

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE DESIGN

NÁVRH A REALIZACE VÝUKOVÉ ÚLOHY POSTAVENÉ NA PŘEVODOVÝCH MOTORECH SEW EURODRIVE

DESIGN AND REALIZATION OF TUTORIAL BASED ON SEW EURODRIVE GEARMOTORS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN KANTOR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. MARTIN VRBKA, PH.D.

BRNO 2008

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá konstrukcí solárního trackeru z profilového systému MayTec, s využitím elektropohonů a příslušenství firmy SEW Eurodrive. V práci je popsán návrh laboratorní úlohy s využitím těchto prvků. V úvodu práce je seznámení s konstrukcemi solárních trackerů, které jsou podkladem diplomové práce. Další části jsou věnovány jednotlivým krokům v návrhu konstrukce a jejím variantám. Způsob řízení pohonů včetně schématického návrhu zapojení je poslední částí před zhodnocením práce po technologické a konstrukční stránce. V závěru je ekonomické zhodnocení navržené konstrukce.

KLÍČOVÁ SLOVA

servomotor, konstrukce, návrh, převod, frekvenční měnič, solární energetika, sluneční tracker, lineární pohon

SUMMARY

The thesis deals with a construction of solar tracker designed from the MayTec Profile System using SEW Eurodrive's electric actuation and accessories. The work describes the design of a laboratory assignment which uses these elements. In the preface information is provided about the construction of solar trackers on which the thesis is based. The next parts of the text are dedicated to each step of the construction design and its variants. A description of how to activate the drive and the design of the connection scheme are also included as well as the technological and construction evaluation. The conclusion contains an economical evaluation of the whole construction.

KEYWORDS

servomotor, construction, design, conversion, frequency transformer, solar energy, solar tracker, linear actuation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KANTOR, Martin. *Návrh a realizace výukové úlohy postavené na převodových motorech SEW Eurodrive*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 69 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Martin Vrbka, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tuto diplomovou práci jsem napsal sám za pomoci mého vedoucího diplomové práce Ing. Martina Vrbky, Ph.D. a za pomoci literatury uvedené v seznamu použitých zdrojů.

V Brně, dne 10.5.2008

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat všem lidem, kteří mi při tvorbě diplomové práce napomáhali a přinášeli užitečné rady. Zejména bych vyzvednul mé spolužáky, kteří mi přinášeli užitečnou kritiku a rady při sestavování úlohy. Dále bych chtěl poděkovat zaměstnancům firem SEW Eurodrive CZ s.r.o. a Amtek s.r.o., kteří mi podali důležité informace a rady, bez kterých by nebylo možno sepsat tuto práci.

OBSAH

Obsah	11
Úvod	13
1 Přehled současného stavu poznání	14
1.1 Základní informace	14
1.2 Pohyby a úhly	14
1.3 Konstrukce trackeru	16
1.3.1 Základní rám	16
1.3.2 Polohovací jednotky	16
1.3.3 Fotovoltaický panel	17
1.3.4 Ostatní komponenty	18
1.4 Nepohyblivá konstrukce	18
1.5 Pohyblivá konstrukce	19
1.6 Porovnání pohyblivé a nepohyblivé konstrukce	20
2 Formulace řešeního problému a jeho technická a vývojová analýza	22
3 Vymezení cílů práce	23
4 Návrh metodického přístupu k řešení	24
5 Návrh variant řešení a výběr optimální varianty	25
5.1 Zamítnuté varianty	25
5.1.1 Měřicí úloha	25
5.1.2 Pohybový stůl	26
5.1.3 Zakladač materiálu	26
5.1.4 Otočný dopravník	27
5.2 Rozvíjená varianta	28
5.3 Optimální varianta	31
6 Konstrukční řešení	32
6.1 Rámu panelu	33
6.2 Naklápěcí mechanismus	35
6.3 Sloup	37
6.4 Držáky lineárního pohonu	39
6.5 Lineární pohon	41
6.6 Otočné uložení	43
6.7 Základový rám	45
6.8 Otáčecí pohonná jednotka	46
6.9 Popis pohonů a příslušenství	48
6.9.1 CMS Elektrický válec CMS50S	48
6.9.2 Kuželočelní servopřevodovka BSHF202 DS56M	49
6.9.3 MOVIDRIVE® měnič MDX61B a jeho příslušenství	49
6.9.4 Obslužný terminál DOP11B	50
6.10 Schéma zapojení	51
6.11 Kontrola prohnutí profilů	53
7 Konstrukční, technologický a ekonomický rozbor řešení	55
7.1 Konstrukční rozbor	55
7.2 Technologický rozbor	57

7.3 Ekonomický rozbor	58
7.4 Závěr	62
Seznam použitých zdrojů.....	63
Seznam použitých zkratk, symbolů a veličin	65
Seznam obrázků a grafů.....	66
Seznam tabulek.....	68
Seznam příloh.....	69

ÚVOD

Dnešní svět se stává každým dnem stále více energeticky náročnější. Závislost člověka na elektrické energii je tak vysoká, že si dnešní populace již prakticky nedokáže představit život bez elektrického proudu. Člověk již od pradávna hledal různé suroviny, které by přeměňoval buďto v tepelnou energii nebo v pozdějších dobách na energii elektrickou. Dnešním trendem v energetickém průmyslu je zisk energie s co nejmenším poškozením okolního prostředí. V poslední době se začíná prosazovat trend takzvané „Zelené energie“. Jedná se v podstatě o čistou energii větru, vody a Slunce. V této práci jsem se zaměřil na energii pocházející ze Slunce ve formě slunečního záření.

Princip přeměny sluneční energie v energii elektrickou je znám již z první poloviny 19. století, kdy byla fotovoltaika objevena francouzským fyzikem Alexandre Edmond Becquerelem. První panely přeměňující sluneční energii však spatřily světlo světa až v 60. letech 20. století. Trvalo však několik desítek let, než se začalo masově solárních panelů využívat.

V dnešní době jsme již o něco dále a začínáme experimentovat s pokročilejšími systémy výroby energie. Jedním z nich je právě v této práci popisovaný sluneční tracker. Principem slunečního trackeru je jeho pohybová závislost na sluneční dráze, takže vlastně dokáže zefektivnit výrobu energie v průběhu dne/roku.

Při vypracovávání této práce se mi nabídla zajímavá myšlenka skloubit téma práce s tímto odvětvím a využít tak pohonných jednotek firmy SEW Eurodrive ke zkonstruování laboratorní úlohy vycházející v principu právě ze slunečního trackeru. V práci se dala aplikovat jak možnost realizovat zajímavý projekt, ale i zároveň docílit požadovaného použití pohonů firmy SEW a jejich příslušenství včetně řízení.

Od začátku bylo jasné, že řízení a zakomponování elektropohonů do trackeru nebude jednoduché, ovšem s možností spolupráce s odborníky z firmy SEW se otevřela cesta, jež musela dojít ke správnému výsledku.

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

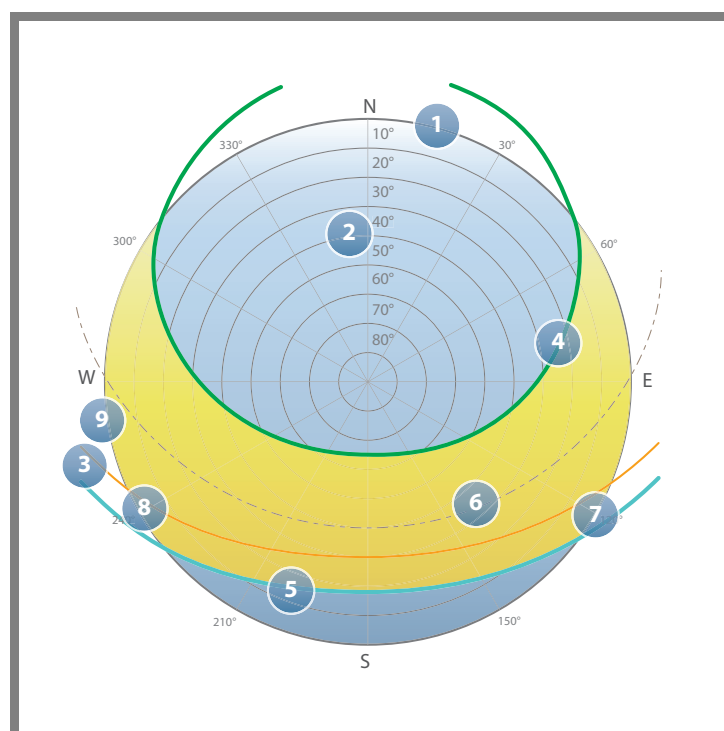
Tato kapitola vysvětluje základní požadavky na konstrukce, definici systému, polohové informace, konstrukční charakteristiku a stručně ukazuje přehled některých systémů, které jsou komerčně využívány. Dále je zde uveden rozdíl mezi nepohyblivou a pohyblivou instalací.

1.1 Základní informace

Solar Trackery (sluneční trackery, sledovače slunce, sluneční polohovací systémy) jsou systémy určené nejen pro fotovoltaické panely. Tracker je kompletní řešení pro výrobu „čisté“ energie jež pochází ze Slunce, které je od Země vzdáleno miliony kilometrů. Výstižný popis trackeru podle [1] zní takto, cituji: „*Solar Tracker je naklápěcí a otočné zařízení řízené ve dvou osách, určené pro pozemní aplikace. Je vhodná pro různé typy solárních fotovoltaických modulů*“. K této citaci bych dodal ještě informaci, že použití jen a pouze u fotovoltaických modulů není již zcela pravda, např. americká firma Stirling Engineering Systems Inc. [2] přišla s jinou filozofií jak získávat energii ze slunce a proto osazuje trackery zrcadli nikoliv fotovoltaickými moduly.

1.2 Pohyby a úhly

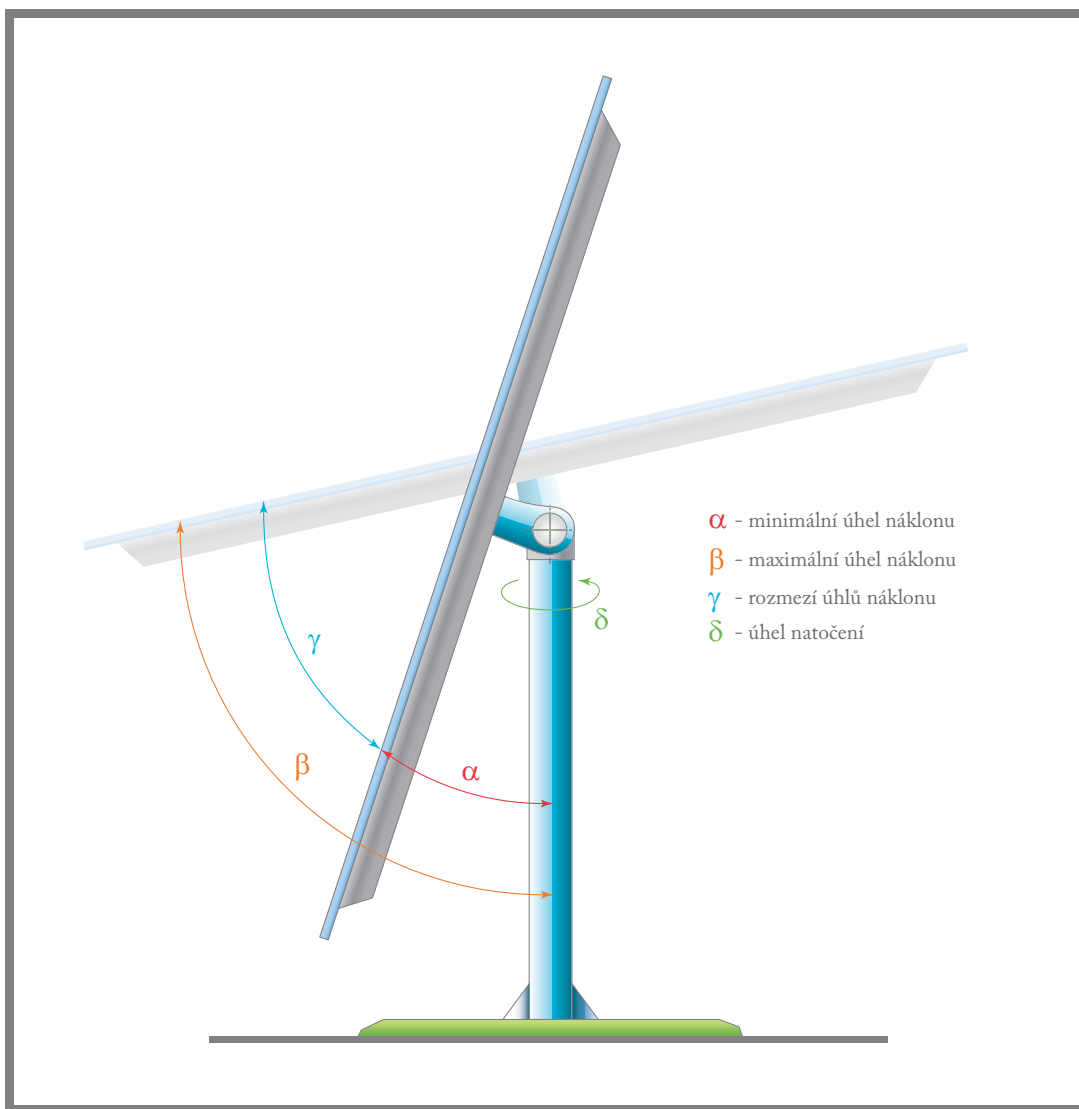
Tracker je schopen provádět rotační pohyb kolem svislé (vertikální) osy a otáčivý pohyb kolem vodorovné (horizontální) osy. Tyto pohyby se dějí v různých rozsazích podle typu zařízení a dodavatele, přičemž vždy by měl systém využívat efektivního úhlu vůči poloze Slunce.



Obr. 1-1 Sluneční trasy pro Brno

Vysvětlení obr. 1-1: 1 - polární úhel, 2 - elevační úhel, 3 - sluneční cesta daného dne roku, 4 - mezní sluneční cesta 21. června (letní slunovrat), 5 - mezní sluneční cesta 21. prosince (zimní slunovrat), 6 - trasa slunce při rovnodennosti, 7 - pozice kde vychází slunce v daný den, 8 - pozice kde zapadá slunce v daný den, 9 - horizont / obzor.

Vzhledem k vertikální ose může tracker provádět pohyb v rozsahu 0-360° (v obr. 1-2 úhel δ), přičemž důležitý je rozsah úhlů, ve kterých se nachází Slunce v průběhu roku, jenž je schématicky vyobrazeno na obr. 1-1. Data v obrázku pochází z webu Gaisma.com [3]. Na tomto webu je možno získat aktuální informace ohledně polohy Slunce na základě informace o požadované lokaci. Z obrázku lze tedy vyčíst, pro jaké úhly bude tracker využíván. U Wattsun™ Solar Trackeru [5] udává výrobce rozmezí 0-270°, přičemž pokud se podíváme na obr. 1-1, tak vidíme, že tento úhel je plně dostačující. Je třeba si ale uvědomit, že nulový úhel si musíme nastavit sami a k němu dopočítávat provozní úhel, takže náš rozsah je relativně nastaven vůči absolutnímu polohování.



Obr. 1-2 Pracovní úhly trackeru

Na obr. 1-2 můžeme vidět pracovní úhly trackeru. Jak je zakótováno, tracker je vždy omezen minimálním a maximálním pracovním úhlem.

Natočení kolem horizontální osy může tracker provádět v rozsahu 0-90° (v obr. 1-2 úhel γ), ovšem konstruktéři většinou konstruují trackery do úhlu 75°, jelikož tento úhel je dostačující, ale existují výjimky. Podle [1] pracuje tracker s úhly mezi 15° až 75°, podle [5] je udáváno, že tracker pracuje v rozmezí úhlů 5° až 75°, takže záleží na výrobcích a podmínkách, kde tracker pracuje. Maximální úhel, jehož je tracker schopen dosáhnout, by měl být 90°, aby při zatažené obloze dokázal naklopit funkční plochu co nejvíce k obloze.

1.3 Konstrukce trackeru

1.3.1 Základní rám

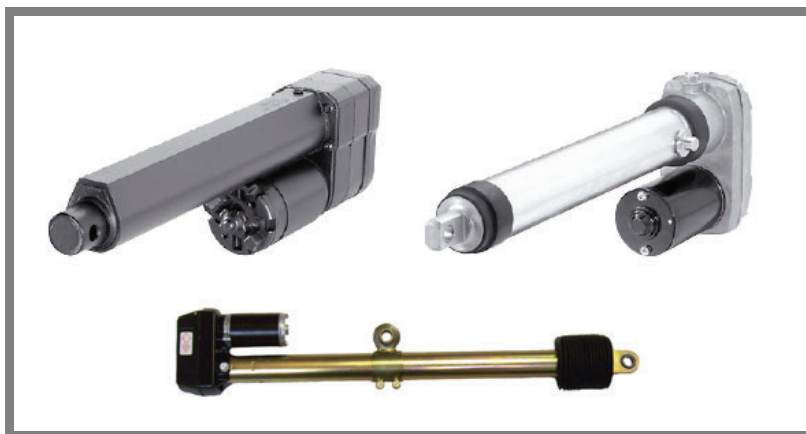
Polohovací jednotka se vždy sestává ze základního rámu. Většinou se jedná o konstrukce svařované či sešroubované k sobě z ocelových prvků (U profil, L profil, trubkový profil, plechový plát), které se vyznačují dobrou pevností, relativně nízkou vahou, snadnou dostupností na trhu a poměrně přijatelnou cenou.

Jako další typ rámu bych zmínil konstrukci postavenou z profilových systémů, tyto jsou však využívány méně z důvodu vyšší ceny. Nespornou výhodou profilového systému je ovšem jeho velice nízká váha (profily jsou vyrobeny ze slitin lehkých kovů jako je hliník a podobně), za druhé, což považuji za největší výhodu tohoto typu rámu, je značná variabilita. Variabilitou profilového systému myslím možnost postavit jakýkoliv typ konstrukce ve velice krátké době. V případě, že tedy potřebujeme zkonstruovat nový typ rámu tak nám na vývoj takovéto konstrukce stačí menší časový úsek než u konstrukce svařované a samozřejmě znalost práce s daným profilovým systémem.

Nejčastěji se setkáme s hybridním rámem. Tento rám je v základu (základový sloup) zkonstruován nejčastěji z trubkového či čtvercového profilu, na který je namontována nosná část z profilového systému.

1.3.2 Polohovací jednotky

Dalším prvkem trackeru jsou polohovací jednotky - motory a převody. K polohování se využívají nejčastěji lineární motory (obr. 1-3) pro naklápění - elevaci, pro otáčení - nastavování azimutu vhodné elektropohony, většinou DC motor se šnekovou převodovkou (obr. 1-4).



Obr. 1-3 Lineární aktuátory Danaher Motion [7] a Venture Mfg. Co. [8]



Obr. 1-4 DC motory Transmotec [9]

Pro zajištění stabilní polohy jsou systémy osazovány převody, které se vyznačují svou samosvorností, tudíž k zamezení nechtěného pohybu není třeba osazovat tracker dodatečným brzděním. Samosvornost je u lineárních aktuátorů zajištěna samosvorným šroubem, u převodovek šnekovým převodem.

1.3.3 Fotovoltaický panel

„Těžbu“ energie na trackeru zajišťuje buď fotovoltaický panel, nebo v nedávné době vyvinutý systém firmy Stirling Engineering Systems Inc. [2], který užívá zrcadel (zobrazeno na obr. 1-7).

Fotovoltaický (nebo též FV či PV) článek je založen na bázi polovodičové diody. Fotovoltaický jev byl objeven v roce 1839 francouzem Alexandre Edmond Becquerelem, první aplikace na PV panelu byl však uskutečněna až v roce 1954 v Bellových závodech. Každý PV článek se skládá z křemíkové destičky typu P a N, mezi nimiž je přechod typu PN. Dopadající sluneční záření je destičkou pohlcováno a dochází ke vzniku volného elektrického náboje, vzniká nám tedy stejnosměrný proud, který odvádíme skrz regulátor do energetického akumulátoru. PV panel je zobrazen na obr. 1-5.



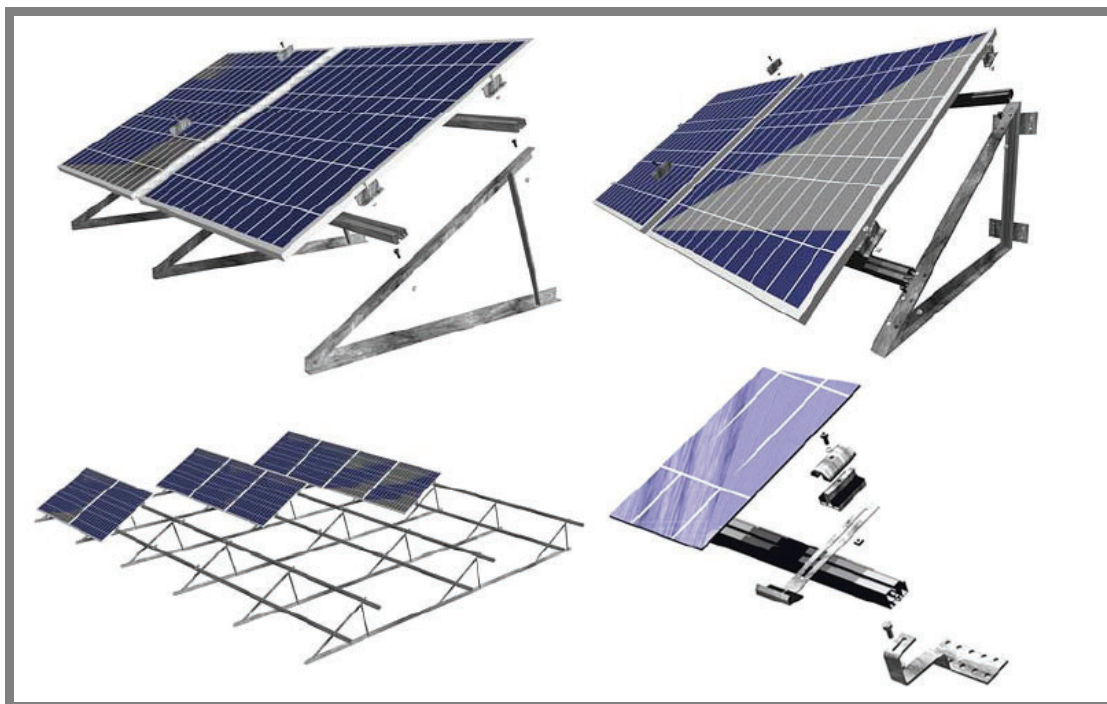
Obr. 1-5 Fotovoltaický panel [10]

1.3.4 Ostatní komponenty

V neposlední řadě je třeba se zmínit o **snímačích slunečního svitu**, které zajišťují zjišťování polohy slunce vůči funkční ploše trackeru, **řídících jednotkách**, které mají za úkol vyhodnocovat veškerá data o Slunci či výnosu energie a využívat je k efektivnějšímu řízení trackeru, a samozřejmě **kabeláži** sloužící k přenosu energie a informací. Většinou je u systému takové propojení, které dovoluje zjišťovat aktuální stav systému přímo online po internetu.

1.4 Nepohyblivá konstrukce

Pod pojmem nepohyblivá konstrukce rozumíme konstrukci, která je v průběhu dne / roku nehybná. Je pevně spojena se zemí, stěnou či střechou. Konstrukce je pevně nastavena na nejvhodnější horizontální úhel a vertikálně je natočena tak, aby maximálně využívala denního svitu. Tento typ konstrukce je dnes nejvíce využíván. Proč je využíván nejvíce je prosté, při sestavování tohoto typu konstrukce je snadné umístit jej na jakýkoliv nejen obytný objekt.



Obr. 1-6 Nepohyblivá konstrukce Schletter [4]

1.5 Pohyblivá konstrukce

Pod pojmem pohyblivá konstrukce rozumíme konstrukci, která se v průběhu dne / roku hýbe za Sluncem. Říkáme, že konstrukce sleduje pohyb slunce. Rozdíl oproti nepohyblivé konstrukci je v tom, že tato konstrukce je nákladnější na výrobu a provoz, ovšem výnosy energie jsou zde větší (porovnání výnosů je uvedeno v kapitole 1.6).



Obr. 1-7 Trackery [13], [12]

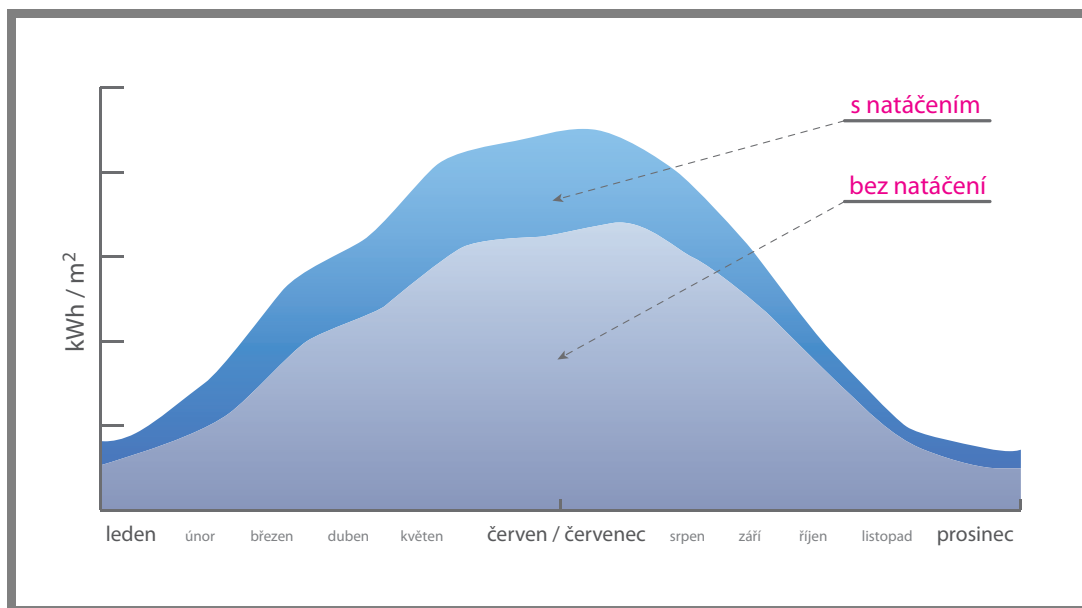


Obr. 1-8 SES Dish Stirling Systém [14]

1.6 Porovnání pohyblivé a nepohyblivé konstrukce

Důvod, proč se konstruují solární trackery, je jasný. Má to smysl. Podle výzkumů světových organizací a výrobců solární techniky je výnosnost pohyblivého systému opravdu větší a to ne jen o pár procent, ale o desítky procent. Podle výzkumu firmy CZ Elektronika s.r.o. je výnosnost jejich pohyblivého systému SunFlex větší o 37% [6] než u nepohyblivé konstrukce, firma TERMS a.s. udává, že jejich Solar Tracker dosahuje dokonce výnosnosti až o 40% [1] větší než u nepohyblivé konstrukce. Na obr. 1-9 (naměřená data pocházejí z [11]) je znázorněn grafický rozdíl výnosnosti v průběhu roku.

Porovnávat pohyblivou a nepohyblivou konstrukci lze jen do jisté meze. Je třeba vzít v potaz, že nepohyblivé konstrukce se vyznačují svou snadnou instalovatelností na jakýkoliv objekt, takže v případě, že chci mít panely na objektu s kanceláři, je zde možnost namontovat panely přímo na střechu či stěny a výnos energie bude dostávat na mnou požadované operace. Kdežto pokud budu instalovat solární elektrárnu někde v poli či na poušti, tak je co největší snahou získat maximální možné množství energie, takže použiji pohyblivý systém.



Obr. 1-9 Porovnání výnosu z pohyblivé a nepohyblivé konstrukce

2 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A JEHO TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA

Řešený problém je založen na návrhu laboratorní úlohy, která má být postavena na elektropohonech a příslušenství firmy SEW Eurodrive. Při návrhu úlohy je potřeba vnést nutnou dávku seberealizace. Je zapotřebí získat značné množství podkladových informací, ze kterých bude nutno čerpat. Úloha by měla být zajímavá a zároveň poučná, protože by měla být uplatněna při výuce předmětu *Konstruování strojů - převody, - mechanismy* na Ústavu konstruování Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně.

Základními podklady pro tuto práci jsou elektropohony a příslušenství, kterými disponuje Ústav konstruování. V případě nevhodnosti elektropohonů je možno zvolit jiná zařízení od stejné firmy.

Zařízení bude konstruováno pomocí 3D CAD modeláře, bude vytvořena výkresová dokumentace a zpracováno schéma zapojení elektropohonů. Pro potřebu realizace zpracována ekonomická rozvaha.

Navržené zařízení bude laboratorní úlohou, modelovým příkladem. Zařízení má být ze strojního hlediska zajímavě zkonstruováno.

3 VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE

Cílem diplomové práce je návrh laboratorní úlohy, která bude využívat elektropohonů a příslušenství firmy SEW Eurodrive. Práce je zaměřena na úlohu vycházející z konstrukce solárních trackerů. Základním cílem práce je návrh solárního trackeru, který je určen pro laboratorní účely. Bude navržen modelový typ konstrukce. Práce musí obsahovat získané informace o solárních trackerech, musí podat informace o použitých elektropohonech a jejich příslušenství. U elektropohonů nesmí chybět předběžný návrh řízení a schéma zapojení.

Z konstrukčního hlediska je cílem návrh samotné konstrukce, tím je míněno: tvorba 3D modelů zařízení, výkresová dokumentace, výběr vhodných pohonů a konstrukčních prvků. Z hlediska elektrotechnického je cílem získání základních informací o řízení pohonů a navržení schéma řízení elektropohonů. V této části je jasné, že jde o mimo oborovou činnost, takže se počítá s pomocí odborníků z firmy SEW Eurodrive, kteří poradí s řízením a orientací v neznámé oblasti.

V závěru bude práce obsahovat finanční rozvahu celé konstrukce, technologický rozbor a konstrukční rozbor celého zařízení.

4 NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ

V první fázi této práce jsem se zaměřil na systematické vyhledávání informací a aplikací převodových motorů, konstrukčních prvků a materiálů, které by se daly využít. Po vybrání optimální varianty této úlohy jsem se zaměřil na vyhledávání informací ohledně solární techniky, např. co se týče vzhledu trackerů, z čeho se skládají a jak fungují. Dále následovalo získávání informací o profilových systémech, které jsem považoval za velice dobře aplikovatelné na mou úlohu, a proto bylo potřeba z nepřeberného množství zvolit vhodný profilový systém. Jakmile jsem měl takto získané podklady (některé jsem získával i později v průběhu práce), nic již nebránilo začít konstruovat.

Při konstruování jsem si nejdříve navrhoval papírové náčrtky, jak by asi zhruba mělo vypadat konstruované zařízení. Poté se práce přesunula z papíru do modelovacího prostředí CAD systému Solid Edge V19, kde jsem začal zpracovávat 3D digitální model zařízení. První fází bylo jak řešení uchycení panelů k rámu a dále konstrukce vlastního rámu, který má držet panely. Po zkonstruování první varianty držáku panelů jsem se dostal na otázku, jak řešit samotné naklápěcí uložení a ovládání naklápění, jaký použít motor či aktuátor, ovšem tuto věc jsem řešil zatím jen okrajově. Po zdlouhavém a únavném zkoumání jsem zvolil optimální variantu, která je popsána v 6. kapitole. Dále jsem postoupil k hlavnímu sloupu. Jelikož bylo zapotřebí někam uchytit lineární pohon, bylo nutné zvolit správné uspořádání sloupu tak, aby bylo možno bezpečně a jednoduše pohon namontovat. Tato fáze byla náročná, zejména na hledání vhodného pohonu, nejnáročnější část konstrukce mě teprve čekala. V nejnáročnější části jsem se dostal asi k tomu nejdůležitějšímu a tím bylo otočné uložení celého zařízení. Na papíře jsem měl načrtnutých několik variant jak vlastní uložení postavit. Prohledával jsem různou literaturu jak se takováto uložení konstruují. Po navržení asi čtyř variant jsem dospěl k závěru, že není potřeba konstruovat zbytečné nákladné a náročné uložení jakými jsem se nechal inspirovat v literatuře, a proto po nevhodně zvolených variantách jsem zvolil tu, která splňovala všechny moje požadavky. Po navržení otočného uložení už zbývalo pouze vytvořit základní rám, na kterém celá konstrukce stojí a zvolit správný elektropohon. S volbou převodového a lineárního motoru mi poradil odborník ve firmě SEW Eurodrive, který mi pomohl zajistit i jejich řízení. Schéma řízení zařízení jsem vypracoval za pomoci odborné pomoci odborníka z firmy SEW, který mi poradil jak takovéto schéma načrtnout.

V poslední fázi jsem vytvořil výkresovou dokumentaci, která bude zapotřebí k samotnému sestrojení zařízení a sepsal tento dokument.

5 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Po zadání této práce bylo prvním úkolem vymyslet samotnou úlohu. Úkol to byl nelehký, nicméně v průběhu návrhu zařízení bylo prodiskutováno mnoho názorů, jak a co konstruovat, jaké materiály využívat, jak nekonstruovat spojení s rámem, jaké motory použít, z čeho se bude samotná konstrukce vytvářet, zda bude svařovaná či poskládána z profilového systému. Nakonec byla vybrána varianta popsaná v 6. kapitole.

Předtím, než se objevila první varianta bylo nutno prozkoumat internet, zda by se nenašla inspirace pro úlohu, jež bylo cílem zkonstruovat. V následujících kapitolách je popsána cesta, která vedla až k závěrečné variantě zařízení.

5.1 Zamítnuté varianty

Zde jsou popsány varianty, které byly navrženy z kraje řešení problému a byly zavrženy z různých důvodů. Jedná se tedy o slepé cesty úlohy.

5.1.1 Měřící úloha

V začátku práce byla veškerá síla vkládána do hledání ryze laboratorních zařízení, které by bylo možno postavit z převodových motorů SEW Eurodrive. První variantou tedy bylo zařízení sestávající z dvou převodových motorů a brzd. Zařízení mělo sloužit k měření účinnosti převodů.

Tato varianta byla v další fázi zavrhnuta, jelikož po dohodě s odborníkem v SEW jsme usoudili, že tato měření jsou zcela zbytečná a že by neměla žádný praktický přínos pro studenty.

Na obr. 5-1 je znázorněno jaká byla představa této úlohy. Právě úloha od německé firmy GUNT byla jakýmsi mustrem.

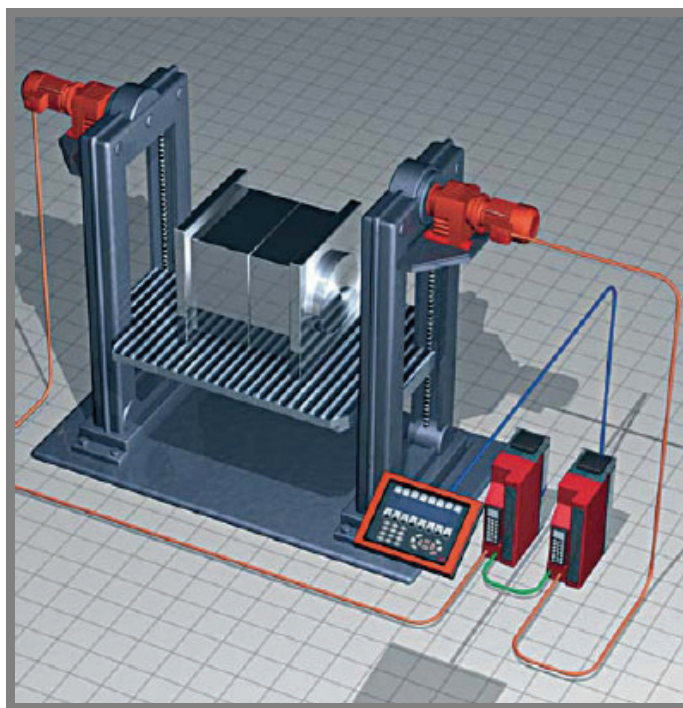


Obr. 5-1 Měření účinnosti převodu [15]

5.1.2 Pohybový stůl

Další variantou návrhu byla konstrukce zdvihacího stolu. Cílem by bylo řídit pohyb stolu a ustavování na danou pozici. Varianta byla ovšem více náročnější na prostor, takže z tohoto důvodu byla zamítnuta.

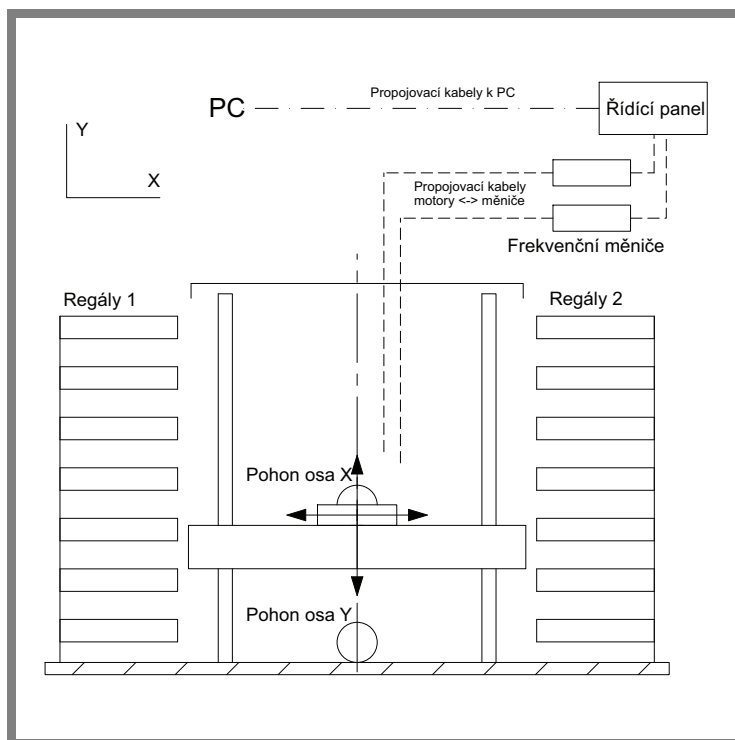
Na obr. 5-2 je vidět aplikace motorů od firmy SEW Eurodrive, která právě představuje zamýšlenou úlohu. V úloze bylo využito dvou převodových motorů včetně frekvenčních měničů a ostatního příslušenství.



Obr. 5-2 Pohybový stůl [16]

5.1.3 Zakladač materiálu

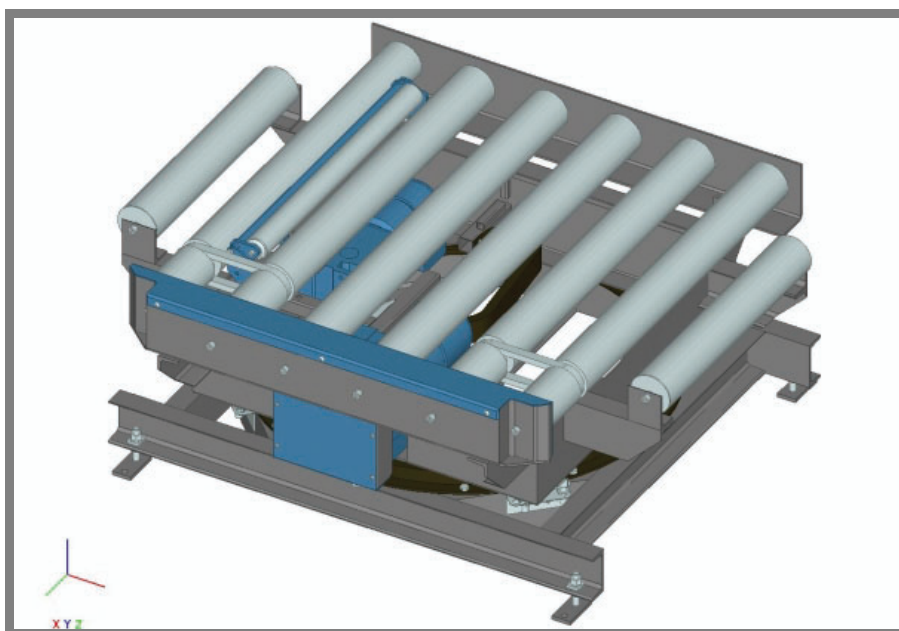
V této variantě úlohy bylo cílem řízení dvou motorů tak, aby docházelo k posouvání pohyblivého stolu, na kterém by byl další suportový stůl, který nesl předmět a postupným řízením by byl předmět zařazen do předem určené pozice v regálu. Docházelo by tedy vlastně k přenášení materiálu z regálu 1 do regálu 2 a naopak, jak je uvedeno na schématickém obrázku obr. 5-3. Jak je dále na obrázku znázorněno, bylo by opět využito dvou převodových motorů a veškerého jejich příslušenství včetně frekvenčních měničů. Úloha by byla kompletně řízena přes počítač.



Obr. 5-3 Přesouvání materiálu

5.1.4 Otočný dopravník

Cílem tohoto návrhu bylo zkonstruovat otočný mezi prvek válečkového dopravníku. Zařízení mělo sloužit k vytvoření tzv. křižovatky dvou na sebe kolmých dopravníků. Tento mezi prvek by sloužil ke změně přenosu materiálu v křížícím se místě dopravníků. V případě, že by bylo třeba přenášet materiál v kolmém směru byl by mezi prvek pomocí motoru přestaven na jiný úhel. V úloze by byly použity dva převodové motory SEW. Opět byla varianta zamítnuta z důvodu nevhodnosti instalace do laboratoře.

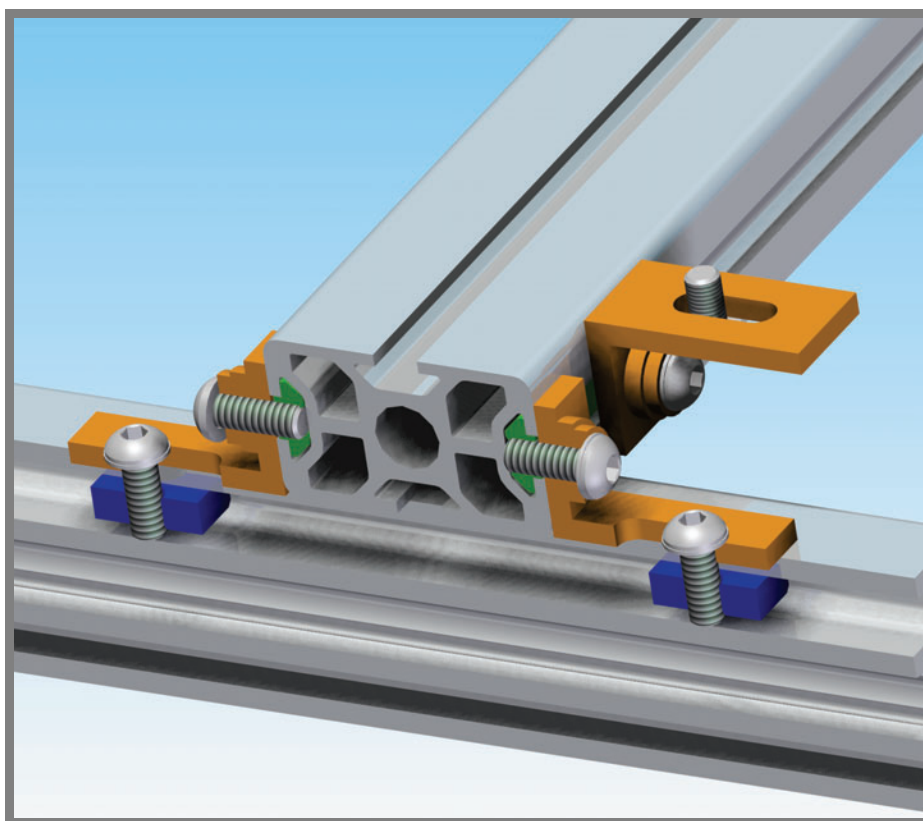


Obr. 5-4 Točna válečkového dopravníku [17]

5.2 Rozvíjená varianta

Tato kapitola se zabývá již zvolenou variantou úlohy, přičemž i tato zvolená varianta měla své slepé cesty, do kterých jsem se při řešení dostal.

První slepou cestou byla nevhodná kombinace prvků profilového systému, z čehož vzešel špatně navržený rám, na němž jsou uchyceny solární panely. Oproti optimální variantě jsem spojoval profily pomocí zbytečně velkého množství prvků (zobrazeno na obr. 5-5), z toho plynul větší rozpočet na tuto část a u 3D modelu byly větší nároky na zpracování. Z hlediska volby profilů jsem udělal chybu v použití různých průřezů, tím by se nákup daleko prodražil oproti nákupu jediného typu profilu.



Obr. 5-5 Nevhodný spoj

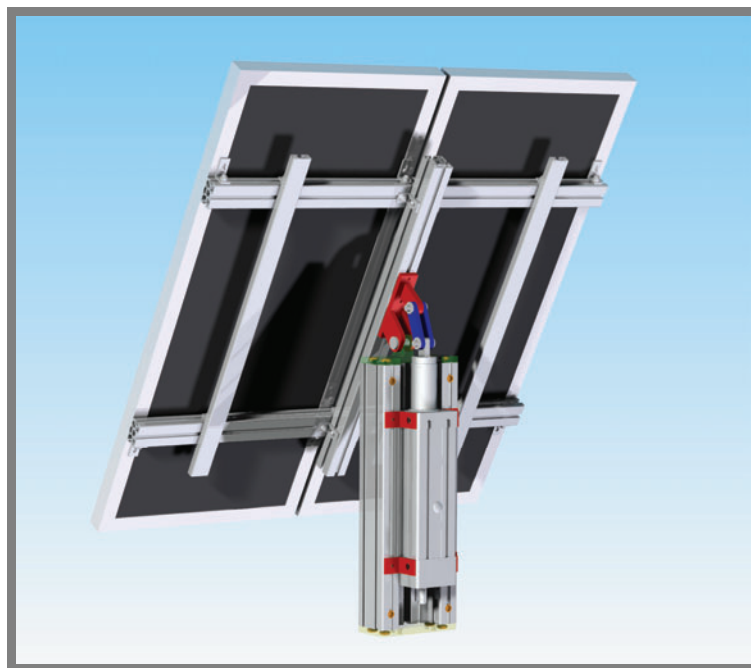
Další nevýhodou takto navrženého rámu byla větší pracnost a časové nároky na smontování, oproti optimální variantě zde byl nárok na čas smontování zhruba 10x větší, proto jsem tuto koncepci přepracoval. Jak vypadal rám pro uchycení panelů po první fázi návrhu je zobrazeno na obr. 5-6. Na obrázku je vyobrazena i první varianta nosného sloupu sestavy.



Obr. 5-6 První konstrukce rámu

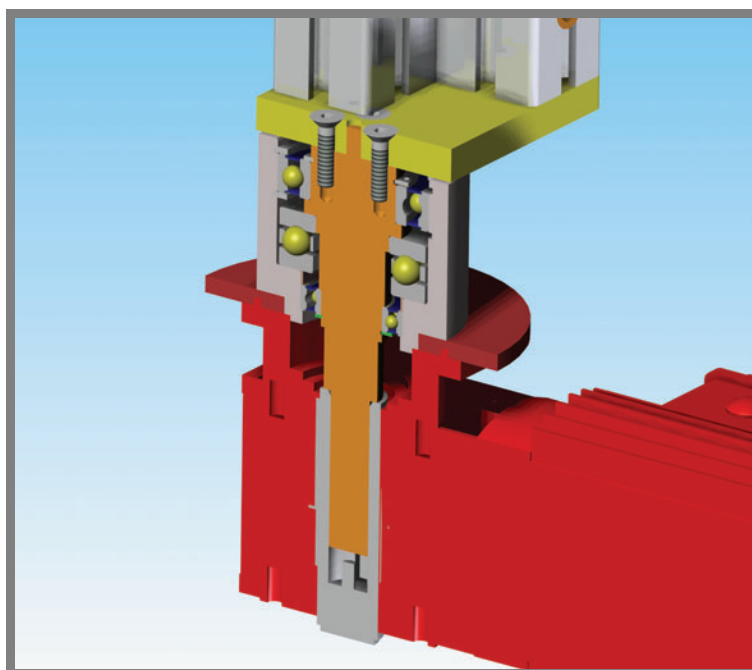
V průběhu hledání optimální varianty touto cestou jsem se setkával s různými problémy a nevhodné konstruování s profilovým systémem nebylo jediným, dalším byl výběr pohonu. Pohonů jsem vyzkoušel veliké množství a nakonec jsem si nechal přeci jen radši poradit od odborníka ze SEW Eurodrive.

U pohonu pro rotaci kolem vertikální osy jsem měl celkem jasno alespoň s tím, jak bude pohon umístěn, kdežto pohon pro naklápění kolem horizontální osy byl větší problém. Na obr. 5-7 je uvedena jedna z prvních variant pohonu horizontální osy. Princip funkce je prakticky finální, jenom způsob pohonu je jiný než u konečné varianty. Jednalo se o to, že lineární prvek by bylo potřeba ještě pohánět, takže by bylo zapotřebí umístit ještě pohon, který by ale bylo potřeba spojit s lineárním prvkem, takže by bylo nutné navíc umístit nějaký typ spojky. Z toho plyne, že varianta byla náročná jak finančně tak na zbytečné zatížení konstrukce, protože převodový člen (spojovací), lineární člen a pohon jsou tři odlišné prvky, které váží víc než jediný lineární prvek s integrovaným pohonem.



Obr. 5-7 První typ lineárního prvku

Při navrhování rámu panelů a sloupu bylo nutno již přemýšlet i nad jednou z nejdůležitějších věcí - otočným uložením. Otočné uložení bylo velice komplikované. Bylo potřeba aby veškerá hmota vrchní části sestavy byla přenášena právě skrz toto uložení. Při hledání inspirace jsem prohledal několik dokumentů, které se zabývaly konstrukcí právě otočných zařízení. V průběhu návrhu se mi podařilo navrhnout 4 varianty, jak by otočné uložení mělo vypadat, než se mi podařilo nalézt optimální, ladné a levné řešení a to z hlediska jak nákupu komponent tak z hlediska výrobních nákladů. Jednu z prvních variant lze vidět na obr. 5-8.



Obr. 5-8 První varianta otočného uložení

V prvních variantách uložení jsem se inspiroval právě standardně používanými uloženími, které se používají, ale bohužel pro daleko náročnější stroje. Uvažoval jsem s použitím valivých ložisek, ale jak je vidět na obr. 5-8 na uložení bylo zapotřebí tří valivých ložisek, přičemž takto vypadající uložení mělo spoustu nevýhod. Jako hlavní bych uvedl cenu a náročnost na výrobu ložiskového domku.

5.3 Optimální varianta

Po zdlouhavém vybírání, zkoušení různých návrhů a vyhledávání informací jsem dospěl k řešení, které bylo od návrhů v prvopočátku zcela odlišné. Ve zvolené variantě nejde o měření či zkoumání, jestli je stroj účinný či neúčinný, jde zde spíše o praktickou ukázkou a kombinaci aplikovaných prvků na vcelku reálném zařízení. Toto zařízení má imitovat dnes prakticky využívaných sestavení, ovšem s omezením, že je použitelné v prostředí laboratoře a že není cílem získat efektivní stroj, ale zařízení na kterém lze studentům ukázat jaké existují alternativní konstrukční prvky, se kterými se mohou v praxi setkat. Na obr. 5-9 je zobrazena varianta úlohy, kterou jsem se zabýval a rozvíjel ji.



Obr. 5-9 Optimální varianta úlohy

6 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Při konstrukčním řešení práce bylo velice důležité zvolit správný postup jakým konstruovat. Já jsem zvolil postup konstruování od horní části, tj. rám panelu a přes hlavní nosný sloup a otočné uložení se dopracoval k základnímu rámu. V průběhu práce jsem hledal vhodnější řešení jak některé uzly vyřešit. Některé části byly řešeny až v průběhu samotné práce. Na obr. 6-1 je zobrazen kompletní 3D digitální model. 3D digitální modely a výkresy zařízení jsem zpracoval v CAD programu UGS Solid Edge V19, se kterým pracuji již několik let a považuji jej za velice vhodný nástroj pro takovou práci.

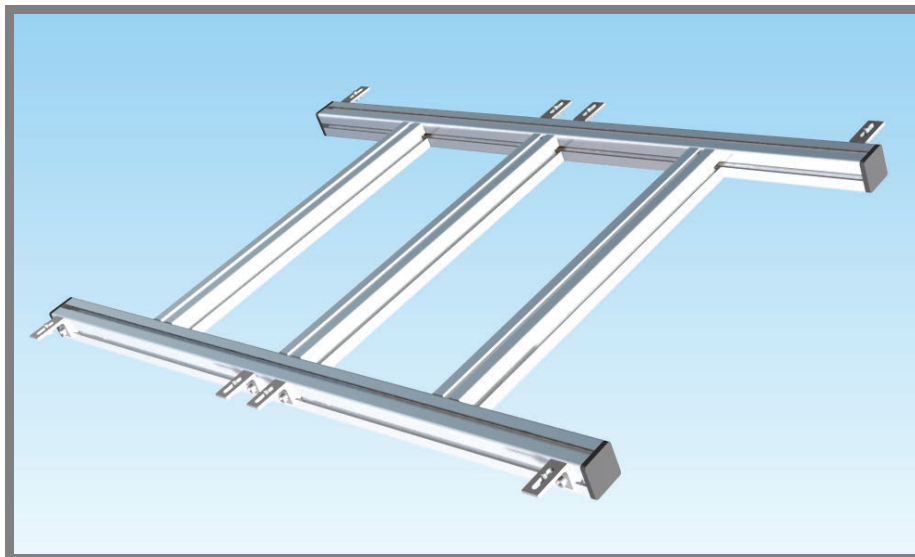
Při konstruování bylo snahou vybrat vhodné materiály a konstrukční prvky. V některých případech jsem se uchýlil i k velice jednoduchému řešení, které bylo efektivní a hlavně méně nákladné. Značnou část úsilí jsem vložil do získávání informací o použitém profilovém systému a také do získávání informací o elektropohonech, přičemž v návrhu pohonů mi napomáhali odborníci z firmy SEW Eurodrive, kteří mají přeci jen přehled o dostupných produktech a navíc jako strojař nemám takové znalosti elektropohonů jako oni.



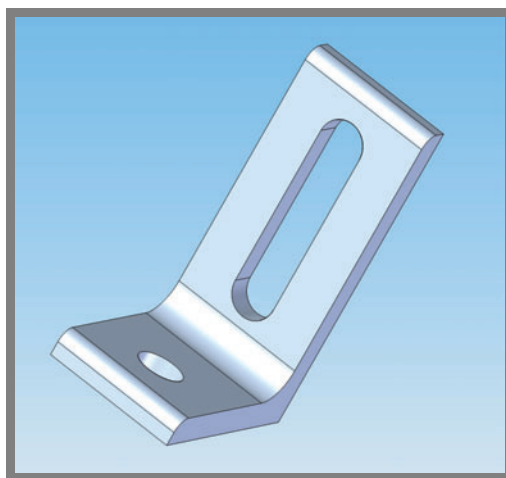
Obr. 6-1 Kompletní náhled konstrukce

6.1 Rámu panelu

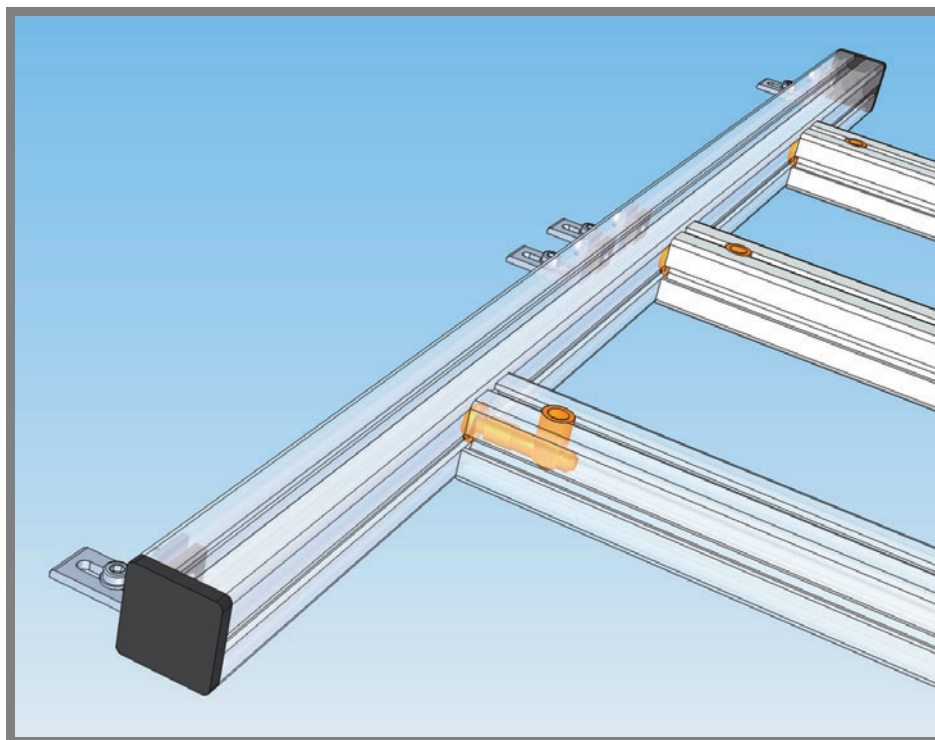
Rám panelu slouží k uchycení solárních panelů. U rámu panelu (obr. 6-2) bylo cílem dosažení tuhé a stabilní konstrukce. Těchto podmínek jsem docílil spojením profilů pomocí speciálních rychlospojek. Na konstrukci rámu panelu bylo použito profilů MayTec 40x40. Rám je sestaven z profilů, které se k sobě přiloží a spojí pomocí spojek. V případě jakéhokoliv potřebného posunutí výstužných profilů postačí pouze povolit rychlospojku a přestavět umístění výstužných profilů. Rám je koncipován pro dva solární panely Solartec STR36-50 / 12, které se po sestavení rámu přiloží shora na rám a pomocí upínek (obr. 6-3) přišroubují pomocí šroubů M6. Upínka je navržena z L profilu. Před samotnou operací přimontování panelu je upínka přichycena pomocí speciální T-matice a šroubu k profilu. T-matice je zasunuta do drážky profilu a posunuta na požadovanou pozici. Upínka je s T-maticí jemně spojena a po přesném přichycení k panelu je dotažena jak k panelu tak k rámu. Část přicházející do kontaktu s panelem je vyfrézována. Drážka na L profilu je z důvodu vyrovnání nepřesnosti umístění děr na panelu.



Obr. 6-2 Rám panelu

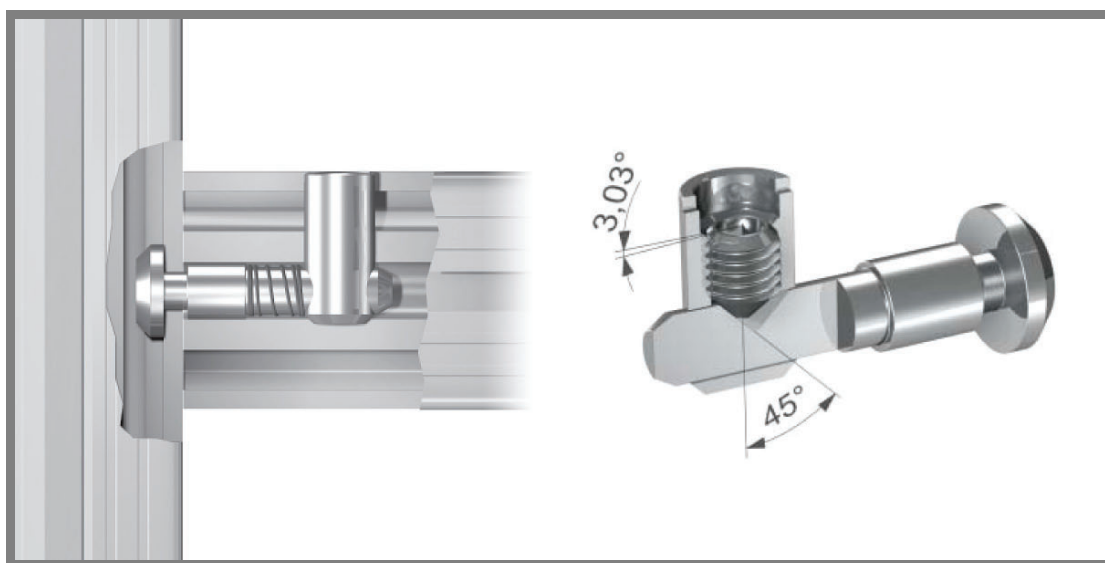


Obr. 6-3 Upínka panelu



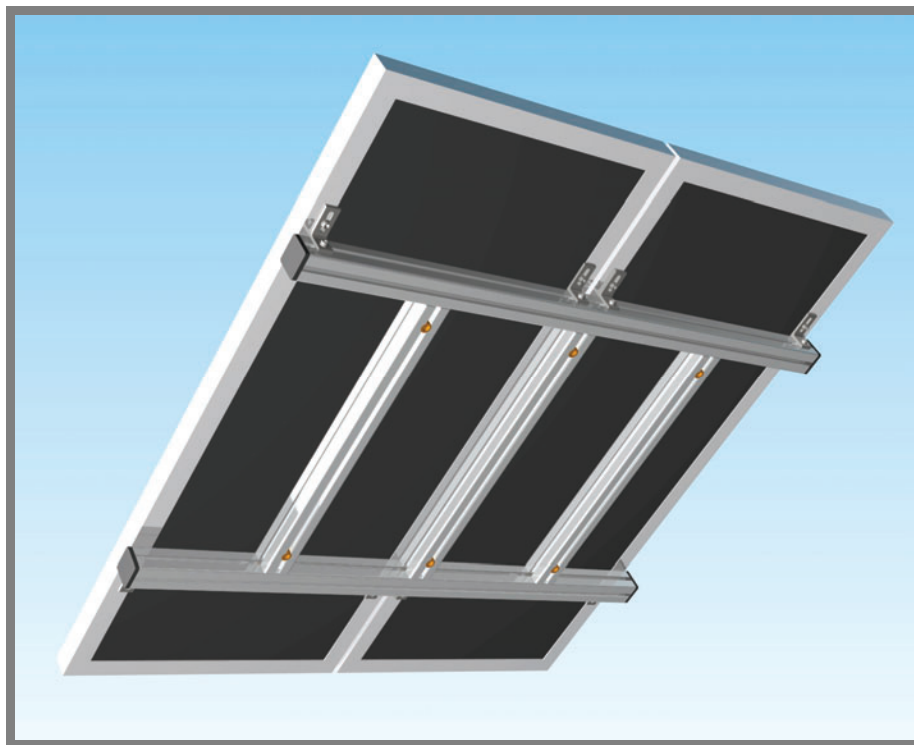
Obr. 6-4 Detail spoje rámu panelu

Spojení profilů je zajištěno pomocí rychlospojek. Jak vypadá spojení je vidět na obr. 6-4 a samotný detail rychlospojky je zobrazen na obr. 6-5, kde vlevo je rychlospojka zasazena do profilu a vpravo je zobrazena v řezu. Na pravé části obrázku je vidět, jakým způsobem dojde k sevření a upevnění spojky. Princip spojování je velice jednoduchý. Do předvrtané díry se nasadí pouzdro se šroubem a natočí se správným směrem. Poté se vezme úchytná část, která se založí do připevňovaného profilu. Poté už stačí jen zasunout tyto dvě součásti do sebe a sevřít šroubem. Zasunutí úchytné části se provádí do středové díry profilu, která je již od výrobce k tomuto účelu navržena.



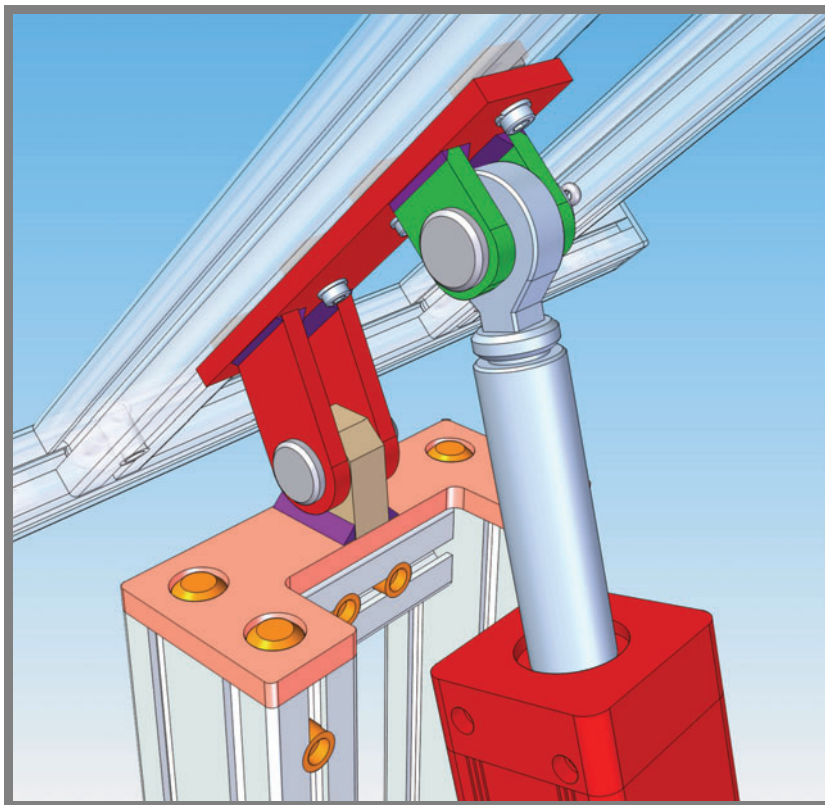
Obr. 6-5 Rychlospojka [20]

Kompletně sestavená sestava rámu panelu je vidět na obr. 6-6.



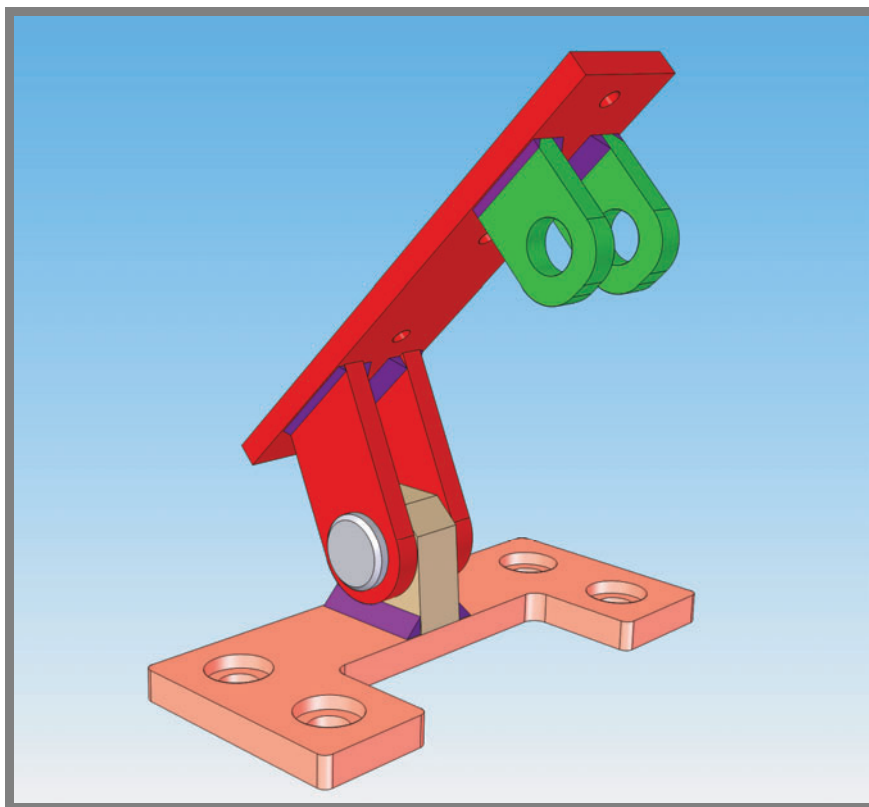
Obr. 6-6 Sestava rámu panelu

6.2 Naklápěcí mechanismus

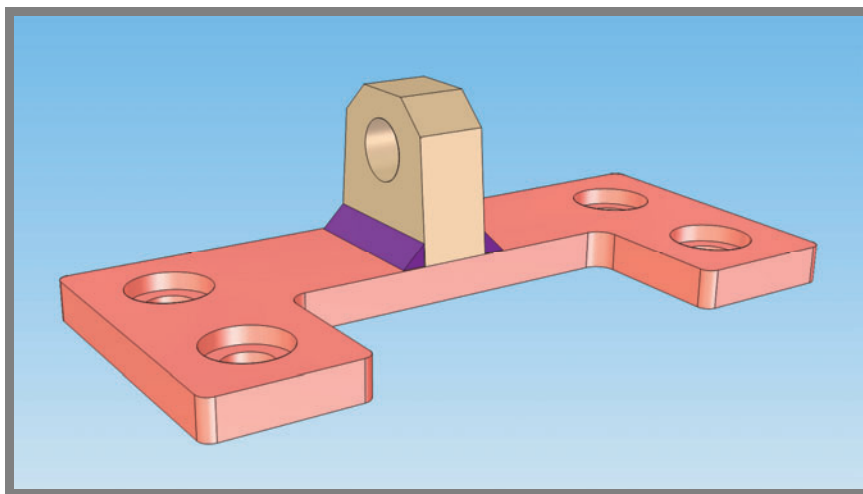


Obr. 6-7 Naklápěcí mechanismus v sestavě

Naklápěcí mechanismus zajišťuje převod přímočarého pohybu lineárního pohonu na otáčivý pohyb rámu panelu. Součásti jsou svařeny z plechů a tyčového materiálu. Mechanismus se skládá z části pevné (obr. 6-9) - namontované k hlavnímu sloupu. Tato pevná část je ke sloupu přimontována pomocí rychlospojek MayTec (obr. 6-5), které se zasunou do navrtaných děr a dotáhnou na sloupové části. Další částí mechanismu je otočná část (obr. 6-10) - přimontována k rámu panelu. Pohyblivá část je přimontována pomocí čtyř T-matic a šroubů M6. Pohyblivá část se přimontuje k sestavenému rámu panelu a poté se přiloží k pevné části, která již bude namontována na hlavním sloupu. Ten je spojen se základním rámem.

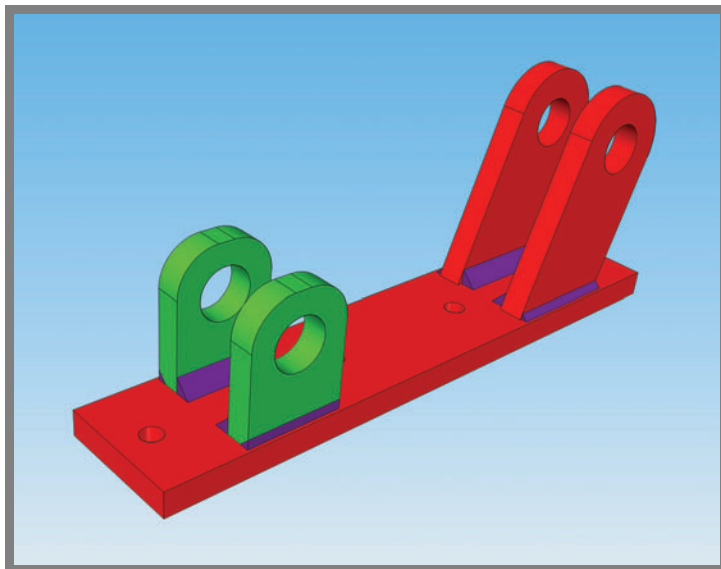


Obr. 6-8 Naklápěcí mechanismus volně



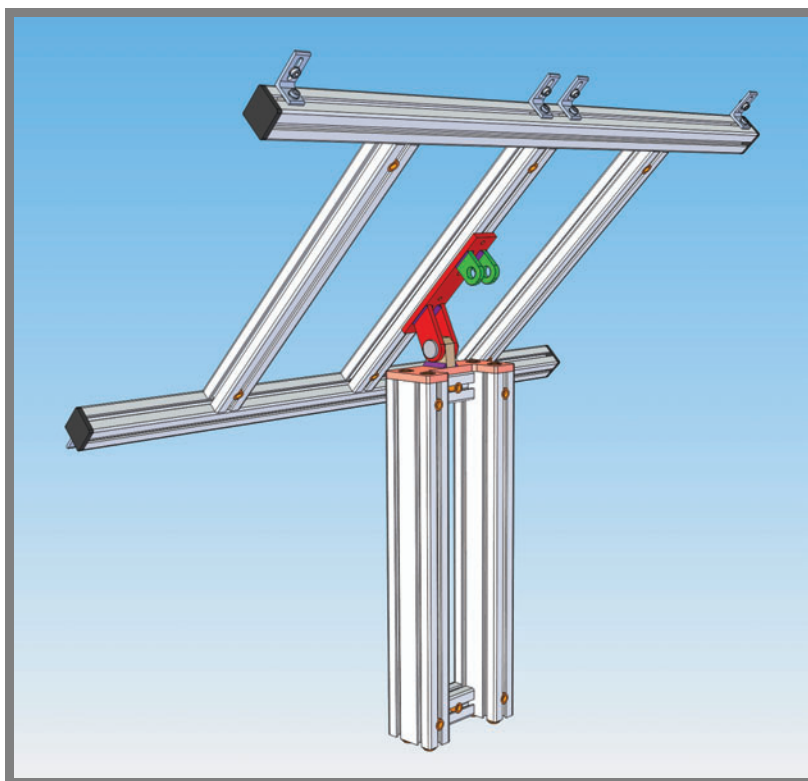
Obr. 6-9 Pevná část

Součásti jednotlivých částí mechanismu jsou k sobě svařeny koutovými a $\frac{1}{2}$ V svary. Spojení je provedeno pomocí normalizovaných čepů. Spojení zajišťuje pohyblivé otáčení, takže je potřeba zajistit vůli mezi součástmi. Nebezpečí spojené s vypadnutím čepů je ošetřeno pomocí nasazených podložek a zajištěním závlačkami. Při montáži se jako první spojí část spojující pevnou a otočnou patku, jak je vidět na obr. 6-8, a následně natočení lineárního pohonu, zasazení čepu a dokončení spoje v této části.

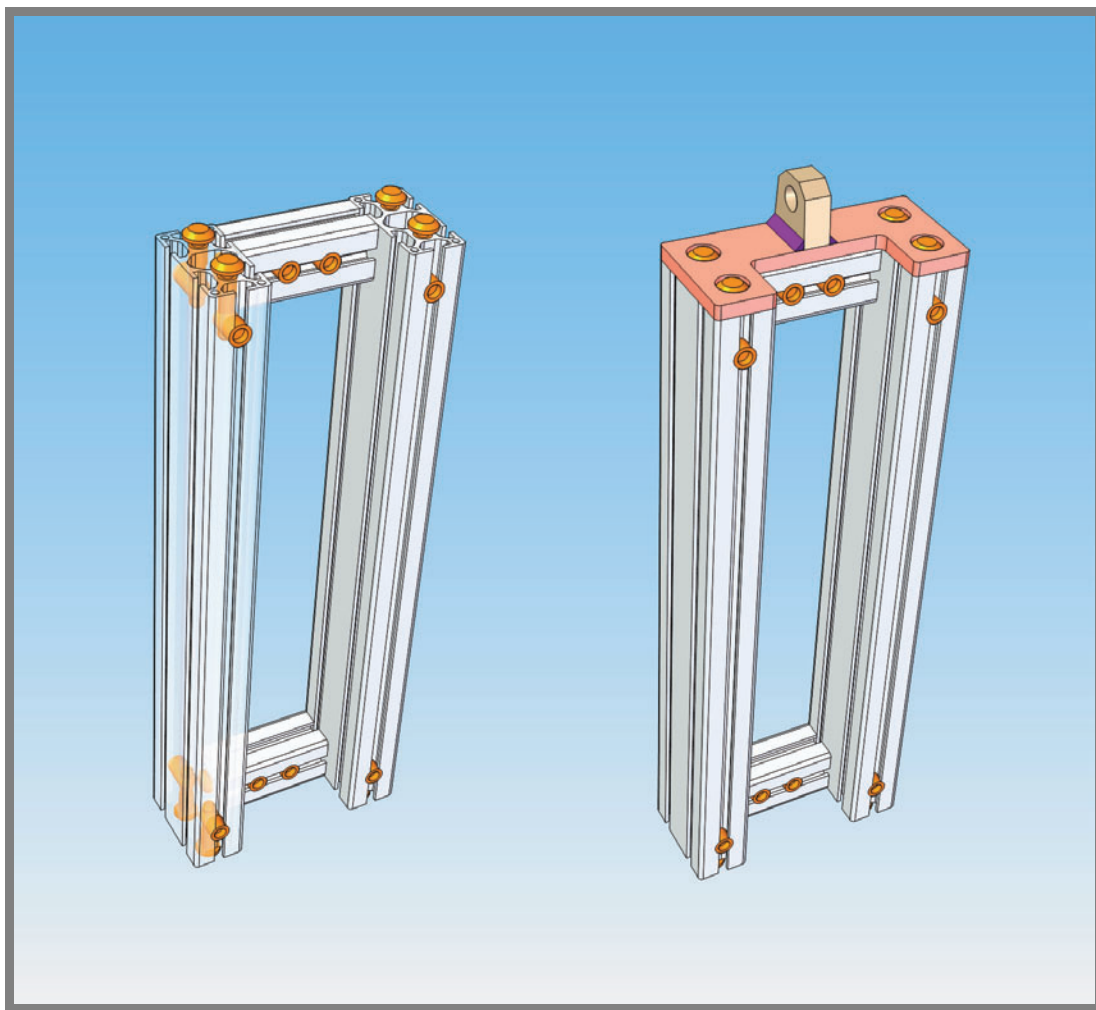


Obr. 6-10 Pohyblivá část

6.3 Sloup



Obr. 6-11 Hlavní sloup v sestavě

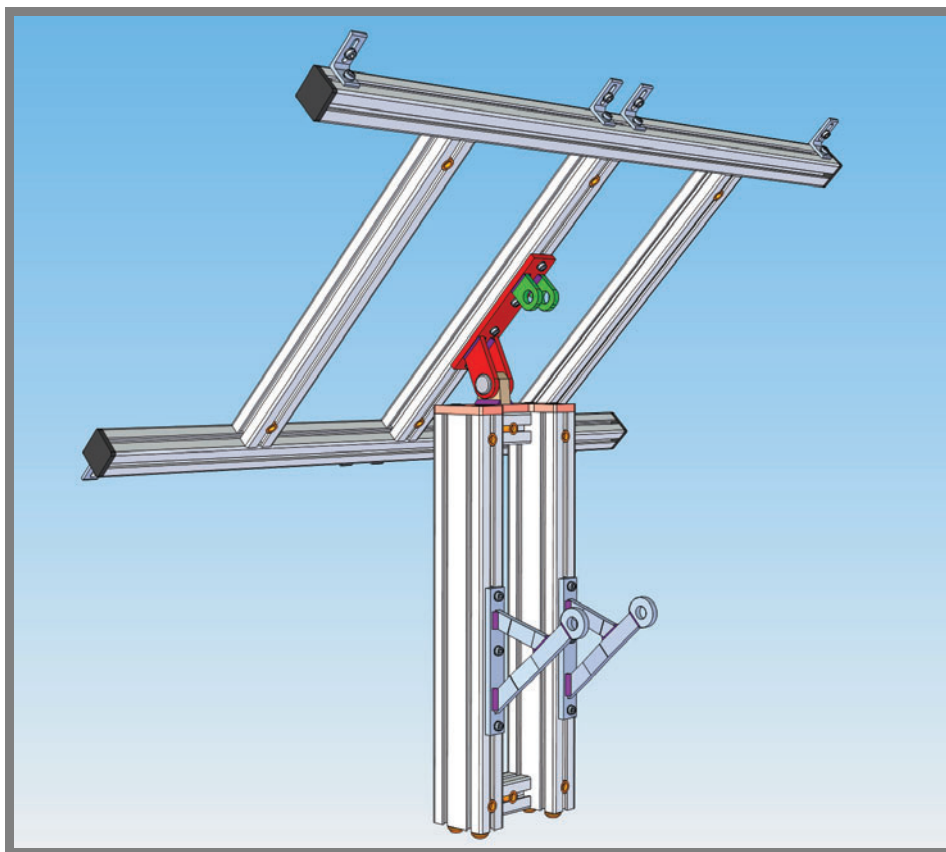


Obr. 6-12 Hlavní sloup volně

Oddíl, který jsem nazval „Sloup“ je část zařízení, která je nosným prvkem. Sloup přenáší veškeré namáhání od váhy a pohybových účinků přes otočné uložení na rám. Je to v podstatě takový složený prvek nesoucí vrchní část konstrukce. Na obr. 6-11 je vyobrazeno zasazení sloupu do hlavní sestavy. První varianty sloupu byly navrženy z jiných profilů, přičemž vyšší finanční nároky na použité profily mě vedly k tomu, že jsem se rozhodl přepracovat sloup do podoby, kterou je možno vidět na obr. 6-12. Sloup je sestaven ze dvou profilů 40x80 a dvou výztužných kusů 40x40. V levé části obrázku můžeme vidět, jakým způsobem je vyřešeno zakotvení k vrchní části sestavy - držáku otočného mechanismu, a ve spodní části přichycení k otočnému uložení. Uchycení je zajištěno opět pomocí rychlospojek MayTec (obr. 6-5). Hlavní nosná část sloupu zajišťuje přenos zatížení a aby bylo docíleno větší tuhosti celku jsou profily 40x80 vyztuženy dvěma profily 40x40, které jsou zde za účelem vyztužit sloup. Montáž je opět velice snadná. Nařezané profily se pospojují pouze rychlospojkami. Dotažení proběhne opět pouze jednoduchými nástroji. V pravé části obr. 6-12 je vidět jak je připevněna základová část naklápěcího mechanismu. Montážně je to zpracováno tak, že se přiloží deska k profilům, dále se založí úchytná část rychlospojky a na boku profilu se natočí pouzdro do správné polohy a dotáhne šroubem.

6.4 Držáky lineárního pohonu

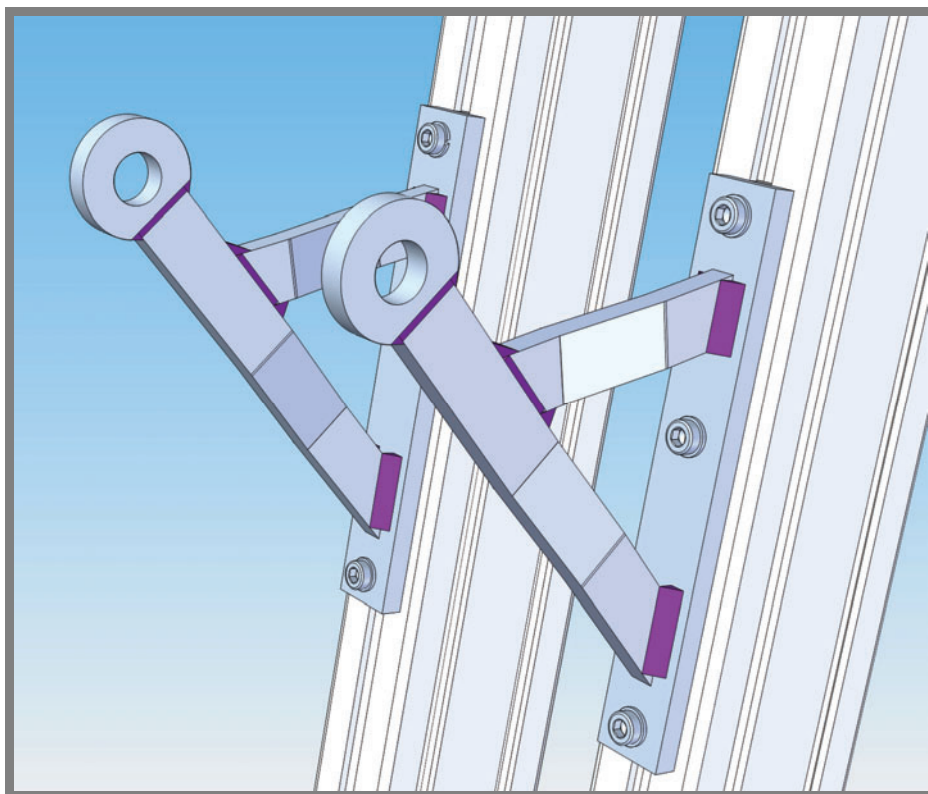
Nyní se dostáváme k prvkům, které zajišťují uchycení lineárního pohonu. Držáky jsou svařeny z plochých tyčí a jejich zatížení je největší ze všech součástí v sestavě. Držáky musí vzdorovat zatížením od váhy lineárního pohonu a váhy rámu panelu. Na obr. 6-13 jsou vidět držáky namontované v sestavě. Při montáži je velice důležité, aby byly nastaveny na správnou pozici, jelikož správná pozice určuje správnou polohu naklopení rámu panelu.



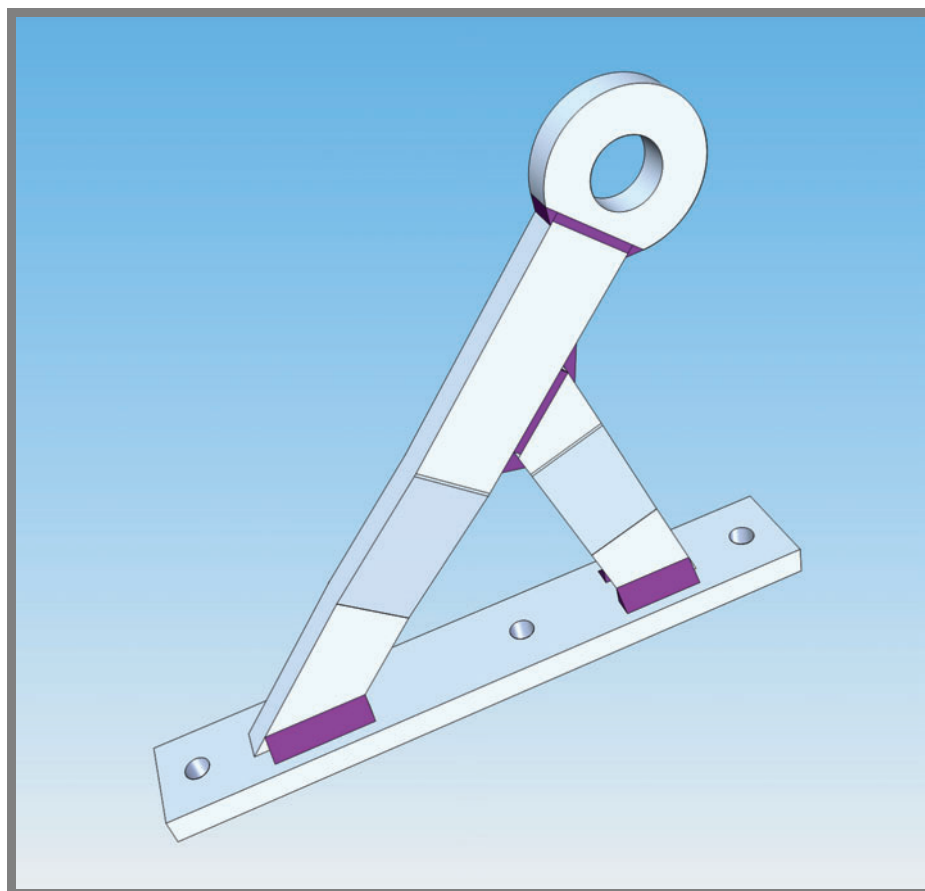
Obr. 6-13 Držáky v sestavě

Držáky jsou přimontovány ke sloupu pomocí šroubů. Přichycení zajišťují opět T-matice, kterou jsou nasunuty do drážky v profilu a do nichž je našroubován dotahující šroub. Každý držák je uchycen třemi šrouby. Na obr. 6-14 je zobrazen detail přichycení držáků ke sloupu a na obr. 6-15 je zobrazen detail držáku. Na obr. 6-15 je vidět jak je součást svařována - fialová barva znázorňuje místa ve kterých jsou svary.

Jelikož jsou tyto svařence nejvíce namáhány, bylo snahou se zaměřit na jejich pevnostní ověření. Ověření pevnosti jako celku jsem provedl v softwaru ANSYS Workbench, nicméně výsledky ukázaly, že není žádné nebezpečí z hlediska porušení součástí nadměrným zatížením, a proto jsem se rozhodl tyto výsledky nedávat do této práce, jelikož mi to přišlo zbytečné a z hlediska návrhu to nemá zásadní význam.



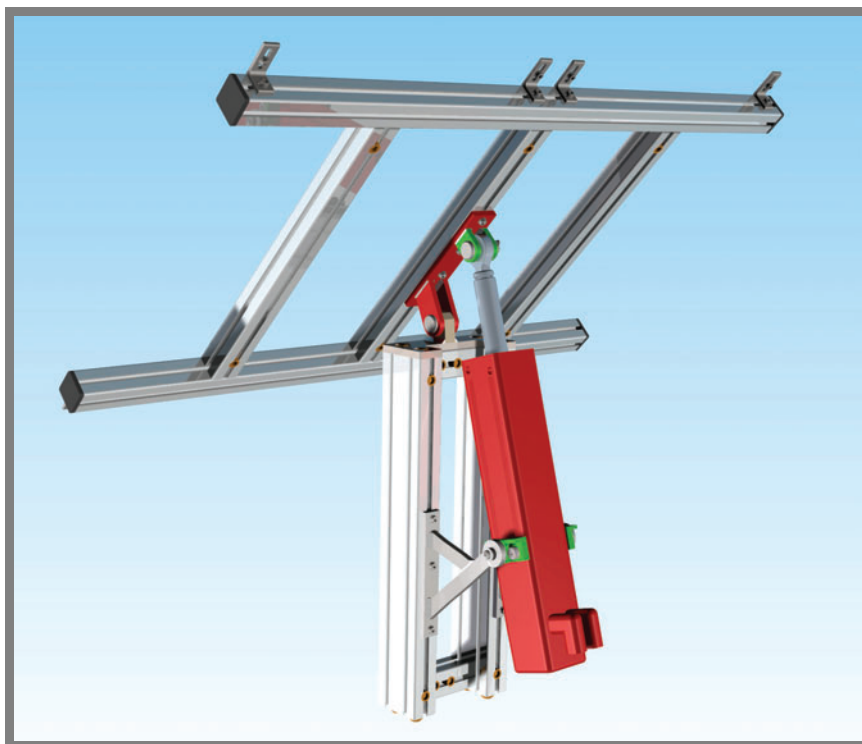
Obr. 6-14 Detail držáků



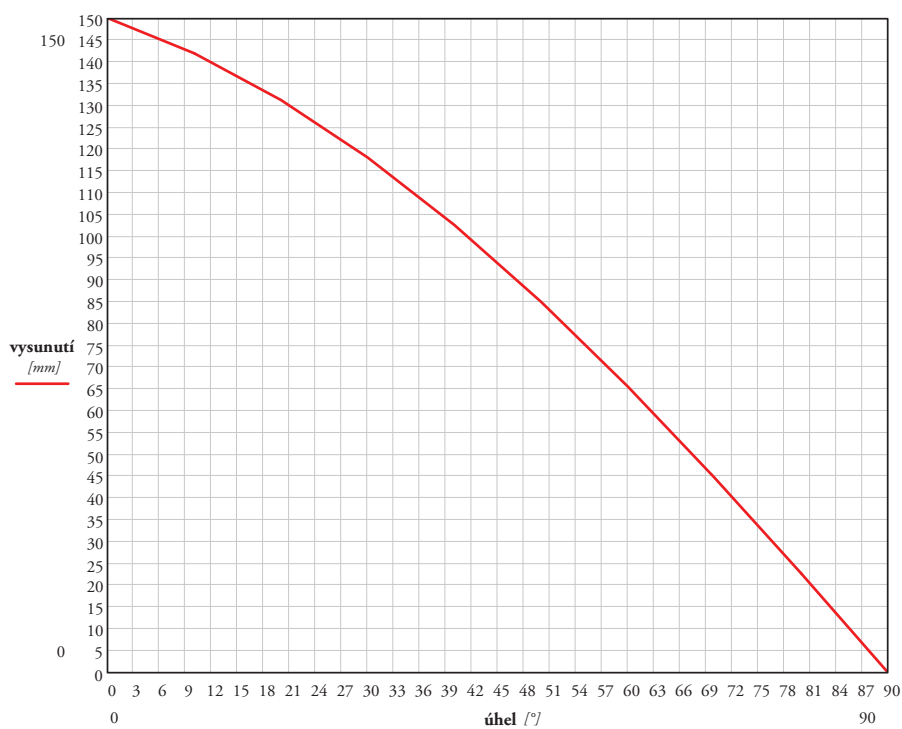
Obr. 6-15 Držák lineárního pohonu

6.5 Lineární pohon

Při návrhu lineárního pohonu jsem se zprvu snažil navrhnout pohon, který bude složen ze závitové tyče, externího pohonu a spojky. V dalším průběhu se ukázalo, že tato cesta nebude vhodná a proto jsem začal hledat integrovaná řešení.

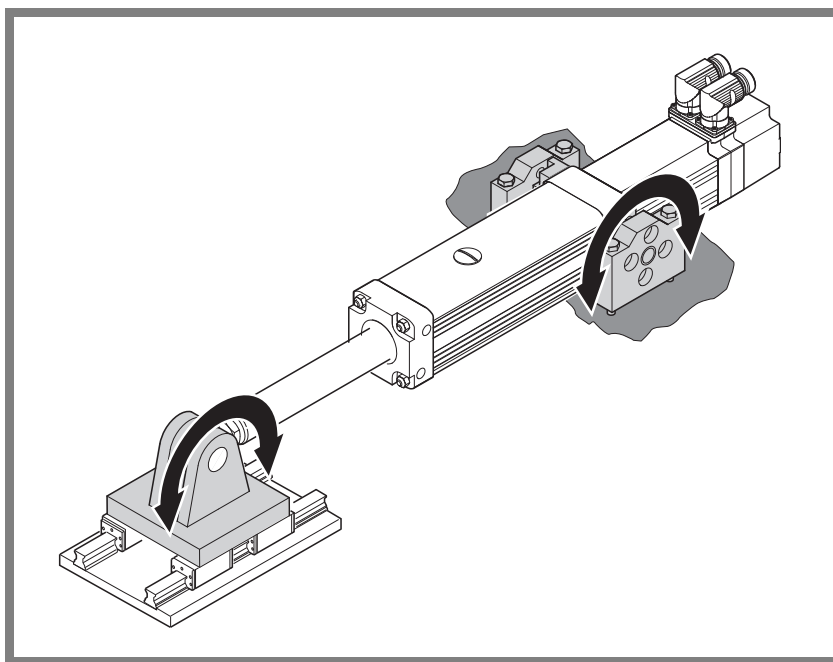


Obr. 6-16 Lineární pohon v sestavě



Obr. 6-17 Graf závislosti vysunutí pístu na úhlu naklopení

Integrovaná řešení jsem hledal zprvu od různých výrobců, nejednalo se ovšem o výrobky firmy SEW Eurodrive. V prvních variantách bylo použito lineárních pohonů firmy Danaher Motion (obr. 5-7, obr. 5-9), bohužel poté mi byla dána rada, že řízení bude složitější a že firma SEW Eurodrive taktéž dodává lineární pohony, o čemž jsem neměl tušení. Dal jsem se tedy do hledání v katalozích dostupných na webu a opravdu se dohledal ke dvěma řešením. Po zhodnocení požadavků na pohon jsem nakonec zvolil nižší třídu produktu. Produkt nazvaný CMS Elektrický válec nesoucí označení CMS50S mající zdvih 150mm byl ideálním řešením pro mou aplikaci. Válec je schopen udržet stálé zatížení až 1300N, přičemž toto zatížení nebude zdaleka využito. Uvnitř válce je oběhový kuličkový šroub, který zajišťuje velice přesné držení pístu s minimální vůlí. Válec je připojen na připojovací rozměry, které udává výrobce, obr. 6-18 znázorňuje, jak může být válec uložen. Podmínkou dobrého uložení válce je, aby válec nebyl zatěžován tak jak zakazuje výrobce, především vyzdvihnu zatížení pístu momentem či kolmou silou. Jediné zatížení, které je u válce přípustné je tahové / tlakové, takže je důležité dobře válec uložit. Jak je znázorněno na obr. 6-16 válec je přichycen do upínek, které se dodávají s válcem. Pro hladké natáčení jsem tyto upínky opatřil kluzným pouzdem Iigus, Iglidur® G - přírubové pouzdro. Na vnější průměr pouzdra je nasunut držák lineárního pohonu (obr. 6-14) a zajištění v podobě podložky a šroubu. V naklápěcím mechanismu píst nasunut mezi dvě oka a zajištěn pomocí čepu, podložky a závlačky.



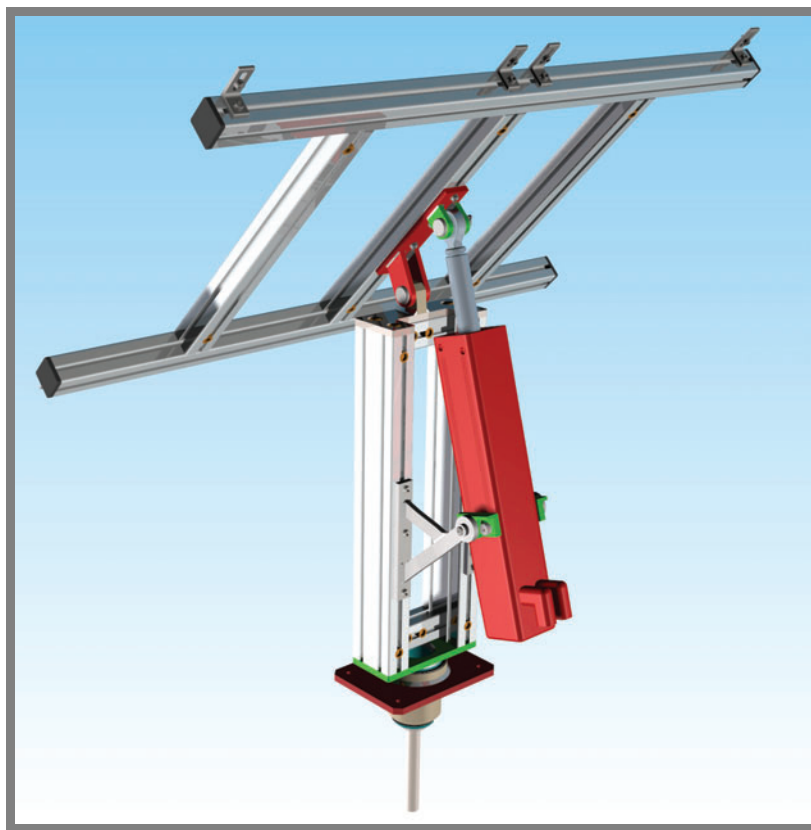
Obr. 6-18 CMS50S Elektrický válec [21]

Řízení lineárního pohonu bude zajištěno pomocí frekvenčního měniče. Válec je integrován se servomotorem. Přípojné body k pohonu jsou v dolní části. Na tyto body se připojí kabeláž potřebná k napájení a řízení. Z hlediska řízení a potřeby řízeného pohybu bylo dále zapotřebí zjistit závislost úhlu naklopení na délce vysunutí pístu z válce. Tuto informaci, která bude zapotřebí k řízení - v řízení budu nastavovat velikost vysunutí pístu, nikoliv přímo úhel naklopení. V grafu na obr. 6-17 je znázorněna závislost úhlu natočení na velikosti vysunutí pístu. Úhel v grafu odpovídá úhlu β z obr. 1-2. V nulové

pozici trackeru ($\beta = 0^\circ$) je píst vysunut na maximální hodnotu, tj. 150mm a v maximální pozici naklonění ($\beta = 90^\circ$) je vysunutí pístu nulové. Závislost z obr. 6-17 jsem získal odměřením hodnot v programu Solid Edge. Graf jsem vytvořil tak, že jsem si naměřil 9 hodnot (vždy po 10°), zjistil v těchto hodnotách velikost vysunutí pístu a proložil body křivkou.

6.6 Otočné uložení

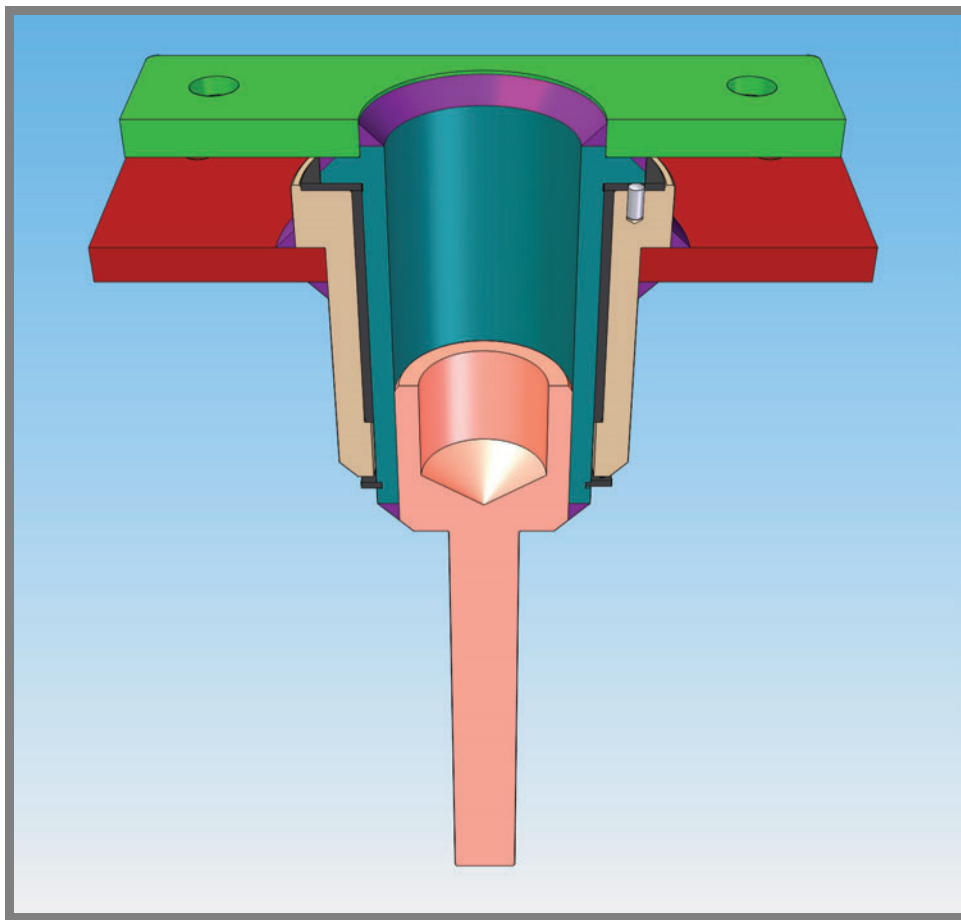
Otočné uložení umožňuje otáčivý pohyb celé vrchní části sestavy (obr. 6-19). Při navrhování tohoto segmentu sestavy se mi podařilo navrhnout několik variant, jedna z prvních je vidět na obr. 5-8. Návrh uložení nebyl snadný, jelikož bylo zapotřebí udělat stabilní a tuhé uložení. Použití valivých ložisek v prvních variantách bohužel dělalo segment složitější, nákladnější a pro tuto aplikaci ne zcela vhodný. Uložení jsem se nažil koncipovat velice snadno, žádné složité součásti, žádná nákladná řešení.



Obr. 6-19 Otočné uložení v sestavě

Segment je sestaven ze dvou částí - otočná část a pevná část. Pevná část je složena ze základového plechu, do kterého jsou navrtány díry určené k připojení na základový rám. Připojení k základovému rámu je opět realizováno pomocí šroubů a T-matic zasazených v drážce profilu. Pevné uložení, nebo též domeček, dále obsahuje tlustostěnnou trubku, která je osoustružena na požadovaný tvar. Osazením je trubka přiložena k plechovému základu a je přivařena z obou stran koutovým svarem. Svaření je provedeno libovolným způsobem. V domečku se dále nachází dva kluzné elementy. Kluzné pouzdro a kluzný axiální kroužek. Pouzdro je namontováno tak, že je zasazeno až na doraz ve vnitřní části

trubky. Dále je přiložen axiální kluzný kroužek, který je zajištěn proti pohybu pomocí kolíku. Toto vše je za základovou desku pečlivě připojeno na základový rám.

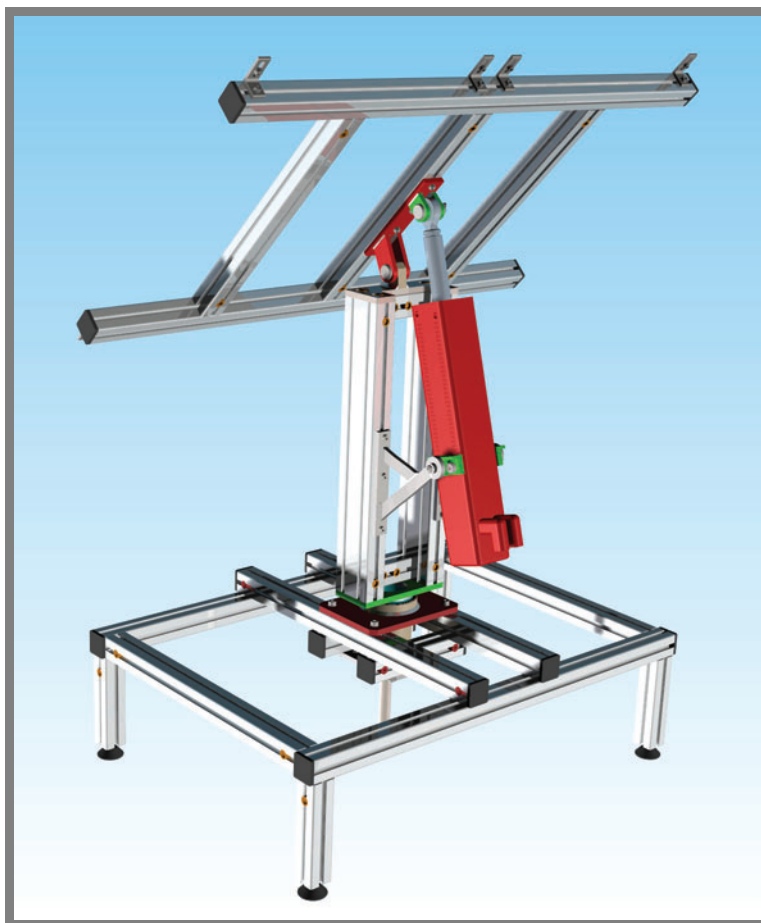


Obr. 6-20 Otočné uložení - řez

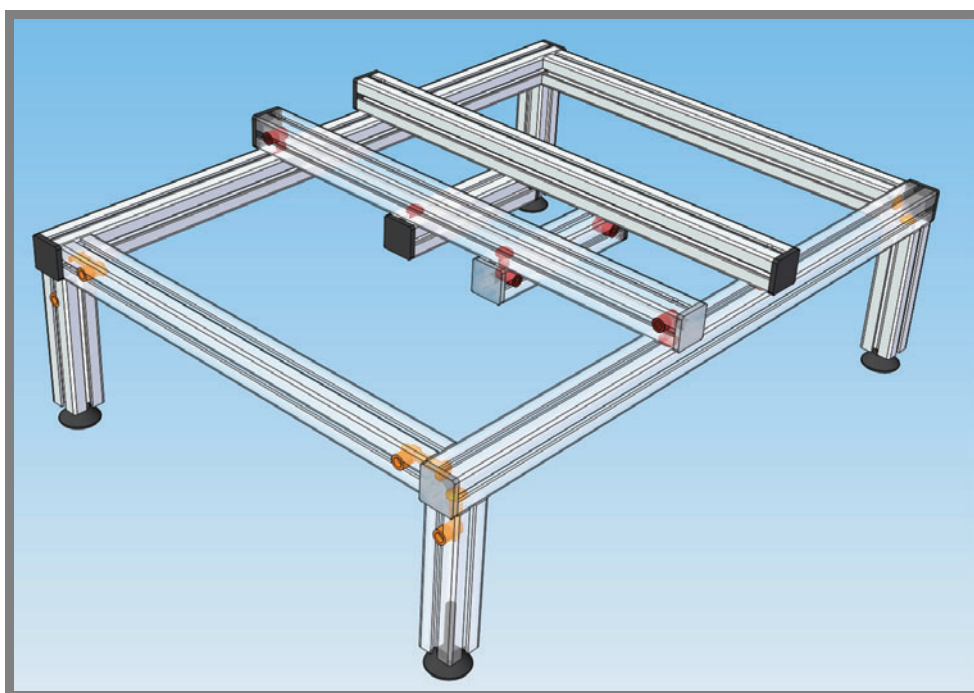
Druhou částí uložení je otočná část, ta se otáčí v domku. Opět je segment koncipován jako svařenec. Stejně jako u domku je základní část navržena z tlustostěnné trubky, je to z důvodu velmi dobré tuhosti v poměru k váze. Trubka je osoustružena do požadovaného tvaru. U spodního osazení je vysoustružen zápich, který má zabránit případnému zadírání kluzného kroužku. Ve vrchní části trubky je vysoustruženo osazení, na které se přiloží připojovací deska vrchní části, tj. přípojka ke sloupu. Připojení k sloupu je realizováno opět pomocí rychlospojek (obr. 6-5). Deska je přivařena k trubce z vrchu koutovým a zespodu $\frac{1}{2}$ V swarem. Další částí je hřídelka. Hřídelka je určena ke spojení s pohonnou jednotkou vespodu sestavy. Upevnění hřídelky v pohonu je realizováno pomocí svěrného spoje. Hřídelka je přivařena pomocí koutového svaru k trubce. Z vrchu je v hřídelce vyvrtána odlehčovací díra, jedná se pouze o odlehčení, tato díra nemá žádný funkční charakter.

Celek je složen pouze tím, že do pevné části - domku zasunu otočnou část. Nakonec je potřeba ještě celek zajistit proti nechtěnému rozebrání. K tomu slouží pojistný kroužek ve spodní části. Mezi kroužkem a domkem je značná vůle, nepotřebuji totiž, aby se kroužek dotýkal s domkem, kroužek je pouze ochranným prvkem proti nadměrné axiální síle vedené směrem nahoru.

6.7 Základový rám



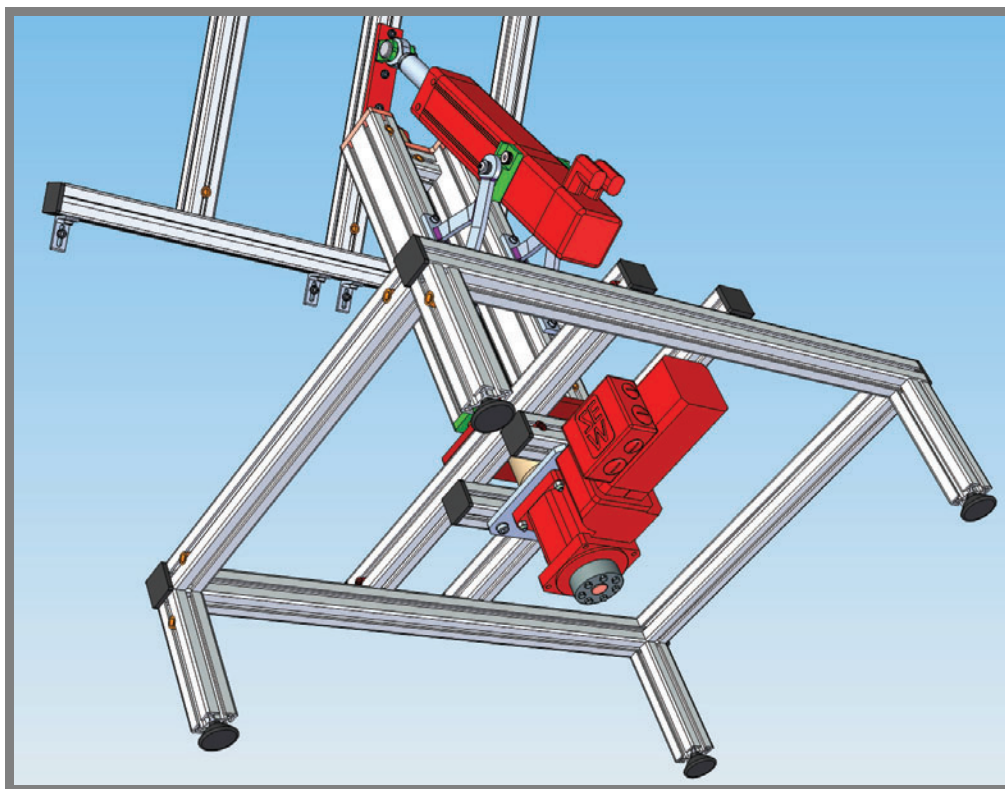
Obr. 6-21 Základový rám v sestavě



Obr. 6-22 Základový rám

Základový rám (obr. 6-23) je sestava profilů, jejíž cílem je držet celé zařízení spojené se zemí pevně a stabilně. Rám je složen z profilů 40x40. Je poskládán několika délkovými variantami. Spojení je opět provedeno pomocí rychlospojek (obr. 6-5). Na tomto rámu je použit navíc oproti rychlospojce používané v předchozích částech konstrukce další druh spojky. Tento druh je o něco menší a hlavním rozdílem, v čem se liší od větší varianty, je pozice, ve které se montuje. Tato spojka je montována v kolmém spojení profilu na profil. Obvodové profily slouží k stabilnímu uložení celku a jejich prioritním cílem je přenášet veškerá zatížení z vrchní části sestavy do nohou. Na nožních profilech jsou namontovány patky, které zaručují hladké usazení na zem. Patky jsou šroubovací, takže každá nerovnost terénu se dá vymezit pomocí otočením potřebného počtu patek do správné polohy. Napříč celého rámu vedou dva profily, které jsou spojeny uprostřed dvěma kratšími. Tyto dva dlouhé profily slouží k usazení vrchní části sestavy a přimontování domku otočného uložení. Zespodu jsou pak namontovány dva krátké profily, které slouží k uchycení pohonné jednotky. Na profily je namontována deska, ke které se přimontuje pohonná jednotka. Když je rám sestaven, tak jsou otevřené části profilů zakryty pomocí plastových krytek.

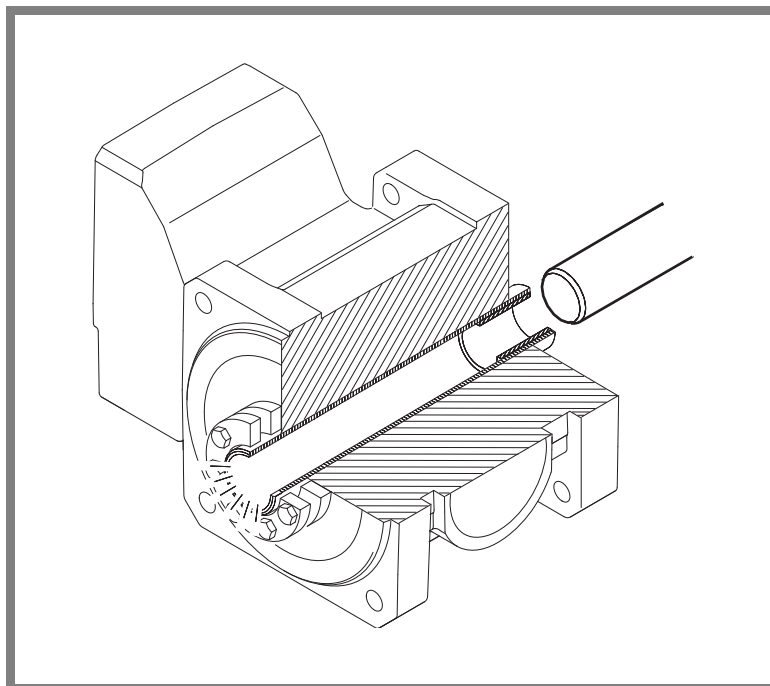
6.8 Otáčecí pohonná jednotka



Obr. 6-23 Pohonná otáčecí jednotka

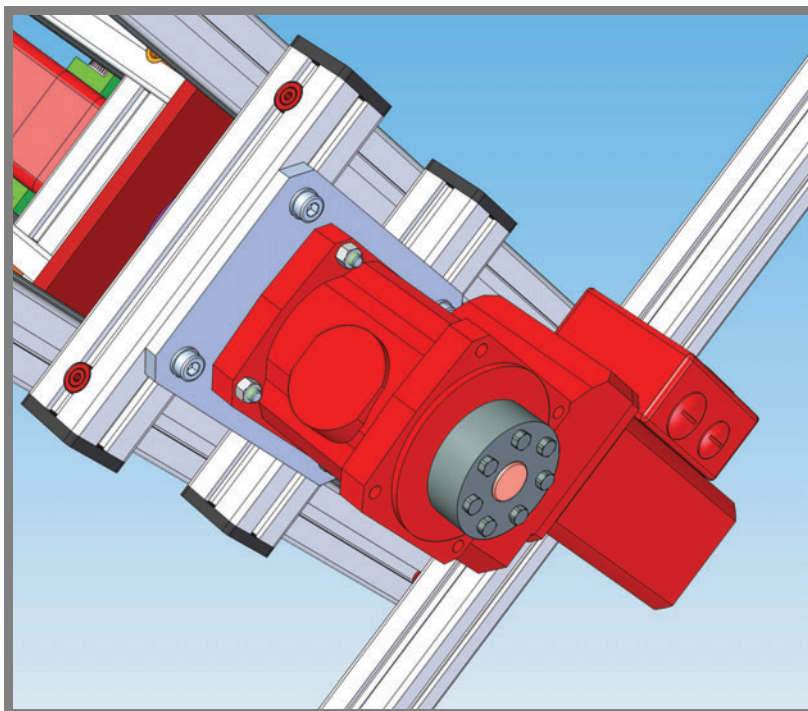
K otáčení celé vrchní části bylo zvoleno servomotoru firmy SEW Eurodrive. Typ pohonu byl zvolen BSHF202 DS56M. Celek disponuje synchronním servomotorem DS56M s 3000 min^{-1} a kuželočelní převodovkou BSHF202 s převodovým poměrem $i=25$. Převodovka je osazena dutou hřídelí se svěrným spojem, který zaručí po nasunutí

výstupní hřídele její pevné uchycení. Způsob upevnění hřídele do svěrného spoje je zobrazen na obr. 6-24.



Obr. 6-24 Montážní postup BSHF [23]

Celý pohon je připevněn ke spodní části sestavy jak je vidět na obr. 6-23 a v detailu na obr. 6-25 pomocí čtyř šroubů a matic. Pohon je připojen na přípojnou desku, která je vyříznuta z plechu. Plech obsahuje uprostřed díru, která zaručuje vycentrování pohonu na přesnou polohu vůči hřídeli.



Obr. 6-25 Upevnění pohonu BSHF202 DS56M

6.9 Popis pohonů a příslušenství

6.9.1 CMS Elektrický válec CMS50S

Elektrický servoválec je velice vhodný na místech, kde nejsou rozvody tlakového vzduchu nebo není zapotřebí používat hydrauliku. Snadné zapojení do celku pomocí řešení firmy SEW Eurodrive přináší inteligentní, flexibilní a velice přesné řízení pomocí programového vybavení dodávaného k řídicím jednotkám. Samozřejmě velice potřebnou vlastností je energetické řízení a diagnostické funkce celého systému, takže máme přehled nad každou prováděnou operací.

Série CMS Elektrických válců nabízí precizní, výkonné a rychlé provádění potřebných operací. Systém je velice ekonomicky a efektivně zpracován. Je snadno integrovatelný do jakéhokoliv automatizačního cyklu.

Pohon zaručuje:

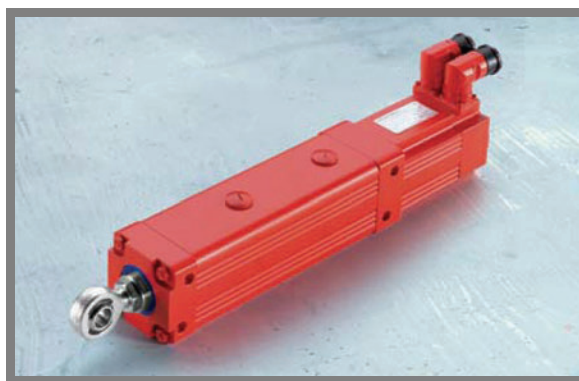
- minimální údržbu
- kontrolu nad silou, rychlostí, zrychlením a aktuální polohou
- automatickou diagnostiku
- inteligentní řízení
- rychlé starty
- nízkou hlučnost

Válec dále obsahuje brzdu, jež má přídržný moment 19 Nm. Brzdná energie je převáděna na tepelnou, která jde do ztrát systému. Uvnitř válce je kuličkový šroub, který zajišťuje přesné nastavování polohy.

Firma SEW Eurodrive dodává v sérii elektrických válců tři varianty. Pro mou aplikaci byla dostačující nejnižší varianta, tj. typ CMS50S. Se systémem je integrován servomotor, který má 4500 min^{-1} a maximální kroutící moment 5,2 Nm. Klidový moment je 1,3 Nm. Stoupání závitu je 5mm s průměrem vnitřního šroubu 16mm. Válec umožňuje stálé zatížení až 1300 N a v krajních mezích smí vystoupit zatížení až na 5000 N. Délka pístu je 150 mm.

Systém je samozřejmě vybaven zpětnovazebním čidlem, tj. rezolverem, který zajišťuje stálou komunikaci s řídicí jednotkou.

Veškeré uvedené informace o CMS elektrickém válci pocházejí z prospektu [22].



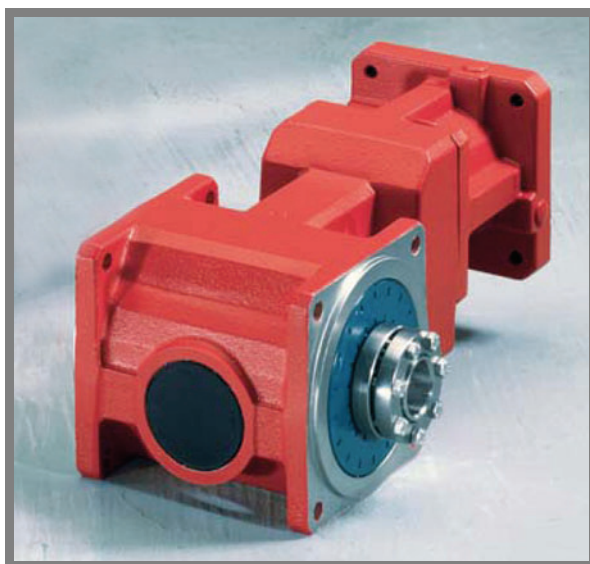
Obr. 6-26 Elektrický válec CMS50S [22]

6.9.2 Kuželočelní servopřevodovka BSHF202 DS56M

Převodovka BSHF202 (obr. 6-27) firmy SEW Eurodrive osazená synchronním servomotorem DS56M zajišťující velice přesné polohování s minimální vůlí, konstantní silou a vysokým výkonem. Přesné polohy je zajištěno díky nízké vůli, která se pohybuje po sečtení na všech stupních převodovky někde na rozmezí 6 až 3 úhlových minut.

Servomotor je osazen brzdou, která zajišťuje zamezení nechtěného natočení v klidovém stavu. Pohon se vyznačuje vysokou dynamikou, takže je pro mou aplikaci velice vhodný. Standardně je dále pohon ještě vybaven tepelnou ochranou, která hlídá aby nedošlo k nadměrnému přetížení a poškození pohonu, pro řízení je vybaven zpětnovazebním rezolverem.

Servopřevodovka je dvoustupňová s kuželovými koly. Moment na výstupu převodovky je 40 Nm. Převodový poměr je 25. Převodovka je koncipována jako skříň s dutou hřídelí a svěrným kotoučem, do kterého se nasune výstupní hřídel a sevře pomocí svěrného spoje. Hlučnost převodovky je velice nízká.



Obr. 6-27 Kuželočelní převodovka BSHF202 [26]

6.9.3 MOVIDRIVE® měnič MDX61B a jeho příslušenství

Frekvenční měniče MDX61B (obr. 6-28) firmy SEW zajišťují přesné, kompaktní, pohodlné, bezpečné a hospodárné řízení pohonů. Ochraňují pohony proti nepřiměřenému přetěžování a tepelnému porušení pohonu. Měnič je vybaven velkým množstvím funkcí k řízení jako jsou snadné řízení, vysoká dynamika a velká rozmanitost aplikovatelnosti. Měnič je zasazen do boxu, který díky své propracovanosti i moderně vypadá. Měnič obsahuje dva rozšiřující sloty, do kterých je možno nainstalovat rozšiřující karty. V případě mé aplikace je každý osazen pomocí rezolverové DER karty, která slouží ke zpětnovazební komunikaci s pohonnými jednotkami. K měničům je dodána dále MOVI-PLC karta (obr. 6-28), která je řešena jako externí zařízení. Díky PLC kartě je možno za běhu přímo vypočítávat dráhu pohybu a provádět komplexní výpočty potřebné k řízení.



Obr. 6-28 Frekvenční měnič MDX61B, MOVIE-PLC karta® [24]

6.9.4 Obslužný terminál DOP11B

Ovládací terminál DOP (obr. 6-29) zajišťuje snadné, moderní a přehledné ovládání frekvenčních měničů. Díky panelu je možné řídit více funkcí oproti integrovanému ovládacímu panelu na měniči. Vzhledem k tomu, že v mé aplikaci potřebuji řídit více pohybů zaráz, je tento panel nezbytný. Pomocí něj je možno koordinovat několik pohonů snadno a přesně. Panel velmi dobře vizuálně zobrazuje potřebná data, dává přehled o celkovém systému, snadná diagnostika systému. Snadné přizpůsobování a rychlá změna vstupních parametrů, možnost snadno ovládat rychlostní či silové charakteristiky, možnost nastavování náběhových ramp. Panel zajišťuje hospodárné řešení určené k ekonomickému řízení. Terminál je osazen displejem s rozlišením 2040x64 obrazových bodů, obsahuje navigační, numerické a funkční klávesy. Vnitřní paměť použitelná k ukládání dat činná 12MB. Programování panelu se provádí pomocí speciálního softwaru. Místo panelu je možno využít i přenosného nebo stolního počítače.

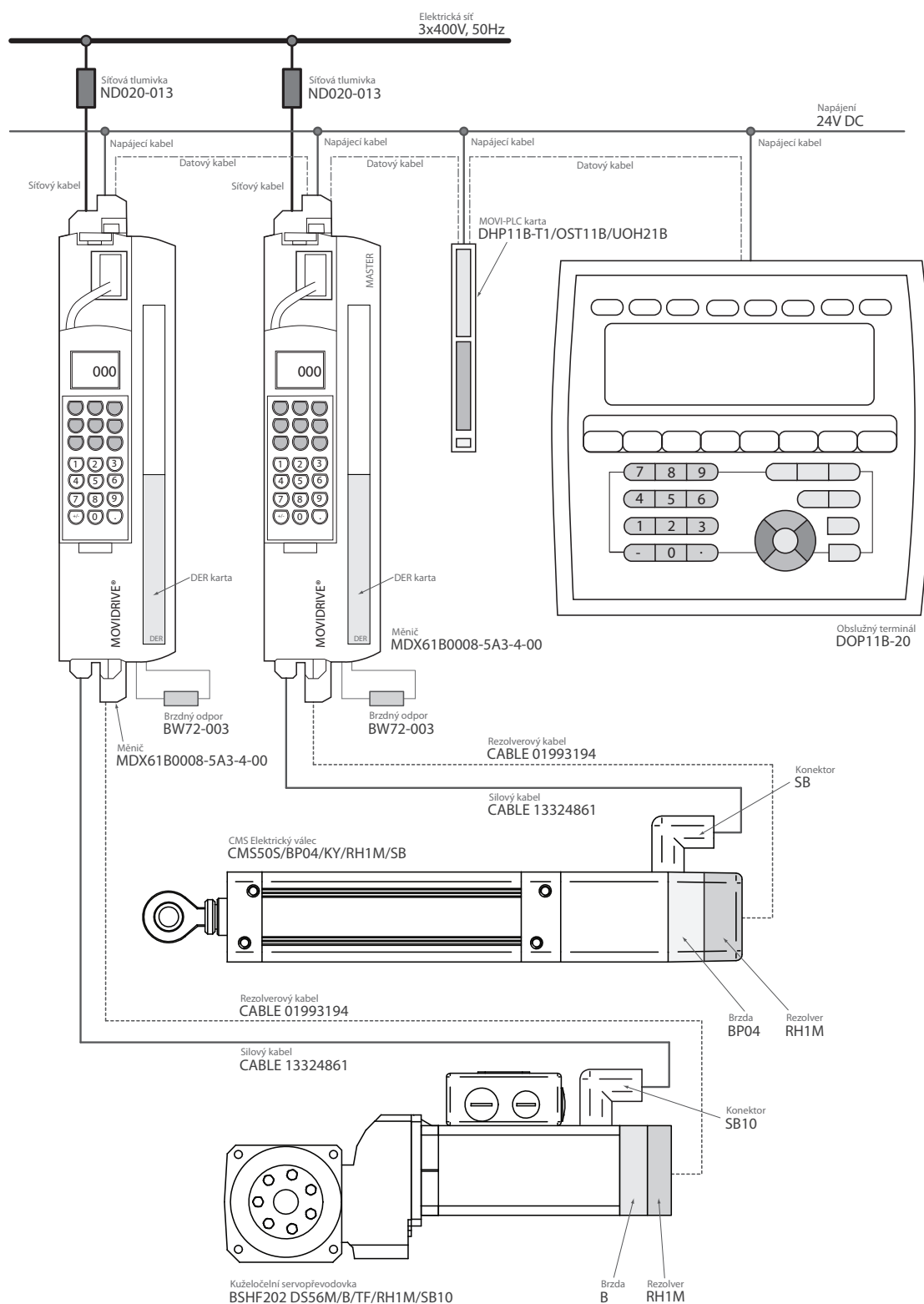


Obr. 6-29 Obslužný terminál [25]

6.10 Schéma zapojení

Schéma zapojení (obr. 6-30) bylo sestaveno na základě informací, jež jsem obdržel od odborníků v SEW Eurodrive. Bylo mi následně i zkontrolováno a odsouhlaseno za správné. Zobrazení je pouze schematické, ve schématu není zakreslen ovládaný objekt, jsou v něm pouze zakresleny pohony, řídicí komponenty a způsob jakým budou mezi sebou propojeny. Nakreslení je provedeno jen zhruba, protože náčrt přesného schématu je spíše záležitostí pro elektrotechnického inženýra.

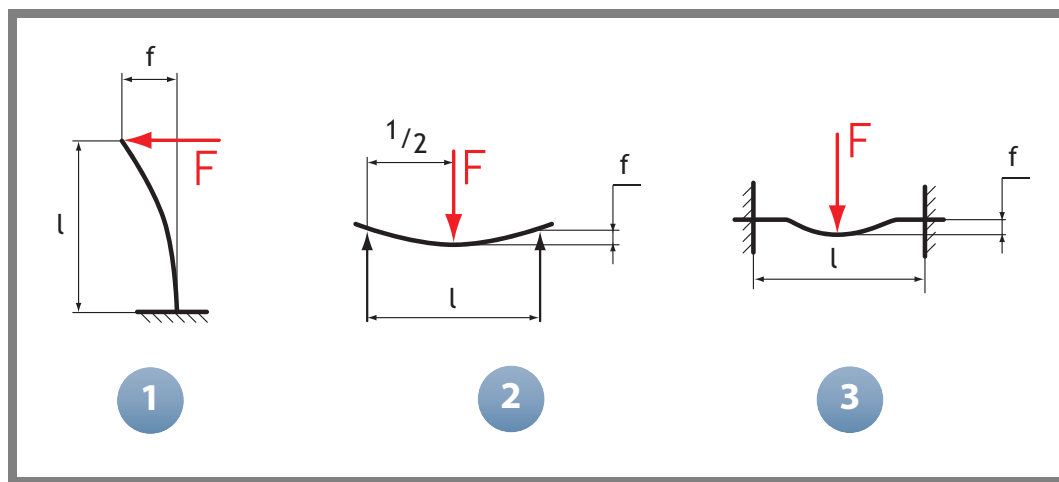
Schéma obsahuje v horní části napojení na elektrickou síť a třífázovou přípojku. Na přívodu do měničů je namontována síťová tlumivka, která zabraňuje rušení ze sítě. Na toto jsou napojeny frekvenční měniče. Na frekvenční měniče je dále zapojena PLC karta, která zajišťuje programovatelné rozhraní mezi měničem a řídicím panelem, který je umístěn v pravé části schématu. Toto vše je napájeno stejnosměrným proudem a propojeno datovými kabely. Pod měničem je dále zakreslen brzdový odpor, který má za úkol v případě brzdění zajistit disipaci energie, energie z brzdění je zde přeměněna na ztrátovou tepelnou energii. Pro zpětnovazební komunikaci pohonu a frekvenčního měniče je namontována DER karta, která zajistí zpětnovazební komunikaci s rezolvery na pohonech. Každý pohon je ovládán jedním frekvenčním měničem. Propojení měniče s pohonem je pomocí dvou kabelu, jeden je rezolverový, přes ten proudí informace o poloze a veškerá data potřebná k ovládání - zajišťuje zpětnovazební komunikaci, a druhý je silový kabel, ten zajišťuje napájení pohonu. Na pohonech je dále schematicky naznačena brzda, rezolver a konektor.



Obr. 6-30 Schéma zapojení

6.11 Kontrola prohnutí profilů

Jelikož je zapotřebí zajistit dobrou tuhost rámu celé konstrukce, potřebuji ověřit, zda průhyby hlavních profilů, které přenášejí největší zatížení, (nemají nadměrné průhyby) nejsou kolizní. Pokud by byl průhyb příliš velký, docházelo by ke zkrucování konstrukce a mohlo by to mít vliv na citlivé komponenty. Z hlediska pohledu by pak bylo nepřijatelné, aby profil byl nepřiměřeně prohnut. K určení průhybů jsem využil katalogu MayTec [19], ve kterém je uveden postup jak kontrolovat profilový systém. K ověření průhybů jsem použil vzorců ze strany 66, kde jsou uvedeny i modelové situace, jak může být profil zatěžován. Z uvedených modelů jsem pro můj výpočet využil pouze modely uvedené na obr. 6-31.



Obr. 6-31 Modely zatěžování profilů

Kontrola sloupu:

Pro výpočet sloupu volím 1. model z obr. 6-31. Pod pojmem sloup myslím dvojici hlavních vertikálních profilů 40x80, takže uvažuji, že výsledná síla je rozložena na dva profily, proto provádím dělení dvěmi. Zatížení sloupu předpokládám pouze vahou rámu panelu s panelem. Jako případné dodatečné zatížení volím sílu F_d .

Velikost průhybu hlavního sloupu:

$$f = \frac{\left(\frac{F}{2} + \frac{F_d}{2}\right) \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot J} = \frac{\left(\frac{300\text{N}}{2} + \frac{300\text{N}}{2}\right) \cdot 500^3 \text{ mm}}{3 \cdot 70 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 82 \cdot 10^4 \text{ mm}^4} = \underline{\underline{0,217\text{mm}}}$$

kde:

$F = 300$	[N]	Hlavní zátěžná síla
$F_d = 300$	[N]	Dodatečná síla
$J = 80 \cdot 10^4$	[mm ⁴]	Moment setrvačnosti
$E = 70\,000$	[$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$]	Modul pružnosti hliníkové slitiny
$l = 500$	[mm]	Výška sloupu

Kontrola střední vzpěry:

Zde se jedná o kontrolu opět dvojice profilů. Profily jsou umístěny mezi otočnou částí a uložením motoru ve spodní části sestavy. Jde o profily, které přenášejí veškeré zatížení z horní části sestavy na profily základního rámu. Použité profily jsou 40x40. Model zatěžování těchto profilů podle obr. 6-31 volím číslo 3.

Velikost průhybu střední vzpěry:

$$f = \frac{\left(\frac{F}{2} + \frac{F_d}{2}\right) \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot J} = \frac{\left(\frac{500\text{N}}{2} + \frac{400\text{N}}{2}\right) \cdot 600^3 \text{ mm}}{192 \cdot 70 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 12 \cdot 10^4 \text{ mm}^4} = \underline{\underline{0,06\text{mm}}}$$

kde:

$F = 500$	[N]	Hlavní zátěžná síla
$F_d = 400$	[N]	Dodatečná síla
$J = 12 \cdot 10^4$	[mm ⁴]	Moment setrvačnosti
$E = 70\,000$	[$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$]	Modul pružnosti hliníkové slitiny
$l = 600$	[mm]	Délka profilu

Kontrola vzpěry základního rámu:

Jako poslední kontrolu profilového systému jsem zvolil místo, které bude nejvíce namáhané. Jedná se o profily základového rámu. Profily přenášejí veškeré zatížení ze sestavy přímo na nohy rámu. U těchto profilů - opět dvojice profilů - jsem již od začátku konstrukce rámu předpokládal největší průhyby. Z obr. 6-31 je použit typ číslo 2, který z pohledu zatěžování zhruba simuluje způsob zatížení mé sestavy.

Velikost průhybu vzpěry základního rámu:

$$f = \frac{\left(\frac{F}{2} + \frac{F_d}{2}\right) \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J} = \frac{\left(\frac{500\text{N}}{2} + \frac{400\text{N}}{2}\right) \cdot 800^3 \text{ mm}}{48 \cdot 70 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 12 \cdot 10^4 \text{ mm}^4} = \underline{\underline{0,57\text{mm}}}$$

kde:

$F = 500$	[N]	Hlavní zátěžná síla
$F_d = 400$	[N]	Dodatečná síla
$J = 12 \cdot 10^4$	[mm ⁴]	Moment setrvačnosti
$E = 70\,000$	[$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$]	Modul pružnosti hliníkové slitiny
$l = 800$	[mm]	Délka profilu

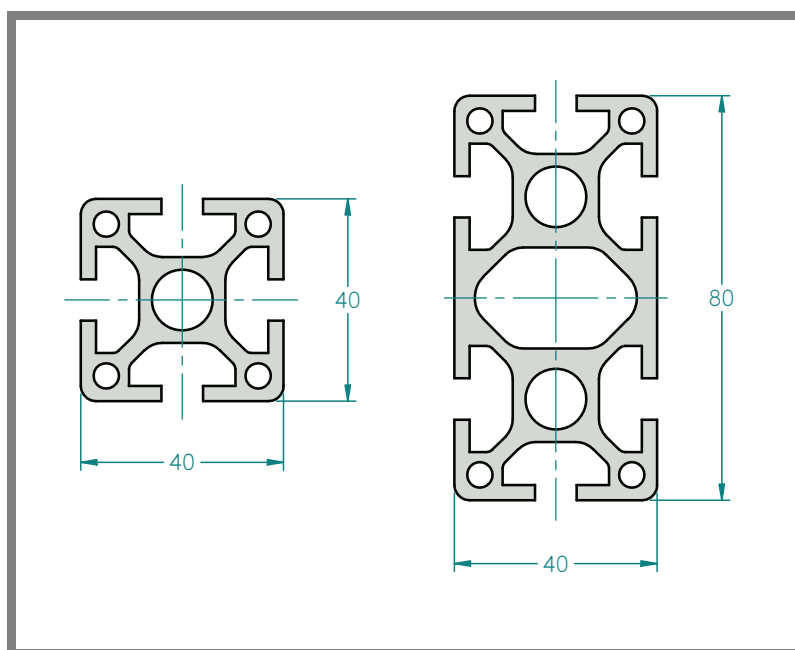
7 KONSTRUKČNÍ, TECHNOLOGICKÝ A EKONOMICKÝ ROZBOR ŘEŠENÍ

7.1 Konstrukční rozbor

Konstrukce je řešena jako rozložitelná sestava, kterou lze v případě nedostatku místa v laboratoři rozložit na jednotlivé komponenty. Některé komponenty jsou dále také využitelné po rozmontování na jinou konstrukci. Tato variabilita je zaručena díky profilovému systému firmy MayTec a jednoduchým svařencům, jež jsem navrhl.

Proč zrovna MayTec systém na konstrukci rámu? Důvodů je hned několik. Shrnu bych je asi tak, jak uvádí výrobce ve svém přehledovém katalogu [18]: konstrukce je velice flexibilní, má veliké množství distribuovaných profilů (cca 227 odlišných průřezů), tudíž je možno zkonstruovat s trochou fantazie cokoli; dalším a pro mě velice důležitým důvodem byla dostupnost profilů přímo z webového rozhraní ve formátu dat pro mnou požadovaný CAD modelář; k sestavení konstrukce není potřeba žádného speciálního nářadí, konstrukce se dá smontovat běžně dostupným dílenským nářadím; jednoduché montážní kroky; rychlost - nároky na čas smontování jsou velmi malé, rychlospojku je zručný pracovník schopen smontovat za 5 sekund; vysoká stabilita spojů - spoje s rychlospojkou jsou schopny snášet pracovní zatížení až 18 000 N a přitom velmi dobře odolávají vibracím; značně rozšířený servis po světě, přičemž pobočka zastupující firmu je i v Brně.

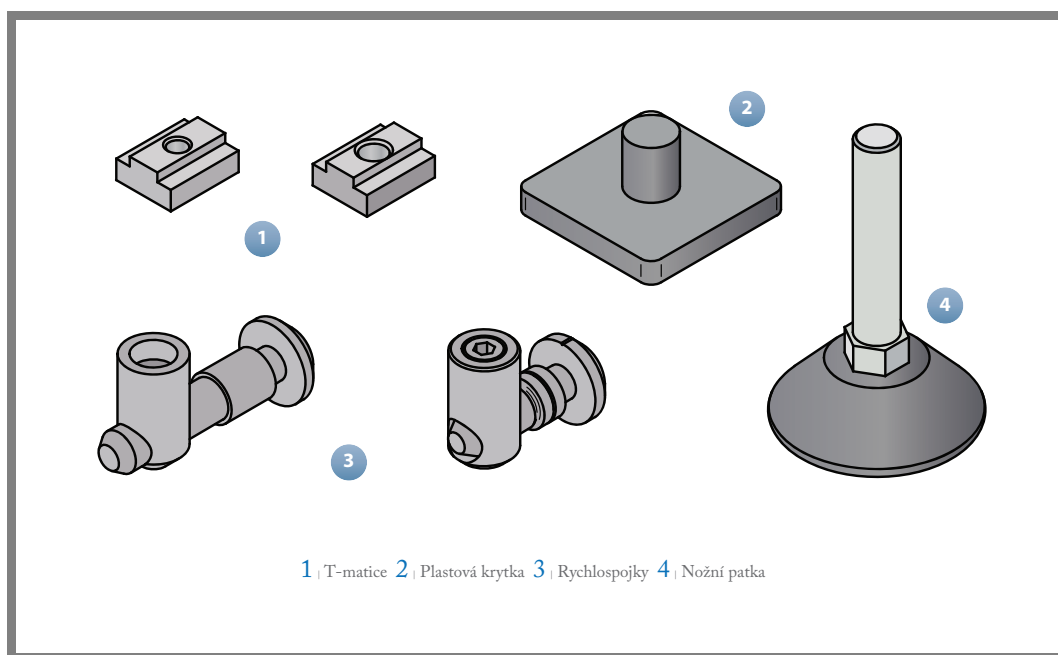
Jaké prvky jsou použity? Při navrhování sestavy jsem se snažil použít co nejmenší počet prvků a to jak z hlediska druhu, tak z hlediska množství. Ve finále jsem tedy použil z profilů dva druhy (obr. 7-1), které jsou nařezány na potřebné délky. Ty dodá již přímo dodavatel. Úprava profilů již není potřeba, pouze po dodání je potřeba navrtat díry pro rychlospojky. Jejich specifikace je uvedena v katalogu výrobce.



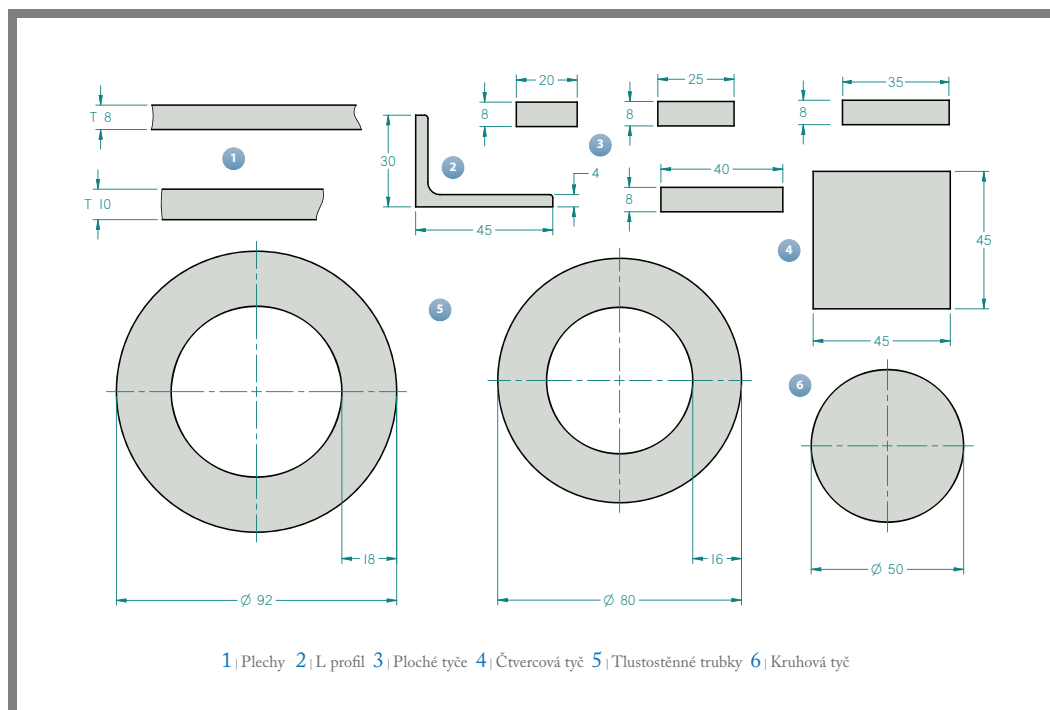
Obr. 7-1 Použité průřezy profilů

Z dalšího příslušenství firmy MayTec jsem použil prvky uvedené na obr. 7-2. Jedná se o T-matice, ty slouží ke spojení prvků, které nelze spojit pomocí rychlospojek. Dále jsou to rychlospojky. Rychlospojka je v podstatě sestava tří prvků (pouzdro, čep, šroub), v katalogu výrobce je brána jako celek, takže ji uvádím jako jeden dílec.

Pro zkrášlení celé konstrukce a hlavně k zakrytí průřezu profilu je použit jeden typ plastové krytky. Posledním prvkem dodaným firmou MayTec je nožní patka, ta slouží k podložení celé konstrukce.



Obr. 7-2 Příslušenství od firmy MayTec



Obr. 7-3 Standardní profily

Pro některé další uzly, které nebylo možno postavit z profilového systému MayTec, bylo dále zapotřebí použít standardních konstrukčních polotovarů. Jedná se především o plechy a standardní profily, jejichž grafické shrnutí zobrazuje obr. 7-3. Tyto polotovary jsou použity ke konstrukci upínky, různých připojovacích desek, hřídele, otočného uložení, pantů naklápěcího mechanismu a držáků lineárního pohonu.

Aby bylo jak konstrukci smontovat, je zapotřebí ještě spojovacích prvků. Na spojení jsem použil standardní normalizované součásti: šrouby, podložky, matice, čepy, kolík, pojistný kroužek, závlačky. Pro pohyblivá uložení jsem dále použil kluzných prvků - axiální kluzný kroužek a radiální kluzné pouzdro, pro kluzné uložení na uchycení lineárního pohonu jsem použil kluzných kroužků s přírubou. Všechny tyto kluzné prvky jsou taktéž normalizovány, přičemž pouzdra jsou použita Igus, Iglidur® G.

Na závěr této kapitoly ještě dodám, že jako poslední použité součásti sestavení jsou dva solární panely firmy SOLARTEC, které v případě nedostatku financí lze nahradit pouze rekviziční deskou, a pohonné jednotky s příslušenstvím od firmy SEW Eurodrive. V případě pohonných jednotek jsem se snažil použít prvků, jež dostal Ústav konstruování darem od firmy SEW, nicméně z tohoto seznamu jsem použil pouze tu nejdražší část - frekvenční měniče. Samotné pohony nebyly pro tuto úlohu příliš vhodné, a proto jsem si nechal poradit přímo v pobočce firmy SEW a použil jiné pohonné jednotky.

7.2 Technologický rozbor

Jak je zmíněno v předchozí kapitole, sestava je zkonstruována co nejjednodušeji. Technologii výroby jednotlivých dílů sestavy jsem se snažil použít co nejjednodušší tak, aby bylo možno veškeré vyráběné součásti vyrobit v běžné zámečnické dílně. Jedinou záležitostí, kterou je potřeba externě provést je nadělení materiálu a to pomocí jakékoliv řezací či stříhací techniky, která zaručí, že dílce budou mít dostačující kvalitu řezaných ploch.

Snažil jsem se postupovat tak, že u dílců, které nemají žádný funkční charakter anebo i nefunkční plochy použít již právě struktury povrchu materiálu, který je dodán již po dělení nebo přímo povrch od dodavatele hutního materiálu. U takovýchto povrchů je zapotřebí pouze jediná operace a tou je odstranění ostrých hran a ořepů, což lze provést přímo na dílně jednoduchým nástrojem.

U profilového systému počítám s tím, že od dodavatele nakoupím již přímo nařezané profily na požadovanou délku. Délkové rozměry profilů netoleruji, jelikož přímo dodavatel zaručuje již svou toleranci, ve které nařezaný profil dodá. Operaci, kterou je potřeba provést na profilech, je pouze navrtání děr pro rychlospojky, které může navrtat buď rovnou dodavatel, přičemž tato varianta bude nákladnější, nebo vyvrtání děr se provede přímo na dílně. Pokud nebudou díry navrtány dodavatelem, je zapotřebí buď zakoupit patřičný nástroj, kterým se vyvrtá přesně požadovaný rozměr díry nebo dle katalogu dodavatele je potřeba vyhledat nástroj, kterým se vyvrtá díra podle požadavků uvedených v katalogu. Parametry děr a informace o profilovém systému lze dohledat v katalogu [19].

Plechové dílce které se na sestavě vyrábí jsem se opět snažil navrhnout tak, aby bylo jednoduché je vyrobit a změřit. Neoptimálnější variantou bude, když dílce budou nařezány laserem, plazmou nebo technologií, jež zaručí relativně kvalitní strukturu povrchu. Tento způsob dělení plechového materiálu se mi jeví jako nejlepší a to především z hlediska, že se nejedná o sériovou výrobu, ale jde pouze o výrobu jediného kusu.

Výrobu prvků pro svařence jsem koncipoval tak, že použiji ploché tyče. Z finančního hlediska jsou dostupné za velmi nízkou cenu, z hlediska jejich zpracování je minimální nárok na dělení a přípravu ke svařování. Zejména u těchto polotovarů jsem se snažil, pokud nejde o funkční plochy, nechat plochu surovou, jak dodá dodavatel hutního materiálu.

Otočné uložení je konstruováno tak, aby bylo co nejvíce stabilní, levné a opět snadno vyrobitelné. Dobrou tuhost ku váze jsem se snažil docílit použitím tlustostěnných trubek, které se obrobí na soustruhu na požadovaný rozměr. Takto obrobené trubky se poté svaří s přírubou z plechu - u domečku a s hřídelí a přírubou u otočného uložení. Hřídel je vysoustružena z kulatiny. Hřídel je potřeba osoustružit na takovou kvalitu, aby bylo docíleno kvalitní svěrné spojení s pohonem.

Svařování, je koncipováno tak, že dílce nemají předepsaný způsob svařování, takže svaření lze provést pomocí jakékoliv vhodné technologie, kterou docílím požadovaného výsledku. Jediné čeho je potřeba si při svařování všimnout, je dodržení připojovacích rozměrů a zejména souososti spojovaných dílců.

7.3 Ekonomický rozbor

Na ekonomickou stránku byla kladena značná část úsilí již od začátku. Cílem bylo zkonstruovat zařízení, které bude efektivně vypadat, bude funkční a náklady na jeho sestavení budou co nejnižší. Sice jsem použil profilového systému, který není zrovna nejlevnějším konstrukčním prvkem, ale na druhou stranu kdybych použil standardních profilů, tak konstrukce bude 2x těžší, nebude mít takovou variabilitu a bude pracnější na sestavení. Takže u výběru profilů nebyla cena hlavním parametrem, podle kterého jsem volil tento konstrukční prvek. Snahou ovšem bylo vybrat profilový systém, který bude pro mou konstrukci nejvhodnější.

Při sestavování cenového rozpočtu jsem se snažil vyhledat nejpřijatelnější ceníky produktů, ale jelikož se mi nepodařilo vyhledat veškeré produkty od jednoho dodavatele, tak jsem se přiklonil k zprůměrnování cen výrobků, které se mi podařilo získat, takže většina z uvedených cen není z reálného zdroje, je pouze průměrnou cenou z několika zdrojů.

Ceny jsem začal rozpočítávat u profilového systému. Od distributora systému MayTec firmy Amtek s.r.o. jsem obdržel ceník, ve kterém byly uvedeny veškeré ceny jejich produktů. Jelikož výrobce je z Německa, tak ceník, jež jsem dostal, byl v jednotné evropské měně. Vzhledem k tomu, že kurz eura (dále jen €) se stále mění jsem rozhodl, že ceny profilového systému uvedu v €, navíc tato varianta je také vhodnější pro lepší orientování v ceníku.

K samotnému rozpisu cen. V tab. 7-1 je rozpis cen profilů. V tabulce jsem uvedl typ profilu, rozměr jaký požaduji, počet kusů a katalogové číslo, podle kterého se dá snadno dohledat k podrobnostem o profilu. U sestavování ceny jsem byl poučen, že na každý oddělený kus jsou dva druhy příplateků, ty jsou v ceně také zahrnuty. Jedná se o příplatek na kus plus příplatek na oddělení z tyče. Na konci tab. 7-1 je uvedena celková cena čistě za profily bez navrtání.

Tab. 7-1 Cenový rozpis profilů

Profil	Délka [mm]	Katalogové číslo	Počet [ks]	Délka / Σks	Cena/m [€]	
40x40, 4E, P	95	1.11.040040.43P.60	2	0,19	17,20	9,71
40x40, 4E, P	150	1.11.040040.43P.60	4	0,60	17,20	23,20
40x40, 4E, P	200	1.11.040040.43P.60	2	0,40	17,20	13,32
40x40, 4E, P	480	1.11.040040.43P.60	3	1,44	17,20	34,43
40x40, 4E, P	520	1.11.040040.43P.60	2	1,04	17,20	24,33
40x40, 4E, P	600	1.11.040040.43P.60	2	1,20	17,20	27,08
40x40, 4E, P	800	1.11.040040.43P.60	2	1,60	17,20	33,96
40x40, 4E, P	915	1.11.040040.43P.60	2	1,83	17,20	37,92
40x80, 6E, P	500	1.11.040080.64P.60	2	1,00	33,60	43,32
					Celková cena	€ 247

Příplatek na ks	€ 1,50
Příplatek na dělení	10%

K profilům je dále zapotřebí nakoupit příslušenství, které je určené ke spojování nebo k zakrytí nežádoucích stěn. Zde jsem opět postupoval jak u profilů, vyhledal jsem si v ceníku podle katalogového čísla požadovaný prvek. U těchto komponentů si dodavatel neúčtuje přídatné poplatky za manipulaci s materiálem a podobně. Seznam komponentů a jejich cen je uveden v tab. 7-2.

Tab. 7-2 Cenový rozpis příslušenství k profilům

Název	Katalogové číslo	Počet [ks]	Cena/ks [€]	Cena / Σks [€]
Connector, universal	1.21.4E0	26	2,19	56,94
Connector, parallel-square	1.21.4E5	8	2,19	17,52
T-Nut with spring	1.32.EM6	18	1,08	19,44
T-Nut with spring	1.32.EM8	8	1,08	8,64
Cover cap 40x40, Ø12, black	1.42.20404.2	16	0,91	14,56
Levelling foot, Ø45, M10x50	1.44.304505	4	2,14	8,56
			Celková cena za příslušenství	€ 126

Veškeré informace ohledně cen profilového systému jsem použil přímo od výrobce, takže ceny jsou prakticky konečné. V tab. 7-1 a tab. 7-2 není však zahrnut náklad na práci, dopravu a navrtávání děr. K navrtání děr je zapotřebí vrtáků, které předepisuje výrobce, ceny vrtáků taktéž nezahrnuji je pouze na technikovy, který bude sestavovat tuto úlohu, zda použije autorizovaných nástrojů nebo zda vyhledá podobné nástroje.

Další komponenty, které je potřeba nakoupit jsou standardní normalizované součásti. Seznam obsahující patřičné normy a názvy součástí je shrnut v tab. 7-3. Se získáním reálných cen těchto komponentů byl větší problém, jelikož ceny každého dodavatele se někdy velice výrazně liší, proto jsem se rozhodl vyhledat více cen a provést zprůměrnování, tudíž některé komponenty lze pořídit jak levněji tak dražší. Další zásadní rozdíl, který může odlišovat cenu v tabulce od reálné ceny, je nákup v jiném množství, než je standardní balení dodavatele. Většinou jsou ceny uváděny na počet kusů, přičemž tento počet je ve velké části 100 kusů. V tabulce jsem zahrnul ceny vždy u produktů, které se prodávají množstevně a zvláště jsem oddělil cenu za jeden kus. U produktů, které se prodávají po jednom kuse uvádím přímo cenu tohoto kusu. Skutečná cena těchto komponentů se může tedy značně lišit, záleží opravdu na zdroji, kde se budou nakupovat. Nejdražšími komponenty z této části jsou zejména kluzná pouzdra a čepy.

Tab. 7-3 Cenový rozpis normalizovaných součástí

Název	Norma	ks	Cena[Kč]/100 ks	Cena[Kč]/1 ks	Cena[Kč]/ Σks
Kluzné pouzdro A 65 x 70	ISO 3547 - 60	1		512,00	512,00
Pouzdro GFM-1416-17	IGLIDUR (DIN 1494)	2		25,00	50,00
Kroužek GTM-6290-020	IGLIDUR (DIN 1494)	1		270,00	270,00
Matice M6	ISO 4034	4	104,00	1,04	4,16
Čep 16h11x45	ČSN 022112	1		200,00	200,00
Čep 16h11x50	ČSN 022112	1		210,00	210,00
Kolík 4x8	ČSN 022150	1	40,00	0,40	0,40
Závlačka 4x22	ČSN 021781	2	66,00	0,66	1,32
Pojistný kroužek 60	ČSN 022930	1	744,00	7,44	7,44
Šroub M6x35	ISO 4762	4	100,00	1,00	4,00
Šroub M6x8-Z	ISO 7045	2	130,00	1,30	2,60
Šroub M8 10x16	ISO 7379	4	400,00	4,00	16,00
Šroub M6x10	ISO 4762	8	58,00	0,58	4,64
Šroub M6x12	ISO 4762	8	60,00	0,60	4,80
Šroub M6x20	ISO 4762	10	78,00	0,78	7,80
Šroub M8x20	ISO 4762	8	140,00	1,40	11,20
Podložka 6,4	ČSN 021702	4	16,00	0,16	0,64
Podložka 6	ČSN 021731	26	33,00	0,33	8,58
Podložka 8	ČSN 021731	8	42,00	0,42	3,36
Podložka 17	ČSN 021703	2	157,00	1,57	3,14
Podložka 6,4	ČSN 021726	2	50,00	0,50	1,00
			Celková cena		
			1 323 Kč		

Nyní se dostáváme k nákladům spojeným s nákupem hutních polotovárů. Při návrhu bylo snahou použít co nejmenší počet typů polotovárů (viz obr. 7-3), nicméně použití přímo mnou stanovených profilů není podmínkou, lze použít i jiných a jejich úpravou z nich získat požadovaný tvar. U hutních polotovárů je cena uváděna jednak v poměru za kilogram prvku anebo v délkově. Většinou je ale cena uváděna v ceně na kilogram a proto jsem pro rozpočet použil tento rozpis.

U hutních polotovarů jsem provedl spočítání hmotností mnou použitých dílců. Tyto hodnoty jsem dostal ze systému Solid Edge V19, který po zadání hustoty daného materiálu provede výpočet hmotnosti prvku. Nejprve bylo nutné potlačit všechny odebírací operace, abych se dostal na samotný polotovár a znal tak správnou hmotnost nakupovaného prvku. V tab. 7-4 je uveden rozpis těchto hutních materiálů. Pod položkou „Hmotnost“ uvádím celkovou hmotnost všech součástí z daného typu polotovaru dohromady.

Cenový rozpis však neobsahuje náklady spojené s dopravou, dělení materiálů, příplatky na dělení a energii. Tabulka obsahuje hrubou cenu čistě za hmotnost materiálů.

Tab. 7-4 Cenový rozpis hutních polotovarů

Název polotovaru	Rozměr [mm]	Hmotnost [kg]	Norma	Cena/1kg	
Plech	8	4,91	ČSN EN 10029	28,00	137,48
Plech	10	1,10	ČSN EN 10029	29,00	31,90
Tyč nerovnoramenná L	45x30x4	0,36	DIN 1029	25,00	9,00
Tyč plochá	20x8	0,69	ČSN EN 10058	20,00	13,88
Tyč plochá	25x8	0,55	ČSN EN 10058	20,00	10,96
Tyč plochá	35x8	0,15	ČSN EN 10058	21,00	3,15
Tyč plochá	40x8	0,82	ČSN EN 10058	34,00	27,88
Tyč čtvercová	45	0,25	ČSN EN 10059	24,00	6,00
Tyč kruhová	ø50	2,90	ČSN 42 5510-1	27,00	78,30
Trubka bezešvá	ø92x18	2,80	DIN EN 10305-1	45,00	126,00
Trubka bezešvá	ø80x16	3,10	DIN EN 10305-1	40,00	124,00
				Celková cena	569 Kč

Poslední a nejnákladnější částí celého zařízení jsou nejhlavnější prvky jimiž, jsou panely, pohony a jejich příslušenství. V cenové rozvaze těchto věcí neuvádím cenu za frekvenční měniče, jelikož měniče vlastní Ústav konstruování ve svých laboratořích. Taktéž zde není uveden kompletní seznam kabeláže, uvádím pouze nejhlavnější kabelové prvky. Cenový rozbor panelů, pohonů a příslušenství je uveden v tab. 7-5. V tabulce jsou uvedena přesná katalogová označení, které mi dodali z firmy SEW Eurodrive. Ceny produktů jsem získal přímo ve firmě SEW Eurodrive, kde mi je poskytli odborní pracovníci.

Tab. 7-5 Cenový rozpis panelů, pohonů a příslušenství

Název	Katalogové číslo	Počet [ks]	Cena/ks [Kč]	Cena / Σks [Kč]
Solární panel SOLARTEC	STR36-50 / 12	2	5600	11200
CMS Elektrický válec	CMS50S/BP04/KY/RH1M/SB	1	45400	45400
Kuželočelní servopřevodovka	BSHF202 DS56M/B/TF/RH1M/SB10	1	40500	40500
Obslužný terminál	DOP11B-20	1	16200	16200
MOVI-PLC kompaktní řízení	DHP11B-T1/OST11B/UOH21B	1	20700	20700
Předmontovaný kabel	CABLE 13324861, CABLE 01993194	4	2500	10000
			Celková cena	144 000 Kč

Celková odhadovaná cena za všechny nakupované komponenty s aktuálním kurzem eura 25Kč/€ činí **156 000 Kč**.

Závěrem bych chtěl k ekonomickému rozboru dodat, že uvedené ceny nejsou finální, suma těchto cen nedává výslednou celkovou cenu celého zařízení. V rozboru neuvádím finanční částku, kterou je potřeba připočítat za náklady spojené s prací, energií, nástroji. Dále není uvedena cena za datovou a napájecí kabeláž. Ceny jsou uvedeny bez DPH.

7.4 Závěr

Úvodní část diplomové práce stručně seznamuje se solární technikou, jaké jsou dnes trendy, co je využíváno v praxi a o čem se hovoří. Je podáno stručné seznámení se solárním trackerem, jeho stavbou a výhodami. Jsou vysvětleny požadavky na tracker, jeho řízení a podány informace proč a kde je tracker využíván. Seznámením s postupem, jakým bylo při práci postupováno, je stručně vysvětleno, co bylo zapotřebí udělat než byla konstrukce navržena.

Jelikož bylo od začátku cílem práce navrhnout jakoukoliv laboratorní úlohu sestávající z elektropohonů a příslušenství firmy SEW, bylo v průběhu navrženo několik variant. První varianty byly koncipovány spíše směrem k měřicím úlohám, nicméně postupným získáváním nových informací byly vyvinuty i úlohy podobného charakteru jakou je výsledná varianta.

Výsledná konstrukce je ryze laboratorního charakteru, konstrukce byla navržena tak aby splňovala tuto podmínku. Navíc se podařilo navrhnout takovou konstrukci, která může být v případě nedostatku prostoru snadno, rychle a kompletně rozmontována a uložena do velmi malého prostoru. Další výhodou konstrukce je též možnost využití použitých profilů na jinou konstrukci či laboratorní úlohu. Ve spolupráci s odborníky z firmy SEW Eurodrive se podařilo zkonstruovat požadavky a navrhnout schéma zapojení pohonů včetně jejich řízení. Zapojení je provedeno pouze schematicky, před montáží bude zapotřebí zkontaktovat odborného pracovníka firmy SEW, aby navrhl finální variantu řízení a provedl odborné zapojení celé konstrukce. Ve firmě SEW byla ovšem vyřčena připomínka, že výsledné správné zapojení bude nutno odladit, ale to lze provést až na sestaveném stroji.

V závěru práce se dostáváme k popisu použitých konstrukčních prvků, je provedena technologická rozvaha konstrukce a shrnuta ekonomická stránka výsledné konstrukce.

Další kroky v této práci tedy povedou směrem k dořešení zapojení, což je práce pro odborného zaměstnance firmy SEW Eurodrive. Dále bude zapotřebí získat informace o místě nákupu materiálu a zvážit přesné náklady na zařízení.

Z mého pohledu bych takto navrženou laboratorní úlohu viděl jako zajímavé ponaučení pro studenty. Na zařízení je možno vidět prvky, se kterými se studenti nesetkávají každý den, v budoucí praxi je budou možná využívat, a myslím si, že by bylo dobré jim ukázat tyto konstrukční prvky dříve než přijdou do praxe, a to i za cenu, že finanční nároky na zařízení nejsou nejnižší.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] TERMS a.s. *Solar Tracker*. 2007, [cit. 2008-02-20]
<<http://www.terms.eu/cz/?menu1=7&menu2=1&page=301003>>
- [2] Stirling Engineering Systems Inc.. *Home*. 2007, [cit. 2008-02-20]
<<http://www.stirlingenergy.com>>
- [3] GAISMA. *Brno, Czech Republic Sun path diagram*. 2008, [cit. 2008-01-20]
<<http://www.gaisma.com/en/location/brno.html>>
- [4] Schletter Systém. *Mounting instructions and service / 400610-1*. 2007, [cit. 2008-02-20]
<http://solar.schletter.de/downloads_UK.html>
- [5] Array Technologies. *Wattsun™ Solar Tracker Installation Guides*. 2008, [cit. 2008-02-20]
<http://www.wattsun.com/residential_trackers.html>
- [6] CZ Elektronika s.r.o. *Produkty - Polohovací jednotky SunFlex*. 2007, [cit. 2008-02-21]
<http://www.cz-elektronika.cz/fotovoltaika-produkty-polohovaci-jednotky_SunFlex>
- [7] Danaher Motion. *Linear Actuators Katalog*. 2007, [cit. 2008-02-21]
<http://www.danahermotion.com/website/com/eng/products/actuators/linear_actuators/electrak/electrak_1_literature.php>
- [8] Venture Mfg. Co. *Product - ACME Screw Actuator*. 2008, [cit. 2008-02-20]
<<http://www.venturemfgco.com/product.php?id=13>>
- [9] Transmotec Sweden AB. *Motors DC worm gear katalog*. 2007, [cit. 2008-02-20]
<http://www.transmotec.com/PDF/Catalogues/Motors_Worm_Gear_DC_Catalogue_25W-500W.pdf>
- [10] Czech RE Agency. *Fotovoltaika pro každého - Solární panel*. 2007, [cit. 2008-02-20]
<www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>
- [11] Jiránek Libor. *Fotovoltaika - Stupeň účinnosti*. 2004, [cit. 2008-02-21]
<www.jiraneck.cz/en_ze_sv.htm>
- [12] LORENTZ GmbH. *Solar Park in Germany, 60kWp*. 2006, [cit. 2008-02-21]
<<http://www.lorentz.de/ongrid/en/company/references/germany/060kw>>
- [13] Poulek Solar s.r.o. *Fotogalerie: Solar trackers / concentrators*. 2007, [cit. 2008-02-21]
<www.solar-solar.com/default.asp?p=photogallery>
- [14] Stirling Engineering Systems Inc. *Breaking News Photo Gallery*. 2007, [cit. 2008-02-21]
<http://www.stirlingenergy.com/breaking_news_photos.htm>
- [15] G.U.N.T. - Equipment for engineering education. *AT 200*. 2005, [cit. 2008-03-06]
<http://www.gunt.de/static/s3639_1.php>
- [16] SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG. *Table positioning*. 2007, [cit. 2007-02-17]
<<http://www.sew-eurodrive.com/produkt/A97.htm>>
- [17] DAS spol. s r.o. *Válečkový dopravník - točna*. 2005, [cit. 2008-03-06]
<<http://www.dasfm.cz/index2.php?id=80&typ=1&lang=cz>>
- [18] MayTec - *Přehled produktů* - s. 4-5. 2006, [cit. 2008-03-30]
<<http://www.amtek.cz/pdf/Maytec/Produkty/PD-1-2006-CZ-V03.pdf>>
- [19] MayTec - *The Profile System*. 1/2006, [cit. 2008-03-30]
<<http://www.amtek.cz/pdf/Maytec/Profil/K1-2006-E.pdf>>

- [20] MayTec - *The Profile System* - s. 83-84. 1/2006, [cit. 2008-04-11]
<<http://www.amtek.cz/pdf/Maytec/Profily/K1-2006-E.pdf>>
- [21] SEW-EURODRIVE - *CMS Electric Cylinder Catalog* - s. 42. 3/2007, [cit. 2008-04-14]
<<http://sew-eurodrive.com/download/pdf/11479426.pdf>>
- [22] SEW-EURODRIVE - *Electric cylinders of CMS series*. 10/2006, [cit. 2008-04-27]
<<http://sew-eurodrive.cz/download/pdf/11533811.pdf>>
- [23] SEW-EURODRIVE - *BSF.. Návod k obsluze* - s. 31. 6/2006, [cit. 2008-04-27]
<<http://sew-eurodrive.cz/download/pdf/11405155.pdf>>
- [24] SEW-EURODRIVE - *Řídící karty MOVI-PLC®* - s. 1. 11/2006 [cit. 2008-04-27]
<<http://www.sew-eurodrive.cz/download/pdf/11551410.pdf>>
- [25] SEW-EURODRIVE - *DOP11 Operator Terminal* - s. 16. 2/2007 [cit. 2008-04-27]
<<http://www.sew-eurodrive.cz/download/pdf/11502614.pdf>>
- [26] SEW-EURODRIVE - *Prospekt Servopřevodovky* - s. 1. 5/2005 [cit. 2008-04-27]
<<http://sew-eurodrive.cz/download/pdf/11345012.pdf>>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

Zkratky:

CAD	Computer Aided Design
DC	Direct Current
DOP	Drive Operator Panel

Symboly:

α	$[\text{°}]$	minimální úhel naklopení trackeru
β	$[\text{°}]$	úhel naklopení trackeru
γ	$[\text{°}]$	rozmezí úhlu naklopení panelu
δ	$[\text{°}]$	úhel natočení

Veličiny:

E	$[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}]$	modul pružnosti
f	$[\text{mm}]$	průhyb
F	$[\text{N}]$	zátěžná síla
F_d	$[\text{N}]$	doplňková síla
J	$[\text{mm}^4]$	moment setrvačnosti
l	$[\text{mm}]$	délka

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1-1 Sluneční trasy pro Brno	14
Obr. 1-2 Pracovní úhly trackeru	15
Obr. 1-3 Lineární aktuátory Danaher Motion [7] a Venture Mfg. Co. [8].....	17
Obr. 1-4 DC motory Transmotec [9].....	17
Obr. 1-5 Fotovoltaický panel [10]	18
Obr. 1-6 Nepohyblivá konstrukce Schletter [4]	19
Obr. 1-7 Trackery [13], [12]	19
Obr. 1-8 SES Dish Stirling Systém [14]	20
Obr. 1-9 Porovnání výnosu z pohyblivé a nepohyblivé konstrukce	21
Obr. 5-1 Měření účinnosti převodu [15]	25
Obr. 5-2 Pohybový stůl [16]	26
Obr. 5-3 Přesouvání materiálu	27
Obr. 5-4 Točna válečkového dopravníku [17]	27
Obr. 5-5 Nevhodný spoj	28
Obr. 5-6 První konstrukce rámu	29
Obr. 5-7 První typ lineárního prvku.....	30
Obr. 5-8 První varianta otočného uložení.....	30
Obr. 5-9 Optimální varianta úlohy.....	31
Obr. 6-1 Kompletní náhled konstrukce	32
Obr. 6-2 Rám panelu	33
Obr. 6-3 Upínka panelu	33
Obr. 6-4 Detail spoje rámu panelu	34
Obr. 6-5 Rychlospojka [20].....	34
Obr. 6-6 Sestava rámu panelu	35
Obr. 6-7 Naklápací mechanismus v sestavě.....	35
Obr. 6-8 Naklápací mechanismus volně	36
Obr. 6-9 Pevná část	36
Obr. 6-10 Pohyblivá část	37
Obr. 6-11 Hlavní sloup v sestavě.....	37
Obr. 6-12 Hlavní sloup volně.....	38
Obr. 6-13 Držáky v sestavě.....	39
Obr. 6-14 Detail držáků	40
Obr. 6-15 Držák lineárního pohonu.....	40
Obr. 6-16 Lineární pohon v sestavě.....	41
Obr. 6-17 Graf závislosti vysunutí pístu na úhlu naklopení	41
Obr. 6-18 CMS50S Elektrický válec [21]	42
Obr. 6-19 Otočné uložení v sestavě	43
Obr. 6-20 Otočné uložení - řez	44
Obr. 6-21 Základový rám v sestavě.....	45
Obr. 6-22 Základový rám.....	45
Obr. 6-23 Pohonná otáčecí jednotka.....	46
Obr. 6-24 Montážní postup BSHF [23]	47
Obr. 6-25 Upevnění pohonu BSHF202 DS56M	47
Obr. 6-26 Elektrický válec CMS50S [22]	48

Obr. 6-27 Kuželočelní převodovka BSHF202 [26]	49
Obr. 6-28 Frekvenční měnič MDX61B, MOVI-PLC karta® [24]	50
Obr. 6-29 Obslužný terminál [25]	51
Obr. 6-30 Schéma zapojení	52
Obr. 6-31 Modely zatěžování profilů	53
Obr. 7-1 Použité průřezy profilů	55
Obr. 7-2 Příslušenství od firmy MayTec	56
Obr. 7-3 Standardní profily	56

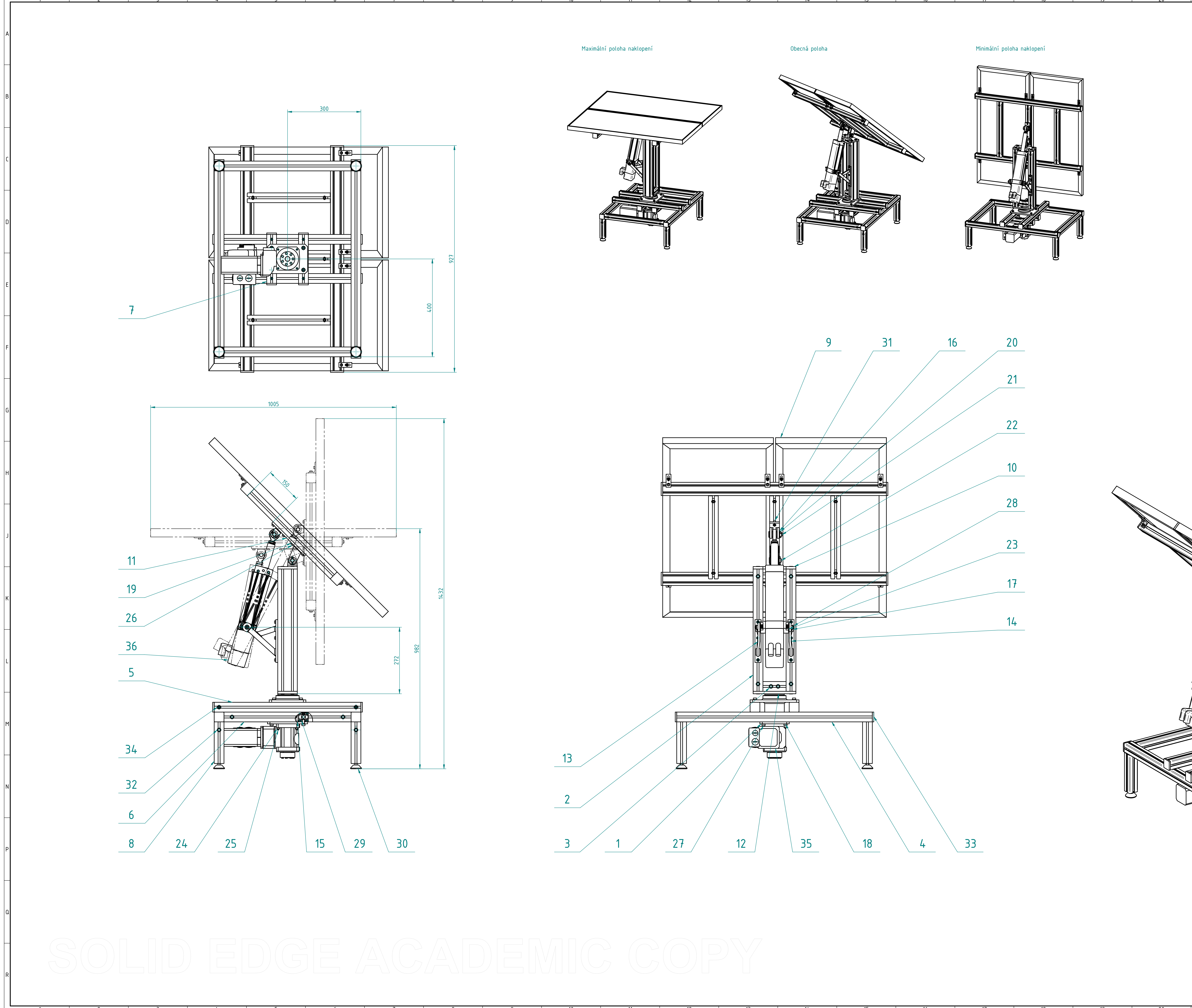
SEZNAM TABULEK

Tab. 7-1 Cenový rozpis profilů.....	59
Tab. 7-2 Cenový rozpis příslušenství k profilům.....	59
Tab. 7-3 Cenový rozpis normalizovaných součástí.....	60
Tab. 7-4 Cenový rozpis hutních polotovarů	61
Tab. 7-5 Cenový rozpis panelů, pohonů a příslušenství	61

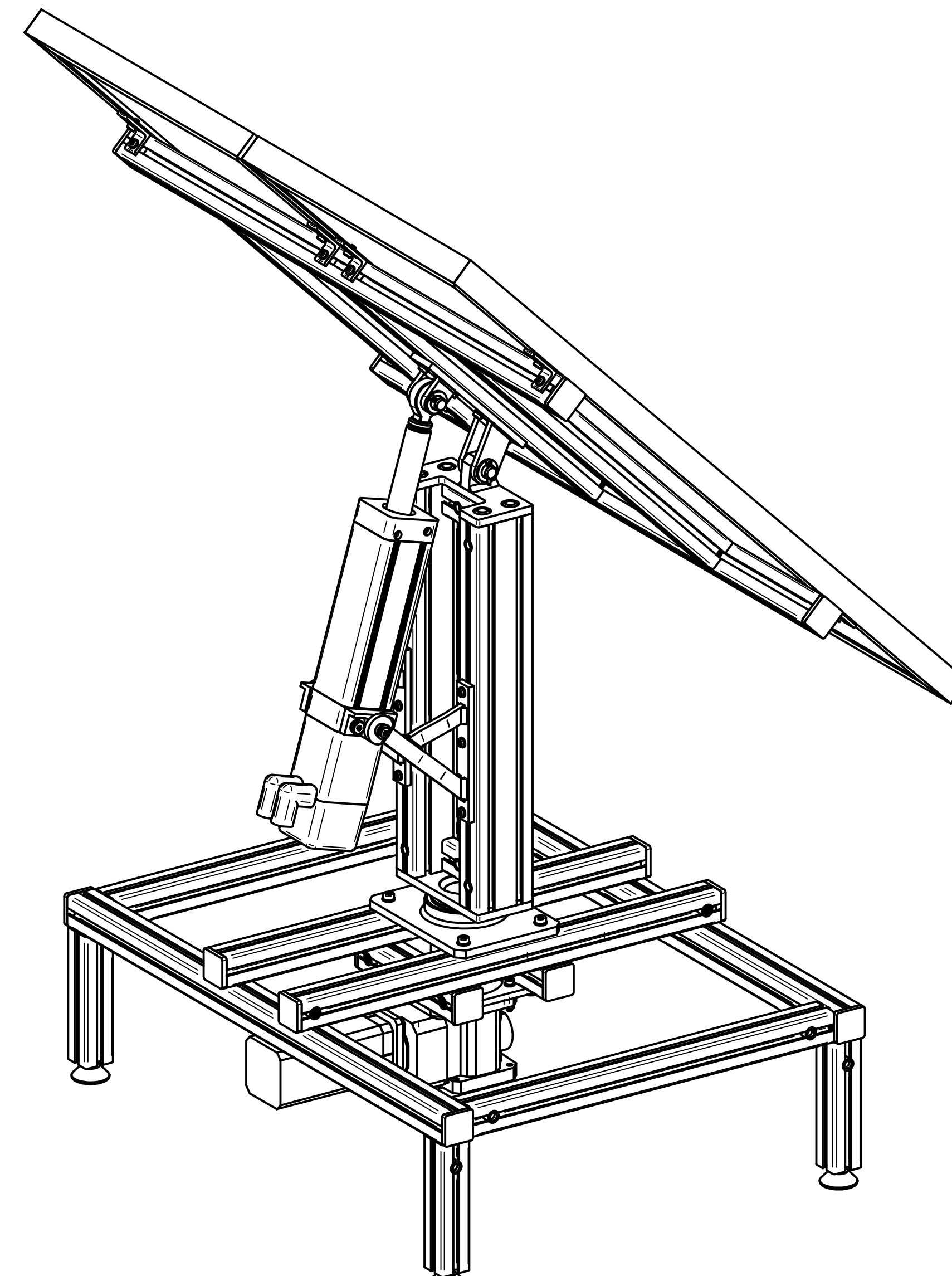
SEZNAM PŘÍLOH

Výkresy:

A000	Výkres sestavení / Hlavní sestava, kusovník
- A000/P001	Výrobní výkres / Držák motoru
- A000/P002	Výrobní výkres / MT-500
- A000/P003	Výrobní výkres / MT-95
- A000/P004	Výrobní výkres / MT-800
- A000/P005	Výrobní výkres / MT-600
- A000/P006	Výrobní výkres / MT-520
- A000/P007	Výrobní výkres / MT-200
- A000/P008	Výrobní výkres / MT-150
A001	Výkres sestavení / Rám panelu
- A001/P001	Výrobní výkres / Upínka panelu
- A001/P002	Výrobní výkres / MT-480
- A001/P003	Výrobní výkres / MT-915
A002	Výkres sestavení / Držák pantu
- A002/P001	Výrobní výkres / Základna
- A002/P002	Výrobní výkres / Pant
A003	Výkres sestavení / Držák rámu panelu
- A003/P001	Výrobní výkres / Základna
- A003/P002	Výrobní výkres / Patka malá
- A003/P003	Výrobní výkres / Patka velká
A004	Výkres sestavení / Otočné uložení
- A004.1	Výkres sestavení / Domeček
-- A004.1/P001	Výrobní výkres / Základová deska
-- A004.1/P002	Výrobní výkres / Domečková trubka
- A004.2	Výkres sestavení / Otočný střed
-- A004.2/P001	Výrobní výkres / Hřídel
-- A004.2/P002	Výrobní výkres / Trubkové pouzdro
-- A004.2/P003	Výrobní výkres / Připojná deska
A005	Výkres sestavení / Držák lineárního motoru L
- A005/P001	Výrobní výkres / Základna držáku
- A005/P002	Výrobní výkres / Vzpěra P
- A005/P003	Výrobní výkres / Podpěra P
- A005/P004	Výrobní výkres / Očko
A006	Výkres sestavení / Držák lineárního motoru R
- A006/P001	Výrobní výkres / Vzpěra L
- A006/P002	Výrobní výkres / Podpěra L



Poz.	Název/Označení	Výkres/Norma	Polotovar	Materiál	Hmot.	Množ.
1	DRŽÁK MOTORU	A000/P001	P8-164x120-ČSN EN 10029	S235JRG-N	0,80 kg	1
2	MT-500	A000/P002	Profil 40x80-500 4E	AlMgSi0,5F25	3,44 kg	2
3	MT-95	A000/P003	Profil 40x40-95, 4E	AlMgSi0,5F25	0,33 kg	2
4	MT-800	A000/P004	Profil 40x40-800, 4E	AlMgSi0,5F25	2,92 kg	2
5	MT-600	A000/P005	Profil 40x40-600, 4E	AlMgSi0,5F25	2,18 kg	2
6	MT-520	A000/P006	Profil 40x40-520, 4E	AlMgSi0,5F25	1,89 kg	2
7	MT-200	A000/P007	Profil 40x40-200, 4E	AlMgSi0,5F25	0,71 kg	2
8	MT-150	A000/P008	Profil 40x40-150, 4E	AlMgSi0,5F25	1,23 kg	4
9	RÁM PANELU	A001			18,93 kg	1
10	DRŽÁK PANTU	A002			0,91 kg	1
11	DRŽÁK RÁMU PANELU	A003			0,80 kg	1
12	OTOČNÉ ULOŽENÍ	A004			6,48 kg	1
13	DRŽÁK LIN. MOTORU L	A005			0,51 kg	1
14	DRŽÁK LIN. MOTORU R	A006			0,58 kg	1
15	PODLOŽKA 6,4	ČSN 021702			0,00 kg	4
16	PODLOŽKA 17	ČSN 021703			0,02 kg	2
17	PODLOŽKA 6,4	ČSN 021726			0,01 kg	2
18	PODLOŽKA 8	ČSN 021731			0,01 kg	8
19	PODLOŽKA 6	ČSN 021731			0,01 kg	10
20	ZÁVLAKA 4x22	ČSN 021781			0,01 kg	2
21	ČEP 16H1x50	ČSN 022112			0,09 kg	1
22	ČEP 16H1x5	ČSN 022112			0,09 kg	1
23	GFM-14/6-17	GLDUR (DIN 1494)			0,02 kg	2
24	MATICE M6	ISO 4034			0,01 kg	4
25	ŠROUB M6x35	ISO 4762			0,04 kg	4
26	ŠROUB M6x20	ISO 4762			0,06 kg	10
27	ŠROUB M8x20	ISO 4762			0,10 kg	8
28	ŠROUB M6x8-2	ISO 7045			0,01 kg	2
29	132 EM8	MayTec			0,12 kg	8
30	144.30x505	MayTec			0,00 kg	4
31	132 EM6	MayTec			0,16 kg	10
32	1214E0	MayTec			1,31 kg	20
33	142.20x04.2	MayTec		PA-GF	0,14 kg	12
34	1214E5	MayTec			0,41 kg	8
35	B5HF202 DS56H/B/TF/RHM/SB1 0	SEW EURODRIVE			7,23 kg	1
36	CM5505/BP04/KY/RHM /SB	SEW EURODRIVE			4,79 kg	1



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

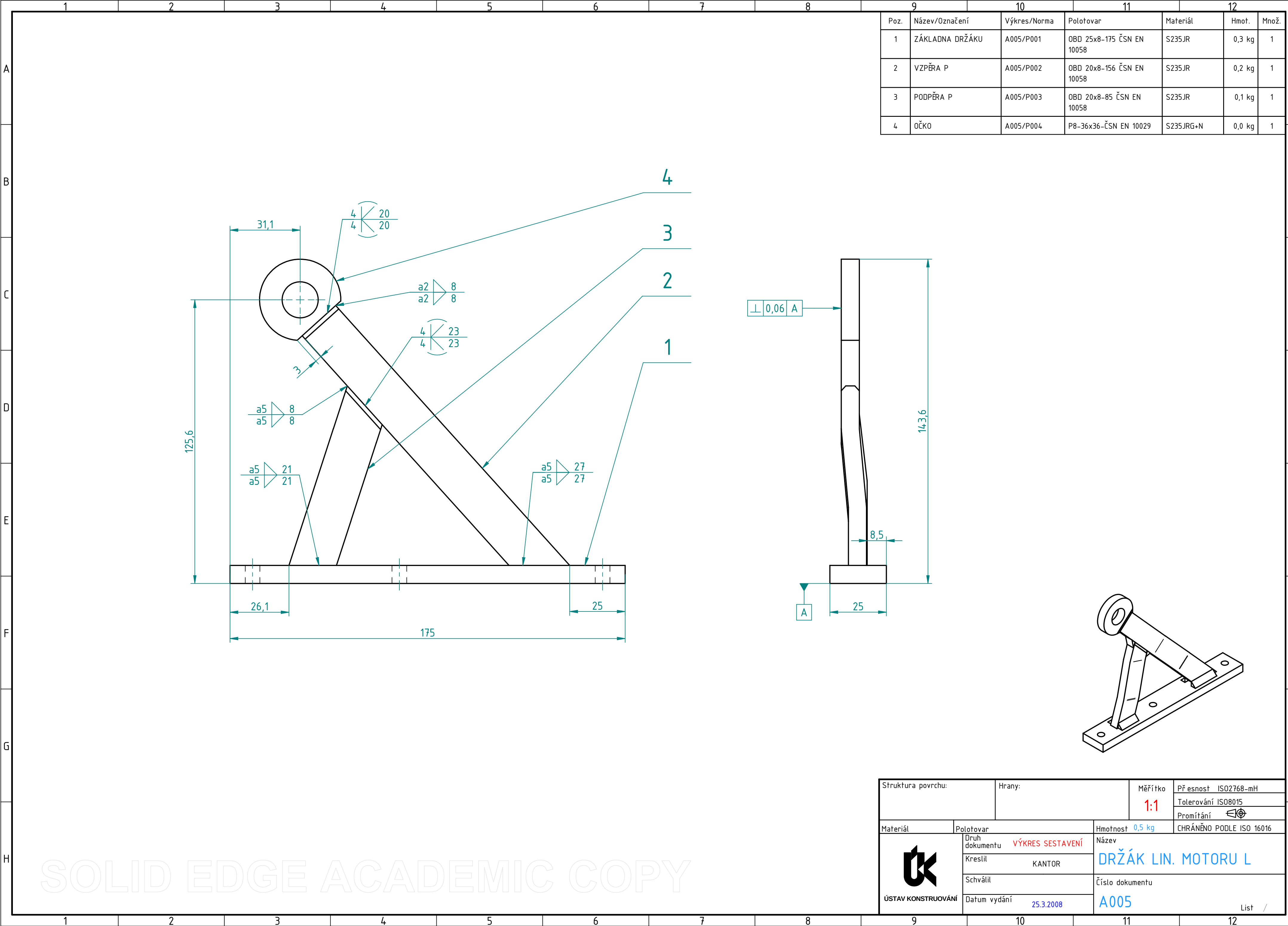
Struktura povrchu:		Hrany:		Měřítko		Přesnost ISO 2768-mH
				1:5		Tolerování ISO 8015
						Přemítání
						CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
Materiál	Polotovar		Hmotnost		Název	
	Úprava dokumentu		VÝKRES SESTAVENÍ		TRACKER	
	Kreslil		KANTOR			
	Schválil					
ÚSTAV KONSTRUKOVÁNÍ		Datum vydání		28.3.2008		A000
						Číslo dokumentu
						Líst /

Poz.	Název/Označení	Výkres/Norma	Polotovár	Materiál	Hmot.	Množ.
1	DRŽÁK MOTORU	A000/P001	P8-164x120-ČSN EN 10029	S235JRG+N	0,80 kg	1
2	MT-500	A000/P002	Profil 40x80-500 6E	AlMgSi0.5F25	3,44 kg	2
3	MT-95	A000/P003	Profil 40x40-95, 4E	AlMgSi0.5F25	0,33 kg	2
4	MT-800	A000/P004	Profil 40x40-800, 4E	AlMgSi0.5F25	2,92 kg	2
5	MT-600	A000/P005	Profil 40x40-600, 4E	AlMgSi0.5F25	2,18 kg	2
6	MT-520	A000/P006	Profil 40x40-520, 4E	AlMgSi0.5F25	1,89 kg	2
7	MT-200	A000/P007	Profil 40x40-200, 4E	AlMgSi0.5F25	0,71 kg	2
8	MT-150	A000/P008	Profil 40x40-150, 4E	AlMgSi0.5F25	1,23 kg	4
9	RÁM PANELU	A001			18,93 kg	1
10	DRŽÁK PANTU	A002			0,91 kg	1
11	DRŽÁK RÁMU PANELU	A003			0,80 kg	1
12	OTOČNÉ ULOŽENÍ	A004			6,48 kg	1
13	DRŽÁK LIN. MOTORU L	A005			0,51 kg	1
14	DRŽÁK LIN. MOTORU R	A006			0,58 kg	1
15	PODLOŽKA 6,4	ČSN 021702			0,00 kg	4
16	PODLOŽKA 17	ČSN 021703			0,02 kg	2
17	PODLOŽKA 6,4	ČSN 021726			0,01 kg	2
18	PODLOŽKA 8	ČSN 021731			0,01 kg	8
19	PODLOŽKA 6	ČSN 021731			0,01 kg	10
20	ZÁVLAČKA 4x22	ČSN 021781			0,01 kg	2
21	ČEP 16h11x50	ČSN 022112			0,09 kg	1
22	ČEP 16h11x45	ČSN 022112			0,09 kg	1
23	GFM-14.16-17	IGLIDUR (DIN 1494)			0,02 kg	2
24	MATICE M6	ISO 4034			0,01 kg	4
25	ŠROUB M6x35	ISO 4762			0,04 kg	4

Struktura povrchu:		Hrany:		Měřítko	Přesnost ISO2768-mH
					Tolerování ISO8015
					Promítání 
Materiál		Polotovár		Hmotnost	
 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		Druh dokumentu KUSOVNÍK		Název	
		Kreslil KANTOR		TRACKER	
		Schválil		Číslo dokumentu	
		Datum vydání 28.3.2008		A000	

Poz.	Název/Označení	Výkres/Norma	Polotovár	Materiál	Hmot.	Množ.
26	ŠROUB M6x20	ISO 4762			0,06 kg	10
27	ŠROUB M8x20	ISO 4762			0,10 kg	8
28	ŠROUB M6x8-Z	ISO 7045			0,01 kg	2
29	1.32.EM8	MayTec			0,12 kg	8
30	1.44.304.505	MayTec			0,00 kg	4
31	1.32.EM6	MayTec			0,16 kg	10
32	1.21.4E0	MayTec			1,31 kg	20
33	1.42.20404.2	MayTec		PA-GF	0,14 kg	12
34	1.21.4E5	MayTec			0,41 kg	8
35	BSHF202 DS56M/B/TF/RH1M/SB10	SEW EURODRIVE			7,23 kg	1
36	CMS50S/BP04/KY/RH1M/SB	SEW EURODRIVE			4,79 kg	1

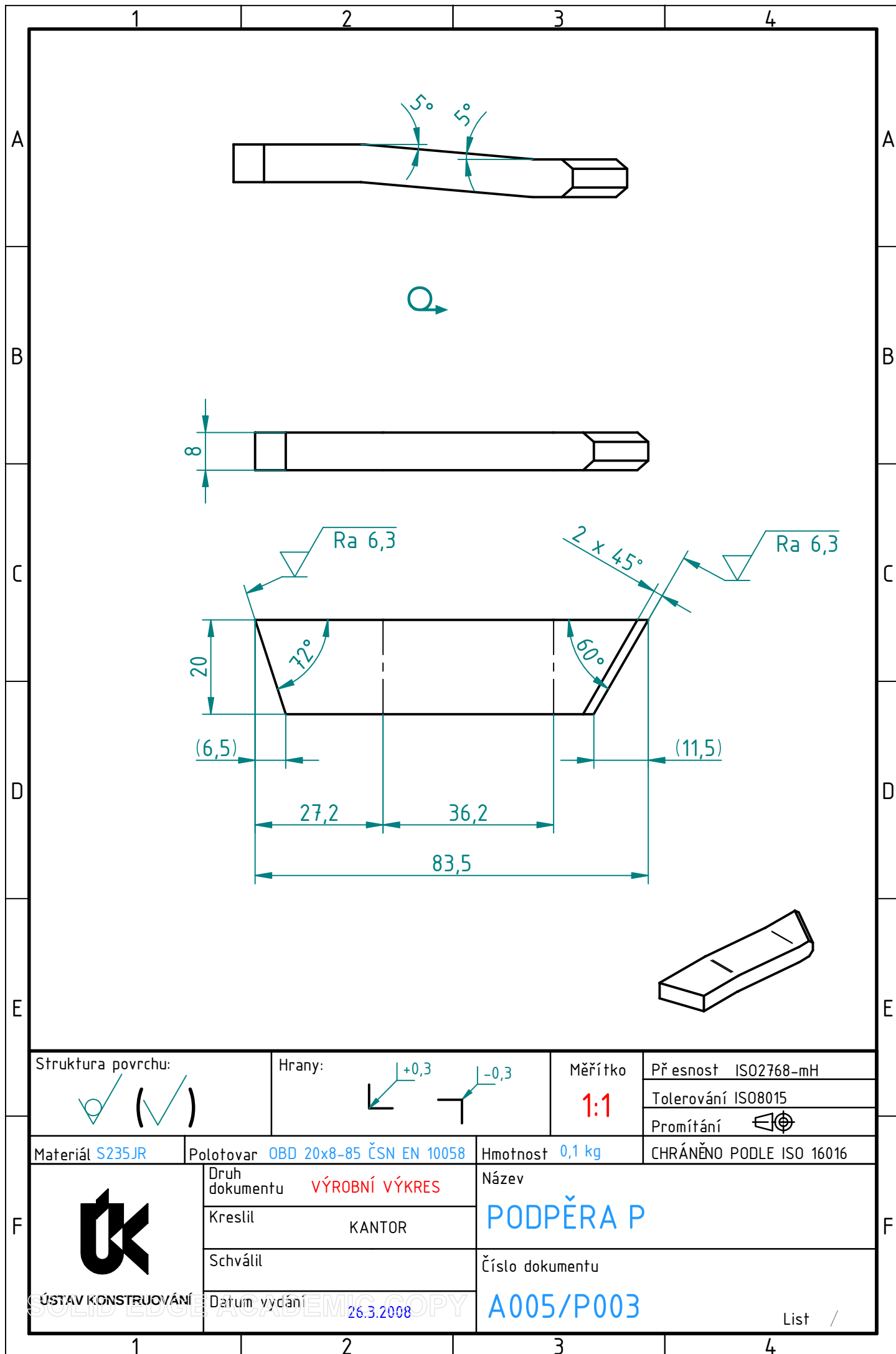
Struktura povrchu:		Hrany:		Měřítko	Přesnost ISO2768-mH
					Tolerování ISO8015
					Promítání 
Materiál		Polotovár		Hmotnost	
 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		Druh dokumentu KUSOVNÍK		Název	
		Kreslil KANTOR		TRACKER	
		Schválil		Číslo dokumentu	
		Datum vydání 28.3.2008		A000	

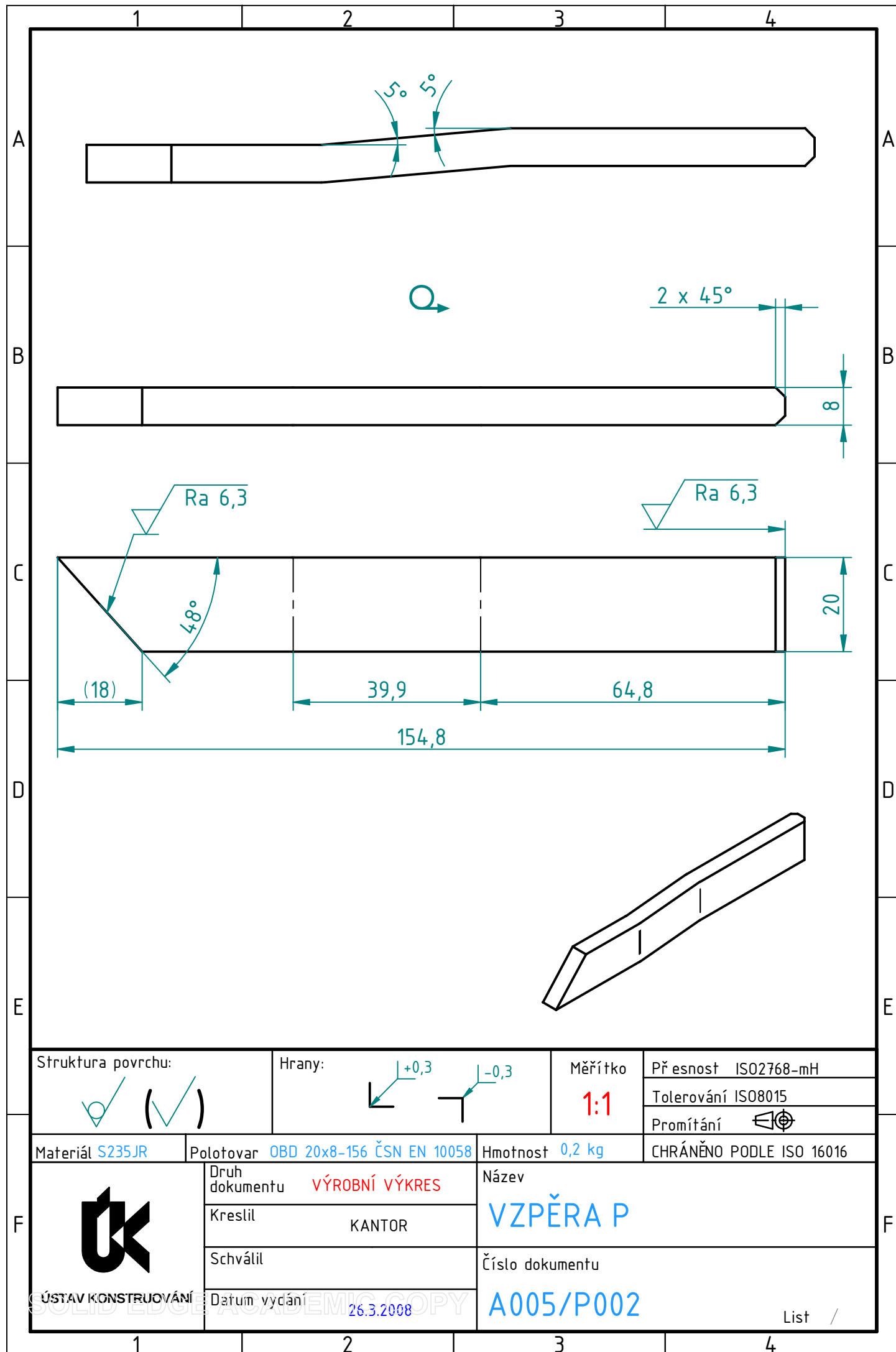


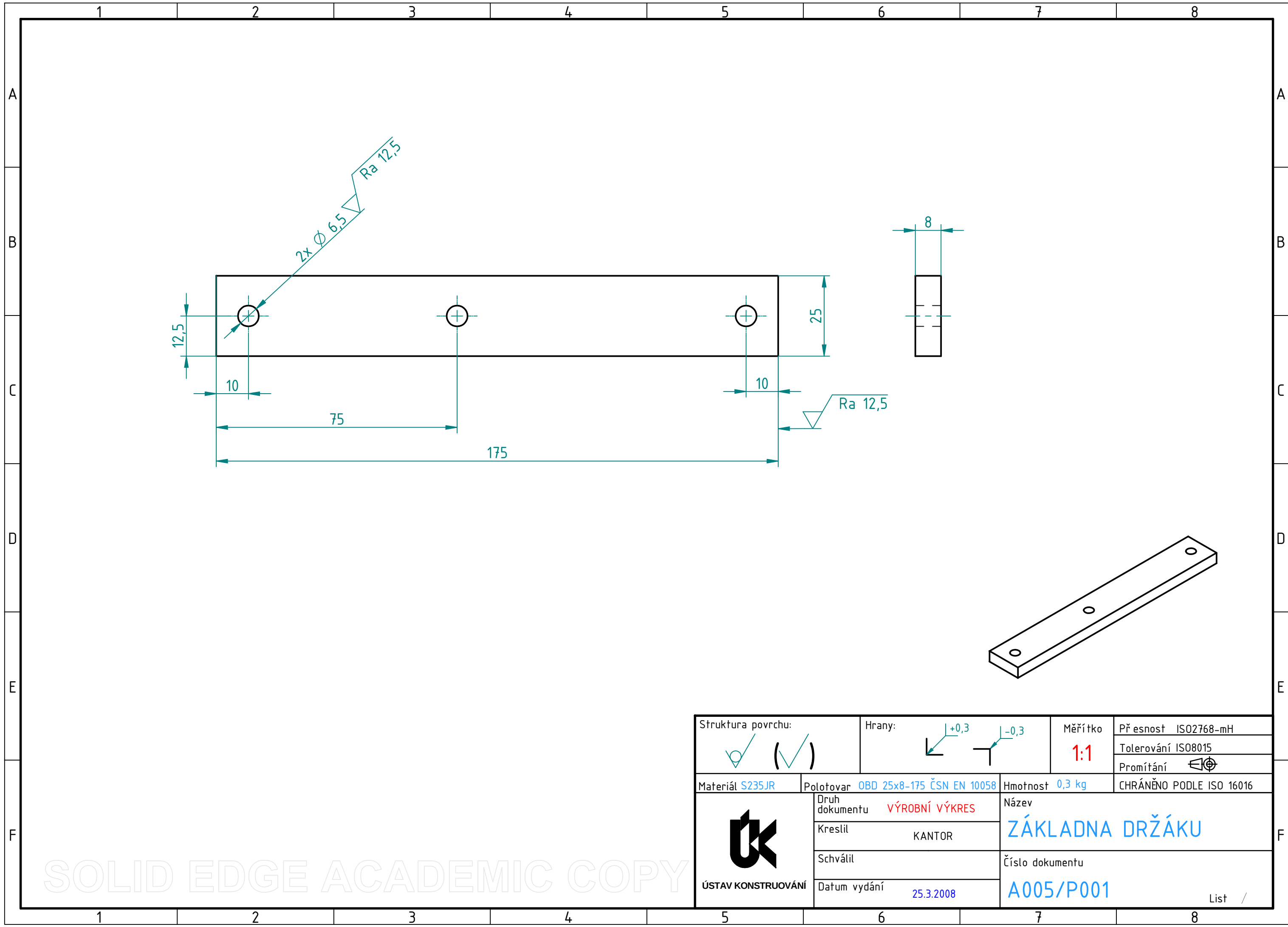
Poz.	Název/Označení	Výkres/Norma	Polotovar	Materiál	Hmot.	Množ.
1	ZÁKLADNA DRŽÁKU	A005/P001	OBD 25x8-175 ČSN EN 10058	S235JR	0,3 kg	1
2	VZPĚRA P	A005/P002	OBD 20x8-156 ČSN EN 10058	S235JR	0,2 kg	1
3	PODPĚRA P	A005/P003	OBD 20x8-85 ČSN EN 10058	S235JR	0,1 kg	1
4	OČKO	A005/P004	P8-36x36-ČSN EN 10029	S235JRG+N	0,0 kg	1

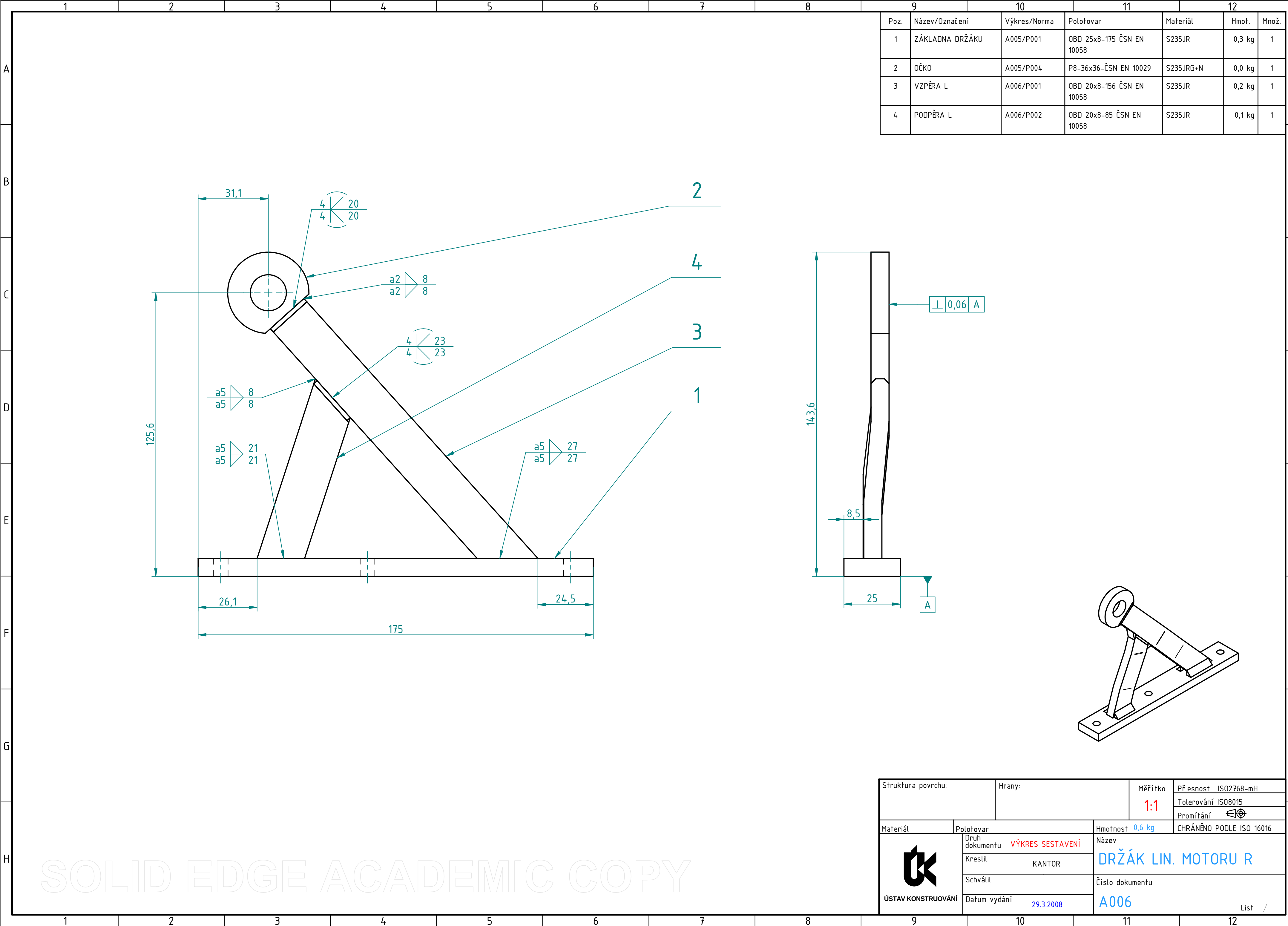
Struktura povrchu:		Hrany:		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
					Tolerování ISO8015
					Promítání 
Materiál	Polotovar			Hmotnost 0,5 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
	Druh dokumentu VÝKRES SESTAVENÍ		Název		
	Kreslil KANTOR		DRŽÁK LIN. MOTORU L		
	Schválil		Číslo dokumentu		
	Datum vydání 25.3.2008		A005		
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ					
List /					

	1	2	3	4																								
A																												
B																												
C																												
D																												
E																												
F	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2"> Struktura povrchu: </td> <td rowspan="2"> Hrany: </td> <td rowspan="2"> Měřítko 1:1 </td> <td>Přesnost ISO2768-mH</td> </tr> <tr> <td>Tolerování ISO8015</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Materiál S235JRG+N Polotovár P8-36x36-ČSN EN 10029 </td> <td> Hmotnost 0,04 kg </td> <td> Promítání </td> </tr> <tr> <td rowspan="4"> </td> <td colspan="2"> Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES </td> <td rowspan="2"> Název OČKO </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Kreslil KANTOR </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Schválil </td> <td rowspan="2"> Číslo dokumentu A005/P004 </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Datum vydání 26.3.2008 </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ </td> <td> List / </td> </tr> </table>				Struktura povrchu: 	Hrany: 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH	Tolerování ISO8015	Materiál S235JRG+N Polotovár P8-36x36-ČSN EN 10029		Hmotnost 0,04 kg	Promítání		Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název OČKO	Kreslil KANTOR		Schválil		Číslo dokumentu A005/P004	Datum vydání 26.3.2008		ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ			List /
Struktura povrchu: 	Hrany: 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH																									
			Tolerování ISO8015																									
Materiál S235JRG+N Polotovár P8-36x36-ČSN EN 10029		Hmotnost 0,04 kg	Promítání																									
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název OČKO																									
	Kreslil KANTOR																											
	Schválil		Číslo dokumentu A005/P004																									
	Datum vydání 26.3.2008																											
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ			List /																									
	1	2	3	4																								

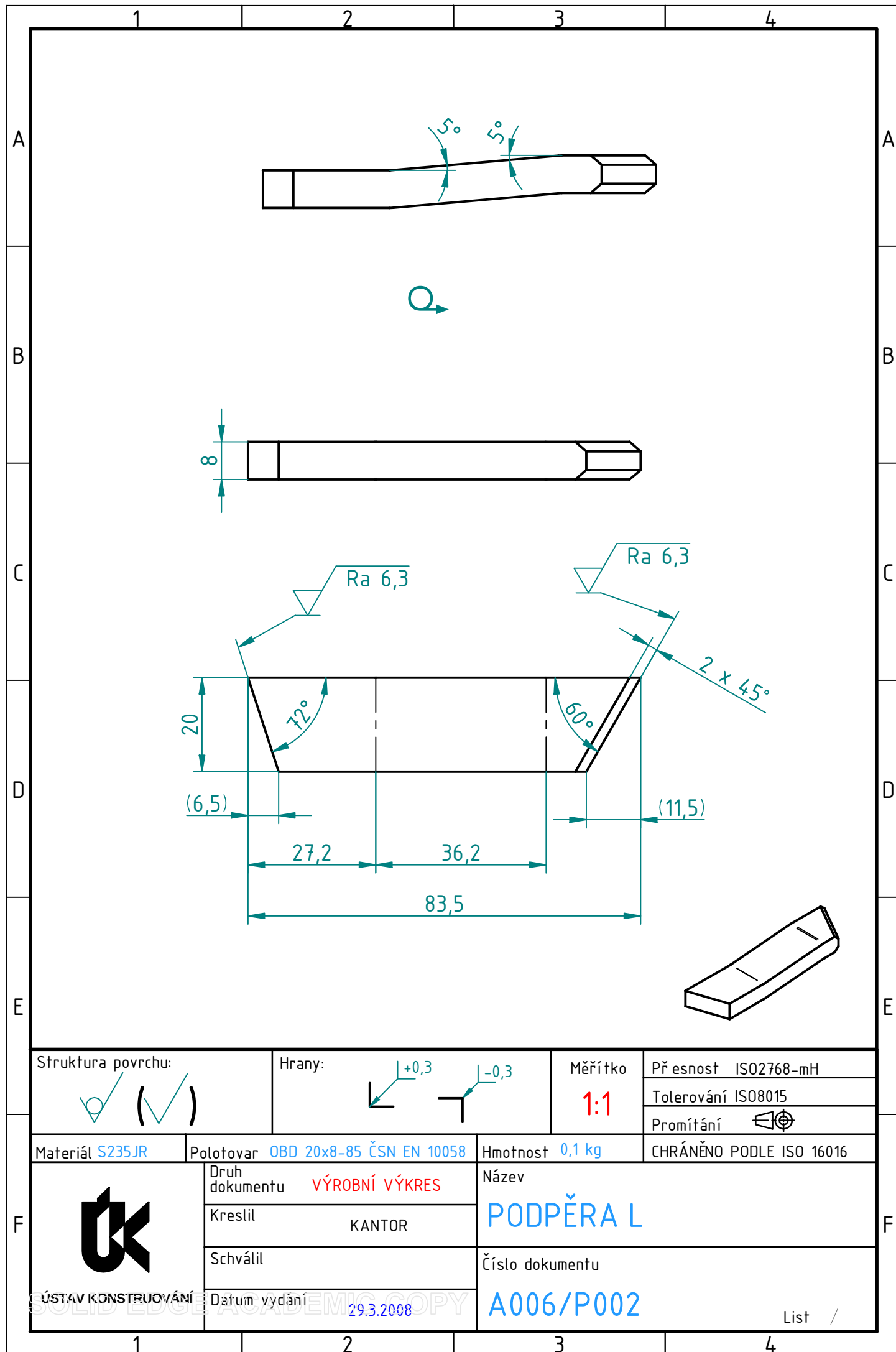


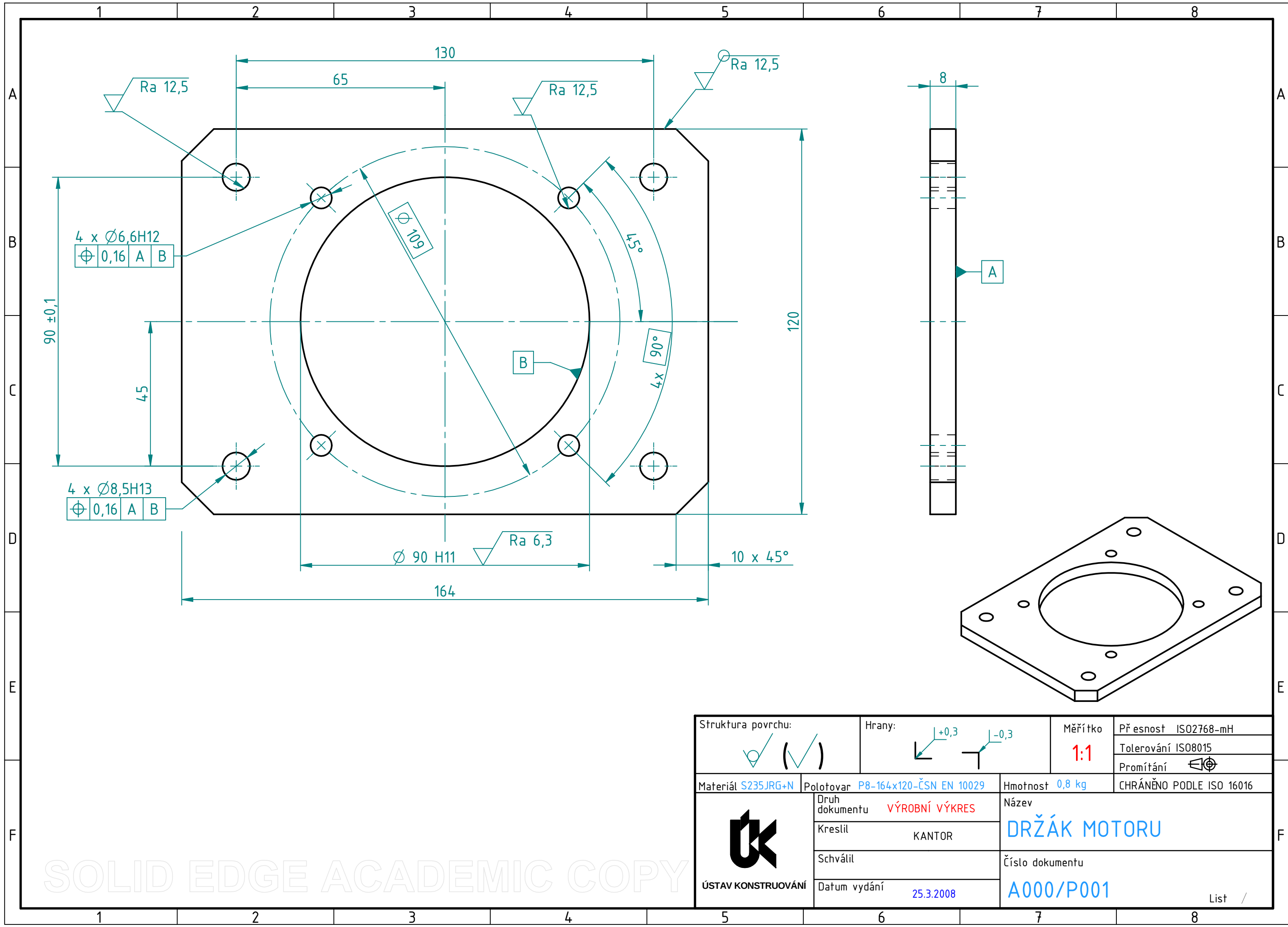






SOLID EDGE ACADEMIC COPY



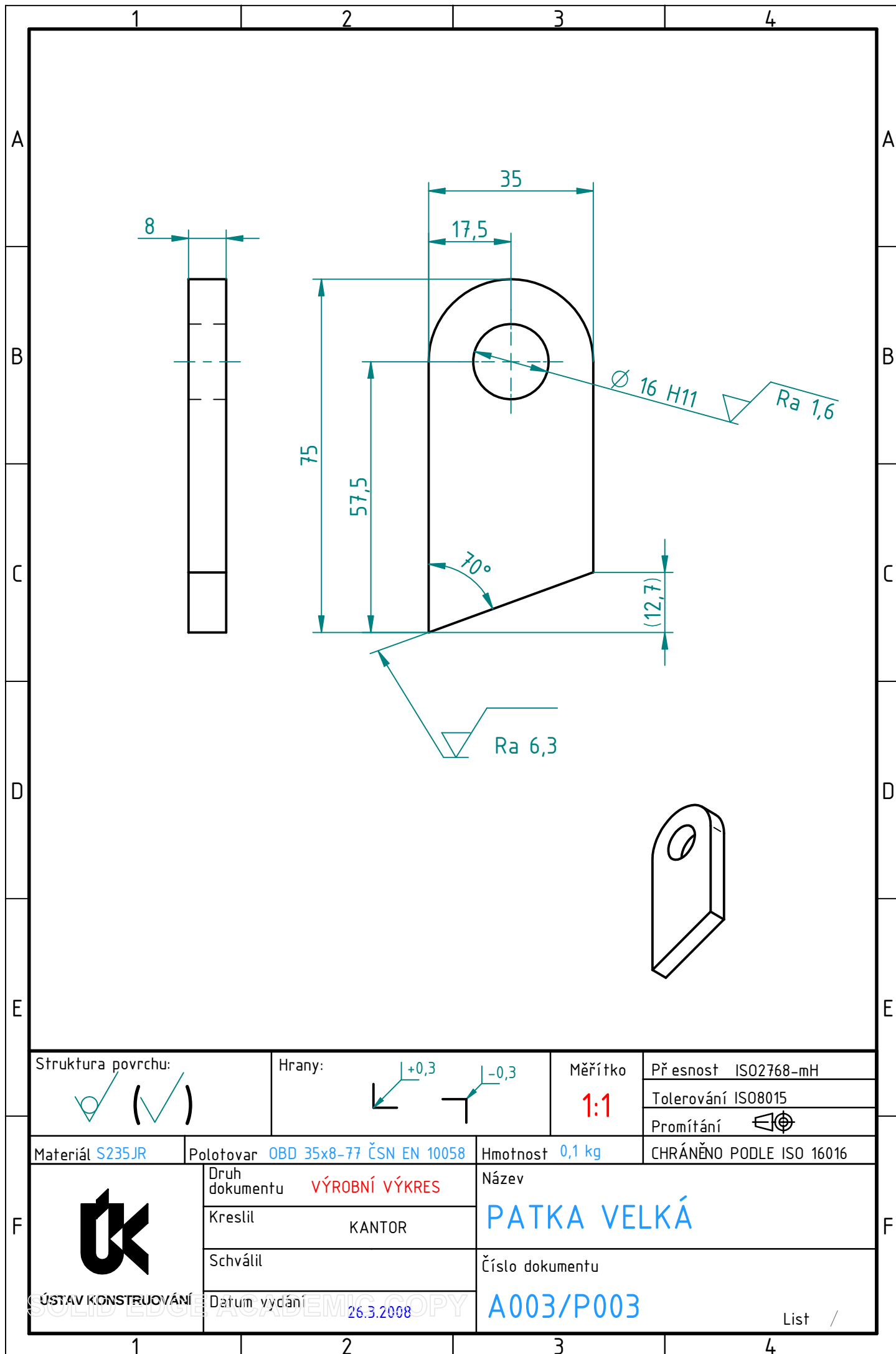


	1	2	3	4
A				
B				
C				
D				
E				
F				

8
40
3 x 45°

R 12,5
Ø 16 H11
Ra 1,6
25
30
Ra 12,5

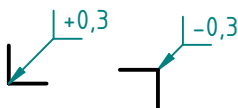
Struktura povrchu: 	Hrany: 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
			Tolerování ISO8015
			Promítání
Materiál S235JRG2C+	Položovar OBD 40x8-32 ČSN EN 10278	Hmotnost 0,1 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Název PATKA MALÁ	
	Kreslil KANTOR		
	Schválil	Číslo dokumentu A003/P002	
	Datum vydání 26.3.2008		
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		List /	



Struktura povrchu:



Hrany:



Měřítko

1:1

Přesnost ISO2768-mH

Tolerování ISO8015

Promítání



Materiál S235JR

Polotovar OBD 35x8-77 ČSN EN 10058

Hmotnost 0,1 kg

CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016



Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES

Kreslil KANTOR

Schválil

Datum vydání 26.3.2008

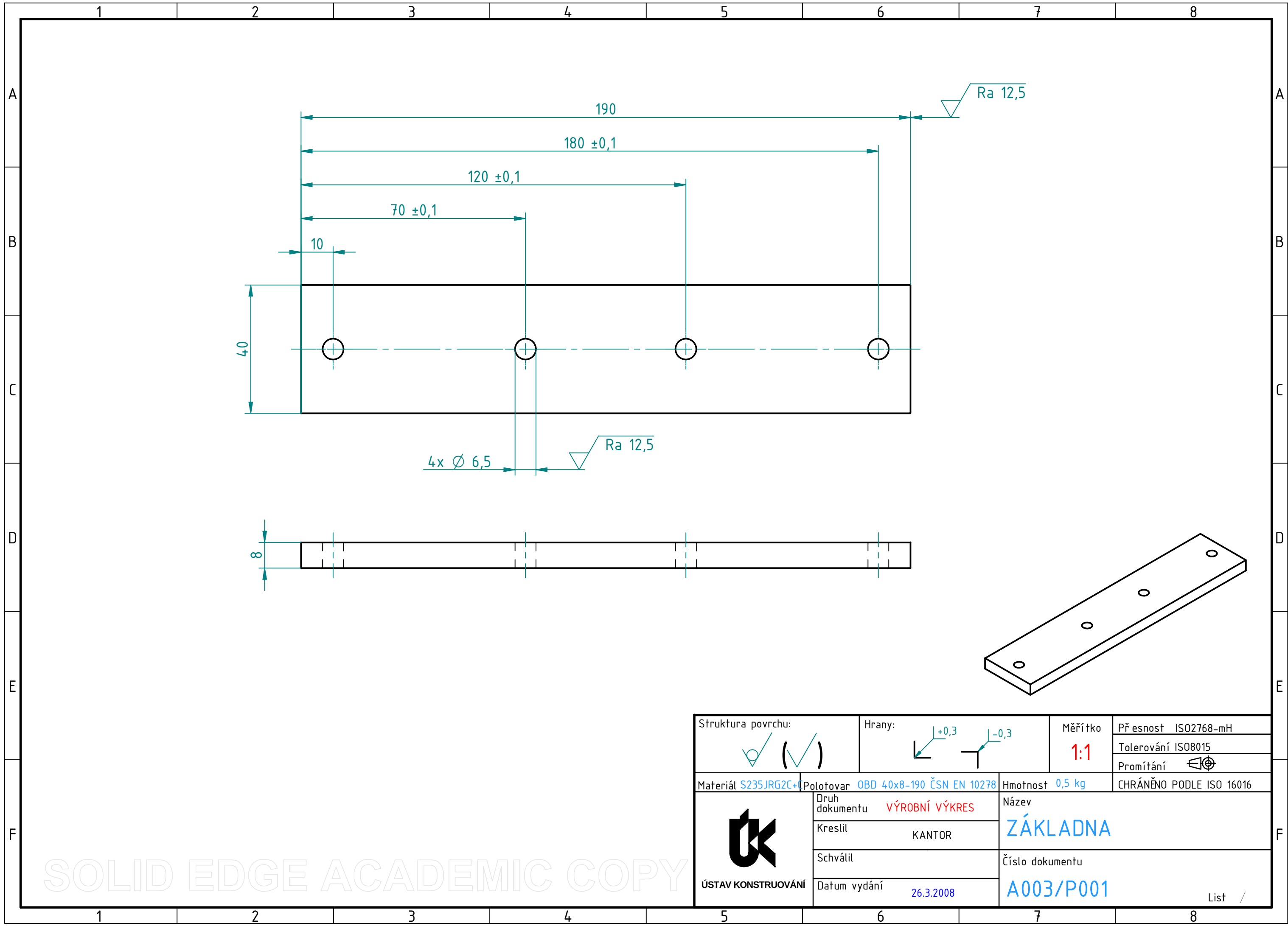
Název

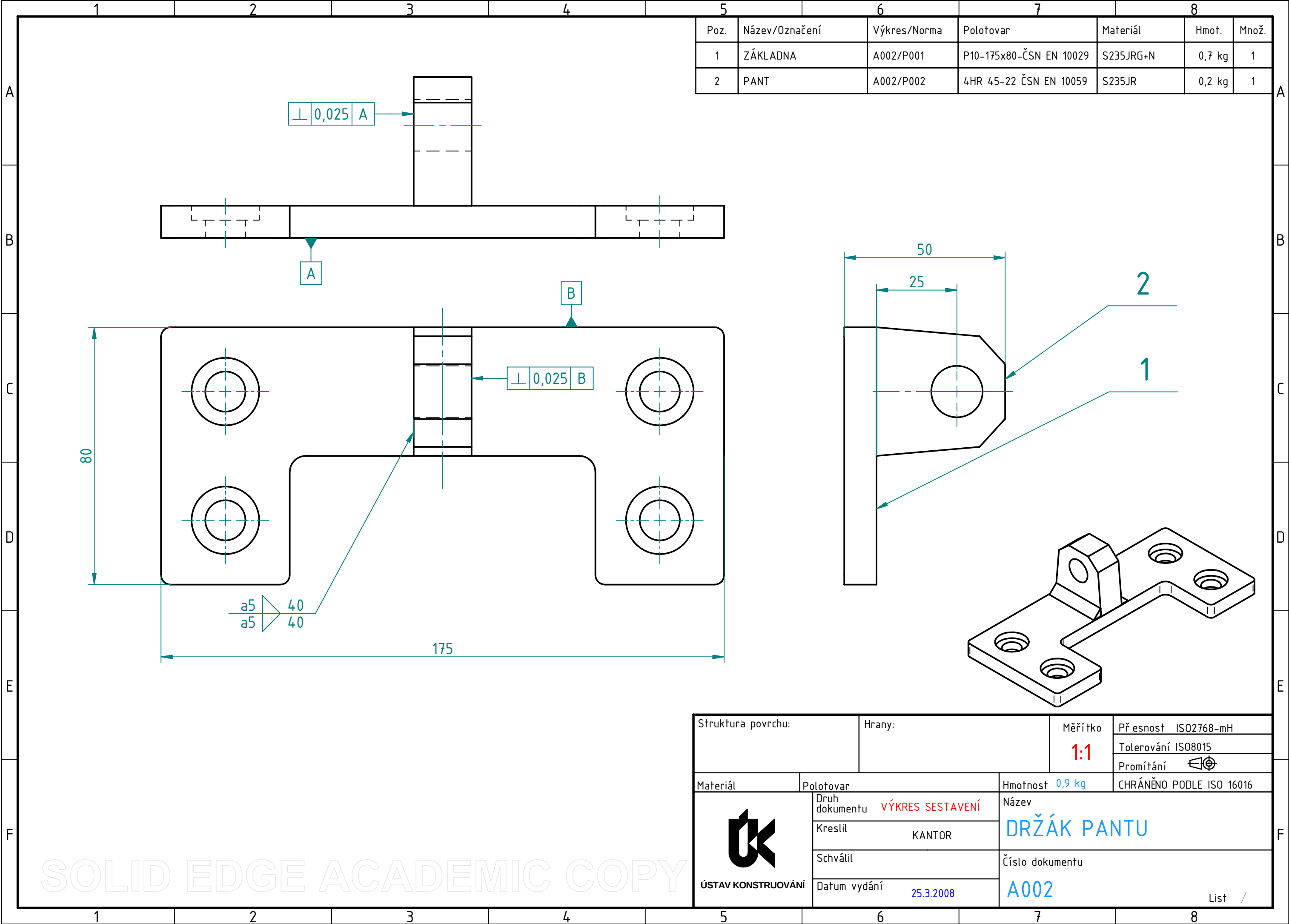
PATKA VELKÁ

Číslo dokumentu

A003/P003

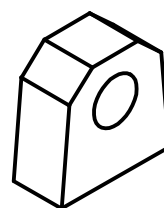
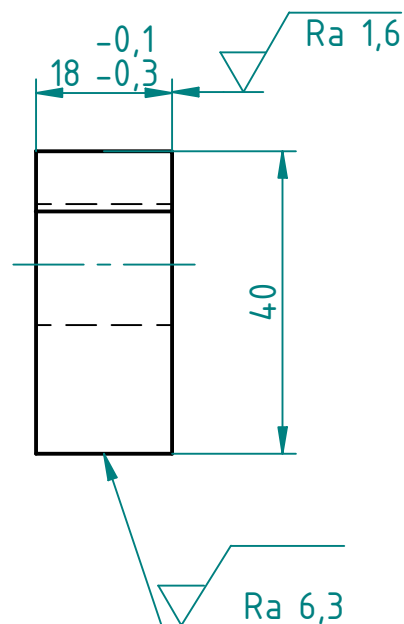
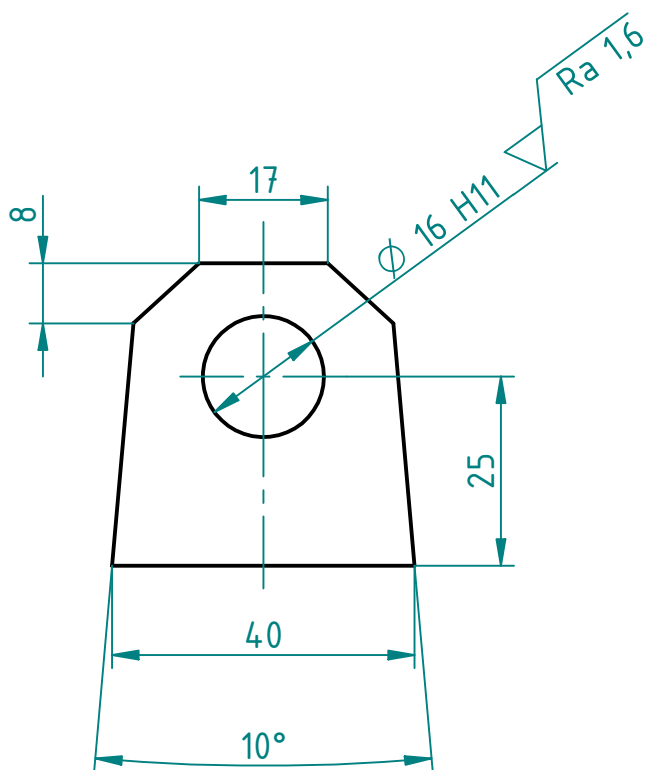
List /





Poz.	Název/Označení	Výkres/Norma	Polotovar	Materiál	Hmot.	Množ.
1	ZÁKLADNA	A002/P001	P10-175x80-ČSN EN 10029	S235JRG+N	0,7 kg	1
2	PANT	A002/P002	4HR 45-22 ČSN EN 10059	S235JR	0,2 kg	1

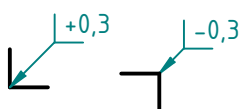
Struktura povrchu:		Hrany:		Měřítko 1:1		Přesnost ISO2768-mH		
						Tolerování ISO8015		
						Promítání 		
Materiál		Polotovar		Hmotnost 0,9 kg		CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016		
 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		Druh dokumentu VÝKRES SESTAVENÍ		Název				
		Kreslil KANTOR		DRŽÁK PANTU				
		Schválil		Číslo dokumentu				
		Datum vydání 25.3.2008		A002				
								List /



Struktura povrchu:



Hrany:



Měřítko

1:1

Přesnost ISO2768-mH

Tolerování ISO8015

Promítání



Materiál S235JR

Polotovar 4HR 45-22 ČSN EN 10059

Hmotnost 0,2 kg

CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016



Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES

Kreslil KANTOR

Schválil

Datum vydání 25.3.2008

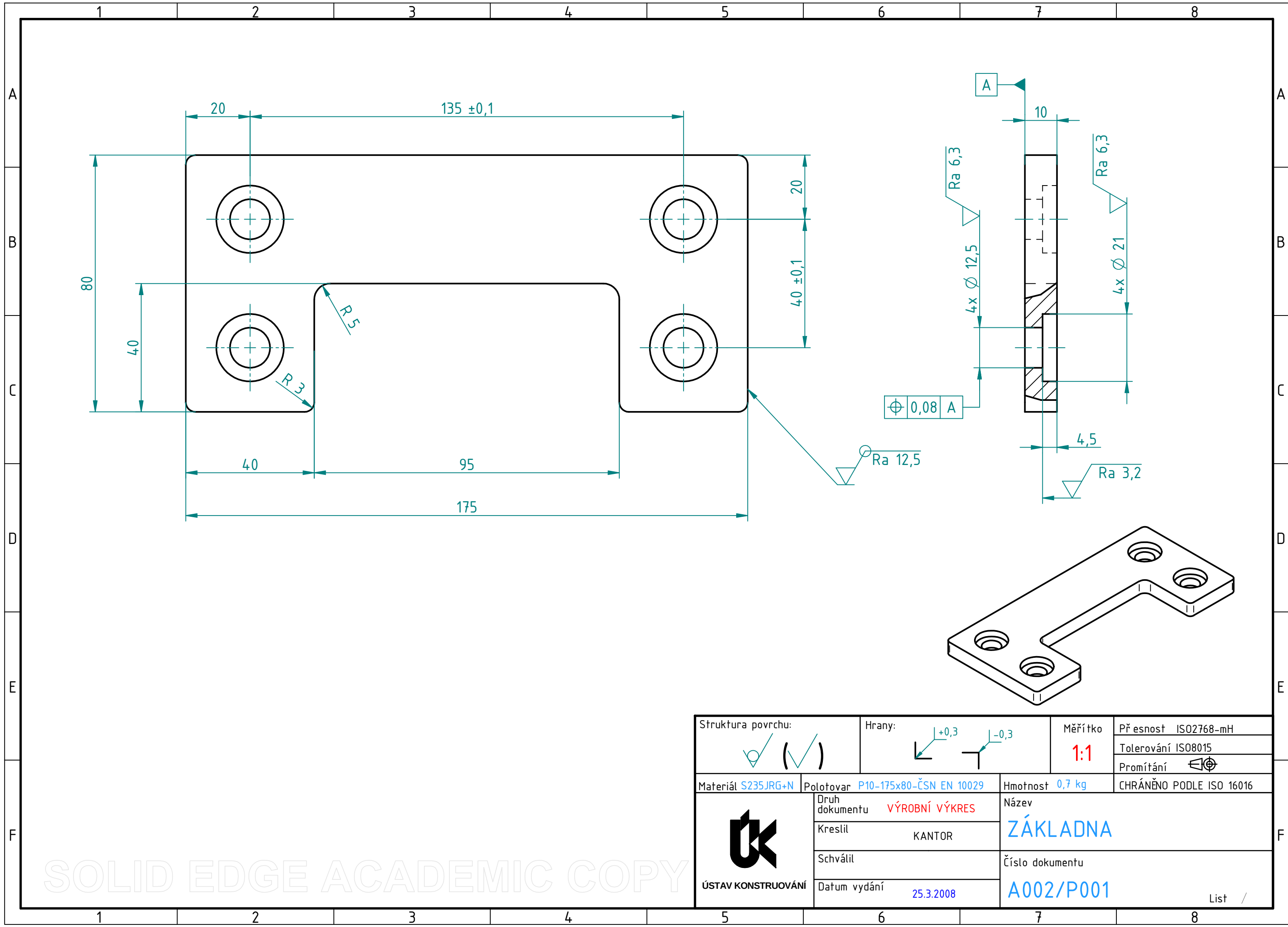
Název

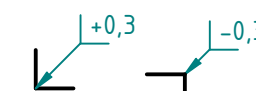
PANT

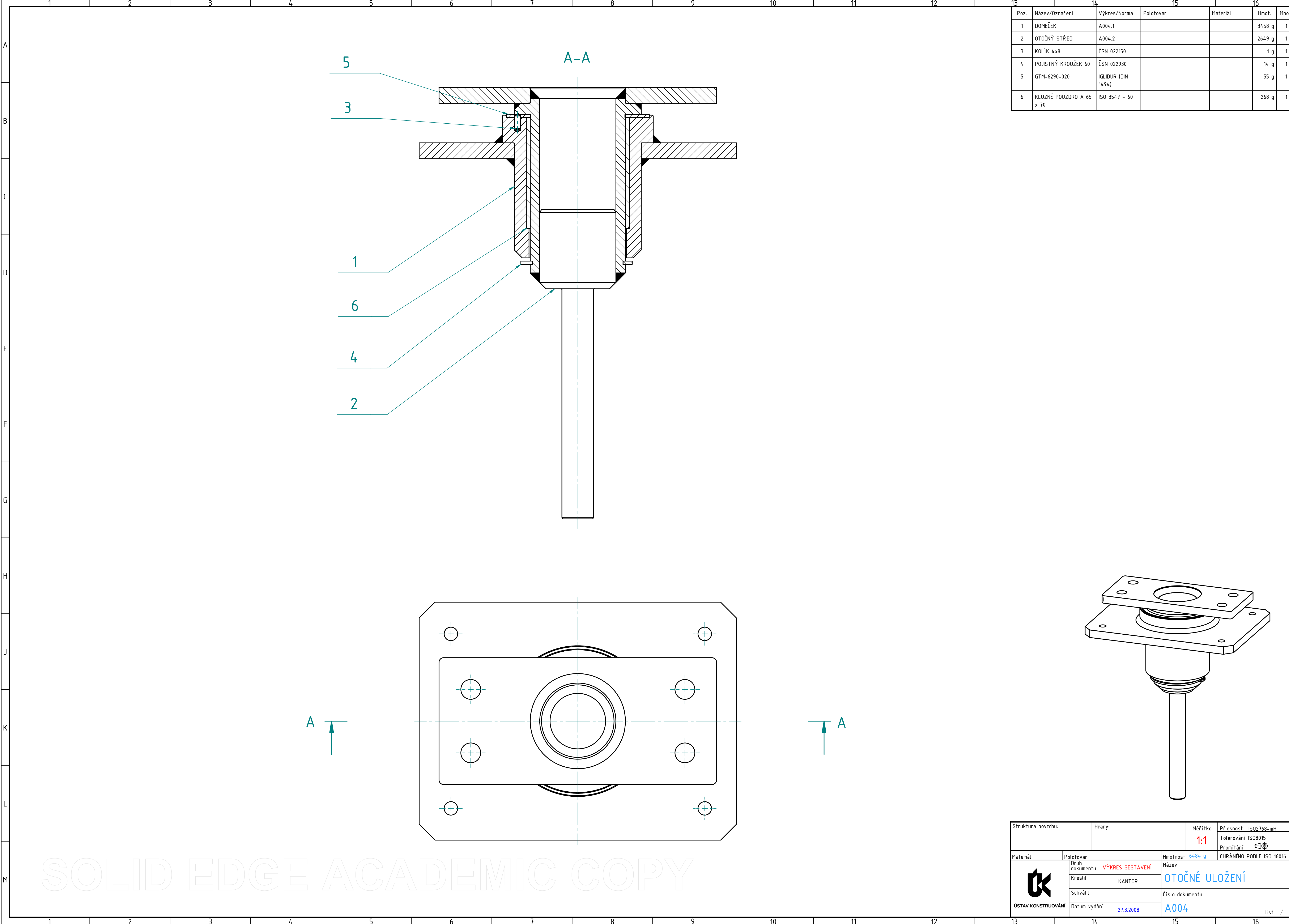
Číslo dokumentu

A002/P002

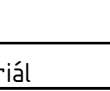
List /

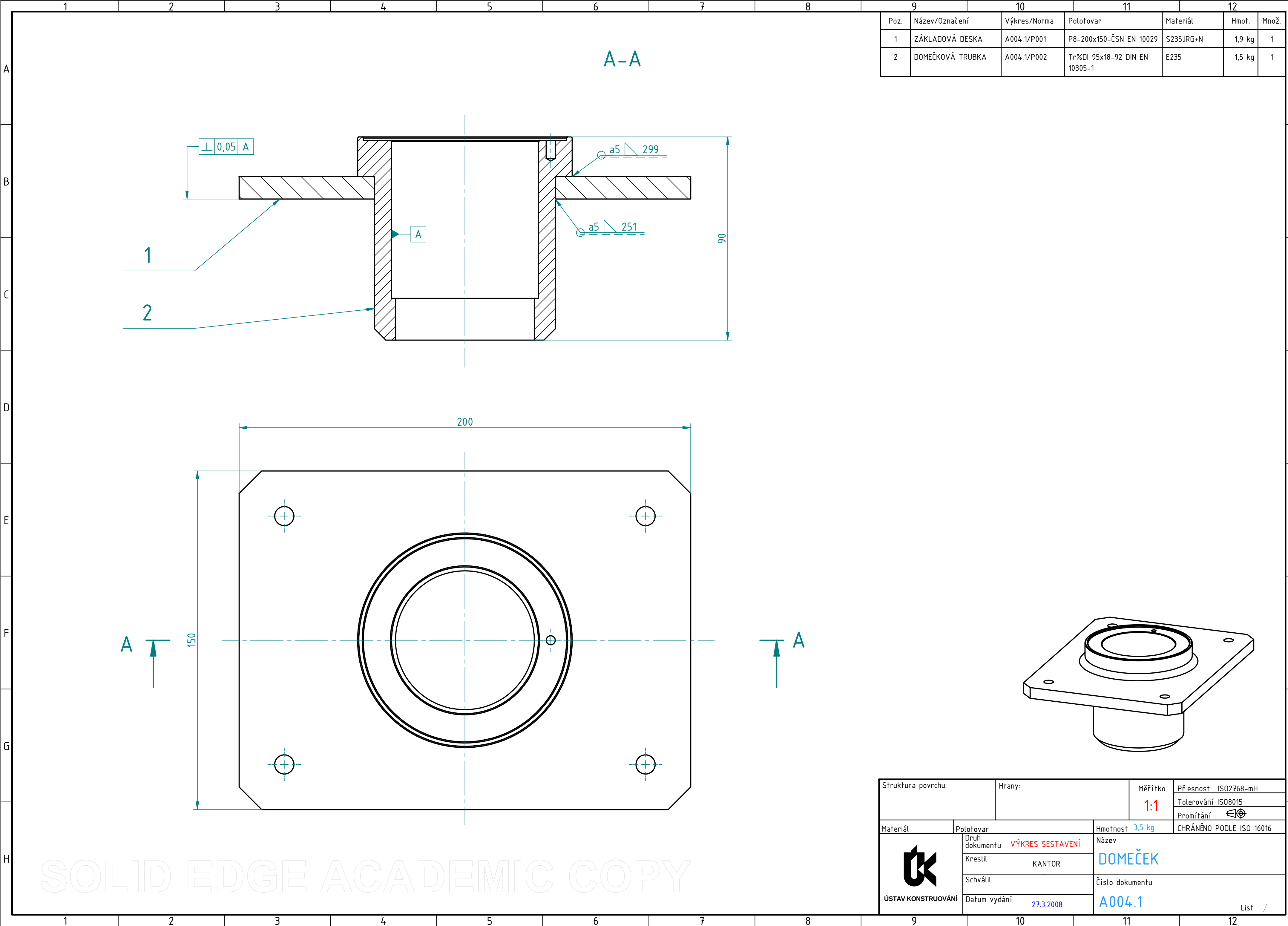


Struktura povrchu: 		Hrany: 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
Materiál S235JRG+N		Polotovár P10-175x80-ČSN EN 10029	Hmotnost 0,7 kg	Tolerování ISO8015
Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Kreslil KANTOR	Název ZÁKLADNA	Promítání 
Schválil		Datum vydání 25.3.2008	Číslo dokumentu A002/P001	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ				List /



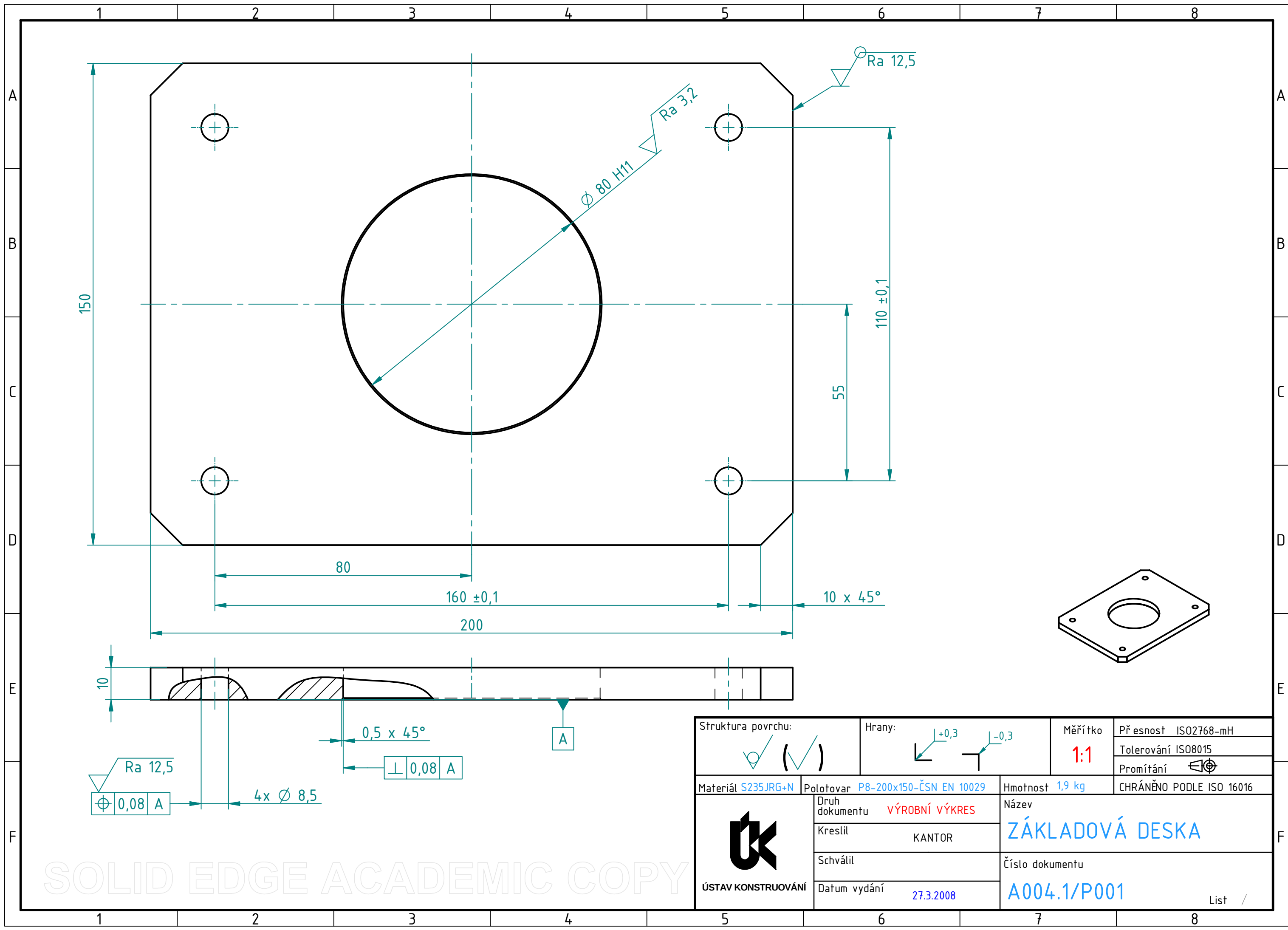
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

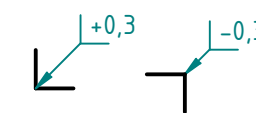
Struktura povrchu:		Hrany:		Měřítko	Přesnost ISO2768-mH
				1:1	Tolerování ISO8015
					Promítání 
Materiál		Polotovary		Hmotnost 6484 g	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ	Druh dokumentu VÝKRES SESTAVENÍ			Název	OTOČNÉ ULOŽENÍ
	Kreslil KANTOR				
	Schválil			Číslo dokumentu	
	Datum vydání 27.3.2008			A004	
					List /

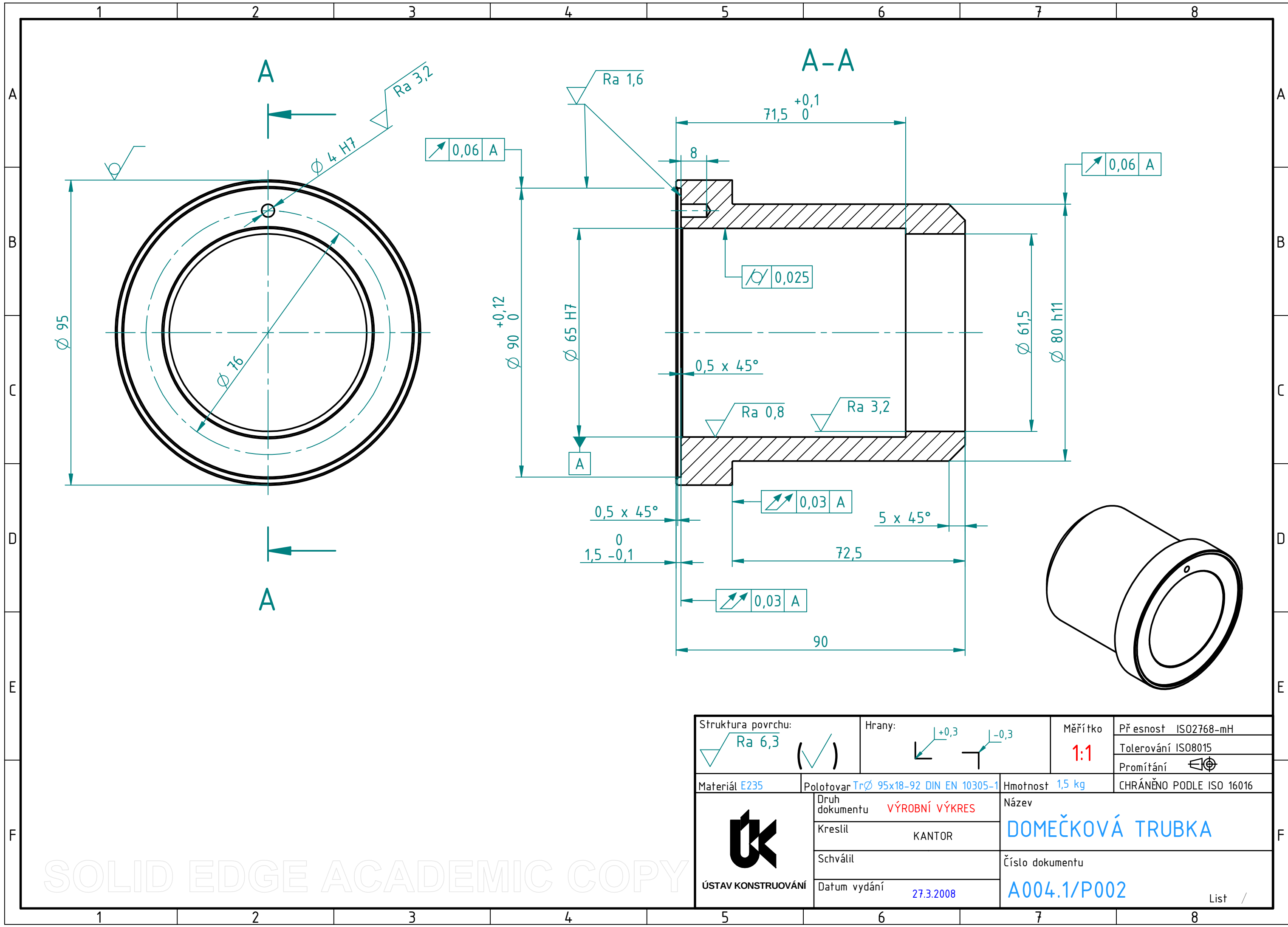


Poz.	Název/Označení	Výkres/Norma	Polotovár	Materiál	Hmot.	Množ.
1	ZÁKLADOVÁ DESKA	A004.1/P001	P8-200x150-ČSN EN 10029	S235JRG+N	1,9 kg	1
2	DOMEČKOVÁ TRUBKA	A004.1/P002	Tr%DI 95x18-92 DIN EN 10305-1	E235	1,5 kg	1

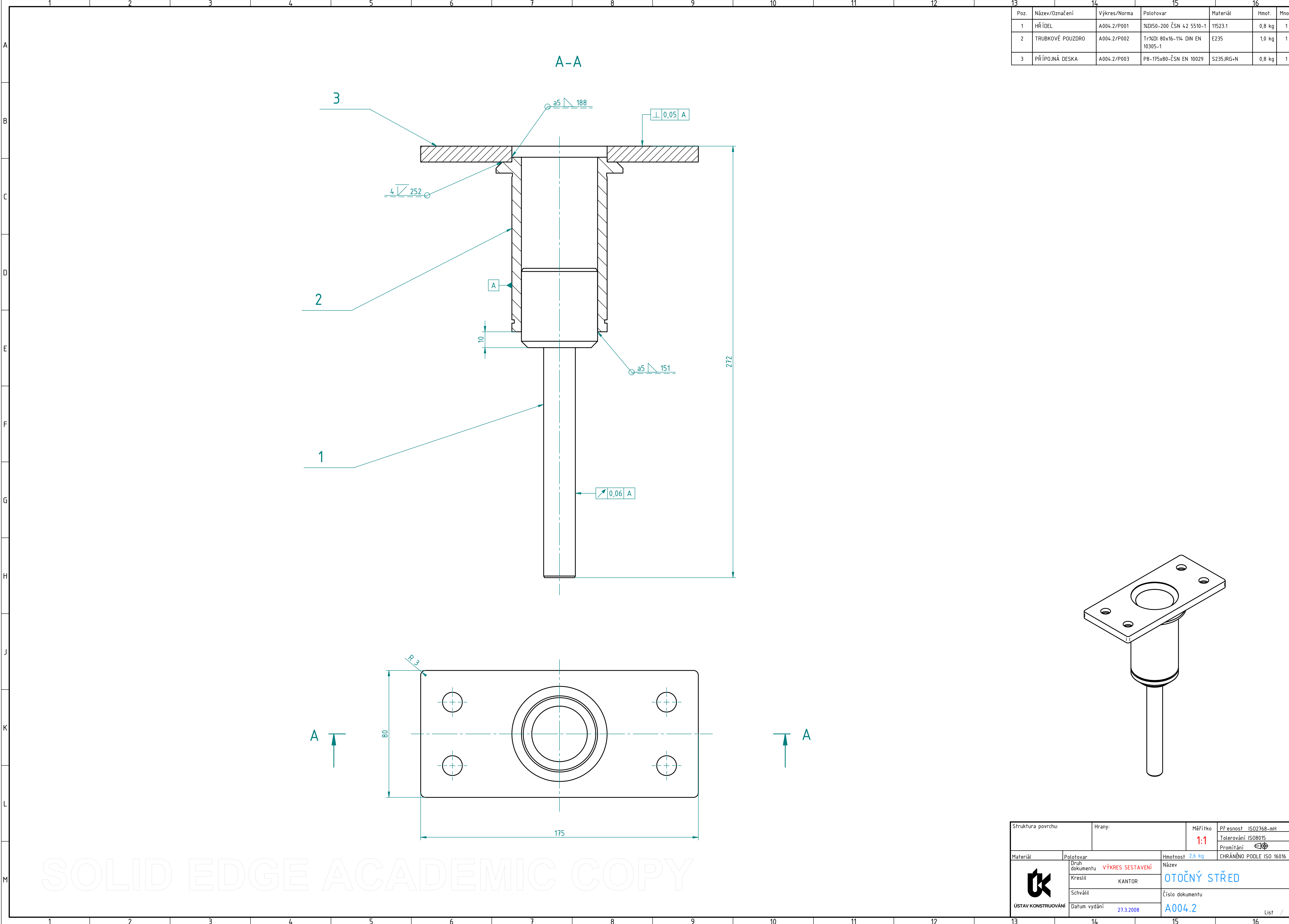
Struktura povrchu:		Hrany:		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
					Tolerování ISO8015
					Promítání 
Materiál	Polotovár			Hmotnost 3,5 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
	Druh dokumentu VÝKRES SESTAVENÍ			Název DOMEČEK	
	Kreslil KANTOR				
	Schválil			Číslo dokumentu A004.1	
	Datum vydání 27.3.2008				
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ				List /	



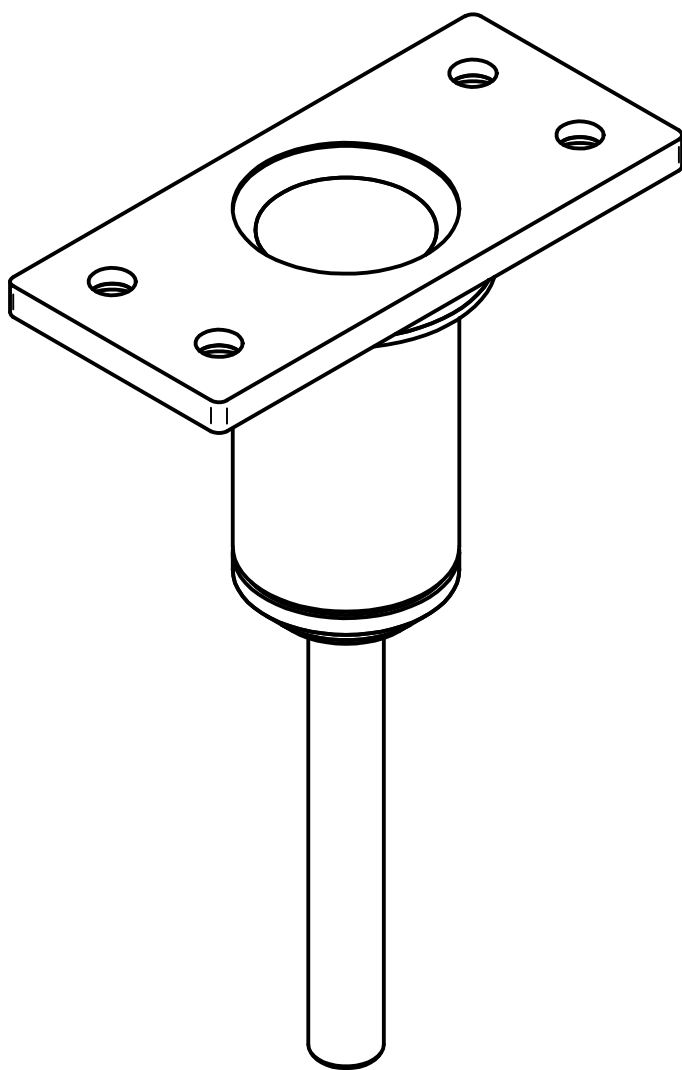
Struktura povrchu: 		Hrany: 		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
Materiál S235JRG+N		Polotovar P8-200x150-ČSN EN 10029		Hmotnost 1,9 kg	Tolerování ISO8015
Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Kreslil KANTOR		Promítání 	
Schválil		Datum vydání 27.3.2008		CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		Název ZÁKLADOVÁ DESKA		Číslo dokumentu A004.1/P001	
				List /	



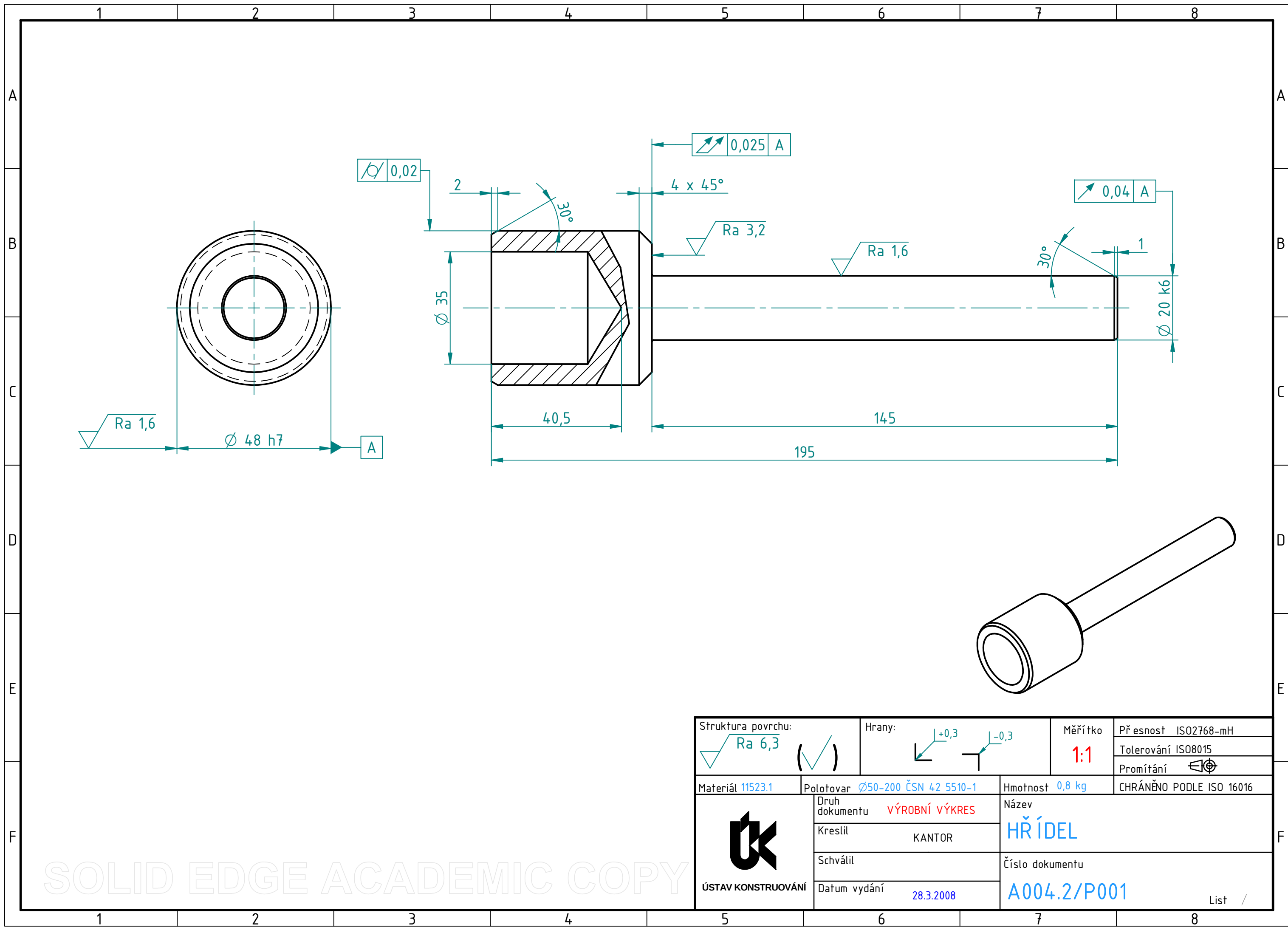
Struktura povrchu: Ra 6,3 (✓)		Hrany: +0,3 -0,3		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
Materiál E235		Polotovary Tr $\varnothing$ 95x18-92 DIN EN 10305-1		Hmotnost 1,5 kg	Tolerování ISO8015
UK ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název DOMĚČKOVÁ TRUBKA	
		Kreslil KANTOR		Číslo dokumentu	
		Schválil		A004.1/P002	
		Datum vydání 27.3.2008		List /	

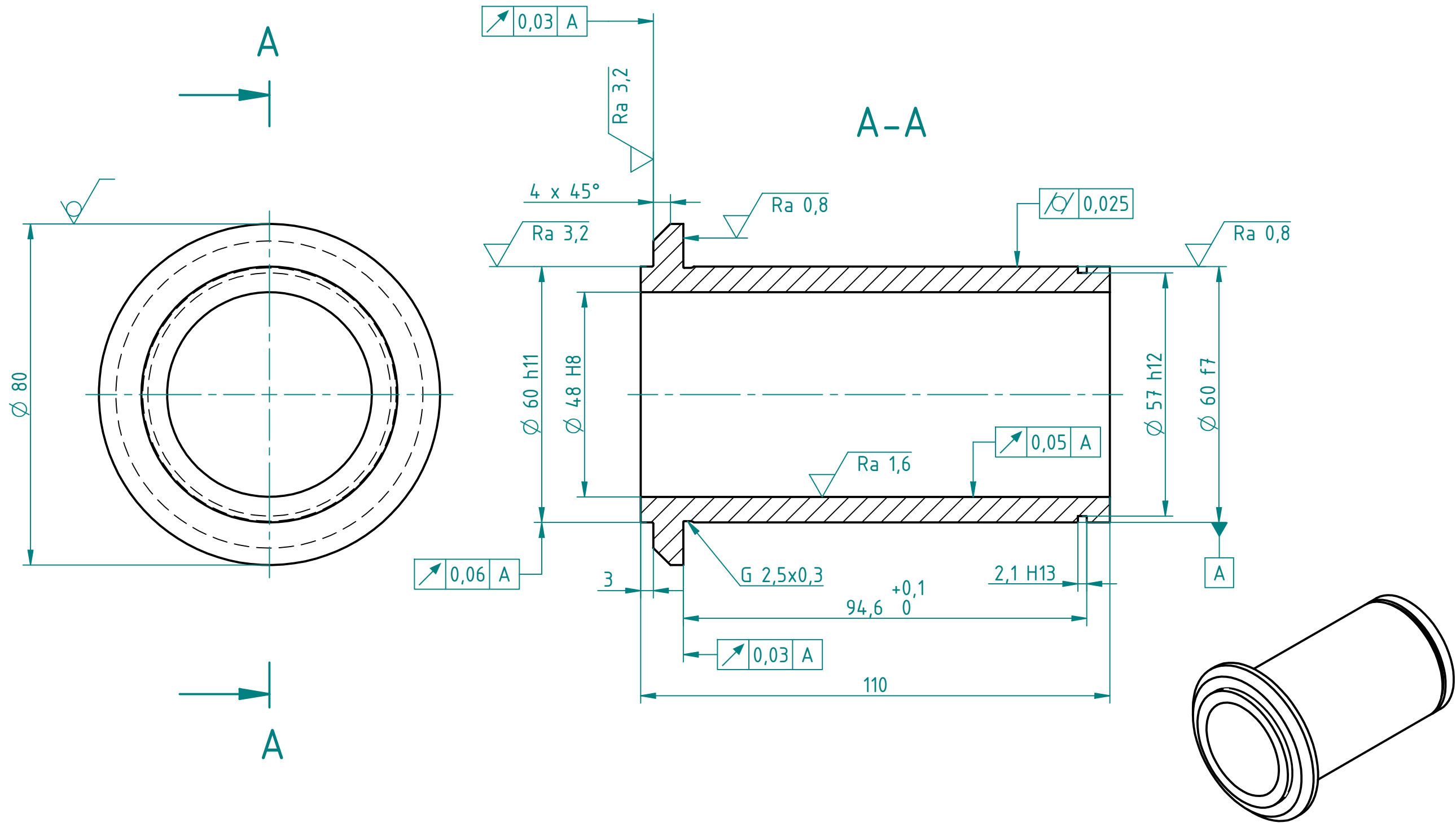


13		14		15		16	
Poz.	Název/Označení	Výkres/Norma	Polotovar	Materiál	Hmot.	Množ.	
1	HŘÍDEL	A004.2/P001	%DI50-200 ČSN 42 5510-1	11523.1	0,8 kg	1	
2	TRUBKOVÉ POUZDRO	A004.2/P002	Tr%DI 80x16-114 DIN EN 10305-1	E235	1,0 kg	1	
3	PŘÍPOJNÁ DESKA	A004.2/P003	P8-175x80-ČSN EN 10029	S235JRG+N	0,8 kg	1	



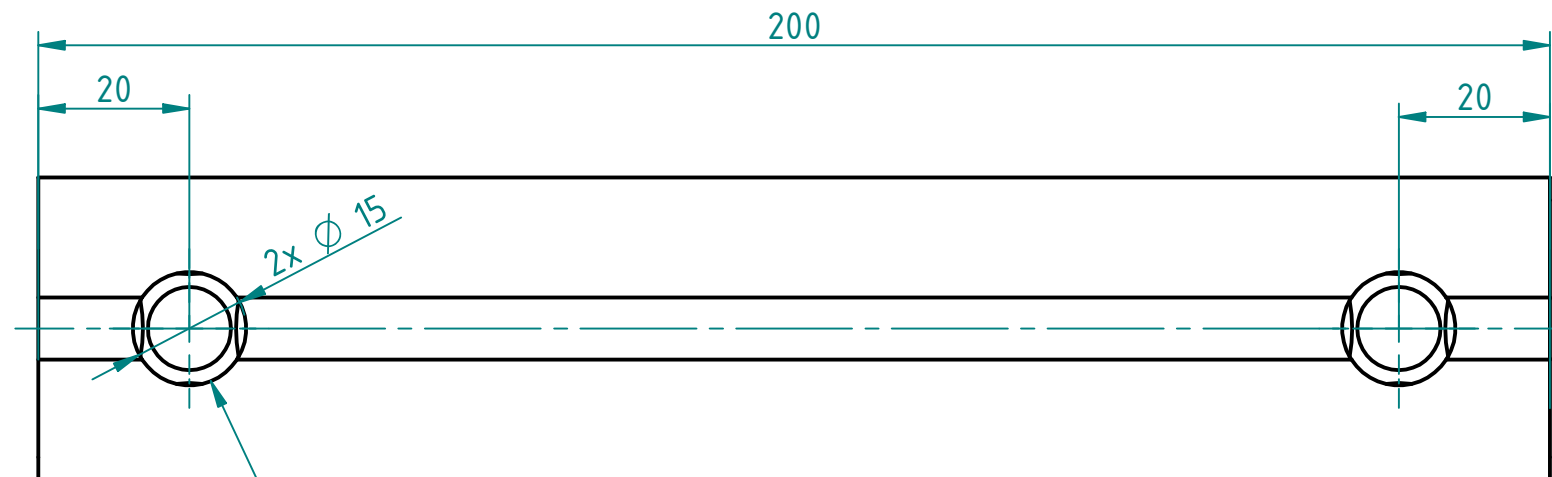
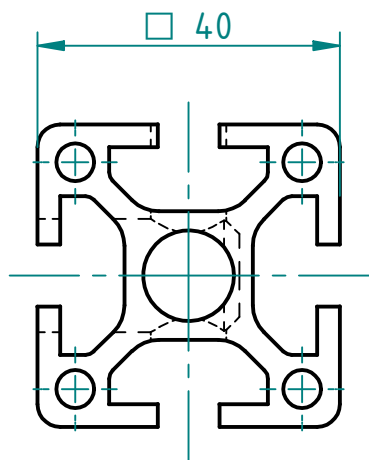
Struktura povrchu:		Hrany:		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
				Tolerování ISO8015	Promítání CH
Materiál		Polotovar		Hmotnost 2,6 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
	Druh dokumentu VÝKRES SESTAVENÍ	Název OTOČNÝ STŘED			
	Kreslil KANTOR				
	Schválil				
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		Datum vydání 27.3.2008		Číslo dokumentu A004.2	
				List /	



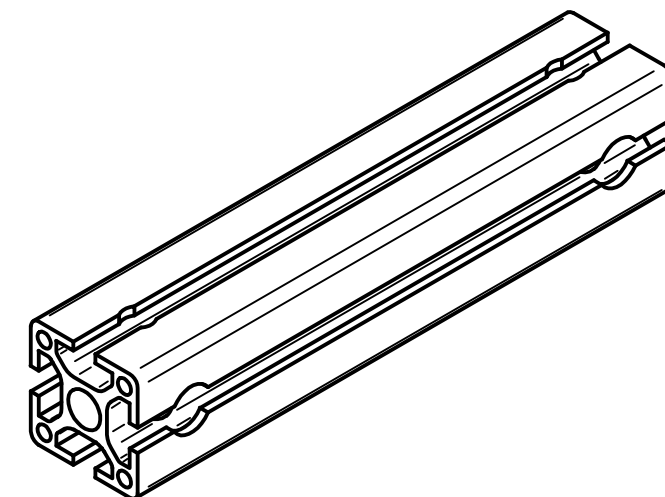


Struktura povrchu: $Ra 6,3$ ($\checkmark$)		Hrany: $+0,3$ $-0,3$	Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
Materiál E235		Polotovary $\varnothing 80 \times 16-114$ DIN EN 10305-1	Hmotnost 1,0 kg	Tolerování ISO8015
 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Název TRUBKOVÉ POUZDRO	
		Kreslil KANTOR	Číslo dokumentu A004.2/P002	
		Schválil		
		Datum vydání 28.3.2008		
				CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
				List /

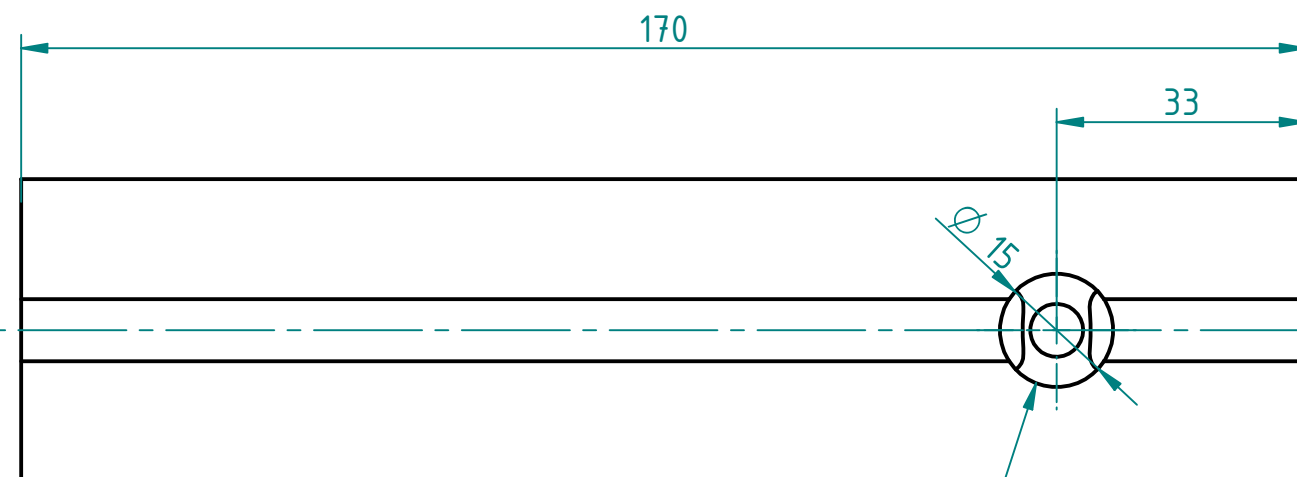
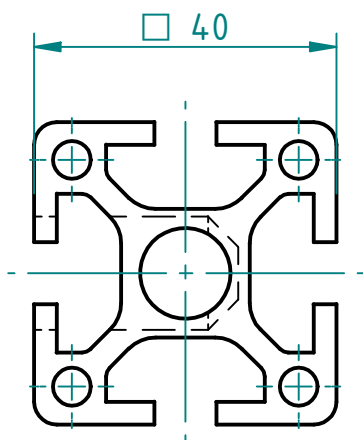
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



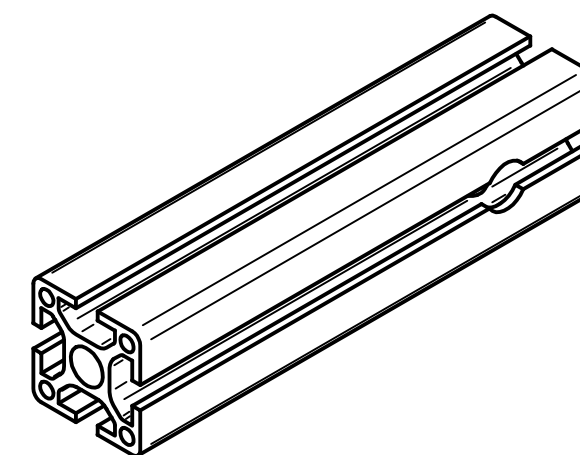
VRTAT NÁSTROJEM 1.99.03215452
SPECIFIKACE DÍRY DLE SPOJKY 1.21.4E5

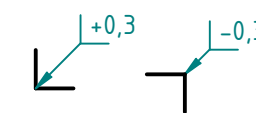


Struktura povrchu: 		Hrany: 		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH	
Materiál AlMgSi0.5F23		Polotovary Profil 40x40-200, 4E			Hmotnost 0,4 kg	Tolerování ISO8015
					CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	Promítání
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název MT-200			
	Kreslil KANTOR					
	Schválil		Číslo dokumentu A000/P007			
	Datum vydání 25.3.2008					
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		List /				

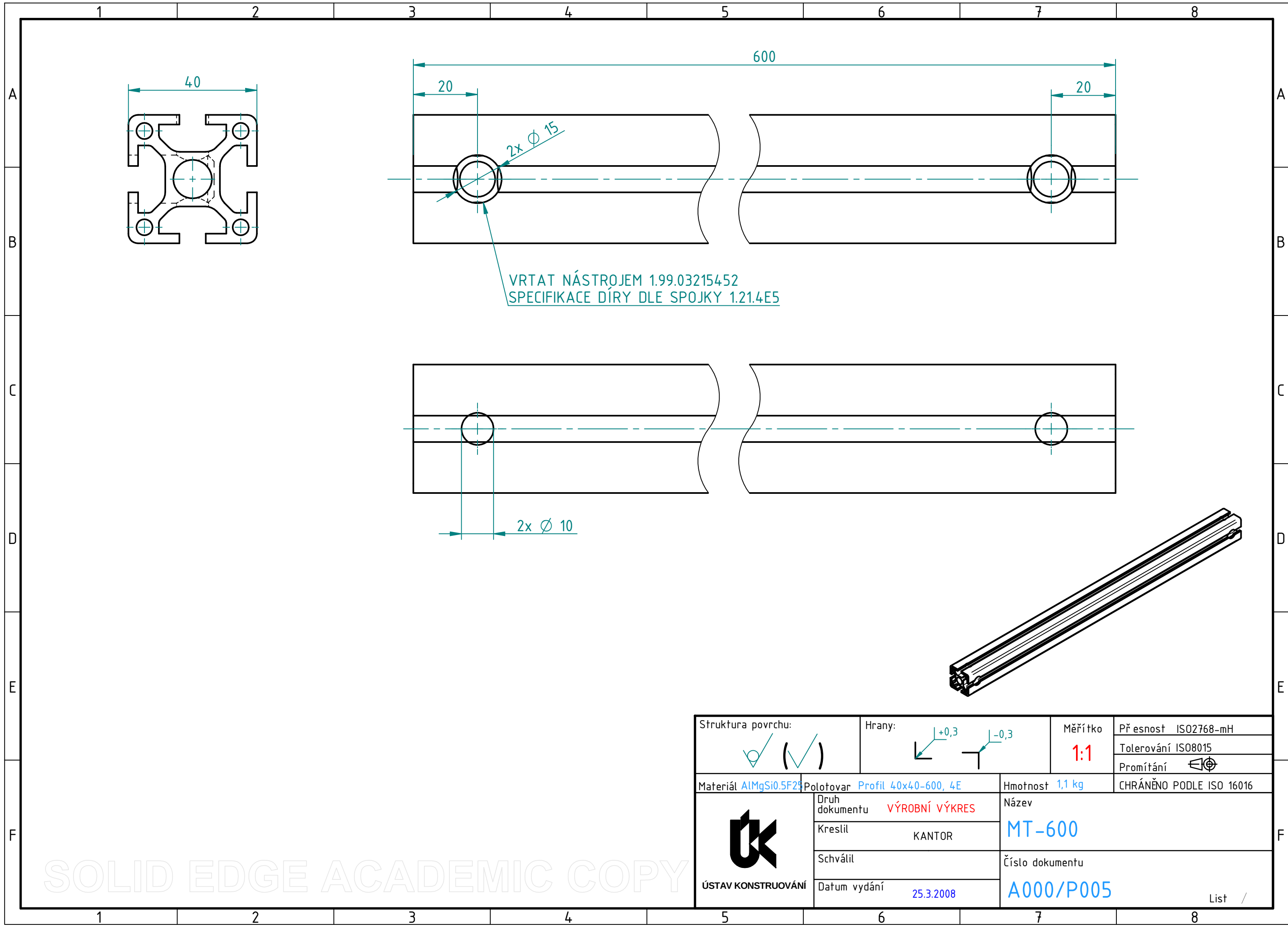


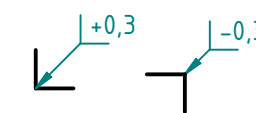
VRTAT NÁSTROJEM 1.99.03215454
SPECIFIKACE DÍRY DLE SPOJKY 1.21.4E0



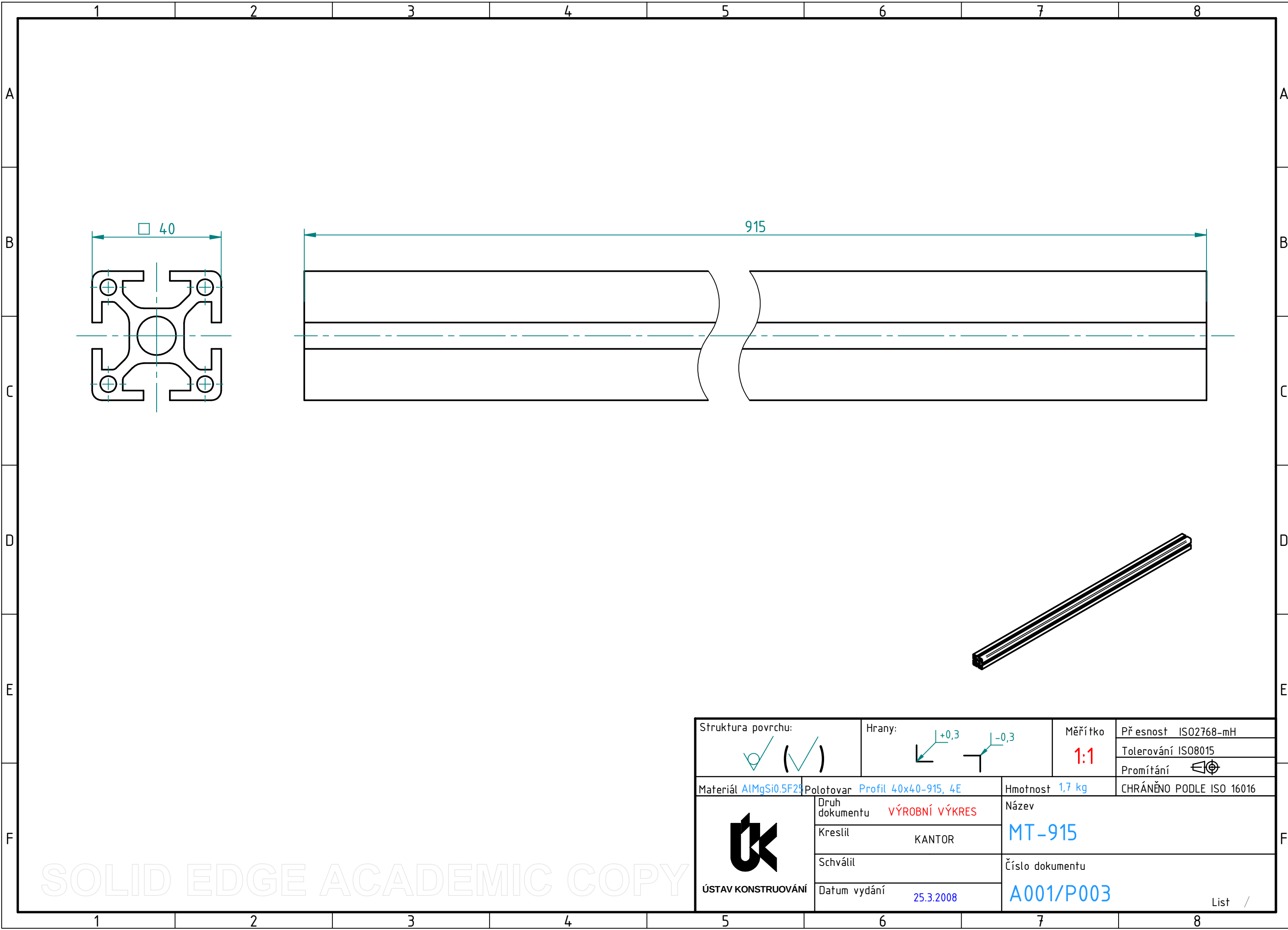
Struktura povrchu: 		Hrany: 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
Materiál AlMgSi0.5F23		Polotovar Profil 40x40-150, 4E	Hmotnost 0,3 kg	Tolerování ISO8015
 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Název MT-150	
		Kreslil KANTOR	Číslo dokumentu A000/P008	
		Schválil		
		Datum vydání 25.3.2008	List /	
			CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

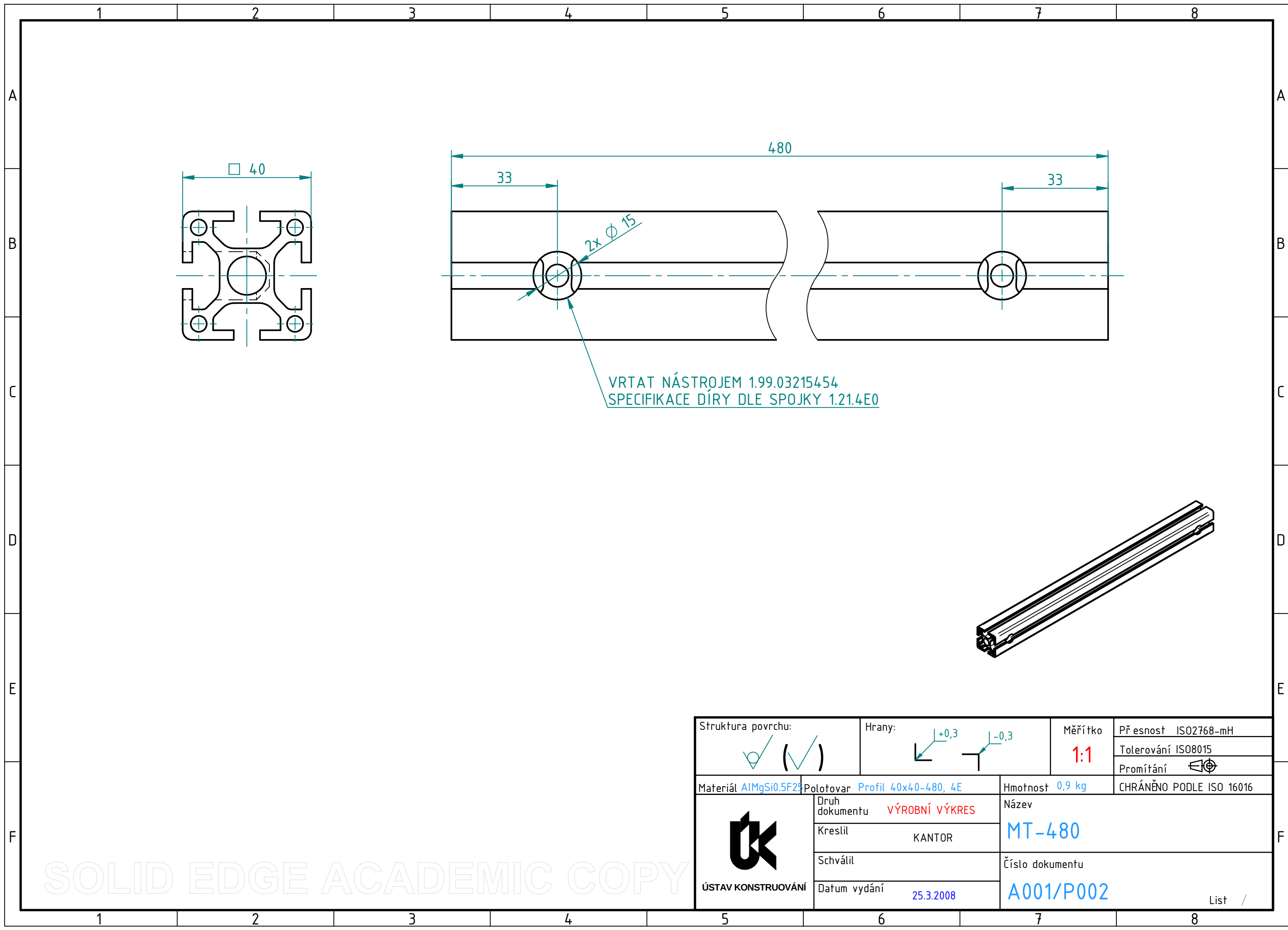


Struktura povrchu: 		Hrany: 	Měřítka 1:1	Přesnost ISO2768-mH
Materiál AlMgSi0.5F23		Polotovary Profil 40x40-600, 4E	Hmotnost 1,1 kg	Tolerování ISO8015
 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Název MT-600	
		Kreslil KANTOR	Číslo dokumentu A000/P005	
		Schválil		
		Datum vydání 25.3.2008		
				CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

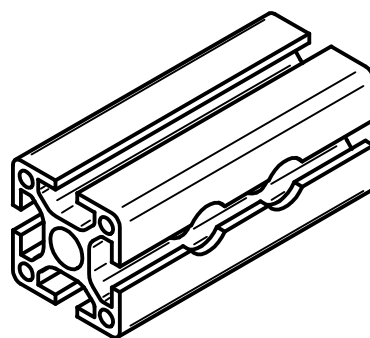
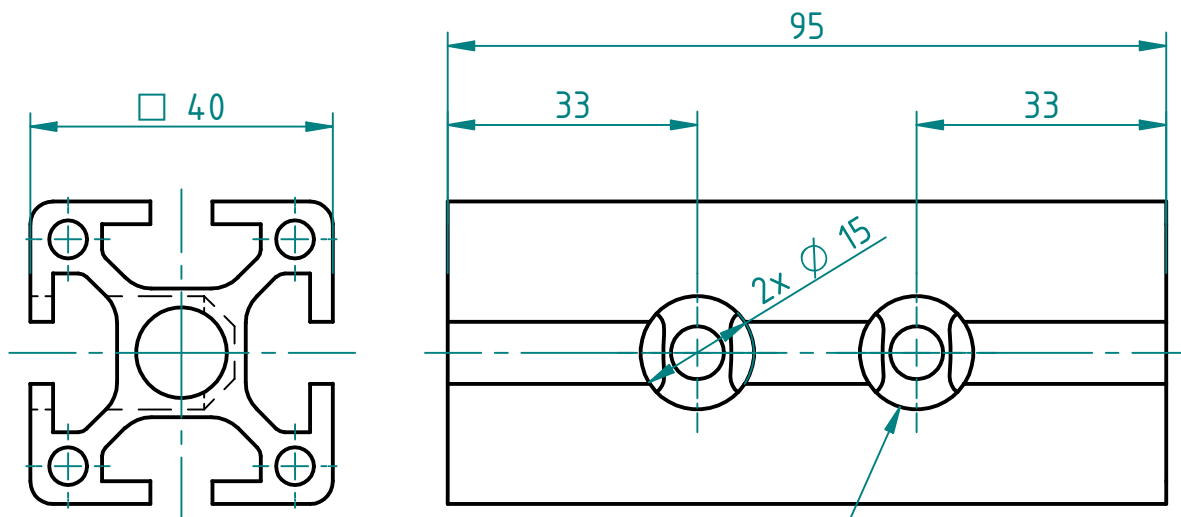


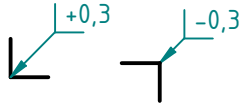
Struktura povrchu: 		Hrany: 		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
		Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Tolerování ISO8015	
		Kreslil KANTOR		Promítání	
		Schválil		CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
Materiál AlMgSi0.5F25		Polotovár Profil 40x40-915, 4E		Hmotnost 1,7 kg	
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		Datum vydání 25.3.2008		Název MT-915	
				Číslo dokumentu A001/P003	

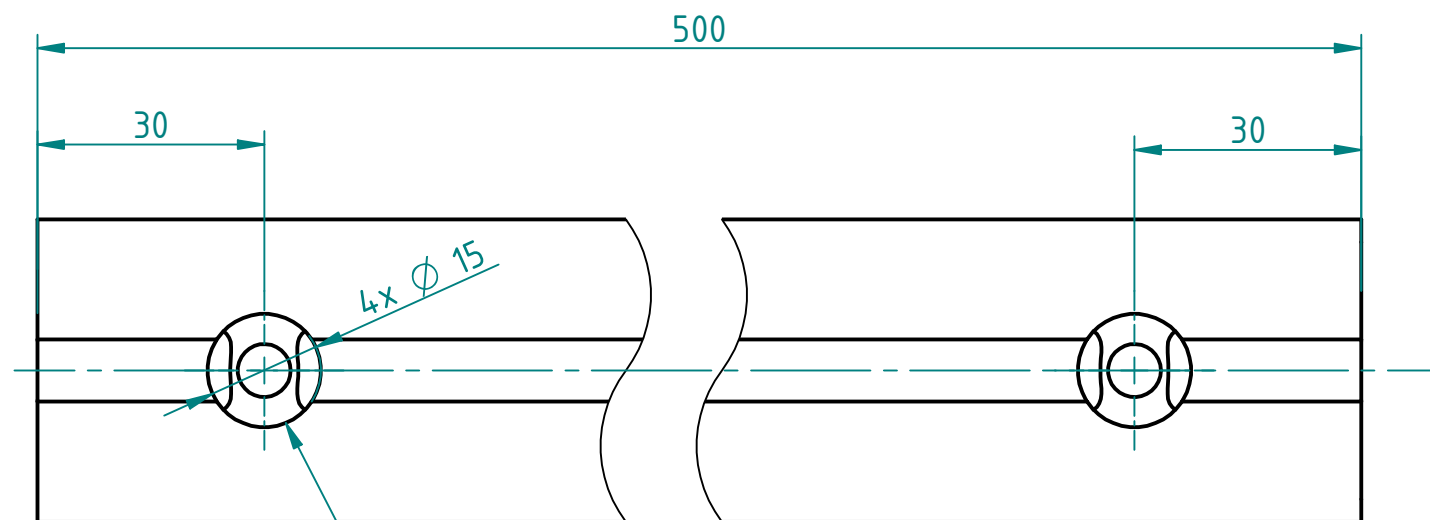
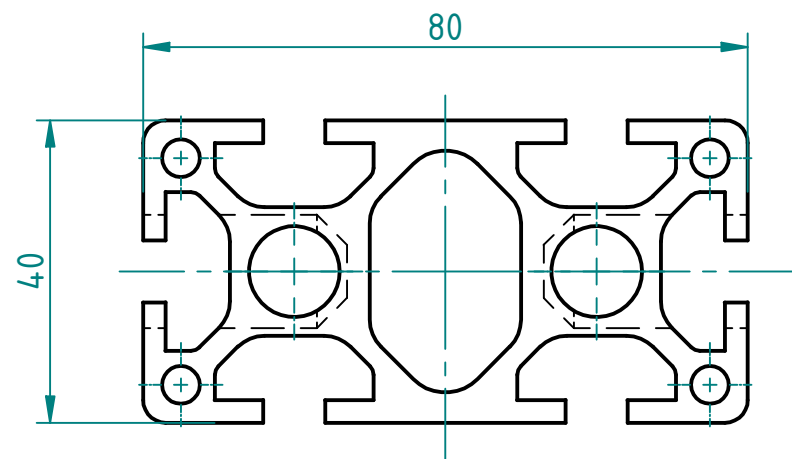


Struktura povrchu: 		Hrany: 		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
					Tolerování ISO8015
					Promítání
Materiál AlMgSi0.5F23	Polotovar Profil 40x40-480, 4E			Hmotnost 0,9 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES			Název MT-480	
	Kreslil KANTOR				
	Schválil			Číslo dokumentu A001/P002	
	Datum vydání 25.3.2008				
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ					
List /					

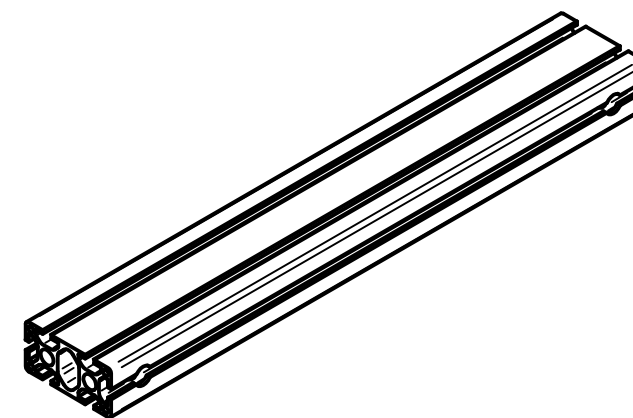
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

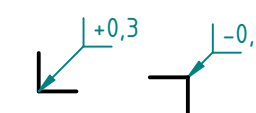


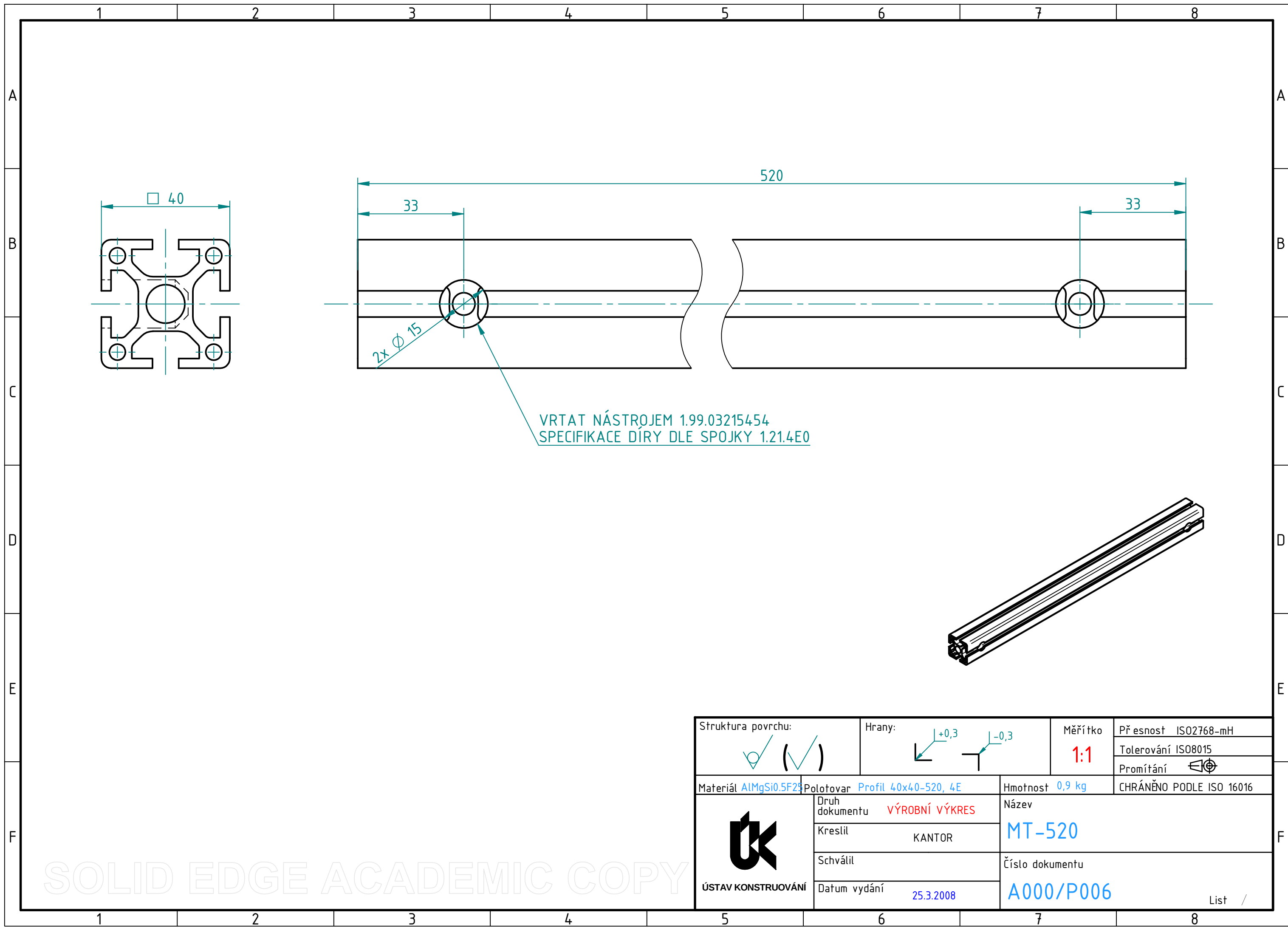
Struktura povrchu: 		Hrany: 		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
					Tolerování ISO8015
					Promítání 
Materiál AlMgSi0.5F25	Polotovár Profil 40x40-95, 4E			Hmotnost 0,2 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES			Název	
	Kreslil KANTOR			MT-95	
	Schválil			Číslo dokumentu	
	Datum vydání 25.3.2008			A000/P003	
List /					

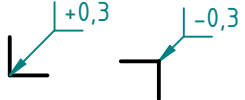


VRTAT NÁSTROJEM 1.99.03215454
SPECIFIKACE DÍRY DLE SPOJKY 1.21.4E0

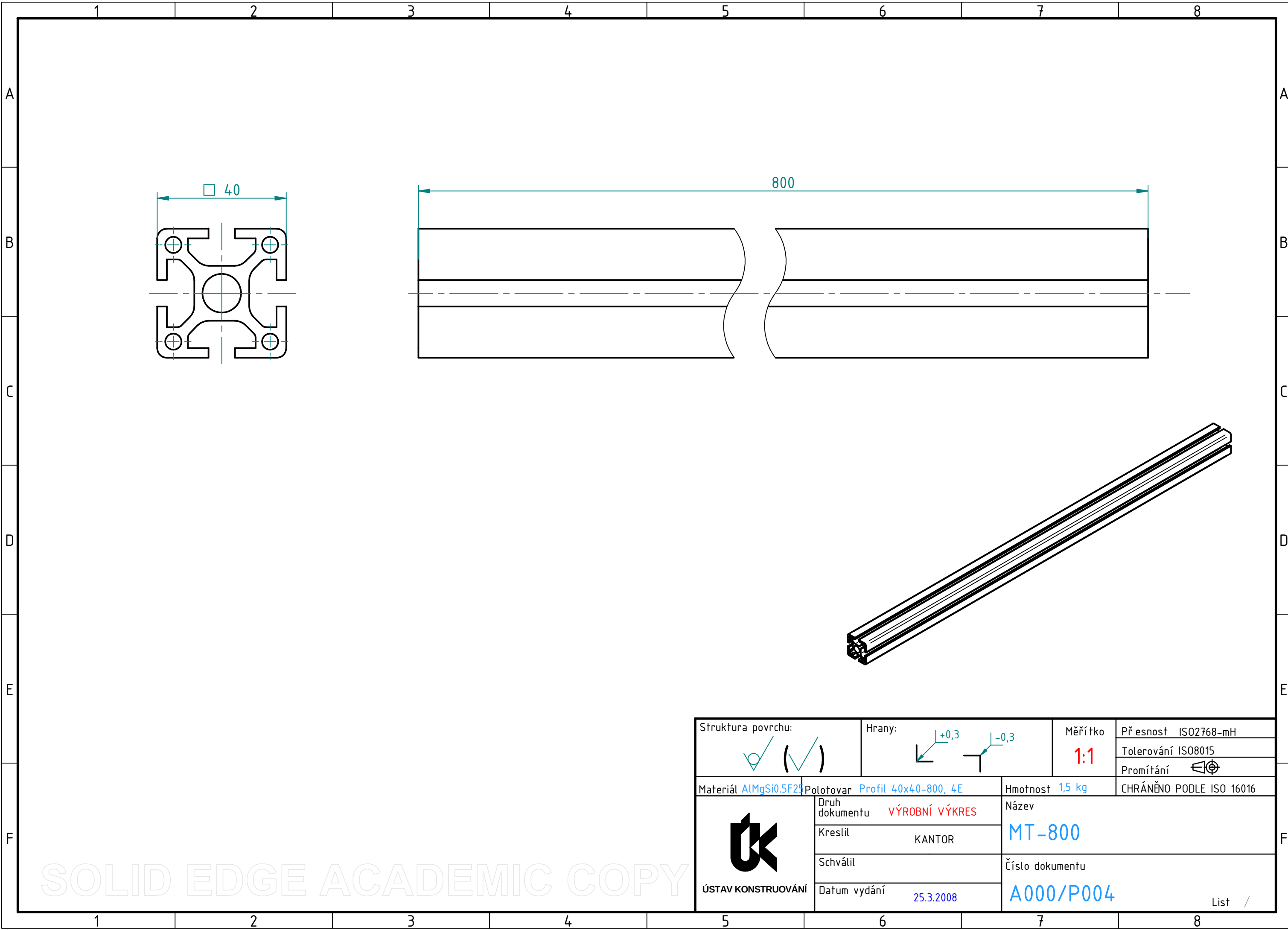


Struktura povrchu: 		Hrany: 		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
					Tolerování ISO8015
					Promítání 
Materiál AlMgSi0.5F25		Položovar Profil 40x80-500 6E	Hmotnost 1,7 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ		Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název MT-500 Číslo dokumentu A000/P002	
		Kreslil KANTOR			
		Schválil			
		Datum vydání 25.3.2008			



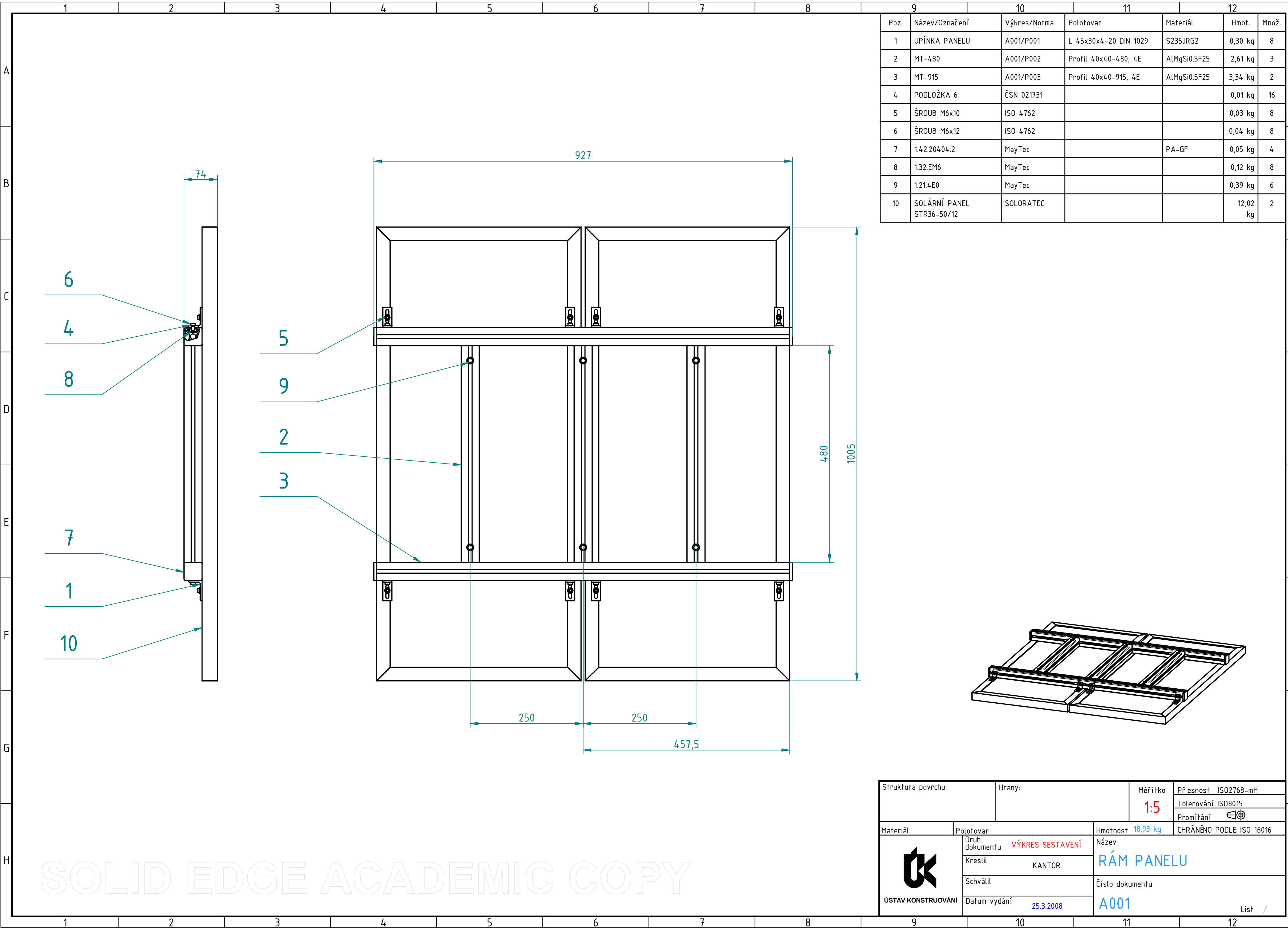
Struktura povrchu: 		Hrany: 		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
					Tolerování ISO8015
					Promítání 
Materiál AlMgSi0.5F23	Polotovar Profil 40x40-520, 4E			Hmotnost 0,9 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
 ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název MT-520		
	Kreslil KANTOR				
	Schválil		Číslo dokumentu A000/P006		
	Datum vydání 25.3.2008				
List /					

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

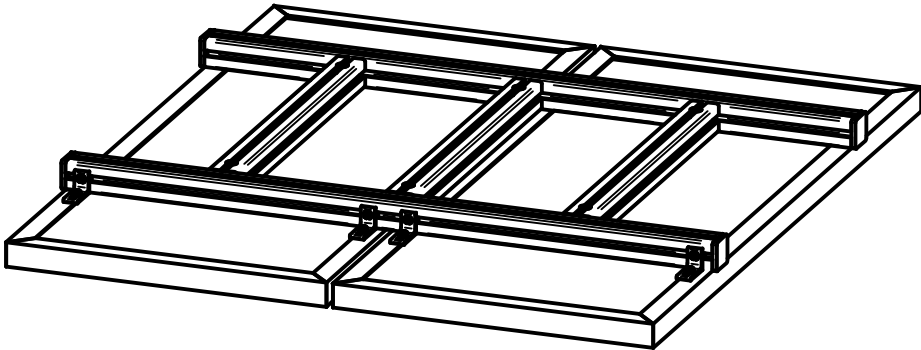


Struktura povrchu: 		Hrany: 		Měřítko 1:1	Přesnost ISO2768-mH
Materiál AlMgSi0.5F23		Polotovar Profil 40x40-800, 4E		Hmotnost 1,5 kg	Tolerování ISO8015
					Promítání
		Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název MT-800	
		Kreslil KANTOR			
		Schválil		Číslo dokumentu A000/P004	
		Datum vydání 25.3.2008			
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ				List /	

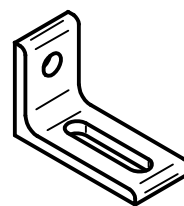
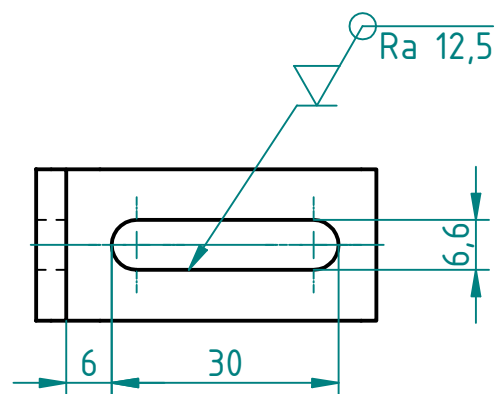
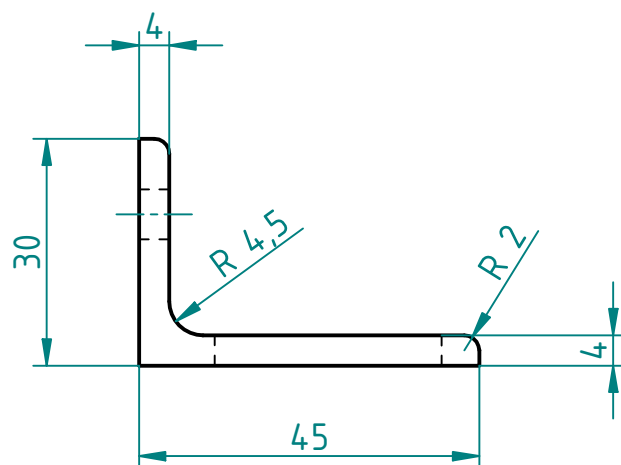
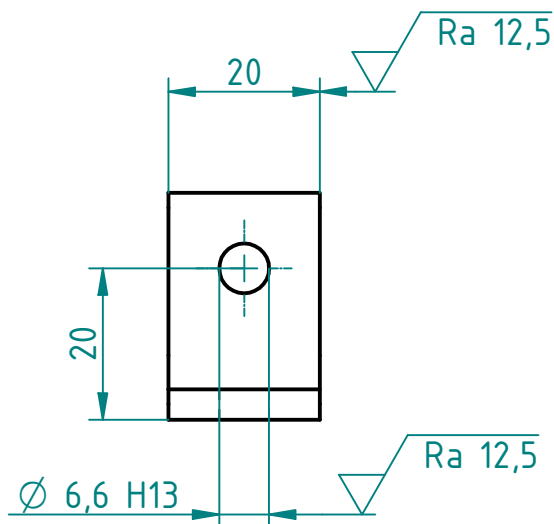
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Poz.	Název/Označení	Výkres/Norma	Polotovár	Materiál	Hmot.	Množ.
1	UPÍNKA PANELU	A001/P001	L 45x30x4-20 DIN 1029	S235JRG2	0,30 kg	8
2	MT-480	A001/P002	Profil 40x40-480, 4E	AlMgSi0.5F25	2,61 kg	3
3	MT-915	A001/P003	Profil 40x40-915, 4E	AlMgSi0.5F25	3,34 kg	2
4	PODLOŽKA 6	ČSN 021731			0,01 kg	16
5	ŠROUB M6x10	ISO 4762			0,03 kg	8
6	ŠROUB M6x12	ISO 4762			0,04 kg	8
7	1.4.2.204.04.2	MayTec		PA-GF	0,05 kg	4
8	1.32.EM6	MayTec			0,12 kg	8
9	1.21.4E0	MayTec			0,39 kg	6
10	SOLÁRNÍ PANEL STR36-50/12	SOLORATEC			12,02 kg	2



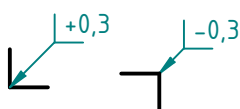
Struktura povrchu:		Hrany:		Měřítko 1:5	Přesnost ISO2768-mH
					Tolerování ISO8015
					Promítání
Materiál		Polotovar		Hmotnost 18,93 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
	Druh dokumentu	VÝKRES SESTAVENÍ		Název	
	Kreslil	KANTOR		RÁM PANELU	
	Schválil			Číslo dokumentu	
	Datum vydání	25.3.2008		A001	
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ				List /	



Struktura povrchu:



Hrany:



Měřítko

1:1

Přesnost ISO 2768-mH

Tolerování ISO 8015

Promítání



Materiál S235JRG2

Polotovár L 45x30x4-20 DIN 1029

Hmotnost 0,04 kg

CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016



Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES

Kreslil KANTOR

Schválil

Datum vydání 28.3.2008

Název

UPÍNKA PANELU

Číslo dokumentu

A001/P001

List /