



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Masarykův ústav vyšších studií

**Tvorba a řešení inovačních zadání
odstranění problémů obrobku ve strojírenství**

**Theory of the resolution of invention
Elimination of problems in engineering workpiece**

Bakalářská práce

Studijní program: Ekonomika a management

Studijní obor: Řízení a ekonomika průmyslového podniku

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Kavan CSc.

Eva Pokorná

Praha 2016

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Pokorná	Jméno:	Eva	Osobní číslo:	424215
Fakulta/ústav:	Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS)				
Zadávací katedra/ústav:	Katedra managementu				
Studijní program:	Ekonomika a management				
Studijní obor:	Řízení a ekonomika průmyslového podniku				

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:
Tvorba a řešení inovačních zadání – odstranění problémů obrobku ve strojírenství

Název bakalářské práce anglicky:
Theory of the resolution of invention - Elimination of problems in engineering workpiece




Pokyny pro vypracování:
Přínos: Charakteristika metodologie TRIZ a formulace závěru, vyhodnocení a shrnutí poznatků.
Cíl práce: Cílem bakalářské práce je aplikace metody TRIZ pro strojírenskou výrobu při obrábění součástí pro naplnění požadovaných vlastností výrobku.
Osnova: 1. Úvod - Cíl práce; 2. Teoretická část: Charakteristika metodologie TRIZ, podniku a technologických procesů; 3. Praktická část: Opracování výpalku dle parametrů požadovaných výkresovou dokumentací, Alternativy řešení, Řešení a praktické návrhy a doporučení podniku 3. Závěr a vyhodnocení výsledů práce

Seznam doporučené literatury:
ALTŠULLER, Genrich Saulovič. Co na to vynálezce?: [kniha pro tvořivého syna, otce, dědu], 2008
SALAMANTOV, J. P. Zákonitosti rozvoje techniky: část metody Tvorby a řešení inovačního zadání - TRIZ, 2000
GADDK, K. Triz for engineers enabling inventive problem solving, 2013

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:
doc. Ing. Michal Kavan CSc., ČVUT Fakulta strojní - Ústav řízení a ekonomiky podniku

Jméno a pracoviště konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: 15.1.2016 Termín odevzdání bakalářské práce: 8.5.2016
Platnost zadání bakalářské práce: do konce LS 2017

 Podpis vedoucí(ho) práce
 Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry
 Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

17-01-2016	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

POKORNÁ, Eva. *Tvorba a řešení inovačních zadání - odstranění problémů obrobku ve strojírenství*. Praha: ČVUT 2016. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citovala a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne:

podpis:

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Ing. Michalu Kavanovi CSc. za pomoc s výběrem tématu bakalářské práce a firmě Schäfer-Menk s.r.o. v Praze za spolupráci.

Abstrakt

V této práci je zpracována metodologie TRIZ. Teoretická část je věnovaná vzniku a rozvoji techniky, metodám návrhů pro řešení, TRIZu a jeho softwarové podpoře. Metoda TRIZ je poté aplikovaná v praxi ve strojírenském závodě při výrobě desky víka. Řeší se zde problémy, které vznikly při zkušebním zhotovení dílce. Jsou zde navržena východiska, jak překážky ve výrobě řešit.

Klíčová slova

TRIZ, Řešení a tvorba inovačního zadání, inovace, rozpor, technika.

Abstract

This thesis deals with TRIZ methodology and is divided in two parts. In the first one the theory of TRIZ methodology is explained. It focuses mainly on formation, methods used for solution proposal and software support of TRIZ method. Afterwards, in the second one, the theory is utilized. The tasks that came into the light during the pilot fabrication of the hood were examined. Finally, the solutions based on TRIZ analysis were devised.

Keywords

TRIZ, Theory of Inventive Problem Solving, Innovation, Contradiction, Technique.

ÚVOD	3
1 METODICKÁ ČÁST	5
1.1 POPIS PODNIKU	5
1.2 VZNIK A ROZVOJ TECHNIKY	6
1.3 METODY NÁVRHŮ PRO ŘEŠENÍ	7
1.4 METODOLOGIE TRIZ	10
1.5 SOFTWAREOVÁ PODPORA	24
2 APLIKAČNÍ ČÁST	25
2.1 ANALÝZA SITUACE	25
2.2 SPECIFICKÝ PROBLÉM	28
2.3 MODEL PROBLÉMU	29
2.4 MODELOVÉ ŘEŠENÍ - MODEL KONFLIKTU A MODEL ŘEŠENÍ	33
2.5 SPECIFICKÉ ŘEŠENÍ	35
2.6 HODNOCENÍ KONCEPTU	39
ZÁVĚR	41
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	43
SEZNAM LITERATURY	43
INTERNETOVÉ ODKAZY	44
INTERNÍ MATERIÁLY SPOLEČNOSTI FIRMY SCHÄFER-MENK S.R.O.	45
SEZNAM TABULEK, GRAFŮ, OBRÁZKŮ, PŘÍLOH	45
SEZNAM TABULEK	45
SEZNAM GRAFŮ	45
SEZNAM OBRÁZKŮ	46
SEZNAM PŘÍLOH	46
PŘÍLOHY	47

Úvod

Cílem této bakalářské práce je představit metodologii TRIZ, popsat její části a aplikovat tuto metodologii při řešení konkrétních problémů u obráběné součástky při výrobě v konkrétním strojírenském podniku za účelem dosažení požadovaných vlastností dle předepsané dokumentace.

Domnívám se, že využití metodologie TRIZ ve strojírenství má potenciál pro úspěšné řešení problému. Al'tšullerova tabulka „39 typických technických vlastností“ je formulovaná obecně, a tak by hledání řešení nemuselo být obtížné.

V současné době je konkurence na trhu velmi vysoká. Každá firma se snaží odlišit od ostatních a to ať už se jedná o vzhled, kvalitu nebo cenu produktu. Odlišnost znamená často úspěch, ovšem nestačí úspěch pouze získat, je potřeba zajistit si získaný náskok nad konkurencí. Jak toho všeho dosáhnout? To je snad otázka každého podnikatele. Strategie jsou různé, je jen potřeba si správně vybrat.

Podnik při své kalkulaci na potenciální zakázku by měl brát zřetel na technologické možnosti firmy, dále na vzdělání a schopnosti zaměstnanců. Dalšími faktory jsou: administrativní podniku, organizace práce, logistika, nakládání s časem, doba spolupráce se zákazníkem, opakovatelnost a sériovost zakázek, kapacita skladových prostor (využití konsignačních skladů). U velké sériovosti se klade značný důraz, jak na rychlost výroby, tak i na co nejmenší zmetkovitost. Vysoká zmetkovitost znamená růst nákladů a tím pádem nižší zisk pro firmu. Snahou podniku je splnit požadavky zákazníka na nejvyšší možné úrovni, za co nejmenší náklady při dodržení termínu dodání. Je výhodné navázat spolupráci na více produktech pro dlouhé časové období. Není dobré postavit své podnikání na jednom zákazníkovi, přestože jsou výjimky, je tato varianta velmi riziková. Z praxe je známo, aby největší zákazník pokrýval firmě 20-25 % celkového objemu výroby. Zbýlých 75 - 80 % výroby by měli tvořit menší zákazníci. Toto jsou dle mého názoru základní podmínky pro úspěšný chod firmy.

Pro prosperující podnik je tedy klíčové, aby jeho výrobky (stávající, nové) byly stále žádané. Velký důraz je kladen na vystupování firmy. K tomu, aby byl zákazník spokojený, je třeba se zákazníkem jednat. Komunikaci má na starost obchodní a marketingové oddělení. Na tento sektor bývají ve firmách kladeny vysoké nároky. Jejich úkolem není

pouze zakázku získat, ale v případě problému dokázat se zákazníkem dohodnout řešení, které bude výhodné pro obě strany. V tomto případě je potřeba výborná spolupráce s dalším stěžejním faktorem firmy a to je technologické oddělení. Tento úsek má za úkol vypracovat výrobní postup zakázky. V tomto oddělení se využívá mnoho postupů, jak nejlépe provést realizaci. Existují různé cesty, jak přijít na řešení. Občas se využívá i nevyzpytatelná „metoda“ pokus/omyl. Pro zrychlení nalezení řešení se novátoři snaží najít metodu, která by proces hledání nového způsobu řešení urychlila. Genrikh Saulovič Al'tšuller se touto otázkou zabýval také a povedlo se mu s jeho týmem položit základy metodě, která vychází z prozkoumání patentů. Tato metoda se jmenuje TRIZ (Řešení a tvorba inovačního zadání) a má řešiteli pomoci k rychlejšímu vyřešení problému. Právě touto metodou - metodologií TRIZ se budu ve své práci zabývat.

Tato práce je rozdělena do čtyř kapitol. Po úvodu, který je zároveň i první kapitolou, následuje část metodická. V této části jsou základní informace o podniku, pro který bude prováděna aplikační část této práce. Následně zde popíši vznik a rozvoj techniky, druhy metod, díky kterým lze nalézt řešení problému a porovnání těchto konvenčních metod s metodologií TRIZ. Dále popisuji vznik metodologie TRIZ, uvádím stručné informace o autorovi a postup při užití metodologie v praxi. Průběh použití této metodologie je vysvětlován tak, aby i člověk neznalý této metody pochopil základní principy jednotlivých částí TRIZu. Třetí kapitola nese název „Aplikační část“ a budu se v ní zabývat řešením konkrétního problému za pomoci metodologie TRIZ a následně doporučím řešení. Čtvrtá a zároveň poslední kapitola této práce je věnována závěru. V této fázi jsou shrnuty jednotlivé poznatky z této práce.

1 Metodická část

1.1 Popis podniku

Firma Schäfer-Menk s.r.o. byla v České republice založena 1994. Je součástí skupiny Menk - Group, kterou tvoří šest výrobních středisek. Dvě společnosti jsou v Německé spolkové republice, ty jsou zároveň i mateční. Další dvě se nacházejí v České republice v Praze a v Dýšině u Plzně, jedna je v USA a poslední je v Číně.

Schäfer-Menk s.r.o. používá nejmodernější strojní zařízení s možností obrobit i nadměrné konstrukce s maximální přesností.

Zabývá se:

- svařováním konstrukcí transformátorových nádob pro lokomotivy
- kostrami statorů pro lodní motory
- výrobou svařenců pro důlní techniku

Firma své produkty díky různorodosti produktů svého výrobního portfolia dodává do celého světa.

Produkty společnosti firma vyrábí převážně z konstrukčních ocelí podle norem: DIN, ISO. Firma má certifikáty na svařovací oprávnění např.: ČSN EN ISO 9001:2000, ČSN EN ISO 14001, DIN EN ISO 3834-2, DIN EN 1090-2. Výrobky jsou zpracovávány pomocí nejmodernější technologie např.: svařování roboty, plazmové řezací zařízení řízené počítači s možností řezání i pod úkošem, programování v CAD-CAMu, pálení JET-CAMem. (Schäfer-Menk, 2015)

1.1.1 Struktura podniku:

Sídlo: Praha 5 - Radotín, Přeštínská 1415, PSČ 15300

Obchodní firma: Schäfer-Menk s.r.o.

Založení společnosti: notářským zápisem 11. 4. 1994

IČO: 614 61 512

Právní forma: Společnost s ručením omezením

Předmět podnikání: obráběčství, zámečnictví, nástrojařství

Základní kapitál: 150 000 000Kč

Statutární orgán: Jednatel: Ing. MAGDALENA ZEMANOVÁ
(zapsaná 24. prosince 2002)

Způsob jednání: Společnost má jednoho jednatele, který za společnost jedná samostatně

Společník: Menk Apparatebaum GmbH
D-56470 Bad marienberg, Fritz-von-Opel-Straße 20, Spolková republika Německo
Registrační číslo: HRB 1127

Podíl: Vklad: 150 000 000Kč
Splaceno: 100%
Obchodní podíl: 100,0% (Justice, 2015)

1.2 Vznik a rozvoj techniky

Jurij Petrovič Salamantov (2000, str. 7) uvádí: „*Techniku tvoří člověk. Proto také je technika lidskou tvořivostí, lidským subjektem zadána, vytvořena, vyráběna, ale také omezena. Celý rozvoj společnosti, včetně techniky, je historický proces. Přestože subjektivní působení lidí nejsou vždy v souladu s objektivními zákonitostmi procesu rozvoje, životaschopnými a užitečnými se nakonec ukáží jen takové výsledky subjektivních lidských činů a působení v technice, která jsou v souladu s existujícími zákonitostmi.*“

Z tohoto tvrzení vyplývá, že člověk si techniku vytvořil, aby nebyl tolik závislý na přírodě v souvislosti s uspokojením svých stále nových a nových potřeb.

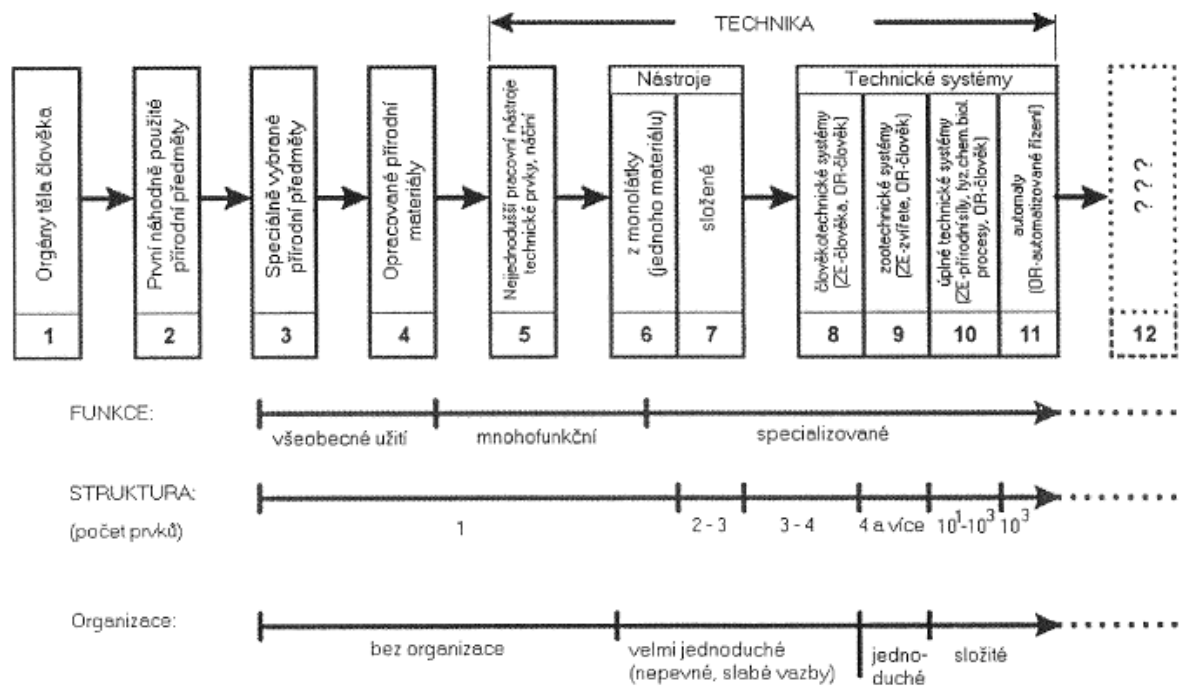
Salamantov (2000, str. 9-11) ve své knize popisuje vznik a rozvoj technických systémů na příkladu rozvoje pracovních nástrojů v TRIZovské interpretaci. Shrnuje to takto: Na počátku lidské existence lidé neměli žádné nástroje. K obstarání potravy využívali pouze své ruce, později klacky nebo kosti. Další fází vývoje bylo lovení zvěře. K tomu si začali vyrábět jednoduché pomůcky - špičaté klacky, ostré kameny. Při používání objevovali vlastnosti nástrojů, které se při používání opotřebovávaly nebo deformovaly. Na základě těchto poznatků začali vyhledávat nebo zhotovovat nástroje do zásoby.

Své pomůcky si opracovávali za pomoci štípání, obrábění, vrtání. Každý nástroj měl oddělenou pracovní část, která se v průběhu času změnila na pracovní orgán (PO). Tady si již vyráběli kola, válce, ale i nádobí a obydlí. To byl proces zrodu výroby pracovních nástrojů a zrod vzniku techniky.

V dalších fázích už lidé používali pracovní nástroje ze stejnorodé látky za určitým cílem. Tyto pracovní nástroje měli oddělené zóny: pracovní orgán (ostří nože), transmise (rukojeť). Rychle se zdokonalovali k efektivnějšímu využití. Zatím poslední fází je využívání technických systémů tzv. nástroje s pohonem. Ty se skládají z pracovního orgánu, transmise, pohonu, dále orgánu řízení (obvykle člověk) a energie.

Tento popsaný vývoj dle metodologie TRIZ je graficky znázorněn na obrázku č. 1-1.

Obrázek 1-1 Schéma rozvoje výrobních nástrojů za pomoci metodologie TRIZ



Zdroj: Salamantov, 2000, str. 9

1.3 Metody návrhů pro řešení

Podnik má mít neustále na paměti své vize a strategie, vědět o svých příležitostech, znát svého zákazníka, mít schopné zaměstnance. Dále se firma má zajímat o redukci svých nákladů a optimalizaci své výroby. Ke všem těmto faktorům si může dopomoci

zlepšováním nebo inovacemi. Tyto slova se zdají být významově podobné. Přesto jsou v nich rozdíly.

Příklady hlavních rozdílů mezi zlepšováním a inovacemi:

Tabulka 1-1 Hlavní rozdíly mezi zlepšováním a inovacemi

Oblast	Zlepšování	Inovace
Přínosy	Několik stovek tisíc až několik miliónů korun	Desítky až stovky miliónů korun
Organizace	Individuálně, workshop, kaskádový workshop, projekt Six Sigma	Inovační projekt
Zapojení pracovníků	Maximálně - lidé z procesu	Omezené – specialisté
Oblast řešení	Lokální problém, např. výroba	Průřezový problém - marketing, vývoj, výroba, logistika, obchod
Čas	Krátký - dny, týdny	Dlouhý - několik měsíců
Riziko neúspěšnosti	Nízké - 90% úspěšnost	Vysoké - 10% úspěšnost
Použité metody	Intuitivní - brainstorming, workshop, mind mapping	Systematické - WOIS, TRIZ, Systematic Innovation
Měření výsledku	Produktivita týmu, úspory, redukce nákladů	Kreativita týmu, nová hodnota, originalita, odlišnost
Prostředí	Zlepšovaný proces, využití lokálních znalostí	Odpoutání se od současného stavu, využití globálních znalostí

Zdroj: Košturiak a Chal', 2008, str. 44-45

Z tabulky č. 1-1 vidíme, že při zlepšování dochází oproti inovaci pouze k rámcovým plynulým změnám uvnitř firmy. Při inovaci nastávají radikální inovační změny.

1.3.1 Příklady metod řešení

Konvenční metody tvořivosti, které jsou vhodné pro zlepšování, mají všechny podobný postup řešení. Nejdříve se analyzuje situace. Poté se přesně definuje problém. Dále nastává situace, kdy se hledá řešení. Každá metoda má svá specifika, jak přijít na východisko z problému. Všechny návrhy, které z těchto metod vzejdou, jsou více, či méně podobné

tzv. metodě pokus-omyl. Při pokusu-omylu k vyřešení problému může dojít i za nesčetného množství pokusů. Kladný výsledek není zaručen. Hledání řešení za pomoci této „metody“ není vůbec efektivní (čas, peníze, atd.). Přesto i tato metoda má v historii a určitě i v budoucnosti své místo. Nejedna objev vznikl na základě pouhého pokusu nebo dokonce nedbalosti¹.

Brainstorming je jedna z nejznámějších konvenčních metod tvořivosti. Cílem je získat kvantitu námětů k nacházení nových postupů řešení problému. To může probíhat pouze v dobře navozeném prostředí a příjemné atmosféře.

Kolajová (2006, str. 63-64) uvádí, že výhodami (+) a nevýhodami (-) brainstormingu jsou:

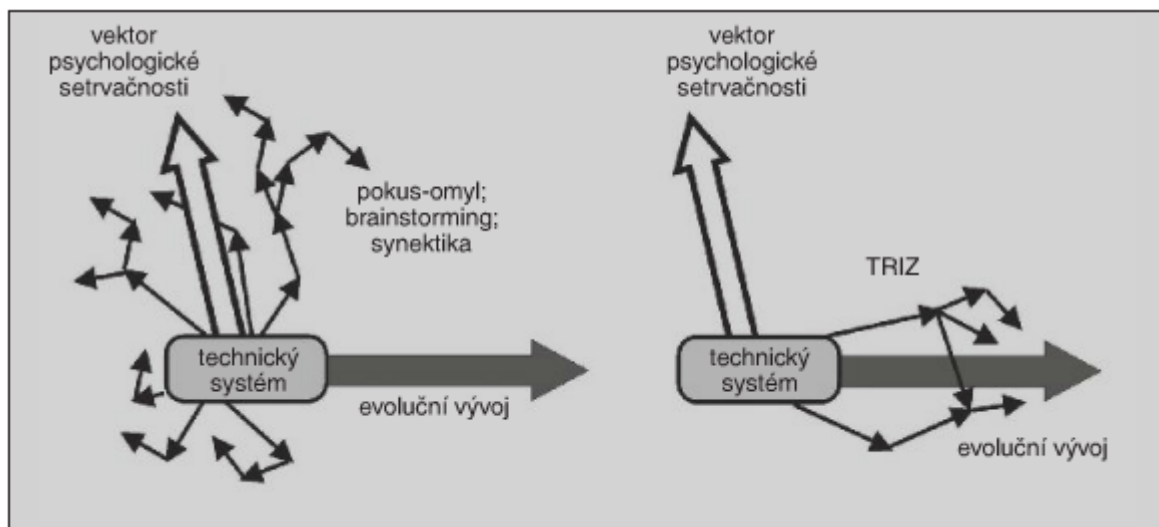
- + velký počet námětů
- + originalita nápadů (inspirace od ostatních členů)
- + popsání problému v poměrně krátkém čase
- + tvořivost účastníků
- počet účastníků (minimálně tři, maximální hranice se doporučuje dvanáct lidí, protože čím více osob, tím je metoda časově náročnější),
- neschopnost práce některých druhů osobností (puntičkáři, aj.)
- dodržování pravidel (čas pro uvolnění - zábrany účastníků nejsou žádané a dobrá atmosféra, kritika a hodnocení nápadů se nepřipouští)

Brainstorming a další metody jsou založené do jisté míry na tvořivosti, některé více, některé méně. Užitím těchto metod se vystavujeme jistému problému. Řešitele nutí jeho psychologická stránka hledat řešení obdobnými způsoby, jež jsou podobné danému problému. Tento způsob se nehodí pro řešení při vysoké úrovni problému z důvodu časové náročnosti. Pro tento druh problému se nabízí užití metodologie TRIZ. (Jirman, 2014, str. 54)

Grafické srovnání konvenčních metod tvořivosti a metody TRIZ je na obr. č. 1-2. Z tohoto obrázku je patrné, že vývoj za pomocí metodologie TRIZ má daleko rychlejší cestu k dosahování řešení, protože je mnohem přímější. Řešitel se odpoutává od psychologické setrvačnosti (přichází s něčím úplně novým).

¹ Příklady z části náhodně objevených objevů: dynamit - A. Nobel, penicilin - A. Fleming.

Obrázek 1-2 Porovnání konvenčních metod tvořivosti a metody TRIZ



Zdroj: Jirman, 2014, str. 54

1.4 Metodologie TRIZ

1.4.1 Vznik

Tato metodologie se začala vyvíjet od roku 1946 v SSSR. Metodologie TRIZ je v České republice přeložena jako Řešení a tvorba inovačního zadání. Samotné slovo TRIZ je akronymem z Теория решения изобретательских задач [Teorija řešení izobretatělskich zadač]. V anglicky psané literatuře se můžeme s touto metodologií setkat pod akronymem TIPS (Theory of Inventive Problem Solving).

Vynalezl ji Genrih Saulovič Al'tšuller, který se svým kolektivem studoval patenty. Zkoumáním těchto patentů bylo zjištěno, že zlepšování je dosahováno relativně malým počtem druhů postupů. Baltus (2015a) ve svém článku uvádí „Patent je strukturovaným popisem technického řešení. Mimo jiné povinné údaje popisuje shrnutí současného stavu techniky v daném problému, a hlavně musí být v textu explicitně popsáno, co je na předloženém technickém řešení nového.“ Al'tšuller si při studování těchto patentů všiml vývoje technického systému. Tato metodologie se řadí do tvůrčích metod řešení problému.

Vynálezce této metody se nechal inspirovat analogickým průběhem metodiky šachové hry. Metodika šachové hry spočívá ve studování tzv. šachové literatury, ve které jsou popsány odehrané partie. V praxi to tedy znamená, že jeho záměrem bylo popsat principy

v současné době známé. Ty slouží pro inspiraci k dalším možnostem. (Dostál, Loubal a Bartes, 2011, str. 233)

1.4.2 O autorovi metodologie TRIZ

Genrikh Saulovič Al'tšuller se narodil v Taškentu. Žil v letech 1926 až 1998. Byl to inženýr, vědec, spisovatel², žurnalista a vynálezce³.

Al'tšuller (2008, str. 5-6) vycházel z hypotézy, že existují určité zákonitosti ve vzniku techniky. Cílem tedy bylo najít tyto pravidla a uspořádat je. Následně by tyto poznatky mohly být využívány jako pomůcka pro kreativní řešení úloh, které by usnadnily průběh vývoje techniky.

Tato hypotéza se potvrdila, když pracoval jako úředník v patentovém úřadu, kde pomáhal organizovat patenty. Tam začal hledat obecná pravidla, která by vysvětlovala vznik nových tvořivých patentových nápadů.

Takto začala vznikat metodologie TRIZ a Al'tšuller je označován jako otec této metodologie.

1.4.3 Charakteristika metodologie TRIZ

Autor metodologie (Al'tšuller, 2008, str. 14) ve své knize „Co na to vynálezce“ uvádí, že „*TRIZ je nauka o tom, jak stavět myšlenkové mosty, po kterých mysl přechází k novým řešením. Technické rozpory a postupy jejich překonávání tvoří takový myšlenkový most.*“ Z toho vyplývá, že je důležité mít pevné základy a jen tak se dá postupně správně a efektivně zlepšovat. Důležité je vyvarovat se chybám hned na začátku. Jestliže je vypracováno řešení pro špatně definované otázky, výsledek nebude nikdy korektní a tím pak vzniknou podniku ztráty.

Jiní znalci této metodologie definují TRIZ následovně:

- Savransky (2000, str. 22)⁴ říká: „*TRIZ is a human-oriented knowledge-based systematic methodology of inventive problem solving.*“
- Karren Gatt (2011, str. 3)⁵ říká: „*TRIZ is a unique, rigorous and powerful toolkit which guides engineers to understand and solve their problems by accessing*

² Psal sci-fi pod pseudonymem Genrikh Altov.

³ Již jako čtrnáctiletý chlapec získal první patent na podvodní dýchací systém.

⁴ Vlastní překlad: TRIZ je systematická metodika kreativního řešení problémů založená na znalostech a zaměřená na člověka.

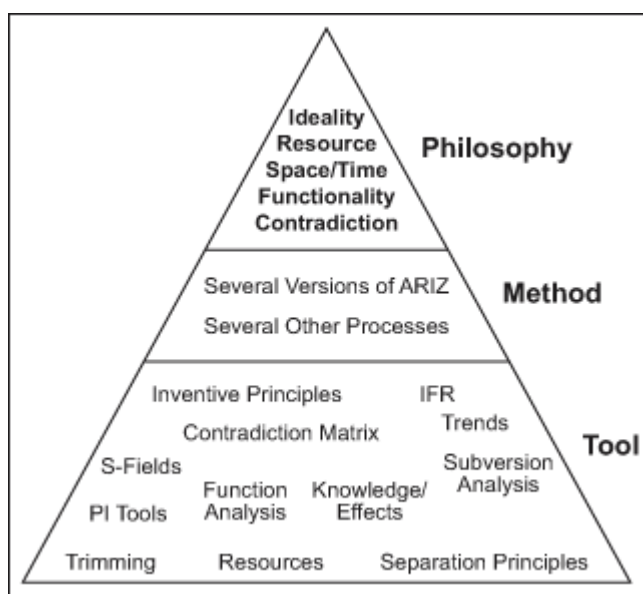
the immense treasure of past engineering and scientific knowledge. TRIZ helps us find the surprisingly few relevant and practical answers to our real problems.”

První definice je stručná a vyjadřuje popis co metodologie TRIZ je, zatímco druhá definice od Karen Gatt nastiňuje, z čeho metodologie čerpá.

„Cílem metody je dosáhnout ideálního výsledku odstraněním psychologické setrvačnosti a maximálním využitím všech systémových zdrojů.“ (Votruba, 2000, str. 80)

Metodologie TRIZ má svoji hierarchii. Můžeme vidět na obrázku pyramidu (obr. č. 1-3). V dolní části pyramidy se nachází nástroje a technika, které mají přímé fyzické interakce s objektem. Prostředek pyramidy tvoří soubor metod a postupů jak lze problém řešit. Na vrcholku jsou potom prvky filozofie, které jsou unikátní pro tuto metodologii.

Obrázek 1-3 Hierarchie metodologie TRIZ



Zdroj: MANN, Darrell. How to Look at TRIZ. The TRIZ Journal [online]. : 1 [cit. 2015-11-30]. Dostupné z: <http://www.triz-journal.com/innovation-methods/innovation-triz-theory-inventive-problem-solving/will-learn-use-triz/>

Darrel Mann popisuje tyto jednotlivé filozofie následovně. Ideální je neustálé zlepšování. Zdroje mají maximalizovat působení věcí týkajících se technického systému. Space/Time

⁵ Vlastní překlad: TRIZ je jedinečná a účinná metoda (nástroj), která nasměrovává technické odborníky (techniky, inženýry) k porozumění a řešení jejich problémů. Činí tak získáváním důležitých poznatků z historie strojírenství (inženýrství) a vědeckých znalostí. TRIZ nám pomáhá najít překvapivě relevantní a praktické odpovědi na naše opravdové problémy.

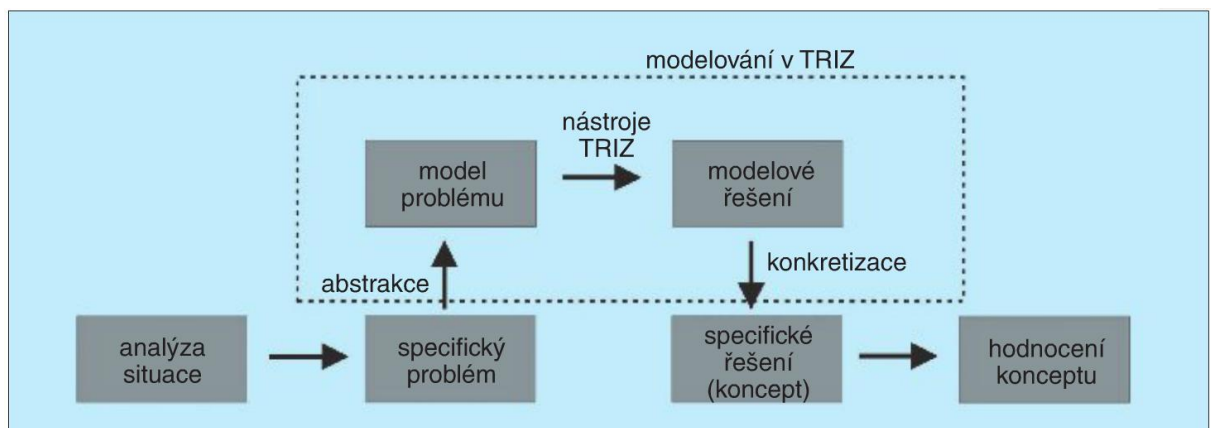
představuje prohlížení systémů z pohledu časové a prostorové souvislosti. Funkčností se rozumí prvotní význam funkce systému. Rozpor je jako hlavní bod, který se má odstranit, změnit nebo vylepšit.

Metodologií TRIZ (Trizing, 2016) získá uživatel návrhy možností jak nejasný problém vyřešit a to za pomoci podrobného rozboru systému. Tato metodologie využívá dvě doplňující metody:

- Funkční nákladová analýza - FNA
- Algoritmus řešení invenčních zadání – ARIZ

Postup metodologie TRIZ (funkční nákladovou analýzu a algoritmus řešení invenčních zadání) můžeme vidět na schématu v obrázku č. 1-4. Níže postupně popíši jednotlivé kroky podle tohoto modelu.

Obrázek 1-4 Obecný model řešení problému metodou TRIZ



Zdroj: Jirman, 2014, str. 54

1.4.3.1 Analýza situace

Zde se vybere objekt, který je potřeba inovovat (je potřeba, aby vzniklo něco nového nebo zlepšení stávajícího). V tomto kroku je sestaven tým řešitelů a je vypracován inovační projekt. V této fázi jsou shromážděny veškeré informace o objektu (náklady, konkurence, tržní potenciál...).

1.4.3.2 Specifický problém

1.4.3.2.1 Funkční nákladová analýza - FNA

Funkční nákladová analýza je analytická metoda, která odpovídá na dvě otázky „CO“ a „PROČ“ má být inovováno nebo zlepšeno. Tato metoda podle B. Bušova (2000, str. 136) v knize Salamantova „Zákonitosti rozvoje techniky“ uživateli pomáhá:

- *„nalézt podstatu (příčinu) problému v technickém systému (výrobek nebo proces),*
- *určit klíčové prvky podle vyhodnocené funkční, problémové a nákladové významnosti prvků,*
- *vybrat správná (významná) inovační zadání pro daný cíl a v souladu s tendencemi rozvoje techniky,*
- *formulovat správně (konkrétně) inovační zadání: „co“ a „proč“ má být v systému zdokonaleno.“*

1.4.3.2.1.1 Technický systém (TS):

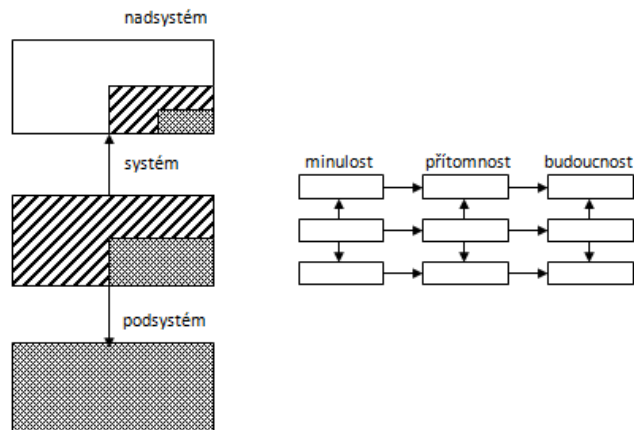
Salamantov (2000, str. 28) říká „*TECHNICKÝ SYSTÉM - to je sestava jistým způsobem uspořádaných a propojených prvků, mající vlastnosti nad rámec prostého součtu vlastností jednotlivých prvků a určená k plnění určených užitečných funkcí.*“

Technický systém je tedy vše co má jakoukoliv funkci (např.: nůžky - stříhání, nůž - řezání, atd.).

Andrejsek a Beneš (1984, str. 67-68) uvádějí, že každý systém může mít pod sebou další podsystemy např: hlavní systém soustruh - podsystem Nortonova skříň, vřeteno. Kterýkoliv z těchto podsystemů je technický systém, jenž provádí určitou funkci. Společným propojením více systémů vznikne nadsystem. Nadsystem může změnit jakákoliv změna jakéhokoliv podsystemu. Přitom je potřeba sledovat vývojovou linii.

Vývojová linie je zjednodušeně zobrazena na obrázku č. 1-5. Je zde vidět, že systémy jsou propojené od minulosti do současnosti a zároveň vývojová linie souvisí s budoucností.

Obrázek 1-5 Znáznornění podsystému, systému, nadsystému (obr. vlevo) a vývojová linie (obr. vpravo)



Zdroj: Andrejsek a Beneš, 1984, str.68. Upraveno

Druhy vzniku nového systému

Nový systém může vznikat (Al'tšuller, 2008, str. 23):

- Při spojení systému 1 a systému 2, vznikne systém 1.2. - tedy nový systém. Vlastnosti této nové složky se samostatně nevyskytují v původních systémech.
- Při spojení systému 1 a systému 1, nevznikne dvojnásobek původního systému. Také v tomto příkladu vznikne něco nového.

Tuto skutečnost je potřeba brát v úvahu při řešení inovací.

První způsob si můžeme znázornit na příkladu inovace loďky. Původní jednoduchá věc se vlivem času, potřeb, důvtipu lidí aj. přemění na složitější a funkčnější věc.

Al'tšuller (2008, str. 23) pro příklad těchto dvou způsobů použil vývoj od jednoduché loďky po moderní loď:

V prvním způsobu Al'tšuller uvádí příklad zdokonalování systému pohybu lodi (rychlost) (viz obr. 1-6) a ve druhém způsobu v příkladu řeší stabilitu lodi (viz obr. 1-7).

První způsob:

V začátcích byly lodě dřevěné a malé, k pohybu loďky se používalo veslo (systém 1) viz obr. 1-6/1.

Pro větší lodě bylo zapotřebí více vesel. Proto se začali stavět lodě s jednou řadou vesel. Pro rychlejší pohyb se přidala druhá (třetí) řada vesel (systém 1 se několikrát znásobil) viz obr. 1-6/2.

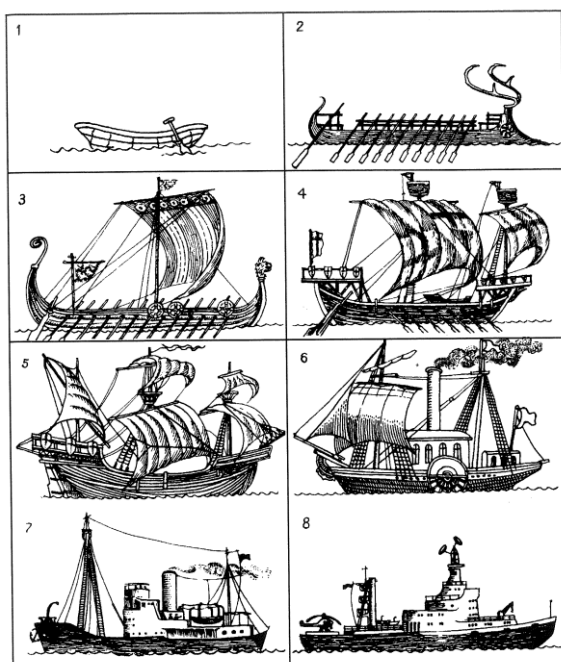
Pak si lidé uvědomili, že k rychlejšímu pohybu a ulehčení práce mohou využít plachtu. Tu poté také zdokonalovali - přidali více plachet s různou velikostí (k systému 1 přibyl systém 2) viz obr. 1-6/3 a 1-6/4.

Další nápad byl nepoužívat vesla vůbec a pohybovat se pouze pomocí plachet na stěžních - vznikly plachetnice (využití pouze systému 2) viz obr. 1-6/5.

Vynález parního stroje se implementoval do plachetnice viz obr. 1-6/6 (k systému 2 přibyl systém 3). Na obrázku 1-6/7 je parník s plachtami (systém 2 v omezeném množství, systém 3 je zdokonalen - pohonnou hmotou), který postupně nahradil plachetnici s parním strojem.

Obrázek 1-6/8 představuje již parník bez plachet (systém 3 zatím v nejmodernější verzi). V této chvíli parník využívá moderní technologie. Je ale otázkou času, kdy dojde ke zdokonalení jednoho z použitých systémů anebo kdy se ke stávajícím systémům přidá úplně nový systém (systém 4). Tím vznikne další zcela originální systém.

Obrázek 1-6 Vývoj systému parníku



Zdroj: Al'tšuller, 2008, str. 21

Obrázek 1-7 Katamarán



Zdroj: Vlastní zpracování

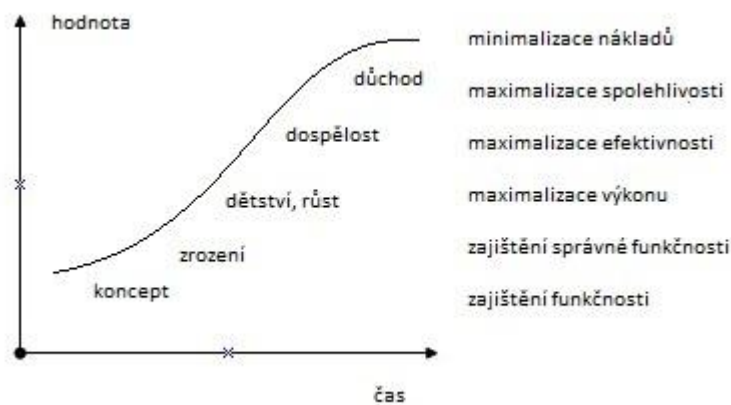
Druhý způsob

Spojením dvou stejných jednoduchých lodí k sobě vznikl katamarán. Tedy naprosto nové plavidlo s odlišnými vlastnostmi, než má jednoduchá loď (systém 1 + systém 1 = další systém např. systém A).

Na těchto příkladech vidíme, že veškerý technický systém se časem vylepšuje. V každé fázi se zlepšuje spolehlivost, účinnost.

Můžeme tedy shrnout, že všechen životní cyklus technického systému má svoji životnost. Ta je znázorněna tzv. S-křivkou (obr. č. 1-8). Košturiak a Chal' (2008, str. 37) ve své knize shrnují technický systém tak, že každý systém v závěrečné etapě S-křivky vyčerpá své možnosti. Z původního systému vznikne vyšší s prvky původního.

Obrázek 1-8 S-křivka životního cyklu



Zdroj: Košturiak a Chal', 2008, str. 37

Z obrázku je patrné, že S-křivka má v první fázi pomalý vývoj. V následném úseku dochází k výraznému vývoji. Ve třetí fázi dochází opět ke zpomalení, v této etapě by vývoj měl směřovat k ideálnímu stavu. (Votruba, 2000, str. 81-82)

Pokud vývoj není narušen nějakou neočekávanou změnou, vývoj technického systému odpovídá S-křivce. Podnik by měl při kontrole a vedení inovací tento koloběh výrobního postupu na paměti. Může tak snáze předpovídat příští vývoj svých výrobků.

„Ideální TS je systém, jehož hmotnost, rozměry a energetická spotřeba se blíží k nule, ale jeho způsobilost plnit funkce se nezmenšuje. V krajním případě: ideální systém je ten, který není, ale jeho funkce se uskutečňuje.“ (Salamantov, 2000, str. 107)

1.4.3.3 Model problému

1.4.3.3.1 Algoritmus řešení invenčních zadání - ARIZ

ARIZ je ruským akronymem Алгоритм решения изобретательских задач. Je to nejstarší část metodologie TRIZ. Je to syntetická metoda, která odpovídá na otázku „JAK“. B. Bušov (2000, str. 136) v knize Salamantova „Zákonitosti rozvoje techniky“ uvádí:

„Řešitelské postupy a doporučení v rámci ARIZ pomáhají uživateli:

- *formulovat technické a fyzikální **rozpory** v inovačním zadání a v konkrétní invenční úloze,*
- *abstrahovat **model problému**, a nebo vystihnout problémovou **technickou funkci** v řešeném problému,*
- *nalézat inovační/invenční **ideje řešení** technického rozporu/modelu/funkce, a to četnými podněty a inspiracemi z více doporučení v podobách: **heuristik** / **separací** / **vzorců** / **přírodo-vědných jevů či efektů**,*
- ***posoudit** nalezené varianty řešení podle proveditelnosti a srovnáním s **tendencemi rozvoje** techniky nebo s **patentovaným stavem techniky** v oboru.“*

ARIZ nenahrazuje myšlení, ale podněcuje a inspiruje řešitele k nalezení správného řešení.

Tak jako rozeznáváme lehké a těžké problémy, tak i metodologie ARIZ rozeznává stupně problémů. Al'tsuller problémy rozdělil do pěti stupňů. Nejsnadnější stupeň obtížnosti je číslo jedna. V prvních dvou stupních se metodologie ARIZ nevyužívá. Jedná se o zlepšení, která nejsou příliš náročná. V první úrovni se problém řeší pouze použitím prostředků (materiál, způsob výroby) např. špatná viditelnost je řešena přídavným osvětlením. U druhého stupně objektu dochází také k nepatrné změně, ovšem je třeba důmyslnějšího provedení např. špatná viditelnost je řešena přes odraz v zrcadle bez přídavného světla. Tři čtvrtiny patentů můžeme zařadit do těchto dvou kategorií. Metoda ARIZ se začíná používat od třetího stupně složitosti. V tomto stupni začíná být řešení problému časově náročné. Zde se objevují mínusy „metody“ pokus-omyl z důvodu mnoha set pokusů. Od třetí kategorie je změněn prvek soustavy výrazně (příklad tohoto stupně je kuličkové pero⁶). Čtvrtá a pátá skupina problémů vyžaduje již několik tisíc variant. Ve čtvrté skupině se řešení skrývá v nových technických soustavách např. ochlazování elektrických strojů

⁶ Přejít ke kuličkovému ložisku místo hrotu se štěrbínou.

za pomoci využití samochladícího materiálu místo přídavného chladícího média. Po takto rozdělených skupinách problému zbývají na pátou skupinu nové objevy, které vytvoří nové odvětví techniky (vynález automobilu, internetu, laseru, raketa aj.). (Andrejsek a Beneš, 1984, str. 60-62; Bušov, Jirman a Dostál, 1996, str. 234; Votruba, 2000, str. 82-83)

1.4.3.3.1.1 Rozpory

Rozpor je hlavní pojem této metodologie a je to zároveň to, co ji odlišuje od ostatních metod. Vyjádřením technických a fyzikálních rozporů při řešení problému se očekává, že jedinec zdolá určitou mentální bariéru ve svém verbálním vyjadřování, pozorování a vnímání.

Druhy rozporů:

- Administrativní rozpor
- Technický rozpor
- Fyzikální rozpor

Administrativní rozpor - Votruba (2000, str. 82) definuje tento rozpor jako „*rozpor mezi nutností dosáhnout cíle a možností jeho dosažení*“. Je to tedy popis stávající situace, která nijak řešiteli nenaznačuje, jakým směrem se může řešení ubírat.

Technický rozpor - řeší se pomocí invenčních principů.

Technický rozpor musí obsahovat tři jednotlivé informace:

- „*Co chci zlepšit*“
- „*Jaký způsob je dosud používán*“
- „*Co je tímto způsobem zhoršováno*“ (Baltus, 2015c)

Postup při určování technického rozporu:

Řešení záležitostí musí být vhodné pro využití různých problémů, proto je třeba, aby formulace rozporů byla obecná a přesná. Z toho vyplývá, že musí být identifikován nejdůležitější rozpor a zároveň musí být obecně vyjádřen. Následně se využije Al'tšullerova tabulka „39 typických technických vlastností“.

Jestliže vynálezce zná principy Al'tšullerovi tabulky, stoupá jeho potenciál ve tvoření. Řešitel použije Al'tšullerovu tabulku „39 typických technických vlastností“ (příloha č. 1).

V prvním sloupci je obecně uvedeno, co chceme změnit. Z prvního řádku zjistíme, co se nepřipustně zhoršuje obvyklým řešením. Průsečík prvního sloupku a prvního řádku nám udává číslo/a, které odkazuje/í na tabulku heuristických principů. V heuristické tabulce principů bylo prozatím celkem formulováno 40 principů eliminace rozporů (příloha č. 2). Tuto tabulku s eliminací rozporů se povedlo sestavit díky analýze patentové literatury a autorským osvědčením. (Dostál, Loubal a Bartes, 2011, str. 234-240)

„Modul heuristických principů pomáhá určit technický rozpor v technickém problému a nabízí heuristické principy k překonání nalezeného rozporu k inovačnímu řešení.“
(Votruba, 2000, str. 85)

Příklad technického rozporu:

Tlusté horolezecké lano je těžké, ale má dostatečnou nosnost. Tenké horolezecké lano je lehké, ale má nedostatečnou nosnost.

Chceme změnit hmotnost, ale zachovat nosnost:

Z přílohy č. 1 v průsečíku 2 (hmotnost nepohyblivého objektu) a 27 (spolehlivost) jsou čísla 10, 28, 8 a 3. Pro náš příklad (příloha č. 2 „Heuristické principy - 40 principů eliminace rozporů“) se hodí 10 - Princip předběžného působení a 8 princip antifunkce.

Po té co je definován technický rozpor si můžeme dopomoci k nápadům na nový postup tak, že stanovíme ideální konečný výsledek (IKV). Principem této metody je nechat pracovat svoji fantazii a nehlédět na bariéry, které jsou omezovány současnou vyspělostí techniky - i neřešitelný nápad může být přínosem. Můžeme si tak naznačit směr, kterým se následně může ubírat - směr řešení problému. Následně se pak přistoupí k určování fyzikálního rozporu. (Votruba, 2000, str. 71; Andrejsek a Beneš, 1984, str. 63-64)

Fyzikální rozpor - Řeší se pomocí separačních postupů (rozdělení rozporných požadavků a uspokojením požadavků v čase, prostoru nebo strukturálními obměnami). Čím přesněji si rozpor formulujeme, tím lehčeji lze bariéru zdolat. (Baltus, 2015c)

Fyzikální rozpor musí obsahovat tři jednotlivé informace (Baltus, 2015c):

- *„Jeden komponent*
- *Jednu jeho veličinu*
- *Rozporné požadavky kladené na hodnotu oné veličiny“*

V praxi to znamená, že něco na výrobku má být, ale současně to má výrobek postrádat.

Transformace - Transformacemi můžeme řešit fyzikální rozpor.

Druhy transformací (Dostál, Loubal a Bartes, 2011, str. 242-243):

- Rozdělen v prostoru – rozdělit problém na dvě různá místa, prvky pak mohou vykonávat ve zvláštním případě svoji funkci nezávisle na sobě
- Rozdělen v čase – rozdělit činnosti tak, aby následovaly po sobě
- Rozdělen současně v čase a v prostoru – spojit dva systémy, rozdělit objekt na části a umístit ho tak, aby bylo možné rozdělit neslučitelné vlastnosti v čase a to tak, aby:
 - nastaly samostatně, v době kdy je potřeba
 - škodlivá činnost byla prováděna v době, kdy negativně neovlivňuje chod
- Využití pomocí přechodových stavů látek - využít změnu stavu látek (sublimace, tuhnutí, tání) k vyřešení požadavků, které jsou v rozporu

Příklad fyzikálního rozporu:

Horolezecké lano musí být co nejtenčí, aby mělo malou hmotnost, ale zároveň musí být tlusté, aby mělo dostatečnou pevnost.

Transformace: Rozdělení v prostoru - použít dvě užší lana, které mohou nést oba horolezci.

Z příkladů u obou rozporů vyplývá, že technický rozpor je následek a fyzikální rozpor je původce rozporu.

Jestliže si určíme technický a fyzikální rozpor, pak jsme zvládli překonat mentální bariéru a tím jsme zvládli formulovat úlohu. To je výhoda. V úloze jsou totiž známy postupy vedoucí k jejímu řešení, na rozdíl od problému, který nevíme jak řešit. Rozpor a jeho překonání je tedy klíčový při rozvoji všeho.

Andrejsek a Beneš (1984, str. 68) říkají: „*Vynálezce, řešitel technických problémů se neustále setkává s protichůdnými tendencemi, vznikají a vyhrocoují se konflikty, nastává boj protikladů a vynálezce musí umět zaměňovat vzniklé obrazy za opačné.*“

1.4.3.4 Modelové řešení - model konfliktu a model řešení

Modelové řešení se zobrazuje za pomoci vepólové analýzy.

1.4.3.4.1 Vepólová analýza

Při použití vepólové analýzy se dá vytyčit model konfliktu a na základě toho stanovit řešení. Vepól je složení dvou ruských slov - „veščestvo“ = látka a pole. Model tvoří minimálně dvě látky L_1 a L_2 , pole P a interakce. Ve fyzice rozeznáváme čtyři druhy polí: gravitační, elektromagnetické, elektrické a magnetické pole a dále dvě jaderná pole (silných a slabých interakcí). V technické praxi se ještě např. používá tepelné pole, mechanické (silové), akustické, chemické, mezimolekulární a biologické pole. Dále může pole být skalární (určené velikostí) nebo vektorové (určené velikostí a směrem). Látku zde představuje jakýkoliv objekt (materiál, celé technické systémy). Látky mohou být v jakémkoli skupenství - v pevném, kapalném nebo plynném (kámen, voda, vzduch). Interakcí rozumíme závislé působení látek a polí (závislost objektů a jejich změna nebo pohyb, biologické pochody aj.). (Al'tšuller 2008, str. 33-34; Andrejsek a Beneš, 1984, str. 83-84; Votruba 2000, str. 69)

Grafické označení užívané ve vepólové analýze:

„—“ *působení nebo vzájemné působení obecně*

→ *působení na*

↔ *vzájemné působení*

~~ *škodlivé působení*

- - - *nedostatečné působení, nebo „epůsobení“-, které je nutno podle podmínek úlohy posílit nebo zavést*

L' *stav látky na vstupu*

L'' *stav látky na výstupu*

$L'-L''$ *“proměnná“ látka, která se nachází jednou ve stavu (skupenství) L' , jednou ve stavu L'' - například v důsledku proměnného pole (kolísání teplot, střídavého proudu)*

L_1 *látka 1 - výrobek*

L_2 látka 2 - nástroj

P' stav pole na vstupu

P'' stav téhož pole na výstupu

$P' \rightarrow$ pole na vstupu - "pole působí na ..."

$\rightarrow P''$ pole na výstupu - "...produkuje pole, (snadno zjištělné, měnitelné, měřitelné)

\Rightarrow Pro řešení úlohy je nutno přejít k... (Bušov, Jirman a Dostál, 1996, str. 80-81)

V praxi to znamená, že nejdříve se musí problém převést do modelu konfliktů. K tomu se využijí značky, které byly vysvětleny výše.

Příklad:

Obrázek 1-9 Příklad využití grafického znázornění vepólové analýzy

$L_1 \sim L_2$

Zdroj: vlastní zpracování

Toto označení (obr. č. 1-9) znamená, že výrobek označený L_1 má škodlivý vliv na nástroj označený L_2 . To znamená, že negativně ovlivňuje požadované vlastnosti výsledného procesu. Ze zápisu dále vyplývá, že takto postavený proces je nefunkční, proto se musí doplnit vhodným řešením. Grafickým řešením je doplnění o pole P. Toto je základní struktura. Tato struktura se nazývá VEPÓL (obr. č. 1-10).

Obrázek 1-10 Příklad vepólu



$L_1 \sim L_2 \Rightarrow L_2 \rightarrow L_1$

Zdroj: Vlastní zpracování

Na podporu grafického řešení byla sestavená tabulka s modelovým řešením (příloha č. 3), která řešiteli pomůže, protože mu slouží jako dopomoc při řešení. Je na zvážení každého uživatele, zda tuto tabulku využije nebo si navrhne vlastní model řešení.

Příklad:

Mléko se v samotné nádobě při zahřívání připaluje, při použití mlékovaru, je mléko ohříváno přes horkou vodu a tím je zabráněno připalování. Grafické znázornění:

Obrázek 1-11 Model konfliktu a model řešení - grafické znázornění příkladu při ohřevu mléka

$P \rightarrow L_1 \Rightarrow P \rightarrow L_1 \rightarrow L_2$

Zdroj: Vlastní zpracování

1.4.3.5 Specifické řešení (koncept)

V této fázi jsou uvedeny návrhy možností jak řešený problém vyřešit.

1.4.3.6 Hodnocení konceptu

V posledním kroku dochází k vyhodnocení a doporučení možnosti jak problém vyřešit. Pokud bude nový postup schválen, zavede se do užívání.

1.5 Softwarová podpora

V dnešní době existuje software Goldfire Innovator⁷. Tento systém nabízí možnost hlubokého náhledu do patentových i jiných elektronicky dostupných databází (vědecké literatury, interní data společnosti). Dále si zde uživatel může svůj dotaz vyfiltrovat prostřednictvím početných filtrů. Tento software je dobré použít na začátku hledání řešení svého problému. V databázi může být již navrženo řešení z minulosti, které v té době nebylo možné uskutečnit, protože to neumožňovala tehdejší vyspělost techniky (materiály, technologie). Použitím tohoto softwaru se doba řešení problému výrazně zkracuje. (Baltus, 2015b)

⁷ Předchůdce tohoto softwarového systému, který podporoval metodiku TRIZ byl TechOptimizer.

2 Aplikační část

V této části práce se budu zabývat aplikací metodologie TRIZ při výrobě obrobku ve strojírenství.

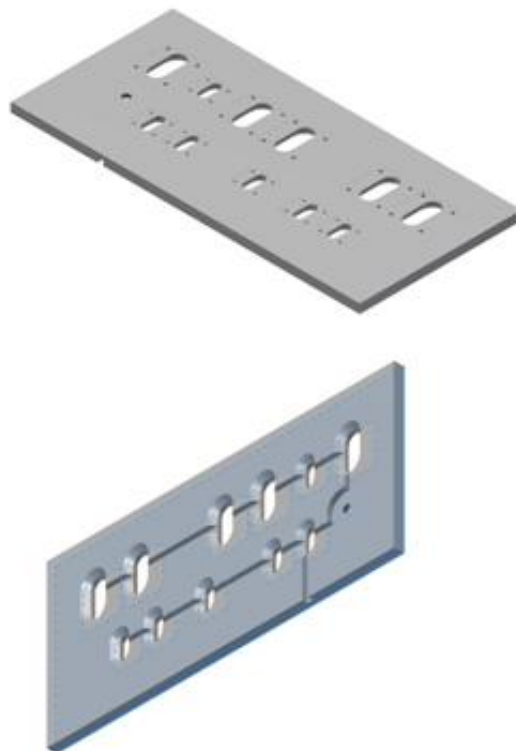
2.1 Analýza situace

Nejdříve je nutné si ujasnit, co a proč je nutno zlepšit.

2.1.1 Seznámení s výpalkem

Firma Schäfer-Menk s.r.o. - pobočka v Praze - dostala zakázku na výrobu trafo-nádoby, jejíž částí je deska víka. V této práci se zaměřím na odstranění problémů při výrobě této desky obr. č. 2-1 za pomoci metodologie TRIZ.

Obrázek 2-1 3D model desky víka, pohled seshora a zespodu



Zdroj: Interní materiál firmy

2.1.2 Postup výroby

Před předáním do výroby byl vypracován technologický postup výroby. Pro jeho vystavení je třeba si stanovit základní výrobní body.

2.1.2.1 Základní body výroby

1. Stanovení polotovaru, jakost materiálu
2. Vypálení kontury plazmou (obrysy výpalku)
3. Přenesení atestů (označit jakost materiálu, tavbu)
4. Kontrola rozměrů a atestů
5. Obrobit součást do požadovaného tvaru (dle značek na výkresu)
6. Kontrola rozměrů a atestů

Tímto je stanovena rozvaha výrobního postupu. Nadále se pokračuje vytvořením podrobného popisu postupu výroby⁸.

2.1.2.2 Zjednodušený popis postupu výroby

Operace⁹:

10. Příprava materiálu (X5CrNi 18-10, polotovar – plech tloušťky 25)
20. Pracoviště - stroj - OmniMat
Výpalek o rozměrech 878 x 408
Přenesení atestů

Obrázek 2-2 Pálicí stroj OmniMat



Parametry stroje:

název: OmniMat

2 x 8 hořáků Acetylén

$t=100$ $t_{max}= 315$ mm

zakládací plocha:

6000 x 24000

max. šířka 3 tabulí: ($\alpha =1800$)

Zdroj: Interní materiál firmy

30. Pracoviště - Oddělení technické kontroly (OTK)
Kontrola rozměrů výpalku, kontrola atestů
40. Pracoviště - TOS13 (horizontální vyvrtávačka)

⁸ Součástí podrobného postupu výroby jsou programy a veškeré informace s výrobou spojené.

⁹ Neoznačené hodnoty jsou v milimetrech [mm].

¹⁰ Body jednotlivých operací jsou značeny po desítkách z operativních důvodů.

Upnout - obrábění horní plochy
Frézovat plochu na rozměr 23
Vrtat otvor pro závit G1/2“, závit řezat
Frézovat 5x drážku R18,5/52
Frézovat 6x drážku R11/32
Vrtat 20x pro M8/hloubka 13
Vrtat 24x pro M6/hloubka 12
Srazit hrany pro závity dle výkresu
Přepnout (nové upnutí - obrábění spodní plochy)
Frézovat drážky šířka 15/hloubka 13
Zahloubit R37,5/hloubka 13
Zkosit hrany 13x 45°
Odjehlit

Obrázek 2-3 Horizontální vyvrtávačka TOS13



Parametry stroje:

název: TOS WHQ13,8 CNC/30

vřetenno: $\varnothing 130$, výsuv: 800,

úhlová hlava: HF50A,

otáčky: max. 2500 ot.min⁻¹

pracovní plocha: x: 3500mm

y: 2500mm

z: 2000mm

pracovní stůl: 1800 x 2500mm

nosnost stolu: 1600kg

otáčení stolu: 360°

Zdroj: Interní materiál firmy

50. Pracoviště - Oddělení technické kontroly (OTK)

Kontrola rovinnosti 0,2 a opracování 1,6

Kontrola rozměru: - drážky Ra18,5 a R11, závity M6, M8 a G1/2“

Kontrola drážky 15/hloubka 13 a zkosení 13x 45°

Kontrola odjehlení a atestu

Vystavení rozměrového protokolu

Po zhotovení postupu výroby následuje samotná výroba zkušební dílce, při které byly zjištěny problémy.

2.2 Specifický problém

V této fázi je potřeba definovat a rozebrat co se má zlepšit, opravit a navrhnout jiný výrobní postup.

Změna výrobního postupu víka k trafo-nádobě je v tomto případě nutná, protože výpalek není v takové kvalitě a nemá takové vlastnosti, jaké požaduje zákazník.

Problémy zjištěné při výrobě:

- Problém č. 1 - problém s pálením obvodu, časová náročnost, nepřesnost
- Problém č. 2 - problém s upnutím
- Problém č. 3 - problém s obráběním, časová náročnost, tvarová nepřesnost

2.2.1 Funkční nákladová analýza - FNA

Problém č. 1 - problém s pálením obvodu, časová náročnost, nepřesnost

CO JE ZA PROBLÉM?

Při pálení plazmou vznikly podpálené hrany, okuje a tvarová deformace polotovaru.

PROČ JE TO PROBLÉM?

- a) Podpálené hrany - není dodržen požadovaný rozměr.
- b) Okuje - brání v dalším opracování - vznik další operace na odstranění.
- c) Tvarové deformace - deska je křivá (zvlněná). Nelze dodržet požadovanou rovinnost. Příčinou deformace je vnesení velkého tepla při dělení materiálu a nestejněměrné chladnutí, při kterém vzniká pnutí v materiálu.

Hlavní systém: - výpalek víka

Systém: - pálicí stroj OmniMat (vypálení tvaru výpalku)

Problém č. 2 - problém s upnutím

CO JE ZA PROBLÉM?

Nemožnost upnutí obrobku na magnetickou desku.

PROČ JE TO PROBLÉM?

Materiál obrobku je z nerezové oceli, a proto nedrží na magnetické desce.

Hlavní systém : - výpalek víka

Systém: - upínací stůl

Podsystém: - magnetická deska

Problém č. 3 - problém s obráběním, časová náročnost, tvarová nepřesnost

CO JE ZA PROBLÉM?

Při obrábění prototypu a odebrání jeho povrchové hloubky 2mm byla zjištěna po odepnutí kusu jeho deformace.

PROČ JE TO PROBLÉM?

Zjištěná deformace, která byla naměřena, je vyšší než tolerovaná hodnota, která je udávána na výkresu.

Hlavní systém: - obrobek víka

Systém: - stroj horizontální vyvrtávačka TOS13

2.3 Model problému

2.3.1 Algoritmus řešení invenčních zadání - ARIZ

ARIZ obsahuje tři druhy rozporů, které je potřeba si určit a nadále s nimi pracovat.

2.3.1.1 Administrativní rozpor

Problém č. 1 - problém s pálením obvodu, časová náročnost, nepřesnost

Administrativní rozpor je dosažení rozměrové přesnosti dle výkresu. Je potřeba vylepšit obvodové hrany a plochy výpalku. Byl použit plazmový paprsek, který hrany při pálení plamenem deformoval nahodilým způsobem. Dalším opracováním by se zvýšila časová náročnost.

Problém č. 2 - problém s upnutím

Obrobek je třeba upnout, aby s ním mohlo být nadále pracováno.

Problém č. 3 - problém s obráběním, časová náročnost, tvarová nepřesnost

Je potřeba vyřešit problém s rovinností a časovou náročností na obrábění dosedací plochy dle výkresu při operaci obrábění.

Z administrativního rozporu stále nevíme, kam bude směřovat řešení. K tomuto účelu slouží následující dva rozpory - technický a fyzikální.

2.3.1.2 Technické rozpory

Technický rozpor může vypadat následovně:

Problém č. 1 - problém s pálením obvodu, časová náročnost, nepřesnost¹¹

Výpalek musí být co nejpřesnější, čas na zhotovení výrobku musí být co nejkratší.

V současné době bylo ve výrobě využíváno pálení na plazmě.

K obecné formulaci tohoto rozporu použijeme Al'tšullerovu tabulku „39 typických technických vlastností“ (příloha č. 1). Konkrétně byly použity tyto vlastnosti:

- Co je nutno změnit (první sloupeček): č. 29 - přesnost výroby
- Co se nepřipustně zhoršuje (první řádek): č. 25 - ztráta času

Průsečíkem těchto bodů nalezneme čísla - doporučené principy: 24, 34, 28, 32

¹¹ Hned bylo zamítnuto odstranit deformace za pomoci lisu, jelikož by se neodstranilo vnitřní pnutí materiálu. Toto pnutí by se projevilo znovu při odebrání 2mm plochy z výpalku při následném obrobení.

V tabulce č. 2-1 je naznačen průsečík hledaných vlastností.

Tabulka 2-1 Znázorněné řešení - výřez z Al'tšullerovi tabulky „39 typických technických vlastností“

	Co se nepřipustně zhoršuje			
Co je nutno změnit	23	24	25 ZTRÁTY ČASU	26
24 ZTRÁTY INFORMACÍ				
25 ZTRÁTY ČASU				
26 MNOŽSTVÍ LÁTKY				
27 SPOLEHLIVOST				
28 PŘESNOST MĚŘENÍ				
29 PŘESNOST VÝROBY			24, 34 28, 32	
30. ŠKODLIVÉ FAKTORY PŮSOBÍCÍ NA OBJEKT				

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro naše účely se nám hodí číslo 28, které nalezneme v tabulce s heuristickými principy (příloha č. 2).

28. Princip záměny vazby (princip záměny mechanické soustavy)

Votruba (2000, str. 108) definuje tento princip „Změnit druh vazeb v objektu.“

Například:

- nahradit mechanický systém akustickým, tepelným „zápachovým“ ,...,
- použít elektrická, magnetická a elektromagnetická pole k působení na objekt,
- přejít od nepohyblivých polí k pohyblivým, od konstantních k měnícím se v čase, od nestrukturovaných k polím s jistou strukturou,
- využít účinky pole na feromagnetické částice.“

Problém č. 2 - problém s upnutím

Tento problém nevyžaduje řešení pomocí technického a fyzikálního rozporu. Je to z toho důvodu, že úroveň obtížnosti se řadí mezi snadné - první stupeň obtížnosti.

Problém č. 3 - problém s obráběním, časová náročnost, tvarová nepřesnost

Výpalek musí být co nejpřesnější, čas na zhotovení výrobku musí být co nejkratší.

V současné době byl obrobek obráběn na horizontální vyvrtávače TOS13.

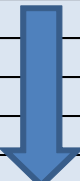
V Al'tšullerově tabulce (příloha č. 1) byly použity tyto vlastnosti:

- Co je nutno změnit (první sloupeček): č. 29 - přesnost výroby
- Co se nepřipustně zhoršuje (první řádek): č. 25 - ztráta času

Průsečíkem těchto bodů nalezneme čísla - doporučené principy: 24, 34, 28, 32

V tabulce č. 2-2 je naznačen průsečík hledaných vlastností.

Tabulka 2-2 Znázorněné řešení - výřez z Al'tšullerovi tabulky „39 typických technických vlastností“

	Co se nepřipustně zhoršuje			
Co je nutno změnit	23	24	25 ZTRÁTY ČASU	26
24 ZTRÁTY INFORMACÍ				
25 ZTRÁTY ČASU				
26 MNOŽSTVÍ LÁTKY				
27 SPOLEHLIVOST				
28 PŘESNOST MĚŘENÍ				
29 PŘESNOST VÝROBY			24, 34 28, 32	
30. ŠKODLIVÉ FAKTORY PŮSOBÍCÍ NA OBJEKT				

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro naše účely se nám hodí číslo 24, které nalezneme v tabulce s heuristickými principy (příloha č. 2).

24. Princip prostředníka

Votruba (2000, str. 107) definuje tento princip „*Princip prostředníka*

a) Využít objekt zprostředkující a měnící charakter působení.

Například: zesilující, oslabující, strukturující, přenášející, nebo předávající dané působení.

b) Dočasně připojit jiný (nejlépe snadno odpojitelný) objekt.“

2.3.1.3 Fyzikální rozpory

Nyní je potřeba si určit co je původcem rozporu. K tomu nám slouží fyzikální rozpor.

Problém č. 1 - problém s pálením obvodu, časová náročnost, nepřesnost

Víko (komponent) musí mít požadované parametry. Deska musí být vypálena (při pálení vzniká teplo, teplo je v tomto případě veličina), ale nesmí být tepelně ovlivněna a časová náročnost nesmí být navýšena.

Zjednodušeně můžeme fyzikální rozpor definovat: Víko musí být vypálené, ale nesmí být ovlivněné teplem a časem.

Transformace:

Při řešení transformace bych volila princip rozdělení v čase. Principem této transformace je udělat taková opatření, aby se předešlo vzniku rozporné vlastnosti. Pro tento případ užitečná vlastnost musí mít takovou sílu, že problém s deformací ani s časovou náročností nevznikne.

Problém č. 2 - problém s upnutím

Fyzikální rozpor u tohoto problému neřešíme.

Problém č. 3 - problém s obráběním, časová náročnost, tvarová nepřesnost

Víko (komponent) musí mít požadované parametry. Deska musí být obrobená v požadované jakosti a její opracování nesmí být časově náročné.

Transformace:

Při tomto problému se hodí využít transformaci v prostoru. To znamená, že potřebujeme problém rozložit na více částí. Funkce na sobě nesmí být závislé, aby mohly splňovat svoji funkci.

2.4 Modelové řešení - model konfliktu a model řešení

2.4.1 Vepólová analýza

Vepólovou analýzou můžeme zobrazit model konfliktů a následně model řešení. Ve vepólové analýze bývá obvykle jedno pole a dvě látky.

Problém č. 1 - problém s pálením obvodu, časová náročnost, nepřesnost

Model konfliktu a model řešení by vypadal následovně:

Obrázek 2-4 Model konfliktu a model řešení problému č. 1

$$\begin{array}{cc} P_1 & P_2 \\ L_2 \sim L_1 \Rightarrow L_3 \rightarrow L_1 \end{array}$$

Zdroj: Vlastní zpracování

Tento zápis pro daný případ znamená, že použití L_2 (látka 2 - nástroj) škodlivě působí svojí vysokou teplotou (pole P_1) na L_1 (látka 1 - výrobek). Řešení je, že se použije L_3 (látka 3 - jiný nástroj), který působí na L_1 . S použitím nástroje L_3 se změní teplota, která působí na výrobek L_1 to znamená, že vznikne pole na P_2 (nízká teplota).

Problém č. 2 - problém s upnutím

Takto můžeme znázornit vyřešení upnutí obrobku:

Obrázek 2-5 Model konfliktu a model řešení problému č. 2

$$L_2 - - - L_1 \Rightarrow L_3 \leftrightarrow L_4 \rightarrow L_1$$

Zdroj: Vlastní zpracování

L_2 (látka 2 - upínací nástroj) nedostatečně působí na L_1 (látka 1 - obrobek). V řešení se objeví L_3 (látka 3 - nový upínací nástroj) společně s L_4 (látka 4 - přídavné zařízení) působí na L_1 .

Problém č. 3 - problém s obráběním, časová náročnost, tvarová nepřesnost

Nebude zde žádné pole působení, neboť zde žádné není. Model konfliktu a model řešení bude vypadat následovně:

Obrázek 2-6 Model konfliktu a model řešení problému č. 3

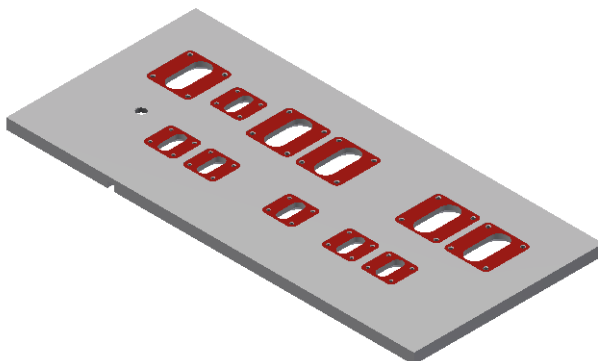
$$L_2 \sim L_1 \Rightarrow L_2/x \rightarrow L_1''$$

Zdroj: Vlastní zpracování

L_2 (látka 2 - drsnost a rovinnost po celé ploše obrobku) škodlivě působí na L_1 (látka 1 - čas zhotovení a deformace obrobku). V řešení L_2/x působí na L_1'' . Působení L_2/x zapříčinilo, že L_1'' je menší než L_1 . L_2/x což znamená, že se na požadovanou drsnost a rovinnost obrobí pouze funkční plochy obrobku. L_1'' .

Funkční plochou obrobku rozumíme část, na kterou se následně montuje další součástka. U tohoto dílce můžete vidět barevně vyznačené funkční plochy na obr. č. 2-7.

Obrázek 2-7 Funkční plochy obrobku - zvýrazněné červeně



Zdroj: Interní materiál firmy

2.5 Specifické řešení

Problém č. 1 - problém s pálením obvodu, časová náročnost, nepřesnost

Jako návrh na dosažení požadovaných rozměrových přesností dle výkresu bych po provedení metodologie TRIZ doporučila použít řezání vodním paprskem místo použití plazmového hořáku. V tabulce č. 2-3 je zobrazeno porovnání s původním a navrhovaným řešením. Vyšší součet bodů znamená výhodnější řešení.

Tabulka 2-3 Porovnání způsobů řešení

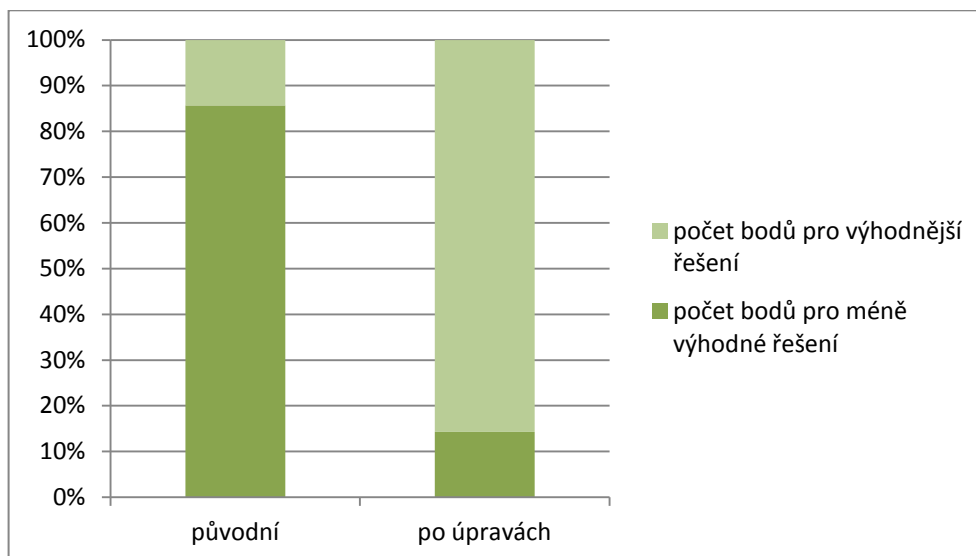
Problém č. 1 - problém s pálením obvodu, časová náročnost					
Řešení	Ideální	Původní	Body	Po úpravách	Body
Hrany kolmé	ANO	NE	0	ANO	1
Okuje	NE	ANO	0	NE	1
Tvarová deformace	NE	ANO	0	NE	1
Vnesení teploty	NE	ANO	0	NE	1
Tolerance rozměrů	ANO	NE	0	ANO	1
Pálení otvorů	ANO	NE	0	ANO	1
Vlastní technologie	ANO	ANO	1	NE	0
		Σ	1		6

Zdroj: Vlastní zpracování

Způsob hodnocení tabulky č. 2-3:

- Pokud se ideální řešení shoduje s navrhovaným řešením, tak je obodováno číslem 1.
- Pokud podmínka není splněna, tak pak se boduje 0.

Graf 2-1 Grafické znázornění splnění a nesplnění požadavků: Problém č. 1 - problém s pálením obvodu, časová náročnost



Zdroj: Vlastní zpracování

Na obrázku č. 2-8 je graf, který zobrazuje výsledky z tabulky č. 2-3. Z tohoto grafu vyplývá, že nově navrhovaný postup výroby splňuje více požadavků, které jsou žádoucí.

Problém č. 2 - problém s upnutím

Pro upnutí nemagnetického obrobku navrhuji použití jiného přídavného zařízení horizontálního stroje. Což v tomto případě je úhelník a upínky. V tabulce č. 2-4 je zobrazeno porovnání s původním a navrhovaným řešením. Vyšší součet bodů znamená výhodnější řešení.

Tabulka 2-4 Porovnání způsobů řešení

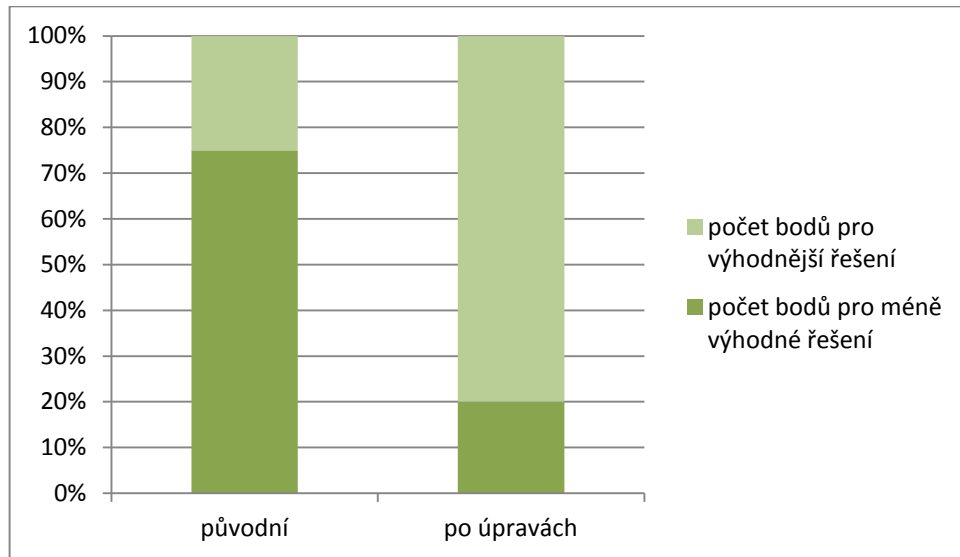
Problém č. 2 - problém s upnutím					
Řešení	Ideální	Původní	Body	Po úpravách	Body
Magnetická deska	NE	ANO	0	NE	1
Úhelník	ANO	NE	0	ANO	1
Upínky	ANO	NE	0	ANO	1
Vlastní technologie	ANO	ANO	1	ANO	1
			Σ		4

Zdroj: Vlastní zpracování

Způsob hodnocení tabulky č. 2-4:

- Pokud se ideální řešení shoduje s navrhovaným řešením, tak je obodováno číslem 1.
- Pokud podmínka není splněna, tak pak se boduje 0.

Graf 2-2 Grafické znázornění splnění a nesplnění požadavků: Problém č. 2 - problém s upnutím



Zdroj: Vlastní zpracování

Na obrázku č. 2-9 je graf, který zobrazuje výsledky z tabulky č. 2-4. Z tohoto grafu vyplývá, že původní navrhované řešení není dostatečné oproti nově doporučenému.

Problém č. 3 - problém s obráběním, časová náročnost, tvarová nepřesnost

Pro řešení tohoto problému navrhuji změnu postupu výroby.

Změna konceptu řešení:

- Plochu opracovat na požadovaný rozměr 23mm s drsností Ra 12,5 v celé ploše
- Funkční dosedací plochy opracovat s drsností Ra 1,2 a rovinností 0,2 na rozměr max. $23^{-0,3}$ mm
- Komunikace se zákazníkem o navrhovaných změnách a získání jeho písemného souhlasu

V tabulce č. 2-5 je zobrazeno porovnání s původním a navrhovaným řešením. Vyšší součet bodů znamená výhodnější řešení.

Tabulka 2-5 Porovnání způsobů řešení

Problém č. 3 - problém s obráběním, časová náročnost					
Řešení	Ideální	Původní	Body	Po úpravách	Body
Rovinnost	ANO	NE	0	ANO	1
Frézování tvaru drážek	NE	ANO	0	NE	1
Tolerance rozměrů	ANO	NE	0	ANO	1
Komunikace se zákazníkem*	ANO	NE	0	ANO	1
Vlastní technologie	ANO	ANO	1	ANO	1
		Σ	1		5

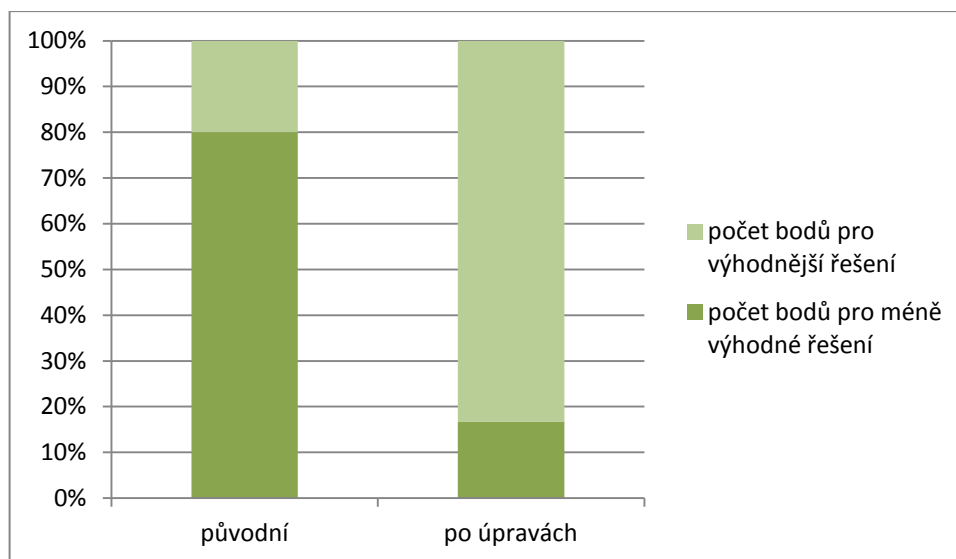
*nesouvisí se sjednáním zakázky, pouze s řešením problému

Zdroj: Vlastní zpracování

Způsob hodnocení tabulky č. 2-5:

- Pokud se ideální řešení shoduje s navrhovaným řešením, tak je obodováno číslem 1.
- Pokud podmínka není splněna, tak pak se boduje 0.

Graf 2-3 Grafické znázornění splnění a nesplnění požadavků: Problém č. 3 - problém s obráběním, časová náročnost



Zdroj: Vlastní zpracování

Na obrázku č. 2-10 je graf, který zobrazuje výsledky z tabulky č. 2-5. Z tohoto grafu je patrné, že nově navrhovaný postup výroby splňuje více požadavků, které splňují zákazníkovi nároky.

2.6 Hodnocení konceptu

Problém č. 1 - problém s pálením obvodu, časová náročnost, nepřesnost

Při použití metodologie TRIZ jsem zjistila, že výhodnějším postupem bude vypálení tvaru vodním paprskem, což zajistí geometrickou i rozměrovou přesnost v požadovaných tolerancích. Plocha po vodním paprsku je též vizuálně přijatelná. To znamená, že výrobek plní i estetické vlastnosti (po pálení plazmou je povrch hrubý, není kolmý a vzniká nebezpečí zápalu).

Při řezání vodním paprskem se zmenší odpad materiálu - menší mezery mezi jednotlivými díly, které jsou řezány. Po tomto řezání se nezvýší vnitřní pnutí materiálu, neboť nedojde ke vnesení tepla do výpalku. Přesnější zpracování ploch pro řezání je výhodné i z hlediska dalšího zpracování. Použitím přesné technologie řezáním vodním paprskem, je možné vyříznout i otvory drážek na požadovaný rozměr a tím snížit výrobní čas při opracování na obráběcím stroji.

Cílem podniku je co nejvíce využívat vlastních zdrojů. Firma Schäfer-Menk s.r.o. v Praze nedisponuje strojem na vodní paprsek, ale toto řešení se jí z hlediska funkčnosti a spokojenosti zákazníka určitě vyplatí.

Problém č. 2 - problém s upnutím

Řešením tohoto problému je použití jiného upínacího nástroje. Konkrétně uhlíku a upínek. Tyto nástroje má firma k dispozici.

Problém č. 3 - problém s obráběním, časová náročnost, tvarová nepřesnost

Po aplikaci metodologie TRIZ je navrženo řešení, při kterém je potřeba komunikovat se zákazníkem a získat jeho souhlas.

Cílem podniku je využít svůj výrobní potenciál a zároveň snížit časovou náročnost výrobních procesů při výrobě a zefektivnit výrobu při zachování přesnosti požadované kvality.

Navrhnutou změnou podnik sníží náročnost na opracování, drážky jsou již zhotoveny při řešení problému č. 1 a plocha s požadovanou tolerancí se při použití navrhovaného postupu zmenší. Tím dojde k požadovanému zefektivnění výroby. Změna drsnosti v nefunkčních plochách pozitivně ovlivní další manipulaci s tímto obrobkem při následné

manipulaci. Těsnicí plocha je pod úrovní těsnicí roviny, což znamená, že je méně náchylná při následné manipulaci s tímto dílem (skladování, přeprava...). Pravděpodobné poškození těsnících ploch se tedy výrazně snižuje. Pro firmu je to velmi výhodné, protože se sníží pravděpodobnost poškození, které by v případě vzniku muselo být opraveno. Všechna zmíněná fakta snižují náklady na čas a zvyšují kvalitu výroby. Čas jsou peníze, které jsou rozhodující pro obě strany (dodavatel, odběratel).

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo popsat metodologii TRIZ a následně ji využít v konkrétním podniku při řešení problému při výrobě. Soudím, že se mi podařilo obecně a jednoduše shrnout teorii metodologie TRIZ, ze které se dá princip této metodologie pochopit.

V úvodu jsem si stanovila hypotézu, že aplikace metodologie TRIZ ve strojírenství bude jednoduchá a k vyřešení problému povede jasná cesta. Nyní bych chtěla tuto hypotézu zhodnotit.

Přestože se mi, díky obecné formulaci, užití metodologie TRIZ zdálo na první pohled snadné, tak jednoduché to pro mě nebylo. Obecně zformulovat technický a fyzikální rozpor, dále vybrat správný heuristický princip na základě čísel z Al'tšullerovi tabulky „39 typických technických vlastností“ bylo poměrně složité. Ke správnému řešení mě navedlo využití modelového řešení. Sestavení grafického znázornění modelu konfliktu a modelu řešení mně pomohlo při navrhování reálného řešení.

Myslím si, že navrhovaný postup výroby při řešení prvního problému, který doporučuji je účinný, rychlý a výhodný, dokonce i přesto, že Schäfer-Menk s.r.o. v Praze nedisponuje vlastním strojem s vodním paprskem. Pro firmu je, za těchto podmínek, kooperace ideálním řešením. Podniku se rozhodně nevyplatí pro jednorázovou zakázku nákup nového stroje.

Druhý problém byl vyřešen změnou upínacího nástroje. Dle mého názoru se v tomto případě jednalo spíše o přehlédnutí vlastnosti materiálu při zápisu v postupu výroby a tím vznikl problém při výrobě. Problém měl v dnešní situaci snadné východisko, protože řešení již bylo známo z minulosti. Metodologie TRIZ se nepochybně může uplatnit na inovaci upínacích nástrojů. Dokazovat funkčnost TRIZu na tomto rozporu ale není cílem mé práce. Z tohoto důvodu jsem se tomuto problému nevěnovala podrobně.

Při řešení třetího problému je nutné k navrhovanému řešení dostat souhlas od zákazníka. Tady je řada na obchodním oddělení, které musí zákazníkovi sdělit vzniklou situaci o nerealizovatelnosti zakázky dle stávající výkresové dokumentace a navrhnout klientovi řešení, které je proveditelné a ještě výhodnější než jeho původní.

Během řešení problému u výrobku víka k trafo-nádobě se mi potvrdilo moje tvrzení o nezbytné spolupráci mezi obchodním a technologickým oddělením. Jedině tak lze vést a úspěšně realizovat inovační řešení, která uspokojí zákazníka.

Troufám si tvrdit, že mnou navržené koncepty řešení vyhoví, jak zákazníkovi, tak i samotné firmě Schäfer-Menk s.r.o. v Praze. Vzájemná spolupráce mezi mnou a firmou mi přinesla rozšíření poznatků o použití metodologie TRIZ v praxi.

Použití této metodologie ve strojírenství se mi jeví jako výborná volba při snaze o zdolávání překážek. Firmy, které se rozhodují, zda přijmout nebo vyškolit zaměstnance touto metodou může motivovat i fakt, že tuto metodu využívají firmy jako je například: Siemens, Honeywell, Rolls-Royce. To, že tyto firmy využívají ve svém provozu metodologii TRIZ snad mluví za vše.

Závěrem bych dodala, že zpracováním této práce jsem se dozvěděla o tématu, pro mě do této doby neznámým. Zjistila jsem, že vymýšlení nových věcí nebo postupů řešení se dá výrazně urychlit a ulehčit. Nemohu ale říci, že bych po napsání této práce byla expertem přes tuto metodu. Spíše jsem úplně na začátku a k rozvoji znalostí by stálo za to navštívit kurz se zaměřením na tuto metodologii. Tyto semináře se konají jak pro firmy, tak i pro veřejnost v Brně. Probíhají přibližně jednou do roka pod vedením doc. Ing. Bohuslava Bušova, CSc., který tuto metodu vyučuje na Vysokém učení technickém v Brně. Zároveň je garantem a lektorem TRIZu pro Českou a Slovenskou republiku a také je i překladatelem knih s touto tematikou. Součástí tohoto kurzu je i seznámení se softwarem Goldfire Innovator®, který usnadňuje hledání nového řešení. Tyto přednášky dle recenzí na internetu mají od posluchačů výborný ohlas.

Seznam použitých zdrojů

Seznam literatury

AL'TŠULLER, Genrich Saulovič. *Co na to vynálezce?: [kniha pro tvořivého syna, otce, dědu]*. Vyd. 1. V Brně: Bohuslav Bušov, 2008, 146 s. ISBN 9788025430354.

ANDREJSEK, Karel a Jiří BENEŠ. *Metody řešení technických problémů*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1984, 136 s.

BUŠOV, Bohuslav, Pavel JIRMAN a Vladimír DOSTÁL. *Tvorba a řešení inovačních zadání (HA ARIZ)*. Vyd. 1. Brno: IndusTRIZ International, 1996, 161 s. Studijní text pro střední a vysoké školy technické.

BUŠOV, Bohuslav. V: SALAMANTOV, Jurij Petrovic. *Zákonitosti rozvoje techniky: část metody Tvorby a řešení inovačního zadání - TRIZ*. 2. Brno: INDUS international, spol. s. r. o., 2000. 136-137 s.

DOSTÁL, Vladimír, Jaroslav LOUBAL a František BARTES. *Hodnotové inženýrství: cesta k dosažení komerčně úspěšného výrobku*. Vyd. 2., dopl. Ostrava: Key Publishing, 2011, 379 s. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-106-1.

KOLAJOVÁ, Lenka. *Týmová spolupráce: jak efektivně vést tým pro dosažení nejlepších výsledků*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 105 s. Poradce pro praxi. ISBN 80-247-1764-6.

KOŠTURIÁK, Ján a Ján CHAL. *Inovace: vaše konkurenční výhoda!*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008, viii, 164 s. ISBN 978-80-251-1929-7.

GADD, Karen. *TRIZ for engineers: enabling inventive problem solving*. Chichester: Wiley, 2011, xviii, 486 s. ISBN 978-0-470-74188-7.

SALAMANTOV, Jurij Petrovic. *Zákonitosti rozvoje techniky: část metody Tvorby a řešení inovačního zadání - TRIZ*. 2. Brno: INDUS international, spol. s. r. o., 2000.

SAVRANSKY, Semyon D. *Engineering of creativity: introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving*. Boca Raton, Fla.: CRC Press, c2000, 394 p. ISBN 08-493-2255-3.

VOTRUBA, Ladislav a Ján CHAL. *Rozvíjení tvořivosti techniků: vaše konkurenční výhoda!*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2000, 181 s. Česká matice technická (Academia). ISBN 80-200-0785-7.

Internetové odkazy

BALTUS, Jan. TRIZ: TVORBA A ŘEŠENÍ INOVAČNÍCH ZADÁNÍ (I). *Technický týdeník* [online]. 2015a [cit. 2015-11-30]. Dostupné z: http://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/triz-tvorba-a-reseni-inovacnich-zadani-i_31376.html

BALTUS, Jan. TRIZ: TVORBA A ŘEŠENÍ INOVAČNÍCH ZADÁNÍ (III). *Technický týdeník* [online]. 2015b [cit. 2015-11-30]. Dostupné z: http://www.technickytydenik.cz/rubriky/serial/triz-tvorba-a-reseni-inovacnich-zadani-i_31730.html

BALTUS, Jan. TRIZ: TVORBA A ŘEŠENÍ INOVAČNÍCH ZADÁNÍ (VI). *Technický týdeník* [online]. 2015c [cit. 2015-11-30]. Dostupné z: http://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/triz-tvorba-a-reseni-inovacnich-zadani-vi_33085.html

JIRMAN, Pavel. TRIZ – INOVACE BEZ HRANIC. *Elektro* [online]. srpen 2014, 24(8-9). ISSN 1210-0889. [cit. 2015-11-30]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/flipviewer/Elektro/2014/08/Elektro_08_2014_output/web/Elektro_08_2014_opf_files/WebSearch/page0001.html

LNĚNIČKA, Luboš. *Tvorba inovačních zadání a jejich řešení* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně 2012 [cit. 2016-03-01], Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektrotechnologie. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/17007>

Výpis z obchodního rejstříku, Schafer-Menk s. r. o. [online] Justice, © 2012-2015 [cit. 2016-04-28, 20:25 CET]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=449988&typ=PLATNY>

MANN, Darrell. How to Look at TRIZ. *The TRIZ Journal* [online]. : 1 [cit. 2015-11-30]. Dostupné z: <http://www.triz-journal.com/innovation-methods/innovation-triz-theory-inventive-problem-solving/will-learn-use-triz/>

O nás. *Schäfer-Menk ČESKÁ REPUBLIKA* [online]. © 2015 [cit. 2016-01-31]. Dostupné z: <http://www.schmenk.cz/o-nas/>

Trizing: Tvorba a Řešení Inovačních zadání [online]. 2016 [cit. 2016-02-07]. Dostupné z: <http://www.triz.cz/>

Interní materiály společnosti firmy Schäfer-Menk s.r.o.

Fotografie: - Horizontální vyvrtávačka TOS13
- Pálicí stroj OmniMat

Nákresy: - 3D model desky víka, pohled shora a zespodu
- Funkční plochy obrobku – zvýrazněné červeně

Seznam tabulek, grafů, obrázků, příloh

Seznam tabulek

Tabulka 1-1 Hlavní rozdíly mezi zlepšováním a inovacemi	8
Tabulka 2-1 Znázorněné řešení - výřez z Al'tsullerovi tabulky „39 typických technických vlastností“	31
Tabulka 2-2 Znázorněné řešení - výřez z Al'tsullerovi tabulky „39 typických technických vlastností“	32
Tabulka 2-3 Porovnání způsobů řešení.....	35
Tabulka 2-4 Porovnání způsobů řešení.....	36
Tabulka 2-5 Porovnání způsobů řešení.....	38

Seznam grafů

Graf 2-1 Grafické znázornění splnění a nesplnění požadavků: Problém č. 1 - problém s pálením obvodu, časová náročnost.....	36
Graf 2-2 Grafické znázornění splnění a nesplnění požadavků: Problém č. 2 - problém s upnutím.....	37
Graf 2-3 Grafické znázornění splnění a nesplnění požadavků: Problém č. 3 - problém s obráběním, časová náročnost	38

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Schéma rozvoje výrobních nástrojů za pomoci metodologie TRIZ	7
Obrázek 1-2 Porovnání konvenčních metod tvořivosti a metody TRIZ.....	10
Obrázek 1-3 Hierarchie metodologie TRIZ.....	12
Obrázek 1-4 Obecný model řešení problému metodou TRIZ	13
Obrázek 1-5 Znázornění podsystému, systému, nadsystému (obr. vlevo) a vývojová linie (obr. vpravo)	15
Obrázek 1-6 Vývoj systému parníku Obrázek 1-7 Katamarán	16
Obrázek 1-8 S-křivka životního cyklu.....	17
Obrázek 1-9 Příklad využití grafického znázornění vepólové analýzy	23
Obrázek 1-10 Příklad vepólu	23
Obrázek 1-11 Model konfliktu a model řešení - grafické znázornění příkladu při ohřevu mléka.....	24
Obrázek 2-1 3D model desky víka, pohled shora a zespodu.....	25
Obrázek 2-2 Pálicí stroj OmniMat.....	26
Obrázek 2-3 Horizontální vyvrtávačka TOS13	27
Obrázek 2-4 Model konfliktu a model řešení problému č. 1	34
Obrázek 2-5 Model konfliktu a model řešení problému č. 2	34
Obrázek 2-6 Model konfliktu a model řešení problému č. 3	34
Obrázek 2-7 Funkční plochy obrobku - zvýrazněné červeně	35

Seznam příloh

Příloha 1 Al'tšullerova tabulka „39 typických technických vlastností“.....	47
Příloha 2 Heuristické principy - 40 principů eliminace rozporů	48
Příloha 3 Modely řešení.....	49
Příloha 4 Výkres V_1215_12_17 - Původní výpalek	50
Příloha 5 Výkres V_1215_12_17 - Výpalek po úpravách	51
Příloha 6 Deska víka 1215_12_17 rev. 0 - základní výkres	52
Příloha 7 Deska víka 1215_12_17 rev. B - výkres po úpravách funkčních ploch obrobku	53

Příloha 2 Heuristické principy - 40 principů eliminace rozporů

1. Princip drobení	21. Princip přeskočků
2. Princip oddělení	22. Princip „zvrátit škodu v užitek“
3. Princip místní kvality	23. Princip zpětné vazby
4. Princip asymetrie	24. Princip prostředníka
5. Princip sloučení	25. Princip samoobsluhy
6. Princip univerzality	26. Princip kopírování
7. Princip „Jeden v druhém“	27. Laciná zničitelnost místo drahé trvanlivosti
8. Princip antifunkce	28. Princip záměny vazby
9. Princip předběžného anti-působení	29. Využití pneu- nebo hydro-konstrukcí
10. Princip „předběžného působení“	30. Využití pružných povlaků a tenkých vrstev
11. Princip „Předem podložené podušky“	31. Princip použití pórovitých materiálů
12. Princip ekvipotenciálnosti	32. Princip změny zbarvení
13. Princip „Naopak“	33. Princip homogennosti
14. Princip sféroideálnosti	34. Odhození a regenerace části objektu
15. Princip dynamičnosti	35. Změna složení a parametrů objektu
16. Částečné či nadbytečné působení	36. Princip využití fázových přechodů
17. Princip přechodu na jiný rozměr	37. Princip využití tepelné dilatace
18. Princip využití asociací	38. Princip využití silných působení
19. Princip periodického působení	39. Princip využití slabých působení
20. Princip plynulosti užitečného působení	40. Princip použití kompozitních materiálů

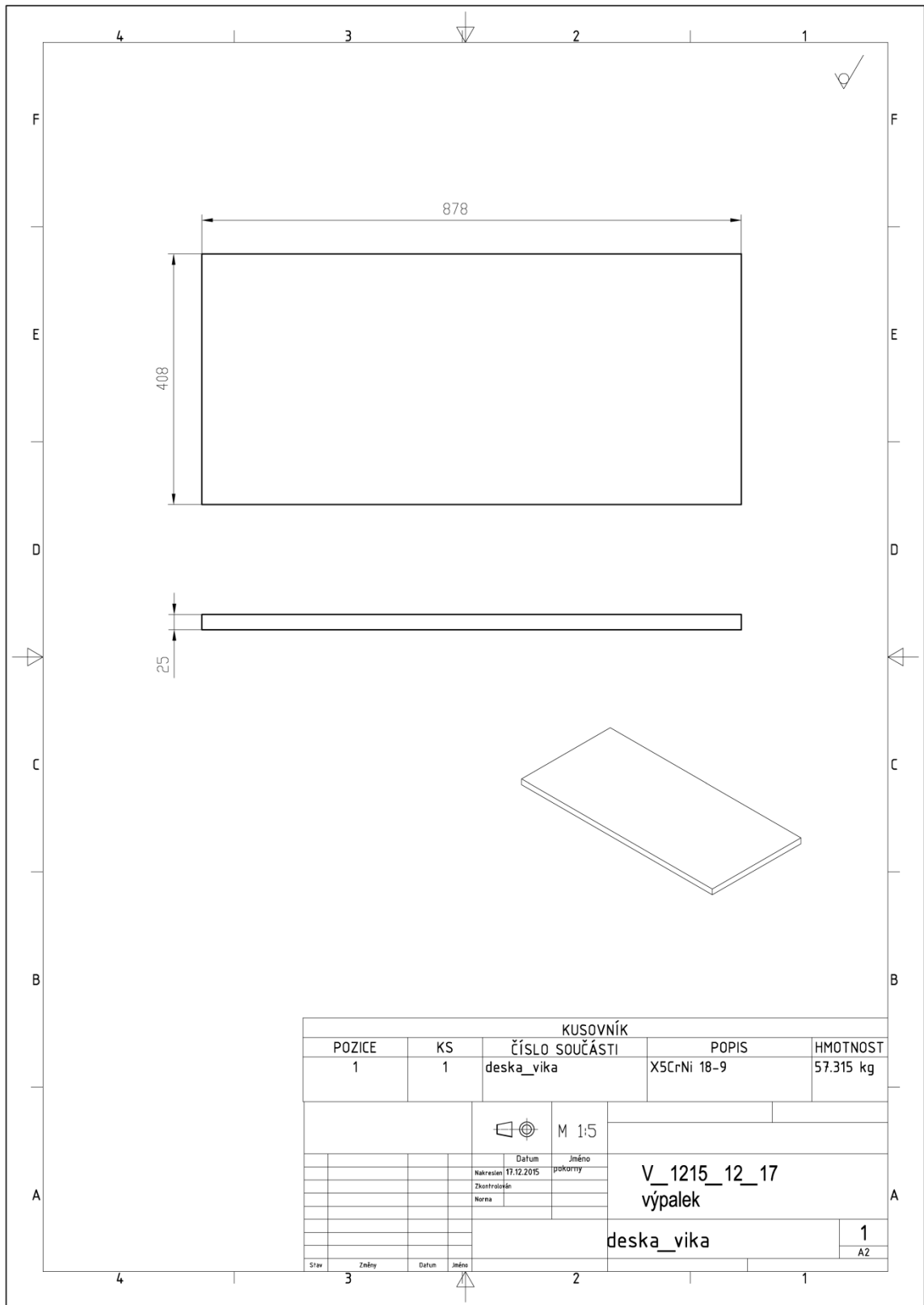
Zdroj: Votruba, 2000, str. 104–110. Upraveno

Příloha 3 Modely řešení

1.	$L_1 \leftrightarrow L_2$ P	Doplnit model konfliktu na vepólu (triádu - 2 látky a 1 pole) Neúplný model „konfliktu“ nelze řešit jinak než doplněním látky nebo pole.
2.	$L_1 \leftrightarrow L_3$ P	Zaměnit jednu z látek Model řešení doporučuje jednu z látek v konfliktu zaměnit jinou látkou.
3.	$L_1 \leftrightarrow L_2L_3$ P	Přejít ke komplexnímu modelu Model řešení doporučuje do jedné z látek v konfliktu zavést vnitřní/vnější doplněk L_3 .
4.	$L_1 \leftrightarrow L_2 \leftrightarrow L_3$ $P_1 \quad P_2$	Přejít k řetězovému modelu Model řešení doporučuje jednu z látek v konfliktu rozvinut do samostatného modelu.
5.	P_1 $L_1 \leftrightarrow L_2$ $P_1 \rightarrow$ L_3	Odvedení, odpoutání Model řešení doporučuje odvést nadbytek působení k nové látce.
6.	P_2 $L_1 \leftrightarrow L_2$	Záměna pole za pole efektivnější Model řešení doporučuje pole zaměnit polem efektivnějším (účinnějším, vhodnějším).
7.	P_1 \rightarrow $L_1 \leftrightarrow L_2$ P_2	Přejít k dvojitému vepólu (Triádě) Model řešení doporučuje pole doplnit paralelním polem.

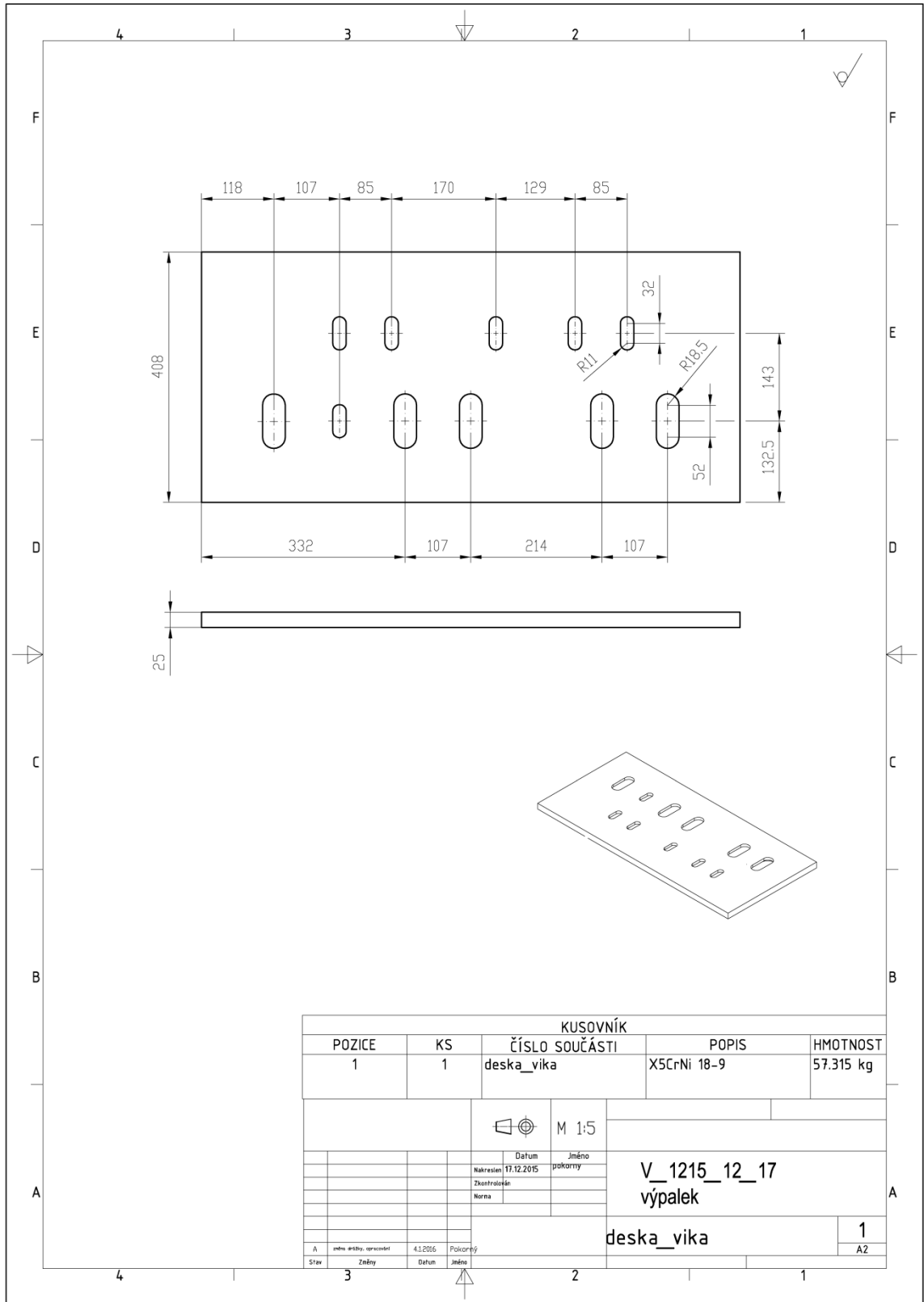
Zdroj: Lněnička, 2012, str. 20, podle Bušova. Upraveno

Příloha 4 Výkres V_1215_12_17 - Původní výpalek



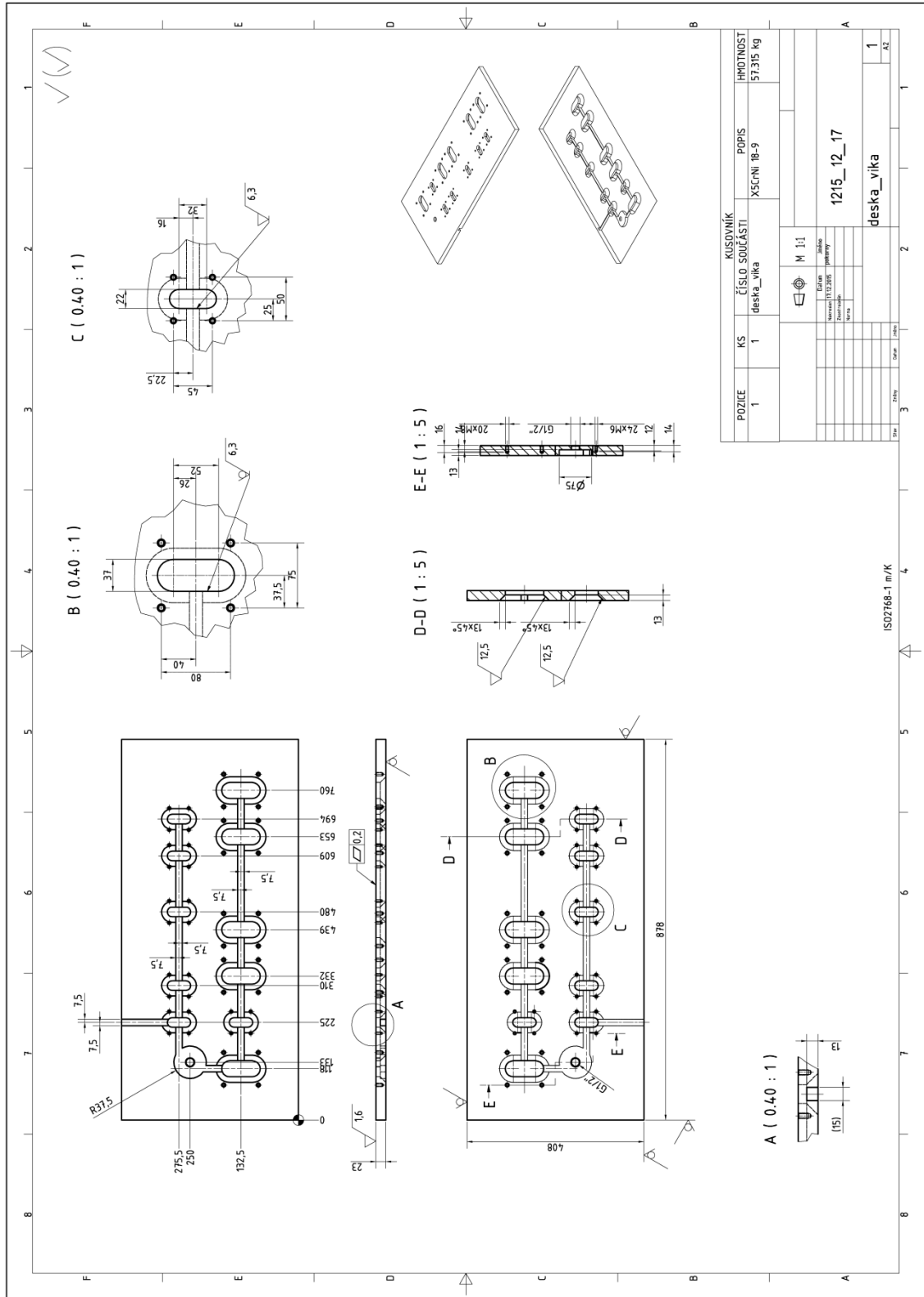
Zdroj: Interní materiál firmy

Příloha 5 Výkres V_1215_12_17 - Výpalek po úpravách



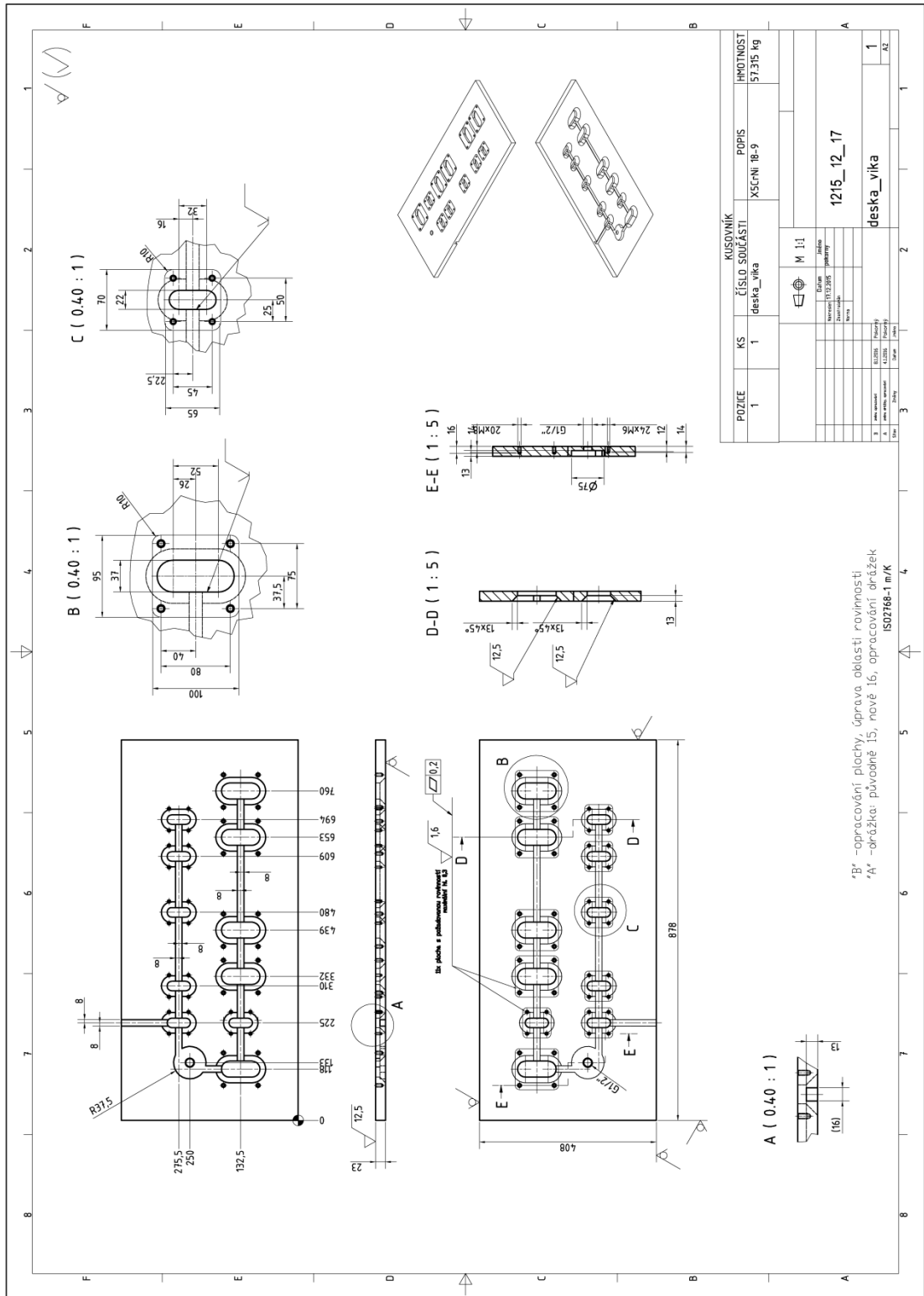
Zdroj: Interní materiál firmy

Příloha 6 Deska víka 1215_12_17 rev. 0 - základní výkres



Zdroj: Interní materiál firmy

Příloha 7 Deska víka 1215_12_17 rev. B - výkres po úpravách funkčních ploch obrobku



Zdroj: Interní materiál firmy

