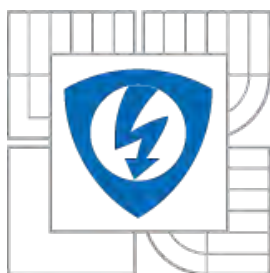




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND
COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTROTECHNOLOGY

TVORBA INOVAČNÍCH ZADÁNÍ A JEJICH ŘEŠENÍ

THEORY OF INVENTIVE PROBLEM SOLVING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. LUBOŠ LNĚNIČKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. BOHUSLAV BUŠOV, CSC.

BRNO 2012



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav elektrotechnologie

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Elektrotechnická výroba a management

Student: Bc. Luboš Lněnička

ID: 98629

Ročník: 2

Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

Tvorba inovačních zadání a jejich řešení

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s metodikou Tvorby a řešení inovačních zadání (TRIZ). Osvojte si práci s počítačovou podporou Goldfire Innovator určenou pro řešitele inovačních projektů. Aplikujte části metodiky TRIZ při řešení inovace konkrétního produktu. Posuďte přínosy metodiky pro vzdělávání a praxi.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 6.2.2012

Termín odevzdání: 24.5.2012

Vedoucí práce: doc. Ing. Bohuslav Bušov, CSc.

Konzultanti diplomové práce:

prof. Ing. Jiří Kazelle, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt:

Česky:

Tato diplomová práce se zabývá metodikou tvorby inovačních návrhů a jejich řešení. Konkrétněji metodikou TRIZ – Tvorba a Řešení Inovační/Invenčních Zadání (TIPS – Theory of Inventive Problem Solving). Tato práce je rozdělena do čtyř částí. V první části je tato metodika představena včetně jejích základních nástrojů. Poté, ve druhé části je zde také představen software Goldfire včetně jednotlivých nástrojů k podpoře řešení studenských prací. Ve třetí části je metodika TRIZ demonstrována na případu inovace větrné elektrárny s podporou software Goldfire Inovator. Ve čtvrté, závěrečné části práce jsou zhodnoceny přínosy metodiky TRIZ pro vzdělání a praxi.

Klíčová slova:

TRIZ, tvorba a řešení inovačních zadání, inovace, invence, Goldfire, větrná elektrárna

Anglicky:

This thesis deals with methodology for creating innovative concepts and their solving. More precisely, TIPS methodology „Theory of inventive problem solving“. This thesis is divided into four parts. In the first part, this methodology and its five basic tools are introduced. The second part provides introduction of software Goldfire Inovator including the tools which could be useful for students working on their projects. Third part demonstrates TIPS methodology on the innovation of wind power plant supported by software Goldfire Inovator. The fourth part evaluates advantages and contributions of TIPS methodology for education and practice.

Keywords:

TIPS, Theory of inventive problem solving, innovation, invention, wind power plant

LNĚNIČKA, L. *Tvorba inovačních zadání a jejich řešení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. XY s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Bohuslav Bušov, CSc..

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Název studentské práce“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení S11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Místo

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doc. ing. Bohuslavu Bušovovi, CSc. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Místo

.....

(podpis autora)

Obsah

1. Úvod do metodiky TRIZ	8
2. Proces tvorby a řešení inovačních zadání dle TRIZ.....	10
2.1 Přípravná etapa.....	10
2.2 Informační etapa	10
2.3 Analytická etapa.....	10
2.3.1 Funkčně nákladová analýza	10
2.3.2 Svinování	13
2.3.3 Rozvíjení	14
2.4 Syntetická etapa	15
2.4.1 Technické rozpory – Heuristické principy	15
2.4.2 Fyzikální rozpory – Separační principy	16
2.4.3 Model konfliktu – Model řešení (Sub-Field analýza).....	18
2.4.4 Technické funkce – Efekty přírodních věd.....	22
2.4.4 Zákonitosti rozvoje technických systémů.....	23
2.5 Etapa ověření	24
2.6 Etapa zavádění	25
3. Software Goldfire Inovator.....	26
3.1 – Přehled základních funkcí.....	26
3.1.1 Průzkum informací k dané problematice nebo tématu	26
3.1.2 Rychlé porozumění technologii (prostoru, příležitosti, mezeře na trhu)	26
3.1.3 Technologické „zakládání sadů“.....	27
3.1.4 Technologiemi „poháněný“ vývoj produktu.....	27
3.1.5 Navržení nového systému	27
3.1.6 Řešení závady produktu.....	27
3.1.7 Diagnóza příčin selhání produktu	28
3.1.8 Zdokonalit produkt pro dosažení vytyčeného specifikovaného cíle.....	28
3.1.9 Řešení rozporů nebo kompromisů	28
3.1.10 Analytická prognóza možné poruchy	28
3.1.11 Lámání patentů.....	29
3.1.12 Hledání nového trhu pro již existující technologii.....	29
3.1.13 Analýza kořenové příčiny	29
3.1.14 Analýza výrobku.....	29
3.1.15 Analýza procesu.....	30

3.2 GoldFire Inovator pro průzkum veřejného mínění	31
4. Případová studie - Rozvoj větrných elektráren	32
4.1 Přípravná etapa - Počáteční stav	34
4.2 Informační etapa - Shromažďování informací	35
4.3 Analytická etapa	36
4.3.1 Funkční analýza	36
4.3.2 Svinování (Trimming)	38
4.4 Syntetická etapa - ARIZ	38
4.4.1 Technické rozpory – Heuristické principy	38
4.4.2 Fyzikální rozpor – Separační principy	42
4.4.3 Model konfliktu – Model řešení	43
4.4.4 Technická funkce a efekty přírodních věd	46
4.5 Etapa ověření	49
5. Přínosy Metodiky TRIZ pro vzdělání a praxi	50
5.1 Systematický přístup a schopnost abstrakce	50
5.2 Objektivizovaný pohled	50
5.3 Snadné vyhledávání ve znalostních databázích	50
5.4 Úspora nákladů	50
6. Závěr	51
7. Literatura	53
8. Přílohy	55

Seznam Obrázku

Obrázek 1.1 - Model řešení v metodice TRIZ	9
Obrázek 2.1 - Struktura formulování funkce	11
Obrázek 2.2 - Obecná klasifikace funkcí	12
Obrázek 2.3 - Model technického rozporu	16
Obrázek 4.1 - Instalace nových větrných elektráren v GW v jednotlivých letech	33
Obrázek 4.2 - Model větrné turbíny	34
Obrázek 4.3 - Model funkcí větrné elektrárny	37
Obrázek 4.4 - Technický rozpor č. 1	38
Obrázek 4.5 - Technický rozpor č. 2	39
Obrázek 4.6 - Princip dynamičnosti 1	39
Obrázek 4.7 - Princip dynamičnosti 2	40
Obrázek 4.8 - Využití pneu- nebo hydro-konstrukcí	41
Obrázek 4.9 - Separace vrtule do několika menších vrtulí – větrná květina	42
Obrázek 4.10 - Model konfliktu – model řešení	43
Obrázek 4.11 - Pružné křídlo	44
Obrázek 4.12 - Dvojitá vrtule	44
Obrázek 3.13 - Výkonná vrtule – Stabilizátor proudu vzduchu	45
Obrázek 4.14 - Jednostranný povrch zvětšující plochu (Möbiův pás)	46
Obrázek 4.15 - List rotoru ve tvaru Möbiova pásu	47
Obrázek 4.16 - Stator synchronního generátoru	48
Obrázek 8.1 - Větrné elektrárny – Janov u Litomyšle	58
Obrázek 8.2 A a B - Větrné elektrárny – Mistelbach (A)	58
Obrázek 8.3 - Větrné elektrárny – Mistelbach (A)	58

Seznam Tabulek

Tabulka 1.1 - Modely konfliktů	19
Tabulka 2.1 - Modely řešení	20
Tabulka 4.1 - Seznam prvků nadsystému	35
Tabulka 4.2 - Seznam komponent větrné elektrárny	36
Tabulka 4.1 - Tabulka hodnocení inovačních návrhu pro větrnou elektrárnu	49
Tabulka 8.1 - 39 technických vlastností	55
Tabulka 8.2 - 40 Heuristických principy	55
Tabulka 8.4 - Modely konfliktů a modely řešení	57

1. Úvod do metodiky TRIZ

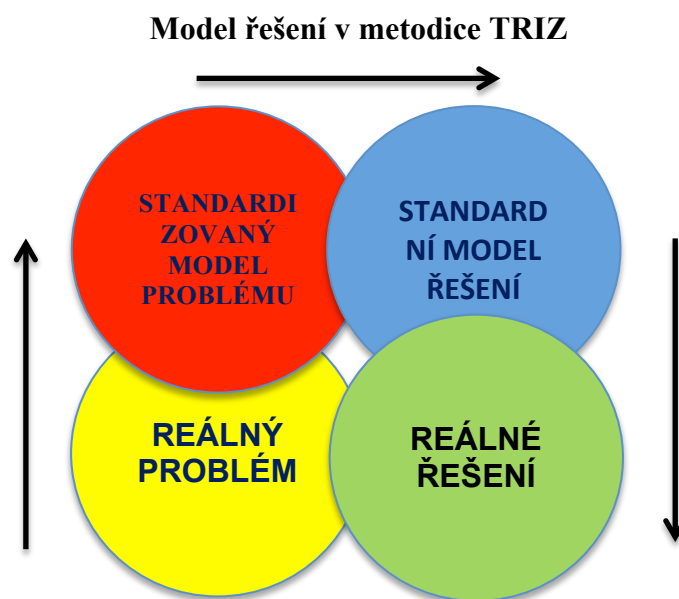
Metodika TRIZ - Tvorba a Řešení Inovačních/Invenčních Zadání vznikala postupně analyzováním technických patentů a zobecňováním úspěšných postupů řešení již od roku 1946. Genrich Altšuler, patentový úředník a sám vynálezce, zakladatel této metodiky zjistil, že inovační/invenční řešení vyšších řádů byla a jsou dosahována poměrně malým počtem objektivně používaných řešitelských postupů. Metodika TRIZ je empiricky odvozená vědecká disciplína s řadou řešitelských nástrojů a je založena na modelech znalostí pro stimulování a generování inovativních idejí (invencí a nápadů) a reálných řešení inovací.

Metodika TRIZ je značně rozšířena ve Východní Evropě zejména ve státech dřívějšího Sovětského Svazu, ale v posledních deseti letech slaví úspěchy i v technologicky vyspělých zemích jako USA, Německo, Jižní Korea či Japonsko.

Dnes metodika TRIZ rozšiřuje tradiční inženýrské systémové přístupy a poskytuje efektivní systematické postupy a nástroje jak pro formulaci problémů (inovačních zadání), tak i pro syntézu řešení. Hlavní pozornost je věnována 3. a 4. etapě.

Proces inovace v metodice TRIZ je rozdělen do šesti etap:

1. Přípravná etapa (Výběr objektu inovace)
2. Informační etapa (Sběr informací o objektu)
3. Analytická etapa (Funkčně nákladová analýza objektu, svinování, rozvíjení)
4. Syntetická etapa (Algoritmus řešení invenčních zadání – ARIZ)
 - Technické rozpory – Heuristické principy
 - Fyzikální rozpory – Separační principy
 - Model konfliktu – Modely řešení (Vepólová analýza, Sub-Field Analysis)
 - Technické funkce –Efekty přírodních věd
 - Stav objektu – Zákonitosti rozvoje techniky
5. Etapa ověřování (Výběr o ověření varianty)
6. Etapa zavádění (Konstruování, zkoušky, realizace v CAD)



Obrázek 1.1 - Model řešení v metodice TRIZ

Model řešení na obrázku 1.1 představuje syntetickou etapu řešení inovačního/invenčního zadání v metodice TRIZ. V této etapě se využívá pro řešení zadání soubor znalostí, který byl sestaven na základě dříve vyřešených inovací. Tento soubor obsahuje heuristické principy, separační postupy, modelová řešení konfliktů, přírodovědecké jevy a efekty a velké množství příkladů patentů. V modelu na obrázku 1.1 vycházíme z toho, že již existuje definované inovační zadání („reálný problém“). Pokud není zadání náročné, nebo pokud je k dispozici dostatek expertních znalostí, je možné rovnou přeskočit k řešení („Reálné řešení“). Pokud znalosti nejsou k dispozici, je možné jít cestou „abstraktního mostu“, v prvním kroku cestou formulování rozporů, nebo modelu konfliktu, nebo technické funkce, a tak dospět ke standardnímu zadání. Pro druhý krok ke „standardnímu modelu řešení“ se využívá nabízených heuristických nebo separačních principů, modelů řešení, nebo přírodních efektů. Následně je nutno standardní ideu (koncept) řešení ve třetím kroku převést do reálného řešení. [1] [3] [11]

2. Proces tvorby a řešení inovačních zadání dle TRIZ

2.1 Přípravná etapa

V přípravné etapě je vybrán objekt inovace. Etapa začíná vznikem potřeby zcela nového objektu nebo vznikem potřeby zdokonalit existující objekt. Etapa končí sestavením týmu a vypracování inovačního projektu.

2.2 Informační etapa

Tato etapa je zaměřena na sběr veškerých podstatných informací o objektu, o objektech konkurenčních, o potřebách trhu atp.

2.3 Analytická etapa

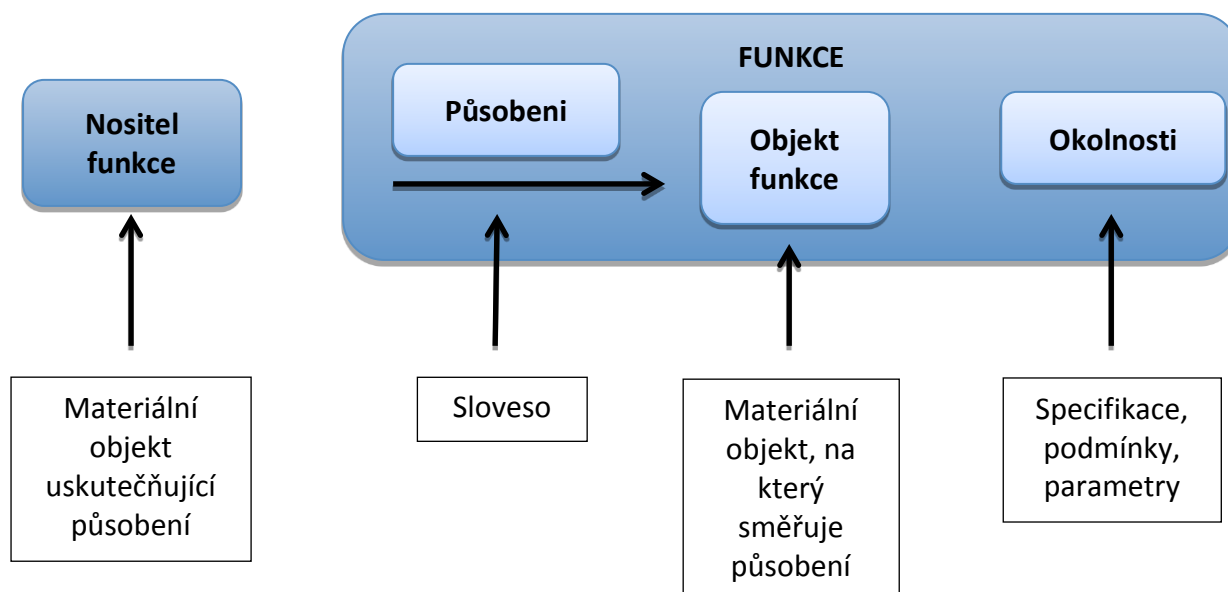
2.3.1 Funkčně nákladová analýza

Obecně analýza funkcí a parametrů objektu technického systému zkoumá účel objektu jako celku i jednotlivé jeho komponenty. Dále pak zkoumá funkce včetně jejich druhů, a míry plnění těchto funkcí v podstatných parametrech.

Funkce je schopnost technického systému projevovat svoji vlastnost za jistých podmínek a přetvářet objekty (výrobky a procesy) do potřebného tvaru nebo hodnoty. Hlavní funkce technického systému je dána požadavky nejbližšího systému.

Funkčně nákladová analýza má poskytnout správné zadání pro inovaci výrobku nebo technologického procesu. Nesprávně formulované zadání může být natolik zavádějící, že pokud vůbec je technický problém nakonec vyřešen, je to za cenu značných časových a finančních ztrát.

Funkčně nákladová analýza pomáhá odpovědět na otázku "co?" a "proč?" zdokonalovat. Promyšlené odpovědi na tyto otázky pomohou přesně formulovat úlohu a to je základním předpokladem racionálního řešení.



Obrázek 2.1 - Struktura formulování funkce [8]

Materiálními objekty v technickém systému jsou látky (materiály) a pole (energie). Látka i pole jsou různými formami hmoty (matérie). Liší se tím, že látka má klidovou hmotnost, kdežto pole nikoliv.

Nositel funkce je prvek, jehož funkce se definuje. Významnost funkce určuje významnost svého nositele v technickém systému. Funkce je složena ze dvou základních slov a „působení“, „objektu působení“ a pak popřípadě „okolnosti“ viz obrázek 1.2.

Definování funkce musí respektovat určitá pravidla:

1. Nositelem i objektem působení funkce jsou materiální objekty
2. Působení vystihujeme slovesem, nejlépe v infinitivu
3. Nepoužívat „schůzovní“ slovesa (zajistit, zlepšit, zabránit, atp)

Pro analýzu funkcí je nutno znát:

1. Funkce nositele popisuje působení na objekt (za jistých okolností)
2. Funkce vystihuje účel (důvod vzniku a existence) nositele
3. Příznakem existence funkce i jejího nositele je změna nebo zachování parametru/ů na nějakém objektu
4. Model funkcí technického systému – to je model jeho struktury doplněný o funkce (názvy působení a jejich směry).

Funkce technického systému dle významnosti

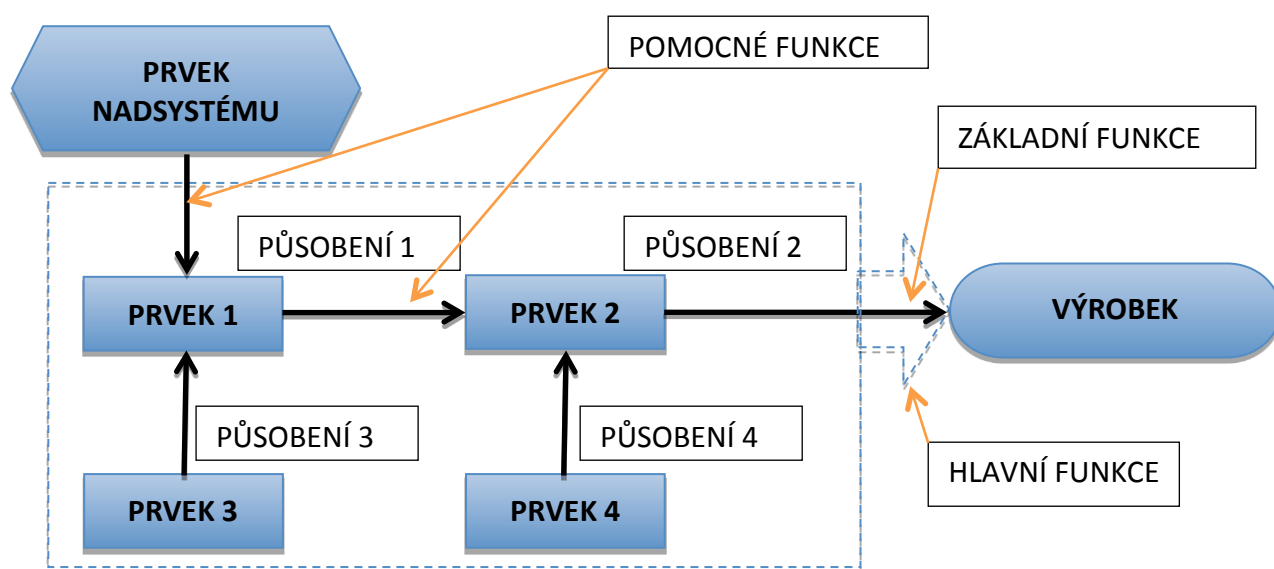
Funkce jednotlivých částí/prvků objektu technického systému nemají stejnou důležitost, proto se rozlišují na:

Hlavní funkce – definuje hlavní účel existence nositele funkce, lze ji určit jak pro celý systém i pro jednotlivé prvky.

Základní funkce – zakládá plnění hlavní funkce

Pomocná funkce – pomáhá k naplnění základní funkce

Funkční významnost jednotlivých prvků v technickém systému nabízí částečnou odpověď na otázku, které prvky by měly být inovovány.



Obrázek 2.2 – Obecná klasifikace funkcí [8]

Funkce dle užitečnosti

Kritérium „Užitečnosti“ rozlišuje funkce na:

Užitečná funkce je funkce, která pozitivně působí na plnění hlavní funkce nebo na naplnění doplňkových funkcí. Tato funkce buď přímo podporuje plnění hlavní funkce, nebo nepřímo tím, že potlačuje nežádoucí efekt.

Škodlivá funkce je funkce, která při svém působení generuje nežádoucí efekt. Tato funkce často doprovází plnění užitečné funkce. Část nežádoucích efektů odhalených při analýze komponent a struktury lze vyhodnotit také jako škodlivé funkce a uvést je v modelu funkcí.

Analýza parametrů

Tato analýza má za účel kvantifikovat efektivnost plnění užitečné funkce (v jednom nebo i více parametrech).

Faktická hodnota parametru funkce je hodnota, která náleží funkci daného objektu. Požadovaná hodnota parametru funkce je hodnota parametru, které by měla funkce dosahovat, aby objekt byl efektivnější než předtím.

Stupeň plnění funkce v parametrech je vyjadřován poměrem faktických a požadovaných hodnot podstatných parametrů užitečné funkce. Pro určení stupně plnění funkce je nutné znát podstatné parametry (včetně faktické a požadované hodnoty těchto parametrů). Následně je možné tyto hodnoty porovnat a určit stupeň plnění funkce v parametrech. Pokud tyto parametry nejsou známy, nebo jejich změření není možné, lze se spokojit s kvalitativním (expertním) hodnocením.

Stupně plnění funkce dle parametru se rozlišují na nedostatečné, normální, nadbytečné. Odchylka od normálního plnění funkce svědčí o přítomnosti problému (zadání), který je potřeba řešit, protože někde se nedostává nebo se plýtvá energií (materiálem).

Výstupy z funkčně nákladové analýzy

Základním výstupem z funkčně nákladové analýzy je sestavený model funkcí viz obrázek 1.3. Jedná se o model struktury doplněný o názvy, význam, směry, užitečnost a stupně plnění funkcí v podstatných parametrech.

Dalším výstupem z funkčně nákladové analýzy je soupis nežádoucích efektů, zadání na likvidaci příčin anebo následků působením škodlivých příčin, posílení nebo oslabení funkcí s nedostatečným nebo zbytečným stupněm plnění a na řešení rozporných požadavků na hodnoty parametrů.

Třetí částí výstupu je soupis návrhů na zdokonalení objektu. [10]

2.3.2 Svinování

Proces svinování je procesem, kdy se delegují funkce jednotlivých prvků v technickém systému do ostatních (za účelem snížení nákladovosti a omezení problémovosti).

Ve funkčně nákladové analýze byly definovány prvky technického systému, a ke každému byla přiřazena funkce (nositel funkce), a jak působí na ostatní prvky (objekt funkce) v technickém systému.

Ideální prvek je prvek v technickém systému, který plní svoji funkci, aniž by musel být vyráběn, montován, udržován, likvidován, aniž by zabíral místo, a aniž by produkoval nežádoucí efekty. Je proto žádoucí, aby technický systém měl takových prvků co nejvíce.

Jak už název napovídá, proces svinování má za úkol „svinout“ technický systém. Jedná se o odebrání prvku z technického systému za podmínky, že zůstane zachována funkčnost technického systému. Prvek z technického systému můžeme odebrat pouze za určitých podmínek.

Prvek lze z technického systému odstranit pokud:

- 1) Neexistuje objekt funkce odstraňovaného prvku (subjektu)
- 2) Objekt sám vůči sobě plní funkci odstraňovaného prvku
- 3) Zbývající prvky technického systému nebo nadsystému plní funkci odstraňovaného prvku
- 4) Nový prvek splní funkci odstraňovaného prvku

Pro zachování hodnoty technického systému při odebrání prvku vycházíme ze vztahu 1.:

$$H = \frac{\sum F}{\sum N} \quad (1).$$

$\sum F$ - souhrn funkcionalit technického systému (součet hlavní, základní i všech pomocných funkcí)

$\sum N$ – souhrn nákladovosti při výrobě a používání technického systému.

Hodnota H v tomto případě udává poměr celkové funkčnosti a nákladovosti technického systému. Aby byla inovace při tomto postupu úspěšná, musí být hodnota tohoto poměru vyšší než hodnota před odebráním prvku technického systému (svinování).

2.3.3 Rozvíjení

Rozvíjení technického systému je do jisté míry opakem svinování. Jedná se o doplnění funkcí do systému bez zvýšení nákladů (nebo při minimálním zvýšením nákladů).

Opět, stejně jako u svinování, vycházíme ze vztahu 1. Cílem tohoto postupu je, abychom co nejvíce zvýšil funkčnost technického systému, a co nejméně zvýšil jeho nákladovost. Stejně jako v předchozím případě je cílem, aby hodnota H byla vyšší, než její hodnota před zavedením nové doplňkové funkce (rozvíjení).

2.4 Syntetická etapa

Syntetická fáze inovace se zabývá tím „Jak“ vyřešit inovační zadání. V metodice TRIZ existuje nástroj ARIZ, Algoritmus Řešení Inovačních Zadání, který nabízí několik možných postupů k nalezení řešení inovačního zadání.

2.4.1 Technické rozpory – Heuristické principy

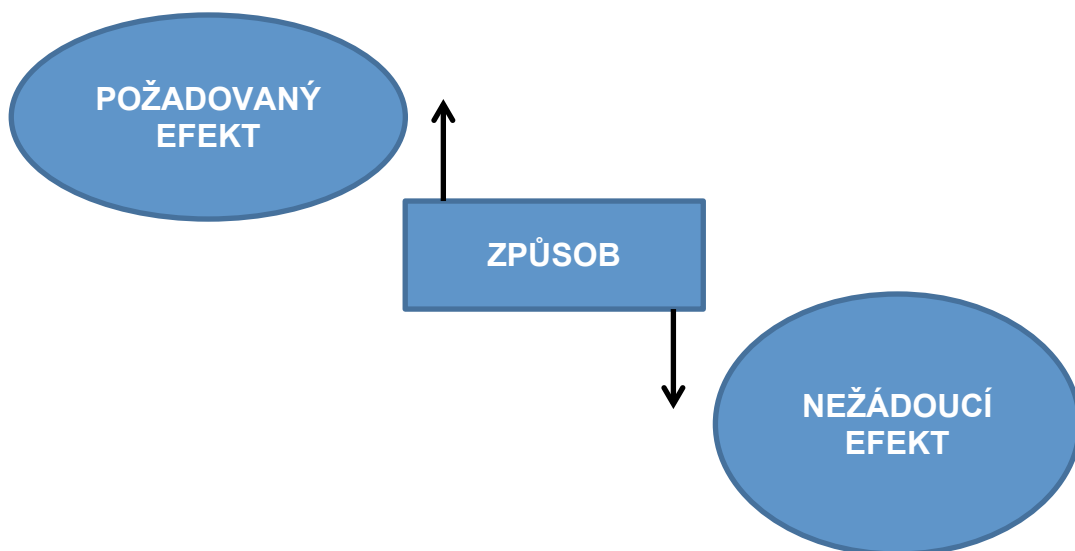
Technický rozpor popisuje situaci, kdy zlepšení jedné části (jednoho ukazatele) technického systému pomocí obvyklých způsobů vede ke zhoršení jiné části (jiného ukazatele) technického systému.

Pomocí formulace technického rozporu a jeho řešení můžeme aplikovat takový způsob přetvoření technického systému, při kterém lze dosáhnout požadovaného efektu, a nežádoucí efekt je omezen nebo se vůbec neprojeví.

Existují způsoby řešení sestavené na základě analýzy velkého množství patentovaných technických řešení. Takové způsoby změn (přetvoření) technických systémů, které efektivně překonávají technické rozpory, se nazývají Heuristické principy.

Heuristické principy jsou univerzální způsoby, které pomáhají přetvářet technické systémy. Využitím těchto principů lze často dosáhnout požadovaného efektu, aniž nastane vedlejší nežádoucí efekt. [10]

Pokud je definován technický rozpor, tak ze 39 standardních technických vlastností se vybere jedna vlastnost, která zastupuje požadovaný efekt a druhá vlastnost, která zastupuje nežádoucí efekt. Tyto dvě standardní technické vlastnosti nám napoví (dle tabulky v příloze – volně vložené), na které heuristiky se zaměřit.



Obrázek 2.3 - Model technického rozporu

Příklad:

“Pokud bude zvýšen stěžeň lodi, tak bude zvýšena rychlost lodi, ale bude zhoršena stabilita.“

Technická vlastnost **9. – Rychlost** versus technická vlastnost **10. Síla/intenzita**

Doporučená heuristika – **17. Princip přechodu na jiný rozměr.**

Výstupem z tohoto nástroje jsou doporučené heuristické principy, na jejichž základě můžeme zdokonalit technický systém. [10]

2.4.2 Fyzikální rozpory – Separační principy

Fyzikální rozpory jsou hlubším stupněm rozporu založené na fyzikálních vlastnostech. Fyzikální rozpor je správně definován tehdy, pokud obsahuje jeden prvek technického systému a jednu jeho veličinu, na kterou jsou kladeny požadavky na rozporné hodnoty.

Fyzikální rozpor nastává tehdy, když část technického systému musí být v určitém stavu, aby vyhovovala jednomu požadavku úlohy, ale musí se nacházet v opačném stavu, aby ona část splnila jiný požadavek dané úlohy.

Příklad:

„Stěžeň na lodi musí být vysoký, aby mohl nést co největší plachtu, ale zároveň musí být malý, aby co nejméně ovlivňoval stabilitu lodě.“

Fyzikální rozpory lze řešit takzvanými separačními principy:

- 1) Separace v čase (jedna činnost/úkon následuje druhou činnost/úkon)
- 2) Separace v prostoru (jednotlivé činnosti/úkony jsou prováděny v různých místech)
- 3) Separace v nadsystému (využívá vazby s některým externím prvkem technického systému pro uspokojení rozporných požadavků)
- 4) Separace v podsystému (využívá vazby s některým interním prvkem v technickém systému pro uspokojení rozporných požadavků)
- 5) Separace ve fázových přechodech (využívá se změny skupenství pro uspokojení rozporných požadavků)

Doporučení pro příklad:

Druhý separační princip (Separace v prostoru). Hlavní stěžeň může být rozdělen do několika kratších rozmístěných na ose težiště lodě. Stěžeň nepotřebuje mít tak veliký, a nebude narušena stabilita lodi.

K formulaci a řešení fyzikálních rozporů lze přejít od technických rozporů, a to následujícím algoritmem:

1. Krok - modeluj problém/úlohu v podobě technického rozporu.
2. Krok - lokalizuj problém: vymezi časy a místa výskytu PE i NE, bilancuj disponibilní zdroje látek a polí v TS a v nadsystému.
3. Krok - formuluj ideální konečné řešení a pak úlohu v podobě fyzikálních rozporů.
4. Krok - pro řešení FR využij některý doporučovaný separační postup.

Výstupem z tohoto nástroje jsou návrhy řešení zadání na základě použitých separačních principů.

2.4.3 Model konfliktu – Model řešení (Sub-Field analýza)

Každý problém v technickém systému lze převést na model tzv. (VEPÓL). Ten je složený minimálně ze dvou látek a jednoho pole - nástroj, výrobek a energie vzájemného působení (viz seznam polí). Pokud chybí jeden prvek z těchto prvků, tak technický systém nepracuje efektivně. Rozvoj technického systému postupuje cestou zvyšování počtu vazeb mezi prvky. Např. pevné spojení se vlivem působení tepelného pole může změnit na tekuté, které je pak lépe přizpůsobitelné.

Druhy polí:

1. Mechanické pole
2. Akustické pole
3. Chemické
4. Elektrické
5. Tepelné
6. Mezimolekulární pole
7. Magnetické pole
8. Biologické pole

Pro řešení reálného konfliktního (neuspokojivého) působení mezi prvky, je nutno uskutečnit následující tři kroky:

1. Krok

V první kroku se musí reálný konflikt převést na model konfliktu. Správná formulace modelu vyžaduje:

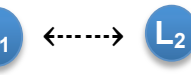
1. Rozeznání nežádoucího efektu v konfliktním reálném působení.
2. Stanovení látek, mezi nimiž se projevuje nežádoucí efekt.
3. Označení složky působení produkující nežádoucí efekt.
4. Určení potřebné změny oné složky působící mezi látkami.

V rámci vepólové analýzy lze řešit úlohy kde existuje konflikt (neuspokojivá vazba) mezi dvěma látkami nahoře v 1. řádku tabulky se nacházejí modely konfliktů látek (modely typových úloh A, B, C, D, E, F), kterými vyjadřujeme konfliktní působení. Při řešení konfliktu můžeme přemýšlet nad následujícími otázkami:

1. Jak doplnit druhou látku anebo doplnit působení na látku?
2. Jak vytvořit působení / vazbu mezi látkami?
3. Jak zvýšit efektivnost existující vazby?

4. Jak odstranit škodlivou vazbu (nežádoucí efekt)?
5. Jak oslabit nadbytečnou vazbu (předimenzovanost)?
6. Jak posílit nedostatečnou vazbu (poddimenzovanost)?

Modely konfliktů

A	B	C	D	E	E
L					

Tabulka 1.1 - Modely konfliktů [11]

2. Krok

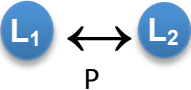
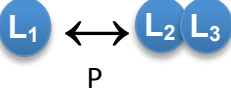
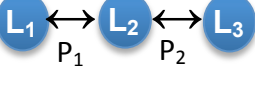
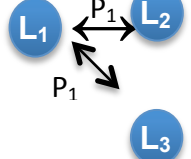
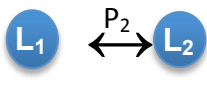
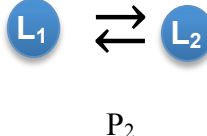
Druhý krok spočívá v nalezení vhodného modelu řešení pro model konfliktu. Pomocí Tabulky Modelových Transformací (viz příloha – Tabulka 8.4), je třeba nalézt model řešení, který bude teoreticky řešitelný a prakticky realizovatelný.

V 1. sloupci zleva na řádcích jsou uvedeny doporučované modely řešení konfliktů. Tyto modely jsou standardní, technicky ověřené vzorce, podle kterých lze dosáhnout potřebné transformace modelu konfliktu. Označená pole v tabulce znamenají, že model konfliktu může být řešen s velkou pravděpodobností doporučovanými modely řešení.

Modely řešení jsou seřazeny v jisté posloupnosti (1.-11.), která je v souladu se zákonitostmi rozvoje techniky. Na začátku jsou uvedeny nejprve triviální modely řešení, následují pokročilejší a nakonec jsou uvedeny pokročilé modely řešení. Pro jeden model konfliktu je možné navrhnout více modelů řešení (vzorců řešení), které vedou ke zdokonalení vazby mezi látkami.

Obdobně jako tabulka heuristický principů k vyřešení technických rozporů, tak i tato tabulka doporučujících modelů řešení pro překonání modelu konfliktu, nemůže respektovat všechny konkrétní omezení a podmínky v konkrétním konfliktu dvou látek.

Doporučované modely řešení pro zavádění látek nebo polí:

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

Tabulka 2.1 - Modely řešení [11]

Doporučované modely řešení pro uvádění do souladu:

8) Uvedení do souladu (sladění) v čase

Doporučení: působení uvést do souladu (sladit) v čase, roste efektivnost.

9) Uvedení do souladu v prostoru

Doporučení: působení uvést do souladu (sladit) v prostoru, roste efektivnost.

10) Sladění podle (v) parametru

Doporučení: působení uvést do souladu s nějakým (řídícím) parametrem.

11) Segmentace (drobení)

Doporučení: segmentace vede k adaptabilitě (přizpůsobitelnosti) a tím k univerzalitě vůči změnám podmínek v čase i prostoru.

Reálná konfliktní vzájemná působení látek v objektech abstrahujeme do podoby typové úlohy, do tzv. modelu konfliktu. Pro každý model konfliktu existují jisté úspěšné modely řešení. Jakmile je nalezen vhodný model řešení, tak musí být kriticky posouzena použitelnost modelu řešení pro danou konkrétní úlohu.

3. Krok

Třetí krok promítá model řešení do reality a realizuje technické řešení. Jedná se o krok z abstrahované – modelové úrovně do úrovně reálného problému. Pro vytvoření konkrétního řešení zadání z modelu řešení bývají použity jednoduché algoritmy.

Algoritmus pro realizace vyžadující zavedení látky nebo pole:

1. Co je **nežádoucí efekt** (konflikt) v dosavadním působení. Co je nutno zlepšit?
2. Jaké **působení** má zajistit zaváděná látka (pole). Jak musí zaváděná látka (pole) působit, aby mohlo zlepšení nastat?
3. Jakou **vlastnost** má mít zaváděná látka (pole). Jakou vlastnost musí mít látka (pole), aby mohlo působení vzniknout?
4. Jaká konkrétní **látka** (pole) má potřebnou vlastnost. Jaká látka (pole) disponuje potřebnou vlastností? Přitom přednostně zkoumat využitelnost zdrojů dostupných v technickém systému nebo v nadsystému.

Výstupem z této analýzy jsou návrhy na vyřešení konfliktu dvou látek.

2.4.4 Technické funkce – Efekty přírodních věd

Jako čtvrtý nástroj algoritmu ARIZ je zde představeno využití technické funkce a efektů přírodních věd. Nejdříve je důležité přesně formulovat technickou funkci. Poté se z doporučovaných efektů přírodních věd vybírají vhodné efekty pro efektivnější plnění dané funkce. Zde je velká příležitost pro použití softwarové podpory metodiky TRIZ, např. Systému Invention Machine, který obsahuje databázi s více jak 9500 efekty. Tento software vybere, podle zadané technické funkce, takové efekty, které mohou napomoci k efektivnímu plnění technické funkce. Všechny doporučené efekty (např. fyzikální, chemické, geometrické atp.) by měly být kriticky posouzeny (jsou-li pro tyto efekty v dané situaci vhodné podmínky – dostatek látek a polí), a měly by být inspirací ke zhlédnutí patentů technických řešení, ve kterých byly tyto efekty použity. Vybrané efekty lze také propojit s dalšími kompatibilními a řídicími efekty.

Podstatou použití efektů přírodních věd je přetvářet dostupné zdroje energie na jiné (např.: zapalovač - mechanická energie -> piezoelektrický jev -> elektrická energie – jiskra – oheň) nebo působit na objekty technického systému (např.: použití magnetických pólů země v kompasu). Využití a čerpání zdrojů v technickém systému při řešení zadání přibližuje řešení k tzv. „ideálnímu řešení“ a zvyšuje „ideálnost“ systému.

Zdroje jsou disponibilní materiální látky a energie existující v systému a nadsystému, které mohou být využity pro řešení úloh.

Klasifikace zdrojů dle původu:

- Systémové zdroje (látky a energie objektu)
- Nadsystémové (jiné technické systémy např.: příroda, člověk).

Klasifikace zdrojů dle použití:

- Okamžitě připravené k použití
- Odvozené/přetvořené

Výstupem z tohoto nástroje je návrh na přetvoření nebo vytvoření nového zdroje, který zvyšuje plnění užitečné technické funkce, nebo pozitivně ovlivňuje objekt technického systému za pomoci efektu přírodních věd.

2.4.4 Zákonitosti rozvoje technických systémů

Technické systémy, i přes veškeré možné rozmanitosti, toho mají mnoho společného. V procesu vývoje jsou pro technické systémy charakteristické etapy rozvoje podobně jako při rozvoji přírodních systémů

Altšuler zformuloval některé postupy rozvoje technických systémů a nazval je jako „zákonitosti rozvoje technických systémů“. Dále jsou uvedeny jednotlivé zákonitosti s krátkými komentáři.

1. Zákon úplnosti částí systému

„Nezbytnou podmínkou k fungování rozvoje technického systému je minimální účinnost jeho jednotlivých bloků.“

Hlavní funkční části technického systému: pracovní část, transmise, zdroj (pohon) a operační prostor. Pracovní část je hlavní element technického systému, který přímo vykonává hlavní funkci, pro kterou je tento technický systém vytvořen. Všechny části technického systému musí plnit nebo poskytovat nezbytné (minimální) parametry pro celkovou funkčnost technického systému.

2. Zákon energetické proveditelnosti systému

„Nezbytnou podmínkou proveditelnosti technického systému je přenos energie od zdroje do pracovních částí systému.“

Smysl zákona - Na cestě od zdroje do pracovní části může docházet k energetickým ztrátám. Bezeztrátový přenos energie je bohužel pouze teoretický a v reálném provedení dochází k určitým ztrátám, jak při přenosu tak při transformaci energie.

3. Zákon rytmiky částí technických systémů

„Předpokladem pro životaschopnost technického systému je koordinace rytmiky práce (frekvence) podsystému, v technickém systému i v jeho nadsystému.“

Jinými slovy, efektivní naplnění hlavní funkce je možné, pokud periodičnost práce podsystémů je v souladu s celým technickým systémem.

4. Zákon zvýšení ideálnosti technických systémů

„Rozvíjení myšlenky technického systému ve směru zvyšování hodnoty.“

Zvýšení ideálnosti – jedná se o zvýšení plnění hlavní funkce technického systému nebo přidáním nových funkcí při snížení nákladů na provoz technického systému. (Viz vztah 1. – strana 18.)

5. Zákon úměrnosti rozvíjení částí technických systémů

„Vývoj podsystémů je nerovnoměrný: čím je složitější technický systém, tím je nerovnoměrnější vývoj jeho podsystémů.“

Podsystémy technického systému v procesu jejich vývoje jsou rozvíjeny nerovnoměrně. Jeden z nich může vytvořit skokový nebo i opačný rozdíl ve vývoji, nebo ho dokonce zastavit. Proto možnosti dalšího rozvoje podsystému nesmí být v rozporu s ostatními parametry.

6. Zákon přechodu do nadsystému

„Technický systém v procesu rozvoje může převést některé z funkcí do nadsystému nebo společně s jinými technickými systémy přejít do nového nadsystému.“

Jedna nebo několik podobných funkcí v technickém systému, které byly plněny dříve každým technickým systémem samostatně, mohou být plněny společně v nadsystému.

7. Zákon přechodu z makroúrovně na mikroúroveň

„Rozvoj práce technického systému jde nejdříve na makroúroveň, a až potom na mikroúroveň.“

Smysl tohoto přechodu je, že pracovní část na mikroúrovni představuje mnohem jednodušší možnost kontroly nebo zavedení nové funkce. V této zákonitosti je snadné ovládat systém jako celek, zbavit nadbytečných částí, které tvoří technický systém nespolehlivý.

2.5 Etapa ověření

Tato etapa se zabývá výběrem a ověřením vygenerovaných inovativních návrhů ARIZem. Obvykle jsou vybrány a ověřeny životaschopné návrhy, které následně přejdou etapy zavádění.

2.6 Etapa zavádění

V této poslední etapě se přechází k samotné realizaci vytvořených návrhů. Bývají konstruovány prototypy dle vyřešených inovačních zadání, návrhy v CADových systémech a prováděny zkoušky. [1] [11]

3. Software Goldfire Inovator

Software GoldFire Inovator byl vyvinut ve společnosti Invention Machine, jako unikátní nástroj pro analyzování, zdokonalování produktů a procesů. Tento software se zaměřuje na celý životní cyklus produktů, na současné požadavky trhu a naplnění všech dalších příležitostí. Hlavní výhoda tohoto softwaru spočívá ve využití databází patentů, znalostí za použití sémantických vyhledávačů a definovaných principů rozvoje technických systému (heuristické principy, modely řešení aj.).

Tento software nabízí řadu metodických analyticko-řešitelských nástrojů pro podporu řešitele bakalářských, diplomových nebo disertačních prací. Nejeefektivnější nástroje s krátkým popisem jsou uvedeny v následujícím přehledu (kompletní přehled všech funkcí včetně jednotlivých kroků je v elektronické příloze této práce):

3.1 – Přehled základních funkcí

3.1.1 What do we know about X? –

Průzkum informací k dané problematice nebo tématu

Tento nástroj je možné využít pro rychlé vyhledávání informací o určitém tématu. Je tak snadné porozumět definici funkce nebo technologie, a jejích výhod a nevýhod. Pomůže řešiteli s rychlým vyhledáváním potenciálních příčin, či následků dalšího působení nebo událostí. Napomůže porozumět jednotlivým prvkům technického systému včetně jejich vzájemných vazeb. Tato funkce také následně může vytvořit celkový přehled o patentech, trendech a subjektech v dané problematice.

3.1.2 Quickly Understanding Technology Space –

Rychlé porozumění technologii (prostoru, příležitosti, mezeře na trhu)

Tento nástroj napomáhá prozkoumat možnosti (schopnosti, potenciál) určité technologie nebo tržního prostoru, ve kterém daná technologie působí nebo může působit. Pomocí tohoto nástroje můžeme snadno prověřit technologii, kterou se řešitel zabývá. Pomůže odhalit výhody a nevýhody dané technologie, dopad na projekt, zhodnotit konkurenční příležitosti, nebo analyzovat možné přínosy ze sloučení s konkurencí (akvizice). Výsledkem je definice známé aplikace dané technologie včetně přínosu, nedostatků a alternativ. Dále pak nabízí porozumění patentovým trendům v dané oblasti a posouzení „zrlosti“ dané technologie.

3.1.3 Technology Landscaping - Technologické „zakládání sadů“

Tento nástroj nabízí možnost nabýt hluboké porozumění dané technologii a oblasti, ve které se daná technologie používá. Pomáhá posoudit určitou technologii před uvedením na trh, vyhodnotit přednosti dalších investic do existující technologie. Nebo posuzuje výhody v možnosti sloučení s konkurencí. Výsledkem je definice a aplikace dané technologie včetně přínosů, nedostatků a alternativ. Dále pak nabízí možnost porozumět patentovým trendům v dané oblasti a posouzení „zralosti“ dané technologie.

3.1.4 Technology-driven evolution of a Product –

Technologiemi „poháněný“ vývoj produktu

Tento nástroj napomáhá vytvořit mapu rozvoje produktu z hlediska použité technologie. Obecně tento nástroj napomáhá porozumět současným trendům, a kam tyto trendy směřují. Zaměřuje se na produkt ze strategického hlediska a pomáhá vytvořit užitečnou konkurenční výhodu nebo oživit produkt, který již ztrácí na své atraktivitě. Jako výsledek je vygenerován strategický plán rozvoje produktu, koncepty pro taktické zdokonalování nebo posouzení možností ochrany před nástupem nové technologie.

3.1.5 Design a New System - Navržení nového systému

Tento nástroj je možné použít, pokud je třeba vytvořit nový produkt, proces nebo úplně novou řadu produktů. Může také pomoci uspokojit současné požadavky trhu nebo tržní příležitosti. Výstupem z toho nástroje je analýza aktuálního stavu techniky ve vztahu k ostatním technologiím a konkurenci. Dále pak návrhy na rozšíření nové technologie, sada potenciálních strategií na plnění příležitostí a další specifická doporučení pro optimální vstup na trh.

3.1.6 Fix a Product Defect - Řešení závady produktu

Tento nástroj napomáhá opravit závadu (defekt, poruchu) v návrhu výrobku nebo procesu. Konstrukteři se často setkávají s problémy jejich výrobků a jsou jim hlášeny různé problémy, nebo oni sami nejsou spokojeni s jejich dříve vytvořeným řešením a

snaží se najít efektivnější způsob. Výsledkem použití tohoto řešitelského nástroje jsou identifikované hlavní (kořenové) příčiny a soubor doporučení k nápravným řešením.

3.1.7 Diagnose a Product Failure - Diagnóza příčin selhání produktu

Tento nástroj napomáhá identifikovat založené (skryté) kořenové příčiny, které zapříčiní selhání produktu nebo procesu. Dále napomáhá přesně určit, co způsobuje selhání technického systému, a zároveň ověřuje, zda byly identifikovány správné kořenové příčiny. Výsledek je sada kořenových příčin včetně příčinně následkového řetězce.

3.1.8 Improve a Product for Achieve Specific Goal –

Zdokonalit produkt pro dosažení vytyčeného specifikovaného cíle

Tento nástroj je možné použít, pokud je potřeba zlepšit produkt nebo proces tak, aby bylo dosaženo zlepšení, specifický marketingový nebo konkurenční cíl. Napomůže zvýšit zisk z určitého produktu, reagovat na konkurenční nový produkt, zvýšit funkčnost (ideálnost) produktu nebo vyhovět jiným regulačním nebo legislativním požadavkům. Výsledkem pak je soubor alternativních řešení, která vyhovují vytyčenému cíli.

3.1.9 Resolving Contradiction and a trade-off –

Řešení rozporů nebo kompromisů

Tento nástroj je možné použít, pokud je třeba zlepšit určitou charakteristiku (rys, parametr) systému bez zhoršení jiné charakteristiky. Neboli máte nový požadavek na technický systém, který je v konfliktu se zavedenými limity, nebo jsou rozporné požadavky na výkonnost systému. Výsledkem je řada možných strategií k vyřešení rozporů nebo kompromisů v návrhu.

3.1.10 Predictive Failure Analysis

Analytická prognóza možné poruchy

Tento nástroj napomůže předvídat potenciální poruchová místa produktu nebo procesu a vyvinout a ohodnotit strategie jak zvýšit bezpečnost a spolehlivost určitého

produktu za účelem zvýšení spokojenosti zákazníka nebo snížit výdaje spojované s reklamami či záruční dobou na výrobek. Výsledkem z tohoto nástroje je kompletní tabulka analýzy rizik, která je v souladu se zaměřením práce.

3.1.11 Patent Busting - Lámání patentů

Tento nástroj pomáhá najít alternativy, jak obejít a neporušit cizí patentová práva (IP). Častým problémem konstruktérů je, že často přicházejí do střetu s již patentovanými řešeními. Pomocí tohoto nástroje je možné dohledat možná patentová řešení, která lze bezplatně použít nebo se těmto licenčním poplatkům vyhnout. Výsledkem může být nová technologická konfigurace, která vytváří potenciál svobodně ji provozovat nebo podpůrnou dokumentaci, která může být dodána IP expertům pro další posouzení nebo legalizaci.

3.1.12 Finding a new market for an existing technology –

Hledání nového trhu pro již existující technologii

Tento nástroj napomáhá identifikovat technickou způsobilost dané technologie a příležitost jejího využití na novém trhu. Může napomoci, pokud je cílem rozšířit uplatnitelnost již existující technologie, nebo nalezení příležitostí pro nové produkty. Výsledkem je seznam všech možných tržních příležitostí, uživatelů, partnerů a konkurentů na trhu.

3.1.13 Root Cause Analysis - Analýza kořenové příčiny

Tento nástroj slouží k analyzování kořenové příčiny nežádoucí události. Je možné ho využít k identifikování neoptimálního výkonu v produktu nebo procesu, nebo vícenásobně využívat firemní zkušenost získanou v dřívějších analýzách kořenových příčin. Výsledkem z tohoto nástroje je strom příčin a následků nežádoucích událostí, problému nebo neoptimálního výkonu produktu resp. procesu a možné strategie, jak zmírnit kořenové příčiny.

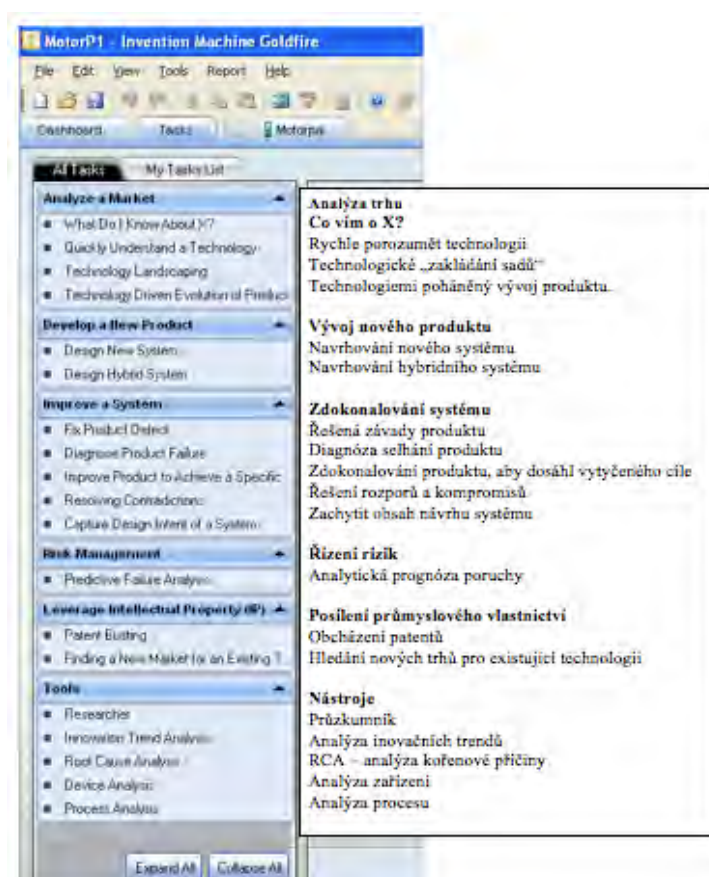
3.1.14 Product Analysis - Analýza výrobku

Tento nástroj pomáhá modelovat a analyzovat funkce určitého produktu, kde je potřeba porozumět funkcím jednotlivých komponent a modelem zachytit jejich vazby

ve výrobku (produktu) – funkčně nákladová analýza. Následně je pak možné uplatnit zásady analýzy látek a polí (Sub-Field Analýzy) nebo zjednodušit návrh produktu procedurou svinování prvků. Výsledkem je pak zobrazen model funkcí výrobku včetně seznamu identifikovaných nedostatků a maticí vzájemných vazeb mezi komponenty produktu.

3.1.15 Process Analysis - Analýza procesu

Tento nástroj pomáhá modelovat a analyzovat funkce určitého procesu. Pokud je potřebné porozumět všem operacím v procesu, nebo modelem zachytit jejich posloupnost včetně jejich funkčních vztahů. Zde se vyskytuje příležitost pro uplatnění principu vepolové analýzy (Sub-Field). Nebo je zde možné proces zjednodušit pomocí svinování. Výsledkem je model funkcí daného procesu plus četné návrhy alternativních způsobů řešení. [12]



Obrázek 3.1 - Náhled prostředí Goldfire Inovátoru [13]

3.2 GoldFire Inovator pro průzkum veřejného mínění

Jednou z částí bakalářských nebo diplomových prací bývají i průzkumy veřejného mínění o určitém produktu nebo službě. V nynější době mnoho lidí diskutuje nebo sdílí zkušenosti o určitém výrobku v různých diskuzích nebo na sociálních sítích. Sémantické vyhledávače, které jsou součástí GoldFire Inovatoru 7.0., dovedou prohledat určitou datovou oblast (např. diskusní skupinu na fóru) a vyhodnotit názory uživatelů.

Obrovskou příležitostí pro získávání dat o potřebách uživatelů a jejich zpětné vazby přináší sociální sítě. Například na sociální síti Facebook (<http://www.facebook.com>) je nyní registrováno více jak 500 milionu aktivních uživatelů. Tito uživatelé se dále registrují do určitých podskupin, které jsou jim sympatické např. uživatel, který má rád fotografování se zaregistruje do skupiny „digitální fotografie“. Tehdy uživatel může vidět veškeré informace, které se v této skupině sdílejí např. pozvánky na foto výstavy apod. Ale také majitel této skupiny vidí veškeré informace, které uživatelé z jeho skupiny sdílejí. Tito uživatelé v rámci svých komentářů diskutují, vyjadřují své dojmy a zkušenosti s různými produkty. Například student bude mít za úkol přijít se zlepšujícími návrhy k určitému foto editoru. Tehdy přichází okamžik pro sémantické vyhledávače GoldFire Inovatoru. V jeho nastavení je předpřipravena volba pro propojení se sociální sítí např. Facebook a s jeho skupinami. Jakmile proběhne analýza celé skupiny pod určitým pojmem např. „název foto editoru“; dostane zpětnou vazbu podle komentářů uživatelů například „tento foto editor funguje pomalu“, „v tomto foto editoru mi chybí funkce xy“ atp. Goldfire Inovator veškeré tyto komentáře vyhodnotí (podle četnosti, sympatií, argumentace od ostatních uživatelů) a poskytne tak návrh, kam by měl vývoj daného softwaru pokračovat. Stejný model řešení může aplikovat student, v rámci jehož práce je hodnocena kvalita a spokojenost zákazníků s určitým produktem, službou nebo způsobem jeho provedení. Toto může být pro studenta také impulzem pro efektivnější zpracování jeho produktu/výrobku (např. nedělat úchyty z kovu, ale z plastu protože v zimě studí).

Výstupem z GoldFire Inovátoru může být soupis všech možných nedostatků, chyb, nedokonalostí a také návrhu na zlepšení, kterými by se uživatel měl zabývat. [12]

4. Případová studie - Rozvoj větrných elektráren

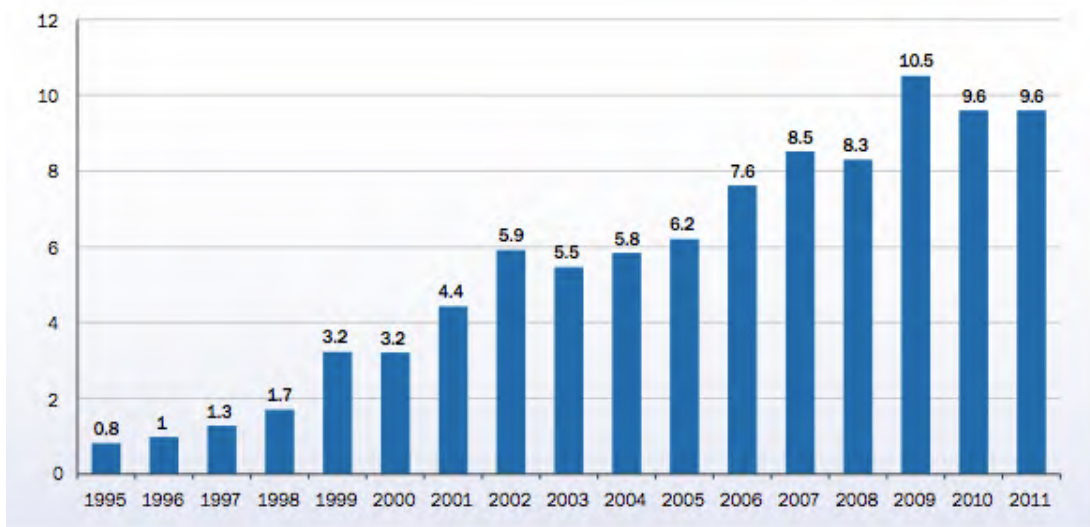
Z důvodu rychlého nárůstu počtu obyvatel a neustále se zvětšujícím požadavkům na dodávky el. energie se ukazuje jako nezbytné, aby inovace zdokonalovaly a zvyšovaly efektivnost alternativních zdrojů el. energie. Větrné turbíny reprezentují atraktivní zdroj obnovitelné a tzv. „Zelené“ energie. Nárůst dodávek větrné energie ve světě se každé tři roky zdvojnásobuje. Tempo růstu počtu větrných elektráren je dokonce v posledních dvou letech ještě radikálnější. Pro udržení tohoto růstu je však potřebné neustále zdokonalovat dosavadních technologie i pracovat na vyšší výkonnosti.

Tato případová studie větrné elektrárny ukazuje reálné použití možností metodiky TRIZ. Je zde uveden celý řešitelský postup a způsob, jak je možné pracovat na řešení problému při využití TRIZu jak pro stanovení problému, tak při využití softwaru Goldfire Inovator. [9]

Informace o větrné energii:

- Celkový instalovaný výkon větrných elektráren v ČR k 31.12.2011 je 217 MW.
- Nominální výkon větrných elektráren se pohybuje od malých výkonů (300 kW) pro soukromé využití až po 2 MW.
- V roce 2011 bylo nainstalováno 9 616 MW větrné energie (o 37.7% více než v roce 2010). Celkový instalovaný výkon větrných elektráren je 93 957MW.
- V současnosti pokrývá větrná energie 6,3 % spotřeby v EU.
- Z celkového počtu nově instalovaných elektráren z obnovitelných zdrojů obsadila větrná energie třetí příčku po solárních panelech a bioplynu.
- Potenciál světové produkce větrné energie není plně využit a představuje velké příležitosti k ochraně životního prostředí a výrobu „zelené/šetrné“ energie.
- Mezinárodní instalace 1,2 milionu MW větrné energie v roce 2020 by mohla generovat více elektřiny, než v dnešní době spotřebuje celá Evropa.

Instalace nových větrných elektráren v GW v jednotlivých letech.



Obrázek 4.1 – Instalace nových větrných elektráren v GW v jednotlivých letech [9]

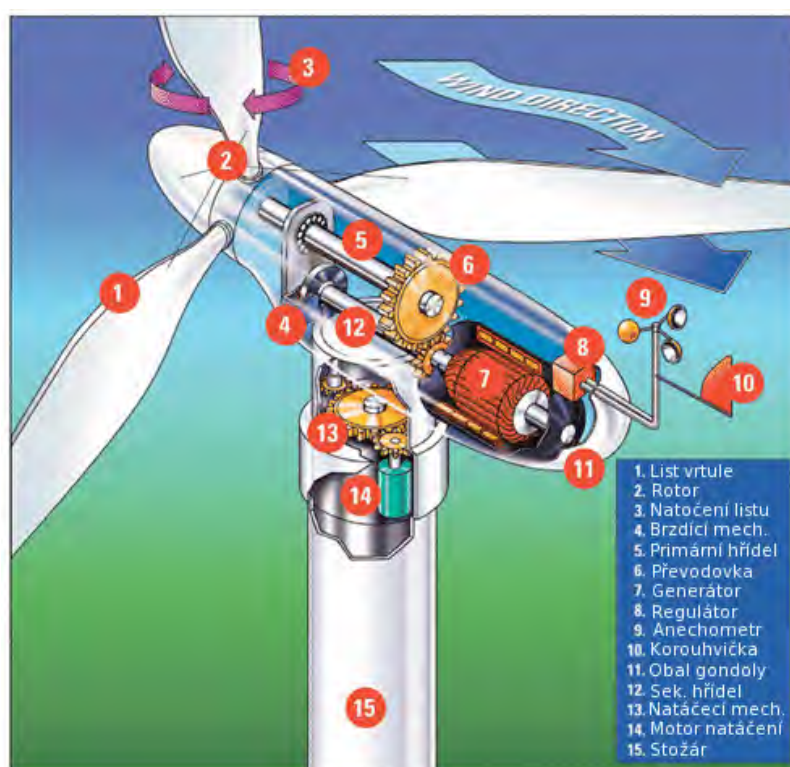
Trendy vývoje technologie větrných turbín

- Generátory jsou schopny měnit svoji rychlost otáček v závislosti na síle větru, mohou se tak přizpůsobit při přeměně větrné energie na energii elektrickou.
- Aerodynamika lopatek větrných turbín byla podstatně zdokonalena a došlo tak ke zvýšení kapacitních faktorů větrných turbín. Resp. ke zvýšení poměru počtu wattů zpracované větrné energie na jednom čtverečním metru.
- Zdokonalení bezpřevodových turbín snižuje jejich pořizovací i průběžné provozní náklady.
- Hlavním trendem jsou turbíny směřované proti větru s maximálním výkonem 1 MW a více. Evropské společnosti – jako například dánské Vestas nebo NEG Micon – již mají ve svých nabídkách více než 10 různých typů turbín o výkonu pohybujícím se okolo 1 MW.
- Trend optimalizace větrných turbín je aby stroje mohly dodávat elektrickou energii za co možná nejnižší cenu za kilowatthodinu (kWh).
- Výroba věží z lehkých materiálů. Dále také produkty technologického vývoje v aerodynamice a v návrhu generátorů snižují nebo ideálněji rozkládají pnutí a deformační napětí v konstrukci turbín. Pro stavbu stožáru je možné použít lehké materiály, které jsou obvykle i levnější.

- Vývoj řídicí a výkonová elektrotechniky již umožňuje řízení a monitorování větrných turbín na velké vzdálenosti. Systémy pak jsou pod neustálým dohledem operátorů, kteří mohou ihned reagovat na chybová hlášení systému a vzdáleně regulovat nebo zastavit turbínu. Náklady na pořízení těchto komponent se neustále snižují. Konstrukce turbín s řídicí elektronikou jsou velice žádané pro jejich kvalitu dodávaného výkonu a zároveň i pro jejich stále klesající cenu, kterou vyvolává redukce komponent. [9]

4.1 Přípravná etapa - Počáteční stav

Základním modelem větrné elektrárny pro tento projekt byl vybrán model gondoly se třemi lopatkami. Tento typ větrné elektrárny, někdy označována jako Dánská varianta, patří mezi ty nejpoužívanější po celém světě. Tato gondola se třemi lopatkovými listy bývá nasměrována proti směru větru z důvodu přímého proudění vzduchu na listy vrtule.



Obrázek 4.2 - Model větrné turbíny [19]

Větrná elektrárna je založena na opačném principu, než jak funguje ventilátor vzduchu. V tomto případě se nevyužívá el. energie k výrobě větru, ale proudění vzduchu k výrobě el. energie. Vítr působící na lopatkové listy roztáčí rotor gondoly, který je spojen s hřídelí. Hřídel je následně spojena přes převodovku s generátorem

elektrické energie. Vyrobená el. energie pak putuje přenosovou sítí do transformátorů a rozvoden, a odtud do domů, obchodů a škol.

4.2 Informační etapa - Shromáždění informací

Druhou základní etapou procesu inovace je shromáždění všech informací o objektu inovace. Je nezbytné znát detailně všechny jeho komponenty, funkce a jich účel. Za tímto účelem byl vytvořen soupis komponent. Následně je žádané zjistit, jakým směrem se předchozí inovace objektu ubíraly a kde je možné nalézt další příležitosti pro inovaci větrné elektrárny. Stěžejní částí je zhotovení modelu funkcí znázorňující prvky systému a jejich vzájemné funkce.

Soupis komponentů větrné turbín

Seznam prvků nadsystému:

č. p.	Prvek	Popis působení
1.	Vítr	Jedná se o proudění vzduchu, které vzniká z různorodosti atmosférického tlaku v různých zeměpisných oblastech. Vítr má dva základní parametry: Směr a rychlost.
2.	El. energie	Jedná se schopnost elektromagnetického pole vykonávat práci.

Tabulka 4.1 – Seznam prvků nadsystému

č.k.	Komponent	Popis komponentu
3.	List vrtule (3x)	Listy vrtule jsou uchyceny na rotoru, a převádějí větrnou energii na mechanickou (rotační) energii.
4.	Rotor	Drží listy vrtule a předává rotační energii primární hřídeli.
5.	Natáčecí mech. listů	Nátáčí listy vrtule dle směru a rychlosti větru.
6.	Brzdící mech.	Zastavuje z důvodu bezpečnosti větrnou elektrárnu při silém větru.
7.	Primární hřídel	Předává mech. (rotační) energii z rotoru do převodovky.
8.	Převodovka	Převádí nízké otáčky z primární hřídele na vysokootáčkovou sekundární hřídel.
9.	Generátor	Generuje z mechanické (rotační) energie el. energii.
10.	Regulátor	Vyhodnocuje směr a rychlost větru a natáčí nebo zastavuje gondolu, či nastavuje sklon listů vrtule.
11.	Anechometr	Dává regulátoru informace o rychlosti větru.
12.	Korohvička	Dává regulátoru informace o směru větru.
13.	Obal gondoly	Pouzdro gondoly, ve kterém jsou některé komponenty elektrárny.
14.	Sekundární hřídel	Předává mech. (rotační) energii z převodovky do generátoru.
15.	Natáčecí mech.	Jedná se o mechanismus, který směřuje gondolu dle směru větru, aby bylo dosaženo co největší efektivity při výrobě el. energie
16.	Motor natáčení	Pohoná jednotka pro natáčecí mechanismus gondoly.
17.	Stožár	Drží celou elektrárnu (Gondolu) v určité výšce nad zemí.

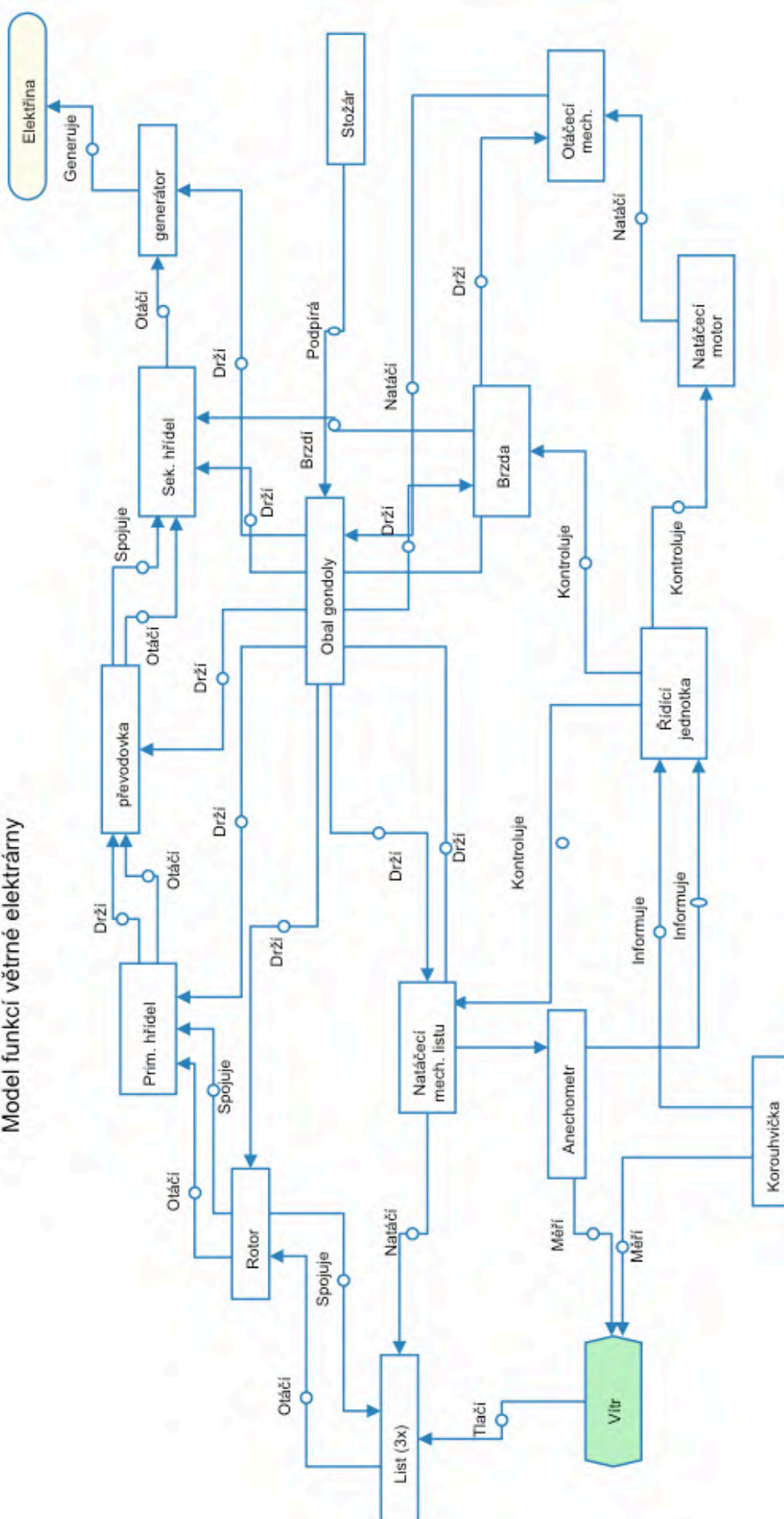
Tabulka 4.2 – Seznam komponent větrné elektrárny

4.3 Analytická etapa

4.3.1 Funkční analýza

Hlavním účelem funkční analýzy je sestavení modelu funkcí inovovaného objektu. Tento model zahrnuje všechny komponenty včetně funkcí, které mezi jednotlivými komponenty existují. Tento model slouží k pochopení funkčnosti technického systému.

Model funkcí větrné elektrárny



Obrázek 4.3 – Model funkcí větrné elektrárny

Na obrázku 3.3 je kompletní model funkcí inovovaného technického systému. Je zřejmé, že nositelem hlavní funkce je generátor, jelikož jako jediný prvek má vazbu na finální „produkt“, v tomto případě elektřinu (Žlutý blok). Prvek nadsystému je zde Větr (Zelený blok).

4.3.2 Svinování (Trimming)

Podle obecných podmínek (viz teoretická část) svinování bylo dosaženo tohoto výsledku:

- Mohou být svinuty tyto prvky: nízkorychlostní hřídel, převodová skříň, vysokorychlostní hřídel. Tyto komponenty mají přímou následnost. Mohou být svinuty v jednu nebo menší počet komponent. (Např. Variátor).

Za účelem zvýšení efektivnosti plnění funkce větrné elektrárny bylo definováno následující zadání:

Parametr: točivý moment - popisuje účinek silového působení energie větru: tlačit (rotovat, otáčet) tři listy rotoru (rotor je součástí náboje).

Skutečná hodnota parametru točivý moment je 2000 Nm.

Požadovaná hodnota umožňující zvýšení efektivity listů je 4000 Nm.

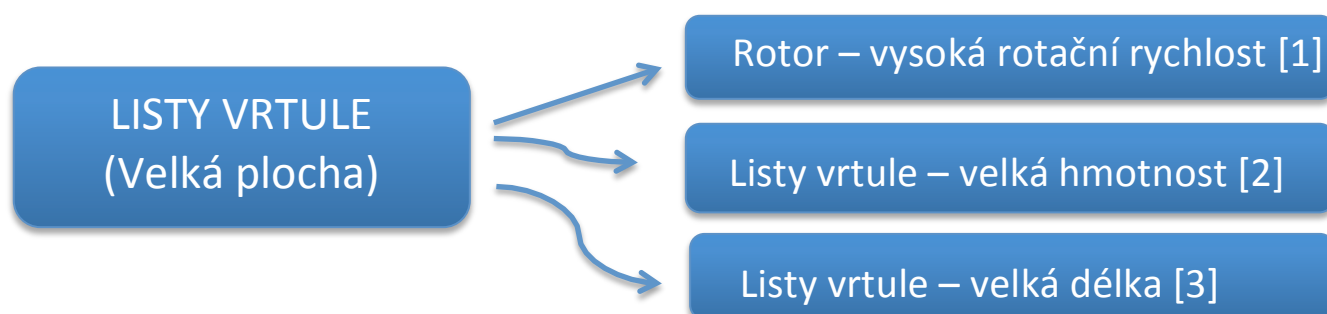
„Jak zvýšit točivý moment listů?“

4.4 Syntetická etapa - ARIZ

4.4.1 Technické rozpory – Heuristické principy

Technický rozpor 1 – TR 1: (nalezněte a formulujte)

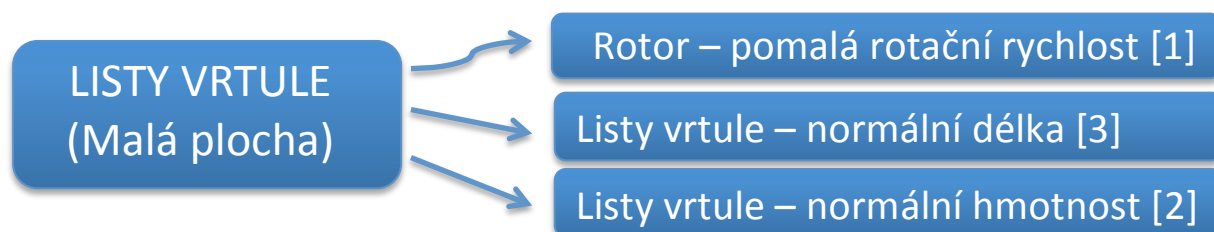
TC 1: Jestliže je použit list s velkou plochou, otáčky rotoru budou vysoké [1], ale hmotnost listu [2] a jeho délka [3] se zvýší.



Obrázek 4.4 - Technický rozpor č. 1.

Technický rozpor 2 – TR 2: (nalezněte a formulujte)

TR 2: jestliže je použit list s malou plochou, jeho hmotnost [2] a délka [3] budou adekvátní, ale otáčky rotoru budou nízké [1].



Obrázek 4.5 - Technický rozpor č. 2.

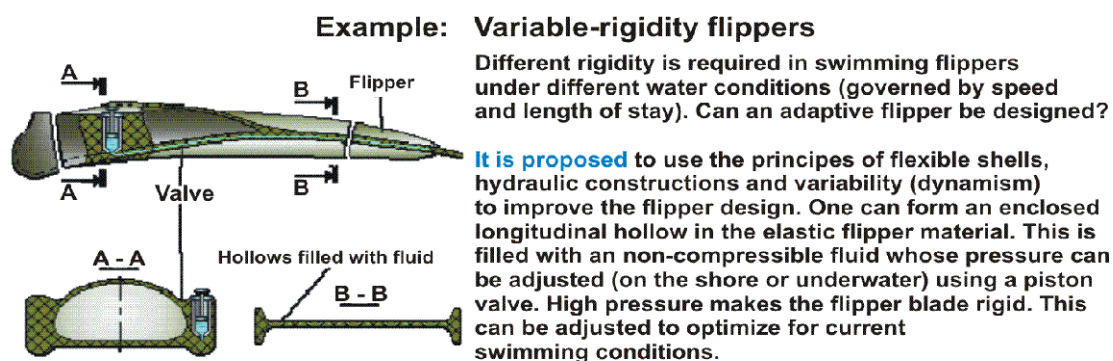
Heuristické principy:

Jakmile jsou specifikovány technické rozpory, je možné přistoupit k Altšulerově tabulce inovačních principů. Dle definovaného technického rozporu vybereme jeden zhoršující se parametr, a jeden zlepšující se parametr. Následně pak v tabulce najdeme doporučené heuristické principy, na které by se měla soustředit pozornost.

První technický rozpor z vybraného TR 1 a doporučené heuristiky k jeho řešení

Doporučení # 15 – Princip dynamičnosti:

- Necht' charakteristiky objektu (zatížení, rozměry, tvar, barva, skupenský stav, teplota atd.) nebo vnějšího prostředí se mění tak, aby v každé pracovní etapě měly nebo nacházely optimální pracovní podmínky
- Rozdělit objekt na části schopné přemísťovat se jedna vůči druhé
- Je-li objekt nepohyblivý nebo proces nepružný je nutno jej učinit pohyblivým, přizpůsobivým, nastavitelným

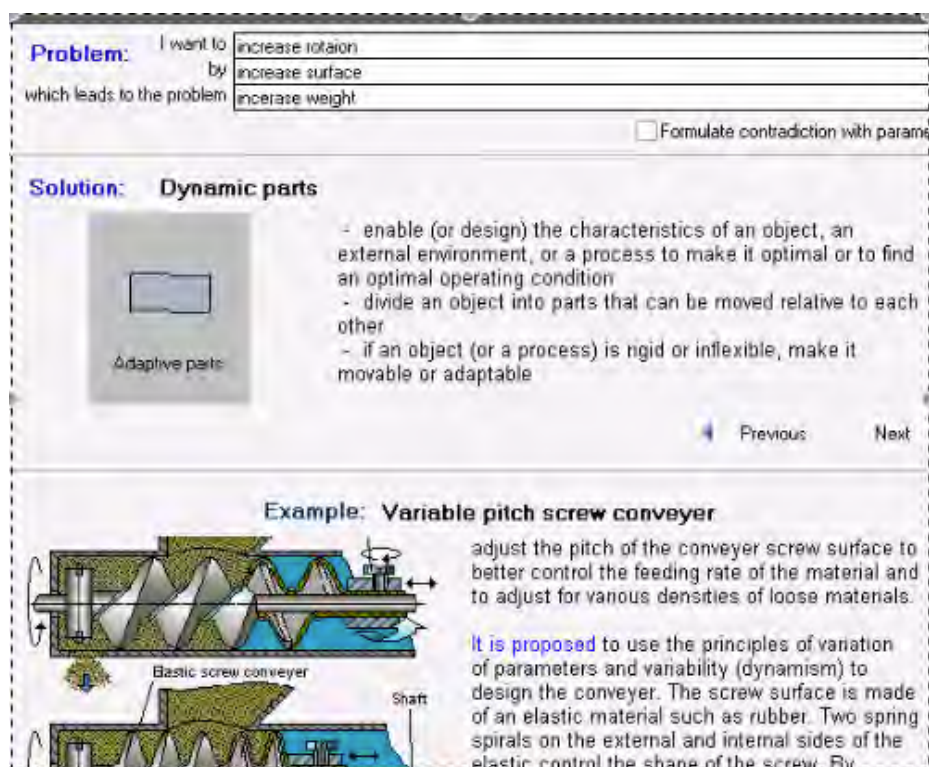


SU A.c. N 317 390

Obrázek 4.6 - Princip dynamičnosti 1. [13]

Použitím "Principu dynamičnosti" je možné zvýšit rychlost otáčení rotoru. Viz konkrétní příklad využití - "Proměnná tuhost listu", viz obrázek 4.6.

Dalším možným návrhem řešení je, že větrná elektrárna nebude mít vrtuli s lopatkami, ale na vrchu stožáru bude umístěn tunel, ve kterém bude umístěna více spirálová turbína. Proud vzduchu bude procházet tímto tunelem a roztáčet turbínu. Ta následně bude připojena ke generátoru el. energie.

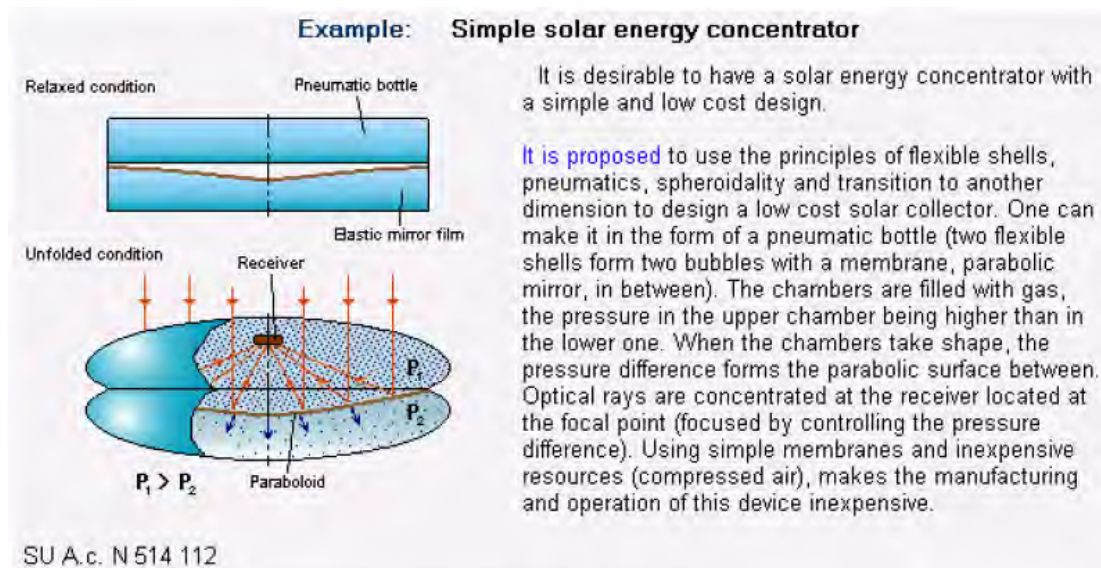


Obrázek 4.7 – Princip dynamičnosti 2. [13]

Druhý technický rozpor z vybraného TR 1 a doporučené heuristiky k jeho řešení

Doporučení # 29 – Využití pneu- nebo hydro-konstrukcí:

- Namísto pevných částí v objektu využít kapaliny nebo plyny. Části konstrukce pak lze staticky nebo dynamicky naplnit plynem nebo kapalinou.
- Použitím principu "29 – Využití pneu- nebo hydro-konstrukcí " lze zvýšit rychlost otáčení rotoru. Modul Principles nabízí jako příklad z patentovaného stavu techniky „koncentrátor“ solární energie.



Obrázek 4.8 - Využití pneu- nebo hydro-konstrukcí [13]

Pro lepší synchronizaci s rychlostí větru (popřípadě i jeho směrem) a pro ovládání tvaru listu mohou být některé části listu zhotoveny na základě ideji - principu "Využití pneu- nebo hydro- konstrukcí".

4.4.2 Fyzikální rozpor – Separační principy

Fyzikální rozpor:

Fyzikální rozpor je hlubším stupněm technického rozporu. Pro tento konkrétní případ může vypadat takto:

“Je potřeba velká vrtule aby se zvýšila rychlost otáčení, a zároveň je potřeba malá vrtule aby se nezvyšovala její hmotnost.”

Doporučený separační princip:

Princip separace v prostoru – Vrtule může být rozdělena do několika menších, které mohou být v řadě za sebou, nebo v řadě vedle sebe pro dosažení maximální efektivity.

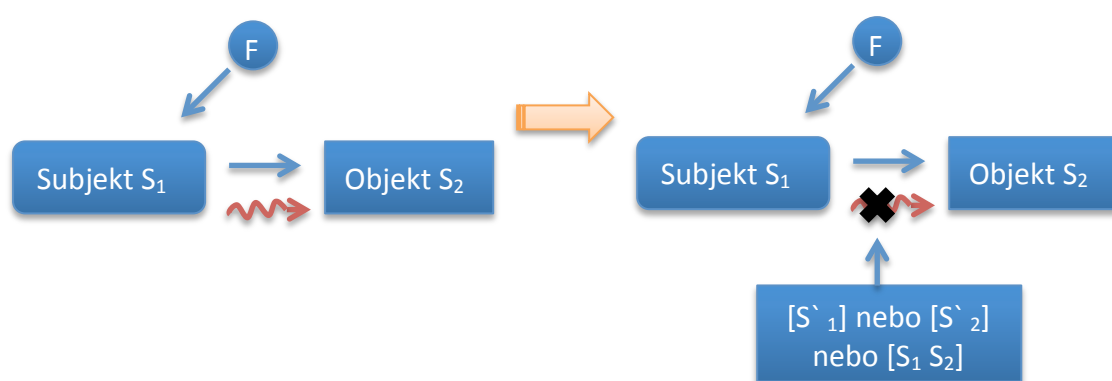


Obrázek 4.9 – Separace vrtule do několika menších vrtulí – větrná květina [17]

4.4.3 Model konfliktu – Model řešení

Pomocí Vepólové analýzy je možné stanovit model konfliktu a následně vybrat adekvátní model řešení. Tento model je obvykle zastoupen dvěma látkami a jedním polem. V tomto případě se jedná o lopatku vrtule a vítr jako dvě látky a silové působení větru jako pole.

Pokud mezi dvěma látkami modelu konfliktu je užitečné i škodlivé působení (a přitom není nutný bezprostřední kontakt látek k tomu, aby bylo zachováno užitečné působení), pak je možné konflikt řešit zavedením třetí látky (modifikací existujících látek nebo jejich kombinací) mezi tyto dvě látky viz obrázek 3.10.



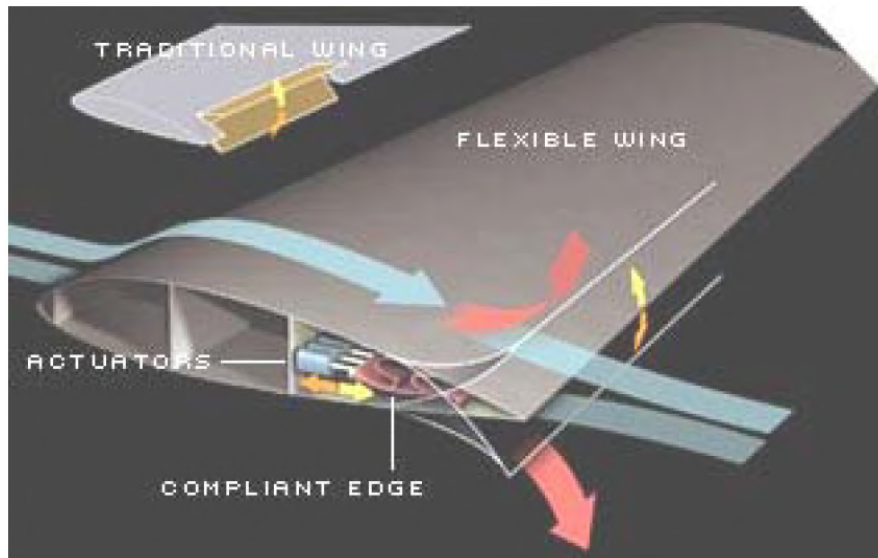
Obrázek 4.10 – Model konfliktu – model řešení

Dílčí závěr:

Doporučený model řešení orientuje řešitele na možnosti použití dostupných zdrojů látek a polí (v tomto případě látek a polí spojených s lopatkou).

Návrhy

Pružné křídlo – list



Obrázek 4.11 - Pružné křídlo [16]

Dvojitá vrtule - dvojité listy

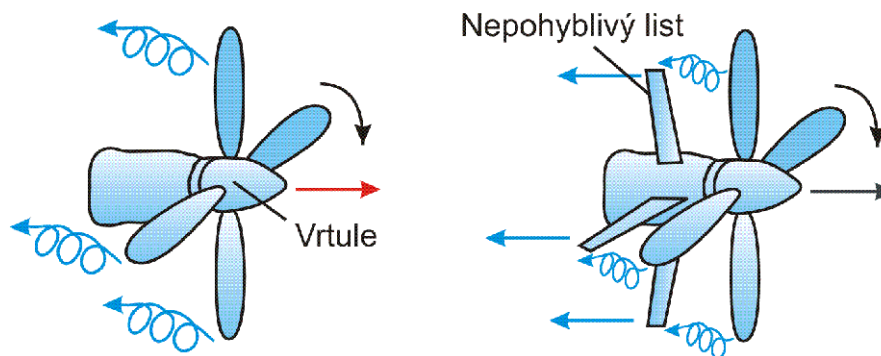
- Druhá vrtule je s protirotací
- Má listy vyrobené z pokročilých kompostních materiálů a výrazné zakřivení ve tvaru šavle na náběžné hraně. To zajišťuje zvýšenou účinnost při rychlém letu a sníženou hlučnost.
- Má šest listů na přední a osm listů na zadní vrtuli, kdy zadní vrtule dodává většinu výkonu.



Obrázek 4.12 – Dvojitá vrtule [15]

Výkonná vrtule – Stabilizátor proudu vzduchu

V tomto případě vrtule poskytuje větší tah, než klasická vrtule bez stacionárního listu. Nevýhodou však je že tento způsob konstrukce vytváří vzdušný proud, který vytváří velké turbulence. Turbulence pak způsobují snížení tahu.



Obrázek 3.13 – Výkonná vrtule – Stabilizátor proudu vzduchu [10]

Pro použití tohoto návrhu je navrženo namontovat dva (nebo více) stacionární listy přímo za vrtuli. Tyto listy pracují jako stabilizátory vzdušného proudu. Účinnost vrtule vzrostla o 30% díky lepšímu uspořádání vzdušného proudu.

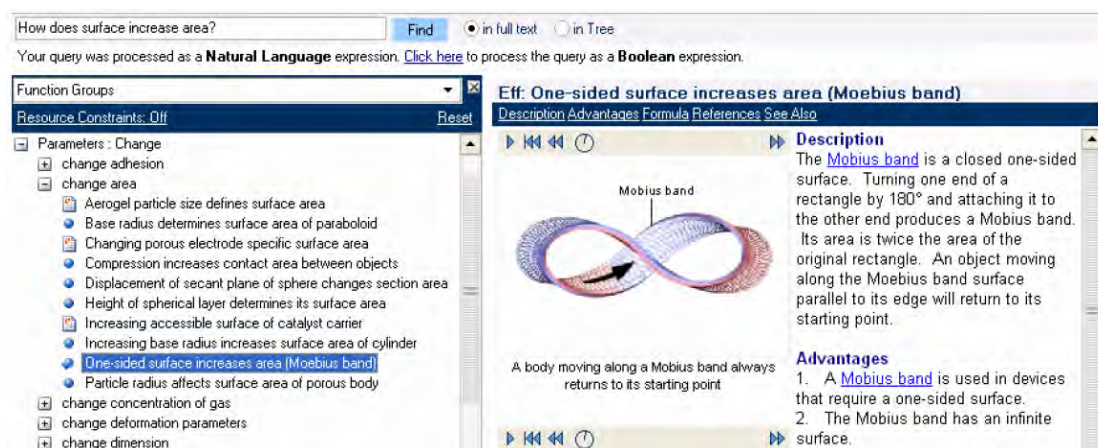
4.4.4 Technická funkce a efekty přírodních věd

Software Goldfire Inovator obsahuje modul efektů ve kterém je více než 9000 vědecko-technických efektů (jevů), patentů a jejich případů využití pro principiální založené technické funkce. Efekty a jejich příklady využití v technice se nacházejí v databázi, kterou je pak možné snadno procházet a vyhledávat vhodný efekt.

Nejprve je potřeba do softwaru správně definovat dotaz v podobě problému/funkce. V tomto případě „Jak zvýšit plochu povrchu?“ Výsledkem hledání v databázi efektů je několik odkazů, které mohou být považovány za inspirativní náměty, principiální možnosti, využitelné pro principiální řešení daného problému/funkce.

Návrhy:

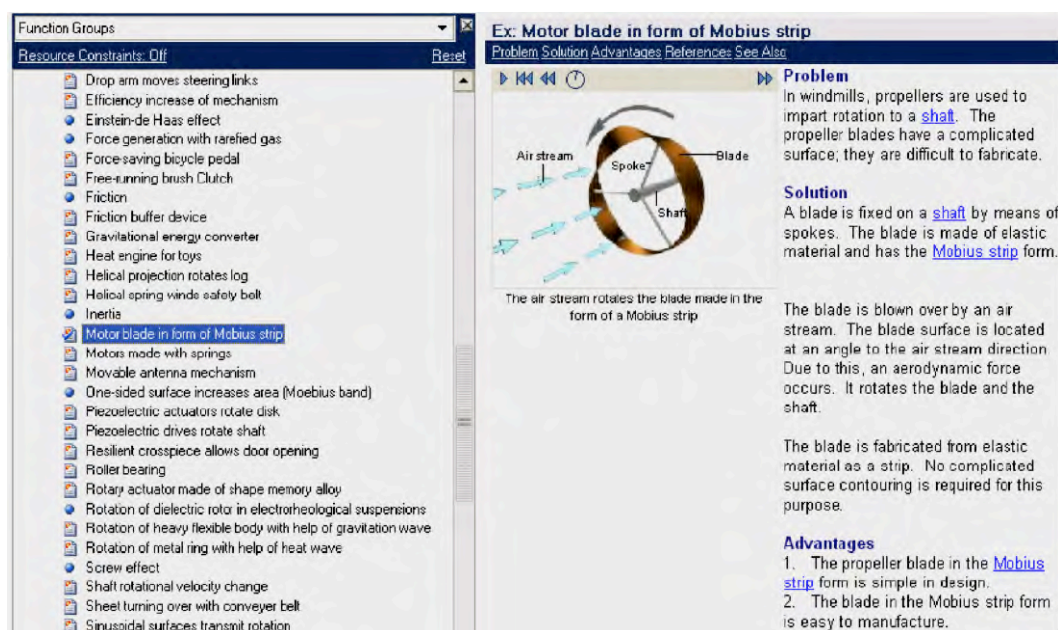
Jako výsledek z hledání se jako první objevil princip Möbiova pásu.



Obrázek 4.14 - Jednostranný povrch zvětšující plochu (Möbiův pás) [13]

V podstatě se jedná o uzavřený okruh jednostranného povrchu. Jeden z jeho konců je přetočen o 180° a následně napojen na druhý konec. Tím je dosaženo dvojnásobku plochy, kterou pás zabírá. Výhodou je pak skutečnost, že se případný objekt, který se pohybuje po pásu, vždy vrátí na začátek své trasy.

List motoru ve tvaru Möbiova pásu

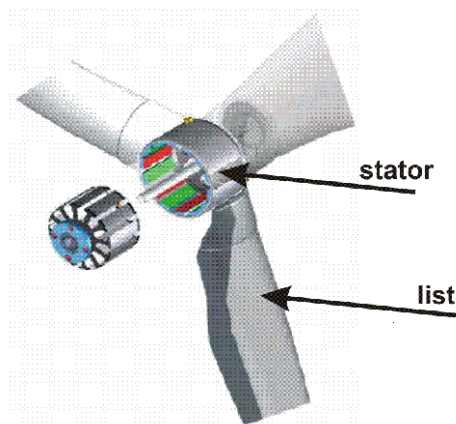


Obrázek 4.15 - List rotoru ve tvaru Möbiova pásu [13]

Konkrétním praktickým a patentovaným příkladem využití efektu Möbiova pásu je „list“ rotoru, viz obrázek 4.15. List vrtule je vyroben z elastického materiálu a připevněn k hřídeli pomocí jednotlivých paprsků. Tento tvar listu je používán nejen u větrných elektráren. Pomocí principu Möbiova pásu lze následně snížit náklady na obtížně realizovatelné povrchy lopatkových listů.

Stator synchronního generátoru s permanentními magnety

Stator synchronního generátoru s permanentními magnety je přímo připojen k listům. Listy tak přímo otáčejí tímto statorem synchronního generátoru a permanentní magnet synchronního generátoru tak při proměnné rychlosti otáčení rotoru generuje el. energii. Nízkorychlostní hřídel, vysokorychlostní hřídel, skříň převodovky a další spojovací součásti mezi listy turbíny a generátorem elektřiny jsou v tomto návrhu odstraněny. Následně je i gondola elektrárny menší a lehčí. Podobný typ založen na tomto principu již vyrábí např. Siemens. [19]



Obrázek 4.16 – Stator synchronního generátoru [10]

4.5 Etapa ověření

Využitím metodiky TRIZ, za pomoci softwaru Goldfire Inovator s databází vědeckých efektů a informací z internetu bylo vytvořeno několik možných inovačních návrhů určených k dalšímu rozvoji a možné realizaci. Pro tuto práci jich bylo vybráno jen několik (nejzajímavějších) z nich. Pomocí hodnot dle hodnotové analýzy (vygenerována softwarem Goldfire) byla sestavena následující tabulka s hodnocením, který z vygenerovaných návrhů má největší šanci na reálné uplatnění.

č.	Název konceptu	Hodnocení
1.	Stator synchroní generátoru s permanentními magnety je přímo připojen k listům	66
2.	Dvojitá vrtule – Dvojité listy	66
3.	Výkonná vrtule – Stabilizátor proudu vzduchu	50
4.	List ve tvaru Möbiova pásu	18
6.	Pružné křídlo – list vrtule	10

Tabulka 4.1 – Tabulka hodnocení inovačních návrhů pro větrnou elektrárnu

4.6 Závěr případové studie:

V této případové studii byla metodika TRIZ aplikována na řešení inovace větrné elektrárny. Pomocí známých nástrojů metodiky TRIZ bylo vygenerováno několik možných návrhů, které by mohly být v budoucnu realizovány. Jako nejvíce zajímavý koncept se jeví použití statoru synchronního generátoru s permanentními magnety, na podobném principu již elektrárny vyrábí firma Siemens. [19]

5. Přínosy Metodiky TRIZ pro vzdělání a praxi

5.1 Systematický přístup a schopnost abstrakce

Hlavním přínosem metodiky TRIZ pro řešitele inovačních zadání je, že jeho práce nabývá systematičnosti, a získává postup k nalezení požadovaného inovačního řešení. Jedním z předpokladů pro zvládnutí metodiky TRIZ je posun myšlení do abstraktnější roviny a schopnost zobecňovat, což u méně zkušených inženýrů není běžné.

Metodika TRIZ je aplikována při řešení problému postupně v jednotlivých krocích, a tím je i rozvíjeno systematické myšlení řešitele.

5.2 Objektivizovaný pohled

Model analyzovaného problému, sestaven podle metodiky TRIZ, může sloužit nejen jako nástroj při řešení konkrétního problému, ale později i jako dokumentace. V tomto modelu je podrobně osvětleno, proč byla provedena určitá změna konstrukce nebo procesu a jaké problémy se touto změnou vyřešily. Tento model přináší řešiteli objektivizovaný pohled nad provedenou inovací.

5.3 Snadné vyhledávání ve znalostních databázích

Metodika TRIZ pomůže jasně definovat inovační zadání, a pomocí tohoto zadání je podstatně jednodušší vyhledávat možné řešení na webu, nebo v rozsáhlých databázích existujících patentů, které zpřístupňuje Goldfire Inovator.

5.4 Úspora nákladů

Metodika TRIZ se vyhýbá strategii řešení problému pokus-omyl, proto její použití je podstatně efektivnější (časově i finančně) než u jiných řešitelských postupů a přináší do firem neustále požadované snižování nákladů.

Bohužel školení metodiky TRIZ jsou velice časově i finančně náročná, a pro její dostatečné ovládnutí potřebuje uživatel zpracovat jisté množství příkladů.

Zpracováno z reakcí firem, inženýrů a studentů metodiky TRIZ. [7]

6. Závěr

V této diplomové práci je stručně představena metodika TRIZ (Tvorba a Řešení Inovačních/Invenčních Zadání) včetně krátké historie, a obecný model řešení této metodiky. Dále je představeno 6 základních etap metodiky TRIZ, kterými by měl řešitel při tvorbě a řešení inovačních zadání projít. Důraz je obzvláště kladen na etapu analytickou a syntetickou.

V analytické etapě je představena funkčně nákladová analýza se zaměřením na analýzu funkcí a parametrů a další dva analytické nástroje a to svinování a rozvíjení technického systému. V syntetické etapě je představen algoritmus pro řešení invenčních až inovačních zadání ARIZ, a 5 jeho hlavních nástrojů: - technické rozpory a možnost jejich řešení pomocí heuristických principů, - fyzikální rozpory a jejich možnost řešení pomocí separačních principů, - model konfliktu a odpovídající použitelné modely k řešení (Vepólová neboli Sub-Field Analýza), - technická funkce, která může být realizována různými nabízenými jevy a efekty přírodních věd, a jako poslední je zde představena tvorba řešení dle zákonitostí rozvoje technických systémů.

V druhé části práce je představen software Goldfire Inovator s popisem 15 nejužitečnějších nástrojů, které studenti nebo profesionální řešitelé mohou využít při tvorbě nebo řešení inovačních zadání. Také je zde představena nová funkce, kdy je možné propojit Goldfire Inovator se sociálními sítěmi i informačními kanály RSS (Really Simple Syndication), a čerpat z nich zpětnou vazbu a návrhy na další zdokonalení stávajících produktů.

Ve třetí části je uvedena příkladová studie, která se zaměřuje na zdokonalení větrné elektrárny. Na této větrné elektrárně byla provedena analýza komponent a funkcí včetně modelu funkcí a návrhu na svinutí. Výstupem z analytické etapy bylo vytvořeno inovační zadání: „Jak zvýšit otáčivý moment listů?“. V syntetické etapě byly postupně aplikovány nástroje ARIZu. Technický rozpor směřoval řešení k využití heuristického principu dynamičnosti nebo principu pneu- nebo hydro-konstrukcí (např. pružný list vrtule, více-spirálová turbína). Fyzikální rozpor směřoval řešení k pomoci separace v prostoru (např. více vrtulová elektrárna). Model konfliktů směřoval k využití modelu řešení pomocí přidání další látky (např. výkonová vrtule se stabilizátorem proudu vzduchu). Nakonec využitím vědeckých funkcí a efektů

přírodních věd bylo nalezeno řešení s využitím statoru synchronního generátoru s permanentními magnety, které jsou přímo připojen k listům větrné elektrárny. Tento poslední navržený koncept byl také vyhodnocen jako nejlepší.

V závěrečné čtvrté části práce jsou zhodnoceny výhody a přínosy metodiky TRIZ pro vzdělání a praxi. Pravděpodobně největším přínosem této metodiky je rozvoj systémového a systematického myšlení a rozvíjí schopnost abstrakce u řešitelů inovačních zadání. Dalším přínosem je, že řešitelé získávají objektivizovaný pohled problematiku, a mohou obecněji formulovat požadavky na vyhledávání ve znalostních databázích a inženýrských patentech. V neposlední řadě ukazuje analyticko-řešitelská metodika TRIZ možnosti, jak efektivně provádět dnes tolik vyžadované snižování nákladů.

7. Literatura

- [1] LNĚNIČKA, L. *Proces inovace v Six Sigma*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 35 stran. Vedoucí semestrálního projektu doc. ing. Bohuslav Bušov
- [2] LNĚNIČKA, L. *Inovační technologie pro elektrotechnickou výrobu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 59 sstran. Vedoucí bakalářské práce Prof. Leonid Sergeevich Chechurin, St. Petersburg State Polytech.
- [3] VOTROUBA, L.: *Rozvíjení tvořivosti techniků*. 2004, 1. vydání, SBN - 80-200-0785-7, Academia, 182 stran.
- [4] ALTSHULLER G. *On psychology of Inventive Creativity – Problems of Psychology*, vol. 2, 1988, 324 stran.
- [5] ALTSHULLER, G.: *40 Principles: TRIZ Keys to Technical Innovation*, New York, NY, Gordon & Breach 1998, 141 stran. SBN-10: 0964074036
- [6] ALTSHULLER G.: *Творчество как точная наука*, 2 изд., дополн. - Петрозаводск: Скандинавия, 2004, 208 stran. ISBN 0-677-21230
- [7] BUŠOV B.: Trizing: Český informační portál o metodice TRIZ [On-line] Dostupné z <http://www.triz.cz> [2011-12-07]
- [8] ŠKAŘUPA, *Kreativita a inovační myšlení v konstruování*, Ostrava, 2007, 1. Vydání Počet stran 230, VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA : ISBN 978-80-248-1717-0
- [9] Wind in power 2011 European Statistic [On-line] Dostupné z: http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/statistics/Stats_2011.pdf [2012-04-04]
- [10] KRÁSNÝ, K.: *Využití metodiky TRIZ a její SW podpory při řešení inovací*, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 58 s. Vedoucí bakalářské práce doc. ing. Bohuslav Bušov, CSc.
- [11] BUŠOV B.: Studijní materiályk předmětu MPRI na VUT [On-line] <https://www.vutbr.cz/elearning/course/view.php?id=112793> [2011-12-04]
- [12] Oficiální stránky spol. Invention Machines [On-line] <http://www.inventionmachine.com> [2012-05-04]
- [13] Software Goldfire Inovatore: Galerie obrázků SW Goldfire Inovator 7.0
- [14] CHECHURIN L. S.: *Intercourse SE*, Suwon.2000, 103 stran.

- [15] Aeronautic: Web zabývající letectvím [On-line] Dostupné z:
<http://www.aeronautics.ru/news/news002/news094.htm> [2012-03-31]
- [16] Tmeinc: Internetový portál zabývající letectvím [On-line] Dostupné z:
http://i.timeinc.net/popsi/images/space/space1003wing_A5_197.jpg [2012-03-31]
- [17] DesignHIT: Internetový portál zabývající se Designem [On-line] Dostupné z:
<http://cdn.trendhunterstatic.com/thumbs/nl-architects-power-flowers.jpeg> [2012-03-31]
- [18] HIPPLE, J.: Use of TRIZ to Solve Problems [On-line] Dostupné z:
http://www.winstonbrill.com/bril001/html/article_index/articles/451-500/article478_body.html [2012-05-22]
- [19] Siemens Company: Oficiální stránky společnosti Siemens [On-line] Dostupné z:
<http://www.energy.siemens.com/> [2012-05-12]
- [20] Alliantenergykids: Informační portál o větrné energii [On-line] Dostupné z:
http://www.alliantenergykids.com/wcm/groups/wcm_internet/@int/@aekids/documents/image/022691.jpg [2012-05-12]

8. Přílohy

39 Standardních technických vlastností

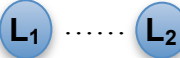
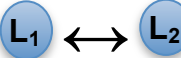
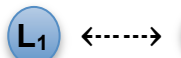
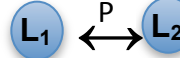
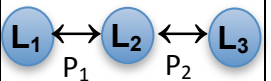
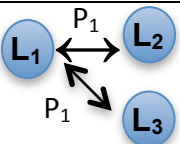
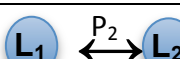
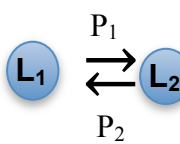
1. Hmotnost pohyblivého objektu	21. Výkon
2. Hmotnost nepohyblivého objektu	22. Ztráty energie
3. Délka pohyblivého objektu	23. Ztráta látky/hmoty
4. Délka nepohyblivého objektu	24. Ztráta informací
5. Plocha pohyblivého objektu	25. Ztráta času
6. Plocha nepohyblivého objektu	26. Množství látky/hmoty
7. Objem pohyblivého objektu	27. Spolehlivost
8. Objem nepohyblivého objektu	28. Přesnost měření
9. Rychlost	29. Přesnost výroby
10. Síla (Intenzita)	30. Škodlivé faktory působiví na objekt
11. Tlak, napětí	31. Škodlivé faktory vyvolané obj.
12. Tvar	32. Snadnost výroby (Zhotovení)
13. Stabilita rozložení objektu	33. Snadnost použití
14. Pevnost	34. Snadnost oprav
15. Doba působení pohyblivého obj.	35. Přizpůsobitelnost, Univerzálnost
16. Doba působení nepohyblivého obj.	36. Složitost zařízení
17. Teplota	37. Složitost detekce a měření
18. Osvětlenost	38. Stupen automatizace
19. Spot. energie pohyblivým obj.	39. Produktivita a výkonost
20. Spot. energie nepohyblivým obj.	

Tabulka 8.1 – 39 technických vlastností [11]

40. Heuristických principů

1. Segmentace	21. Princip "Zvrátit škodu v užitek"
2. Oddělení	22. Princip zpětné vazby
3. Princip místní kvality	23. Princip prostředníka
4. Princip asymetrie	24. Princip Samoobsluhy
5. Princip sloučení	25. Princip kopírování
6. Princip univerzálnosti	26. Nahradit drahou trvanlivost levnou zničitelností
7. Princip "Jeden v druhém"	27. Nahradit mechanické vazby
8. Princip anti-tíže	28. Využití pneu- hydro konstrukcí
9. Princip předběžného anti-působení	29. Využití pružných technických vrstev
10. Princip předběžného působení	30. Použití pórovitých materiálů
11. Princip "Předem podložené podušky"	31. Princip změny optických vlastností
12. Princip ekvipotenciálnosti	32. Princip stejnorodosti
13. Princip inverse	33. Odhození a regenerace částí
14. Princip sféroideálnosti	34. Změna fyzikálně-chemického stavu objektu
15. Princip dynamičnosti	35. Princip využití fázových přechodů
16. částečné či nadbytečné působení	36. Princip využití tepelné dilatace
17. Princip přechodu na jiný rozměr	37. Princip využití silných oksylichovadel
18. Princip využití mechanických vibrací	38. Princip využití inertního prostředí
19. Princip periodického působení	39. Princip použití kompozitních materiálů
20. Princip přeskočení	40. Plynulost užitečného působení

Tabulka 8.2 – 40 Heuristických principy [11]

	Modely řešení	Modely konfliktů					
		L					
		A	B	C	D	E	E
1.		✓					
2.				✓	✓	✓	✓
3.			✓	✓	✓	✓	✓
4.			✓	✓	✓	✓	✓
5.				✓	✓		
6.			✓				✓
7.			✓				✓

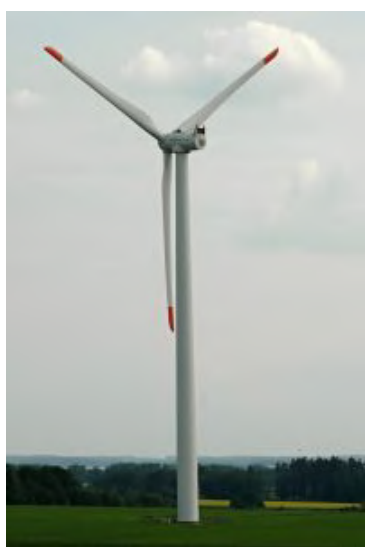
8.	Uvedení do souladu (sladění) v čase (Včetně impulzů, vibrací, rezonancí, pauz, periodické působení, přeskočení a tp.)		✓	✓	✓	✓	✓
9.	Uvedení do souladu (Sladění) v prosturu (Včetně: změn orientace, změn křivosti, víceúrovňové skladby, „jednoho v druhém“, odvrácené strany, soustředění, rozložení a tp.		✓	✓	✓	✓	✓
10.	Sladění v parametru		✓	✓	✓	✓	✓
11.	Segmentace (drobení) látek: Koule, několik koulí, elastičnosti, kapalina, plyn, dutina, perforace, pórovitost, několik kousků, prášek a tp.)		✓	✓	✓	✓	✓

Tabulka 8.4 - Modely konfliktů a modely řešení [11]

Fotografie větrných elektráren:



Obrázek 8.1 – Větrné elektrárny – Janov u Litomyšle



Obrázek 8.2 A (vlevo) a B (vpravo) – Větrné elektrárny – Mistelbach (A)



Obrázek 8.3 – Větrné elektrárny – Mistelbach (A)