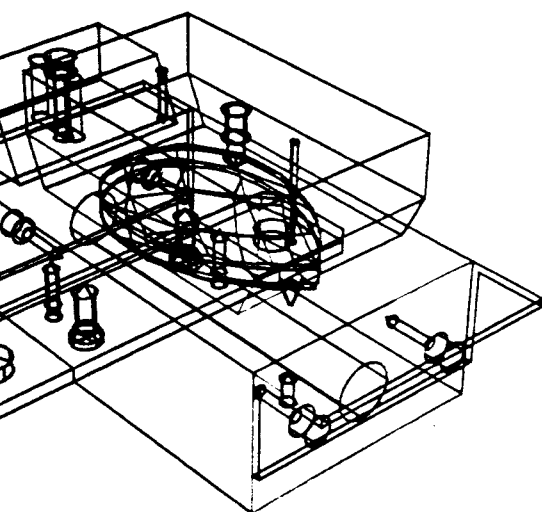
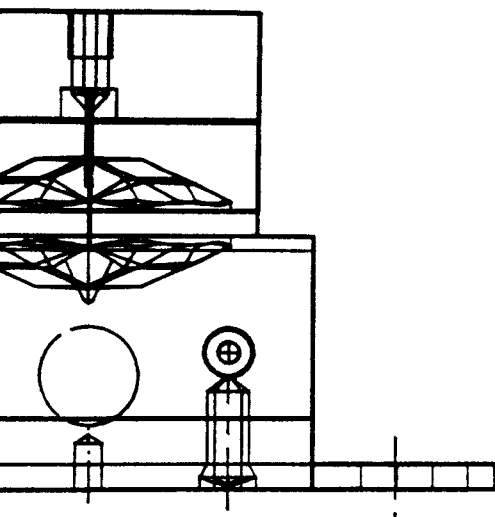


s. Kusu	N a z e v	Material	Norma - rozmer	Poznamka
ha	Cislo sestavy	Pozice	Jine udaje	
eritko	Kreslil: <i>Bachtlik</i>			
:2	Kontroloval:			
	Kopiroval:			
	Vedouci:			
VSST	Nazev	Stary v. c.		Novy v. c.
LIBEREC	FORMA	Cislo vykresu		
		A3 - DP 161/89 - 02 - 01		

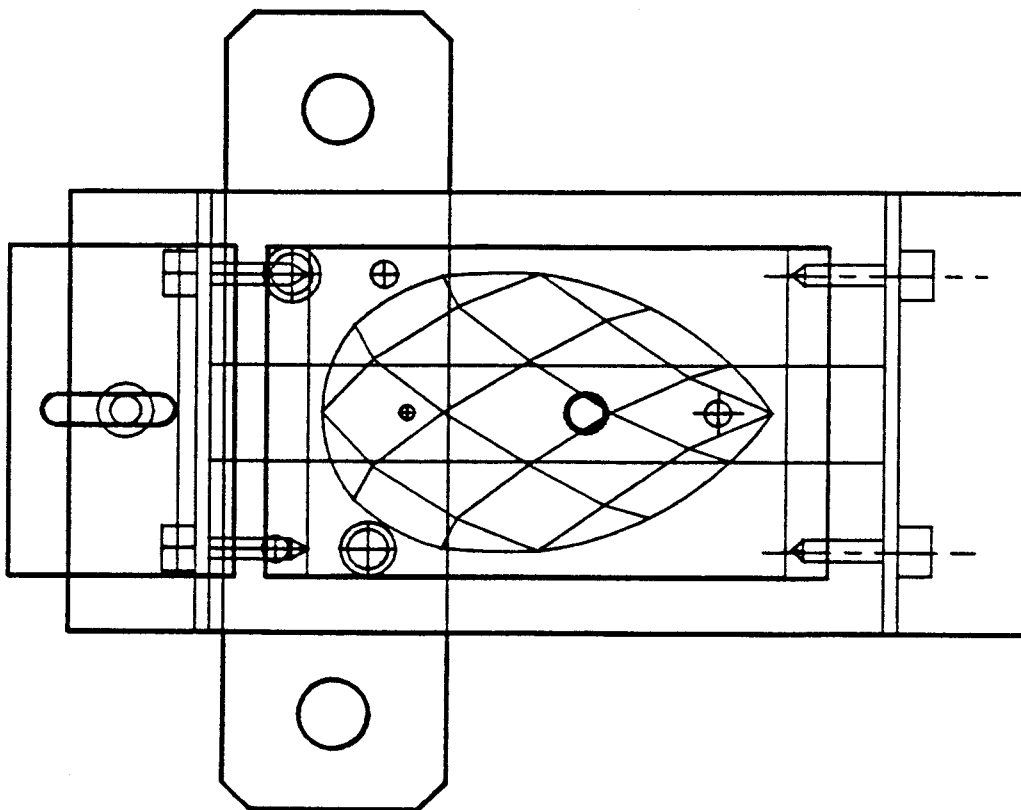
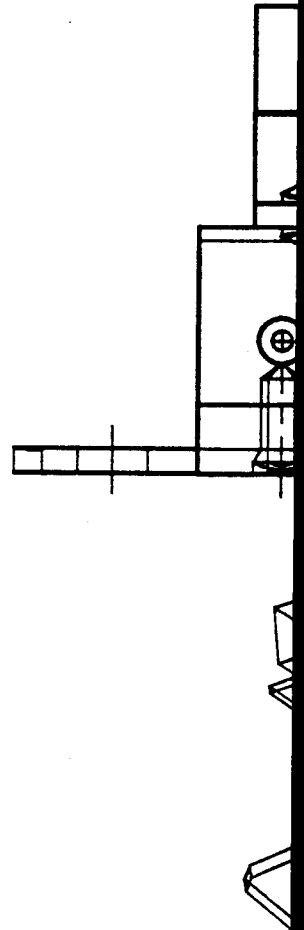
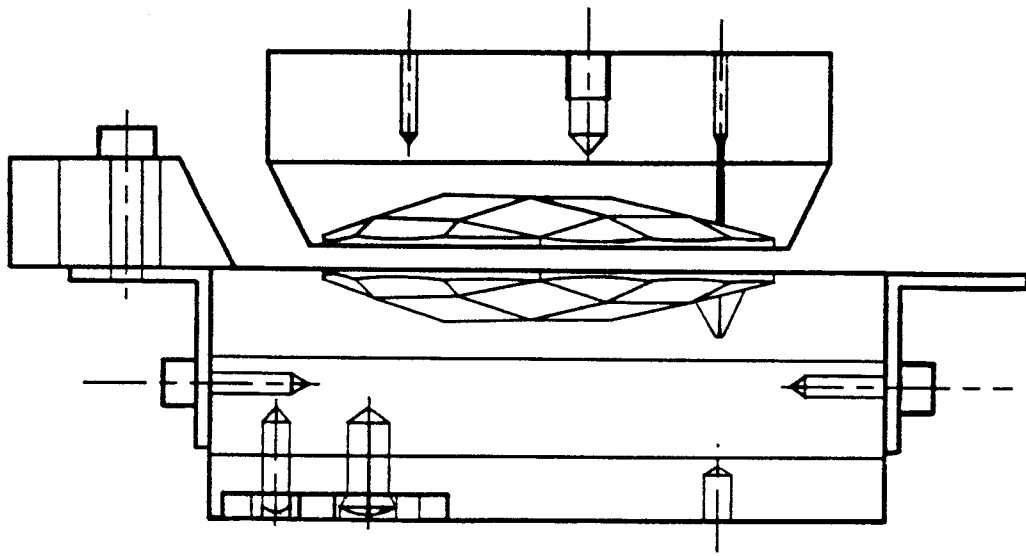


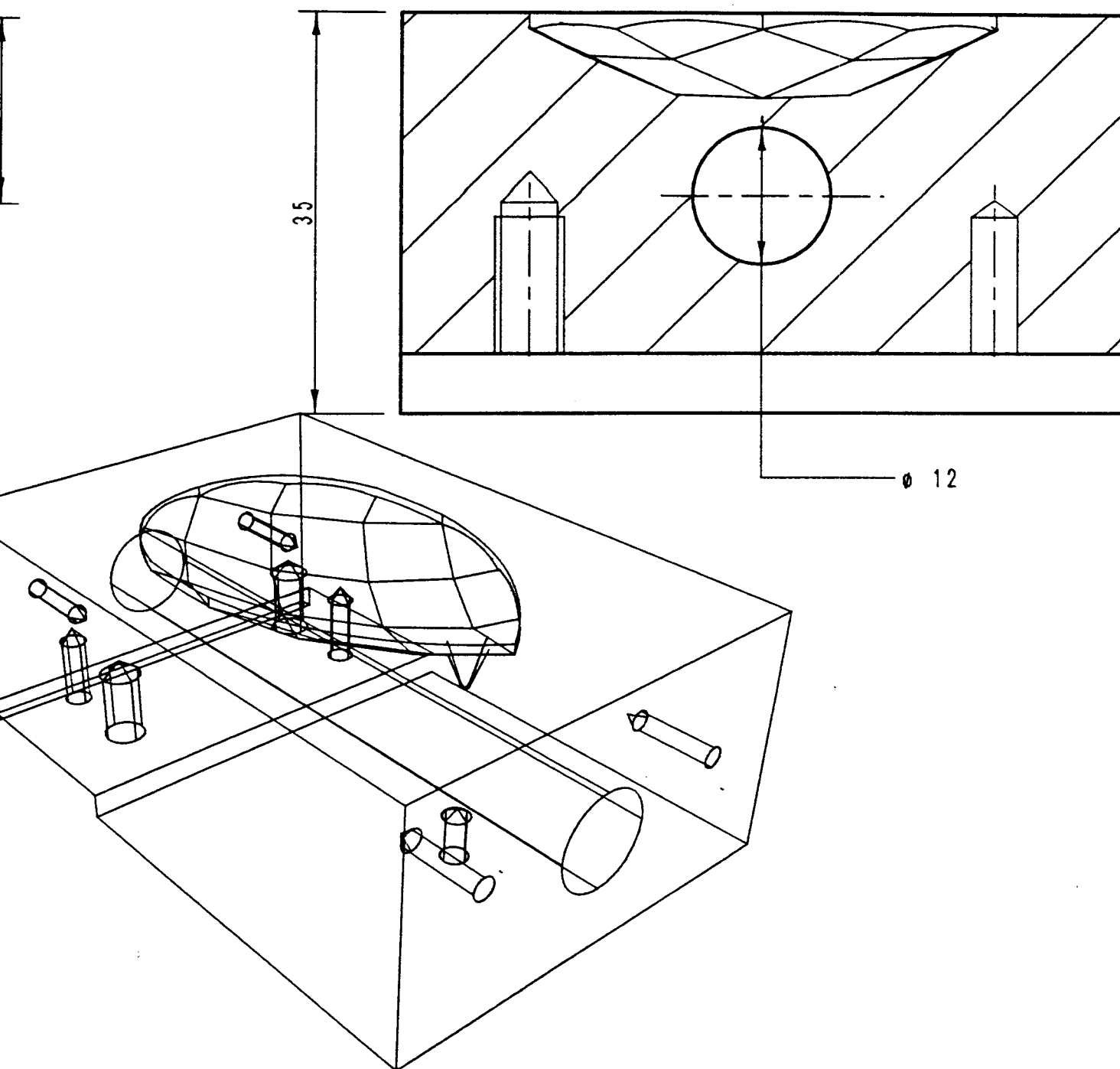


Pos.	Kusů	N a z e v	Materiál	Norma - rozměr	Poznámka
Věže		Číslo sestavy	Pozice	Jiné údaje	
Měřítka 1:1	Kreslil: <i>Bachálek</i>				
	Kontroloval:				
	Kopíroval:				
	Vydal:				
VSST LIBEREC		Název		Stary v. e.	Nový v. e.
		SKLENICE c. 24119A		Číslo výkresu A4 - DP 161/89 - 01 - 02	

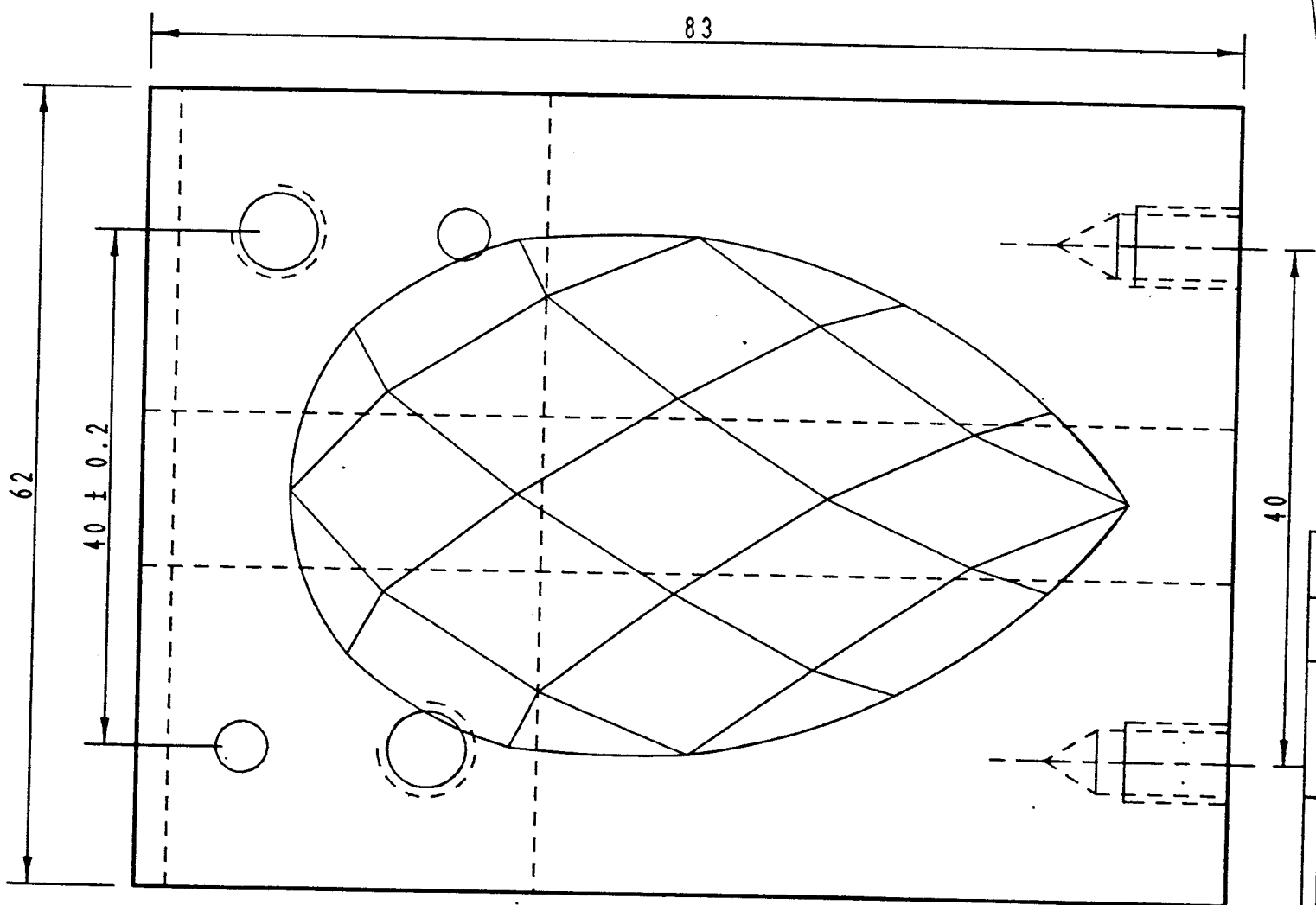
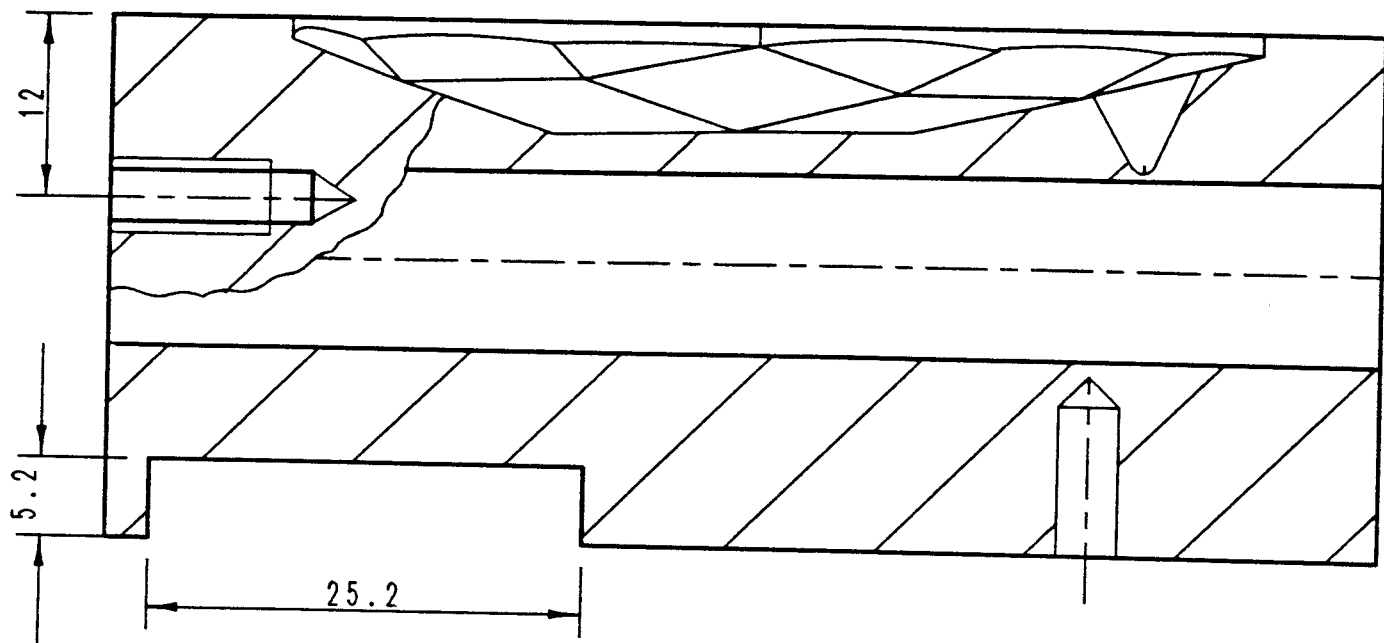


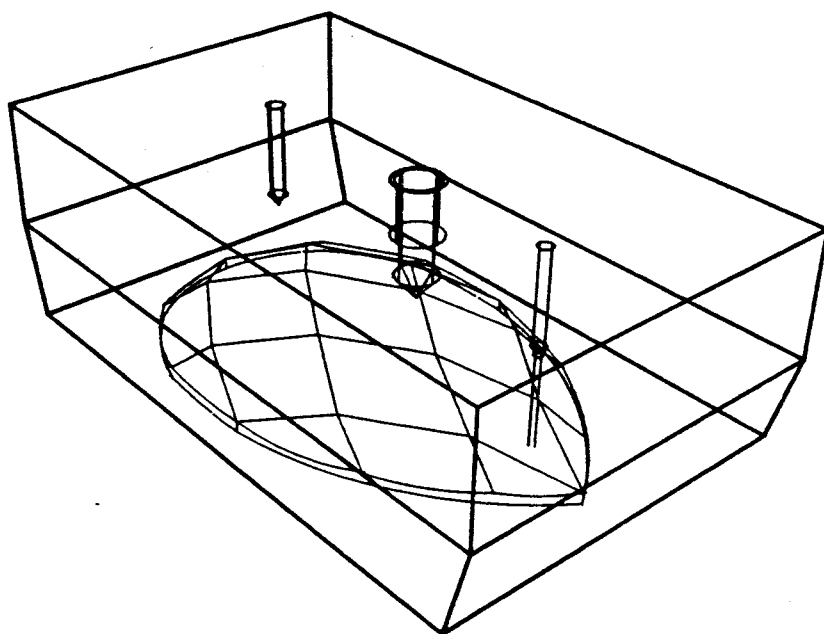
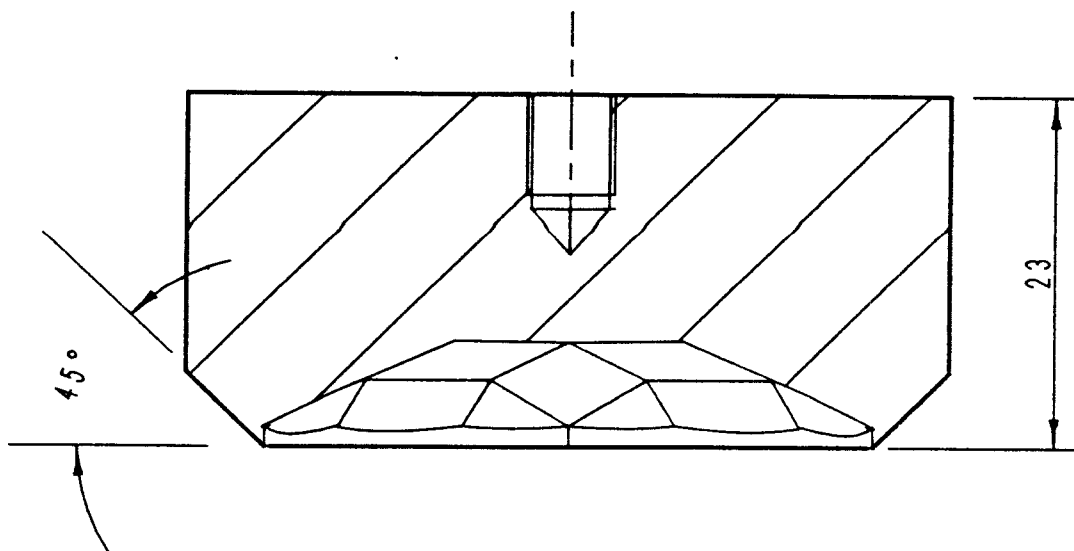
Pos.	Kusu	N a z e v	Material	Norma - rozmer	Poznamka
Jaha		Cislo sestavy	Posice	Jine udaje	
Meritko 1:1	Kreslil	Bachcik			
	Kontroloval				
	Kopiroval				
	Vedouci				
VSST LIBEREC		N a z e v SESTAVA FORMY		Stary v. c. Cislo vykresu A3 - DP 161/89 - 04 - 02	Novy v. c.



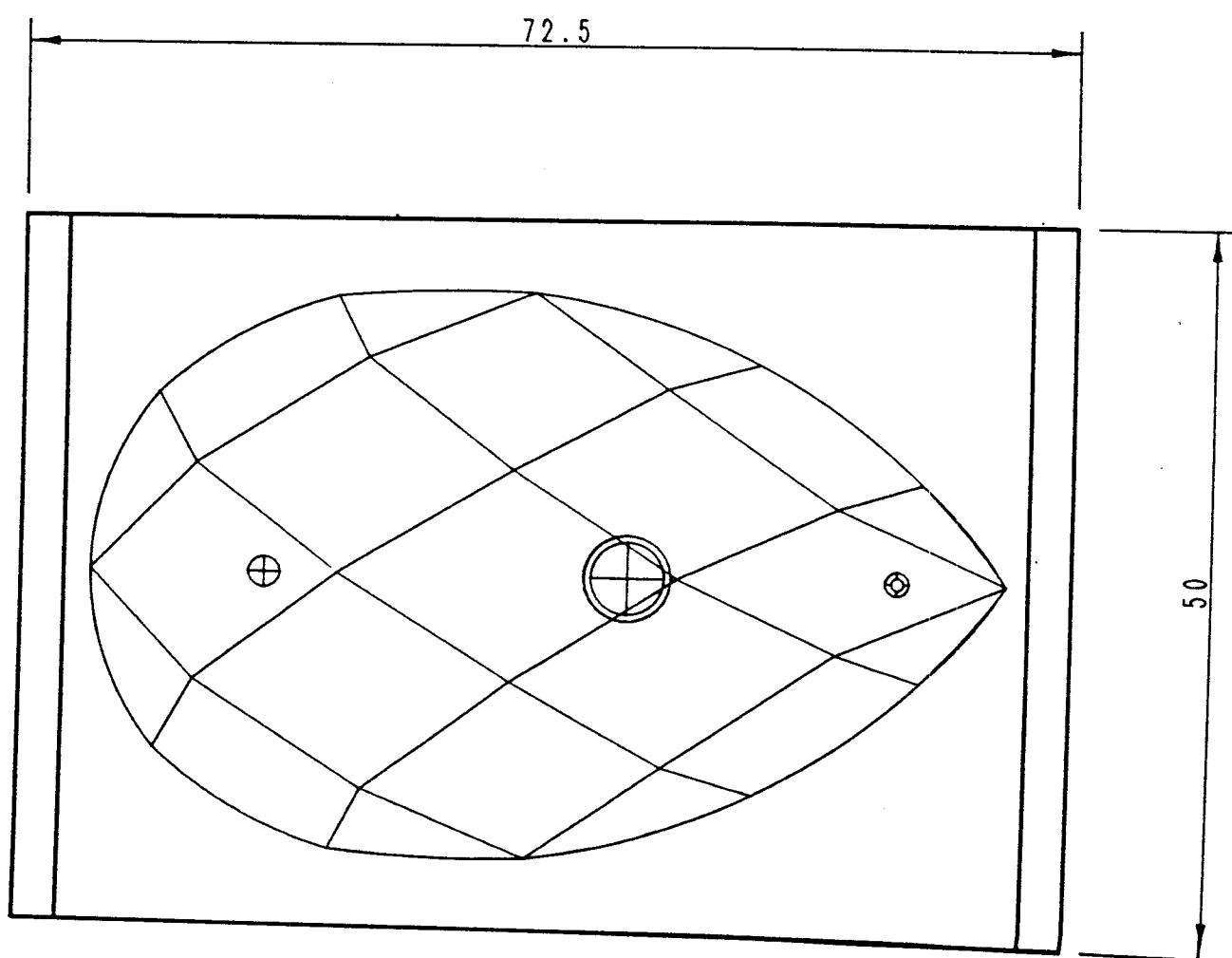
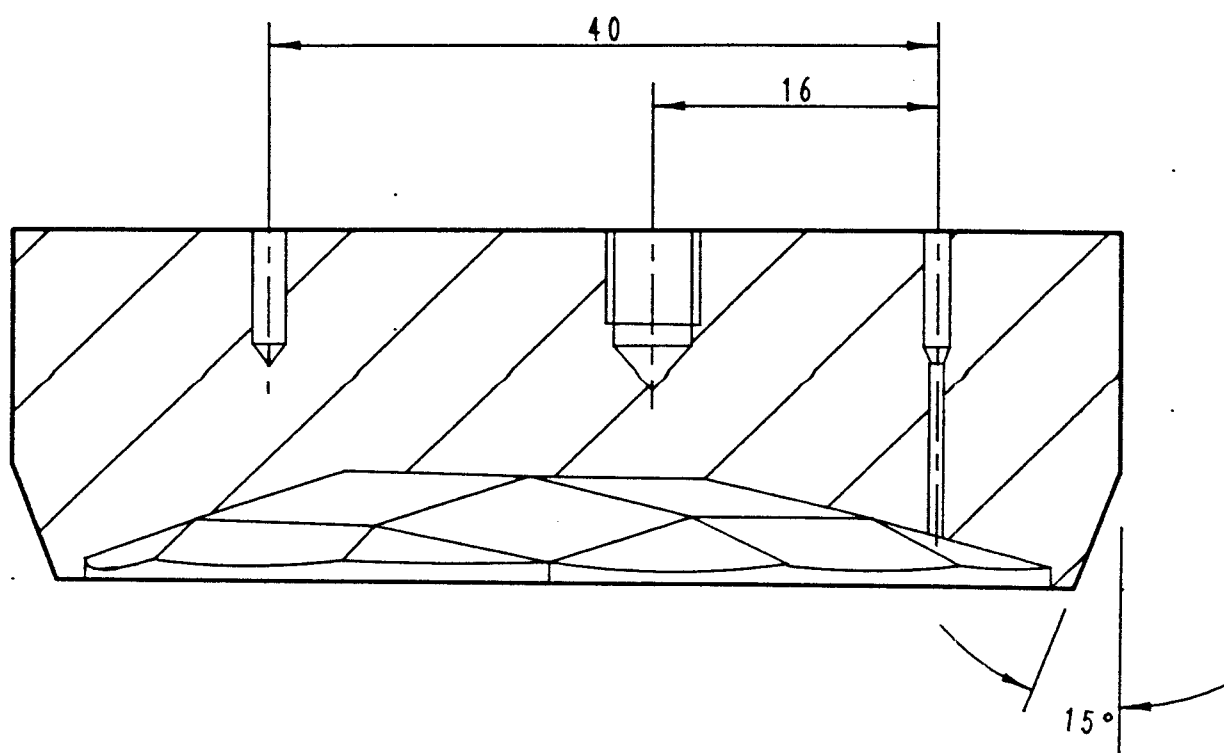


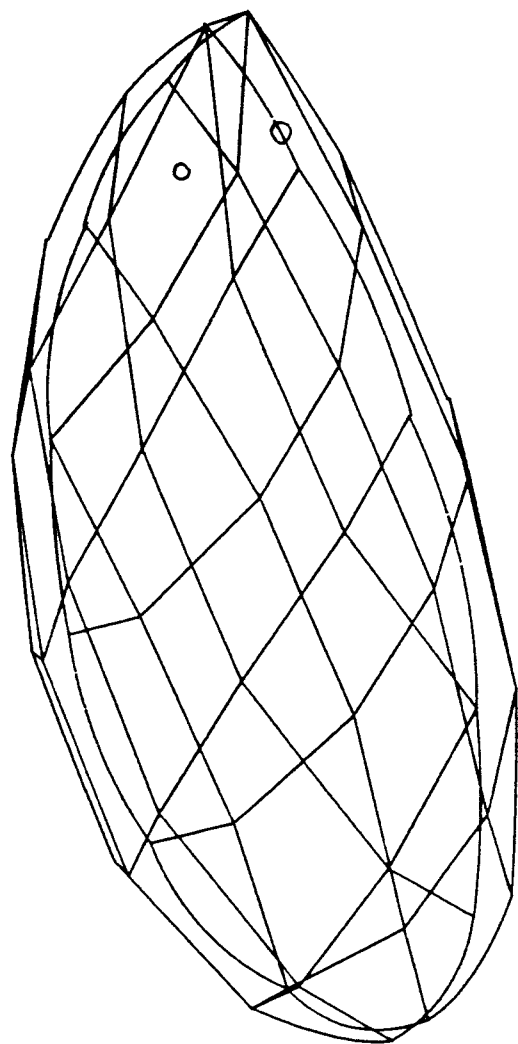
Kus.	Kusu	N a z e v	Material	Norma - rozmer	Poznamka
M a t e r i a l		Cislo sestavy	Pozice	Jine udaje	
Kresliko		Kreslil: <i>Bachtuk</i>			
2 : 1		Kontroloval:			
		Kopiroval:			
		Vedouci:			
VSST			Stary v. c.		Novy v. c.
LIBEREC			Cislo vykresu		
SPODEK FORMY			A3 - DP 161/89 - 02 - 02		



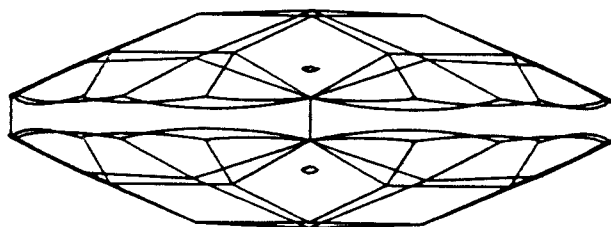
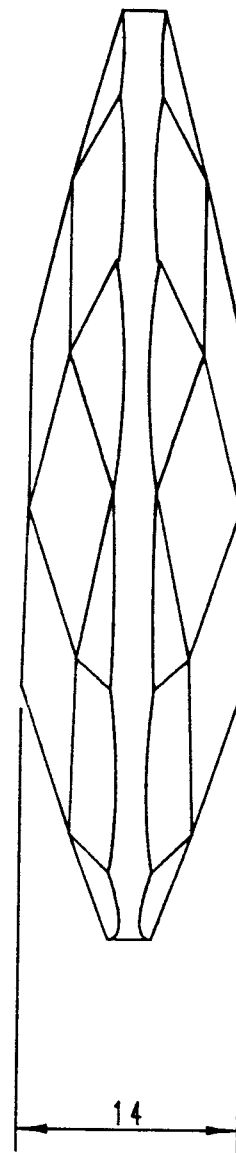
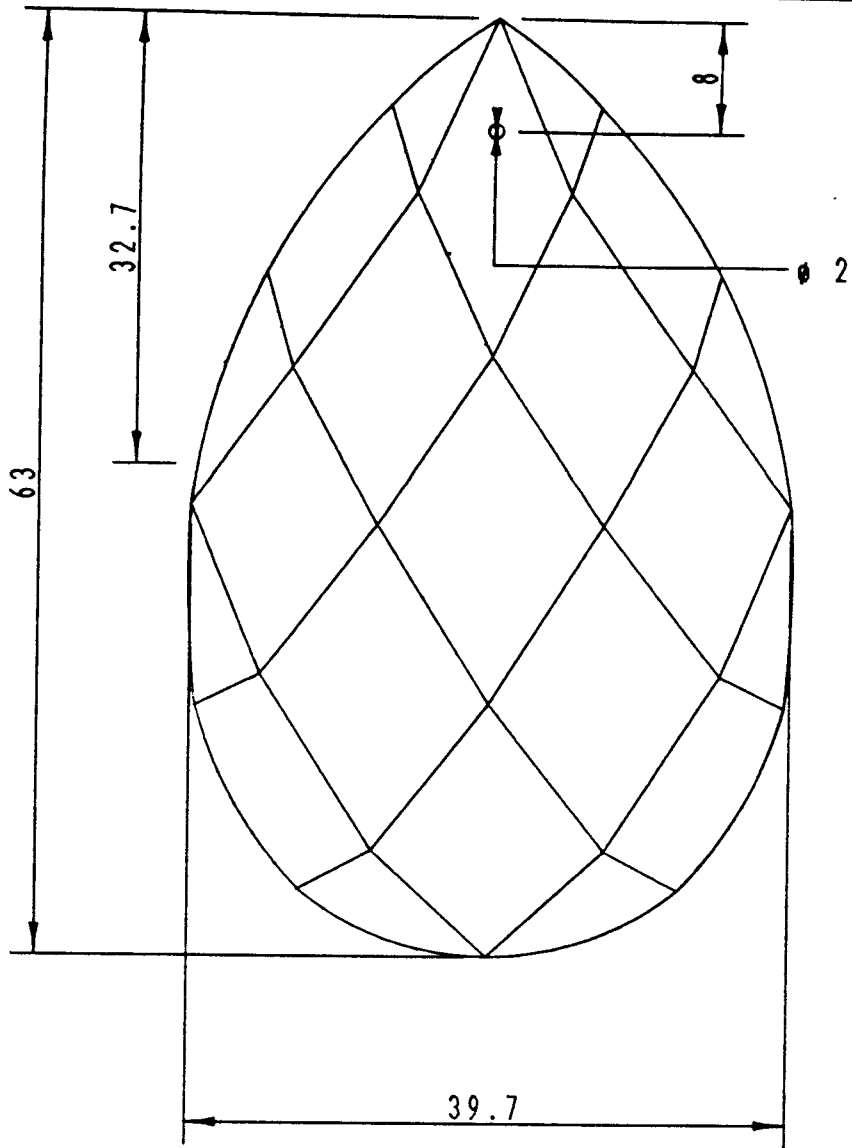


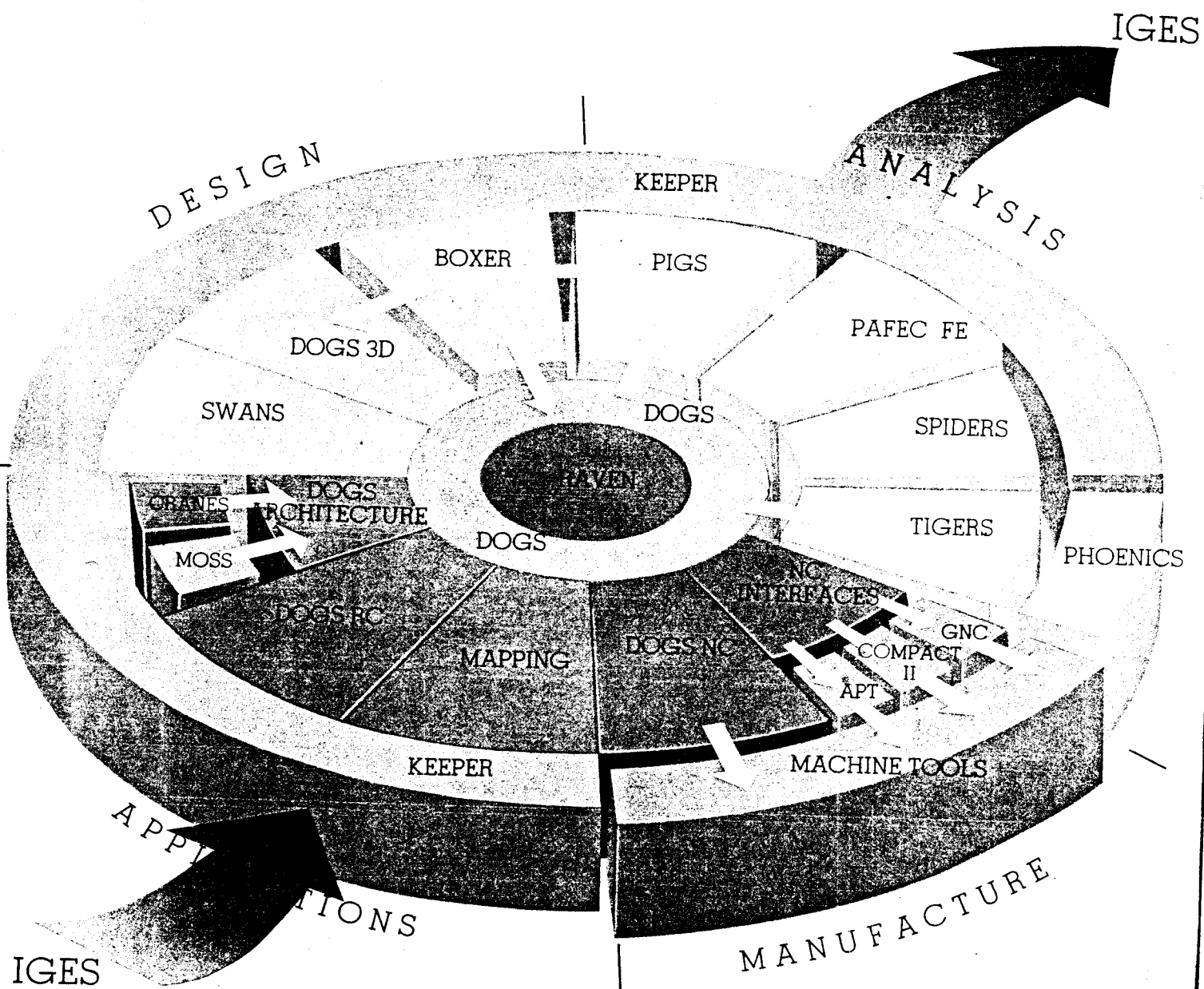
Pos.	Kusu	N a z e v	Material	Norma - rozmer		Poznamka
Vaha		Cislo sestavy	Pozice	Jine udaje		
Meritko 2:1	Kreslil: <i>Bachtık</i>					
	Kontroloval:					
	Kopiroval:					
	Vedouci:					
VSST LIBEREC		Nazev VRSEK FORMY		Stary v. c.		Novy v. c.
				Cislo vykresu A3 - DP 161/89 - 03 - 02		





Pos.	Kusu	N a z e v	Material	Norma - rozmer	Poznamka
Vaha		Cislo sestavy	Pozice	Jine udaje	
Meritko 2:1	Kreslil: <i>Bachtlik</i>				
	Kontroloval:				
	Kopiroval:				
	Vedouci:				
VSST LIBEREC			Nazev VACHTLE c. 505/2.5	Stary v. c. Cislo vykresu A3 - DP 161/89 - 01 - 02	Novy v. c.





"MOSS" is a registered trade mark of MOSS Systems Limited.