



**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava**



# **Kreativita a inovační myšlení v konstruování**

**Jiří Skařupa**

**Ostrava 2007**

Recenze: Ing. Zdeněk Konečný, Ph.D.

Název: Kreativita a inovační myšlení v konstruování  
Autor: Jiří Skařupa  
Vydání: první, 2007  
Počet stran: 230  
Náklad: 50  
Vydavatel a tisk: Ediční středisko VŠB – TUO

Studijní materiály pro studijní obor 2301R013-70 Robotika a 2301R013-71 Robotizované montážní systémy, všechny konstrukční obory Fakulty strojní  
Jazyková korektura: nebyla provedena.

**Určeno pro projekt:**

Operační program Rozvoj lidských zdrojů

Název: Inovace vzdělávání na Fakultě strojní zaměřené na osobnostní rozvoj studentů

Číslo: CZ.O4.1.03/3.2.15.3/0415

Realizace: VŠB – Technická univerzita Ostrava

Projekt je spolufinancován z prostředků ESF a státního rozpočtu ČR

© Jiří Skařupa

© VŠB – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-1717-0

## Obsah

<b>POKYNY KE STUDIUM.....</b>	<b>5</b>
Výklad .....	6
Shrnutí kapitoly .....	6
<b>1. TVŮRČÍ TECHNICKÁ ČINNOST .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. INŽENÝRSKÉ ČINNOSTI A KONSTRUOVÁNÍ.....</b>	<b>8</b>
Výklad .....	9
1.1.1. Základní rozpor technické tvůrčí práce.....	9
1.1.2. Metodika konstruování – historie a vývoj.....	10
1.1.3. TRIZ.....	16
1.1.4. Inovace.....	21
Shrnutí kapitoly .....	23
<b>1.2. METODIKA KONSTRUOVÁNÍ .....</b>	<b>24</b>
Výklad .....	25
1.2.1. Přehled současných postupů MK.....	25
1.2.2. Hodnotová analýza.....	30
1.2.3. QFD .....	32
1.2.4. FMEA .....	35
Shrnutí kapitoly .....	39
<b>2. TRIZ, ARIZ.....</b>	<b>40</b>
<b>2.1. FUNKČNÍ A NÁKLADOVÁ ANALÝZA (FNA) .....</b>	<b>44</b>
Výklad .....	44
2.1.1. Postupy.....	44
Shrnutí kapitoly .....	47
<b>2.2. ARIZ.....</b>	<b>48</b>
Výklad .....	48
2.2.1. Základní pojmy .....	48
2.2.2. Principy postupu .....	51
Shrnutí kapitoly .....	51
<b>2.3. PŘÍPADOVÉ STUDIE APLIKACÍ TRIZ, ARIZ .....</b>	<b>52</b>
Výklad .....	52
2.3.1. Zámek jízdního kola .....	52
2.3.2. Vývoj nového lapače komárů .....	55
2.3.3. Problém poškozování silničních vozidel při nárazu do sloupu veřejného osvětlení.....	59
2.3.4. Vývoj nového typu pluhu s využitím metody TRIZ a Robust Design.....	72
2.3.5. Zdokonalení větrné elektrárny .....	76
Shrnutí kapitoly .....	93
<b>3. INVENTION MACHINE .....</b>	<b>94</b>
<b>3.1. TECHOPTIMIZER 3.0 .....</b>	<b>95</b>
Výklad .....	95
3.1.1. Úvod.....	95
3.1.2. Analýza produktu.....	97
3.1.3. Svinování (Trimming) .....	118
3.1.4. Manažer problémů (Problem Manager).....	128
3.1.5. Efekty.....	133
3.1.6. Prognózy (Prediction).....	140
3.1.7. Principy (Principles) .....	146
3.1.8. Základní pojmy .....	150
3.1.9. Příklad aplikace TO - Injekční stříkačka.....	158
Shrnutí kapitoly .....	178
<b>3.2. GOLDFIRE INNOVATOR 4.0.....</b>	<b>179</b>

Výklad .....	179
3.2.1. Principy GFI .....	179
3.2.2. Základní pojmy GFI, obsah a použití manuálu .....	181
Popis a ovládání GI, základní postupy .....	181
Innovator workbench (pracovní stůl Inovátoru) .....	184
Researcher (není předmětem kurzu) .....	185
Innovation Trend Analysis .....	185
Založení projektu a práce s projekty .....	185
Aplikace základních postupů .....	188
Innovator workbench (Inovátor) .....	188
3.2.3. Inovace existujícího systému .....	188
Analyze & Solve Core Problems (Analýza & Řešení kořenových problémů - volitelné) .....	190
Model & Improve System (Model & Vylepšení systému) .....	198
3.2.4. Návrh nového systému ( <i>Design New System</i> ) .....	198
Device model/Device analysis (Model a analýza zařízení) .....	200
Tvorba grafu .....	206
Trimming .....	210
Manažer řešení .....	210
Knowledge Search (vědomostní databáze) .....	211
Patent Collections (sbírky patentů) .....	211
IMC Scientific Effects (IMC vědecké efekty) .....	212
Inventive Principles (invenční principy) .....	217
System Modification Patterns (modifikačních schémat) .....	220
Přirozený jazyk a jeho aplikace .....	223
Shrnutí kapitoly .....	226
Další zdroje .....	227



## POKYNY KE STUDIU

### Kreativita a tvůrčí myšlení při konstruování

Pro předmět 1. semestru Navazujícího magisterského studia oboru Robotika jste obdrželi studijní oporu obsahující:

- Poznatky o principech TRIZ a ARIZ
- Manuál pro práci se systémem počítačové podpory tvůrčí technické práce Invention Machine – Goldfire Innovator 4.0
- Návod pro podporu práce se systémem TechOptimizer 3.0
- Případové studie k tvůrčí technické práci s využitím TRIZ, ARIZ

#### Prerekvizity

Pro studium tohoto předmětu se předpokládá absolvování bakalářského studia na Fakultě strojní. Vzhledem k tomu, že software je pouze v anglické verzi, je nezbytné, aby student znal aspoň základy technické angličtiny a byl schopen zvládnout základní pojmový aparát.

#### Cílem předmětu

je seznámení se základními pojmy a postupy technické tvůrčí práce při konstruování strojů a zařízení. Po prostudování modulu by měl být student schopen využít získané poznatky k řešení technických a konstrukčních problémů strojů vlastního oboru.

#### Pro koho je předmět určen

Modul je zařazen do Navazujícího magisterského studia oboru Robotika, ale může jej studovat i zájemce z kteréhokoliv jiného oboru Fakulty strojní.

Studijní opora se dělí na tématické bloky, kapitoly, které odpovídají logickému dělení studované látky, ale nejsou stejně obsáhlé. Předpokládaná doba ke studiu kapitoly se může výrazně lišit, proto jsou velké kapitoly děleny dále na číslované podkapitoly a těm odpovídá níže popsaná struktura.

#### Při studiu každé kapitoly doporučujeme následující postup:



**Čas ke studiu:** xx hodin

Na úvod kapitoly je uveden **čas** potřebný k prostudování látky. Čas je orientační a může vám sloužit jako hrubé vodítko pro rozvržení studia celého předmětu či kapitoly. Někomu se čas může zdát příliš dlouhý, někomu naopak. Jsou studenti, kteří se s touto problematikou ještě nikdy nesetkali a naopak takoví, kteří již v tomto oboru mají jisté zkušenosti.



**Cíl:** Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- popsat ...
- definovat ...

- vyřešit ...

Ihned potom jsou uvedeny cíle, kterých máte dosáhnout po prostudování této kapitoly – konkrétní dovednosti, znalosti.



## VÝKLAD

Následuje vlastní výklad studované látky, zavedení nových pojmů, jejich vysvětlení, vše doprovázeno obrázky, tabulkami, řešenými příklady, odkazy na animace.



## Shrnutí kapitoly

Na závěr kapitoly jsou zopakovány hlavní pojmy, které si v ní máte osvojit. Pokud některému z nich ještě nerozumíte, vraťte se k nim ještě jednou.

# 1. TVŮRČÍ TECHNICKÁ ČINNOST

## Po úspěšném a aktivním absolvování tohoto BLOKU

<p>Prostudováním prvního přednáškového bloku, členěného do tří částí, se seznámíte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ se základy kreativity v inženýrských konstrukčních činnostech</li> <li>▪ se současnými postupy metodiky konstruování pro inovace technických systémů</li> <li>▪ s principy TRIZ, ARIZ</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Cíle přednáškového bloku</p>
<p><i>Teorie řešení inovačních zadání, základní principy, ARIZ – algoritmus řešení inovačních zadání, systémové myšlení, rozpory – administrativní, technické, fyzikální, objektivní zákony rozvoje technických systémů, heuristické postupy, standardy, metodika konstruování, technické systémy, vlastnosti a funkce, orgány, struktury, hodnotová analýza, metody hodnocení, riziko.</i></p>	<p style="text-align: center;">Klíčová slova</p>



**Čas ke studiu:** 4 hodiny

Inženýrství pochází z latinského “ingenium”, tj. vynalézání, tvůrčí činnost. Zahrnuje činnosti spojené s umělým vytvářením objektů, přičemž se uplatňuje tvořivost, snaha o maximální úspěšnost a vytvoření dokumentace výsledku, využití prostředků a výsledků vědy, techniky, organizace aj. Oblastí lidské činnosti. Charakteristické je rovněž úsilí o algoritmizaci inženýrských činností a optimalizaci postupů i výsledků činnosti.

Předmětem zájmu při těchto činnostech jsou stavy technických systémů v budoucnosti, přitom jejich znalost je nezbytná pro rozhodování v současnosti. Tím je dán základní rozpor v technické tvůrčí práci, k jehož překonání hledáme vhodné metody a prostředky. Od období první průmyslové revoluce můžeme sledovat úsilí vynálezců a techniků nejen o vytvoření technického systému, nebo o jeho zlepšení, ale také o nalezení zmíněných metod a prostředků.

V této studijní opoře se zabýváme především metodou TRIZ. K pochopení jejího přínosu a v tomto kontextu ukážeme historický vývoj v této oblasti a srovnáme možnosti různých přístupů.

## 1.1. INŽENÝRSKÉ ČINNOSTI A KONSTRUOVÁNÍ

### Po úspěšném a aktivním absolvování této KAPITOLY

<p>V této kapitole se seznámíte se základy inženýrských činností a konstruování. Kapitola je členěna do podkapitol:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ základní pojmy</li> <li>▪ historie a vývoj metodiky konstruování</li> <li>▪ TRIZ – Teorie řešení inovačních zadání</li> <li>▪ Inovace</li> </ul> <p>Po jejich prostudování budete schopni vysvětlit význam základních pojmů inovačních postupů, pochopíte klíčové body a podmínky historického vývoje těchto postupů a přínos TRIZ.</p>	<p>Cíle kapitoly</p>
--	----------------------

<p><i>Základní rozpor technické tvůrčí práce, teorie řešení inovačních zadání, základní principy, ARIZ – algoritmus řešení inovačních zadání, systémové myšlení, rozpory – administrativní, technické, fyzikální, objektivní zákony rozvoje technických systémů, heuristické postupy, standardy</i></p>	<p>Klíčová slova</p>
---	----------------------



**Čas ke studiu:** 1,5 hodiny

Úsilí strojírenských firem o neustálou inovaci jejich produktů a vznik produktů principiálně nových, které by obstály v konkurenčním prostředí, vyžaduje přípravu odborníků v tomto směru již v průběhu studia. Kromě vysoké úrovně kreativity konkrétního člověka – konstruktéra, to vyžaduje také zvládnutí vhodných metod a nástrojů, které mohou tvůrčí schopnosti výrazně podpořit. Uznávanou, relativně novou metodou k tomuto účelu, je Teorie řešení inovačních zadání (TRIZ) a z ní odvozený Algoritmus řešení inovačních zadání (ARIZ).

TRIZ je vědecky podložené řešení inženýrských inovačních úloh. Umožňuje zvýšit kreativitu uživatelů a překonávat bariéry psychologické setrvačnosti a vychází ze souboru zákonitostí vývoje technických systémů, umožňujících předvídat vývoj budoucí generace výrobků a metod. Poskytuje odpověď na všechny tři základní otázky vynalézání, tj. "Co?", "Proč?" a "Jak?". Na první dvě otázky odpovídá funkčně nákladová analýza zdokonalovaného objektu. Pro odpověď na třetí otázku byl sestaven ARIZ, odvozený z analýzy tisíců patentů a autorských osvědčení.

Ke zvýšení řešitelské kapacity tvůrčích pracovníků při řešení úkolů v praxi slouží počítačová podpora metody TRIZ s názvem Invention Machine (IM). Obsahuje mj. konzultační moduly: IM - heuristické principy, IM - standardní postupy, IM - efekty. Metoda se dále rozvíjí a dnes je dodávána v souboru dalších postupů, označovaných jako Goldfire Innovator, který navíc poskytuje pokročilé technologie vyhledávání znalostí.

Zvládnutí základních, výše uvedených postupů, poskytuje studentům, kteří se s nimi seznámí, mimořádné benefity pro rozvoj jejich tvůrčích schopností a tím potažmo i pro rozvoj firem, v nichž budou působit.

Vlastní výukový modul v rozsahu 2+2 hodin týdně je založen na výkladu principů a aplikačních postupů TRIZ, ARIZ, Invention Machine i případových studiích dokumentujících postupy i přínosy těchto metod a na vlastní práci studentů na zadaných inovačních projektech.



## VÝKLAD

### 1.1.1. Základní rozpor technické tvůrčí práce

Základní inženýrskou činností – jejím smyslem a cílem, je vytváření technických systémů, které jsou společensky potřebné, efektivní, kvalitní, bezpečné, aj. S technickým systémem souvisí další, odvozené inženýrské činnosti, proto je nutné technický systém a jeho vlastnosti blíže analyzovat.

Technický systém (TS) systém se může nacházet v různých etapách svého technického života:

- Přípravná etapa – začíná vznikem myšlenky (nápadu), námětu, na vytvoření technického systému k určitému účelu a končí rozhodnutím o organizované přípravě jeho realizace.
- Návrhová etapa – námět je rozpracován pro realizaci a posouzení i garanci vlastností.
- Realizační etapa – výroba a montáž technického systému.
- Provozní etapa – TS plní užité funkce, pro které byl určen a jsou získávány poznatky pro jeho další zlepšování.
- Likvidační (recyklační) etapa – po ukončení provozní etapy je TS recyklován, ohleduplně k životnímu prostředí a využit jako zdroj surovin pro další užití.

Návrhová a realizační etapa se kryjí s technickými činnostmi – jde o tvůrčí činnosti v pravém smyslu slova – při vzniku nového TS.

Technický život TS lze členit ještě jiným způsobem:

- Život abstraktní – označovaný jako předvýrobní etapa (přípravná a návrhová etapa), kdy TS existuje pouze jako soustava postupně se rozšiřujících informací.
- Život výrobní – totožný s realizační etapou.
- Život konkrétní – TS reálně existuje (etapa realizační a provozní).

Pro technického tvůrčího pracovníka je důležitá zejména návrhová etapa, protože o kvalitě TS se rozhoduje až z 90% právě zde. Právě zde je nutné překonat základní rozpor technické tvůrčí práce – rozpor mezi informační určitostí a rozhodovací významností – významností pro dosažený výsledek – správně navržený TS (obr. 1.1 – 1).

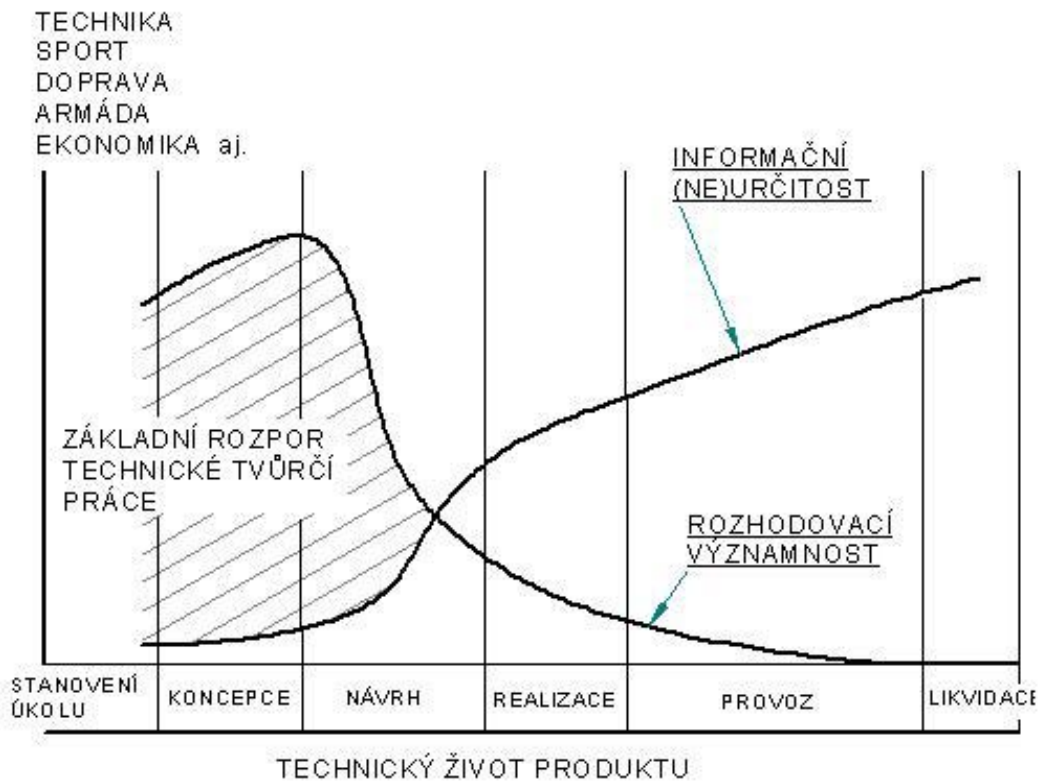
Informační určitostí rozumíme množství informací o TS v určitém časovém intervalu. Rozhodovací významností rozumíme význam rozhodnutí v daném čase pro kvalitu a efektivnost realizovaného objektu v budoucnu ( v provozní etapě). O základní koncepci TS se rozhoduje na konci přípravné a na začátku návrhové etapy.

Technické činnosti, související s návrhem nového TS lze členit na:

- Tvůrčí – jimiž vzniká nova kvalita v porovnání se současným stavem.
- Výkonné – nutné pro realizaci výsledků tvůrčí činnosti.

- Organizační – vytvářející podmínky pro tvůrčí práci technického tvůrčího pracovníka.
- Informační – získávání, třídění, zpracování a využívání informací.

Zatímco o užitné hodnotě rozhodují až z 90% činnosti tvůrčí a zčásti informační, ostatní činnosti jsou rovněž nezbytné, ale užitnou hodnotu ovlivňují pouze z 10% a většinou jsou algoritmizovatelné, tzn., že je znám postup jejich provádění, či řešení.



Obr. 1.1 – 1 Základní rozpor technické tvůrčí práce a etapy technického života

Technická tvůrčí činnost je posloupností řešení problémových situací, spojených s vytvářením návrhu a prognózou budoucích vlastností TS. Pod problémovou situací rozumíme činnost, která vyžaduje rozhodnutí o dalším postupu, vynucené buď nedostatečným rozvojem vědy, nebo je znám větší počet řešení a postupů, ale s určitými nedostatky z hlediska přijatých kritérií a a použijí se optimalizační postupy. Právě úspěšnost a rychlost řešení problémových situací je měřítkem věci, při posuzování vhodnosti návrhových metod a prostředků, pro technickou tvůrčí práci.

### 1.1.2. Metodika konstruování – historie a vývoj

Metody návrhu strojů začaly být předmětem zkoumání již ve 30tých letech minulého století, především v Německu, jako ve vyspělé průmyslové zemi, s vysokou úrovní strojírenství. Vědecky se touto problematikou zabývaly katedry vysokých technických škol, na které přicházely významné osobnosti z vedoucích míst konstrukcí a vývoje velkých strojírenských podniků. Postupně byly formovány příslušné teoretické základy této vědecké netechnologické disciplíny označované jako metodika konstruování (dále MK). S ohledem na

konkrétní historické, hospodářské a politické i kulturní podmínky procházel vývoj MK různě intenzivními fázemi vývoje a snahami o její využití. Mnoha autory z různých států a odvětví průmyslu byly navrhovány nové a rozvíjeny již známé metody pro racionalizaci konstrukčních prací.

Soustavná činnost nad konstituováním této disciplíny již na vysoké úrovni teoretické i praktického uplatnění v průmyslové sféře se datuje od r. 1981 kdy proběhla 1. konference ICED a rozvíjela se činnost neformálně působící zájmové instituce Workshop Design – Konstruktion pod záštitou International Society for the Science of Engineering Design. Sborníky z těchto konferencí a řada vydaných publikací WDK vytvořily aktuální poznatkovou úroveň této disciplíny i když s různými formulacemi jejího názvu. Úkolem této kapitoly není suplovat uvedenou literaturu, ale v kontextu s cílem této práce shrnout základní body postupu, podle autora využitelné pro výzkumnou a vývojovou činnost v oboru, výše podrobněji specifikovanou.

Je třeba konstatovat, že vývoj této disciplíny byl zhruba kopírován i jejím využitím na VŠ pro výuku studentů na strojních fakultách. V důsledku dlouhodobě jen pomalého vývoje strojírenství zejména v 1. polovině minulého století, byla výuka jednotlivých oborů založena na popisu a vysvětlování stávajících typů strojů a opakování jejich konstrukcí, či jejich dílčím zlepšováním. Omezená konkurence a trh dodavatele (převaha poptávky nad nabídkou) nepodněcovaly ani rychlejší vývoj metodiky konstruování.

Zejména po 2. světové válce přispěla celá řada autorů dílčími návrhy a jejich rozvíjením k prosazení určitých zásad a postupů v metodice konstruování, které se intenzivněji začaly uplatňovat v poválečném období, s rychlejším vývojem strojírenství a zlepšováním hospodářské situace a vznikem převahy nabídky nad poptávkou. Posledních 30 let, až k prosazení globalizačních procesů v době poměrně nedávné, se náročnost tvůrčí technické práce výrazně zvyšuje a její efektivnost, racionalizace a uplatnění metodiky konstruování, rozhoduje o úspěšnosti strojírenských firem a celých oborů i odvětví průmyslu. K metodám existuje bohatá literatura s tím, že aktuální úroveň je prezentována především v publikacích WDK. Kontakty mezi teoretickou oblastí, univerzitami a firmami s jejich soudobými požadavky vedou k rychlému přenosu poznatků do praxe a iniciují i další rozvoj metod a postupů Vědy o navrhování (Design Science). Noví absolventi technických univerzit nutně musí být vybaveni moderními poznatky a prvními zkušenostmi z jejich aplikací na praktické úlohy už ze studia.

Obecný model postupu tvorby technického systému je podrobně propracován již delší dobu. Při velmi rychlém vývoji aktuálních potřeb a stavu společnosti však s nimi musí být permanentně konfrontován a musí následovat analýza důsledků a opatření, jak směrem k technickým systémům, tak i k metodám a prostředkům pro návrh a realizaci technických systémů – obecně i v konkrétním oboru.

V tab. 1.1-1 je uveden zjednodušený model postupu konstruování, ze kterého budeme vycházet při posuzování vhodných metod a prostředků pro etapu stanovení úkolu a tvorbu koncepcí.

Technický život technických systémů sestává z etap, které můžeme členit z různých hledisek (obr.3). Při vytváření technického systému se vyskytují činnosti, které jsou plně algoritmizovatelné, ale i činnosti jejichž výsledek do značné míry závisí na intuici. I když existuje řada metod podporujících intuitivní procesy jde přece jen o slabší stránku této disciplíny. Skutečností zůstává, že vysoce kreativní činnosti, vyžadující invenci, schopnosti intuice, se vyskytují ve zvlášť vysokém rozsahu v prvních etapách technického života produktu - při vzniku první myšlenky, stanovení a rozpracování úkolu a hledání nových koncepcí.

Rychlost inovací výrobků jak již bylo ukázáno, se neustále zvyšuje a rychle narůstá také podíl nových technických systémů - nových principiálně nebo koncepčně. Mezi takové technické systémy patří průmyslové roboty a počet nových řešení bude i v dlouhodobé perspektivě vysoký, zvláště u servisních a personálních robotů. Z toho důvodu je třeba specifikovat metody a prostředky pro uvedené etapy vývoje produktu, zdokonalovat je a ověřovat jako komplexní linku k podpoře vývoje i k ověřování výsledků návrhu.

Název etapy	Základní kroky	Komentář
Stanovení úkolu	Upřesnění typu úkolu (požadovaných účinků)	Inovační – dílčí, komplexní Nová koncepce Nový princip
	Stanovení cílů	K žadaným účinkům
	Stanovení požadavků	Požadavkový list
Tvorba koncepcí	Upřesnění technického procesu (technologický princip a postup)	Podle typu úkolu stanovení a optimalizace analýza a optimalizace Varianty technického procesu – principů nebo sekvencí
	Stanovení funkční struktury	Varianty a optimalizace FS
	Stanovení orgánové struktury	Aplikace morfologické matice Varianty a optimalizace OS
Navrhování	Vypracování hrubé stavební struktury	Varianty a optimalizace SS Předběžné výpočty
	Vypracování úplné stavební struktury	Určení technických vlastností Kontrolní výpočty
Detailování úplné stavební struktury	Vypracování dílenských výkresů	Kontrolní výpočty

Tab. 1.1 - 1

Transformace počátečních informací do komplexní a vyčerpávající informace o nově navrženém produktu (jeho úplná stavební struktura), ať již zachycená ve výkresové dokumentaci nebo v počítačovém modelu, je obecně činností s vysokým podílem rizika. Složitost vztahů mezi požadovanými vlastnostmi technického systému (požadavky) a hledanými konstrukčními vlastnostmi, vyžaduje většinou vícenásobné opakování iteračního cyklu, na základě postupné konkretizace, přičemž se postupuje od neúplných údajů k úplným a od předběžných hodnot a odhadů ke konečným.

V nové situaci (konkurence, globalizace, rychlost inovací, progrese prvků TS, mechatronický přístup aj.) je nezbytné změnit metody a prostředky, pro návrh nového technického systému. Při vědomí omezeného času, který je k dispozici pro vstup nového technického systému na trh, využijeme k hodnocení možných přístupů tvůrčích technických pracovníků (jak se historicky vyvinuly) následujících kritérií:

- pravděpodobnost dosažení správné funkce (funkcí) po uvedení technického systému (TS) do provozu,
- pravděpodobnost progresivnosti TS, v době uvedení do provozu,



- pravděpodobnost technické a ekonomické realizovatelnosti v etapě realizace (tab. 2).

Přístup návrháře	Pravděpodobnost			Převažující činnosti návrháře	Celkový výsledek činnosti
	Funkce TS	Novost a pokrokovost TS	Realizovatelnost		
Practicistický	< 0, 1 >	< 0, 1 >	1	Intuice, zkušenost, pokus - omyl	Nejistý
Technický	1	< 0, 1 >	1	+ kopírování	Standardní
Inženýrský	1	≤ 1	1	Intuice, zkušenost, modelování	Pokrokový
Průkopnický	1	1	≤ 1	+ fantazie, počítačové modelování, metody a prostředky Design Science, TRIZ, ARIZ aj.	Perspektivní

Tab. 1.1. - 2

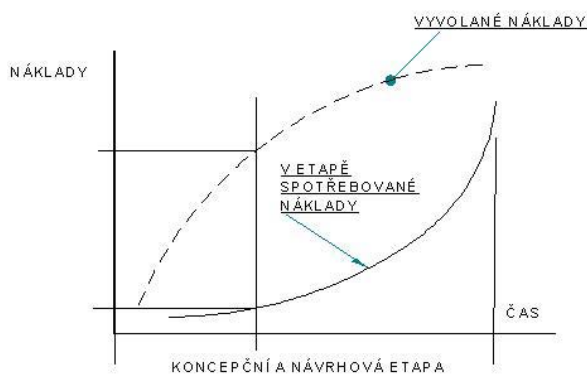
Obr. 1.1 - 2 dokumentuje význam úvodních etap technického života produktu, který spočívá v tom, že alokované (vyvolané) náklady souvisí s konkretizací návrhu v těchto etapách a předurčují v rozhodující míře náklady vzniklé v následných etapách, zatímco výdaje na realizaci činností v těchto etapách jsou samy o sobě nízké.

Další okolností, která vede ke zdůraznění významu návrhové etapy je porovnání tržního života technického systému s dobou trvání jeho vývoje, které vykazují protichůdné tendence (obr. 1.1. - 3). Vzhledem k jen obtížné ovlivnitelnosti prvního faktoru je podstatným přínosem k vyřešení této diskrepance zkracování doby vývoje.

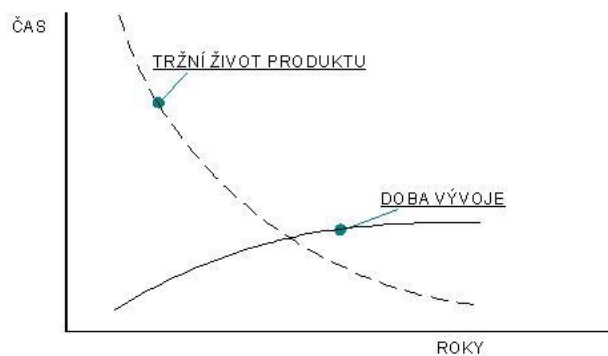
Všimněme si nejdříve iniciace nápadu jako zdroje úloh, které lze rozpracovávat. Obr. 1.1. - 1 ukazuje, že oblasti ze kterých lze dnes vycházet obecně v jakémkoliv oboru jsou velmi pestré. Běžným zdrojem nápadů jsou analýzy trhu v daném segmentu, ale např. v robotice se dnes nemusíme jakkoliv omezovat. Ať vezmeme v úvahu nové technologie ve strojírenství nebo v jiných odvětvích průmyslu, kde roboty nebyly dosud nasazeny, či využití servisních robotů, je zřejmé, že vždy se vyplatí hledat příležitosti v širším kontextu.

Jako příklad uveďme již zmíněný rozvoj rychlodrah v EU a v této souvislosti požadavek na aplikaci hliníkových plechů v konstrukci železničních vozů. Vzhledem k potřebě dlouhých svarů (24 m) a vysokým nárokům na kvalitu, musely firmy, které vstoupily do soutěže, ve velmi krátké době přijít s novým řešením průmyslových robotů (finanční prostředky byly k dispozici a šlo o dlouhodobou zakázku).

Jiné příklady jsou z oblasti vojenství – likvidace protipěchotních (skákačích) min ve střední Africe, Kosovu, Bosně a Hercegovině aj. (opět výhodná zakázka a značná konkurence), roboty pro demontáž různé techniky, strojů a počítačů, protiteroristické roboty – stále aktuálnější.



Obr. 1.1. – 2 Náklady alokované a skutečné



Obr. 1.1. – 3 Tržní život TS vs. doba vývoje TS

V rámci etapy vyjasňování úlohy je třeba se zabývat účinky, které jsou požadovány při důsledném dodržování požadavku na abstrahování od konkrétních představ strojů v této počáteční fázi. Základem řešení je volba technologie pro zajištění účinků – účelových funkcí. Abstrahování docílíme členěním hlavních funkcí, podle potřeby až v několika úrovních, na funkce dílčí. Jde o velmi významný princip aplikovaný v metodice konstruování, jednak vzhledem k tomu, že nelze přímo přejít od účelové funkce ke konkrétní představě stroje, jednak proto, že již v této fázi lze dílčí funkce uspořádat do různých struktur (variant) a rozhodovat mezi nimi na základě hodnocení.

Další úroveň variability, lze získat přechodem od vybrané varianty funkční struktury k orgánové struktuře, což znamená, že hledáme nositele funkcí na základě přírodních zákonitostí a funkčních principů. V tomto kroku se obecně užívá jako významné pomůcky morfologické matice, která umožňuje další rozvinutí variability orgánové struktury a po jejich hodnocení i rozhodnout o variantách, které budou dále ověřovány a dopracovány do optimální struktury (obr. 1.1. - 4).

Naznačený postup návrhu orgánové struktury a volba i redukce variant vyžadují zavedení systému hodnocení. Těch je celá řada, vhodných v různých situacích. Problémem je jejich objektivita a průhlednost a rovněž okolnost zvláště složitá, že totiž ve fázi návrhu (kde jak víme je informační neurčitost vysoká) je obtížné získat hodnoty, které by mohly být s vybranými kritérii - technickými, či ekonomickými, srovnávány. Metody, které mohou být k tomuto účelu použity pojednáme v dalších kapitolách (viz kap. 3.3), vzhledem k tomu, že využívají stejných principů.

Při přechodu od orgánové struktury k hrubé stavební struktuře a úplné stavební struktuře se začíná rozhodovat o většině vlastností technického systému, které rozhodují o jeho celkové jakosti - účincích, parametrech funkcí, vlastnostech provozních, ergonomických, ekonomických, distribučních, vhodnosti pro výrobu aj. Tyto všechny vlastnosti jsou ovšem závislé na vlastnostech konstrukčních, které v procesu konstruování určujeme tak, aby byly splněny požadavky na vlastnosti výše uvedené. Z konstrukčních vlastností nejsou všechny z hlediska posloupnosti určování všechny postavené na stejnou úroveň. Určující a startovací pozici zaujímají tzv. elementární konstrukční vlastnosti - struktura TS, provedení prvků - tvar, rozměry, materiál, druh výroby aj. Každá vlastnost TS je podložena odbornými vědomostmi

konstruktéra a pro tuto skutečnost se v literatuře ustálilo označení "konstruování se zřetelem na vlastnost x", respektive obvyklejší anglický výraz "Design for x" a ve zkratce DFX. Např. u nás dříve obvyklý pojem technologičnost konstrukce je nyní označován jako návrh pro výrobu (vyrobitelnost, jinak z hlediska výrobního apod.) - Design for Manufacture - DFM. Tato fáze vzniku TS je do značné míry algoritmizovatelná.

Dílčí funkce	Fyzikální realizace dílčích funkcí = orgány jako nositelé funkcí					Počet prvků
	1	2	3	4	n	
A	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>n</sub>	n
B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>		4
C	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>			3
D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	5
E	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>		4
Varianty orgánových struktur	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	
Hodnocení technickými kritérii				Technicky nadějná řešení		
Hodnocení ekonomickými kritérii				Ekonomicky nadějná řešení		
	Komplexní posouzení		Cílové řešení			

Obr. 1.1 – 4 Morfologická matice a volba variant orgánových struktur

Problémy s vývojem nového stroje (konceptně či principiálně), ve smyslu překonávání skoku mezi formulací účinků a požadavků a představou o konkrétním stroji řešili konstruktéři historicky různými způsoby (tab. 2). Např., jestliže stroj s požadovanými účinky již existoval a šlo o nové konceptní řešení, analyzoval konstruktér původní řešení a podle výsledků analýzy formuloval nové funkce, jejich novou strukturu, nebo totéž prováděl v úrovni orgánové struktury - tento postup, za určitých vnějších podmínek, vedl někdy bohužel také ke kopírování (v dnešní době patentové ochrany a silného právního povědomí nemožný postup).

Uznávanou cestou překonávání informační neurčitosti byl a zůstává iterativní postup - používaný pro prvky, uzly i, a to zejména, pro systémy značného stupně složitosti a novosti. Postup je založen na přijetí určitých předpokladů, při jejichž využití se najde přibližné řešení. Získané výsledky umožní hledat v dalším kroku řešení přesnější. Počet iterací, v závislosti na správnosti přijatých výchozích předpokladů a složitosti i novosti úlohy (nemožnost využít dřívějších zkušeností) může být dosti velký, což je také základní problém tohoto postupu. To

je nepříznivá okolnost v dnešní době, vyžadující vysoký podíl a intenzitu inovací a nových výrobků na trhu.

Stále více se ukazuje, že pro tuto etapu vývoje nelze vystačit s jednou normativně užívanou metodou, ale své místo zde mají i další tzv. integrované metody, které jsou jednak nově rozvíjeny, jednak jsou zdokonalovány dříve známé metody, nebo používány k novému účelu.

### 1.1.3. TRIZ

TRIZ - tvorba a řešení inovačních zadání je metodikou technické tvůrčí práce, která vznikala před 50 lety, na základě důkladného studia více než 1,5 mil. patentů a vynálezů. Autorem a vedoucím kolektivu byl G. S. Altšuller [Bušov 96]. Získané závěry pro tvůrčí technickou práci mohly být účinně využity až ve spojení s výpočetní technikou tak, aby mohla být okamžitě k dispozici, na základě vhodných pravidel, ohromná databáze. Laboratoř v Minsku zpracovala základy expertního systému počítačové podpory Invention Machine nad částmi TRIZ. Mimořádná expanze TRIZ a expertního systému do velkých světových firem, škol a institucí začala po roce 1996, kdy byla práva na tento programový produkt převedena do USA.

Tvůrčí technická činnost se zabývá řešením úloh s neznámým postupem řešení. Dlouholeté pokusy o nalezení logického postupu, který by vedl spolehlivě k vyřešení takových úloh nevedly k úspěchu, byť literatura k tomuto problému je mimořádně bohatá. Vznik velkých vynálezů přinášejících významný prospěch lidstvu i životopisy jejich autorů vedly k opakovanému popisu situací, před a po vzniku nápadu na řešení. Nicméně identifikace rozhodujícího okamžiku vzniku tohoto nápadu zůstává zahalena tajemstvím a je otázkou zda může být smysluplně (tj. využitelně) vůbec někdy odhalena.

Metodika konstruování jako věda, která bez jakýchkoliv pochyb významně pomohla a pomáhá tvorbě nových technických systémů, se vztahuje především na algoritmizovatelné postupy z oblasti technické tvůrčí práce. Mezi ty ovšem nepatří právě proces zrodu nových myšlenek vedoucích k zásadním inovacím. Samozřejmě generace konstruktérů a vědců, působících v této oblasti našly způsoby jak podpořit vznik nových nápadů, čehož svědkem je i intenzivní vývoj v technice posledních několika desetiletí.

TRIZ, jako metodika práce právě pro tuto oblast, přinesla něco řádově nového, pro podněcování invence a probouzení intuice člověka, což potvrzují informace o výsledcích její aplikace, ve světově významných výzkumných a vývojových centrech. Jen množství informací a publikací, uvedených na internetu za posledních několik let, zaznamenalo nebývalý nárůst.

Altšuller usiloval o získání silného řešení bez opakování velkých počtů neúspěšných řešení metodou pokus - omyl a protože jeho zkoumání patentů vlastně sledovalo cestu mnoha výzkumníků, kteří, na rozdíl od jiných, uspěli, mohl učinit závěry o způsobech které vedou k úspěchu při hledání nových myšlenek.

TRIZ je postaven na:

- zákonitosti objektivně existujících tendencí rozvoje technických systémů
- principech překonávání technických rozporů.

TRIZ obsahuje dvě základní součásti:

- FNA - funkčně nákladovou analýzu (kap. 3.4.2.), kterou chápeme jako strategii řešení, která hledá odpověď na otázky co a proč má být v technickém systému zdokonaleno a
- ARIZ - algoritmus řešení invenčních zadání, který je taktickým postupem, podporujícím hledání řešení zadání získaných v rámci FNA, odpovídá tedy na otázku jak hledat řešení.

Možnosti TRIZ byly umocněny aplikací algoritmů na výpočetní techniku a vytvoření expertního systému - počítačové podpory CAI (invence, myšlení), v současné podobě označované jako TechOptimizer .

Metoda TRIZ -Tvorba a řešení inovačních zadání vznikala studiem patentů, zobecňováním úspěšných postupů řešení. Bylo zjištěno, že silná invenční řešení byla a jsou dosahována poměrně malým počtem objektivně používaných řešitelských postupů. Poznání těchto postupů zvyšuje jak efektivitu studia techniky, tak zdokonalování techniky v praxi. Systémová metoda TRIZ vede uživatele od nejasné problémové situace, přes detailní rozbor systému ke správné formulaci zadání inovačních úloh, až k návrhům variant řešení. Aplikace metody je podporována unikátním SW pro sběr informací, analýzu, syntézu řešení i verifikaci nalezených řešení.

Metoda zformulovaná v 60-tých až 70-tých letech v Rusku zažila velký rozvoj odchodem jejích řešitelů počátkem 90-tých let do USA i dalších částí světa, kde přinesla nebývalý vzrůst nových kvalitních a úspěšných řešení za krátký čas, do té doby v technickém rozvoji nepředstavitelný. Autorem je Rus - Genrich Saulovič Altšuller.

### **Základní idea TRIZ**

Technické systémy vznikají a rozvíjejí se podle objektivních zákonů. Tyto zákony byly poznány a jsou využívány při vytváření a zdokonalování technických systémů. Zákony byly odhaleny analýzou mnoha tisíc vynálezů a to dovolilo vytvořit efektivní řešitelské nástroje. Znalost zákonů rozvoje technických systémů a na jejich základě vytvořených nástrojů TRIZ dovoluje specialistovi nejen s jistotou řešit technické úlohy, ale i s velkou přesností provádět prognózy zkoumaných technických systémů.

V současné době zahrnuje TRIZ následující části:

- zákony rozvoje technických systémů
- základy systémového myšlení  
postupy odstranění technických rozporů
- vepolovou analýzu
- standardy
- algoritmus řešení vynálezeckých úloh ARIZ
- operátory na snížení setrvačnosti myšlení
- SW podporu Invention Machine Corp.

### **Víceúrovňové schéma systémového myšlení**

V přírodě neexistují osamocené systémy, izolované jeden od druhého. Vše je spojené se vším a vše se mění. Základem tvůrčího myšlení je umění analyzovat objekt v čase (minulé, současné, budoucí) a v prostoru (systém, podsystém a nadsystém). Při řešení vynálezeckých úloh je třeba myslet globálně, podchytit všechny systémy v prostoru a čase a je nutné působit lokálně s minimálními změnami.

### **Základní zákony rozvoje technických systémů**

#### **1. „Linie života“ technických systémů**

V průběhu „svého života“ prožívá technický systém tři etapy – zrození, rozvoj, dohasínání. Graficky to lze znázornit tzv. „S-křivkou“. V etapě zrození se formuje jen pracovní nástroj, objevují se vynálezy v malých množstvích, ale vysoké úrovně. Do systému se vkládají velké finanční prostředky, ale on dosud nenese zisk. Podle míry formování ostatních částí systému nastupuje období jeho rozvoje – systém se stává ekonomicky výhodný, bouřlivě se rozvíjí, zavádí se vynálezy hlavně středních úrovní. Potom nastupuje

moment, když se pracovní nástroj systému zastavuje ve svém rozvoji, protože jsou vyčerpány jeho rezervy. Objevuje se velké množství vynálezů, ale na nízké úrovni. Prodlužováním rozvoje vniká konflikt systému s ekologickým prostředím a samotným člověkem. A pak přichází nový systém, který nahrazuje starý, s principiálně novým pracovním nástrojem a vše se opakuje od počátku.

## 2. **Zákon úplnosti částí systému**

Libovolný samostatně pracující technický systém zahrnuje v sobě čtyři části:

- motor,
- transmise,
- pracovní nástroj,
- prostředek řízení.

Jestliže v systému chybí libovolná část, tak funkci této části nahrazuje člověk. Vedoucí roli v normálním systému musí mít pracovní nástroj.

## 3. **Zákon zvyšování stupně ideálnosti**

Libovolný technický systém se ve svém rozvoji přibližuje k ideálu, tj. pro plnění své funkce systém spotřebovává stále méně a méně energie, času a prostoru. Po dosažení ideálu technický systém mizí, ale jeho funkce je dále plněna.

Základní etapy přiblížení k ideálu:

- technický systém zvyšuje množství svých realizovaných funkcí
- části technického systému se postupně sbalují do pracovního nástroje
- technický systém postupně předává svoji funkci prvkům nadsystému a mizí

## 4. **Zákon nerovnoměrnosti rozvoje částí systémů**

Technický systém se při postupu k ideálu kvalitativně mění. Veškeré takové změny provází vznik protikladných požadavků a nezbytnost jejich odstranění. Zpravidla se nejdříve rozpory objevují ze strany nadsystému, potom se upřeshňují na úrovni měněného systému a nakonec se rozporné požadavky nejjasněji projevují na úrovni prvků podsystému.

Rozlišujeme tři úrovně rozporů:

- **Administrativní rozpor** – tento rozpor vzniká mezi technickým systémem a okolím (člověkem). Řešení je složité vlivem nepřehlednosti v situaci. Je nezbytné konkretizovat úlohu odhalením technického rozporu
- **Technický rozpor** – tento rozpor vzniká mezi několika technickými systémy nebo částmi jednoho systému. Zlepšením jedné části systému se nepřipustně zhoršuje jiná část systému a naopak. K řešení se používají speciální postupy na odstranění technických rozporů.
- **Fyzikální rozpor** – to je mezní (nejvyšší) rozpor, který se projevuje v tom, že na jeden prvek systému jsou kladeny protikladné požadavky z pohledu fyzikálního stavu. (horký – studený, pohyblivý – nepohyblivý atd.). Řešení probíhá rozdělením protikladných vlastností v prostoru a čase a za pomoci vepolové analýzy.

## 5. **Zákon přechodu systému z makro- na mikroúroveň**

Technický systém vytvořený na mechanické úrovni (makroúrovni), při svém dalším rozvoji přechází k využívání možností systému na mikroúrovni, tj. realizují se možnosti skupenských přeměn látek, jejich molekulárních a atomárních vlastností.

## 6. **Zákon zvyšování stupně dynamizace**

Technický systém se ve svém rozvoji snaží přejít od využívání nepohyblivých prvků k využití pohyblivých (dynamických) prvků. Nejdříve používá látku v pevném stavu, potom v kapalném, plynném a nakonec v podobě pole, tj. druhu nějaké energie

## **Řešitelské nástroje TRIZ**

Technické problémy, ve kterých je jen naznačen konflikt mezi technickým systémem a člověkem nebo okolním prostředím, není možné prakticky uspokojivě řešit. Použitím příčinně- následné analýzy je nezbytné upřesnit úlohu. Cílem takové analýzy je najít počátky vzniku úlohy, takzvanou prapříčinu, a v již nalezeném místě formulovat technický rozpor a potom fyzikální rozpor.

Jestliže se nepodaří zformulovat úlohu na úrovni fyzikálního rozporu, a to zpravidla vzniká při nedostatku informací o jevech, probíhajících v operativní zóně, je možné začít úlohu řešit na úrovni technických rozporů, tj. použít heuristické postupy.

### 1. **Heuristické postupy odstranění technických rozporů**

Pro úlohy ve kterých je uveden technický rozpor, tj. rozpor vznikající mezi technickými systémy nebo mezi jejich základními částmi, se používají heuristické typové postupy. Analýza mnoha tisíců vynálezů ukázala, že při vší mnohotvárnosti technických rozporů se většina z nich řeší omezeným počtem opakujících se postupů. V současné době je odhaleno 40 základních postupů, které mohou být použity na řešení vynálezeckých úloh zformulovaných na úrovni technického rozporu.

#### **Použití postupů odstranění technických rozporů:**

Je zpracována speciální tabulka výběru postupů, kde v prvním vertikálním sloupci se nachází co je nutné změnit podle podmínek úlohy a v prvním horizontálním řádku se nachází to co se zhoršuje, jestli se použijí známé způsoby řešení. Na průsečíku vybraných horizontálních a vertikálních kolonek jsou uvedena čísla postupů, která jsou nejvhodnější pro řešení dané úlohy. Postupy ukazují jen obecné směry, kde se nachází řešení, ale neosvobozují od nutnosti přemýšlet. Nejeefektivněji se však technické úlohy řeší, jestliže technický rozpor v nich odhalený bude upřesněn a převeden na úroveň fyzikálního rozporu.

### 2. **Základní principy řešení fyzikálních rozporů**

Jestli je v úloze přesně vyznačen a jasně zformulován fyzikální rozpor, tak se v mnoha případech mohou ihned použít základní principy jeho řešení.

- První princip – rozdělení protikladných požadavků v prostoru

- Druhý princip – rozdělení protikladných požadavků v čase
- Třetí princip – uspokojení protikladných požadavků pomocí systémových přechodů - spojení stejnorodých a nestejnorodých systémů, spojení systému s anti-systémem, přechod na jiné skupenství, záměna jednofázové látky za dvoufázovou atd.

Pro vyvolání uvedených vlastností se využívají fyzikálně – chemické efekty. V případě, že se nepodaří vyřešit fyzikální rozpor přímým použitím uvedených principů, tak se použije následující, nejuniversálnější instrumentální části TRIZ – vepolová analýza, standardy, algoritmus řešení ARIZ.

### 3. Vepolová analýza. Pravidla vepolových transformací.

Slovo „vepól“ je vytvořeno ze dvou slov – „látka“ (rusky veščestvo) a „pole“. Fyzikální nebo chemické vzájemné působení (interakce) v libovolném systému je možná jen tehdy, když v operativní zóně existují minimálně dvě látky a pole. Tyto působení mohou být užitečné, škodlivé nebo neutrální. Úloha řešitele spočívá v tom, aby použitím vepolové analýzy a pravidel, našel cestu přeměny stávajících působení na potřebnou stranu. Jestli v systému chybí třeba jen jeden z uvedených prvků (2 látky a pole), tak systém nepracuje dobře. Pod slovem pole chápeme nejen základní fyzikální pole ale i mechanické, akustické, tepelné, chemické elektrické atd. (MATCHEM). Pod slovem látky chápeme libovolný materiální objekt mající objem a hmotu.

Základní pravidla vepolových transformací:

- jestliže podle podmínek úlohy je dán neúplný vepól – tj. jeden nebo dva prvky, pak pro řešení úlohy je nezbytné zavést chybějící prvky (látky nebo pole)
- jestliže jedna látka škodlivě působí na druhou, tak se mezi ně zavádí třetí látka, přičemž je žádoucí, aby třetí látka byla modifikovaným stavem jedné ze dvou stávajících
- jestli pole škodlivě působí na látku, zavádí se mezi nimi druhé pole, neutralizující působení prvního, nebo jeho škodlivé působení přesměruje na třetí látku
- v úlohách na měření je třeba získat informaci způsobem propouštění nějakého pole stávající látkou a registrovat jeho změna na výstupu

### 4. Standardy

Praxe použití vepolové analýzy ukázala, že při vši mnohotvárnosti vzájemných vztahů látek a polí v operativní zóně úlohy, se přesto pozorují typové, opakující se jevy, podmíněné existencí jediných zákonů fyziky a chemie. Ve spojitosti s tím se podařilo odhalit a systematizovat typové vepolové transformace, které byly nazvány „standardy“ neboli „standardními řešeními typových úloh“

Standardy se dělí na pět velkých tříd:

- Sestavení a rozrušení vepolových systémů
- Vývoj (rozvoj) vepolových systémů



- Přejít k nadsystému a na mikroúroveň
- Standardy pro zjišťování a měření systémů
- Standardy na používání standardů

Každá z těchto tříd je rozdělena na podtřídy a skupiny. Uvnitř skupiny jsou standardy uspořádány podle stupně složitosti fyzikálního rozporu, nacházejícího se v řešené úloze.

**ARIZ** - Algoritmus řešení vynálezeckých úloh

### **Operátory na snížení setrvačnosti (stereotypu) myšlení**

Při nalézání nestandardních tvůrčích řešení jakékoli úlohy je nezbytné nejen lehce ovládat nástroje TRIZ, ale je také důležité umět se osvobodit, třeba jen na čas, od stereotypu myšlení, které bylo vyvoláno předchozí zkušeností a předchozími znalostmi. Je třeba poznamenat, že čím kvalifikovanější a zkušenější specialista, tím více je vystaven vlivu setrvačnosti myšlení.

Existuje několik metod potlačování setrvačnosti myšlení, zde je ukázána jedna z nich.

### **Metoda RČN (Rozměr, Čas, Náklady)**

Metoda zahrnuje myšlenkové operace:

- Myšlenkově postupně zvětšovat rozměry objektu – od stávajících do nekonečna.
- Myšlenkově postupně zmenšovat rozměry objektu – od stávajících na nekonečně malé.

Analyzovat nově objevené možnosti a vlastnosti. Podobně pracovat s časem a náklady.

## **1.1.4. Inovace**

Pojem inovace byl v poslední době zakotven v Národní inovační strategii ČR; východiskem při formulaci Národní inovační strategie se stala definice inovace, tak jak ji chápe Evropská komise:

**"Inovace je obnova a rozšíření škály výrobků a služeb a s nimi spojených trhů, vytvoření nových metod výroby, dodávek a distribuce, zavedení změn řízení, organizace práce, pracovních podmínek a kvalifikace pracovní síly."**

Inovace v tomto pojetí představuje proces, který začíná nápadem nebo představou, následují různé stupně vývoje, které vyústí do samotné implementace. Inovace je rozhodující pro úspěch na dynamickém trhu a jedním z jejích hlavních cílů je snaha o zvýšení konkurenceschopnosti výrobků a tím zlepšování konkurenční pozice na trhu. Stručně řečeno, inovaci lze chápat jako centrální jev průmyslové dynamiky. Inovace mohou být technologické, materiálové, výrobní, organizační.

Hlavní doporučení, ke kterým Národní inovační strategie dochází, jsou tato:

- Zařadit oblast inovací, výzkumu, vývoje a vzdělání mezi nejvyšší státní priority.

- Připravit a přijmout Národní inovační politiku na léta 2005—2008 a následně urychleně navrhnout potřebné legislativní změny v příslušné oblasti.
- Dále snižovat byrokratickou zátěž a náklady nutné na zakládání podniku i k podnikání obecně, zejména však v oblasti výzkumu, vývoje a inovací.

Inovace hrají zásadní roli v probíhající ekonomické, politické a sociální transformaci rozvíjejících se zemí, stejně jako států s rozvinutou infrastrukturou. Na přelomu milénia se inovace stává základním prvkem světové ekonomiky. Vlády, v jejichž zájmu je dlouhodobý rozvoj národní ekonomické prosperity, věnují inovační politice trvalou a soustavnou pozornost.

Informační propojení přispívá ke globalizaci trhů ve světě i u nás; důsledkem je neustálý růst a zostřování konkurence, v níž lze obstát pouze trvalým důrazem na růst užitných hodnot výrobků a služeb bez negativních vlivů na životní prostředí. Ten je možný pouze neustálým zlepšováním stávajících výrobků, technologických postupů a služeb.

Inovační strategie se zaměřuje zejména na vytváření a rozvíjení podmínek pro inovační proces, soustřeďuje svou pozornost na systémové řešení inovačního prostředí i na rozvíjení inovační infrastruktury. Tím se inovační politika liší od výzkumné politiky, jejímž hlavním předmětem je rozvoj vědy, poznání a odborné přípravy pracovníků výzkumu a vývoje. Ekonomika 21. století bude mít charakter znalostní, informační a inovativní ekonomiky. Bude tedy postavena na znalostech a zkušenostech, na tvůrčí činnosti a kvalifikaci. Rozhodující úlohu v ní nepochybně sehraje vzdělávání, ale i výzkum a vývoj. V současné době, kdy probíhá změna paradigmat industriální versus znalostní, je třeba opustit lineární model inovačního procesu, ale naopak chápat ho ve smyslu kontinua. Je proto zřejmé, že pokud nedojde k významným změnám v materiální a často i personální kvalitě našeho dnešního výzkumu a vývoje jako hlavního generátora invencí a technologických inovací, můžeme se časem ocitnout mezi méně rozvinutými zeměmi.

Bez invence by nebylo inovací. Proto při důsledném uplatňování principů regionalizace a decentralizace a získávání potřebných materiálních i nehmotných zdrojů pro rozvoj podniků se musí inovační politika opírat o všestrannou vzdělanost, podporující invence a rozvoj tvořivosti.

Inovace se stávají rozhodujícím činitelem komerční úspěšnosti zejména průmyslové produkce. Potvrzují to i inovační aktivity všech vlád průmyslově rozvinutých zemí (včetně alokace finančních zdrojů ze státního rozpočtu).

*„Vykonání něčeho nového je nejen věci objektivně těžší než vykonání něčeho, co je známé a vyzkoušené, ale navíc jednotlivec cítí ve vztahu k tomu nechuť a cítí by ji dokonce i tehdy, kdyby nebylo objektivních těžkostí ... V psychice toho, kdo touží vykonat něco nového, zvedají hlavu síly zvyku a vystupují proti rodícímu se plánu. Historie vědy je jedním velkým potvrzením faktu, že přijetí nového vědeckého stanoviska nebo metody je pro nás věci neslýchaně těžkou. Myšlení se stále vrací do starých kolejí....”*

J. A. Schumpeter

Často se hovoří o prioritách a modelech, či o způsobech, jak nastartovat naši ekonomiku. Pokud se nechceme v budoucnu ocitnout mezi rozvojovými státy, musí se velmi rychle mezi nejvyšší státní priority začlenit provázaná oblast vzdělání, výzkumu, vývoje a inovací. Jen to nám umožní obstát v kontextu současného globalizujícího se světa. Je to jediný možný směr, kterým se poučená a zodpovědná politická reprezentace může vydat do budoucna. Pak bude nejen možné, ale daleko snazší postupně zlepšovat situaci ve všech

ostatních oblastech a sférách, řešit všechny ostatní, sebepalčivější, ale přeci jen sekundární problémy. A jedinou alternativou k tomuto kroku by velmi pravděpodobně byla pouze nezodpovědná, riskantní a možná i osudová ztráta perspektivy.

Páteří výzkumu, vývoje a inovací jsou lidské zdroje. Proto je třeba zajistit:

- dobrý základ přípravy odborníků v oblasti inovačního podnikání (včetně managementu) v celém počátečním vzdělávání, od základního školství až k doktorandům,
- vznik provázaného systému celoživotního vzdělávání,
- včlenění tematiky inovačního podnikání do kurikula středních a vyšších odborných škol,



## Shrnutí kapitoly

V této kapitole jste se seznámili s se základním rozporem technické tvůrčí práce i principy metod a prostředků, umožňujících tvůrčím pracovníkům jejich překonávání.

## 1.2. METODIKA KONSTRUOVÁNÍ

### Po úspěšném a aktivním absolvování této KAPITOLY

<p>V této kapitole se seznámíte s principy a filosofií současných postupů při tvorbě zlepšených (inovovaných) nebo nových technických systémů. Kapitola je členěna do podkapitol:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Přehled současných postupů metodiky konstruování</li> <li>▪ Hodnotová analýza</li> <li>▪ QFD</li> <li>▪ FMEA</li> </ul> <p>Po jejich prostudování získáte výchozí představu o historicky vzniklých postupech a jejich současné formalizaci pro srovnání s metodami TRIZ, ARIZ. budete schopni reprodukovat základní principy postupů a vysvětlit význam jednotlivých pojmů.</p>	Cíle kapitoly
<p><i>Metodika konstruování, technické systémy, vlastnosti a funkce, orgány, struktury, hodnotová analýza, metody hodnocení, riziko.</i></p>	Klíčová slova



**Čas ke studiu:** 2,5 hodiny

Metody a postupy Vědy o konstruování (Vědy o navrhování) vznikaly historicky na základě vkladů mnoha autorů, přičemž mnohdy šlo o různý pohled na stejný problém a konečný postup se ustálil po diskusi a doladění dalšími (i neznámými) autory, vědci i uživateli. Často nebyl zpočátku určitý postup vůbec spojován s metodikou konstruování. Byl zaměřen na některou specifickou oblast výrobků a měl přispívat k vyřešení konkrétního problému, např. v oblasti snižování nákladů, předcházení chybám a rizikům, zdokonalování jakosti, transformace požadavků zákazníka do konstrukčních požadavků atd.

Těchto metod je dnes velké množství a lze očekávat jejich další úspěšnou integraci do Design Science - Vědy o navrhování, protože přispívají k společnému cíli - optimálnímu návrhu výrobku s jeho všemi atributy. Níže budou zmíněny jen některé, vesměs ty, které se uplatní v hledaném postupu návrhu průmyslových a servisních robotů.

Za zmínku stojí např. metody TQM - Total Quality Management - Strategie zlepšování jakosti, Design Review - Přezkoumání návrhu a FMEA - Analýza možností vzniku vad a jejich následků, s nimiž souvisí celý soubor metod pro jednotlivé fáze ověřování kvality.

Z hlediska plánování jsou velmi důležité metody projekčního řízení, postavené na metodách síťové analýzy, které jsou dnes zpracovány do kvalitního sw systému a mohou poskytnout velmi dobře podložené údaje o aktuálním stavu zdrojů lidských, materiálových, finančních i časových, pro řešení daného projektu a umožnit fundované zásahy pro jejich redistribuci v případě nenadálých poruch, v průběhu projektu.



## VÝKLAD

### 1.2.1. Přehled současných postupů MK

Metody a postupy Vědy o konstruování (Vědy o navrhování) vznikaly historicky na základě vkladů mnoha autorů, přičemž mnohdy šlo o různý pohled na stejný problém a konečný postup se ustálil po diskusi a doladění dalšími (i neznámými) autory, vědci i uživateli. Často nebyl zpočátku určitý postup vůbec spojován s metodikou konstruování. Byl zaměřen na některou specifickou oblast výrobků a měl přispívat k vyřešení konkrétního problému, např. v oblasti snižování nákladů, předcházení chybám a rizikům, zdokonalování jakosti, transformace požadavků zákazníka do konstrukčních požadavků atd.

Těchto metod je dnes velké množství a lze očekávat jejich další úspěšnou integraci do Design Science - Vědy o navrhování, protože přispívají k společnému cíli - optimálnímu návrhu výrobku s jeho všemi atributy. Níže budou zmíněny jen některé, vesměs ty, které se uplatní v hledaném postupu návrhu průmyslových a servisních robotů.

Za zmínku stojí např. metody Hodnotová analýza, TQM - Total Quality Management - Strategie zlepšování jakosti, Design Review - Přezkoumání návrhu a FMEA - Analýza možností vzniku vad a jejich následků, s nimiž souvisí celý soubor metod pro jednotlivé fáze ověřování kvality, aj..

Z hlediska plánování jsou velmi důležité metody projekčního řízení, postavené na metodách síťové analýzy, které jsou dnes zpracovány do kvalitního sw systému a mohou poskytnout velmi dobře podložené údaje o aktuálním stavu zdrojů lidských, materiálových, finančních i časových, pro řešení daného projektu a umožnit fundované zásahy pro jejich redistribuci v případě nenadálých poruch, v průběhu projektu.

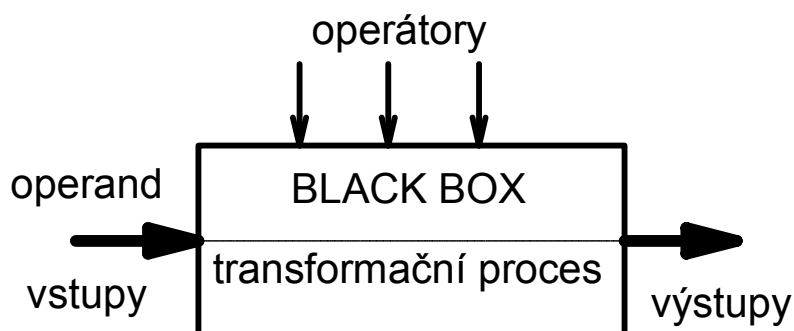
Tato kapitola by měla posloužit jako srovnávací pro metodu TRIZ vs. tradiční, historicky vzniklé chápání metodiky konstruování. Na omezeném prostoru mohou být tedy naznačeny jen základní myšlenky a principy některé z metod. Za nejpřijatelnější a v dnešní době nejuznávanější lze považovat Obecný model postupu při konstruování, který zahrnuje i řadu myšlenek různých autorů a byl sestaven prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Vladimírem Hubkou, bývalým prezidentem WDK a dlouholetým profesorem ETH Zürich a poprvé publikovaný v roce 1980, česky [5]. Aktuálně byla metodika rozpracována a rozšířena prof. Ederem a prof. Hosnedlem [4].

Výsledkem technické tvůrčí práce je uspokojení určitého požadavku společnosti konkrétním účinkem, který je zpravidla spojen s výrobkem. Proces, který může vést k vytvoření takového výrobku označujeme jako konstrukční.

Cílem konstrukčního procesu je návrh optimálního výrobku, v daných podmínkách, v co nejkratším čase a s minimálními náklady. Zde se střetávají dva pojmy, které jsou ústřední pro další uvažování. Výrobek, který nadále budeme označovat obecněji jako technický systém (TS) a konstrukční proces – jako sled kroků a použitých metod, které vedou k výše uvedenému výsledku. Má-li být technický tvůrčí pracovník – v našem případě konstruktér - úspěšný při návrhu nového nebo inovovaného TS musí mít relevantní poznatky o obou pojmech. Přitom nejobtížnějším krokem v tomto postupu je překonání základního rozporu mezi rozhodovací významností a informační (ne)určitostí, zejména v prvních etapách návrhu TS.

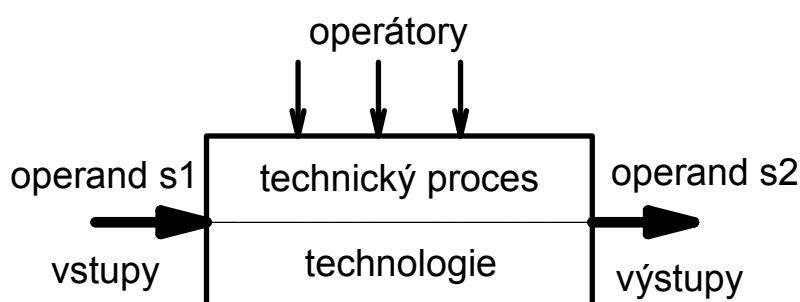
## Transformační procesy

K tomu, abychom mohli vytvořit objekt – výrobek – technický systém, který bude uspokojovat naše potřeby, musíme nějakým způsobem transformovat vlastnosti látek z přírodního stavu do stavu, který požadujeme k dosažení určitého účinku. Situaci lze znázornit pomocí ustálené terminologie. BB – černá skříňka představuje konkrétní, nám zatím



Tab. 1.2. – 1 Černá skříňka představující konkrétní, ale zatím neznámý transformační proces

operátorů, které svými účinky působí na operand. Změna se odehrává v okolním prostředí – místě a čase. Transformační procesy mohou být různého druhu – např. chemické, biologické, aj. Pro technické procesy, které nás zajímají, lze využít schéma podle tab. 1.2.-2.



Tab. 1.2. – 2 Transformační proces realizovaný jako technický proces

jako technologie. V rámci konkrétní použité technologie jsou potřebné zpravidla i další – vedlejší vstupy (operandy), jako jsou zdroje energie, informace, pomocné materiály (maziva, chladiva, aj.). To platí i pro výstupy.

## Technické systémy

Technické systémy dodávají, spolu s člověkem, účinky, které provádí transformaci. Transformační účinky – hlavní účinky jsou doplněny účinky pomocnými, pohonnými, regulačními, spojovacími a nosnými. Soustava účinků (označovaných také jako funkce) vytváří tzv. funkční strukturu TS. Každá funkce (účinek) může být zpravidla fyzicky realizována určitým seskupením jednoduchých stavebních prvků – orgánem (ložisko, spojka). TS pak má i svoji orgánovou strukturu a stavební strukturu.

Každý TS je nositelem různých vlastností, klasifikovaných do tříd, s jejich různými stavy a technickými parametry. Již v prvopočátcích úsilí o vytvoření metodických postupů

neznámý transformační proces (změna stavu), o jehož nalezení usilujeme. V rámci tohoto procesu budeme zpracovávat materii (označovanou jako operand) na vstupu ve stavu 1 do žádaného stavu 2 na výstupu z BB (tab. 1.2.-1). Proces proběhne pomocí určitých prostředků –

Technický proces (obr. 1.2.-2) je umělou transformací, za užití technických prostředků a účasti člověka, vědeckých poznatků a řízení (operátorů). Konkrétní způsob jak se transformace při technickém procesu provádí je označován

konstruování, byly snahy o popis těchto vlastností základem jejich formulace (Wögerbauer – metoda návodných otázek, 1930). Přehled vlastností je v obr. 1.2. – 1.

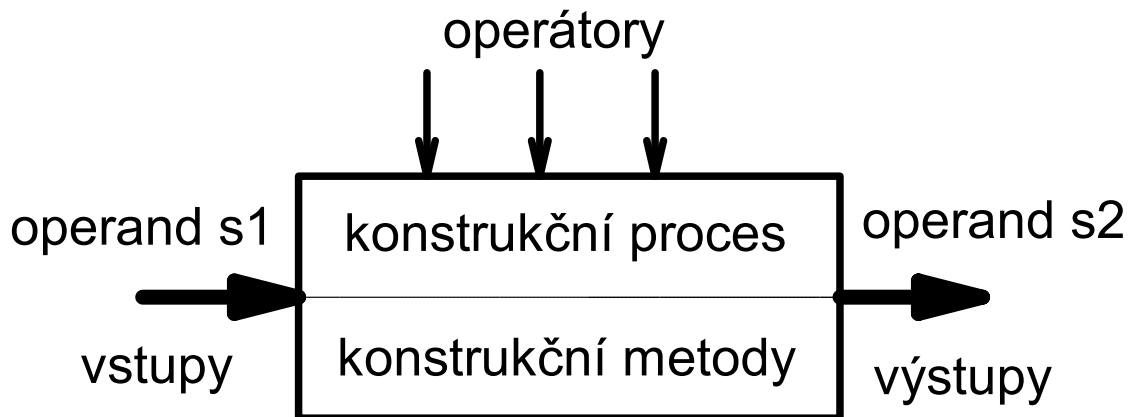
VNEJŠÍ VLASTNOSTI TS			
VZTAH K ČLOVĚKU	FUNKCE	PROVOZ	REALIZOVATELNOST VHODNOST PRO (DFX)
ergonomie bezpečnost obsluhy vzhled design, barevnost aj.	splnění funkcí, účinků funkční parametry výkon, rychlost, zrychlení, síla dovolená zatížení dovolená deformace dovolená nepřesnost funkční rozměry aj.	ovladatelnost spolehlivost bezpečnost životnost vhodnost pro údržbu nároky na prostor nároky na energii nároky na servis vedlejší výstupy aj.	výrobu montáž užití nakupovaných komponent skladování dopravu testování měření aj.
VNITŘNÍ VLASTNOSTI TS			
Obecné konstrukční vlastnosti		Elementární konstrukční vlastnosti	Konstrukční znaky
VZTAH K OKOLÍ	pevnost tuhost tvrdost odolnost proti opotřebení odolnost proti korozi odolnost proti žárě aj.	struktura prvky uspořádání tvar rozměry tolerance materiál druh výroby stav povrchu aj.	výrobní a montážní náklady provozní náklady celkové náklady produktivita návrhová investice efektivnost cena podmínky na umístění náklady na dopravu náklady na skladování aj.
ZÁKONY A PŘEDPISY	DISTRIBUCE vhodnost pro balení transport skladování ustavování aj.	LIKVIDACE vhodnost pro recyklaci demontáž separaci zničení spalení prodej aj.	KVALITA jako st konstrukce jako st výroby jako st servisu ISO 9000 certifikáty aj.

Obr. 1.2. – 1 Přehled vlastností TS

## Konstrukční proces

Při vzniku nového nebo inovovaného produktu musíme vzít v úvahu nejen obtížnost řešení základního technického rozporu, ale i složitost výsledného produktu (obr. 1.2.-1). Nelze proto z tohoto důvodu jít přímou cestou od vzniku nápadu ke konečné podobě produktu, nebo jen za cenu mnoha chyb, nákladů a ztrát času, případně s využitím nepřijatelného kopírování cizích řešení, patentů či vynálezů.

Konstrukční proces je nezbytné posuzovat jako jiné procesy a proto lze použít výše uvedené terminologie pro jeho analýzu (obr. 1.2.-2).



Obr. 1.2.-2 Konstrukční proces jako transformace

Výstupem konstrukčního procesu je optimálně navržený výrobek, zatímco za vstup považujeme zadání – soupis požadavků (požadavkový list). Úkolem konstrukčního procesu je pak transformace požadavků zadání na popis technického systému prostřednictvím relevantní technické dokumentace.

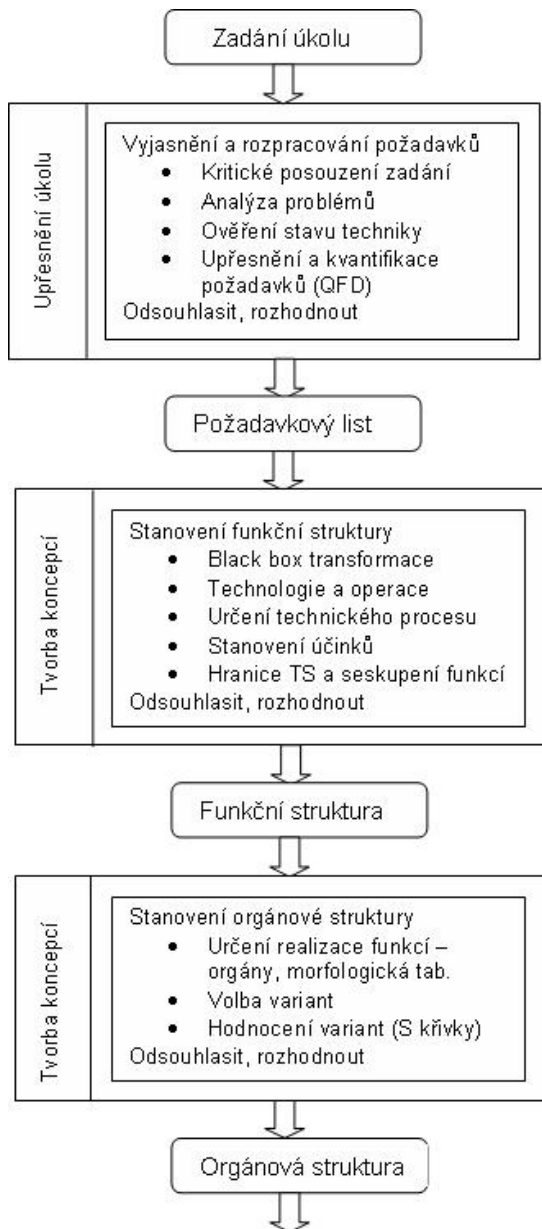
Operandem konstrukčního procesu je informace, kterou měníme v jeho průběhu v uvedeném rozsahu. Operátory konstrukčního procesu jsou: konstruktéři, technické prostředky pro konstruování, informace pro konstruování, řízení konstruování.

V rámci konstrukčního procesu lze identifikovat jako nejfrekventovanější činnosti – stanovení úkolu, hledání řešení, hodnocení řešení a rozhodnutí o dalším postupu. Žádná z těchto činností není jednoduchá avšak jednoznačně nejobtížnější a na druhé straně rozhodující z hlediska úspěšného výsledku návrhu je hledání řešení. Existuje mnoho modelů od mnoha autorů, které byly a mohou být úspěšně používány v praxi. Podle obtížnosti tvůrčí úlohy se mohou osvědčit i zcela triviální postupy na jedné straně a jsou úlohy, na které žádná z metodik neuspěje. Neúspěch je jednoznačně spojen s etapou hledání řešení. Modely postupu při konstruování jsou založeny především na principu rozdělení složitého úkolu (návrhu TS) na řadu úkolů jednodušších.

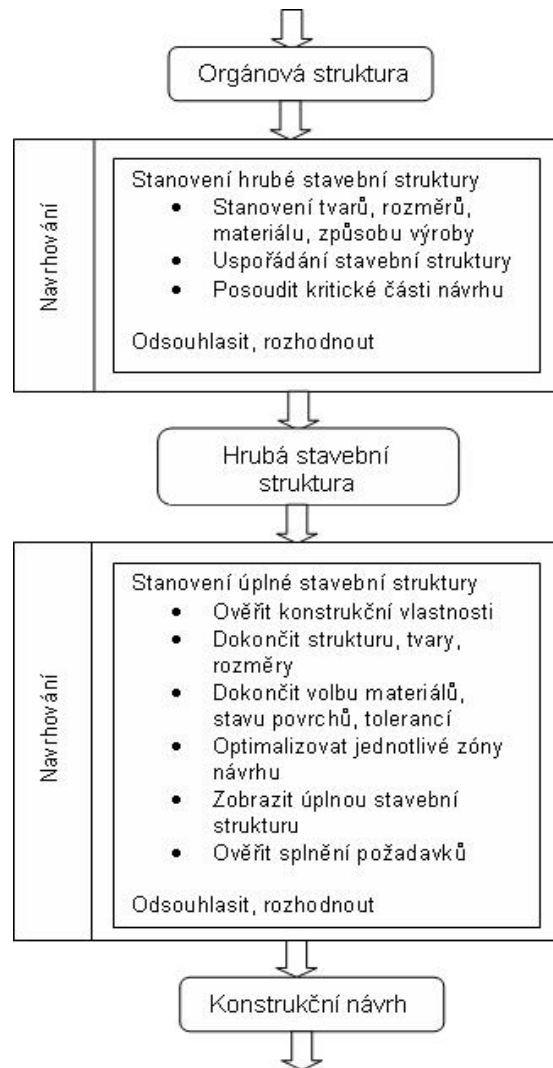
Historicky nejčastěji užívaným postupem je postup iterační, kdy se vychází z předběžně předpokládaných určitých znaků (účinků) a několika důležitých vlastností hledá se přibližné řešení, které se v dalších krocích zpřesňuje. Nevýhodou je časová náročnost a nejistota docílení úspěšného výsledku.

Pokusy o propracování a zobecnění postupu při konstruování vedly k návrhu tzv. obecného modelu tohoto postupu, jehož struktura se objevuje u více autorů (obr. 1.2.-3,4).





Obr. 1.2.-3 Postup konstrukčního procesu v části tvorby koncepcí



Obr. 1.2.-4 Postup konstrukčního procesu v části navrhování TS

Naznačený postup umožňuje rozčlenit žádaný účinek TS (hlavní funkci) na funkce dílčí a tím i zjednodušit problémy při jejich realizaci konkrétními orgány. Variability můžeme docílit na různých úrovních konstrukčního procesu, především však v rámci návrhu funkční struktury, s využitím morfologické matice (viz příklad v kap. 1.1.2 a obr. 1.1. – 4).

Vlastní postup je algoritmem, tedy výsledkem logických úvah. To platí, s výjimkou problémů zatím neřešených, s nimiž se setkáme u nových koncepcí výrobků nebo u výrobků inovovaných. Zde nám logika může naopak způsobit potíže, protože hledáme obvykle řešení odvozené od dosavadních poznatků o problému, ve směru tzv. vektoru setrvačnosti. Zde pak nastupuje intuice tvůrčího pracovníka, o níž toho mnoho nevíme, kromě některých postupů k jejímu podněcování – brainstormingu, delfské metody, metody 6-3-5, metod – modelování, analogie, agregace, aj.

Z tohoto důvodu bylo a stále je vynakládáno úsilí o pokrok i v této oblasti. Jedním ze směrů je snaha o poznání a odstraňování tzv. bloků myšlení při tvůrčí práci [7].

### 1.2.2. Hodnotová analýza

Hodnotová analýza je soubor metod a pracovních postupů, jejichž cílem je všestranné zdokonalení zvoleného objektu. Požadavek všestranného zdokonalení objektu má vždy dvě stránky - vstup a výstup hodnot objektu. Přičemž velikost zdokonalení je možné metodami hodnotové analýzy kvantifikovat, při uplatnění vztahu

$$PEH = \frac{\sum_{i=1}^n F_{ij}}{\sum_{i=1}^n N_{ij}}$$

Vstupy jsou zde reprezentovány  $N_{ij}$  - hodnotou vyjadřující množství společenské práce potřebné k jeho zhotovení, zjistitelnou odpovídající kalkulací nákladů. V čitateli uvedené výstupy reprezentuje  $F_{ij}$  - tzv. užitná hodnota, souhrn funkcí, kterými výrobek slouží uživateli. Kvantifikace užitné hodnoty je obtížnější než je tomu u hodnoty, protože funkce lze posuzovat na základě velmi různorodých technickoekonomických parametrů, s různými jednotkami, přímo nesčitatelnými. Pokud se týká kvantifikace cíle hodnotové analýzy - usilujeme o maximalizaci hodnoty PEH (zkratka - poměrná efektivní hodnota), k čemuž existují různé strategie.

K tomu celkovému cíli hodnotové analýzy jsou do ní zabudovány dílčí cíle:

- nalezení nejvhodnějšího objektu pro všestranné zdokonalení,
- uplatnění komplexního kritéria efektivnosti, propojujícího funkčnost a nákladovost navrhovaných zdokonalení zvoleného objektu,
- systematická analýza stupně plnění funkcí objektu,
- nákladová analýza ve vztahu k plnění funkcí objektu,
- týmová práce při všestranném zdokonalování objektu, využívající metod tvůrčího myšlení a systematického postupu při uplatnění HA v určených etapách,
- rozpracování většího počtu variant a výběr optimální varianty.

Zkušenosti s uplatňováním HA vedly k poznatku, že daleko výhodnějším postupem by bylo použití uvedených zásad již při vzniku nového výrobku, či jiného objektu, což se označuje jako hodnotové inženýrství a skutečně se stále více prosazuje v moderní návrhářské praxi. Více o aplikaci HI v dalších kapitolách.

Již z tohoto stručného úvodu zjišťujeme, že z pohledu konstruktéra má Věda o navrhování a Hodnotová analýza mnoho společného a míří ke stejnému cíli – optimálnímu výrobku. Je nutno zdůraznit, že existují některé pojmové disproporce, ale při pozorném srovnávání jednotlivých postupů je snadno identifikujeme a nečiní potíže. Zde však není prostor pro tyto úvahy.

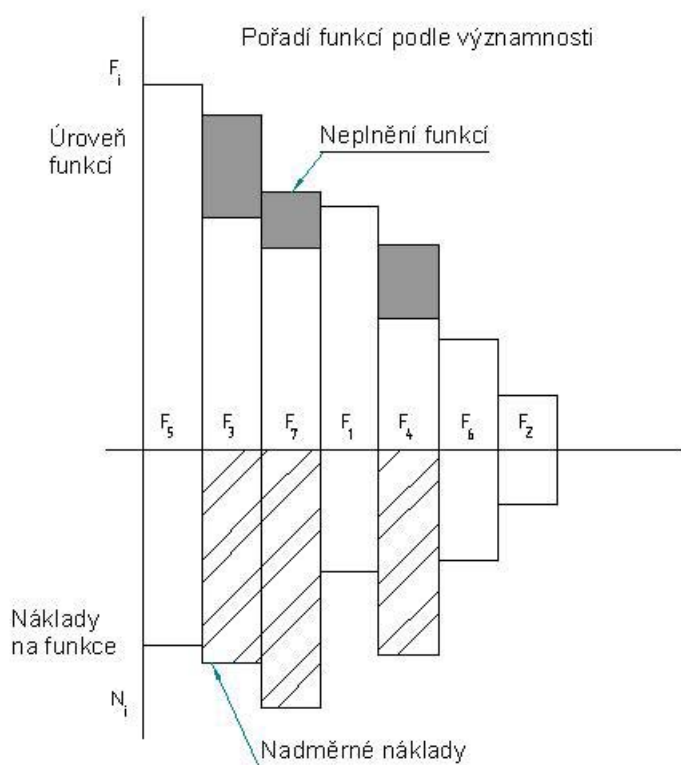
Výraznou výhodou HA využitelnou konstruktéry je především systematické uplatňování analýzy v každém postupném kroku. Dále je to možnost využití analýzy hodnot i v etapách, kdy jich máme k dispozici, exaktně a explicitně vyjádřených, jen málo. To je dáno důsledným využitím expertních metod, na základě zkušeností odborníků.

Problémové objekty, které se ve firmě vyskytují je třeba nejdříve dohledat (inventární soupis problémů) a seřadit pomocí zvolených kritérií a jejich významnosti a provedeního hodnocení každého problému, z hlediska všech kritérií.

Porovnávané páry funkcí					Počet voleb	Pořadí	Váha významnosti
F1	F1	F1	F1	F1	3	3.	0,75
F2	F3	F4	F5	F6			
	F2	F2	F2	F2	3,5	2.	0,88
	F3	F4	F5	F6			
		F3	F3	F3	2,5	4.	0,63
		F4	F5	F6			
			F4	F4	0,5	6.	0,13
			F5	F6			
				F5	4	1.	1,00
				F6	1,5	5.	0,38

Tab. 1.2. – 1 Metoda porovnávání párů (funkcí)

Objekt jehož všestranné zlepšování je nejnaléhavější pak nezkoumáme z hlediska konstrukčního nebo materiálového provedení, ale zkoumáme jeho podstatu, tj. užitnou hodnotu – strukturu funkcí, jimiž je podložena. Správná formulace a analýza funkcí není jednoduchým úkolem, avšak konstruktér, který ji nedokáže provést zpravidla zůstává u tradičních řešení a soustředí se na propracování první varianty. Nejdříve se provádí inventurní soupis všech funkcí objektu, které následně hierarchicky seřadíme do stromové struktury. Funkce se člení různým způsobem – např. na užitečné a škodlivé, hlavní, základní a vedlejší apod.



Obr. 1.2. – 1 Určení kritických funkcí výrobku

významnosti pro příslušné počty voleb jednotlivých funkcí. Samozřejmě lze použít ke stejnému účelu použít i jiných metod (strom významnosti aj.).

Velmi důležitým krokem analýzy funkcí je vyhodnocování funkcí zjištěných ve výrobku, které spočívá ve třech krocích - určení významnosti každé funkce hodnoceného objektu, určení stupně jejich plnění a agregované vyjádření celkové úrovně plnění funkcí objektu pro vyjádření jeho poměrné efektivní hodnoty.

Určení významnosti funkcí se provádí metodou porovnávání v trojúhelníku párů (tab. 1.2. - 1). Protože při větším počtu funkcí se přímé určení jejich významnosti nedaří, použije se vzájemného srovnání všech funkcí postupně v párech. Opět jde o metodu expertní, takže každý z expertů pracuje s vlastním formulářem. K počtu voleb zvolíme rozsah váhy významnosti (zde 0-1) a můžeme graficky, nebo z rovnice přímky stanovit odpovídající váhy

Určení stupně plnění jednotlivých funkcí využívá dvou přístupů, podle toho zda jde o funkce, které jsou kvantifikovatelné na základě jejich technickoekonomických parametrů, nebo nekvantifikovatelné, kdy se používá různých bodovacích metod. Agregované vyjádření celkové úrovně plnění funkcí hodnoceného objektu využívá metod vícekriteriálního hodnocení, které musí vyřešit základní problém vzájemného srovnávání funkcí kvantifikovatelných i nekvantifikovatelných. To je možné více způsoby – bodovacími metodami, metodou pořadí, bazickou metodou, metodou PATTERN aj. Závěrečným krokem funkční a nákladové analýzy je určení kritických funkcí objektu, jako příležitostí k dalšímu zdokonalování objektu. Za kritické považujeme takové funkce, které se svými parametry funkčnosti nebo nákladů negativně liší od požadované úrovně.

### 1.2.3. QFD

Tato metoda je prakticky nezbytná v rámci metodiky a postupů pro návrh nebo inovaci výrobku, pro transformaci požadavků zákazníka do funkcí a parametrů konkrétního technického systému, od kterých pak odvodíme požadavkový list, jako podklad pro smlouvu se zákazníkem.

Quality Function Deployment (QFD) je metodou plánování jakosti založenou na principu maticového diagramu. Představuje strukturovaný přístup pro stanovení potřeb a požadavků zákazníka a jejich transformaci do dalších etap plánování jakosti a vývoje výrobku a procesu jeho výroby. Jde opět, jako u jiných metod, používaných v počátečních fázích návrhu produktů, o metodu expertní, založenou na týmové spolupráci pracovníků různých odborných útvarů, podílejících se na vývoji produktu.

Pomocí řady maticových diagramů se zpracovávají informace zohledňující různé aspekty návrhu výrobku či jeho dílů nebo procesu. V praxi se uplatňují dva přístupy k metodě QFD, které se liší počtem analyzovaných maticových diagramů:

- Čtyřmaticový přístup - příslušné maticové diagramy se zaměřují na plánování výrobku, kdy se požadavky zákazníků převádějí do znaků jakosti výrobků, na plánování dílů, kdy se znaky jakosti výrobků převádějí do znaků jakosti dílů, na plánování procesů, kdy se znaky jakosti dílů převádějí do parametrů operací a na plánování výroby, kdy se parametry operací převádějí do výrobních postupů.
- Přístup využívající 30 maticových diagramů (matice matic), který jde více do hloubky a je vhodný u projektů, které vyžadují detailnější pochopení všech aspektů zpracovávaného návrhu.

Nejčastěji se metoda QFD využívá při převodu požadavků zákazníků do základních technických parametrů výrobku. Jejím grafickým vyjádřením je kombinovaný maticový diagram nazývaný "Dům jakosti".

Tvorba "Domu jakosti" probíhá v týmu, v němž jsou zastoupeni zejména pracovníci marketingu a vývoje. Pracovníci marketingu formulují požadavky zákazníků a pracovníci vývoje seznam znaků jakosti (pokud možno měřitelných), které definují navrhovaný výrobek. Požadavky zákazníků a znaky jakosti výrobku se zaznamenávají do řádků a sloupců maticového diagramu (obr. 10).

Aby mohla být zohledněna závažnost jednotlivých požadavků zákazníků přiřazuje se každému z požadavků váha vyjádřená bodovým hodnocením (obvykle 1 až 5). Nejnížší hodnocení mají ty požadavky jejichž nesplnění zákazník nejspíše ani nezaregistruje, nejvyšší hodnocení ty požadavky, na které zákazník klade nejvyšší důraz (např. mohou ohrozit bezpečnost nebo nedodržení zákonných předpisů).

V dalším kroku se hodnotí, jak výrobky plní požadavky zákazníků ve srovnání se srovnatelnými konkurenčními výrobky. Nejčastěji se opět používá stupnice 1 - 5 s grafickým zobrazením.

Úkolem týmu je dále analyzovat vzájemné vztahy mezi jednotlivými požadavky zákazníků a znaky jakosti navrhovaného výrobku. Na základě diskuse a dosažení konsensu v rámci týmu se kvalitativně hodnotí míra závislosti, přičemž se obvykle používají tyto stupně: závislost silná, průměrná, slabá a nezávislost. V případě závislosti se v buňkách diagramu uvedou zvolené grafické symboly, při nezávislosti zůstává buňka prázdná.

Získaný diagram už názorně poskytuje první informace o tom, ve kterých znacích jakosti (vlastnostech výrobku) se promítají jednotlivé požadavky zákazníků. Jeho analýza se zaměřuje zejména na míru zaplnění jednotlivých řádků a sloupců symboly, charakterizujícími intenzitu závislosti. V případě, že se určitý požadavek zákazníka nepromítá do žádné vlastnosti výrobku je nutné takovou vlastnost hledat a naopak, jestliže určité vlastnosti výrobku neodpovídá žádný požadavek zákazníka je buď daná vlastnost pro zákazníka nepodstatná nebo je odpovídající požadavek považován za samozřejmý a proto ani nebyl vyjádřen.

Analýza také umožňuje identifikovat vlastnosti výrobku, které jsou pro určitou množinu zákazníků nejdůležitější (v příslušném sloupci je nejvíce symbolů, zvláště těch, které charakterizují silnou závislost).

Následně analyzují pracovníci vývoje relace mezi jednotlivými vlastnostmi výrobku a míru jejich závislosti zaznamenávají do "střechy domu jakosti", k čemuž se zpravidla používá stejná symbolika, jako pro požadavky a vlastnosti, ale navíc se vyznačuje zda jde o pozitivní nebo negativní závislost.

Vývojoví pracovníci pak provedou porovnání s konkurencí, na základě znalostí parametrů jejich výrobků, a to z hlediska možnosti dosažení jednotlivých vlastností projektovaným výrobkem. K hodnocení dosahovaných parametrů se opět používá bodové hodnocení ve stupnici 1 až 5. Je vhodné hodnotit také obtížnost zajištění úrovně jednotlivých vlastností (parametrů).

V této fázi je již k dispozici dostatek informací, aby tým mohl navrhnout vhodné cílové hodnoty parametrů vlastností navrhovaného výrobku. Při jejich návrhu by měla být zohledněna důležitost jednotlivých vlastností, porovnání s konkurencí, vzájemné vztahy s ostatními vlastnostmi, stupeň obtížnosti jejich zajištění, avšak rovněž jejich přiměřenost ve vztahu k ceně výrobku, jeho vyrobitelnost a další aspekty.

Navržené cílové hodnoty vlastností se zaznamenávají do základny "Domu jakosti". Současně se stanovením těchto hodnot by měly být určeny přípustné meze variability, na základě uznání mezi zákaznických požadavků. Rozsah takto zpracovaných mimořádně cenných informací, souvisejících s know how firmy, zpravidla podléhá určitým pravidlům utajení.

### **Kvantitativní hodnocení "Domu jakosti"**

Výše uvedený postup metody QFD je zpravidla pro pracovníky vývoje a konstrukce modifikovat (doplnit řádky a sloupce o různé aspekty hodnotících postupů prospěšné pro založení nového výrobku a také reflektovat odchylky související s druhem výrobku) a také kvantifikovat. Při kvantitativním hodnocení důležitosti jednotlivých vlastností výrobku se do příslušné buňky současně zaznamenávají symboly i číselné hodnocení, nebo jen číselné hodnocení závislosti mezi zákaznickými požadavky a vlastnostmi. Obvyklé hodnocení používá pro vyjádření silné závislosti hodnotu 9, pro průměrnou 3 a pro slabou 1. Tak můžeme získat další zajímavé informace - např. hodnocení každé vlastnosti výrobku na

základě váženého součtu závislostí s požadavky zákazníků, násobených odpovídajícími váhami těchto požadavků.

Jiný postup, který vychází rovněž z hodnocení váhy požadavků zákazníků zohledňuje také žádoucí zlepšování plnění jednotlivých vlastností (v porovnání s konkurencí).

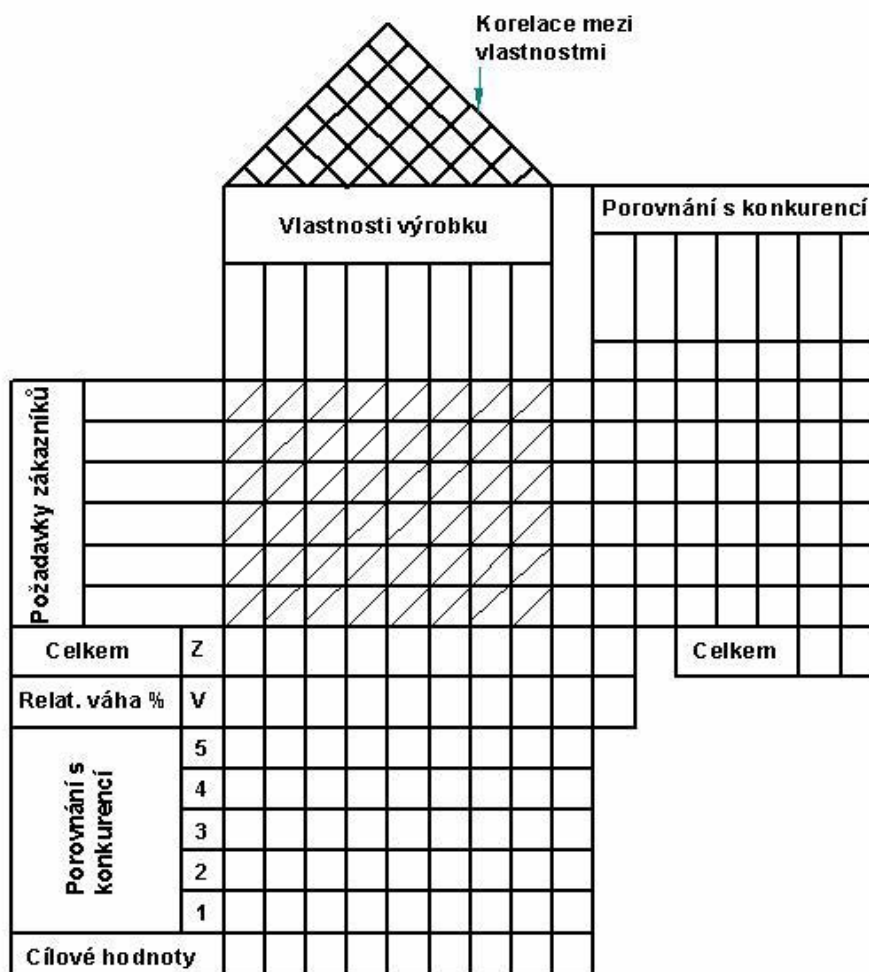
V tomto případě se kromě základní kategorizace požadavků podle stupně důležitosti (bodové hodnocení na stupnici 1 - 5), hodnotí plánované zlepšení plnění požadavků a vliv splnění jednotlivých požadavků na prodejnost výrobku.

Míra plánovaného zlepšení v plnění určitého požadavku se vyjadřuje pomocí koeficientu plánovaného zlepšení, který se počítá jako poměr plánovaného hodnocení plnění požadavku (hodnocení, kterého chce firma dosáhnout) ke stávajícímu hodnocení:

$$B_i = \frac{P_i}{N_i}$$

Podkladem pro stanovení plánovaného zlepšení je porovnání stávajícího hodnocení plnění jednotlivých požadavků zákazníků ve firmě a u konkurence. Pro hodnocení plnění požadavků se opět používá stupnice 1 - 5.

Vliv plnění požadavku na prodejnost výrobku se posuzuje pomocí koeficientu vlivu na prodejnost. Doporučuje se používat třístupňové hodnocení: v případě silného vlivu na prodejnost nabývá koeficient hodnoty 1,5; u středního vlivu 1,2 a pro minimální vliv 1.



Tab. 1.2. – 1 grafické znázornění Domku kvality

Podkladem pro stanovení plánovaného zlepšení je porovnání stávajícího hodnocení plnění jednotlivých požadavků zákazníků ve firmě a u konkurence. Pro hodnocení plnění požadavků se opět používá stupnice 1 - 5.

Vliv plnění požadavku na prodejnost výrobku se posuzuje pomocí koeficientu vlivu na prodejnost. Doporučuje se používat třístupňové hodnocení: v případě silného vlivu na prodejnost nabývá koeficient hodnoty 1,5; u středního vlivu 1,2 a pro minimální vliv 1.

Vynásobením výše uvedených tří kritérií - stupně důležitosti požadavku, koeficientu plánovaného zlepšení a koeficientu vlivu na prodejnost se vypočtou absolutní váhy jednotlivých požadavků  $D_i$  podle vztahu:

$$D_i = A_i * B_i * C_i$$

kde

$A_i$  - stupeň důležitosti požadavku

$B_i$  - koeficient plánovaného zlepšení požadavku

$C_i$  - koeficient vlivu na prodejnost.

Stanovené hodnoty absolutních vah požadavků se pak přepočtou na relativní váhy vyjádřené v procentech ( $E_i$ ), které charakterizují význam jednotlivých požadavků:

$$E_i = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} * 100$$

kde

$n$  - celkový počet požadavků.

V další fázi zpracování se pro buňky maticového diagramu, kde byla zjištěna závislost mezi požadavkem zákazníků a vlastností výrobku, vypočítá součin koeficientu vyjadřujícího míru závislosti a relativní váhy požadavku ( $S_{ij}$ )

$$S_{ij} = K_{ij} * D_{ij}$$

kde

$K_{ij}$  - koeficient vyjadřující míru závislosti mezi požadavkem  $i$  a vlastností  $j$

Vypočítané hodnoty součinů  $S_{ij}$  charakterizují důležitost jednotlivých vlastností a zaznamenávají se do druhé poloviny odpovídajících buněk (obr. 1). Pro jednotlivé vlastnosti se pak stanoví součty těchto součinů

$$Z_j = \sum_{i=1}^n S_{ij}$$

Příslušné hodnoty součtů ( $Z_j$ ) charakterizují důležitost jednotlivých vlastností z hlediska plnění všech požadavků zákazníka a obvykle se přepočítávají na vyjádření relativní váhy v procentech

$$V_j = \frac{Z_j}{\sum_{j=1}^m Z_j} * 100$$

kde

$V_j$  - relativní váha vlastnosti  $j$  v procentech

$m$  - počet vlastností

Relativní váhy vlastností charakterizují procentuelně důležitost jednotlivých vlastností výrobku vzhledem k dané množině požadavků zákazníka.

## 1.2.4. FMEA



(Failure Mode and Analysis – Analýza způsobů a důsledků poruch)

Metodu uvádíme ze dvou důvodů, jednak jako příklad jedné z mnoha metod, které se stále více prosazují, s cílem přispět ke zvýšení kvality výrobků, jednak jako postup, který byl nedávno zabudován do systém GFI a je proto nezbytné pochopit v tomto kontextu jeho smysl a význam.

Je to týmová analýza možností vzniku vad výrobků (nebo procesů), hodnocení jejich rizika, návrh a realizace opatření vedoucích ke zlepšení kvality návrhu. Metoda vznikla v 60. letech minulého století v USA, v souvislosti se snahou o zlepšení spolehlivosti složitých technických systémů navrhovaných pro kosmický výzkum.

Mimo posouzení rizik přináší také snížení nákladů a je součástí postupů ISO 9000. Je účelné metodu aplikovat co nejdříve při návrhu nového produktu – již v koncepční fázi návrhu, a to týmem různě zaměřených odborníků. Posloupnost etap postupu: analýza a hodnocení současného stavu - návrh opatření – hodnocení stavu po realizaci opatření.

#### Analýza a hodnocení současného stavu

Po sestavení týmu následuje seznámení s výrobkem a zjišťování (inventura) potenciálních nedostatků výrobku (nového nebo inovovaného). Hodnocení současného stavu zahrnuje:

- Zpracování přehledu všech možných vad, které by u daného prvku výrobku mohly v době života výrobku nastat, včetně vad vzniklých za mimořádných podmínek provozu.
- Analýzu všech možných příčin všech možných vad.
- Analýzu všech možných následků všech možných vad.

Jako pomocný nástroj při těchto činnostech lze využít katalogů (možných vad, možných důsledků a možných příčin vad) a také software pro hodnocení.

Kritérii pro hodnocení identifikovaných možných vad jsou:

- Význam vady (VV) - závažnost možných následků vady pro uživatele (nejhoršího následku).
- Očekávaný výskyt vady (OVV) – pravděpodobnost vzniku vady z možné příčiny.
- Odhalitelnost vzniku vady (OdV) – vychází z posouzení účinnosti používaných kontrolních postupů.

K hodnocení se používá trestných bodů od 1 do 10. Výsledné hodnocení je dáno rizikovým číslem (RČ).

$$RČ = VV \times OVV \times OdV$$

Podle RČ pak je dáno pořadí důležitosti vad (rizika).  $RČ_{max} = 1000$  je prakticky nemožné. Důležité je tzv. kritické rizikové číslo (KRČ) používané jako mezní přípustná hodnota. Buď je určuje zákazník, nebo se stanoví z průměrných hodnot všech tří kritérií  $5 \times 5 \times 5 = 125$ . Pro vady, které překročí rizikové číslo se stanoví návrh opatření, která se následně vyhodnocují a sledují.

Příklad identifikace možných vad prvku konstrukce, jejich možných následků a příčin je v následující tabulce.

Možné vady	Možné následky vad	Možné příčiny vad
deformace	ztráta funkce	nevhodné konstrukční řešení
koroze	omezená funkce	špatná specifikace materiálu
opotřebení	špatný vzhled	nesprávná tloušťka materiálu
uvolnění	hlučnost	nesprávné tolerance
vibrace	nepřesný chod	nevyváženost
netěsnost	zhoršené ovládání	nevhodné těsnění
přerušení obvodu	ohrožení života	nedostatečná ochrana proti vlivu prostředí

Příklad identifikace možných vad prvku, jejich následků a příčin

Hodnocení následků vady (viz následující tabulka).



Následek vady	Význam vady	Hodnocení
Nebezpečný – bez výstrahy	Ovlivňuje bezpečnost výrobku nebo dodržování zákonných požadavků	10
Nebezpečný – s výstrahou	Ovlivňuje bezpečnost výrobku nebo dodržování zákonných požadavků s výstrahou	9
Velmi vážný	Nefunkční výrobek se ztrátou hlavní funkce	8
Vážný	Funkční výrobek se sníženou výkonností, zákazník je nespokojen	7
Střední	Funkční výrobek s nefunkční částí zajišťující pohodlí, zákazník pociťuje nepohodlí.	6
Nízký	Funkční výrobek, ale části zajišťující pohodlí pracují na nižší úrovni, zákazník pociťuje určitou nespokojenost.	5
Velmi nízký	Ozdobné nebo tlumicí prvky neodpovídají, vadu zaznamená většina zákazníků.	4
Malý	Ozdobné nebo tlumicí prvky neodpovídají, vadu zaznamená průměrný zákazník.	3
Velmi malý	Ozdobné nebo tlumicí prvky neodpovídají, vadu zaznamená náročný zákazník.	2
Žádný	Žádný následek.	1

Hodnocení následků vady

Pravděpodobnost výskytu vady (viz následující tabulka).

Pravděpodobnost výskytu vady	Možný výskyt vad	Hodnocení
Velmi vysoká, vada je téměř nevyhnutelná	$\geq 1$ ze 2	10
	1 ze 3	9
Vysoká, opakované vady	1 z 8	8
	1 z 20	7
Střední, občasné vady	1 z 80	6
	1 z 400	5
	1 z 2000	4
Nízká, relativně málo vad	1 z 15 000	3
	1 z 150 000	2
Vzdálená, vada je nepravděpodobná	$\leq 1$ ze 150 000	1

Pravděpodobnost výskytu vady

Odhalitelnost vady (viz následující tabulka).

Odhalitelnost	Pravděpodobnost odhalení vady (při posuzování návrhu výrobku)	Hodnocení
Absolutně nemožná	Posuzování výrobku neodhalí možnou příčinu vady/nebo ani následnou vadu/nebo se posuzování neprovádí	10
Velmi vzdálená	Velmi vzdálená možnost, že posuzování návrhu výrobku odhalí možnou příčinu vady/nebo následnou vadu	9
Vzdálená	Vzdálená možnost, že posuzování návrhu výrobku odhalí možnou příčinu vady/nebo následnou vadu	8
Velmi malá	Velmi malá možnost, že posuzování návrhu výrobku odhalí možnou příčinu vady/nebo následnou vadu	7
Malá	Malá možnost, že posuzování návrhu výrobku odhalí možnou příčinu vady/nebo následnou vadu	6
Průměrná	Průměrná možnost, že posuzování návrhu výrobku odhalí možnou příčinu vady/nebo následnou vadu	5
Mírně nadprůměrná	Mírně nadprůměrná možnost, že posuzování návrhu výrobku	4

	odhalí možnou příčinu vady/nebo následnou vadu	
Vysoká	Vysoká možnost, že posuzování návrhu výrobku odhalí možnou příčinu vady/nebo následnou vadu	3
Velmi vysoká	Velmi vysoká možnost, že posuzování návrhu výrobku odhalí možnou příčinu vady/nebo následnou vadu	2
Téměř jistá	Posuzování návrhu výrobku téměř jistě odhalí možnou příčinu vady/nebo následnou vadu	1

Pravděpodobnost odhalení vady – odhalitelnost vady

Charakteristické vady podle kritérií (viz následující tabulka).

Význam	Výskyt	Odhalitelnost	Charakteristika	Nutnost opatření
1	1	1	Ideální, cílový stav	NE
1	1	10	Bezpečně řízený proces	NE
10	1	1	Vada se nedostane k zákazníkovi	NE
10	1	10	Vada se může dostat k zákazníkovi	ANO
1	10	1	Častá, snadno odhalitelná vada, která ale stojí peníze	ANO
1	10	10	Častá vada, která se může dostat k zákazníkovi	ANO
10	10	1	Častá vada velkého významu	ANO
10	10	10	<b>Nic není v pořádku !</b>	ANO

Charakteristické vady podle kritérií

Příklad aplikace metody FMEA pro návrh výrobku (viz následující tabulka).

Výrobek - kancelářská sponka - je jistě triviální, ale příklad je dostatečně názorný.

Systém \_\_\_\_\_  
 Subsystem \_\_\_\_\_  
 Součást \_\_\_\_\_  
 Model \_\_\_\_\_

**FMEA NÁVRHU VÝROBKU**

Zodpovědnost za návrh \_\_\_\_\_  
 Datum \_\_\_\_\_

Číslo FMEA \_\_\_\_\_  
 Strana \_\_\_\_\_ z \_\_\_\_\_  
 Zpracoval \_\_\_\_\_  
 Datum provedení FMEA:  
 (původní) \_\_\_\_\_ (revidovaná) \_\_\_\_\_

Základní tým \_\_\_\_\_

Prvek ----- Funkce	Možná vada	Možné následky vady	Význam Kritičnost	Možné příčiny/ mechanismy vady	Výskyt	Stávající způsoby posuzování návrhu	Odhaltitelnost Rizikové číslo	Doporučená opatření	Odpovědnost Termín realizace	Provedená opatření	význam Výskyt	Odhaltitelnost Rizikové číslo
Kancelářská sponka	Ostré hrany	Poranění uživatele Poškození dokumentu	9	Konstrukce bez zaoblení hran	7	Žádné	10 630	Doplnit zaoblení hran Zavést funkční zkoušky	Novák 1.7. 2001 Horák 10.7.2001	Doplněno zaoblení R=0,4 Zavedeny funkční zkoušky	9 1 3	27
	Ztráta pružnosti	Sepnuté papíry nedrží Ztráta dokumentu	7	Nevhodný materiál	5	Zkoušky mech. vlastností a výpočet	4 140	Použit jiný materiál	Sýkora 1.7. 2001	Použita ocel dle ČSN.....	7 2 4	56
				Nevhodný tvar	3	Zkoušky mech. vlastností a výpočet	4 84	Žádná				
Koroze	Špiní papír Špiní ruce Nepěkný vzhled	7	Nevhodná povrchová úprava	6	Žádné	10 420	Navrhnout vhodnější povrch. úpravu Zavést korozní zkoušky	Kolář 3.7.2001 Řehák 5.7.2001	Zvýšena tloušťka vrstvy chromu na ... Zavedeny korozní zkoušky	7 3 3	63	

Příklad aplikace metody FMEA pro návrh výrobku

Postup porovnejte s aplikací a aparátem (formuláři) metody FMEA v Goldfire Innovatoru.



**Shrnutí kapitoly**

V této kapitole jste se seznámili se současnými principy a postupy Design Science (MK), na příkladu Obecného modelu postupu při konstruování a s některými vybranými metodami, které se modifikovaně uplatňují v TRIZ, TechOptimizeru, nebo Goldfire Innovatoru.

## 2. TRIZ, ARIZ

### Po úspěšném a aktivním absolvování tohoto BLOKU

Prostudováním druhého přednáškového bloku, členěného do dvou částí, se seznámíte: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ s principy Teorie řešení inovačních zadání - TRIZ</li> <li>▪ s principy Algoritmu řešení inovačních zadání - ARIZ</li> </ul>	Cíle přednáškového bloku
---	--------------------------

<i>Teorie řešení, inovační zadání, algoritmus řešení</i>	Klíčová slova
--	---------------



**Čas ke studiu:** 3 hodiny

Teorie řešení inovačních zadání – TRIZ je dnes světově známou zkratkou mezi konstruktéry a odborníky na inovace. Náročný termín "teorie" si tyto metody skutečně zaslouží, neboť byly odvozeny ze zákonitostí vynalézání, odvozených ze studia desetitisíců patentových spisů, s cílem najít, co je v nich společného; a z této abstrakce pak odvodit obecně použitelnou teorii pro řešení vynálezeckých úloh, aby se uplatnila jako účinná metoda v inženýrské tvořivosti, a to pro úkoly obtížné. Cílem metody je dosáhnout ideálního výsledku odstraněním psychologické setrvačnosti a dalších bloků a zábran myšlení při tvůrčí práci a při maximálním využití všech systémových zdrojů.

Zakladatelem TRIZ je inženýr z Baku *G. S. Altšuller*, který na ní pracoval od roku 1946 do konce života v roce 1998 a stále ji vylepšoval a mnoha publikacemi propagoval, a to i mezi mládeží. Svou prací záměrně a uvědoměle stavěl mosty mezi základními vědami a technikou. Základní tezí jeho snahy bylo odhalit zákony platné při rozvíjení technických systémů a využít je k vynalézání bez náhodného bloudění.

Velké uplatnění TRIZ je odůvodněno její účinností, neboť vznik a dlouholeté zdokonalování vyplývá ze studia tisíců vynálezů, obsažených ve světových patentových knihovnách.

TRIZ je vysoce vědeckým způsobem řešení inženýrských inovačních úloh. Nabízí dva účinné prostředky, které při dobrém pochopení a zvládnutí, mohou být velmi užitečné pro inženýry i manažery:

1. prokázanou schopnost zvýšit kreativitu uživatelů a překonávat bariéry psychologické setrvačnosti;
2. soubor zákonitostí vývoje technických systémů, umožňujících předvídat vývoj budoucí generace výrobků a metod.

Metoda TRIZ poskytuje odpověď na všechny tři základní otázky vynalézání, tj. "Co?", "Proč?" a "Jak?". Na první dvě otázky odpovídá funkčně nákladová analýza zdokonalovaného objektu. Pro odpověď na třetí otázku byl sestaven ARIZ, odvozený z analýzy tisíců patentů a autorských osvědčení.

Ke zvýšení řešitelské kapacity tvůrčích pracovníků při řešení úkolů v praxi slouží počítačová podpora metody TRIZ s názvem Invention Machine (IM). Obsahuje mj. konzultační moduly: IM - heuristické principy, IM - standardní postupy, IM - efekty.

Metoda TRIZ vychází ze dvou zásad, že

- technické systémy se rozvíjejí vždy překonáváním technického nebo fyzikálního rozporu;
- vznik a rozvoj technických systémů probíhá ve shodě s objektivními trendy rozvoje techniky.

Vedle technických a fyzikálních rozporů uvádí metoda TRIZ ještě rozpor administrativní, tj. rozpor mezi nutností dosáhnout cíle a možností jeho dosažení.

V metodách TRIZ se k řešení úloh uplatňují nejrůznější fyzikální jevy jichž jsou tisíce a každý se může využít k tvůrčí práci. Běžně jich řešitelé využívají jen několik desítek. Proto jim může pomoci širší soupis fyzikálních jevů v podobě katalogů či tabulek, na jejichž principu mohou řešit tvůrčí problémy a překonávat v nich technické rozpory. V každém oddílu fyziky jsou velké skupiny takových jevů.

### **Metoda ARIZ**

Altšullerův ARIZ je program řešení úloh p o k r o c í c h, podle kterého se má dospět k ideálnímu řešení úlohy. Výsledku se dosahuje řešením rozporů, mezi nimiž je klíčový technický rozpor. Rozumí se jím rozpor mezi potřebným (požadovaným) výsledkem řešení a způsobem, jak ho dosáhnout.

Z pěti tříd složitosti vynálezů se pro první dvě třídy nemusí sahat k metodě ARIZ; jde o malá zdokonalení známých soustav, kdy lze jednoduchý technický rozpor odstranit způsobem známým v příslušném oboru. Do těchto dvou tříd lze zařadit asi tři čtvrtiny patentů. Pomocí ARIZ se tedy řeší úlohy od třetího stupně složitosti, ve kterých je třeba k překonání technického rozporu změnit prvek soustavy. Typickým vynálezem třetí třídy je kuličkové pero. Myšlenky čtvrté třídy vedou k novým technickým soustavám (např. vynález echolotu k měření hloubky vody ultrazvukem). Pátá třída vynálezů jde přímo za novými objevy a vyústí zpravidla v nové odvětví techniky (např. vynález automobilu, rádia, samočinného počítače, laseru, internetu apod.).

Prvním krokem ARIZu je správná volba úlohy, zejména z hlediska novosti. Tento krok se neobejde bez soustavného sledování stále nových pramenů z oboru a bez všestranné rešerše na řešené téma.

Podrobný postup řešení může být členěn např. do těchto kroků:

1. výběr úlohy,
2. vytvoření modelu úlohy,
3. analýza modelu úlohy,
4. odstranění fyzikálního rozporu,
5. předběžné zhodnocení nalezeného řešení,
6. rozvinutí získané odpovědi,
7. rozbor postupu a výsledku řešení.

Členění však není nutné dodržet.

### **Metodika TRIZ a expertní systém (IM)**

Metodika TRIZ obsahuje dvě části, které se doplňují:

1. *Funkčně nákladovou analýzu* (FNA), která pomáhá odpovědět na otázku "co?" zdokonalovat a "proč?". Promyšlené odpovědi na tyto otázky pomohou přesně formulovat úlohu - základní předpoklad racionálního řešení.
2. *Algoritmus řešení invenčních zadání* (ARIZ), který vede řešitele na cestě "jak" problém řešit, tj. identifikovat a řešit technické rozpory v problému a fyzikální rozpory v technických rozporech a využívat přírodní vědy při řešení.

Invention Machine je expertní systém, jehož základy spočívají na metodě ARIZ. TRIZ i IM jsou nejen osvědčeným prostředkem k tvůrčímu řešení technických úloh, ale jsou vhodné i pro výuku studentů k tvůrčí práci svou názorností, logikou a spojením teoretických disciplín s praktickými aplikacemi.

K usnadnění řešení úloh na počítači slouží tzv. *IM-TechOptimizer* (IM-TO) - inženýrský software definující oblast Computer Aided Innovation. Je určen pro řešení inovačních úloh v přípravné etapě, před uplatněním ve výrobě. IM-TO má zvýšit produktivitu tvůrčí práce při řešení technických úkolů. Jeho uplatnění je široké - od konstruktérů až po vývojové, výzkumné a vědecké pracovníky.

Na druhé straně je třeba upozornit, že zvládnutí postupů TRIZ (ARIZ) tak, aby je konkrétní tvůrčí pracovník efektivně uplatňoval v technické tvůrčí práci není jednoduché a není dostupné každému. V tom se zmýlil i geniální Altshuller. Celý život usiloval o širší uplatnění svých poznatků a očekával, že tím výrazně zlepší ekonomickou situaci své země. Když mu to bylo konečně umožněno a začátkem 80. let se s Altshullerovou metodikou podrobně seznámilo několik tisíc ruských inženýrů a studentů (během minimálně padesátihodinových výukových kurzů), bylo možné s odstupem učinit určité závěry v tomto smyslu. Ty ukázaly, že pouze malé procento z účastníků těchto kurzů dokázalo používat tuto metodiku trvale. Původní předpoklad, že se každý může po zaškolení v metodice TRIZ stát celoživotním tvůrcem-vynálezcem, se nepotvrdil.

Altshuller proto inicioval další rozsáhlý výzkum jak historicky významných tvůrčích osobností, tak inženýrů a studentů. Cílem bylo identifikovat typické rysy tvořivé osobnosti a okolnosti jejího formování od dětství až po období naplňování vytyčeného významného životního cíle. Z výzkumu Altshuller zjistil, že k tomu, aby se člověk mohl stát celoživotním tvůrcem-vynálezcem, musí mít následující vlastnosti:

- Musí mít významný osobní cíl
- Musí mít schopnost vytvořit a implementovat akční plán
- Musí být tvrdě pracující osobností
- Musí být dostatečně zkušený v používání technik tvořivého řešení problémů
- Musí být odolný – ve smyslu držet směr, mít „hroší kůži“
- Musí mít schopnost dosahovat užitečných mezivýsledků již ve středních etapách tvůrčího procesu (tzn. přesvědčit okolí, že se nachází „na správné stopě“)

Po zvážení těchto skutečností a také vlastních, více než desetiletých zkušeností s výukou TRIZ, je nutné velmi opatrně přistoupit k rozhodování co do výuky s tímto obsahem zařadit a v jaké posloupnosti. K dispozici je v semestru pro výuku tohoto kurzu zhruba 50 hodin (podobně jako u Altshullera), přičemž studenti (1. ročník navazujícího studia) zatím měli pouze odborné předměty, žádný metodologického (netechnologického) typu. Volné a kreativní úvahy z hlediska tvorby koncepcí, které by sami měli navrhovat, jsou jim velmi vzdálené. Jistým přínosem však je, že za sebou mají bakalářskou práci, kde se již s určitými problémy uvedeného typu setkali a pokoušeli se je řešit.

Z dosavadních zkušeností také vyplývá, že studenti velmi rychle zvládnou práci rutinní práci se software TechOptimizer, ale podstatně hůře chápou jak vytěžit ze získaných

---

poznatků podstatu vlastního technického řešení inovovaného nebo nového produktu nebo problému. Přitom je nutné přihlídnout k tomu, že práce se software Goldfire Innovator je podstatně složitější a méně přehledná než s TechOptimizerem. Z toho důvodu byla formulována struktura kurzu a také osnova studijní podpory v posloupnosti

Tvůrčí technická činnost

Inženýrské činnosti

Metodika konstruování – vývoj, současný stav, základní postupy, nedostatky

TRIZ – základní principy – funkční a nákladová analýza – syntéza řešení

Případové studie – vzory úloh pomocí TRIZ řešených (uplatnění principů)

TechOptimizer (práce s jednodušší verzí 3.0) – podrobný příklad inovace produktu

Goldfire Innovator – změny proti TO, možnosti, výhody, srovnání postupů při inovaci nebo návrhu nového výrobku podle TO a GFI

Lze předpokládat, že takto vytvořené základy tvůrčího myšlení vytvoří odpovídající skupině posluchačů (viz výše) předpoklady, pro další etapu růstu v jejich praktickém využívání v konkrétní firmě a zařazení.

## 2.1. FUNKČNÍ A NÁKLADOVÁ ANALÝZA (FNA)

### Po úspěšném a aktivním absolvování této KAPITOLY

<p>V této kapitole se seznámíte se základy funkční a nákladové analýzy technických systémů. Kapitola se zabývá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Principy analýzy funkcí</li> <li>▪ Principy analýzy nákladů</li> <li>▪ Postupy analýz</li> </ul> <p>Po jejich prostudování budete schopni vysvětlit význam základních pojmů a principy provádění analýz i jejich postupy.</p>	Cíle kapitoly
<p><i>FNA, funkce, analýza výrobku, náklady, problémy, komponenty, struktura, vazby, nadsystém.</i></p>	Klíčová slova



**Čas ke studiu:** 90 minut

Funkční a nákladová analýza je odvozena od postupů hodnotové analýzy (viz kap. 1.2.2.) a byla přiřazena do postupů TRIZ a Invention Machine až v pozdější etapě vývoje. Je dnes však jejich nezbytnou a neodmyslitelnou součástí.



### VÝKLAD

#### 2.1.1. Postupy

Tvorba a řešení inovačních zadání (TRIZ) je soubor metod podporujících hledání řešení technických problémů. Na tomto místě se zmíníme o Funkčně - nákladové analýze (FNA), která pomáhá konstruktérovi určit **co a proč** má být v technickém systému zdokonaleno. Vzhledem k tomu, že jde o odnož hodnotové analýzy, je možné využít předchozí kap. 1.2.2. a upřesnit, které změny FNA doznala a jakým způsobem je využívána. Popsané postupy jsou realizovány prostředkem počítačové podpory TechOptimizer, jeho analytickými moduly (analýza produktu, analýza procesu).

FNA má poskytnout správné zadání pro inovaci výrobku nebo technologického procesu, na základě analýzy funkcí a nákladů na jejich realizaci. Nesprávně formulované zadání může být natolik zavádějící, že pokud vůbec je technický problém nakonec vyřešen, je to za cenu značných časových a finančních ztrát a především ztráty pozice na trhu.



## Analýza komponent a struktury objektu

Objekt jako systém má svou hierarchickou strukturu – sestává se subsystémů až několika úrovní a jejich prvků. Lze tedy vždy vytvořit hierarchický strom, odpovídající zkoumanému objektu. Pro potřeby analýzy vytváříme komponentní model, který z celého objektu zahrnuje prvky (komponenty) jen jedné úrovně a případně prvky nejbližší nižší úrovně. Jinak se model stává nepřehledným.

Do komponentního modelu zařazujeme také prvky nadsystému – do systému nepatří, ale s jeho prvky vcházejí nějakým způsobem do interakce. Analýza se přitom provádí vždy pro konkrétní podmínky – čas a místo, případně pro konkrétní etapu života objektu.

Při vyjasňování komponentního modelu současně již vytváříme seznam nežádoucích efektů objektu. Následně vyšetřujeme vazby mezi prvky objektu (i nadsystémy), a to i s ohledem na časový faktor a zaznamenáváme do grafu.

Při velkém počtu prvků je výhodné vypracovat matici vazeb mezi prvky. Vazba (působení) může mít mnoho forem – fyzická, tepelná, magnetická, elektrická, chemická, informační, aj.

Posledním prvkem grafu je „výrobek“ vyšetřovaného komponentního modelu – čímž rozumíme prvek, který je nositelem účelu, účelové (příp. hlavní) funkce daného objektu, nebo jeho vyšetřované části. (Např. „výrobkem“ mechanické úchopné hlavice jsou čelisti, pohonu – výstupní hřídel převodovky, ap.).

Vyšetřování vazeb odhaluje užitečná i nežádoucí (škodlivá) působení mezi prvky. Odhalená nežádoucí působení již mohou být podněty pro jejich odstranění (a tím zlepšení objektu). Ne všechna působení mohou být hned odhalena a lze je kdykoliv doplnit.

## Analýza funkcí

Vyšetřené vazby mezi prvky navzájem (a „výrobkem“ i nadsystémy) jsou realizovány konkrétním působením mezi nimi. Konkrétní prvek je tedy nositelem funkce – jako projevu vlastností materiálního objektu, který vede ke změně nebo zachování parametrů (důkaz o existenci funkce) jiného prvku.

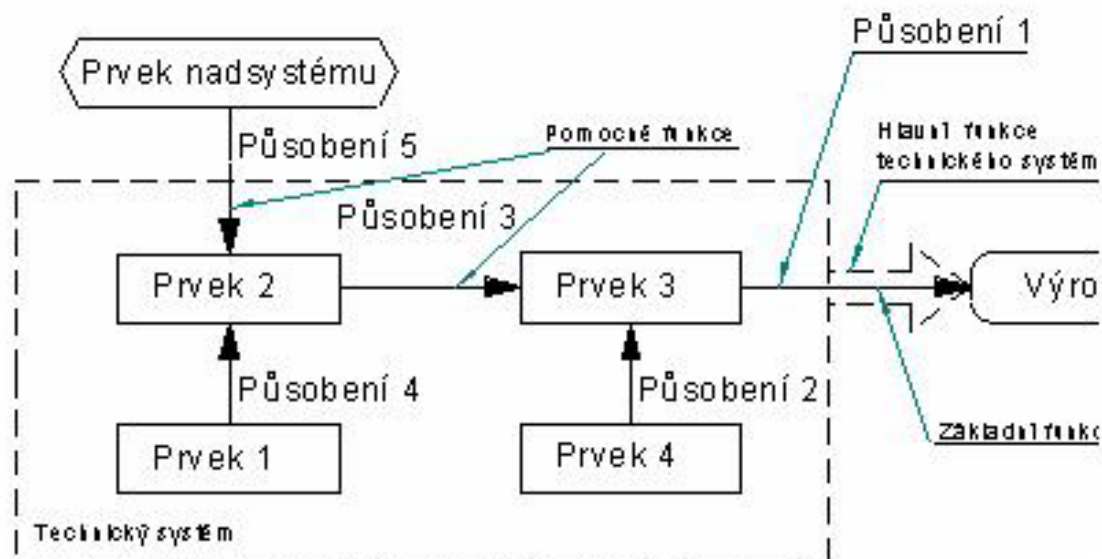
Funkce znamená působení prvku na objekt za určitých okolností (podmínek, parametrů). Nutno zdůraznit, že pro jednotnost, stručnost a jasnost vyjádření se působení vyjadřuje buď slovesem v infinitivu nebo ve 3. osobě singuláru. Např. funkce – páka stlačovat (nebo stlačuje) pružinu. Po identifikaci funkcí vytvoříme model funkcí (graficky).

Stručné (jednoslovné) a výstižné vyjádření působení je zpočátku dosti obtížné. Avšak jádro příslušné slovní zásoby není příliš rozsáhlé, takže se doporučuje vytvořit si a doplňovat seznam vhodných sloves a postupně je upřesňovat.

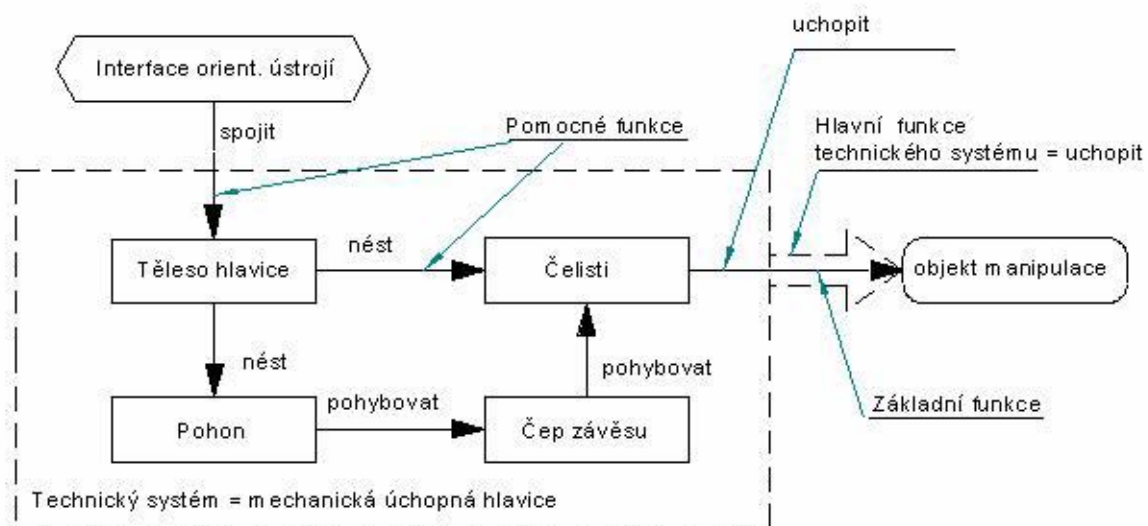
Ve srovnání s hodnotovou analýzou i metodikou konstruování se používá poněkud jiné klasifikace funkcí:

- hlavní funkce objektu – vystihuje jeho hlavní účel (ale zkoumaným objektem může být jak systém, tak i podsystém, součást, nebo i konstrukční prvek součásti (např. břit nože),
- základní funkce – zajišťující realizaci hlavní funkce,
- pomocná funkce – zajišťující realizaci základní funkce.

Z obr. 1.2. - 1 je zřejmé, jak jsou jednotlivé funkce zařazeny podle klasifikace. Mimo hlavní funkce celého TS, jsou zde i hlavní funkce jednotlivých prvků - např. působení 3 je HF prvku 2. Působení 1 prvku 3 je základní funkcí (ZF), protože bezprostředně působí na výrobek a zajišťuje plnění HF TS. Prvky 2 a 4 realizují působení 3 a 2 na prvek 3 (čímž mu umožňují plnit ZF) a označují se v tomto smyslu jako pomocné funkce 1. řádu - A1. Prvek 2 tedy plní pomocnou funkci 1. řádu. Prvek 1 pan na prvek 2 musí realizovat pomocnou funkci 2. řádu pro základní funkci. Pro praktickou ilustraci řádu a významu funkcí slouží příklad na obr. 1.2. - 2 – funkční model mechanické úchopné hlavice.



Obr. 2.1. – 1 Obecné schéma klasifikace funkcí



Obr. 2.1. – 2 Konkrétní příklad řazení funkcí mechanického efektoru

Z uvedeného je zřejmé jak se určuje řád funkce; na něm závisí významnost jednotlivých prvků pro TS a závěry o potřebných změnách TS. Čím dále je prvek od výrobku,

tím je jeho význam pro TS menší, protože méně ovlivňuje (podporuje) prvek se základní funkcí.

Funkce se dále dělí na užitečné a škodlivé. Užitečná funkce má příznivý účinek buď proto, že napomáhá plnění hlavní funkce, nebo proto, že napravuje důsledky funkce škodlivé. Výhodnějším postupem je samozřejmě přímé odstranění funkce škodlivé.

Funkce TS je třeba hodnotit také z hlediska úrovně jejich plnění (viz kap. 3.3.1.). Hodnocení je možné na základě parametrů funkce – aktuálních (existujících) a žádaných (v rámci zdokonalování objektu). Jak víme z HA nemusíme mít dost podkladů k vyjádření hodnot parametrů, nebo může jít o funkce nekvantifikovatelné – pak se použije principů fuzzy logiky a plnění se ocení pojmy: adekvátní, nadměrné, nedostatečně, větší, menší apod.

Funkční schéma může být někdy, pro velký počet prvků a vazeb, nepřehledné. Pak pracujeme pouze s prvky a vazbami, které pokládáme za nejdůležitější. Z analýzy funkcí lze přímo vypracovat soupis zadání na likvidaci škodlivých funkcí, likvidaci důsledků působení škodlivých funkcí, na posílení funkcí s nedostatečným stupněm plnění funkcí, na oslabení funkcí s nadbytečným stupněm plnění a soupis návrhů na jejich řešení.



## Shrnutí kapitoly

V této kapitole jste se seznámili se základními principy a postupy funkční a nákladové analýzy jako metody TRIZ odvozené z Hodnotové analýzy.

## 2.2. ARIZ

### Po úspěšném a aktivním absolvování této KAPITOLY

<p>V této kapitole se seznámíte se základy syntetických postupů technické tvůrčí práce obsaženými v ARIZ. Kapitola je členěna do podkapitol:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ základní pojmy</li> <li>▪ principy postupu</li> <li>▪ zákonitosti rozvoje technických systémů</li> </ul> <p>Po jejich prostudování budete schopni vysvětlit význam základních pojmů a pochopíte principy ARIZ.</p>	Cíle kapitoly
<p><i>Technický systém, zákonitost rozvoje, rozpory- administrativní, technické, fyzikální,</i></p>	Klíčová slova



**Čas ke studiu:** 90 minut

ARIZ vede uživatele, krok za krokem, k hledání odpovědi na řadu otázek "JAK" by mohly a měly být úlohy řešeny. ARIZ uživateli pomáhá:

- nalézat, formulovat a řešit technické rozpory v technickém problému s podporou heuristik,
- nalézat, formulovat a řešit fyzikální rozpory v technických rozporech osvědčenými postupy,
- vybírat a modelovat konflikt na úrovni látek a polí a využívat doporučované vzorce řešení,
- ujasnit a přesně formulovat technické funkce a poté z doporučovaných jevů přírodních věd vybírat vhodné jevy a efekty pro efektivnější plnění dané funkce.



### VÝKLAD

#### 2.2.1. Základní pojmy

**Technický systém (TS)** – soubor uspořádaných a propojených prvků, mající vlastnosti nad rámec prostého součtu vlastností jednotlivých prvků, určený k plnění zadaných funkcí. Např. funkci valivého ložiska nemá žádný jednotlivý prvek systému – kuličky, kroužky, klec, atd.

**Funkce (F)** – schopnost TS projevat svoji vlastnost (kvalitu, užitečnost) za jistých podmínek a přetvářet objekty (výrobky) do potřebného tvaru nebo hodnoty. Funkci TS nemají jeho části. Hlavní funkce TS je dána požadavky nejbližší vyššího systému.

**Struktura** – je sestava prvků a vazeb mezi nimi, které jsou určovány fyzikálním principem uskutečňování požadované užitečné funkce. Prvky TS mají jisté vlastnosti, které nemizí po vyjmutí ze systému. Původní prvky byly určeny k plnění jedné elementární funkce, postupným posilováním funkce vznikaly diferenciace prvků, tj. rozdělování prvku na zóny s různými vlastnostmi.

**Organizace** – je algoritmus společného fungování prvků TS v prostoru a čase. Se vznikem organizace se snižuje neuspořádanost (entropie) ve vzniklém systému ve srovnání s vnějším prostředím. Vazby mezi prvky slouží k přenosu energie, látky a informací. Organizace umožňuje řízení TS prostřednictvím vazeb.

**Systémový efekt a kvalita** – hlavní orientací v procesu syntézy TS je zisk budoucí systémové vlastnosti (efektu, kvality). Vzorec systému: funkce + struktura + organizace = systémový efekt (kvalita). Pro jeden a tentýž TS lze použít několik různých struktur, v závislosti na vybraném fyzikálním principu realizace hlavní funkce. Výběr fyzikálního principu se řídí kritérii minimalizace hmotnosti, rozměrů a energie, při zachování efektivnosti.

**Technický rozpor (TR)** – zlepšení jedné části (jednoho ukazatele) TS pomocí obvyklých způsobů vede ke zhoršení jiné části (jiného ukazatele) TS. Odstranění TR lze použitím heuristických principů eliminace TR.

**Fyzikální rozpor (FR)** – část TS musí být v určitém stavu, aby vyhovovala jednomu požadavku úlohy a současně se musí nacházet v opačném stavu, aby splnila jiný požadavek dané úlohy.

**Ideální řešení (IŘ)** – splnění požadované funkce je dosaženo s minimálními (ideálně žádnými) náklady. TS je minimalizován (ideálně neexistuje) Toho lze dosáhnout úplným využitím vnitřních zdrojů látek a polí zkoumaného TS. Např. TS si zajistí nastavení SÁM.

**VEPOLová analýza (VA)** – každý problém v TS lze převést na model (VEPOL), složený minimálně ze dvou látek (z ruštiny VEščestva) a jednoho pole (POLe) - nástroj, výrobek a energie vzájemného působení. Chybí-li jeden prvek, nepracuje TS efektivně. Rozvoj TS postupuje cestou zvyšování počtu vazeb mezi prvky. Např. pevné spojení se vlivem působení tepelného pole může změnit na tekuté, které je lépe přizpůsobitelné.

### **Zákonitosti rozvoje technických systémů (ZRTS)**

#### **Přehled**

Zákonitost úplnosti částí TS, zákonitost energetické průchodnosti TS, zákonitost souladu rytmu činnosti TS, zákonitost zvyšování dynamičnosti TS, zákonitost zvyšování stupně vepolnosti TS, zákonitost nerovnoměrnosti rozvoje částí TS, zákonitost přechodu TS z makro na mikroúroveň, zákonitost přechodu TS do nadsystému, zákonitost zvyšování stupně ideálnosti TS, zákonitost vytěsňování člověka z TS.

**ZRTS** - jsou podstatné, stabilní, opakující se vztahy mezi prvky uvnitř systému a s vnějším prostředím v procesu rozvoje, tj. přechodu systému od jednoho stavu k druhému, s cílem zvýšit jeho hlavní funkci. Tyto zákonitosti byly odhaleny rozбором velkého množství vynálezů, jsou objektivní a jsou využitelné pro vývoj nových progresivních systémů v různých i odlišných oblastech techniky. Odhalování těchto zákonitostí pokračuje.

Jediným obecným kvalitativním kritériem pokrokovosti změn v rozvoji libovolného TS je **ideálnost**. Vůdčí role zákonitosti zvyšování ideálnosti TS je zřejmá ve všech postupech TRIZ – především tato zákonitost určuje nejobecnější tendence rozvoje techniky.

**Zákonitost úplnosti částí TS** – nutnou podmínkou životaschopnosti TS je existence minimální průceschopnosti základních částí systému. Každý TS musí mít čtyři části: pohon, transmisi, pracovní orgán a orgán řízení. Chybí-li jediná část, nejedná se o TS. Není-li jediná část funkční, systém nefunguje. Všechny TS se vyvinuly z pracovních nástrojů. Při zvětšování hlavní funkce člověk nemohl zajistit potřebný výkon (produktivitu) a sílu člověka nahradil pohon. Vznikla transmise a pracovní nástroj se změnil v pracovní orgán. Člověk plnil

úlohu orgánu řízení. Důsledkem zákonitosti úplnosti částí TS je – aby TS byl ovladatelný musí být aspoň jedna jeho část ovladatelná.

**Zákonitost energetické průchodnosti TS** – nutnou podmínkou principiální životaschopnosti TS je průchodnost energie všemi částmi systému. Důsledky plynoucí ze zákonitosti: aby část systému byla ovladatelná, je nutno zajistit energetickou průchodnost mezi touto částí a orgánem řízení. Je třeba usilovat o minimální ztráty energie v TS při přenosu od zdroje energie k pracovnímu orgánu. Přenos energie může být realizován látkou, polem nebo oběma.

Pravidla použití:

- snažit se o použití jednoho pole na všechny procesy
- pokud látky v TS nelze měnit, použít pole, které prochází těmito látkami
- špatně ovladatelná pole se zaměňují lépe ovladatelnými dle řetězce:
- Mechanické - Tepelné - Chemické - ElektroMagnetické (MA TCHEM)

**Zákonitost sladování rytmiky částí TS** - nezbytnou podmínkou principiální životaschopnosti TS je sladění (nebo vědomé rozladění) frekvence kmitání (periodičnosti práce) všech částí systému.

**Zákonitost dynamizace TS** - tuhé, nenastavitelné systémy se za účelem zvýšení efektivnosti musí stávat dynamickými, tzn. přecházet k pružnější, rychle se měnící struktuře a k rychle se měnícímu pracovnímu režimu, přizpůsobujícímu se změnám vnějšího prostředí.

Dynamizace látek systému probíhá postupným rozdělováním pevné látky podle linie: jeden kloub – mnoho kloubů – pružná látka – kapalina – plyn – pole (příklad – tryskové letadlo s měnitelnou geometrií křídel)

Dynamizace polí se uskutečňuje přechodem od konstantních polí ke střídavým dle linie: statické pole – impulsní pole – střídavé pole s efekty (interference)

**Zákonitost zvyšování stupně vepolnosti TS** - každý problém v TS lze převést na model (VEPOL), složený minimálně ze dvou látek (z ruštiny VĚščestva) a jednoho pole (POLe) - nástroj, výrobek a energie vzájemného působení.

Chybí-li jeden prvek, nepracuje TS efektivně. Rozvoj TS postupuje ve směru zvyšování stupně vepolnosti: nevepolové TS se stávají vepolovými a vepolové zvyšují počty prvků, vazeb, citlivost. Např. - pevné spojení se vlivem působení tepelného pole může změnit na tekuté, které je lépe ovladatelné.

**Zákonitost nerovnoměrnosti rozvoje částí TS** - rozvoj jednotlivých částí TS postupuje nerovnoměrně - čím složitější je systém, tím nerovnoměrněji se rozvíjejí jeho části. Nerovnoměrnost rozvoje částí TS je příčinou vzniku technických a fyzikálních rozporů. Zesílení jedné vlastnosti prvku systému pro dosažení potřebné funkce zhoršuje vzájemné vazby - vzniká rozpor.

Rozpor se řeší zaváděním nových látek, polí, čímž se dosahuje nový stupeň souladu mezi prvky. Je snaha zavádět látky, pole, ve smyslu ideálnosti (s minimálními ztrátami energie, náklady). Látky a pole se hledají ve zdrojích vlastního TS. Systém si nejlépe musí pomoci sám.

**Zákonitost přechodu z makroúrovně na mikroúroveň** - rozvoj pracovních orgánů postupuje od makroúrovně k mikroúrovni ve 3 liniích:

Zvyšováním stupně segmentace látky – celistvé – vláknité – částice – molekuly – atomy.

Zvyšováním stupně segmentace „směsí“ látky s prázdnotou - celistvé – celistvé s dutinou – perforované – kapilárně pórovité - kapilárně pórovité s látkou – pěny, gely.

Záměnou látkové části systému nějakým polem.

**Zákonitost přechodu do nadsystému** – rozvoj nadsystému, který dosáhl určité vysoké úrovně může pokračovat na úrovni nadsystému. Každý TS se vyvíjí pod tzv. S-křivky. Jestliže znázorníme vývoj hlavní funkce TS v čase, má TS svůj zrod, rozvoj a konec svého rozvoje. Konec rozvoje je dán fyzikální mezí daného principu. System A (obr.) by měl být přímo nahrazen podle zákonitosti systémem A'. To se však prakticky neděje a system A nahrazován je novým systémem B daleko později. Důvodem jsou ekonomické zájmy, snaha prodlužovat životnost systému A i na úkor životního prostředí.

**Zákonitost zvyšování stupně ideálnosti** - rozvoj všech systémů postupuje ve směru zvyšování stupně ideálnosti. Ideální TS je systém, jehož hmotnost, rozměry a energetická spotřeba se blíží k nule, ale jeho způsobilost plnit funkce se nezmenšuje. V krajním případě je ideální systém ten, který neexistuje, ale jeho funkce se uskutečňuje. Protože funkci může vykonávat jen materiální objekt, znamená to, že za zmizelý systém musí vykonávat funkci jiné systémy, látky a pole, nacházející se v okolí.

Jestliže znázorníme rozvoj parametrů systému hmotnost, rozměr, energie (MRE) v čase, vývoj systému probíhá v tzv. vlně (obr.).

TS nejdříve při rozvoji zvyšují své parametry M,R,E a v další etapě parametry snižují při zachování funkcí. Dochází k vyššímu využívání zdrojů TS ve směru idealizace. To probíhá jak na úrovni TS, tak na úrovni nadsystému (NS), podsystému (PS) i látek (L). Dochází k přechodu na tzv. chytré látky.

### 2.2.2. Principy postupu

Principy aplikací metody ARIZ jsou demonstrovány v rámci příkladů řešených ve cvičení pomocí systému TechOptimizer Goldfire Innovator. A také v následující kapitole na případových studiích k této metodě. Vlastní zkušenost mají studenti z analýzy a syntézy technického



### Shrnutí kapitoly

V této kapitole jste se seznámili s následujícími pojmy:

Zákonitost rozvoje technických systémů – zvyšování stupně ideálnosti, přechodu do nadsystému, úplnosti částí technického systému, nerovnoměrnosti rozvoje částí TS. Technický a fyzikální rozpor.

## 2.3. PŘÍPADOVÉ STUDIE APLIKACÍ TRIZ, ARIZ

### Po úspěšném a aktivním absolvování této KAPITOLY

<p>V této kapitole se seznámíte s problémovými situacemi vhodnými k aplikaci principy a postupy TRIZ, ARIZ. Případové studie postupují od jednodušších ke složitějším:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zámek jízdního kola</li> <li>▪ Lapač komárů</li> <li>▪ Problém kolize automobilu se sloupem veřejného osvětlení</li> <li>▪ Problém zvětšení životnosti pluhu</li> <li>▪ Problém všestranného zdokonalení větrné elektrárny</li> </ul> <p>Po jejich prostudování budete schopni aplikovat získané zkušenosti na vlastní projekty.</p>	Budete umět
<p><b>Budete schopni:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Posoudit vhodnost aplikace postupů TRIZ, ARIZ na vlastní problémy.</i></li> <li>• <i>Zvolit vhodné postupy pro návrh vlastního řešení.</i></li> <li>• <i>Identifikovat možné směry vývoje zvoleného technického systému nebo jeho částí.</i></li> </ul>	Budete schopni



**Čas ke studiu:** 10 hodin



### VÝKLAD

Studie ukazují praktické možnosti a okolnosti aplikací postupů v souladu s výkladem k TRIZ, ARIZ, a to od jednodušších případů ke složitějším.

#### 2.3.1. Zámek jízdního kola

Zámek I-Lock si cyklisté kupují záhy po zakoupení jízdního kola.

#### Problém:

Díky vtipnému uchycení jízdního sedla v rámu kola jej lze snadno výškově nastavovat. Bohužel, po zaparkování kola, může zloděj tento systém zneužít a sedlo během chvilky ukrást.



Při parkování, jsou dva problémy - **zabezpečení kola** a **sedlo**. Někteří cyklisté zamknou sedlo druhým zámkem, jiní si vezmou sedlo s sebou. Ta druhá kategorie cyklistů neustále s sebou nosí zámek a když nenosí zámek, tak nosí sedlo.

**Výzva:** snížit obě rizika jednoduchým a elegantním způsobem.

**Řešení:**

Vezměme princip zamykacích systémů a upevníme jej na sedlovou trubku, to je řešení (odmysleme zbytek zámku, obvykle nějaký typ řetězu, lana nebo zábranu ve tvaru U). Sedlová trubka, vybavená takovýmto malým zamykacím zařízením se stává zámkem kola. Pro jeho instalaci a používání potřebujete udělat následující kroky:

- vyndat sedlovou trubku z rámu kola,
- vložit ji napříč zadního kola, zamezit jeho rotaci,
- uchytit trubku ze spodní strany k rámu pomocí zajišťovacího zařízení tak, aby s ní nešlo pohnout,
- sedlo ani sedlová trubka již nebude terčem zlodějů, stal se z ní zámek celého jízdního kola.



Zamykací zařízení přemístěné na sedlovou trubku jízdního kola.



Sedlová trubka blokuje rotaci zadního kola a je přichycena k rámu kola zamykacím zařízením.

**ASIT analýza:**

Problém:

- jízdní kolo,
- sedlo a sedlová trubka,
- zámek jízdního kola.

Nežádoucí činnost:

- pohybujete jízdním kolem a/nebo sebou berete sedlo se sedlovou trubkou.

Žádoucí činnost:

- znemožnění pohybu jízdního kola a zabránění tomu, abychom brali s sebou sedlo se sedlovou trubkou.

Sjednocení:

- sedlová trubka může znemožnit pohyb kola a zároveň zabráni tomu, abychom s sebou brali sedlo i sedlovou trubku.

Aplikace (návod k použití):

- oddělte zamykací zařízení od zámku,
- sedlovou trubku a zamykací zařízení spojte do nového celku.

Jednoduché, nebo ne?!

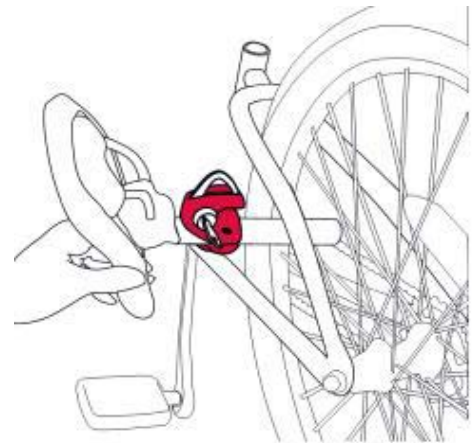
**Názorný postup:**



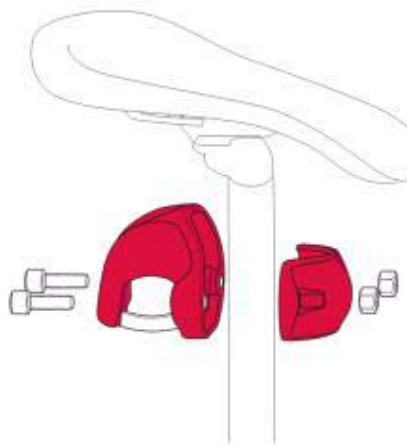
1



2



3



4

## 2.3.2. Vývoj nového lapače komárů

### Popis

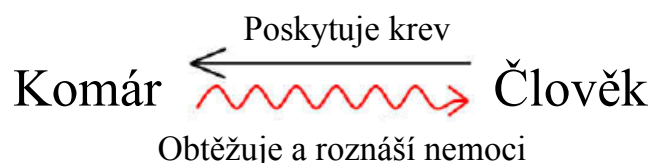
Nový lapač komárů byl vyvíjen pomocí S-field analýzy (Substance-Field analysis) a analýzy zdrojů (Resource analysis). V navrženém konceptu byly použity užitečné vztahy mezi komárem a člověkem, byl vymodelován model látkového pole (substance field) a byl stanoven určitý standard. Analýza zdrojů a technologická prognóza daly podnět k vytvoření nového lapače komárů, který používá fotokatalýzu a  $\text{TiO}_2$  (oxid titaničitý). Nový lapač komárů dokáže během letní noci v Koreji poblíž stáje dobytka zachytit přes 10 000 komárů.

### 1. Hledání problému souvisejícího s komárem

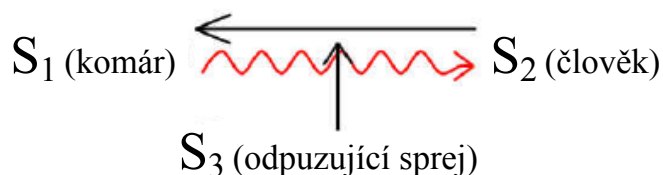
Léto v Koreji je horké a vlhké jako v Itálii. Je tam mnoho komárů. Zvláště léto roku 1998 bylo velmi horké s vysokou vlhkostí. V té době tým doktorandů z Korea Polytechnic University přišel na to, že kdo vytvoří metodu ochrany lidí před komáry, může profitovat na zisku z prodeje těchto potřebných zařízení.

### 2. Su-field modelování problému a konvenční prostředky

Na podzim 1998 se aktéři týmu pokusili vytvořit model problému, souvisejícího s komárem pomocí S-Field modelování v TRIZ. Pro konvenční metody ochrany lidí před komáry kreslili studenti Su-Field diagramy. Zvláště pro odpuzující sprej byl S-Field modelováním vytvořen následující diagram.



Odpuzující sprej aplikovaný na lidské tělo není dostatečně efektivní a je pro člověka poněkud škodlivý. Je to jedna zvláštní substance  $S_3$  mezi komárem  $S_1$  a člověkem  $S_2$ . V Su-Field modelu je tato substance znázorněna následujícím způsobem.



Ve výše uvedeném problému jsou už všechny typy metod proti komárům kompletní. Užitím jednoho standardního řešení TRIZ je  $S_3$  doporučená substance odvozená z  $S_1$  a  $S_2$ .  $S_3$  může být vyobrazena jako substance modifikovaná z  $S_1$  (komár), nebo  $S_2$  (člověk). Myšlenka, jak uměle vykonstruovaný člověk ( $S_3$ ) láká komáry jako skutečný člověk, by mohla být jednoduše realizována tak, že by  $S_3$  bylo modifikováno z  $S_2$  (člověk). Takže lapač

komárů by byl systém. S<sub>3</sub> je tedy lapač komárů chránící komáry před pohybujícím se člověkem.

Tedy vznikla počáteční koncepční myšlenka pro lapač komárů v podobě umělého člověka přitahujícího komáry ještě více než živý člověk.

Ideál lapače komárů může být popsán následujícím způsobem.

$$\text{Ideálnost} = \frac{\text{Funkčnost}}{\text{Cena} + \text{škodlivost}} = \frac{\text{Schopnost lépe přitahovat komáry}}{\text{Cena systému} + \text{další škodlivé funkce}}$$

Abychom získali schopnost lépe přitahovat komáry, můžeme kontaktovat některé experty z Koreje, kteří se komáry zabývají.

### 3. Nový lapač komárů s foto katalyzátorem TiO<sub>2</sub>, postavený na konceptu ideálnosti

Většina komárů miluje CO<sub>2</sub> (oxid uhličitý). Avšak vyrobit plyn CO<sub>2</sub> za nízkou cenu jinak než z propanových vysokotlakých láhví je velmi obtížné. Bylo prozkoumáno mnoho metod jak získat za nízkou cenu oxid uhličitý spolu s dalšími pozitivními funkcemi a málo škodlivými funkcemi na bázi konceptu ideálnosti.

Byl vyvinut lapač komárů založený na využití ultrafialového světla s nasávacím motorovým ventilátorem pro zachytávání komárů. Výsledkem cíleného hledání metody výroby oxidu uhličitého bylo poznání jevu, kdy foto katalytický materiál TiO<sub>2</sub> vytváří CO<sub>2</sub> při pročišťování vzduchem obsahujícím oxidy vodíku (OH<sup>-</sup>), který vzniká pomocí ultrafialové lampy jakožto výchozí činitel fotokatalýzy.

Jednotlivé kroky procesu vytváření CO<sub>2</sub>:

- ultrafialové světlo jako zdroj fotokatalýzy dopadá na plochu TiO<sub>2</sub> a vytváří mnoho oxidů vodíku OH<sup>-</sup>,
- velké množství OH<sup>-</sup> pročišťuje znečištěný zapáchající vzduch, obsahující organické látky včetně uhlíku,
- vedlejší produkty čištění jsou CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O (vodní pára),
- obojí, CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O je pro komáry velmi atraktivní.

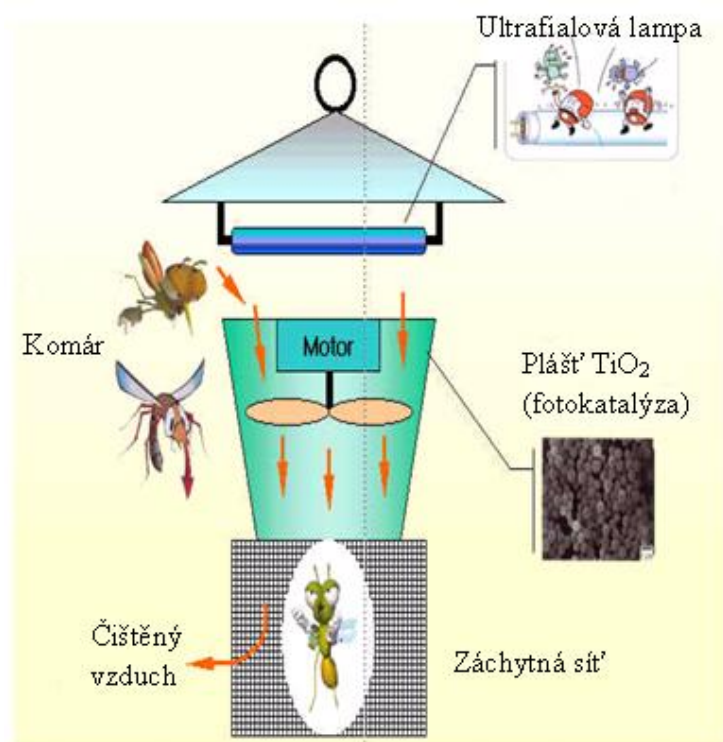
Počáteční myšlenka lapače komárů byla tedy modifikována na nový lapač komárů, využívající fotokatalýzu TiO<sub>2</sub> s ultra fialovou lampou.

Ideál nového lapače byl definován jako:

$$\text{Ideálnost nového lapače} = \frac{\text{Vyšší schopnost přitahovat komáry} + \text{čištění vzduchu}}{\text{Malý nárůst ceny (plášť z TiO}_2\text{)} + \text{žádná škodlivá funkce}}$$

Struktura nového lapače na komáry je schématicky popsána na obrázku 1 a lapač byl podán jako mezinárodní patent pod číslem PCT/KR/01-00427. Jeho prototyp byl vyroben a ohodnocen bronzovou medailí na German international invention completion, IENA 2000 v Nurnberg v Německu. Nový lapač dokáže v Koreji, poblíž stáje dobytka, během letní noci

zachytit přes 10 000 komárů. Prototyp se začal komerčně využívat a produkt začal být exportován do U.S.A a Evropy.

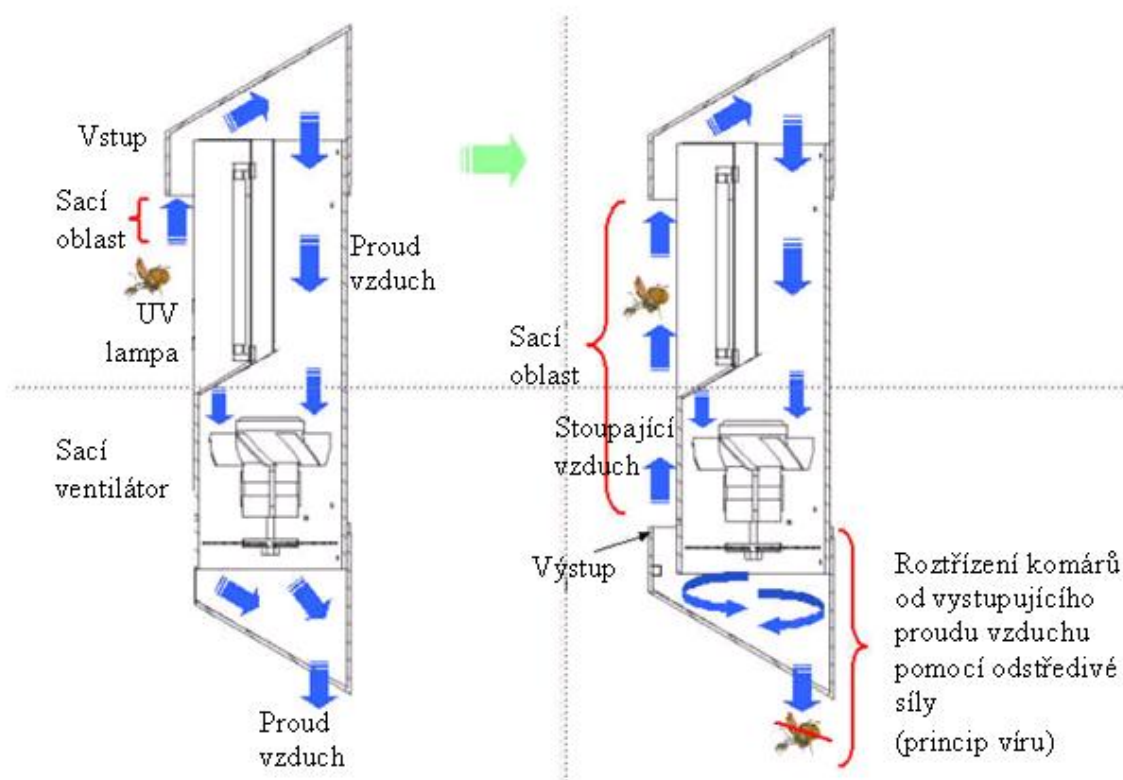


Finální produkt

#### 4. Vývoj nového moderního lapače komárů prostřednictvím analýzy zdrojů a konceptu ideálnosti

Někteří zákazníci si u nového lapače komárů stěžovali na obtížné čištění válcové záchytné sítě od nesčetného množství komárů, které museli provádět každé ráno. Také si stěžovali na nedostatečnou sací sílu ventilátoru.

Byl navržen nový moderní lapač komárů, který je výsledkem analýzy zdrojů (viz obr.). Příliš malá sací síla vzduchu a obtížné čištění nesčetného množství zachycených komárů po každé noci eliminovalo počet zákazníků, kteří zvládli každodenní používání lapače komárů. Během analýzy zdrojů nového návrhu lapače komárů bylo zjištěno, že vzduch vycházející z lapače není využíván. Bylo rozhodnuto, že odcházející vzduch bude usměrněn a znovu využit pro posílení sací síly. Kromě toho byl pro automatické čištění vymyšlen princip víru s odstředivou silou vytvářenou rotačním motorem s ventilátorem. To znamená, že odstředivá síla odděluje zachycené komáry a odcházející vzduch. Odcházející vzduch je usměrněn a znovu využit pro posílení sací síly na vstupu a komáři automaticky gravitační silou padají dolů, jak je znázorněno na obrázku.



Nově vyvinutý lapač komárů

$$\text{Zvýšená ideálnost} = \frac{\text{Ještě vyšší spůsobilost pro komáry + čištění vzduchu + samočistící funkce}}{\text{Malý nárůst ceny (plášť z TiO}_2 \text{ + jednoduchá konstrukce) + žádná škodlivá funkce}}$$

Proto je koncept i výsledný produkt bezobslužný a samočistící. Byl tak realizován vynikající lapač komárů (viz obr).



Prototyp nového moderního lapače komárů instalovaného na sloupu pouličního osvětlení.



## 5. Závěr

Nový moderní bezobslužný lapač komárů a produkty, které byly vynalezeny pomocí S-Field analýzy a analýzy zdrojů byly postaveny na konceptu ideálnosti. Můžeme také souhlasit, že všechny (technické) systémy byly vyvinuty na nových základech vysoké ideálnosti. U všech produktů se TRIZ osvědčil jako silný nástroj pro vývoj nových inovačních nápadů. Doufáme, že koncept a produkt lapače komárů pomůže excelentně zvýšit účinnost odstraňování komárů a to zvláštním způsobem, přátelským k životnímu prostředí.

### 2.3.3. Problém poškozování silničních vozidel při nárazu do sloupu veřejného osvětlení

Cílem tohoto dokumentu je demonstrovat včasnou aplikaci metody TRIZ při vývoji nové inovační myšlenky pro řešení obtížného problému a ukázat, jak TRIZ logickým přístupem vytváří tvůrčí podněty. Systematická aplikace různých nástrojů TRIZ umožňuje rychle vytvářet funkční řešení pro téměř všechny systémové, chronické, vývojové nebo inovační úlohy.

Udržení obchodu v dnešní době vysoce konkurenčního prostředí je velkou měrou dáno personálem, který má klíč k rychlé analýze a vyhodnocení často jen obtížně řešitelných problémů. Skutečnost, jak rychle je daný problém vyřešen, je indikátorem životaschopnosti podniku. Základní struktura TRIZ umožňuje zpracovávat komplexní problémy po snadno řešitelných částech.

Podívejme se na kolizi mezi rychle jedoucím vozidlem a velkým dřevěným trámem nebo sloupem pouličního osvětlení jako na jeden z chronických problémů, který po dlouhá léta zůstává nevyřešen. Naším úkolem je najít způsob, jak zvýšit šanci na přežití při nárazu a jak využít tvůrčí podněty, které TRIZ vytváří pro vznik nových vynálezů v oblasti bezpečnosti silničního provozu.

## Úvod

Technologie inovace vyžaduje rozšířit naše logické myšlení na tři základní oblasti: definice problému (objasnění), vytvoření představy (představivost) a jejich transformace do použitelné formy (ztělesnění). Čtvrtým rovnocenným požadavkem je vytvoření tvůrčích podnětů pro podporu inovačního procesu během vývojového cyklu.

Byl zaveden termín "protikladnost" (dialectic), užívaný pro označení odlišných modulů inovační činnosti, který vede ke zlepšení řešitelnosti problému. Termín "řetězec protikladností" (dialectic chaining) by měl být používán pro označení vazeb mezi těmito moduly. Cílem rychlé inovace není pouze řešit původní problém rychle, ale také získat podnět k posunutí limitů našich zkušeností a získat nové pohledy.



Obr. 1: Havárie vozidla se sloupem pouličního osvětlení.

### **Definování problému**

Dokonce i za nejlepších okolností je kolize mezi automobilem a sloupem pouličního osvětlení tragická událost. Příspějící faktory jsou rychlost vozidla, nepříznivé počasí, prudká zatáčka, nedostatečné osvětlení, nezkušený řidič, opilost, atd. Společným faktorem všech je design, konstrukce a umístění samotného sloupu pouličního osvětlení.

Jeden typ pouličního osvětlení, běžně instalovaný na silnicích v Austrálii má sloup ze dřeva stupně tvrdosti "A1" na jehož vrchu je připojeno dlouhé pozinkované ocelové rameno, nesoucí na svém konci lampu. Vzhledem k definovanému problému předpokládáme vedení napájecích kabelů v podzemí. Podobný design pouličního osvětlení byl nalezen po celém světě, všechny vznikly již v minulém století. Různé další kombinace konstrukčních materiálů jsou obvykle vyztuženy betonem, za tepla válcovanými ocelovými trubkami a další moderními způsoby, jako jsou tažené křehké hliníkové profily.

Všechny plné sloupy představují pro vozidlo, které sjelo z cesty, nepohyblivou překážku na trati. Je deprimující sledovat v médiích obrázky rychle jedoucích aut, které havarovaly v blízkosti konstrukce sloupu pouličního osvětlení. Ztráta často mladého života a způsobená destrukce je obrovská.

### **Tradiční inovační přístup**

Začneme tuto analýzu použitím tradičního inovačního přístupu a sledujme, kam nás to vede. Podstata problému může být určena jako:



**"Jak zlepšit schopnost přežít při srážce rychle jedoucího vozidla s dřevěným sloupem?"**

Pět skupin možností vytvořených brainstormingem:

B1: Zajistit, aby bylo vozidlo vyvinuto na nejvyšší úrovni.

- Zařízení pro dechovou zkoušku v automobilu.
- Rychlostní omezení přímo na automobilu, zvláště pro řidiče mladší 21 let.
- Rychlostní omezení, např.: retardéry nebo nerovnosti na některých úsecích silnic.
- Zvýšená každoroční silniční daň pro vysokovýkonná vozidla.
- Kárná vozidla pro opakované nebo nepřiměřené rychlostní přestupky.

B2: Poskytnout prostředky pro snížení pohybové energie ještě před nárazem.

- Vymezit čistý prostor okolo sloupů pouličního osvětlení.
- Bariéry z měkké zeminy mezi silnicí a sloupy.
- Podélné ocelové zábrany proti nárazu (svodidla).

B3: Instalovat na spodní část sloupu prostředky pohlcující rychlost.

- Vytvořit kovovou deformační zónu kolem spodní části sloupu.
- Rozmístit použité pneumatiky okolo sloupu, vyplněné vhodným materiálem.

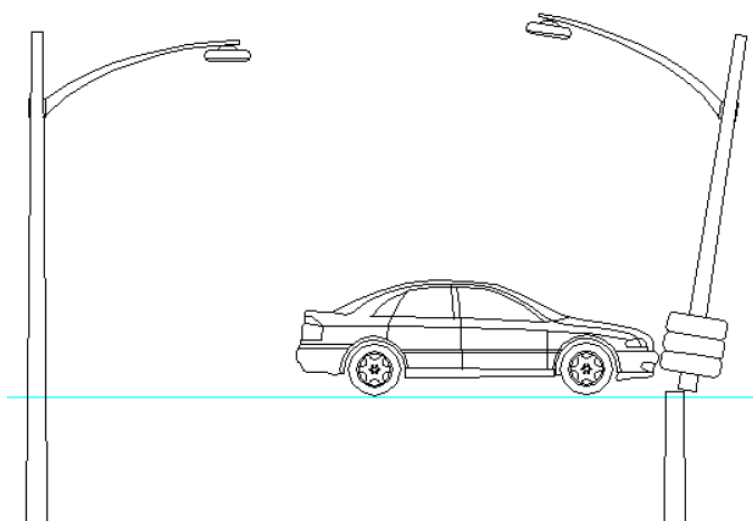
B4: Použít poddajný materiál v konstrukci sloupu.

- Sklolaminátové sloupy.
- Sloupy z polymeru.
- Sloupy vytvořené z recyklovaných pryžových materiálů.

B5: Nezabránit momentu srážky a umožnit vozidlu rozbít sloup.

- Ulomit usazenou spodní část dřevěného sloupu pomocí předem vytvořené drážky sloupu nebo vložením železného propojení do základny sloupu.

Některé z výše uvedených myšlenek jsou lépe proveditelné, než ty ostatní. Koncepty v B1 spolu nejvíce souvisí a jsou obtížné nebo časově náročné na realizaci. Ve stanovených oblastech je obtížné realizovat rozsáhlé znovu vytvoření všech úprav popsanych v B2. Výrobci zařízení pouličního osvětlení nemají obavy z přechodu na lehké materiály sloupů, jak je uvedeno v B4. Zhmotnění B3 a B5 je znázorněno na obrázku 2. Toto je v celku pěkný příklad přiblížení se vyspělé technice v dané oblasti a způsobu postupu očekávaného od tradičních tvůrčích aktivit.



Obr. 2: Tradiční úprava sloupu pouličního osvětlení

### Struktura rozporů v problému řešeném pomocí TRIZ

Jedním z inovačních požadavků by mělo být opuštění komfortu již známého a odvážit se do relativně neznámé oblasti. Jedna z příčin rozpaků lidí z nedávno představené metody TRIZ je absence vhodného přístupu krok za krokem, stejně tak jako nalezení mnoha oblastí systémových analýz, optimalizací, apod. Algoritmus ARIZ, pro řešení problému, se vyvíjel z ARIZ-56 na -85C a poskytuje formální strukturu TRIZ. Očekávaná komplikovanost je zřídka kdy použita v každodenní praxi, kromě extrémně složitých případů.

Další zdokonalení základu TRIZ je USIT, vyvinutý Ed Sickafus a poskytuje jednoduše použitelnou metodu s výbornými nástroji pro klasifikaci problému. Larry Ball nabídl kompletní katalog tvůrčího myšlení založený na principech TRIZ a logického uvažování. Ačkoliv je TRIZ stále považován za jádro metody, můžeme se zde zaměřit na mnohem větší skupinu metod, které jsou s TRIZ dostupné.

Jsou zahrnuty v základní struktuře TRIZ – každý nástroj a metoda je základem pro dialektické logické myšlení. V dialektickém logickém myšlení, se setkávají prvky žádoucí a nežádoucí. Naším cílem je odhalit vnější podmínky, kdy pozitivní aspekty za určitých specifických souvislostí překonají negativní aspekty. Závěrem bude syntéza pro další vyšší úroveň poznání. V této nové úrovni bude problém znovu přezkoumán za rozdílných funkčních požadavků a novou syntézou obdržíme další úroveň vývoje, a tak je řetězec protikladností sestaven.

Bylo apelováno na to, aby každá metoda nebo princip, který může být použit pro řešení správně formulovaného tvůrčího problému, mohl být přímo přesunut do procesu další vývojové úrovně. Protože jsou všechny metody a principy v TRIZ základem dialektického logického myšlení, je tato výchozí struktura vždy přítomná.

### TRIZ analýza problému

V daném problému pohybová energie automobilu a jeho řidiče odolává nepohyblivým hmotám sloupu a je tedy většinou přenesena zpět do vozidla. Chování sloupu jako obrovské

pružiny s velkou tuhostí je znázorněno na obrázku 3. Reakční síly způsobují traumatizující zranění cestujícím a destrukci konstrukce vozidla.

Velká hmota sloupu je potřebná k udržení pozice ocelového ramene s lampou v požadované výšce a k udržení ohybových a kroutících momentů působících na rameno. Jakmile začaly být používány převážně dřevěné sloupy, pro dostupné zásoby dřeva, bylo k dispozici mnoho variant konstrukčních řešení pro různé instalace.

## D1 (první rozpor)

Při pohledu na obrázek 2 můžeme sledovat, že jestli zatížení způsobené velkým přesahem ramene může být eliminováno, pak požadovaná síla nesoucí sloup a jeho hmotnost a tudíž i pevnost mohou být prudce sníženy. Toto by byl krok k schopnosti přežít pro cestující v automobilu jakožto vozidlu, které nyní může překonat snížený odpor sloupu pouličního osvětlení.

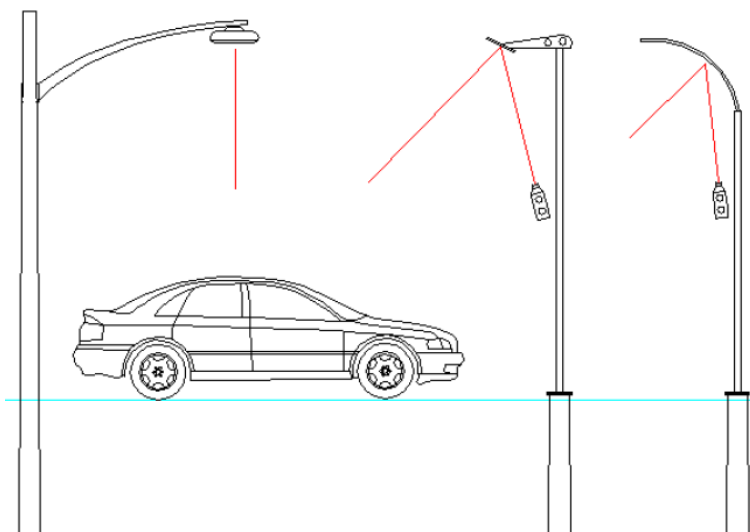
Tuto první úroveň protikladností budeme moci vyřešit přímo použitím tvůrčího principu č. 13 "Udělej to pozpátku (Do it in Reverse)". Jedním ze způsobů, kterým by mohla být snížena hmotnost vyloženého ramene (sloupu) je odstranění krytu lampy z jeho konce. Jak nyní osvětlit vozovku z vrcholu sloupu? Uděláme to obrácením lampy a jejím umístěním níže na sloup. Na vrch sloupu pak přidáme lehké hliníkové odrazové zrcadlo, jak znázorňuje obrázek 3.

## D2

Pro lepší osvětlení potřebujeme mít odrazové zrcadlo ve vzdálenější pozici od sloupu, která byla sekundárním účelem vyloženého ramene. Můžeme použít TRIZ matici technických protikladů (technical contradiction matrix = TC) k tomuto účelu? Jak zlepšíme délku pevně stojícího objektu (TC#4), když hmotnost stojícího objektu také stoupá (TC#2) a tato charakteristika je nevhodná pro celý systém. Matice protikladů přináší čtyři principy. P35 – transformace vlastností, P28 – přemístění mechanického systému, P40 – kompozitní materiály a P29 – pneumatickou nebo hydraulickou konstrukci. Z těchto jmenovaných jsou kompozitní materiály určitě použitelné pro konstrukci s nízkou hmotností. Ostatní se nejeví jako rovnocenně významné. Proč?

Altshullerovy (TRIZ) inovační principy byly základem studie velkého počtu různorodých systémů a vynálezů, velkých a malých, jednoduchých i složitých. Směr poskytnutý těmito principy, díky procesu agregace, často směřuje k obecným principům. Střední mechanický systém měnil k alternativním formám, jejichž výsledkem nepochybně bude snížení hmotnosti. Hydraulické válce na bagru jsou kompaktní ve srovnání s ekvivalentním mechanickým systémem. To samé platí pro akční členy pohonu letounu, které porovnával s pákami, kabely a kladkami dřívějších typů. Ve studii, kde přímé využití není proveditelné, bychom měli pochopit smysl produktu a vybrat tvůrčí principy z matice protikladů, která lépe vede tento smysl k našemu záměru.

Společným záměrem P35, P28 a P29 je přemístění nebo nahrazení funkčnosti. Nejblížejšími ekvivalenty jsou P3 – lokální kvalita a P5 – upevnění. P3 naznačuje, že kvalitní povrch kovového vyloženého ramene je vyroben z vysoce reflexního materiálu aby plnil zvláštní funkci. P5 naznačuje, že odrazové zrcadlo a vyložené rameno jsou sloučeny do jednoho objektu o nízké hmotnosti, který je reflexní a samonosný (viz obr. 3).



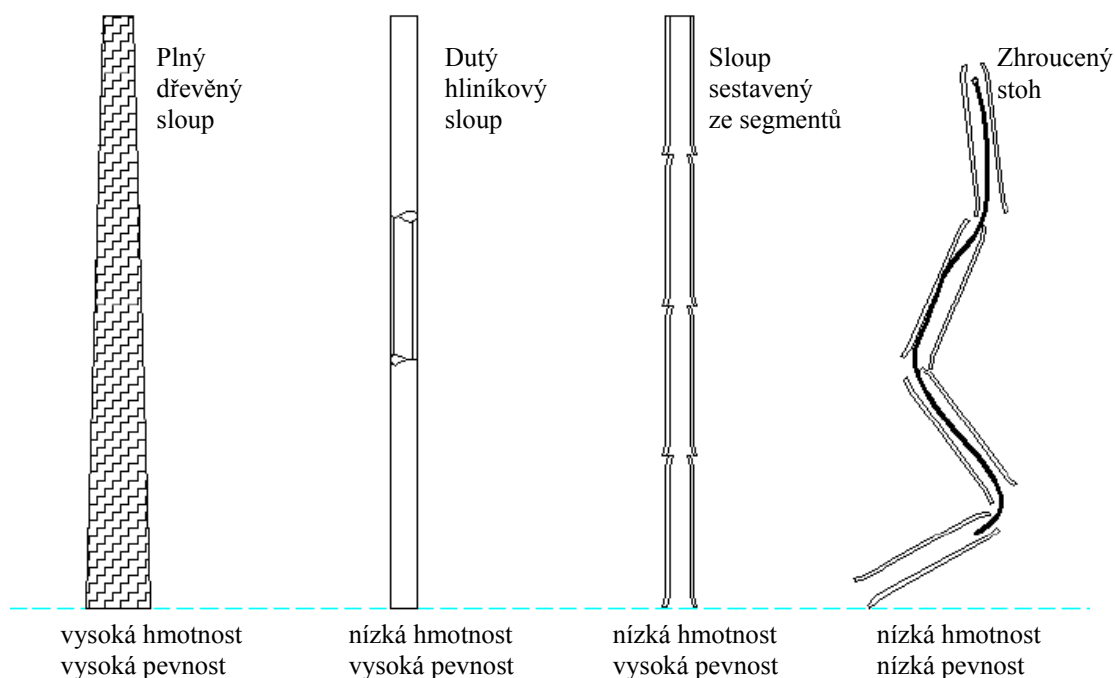
Obr. 3: Počáteční protichůdnost a transformace sloupu

### D3

Třetí dialektickou dohodou je chování sestavy sloupu během havárie. My bychom chtěli nový sloup o nízké hmotnosti zlomit na části nebo přesněji sekce, které by byly vozidlem rozdrčeny. To je žádoucí ze dvou důvodů. Bezpečnost posádky je větší, jestliže rozlomení je čisté a jednotlivé hladké části sloupu jsou vozidlem rozmačkány. Smrt elektrickým proudem od vedení je rovněž otázkou bezpečnosti. Další aspekt je opakované využití komponent sloupu, které jsou vylepšeny a navrženy za tím účelem, aby se při nárazu vozidla rozpadly.

V této částečné protikladnosti neexistují protichůdné entity. Jediná entita, sloup, se podle očekávání chová dvěma rozdílnými způsoby. To je fyzikální protiklad. Klíč k rozluštění fyzikálních protikladů je v izolaci jednoho jediného parametru našeho zájmu. V této instanci to je mez pevnosti (v tahu) sloupu, která musí jít při srážce z velmi vysoké hodnoty směrem k nule. Můžeme použít dva tvůrčí principy, P1 – členění (segmentace) a P2 – vyjmutí (extrakce), pro izolování tohoto parametru sloupu a princip separace vnějších podmínek ("separation on condition") k jejich modifikaci.

Řešení spočívá v rozdělení těla sloupu na segmenty, řekněme tři nebo čtyři duté lehké segmenty, které jsou sestaveny nad sebou. To je umožněno díky vnitřnímu lanu z vysokopevnostní oceli, které prochází všemi segmenty do osamělou silou zatíženou nosné jednotky a dodává tím potřebnou tuhost. V okamžiku havárie je toto lano odděleno od jeho ukotvení a sloup se čistě láme. Jak bude zakrytování uděláno nově? Nově navržený sloup je nyní z lehkých hliníkových trubek obdobně jako plný dřevěný sloup (viz obr. 4).



Obr. 4: Fyzikální protiklad – pevnost sloupu

## D4

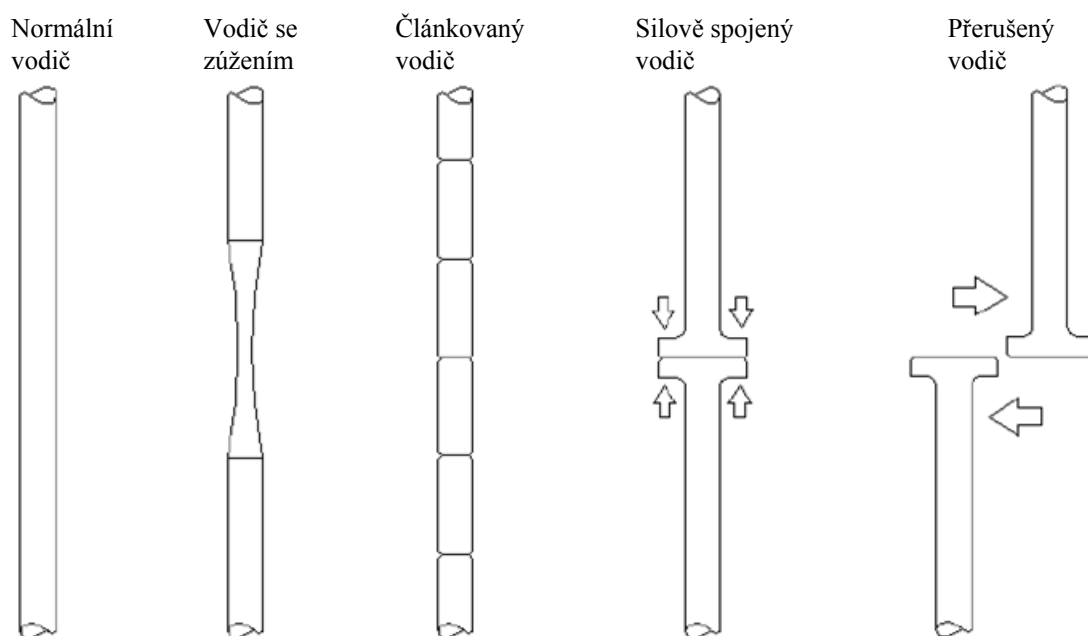
Nová sporná záležitost vyšla najevo z třetí protikladnosti. Jestliže se sloup zlomí čistě, co se stane s elektrickými kabely? Ty ohrožují posádku vozidla nebezpečím usmrcení elektrickým proudem a fyzická síla elektrických kabelů bude bránit čistému oddělení segmentů sloupu. V této protikladnosti vystupují tyto dva oddělené, ale navzájem související problémy. První problém, chceme elektrické kabely vedoucí elektrický proud a potom elektrické kabely nevedoucí elektrický proud. Druhý problém, chtěli bychom elektrické kabely mající požadovanou fyzickou sílu a které ji nemají. Obojí se musí vyskytovat současně v případných vnějších okrajových podmínkách, tj. náraz.

Problém přerušování elektrické energie může být vyřešen bez jakéhokoli tvůrčího úsilí, použitím standardního rtuťového vypínače (mercury switch). Ten se aktivuje po srážce a jeho princip spočívá v pohybu malého množství rtuti uvnitř skleněné ampule k můstku mezi dvěma protějšími kontakty, čímž uzavře obvod. Elektrický proud je ihned přerušen.

Použijeme fyzikálního protikladu k určení problému oddělení elektrických kabelů. Parametr našeho zájmu je geometrie kabelového vodiče (drátu), který by měl odpovídat změnám podmínek.

Možnosti nastavení mohou zahrnovat významné zmenšení průměru (zúžení) elektrických kabelů na několika místech, takže se přeruší když budou namáhány tahem. Další možnost je přemístit průběžný drát vodiče s kuličkami nebo segmenty uzavřenými uvnitř izolace kabelu tak, že elektrický proud může projít, ale kabel může být jednoduše oddělen od napětí. Toto jsou neuspokojivé možnosti z důvodu ceny výroby takovýchto kabelů

a očekávaných ztrát vnitřním odporem a ohřívání. Do určité míry je jisté, že potřebujeme vyčlenit požadované závislosti. Řešení obdržíme pouze jedním spojením kabelů, a to zvětšením průměru drátu vodiče v tomto spoji za účelem získání dobré kontaktní plochy a spojením kontaktních ploch dohromady pod tlakem. Při bočním nárazu ploché stěny kontaktů po sobě sklouznou a oddělí se, jak je znázorněno na obrázku 5.



Obr. 5: Fyzikální protiklad – problém rozdělení drátu vodiče

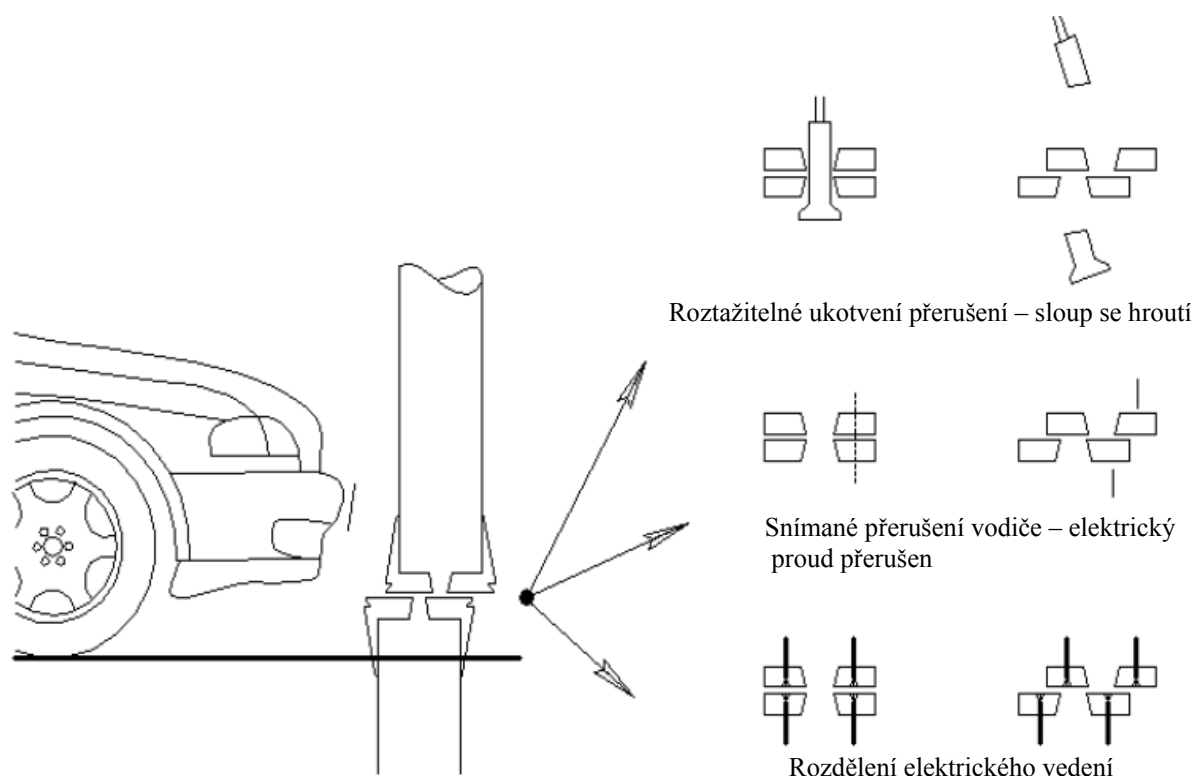
## D5

Pátá protikladnost je vývoj inovačního přetržitelného spojovacího členu, instalovaného do základu sloupu, který by měl splňovat následující funkční požadavky:

1. Kompaktní, plně uzavřený a plně automatický při změně podmínek.
2. Jednoduchá a levná výroba a instalace.
3. Musí zajišťovat strukturní pevnost sloupu během normálního používání a musí být odolný vůči poškození.
4. Musí být oddělitelný pouze když síla nárazu překračuje minimální stanovenou hodnotu.
5. Měl by umožňovat dodatečnou instalaci na všechny dřevěné sloupy.
6. Musí okamžitě uzavřít tok elektrického proudu ve vodiči.
7. Měl by zajistit fyzické oddělení elektrického vedení od základny sloupu.
8. Měl by zahájit řízený rozpad celého sloupu.
9. Měl by umožnit maximální znovu využití komponentů.

V zájmu stručnosti je diskuze v tomto oddílu zhuštěná. Altshullerův tvůrčí princip P7, vložená loutka nebo "marfuška" je přímo vložena ze dvou důvodů. Zaprvé pro dosažení kompaktnosti a zadruhé pro znázornění, že stejně neobvykle nazvané principy v TRIZ mohou

mít za následek elegantní řešení. Je zajímavé si všimnout, že P7 je technické doporučení pro pohybující se nebo stacionární systémy.



Obr. 6: Plně vybavený vložený přetržitelný spojovací člen

Navržený spojovací člen je popsán na obrázku 6 a funguje následujícím způsobem:

1. V případě menšího nárazu nebo v případě manipulace drží vnější zádržný kroužek obě poloviny spojovacího členu a společně absorbují náraz, nedojde k povolení vazby.
2. Extrémní síla nárazu deformuje a zlomí vnější zádržný kroužek. Horní a dolní polovina spojovacího členu jsou odděleny. Sloup připojený k horní polovině spojovacího členu je zlomením uvolněn od svého základu a začne se pohybovat do strany.
3. Zaizolovaný měkký měděný vodič těsně procházející mezi dvěma polovinami spojovacího členu je přetržen. To je detekováno základním elektrickým obvodem, který je posléze vypnut. Tento jednoduchý úkon uvnitř spojovacího členu dokáže provést měděný vypínač sloupu, který detekuje okamžik nárazu.
4. Dalším prvkem přestřihnutým nárazovou silou je kotva tažného lana uvnitř spojovacího členu. Když je kotva oddělena, tažné lano je přetrženo, segmenty sloupu jsou od sebe odděleny a hrouť se k zemi. Těleso sloupu podstoupilo fyzickou transformaci při změně stavu.

5. Ačkoli jsou dvě poloviny spojovacího členu od sebe odděleny, konce elektrických vodičů ve spojovacím členu společně tlačené tlačnou pružinou sklouznou odděleně. Sloup a elektrické kabely jsou nyní úplně odděleny od základu.
6. Stále se pohybující vozidlo projíždí přes základ sloupu.

Všechny výše uvedené požadavky budou novým spojovacím členem splněny. Plný dřevěný elektrický sloup byl transformován do inovovaného produktu s nízkou hmotností, který přináší pasažérům vozidla daleko větší změny ve schopnosti přežít.

## D6

Jedním z nástrojů TRIZ jsou "Trendy vývoje". Trendy poskytují ucelený návod pro nový produkt a aktivity procesu vývoje. Zainteresované čtenáře mohou odkázat na Darrell Mannovy rozsáhlé příklady v některých z článků magazínu TRIZ Journal. Inovační soubor CREAX (The CREAX Innovation Suite) poskytuje výborné a jednoduché softwarové využití těchto trendů.

V této šesté protikladnosti začneme rozvahou o dynamizaci. Trend vývoje mechanických objektů směřuje od nehybných (imobilních) po plně mobilní. Další trend můžeme vidět ve stupních volnosti – počet kloubových spojení v systému a jejich rozšíření z jednoho na několik. Průmyslové roboty obvykle mají 6 stupňů volnosti.

Dynamizace reflektoru poskytuje vodičko k dobré funkčnosti. S jedním stupněm volnosti získáme schopnost nastavovat polohu nebo otáčet světelným paprskem v omezeném úhlu. Tímto můžeme dokázat užitečně lokalizovat, kde je osvětlení pouliční lampy nezbytné pro bezpečnost a žádný sloup pouličního osvětlení nebude neúčinný. Světlo ze sousedních sloupů může být částečně přesměřováno a natočeno směrem k místu, kde by byla jinak tma. Koncept je znázorněn na obrázku 7.

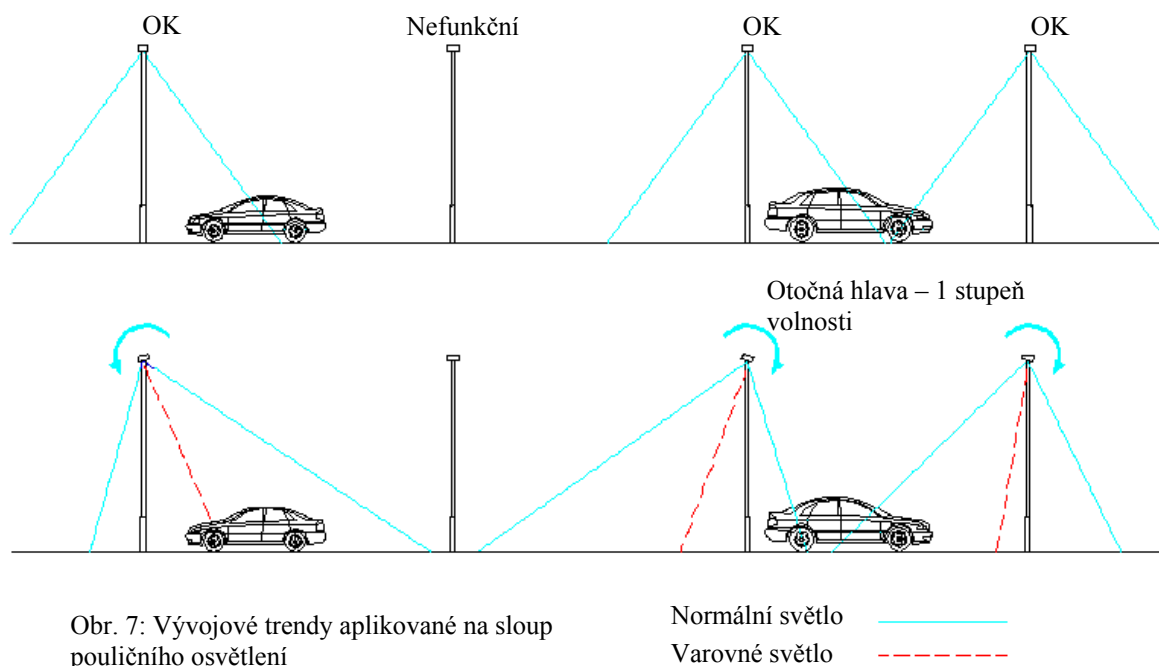
Při dvou stupních volnosti by mohl být světelný paprsek orientován podél dvou os, čímž by byl zajištěn ovladatelný zdroj horního osvětlení, který by napomáhal policii a zdravotníků záchranné služby.

## D7

Dalším vhodným a velmi častým trendem v TRIZ je mono-bi-polový vývoj technických systémů, kde se rozvinutější verze mohou skládat z dvojitých nebo několikerých základních případů, jako jsou vícebřité holící strojky, atd. V případě světelného zdroje na sloupu pouličního osvětlení začneme s jednoduchou lampou a projekční čočkou a posuneme se k (-bi) lampě pro nadměrné nebo dodatkové světlo, které bylo požadováno při speciálních okolnostech zmíněných v D6.

Yuri Salamatov v diskusi na téma mono-bi-poly přeměn navrhoval, že kvantitativní změna je oprávněná pouze tehdy, jestliže z ní vyplynou nové vlastnosti. Tuto myšlenku můžeme upravit přidáním sloupu pouličního osvětlení funkci upozorňování na stav silnice. Lampa by nyní měla třetí zdroj světla, asi červené, které by blikalo a vkládalo by do odraženého světla varování o stavu cesty. Přijíždějící vozidla by mohla být dopředu varována před namrzající vozovkou, zpomalením dopravy, úsekem náhodných kontrol řidičů, atd. Vývoj sloupu pouličního osvětlení tedy přidal funkci varování před stavem vozovky, což je jeho originální úloha při osvětlování silnice.





Obr. 7: Vývojové trendy aplikované na sloup pouličního osvětlení

Normální světlo —————  
Varovné světlo - - - - -

## D8

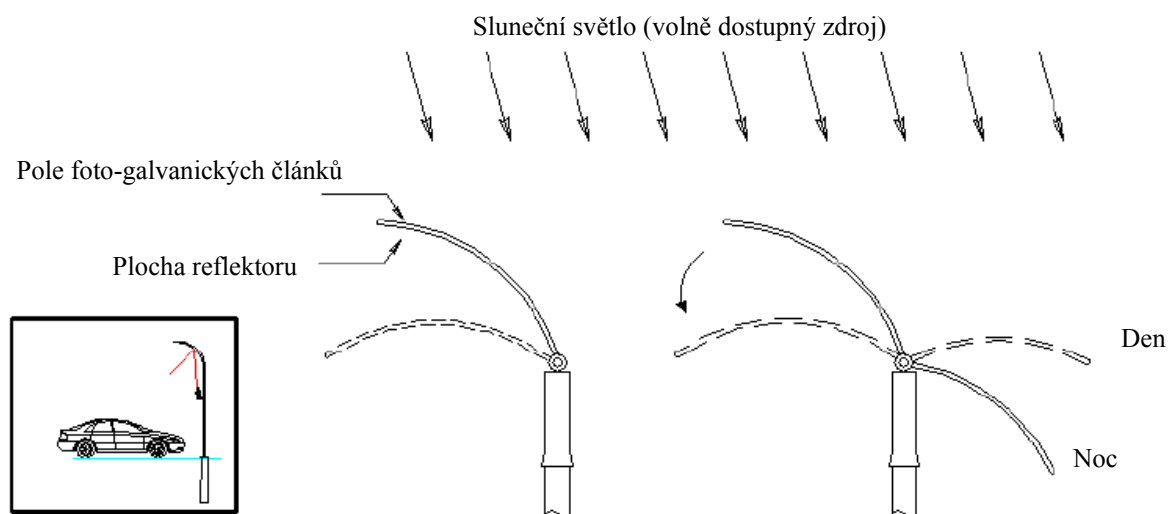
Altshuller rozpoznal důležitost samo-obslužnosti ve vývoji systémů. Ta může být ve formě vlastní diagnostiky, samo-opravy, samo-nahrazení, samo-pohánění, apod. Funkce samo-x je údajem o vývoji produktu směrem k ideální formě, označené v TRIZ jako ideální finální výsledek (IFR = Ideal Final Result). Tvůrčí princip P25, samo-obslužnost, je rovněž k dispozici v Altshullerově matici technických protikladů.

Může nový sloup pouličního osvětlení dosáhnout samo-x v některé z forem a tudíž se posunout směrem k ideálnosti? Osmá a devátá protikladnost se této otázce věnuje.

Jedna forma samo-x je samo-pohánění, nebo pohánění z volně dostupných zdrojů. TRIZ dává unikátní důraz na využívání vhodných, často volně dostupných, zdrojů ve vývoji tvůrčího řešení. Zadní část světelného odrazového skla je vhodný díl, ke kterému může být připojen odpovídající solární panel. Sluneční světlo je volně dostupným zdrojem a výška sloupu ještě dalším, ta mu umožňuje stálý přístup. Přestože uspořádání nebude v noci poskytovat dostatečnou energii pro lampu, stále může generovat dost elektrické energie pokrytí pomocných funkcí, které jsou popsány v sekcích od D5 do D8.

Jak to můžeme zlepšit? V D6 byla navržena dynamizace (to jest polohování) reflektoru se dvěma stupni volnosti. Pomocí TRIZ bylo navrženo maximální využití všech dostupných zdrojů. Během dne nebyla polohovací funkce využívána. Můžeme využít tuto vlastnost k tomu, abychom umožnili solárním panelům sledovat během dne dráhu slunce. To by pomohlo zlepšit jejich výkonnost bez navýšení ceny. Další zlepšení může být uděláno rostoucími rozměry solárních panelů. Avšak jak roste délka tohoto pohybujícího se objektu (TC#3), tak roste i jeho hmotnost (TC#1). Tento technický protiklad je hezky ovládaný maticí, ve které je P8 navrženo jako protizávaží, P15 dynamizace, P29 pneumatická nebo hydraulická konstrukce a P34 jako vyřazení a znovuoobnovení. První návrh je velmi vhodný pro tento případ, protože jsme doporučili místo přidání solárních panelů na druhou stranu polohovaného objektu jako protizávaží k hmotnosti reflektoru. To je elegantní příklad použití

nástrojů TRIZ, jako je Samo-X (Self-X = postup k ideálu), kterého bylo dosaženo technickým protikladem.



Obr. 8: Samo-X (-poháněcí) koncept pro pouliční lampu.

## D9

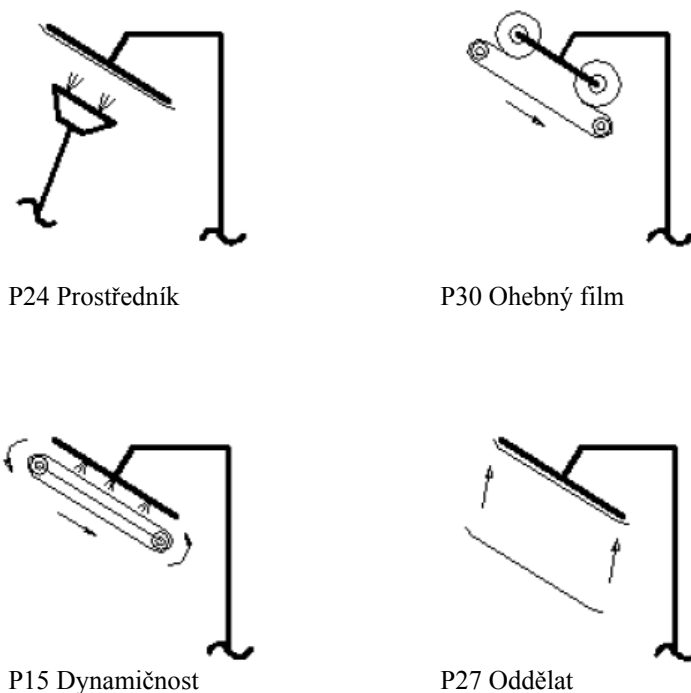
Může být světlo sloupu samo-čistící? Toto je další forma samo-x, která by měla být zvažována. Reflektor bude přitahovat nečistotu a zbytky výfukových plynů z dopravy a za určitou dobu ztratí část své odrazivosti. Jaká úroveň samo-čištění může být dosažena?

Jedno řešení této protikladnosti leží v nástroji TRIZ, jímž je S-field analýza (Substance-Field analysis). Mohli bychom modelovat problém podél dvou linek, jedna se týká částec prachu a druhá zbytků výfukových plynů. 76 standardních řešení TRIZ poskytují cenné vedení v tomto stádiu. Nejkratší zmínka je zde uvedena k využití polí pro problém prachu.

Standardní řešení třídy 5.2 pokrývá úvod do problematiky pole pro systém omezujících podmínek. Když jsou částec prachu ovlivňovány elektrickým polem, můžeme zkoumat způsoby zařazující stejné pole v našem návrhu. 5.2.3. doporučuje, abychom zkusili použít jeden z komponentů systému působení jako zdroj pro toto pole. Můžeme zvažovat použití dostupné elektrické energie pro vytvoření požadovaného vysokého napětí. Pro poskytnutí dalších parametrů návrhu bychom však potřebovali speciální znalosti a experimenty.

I když je samo-x vhodným záměrem, nemusí být účelný pro kterékoliv příčiny. TRIZ vždy poskytuje četné možnosti v tvůrčím řešení problému. Pojďme zpět k čtyřiceti tvůrčím principům, můžeme vytvářet další myšlenky pro odstranění zbytků výfukových plynů. Následující principy se jeví jako použitelné pro samo-čištění reflektoru:

- P15 Dynamičnost: Pružný kovový reflexivní pás s průběžným posuvem a čištěním.
- P24 Prostředník: Automobil s jeřábem s čistícím sprejem a čistícím přípravkem.
- P27 Oddělat: Levný tenký hliníkový odstranitelný reflektor.
- P30 Ohebný film: Podle P15 a P27. Svitek polymerového reflexního filmu.



Obr. 9: Použití tvůrčích principů pro samo-čistící funkci

### Další protikladnosti

Čtenář ocení, že TRIZ může podstatně zlepšit a dodat energii inovačnímu procesu. Další protikladnosti jsou snadno přijatelné v tomto směru a kvalita vynálezů bude jistě jeho důsledkem. Doufal jsem, že každá duševní hodnota řešení z tohoto cvičení a dalších elaborátů bude prospěšná pro veřejnost.

### IFR

Ideální konečné řešení (Ideal Final Result) je klíčem konceptu TRIZ a je použité na začátku TRIZ cvičení jako výchozí bod představivosti pro nový produkt a jako prostředek překonání jakési psychologické netečnosti. IFR je v závěru této studie zmíněno pro vizualizaci ideálního systému a pro poskytnutí dalšího impulsu pro vývoj.

Někdo si může představit ideální systém pouličního osvětlení bez jakéhokoliv externího zařízení, sloupů, lamp, atd. Osvětlení je volné a nevyžaduje energii. Náklady na údržbu jsou minimální.

Jeden přijatelný směr, který sleduje toto IFR myšlení, by mohl vést k vývoji elektro-luminiscenční směsi, odolné vůči opotřebení, použitelné jako vnější vrstva povrchu silnice. Podklad tenkých elektrických vodičů by zajistil pohyb elektrického napětí během dne vyrobeného a uskladněného pomocí solárních panelů na okraji cesty. Slabý svit povrchu silnice by odhalil každý objekt na silnici nebo na křižovatce. Další možnost může být podobný povrch silnice, jejíž nátěr odpovídá speciálním světlometům, jimiž jsou vybaveny automobily.

Zdokonalený IFR by byl vždy vyroben s potřebou solárních panelů. Za dané rychlosti vývoje v nauce o materiálech můžeme jednoho dne mít technologii na výrobu nátěrů, která

bude kombinovat elektro-luminiscenční a foto-galvanické vlastnosti. Představte si povrch silnice, který se přes den chová jako solární panel, uchovává elektrickou energii a má luminiscenční zář v noci. Možná je to pro tuto chvíli jen kousek fantazie, ale v inovaci je představitelství finální metoda.

## Závěr

Tento text se pokusil demonstrovat použití TRIZ nejprve jako nástroje pro řešení problémů a obtížných technických podnětů a zadruhé jako zdroj podnětů ke značnému zlepšení a posílení nepřetržitého inovačního procesu. Mód protikladů logického uvažování uvnitř TRIZ nám umožňuje přijít s neočekávaným a často docela pozoruhodným tvůrčím řešením v metodickém postupu. To, že můžeme dělat tak rychle, je mimořádně důležité v stále více konkurenčním světě.

Můžeme vidět, jak téměř všechny známé nástroje TRIZ mohou být aplikovány do vývoje jednoduchého problému. Každý nástroj dal cenný pohled do problému a byla tam notná dávka překrytí v jejich použití. Pro případ, kdy některé nástroje nemohou být použity, jako je analýza devíti protikladností, můžeme jednoduše pracovat s D1 až D5 jako se subsystémem a D6 až D9 je jako supersystem vzájemného ovlivňování uvnitř původního problému. Všechny nástroje v TRIZ jsou kvalitativní a relativně nezákladné na pochopení.

Rychlá inovace s TRIZ je usnadněná kvůli dobré srozumitelnosti podstaty, použití vhodného software a co je nejdůležitější, že uživatelé mají vlastní zkušenost.

### 2.3.4. Vývoj nového typu pluhu s využitím metody TRIZ a Robust Design

#### Popis:

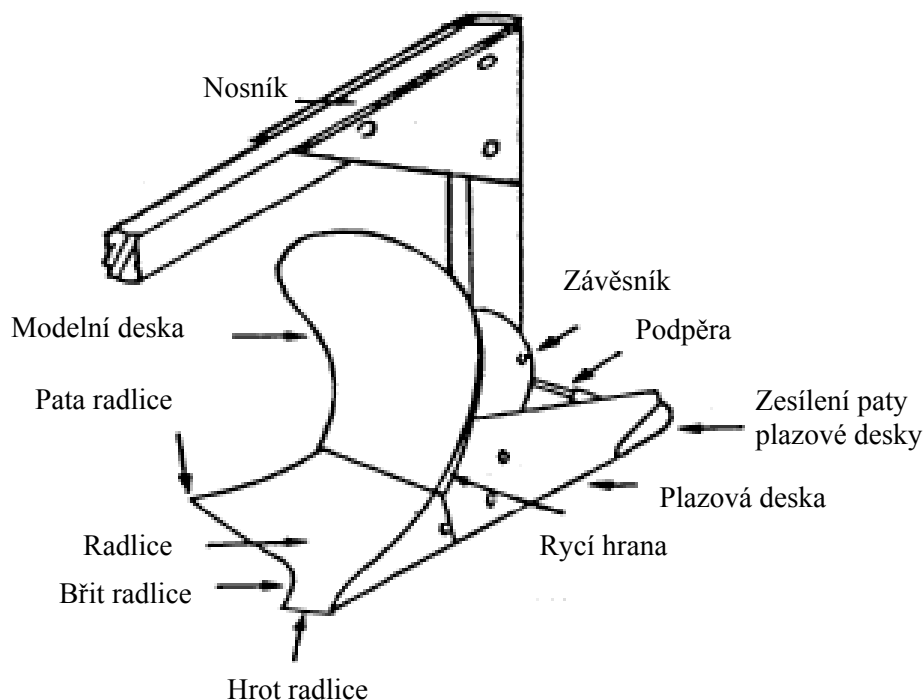
Hlavní částí pluhu je radlice, která ryje do půdy. Odděluje povrchovou půdu od spodní půdy a pak pomocí modelní desky otáčí zeminu povrchem dolů. Životnost radlice je vlivem tření mezi radlicí a půdou velmi krátká. Tento dokument ukazuje případovou studii úspěšného využití metody TRIZ a Robust design při řešení dlouhodobých nedostatků ve vývoji pluhu. Použitím metody Su-Field analýzy a fyzických efektů, našli inženýři způsob jak redukovat tření magnetickým polem a přistoupili k řešení s využitím existujícího pluhu, které má nízkou cenu. Robust design byl použit následně po optimalizaci a nastavení hodnot pro řešení. Výsledná vlastnost byla aplikována do výroby a značně zvýšila spokojenost zákazníků, prodloužila životnost radlice a naštěstí se zvýšil i výnos z úrody obdělávané tímto pluhem.

#### 1. Pluh a TRIZ

Byl založen výzkumný projekt, v jehož rámci byl během návrhu pluhu aplikován TRIZ. Tento projekt měl mnoho cílů, jedním z nich bylo užití TRIZ při řešení reálného technického problému. Skupina řešitelů se rozhodla řešit problém tření na radlici pluhu.

#### 2. Pluh

Obrázek 1 znázorňuje pluh, jehož hlavní částí je radlice. Během orby radlice nejprve zaryje do hlíny, oddělí vrchní vrstvu zeminy od spodní a pomocí modelní desky otočí vrchní půdu spodní částí nahoru. Během obdělávání půdy je životnost radlice velmi krátká, protože mezi radlicí a půdou je velké tření. Kvalita obdělávání půdy je závislá na stavu radlice.



Obr. 1: Radlice Gunnel

### 3. Minulé pokusy řešení daného problému

V minulosti bylo několik pokusů o vyřešení problému tření radlice.

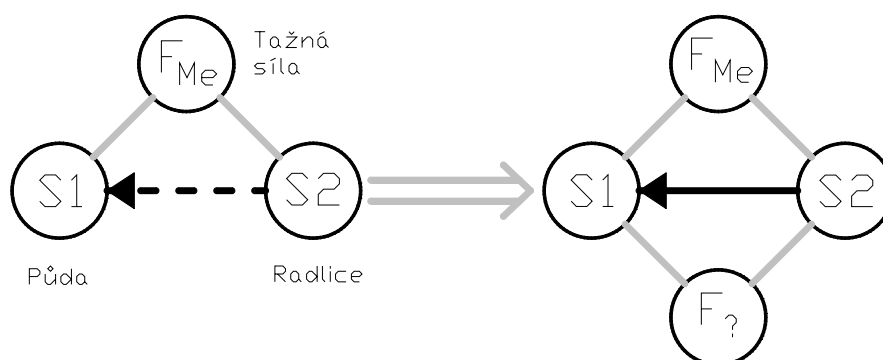
Byly vyzkoušeny různé materiály radlice. I přesto, že se s radlicemi z některých typů materiálů pracovalo dobře a tření mezi radlicí a zemínou bylo nižší, jejich cena byla velmi vysoká a zákazník si ji nemohl koupit.

Další pokus byl vyrobit pluh se speciální radlicí, která by během obdělávání půdy vibrovala. Pluh vybavený vibračním systémem mohl redukovat tření a tím prodloužit životnost radlice, ale přidáním vibračního systému prudce stoupla cena pluhu a mimo to určitě vznikl nějaký další negativní efekt, odvozený od vibrace pluhu.

Farmáři doufají, že se životnost pluhu zvýší (budou moci pracovat déle) a cena klesne, takže je velmi důležité vyvinout nový typ pluhu.

### 4. Cvičení metody S-field analýzy

S-field analýza pluhu je provedena na obrázku 2. S1 představuje půdu, S2 radlici a pole (Field) představuje mechanickou sílu – tažnou sílu traktoru. Přidáním pole za účelem snížení vlivu tření je jedno standardní řešení.

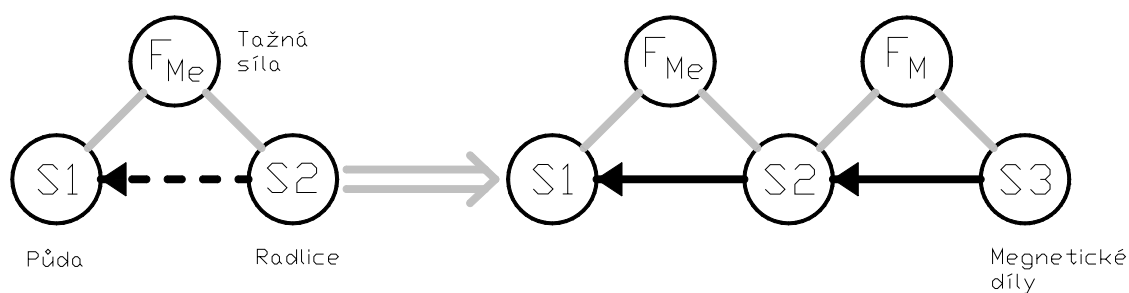


Obr. 2: Metoda S-field analýzy

Zde jsou některá možná pole, která mohou redukovat efekt tření:

- pneumatické pole využívající tlakový vzduch,
- magnetické pole pro magnetizování radlice za účelem zlepšení tření.

Vyberme rozdílná řešení ze standardních řešení. Vložme substanci S3 a jiné pole F2 (viz obr. 3) za účelem vyvinutí konceptu podporujícího řešení.

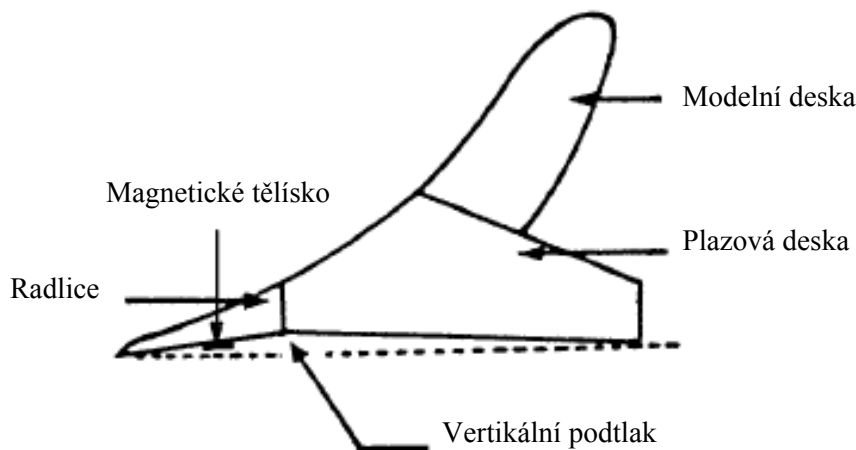


Obr. 3: Řešení rozdílné od standardních řešení

$F_M$  představuje magnetické pole a S3 jsou magnety, které byly přidány na spodní část radlice (viz obr. 4). Magnetické pole (vyšší intenzita magnetického pole) bude působit na půdu a způsobí snížení tření radlice.

## 5. Robust design pro optimalizaci

Nový typ magnetického pluhu je znázorněn na obrázku 4. Malá magnetická tělíska umístěná na spodní části radlice vytvořila magnetické pole okolo radlice, které měnilo vztah mezi půdou a radlicí, čímž redukuje tření radlice.



Obr. 4: Magnetická tělíska umístěná na spodní straně radlice (pohled z boku)

Po zavedení pole musí být magnetická intenzita radlice a pracovní rychlost pluhu optimalizována tak, aby vznikl dobře orající pluh s nízkou cenou. Tření radlice je ale velmi obtížně měřitelné, takže máme dva parametry, tažnou sílu pluhu a spotřebu pohonných hmot hnacího stroje, které byly místo tření radlice zvoleny pro měření. Dva jednoduché faktory (rychlost a magnetickou intenzitu), tříúrovňový systém experimentování DOF (Design of Experiment) a třikrát opakujeme devět měření (viz tab. 1).

Pokus č.	A	B	A Pracovní rychlost	B Magnetické pole	Výsledky pokusu (tažná síla)		
					Výsledek 1	Výsledek 2	Výsledek 3
1	1	1	A1	B1	30,5	31	32,6
2	1	0	A1	B2	38,5	39,4	37,9
3	1	-1	A1	B3	45,8	46,8	40,2
4	0	1	A2	B1	50,2	51,9	46,7
5	0	0	A2	B2	34,6	37,8	32,1
6	0	-1	A2	B3	56,3	58,1	53,4
7	-1	1	A3	B1	63,2	64,5	69,6
8	-1	0	A3	B2	70,3	69,5	71,6
9	-1	-1	A3	B3	60,1	58,4	57,3

Tab. 1: Kontrast pokusů při návrhu magnetického pluhu

Výsledky experimentů jsou numerickým vyjádřením toho, jaký byl tah pluhu nebo spotřeba paliva. Nízká tažná síla pluhu nebo spotřeba paliva znamená, že tření radlice bylo nízké. Průměrná hodnota 70,46 (pro pokus č. 8), představuje lepší podmínky, naopak hodnota 31,36 (pokus č. 1), znamená horší podmínky. Optimální nastavení bylo dosaženo při pokusu č. 8 (A3, B2).

Kontrast experimentů mezi magnetickým pluhem při pokusu č. 8 (A3, B2) a normálním pluhem, který byl zkoušen za stejných podmínek: Zkoušený pluh se čtyřmi jednopluhy oral půdu porostlou travinami a pole sójových bobů na konci léta, kde stlačování půdy bylo prováděno silou 30,28 N/cm<sup>3</sup>, půda obsahovala 15,98 % vody, hloubka záběru pluhu byla 22,5 cm a šířka jednoho jednopluhu byla 20 cm.

Výsledky testů ukazují, že magnetický pluh ušetří 10,55 % tažné síly a sníží o 11,3 % spotřebu paliva hnacího stroje oproti pluhu klasické konstrukce. Výsledek jasně dokazuje, že magnetický pluh určitě dosáhne úspory tažné síly, sníží spotřebu paliva hnacího stroje a konečně snižuje i tření radlice, což má za následek zvýšení její životnosti.

Dalším výsledkem, který byl předpokládán je, že při porovnání obou pluhů na normálním běžném poli bylo zjištěno, že úroda vyrostla lépe na poli obdělaném magnetickým pluhem a byla větší než při použití klasického pluhu.

## 6. Závěr

Užitím metody S-field analýzy, metodiky odvozené z TRIZ, v kombinaci s DOE (Design of Experiment) byla vyřešena magnetická radlice pluhu s nízkým třením pro obdělávací stroje. Přidáním několika malých magnetických tělísek na radlici přinese zvýšení její celkové ceny, ale sníží sílu pluhu a spotřebu paliva, což může kompenzovat vyšší cenu, takže si ji mohou farmáři z ekonomického hlediska dovolit.

### 2.3.5. Zdokonalení větrné elektrárny

#### Úvod

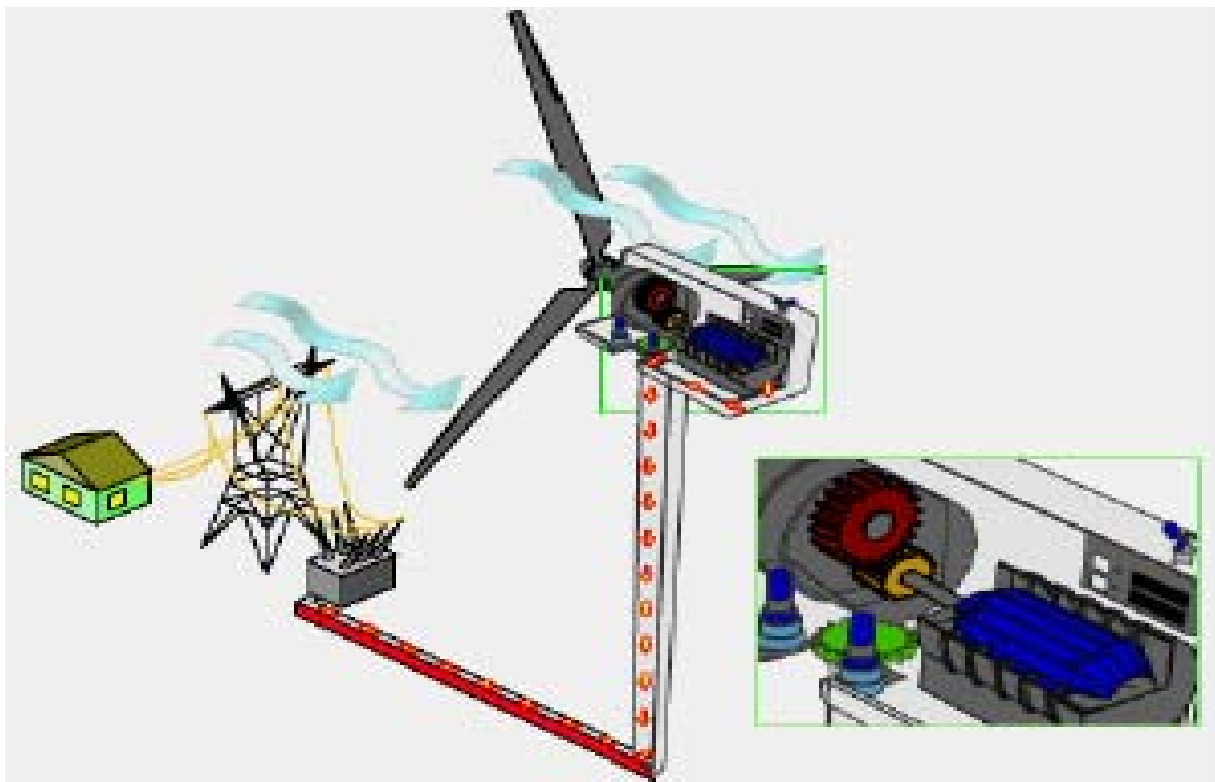
Rychle rostoucí populace a zvyšující se čerpání zdrojů nabádá k prudkému vzestupu inovací, které zajistí lépe komerčně realizovatelné alternativní zdroje energie. Větrné turbíny představují atraktivní trvalý a pro životní prostředí přátelský zdroj energie. Celosvětový objem elektrické energie z větru byl každé tři roky během posledního desetiletí zdvojnásoben a růst sazeb v posledních dvou letech byl ještě rychlejší. Přesto všechno technologie výroby elektrické energie stále potřebuje zvýšit účinnost.

Použijme zdokonalení vývoje větrné turbíny jako případovou studii. Ta je zaměřena na prokazatelný a opakovatelný proces, na kterém byl ukázán průběh práce a metodika jak začít pracovat na problému s využitím TRIZ, jak použít TRIZ s hodnotovými metodami (Value Methodologies) pro identifikaci problému a jak ovlivnit vnitřní a vnější zdroje znalostí k urychlení identifikace konceptu.



## Vývoj větrné turbíny

Výroba elektrické energie z větru byla realizována a udržuje si status obnovitelného a pro životní prostředí přátelského zdroje energie.

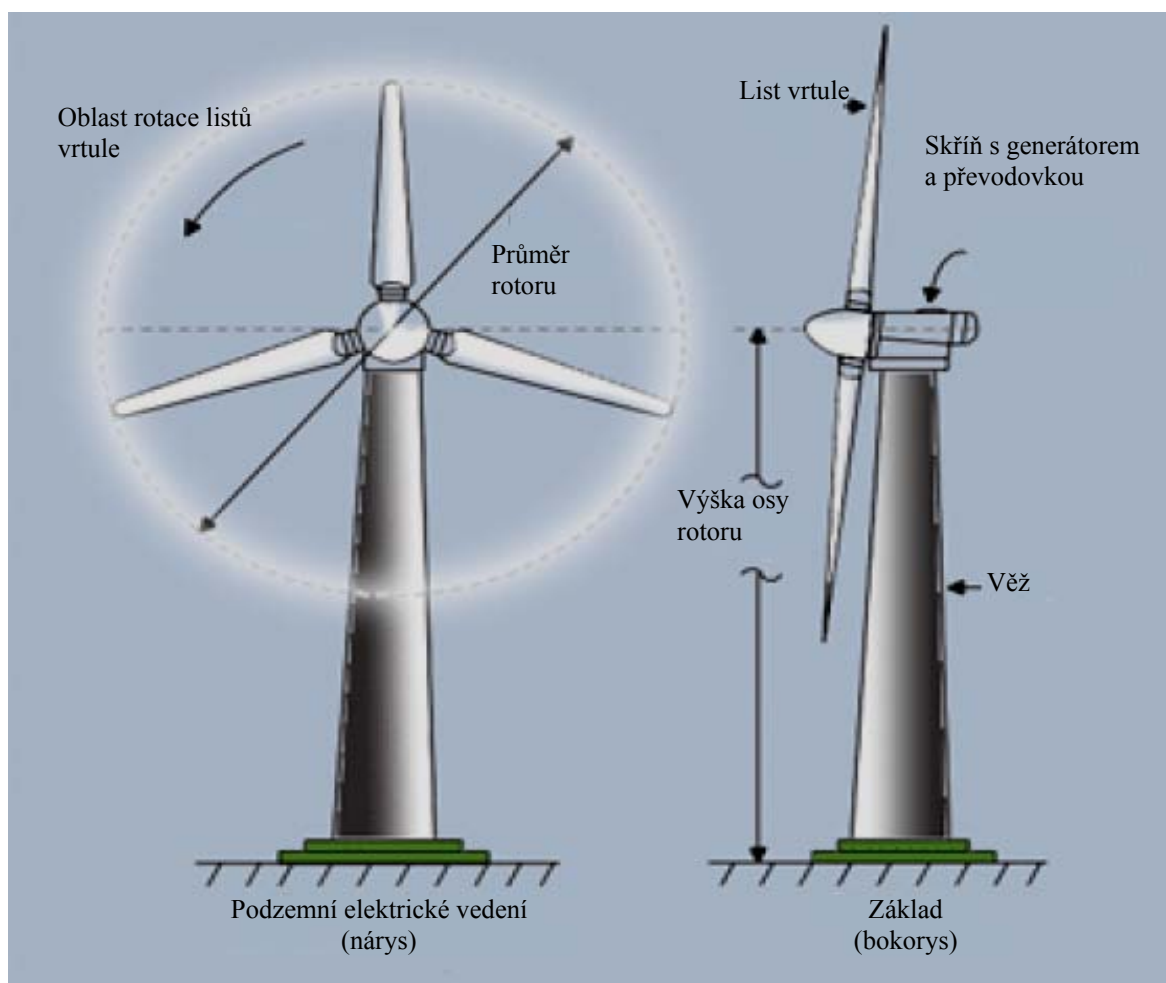


Obr. 1: Výroba elektřiny z větrné energie

- Větrná energie roste každoročně podle očekávání o 20% na celkových cca 40 000 MW v roce 2004.
- Podle nedávné studie "Wind Force 10" může být síla větru vyrobeno v roce 2020 10% veškeré elektrické energie a vytvořeno 1,7 milionů pracovních míst.
- Celosvětové zavedení 1,2 mil. MW energie z větru do roku 2020 by vytvořilo více elektřiny než dnes spotřebuje celá Evropa.
- Celkový potenciál větrné energie světa je 53 bilionů kWh, tedy 17 krát více než bylo cílem Wind Force 10.
- Podle studie ceny výroby elektrické energie větrnými turbínami je očekáván do roku 2020 její pokles na hodnotu 2,5 US cents/kWh, přičemž současná cena je 4,7 US cents/kWh.
- Přínos cílových 10% pro životní prostředí může být enormní – ušetří 69 milionů tun CO<sub>2</sub> v roce 2005, v roce 2010 pak 267 milionů tun a 1780 milionů tun v roce 2020.

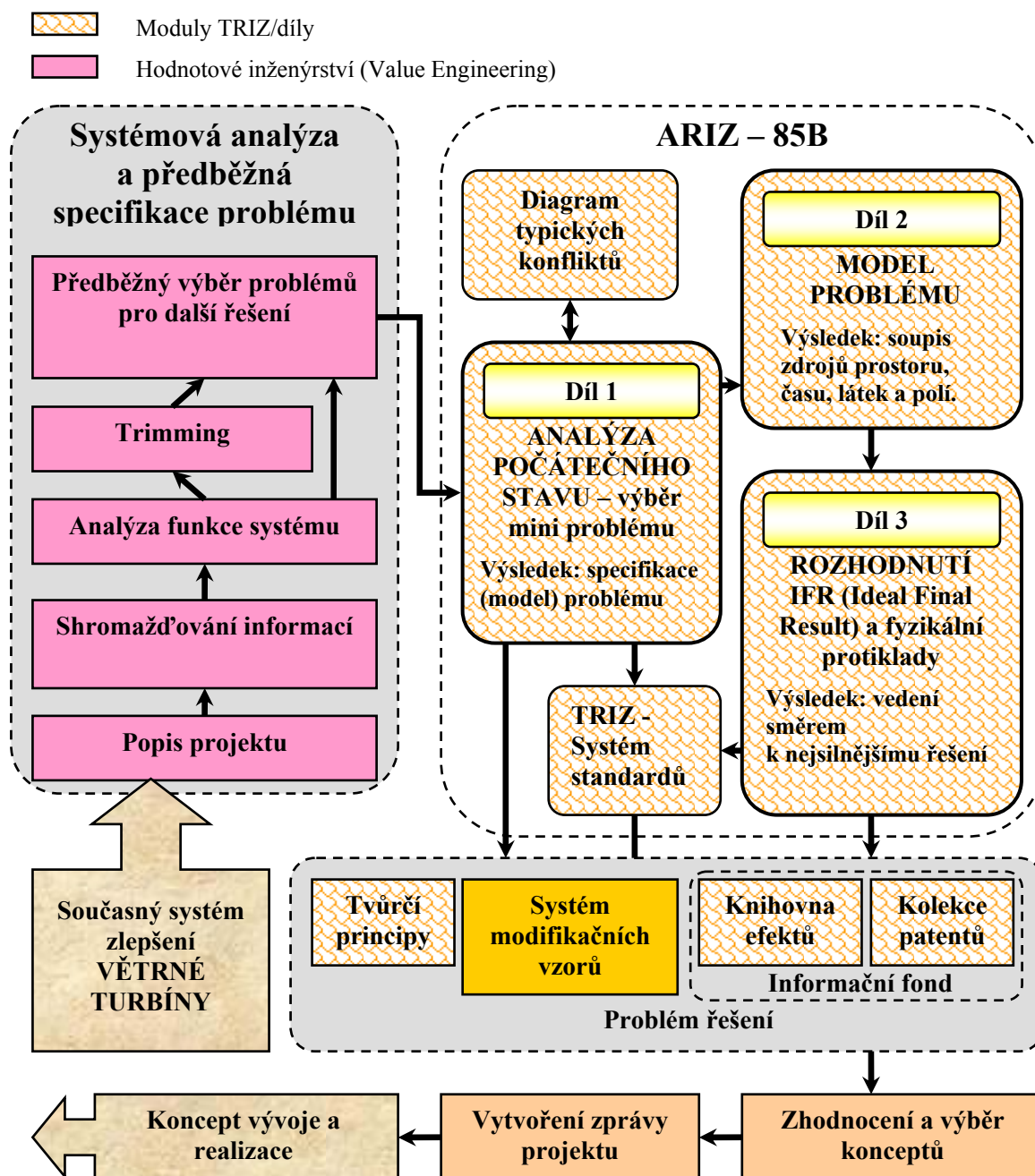
Možnosti TRIZ, což je velmi cenná metodika řešení problému, si již plně uvědomujeme, zvláště v souvislosti s hodnotovým inženýrstvím (Value Engineering) a fondem zaměřeným na informační zdroje. Avšak efektivní praktický průvodce umožňuje rychle slučovat a dislokovat jednotlivé zdroje a metody. Tento text popisuje, jak takový průvodce poskytuje opakovatelný proces pro zlepšení nejen výroby energie z větru, ale také metodu pro zlepšování prakticky každého technického systému.

## Popis projektu a počáteční stav



Obr. 2: Popis základních částí větrné elektrárny

Základem pro tento projekt byla vybrána turbína se třemi listy. Tento typ je velmi běžný, někdy označován jako Danishův koncept. Třílistá větrná turbína je ovládaná čelním větrem přes čela listů. Větrná turbína pracuje na obráceném principu než ventilátor. Namísto použití elektřiny na výrobu větru používá turbína vítr pro výrobu elektrické energie. Vítr otáčí listy, které rotují na hřídeli, propojené s generátorem a vyrábí elektřinu. Elektřina je pak posílána elektrickým vedením do transformační stanice a pak do domovů, podniků a škol.

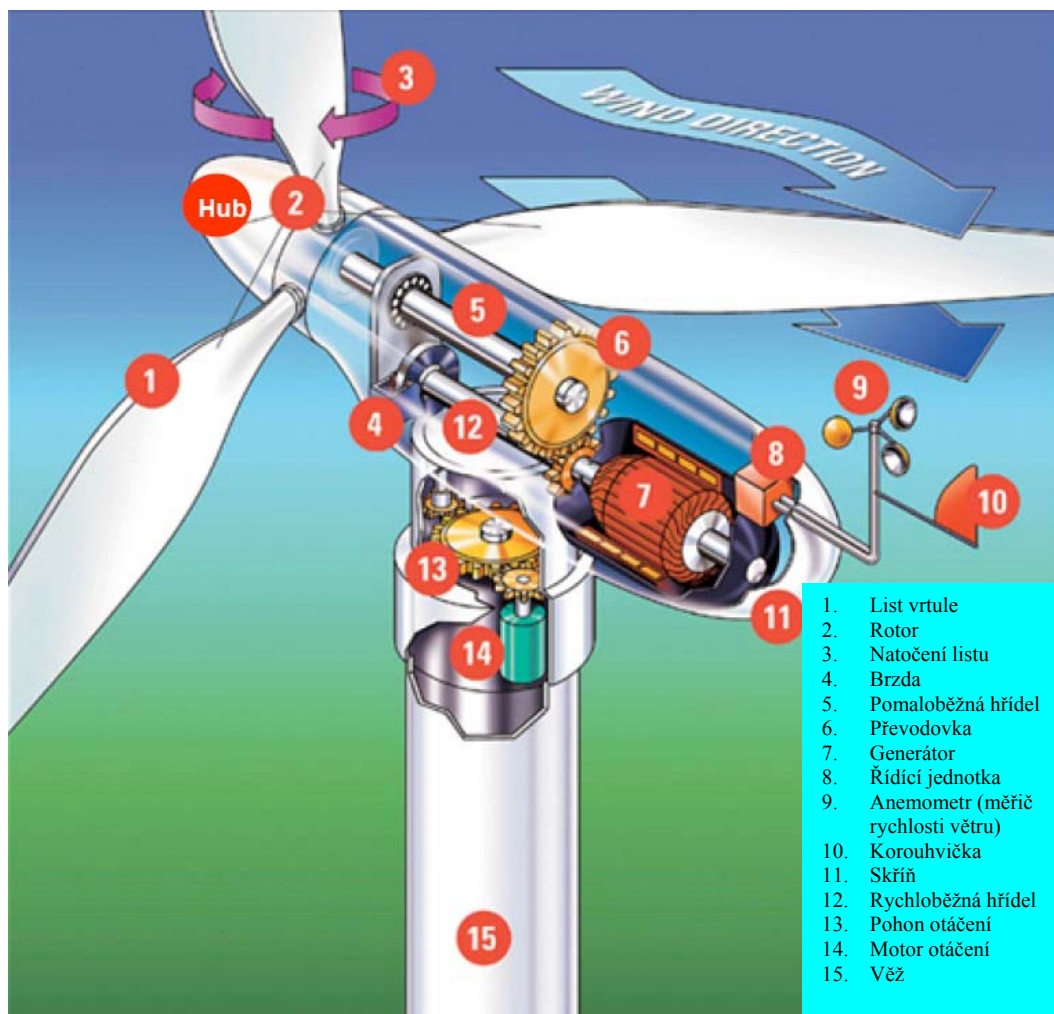


Obr. 3: Blokové schéma projektu

### Blokové schéma projektu

## Shromažďování informací

Identifikujme a definujme strukturu komponentů větrné turbíny.



Obr. 4: Popis komponentů větrné turbíny

### Anemometr:

Tří-pohárkový anemometr rotuje kolem své osy a měří rychlost větru. Naměřená data přenáší do řídicí jednotky, která je umístěna v zadní části skříně.

### Listy vrtule:

Listy větrné turbíny se chovají podobně jako křídlo letadla. Když vzduch proudí přes zaoblený list vrtule, vznikne oblast nízkého tlaku na konkávní straně listu (Bernoulliho efekt), která vytváří tlak. Ten tlačí na list a způsobuje rotační mechanickou energii, která pohání pomaloběžnou hřídel.

Listy vrtule jsou elementy turbíny, které zachycují energii větru a převádějí ji do rotační formy. Profil a tvar listu je navržen pro maximální účinnost a minimální hluk.

Listy turbíny jsou vyrobeny ze sklolaminátu. Použití pevnějšího a lehčího materiálu dovolilo vyrobit větší listy, což se promítlo do zvýšení výkonnosti turbíny.

#### **Brzda:**

Disková brzda, která může v případě potřeby (nouzový stav, havárie) mechanicky, elektricky nebo hydraulicky zastavit rotor.

Mechanická brzda je fyzická brzda, podobná diskovým brzdám na kole automobilu, spojená s rychloběžnou hřídelí. Používá se v případě, kdy se provádí servis, pro zajištění rotačního pohybu vrtule a bezpečnosti opraváře.

Tato brzda se používá pro zastavení rotujících listů vrtule v případě, že vítr dosahuje síly vichřice nebo v případě údržby. Použití hydraulicky ovládané brzdy je na stejném principu jako u automobilových kotoučových brzd.

#### **Řídicí jednotka:**

Řídicí jednotka spouští stroj v rychlosti větru asi 8 až 16 mil/hod. a zastavuje při rychlosti 65 mph. Turbína nemůže pracovat při rychlostech větru vyšších než 65 mph, protože její generátor by se mohl přehřát. Řídicí jednotka je počítačový systém, který monitoruje a řídí různé veličiny turbíny. Má schopnost turbínu zastavit v případě, že dojde k poruše. Nepřetržitě monitoruje stav turbíny. Řídí natočení listů a rotační mechanismus. Jakákoliv špatná funkce uvnitř skříně (např.: přehřívání převodovky nebo generátoru) způsobí, že řídicí jednotka zastaví turbínu a tato informace může být také zaslána pomocí modemu na operátorské pracoviště.

#### **Chladicí systém:**

Chladicí systém je použit z důvodu zabránění přehřívání komponentů větrné elektrárny a jejich poškození. Typický chladicí systém je buď elektrický ventilátor nebo chladič.

#### **Převodovka:**

Převodovka spojuje pomaloběžnou hřídel s rychloběžnou hřídelí a zvyšuje (transformuje) otáčky z okolo 30 až 60 ot./min. na hodnotu okolo 1200 až 1500 ot./min. a pohání generátor. Pomaloběžná hřídel otáčí rychloběžnou hřídelí v několikanásobně rychleji (pro 600 kW turbínu je to přibližně 50krát rychleji).

Téměř všechny větrné turbíny (kromě větrné turbíny bez převodovky s proměnlivou rychlostí otáčení) obsahují převodovky, převádějící pomalé otáčky na vysoké, které jsou požadovány pro výrobu elektrické energie. Převodovka je drahý (a těžký) díl větrné turbíny, proto inženýři zkoumají bezreduktorové (direct-drive) generátory, které pracují s nízkými otáčkami a tudíž nepotřebují převodovky.

#### **Generátor:**

Generátor je spojen s rychloběžnou hřídelí a je to komponent systému, který převádí mechanickou rotační energii hřídele na elektrický proud. Obvykle se jedná o indukční generátor, produkující střídavý proud. Generátor je 3-fázový, 690 V, poháněný rychloběžnou hřídelí, jejíž otáčky dosahují hodnoty až 1500 ot./min.. Přes nízkonapěťový transformátor přenáší elektřinu do vysokonapěťového transformátoru a pak do místní distribuční sítě.

V posledních letech se větrné elektrárny staly velmi konkurenceschopné v ceně výroby elektrické energie kvůli zvyšující se účinnosti a rozměrům generátorů s jmenovitým výkonem přes 500 kW. Moderní větrné turbíny mají obvykle indukční nebo asynchronní generátor s maximálním elektrickým výkonem do 500 do 1500 kW.

### **Rychloběžná hřídel:**

Pohání elektrický generátor a dosahuje maximálně asi 1500 ot./min.

### **Střed (náboj) větrné turbíny:**

Náboj turbíny je styčný bod pro rotor vrtule a pomaloběžnou hřídel. Náboj turbíny zachycuje pomocí listů sílu větru a přenáší ji na rotor. Rotor je připojen na pomaloběžnou hřídel větrné turbíny. Náboj je vyroben z litiny a spojuje listy turbíny do hlavní hřídele. Když fouká vítr, listy vrtule s nábojem rotují rychlostí alespoň 28 ot./min.. Náboj a listy vrtule dohromady váží 8,5 tuny.

### **Pomaloběžná hřídel:**

Rotor otáčí pomaloběžnou hřídelí okolo 30 až 60 ot./min.. Náboj rotoru je spojen s převodovkou. Pomaloběžná hřídel je spojena s velkým ozubeným kolem (tj. s jedním z komponentů převodovky) a přenáší na něj rotační pohyb.

### **Skříň:**

Skříň nebo kryt (z oceli a/nebo sklolaminátu...), který je namontován na věži, obsahuje (zapouzdřuje, podpírá, chrání, pokrývá) převodovku, pomaloběžnou a rychloběžnou hřídel, elektrický generátor, naklápací systém, hydrauliku, řídicí systém a brzdu. Skříň se může otáčet o 360° a je proti větru otáčena pomocí otáčecího motoru, který je řízen korouhvičkou. Celá skříň s vybavením váží 19 tun.

### **Natáčení listu vrtule (pitch):**

Listy jsou natáčeny, nebo naklápěny tak, aby udržely otáčení rotoru ve větru. Otáčky jsou však pro výrobu elektřiny příliš vysoké nebo naopak příliš nízké. Ovládání natáčení listů je dosaženo speciálním tvarem listů.

### **Rotor:**

Listy a náboj jsou společně pojmenovány jako rotor, který otáčí pomaloběžnou hřídelí.

### **Věž:**

Jelikož rychlost větru roste s výškou (vzdáleností od zemského povrchu), jsou vyšší věže výhodnější a umožňují turbínám zachytit více energie a vyrobit více elektřiny. Věž je použita k podepření (nesení) skříně a rotoru.

### **Korouhvička:**

Měří směr větru a komunikuje s pohonem otáčení za účelem orientace turbíny odpovídající směru větru. Informace o směru větru posílá do řídicí jednotky, která rozhodne o nastartování nebo zastavení turbíny.

#### **Pohon otáčení:**

Pohon otáčení je použit pro udržení správné pozice rotoru vůči směru větru. Je řízen na základě informací získaných z korouhvičky a zajistí, že skříň je neustále čelem proti větru. Turbíny, které jsou ve směru větru, nevyžadují pohon otáčení, protože vítr fouká přímo na rotor.

#### **Motor otáčení:**

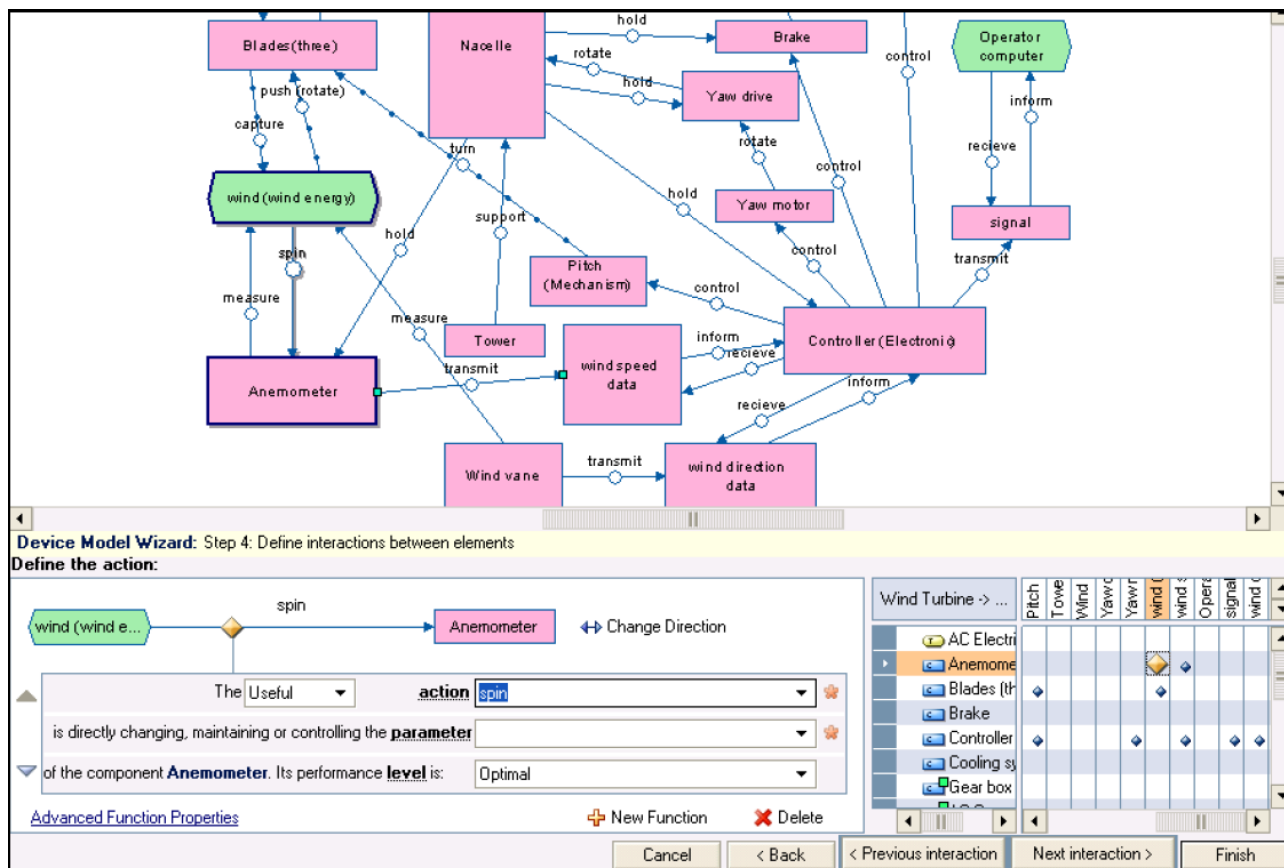
Je akčním členem pohonu otáčení.

Identifikované poslední trendy a úsilí vědeckých pracovníků přispělo k definování moderní technologie větrných turbín.

- Zlepšení aerodynamiky listů větrné turbíny, vyplývající z vyšší výkonnosti a z nárůstu počtu wattů na čtvereční metr plochy oblasti listů vrtule jakožto faktoru ovlivňujícího výkon.
- Vývoj generátoru s proměnlivými otáčkami pro zlepšení transformace větrné energie na elektřinu.
- Vývoj větrných turbín bez převodovek, což povede k snížení jejich ceny.
- Hlavním trend směřuje k turbínám s maximálním výkonem 1 MW a více. Evropské firmy v současné době mají pro komerční využití navrženo více než deset větrných turbín s výkonem 1 MW.
- Výrobci větrných turbín své stroje optimalizují pro výrobu elektrické energie za co nejnižší cenu.
- Vývoj lehčích věží elektráren. Vedlejší produkt pokroku v aerodynamice a designu generátoru je redukce nebo zlepšení přenosu napětí a tlaků v turbíně. Lehčí struktura věže, která je často i levnější z důvodu úspory nákladů za materiál, může být také s výhodou použita.
- Chytrá řídicí a výkonová elektronika umožňuje řízení a monitoring větrných turbín na dálku. Některé systémy umožňují provádět i korekční zásahy do řídicího systému v případě problému. Cena takových komponentů byla snížena. Turbíny, ve kterých není vyžadována výkonná elektronika pro udržení kvality výkonu, jsou tímto často zvýhodněny z hlediska jejich ceny.

## Analýza funkce systému

Abychom správně porozuměli chování daného systému, nutně potřebujeme jeho funkční model. Musí být definován každý komponent i funkce (viz obr. 5).



Obr. 5: Funkční model systému větrné elektrárny

Rozvinutější funkční analýza nám umožní definovat parametry funkcí, jejich aktuální a požadované hodnoty a závislosti (viz obr. 6).

The 'Advanced Function Properties' dialog box is shown with the 'Value' tab selected. It displays the action 'push (rotate)' and the parameter 'torque'. The 'Actual value' is 2000 N-m and the 'Required value' is 4000 N-m. A discrepancy calculation is shown:  $\text{Discrepancy} = \frac{|\text{Actual} - \text{Required}|}{\text{Accepted Deviation}} = 5.0$ . The reason for the required value is 'to increase efficiency of blades'. The dialog also includes a 'Value' section with 'Qualitative' and 'Quantitative' options, and a 'Specify the actual and the required values' section with input fields for 'Actual value' and 'Required value'.

Obr. 6: Definování parametrů funkcí modelu





problematické oblasti v systému. Navíc nám tento model dovoluje lépe vyhodnotit systém z pohledu hodnotového inženýrství (Value Engineering).

Použitím matice (viz obr. 8) si ověříme, že byly identifikovány všechny funkce.

Nástroj pro diagnostiku dat modelu (Model Data Device Diagnostic): Parametry jednotlivých komponentů a hodnocení pomocných strategií pro následné změny nebo zjednodušení konfigurace systému. Různá kritéria mohou být vyhodnocena za účelem výběru strategií, které nejlépe odpovídají cílům projektu.

Components	Function Rank (F)	Problem Rank (P)	Cost (C)	Rating
signal	2.79	0.00	1.00	545.16
Nacelle	10.00	0.00	130.00	53.85
Controller (Electro	6.74	0.00	100.00	31.84
Wind vane	3.49	0.00	30.00	28.39
Anemometer	3.49	0.00	50.00	17.04
Cooling system	3.72	0.00	120.00	8.08
Yaw drive	1.40	0.00	25.00	5.45
AC Generator	6.98	9.84	200.00	3.83
Hub	2.09	0.00	80.00	3.83
Brake	1.40	0.00	40.00	3.41
Low-speed shaft	1.86	0.00	90.00	2.69

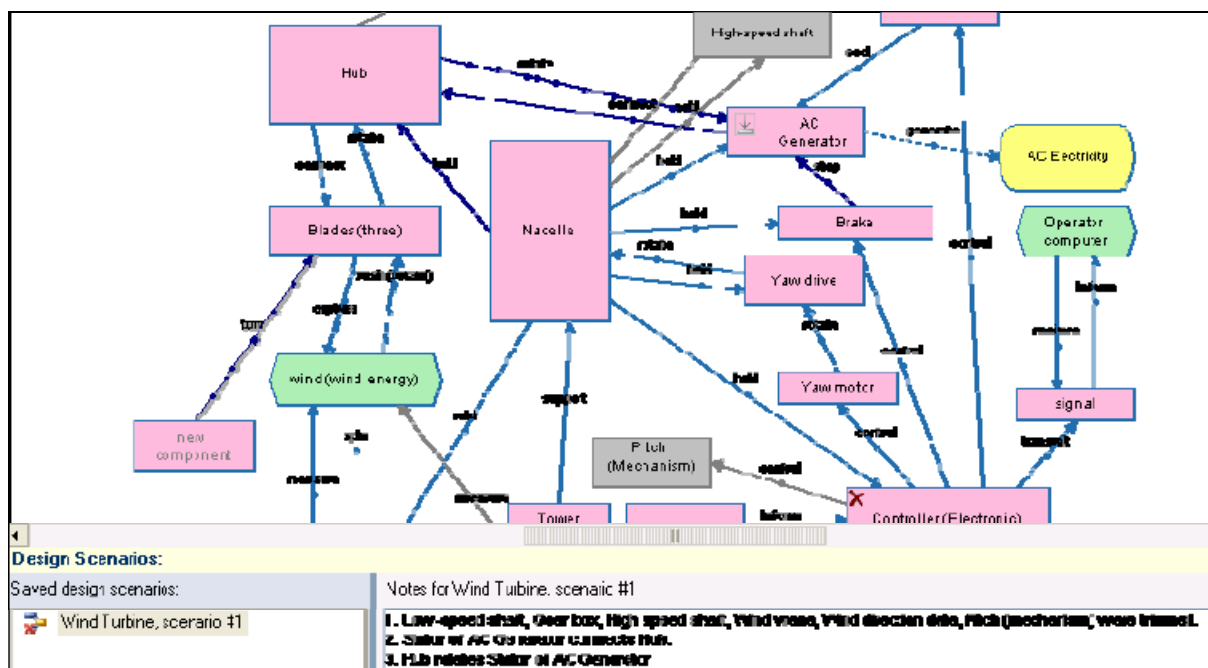
Obr. 9: Diagnostika dat modelu

Strategie zjednodušení návrhu – Metoda trimmingu (Trimming Method):

- Zlepšení produktu (procesu) eliminací komponentů majících nízkou hodnotu (jsou problematické) a přerozdělení jejich užitečných funkcí mezi ostatní komponenty.
- Zjednodušit a redukovat výdaje uživatele produktu (procesu) při zachování základní funkčnosti.
- Varianty návrhu, které vyplývají z trimmingu, vytvoří jinak specifikovaný problém. Pokud bude vyřešen, může vést k vysoce inovačním řešením.

Větrná turbína → scénář výsledků trimmingu:

1. Pomaloběžná hřídel, převodovka, rychloběžná hřídel, korouhvička, data o směru větru a mechanismus natočení listů vrtule byly odstraněny (trimmed).
2. Stator stejnosměrného generátoru byl spojen s nábojem.
3. Náboj otáčí statorem stejnosměrného generátoru (viz obr. 10).



Obr. 10: Funkční model systému po provedení trimmingu

### Předběžný výběr problému

Mějme vybrán jeden problém (předběžný problém) pro další etapu projektu. Hodnota parametru kroutícího momentu, která popisuje účinek činnosti (otáčení) větru (větrné energie) na listy (tři) je 2000 Nm. Požadovaná hodnota tohoto parametru, požadující zvýšení účinnosti listů, je 4000 Nm (viz obr. 11). Problém tedy je, jak zvýšit kroutící moment listů?

**Problems & Solutions:**

Design Scenarios: Wind Turbine -> model #1

- rotational speed :: High-speed shaft - rotor (coils)
- rotational speed :: High-speed shaft - rotor (coils)
- torque :: wind (wind energy) - Blades (three)
- torque :: wind (wind energy) - Blades (three)**
- torque :: wind (wind energy) - Blades (three)
- torque :: wind (wind energy) - Blades (three)
- torque :: wind (wind energy) - Blades (three)
- torque :: wind (wind energy) - Blades (three)
- torque :: wind (wind energy) - Blades (three)
- torque :: wind (wind energy) - Blades (three)
- torque :: wind (wind energy) - Blades (three)
- AC Generator

Show: All device Component models Rank Solutions...

**Solutions:**

Knowledge Search Effects Principles Patterns User-defined

Query: How to increase the torque of the blade? Find Advanced Stop Refresh

**Problem description:**

wind (wind energy) → push (rotate) → Blades (three)

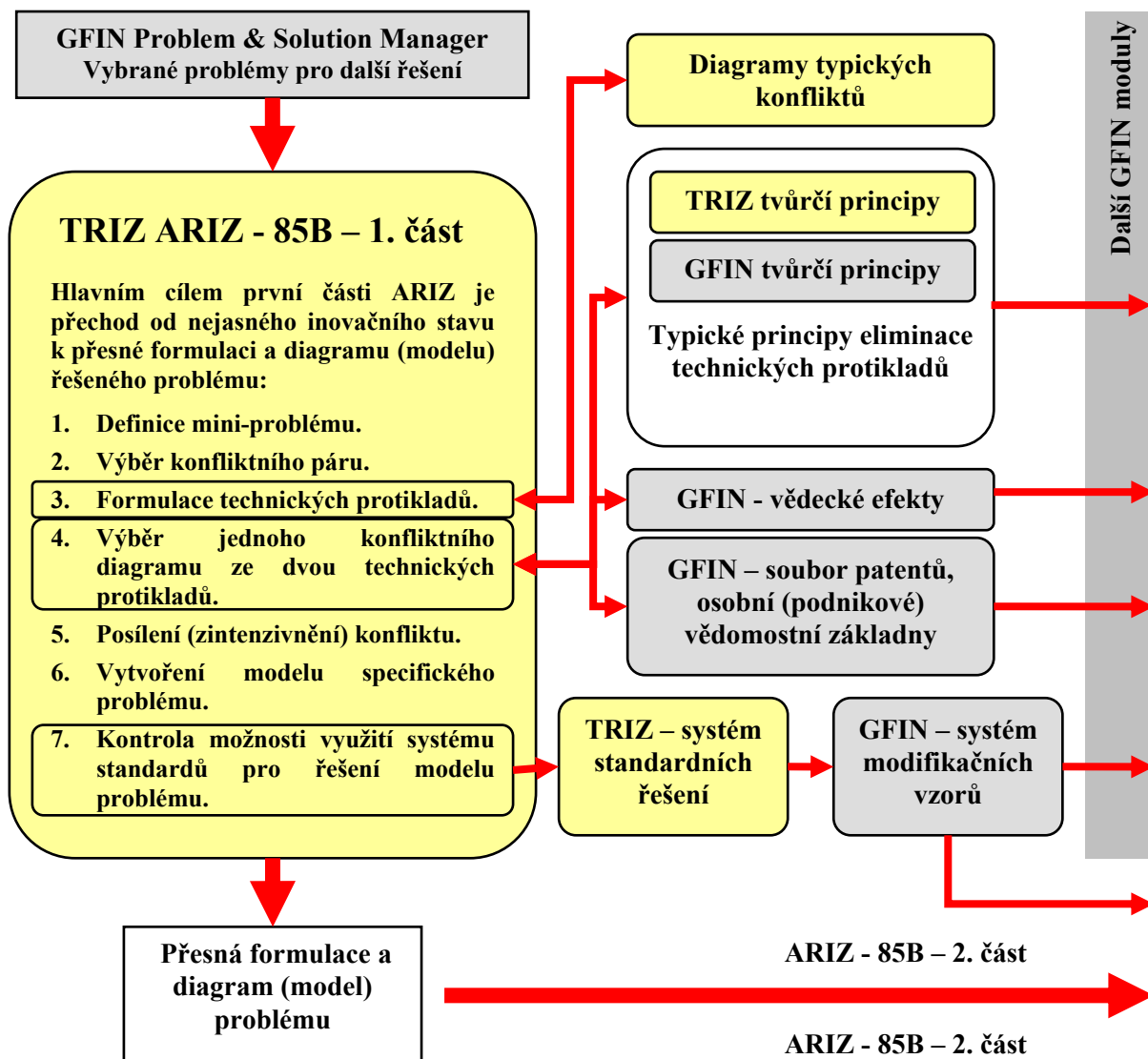
The value of the torque parameter, which describes the effect of the action push (rotate) by the wind (wind energy) on the Blades (three), is 2000 N·m. Required value of this parameter is 4000 N·m to provide to increase efficiency of blades.

How to increase the torque of the Blades (three)?

Obr. 11: Tabulka problémů a řešení, popis problému

## Algoritmus tvůrčího řešení problému – 1. část

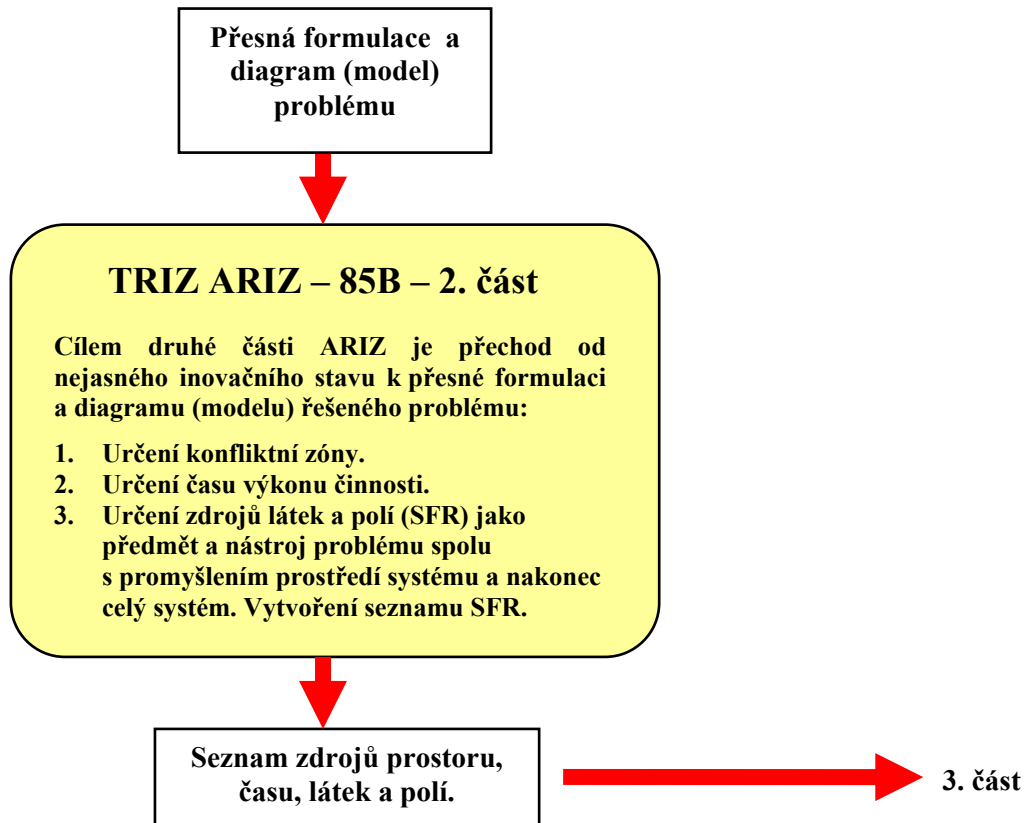
Analýza počátečního stavu (Initial Situation Analysis) – Výběr mini-problému



Obr. 12: Algoritmus tvůrčího řešení problému – 1. část

**Algoritmus tvůrčího řešení problému – 2. část**

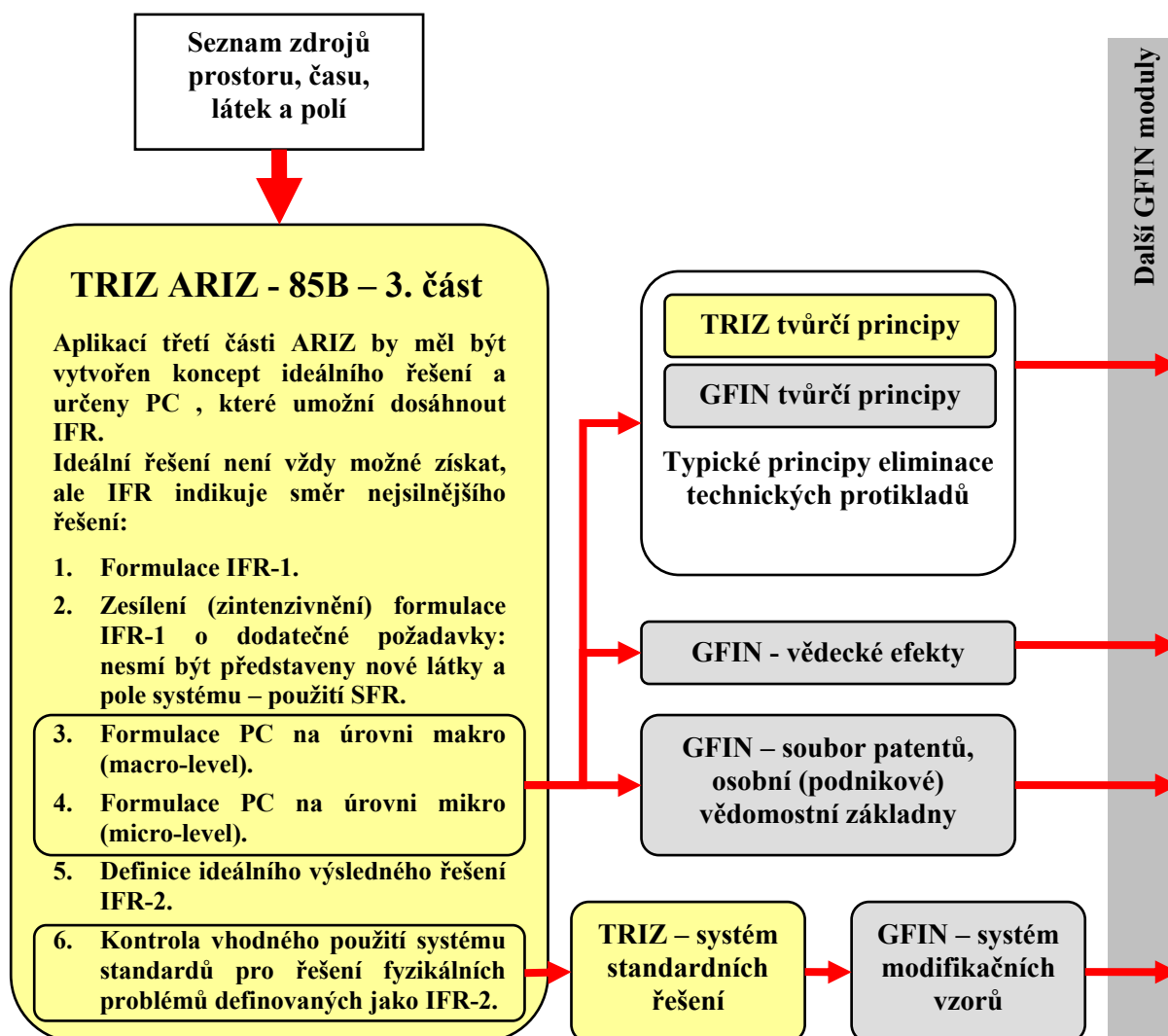
Analýza modelu problému (Problem Model Analysis) – Seznam zdrojů prostoru, času, látek, (parametrů) a polí.



Obr. 13: Algoritmus tvůrčího řešení problému – 2. část

### Algoritmus tvůrčího řešení problému – 3. část

Určení ideálního výsledného řešení IFR (Ideal Final Result) a fyzikálních protikladů PC (Physical Contradiction).

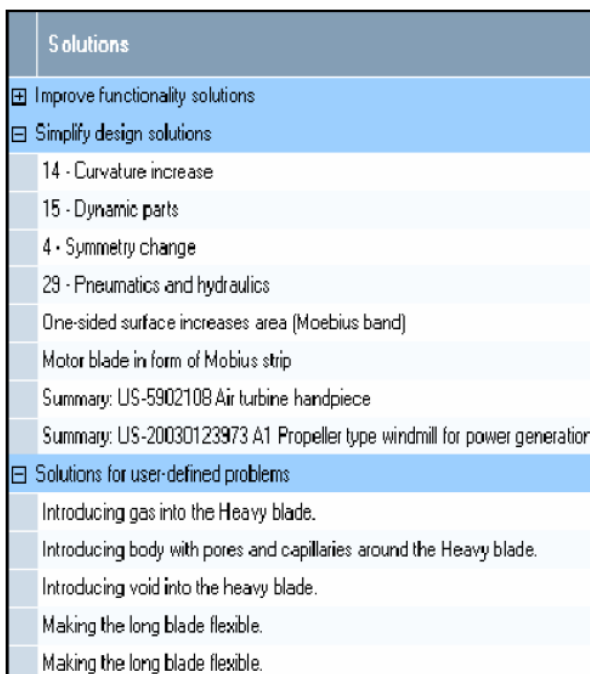


Obr. 14: Algoritmus tvůrčího řešení problému – 3. část

## Výběr a zhodnocení konceptů

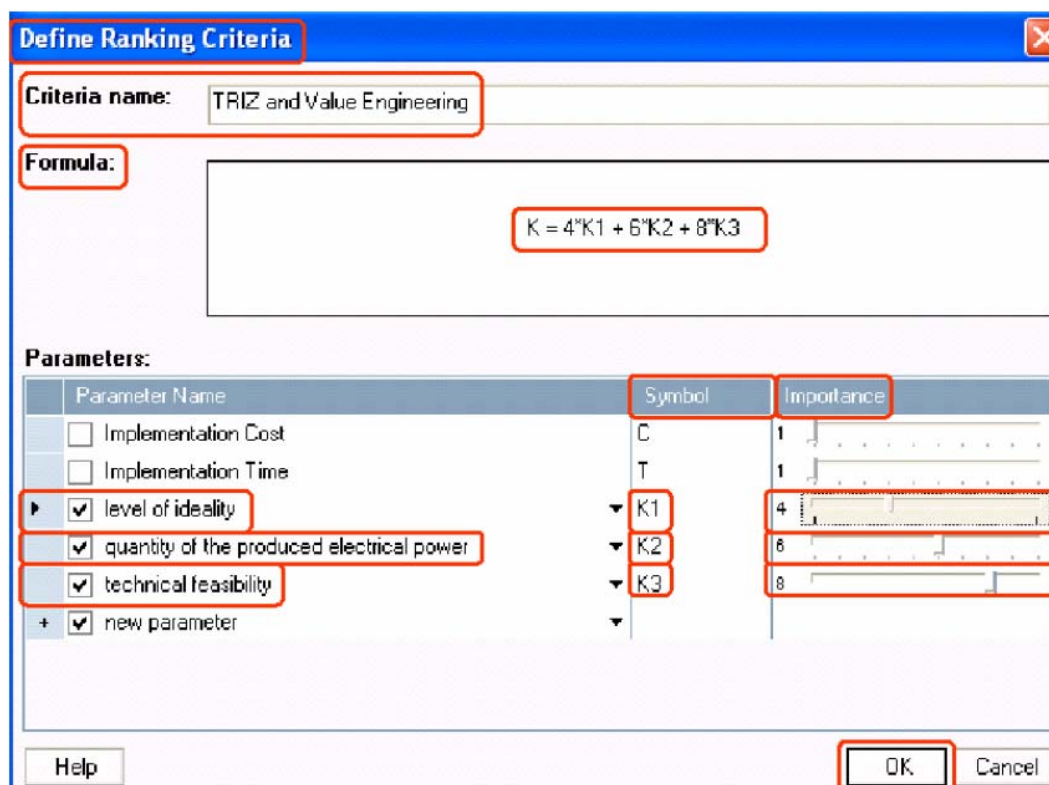
Bylo vytvořeno 32 různých řešení pro další vývoj s použitím TRIZ, hodnotového inženýrství (Value Engineering) a informačního fondu (Informational Fund – Scientific Effects Library, Patent Collections, WEB based information), zahrnující:

- 9 z tvůrčích principů,
- 2 z knihovny efektů,
- 12 z systému standardů,
- 9 z souboru patentů a web informací.



Řešení musí být seřazeny podle hodnoty, aby bylo možné rozhodnout, které bude dále zkoumáno a realizováno.

Obr. 15: Vytvořená řešení

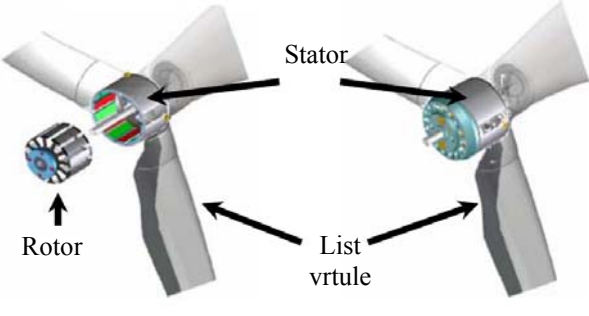

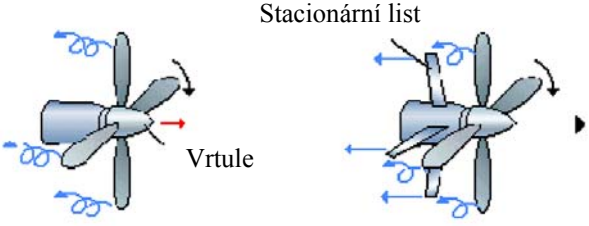
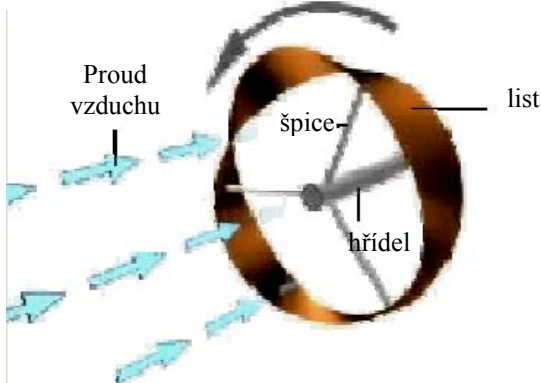


Obr. 16: Stanovení hodnoty jednotlivých kritérií



## Závěr – nejlepší řešení

Celkem šest konceptů bylo hodnoceno jako dostupné řešení vysoké úrovně, mající hodnotu rovnající se nebo větší než 10. Jsou to tato řešení:

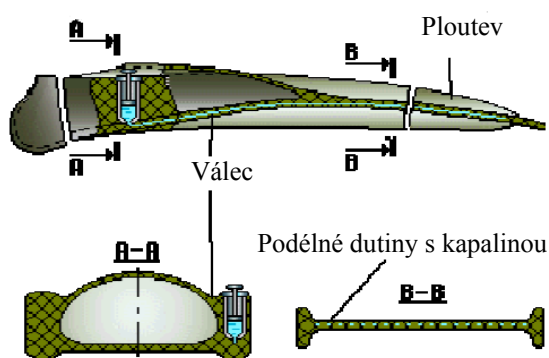
<p>1. Stator z permanentního magnetu synchronního generátoru je přímo spojen s listy vrtule. Listy vrtule otáčejí se státorem synchronního generátoru z permanentních magnetů. Permanentní magnet synchronního generátoru pracuje dobře s nastavitelnými listy vrtule.</p> 	<p>2. Dvojitá vrtule – dvojnásobný počet listů. Každá z vrtulí se otáčí opačnými otáčkami a mají průměr 4,5 m. Listy vrtulí jsou vyrobeny z kompozitů a mají výrazný mečovitý tvar náběhové hrany. To má za následek zvýšení účinnosti ve vysokých rychlostech letu a zlepšení akustiky.</p> 
<p>3. Účinná vrtule – účinné listy vrtule. Vrtule vytváří hnací sílu, která pohání létající stroj. Nevýhoda: proud vzduchu je hnán zpět a vznikají velké turbulence, které snižují hnací sílu.</p> 	<p>4. List ve formě Möbiovy pásky List je upevněn na hřídeli pomocí tří špic. List je vyroben z pružného materiálu a má tvar Möbiovy pásky. Výhody:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- List vrtule ve tvaru Möbiovy pásky má jednoduchý tvar.</li> <li>- List vrtule ve tvaru Möbiovy pásky je snadno vyrobitelný.</li> </ul> 



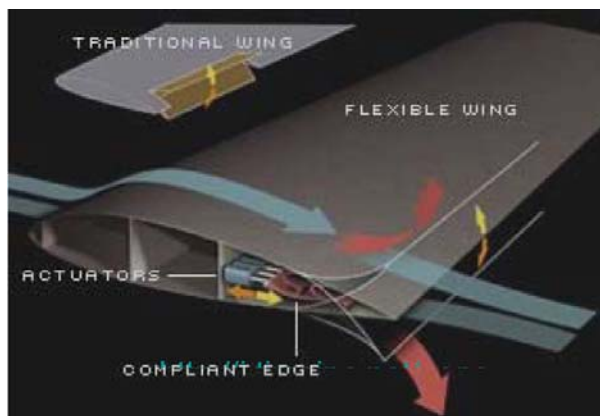
## 5. List s proměnlivou tuhostí.

Rozdílná tuhost je požadována u plovacích ploutví v různých vodních podmínkách (je řízena rychlostí a délkou pobytu).

Je navržena ploutev využívající hydraulickou konstrukci a variabilitu (dynamičnost) pro zlepšení designu ploutve. Jedna z možných forem je uzavřená podélná dutina v ploutvi z pružného materiálu. Ta je naplněna kapalinou pod tlakem, který reguluje pístový ventil. Vysoký tlak vytvoří tuhou ploutev. Ten může být optimalizován podle aktuálních plovacích (větrných) podmínek.



## 6. Flexibilní křídlo – list



Tento opakovatelný proces překoná TRIZ nabídkou podnětů ukazujících průběh práce a metodiku jak začít pracovat na problémech s využitím TRIZ, jak si cenit TRIZ s hodnotovými metodami (Value Methodologies) pro identifikaci problému a jaký vliv mají interní a externí zdroje znalostí na urychlení identifikace konceptu.



## Shrnutí kapitoly

V této kapitole jste se seznámili s **idealizovanými prvky**, které je možné využít pro tvorbu simulačního modelu v prostředí STRUCTURE. Nejčastěji využívané idealizované prvky jsou prvky typu **SHELL** a **BEAM**, které byly podrobně popsány. Dále jste byli seznámeni s omezeními pro použití těchto prvků.

### 3. INVENTION MACHINE

#### Po úspěšném a aktivním absolvování tohoto BLOKU

<p>Prostudováním třetího přednáškového bloku se seznámíte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se základní filozofií systému TechOptimizer ve verzi 3.0, před přechodem k náročnějším postupům v systému Goldfire Innovator 4.5</li> <li>▪ S rutinním ovládáním a postupy systému TechOptimizer 3.0</li> <li>▪ S principy a filozofií systému Goldfire Innovator 4.5</li> </ul>	<p>Cíle přednáškového bloku</p>
--	---

<p><i>Invention Machina, TechOptimizer, moduly analýzy a syntézy, funkční a nákladová analýza, analýza produktu, moduly – Efekty, Prognózy, Principy, Trimování, produkt, prvek, nadsystém, trimovací koeficient, Goldfire Innovator</i></p>	<p>Klíčová slova</p>
--	----------------------



**Čas ke studiu:** 16 hodin

## 3.1. TECHOPTIMIZER 3.0

### Po úspěšném a aktivním absolvování této KAPITOLY

<p>V této kapitole se seznámíte se základy systému TechOptimizer ve verzi 3.0. Kapitola je členěna podle hlavních témat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Funkční a nákladová analýza produktu</li> <li>▪ Modul syntézy - Principy</li> <li>▪ Modul syntézy – Efekty</li> <li>▪ Modul syntézy - Prognózy</li> </ul> <p>Po jejich prostudování budete schopni vysvětlit význam základních pojmů užitých v TechOptimizeru a zvládnete rutinní postupy k vlastní aplikaci a pochopíte podstatu jednotlivých kroků vedoucích k inovaci produktu.</p>	Cíle kapitoly
<p><i>TechOptimizer, moduly analýzy a syntézy, funkční a nákladová analýza, analýza produktu, moduly – Efekty, Prognózy, Principy, Trimování, produkt, prvek, nadsystém, trimovací koeficient,</i></p>	Klíčová slova



**Čas ke studiu:** 8 hodin

TechOptimizer (TO) je výkonný nástroj navržený jako podpora různorodých analytických procesů. Tento softwarový nástroj je navržen pro provozní a výrobní konstruktéry, vědce, vedoucí výroby a vývoje a všechny zainteresované ve výzkumu a vývoji, zkušební techniky, pro výrobu, kvalitu, kontrolu a údržbu.



## VÝKLAD

### 3.1.1. Úvod

TechOptimizer (TO) je výkonný nástroj navržený jako podpora různorodých analytických procesů. Tento softwarový nástroj je navržen pro provozní a výrobní konstruktéry, vědce, vedoucí výroby a vývoje a všechny zainteresované ve výzkumu a vývoji, zkušební techniky, pro výrobu, kvalitu, kontrolu a údržbu.

V průběhu analýzy výrobku nebo procesu je s pomocí TO sestavován graf funkcí. TO vyhodnocuje interakce mezi částmi objektu, provádí řadu výpočtů a stanovuje diagnózu: která část systému by měla být zdokonalena, jak by mohl být daný systém zdokonalen. TO umožňuje analyzovat výrobní postupy specifických výrobků a doporučuje zdokonalení pro zvýšení efektivity procesu a snížení jeho nákladů.

TO může být používán pro stanovení a řešení problémů v mnoha rozličných oblastech vývoje a výroby.

## Co TechOptimizer optimalizuje?

Existují dvě oblasti optimalizací:

- TechOptimizer podporuje analýzu výchozí struktury objektu. Svinování (Trimming) se pak používá k vytvoření jednodušší a optimálnější struktury objektu.
- TechOptimizer optimalizuje interakce. Děje se tak cestou definování prvků a jejich funkcí, vyhodnocováním interakcí mezi prvky systému a navrhováním způsobů ke zvýšení hodnoty systému. To je podporováno moduly Effects (Efekty), Principles (Principy), Prediction (Prognózy), a Feature Transfer .

Analýza výrobku podporuje analýzu interakcí a funkcí mezi prvky technického systému.

Analýza procesu podporuje analýzu sledu technologických operací, které jsou užívány při výrobě systému.

Oba tyto moduly v sobě zahrnují hodnotovou analýzu, nákladovou analýzu a funkční analýzu prvků s cílem řešit efektivně výrobní problémy.

TechOptimizer také obsahuje nástroj nazývaný přenos charakteristik (Feature Transfer).

Tento modul umožňuje uživateli analyzovat řadu objektů, nebo částí objektů, které uskutečňují stejnou funkci. Uživatel definuje kritéria, charakteristiky objektu a jejich důležitost. Tento modul stanovuje nejvýhodnější objekty a doporučuje které charakteristiky nejvýhodnějších objektů by měly být zdokonaleny a jak by mohly být zdokonaleny.

Efekty, Principy a Prognózy jsou inteligentní řešitelské nástroje. Jsou-li správně používány, výsledky mohou vést k patentovatelným řešením. Tyto tři moduly mohou také být využívány k výukovým účelům. Mohou být použity k řešení problémů prakticky v kterékoliv oblasti techniky.

Při využívání Efektů, Principů a Prognóz popisuje uživatel problém v inženýrském systému a modeluje interakce mezi objekty nebo požadované funkce. Software zahrnuje doporučené invenční principy, standardní postupy a fyzikální, chemické a geometrické efekty.

Grafická databáze, vypracované dialogy a on-line Help podporují operační logiku TechOptimizeru.

## Jaké jsou výstupy užívání TO ?

TechOptimizer identifikuje ty oblasti v objektu, které jsou vhodné pro zdokonalení výrobku nebo procesu. Tyto oblasti jsou zachyceny ve zprávě, kterou může uživatel vygenerovat kdykoliv během práce s TO. Zpráva zahrnuje popis všech kroků učiněných během analýzy. Analýza struktury, stejně jako detailní popis vazeb jsou rovněž obsaženy ve zprávě.

Nejužitečnější informace ve zprávě obsahují:

- **Seznam odhalených problémů.**

TO generuje seznam problémů, které by měly být řešeny pro zdokonalení objektu a procesu a uspořádává tyto problémy podle jejich naléhavosti. Uživatel se může rychle zorientovat, protože získává informaci, jak vzroste efektivnost objektu, bude-li vyřešen ten který problém.

- **Seznam uživatelem vygenerovaných námětů**

Náměty navržené uživatelem tvoří jednu z položek zprávy. Obsahuje i nové strategie k řešení technických rozporů.

- **Změny struktury objektu**

Nová, optimálnější struktura objektu je rovněž ve zprávě uvedena.

- **Doplňková vědecká informace**

V modulu Efekty se nachází rozsáhlá databáze jevů a příkladů jejich uplatnění, včetně výpočtových vzorců, klíčových slov a odkazů, což usnadňuje soustředění potřebných informací k dosažení cíle.

- **Technologické trendy**

Umožňují uživateli konfrontovat svůj objekt zdokonalování s tendencemi rozvoje techniky a to za účelem formulování prognózy dalšího rozvoje objektu.

- **Přenos charakteristik (Feature Transfer)**

Obsahuje řadu doporučení, jak zlepšit charakteristiky zdokonalovaného objektu.

- **Statistiky**

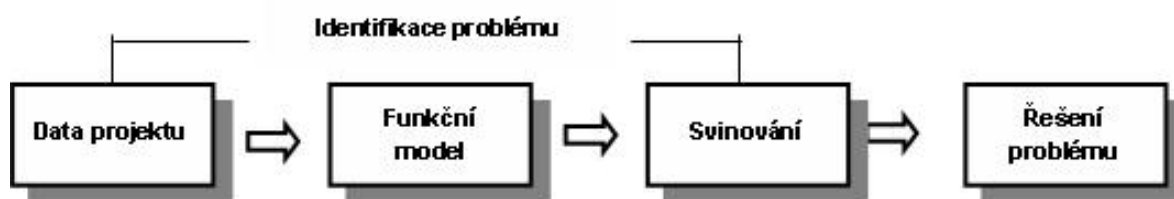
TO generuje statistiky, které poskytují objektivní informace o výsledcích práce s TO.

### 3.1.2. Analýza produktu

#### O analýze produktu.

Analýza produktu rozděluje technický systém na části, které lze analyzovat a zdokonalit. Sestavuje se diagram (model funkcí) za účelem vizualizace identifikovaného technického systému - product(s) (produkt, resp. výrobek), component(s) (prvek) a supersystem(s) (nadsystém) (viz Glossary - významový slovník) a interakcí mezi prvky technického systému.

Analýza produktu probíhá ve čtyřech hlavních etapách. První tři etapy Project Data (data projektu), Function Model (model funkcí), a Trimming (svinování) identifikuje problémy, které je třeba řešit. Čtvrtá etapa - Problem Solving (řešení problému) formuluje řešení Obr. Hlavní etapy analýzy



Hlavní etapy analýzy

#### Project Data (data projektu)

V první etapě analýzy vypíše uživatel počáteční informace o projektu, o produktu, který je analyzován, a o týmu, pracujícím na projektu. Uživatel popisuje cíle analýzy a jejich významnost.

## Function Model (model funkcí)

Během druhé etapy analýzy, popíše uživatel strukturu produktů.

TechOptimizer analyzuje interakce mezi komponenty objektu prostřednictvím Link analysis (analýzy vazeb). Uživatel může volit hloubku analýzy. Základní analýza používá velmi jednoduchý popis interakcí. Detailnější analýza vyžaduje popsání interakcí pomocí parametrů jednotlivých interakcí.

TechOptimizer formuluje seznam problémů, analyzuje problémy, a uspořádává je podle jejich naléhavosti. Při uspořádání problému TechOptimizer respektuje vytyčené cíle analýzy.

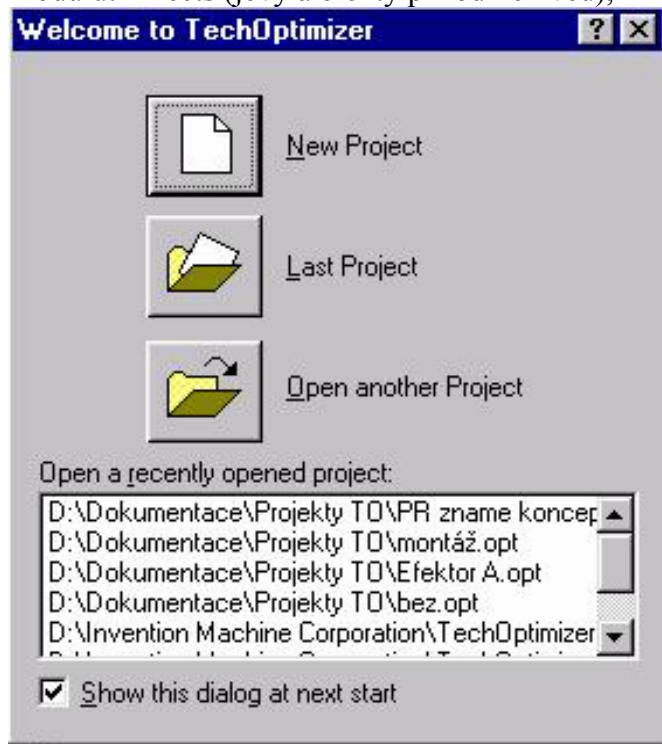
## Trimming (svinování)

V třetí etapě analyzuje TechOptimizer strukturu objektu. Potom vyhodnocuje řadu funkcí jednotlivých komponent a problémů. Uživatel může posuzovat výsledky a doplnit cenu (náklady) komponent.

TechOptimizer analyzuje všechny informace o objektu a dává doporučení. Tato doporučení se týkají komponent, které mohou být zjednodušeny nebo svinuty (trimmed), v souladu se svinovacími podmínkami. Výsledkem může být optimálnější struktura objektu.

## Problem Solving (řešení problému)

Během této poslední etapy analýzy výrobku jsou formulovány nové koncepty (návrhy). K tomu účelu byl TechOptimizer vybaven nástroji pro řešení problémů v podobě modulů: Effects (jevy a efekty přírodních věd), Principles (principy) a Prediction (prognózy).



Volby při zahájení

Projekt také můžete otevřít kliknutím na ikonu (obrázek) na panelu nástrojů Standard (standardní).

TechOptimizer je velmi pružný nástroj pro analýzu. Lze volit hloubku analýzy, rozsah analýzy od stručné až k velmi detailní. Různé úrovně analýzy pro různé interakce téhož objektu jsou rovněž možné.

## Práce v modulu analýzy produktu

Projekt lze otevřít z dialogového okna Welcome to TechOptimizer (Vítejte v TechOptimizeru), které se objeví při prvním spuštění TechOptimizeru 3.0. V tomto dialogovém okně, klikněte na tlačítko New Project (nový projekt), jestliže chcete začít nový projekt, na tlačítko Last Project (poslední projekt) pro otevření naposledy uloženého projektu, nebo na tlačítko Open another Project (otevřít jiný projekt) pro otevření jiného existujícího projektu.

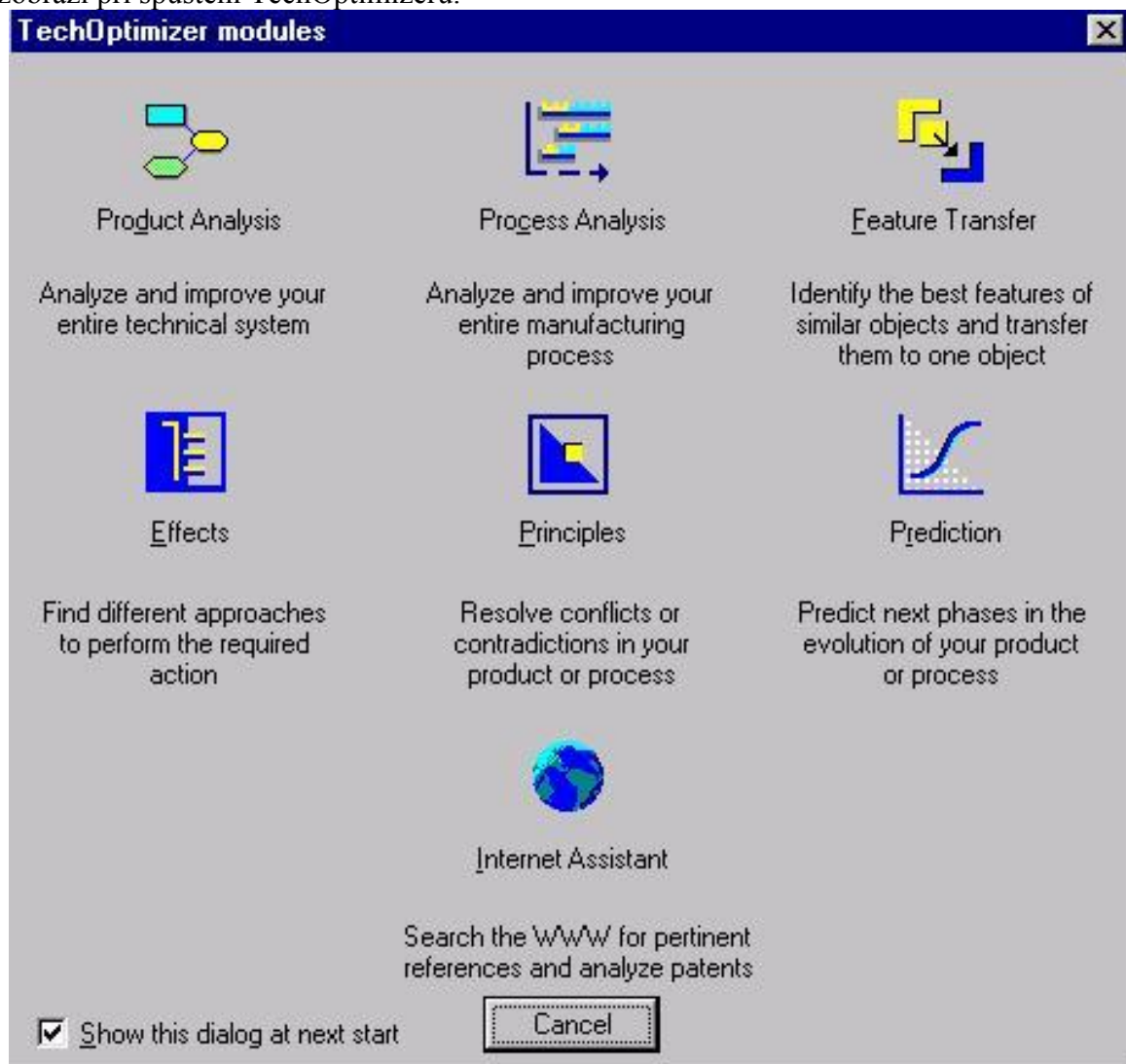
## Dialogové okno Modules (Moduly TechOptimizeru)

Pro zahájení práce v daném modulu klikněte na jeho ikonu na monitoru.

### Otevření projektu

- Klikněte na tlačítko na panelu nástrojů v řádkovém menu File, Open, nebo použijte <Ctrl+O> k vyvolání dialogového okna Open.
- V poli Look in (kde hledat), vyberte disk, který obsahuje hledaný projekt.
- V poli pod Look in (kde hledat), označte dvojklikem název složky, která obsahuje projekt.
- Pokračujte tímto způsobem i u podadresářů, dokud neotevřete ten podadresář, který obsahuje hledaný projekt TechOptimizeru.
- V seznamu souborů, klikněte na jméno hledaného projektu.
- Kliknutím na tlačítko Open otevřete projekt TechOptimizeru.

Projekt můžete také otevřít z dialogového okna Welcome to TechOptimizer, které se zobrazí při spuštění TechOptimizeru.



Moduly TechOptimizeru

### Vytvoření nového projektu

Pro vytvoření nového projektu vybere tlačítko New Project v dialogovém okně Welcome to TechOptimizer, nebo klikněte na tlačítko na standardním panelu nástrojů, nebo vyberte File, New v řádkovém menu, nebo také <Ctrl+N>.

### Uložení nového projektu

- Klikněte na File, Save nebo File, Save As, nebo klikněte na tlačítko na panelu nástrojů, nebo použijte <Ctrl+S> k vyvolání Save As.
- Klikněte na tlačítko pro uložení projektu do nové složky.
- Napište jméno projektu v poli File name. (Můžete použít dlouhá popisná jména souboru).
- Klikněte na tlačítko nebo stiskněte <Alt+S> na klávesnici.

### Uložení kopie projektu

- Vyberte File, Save As.
- Napište nové jméno projektu do pole File name.
- Nakonec klikněte na tlačítko, nebo stiskněte <Alt+S> na klávesnici.

### Automatické ukládání projektu

Doporučuje se ukládat projekty TechOptimizeru automaticky, v časových intervalech, které můžete nastavit.

- Vyberte z řádkového menu Tools, Options.
- Vyberte General v dialogovém okně Options.
- V poli Save options, zaškrtněte volbu Auto save.
- Do pole Auto save zadejte časový interval (v minutách). Časový interval lze buď napsat nebo vybrat pomocí šipek nahoru a dolů. Tento interval znamená, jak často bude projekt automaticky ukládán.
- Pro uložení vašeho nastavení klikněte na tlačítko OK.

### O shromažďování dat k projektu

Projekt TechOptimizeru zahajuje práci shromažďováním dat.

Skládá se ze dvou částí:

- Část Project zahrnuje jméno projektu, jméno objektu a životní fáze objektu, počáteční popis situace, požadované cíle a omezující okolnosti projektu.
- Část Team zahrnuje informaci o řešitelském týmu, kalendář a vytyčené termíny projektu.

Hodnoty významnosti přidělené k jednotlivým vytyčeným cílům projektu umožňují správně uspořádat problémy a počítat jejich problémovou významnost (rank).

### Zadávatel dat projektu (Project Data)

- Klikněte na tlačítko Project v Navigation Window v levé části obrazovky.
- Napište jméno projektu do pole Project Name.
- Napište jméno objektu v poli Object Name .



- Vyberte Life stage (životní fázi) objektu, který si přejete analyzovat z pole Life stage, nebo napište vlastní název pro Life stage.
- Zadejte informace o objektu, podmínky jeho používání a vlastnosti do pole Initial description of the situation (počáteční popis situace).
- Zadejte informaci o cíli projektu v poli Objectives (cíle).
- Zadejte informaci o omezujících podmínkách projektu v poli Limitations (omezení)

**Project name**  
Type the name of project here

**Object name**

**Life stage**  
operation

**Initial description of the situation**  
Type a brief description of the situation here. Describe how the object or system works and the main problems associated with the object or system, etc.

**Objectives**

	Parameter	Condition	Unit	Current value	Desired value	Importance (1-10)
+		Up				1

1-least important; 10-most important

**Limitations**

	Parameter	Condition	Unit	Value
+		Not more		

#### Zadání dat projektu

Životními fázemi (Life stage) jsou operation (užívání), recycling (recyklace), repair (oprava), storage (skladování), a transportation (převážení).

Šířku sloupců v polích Objectives (cíle) a Limitations (omezení) lze změnit umístěním kurzoru myši mezi názvy sloupců a přesouváním myši rozšířit nebo zmenšit jednotlivé sloupce.

#### Cíle projektu (Project Objectives)

Sloupec Parameter (parametr) skrývá seznam, který obsahuje možné parametry pro stanovení cílů zdokonalovaného systému (přesnost, nosnost, náklady, pracnost aj.). Sloupec Condition (stav) má dvě proměnné Up (nahoru), Down (dolů), což vyjadřuje v jakém směru je žádoucí změna parametru. Sloupec Unit (jednotka) se vztahuje k parametru.

Sloupec Current value (současná hodnota) je aktuální hodnota parametru. Sloupec desired value (požadovaná hodnota) je cílová hodnota, které bychom chtěli dosáhnout. Sloupec Importance (významnost) se vyjadřuje na stupnici od 1 - 10 (10 - nejvýznamnější).

#### Omezení projektu (Project Limitations)

Poskytuje seznam možných omezení inovovaného systému. Sloupce mají stejný význam jako cíle projektu.

#### Informace o členech týmu

- Klikněte na tlačítko Team v Navigation Window v levé části obrazovky.

- Vyplňte tabulku Team members (členové týmu).
- Zadejte jména členů týmu projektu, jejich postavení, oddělení, telefonní čísla, e-mailové adresy, a čísla faxů.
- Upravte pole Start a Complete (dokončení), kliknutím na tlačítko kalendáře a vedle data se odhalí celé pole kalendáře.



Menu pro graf

- Klikněte myší na šipku vlevo (obrázek) nebo na šipku v pravo (obrázek) pro posunutí o měsíc vpřed nebo vzad.
- Klikněte myší na tlačítko (obrázek) nebo na tlačítko (obrázek) k posunutí na o rok vzad nebo vpřed.
- Jakmile jste vybrali požadovaný rok, vyberte požadovaný měsíc a den pro pole Start (začátek) a Complete (dokončení).

### O modelu funkcí (Graph)

Uživatel sestavuje Function Model technického systému pomocí grafu, který specifikuje a analyzuje interakce mezi komponenty dané struktury objektu. TechOptimizer umožňuje volit a rozhodovat se o interakcích, které by měly být analyzovány na úrovni action (působení) nebo parameter (parametr). Definice naleznete v Glosary (významový slovník).

Analýza technického systému zahrnuje porozumění tomu, z jakých prvků se skládá systém a jak na sebe prvky navzájem působí. Function Model v Analysis Product pomáhá uživateli rozhodnout kde jsou potíže, jaké problémy by měly být řešeny a posoudit naléhavost problému.

Analysis Product používá tři druhy prvků a dvou druhů působení k popsání částí technického systému. Podrobné definice naleznete v Glosary (významový slovník).

Prvky:

- Components (komponenty) - prvky objektu, který uživatel analyzuje.
- Supersystem (nadsystém) - prvky systému, které uživatel nemůže změnit, modifikovat, nebo omezit.
- Product (produkt) - konečný výsledek (působení) technického systému.

Působení:

- Useful (užitečná) - působení, která vyhovují a/nebo zlepšují schopnosti, či kapacitu technického systému.
- Harmful (škodlivá) - působení, která zhoršují schopnosti, či kapacitu technického systému.

### Kroky při analyzování produktu

- Sestavte Function Model daného technického systému.

Produkt může mít hierarchii, může být rozdělen do jednotek a jednotky na části. Začněte analýzu na nejvyšší úrovni hierarchie a později analyzujte nižší úrovně hierarchie, je-li třeba.

Působení mezi všemi prvky (výrobek, komponenty, nadsystém) by mělo být modelově vystiženo v diagramu. Znázornit dva druhy působení: useful actions (užitečná působení) a harmful actions (škodlivá působení).

- Analyzujte každé působení důkladněji pomocí Link Analysis (Analýza vazeb)

TechOptimizer stanovuje stupeň nesouladu mezi skutečnými a požadovanými hodnotami parametru, nebo mezi skutečnými a přípustnými hodnotami parametrů. Popis toho, jak tyto odlišnosti ovlivňují efektivnost objektu, by měl být zaznamenán v Link Analysis.

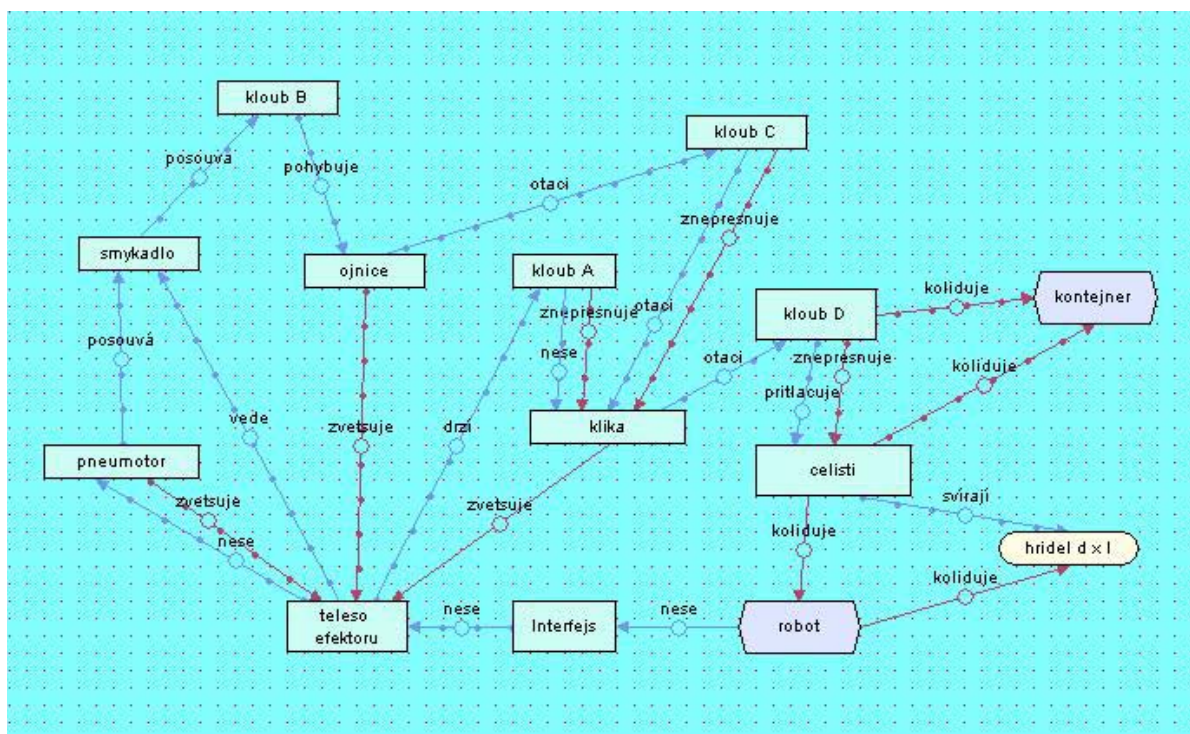
TechOptimizer shromažďuje tyto informace, vztahuje informace ke komponentům objektu, generuje seznam problémů, a určuje jejich naléhavost.



Vzorky pro kreslení grafu

### Kroky při kreslení modelu produktu

Model funkcí lze sestavit s použitím panelu nástrojů Drawing (kreslení). Zakreslí se komponenty, výrobek a nadsystémové prvky výrobku, a stanoví se harmful actions (škodlivá působení) a useful actions (užitečná působení) mezi nimi.



Příklad grafu s funkcemi

Pro otevření obrazovky Graph (graf):

- Z řádkového menu vyberte Navigator (navigátor) / Module (modul) / Product Analysis (analýza produktu), nebo zadejte <Ctrl+1>, nebo klikněte na tlačítko na panelu nástrojů Module (modul).

- Klikněte na tlačítko v Navigation Window, umístěné v levé části obrazovky; pro vyvolání obrazovky Function Model (model funkcí).

Obrazovka Graph pro začátek práce zobrazí Function Model, který můžete využít k zahájení definování vašeho technického systému.

### **Kresba Function Model**

Pro kreslení komponent produktu:

- Klikněte na tlačítko na panelu nástrojů Drawing.
- Vyberte oblast, kde chcete na obrazovce Graph, umístit komponent.
- Po dvojkliku na textové pole komponentu napište jeho jméno.
- Opakujte kroky výše uvedené tak často, jak je nezbytně nutné, pro daný počet komponent v technickém systému.

Pro nakreslení nadsystému:

- Klikněte na tlačítko na panelu nástrojů Drawing.
- Vyberte oblast, kde chcete na obrazovce Graph umístit nadsystém.
- Po dvojkliku na textové pole supersystém napište jeho jméno.
- Opakujte kroky výše uvedené tak často, jak je nutné, pro daný počet nadsystémů v technickém systému.

Pro kreslení výrobků:

- Klikněte na tlačítko na panelu nástrojů Drawing.
- Vyberte oblast, kde chcete na obrazovce Graph, umístit výrobek.
- Po dvojkliku na textové pole výrobek napište jméno prvku.
- Opakujte kroky výše uvedené tak často, jak je nutné, pro daný počet výrobků v technickém systému.

Pro nakreslení useful actions (užitečných působení) a harmful actions (škodlivých působení) mezi prvky:

- Vyberte užitečné působení (modrá čára) nebo škodlivé působení (červená čára) na panelu nástrojů Drawing.
- Klikněte a držte levé tlačítko myši nad prvkem, který způsobuje působení.
- Přesuňte nad prvek, který přijímá působení.
- Napište sloveso k identifikaci užitečného nebo škodlivého působení v textovém poli action.
- Opakujte kroky tak často, jak je nutné, pro daný počet potřebných užitečných nebo škodlivých působení.

Vybraný a označený prvek nebo působení je ohraničeno čtvercem, který oznamuje, že můžete editovat text nebo změnit velikost prvku.

Můžete kliknout pravým tlačítkem myši na prvek nebo na vazbu k aktivování dalších editačních příkazů a to pro prvek nebo spojení, které jsou právě označeny. Konečně můžete kliknout pravým tlačítkem myši na pozadí obrazovky pro změnu obecných příkazů.

### **Přesouvání prvků**

Přesuňte prvky, jestliže diagram model funkcí není na obrazovce dostatečně přehledný.

- Vyberte prvek.
- Klikněte na tlačítko na panelu nástrojů Drawing.
- Pro vybrání jednoho prvku klikněte na prvek nebo umístěte ukazatel blízko prvku a táhněte myší.
- Pro vybrání více prvků držte klávesu Shift a klikněte na prvky nebo ohraničte bodovým čtvercem prvky, které chcete vybrat.
- Klikněte na nějaký vybraný prvek(y) a přesuňte prvek(y).

### Změna velikosti prvků

Jestliže není ve zvolené velikosti písma vidět text v textovém poli, změňte velikost prvku.

- Vyberte prvek.
- Klikněte na tlačítko na panelu nástrojů Drawing.
- Klikněte na prvek, nebo označte čtvercem celý objekt.
- Pro rozšíření nebo zmenšení velikosti prvku, táhněte dvojitou šipku, umístěnou ve čtverečcích na okrajích rámečku.

### Panel nástrojů Viewung (zobrazení)

Panel nástrojů Viewung obsahuje volby, které zviditelní model funkcí v různých perspektivách.

Zooming (změna velikosti)

Zvětšit nebo zmenšit velikost celého modelu funkcí, můžete pomocí tlačítek Zoom-in (zvětšit) a Zoom-out (zmenšit).

Snap to grid (přichytit k mřížce)

Standardně je volba Snap to grid zapnuta.

Vyberte View (zobrazit) / Snap to grid (připoutat k mřížce). Jak táhnete prvek, je zarovnáván do nejbližšího průsečíku čar sítě. Jestliže vypnete volbu Snap to grid, mřížka již nebude působit na umístění nově nakreslených nebo přesunutých objektů.

Vyberte položku menu View / Grid nebo klikněte na tlačítko ke skrytí nebo zobrazení mřížky v modelu funkcí.

### Fit to screen (přizpůsobit obrazovce)

Klikněte na tlačítko na panelu nástrojů Viewung pro vycentrování diagramu doprostřed obrazovky.

### Model map (mapa modelu)

Model Map poskytne zmenšený grafický přehled modelu funkcí. K zobrazení mapy, použijte volbu v menu View / Map.

Prohlíženou oblast v hlavním diagramu Function Model můžeme pohybovat použitím Model Map. Umístěte kurzor na Model Map a klikněte levým tlačítkem myši. Rámeček, který se objeví v okně mapy, naznačuje viditelnou oblast zobrazenou na hlavní obrazovce. Jestliže rámeček není viditelný, zvětšete Function model.

Tento rámeček reprezentuje prohlíženou oblast hlavního diagramu Function Model. Klikněte a držte levé tlačítko myši uvnitř rámečku. Z kurzoru myši se stane ikona ruky. Zatímco stále držíte stisknuté levé tlačítko myši, pohybujte rámečkem, který reprezentuje viditelnou oblast, abyste si mohli prohlédnout různé části modelu funkcí. Klikněte pravým

tlačítkem myši, jestliže chcete zmenšit oblast modelu funkcí. Klikněte pravým tlačítkem myši podruhé, pro obnovení původní velikosti oblasti.

### Analýza vazeb (Link Analysis)

Analýza vazeb je detailní analýza jednotlivých působení. Zahrnuje jméno vystihující působení, zda je užitečná nebo škodlivá, stupeň plnění, a parametrické závislosti.

TechOptimizer podporuje dvě úrovně Link Analysis (analýzy vazeb):

- Actions analysis je jednodušší analýza vazby, vyžaduje velmi málo informací pro popis působení.

Jednotlivá působení jsou definována jako užitečná nebo škodlivá. Užitečná působení jsou klasifikována podle stupně plnění funkce v rozmezí od nadbytečného až po nedostatečné plnění funkce.

- Parameters analysis je rozšířená analýza vazby.

Parametry důležité v daném působení jsou zde definovány a popisovány. Uživatel může definovat hodnotu, časové, prostorové a parametrické závislosti jednotlivých parametrů.

V Parameters Analysis (parametrické analýze) je v případě užitečného působení porovnávána skutečná a požadovaná hodnota parametru nebo závislosti. Pro škodlivé působení je porovnávána skutečná a přijatelná hodnota parametru nebo závislosti.

### Zahájení a ukončení Link Analysis

Klikněte na terčík uprostřed vazby, kterou chcete v modelu funkcí analyzovat. Kurzor myši se změní na ikonu ruky, když jej budete držet nad cílovou kružnicí.

Potom se zobrazí dialogové okno Link Analysis.

### Kvalitativní popis

Jestliže známá hodnota definovaného působení nemá žádnou ustálenou měřitelnou jednotku, nebo není známá, jsou parametry popisovány kvalitativně.

The screenshot shows a dialog box titled 'Link Analysis' with several tabs: 'Value' (selected), 'Time', 'Space', and 'Parameter'. Under 'Type of', the 'Qualitative' radio button is selected. Below this, there is a slider control with the text 'Slide the bar to indicate the value of the'. The 'Actual' value is set to 50, and the 'Required' value is set to 80. The 'Purpose' field contains the text 'zvysit presnost'. At the bottom, there are two input fields: 'Significance' with the value 8.2 and 'Difference' with the value 6.0.

Kvalitativní popis užitečných působení



Kvalitativní popis užitečných působení:

Pro užitečné působení:

- Definujte parametr působení, který chcete analyzovat v poli Parameters.
- Pro dané užitečné působení nastavte velikosti položky Insufficient (nedostatečné) a Excessive (nadměrné), v souladu se skutečným stavem.
- Klikněte na položku Value (hodnota), není-li již vybraná.
- Vyberte tlačítko Qualitative (kvalitativně), pokud již není vybrané.
- Nastavte měřítko Actual (skutečné) na skutečnou hodnotu parametru.
- Nastavte měřítko Required (žádané) na požadovanou hodnotu parametru.
- V poli Purpose (účel) napište účel dosažení požadované hodnoty. Kliknutím na tlačítko ... Significance (význam) a nastavte stupeň vlivu, který má hodnota parametru daného působení, na cíle definované v Projektu.
- Klikněte na tlačítko Difference (diference) a podívejte se na kalkulaci diferencí pro užitečné působení.  
Opakujte uvedené kroky pro každý parametr analyzovaného užitečného působení.
- Klikněte na OK pro potvrzení všech hodnot, které byly zadány.  
Vazba užitečné působení v modelu funkcí je nyní vykreslena tečkovaně pro indikaci, že jste vložili parametrické hodnoty do daného užitečného působení.

V další analýze vazeb opakujte postup pro výběr dalšího užitečného působení a pro vložení kvalitativních hodnot parametru daného působení.

The screenshot shows a dialog box with the following elements:

- Tabbed interface with 'Value' selected (others: Time, Space, Parameter).
- 'Type of' section with radio buttons for 'Qualitative' (selected) and 'Quantitative'.
- Instruction: 'Slide the bar to indicate the value of the'.
- Three sliders: 'Actual', 'Acceptable', and 'Ideal', each with a value of 0.
- Bottom section with input fields: 'Significance' (7.6) and 'Difference' (0.0).

Kvalitativní popis škodlivých působení

Kvalitativní popis škodlivých působení:

Pro škodlivá působení:

- Definujte parametr toho působení, které chcete analyzovat v poli Parameters.

- Nastavte úroveň (nejméně 0 a nejvíce 20) škodlivého působení. Klikněte na položku Value, není-li již vybrána.
- Vyberte tlačítko Qualitative (kvalitativní), pokud již není vybráno.
- Nastavte měřítko Actual (skutečná) skutečnou hodnotu parametru.
- Nastavte měřítko Acceptable (přípustná) na požadovanou přijatelnou hodnotu parametru.
- Posuvné nastavení velikosti Ideal (ideální) nastavte na zadanou ideální hodnotu parametru.
- Kliknutím na tlačítko \* Significance (významnost) nastavte stupeň vlivu, který má hodnota parametru daného působení na cíle definované v projektu.
- Klikněte na tlačítko \* Difference (diference) a podívejte se na kalkulaci rozporů pro škodlivé působení.
- Opakujte postup pro každý parametr analyzovaného škodlivého působení.
- Klikněte na OK pro potvrzení vložených hodnot.

Vazba škodlivé působení v modelu funkcí je nyní vykreslena tečkami, což vyjadřuje že byly do daného škodlivého působení vloženy parametrické hodnoty.

Při další analýze vazeb opakujte postup pro výběr dalšího škodlivého působení a nastavení kvalitativních hodnot parametrů daného působení

Volby v položce Value pro analýzu funkcí:

- Kliknutím na tlačítko se nastaví všechny hodnoty na nulu.
- Kliknutím na tlačítko se aktivuje poznámkový (Note) dialogový box. Do poznámkového dialogového boxu můžete zadávat informace a užívat je jako odkaz.

### Kvantitativní popis

The screenshot shows a dialog box with the following fields and values:

- Tab: Value (selected)
- Type of:  Qualitative,  Quantitative
- Actual value:  Actual value: 104 [N] [Reset icon]
- Required: 150 ± 5 [N]
- Purpose:
- Significance: 7.2 [...]
- Difference: 4.6 [?]

Kvantitativní popis užitečných působení

Kvantitativní popis se používá tehdy, jsou-li k dispozici měřitelné jednotky (litr, Newton, kg, m aj.) analyzovaného parametru

Kvantitativní popis užitečných působení:

Pro užitečná působení:

- Definujte parametr toho působení, které chcete analyzovat v poli Parameters.
- Klikněte na tlačítko Value, není-li již vybráno.



- Klikněte na tlačítko Quantitative, pokud již není vybráno.
- Zadejte hodnotu (value) a jednotku (unit) pro skutečnou měřitelnou hodnotu (Actual value).
- Zadejte požadovanou (Required) hodnotu a přijatelnou odchylku parametru.
- Klikněte na tlačítko Significance (významnost) pro nastavení stupně vlivu, který má hodnota parametru daného působení na cíle definované v projektu.
- Klikněte na tlačítko Difference (diference) a podívejte se na kalkulaci difference pro užitečné působení.

Kvantitativní popis škodlivého působení:

The screenshot shows a dialog box with the following fields and values:

Field	Value	Unit	Tolerance
Actual value	0.4	mm	
Acceptable	0.1	mm	±0.02
Ideal	0.01	mm	±0.002
Significance	7.8		
Difference	7.5		?

Pro škodlivé působení:

- Definujte parametr toho působení, které chcete analyzovat v poli Parameters.
- Klikněte na položku Value, není-li již vybraná.
- Vyberte tlačítko Quantitative, pokud již není vybrané.
- Zadejte hodnotu a jednotku pro skutečnou měřitelnou hodnotu.
- Zadejte přijatelnou hodnotu a odchylku parametru.

Kvantitativní popis škodlivého působení

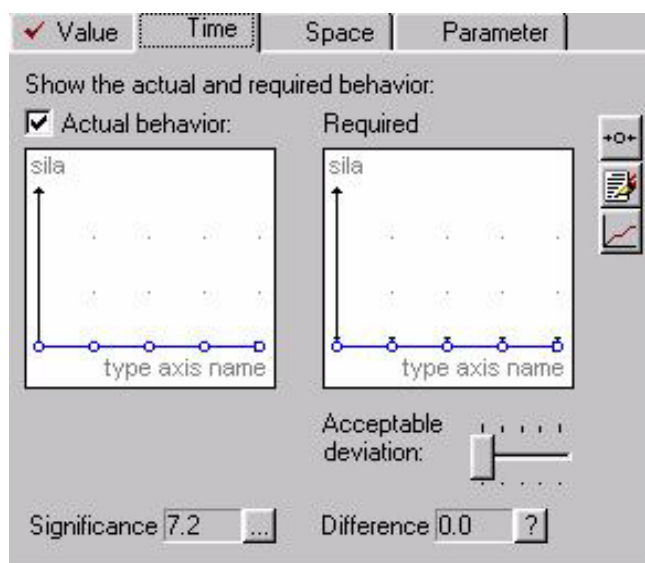
- Zadejte ideální (cílovou) hodnotu (Ideal value) a přijatelnou odchylku parametru.
- Klikněte na tlačítko Significance pro nastavení stupně vlivu, který má hodnota parametru působení na cíle definované v projektu.
- Klikněte na tlačítko Difference a podívejte se na kalkulaci difference pro škodlivé působení.

Volby v položce Value pro analýzu vazeb:

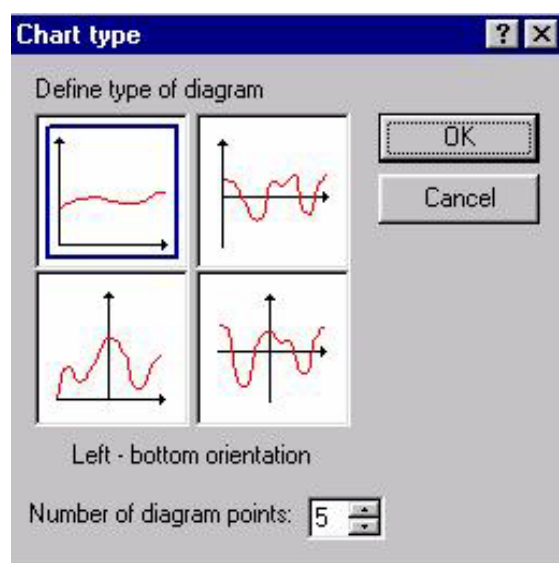
- Kliknutím na tlačítko se nastaví všechny hodnoty na nulu.
- Kliknutím na tlačítko se aktivuje poznámkový dialogový box. Do poznámkového dialogového boxu můžete zadávat informace a užívat je jako odkaz.

## Časová , prostorová a parametrická analýza

Obrazovky Time (časových), Space (prostorových) a Parameter (parametrických) závislostí, působících parametrů mají podobný způsob specifikování



Možnost grafického vyjádření závislostí



Druhy grafického vyjádření závislostí

Actual behavior (skutečný průběh) zachycuje uživatelem specifikovaný průběh (závislost) parametru a Required (požadovaný) průběh (závislost) parametru.

Další výběry:

- Kliknutím na tlačítko se nastaví hodnoty všech polí na nulu.
- Kliknutím na tlačítko je možné přidat nebo měnit poznámky o parametru.
- Kliknutím na tlačítko se vybírá typ grafu pro Time, Space a Parameter.
- Časové, prostorové a parametrické typy grafů

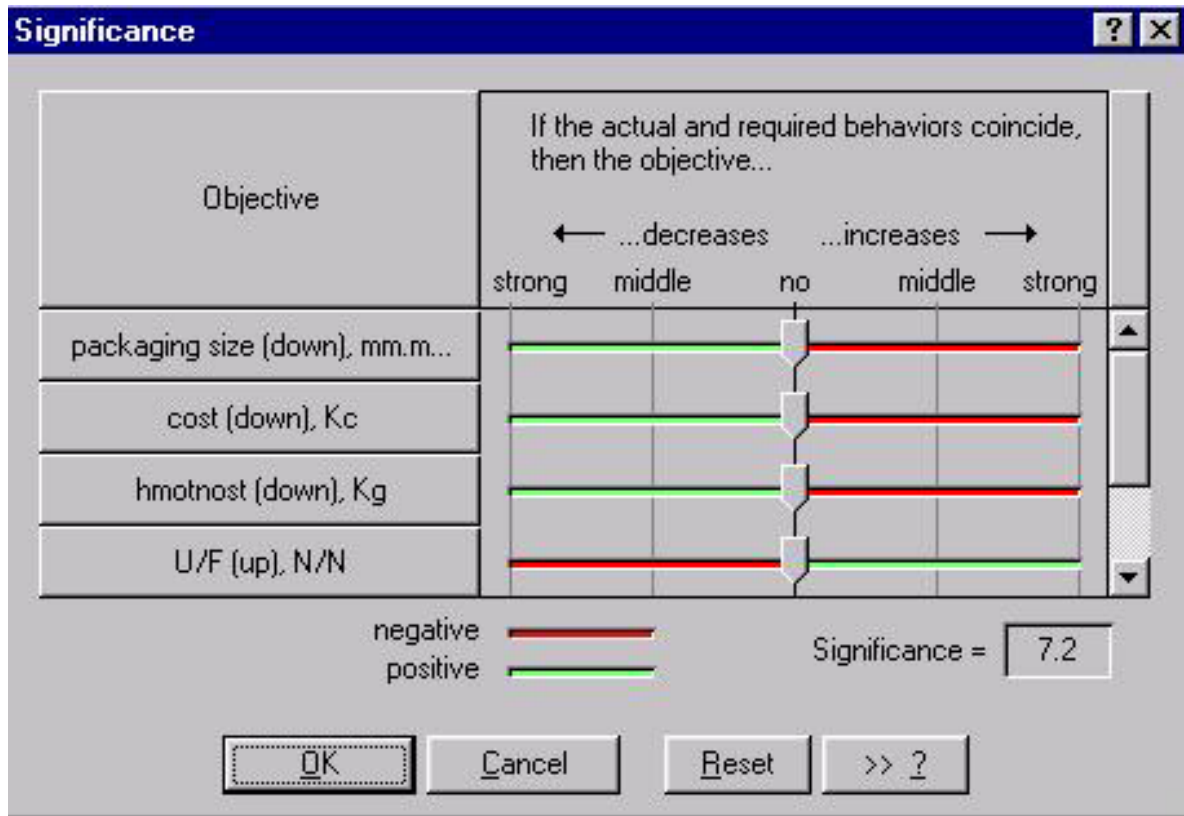
Kliknutím na tlačítko obdržíte nabídku možných typů grafů.

- Klikněte šipkou na políčko Number of diagram points (počet bodů diagramu) a vyberte počet bodů diagramu, které se budou v grafu nacházet.
- Vyberte jeden ze čtyř nabídnutých typů grafů (osy nalevo-dole, osy nalevo-ve středu, osy ve středu-dole, nebo osy ve středu-ve středu), kliknutím na odpovídající typ.
- Klikněte na OK.
- Napište jméno osy dolů pod graf. Umístěte kurzor nad šedý text "type axis name" a napište nové jméno.
- Táhnutím bodů diagramu zakreslete skutečnou časovou, prostorovou, nebo parametrickou závislost posuzovaného parametru.

Zde mohou nastat případy, kdy parametr nemá stálou hodnotu. Jestliže tato hodnota závisí na okolnostech, zrušte volbu řídicího rámečku Actual behavior (skutečné chování).

- Zakreslete požadované nebo přijatelné závislosti parametru daného užitečného nebo škodlivého působení tažením jednotlivých bodů diagramu.

- Nastavte akceptovatelnou odchylku požadované nebo přijatelné hodnoty posunutím značky na měřítku Acceptable deviation (přijatelná odchylka). Tím se vykreslí toleranční pásmo na požadované nebo přijatelné závislosti.
- Určete významnost cílů, které byly stanoveny v projektu, jestliže se skutečné a požadované hodnoty shodují.



Zápis odhadu změny cíle při (ne)souladu parametru nebo prvku

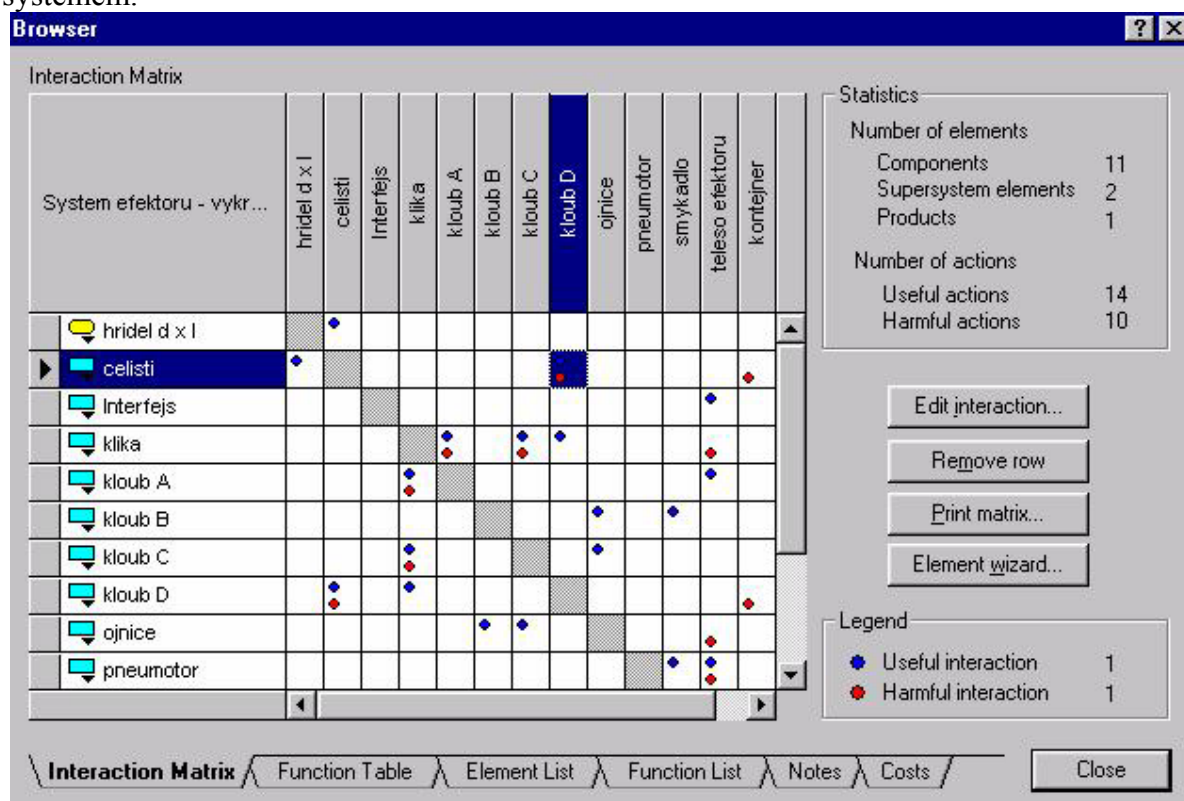
Záleží na vašem ohodnocení, jak jsou vetyčené cíle projektu závislé na dosažení požadovaných nebo přijatelných hodnot (chování, průběhů).

- Klikněte na tlačítko vedle oblasti Significance (významnost) v dialogovém okně analýzy vazeb
- Posuňte ukazatel na jistou pozici a tím přisoudíte významnost (vliv) parametru na dosažení projektovaných cílů.
- Kliknutím na tlačítko můžete vidět kalkulaci jednotlivých významů.
- Klikněte na tlačítko a vrátíte se do dialogového okna Significance a můžete změnit hodnoty významu.
- Kliknutím na OK potvrdíte významnost pro dosažení cíle.
- Opakujte postup pro každou parametrickou závislost kterou chcete analyzovat.

### Prohlížeč (browser)

Prohlížeč obsahuje způsob analýzy tzv. krok za krokem. Tato analýza užívá formu diagramu pro zobrazení products (výrobků), komponent (prvků) a nadsystémů, které tvoří

technický systém. Prohlížeč také dokumentuje funkce, prvky a náklady spojené s technickým systémem.



Prohlížeč zadaných hodnot v rámci analýzy – zde interakční matice

Prohlížeč poskytuje šest rozdílných přístupů k informacím o produktu:

- Interakční matice (Interaction Matrix) - matice která zobrazuje každý prvek a působení v modelu funkcí.
- Tabulku funkcí (Function Table) - tabulka všech funkcí v systému.
- Seznam prvků (Element List) - seznam všech systémových prvků. Seznam graficky znázorňuje každé působení na vybraný prvek nebo působené vybraným prvkem.
- Seznam funkcí (Function List) - seznam všech systémových funkcí. Tento seznam graficky znázorňuje prvky, které jsou spojeny s vybranou funkcí.
- Poznámky (Notes) - seznam poznámek přidružených ke každému prvků a působení v systému.
- Náklady (Costs) - tabulka nákladových položek na každý systémový komponent (výrobky a prvky nadsystémové zde nejsou zahrnuty).

Prohlížeč spustíte kliknutím na položku Browser v nabídce Structure (struktura) v Navigation Window na levé straně obrazovky.

### **Interakční matice (Interaction Matrix) - získání stávajících informací**

Interakční matice ukazuje každý prvek v modelu funkcí zobrazeném ve tvaru matice. Každý prvek je zapsán v horním řádku a v levém sloupci. Prvky mohou být seřazeny podle typu a jména.

Jednotlivá působení jsou v modelu funkcí představována jako bod v průsečíku řádku a sloupce působícího a ovlivňovaného prvku.

Působící prvek je ten, který vykonává působení. Ovlivňovaný prvek je prvek, na který je působeno.

Barva každého bodu označuje typ působení a počet bodů ukazuje počet typů působení.

Například, má-li vybraná dvojice prvků 1 škodlivé působení a 3 užitečná působení, budou v políčku matice zobrazeny jeden červený bod (škodlivá působení) a tři modré body (užitečná působení).

Interakční matice se používá k zobrazování a editování prvků a působení.

- Tlačítko Edit Interaction (editování interakcí) dovoluje uživateli upravovat interakce vybrané vazby. Po vybrání této položky se objeví dialogové okno Link Analysis.
- Tlačítko Remove row (odstranění řádku) odstraní vybraný řádek z matice prohlížeče.
- Tlačítko Print matrix (tisk matice) vytiskne interakční matici.
- Tlačítko Element wizard (prvek čaroděj) pomůže uživateli identifikovat nadsystémové prvky, se kterými je technický systém v interakci.

Prvky mohou být změněny na různé prvky kliknutím na grafický symbol, který je u uvedených prvků.

- Umístěte kurzor myši na grafický symbol prvku (výrobek, komponent, nebo nadsystém).
- Klikněte na symbol jedním z tlačítek myši.
- Zvýrazněte typ prvku, který chcete změnit pohybem myši v seznamu.

### **Spuštění a ukončení Element Wizard (prvek čaroděj)**

Klikněte na položku Element wizard v Interaction Matrix v dialogovém okně Browser.

Element wizard můžete spustit dokonce i když máte strukturu produktu sestavenou pouze částečně.

Doplnění informací pro Element wizard:

- Zadejte jména nadsystémových prvků. Výrobek je typem nadsystémového prvku.
- Přidání, nahrazení nebo odstranění nadsystémového prvku:
  - Kliknutím na položku Add (přidat) přidáte jeden nebo více nových nadsystémových prvků.
  - Kliknutím na položku Replace (změnit) nahradíte novým nadsystémovým prvkem existující nadsystémový prvek.
  - Kliknutím na položku Remove (odstranit) odstraníte nadsystémový prvek ze seznamu.

Položka Supersystem elements (nadsystémové prvky) zobrazí jména současných nadsystémových prvků. Je aktualizována jakmile přidáte, změníte, nebo odstraníte prvek.

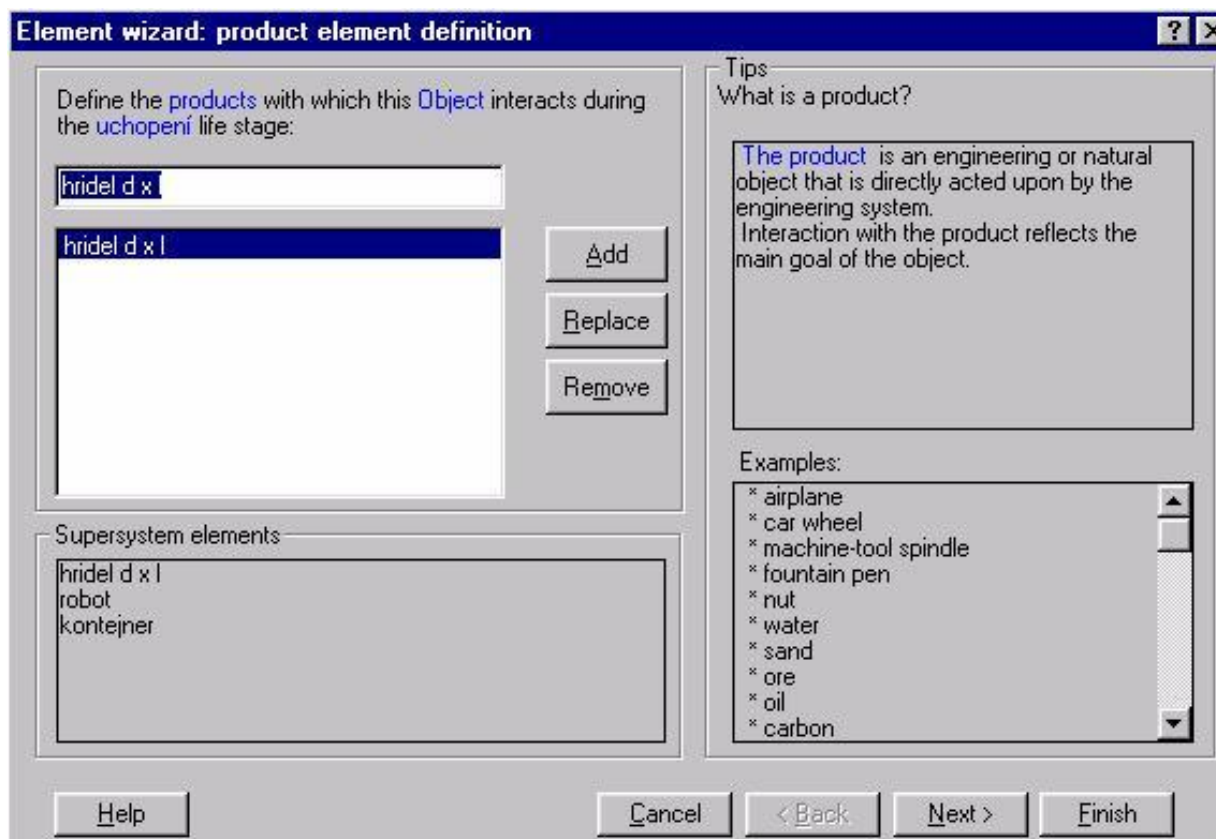
Položka Tips (tipy) poskytne definice specifických typů nadsystémových prvků a příklady nadsystémových prvků.

Položka Examples (příklady) kromě Tips (tipů) obsahuje příklady produktů.

- Kliknutím na Next (další) postoupíte do dalšího dialogového okna Element wizard.

Další volby:

- Kliknutím na tlačítko Finish (konec) opustíte Element wizard a přesunete informace do modelu funkcí.
- Kliknutím na Cancel (zrušit) opustíte Element wizard bez uložení vašich stávajících informací.



Práce v režimu wizard

### Element wizard

Když pracujete s Element wizard, můžete k budování modelu funkcí využít 10 různých typů nadsystémových prvků a 1 typ systémového komponentu. Není nutné specifikovat každý typ prvku.

Číslo	Typ prvku	Popis
1.	Výrobek	Prvek, který je produktem technického systému.
2.	Spotřebitelé	Lidé, se kterými je technický systém v interakci během technického života.
3.	Personál	Lidé, kteří ovládají technický systém během technického života.
4.	Údržba zařízení	Místa nebo objekty, které dovolí nepřerušovaný provoz.
5.	Umisťovací zařízení	Objekt, který udržuje komponentu a výrobek v příslušných postaveních během jejich působení.
6.	Prostředky ochrany objektů	Technické prostředky chránící komponenty a výrobek před poškozením.

7.	Prostředky ochrany před objekty	Technické výrobky chránící jiné výrobky před působením komponenty.
8.	Negativně působící systémy	Objekty (technické nebo přírodní) potenciálně poškozující technický systém.
9.	Prostředí	Přírozené nebo umělé látky, které obklopují technický systém.
10.	Seznam nadsystémových prvků	Přidání, změna, nebo odstranění nějakých dalších nadsystémových prvků.
11.	Definice komponent objektu	Přidání, změna, nebo odstranění komponent. Komponenty jsou materiálové objekty, které jsou částí technického systému.

### Seznam nadsystémových prvků (Supersystem element list)

Toto dialogové okno ukazuje seznam všech nadsystémových prvků. To vám pomůže rozhodnout, které nadsystémové prvky jsou důležité pro váš technický systém. Ověřte si, že vaše současné nadsystémové prvky jsou správné a rozhodněte se, jestli potřebujete přidat nebo odstranit některé z vašich nadsystémových prvků.

- Napište nový prvek do horního pole a klikněte na položku Add (přidat) pro přidání nového prvku do seznamu.
  - Klikněte na položku Replace (zaměnit) a zaměňte nový nadsystémový prvek za existující nadsystémový prvek.
  - Klikněte na položku Remove (odstranit) a odstraňte prvek ze seznamu.
- Kliknutím na tlačítko Next(další) pokračujte v analýze.

Další volby:

- Kliknutím na tlačítko Finish(konec) opustíte Element wizard (prvek čaroděj) a přesunete informace do modelu funkcí.
- Kliknutím na Cancel(zrušit) opustíte Element wizard (prvek čaroděj) bez uložení vašich stávajících informací.

### Definování komponent objektu (Object component definition)

Toto dialogové okno je na konci Element wizard, také je poslední z uvažovaných typů prvků. Okno obdržíte opakovaným kliknutím na tlačítko Next (další) v Element wizard, pokud nejste na konci.

V tomto dialogovém okně definujeme seznam komponent.

Napište jména komponent systému do horního políčka a klikněte na tlačítko Add.

- Klikněte na položku Replace(zaměnit) a zaměňte nový komponent za existující komponent.
- Klikněte na položku Remove(odstranit) a odstraňte komponent ze seznamu.

Další volby:

- Kliknutím na tlačítko Finish opustíte Element wizard a přesunete informace do modelu funkcí.



- Kliknutím na Cancel opustíte Element wizard bez uložení vašich stávajících informací.

### Tabulka funkcí (Function Table) - získání stávajících informací

Tabulka funkcí ukazuje každý prvek a působení v modelu funkcí, včetně interakcí s jinými prvky, klasifikaci každé funkce, příslušné parametry a úroveň každého parametru.

Ve sloupci Function funkce jsou vypsané všechny prvky, které vykonávají funkci. Prvky jsou následovány jednotlivými působeními, které prvek vykonává a konečně prvkem, na který je působeno.

Function			Rank	Parameter	Performance
element	action	element			
klika	otaci	kloub D	n/d	psi	n/adequate
	zvetsuje	teleso efektoru	H		
Interfejs	nese	teleso efektoru	n/d	souosost	n/adequate
celisti	koliduje	robot	H		
	koliduje	kontejner	H	zdvih celisti	n/adequate
ojnice	otaci	kloub C	n/d	psi	n/adequate
	zvetsuje	teleso efektoru	H	delka efektoru	n/adequate
				pricny rozmer efektoru	n/adequate
kloub A	nese	klika	n/d	reakce	n/adequate
	znepresnuje	klika	H	vule	n/adequate
teleso efektoru	drzi	kloub A	n/d	reakce	n/adequate
	nese	pneumotor	n/d	zvetsuje moment setrva	n/adequate
	vede	smykadlo	n/d	reakce	n/adequate
robot	nese	Interfejs			adequate

Legend  
 B - basic action      H - harmful action      An - auxiliary action of rank "n"

Interaction Matrix   **Function Table**   Element List   Function List   Notes   Costs

Print table...   Close

Například: "radiátor chladí vodou". Ve větné struktuře vystihujeme prvek vykonávající působení "podmětem", působení vystihujeme "přísudkem" a prvek ovlivňovaný působením vystihujeme jako "předmět".

Můžete upravovat informace ve sloupcích Element, action a parameter. Pro editování pojmů přesuňte kurzor myši nad buňku, kterou chcete upravovat a klikněte levým tlačítkem myši. Jakékoliv změny, které uděláte ve jménech budou automaticky aktualizovány v modelu funkcí.

Kliknutím na políčko Print table (tisk tabulky) vytisknete tabulku funkcí.

Vysvětlivky zkratk najdete v dolní části okna Browser.

Řád každého působení je určen podle blízkosti k produktu (výrobku). Užitečné působení, vykonávané bezprostředně na produktu, je základní působení (Basic action). Jakákoliv jiná užitečná působení, která přímo nepůsobí na produkt jsou pomocná působení (auxiliary action). Úroveň pomocného působení je odvozena od počtu komponent mezi působením a produktem.



Například, je-li užitečná funkce oddělena od produktu dvěma komponentami, pak má pomocné působení úroveň A2. Pomocné působení na jakýkoliv nadsystémový prvek (který není výrobkem) má úroveň pomocné funkce A1.

### **Tabulka funkcí (Function Table) - popis sloupců**

První tři sloupce spadají pod skupinu s hlavičkou Function (funkce). První sloupec nazvaný Element obsahuje jména komponent systému, nadsystémových prvků a výrobku, které vykazují nějaké působení. Druhý sloupec, nazvaný Action, vystihuje názvy působení (funkcí). Třetí sloupec, nazývaný element, obsahuje jména komponent, nadsystémových prvků, nebo výrobku, na který je působeno.

Čtvrtý sloupec nazvaný Rank (řád) ukazuje typ funkce. Písmeno B (Basic) znamená, že působení se týká přímo produktu. Písmeno A značí, že působení je buď směřováno k nadsystémovému prvku, nebo se přímo a nebo nepřímo vztahuje k výrobku (produktu). Číslo za písmenem A ukazuje, jak daleko je působení odsunuto od výrobku nebo od nadsystému. Menší číslo znamená, že působení má těsnější pracovní vztah k výrobku (produktu). Písmeno H označuje škodlivou funkci.

Pátý sloupec, nazvaný Parameter zahrnuje jména všech parametrů, které byly definovány.

Šestý sloupec se nazývá Performance (výkon), ukazuje jestli je funkce přiměřená (adekvátní, či jinak také označovaná jako normální), nedostatečná (neadekvátní), nebo nadměrná (nadbytečná).

### **Seznam prvků (Element list) - získání stávajících informací**

Seznam prvků poskytuje seznam všech prvků v modelu funkcí. Kliknutím na jméno kteréhokoliv prvku se zobrazí diagram každého působení, které prvek vykonává a každého působení, která jsou na prvek vykonávána. Je-li mnoho působení a prvků spojených s vybraným prvkem, je možné upravit obrazovku tak, abychom viděli všechny společně.

V dialogovém okně Element list lze měnit jména prvků a zpřístupnit dialogové okno Link Analysis:

- Při editování jmen dvakrát klikněte na ikonu prvku (produkt, komponent, nebo nadsystém) v diagramu a zadejte nové jméno.
- Pro zpřístupnění dialogového okna Link Analysis přesuňte kurzor nad kroužek uprostřed šipky znázorňující působení. Šipka myši se změní v ikonku ruky. Kliknutím levým tlačítkem myši aktivujete dialogové okno Link Analysis.

### **Seznam funkcí (Function List) - získání stávajících informací**

Seznam funkcí poskytuje seznam všech působení ve modelu funkcí. Kliknutím na jméno kterékoliv působení v poli Function list se zobrazí diagram dvojice prvků, mezi nimiž dané působení nastává.

V dialogovém okně Function List lze měnit jména prvků a zpřístupnit dialogové okno Link Analysis :

- Při editování jmen dvakrát klikněte na ikonu prvku (produkt, komponenta, nebo nadsystém) v diagramu a zadejte nové jméno.
- Pro zpřístupnění dialogového okna Link Analysis přesuňte kurzor nad kroužek uprostřed šipky znázorňující působení, dokud se nezmění v ikonku ruky. Kliknutím levým tlačítkem myši aktivujete dialogové okno Link Analysis.

### **Poznámky (Notes) - získání stávajících informací**

Dialogové okno Notes shromažďuje další dodatečné informace o prvcích (komponenty, produkty a nadsystémové prvky). V tomto dialogovém okně mohou být zapsány jakékoliv poznámky, vztahující se k těmto prvkům. Poznámky, které zapisujete, jsou přímo přiřazeny pouze k prvku, působení nebo parametru, který je zvýrazněn v okamžiku, kdy je poznámka vkládána.

Také si můžete nahrát vlastní zvukový záznam jako další možnost uchování záznamu. Časové a datové označení poznámek je rovněž možné za účelem průběžného sledování vývoje poznámek, při následném studiu problému.

### **Prohlížeč audio poznámek (Browser Audio Notes)**

Máte-li na počítači nainstalovanou zvukovou kartu, můžete nahrávat audio poznámky užitím prohlížeče (Browser). Kliknutím na jedno ze čtyř tlačítek nahoře uprostřed okna buď (zleva doprava) přehrát (Play), zastavit (Stop), nahrávat (Record) nebo mazat (Clear) záznamy.

### **Náklady (Costs) - získání stávajících informací**

Dialogové okno Costs (náklady) ukazuje hodnoty nákladů u každé komponenty systému. Nezobrazuje náklady spojované s výrobkem nebo s nadsystémovými prvky. Tabulku lze měnit.

Chcete-li měnit hodnoty nákladů, přesuňte kurzor na měněnou buňku. Klikněte levým tlačítkem myši a změňte text.

### **3.1.3. Svinování (Trimming)**

Trimming je jedinečný nástroj k eliminování nebo zjednodušení komponent v konstrukci produktu, to však při uchování užitečných působení a eliminování škodlivých nebo nadbytečných působení.

Jestliže produkt analyzujete důkladně, naleznete mnoho nevýhod spojených s komponentami produktu. Mohou zde být užitečné funkce, které nejsou optimálně vykonávány nebo škodlivé funkce, které je třeba eliminovat. Každá nevýhoda představuje potenciální problém, který by měl být řešen za účelem zlepšení, zdokonalení výrobku.

Podobně také rozložení působení mezi prvky nemusí být rovnoměrné. Některé z prvků realizují bezvýznamná působení. Jiné prvky jsou působeními přetíženy.

Technika svinování je založena na myšlence, že produkt můžeme zjednodušit přerozdělením působení a eliminováním komponent technického systému, a to při zachování užitečných funkcí. Výhoda přerozdělení funkcí spočívá v tom, že nám umožňuje vytvořit jednodušší systémy. Eliminováním (vyloučením, odstraněním, svinutím) komponent zredukujeme počet problémů, které je třeba řešit.

Svinování poskytuje následující přínos:

- Je-li komponenta eliminována, jsou také eliminovány všechny škodlivé funkce spojené s touto komponentou.
- Svinutí komponenty sníží náklady na výrobek nebo zjednoduší výrobu.
- Není-li komponenta svinuta, ale jedno, nebo více působení je převedeno na jinou komponentu, první komponenta se zjednoduší, je méně nákladná a potenciálně méně funkčně zatížená.
- Struktura objektu se stává optimálnější a kompaktnější.

Tento software nepodporuje odstraňování komponent, které mají užitečnou funkci. TechOptimizer podporuje přesun a přemístění užitečných působení. Jestliže je komponenta, která vykonává užitečnou funkci odstraněna, je tato užitečná funkce přesunuta na existující produkt, komponentu nebo nadsystém, které jsou prvkem stávajícího modelu funkcí.

#### Podmínky svinování komponent.

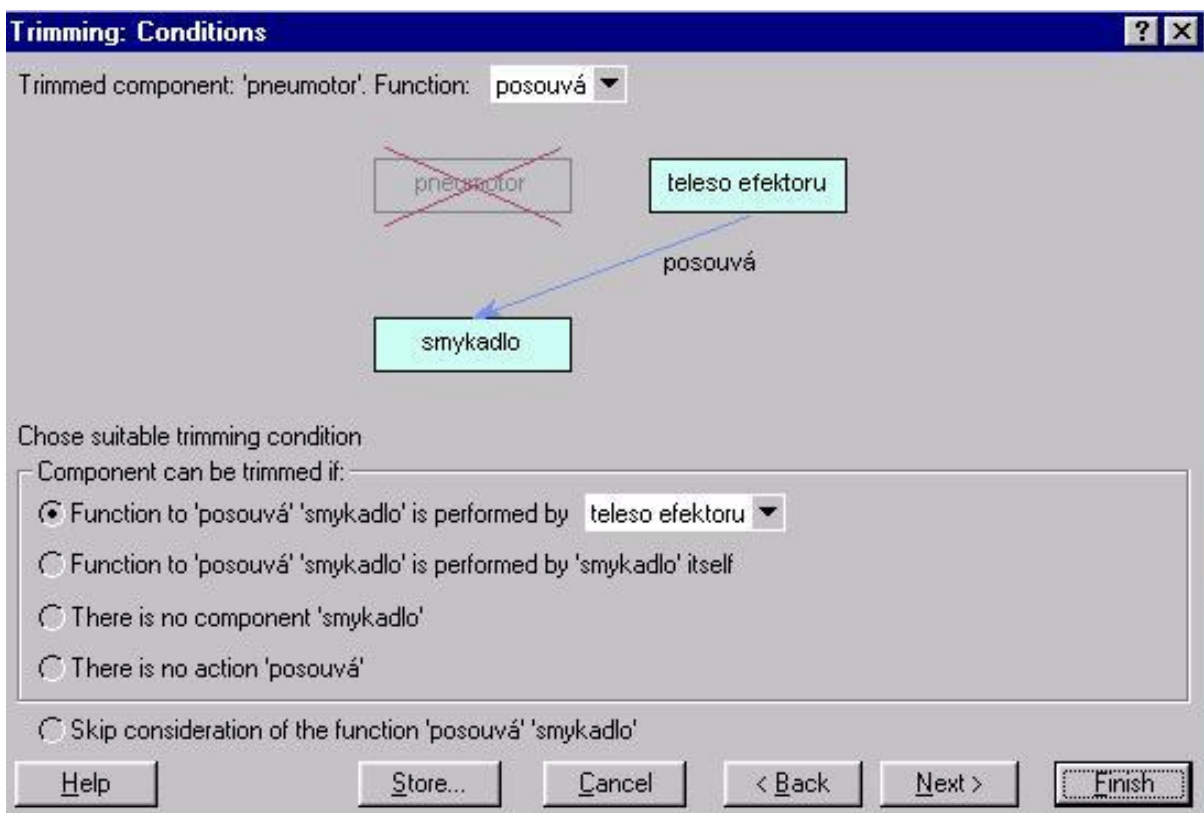
Následující diagramy ukazují podmínky pro eliminaci komponent. Komponenta může být eliminována když:

- působení komponenty může být vykonáno jinou komponentou nebo nadsystémem (nejčastější případ).
- působení komponenty může být vykonáno komponentou, na kterou je působeno
- je odstraněn objekt působení, tj. komponenta, na kterou je působeno, je také odstraněna
- je odstraněna potřeba působení na objekt působení (nejméně častý případ)

Pokud je svinovaný komponent objektem užitečného působení z jiného komponentu, pak toto působení musí být přeneseno na jiný prvek.

Existují dva způsoby přenesení užitečného působení dosud přijímaného odstraňovaným komponentem

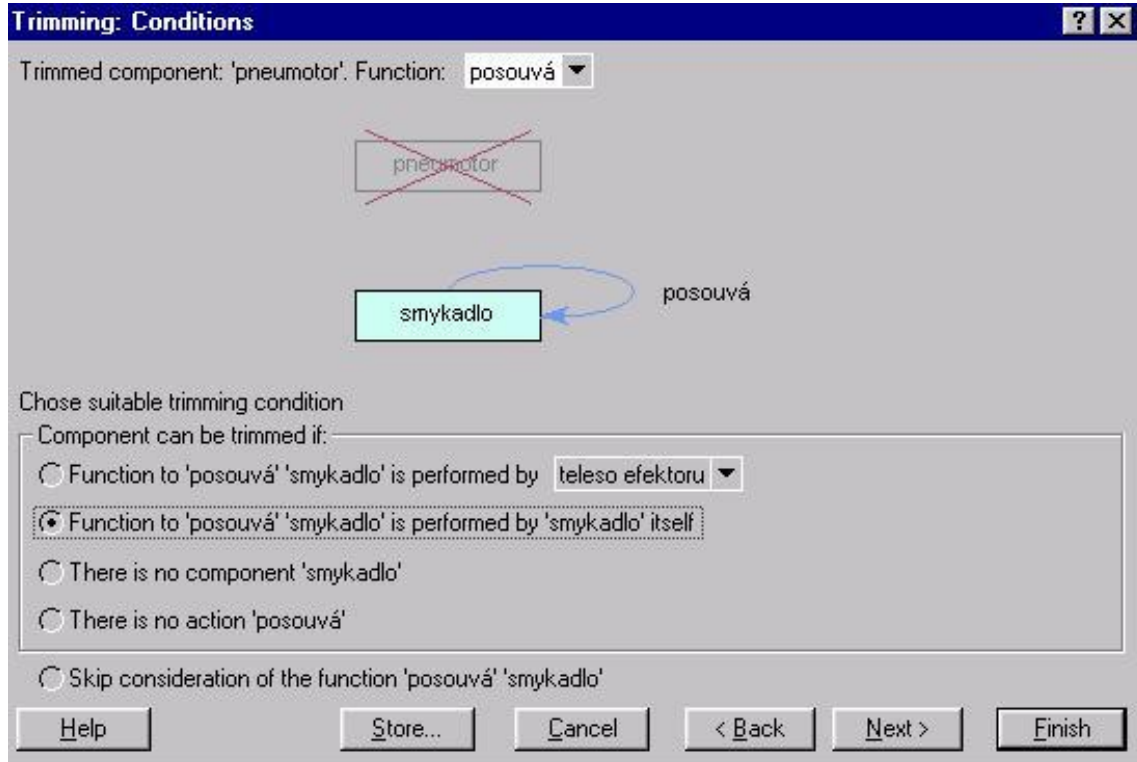
- Užitečné působení může být přeneseno na jiný existující prvek.
- Užitečné působení může být odstraněno.



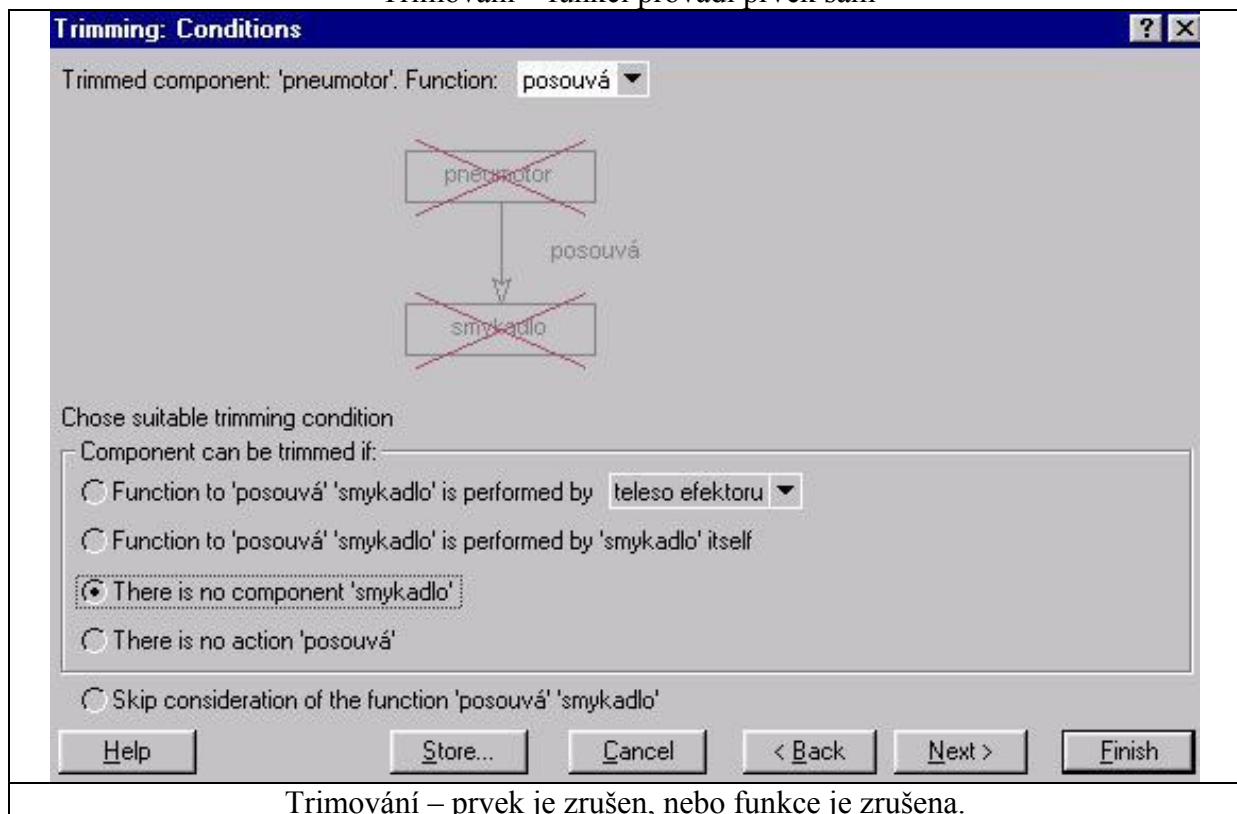
Trimování - převedením funkce na jiný prvek

### Zahájení svinování (Starting Trimming)

Pro zahájení svinování objektu, zmáčkněte tlačítko New v menu Trimming v okně Navigation Window na levé straně obrazovky. Položky v menu Trimming Navigation Window ukazují vaši pozici v procesu svinování. Používají se tři následující tlačítka:



Trimování – funkci provádí prvek sám



Trimování – prvek je zrušen, nebo funkce je zrušena.

New - zahajujete nový svinovací proces. Pokud zmáčknete toto tlačítko, pak po zahájení svinovacího procesu se všechny komponenty navrátí do původního stavu v Modelu funkcí.

Continue (pokračovat) - pokud zmáčknete toto tlačítko, svinovací proces bude pokračovat z místa, kde jste naposledy ukončili svinovací proces.

Result (výsledek) - pokud zmáčknete toto tlačítko, uvidíte upravený model funkcí pro různé svinovací varianty.

Tlačítka Continue a Result jsou v Navigation Window zakázané dokud není první varianta svinování uložena.

Trimming Process (svinovací proces) probíhá ve třech krocích:

Component Evaluations (hodnocení prvku) - určuje Function Rank (pořadí funkcí, řád funkcí), Problem Rank (pořadí problémovosti prvků) a Cost (cenu) každé komponenty. Integrated Component Evaluation (celkové hodnocení komponent) - součástí jsou seřazené pro svinování.

Trimming Conditions (svinovací podmínky) - kde se rozhoduje o tom, jak budou (funkce) přerozděleny a jak budou prvky svinuty.

### Hodnocení komponent (Component Evaluations)

V menu Trimming (úprava) určíte řád funkcí (Function Rank), problémovost prvků (Problem Rank) a cenu (Cost) jednotlivých komponent.

TechOptimizer zobrazí řád funkcí, problémovost prvků a cenu, jak byly stanoveny jednotlivými členy týmu, který byl jmenován v části Team section.

Je dostupné i zprůměrování hodnot.

### Řád funkcí (Function rank)

Team members:

- Novak
- Burda
- Holik

Function rank | Problem rank | Component cost

Rank the function for each component

Component	Function rank
klika	7.00
Interfejs	4.00
celisti	10.00
ojnice	5.00
kloub A	6.00

10 - most functional, 0 - least

Consensus Reset

Help Store... Cancel < Back Next > Finish

Hodnocení funkcí prvků před trimováním

- Zmáčkněte na Function rank v menu Trimming: dialogové okno Component Evaluation.
- Vyberte ze seznamu Team Members jméno člena, který bude stanovovat hodnotu komponenty.
- Prohlédněte si řády funkcí (Function rank) vypočítaných pro komponenty TechOptimizerem.

Pokud nesouhlasíte s vypočítanými hodnotami TechOptimizeru, vložte své vlastní hodnoty. Řády funkcí mají významnost v rozsahu od 0 (min) do 10 (max).

Hodnoty řádů funkcí můžete měnit posunutím kurzoru do buňky Function rank na příslušnou komponentu a kliknutím na levé tlačítko myši.

Řád funkce komponenty je vypočítán podle struktury modelu.

Jestliže více než jeden člen týmu zadal hodnocení komponent, pak lze použít tlačítko Consensus (shoda) umístěné dole na obrazovce Function rank. Jestliže není shoda, TeachOptimizer udělá ze všech hodnot průměr a následně bude počítat s průměrnými hodnotami.

### **Tlačítko Shoda (Consensus Button)**

Tlačítko Consensus (shoda) se používá, když hodnocení provádí více než jeden člen týmu. Pokud se tlačítko zmáčkne, seznamy hodnot zobrazené v příslušných sloupci se překopírují do sloupců ostatních členů sestavy. Tlačítko Consensus ovlivňuje řád funkcí, problémovost a ceny component odděleně.

Pokud jsou rozdílné hodnoty v pořadí mezi členy sestavy a tlačítko Consensus není použito, TechOptimizer použije průměr hodnot pořadí.

### **Řád problémovosti prvku, problémovost (Problem rank)**

- Klikněte Problem rank v menu Trimming: dialogové okno Component Evaluation.
- Vyberte ze seznamu Team Members jméno člena sestavy, který bude stanovovat hodnotu komponentu.
- Prohlédněte si problémovost přidělenou komponentům TechOptimizerem.

Pokud nesouhlasíte s vypočítanými hodnotami TechOptimizeru, vložte své vlastní hodnoty. Řády jsou v rozsahu od 0 (nejméně) do 10 (nejvíce závislé).

Hodnoty problémovosti komponent můžete změnit posunutím kurzoru do buňky Problem rank na příslušnou součást a zmáčknete levé tlačítko myši.

Problémovost komponent je vypočítána podle struktury modelu.

Jestliže více než jeden člen týmu zadal hodnocení komponent, pak lze použít tlačítko Consensus umístěné dole na obrazovce Problem rank. Jestliže není shoda, TeachOptimizer ze všech hodnot vypočítá průměr a následně bude počítat s průměrnými hodnotami.

### Cena součásti (Component Cost)

- Klikněte na Component Cost v menu Trimming: dialogové okno Component Evaluation.
- Vložte nebo opravte cenu komponent (není zde žádné cenové omezení). Jestliže byly ceny komponent vloženy již během práce v modelu funkcí, budou již tyto hodnoty zobrazeny.
- Pro dokončení ocenění komponent zmáčkněte tlačítko Next.

Team members:

Novak  
Burda  
Holik

Function rank | Problem rank | Component cost

Cost of each component

Component	Component cost
klika	100.00
Interfejs	300.00
celisti	150.00
ojnice	80.00
kloub A	70.00

Note. Cost is entered in absolute values.  
When Trimming Factor is calculated the cost is scaled from 0 to 10.

Consensus Reset

Help Store... Cancel < Back Next > Finish

Stanovení nákladů na prvky

### Celkové hodnocení komponent (Integrated Component Evaluation)

Označte svinovaný komponent v menu Trimming: dialogové okno Integrated Component Evaluation. Dialogové okno zobrazuje vypočítaný Trimming Factor (svinovací faktor) a navržené pořadí eliminování komponent.

Prohlédněte si tabulku v tomto dialogovém okně. Komponenta navržená pro prioritní svinutí je první v pořadí a zvýrazněna. V textovém poli pod tabulkou jsou doporučení.

Kliknutím na tlačítko Show Details (ukaž detaily) se na pravé straně dialogového okna objeví graf s detailními informacemi o Trimming Factor (svinovací faktor) pro posuzovanou komponentu.

- Pro grafické zobrazení celkových výsledků svinování klikněte na tlačítko Graph (viditelné až po zmáčknutí tlačítka Show Details).
- Pro zobrazení vypočítaných výsledků v tabulce klikněte na tlačítko Table (viditelné až po zmáčknutí tlačítka Show Details).



- Pro zobrazení svinovacího faktoru jednotlivých komponent v podobě parabol (pohyblivých křivek grafu) klikněte na tlačítko »? .
- Jestliže nesouhlasíte s navrženým pořadím svinování ze strany TechOptimizeru, označte sami komponentu, kterou chcete svinovat.
  - Pro deaktivování parabol grafu klikněte na tlačítko «? .
  - Pro uložení aktuálních informací ve formě svinovací varianty Trimming variant klikněte na tlačítko Store (uložit).
  - Pokud nesouhlasíte s výsledky TechOptimizeru, klikněte na tlačítko Back (zpět) a ocenění komponent se vrátí na původní hodnotu.
- Po dokončení svinutí jedné komponenty pokračujte k dalším komponentám zmáčknutím na tlačítko Next.

**Trimming: Integrated Component Evaluation** [?] [X]

Choose the component you want to trim

Component	Possible Trimming Order	Trimming Factor $F \cdot F / (P + C)$	Function Rank, F (%)	Problem Rank, P + C (%)
pneumotor	1	0.27	3.17	15.09
smykadlo	2	1.38	4.76	6.74
Interfejs	3	1.91	6.35	8.66
kloub B	4	2.87	6.35	5.77

Hide details      Graph

Level of F: Low  
Level of C+P: High  
Component **pneumotor** should be trimmed because it has low functional rank and is associated with serious problems.  
If the component **pneumotor** is trimmed, 23.15% of the object cost will be saved.

From a geometrical point of view, the trimming factor formula describes a set of parabolas. The smallest criterion value defines the narrowest parabola. The expanding parabola intersects points in accordance with trimming order.

Graph: Problem rank + Cost evaluations. Y-axis: worse ←, better →. X-axis: better ←, worse →. Points 1-11 are plotted, with a red dot at point 1.

Help      Store...      Cancel      < Back      Next >      Finish

Pořadí trimování

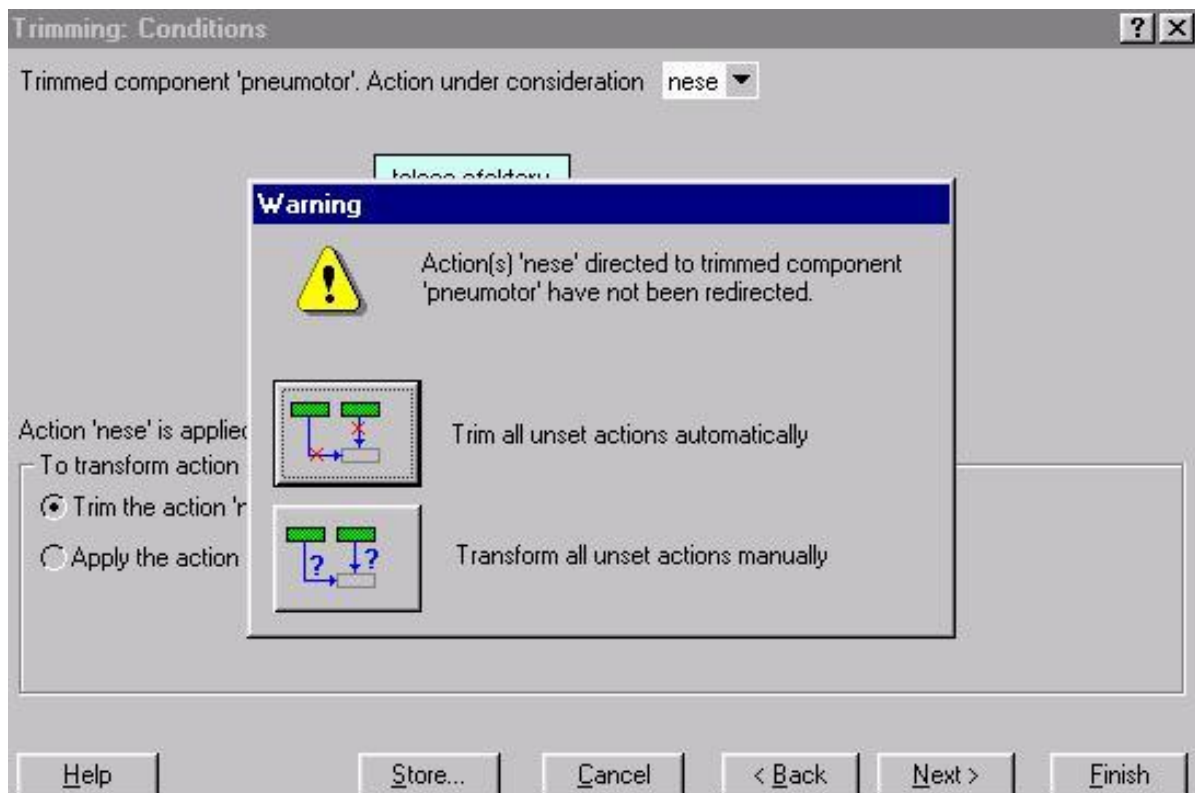
### Svinovací podmínky (Trimming conditions)

V menu Trimming: dialogové okno Conditions (podmínky), vyberte použitelnou podmínku svinutí vybrané komponenty.

- Zmáčkněte tlačítko nejvhodnější svinovací podmínky. Obrázek v horní části dialogového okna je animován a znázorňuje, jak se svinutí projeví v modelu funkcí.
- Označte v seznamu komponent vhodný prvek jako nového nositele užitečné funkce, pokud jste předtím vybrali první svinovací podmínku.



- Pro pokračování ve svinování zmáčkněte na tlačítko Next (další).



Podmínky trimování

Další možnosti:

- Pro použití přímé pomoci zmáčkněte na tlačítko Help (pomoc), potvrďte vaši volbu a pokračujte s dalším nastavením svinovacích podmínek.
- Pro uložení varianty se svinutou komponentou zmáčkněte tlačítko Store (uložit) v dialogovém okně Trimming variant (svinovací varianta).
- Pokud si chcete znovu zvážit předchozí akci, zmáčkněte na tlačítko Back (zpět).


Jestliže zmáčknete tlačítko Finish (dokončit) ještě před ukončením nového uspořádání funkcí v proceduře Trimming: dialogové okno Conditions, TechOptimizer zobrazí Warning (nebezpečí) s dotazem zda chcete všechna neukončená (bez objektu) působení svinout automaticky nebo chcete neukončená působení posoudit individuálně a ručně.

- Zmáčkněte tlačítko Trim all unset actions automatically (sviň všechna neukončená působení automaticky) a uložte aktuální upravovaný model v dialogovém okně Store Trimming Variant (uložení upravované varianty)
- Zmáčkněte tlačítko Transform all unset actions manually (sviň všechna neukončená působení ručně) a vyberte součást kterou chcete svinovat ručně.

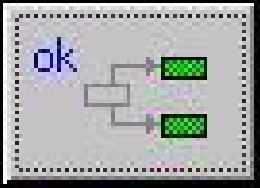
TechOptimizer se vás zeptá na každé působení vykonávané danou komponentou a každé působení, které působí na danou komponentu. Když zvolíte volbu There is no component `...' (není zde další součást `...'), TechOptimizer si položí stejnou otázku ohledně

působení vazeb s touto komponentou. Nakonec se objeví okno Trimming result (výsledek svinování).

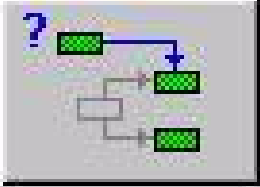
**Trimming result**



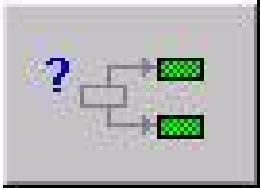
Component 'Interfejs' has been trimmed.



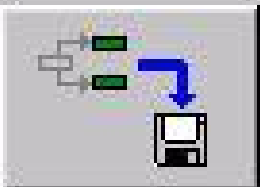
Finish trimming and store trimming variant



Start trimming a new component



Return to trimming of component 'Interfejs'



Store trimming variant

Činnost po trimování

#### Výsledek svinování (Trimming result dialog box)

Na konci svinování se objeví dialogové okno Trimming result (výsledek svinování).

Vyberte:

Finish trimming (ukončení svinování) - ukončíte svinování, uložte svinutou komponentu v okně Trimming variant (svinovací varianta) a posuďte svinutou komponentu v rámci Function Model diagramu.

Start trimming a new component (svinování jiné komponenty) - sviň jinou komponentu ve stejném technickém systému.

Return to trimming of component `...` (návrát do volby podmínek svinování) - vrat'te se do menu Trimming: dialogové okno Conditions.

Store trimming variant (ulož svinovací variantu) - uložte změny dosažené svinováním a vrat'te se do dialogového okna Trimming result.

Pokud zvolíte Finish trimming před přerozdělením všech působení, TechOptimizer uloží aktuální svinovací proceduru v dialogovém okně Store trimming variant (ulož upravovanou variantu), abyste ji mohli příště znovu otevřít.

### Svinovací varianta (Trimming variant)

Systém může být svinován několika cestami, volbami. Když ukončíte jednu cestu svinování, uložte ji pro pozdější další možné úpravy, pro návrat k počátečním podmínkám a zahájení odlišného svinování po jiné cestě

Když zvolíte Finish trimming na obrazovce Trimming results, na obrazovce se objeví Store trimming variant. Napište jméno svinutého modelu funkcí, který ukáže příslušnou svinutou součást.

Pro snadný přístup k rozdílným variantám svinutých prvků použijte menu Trimming: dialogové okno Trimming variant a zmáčkněte tlačítko Continue v Trimming Navigation Window.

### Svinutý model funkcí (Trimmed Function Model)

Tlačítko Results ukáže nový Funktion Model s vyznačenými svinutými prvky.

V upraveném modelu funkcí můžete:

- Pohybovat jednotlivými prvky a tak učinit diagram graficky zřetelnější.
- Zobrazit/skrýt prvky diagramu:
  - Zvolte příkaz Show Special (ukaz další možnosti) v menu View (pohled).



### Soupis problémů po trimování – manažer problémů

- Vymažte zatržení blízko toho prvku modelu, který chcete skrýt.

- Pokud poté zvolíte tlačítko Apply (použít), nastanou změny bez zavření okna Show Special.
- Až vám bude nastavení vyhovovat, zmáčkněte tlačítko OK.

### 3.1.4. Manažer problémů (Problem Manager)

Problem Manager (manažer problémů) je nástroj, který vám pomůže prohlížet vygenerovaný seznam problémů a zpřístupní vhodné nástroje pro jejich řešení.

Problémy mohou být seříděny do skupin podle typů těchto problémů:

- zvýšení kvality,
- účinnost,
- zjednodušení nebo
- uživatelsky definovaný problém.

Každý je přiřazen k některému z modulů Problem Solving (řešení problému), doporučených k řešení problémů: Effects (efekty), Prediction (předpovědi) nebo Principles (principy).

Na základě výsledků svinování (svinovací procedury) TechOptimizer automaticky formuluje a shromažďuje problémy, které by měly být řešeny, aby byly dosaženy cíle vytyčené v úvodu projektu. TechOptimizer počítá hodnoty významnosti jednotlivých problémů a pak problémy uspořádává podle této hodnoty.

#### Přechod do modulů řešení problémů (Going to problem solving modules)

Pro vyřešení problémů, které jste formulovali, můžete přejít do modulů řešení problémů (Effects, Prediction a Principles).

- Zmáčkněte tlačítko ? Problem manager dole v okně Navigation Window, které je umístěno na levé straně obrazovky.
- Vyberte problém, v poli Problem v tabulce Product Analysis (rozbor výrobku), který chcete řešit.
- Zmáčknutím tlačítka žárovka v panelu nástrojů software vybere a otevře ten modul, který je nejvhodnější pro řešení označeného problému.

#### Procházení seznamem problémů (Browsing through the list of problems)

Oblast na levé straně okna se nazývá List of problems (seznam problémů). Procedura svinování vygenerovala problémy, které jsou zobrazeny na obrazovce List of problems dole.



Problem description

kloub A — nese —> klika

Actual value of parameter reakce in interaction nese between kloub A and klika is 180 N.  
Required value of this parameter is 100±5 N to provide Zmensit prumer cepu a rozmery efektoru i jeho hmotnost.

How to decrease reakce of klika?


Popis vybraného problému z manažera problémů

Tyto problémy byly svinuty (odstraněny) společně s prvky působícími (nežádoucí efekty) a užitečná působení prvků byly přeodelegována na jiné prvky nebo měly rozdílné požadované hodnoty parametru, které se lišily od původního modelu funkcí.

V List of problems

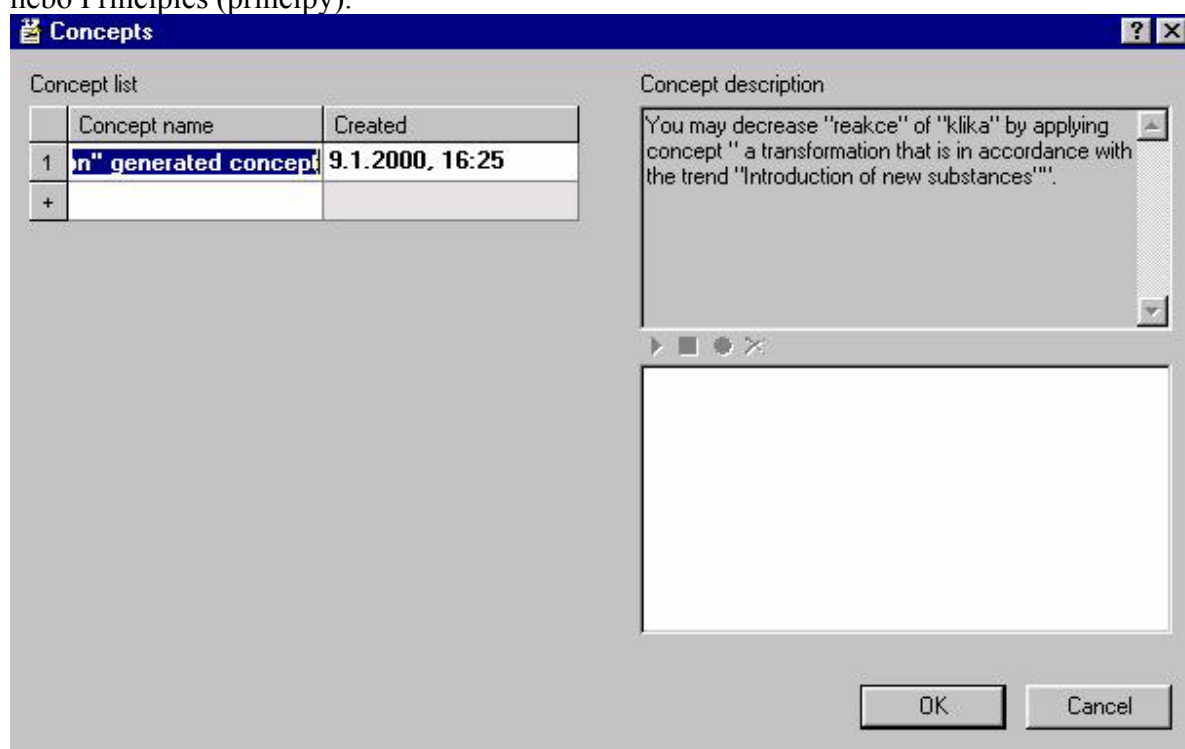
označte problém, se kterým chcete pracovat. Jakmile vyberete problém, objeví se popis problému v poli Problem description, který se nachází na pravé straně okna Problem Manager.

Pole Problem description ukazuje diagram funkcí vystihující problém a zároveň zobrazuje popis problému. Pokud byly v etapě modelu funkcí nastaveny parametrické závislosti, pak jsou zde zobrazeny i příslušné parametry.

- Ikona  indikuje, že byl problém eliminován.
- Ikona žárovka indikuje, že problém byl prozkoumán a přijatá strategie pro jeho řešení byla uložena.

### Prohlížeč konceptů (Viewing Concepts)

Můžete prohlížet koncepční návrhy (koncepty), které byly uloženy ke každému problému. Tyto koncepty jsou přidány do modulů Effects (efekty), Prediction (předpovědi) nebo Principles (principy).



Hledání konceptů

#### Kroky při prohlížení konceptů

- Vyberte problém, který má ikonu žárovky.
- Zmáčkněte na tlačítko Concept.
  - V Concept list (v seznamu konceptů) se objeví rolovací textová oblast.
  - Pole Concept list (seznam konceptů) obsahuje seznam názvů uložených konceptů.
  - Pole Concept description (popis konceptu) zobrazí informace k vybranému konceptu.

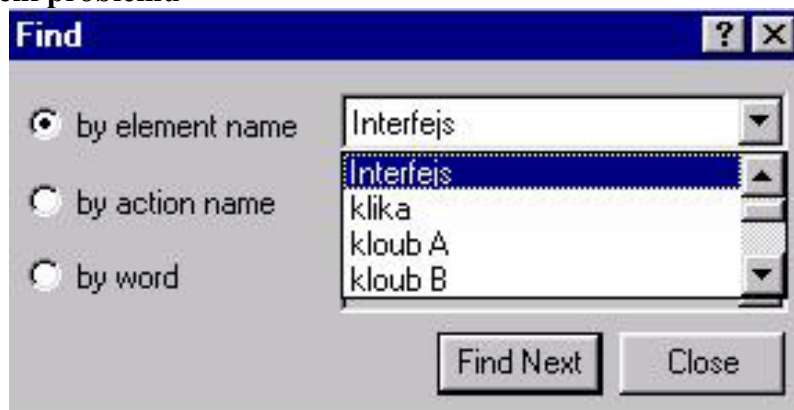
- Opakovaným zmáčknutím tlačítka Concept zavřete seznam konceptu.

### Nalezení jednotlivého problému (Finding Particular Problems)

Můžete vyhledávat problémy podle názvu prvku, názvu působení nebo slova.

K nalezení problému zvolte položku Find (nalézt) z menu Problem nebo zmáčkněte na ikonu dalekohledu.

### Kroky k nalezení problému



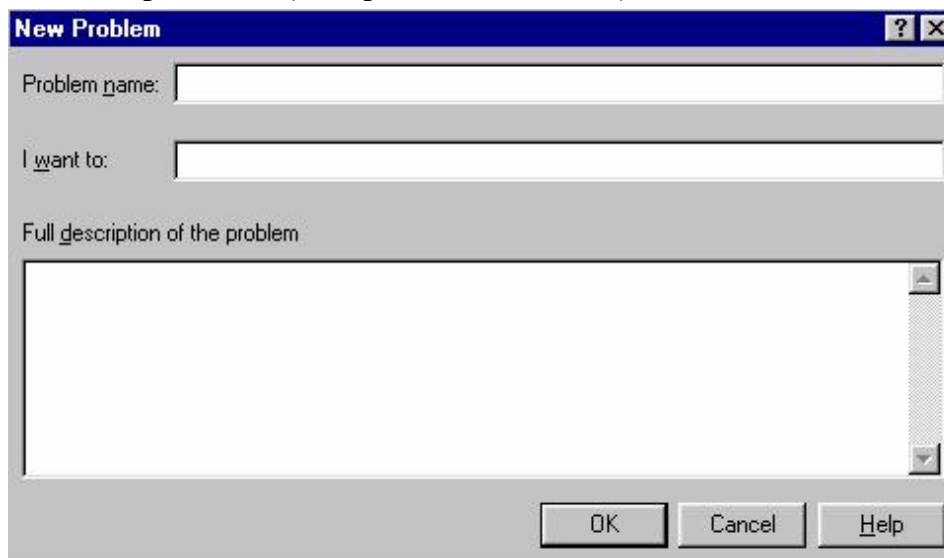
### Hledání problému

- Označte jméno prvku, působení nebo slova v příslušném seznamu.
- Zmáčkněte tlačítko Find Next (najít další).
- Pro další hledání zmáčkněte opět tlačítko Find Next.
- Pro ukončení hledání zmáčkněte tlačítko Close (zavřít).

### Volby na vyhledávání problému

- Pokud chcete najít problém podle jména prvku, zvolte tlačítko By element name.
- Pokud chcete najít problém podle názvu působení, zvolte tlačítko By action name.
- Pokud chcete najít problém podle slova, zvolte tlačítko By word.

### Definování nového problému (New problem statement)



### Zadání nového problému

Pro přidání dalšího uživatelem definovaného problému do seznamu problémů vyberte položku Add new (přidat nový) v menu Problem nebo zmáčkněte tlačítko +? .

#### Kroky k definování nového problému

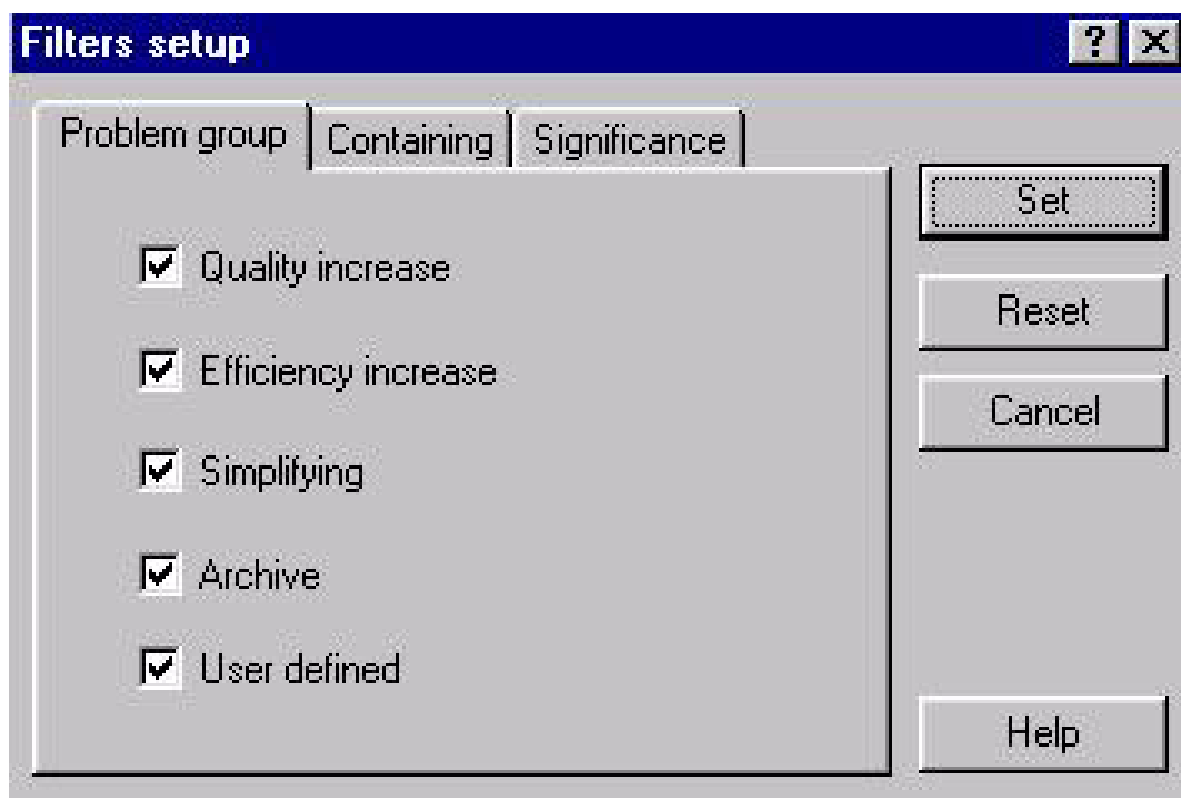
- V poli Problem name (jméno problému) napište jméno problému.
- V poli I want to (já chci) stručně popište váš problém.
- V poli Full description of the problem (úplný popis problému) napište úplný popis problému.
- Zmáčkněte tlačítko OK.

#### Nastavení filtrů (Filters setup)

Ke snížení počtu problémů zobrazených na monitoru Problem, filtrujte problémy pomocí Problem Group (skupiny problémů), pomocí Significance (významnosti) nebo podle toho, jaký prvek, působení nebo slovo obsahují.

K otevření dialogového okna Filter setup klikněte na ikonu

#### Filtr problémové skupiny



#### Filtr problémové skupiny

Výběr problémů podle skupin problémů omezí jejich počet jen na ty problémy, které jsou nejlépe řešitelné stejným modulem - Efekty, Prognózy nebo Principy.

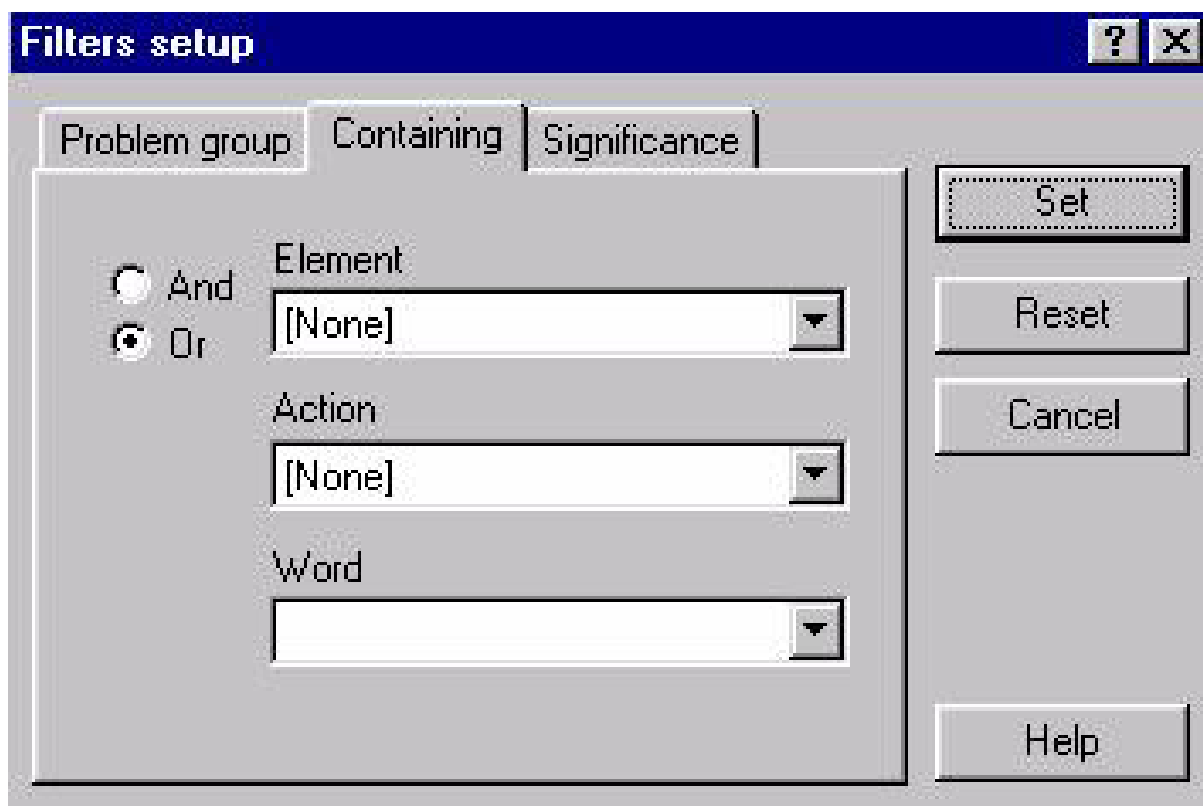
#### Kroky k filtrování problémů podle skupin problémů

- Vyberte Quality (jakost) a Efficiency (účinnost) ke zpřístupnění Prediction.



- Vyberte Simplifying (zjednodušení) ke zpřístupnění Effects.
- Vyberte User defined (uživatelsky definované) ke zpřístupnění Principles.

### Obsahový filtr



### Filtr obsahu

#### Kroky k filtrování problémů podle obsahu

- K zobrazení problému podle obsaženého prvku vyberte položku Element.
- K zobrazení problému podle obsaženého působení vyberte položku Action (působení).
- K zobrazení problému podle obsaženého slova vyberte položku Word.

Pokud chcete filtrovat podle obsaženého prvku, nebo podle působení, nebo podle slova zmáčkněte na volbu Or (nebo).

Pokud chcete filtrovat podle kombinací zmáčkněte na tlačítko And.

#### Filtr významnosti

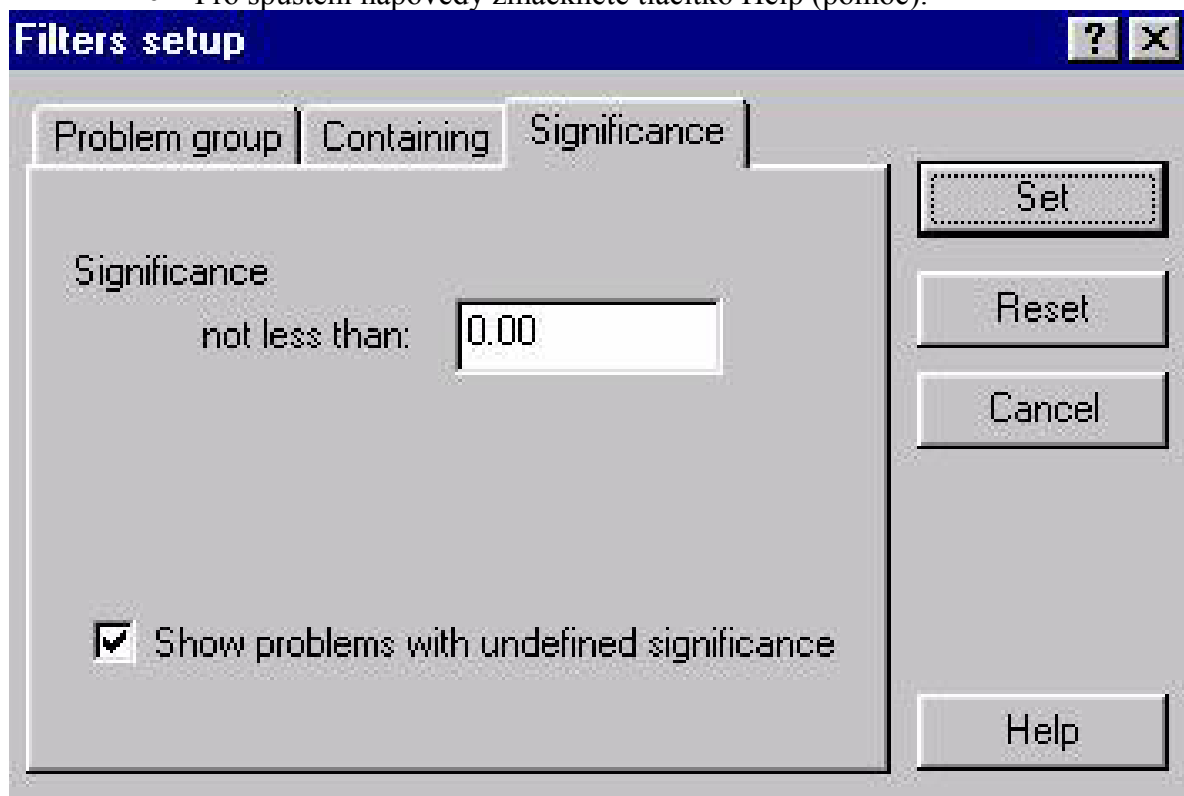
Toto nastavení filtru zobrazí jen problémy, které mají vyšší hodnotu významnosti než vložené číslo.

Pro všechny filtry:

- Pro použití volby vybrané na záložce filtru potvrďte tlačítkem Set (nastav).
- Pro nastavení na výchozí hodnoty zmáčkněte tlačítko Reset (přenastavit).
- Pro zrušení vámi vytvořených změn zmáčkněte tlačítko Cancel (rušit).



- Pro spuštění nápovědy zmáčkněte tlačítko Help (pomoc).



Filtr významu

### Třídění (Sorting)

Ke třídění problémů podle významu v mezích higher-to-lower (od největšího k nejmenšímu) nebo v mezích lower-to-higher (od nejmenšího k největšímu) klikněte na tlačítko vah v hlavním dialogovém okně Program Manager.

### 3.1.5. Efekty

Modul efektů obsahuje přes 4000 vědecko technických efektů (jevů) a příkladů. Tento modul umožní vybrat efekty na základě požadované technické funkce. Efekty se nacházejí v příslušné databázi efektů, teorémů, zákonů a jevů. Efekty jsou jednou z alternativních cest k hledání řešení, metod řešení problémů.

#### Použití vyhledávacích polí



Vyhledávání

Tato volba vyhledává slova v názvech skupin funkcí (function groups), funkcí, v seznamu efektů a příkladů, ve skupinách zdrojů, a ve zdrojích.

- Vyberte název skupiny, ve které chcete vyhledat efekty a příklady.
- Vložte do popíčka slovo nebo slova, která chcete nalézt ve vybrané skupině.

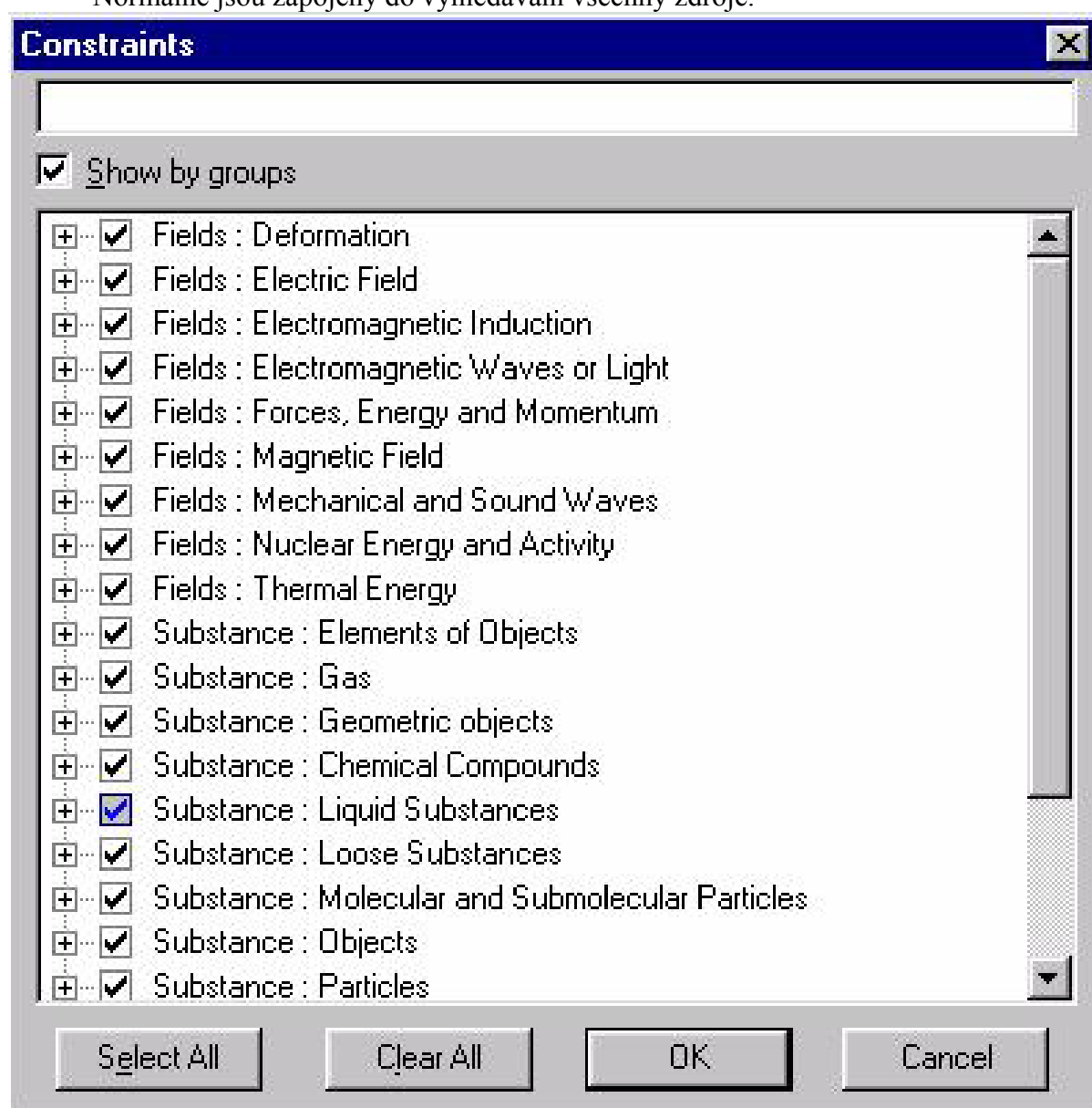
• Klikněte na tlačítko (Search) nebo stiskněte Enter na klávesnici k zahájení hledání v databázi.

- Vybírejte požadované efekty nebo příklady buď ze složek v levé části obrazovky nebo je vybírejte v modrém textu na pravé straně ve stromu funkcí (Function Tree).
- Kliknutím na tlačítko Reset uzavřete všechny otevřené složky ve stromu funkcí.
- Kliknutím na třídící filtr (Constraints filter) zredukujete velikost databáze funkcí, kterou použijete k vyhledání efektů nebo příkladů. Bude diskutováno dále.
- Odstraňte značku zatržení ve skupině funkcí a/nebo efektů a tím vyloučíte ty části databáze funkcí, které nechcete použít pro hledání.

### Vymezení zdrojů

Vymezení zdrojů eliminuje ty efekty a příklady z vyhledávání, které neodpovídají jistým kritériím. Používá se v případě, že hledáme ve stromu funkcí (Function Tree).

Normálně jsou zapojeny do vyhledávání všechny zdroje.



Vymezení zdrojů

Filtr vymezení zdrojů (Resource Constraint filter) pracuje se všemi konfiguracemi stromu funkcí (Function Tree): Funkce, Skupiny funkcí, Zdroje, Skupiny zdrojů, a Seznamu efektů/příkladů.

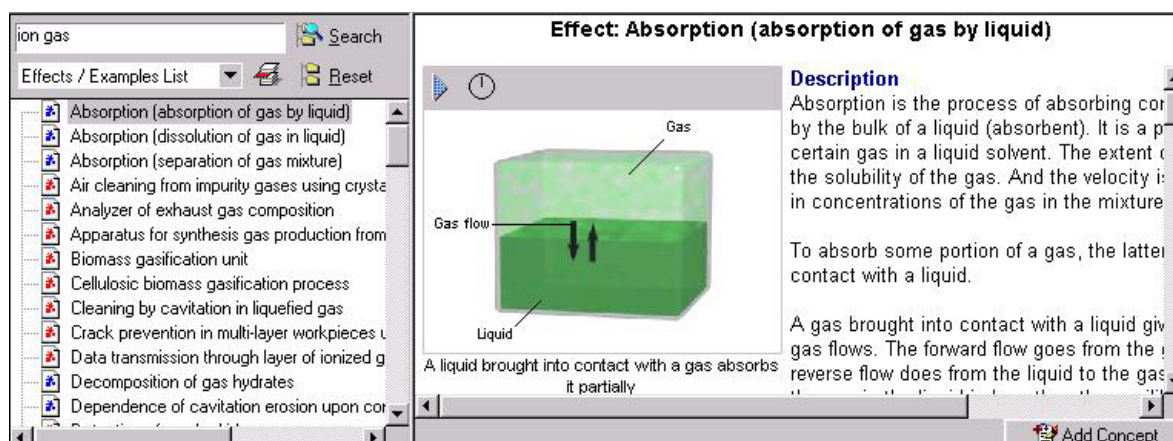
- Klikněte na ikonku (listy nad sebou) k vymezení zdrojů (Resource Constraints) ve vyhledávacím poli (Search field) a tím se zobrazí třídící dialogové okno (Constraints dialog box).

Když otevřete efekt nebo příklad ze stromu funkcí (Function Tree), vymežující seznam (Constraints list) ukáže zdroje pro daný konkrétní záznam zešedlým rámečkem a modrou kontrolní značkou.

Jestliže se nacházíte v propojovacím módu (Connect) nebo řídicím módu (Control), zobrazí se také vazby na efekty nebo příklady, jejichž zdroje nebyly eliminovány.

Pro reaktivaci efektů nebo příkladů vyberte zdrojový filtr (Resource filters) a zpětně označte zatržením efekty nebo příklady, které předtím nebyly označeny.

- Odstraňte zatržení v kontrolním okénku (Show by groups) pod textovým oknem pro zobrazení abecedního seznamu zdrojů.
- Kliknutím na Select All aktivujete všechny zdroje k vyhledávání.
- Kliknutím na Clear All deaktivujeme všechny zdroje z vyhledávání.



Příklad volby efektu

- Kliknutím na Cancel zavřete vymežující dialogový box (Constraints dialog box) bez uplatnění změn.
- Kliknutím na Ok tlačítko potvrdíte provedené změny a zároveň uzavřete vymežující dialogový box.

### Výběr efektu nebo příkladu

Pro zobrazení a prohlížení efektu nebo příkladu klikněte na jeho název v databázovém seznamu. Když se kurzorová šipka nachází na názvu efektu nebo příkladu znázorňuje se na obrazovce jeho malý obrázek.

Příklady (Examples) jsou označeny červenou ikonou a efekty (Effects) modrou ikonou vedle názvu.

K prohlížení obrázků efektů nebo příkladů ve stromu funkcí (Function Tree) je nezbytné mít nastaveno v grafickém režimu nejméně 256 barev (Control Panel, Windows settings). Doporučuje se více než 256 barev.

Když vyberete požadovaný příklad nebo efekt, objeví se v pravém okně animace efektu, popis efektu, relevantní příklady k efektu, a relevantní příklady a efekty k příkladu.

### Obrazovka efektů

Modul efektů v TechOptimizeru obsahuje detailní informace k vybranému efektu nebo příkladu. Modul efektů ukazuje dvě animace pro efekt, ale jen jednu animaci k příkladu.

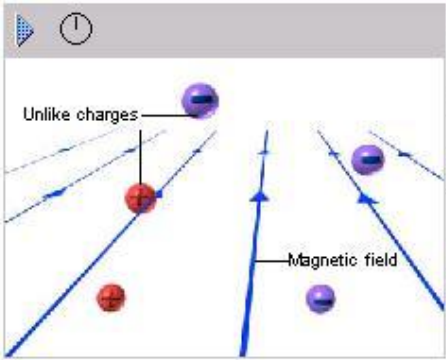
Horní animace představuje obecně podstatu jevu či efektu (tzv. "makro" animace) a dolní animace představuje detailní vzhled do podstaty efektu ("mikro" animace).

U příkladu je k nahlédnutí pouze makro animace. Najednou může probíhat pouze jedna animace.

K přehrání animace klikněte dvakrát na obrázek nebo jednou klikněte na tlačítko (šipka)

Ikona (stopky) indikuje časovou pozici animace.

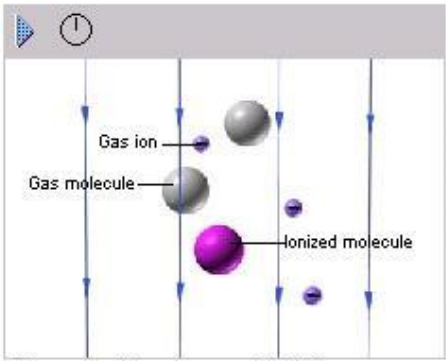
**Effect: Ion currents in gases**



A magnetic field causes ion current in the gas

**Description**

In a gas, an electrically charged particle (ion) can move away for a distance, at which its activity does not depend on the external medium. When a charged particle moves in a gas in an external magnetic or electric field, the particle circumscribes a larger part of its magnetron spiral trajectory. This trajectory can be broken as a result of its collision with another particle or molecule of the gas. Collisions alter the direction of the particles' motion transferring them to new trajectories. When collisions are heavy, ionization of molecules may occur, and in addition to the initial moving particle, a gas ion and a free electron may appear. The period of curvilinear motion of a particle in a magnetic or electric field does not depend upon its energy and is determined by the particle mass and charge, and by the field value. The charged particles move under the action of the Lorentz force which is perpendicular to the particle velocity.



The application of a magnetic field causes an ordered motion of ions in a gas

**See Also**

Example: [Data transmission through layer of ionized gases](#)  
Example: [Ion control system in ionized medium for radio communication](#)  
Example: [Space vehicle communication](#)

**Advantages**

The effect is applied at a high temperature and a rather low density of gas.

**Effect Index**

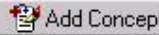
n – ion mobility  
U – [ionization](#) potential

**Limitations**

$10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} < n < 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $1\text{eV} < U < 30 \text{ eV}$

**Formula**

$I = F(R, E, e, m, T)$



Příklad volby efektu a jeho charakteristika

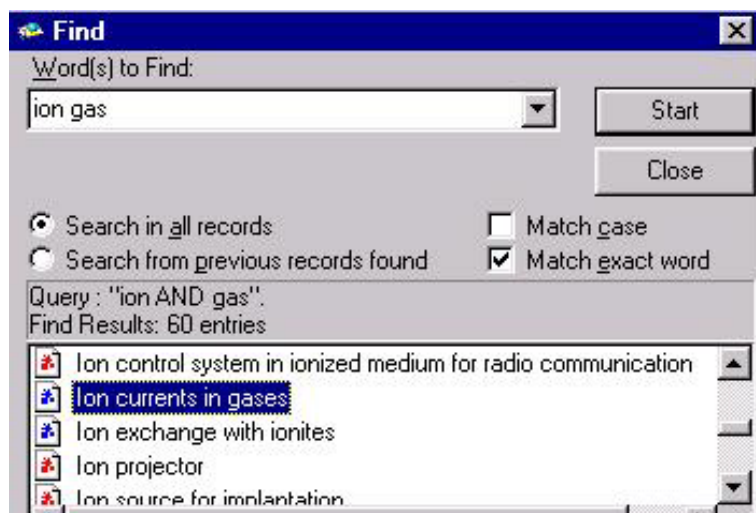
Můžeme také přemísťovat tuto ikonu (stopky) myší a tím posouvat animaci krok za krokem. Kliknutím na (čtvereček) tlačítko je možno zastavit probíhající animaci.

Jestliže prohlížíte efekty nebo příklady a právě se nacházíte v režimu modulů Connect nebo Control, kliknutím na tři kolečka vodorovně nad připojeným (Connect) efektem nebo příkladem získáte popis aktivního připojeného efektu nebo příkladu, a nebo kliknutím na tři kolečka nad sebou nad řídicím (Control) efektem nebo příkladem získáte rozšířené vysvětlení příkladu nebo efektu.

### Text k efektu nebo příkladu na pravé straně od animací obsahuje:

- Popis (Description) efektu nebo příkladu
- Vztahující se efekty nebo příklady v části See Also sekci
- Výhody (Advantages) efektu nebo příkladu
- Formulaci problému (Problem statements) a jeho řešení (Solutions) u příkladů
- Index efektu (Effect index) definuje parametry, které charakterizují daný efekt
- Omezení (Limitations) efektů a jejich parametrů
- Materiálové reference efektů
- Vzorce (Formula) k efektům
- Podmínky (Conditions) použitelnosti efektů
- Reference a literatura k efektům a příkladům
- On-line technický hypertextový slovník

### Režim vyhledávací (Find feature)



#### Režim vyhledávání

- Vyberte typ prohledávání zatržením (Match case - odpovídající případy nebo Match exact word- přesně odpovídají slova)
- Kliknutím na tlačítko (Start) zahájíte hledání:

Jestliže požadujete nalezení jednotlivých slov v popisech příkladů nebo efektů, vyhledávací funkce (Find) hledá v databázi efektů (Effects) ten efekt nebo příklad, který obsahuje slovo zapsané do vyhledávacího políčka (Find field).

- Klikněte na tlačítko (dalekohled) nebo vyberte Edit/Find z lištového menu.
- Zadejte slovo v políčku Word(s) to Find.

- Vyhledávací okno (Find screen) se zvětší a v jeho dolní části se objeví nalezené položky.
- Po ukázání kurzorem na jednotlivé položky se objeví miniaturní obrázek efektu nebo příkladu.
- Výběrem (terčík Search from previous record found) přepínače zůžíte původní hledání.
- Kliknutím na některý z nalezených příkladů nebo efektů se zobrazí jejich animace a popis.
- Text v popisu efektu nebo příkladu bude obsahovat slova zvýrazněná žlutou barvou, tj. ta slova, která jste zapsali k vyhledání.
- Kliknutím na (Close) tlačítko uzavřete vyhledávání (Find).
- Tento vyhledávací režim (Find) si pamatuje posledně hledaná slova.

### **Režim propojovací (Conect Feature)**

Propojovací režim (Connect) umožňuje řetězové propojování těch efektů a příkladů, které mohou pracovat s vybraným (klíčovým) efektem. Přemýšlejte nad řetězcem propojených efektů jako o systému nebo jako o procesu. Váš vybraný (klíčový) efekt nebo příklad je vždy znázorněn na konci řetězce jako výstup procesu. Vstupem procesu je zleva připojený efekt. Vstup vašeho vybraného (klíčového) efektu nebo příkladu je propojen s výstupem připojeného efektu.

Ikona (knedlík) mezi efekty indikuje, který řetězec je právě zobrazován.

Spuštění režimu propojování (Connect ) pro hledání efektů a příkladů vhodných k propojení se provádí přes Function tree a výběrem View/Connect z lištového menu, nebo kliknutím na (dva knedlíky spojené trojúhelníkem) v horní liště.

### **Režim řízení (Control Feature)**

Režim řízení (Control) vyhledává takové efekty, které mohou být použity pro řízení vnitřních charakteristik vašeho (klíčového) efektu. Řízení charakteristik je možné pouze pro efekty, nikoli pro příklady.

#### **Pro start režimu řízení:**

- Klikněte na ikonu (knedlík na dvou šipkách zesponu) v horní liště nástrojů, nebo vyberte View/Control z lištového menu.
- V režimu řízení:
  - Pro spuštění animace nahlédněte do textu v části 4.5
  - Klikněte na (šipku zlomenou vpravo dolů) k nahlédnutí dalších efektů vztahujících se k existujícímu řízenému parametru vašeho vybraného (klíčového) efektu.
  - Kliknutím na (tři knedlíky nad sebou) se otevře modul Efektů (Effects) a objeví se řídicí efekt.
- Kliknutím na hypertext v části textu See Also spustíte modul Efektů a objeví se připojené příklady.



- Kliknutím na hypertext v částech textu se zobrazí příslušné definice vztahujících se termínů.

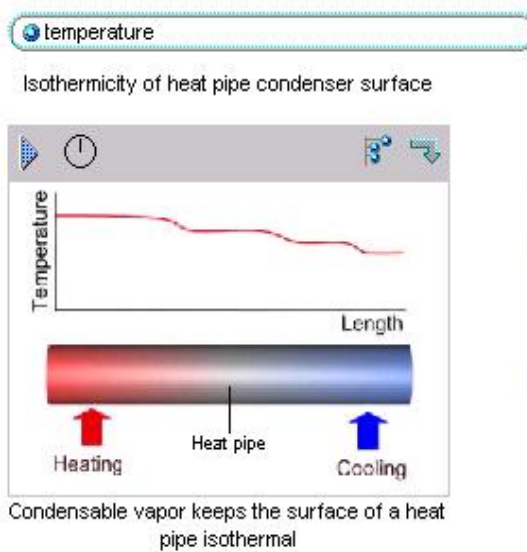
Příklady (Examples) nejsou používány v režimu řízení, protože příklady nemají odpovídající výpočtové vztahy, které by obsahovaly parametry vhodné k řízení.

### Režim uživatelských efektů (User Effect Feature)

Režim uživatelských efektů (User Effect) napomáhá organizovat znalosti použitím vašich vlastních vědeckých nebo inženýrských efektů. Vaše efekty můžete připojovat do modulu efektů (Effects) jako nové položky - efekty.

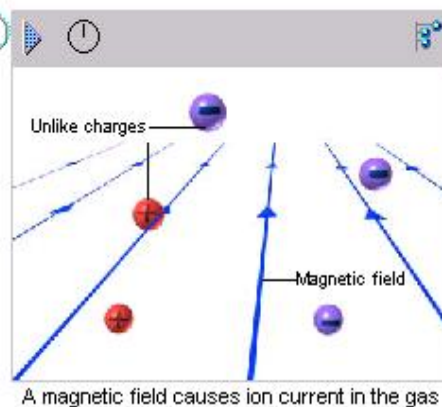
**New concept: vapor condensation can change temperature.  
Temperature can change ion current generation**

Ion currents in gases



#### Description

In a [heat pipe](#) condenser, saturated vapors condense on the surface being cooled. The fluid-vapor system conditions are close to equilibrium. If, for some reason, the condenser surface temperature decreases (as in the case of non-uniform heat abstraction or wick non-uniformity), the [condensation](#) equilibrium will be disturbed. This will cause a larger quantity of vapor to stream to the cooler zone. The vapor will condense, liberating latent heat, and it will heat this zone to the equilibrium state. A decrease in the condensation temperature will cause the



#### Description

In a gas, an electrically charged particle (ion) can move away for a distance, at which its activity does not depend on the external medium. When a charged particle moves in a gas in an external magnetic or electric field, the particle circumscribes a larger part of its magnetron spiral trajectory. This trajectory can be broken as a result of its collision with another particle or molecule of the gas. Collisions alter the direction of the particles' motion transferring them to new trajectories. When collisions are heavy, [ionization](#) of molecules may occur, and in addition to the

### Nová koncepce

Dialog v rámci dialogového boxu režimu uživatelských efektů (User Effect dialog box) se vás zeptá na jméno vašeho efektu a na názvy vstupní a výstupní funkce. Máte k dispozici až tři popisy říditelných parametrů (Control descriptions) pro popsání efektu, který zavádíte do databáze.

- Klikněte na (knedlík s odraženou šipkou) v horní liště nástrojů modulu efektů (Effects) nebo použijte User/New User Effect složku menu pro vytvoření uživatelského efektu.

- Dvojitým kliknutím v poli <User Effect> vložte jméno vašeho efektu.
- Kliknutím na obdélníky vstup (input) a výstup (output) pod popiskou Connect description charakterizujte vstup a výstup vašeho (uživatelského) efektu.
- Kliknutím na políčka pod popiskou Control description zapište říditelné parametry vašeho efektu.
- Do spodního pole napište poznámky nebo komentář k vašemu efektu (User Effect).
- Klikněte na tlačítko (list s ohnutým rožkem) v dialogovém boxu nebo výběrem User/New User Effect v lištovém menu pro vytvoření nového
- Klikněte tlačítko (dva knedlíky spojené trojúhelníkem) k nahlédnutí uživatelského efektu jako koncového v řetězci efektů Connect chain.
- Kliknutím na tlačítko (ikona modulu efektů) v editovací liště nástrojů (Editing toolbar) se vrátíte do modulu efektů a aktuálního uživatelského efektu.
- Klikněte na tlačítko (otevřít složku) v dialogovém boxu nebo výběrem User/Open User Effect v lištovém menu pro otevření uloženého uživatelského efektu.
- Klikněte na tlačítko (disketa) v dialogovém okně nebo výběrem User/Save User Effect v lištovém menu pro uložení uživatelského efektu.
- Klikněte na (píšící tužka) tlačítko v dialogovém okně nebo výběrem User/Edit User Effect Description v lištovém menu aktivujte vestavěný RTF editor pro uživatelské efekty.

Vložené informace k efektu jsou zobrazeny na obrazovce uživatelského efektu.

Všechny uživatelské efekty jsou zařazeny do jedné složky. Tato složka je umístěna nejnižší ve stromu funkcí.

### 3.1.6. Prognózy (Prediction)

Modul Prediction aplikace TechOptimizer navrhuje možná řešení technického problému. Umožňuje také zkoumat možné vývojové tendence systému. Tyto tendence se zakládají na standardních postupech, jakými se technické systémy obvykle vyvíjejí, zdokonalují.

Modul Prediction rozděluje tyto tendence do dvou vývojových linií:

#### **Transformation linie a Measurement linie.**

Transformation linie obsahuje vývojové postupy, kterými se systémy obvykle vyvíjejí, když je vyžadována změna objektů nebo jejich přemístování.

Measurement linie obsahuje vývojové postupy, kterými se obvykle nalézají nové možnosti měření vlastností objektů.

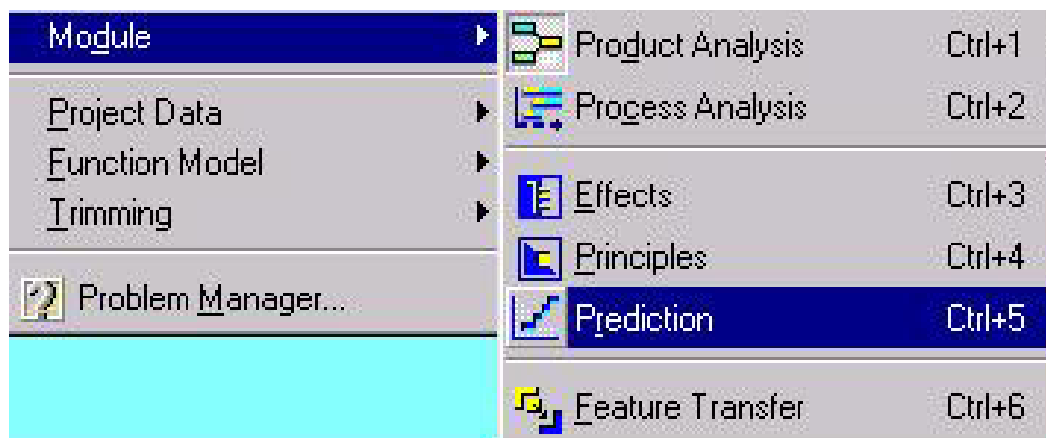
Pokaždé, když naleznete vhodný postup k řešení vašeho problému, můžete uložit text nalezeného postupu (Prediction text) do zprávy.

#### **Spuštění modulu Prediction**

Klikněte na ikonu v menu Navigator / Module / Prediction.



## Transformation line



Transformation line pomáhá uživateli rozpoznat nové a inovační postupy transformací daného technického problému jako odezvu na pojmenování existujících nedostatků technických problémů.

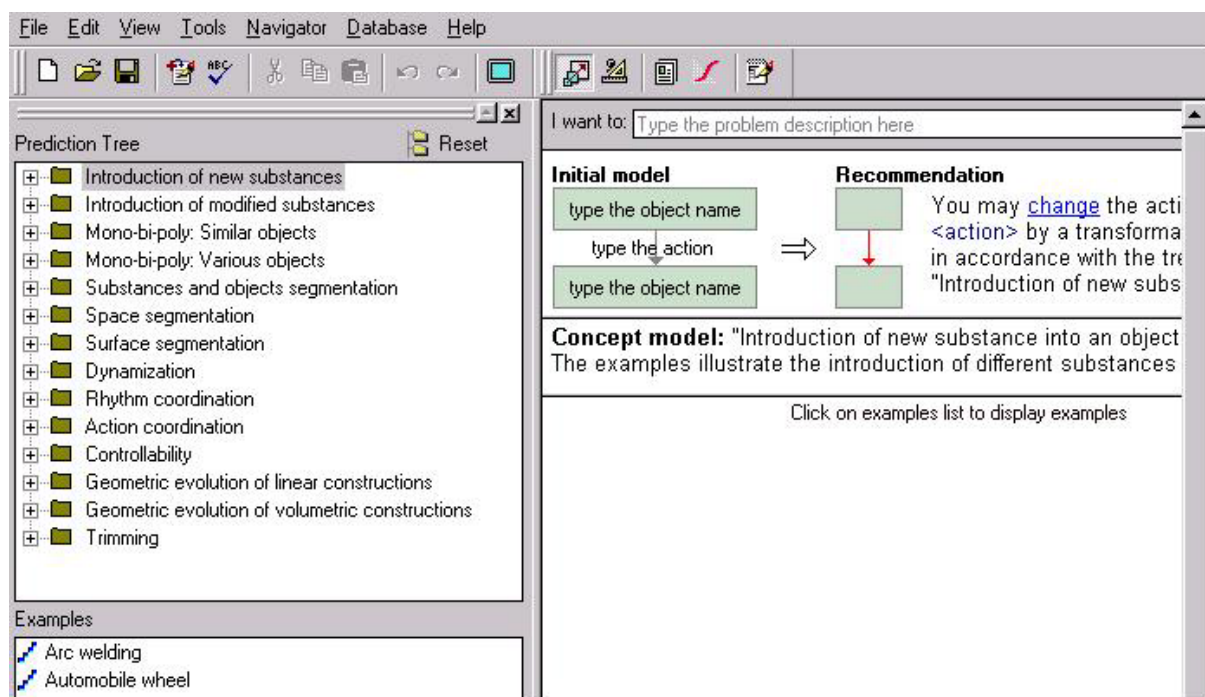
Možné cesty v rámci Transformation line jsou následující:

- Zavádění nových látek
- Zavádění modifikovaných látek
- Mono-bi-poly: Podobné objekty
- Mono-bi-poly: Různé objekty
- Segmentace látek a objektů
- Segmentace prostoru
- Segmentace povrchu
- Dynamizace
- Koordinace rytmu - slad'ování
- Koordinace působení - slad'ování
- Geometrický vývoj lineárních konstrukcí
- Trimming - svinování prvků

### Použití obrazovky Transformation line

Klikněte na tlačítko (čtverečky za sebou Transformation) v dolní části Prediction Tree nebo na podobnou ikonu na liště nástrojů v Prediction.

Na levé straně obrazovky Prediction, zvolte tendenci (Transformation Trend), kterou chcete prozkoumat.



### Obrazovka prognóz

Vkládané informace budou součástí vaší zprávy.

- Vložte informaci o vašem problému jednou větou do políčka: **I want to:**



### Zápis problému

- Vyplňte názvy prvků a působení mezi nimi do počátečního modelu problému - **(Initial Model)**

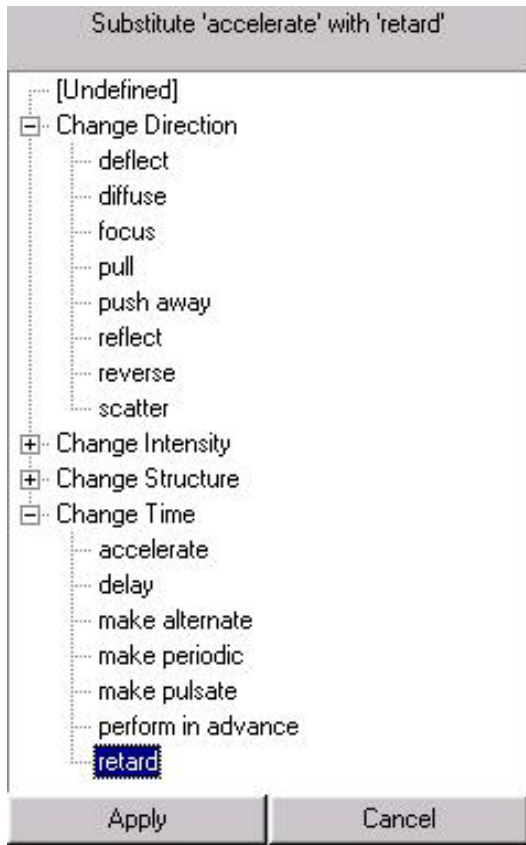
Jako prvky problému vložte ty prvky, mezi nimiž je působení, které chcete změnit.

Na tomto místě jsou uvedeny objekty spojené s řešeným problémem. Lze zadat jeden nebo dva objekty.

Jestliže vstoupíte na obrazovku Prediction přes Problem Manager, objekty související s daným problémem a působení mezi nimi, jsou již zapsány v příslušných políčkách automaticky. Jestliže nejsou políčka ještě vyplněna, lze na ně kliknout a informace doplnit. Je-li toto v pořádku, můžeme kliknout na položku change. Je zde nabídka čtyř možných změn působení.

Kliknutí na tlačítko + způsobí rozvinutí nabídky změn na více možností.

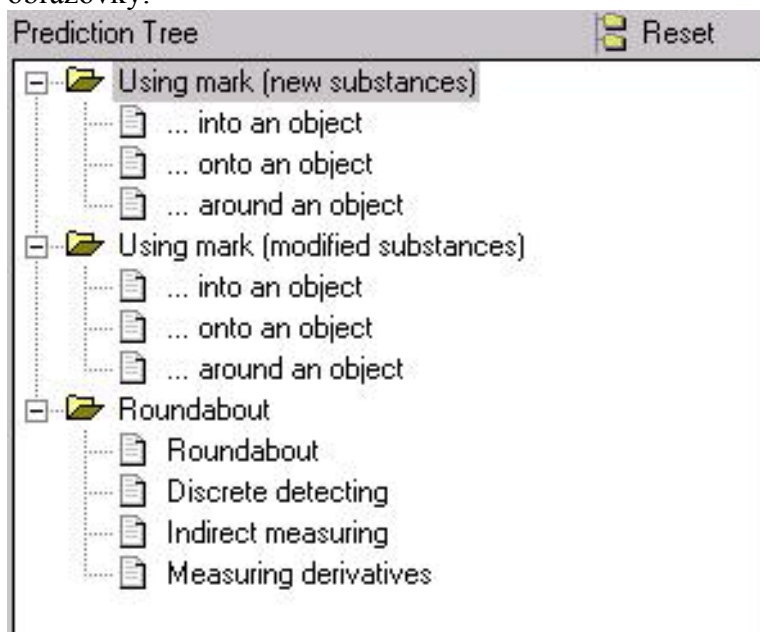
V okně Transformation se lze pohybovat šipkami na předcházející transformační linii a následující linii.



### Možné změny

zvolte postup pro Measurement, se kterým chcete pracovat.

Příklady, které souvisejí se zvoleným postupem jsou dostupné na spodní levé části obrazovky.



Strom prognóz

působící budou již zapsány v příslušných políčkách automaticky s názvy Object a Feature. Na

### O Measurement Line

Možné cesty měřících linií (Measurement Line) jsou tyto:

Jsou zde čtyři hlavní způsoby k měření charakteristik daného objektu.

Zahrnují použití:

- Marks (značkování) - zavádění látek nebo modifikovaných látek do objektu pro zobrazení informace o jisté měřené charakteristice.
- A new substance - nová zaváděná látka pro potřeby značkování měřeného objektu
- A modified substance - modifikovaná látka pro potřeby rozšíření citlivosti značkování
- Roundabout - nepřímé metody k provedení měření

### Použití obrazovky Measurement Line

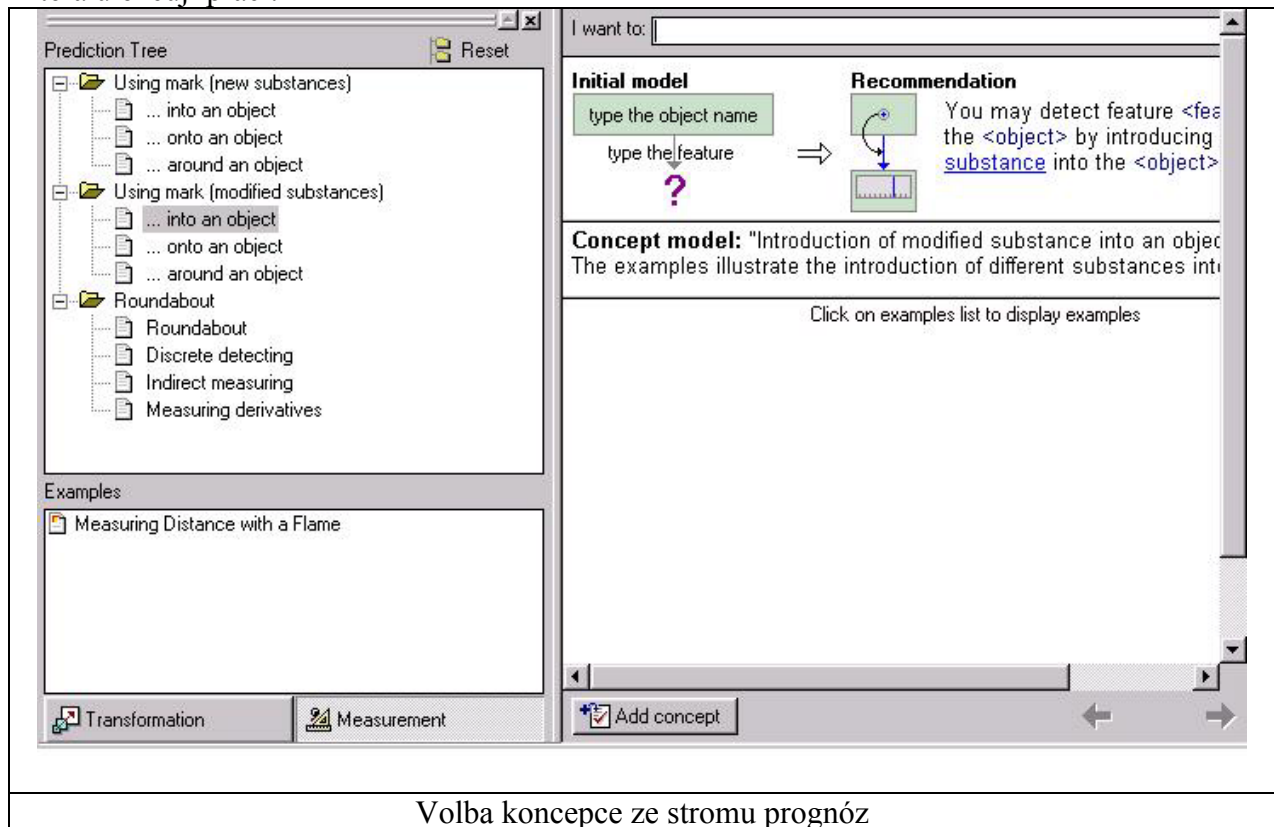
Klikněte na tlačítko (pravítko) dole v Prediction Tree nebo na ikonu (pravítko) na liště nástrojů Prediction. Na levé straně obrazovky

Informace, které zapíšete, jsou vkládány do závěrečné zprávy. Zadávejte tyto informace do okna:

- Jednu větu, která popisuje daný problém: **I want to:**
- Doplňte počáteční model informacemi (Initial model):

Jestliže se dostanete na obrazovku Prediction přes Problem Manager, objekty související s daným problémem a vlivy mezi nimi

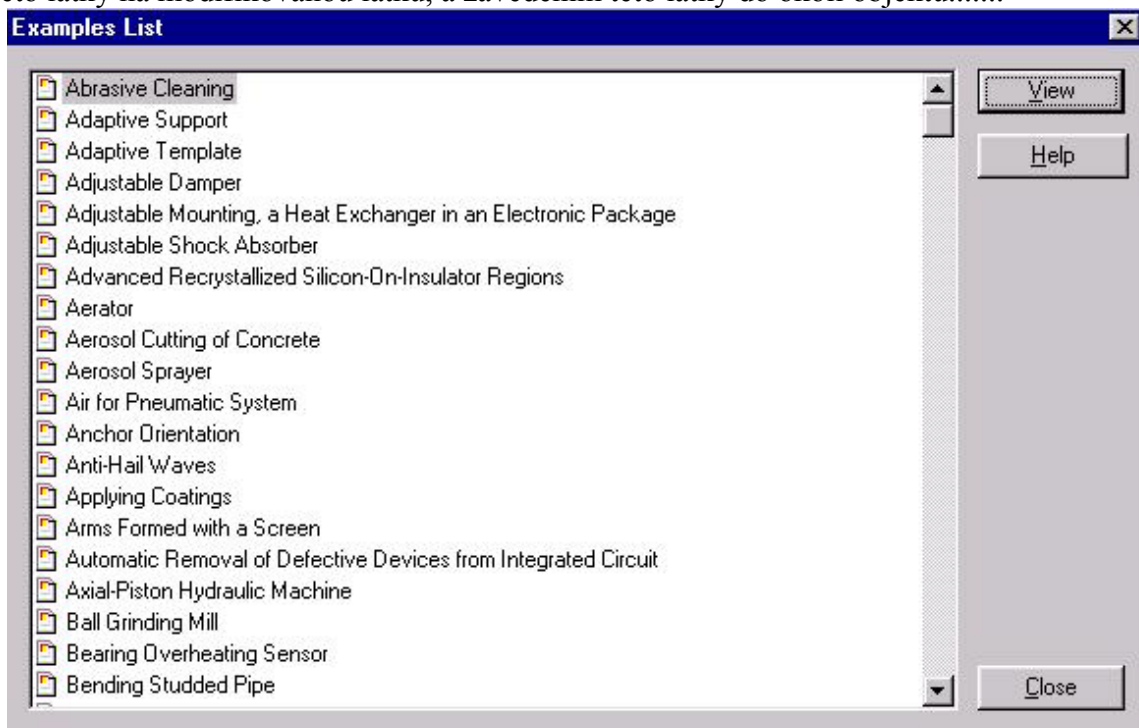
obrazovce Prediction se během práce objevují doporučení, související s řešeným problémem, která ulehčují práci.



Volba koncepce ze stromu prognóz

Například: Doporučení (Recommendation)

Můžete detekovat objekt..... pomocí jedné z látek, obsažené v objektu a transformací této látky na modifikovanou látku, a zavedením této látky do okolí objektu.....



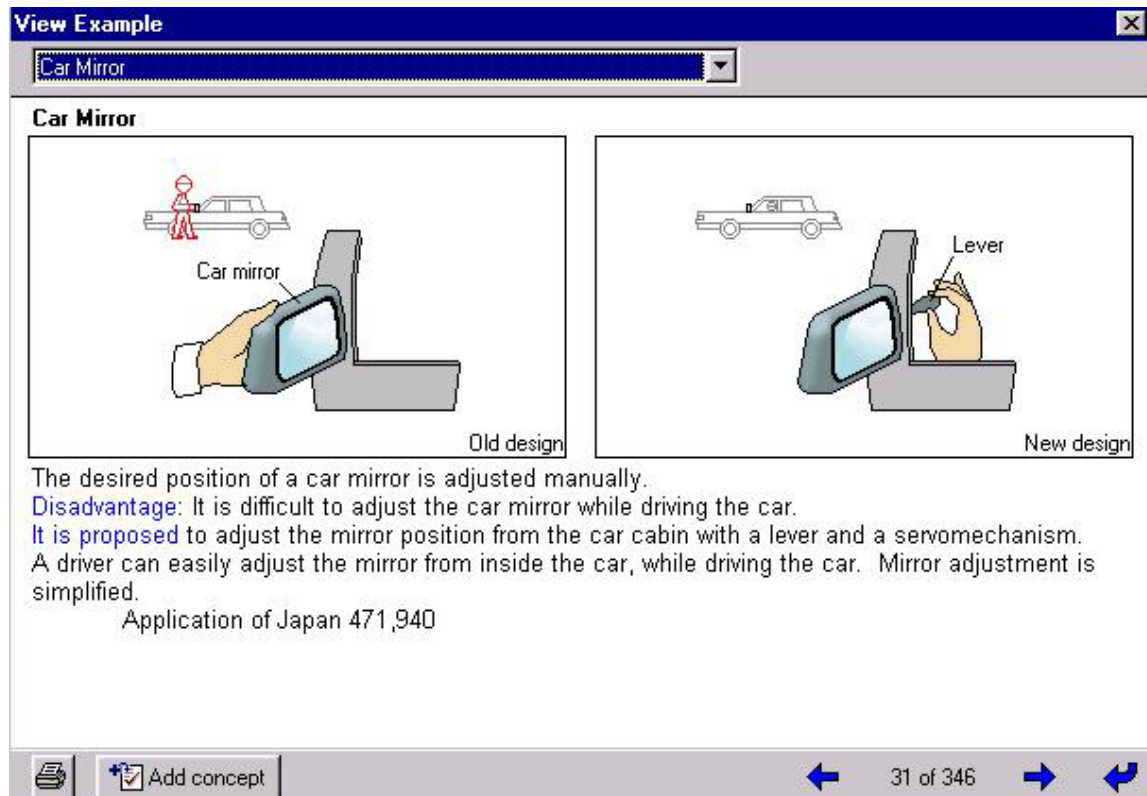
Obrazovka příkladů prognóz

V tomto příkladu kliknutí na modifikovanou látku (modified substance) vám umožní prohlížení soupisu látek, které modul Prediction doporučuje pro nové řešení technického systému. Kliknutí na tlačítko + způsobí rozvinutí nabídky k vašemu posuzování specifických doporučen. Klikněte levým tlačítkem myši na tu položku, kterou chcete prozkoumat.

V okně Measurement se lze pohybovat také kurzorovými tlačítky:

- pro pohyb ve zvolené složce Measurement line slouží vodorovné šipky,
- pro pohyb mezi jednotlivými složkami Measurement line slouží svislé šipky.

### Prohlížení příkladů v databázi



### Prohlížení vybraného příkladu

Volbou Database / Example list nebo kliknutím na ikonu (listy za sebou) na liště nástrojů se objeví seznam příkladů:

Tento výpis představuje všechny příklady použité v modulu Prediction. Tlačítkem View, nebo dvojitým kliknutím, lze zobrazit zvolený příklad. Close uzavře okno. Help poskytne nápovědu.

Zobrazený příklad může vypadat následovně:

Okno má čtyři části:

- Název příkladu
- Dvě vyobrazení systému: staré řešení a nové uspořádání po aplikaci doporučeného řešení
- Text, který popisuje příklad, nevýhody a odkazy
- Ovládací tlačítka:
  - Pro tisk obrazovky.



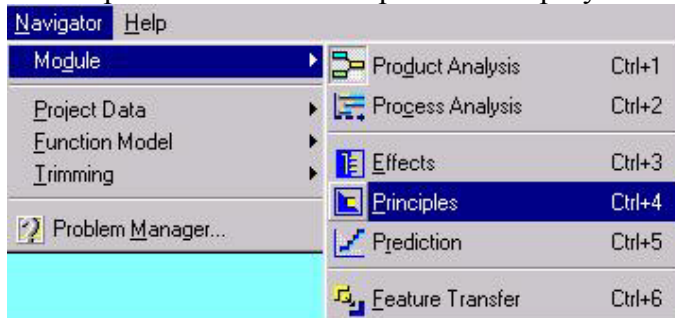
- Pro vložení příkladu do seznamu návrhů (General Concepts).
- Vodorovnými šipkami lze procházet databázi příkladů.

### 3.1.7. Principy (Principles)

#### Co jsou Principy

Protože technický systém je zpravidla složitý, existuje mnoho relací mezi jeho částmi.

Velmi často, jestliže jednu vlastnost systému zdokonalíme, jiná se zhorší. Jestliže nastává taková situace, je použitelný modul Principles, který nabízí 40 principů. Principy vám mohou pomoci zmírnit nebo překonat rozpory mezi vlastnostmi a tím situaci řešit.



Volba principů

Tyto principy vznikly analýzou, více než 2.5 miliónu patentů. Modul Principy nabízí 39 typických technických charakteristik, parametrů. Dvojice rozporných charakteristik tvoří matici -tzv. Altšullerovu tabulku. První z dvojice rozporných charakteristik nazýváme Improving Feature (zlepšovaný parametr, charakteristika) a druhou

Worsening Feature (zhoršující se charakteristika, parametr).

Tabulka není symetrická. Jestliže bychom dvojici charakteristik přehodili v pořadí, (zhoršující jako první a zlepšovanou jako druhou) doporučené principy v tabulce nemusí být shodné s předcházejícím případem. Jakmile specifikujete dvojici rozporných charakteristik, které jsou obsaženy ve vašem technickém problému, modul Principy vám doporučí ty principy, které jsou užitečné pro eliminaci tohoto rozporu. Na příkladech připojených k jednotlivým principům se můžete podívat, jak byl příslušný princip konkrétně použit pro řešení téhož nebo velmi podobného rozporu v jiném technickém systému. Jestliže shledáte použitelnost nějakého principu pro řešení vašeho rozporu, můžete princip připojit ke zprávě o řešení vašeho problému.

#### Spuštění modulu Principy

Buď volbou z menu Navigator / Module / Principles.

Nebo můžete také kliknout na ikonu Principles dole na nástrojové liště modulů (Modules).

#### Použití Principů

Po spuštění modulu Principů se objeví hlavní okno. Začněte vyplněním hlavičky Problem - definováním problému. Jestliže jste modul Principles spustili z Problem managera, mohou být některé informace již zapsány.

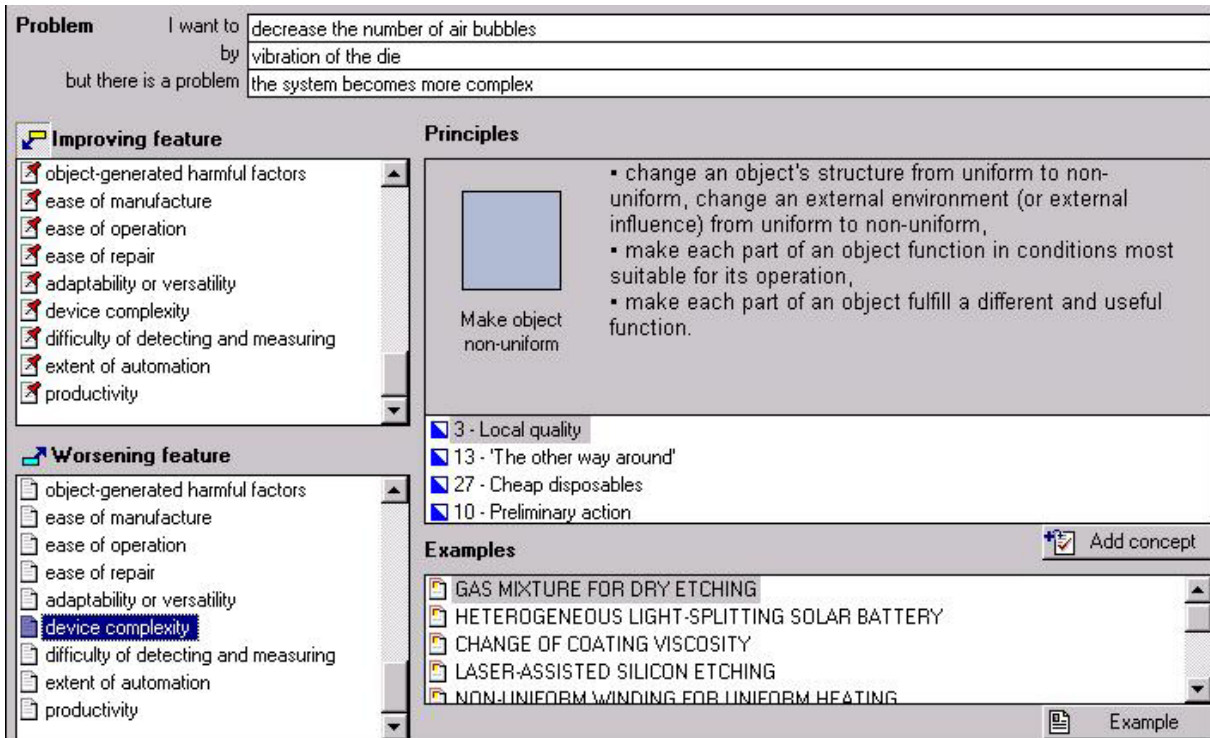
- **I want to** - zapište, čeho chcete dosáhnout, co chcete zlepšit
- **by** - jak toho chcete dosáhnout
- **but there is a problem** - popište, která charakteristika se v systému zhorší.

Všechny zadané informace se objeví ve výsledné zprávě.

Okno s naším příkladem může vypadat takto:

V nabídce Improving feature vyberte vlastnost, charakteristiku, která nejvíce odpovídá vašemu cíli.

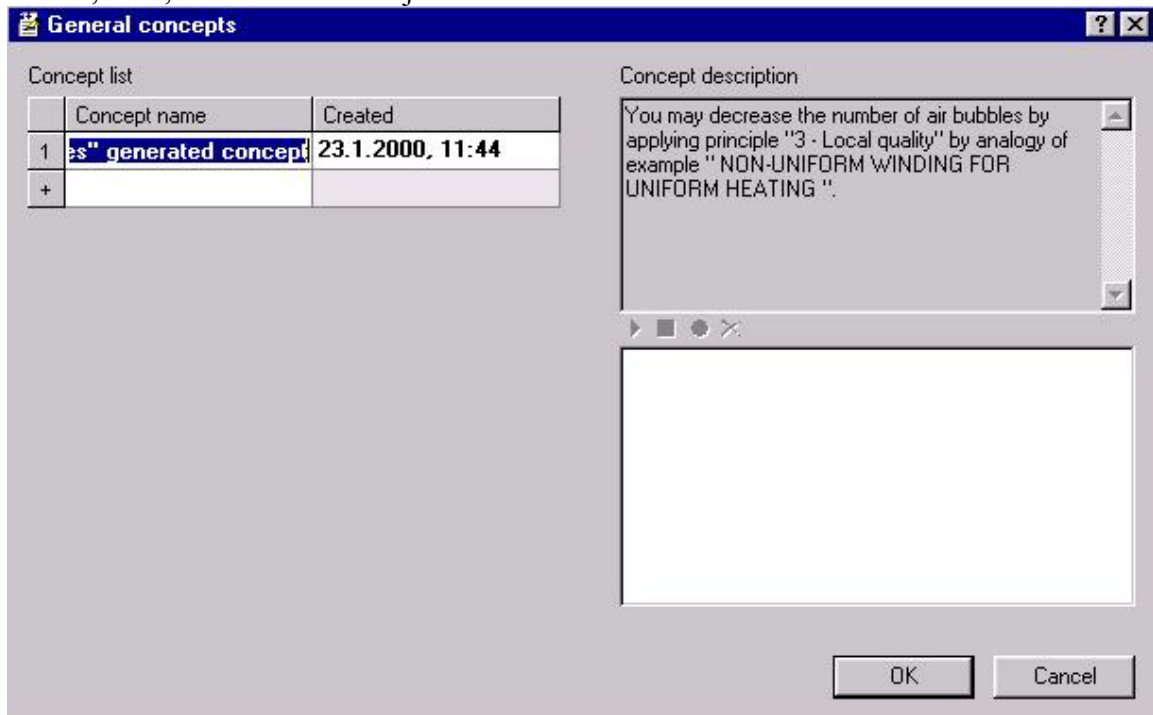
Ikona se šipkou u každé položky znamená, že výčet charakteristik je neměnný, pevný - obsahuje 40 charakteristik. Jestliže nemůžete nalézt přesně odpovídající charakteristiku k



Obrazovka principů

vašemu cíli, zkuste vybrat charakteristiku nejbližší co do významu k tomuto cíli.

V seznamu Worsening feature vyberte charakteristiku, která nejlépe popisuje váš problém, totiž, že se něco zhoršuje.



Ukládání koncepcí

Když byste volili několik rozdílných položek v okně Improving feature, zjistíte, že počet položek zobrazených v okně Worsening feature se mění. Je to dáno tím, že ne všechny páry Improving/Worsening charakteristik mají doporučené principy. Ukazují se jen ty páry, které mají alespoň jeden doporučený princip k řešení rozporu.

Ikona (papír s ohnutým rohem) u každé z položek Worsening feature značí, že počet těchto položek se mění.

Může se stát, že charakteristika v Improving feature se velmi dobře shoduje s definicí vašeho cíle, vaší zlepšované charakteristiky, v problému, ale nemusíte nalézt vhodnou charakteristiku v okně Worsening feature k vaší zhoršující se charakteristice. V takovém případě můžete kliknout na tlačítko šikmé šipky nad seznamem charakteristik.

To způsobí, že nyní bude počet položek v okně Worsening feature pevný a naopak výpis v okně Improving feature bude proměnný. Způsobí to tedy inverzi matice. Sloupce se nyní stanou řádky, ze kterých můžete vybírat jako v pevném seznamu.

Jelikož je tabulka zlepšovaných/zhoršujících se charakteristik nesymetrická, v okně se objeví nové možnosti charakteristik a může se stát, že naleznete vyhovující shodu s vlastními charakteristikami. V tomto případě hledejte nejlépe odpovídající charakteristiku ve Worsening feature a pak v Improving feature.

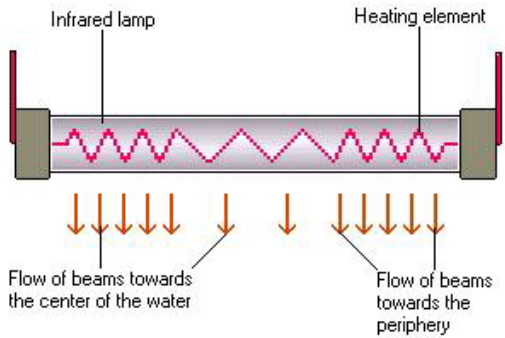
- Klikněte na šikmou šipku dolů k návratu do výchozího stavu tabulky.

Níže je uveden obrázek, který se objeví napravo v okně Principy. Je zde uveden stručný popis vyznačeného principu a dole několik příkladů z patentovaného stavu techniky, které demonstrují využití onoho principu v různých technických systémech. Studium těchto příkladů získáte představu a podněty, jak byly dané principy uplatněny v jiných patentech.

Principles	Examples
3 - Local quality	NON-UNIFORM WINDING FOR UNIFORM HEATING

**NON-UNIFORM WINDING FOR UNIFORM HEATING**

An infrared lamp heats a semiconductor wafer. The wafer edge cools more quickly making the temperature higher in the center. Can a uniform heating be achieved?



It is proposed to use the blessing in disguise and local quality principles to improve the heating balance. Combine the non-uniform cooling with another harmful factor, non-uniform heating, to neutralize the harmful effects. The heater spiral is wound with more windings at its edges. This gives more heat at the edges than in the center. This provides a uniform temperature over the entire surface of the wafer.

Patent Application of Japan N 61-185 917

Add concept | 5 of 10

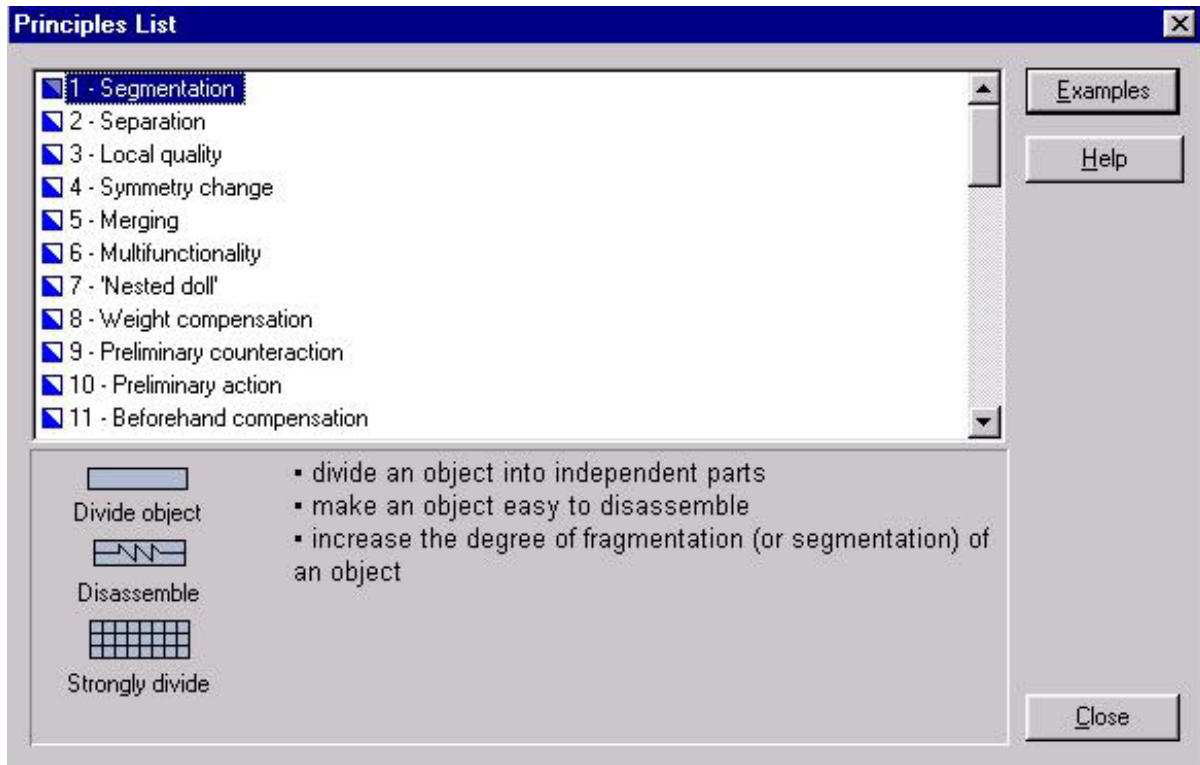
### Prohlížení příkladů principů

- Seznamem lze procházet a prohlížet názvy dostupných příkladů.
- Kliknutím na tlačítko Example se dostanete k obrázku a popisu daného příkladu.



- Jestliže si ověříte použitelnost principu pro řešení vašeho problému, klikněte na tlačítko přidat k návrhům (Add concept).

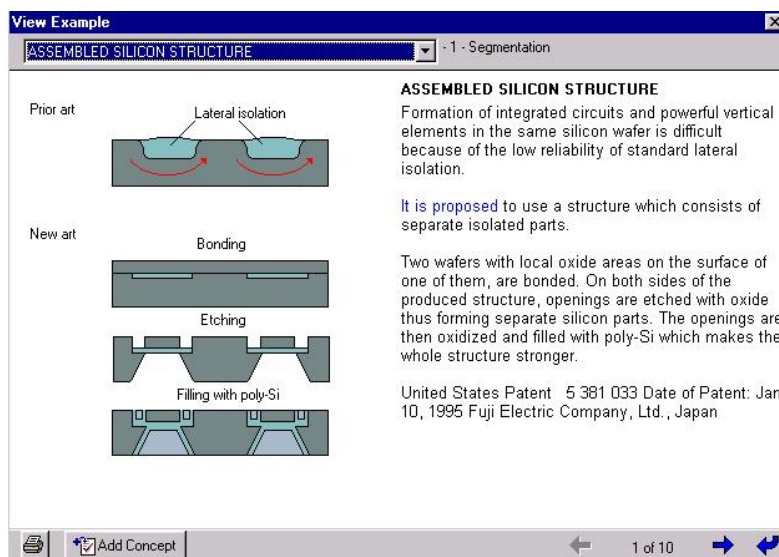
Jestliže jste přidali návrh z okna Example, název příkladu se zapíše velkými písmeny



### Seznam principů

za příslušným názvem principu. Jestliže jste název přidali z okna Principy, zobrazí se pouze jeho název.

### Prohlížení příkladů z okna Principů



Jestliže jste zvolili rozporné charakteristiky ve svém problému, můžete nahlízet do patentů, které využívají právě doporučené principy. Postup je stejný jako v Prognózách.

### Databáze Principů

Postupy jsou shodné jako při práci s databází Prognóz.

### Databáze příkladů

Postupy jsou shodné jako při práci s databází Prognóz.

### 3.1.8. Základní pojmy

#### Actual Value of Parameter

Skutečná hodnota parametru

To je skutečná, současná hodnota parametru.

#### Additional Function

Doplňková funkce

Doplňková funkce je užitečná funkce, která působí na prvek nadsystému. Například láhev džusu je systém, jehož hlavní funkcí je "držet" džus (v prostoru).

Nálepka na lahvi džusu je prvek systému. Spotřebitelé džusu jsou prvky nadsystému. Funkcí nálepky je "informovat spotřebitele" o džusu. Funkce "informovat spotřebitele" je příkladem doplňkové funkce.

#### Alternative System

Alternativní systém

Termín používaný v proceduře přenosu charakteristik (vlastností, význačností). Jako alternativní systém je označován jeden ze dvou navzájem si konkurujících systémů, což jsou dva systémy s dvojicí komplementárních (navzájem se doplňujících) předností a nedostatků.

Například, chceme-li spojit dva kousky dřeva, lze považovat hřebík za jeden spojovací systém a vrut může být chápán jako spojovací systém, konkurující hřebíku. Hřebík má výhodu v jednoduchosti použití a nevýhodu ve (ne)spolehlivosti vytvořeného spoje. Vrut na druhé straně je složitější k použití, ale poskytuje mnohem pevnější spoj. Tyto výhody a nevýhody jsou komplementární. Proto je vrut alternativní systém vůči hřebíku.

#### Altshuller Matrix

Altšullerova tabulka

Je dvoudimenzionální uspořádání řady nejefektivnějších principů, které mohou být použity k překonání typických technických rozporů.

Rozporné rysy, charakteristiky, či parametry, použité k definování technického rozporu, jsou specifikovány podél svisté a vodorovné osy tabulky. Altšullerova tabulka je základem teorie. Viz definice Technický rozpor, Principy.

#### Auxiliary Function

Pomocná funkce

Pomocná funkce je užitečná funkce působící na prvek technického systému. Nepůsobí na výrobek (výrobky) nebo nadsystémové prvky.

V systému židle je hlavní funkcí "podpírat" osobu na židli. Nohy a sedadlo jsou prvky systému. Osoba je výrobek systému. Funkcí nohou je podpírat sedadlo. A sedadlo podpírá osobu. Nohy podporující sedadlo uskutečňují doplňkovou funkci. Sedadlo podporující osobu plní základní funkci. Viz. Definice doplňkové funkce, základní funkce.

#### Base system

Základní systém .

Je pojem používaný v proceduře přenosu vlastností. Základní systém je ten, na který jsou přenášeny vlastnosti z ostatních alternativních nebo konkurujících systémů. Viz. definice Alternativní systém, Přenos vlastností (význačností).

#### Base function

**Základní funkce**

Je užitečná funkce, která působí na výrobek. Viz. definice Doplňková a Pomocná funkce.

**Competing System****Konkurující systém**

Je pojem používaný v proceduře přenosu vlastností. Konkuroující systémy jsou ty, které vytvářejí podobné funkce. Například fluorescenční lampa, žárovka a svíčka, všechny tyto systémy mají podobnou funkci: generovat světlo. Jsou tedy navzájem konkurujícími systémy. Viz. definice Alternativní systém, Přenos vlastností.

**Component****Prvek**

Prvek, či komponent, je látka, pole nebo kombinace látky a pole, které jsou částí (subsystémem) technického systému. (Všimněte si, že výrobky nejsou prvky systému, ale jsou nadsystémovými prvky.) Například telefon. Držadlo a mikrofon jsou dva prvky systému. (Výrobkem tohoto systému je zvukový signál).

**Component Evaluation****Ohodnocení prvků**

Je metoda užívaná pro stanovení pořadí, ve kterém by měla být uplatněna procedura svinování prvků. Je založena na stanovené funkční, problémové a nákladové významnosti prvků. Ohodnocení prvků má stejný účel jako diagnostická analýza.

**Component Model****Komponentní model (Model prvků)**

Je seznam prvků daného systému a prvků jeho nadsystému. Komponentní model zahrnuje i výrobek. Komponentní modely mohou být vytvářeny na různých hierarchických úrovních.

**Corrective function****Opravná funkce**

Je užitečná funkce, jejíž působení mění parametry nežádoucích efektů (defektů).

**Effect****Efekt**

Je výsledek, který může být vysvětlen vědeckými zákony fyziky, matematiky, chemie a biologie a jejich odpovídajícími technickými aplikacemi.

**Engineering Contradiction****Technický rozpor**

Je situace, která existuje, když zlepšení nebo požadovaná změna jedné charakteristiky vede ke zhoršení jiné charakteristiky. Například, když se zvyšuje rychlost auta, vede to ke zvýšení spotřeby paliva (na jednotku dopravní vzdálenosti).

**Engineering Situation****Technický problém**

Je technická, či inženýrská situace popisující problém na počátku aplikace řešitelské metody.

**Engeneering System**

Technický systém

Je systém, skládající se z látek a nebo polí, určený k uskutečňování funkcí. Například jehla, auto a nějaká výrobní linka jsou všechno technické systémy, protože každý byl navržen k uskutečňování určitých funkcí. Ale například sopka není technický systém, protože nebyla lidskou činností úmyslně navržena k plnění specifických funkcí.

**Evolutionary Analysis**

Historická analýza (Analýza historie)

Je metoda analýzy použitelná k určení směru budoucího vyvoje technického systému. Opírá se o historické tendence (trendy, zákonitosti) rozvoje technického systému. Viz. Definice Tendence rozvoje technických systémů.

**Feature**

Charakteristika, význačnost (významná vlastnost)

Je charakteristika látky nebo pole, která popisuje interakce s ostatními látkami nebo poli. Význačnost se chápe také jako vlastnost. Například tepelná vodivost je vlastnost, protože popisuje interakci mezi látkou a tepelným polem. Elektrická kapacita je vlastnost, protože popisuje interakci mezi látkou a elektrickým polem

**Feature Transfer**

Přenos charakteristik, význačností

Je metoda použitelná ke zdokonalování technických systémů založená na přenosu vlastností (význačností) z jednoho technického systému na druhý.

**Field**

Pole

Nemá klidovou hmotnost a dodává (vnáší interakce mezi látky). Příklady: magnetické pole, elektrické pole, tepelné pole, akustické pole, atd.

**Function**

Funkce

Je působení mezi zdrojem (subjektem) a spotřebičem (objektem), kterým subjekt působí a tím mění parametry objektu. Například drtící mlýn k rozmělnění minerálů. V tomto příkladu je mlýn subjektem působení. Vytváří funkci "drtit". Minerály jsou objektem této funkce. Měněným parametrem v důsledku působení funkce je velikost zrna rozmělněvaného minerálu.

**Function Analysis**

Analýza funkcí

Je analýza technického systému zaměřená na funkce systémových komponentů a nadsystémových prvků.

**Function Benchmarking**

Posouzení (uspořádání, vyhodnocení) funkcí

Je pojem používaný v proceduře přenosu charakteristik. Je to metoda analytická používaná k nalezení nejlepšího systému mezi konkurujícími systémy. Viz. Definice Konkurující systémy, Přenos význačností.

**Function Model**

**Model funkcí**

Je model technického systému, který popisuje funkce mezi komponenty systému a s prvky nadsystému.

**Function Rank of a Component**

Řád funkce komponent (funkční významnost komponent)

Řád funkce jednotlivé komponenty je relativní důležitost prvku při (pro) dosahování hlavní funkce technického systému.

**Function Type**

Typ funkce

Je charakteristika funkce, charakteristika, která reflektuje specifické změny zaváděné do objektu plněním této funkce.

**Harmfull Function**

Škodlivá funkce

Je funkce, která zhoršuje parametry objektu funkce. Například v systému "šálek kávy bez pokličky", vzduch plní funkcí "ochlazovat" kávu. Tato funkce zhoršuje parametr "teplota kávy", protože chceme udržet kávu horkou. Proto funkce "ochlazovat" je škodlivá funkce.

**Ideal Engineering System**

Ideální technický systém (nebo ideální systém)

Je systém, který neexistuje, ale požadovaná funkce systému je přesto dosažena.

**Improving Feature**

Zlepšovaný rys, vlastnost, charakteristika

Je ta vlastnost technického systému, která je zlepšována. Viz. Definice Technický rozpor, Principy, Zhoršující se rys, (vlastnost, parametr).

**Integrated Component Evaluation**

Integrované vyhodnocení komponent

Je metoda vyhodnocování k rozhodnutí o svinování komponent. Funkčnost F je vynášena v závislosti na problémovosti P a ceně C komponent. Viz. Definice Svinovací faktor

**Interaction Model**

Model struktury

Je model, který popisuje interakce (vazby) mezi komponenty uvnitř i vně technického systému, s prvky nadsystému.

**Inventive Principles**

Inovační principy

Viz. Principy

**Level of Function Performance**

Stupeň plnění funkce

Je poměr mezi aktuální (skutečnou) a požadovanou hodnotou nějakého kritéria (např. Parametru) funkce. Jestliže skutečná hodnota > požadovaná hodnota, pak stupeň plnění funkce je zbytečný (excessive, nadbytečný). V opačném případě je nedostatečný (insufficient). Když skutečná hodnota = požadované hodnotě, pak je stupeň plnění dané funkce adekvátní potřebě (normal).

**Life Stage**

Životní fáze

Je některá část životního cyklu technického systému. Životními fázemi jsou obvykle fáze výroby, dopravy, skladování, fungování (provozu), oprav, recyklace, atp.

**Link Analysis**

Analýzy vazeb

Je speciální analýza jednotlivých funkcí zaměřená na pojmenování funkce, zda je užitečná či škodlivá, na stanovení level of performance (stupně, úrovně plnění) a parametrických závislostí.

**Main Function**

Hlavní funkce

Je funkce, pro jejíž plnění byl technický systém navržen.

**Measurement Function**

Měřicí funkce

Je užitečná funkce, jejíž plnění se projevuje ve shromažďování informací o parametrech objektu, sepsaných v daném technologickém procesu.

**Object**

Objekt

Jeden z prvků zahrnutý do definice funkce. Subjekt funkce působí na objekt a modifikuje jeho parametry. Například mlýnek drtí jádra. V tomto příkladu je mlýnek subjektem funkce. Vytváří funkci "drtit".

Jádra jsou objektem funkce. Parametr, který je měněn v důsledku působení funkce je rozměr částic rozdrčeného jádra. Viz. definice Funkce

**Object structure**

Struktura objektu

Struktura objektu je složena z komponentů objektu, výrobku, nadsystémových prvků a škodlivých a užitečných funkcí působících mezi nimi.

**Operation**

Operace

Viz. definice Technologický proces

**Parameter**

Parametr

Je hodnota význačnosti (charakteristiky, vlastnosti)

Například, jestliže elektrická kapacita je vlastnost popisující interakci mezi látkou a elektrickým polem, pak 10 Faradů je parametr této vlastnosti.

**Prediction Tree**

Strom prognóz

je systematické uspořádání obecných metod (dříve Standardů); které jsou obecně (standardně) používány ke zdokonalení technických systémů.

**Principles**

Principy

Jsou to nejefektivnější postupy řešení typických technických rozporů definovaných Altšullerovou tabulkou. Viz. Altšullerova tabulka.

### **Problem Rank of Component**

Problémová významnost (problémovost) prvku

Je relativní index, který popisuje množství a důležitost problémů spojených s prvkem.

### **Product**

Výrobek

Je to objekt působení hlavní funkce technického systému.

### **Production function**

Vytvářející funkce

Užitečná funkce, jejíž uskutečňování se projevuje v působení nevratných změn na parametrech objektu funkce

### **Property**

Vlastnost

Viz. Feature, Charakteristika, Význačnost

### **Providing Function**

Přípravná (zajišťující) funkce

Je to užitečná funkce, jejíž uskutečňování způsobuje vratné změny parametrů objektu (s výjimkou změn samotného objektu) uvedených v daném technologickém procesu.

### **Psychological Inertia**

Psychologická setrvačnost

Náchylnost směrem k přijatým, tradičním metodám řešení technických problémů. Je založena na letech zkušeností a množství vyřešených technologických problémů.

Psychologická setrvačnost je tendence přistupovat k technickému řešení způsobem podobným jako v minulých úspěšných řešeních a v důsledku toho omezit počet možných cest k řešení. (Někdy žádoucí, někdy ne).

### **Required Value of a Parameter**

Požadovaná hodnota parametru

Je taková hodnota parametru, která zajišťuje požadované (optimální) plnění dané funkce.

### **Resource Filter**

Nástroj v modulu Efekty, určený k výběrům různých kategorií možných efektů a to podle zdrojů vyžadovaných k realizaci efektů. Tyto zdroje se dělí do dvou hlavních kategorií: látky a pole. Příklady polí zahrnují mechanické, akustické, tepelné, elektromagnetické, atd. Příklady látek zahrnují: kapaliny, plyny, atd.

### **Substance**

Látka

Je jakýkoliv materiál s klidovou hmotností. Příklady: molekuly, voda, traktor, atd.

### **Supersystem**

Nadsystém

Systém, který obsahuje technický systém jako jeden ze svých komponent.

**Technical Process**

Technický proces

Je model technického systému, který odráží povahu a sled působení prováděných na hlavním objektu technického systému (technologickém procesu) a na prvcích nadsystému.

**Theory of Inventive Problem Solving (TIPS)**

Teorie řešení inovačních zadání (TRIZ)

Je metodika zdokonalování technických systémů: Opírá se o tendence rozvoje technických systémů.

**TIPS**

TRIZ

Je zkratka pro Tvorbu a řešení inovačních zadání.

**Trends of Engineering System Evolution**

Tendence rozvoje technických systémů

Reprezentují určující tendence modifikování a zdokonalování existujících technických systémů a vytváření nových technických systémů, tendence lidského úsilí o dosažení ideálního technického systému. Tyto tendence byly odvozeny empiricky, historickou analýzou patentů a technologií.

**Trimming**

Svinování

Je metoda zdokonalování technických systémů založená na odstraňování prvků a přerozdělování jejich užitečných funkcí. Výsledkem procesu svinování je svinutý (nový) model technického systému a seznam problémů (zadání na svinutí), které musí být vyřešeny, za účelem dosažení nového modelu. Viz. Definice Podmínky svinování, Svinovací problémy (Trimming Problems, Zadání).

**Trimming Conditions**

Podmínky svinování

Jsou různé dostupné možnosti přerozdělování užitečných funkcí jednotlivých prvků, které by měly být odstraněny, za účelem dosažení cíle procesu svinování, tj. svinutí (omezení počtu prvků) technického systému.

**Trimming Factor**

Svinovací faktor (faktor svinování)

Výpočet svinovacího faktoru se používá ke stanovení komponentu na svinutí (odstranění). Je definován jako podíl  $FF/(P+C)$  kde F je třída funkcí (funkčnost), P je problémovost, a C je cena (nákladovost). Každý člen je normalizován. Komponenty s velkou funkčností a malou problémovostí a cenou, mají velký svinovací faktor (nedoporučují se odstraňovat), komponenty s malou funkčností a velkou problémovostí a cenou, mají malý svinovací faktor (doporučují se k odstranění)

**Trimming Problems**

Svinovací problémy (Zadání na svinutí)

Jsou to taková inovační zadání, vzniklá jako výsledek procesu svinování, která musí být řešena, aby mohl být dosažen nový, tj. svinutý model technického systému.

**Trimmed Model**



Svinutý model.

Je to model funkcí, který je výsledkem svinování.

**Useful Function**

Užitečná funkce

Je to funkce, která uspokojuje požadavky subjektu funkce.

**Worsening Feature**

Zhoršující se vlastnost (charakteristika)

Je to ta vlastnost v technickém rozporu, která se zhoršuje, když je jiná vlastnost zlepšována.

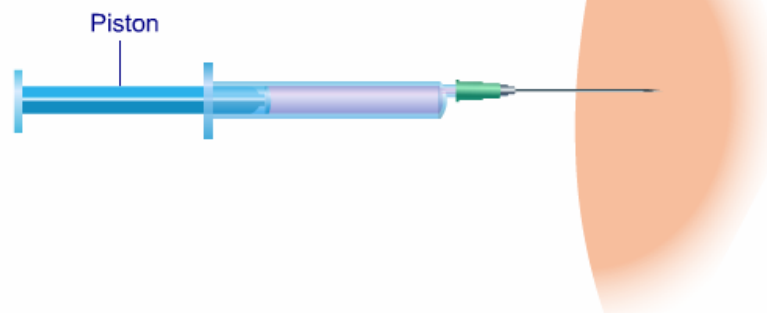
### 3.1.9. Příklad aplikace TO - Injekční stříkačka

Metodika použití modulu Analýzy produktu v prostředí TechOptimizer při řešení nových nebo inovačních zadání předvedená na příkladu injekční stříkačky.

#### Problem

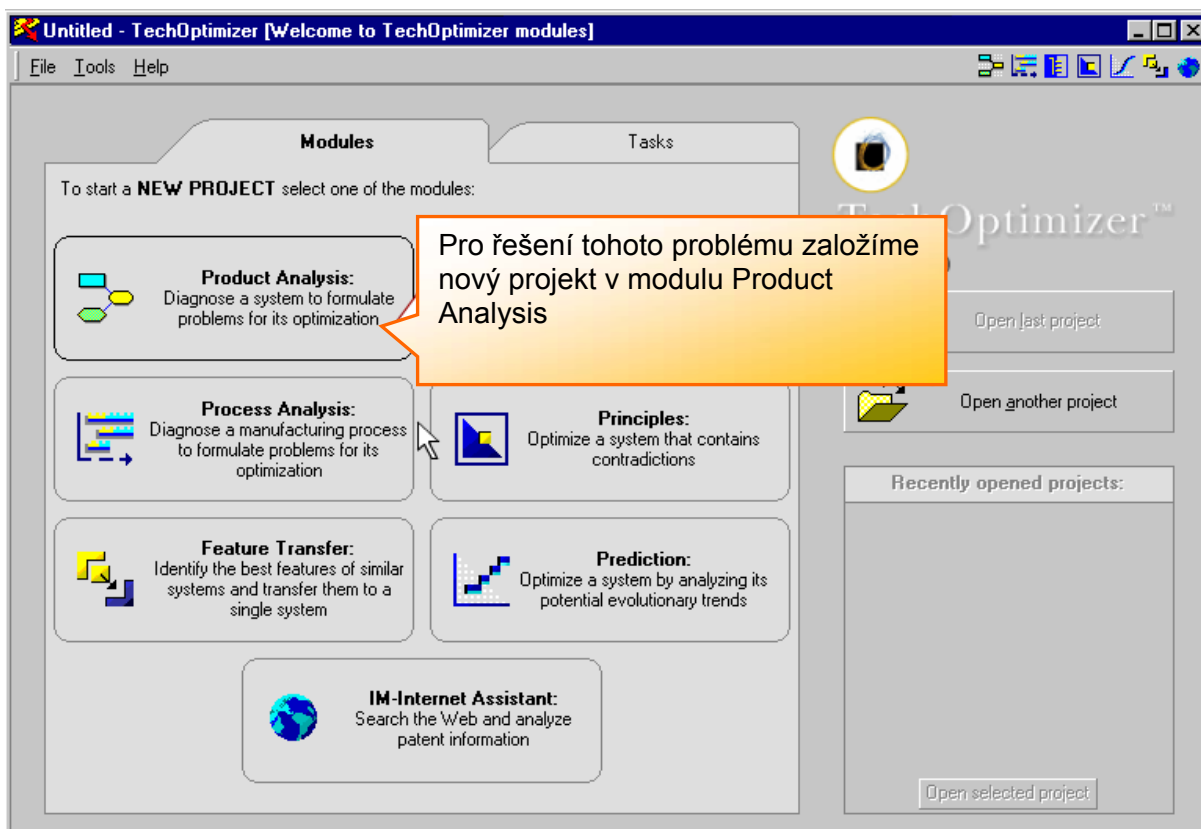
Je nutné stříkačku analyzovat, abychom dosáhli snížení ceny a zvýšení funkčnosti.

Zkoumat, jak stříkačka funguje – zkoušet pohybovat pístem

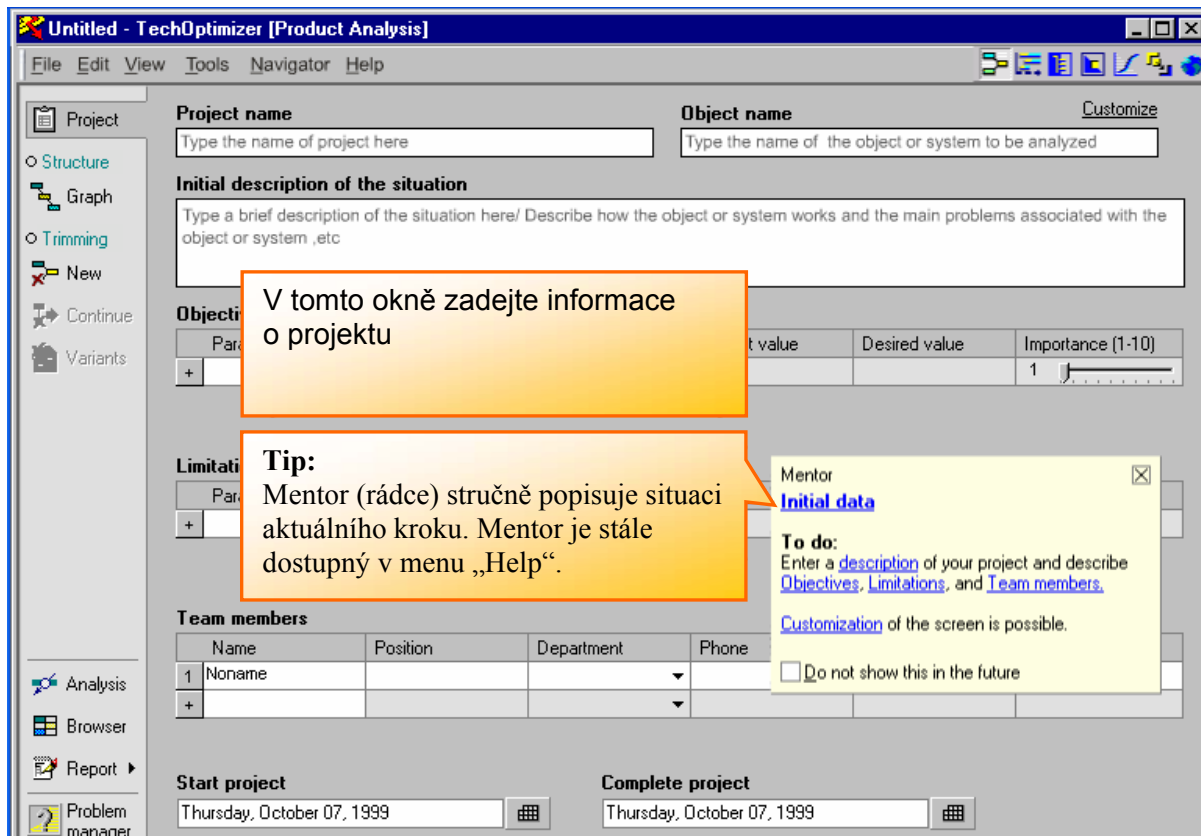


Explore syringe: try to move piston

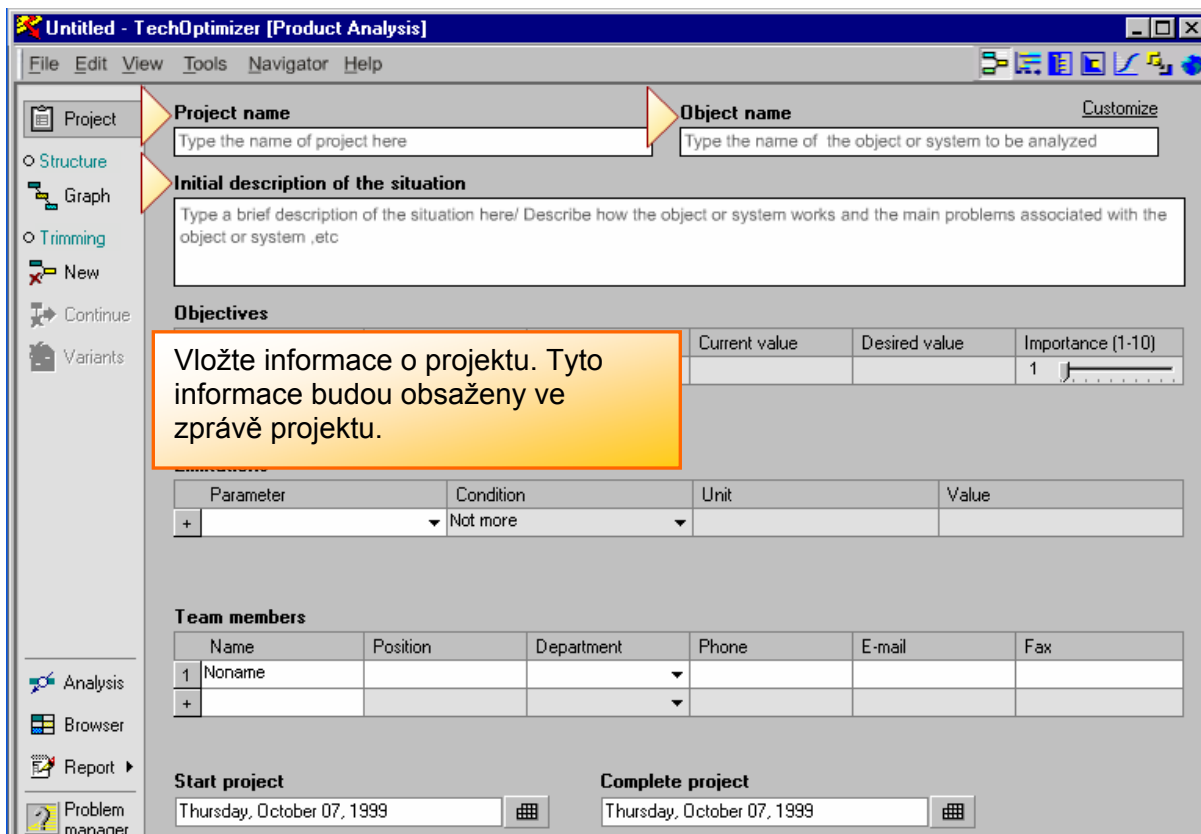
Obr. 1



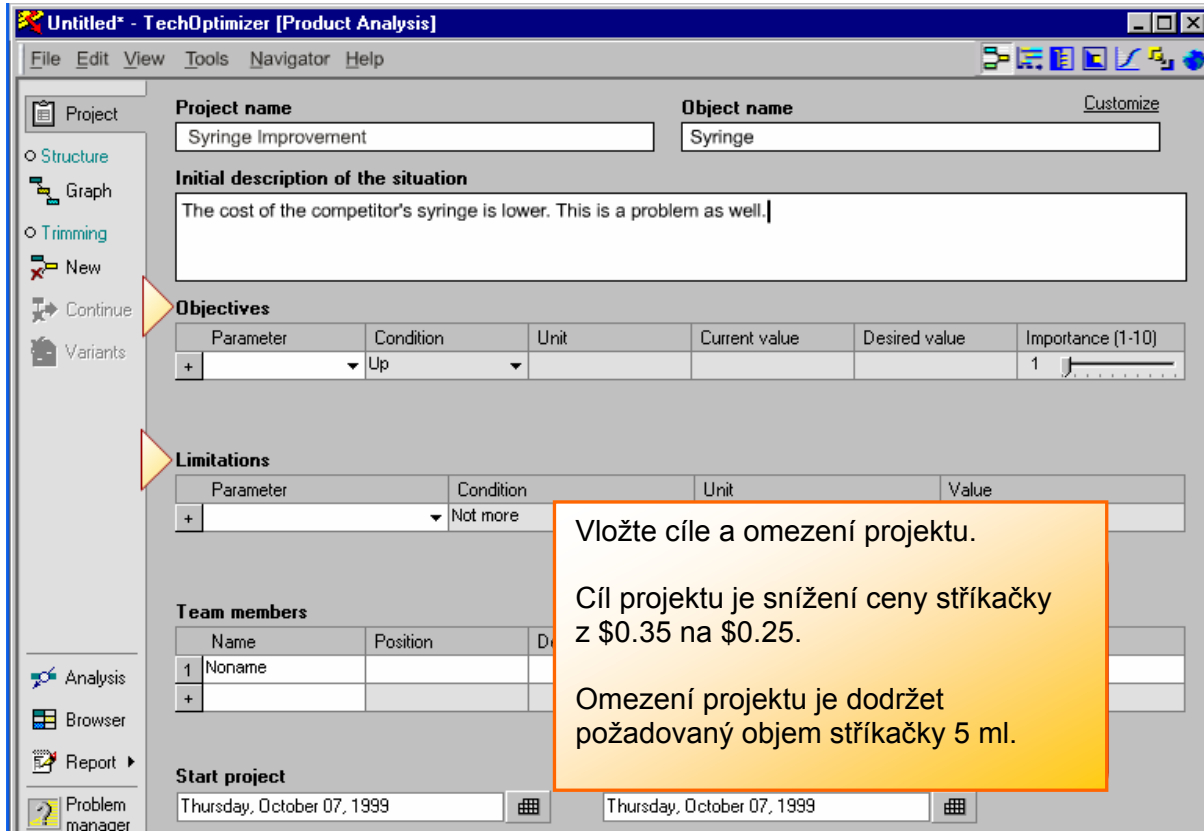
Obr. 2



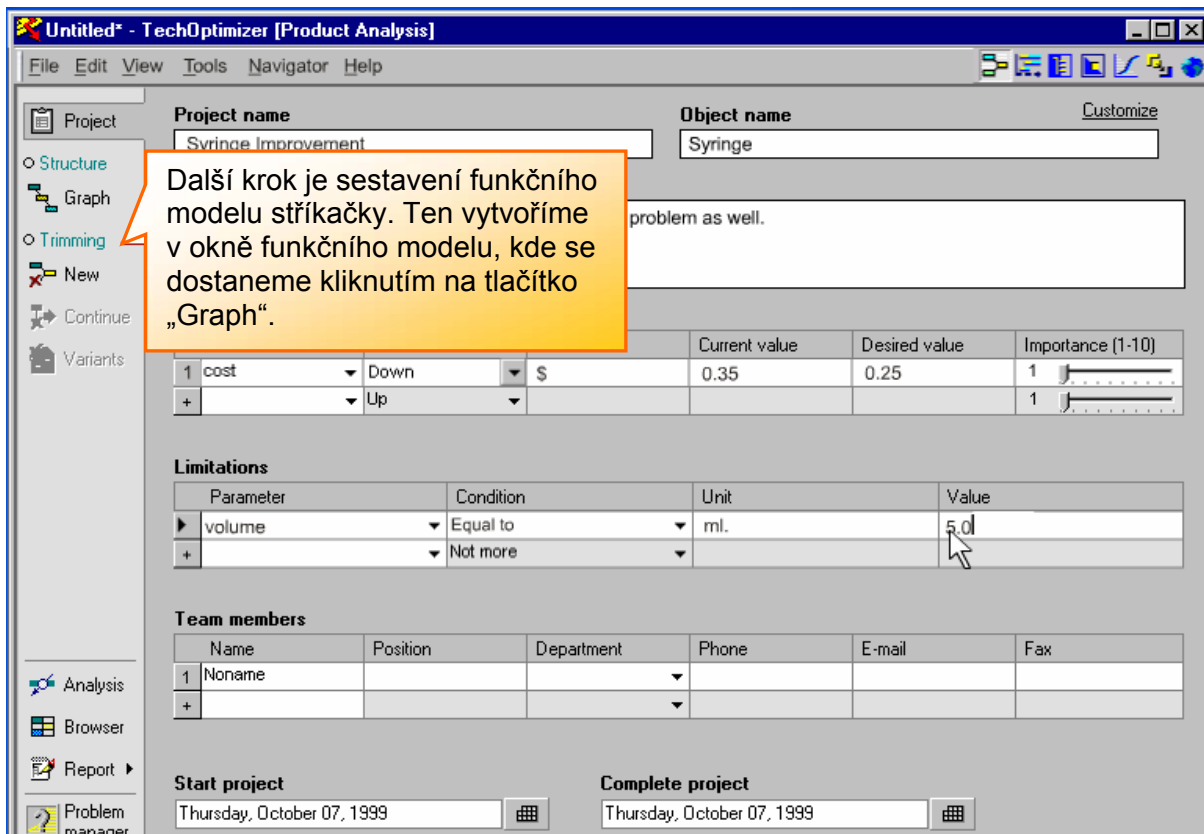
Obr. 3



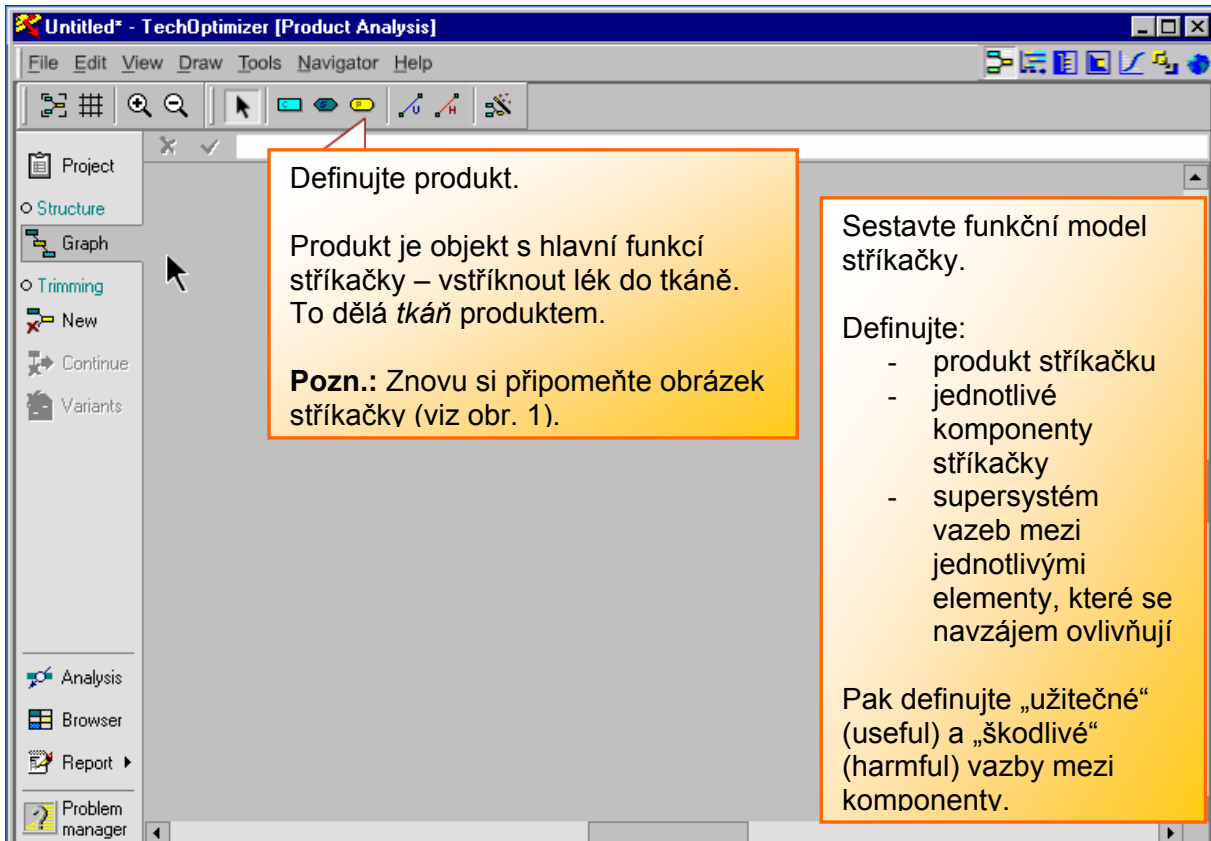
Obr. 4



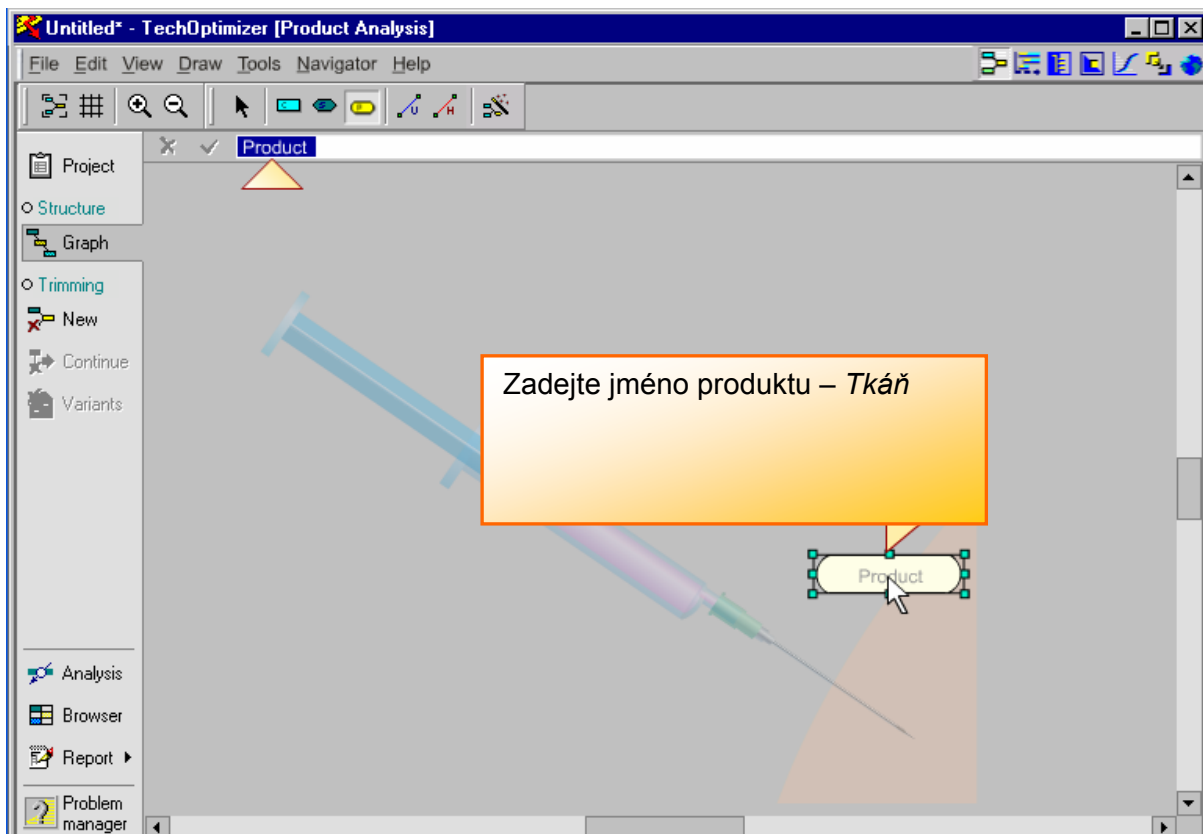
Obr. 5



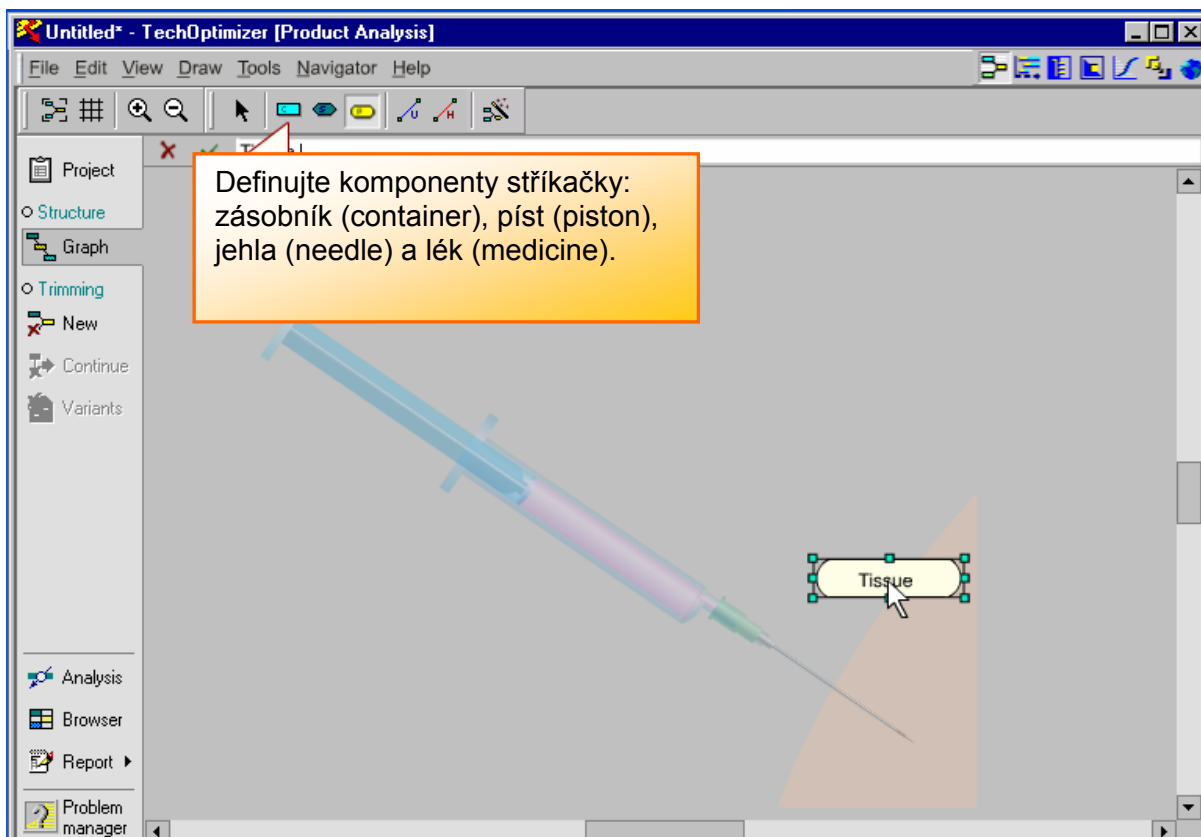
Obr. 6



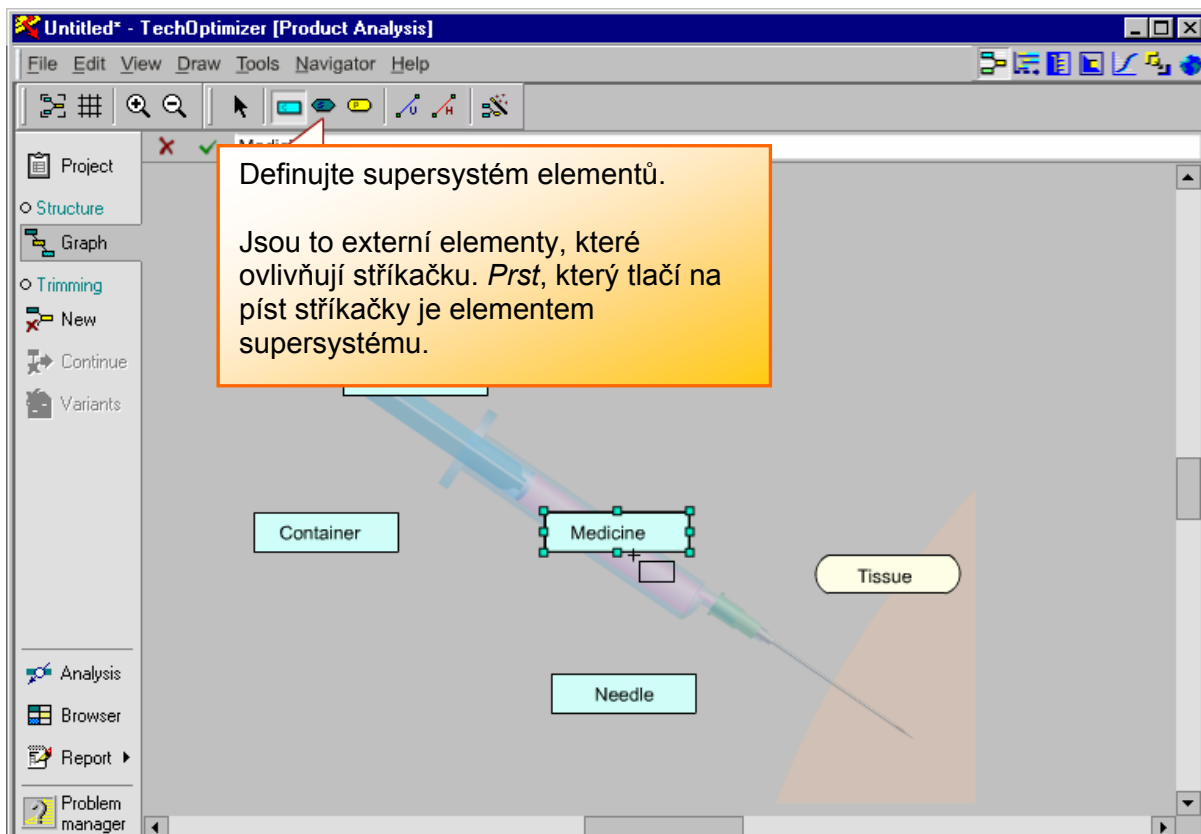
Obr. 7

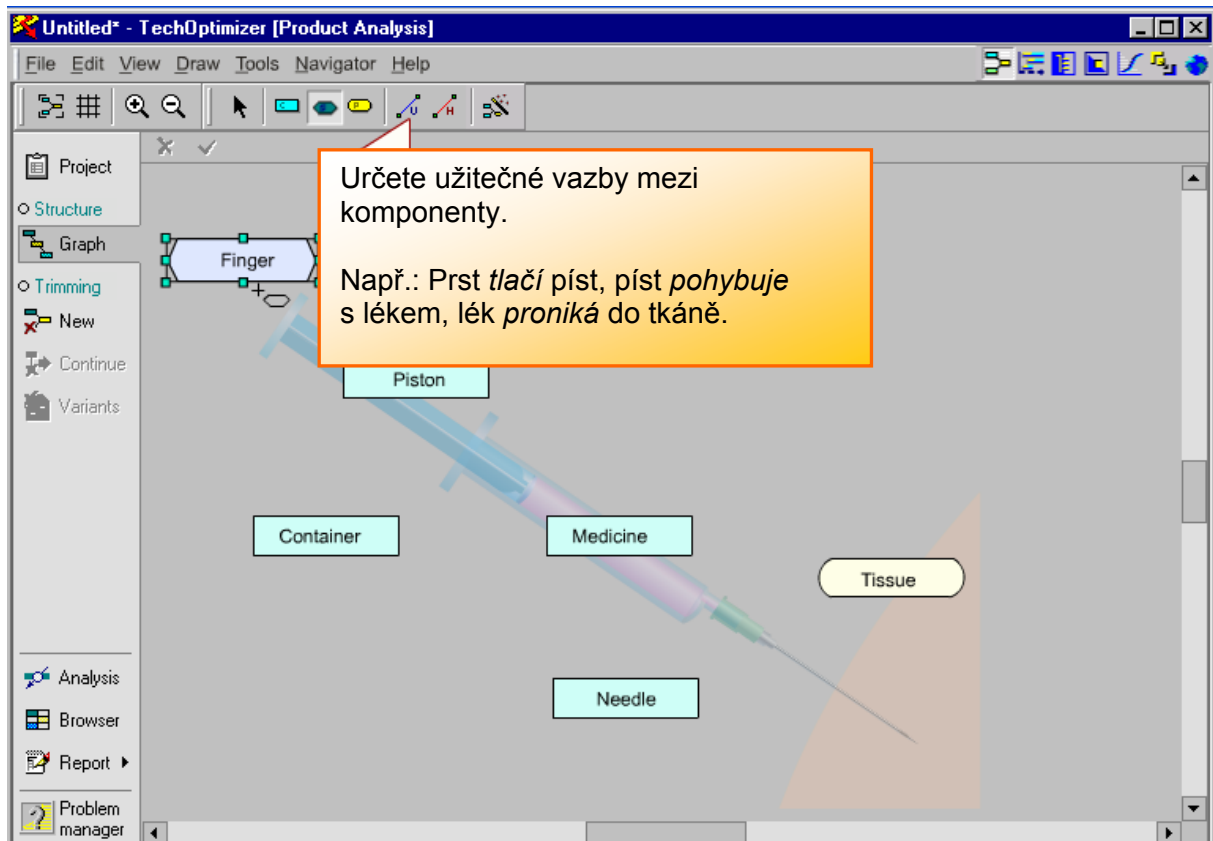


Obr. 8

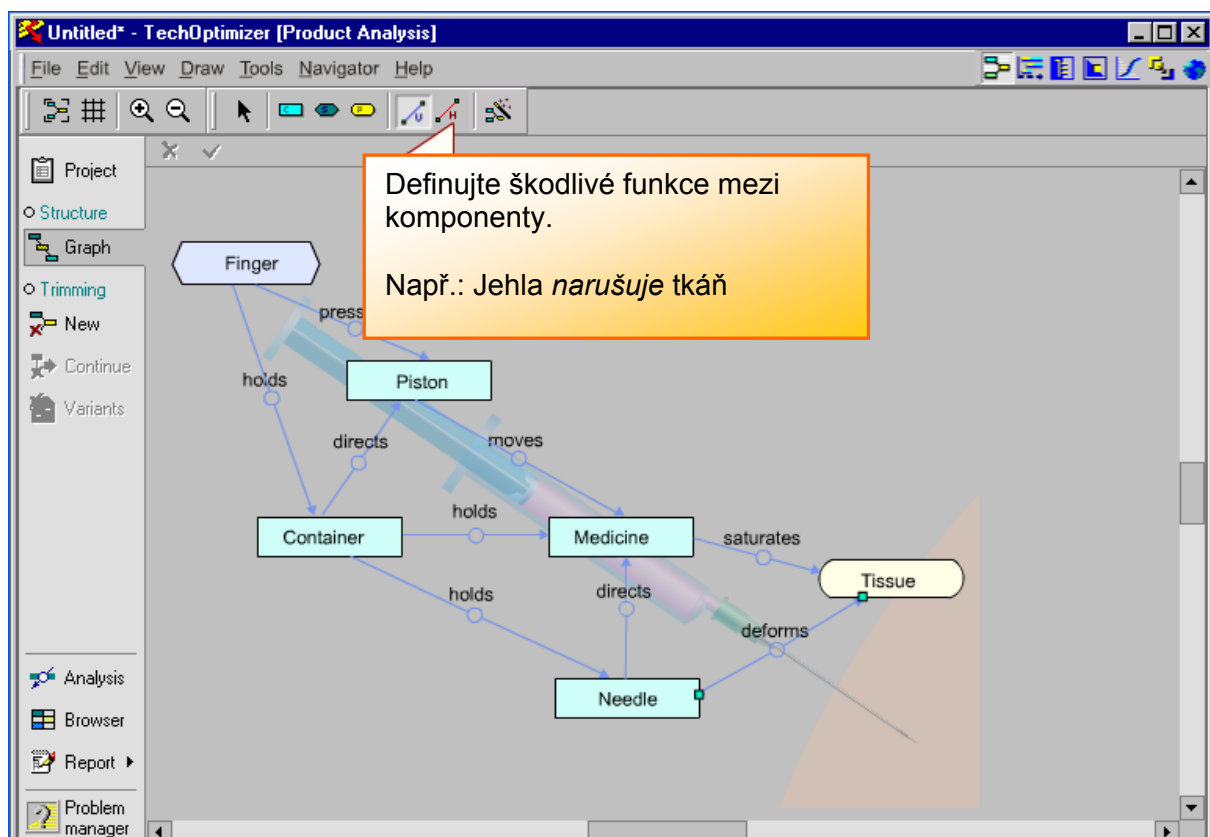


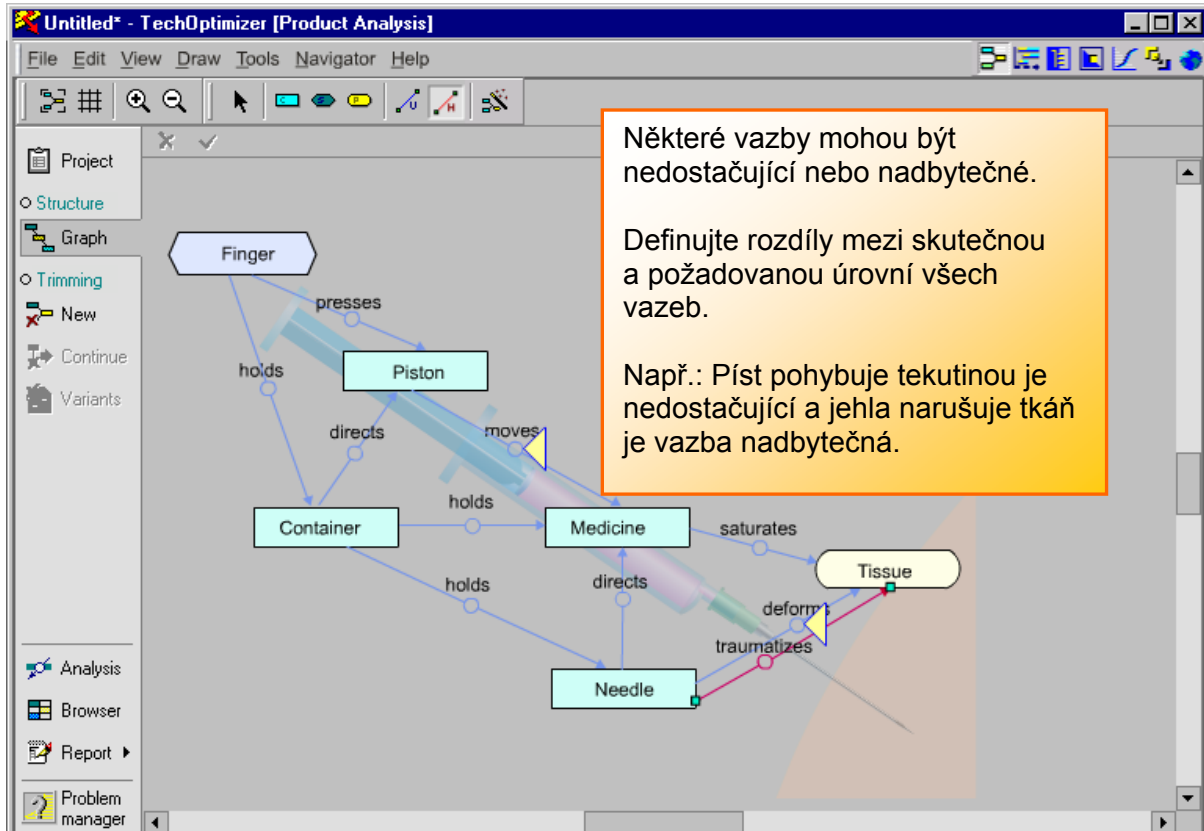
Obr. 9

Obr. 10  
102

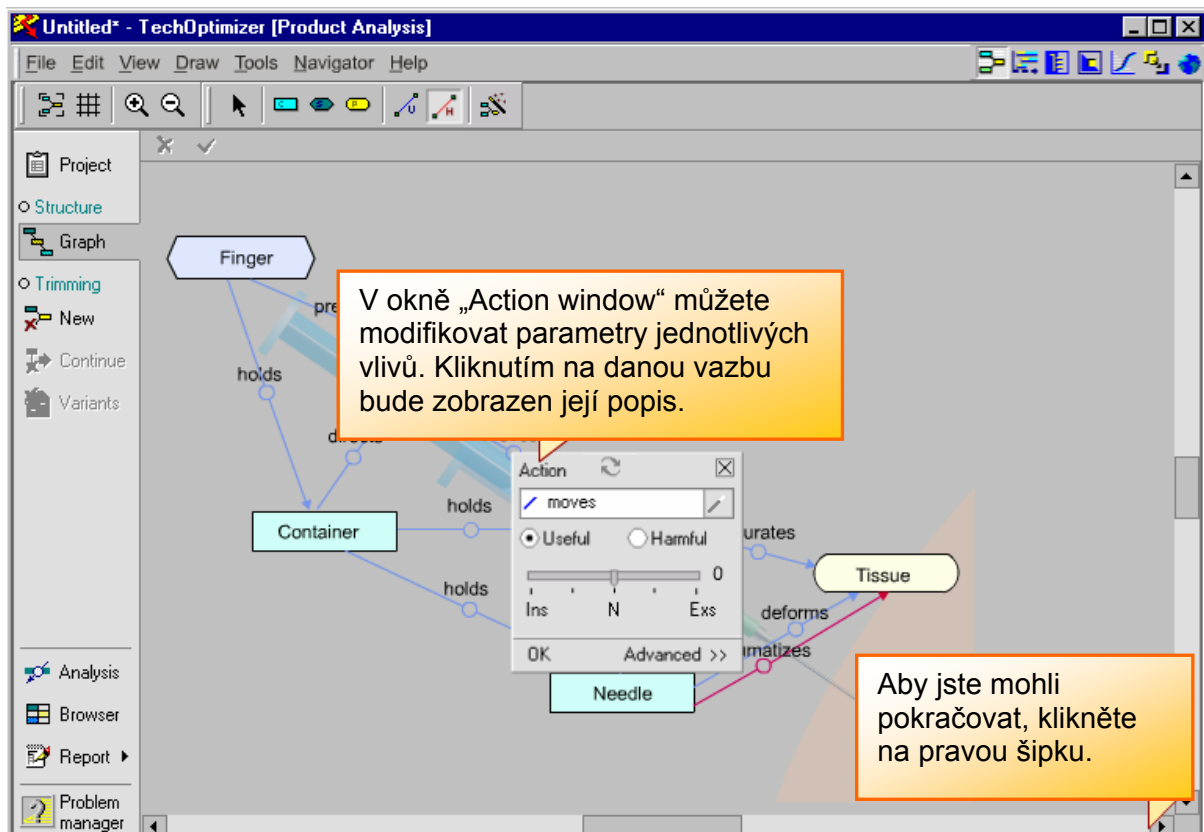


Obr. 11

Obr. 12  
165

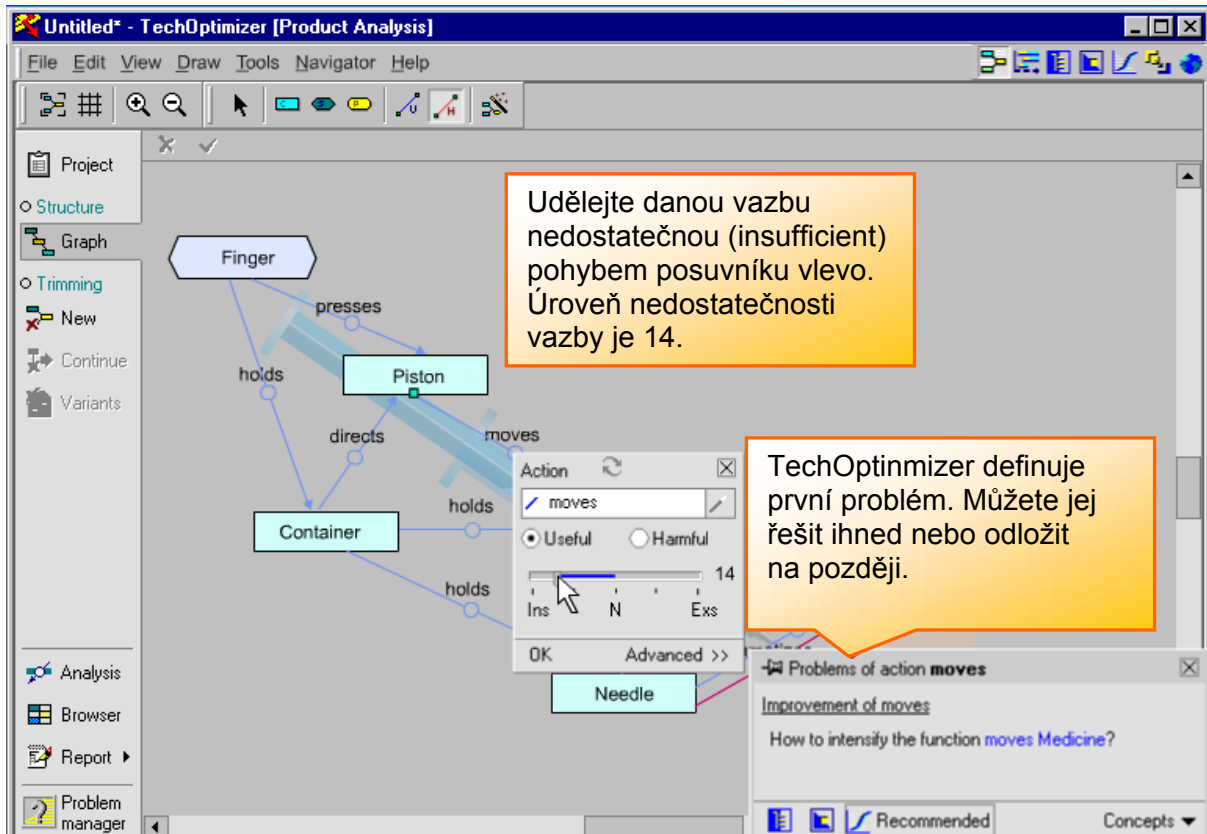


Obr. 13

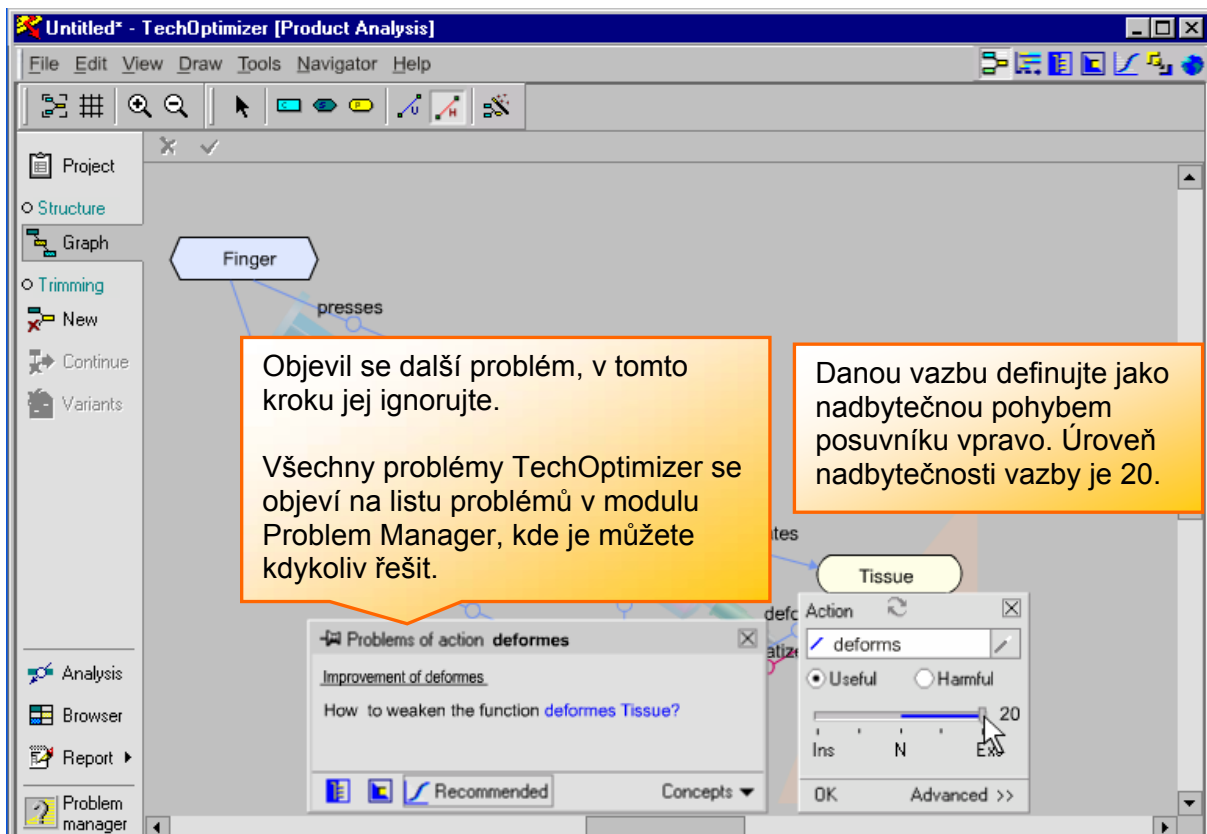


Obr. 14

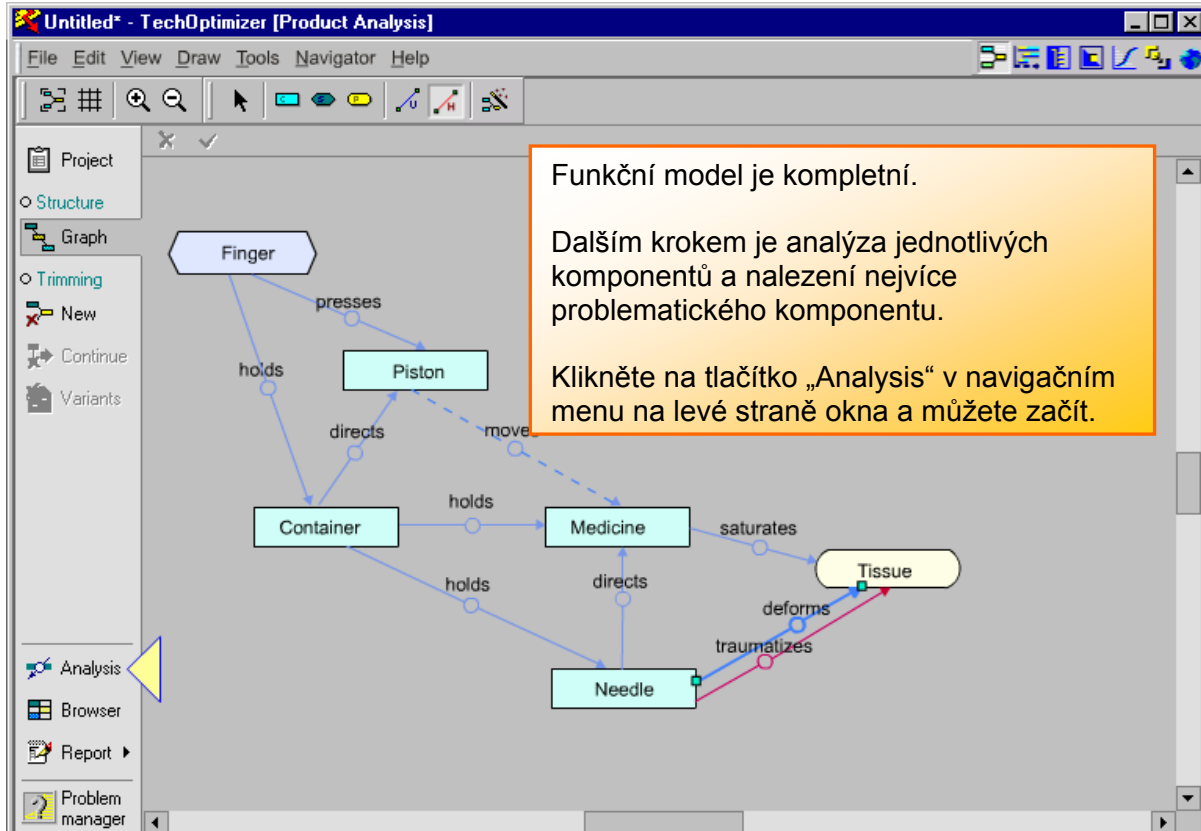




Obr. 15



Obr. 16



Obr. 17

Zvolte strategii analýzy – snížení ceny (Cost Reduction).

Tip: Můžete vybrat jednu z předdefinovaných strategií nebo si vytvořit svou vlastní kliknutím na tlačítko „Add“  
Zobrazí se další potřebné informace.

Components	Function rank	Problem rank	Cost	Evaluation Better →
Container	8.33	0.00	0.00	69.44 ♦
Needle	10.00	10.00	0.00	10.00 ♦
Medicine	6.67	0.00	0.00	44.44 ♦
Piston	3.33	5.19	0.00	2.14 ♦
+ new component here				

Analysis by: Value increasing Add... Delete...

Options... ? ☰ ☒

Parameter	Condition	Imports...
1	Function Up	1
2	Proble Up	1
3	<input checked="" type="checkbox"/> Cost Down	1

**Diagnostic for Cost Reduction**

Container, Needle, Medicine are components recommended for improvement first.

Obr. 18

Stanovte cenu jednotlivých elementů stříkačky.

TechOptimizer ohodnotil elementy a doporučuje nejprve zlepšit píst, následují zásobník a jehla.

Nyní můžete začít stříkačku zjednodušovat. Klikněte na Trimming > New.

Objects	Cost	Evaluation
Piston	0.12	0.83
Medicine	0.05	2.00
Needle	0.09	1.11
Container	0.09	1.11

Analysis by: Cost Reduction

Options... ? [ ] [X]

Parameter	Condition	Importa...
1	Function Up	1
2	Problem Up	1
3	Cost Down	1

**Diagnostic for Cost Reduction**

Piston, Container, Needle are components recommended for improvement first.

Obr. 19

TechOptimizer navrhuje vyloučit komponent píst.

Dále musíte rozhodnout, co uděláte s jeho funkcí *pohybuje lékem* (moves Medicine). Bude převedena na zásobník (Container).

Trimming strategy: Cost Reduction

**Components**

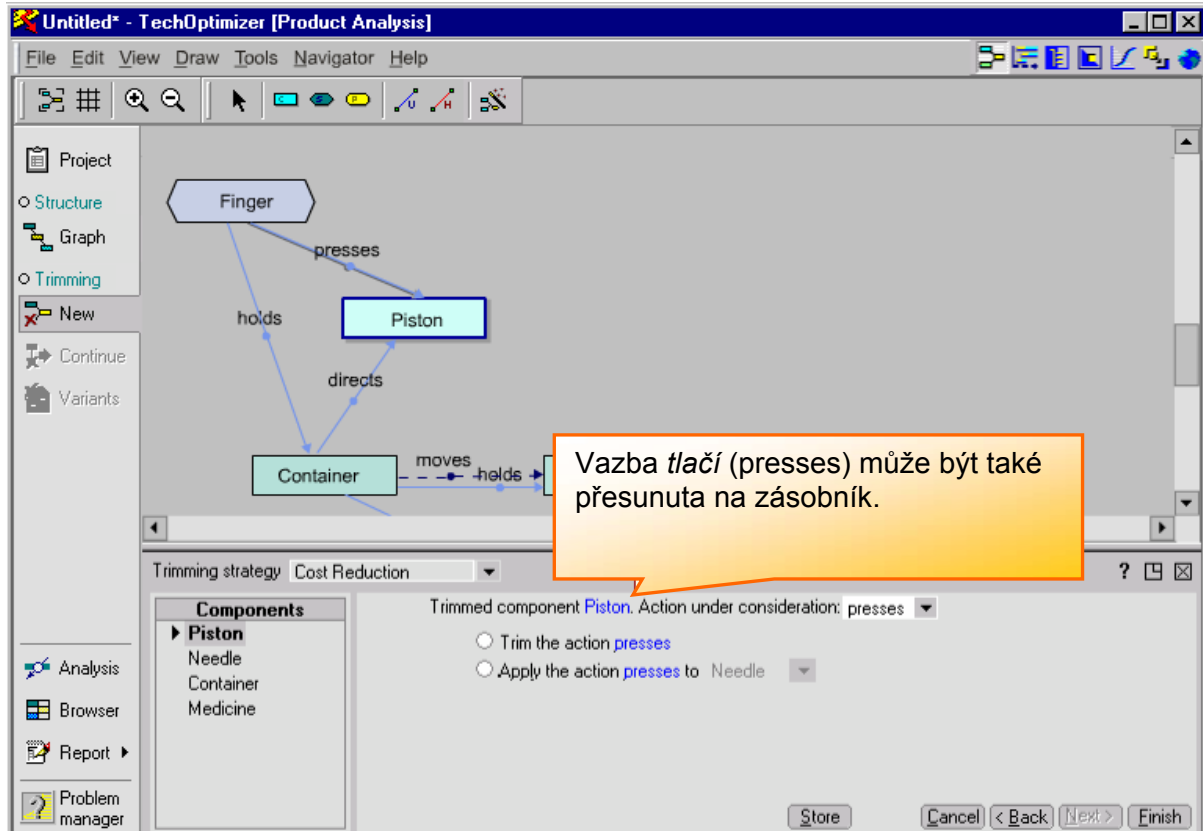
- Piston
- Needle
- Container
- Medicine

Function: moves Medicine. Component Piston can be trimmed if:

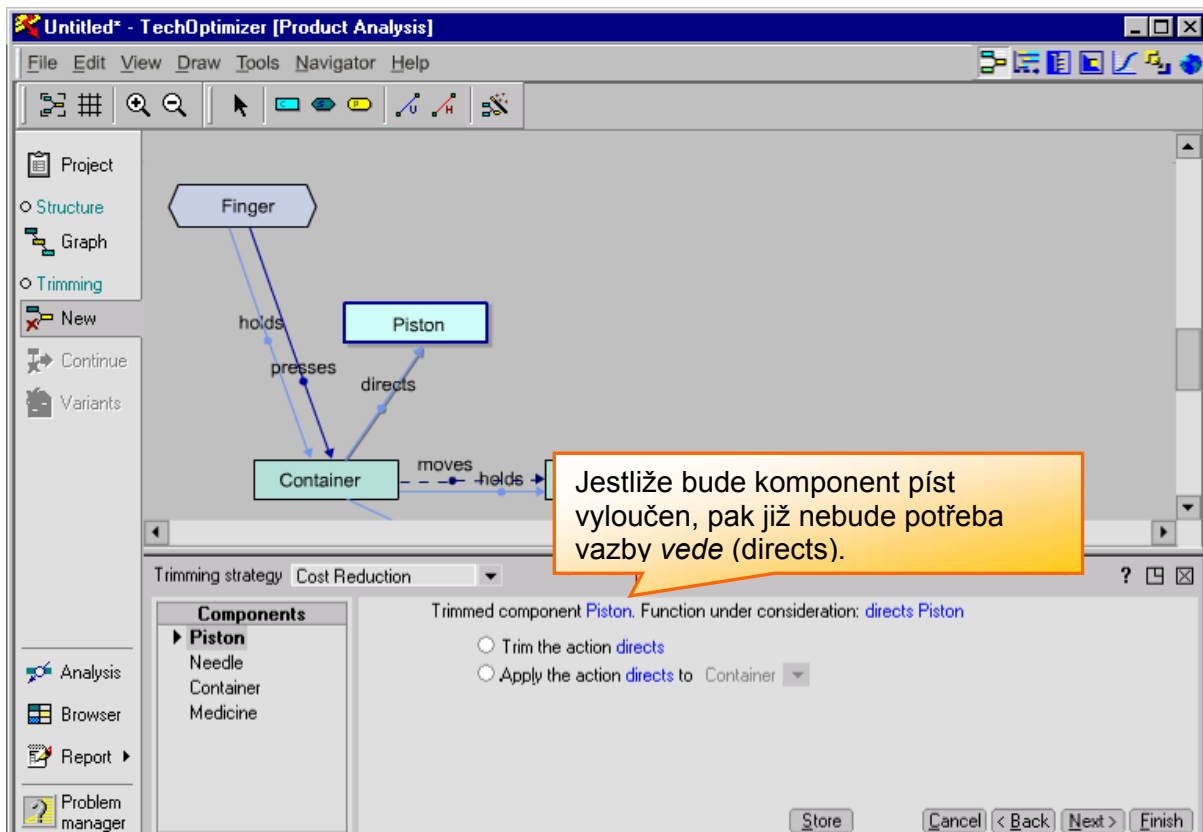
- Transfer function to moves Medicine to Needle
- Component Medicine should be trimmed
- The action moves is not needed
- Transfer function to moves Medicine to new component
- Skip consideration of the function moves Medicine

Store Cancel < Back Next > Finish

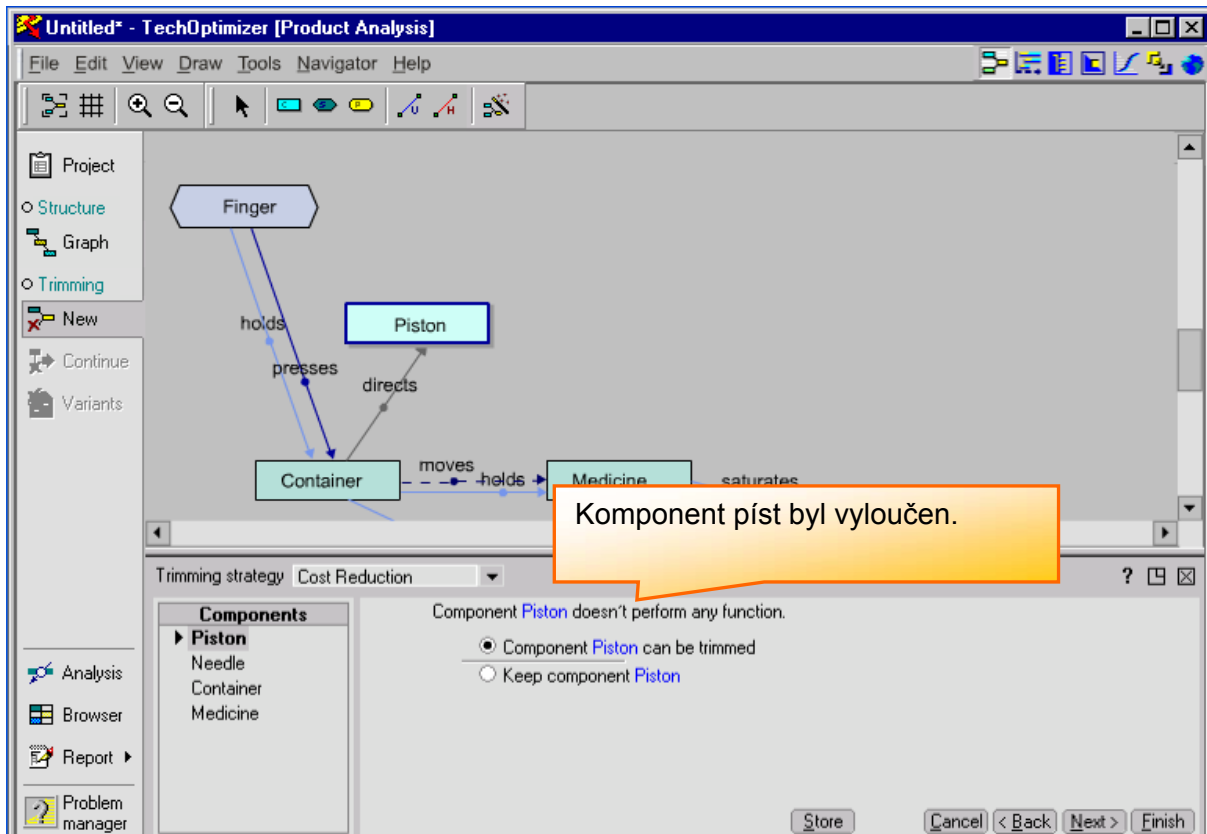
Obr. 20



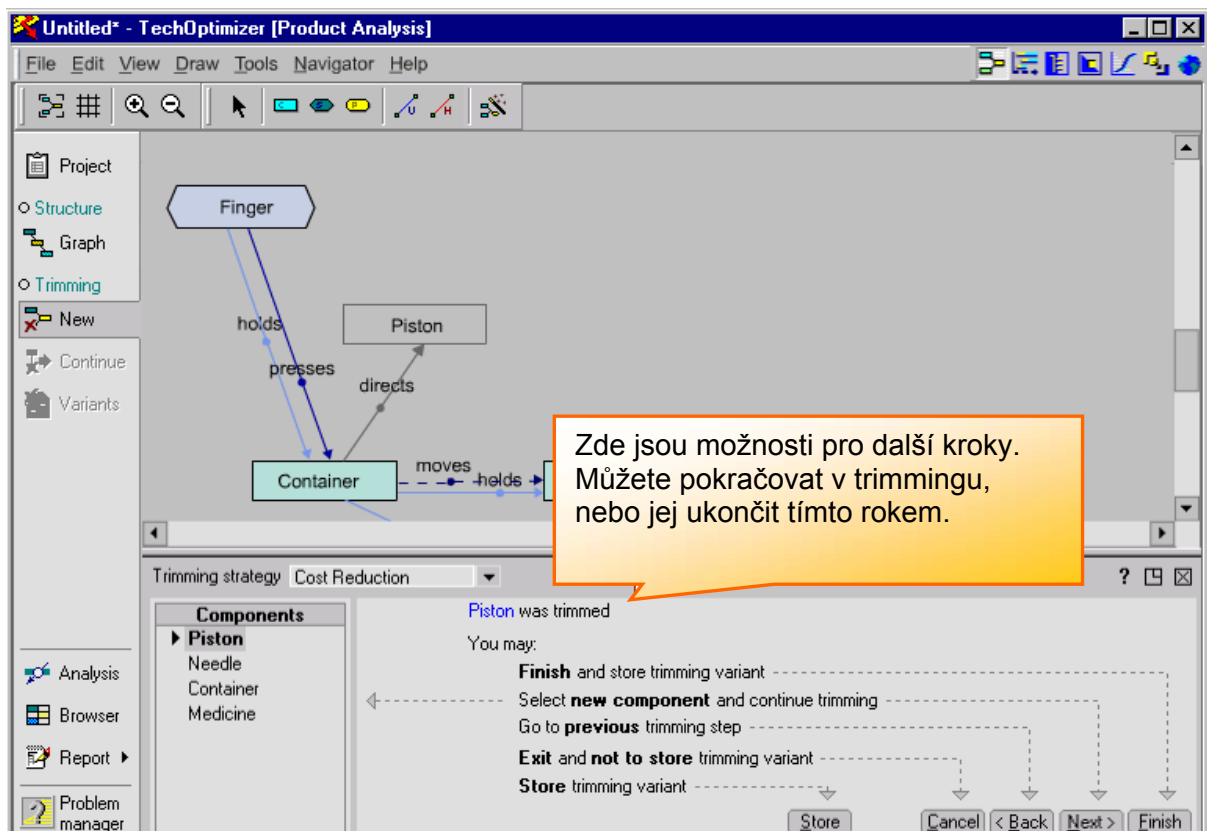
Obr. 21



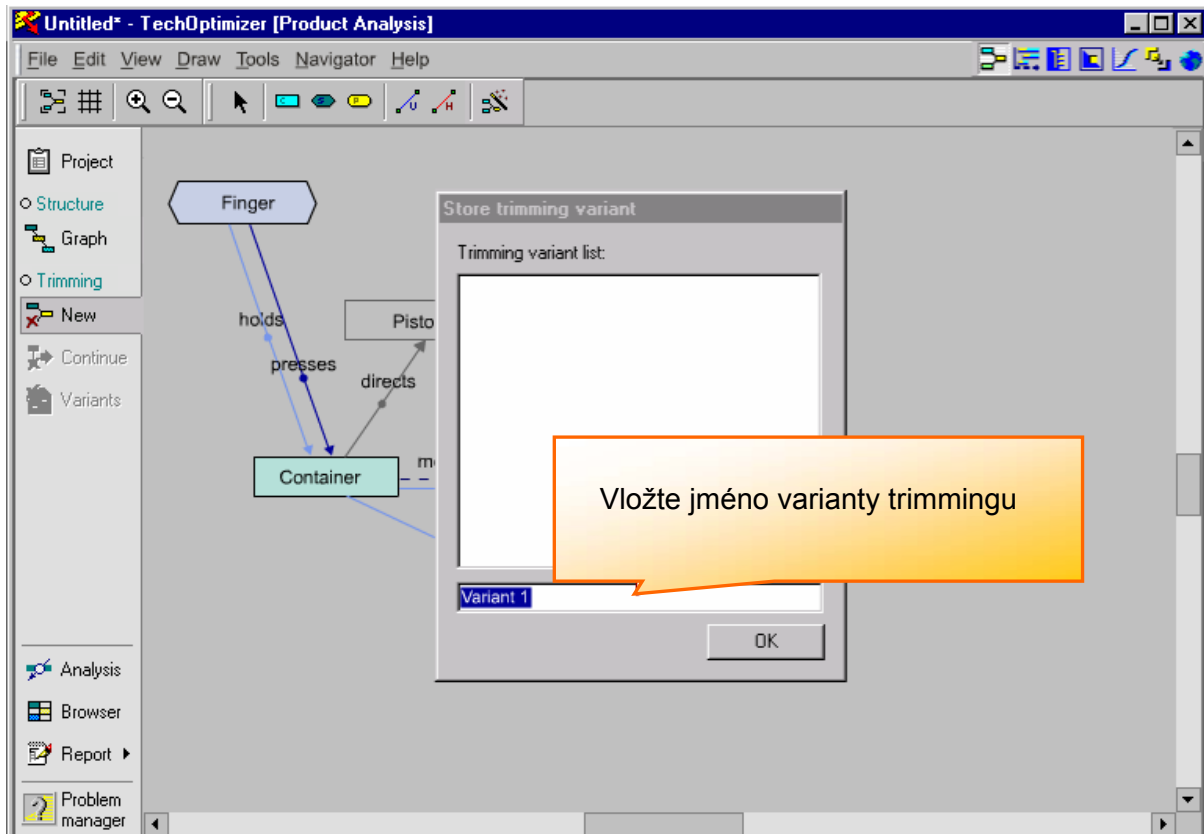
Obr. 22



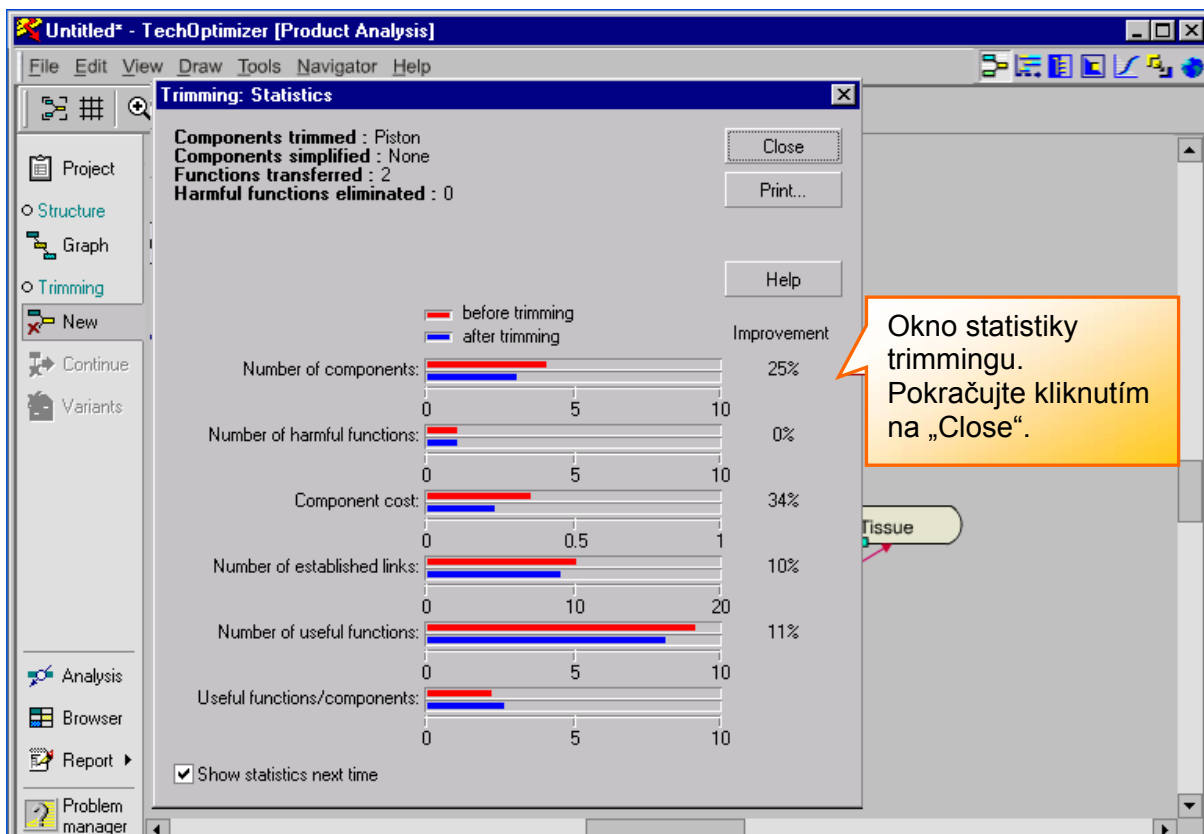
Obr. 23



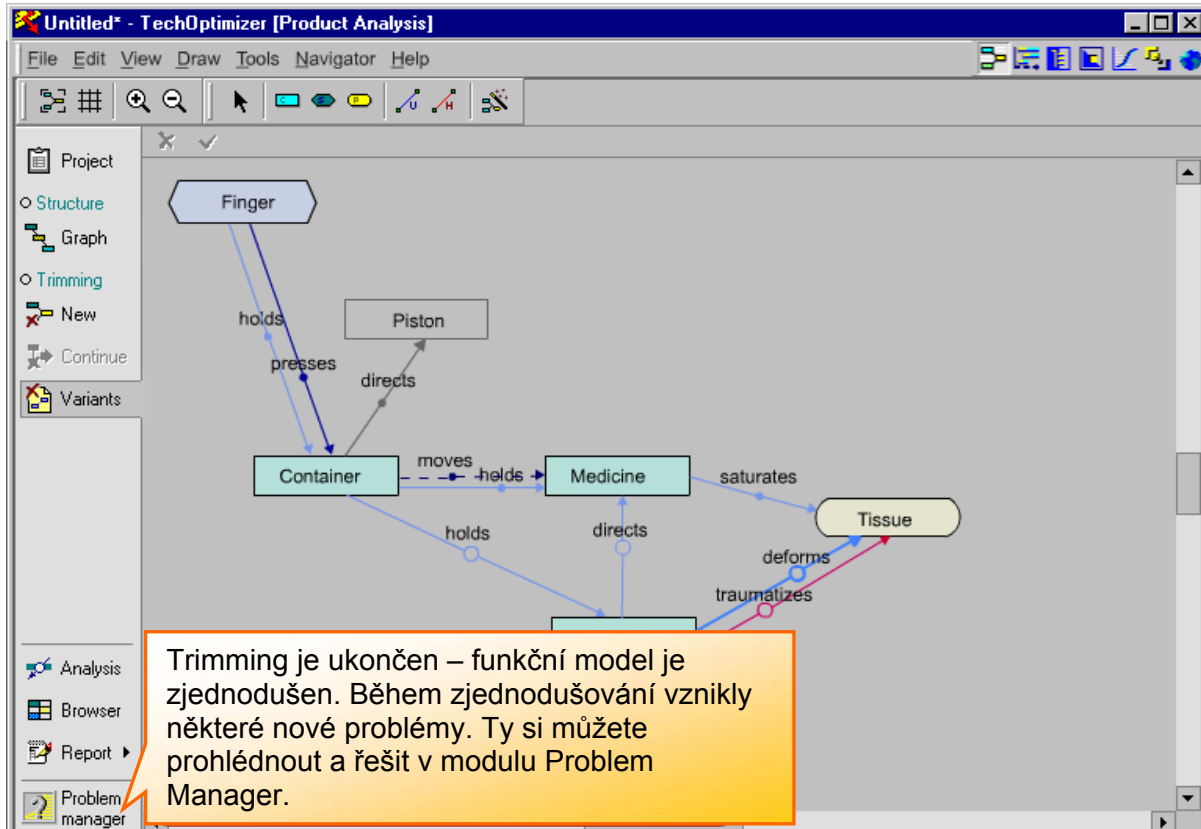
Obr. 24



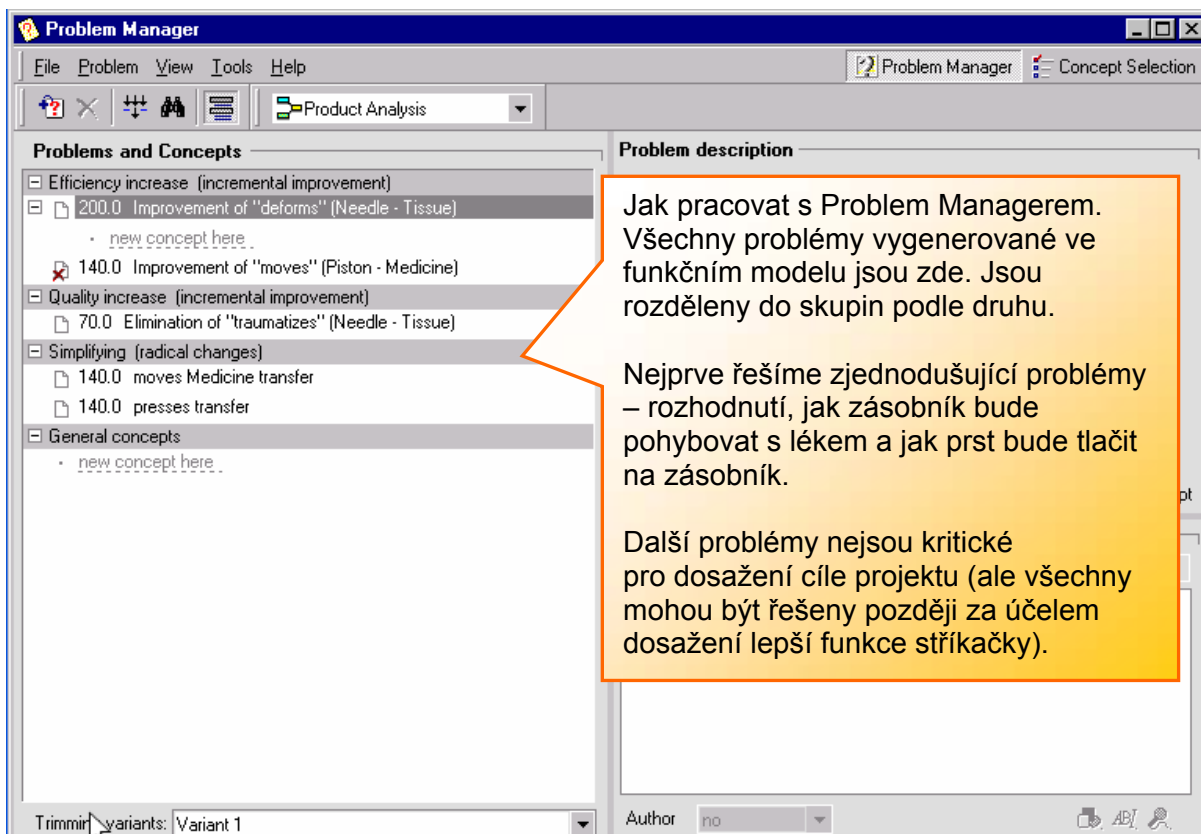
Obr. 25



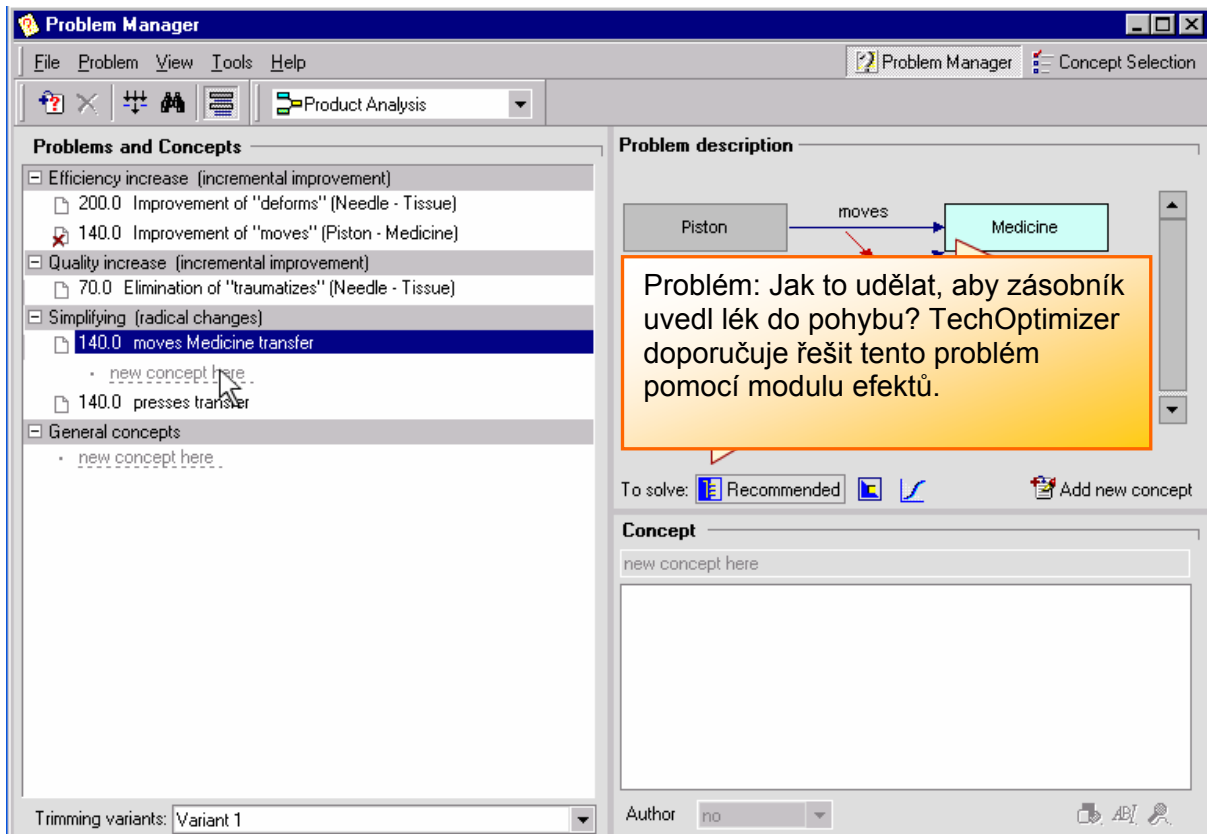
Obr. 26



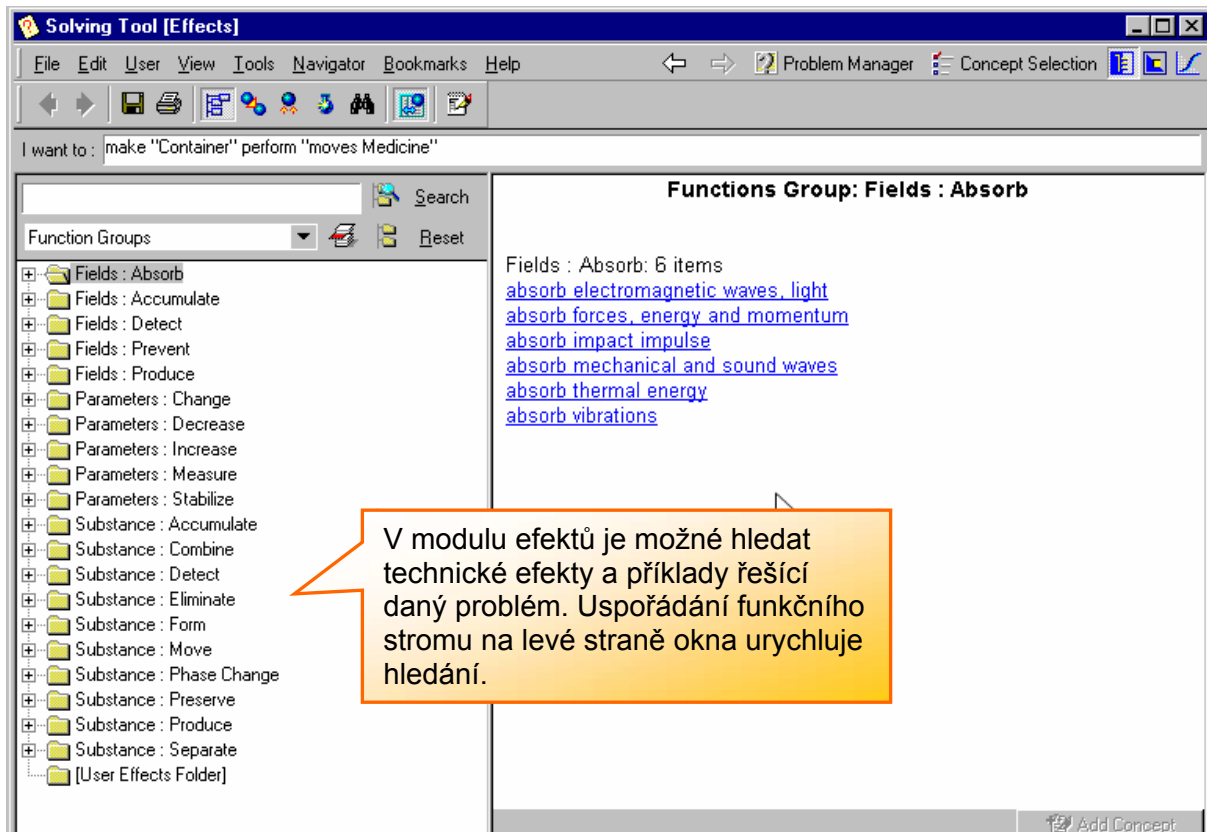
Obr. 27



Obr. 28

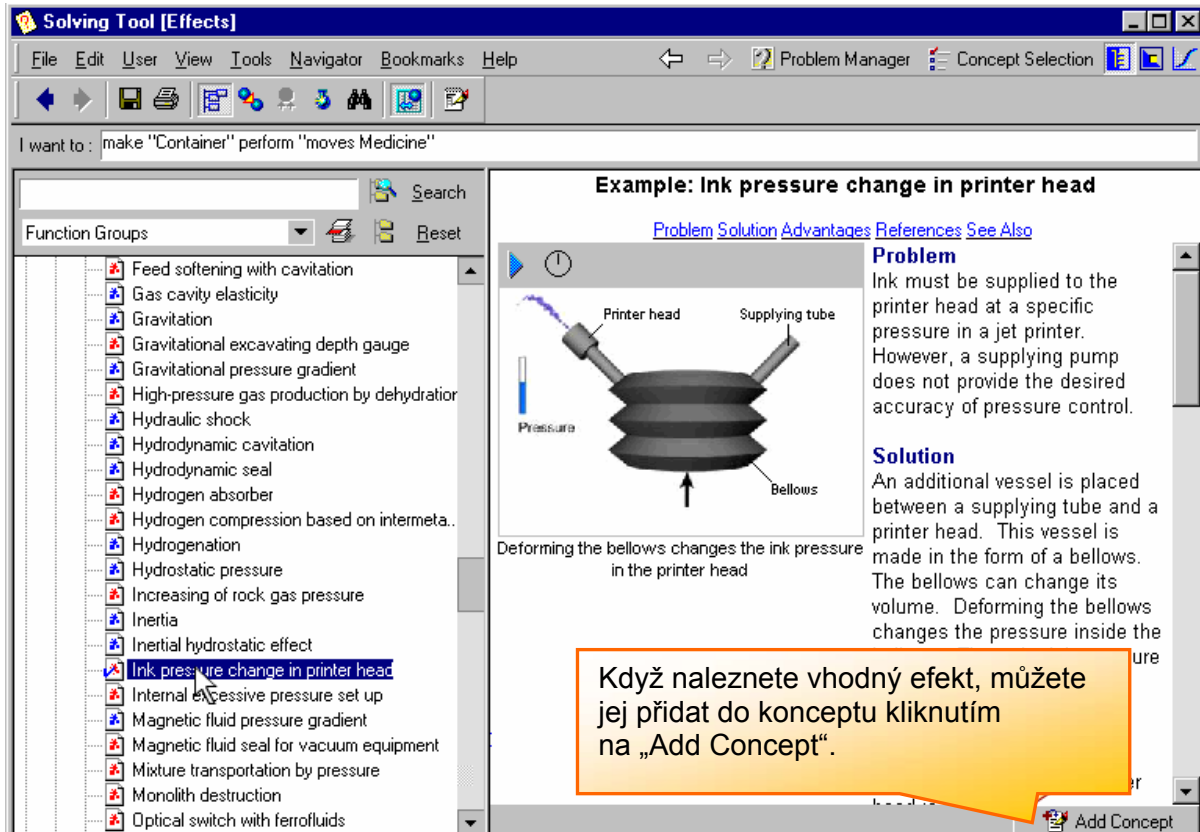


Obr. 29

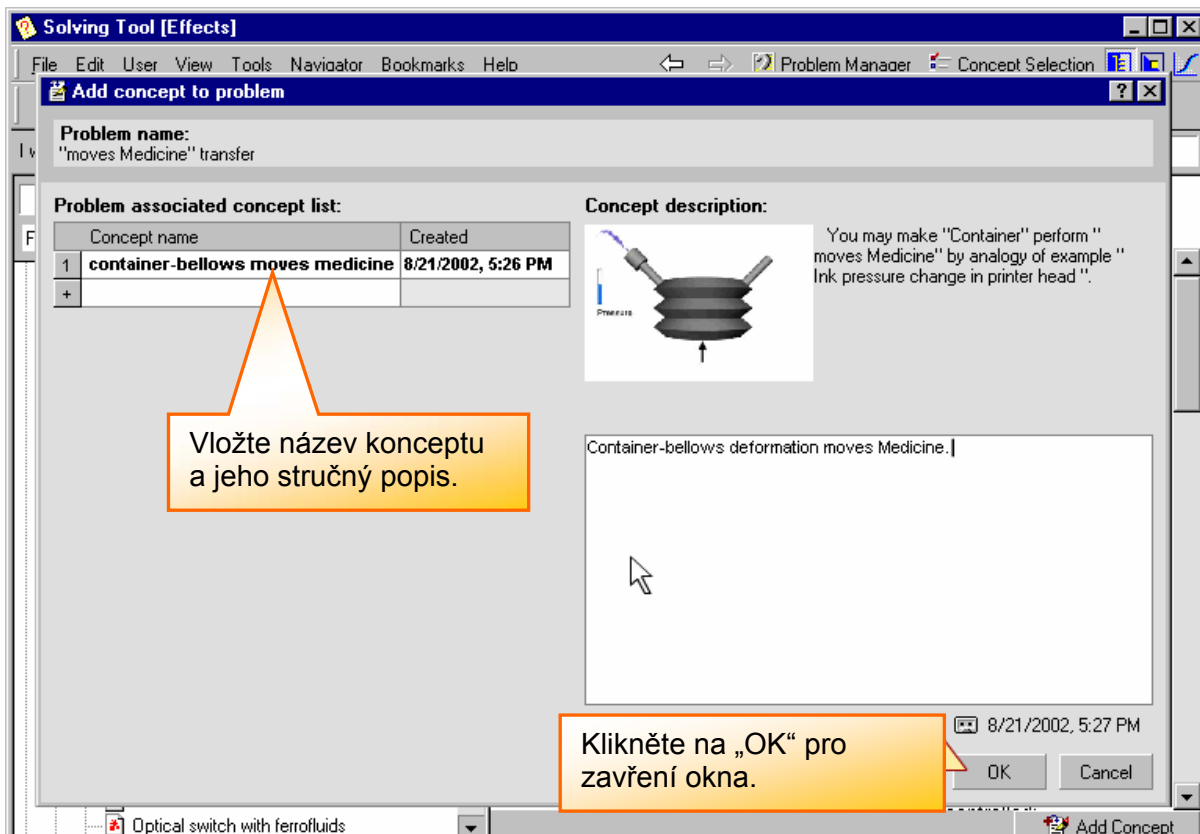


Obr. 30

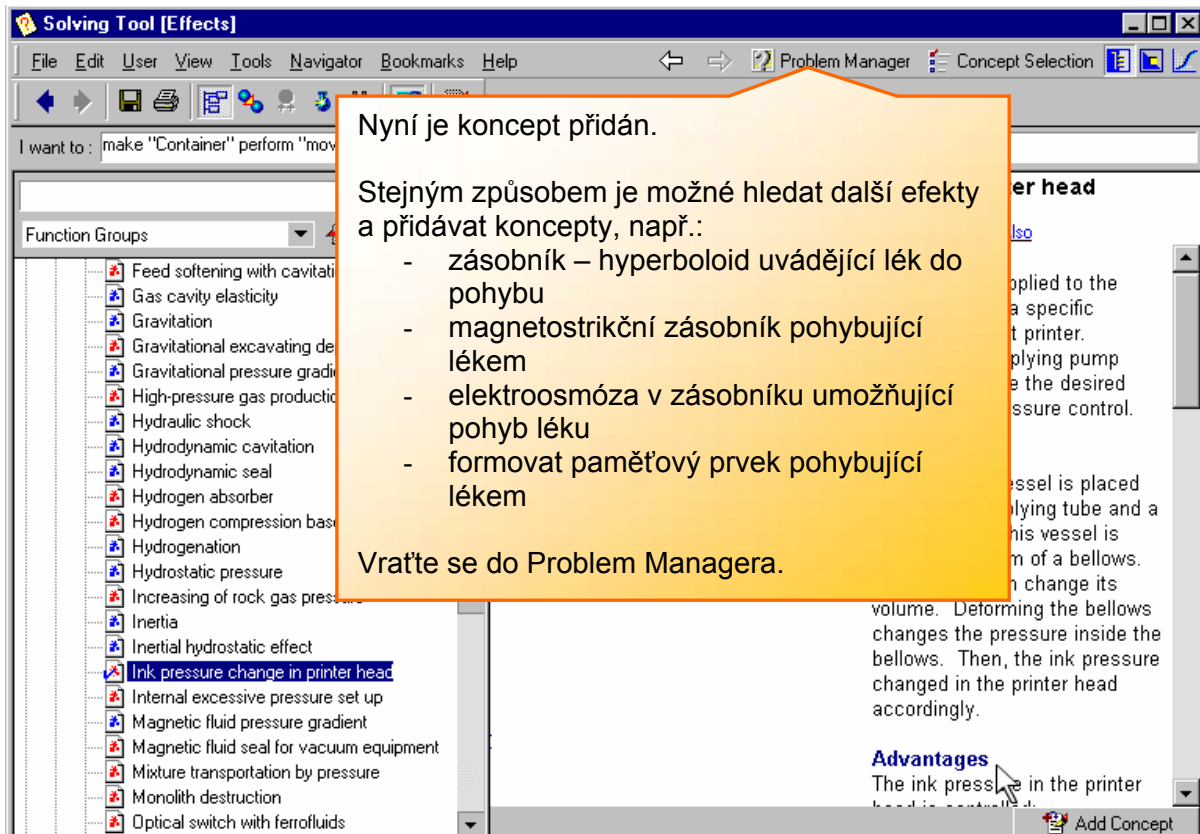




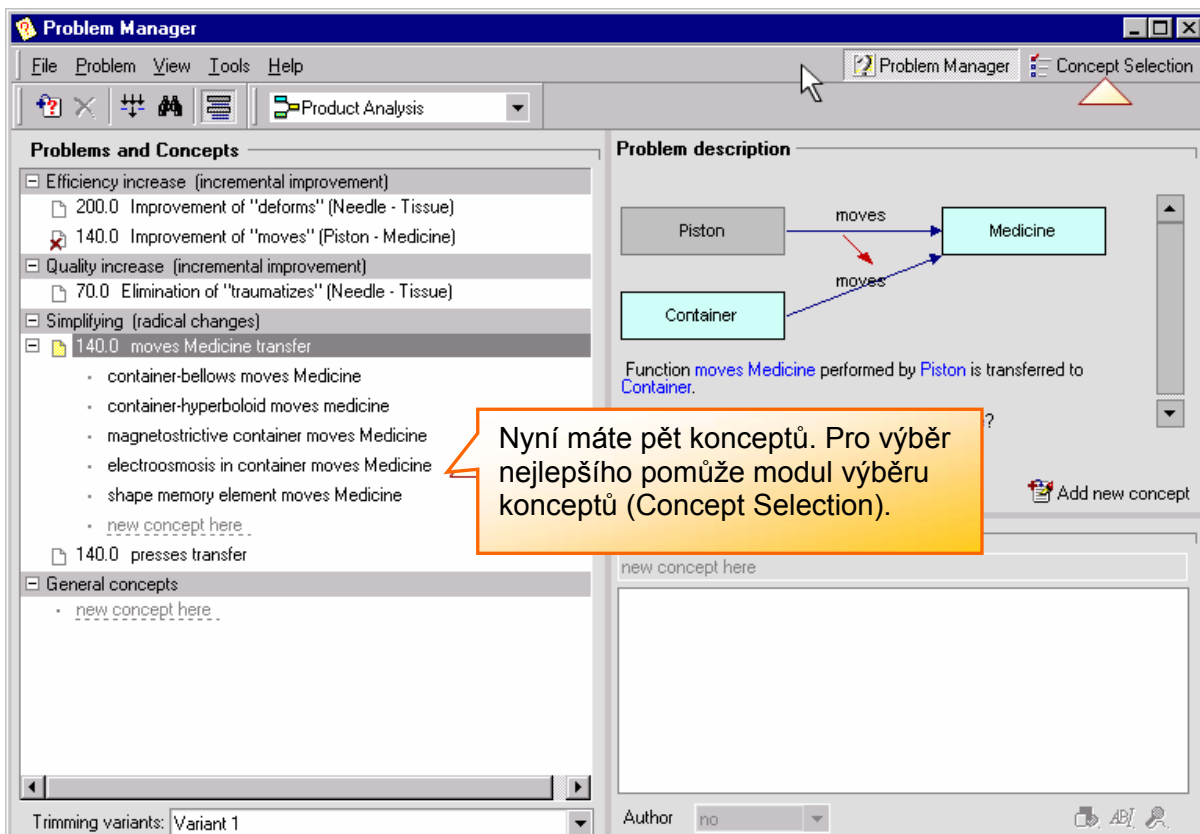
Obr. 31



Obr. 32



Obr. 33



Obr. 34

**Problem Manager**

File Edit View Tools Help

Problem Manager Concept Selection

Selection by: Integral Evaluation Add... Delete...

Concepts	Implementation Cost	Implementation Time	Evaluation Better →
Problem associated concepts			
container-bellows moves Medicine	10.00	77.00	-55.80
container-hyperboloid moves Medicir	15.00	100.00	-77.50
magnetostrictive container moves Me	12.00	250.00	-130.00
electroosmosis in container moves M	14.00	140.00	-91.00
shape memory element moves Medic	40.00	190	-176.00
General concepts			
+ new concept here			

Parameter Condition Importa...

Parameter	Condition	Importa...
1	Implem Down	1
2	Implem Down	1

**Diagnostic for Integral Evaluation**

container-bellows moves Medicine, container-hyperboloid moves Medicine, magnetostrictive container moves Medicine are concepts recommended for implementation first

Vložte realizační cenu a realizační čas pro každý koncept.

Hodnoty ukazují, že koncept *container-bellows moves Medicine* je nejlepší. Vraťte se do Problem Managera.

Concept

new concept here

Author no

Obr. 35

**Problem Manager**

File Problem View Tools Help

Problem Manager Concept Selection

Product Analysis

**Problems and Concepts**

- Efficiency increase (incremental improvement)
  - 200.0 Improvement of "deforms" (Needle - Tissue)
  - 140.0 Improvement of "moves" (Piston - Medicine)
- Quality increase (incremental improvement)
  - 70.0 Elimination of "traumatizes" (Needle - Tissue)
- Simplifying (radical changes)
  - 140.0 moves Medicine transfer
    - container-bellows moves Medicine
    - container-hyperboloid moves medicine
    - magnetostrictive container moves Medicine
    - electroosmosis in container moves Medicine
    - shape memory element moves Medicine
  - 140.0 presses transfer
    - new concept here
- General concepts
  - new concept here

**Problem description**

```

graph LR
  Finger[Finger] -- presses --> Piston[Piston]
  Finger -- presses --> Container[Container]
  
```

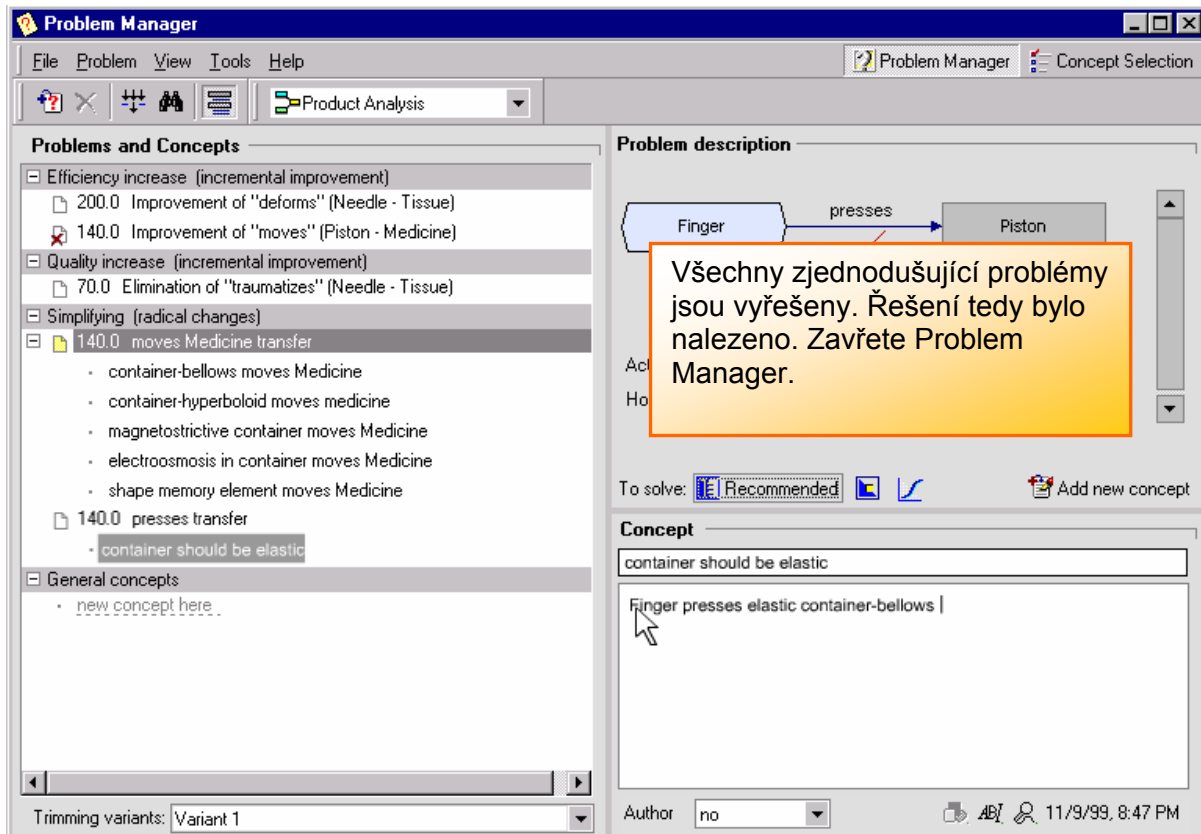
Po vybrání *container-bellows moves Medicine* jakožto řešení prvního problému je problém jak bude objekt „prst“ vykonávat „stlačování zásobníku“ jednoduchý.

Zásobník musí být elastický. Nyní přidejte tento koncept.

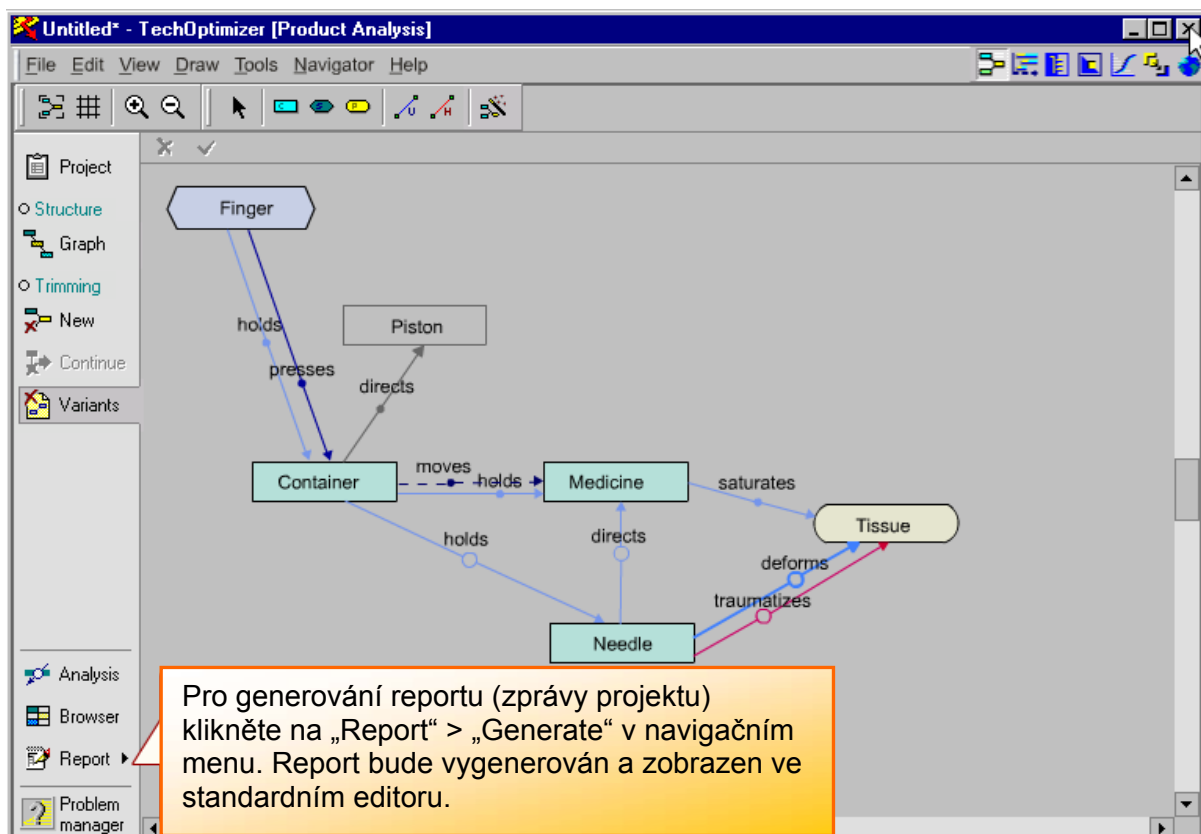
Trimming variants: Variant 1

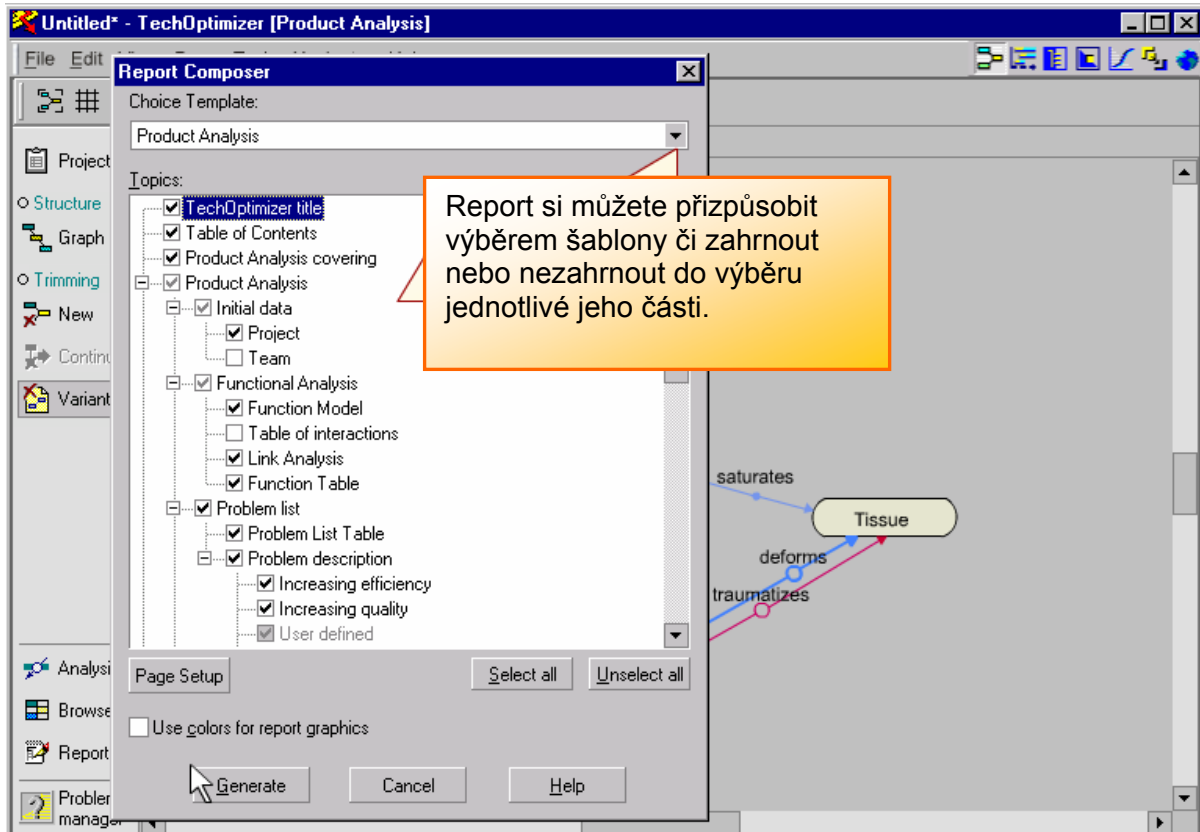
Author no

Obr. 36

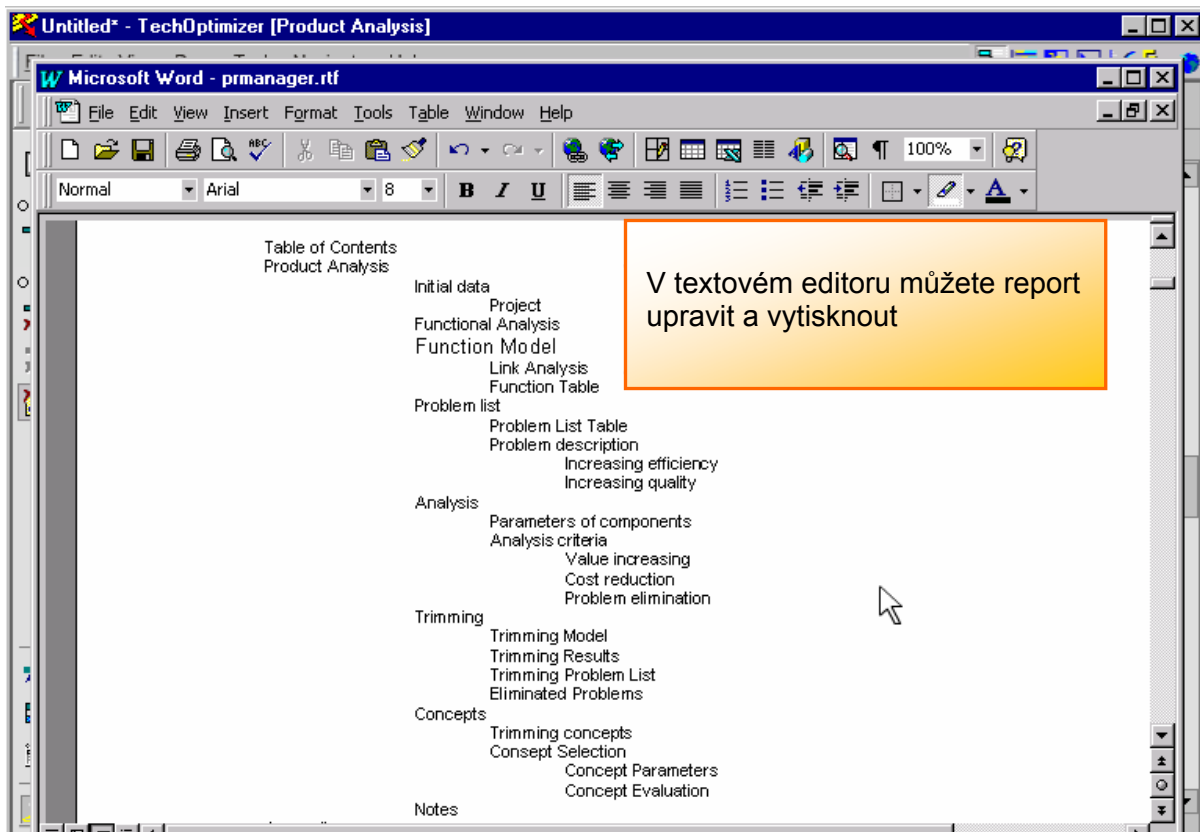


Obr. 37

Obr. 38  
1 / 0



Obr. 39



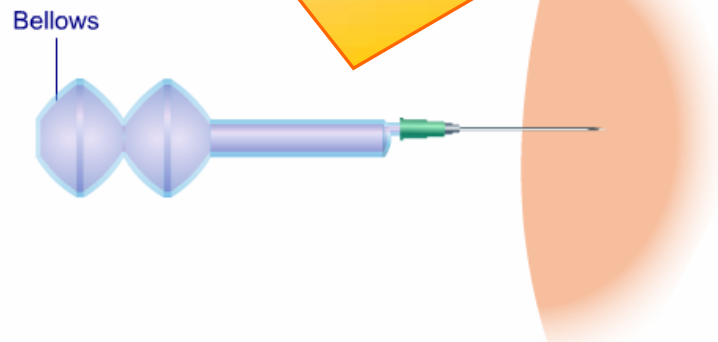
Obr. 40

## Solution

Modul Analýzy produktu pomohl:

- důkladně analyzovat a zlepšit injekční stříkačku
- obdržet inovační koncepty pro nové ztvárnění stříkačky
- redukovat složitost a cenu injekční stříkačky

Ukázat jak funguje zlepšená stříkačka – zkusit zmáčknout pružný měch.



Explore solution: try to squeeze bellows

Obr. 41



## Shrnutí kapitoly

V této kapitole jste se seznámili s následujícími pojmy:

Funkční a nákladová analýza, analýza produktu, manažer problémů, moduly Efekty, Prognózy, Principy.

## 3.2. GOLDFIRE INNOVATOR 4.0

### Po úspěšném a aktivním absolvování této KAPITOLY

<p>V této kapitole se seznámíte se základy systému Goldfire Innovator. Kapitola je členěna do podkapitol:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Principy GFI</li> <li>▪ Základní pojmy GFI</li> <li>▪ Inovace existujícího systému</li> <li>▪ Návrh nového systému</li> </ul> <p>Po jejich prostudování budete schopni s využitím poznatků z předešlé kapitoly, využívat k inovacím stávajících systémů nebo k návrhu nových systémů postupy GFI a pochopíte základní principy a možnosti systému GFI.</p>	Cíle kapitoly
<p><i>Device components, device supersystems, dashboard (hlavní panel), Knowledge bases (vědomostní databáze), Innovator Workbench (“pracovní stůl“ Inovátoru), Solution manager (správce řešení), Improve Existing System (zlepšení stávajícího systému), Building the cause-effect model (Sestavení cause-effect modelu),</i></p>	Klíčová slova



**Čas ke studiu: 8 hodin**

Vývoj Invention Machine vedl k jeho stále sofistikovanější struktuře a rozšiřování o nové moduly, což poskytuje uživatelům nové možnosti a benefity. Práce se systémem (mají-li být využity všechny jeho možnosti) je však podstatně náročnější oproti TechOptimizeru verze 3.0. Z tohoto důvodu jsou následující kapitoly věnovány novým pojmům ve srovnání s TO 3.0 v minulé kapitole a následně i srovnání v postupu při inovaci stávajícího systému i návrhu nového systému.

Navíc, protože v GFI existuje manuál a Help pouze v anglickém jazyce, což vyvolává u většiny studujících potíže, jsou přeloženy nejčastěji používané anglické pojmy do češtiny. Dále jsou také upřesněny některé změny v postupech.



## VÝKLAD

### 3.2.1. Principy GFI

GFI ve verzi 4.0 kombinuje výhody plynoucí z ověřených metodologií analýzy a řešení inovačních problémů a nově i z pokročilé technologie vyhledávání znalostí z dokumentů a databází na Internetu (běžně nedostupných).

GFI v sobě nyní zahrnuje dříve samostatné moduly TechOptimizer a Goldfire Intelligence (Knowledgegist).

Firmám poskytuje GFI podstatné přínosy v oblastech:

1. posílení inovačních procesů
2. snadný přístup k transdisciplinárním vědeckotechnickým znalostem firmy i z Internetu
3. zkracuje dobu vstupu inovace na trh
4. umožňuje vyhodnocení znalostí o konkurenci

Řešení inovačních problémů trpí – nejasnostmi při definování problémů, psychologickou setrvačností, tendencí hledat kompromisy (optimalizovat) a tím blokovat vznik originálních řešení, zahlcením technickými informacemi i nedostatkem relevantních znalostí.

Tradiční techniky metodiky konstruování a obecně tvůrčích procesů neposkytovaly strategii vedoucí k silným řešením, ani jistotu návratnosti vložených prostředků a opakovatelnosti postupu.

**Analýza a definice problému**

Analýza problémové situace a definování problému k řešení má vést ke zjištění kořenové příčiny a jejímu odlišení od pouhého příznaku problému. GFI automaticky extrahuje popis jednotlivých kořenových příčin (Root Cause Analysis) a tyto formuluje jako otázky, které lze vyslat do uživatelsky definovaných znalostních bází (Knowledge Bases).

**Modelování funkčnosti pro pochopení problému**

Podstata postupu založená na hodnotové analýze byla popsána v předešlé kapitole (TechOptimizer, FNA). Postup poskytuje přehlednost a jistotu, že řešitel pracuje na řešení správného problému a že jeho úsilí je zaměřeno podle priorit. Model abstrahuje od nepodstatných komponent.

**Generování myšlenek a bezbariérové myšlení**

Definování problémové situace a zaměření úsilí na na kořen problému nebo bod s nejvyšší prioritou je prvním krokem, který urychluje inovace. Myšlenkové operace se stávají návykem, tím spíše jestli je řešena stále stejná problematika. Z modelování a analýzy funkcí lze získat podněty k radikálním změnám designu řešeného systému. Tyto podněty jsou pak propojovány se třemi databázemi – knihovnami:

- invenčních principů
- standardních modifikací charakteristik systémů
- vědeckotechnických efektů.

S těmi jsme pracovali v metodice TRIZ postavené na principech:

- evoluce technických systémů není náhodný proces, ale podrobuje se určitým zákonitostem
- inovace obvykle vznikají, když vývoj technického systému dospěl k nutnosti překonat rozpor, a to použitím minimálních zdrojů
- základní technické úkoly byly již většinou vyřešeny, i když často v jiné disciplíně nebo kontextu a takové známé řešení lze modifikovat pro inovaci řešením problému s vyššími nároky



### 3.2.2. Základní pojmy GFI, obsah a použití manuálu

Originál anglického manuálu je velmi rozsáhlý a podrobný, což pro zkušenějšího uživatele výpočetní techniky není nezbytné a z hlediska zaměření kurzu a časových možností dokonce zatěžující a a v rozsahu kurzu nevládnutelné. Některé položky, jako například názvy tlačítek v hlavním okně programu, je však lépe z praktických důvodů nepřekládat, proto jsou ponechány v angličtině a v textu vždy zvýrazněny kurzívou. Jejich případný překlad je umístěn v závorce za anglickým výrazem.

Tato kapitola tedy poslouží jednak jako zjednodušený manuál postačující pro všechny základní úlohy v předmětném kurzu, jednak jako výkladová a srovnávací příručka pro aplikaci na vlastní projekty uživatelů. V případě potřeby jsou další podrobné pokyny snadno dohledatelné v anglické verzi v Helpu programu.

#### Úvod

Software Goldfire Innovator byl navržen jako nástroj podpory metodického vývoje a ověřování efektivnosti a kvality řešení v následujících oblastech:

- Vývoj nových produktů
- Zlepšování stávajících produktů nebo procesů
- Oprava a předcházení chybám
- Strategický vývoj produktů a technologií
- Pomoc při eliminaci styku s překážkami na trhu a zabránění ztrátám intelektuálního majetku

Aplikací GI do procesu tedy můžeme docílit následujících výhod:

- Zvýšení efektivity a produktivity
- Originální přístup k různým řešením inovací
- Schopnost vytvářet a prověřit více návrhů
- Další...

#### Popis a ovládání GI, základní postupy

##### Zapnutí GI

Zapnout GI je možno buď ikonou **Goldfire Innovator** na ploše, v případě že tam není zvol: **Start > Programs > Goldfire Innovator > Goldfire Innovator**.

Po spuštění můžeš být vyzván k přihlášení. V případě, že jsi vyzván, napiš své uživatelské jméno a heslo. Heslo by mělo být k dispozici u správce sítě nebo vedoucího kurzu. V případě že jsi nebyl vyzván k zadání jména a hesla, administrátor zřejmě nakonfiguroval GI, aby se automaticky k serveru připojoval po spuštění.

Po přihlášení dojde k připojení buď na server Goldfire.com (Invention Machine's Goldfire server) nebo na corporate Goldfire Server (záleží na konfiguraci) a naskočí hlavní okno GI. Tímto způsobem dojde k zapnutí tzv. *Online mode*, tedy připojený mód.

V GI je možno pracovat i v tzv. *Offline mode*, tedy nepřipojený k serveru (při přihlašování kliknout na *Cancel* a až vyskočí chybová hláška tak označit *Work Off-line*). Práce v *Offline mode* ovšem není možná pokud jde o první přihlášení uživatele, nebo pokud se na server nepřihlásil v posledních 72 hodinách.

## Popis hlavního okna:

### 1. Navigation bar (panel pro navigaci)

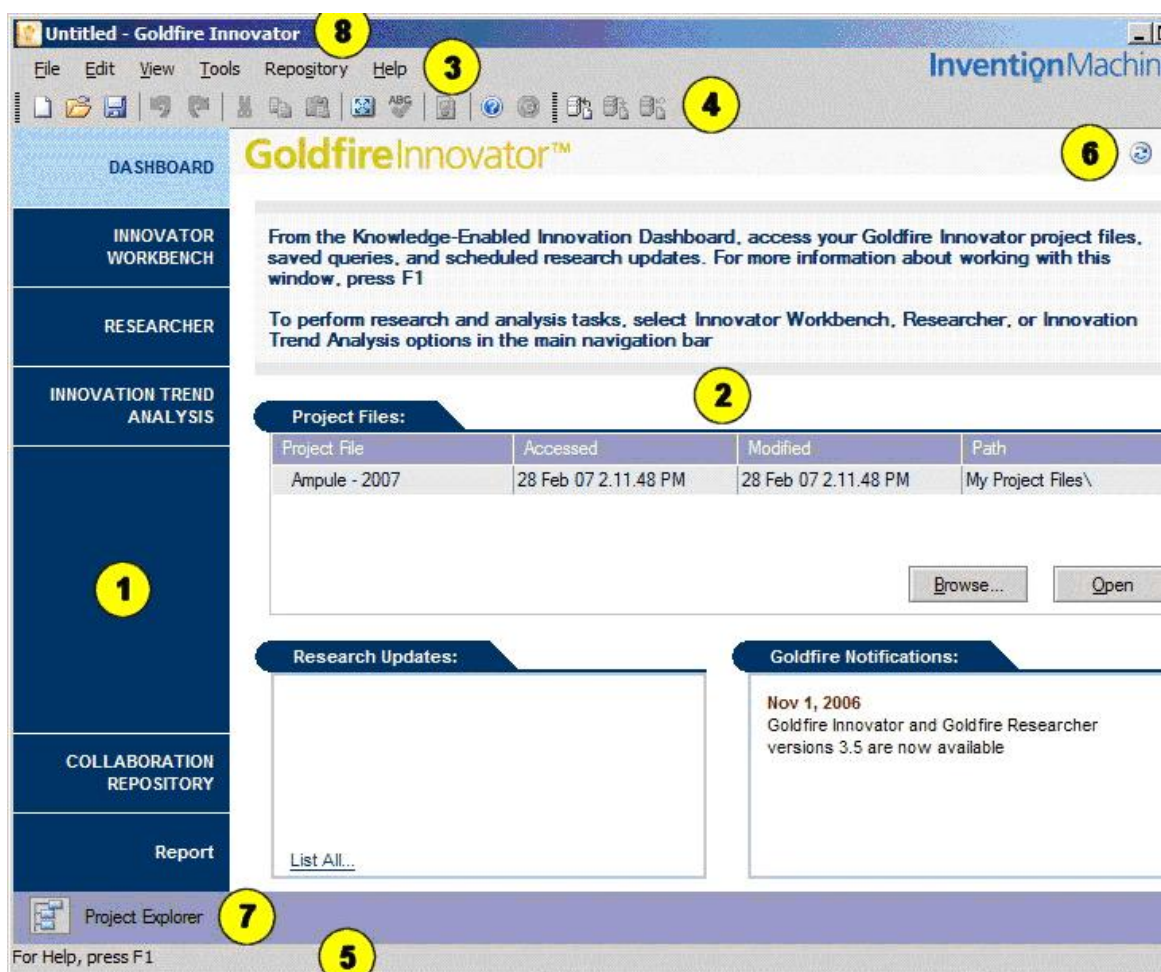
- je vždy na levé straně hlavního okna GI.
- je aktivní vždy po spuštění programu
- má různý vzhled a obsah, podle toho zda jsi nebo nejsi zrovna ve *workflow* (průběhu práce)
- pokud nejsi ve *workflow* (průběhu práce), slouží k navigaci mezi hlavními částmi GI
- pokud jsi ve *workflow*, slouží ke zpřístupnění a orientaci v hlavních úkolech daného *workflow*

### 2. Application Windows (okno aplikace)

- tato část okna zobrazuje vždy interface pro úkol zvolený v *Navigation bar*

### 3. Menu bar (panel menu)

- tato část obsahuje záložky menu a poskytuje tedy přístup k některým příkazům
- pro otevření záložky menu na ni klikni
- obsah záložek se mění v závislosti na zvoleném úkolu



Popis hlavního okna

### 4. Toolbar

- obsahuje tlačítka, které zajišťují rychlý přístup k často používaným funkcím

-obsah se také mění v závislosti na zvoleném úkolu  
 -dá se přizpůsobit přidáním nebo odebráním příkazů, dá se i vytvořit vlastní *Toolbar* (z panelu menu vybrat **Tools > Customize Toolbars**)

### 5. Status bar

-zobrazuje popis tlačítka nebo příkazu (po ukázání myši)  
 -pokud *Status bar* nevidíš, vyber z menu **View > Status Bar**. Pro jeho schování totéž.

### 6. Refresh and stop buttons

-první tlačítko je *Refresh*(obnovit), použij pokud chceš znovu načíst obsah okna  
 -druhé tlačítko *Stop* slouží k zastavení stahování informací ze serveru

### 7. Project Explorer button

-otevřít *Project Explorer*. Používá se k rychlé navigaci a provádění některých operací mezi projekty nebo se specifickými daty v projektu

### 8. Title bar

-je vždy nahoře na okně  
 -zobrazuje jméno právě otevřeného *Project file*  
 -hvězdička(\*) signalizuje, že právě otevřený projekt byl již změněn  
 -pokud začneš nové sezení, jméno projektu bude **Untitled**

K nápovědě je možno se dostat kdykoli pomocí klávesy F1, nebo pomocí **Help > GoldFire Innovator Help**.



Některé další pojmy, na které brzy narazíte:

### Knowledge bases (vědomostní databáze)

Databáze, která obsahuje různé informace a dokumenty, umožňující během návrhu získávat potenciální řešení problému

### Innovator Workbench (“pracovní stůl“ Inovátoru)

Tzv. *Innovator Workbench workflows* jsou strukturované skupiny úkolů, které pomáhají zachovávat soudržnost práce při analýze a řešení problému. GI obsahuje čtyři předem definované *workflow* (průběh práce). Je možno si také vytvářet své vlastní.

### Solution manager (správce řešení)

*Solution manager* umožňuje ovládat procesy vytváření a ověřování návrhu. Poskytuje také interface pro hodnocení a seřazování řešení problémů.

### Using Task Guides (použití průvodce)

Pro některé postupy je v GI možno použít tzv. *Task Guide*), které ti ukážou krok za krokem jak postupovat. V případě že je *Task Guide* pro daný úkol možno použít, proved' jednu z následujících věcí:

- Na *Toolbar* nebo *Title bar* klikni na . Toto tlačítko je aktivní pouze v případě že je *Task Guide* k dispozici.
- Vyber **Task Guide** z menu **Help**

Pokud nepracuješ v žádném *workflow*, potom je *Navigation bar* použitý k zpřístupnění základních komponent GI, kterými jsou:

### Dashboard (hlavní panel)

Tento příkaz otevírá tzv. *Dashboard Windows* (okno hlavního panelu). Pomocí *Dashboard* máš přístup k uloženým *project files* (soubory projektu), *research updates* (aktualizace pátrání) a *Goldfire notifications* (zprávy).

*Dashboard* je možno použít kdykoli i během práce ve *workflow*.

### Innovator workbench (pracovní stůl Inovátoru)

Tento příkaz otevírá okno Inovátoru. Zde je možno založit nový předdefinovaný *workflow* nebo vytvořit a spravovat svůj vlastní *workflow*. V Inovátoru jsou předdefinované čtyři *workflow*:

- *Improve Existing System* (zlepšení stávajícího systému)  
Používá se k diagnóze a řešení problémů na již existujících zařízeních a procesech. Výsledkem může být například vylepšení jen malé části zařízení nebo i celková změna designu/procesu.  
Tento *workflow* zahrnuje *Root Cause Analysis* (tzv. kořenová analýza), dále *Device analysis* (analýza zařízení) nebo *Process analysis* (analýza procesu).  
Na základě vložených parametrů jsou postupně identifikovány klíčové problémy zařízení nebo systému. Pomocí integrovaného *Researcher* (výzkumníka) můžeš najít a ověřit řešení těchto problémů.
- *Design new system* (návrh nového systému)  
Tento *workflow* se používá ke generování koncepčních návrhů a požadavků nových zařízení.  
Zahrnuje *Researcher Knowledge Search* (průzkum známých vědomostí), *Root Cause Analysis* (kořenová analýza) a *Device analysis* (analýza zařízení).  
Uživatel je postupně veden sérií úkolů, které mu pomáhají vytvořit jeho návrh. Začíná průzkumem již existujících možných řešení, vztahujících se k zařízení nebo procesu. Dále se tvoří model nového systému, zhodnotí se navržené komponenty nebo operace a nakonec se rozhoduje, které by mohly být ještě zjednodušeny nebo vylepšeny. Nakonec se hodnotí různé konfigurace řešení a vybírá se to, které nejlépe odpovídá požadovanému cíli.

- *Synthesize Hybrid System* (syntéza hybridního systému)  
Tento *workflow* se používá k systematickému porovnání dvou nebo více soupeřících systémů, a poté se kombinací jejich nejlepších parametrů či charakteristik vytvoří jeden hybridní systém. Zde však není podrobně rozebrán, zájemci jsou zatím odkázáni na **Help**.
- *Failure Mode & Effect analysis – FMEA* (mód poruch & analýza efektů)  
Tento *workflow* se používá k omezení a prevenci chyb zařízení nebo procesu (rovněž zde není podrobně rozebrán). Postup je strukturován následovně:
  - 1: Identifikace potenciálních poruchových režimů zařízení nebo procesu
  - 2: Formulace potenciálních efektů, potenciálních příčin chyb, kontrola běhu
  - 3: Upřednostnění potenciálních poruchových režimů
  - 4: Identifikace akcí pro zabránění vybraných poruchových režimů

## Researcher (není předmětem kurzu)

## Innovation Trend Analysis

## Založení projektu a práce s projekty

*About Project files and projects* (O souborech projektu a projektech):

### Project file (soubor projektu)

*Project file* je GI “dokument“ se kterým se během sezení pracuje. Během sezení je možno *project files* otevírat, editovat, ukládat, zavírat... Pro navigaci mezi daty v právě otevřeném *project file* použij *Project Explorer*.

Než začneš v GI plnit jakýkoli úkol, musíš buď *start a new project file* (začít nový soubor projektu) nebo *open an existing project file* (otevřít již existující soubor projektu).

*Dashboard* poskytuje rychlý přístup k právě otevřeným *project files*.

### Project (projekt)

*Project* slouží k organizování dat, která jsou uložena v *project file*. Jeden *project file* může obsahovat několik *projects*.

V GI existují **tři typy projektů**, definované typem úkolu, který je možno provádět:

- První typ projektu je vytvořen pokud začneš nový *Optimizer workflow*
- Druhý typ projektu je vytvořen pokud uložíš řešení nalezené pomocí funkce *Researcher* (mimo *workflow*)
- Třetí typ projektu je vytvořen pokud uložíš výsledky *InnovationTrend Analysis* (mimo *workflow*)

## Práce se soubory projektu a projekty:

### Creating a new project file (vytvoření nového souboru projektu)

Pokud začneš nové sezení, automaticky je vytvořen nový soubor projektu pojmenovaný **Untitled**. Tento soubor projektu ještě není nikde uložen ani neobsahuje žádné projekty.

Pro vytvoření nového souboru projektu je tedy potřeba udělat jednu z následujících věcí:

- Uložit automaticky vytvořený soubor projektu **Untitled** na začátku sezení
- Uložit kopii právě otevřeného souboru projektu pod novým jménem (**Save As**)
- Vytvořit nový projekt v průběhu práce s jiným

### Creating a new project (vytvoření nového projektu)

Vytvoření nového projektu je možné až po vytvoření nebo otevření již existujícího souboru projektu. Pro vytvoření nového projektu udělej jednu z následujících věcí:

- Zvol *Optimizer workflow*. Může to být předdefinovaný i vlastní *workflow*.
- Začni řešit nový úkol pomocí funkce *Researcher* (přímo) a ulož výsledky
- Začni řešit nový úkol pomocí funkce *Innovation Trend Alalysis* (přímo) a ulož výsledky

V dialogovém okně nového projektu poté vepiš *Project name* (jméno projektu), *Autor* (autor) a *Project Description* (popis projektu - není povinný).

Popis nového projektu

### Opening a project file (otevíráání souboru projektu)

V jednu chvíli je možno mít otevřen pouze jeden soubor projektu. Po otevření je možno otevřít *Project Explorer* k rychlé navigaci a provádění některých operací mezi projekty nebo se specifickými daty v projektu (modely, problémy, řešení).

Projekty vytvořené v programu TechOptimizer 3.x – 4.x mohou být v GI rovněž otevřeny.

### Renaming project files (přejmenování)



Soubor projektu je možno přejmenovat z *Dashboard*. Postup je následující:

- Klikni na *Dashboard*
- Označ soubor projektu který chceš přejmenovat
- Stiskni **F2**
- Napiš nové jméno souboru projektu a stiskni **Enter**. Pokud zadané jméno už existuje, budeš vyzván k zadání jiného.

### Deleting project files (smazání)

Soubor projektu je možno smazat opět z *Dashboard*. Postup je následující:

- Klikni na *Dashboard*
- Označ jeden nebo více souborů projektu které chceš smazat
  - Pro označení souvislého bloku projektů, klikni na první soubor, podrž **Shift**, klikni na poslední soubor
  - Pro označení několika nesusousedících souborů, podrž **Ctrl** a vyber klikáním soubory
- Stiskni **Delete**

### Viewing, adding, or editing project-level notes (prohlížení, přidávání a editace poznámek projektu)

Pro zobrazení dialogového okna poznámek projektu:

- V *Project Explorer*, vyber **Project > Project Notes**.
- Z GI menu, vyber **Tools > Project Notes**.


Pro vložení nové poznámky projektu:

1. Ve sloupečku **Note Name**, klikni do prázdného políčka na spodku listu
2. Napiš poznámku
3. Klikni na políčko **Note** napravo a vepiš popis poznámky
4. Chceš-li přidej další poznámku (opakuj kroky 1 až 3)
5. Klikni na **OK** pro uložení a zavření okna

Pro seřazení poznámek v dialogovém okně:

- Klikni na **Note Name** (v záhlaví sloupečku), pro seřazení podle jména
- Klikni na **Created** (v záhlaví sloupečku), pro seřazení podle datu vzniku

### Project Explorer (prohlížeč projektů)

Pro zobrazení *Project explorer* klikni na  na spodku okna GI, nebo klikni na **Project Explorer** v menu **View**.

*Project explorer* umožňuje:

- Navigaci k projektům a modelům v právě otevřeném *Project file*
- Vytváření variant modelu
- Prohlížení problémů a řešení pro modely, *Researcher a Innovation Trend Analysis* projekty
- Přejmenování projektů a jeho prvků
- Mazání projektů a jeho prvků

Malá šipka umístěná nahoře na *Project Explorer* otevírá menu, které umožňuje přepínání mezi dvěma módy:



### Floating display mode (plovoucí mód)

Když *Project Explorer* poprvé otevřeš, měl by být umístěn nahoře ve floating módu. Je možno jej myší přetáhnout na jiné místo.

Pro zobrazení *Project Explorer* v tomto módu, klikni na **Float**.

### Docked display mode (ukotvený mód)

V tomto módu je možno pozici *Project Explorer* uzamknout. Klikni na **Dock right** pro zafixování *Project Explorer* na pravou stranu okna GI. Klikni na **Dock left** pro zafixování *Project Explorer* na levou stranu okna GI.

Otevírání položek v *Project Explorer*

- Označ položku ve stromu *Project Explorer*, a stiskni **Enter**
- Dvojitý-klik na položku, nebo vyber **Item > Open Item** z menu *Project Explorer*

Označená data se otevřou v okně GI.

### Prohlížení vlastností položek v *Project Explorer*

Pro zobrazení tabulky vlastností v *Project Explorer*, vyber z menu **View > Show Properties**.  
Pro skrytí tabulky vlastností v *Project Explorer*, vyber **View > Hide Properties**.

Prohlížení problémů a řešení

1. Ve stromu *Project Explorer* označ model, pro který chceš zobrazit problémy/řešení
2. Klikni na **Problems & Solutions** na spodu *Project Explorer*.

## Aplikace základních postupů

### Innovator workbench (Inovátor)

*Workflow* (průběh práce) v Inovátoru je v podstatě strukturovaná skupina běžných úkolů. Použitím *workflow* je možné strukturovat problém, provést jeho analýzu a pomoci při přístupu k řešení a dosažení cíle. Jak již bylo řečeno, v Inovátoru jsou k tomuto účelu předdefinována **čtyři workflow**. V následujících odstavcích si je probereme podrobněji. Kromě těchto předdefinovaných *workflow* si v GI můžeš vytvořit i svá vlastní, definovat svůj vlastní postup a sled úkolů.

### 3.2.3. Inovace existujícího systému



**Improve Existing System (zlepšení stávajícího systému)**

Používá se k diagnóze, vylepšování a řešení problémů na již existujících zařízeních a procesech. *Improve Existing System workflow* uživatele postupně povede těmito třemi úkoly:

- **Project Description (Popis projektu)**
- **Analyze & Solve Core Problems (Analýza & Řešení kořenových problémů)**
- **Model & Improve System (Model & Vylepšení systému)**

V následujících odstavcích si je probereme podrobněji.

**Project Description(Popis projektu)**

V tomto úkolu se nejdříve uvedou hlavní informace o projektu:

- název projektu
- jméno autora
- popis cílů inovačního procesu

Dále se volí zda má být zahrnuta v projektu *Root Cause Analysis* (kořenová analýza), a volí se *knowledge bases* (vědomostní databáze). *Knowledge bases* jsou zobrazeny vedle *knowledge base category* (kategorie vědomostní databáze) jako jedno z následujících:

- **All Available (vše k dispozici).** Jsou označeny všechny *knowledge bases* v korespondující kategorii.
- **Not Available (není k dispozici).** V této kategorii není buď označena žádná *knowledge base*, nebo nejsi připojen k serveru.
- Jména nejvýše tří označených *knowledge bases* v kategorii. Pokud označíš víc než tři, list zobrazí pouze tři.

Pro vložení popisu projektu tedy:

- V políčku **PROJECT NAME** napiš jméno projektu
- V políčku **AUTHOR** napiš jméno autora a případných spoluautorů
- (volitelné) - Pro **ANALYSIS SCOPE (možnost analýzy)**, označ políčko **Analyze Core Problem**. Toto přidá do *workflow* úkol *Root Cause Analysis* (RCA), který slouží k identifikaci hlavních problémů systému. V případě že se toto políčko neoznačí, RCA úkol bude přeskočen a vstoupí se přímo do úkolu *Model & Improve System*. V tomto případě, jakmile se vloží informace do úkolu *Model & Improve System*, se již není možno později vrátit a úkol RCA do projektu zahrnout. Pokud budeš chtít přece jen RCA provést, musíš začít nový projekt.
- (volitelné) - Do políčka **PROJECT DESCRIPTION** vepiš popis projektu. Popis může obsahovat například cíle projektu, omezení zdrojů, informace o vzniku projektu, odkazy atd..

Jakmile skončíš s popisem projektu, pomocí tlačítek dole v okně “*Project Description*“ pokračuj k jednomu z následujících úkolů:

- **Analyze & Solve Core Problems**
- **Model & Improve System**

### **Analyze & Solve Core Problems (Analýza & Řešení kořenových problémů - volitelné)**

V tomto úkolu hledáš tzv. *cause-effect* (příčina-následek) - model pro nežádoucí "událost". Potom označíš ty události, které v případě, že se projeví vyřeší problém. Můžeš se pokusit problém vyřešit buď v *Solution Manager* (manažer řešení), nebo je možno použít každý kořenový problém jako startovní bod pro hlubší analýzu v úkolu **Model & Improve System**.

#### **Příklad analýzy kořenových příčin:**

Analýzu kořenových příčin začneme identifikací nežádoucí události. Vezměme jako příklad - nežádoucí událost = **kolize automobilu**.

Dále se ptáme: "Proč dochází ke kolizím automobilů?" a identifikujeme příčinnou událost: například - **pomalá reakce řidiče**.

Dále se ptáme: "Proč reagoval řidič tak pomalu?"  
Protože neviděl včas přijíždějící auto. Příčinná událost - **špatná viditelnost**.

"Proč byla viditelnost špatná?" Protože na předním skle je kondenzovaná voda – **přemíra kondenzované vody na předním skle**.

"Proč bylo na předním skle kondenzované nadměrné množství vody?"  
Protože rozdíl teplot uvnitř auta a venku je příliš velký – **velký gradient teploty**.

Tímto způsobem je možno pokračovat v analýze příčinných událostí dokud se nevytvoří řetězec příčinných faktorů, které vedou k nežádoucí události.

Díky tomu, že jedna událost v řetězci zapříčiňuje vznik druhé, vyřešení kterékoliv z příčinných událostí je řešením problému. Problém v projektu, na který se rozhodneme zaměřit po RCA analýze, může být velmi odlišný od toho, který si identifikoval uživatel na začátku. Vyřešení tohoto kořenového problému může být také mnohem levnější. Předejít kolizi automobilu lze například snížením času reakce řidiče, nebo odstraněním přemíry kondenzované vody na skle.

RCA analýza je tedy sestavena z následujících kroků:

- ***Entering the cause-effect model description*** (Vložení popisu *cause-effect* modelu)
- ***Building the cause-effect model*** (Sestavení *cause-effect* modelu)
- ***Identifying core problems*** (Identifikace kořenových problémů)
- ***Solving problems in Solution Manager*** (Řešení problémů v manažeru řešení)




První tři z těchto kroků budou nyní podrobněji rozebrány.

### *Entering the cause-effect model description (Vložení popisu cause-effect modelu)*




Je to první krok RCA. Pro jeho zdárné provedení postupuj následovně:

1. Ve sloupci **MODEL**, klikni na **<new cause-effect model>**.
2. Pod **MODEL DETAILS**, napiš jméno modelu do políčka **MODEL NAME**.
3. (volitelné) - V políčku **MODEL DESCRIPTION**, vepiš jakékoliv poznámky k modelu.
4. Klikni na **Build Cause-Effect Model** dole v okně, pro postup k dalšímu kroku.




*To create another cause-effect model (pro vytvoření dalšího modelu příčina-následek)*

1. Na panelu **MODEL DETAILS**  **New Model**  **Create Variant...**  **Delete**, klikni na **New Model**.
2. Vlož popis – předchozí popsaná procedura.

*To create a cause-effect model variant (pro vytvoření varianty modelu příčina-následek)*


1. V sloupci **MODEL**, klikni na *cause-effect* model který chceš klonovat.
2. Na panelu **MODEL DETAILS**  **New Model**  **Create Variant...**  **Delete**, klikni na **Create Variant**.


*To delete a cause-effect model (pro smazání modelu příčina-následek)*


1. V sloupci **MODEL**, označ *cause-effect* model který chceš smazat.
2. Na panelu **MODEL DETAILS**  **New Model**  **Create Variant...**  **Delete**, klikni na **Delete**.

### **Sloupec MODEL**

Sloupec **MODEL** může ve své hierarchii obsahovat následující prvky:

 **Cause-effect models** (level 1). Ve stromu modelu se zobrazují všechny *cause-effect* modely. Varianty *cause-effect* modelu se také objevují jako level 1.

 **Core problems** (level 2). Level 2 zahrnuje všechny kořenové problémy které jsou během RCA identifikovány. Každý kořenový problém se objeví jako samostatná složka.

 **Device models (modely zařízení)** (level 3) a kterékoli varianty modelů zařízení.


 **Multiprocess models (modely multiprocésů)** (level 3) a kterékoliv jeho varianta.

 **Process models (modely procesů)** (level 3) a kterékoliv jeho varianta.

Pro každý *Core problem* (organizovaný ve složce), můžeš vytvářet *Device models* nebo *Process models*. Budou se objevovat v levelu 3.



### ***Building the cause-effect model (Sestavení cause-effect modelu)***

Je druhým krokem RCA. Při sestavování *cause-effect* modelu se v podstatě provádí následující:

- Specifikace jednoho nebo více souvisejících nežádoucích událostí pro které chceme identifikovat kořenovou příčinu.
- Specifikace příčinných faktorů nežádoucí události. Tzv. *Cause Finder* může pomoci formulovat různé příčiny. Pro jeho otevření klikneme na  v pravém horním rohu obdélníku "**event**"(událost).
- Použití linek **AND** pro vyjádření toho, že dvě příčinné události **se musí** objevit, vznikl daný efekt (jinými slovy, pokud nastane pouze jedna ze dvou událostí, k efektu nedojde)

Když otevřeme okno pro sestavování *cause-effect* modelu poprvé, je standardně zobrazena jedna nežádoucí událost. Nežádoucí událost je reprezentována růžovým obdélníkem.


**Příklad**, jak postupovat při sestavování *cause-effect* modelu:

1. Klikni na růžovou *undesirable event* (nežádoucí událost) , a napiš její stručný popis. Snaž se formulovat ho jako podstatné jméno: např. **kolize automobilu**. *Cause-effect* model musí mít nejméně jednu *undesirable event*. Jakmile začneš psát, přidá se automaticky do modelu žlutý obdélník, reprezentující příčinu vzniku této události.
2. Klikni na žlutý obdélník *event* (událost), abys ho aktivoval a zároveň potvrdil text, který byl napsán v kroku 1. Pro editaci textu v kterémkoli prvku modelu, na něj dvojité klikni.
3. Do žlutého obdélníku *event* vepiš stručný popis příčiny. Opět se snaž formulovat jej jako podstatné jméno, např. **pomalá reakce řidiče**. *Cause-effect* model musí obsahovat alespoň jednu příčinnou událost. Pro pomoc s hledáním nebo formulací příčiny klikni na *Cause Finder* . Jakmile začneš psát, automaticky se do modelu přidá další žlutá *event*(událost).
4. Klikni do nové žluté *event*.



5. Opakuj kroky 2-4 dokud nebudeš mít sestavený *cause-effect* řetězec.
6. Jakmile je model hotov, klikni na **Identify Core Problems** pro postup k dalšímu kroku analýzy.

### Přehled základních funkcí při sestavování *cause-effect* modelu:


#### *Add undesirable event* (přidat nežádoucí událost)

1. Klikni na  (**Add Undesirable Event**).
2. Klikni do textu uvnitř obdélníku, vepiš popis události.

#### *Add event* (přidat událost)

1. Klikni na  (**Add Event**).
2. Klikni do textu uvnitř obdélníku a vepiš popis události, nebo klikni na  pro otevření *Cause Finder*.

#### *Add causal link* (přidat příčinné spojení)

1. Klikni na  (**Add Causal Link**) pro aktivaci nástroje.
2. Klikni na událost a přetáhni kurzor na následující událost. Když pustíš tlačítko myši, objeví se šipka ukazující směrem od první k druhé události.


*Cause-effect* model umožňuje události pospojovat velmi flexibilně. Je možné aby několik událostí zapříčiňovalo jednu událost, nebo naopak aby jedna událost byla příčinou několika dalších událostí.

#### *Change the link direction* (změna směru spojení)

1. Klikni pravým na spojení které chceš změnit.
2. Z menu vyber **Change Direction**.

Spojování příčinných událostí pomocí **AND** spojení:

Pokud vyvolávají nějaký efekt dvě události jen pokud se objeví spolu, musíš je spojit pomocí **AND** spojení. **AND** spojení značí, že pokud jedna z událostí nenastane, efekt nebude vyvolán.



1. Klikni na  (**AND Link**).
2. Klikni na první spojení a přetáhni kurzor na následující spojení. Když pustíš myš, spojení budou propojena pomocí **AND**.

#### Prohlížení a editace vlastností událostí:

1. Klikni na událost.
2. Klikni na **Event Attributes** v menu **View**, nebo klikni na událost pravým a potom na **Edit Event Attributes**.

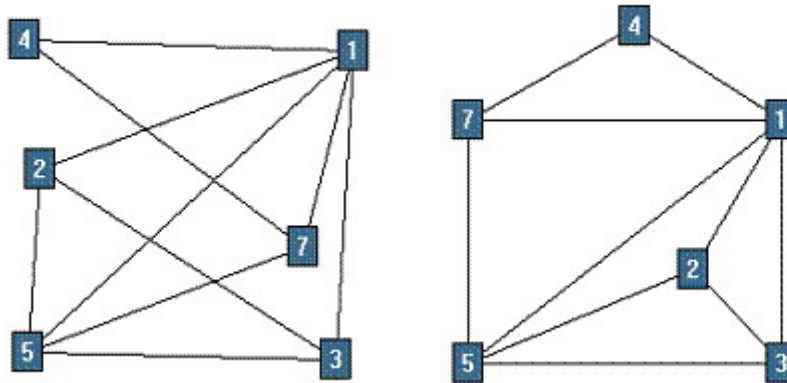
### **Editace** *cause-effect* modelu:

#### Vracení a rekonstrukce změn:

Pro vrácení změny klikni na **Undo** v menu **Edit**, nebo na . Pro rekonstrukci změny klikni v menu **Edit** na **Redo**, nebo na .

Přeskupení *cause-effect* modelu:

Během sestavování modelu je možno nechat GI automaticky prvky modelu seskupit. Pohled na model se takto může stát přehlednější. Pro automatické přeskupení klikni na



Před a po automatickém seskupení.

Model je možno automaticky sestavit tak aby se vešel do právě viditelného okna (**Fit to screen**), nebo je možno nastavit plochu kterou má být ohraničen (**Fit to area**).

Výběr více prvků:

1. Na Toolbar klikni na .

2. Podrž tlačítko **Shift** a vyber postupně požadované prvky, nebo kurzorem vyber obdélník přes požadované prvky.

Pro výběr pouze těch prvků, které jsou přímo spojeny se specifickým prvkem (*Target*, *Component*, nebo *Supersystem element*), klikni pravým tlačítkem myši a vyber **Select Neighborhood**.


**Konverze** typu události:

Klikni pravým tlačítkem na událost kterou chceš změnit, vyber z menu událost na kterou ji chceš změnit:

- **Undesirable Event**
- **Event**

Změna typu prvků není možná pokud je jich označených několik.

Změna zobrazení spojení jako přímé nebo kolmé linky:


Z menu vyber **View > Orthogonal Lines**, nebo klikni na .

Kolmé zobrazení model pročistí. Hlavně v případě že jsou linky navzájem příliš blízko nebo pokud se překrývají. Tento příkaz mění vzhled pouze nových spojení, nebo těch které ještě nebyli lokálně změněny.

Mazání linky spojení nebo linky **AND**:

Označ linku a klikni na klávesu **Delete**, nebo klikni na linku pravým a z menu vyber **Delete**.

*Using the Cause Finder* (Používání vyhledávače příčin):

*Cause Finder* ti může pomoci formulovat různé příčiny. Pro jeho otevření klikni na  v pravém horním rohu obdélníku "event".

*Cause Finder* má dvě části:

- Cause Search
- Cause Formulation Guide

Použití *Cause Search* (vyhledání příčiny):

### Kde je vyhledáváno

GI pátrá v následujících zdrojích vědomostních databází:

- Personal knowledge bases
- IMC Scientific Effects knowledge base
- Patent Collections (v případě, že pracuješ v online módu)

### Specifikace jazyka pro vyhledávání

Pokud je nainstalovaný *Language Pack*, je možno vybrat jazyk, který bude pro vyhledávání použit. Seznam dostupných jazyků se zobrazí nad seznamem vrácených výsledků.

### Jaké výsledky jsou vráceny

Ve vědomostních databázích, které jsou indexovány pro *cause-effect* vyhledávání, GI hledá efekty. V případě že jsou nalezeny nějaké efekty, jsou jako výsledky vráceny jejich příčiny.

### Prohlížení kategorií příčin



Sloupec *Cause Categories* (kategorie příčin) zobrazuje jméno kategorie ke které patří odpovídající příčina. V *result list* (výpisu výsledků) se zobrazují jen nejvýznamější příčiny v dané kategorii.

*Result list* je tříděn podle kategorií v následujícím pořadí:

- Nejprve jsou v seznamu příčiny které patří do dané kategorie, následně příčiny které do kategorie nepatří
- Příčiny které patří do dané kategorie jsou setříděny sestupně, podle počtu příčin které kategorie obsahuje

*Result list* zobrazí nejvýše 200 výsledků.

Pro zobrazení všech příčin v dané kategorii klikni na odkaz **view <n> causes** vedle jména kategorie. V *result list* jsou zobrazeny všechny příčiny ve specifikované kategorii, tříděny podle významnosti. Pro návrat k původnímu seznamu příčin klikni na **Back to Causes from Knowledge Bases**.

Pro obnovení obsahu listu výsledků klikni na . Dojde k poslání nového požadavku a návratu výsledků. Pro zastavení stahování informací ze serveru klikni na .

### Vyhledávání dalších příčin

Pro zadání dalších vyhledávání napiš text do políčka **Find Causes** a klikni na **Find Causes**. Do políčka je možno vepsat až 512 znaků.

Políčko **Find Causes** obsahuje historii až 256 posledních dotazů z období právě probíhajícího sezení.

### Spell Checker suggestions (pravopisné rady)

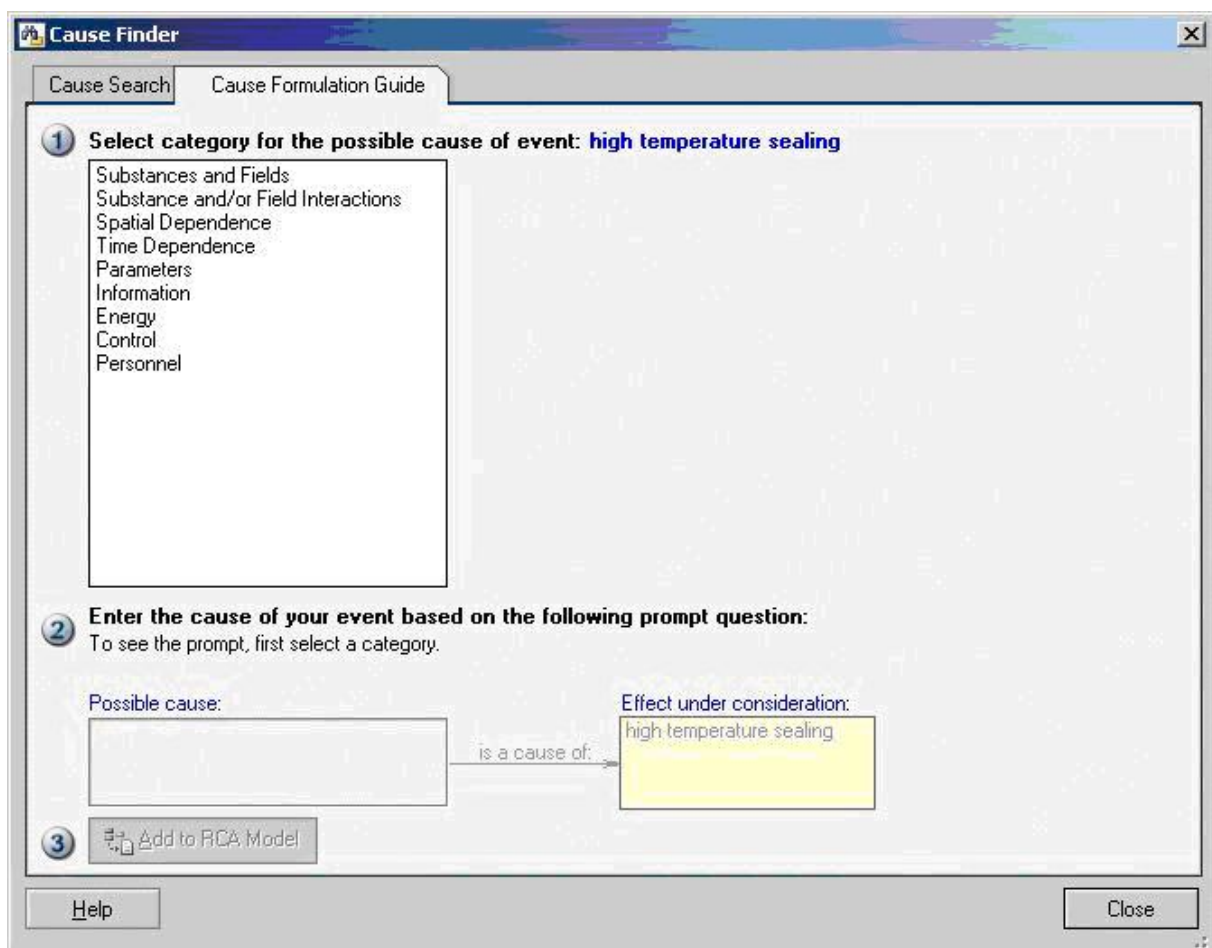
Během každého vyhledávání je monitorováno hláskování. Slova v dotazu, která nebyla nalezena ve slovníku GI, jsou zvýrazněna zeleně, jako potenciálně nesprávně napsaná.

Po najetí kurzorem na zvýrazněné slovo vyskočí nabídka návrhů alternativ zadaného slova.

Pro začátek nového vyhledávání, s použitím některého z nabízených slov, vyber v seznamu dané slovo.

Použití *Cause Formulation Guide* (průvodce formulace příčiny):

Tento průvodce může pomoci formulovat příčinnou událost v modelu. Popis události, pro kterou je třeba formulovat příčinu, je zobrazen na horní části tabulky *Cause Formulation Guide*. V našem případě je to **high temperature sealing** (těsnění při vysokých teplotách).





## Hledání příčin událostí

Postup formulace příčiny:

1. Nejprve označ kategorii ze seznamu, která nejlépe vystihuje danou příčinu. Kategorie, kterou vybereš, je určující pro další nápovědu, kterou dostaneš v dalším kroku.
2. Další krok, prohlédni si otázku která je pod označenou kategorií.  
Například: Pokud zvolíš kategorii **Energy**, vypadne tato otázka: "*The presence or absence of what energy can cause this effect?*" ("Přítomnost nebo absence, kterého typu energie může způsobit tento efekt?")
3. Do políčka **Possible cause** vepiš příčinu události. Je doporučeno formulovat příčinu jako frázi, skládající se z podstatného jména nebo jeho modifikací. Tato forma je pro automatickou formulaci problémů a dotazů nejlepší.
4. Klikni na **Add to RCA Model** pro přidání popisu příčiny do modelu pro vybranou příčinnou událost.
5. Klikni na **Close** pro zavření *Cause Finder*.

### **Identifying core problems (Identifikace kořenových problémů)**

Je třetím krokem RCA. V této části je úkolem určit, které příčinné události musí být řešeny pro ovlivnění událostí nežádoucích, které byly dříve nadefinovány.

Tento krok umožňuje nalezení kořenových problémů v komplexní *cause-effect* síti, ve které není ihned zřejmé, která událost nebo kombinace událostí má být ovlivněna pro vyřešení nežádoucí události.

V tomto kroku bude cílem vybírat příčinné události v *cause-effect* modelu, dokud nevznikne nepřerušená cesta k nežádoucí události, kterou byla na začátku definována. Příčinné události, které se zde identifikují, budou kořenovými problémy, na které se zaměří uživatel v pozdějších krocích analýzy a řešení problému.

#### **Pro identifikaci kořenových problémů:**

- Pro zvýraznění řetězce událostí, které jsou způsobovány některou z událostí v modelu, ukaž na příčinnou událost. Pokud událost na kterou ukazuješ řeší nežádoucí událost, je kořenovým problémem. V tom případě se nežádoucí událost objeví jako první událost ve zvýrazněném řetězci.
- Pro objasnění vyznačeného řetězce událostí, klikni na událost kterou jsi vyznačil jako příčinu.
- Pokud první událost ve vyznačeném řetězci není nežádoucí událostí, vybírej v modelu události dokud nevznikne nepřerušená cesta od příčinných událostí k nežádoucí události.
- Jakmile vyznačené události vykreslují řetězec k nežádoucí události, můžeš v řešení problému pokročit kliknutím na **Solve in Solution Manager**. V okně je oblast, která shrnuje všechny příčinné efekty, které byly označeny, a jsou přidány do seznamu problémů, které je možno dále řešit. **Solution Manager** bude probrán až později, jako samostatná kapitola.

## Model & Improve Systém (Model & Vylepšení systému)

Zde sestavíme model funkcí device (zařízení) nebo process (procesu), aby bylo možno diagnostikovat, které komponenty nebo operace vyžadují vylepšení (na základě modelu GI automaticky generuje zprávy problémů).

Poté je možno provádět tzv. přírůstkové vylepšení v návrhu, pomocí řešení v **Solution Manager**.

V případě snahy o zásadní inovaci, můžeš změnit parametry u návrhu v kroku *Simplify Design* (nebo *trimming*), pomocí strategického zjednodušení funkčnosti komponent nebo procesů, které svou funkci nevykonávají příliš dobře, nebo pomocí úplného odstranění těchto komponent nebo procesů z návrhu. Funkce, prováděné zjednodušenými komponenty nebo operacemi, budou přiřazeny jiným částem návrhu, a často tak vzniknou zařízení/procesy nové generace.

Úkol *Model & Improve System* bude podrobněji rozebrán v následujících odstavcích, především sestavování modelu *device* (zařízení).

### 3.2.4. Návrh nového systému (*Design New System*)

Tento *workflow* je předdefinován pro pomoc s koncepčním návrhem nového systému. Pro dosažení tohoto cíle a postupné zformování návrhu je konstruktér opět naváděn přes sekvence úkolů. Na rozdíl od *Improve Existing System* (vylepšení stávajícího systému) má však některé specifické úkoly.

*Workflow* designu nového systému zahrnuje následující úkoly:

- **Project Description (Popis projektu)**
- **Knowledge Search (Vyhledávání vědomostí)**
- **Analyze and Solve Core Problems (Analýza a Řešení kořenových problémů)**
- **Model and Improve System (Model a Vylepšení systému)**

V následující části je probereme podrobněji.

#### ***Project Description* (Popis projektu)**

Tato část je téměř zcela shodná jako v *Improve existing systém* (zlepšení stávajícího systému). Na konci pouze pro postup k dalšímu úkolu ve *workflow* klikni na **Search in Knowledge Base**.

#### **Knowledge Search (Vyhledávání vědomostí)**

Úkol **Knowledge Search** pro *Design New System workflow* zahrnuje prozkoumávání sémanticky indexovaných vědomostních databází, za účelem nalezení existujícího řešení, týkajícího se funkce, prováděné v systému, který chceme navrhnout.

Pokud po provedení *Knowledge Search* nedojde k získání výsledků, které by pomohly simulovat nové nápady, lze provést *Root Cause Anylysis*, pro přeformulování hlavních funkcí zamýšleného systému. Potom, na základě přeformulovaných systémových funkcí, můžeš provést další vyhledávání.

### Jaký typ otázky je třeba vložit ?

Úkolem je nalezení již existujících řešení, pro systém který chceme navrhnout. Tudiž vložíme otázku, která vyjádří hlavní funkce hledaného systému.

Příklad 1: Větrák

Co je hlavní funkcí větráku ?

Jelikož je větrák určen k pohybu vzduchu, jeho hlavní funkcí je tedy **to move air(pohyb vzduchu)**. Účelně řečeno, to že se osoba při použití větráku může cítit chladněji je pouze "vedlejší výhodou" hlavní funkce. Nikoli hlavní funkcí.

Příklad 2: Zubní kartáček

Co je hlavní funkcí "systému" zubní kartáček ?

Na rozdíl od toho co napovídá vlastní název, není to **čištění zubů**. Povlak je ten prvek, na který zubní kartáček působí přímo. Proto hlavní funkce systému zubního kartáčku je **to remove plaque (odebrat povlak)**.

Systém může mít několik hlavních funkcí, a proto také několik cílů. Například zubní kartáček může být určen také k masáži dásní.

### Jak postupovat po *Knowledge Search*

Prohlédni si koncepty, které byly na základě vyhledávání navráceny a pokus se lépe porozumět nebo vymyslet metodu, kterou chceš nový systém a jeho funkce řešit. Tento krok může nějakou dobu trvat.

Pokud *Knowledge Search* poskytne nedostačující výsledky, můžeš provést *Root Cause Anylysis* a přeformulovat hlavní funkce zamýšleného systému.

Můžeš sestavit *device model* nebo *process model* nového systému, který ti umožní návrh systematicky diagnostikovat a překonfigurovat.

### Pro vložení nové otázky do *Knowledge Search*

1. V okně *Knowledge Search* vepiš do políčka **Query** otázku jako větu, otázku nebo frázi(max. 350 znaků).
2. Vyber vědomostní databáze, ve kterých chceš vyhledávat.
3. Pro uložení otázky, klikni na **Save Query**.
4. Pro začátek vyhledávání, klikni na **Find**.

The screenshot shows the 'Natural Language' search interface. At the top, there are buttons for 'Clear Query', 'Open Query' (with a dropdown arrow), and 'Save Query' (with a dropdown arrow). Below this is a text input field with the placeholder 'Type your question or statement using Natural Language'. To the left of the input field is the label 'Query:' and below it is an example: 'Example: how to reduce cholesterol?'. To the right of the input field is a blue 'Find' button. Below the input field is a 'Language:' dropdown menu currently set to 'English'. At the bottom left, there is a link 'Apply User Set Filter' and at the bottom right, a link 'Manage User Sets'.

Vložení nové otázky

Pro vyčištění otázky, klikni kdykoli na **Clear Query**.

### **Analyze and Solve Core Problems (Analýza a řešení kořenových problémů)**

Tato část je také téměř zcela shodná jako v *Improve existing system*. Jedná se v podstatě o provedení RCA (*Root Cause Analysis*).

### **Model and Improve System (Model a zlepšení systému)**

Sloučení výsledků z vyhledávání v databázích a analýzy a sestavení *device model* (model zařízení) nebo *process model* (model procesu). Tak lze nazvat tento úkol. Na základě modelu GI automaticky generuje zprávy o problémech.

Zjednodušením nebo úplným odebráním nevhodně fungujících komponent nebo operací je možno v kroku *Simplify Design* návrh překonfigurovat a vylepšit. Funkce, prováděné zjednodušovanými komponenty jsou poté přiřazeny jiným částem návrhu, a snadno tak mohou vzniknout zařízení nové generace.

### **Device model/Device analysis (Model a analýza zařízení)**

#### ***Why perform device analysis? (proč provádět analýzu zařízení)***

- Analýza vzájemného ovlivňování mezi prvky systému
- Nalezení řešení, které zvýší hodnotu systému

Analýza zařízení pomůže identifikovat problémy v návrhu zařízení. Způsobem usnadnění a zrychlením tvorby řešení návrhu.

Vstupním prvkem pro *device analysis* je *function model* (funkční model), který reprezentuje systém.

Postupně se specifikují tzv. *diagnostic criteria* (diagnostické kritéria), které se používají k nalezení nejslabších komponent v systému. Jakmile je model hotový, GI provede kvantitativní analýzu těchto kritérií.

GI pro zpracování aplikuje své diagnostické algoritmy, a jako výsledek generuje:

- Komponenty - jsou na základě kritérií hodnoceny od nejméně k nejvíce hodnotným komponentám.
- Na základě neoptimálních funkcí jsou automaticky vygenerovány problémové zprávy. Pro jejich následující řešení poté se použije *Solution Manager*. Problémová hlášení mohou nabídnout hodnotné náhledy do problému a proniknutí do podstaty věci a pochopení souvislostí, které třeba nemusely být dříve vůbec vzaty v úvahu.

Podle stupně inovace lze proces rozdělit na následující dva postupy:

- **Incremental improvements (přirůstkové zlepšení)**, použitím *Solution Manager*
- **Radical innovative redesign (zásadní přepracování návrhu)**, zjednodušením původního návrhu a vytvořením nového scénáře návrhu. Zhodnocením významnosti komponent a eliminací těch nejméně významných.

### **Function model: definition (funkční model: definice)**

*Function model* popisuje vztahy mezi prvky systému ve smyslu funkcí (nebo úkolů), které provádějí.

Pokud *function model* reprezentuje zařízení, zachycuje to, co každá komponenta provádí, stejně tak, jak dobře to provádí, pro zviditelnění celkového smyslu zařízení.

Kromě toho *function model* zachycuje zbytečné a škodlivé funkce, které jsou prováděny, nebo funkce které sice žádané jsou, ale jsou prováděny nedostatečně.

### Device model: definition (model zařízení: definice)

*Device model* je abstraktní reprezentací zařízení ve smyslu jeho komponent a vnějších elementů, stejně tak jako funkce prováděné těmito elementy.

### Device analysis steps (kroky analýzy zařízení)

Úkol *Device analysis* zahrnuje následující čtyři kroky:

- **Model Description(Popis modelu)**
- **Build Device Model(Sestavení modelu zařízení)**
- **Simplify Design(Zjednodušení návrhu - volitelný)**
- **Solve in Solution Manager(Řešení v manažeru řešení)**

První tři z těchto kroků budou nyní podrobněji rozebrány.

### Model Description (Popis modelu)

Podobně jako při začátku práce v *Improve existing systém*, v tomto úkolu se vloží základní popis zařízení a také specifikuje požadovaný stupeň přepracování návrhu.

V případě, že zamýšlíte při návrhu použít GI algoritmy pro zjednodušení a přepracování, zvolte **High** – vysoký stupeň přepracování. Tímto přidáte do *workflow* krok *Simplify Design*. V opačném případě je krok *Simplify Design* z *workflow* vyloučen, a zaměříte se na provádění přírůstkových vylepšení, řešením problémů na základě již existujících funkcí.

Model nově navrhovaného zařízení

Pro vložení popisu modelu zařízení:

1. V **MODEL TYPE**, vyber **Device**. (pokud provádíš analýzu zařízení v *custom workflow*, tato volba nebude zobrazena)
2. Do políčka **MODEL NAME** napiš jméno modelu.
3. Pro **LEVEL OF INTENDED REDESIGN**, zvol následující:
  - **Low to Medium** – Tuto možnost vyber v případě, že nechceš použít krok *Simplify Design*. Pamatuj, že tento krok může vést k drastickým změnám v návrhu, které mohou být pro dosažení cílů nežádoucí.
  - **High** – V tomto případě bude krok *Simplify Design* zařazen. Jeho cílem je prozkoumat různé scénáře návrhu, zjednodušení nebo eliminace nepotřebných komponent a převedení jejich funkce na jiné komponenty. Výsledkem by měl být hodnotnější návrh s méně komponentami, a zároveň stejnou nebo lepší funkčností.
4. (volitelné) Do pole **MODEL DESCRIPTION** napiš poznámky o modelu zařízení.
5. Klikni na **Build Device Model** pro postup k dalšímu kroku.

### Build Device Model (Sestavení modelu zařízení)

V tomto kroku se provádí:

- Definice částí zařízení a jejich vzájemné působení.
- (volitelné) Definice vlastních diagnostických parametrů pro komponenty modelu a uvedení jejich hodnot.
- Volba nebo definice předpisu, podle kterého budou počítány relativní hodnoty komponent v modelu.

### What are the device model building blocks? (Jaké jsou stavební prvky modelu zařízení?)

Model zařízení je sestaven z následujících prvků:

- **Target (cíl)**, který je objektem hlavní funkce zařízení. *Target* není komponentou zařízení. Existuje vně zařízení, a reprezentuje hlavní důvod proč bylo zařízení navrženo.
- **Component (komponenta)**, který je součástí analyzovaného zařízení. Je možno vytvořit model složitého zařízení jako hierarchii navzájem působících komponent. Například, jako nejvyšší úroveň, by se vymodelovalo zařízení v rámci *high-level* komponent. V případě auta, by takovéto *high-level* komponenty mohly být karoserie, hlavní konstrukce, motor, převodovka, kola a pneumatiky. Každá z těchto komponent může být reprezentována jako *device model*, potenciálně obsahující všechny prvky modelu zařízení, včetně **Target** a **Supersystem**.
- **Supersystem (supersystém)**, který je částí okolí zařízení, se kterým je zařízení ve styku, ale není součástí zařízení samotného.
- **Action link (akční spojení)**, které specifikuje akci, která je jednou z částí modelu.

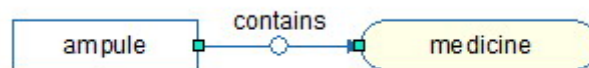
Než se zahájí stavba modelu je třeba identifikovat **Targets**, **Components** a **Supersystems**.

## Tipy, pro identifikaci *Targets* (cílů)

*Target*: definice

*Target* zařízení, je hlavním důvodem navržení daného zařízení. Jako *Target* je uváděna hlavní funkce zařízení. *Target* je elementem, který existuje mimo zařízení které se analyzuje. ***Target* je příjemcem, nebo předmětem, hlavní funkce systému.**

Identifikace *main function* zařízení pomůže identifikovat *Target*. *Main function* zařízení, je primární činností, která byla navržena za účelem dosažení cíle. Například, co je hlavní funkcí **medical ampule (lékařské ampule)**? Ampule je naplněná a uzavřená za účelem, aby mohla doručit na trh obsažený lék. Ampule není izolovaným objektem, který by musel být uzavřený jen proto, aby byl zapečetěný. Hlavní funkcí ampule je tedy **to contain medicíně (pojmout lék)**. Předmětem této funkce je **lék**. Tedy, **lék** je *Target* (cílem) systému.



Dalším příkladem by mohl být již zmiňovaný větrák. Co je hlavní funkcí větráku ?

Jelikož je větrák určen k pohybu vzduchu, jeho hlavní funkcí je tedy **to move air (pohyb vzduchu)**. To že se osoba při použití větráku může cítit chladněji je pouze “vedlejší výhodou“ hlavní funkce, nikoli hlavní funkcí. Jsou jiné způsoby, jak ochladit osobu, a není nutné k tomu použít pohyb vzduchu.

Nebo: Co je hlavní funkcí klimatizace? Jednou hlavní funkcí klimatizace je **to cool air (ochlazovat vzduch)**. Vzduch, který prochází zařízením je ochlazován na požadovanou teplotu, tedy **air (vzduch)** je *Target*.

Klimatizace také obvykle slouží k čištění vzduchu a zachytávání prachových částic, což může navádět k závěru, že klimatizace také čistí vzduch. Jelikož čištění vzduchu je výsledkem zachycování prachových částic ve filtru uvnitř zařízení, druhá hlavní funkce může být tedy formulována jako **trap dust (zachycování prachu)**, což činí **dust** druhým *Target* systému.

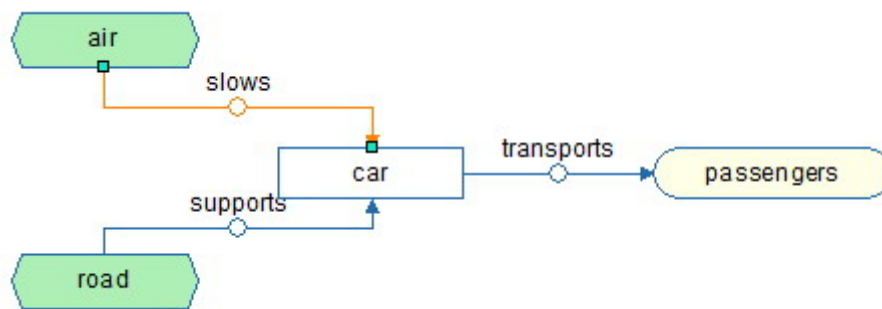
## Tipy, pro identifikaci *Device components* (komponent zařízení)

Komponenty systému jsou elementy analyzovaného systému.

Příkladem je rozdělení auta na komponenty: karoserie, hlavní konstrukce, motor, převodovka, kola a pneumatiky. Pro porovnání komponent auta s elementy cílů a elementy supersystémů, uvažte následující:

- Cílem auta jsou **passengers (cestující)**, jelikož hlavní funkcí auta je **to transport passengers (přepravit pasažéry)**.
- Dva elementy supersystémů auta mohou být - **the road (cesta)** a **the air**.





Každá z komponent auta může být postupně modelována jako *minidevice* (minizařízení). Každé z těchto minizařízení může také obsahovat komponenty modelu. V GI jsou komponenty zařízení, které jsou reprezentovány modelem, nazývány **component model (model komponenty)**.

Zařízení může mít až 10 hierarchických úrovní modelů komponent. Každá z komponent může obsahovat elementy cílů a elementy supersystémů.

Komponenta, který není reprezentována modelem, je nazývána **a simple component**.

Výběr nejnižší komponenty zařízení

Podstatný úkol při modelování komponent systému spočívá v určení příslušné úrovně distribuce (členění) systému. Například auto může být rozděleno pouze na karosérii a kola. Ale každá z těchto komponent může být dále členěna, a každá z rozčleněných komponent může být rozdělena opět. Obvykle však nemá smysl pro sestavení správného modelu auto rozdělovat až na úroveň atomů. Co je tedy nejnižší komponenta, která ještě dává smysl?

Obecně lze říci, že úroveň je definována nejnižší částí systému, ve které je uživatel ještě ochoten hledat řešení.

Vezměme si extrémní případ, kdy je auto postaveno pouze z karosérie a kol. V okamžiku, kdy postoupíte ke kroku, ve kterém usilujete systém zjednodušit, naskytla by se možnost zjednodušit pouze karosérii nebo kola (v GI jsme nspecifikovali, že jsou tyto komponenty postaveny z menších částí). Jako jedno z řešení by mohlo být pokusit se o přiřazení funkce kol na jinou komponentu systému, a vyřadit je tak z návrhu zařízení. Auto bez kol by bylo zcela jistě vysoce pokrokové, ale jeho vývoj by mohl vyžadovat příliš mnoho prostředků, a tím se stát z hlediska uplatnění na trhu nerealizovatelným. Z tohoto důvodu lze říci, že zvýšením úrovně detailů při definování komponent zařízení, je možno z GI získat doporučení ke zjednodušení k řešení, které je bude k realizaci vhodnější.

### Tipy, pro identifikaci *Device supersystems* (supersystémů zařízení)

Supersystém je částí okolí zařízení, se kterým zařízení je ve styku, ale není součástí zařízení samotného. Elementy supersystému nemohou být eliminovány nebo zjednodušeny protože jsou, podle definice, nad a za rozsahem systému.

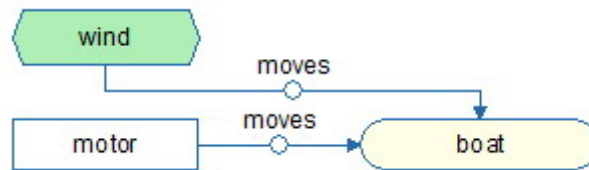
Následující otázky a doporučení pomohou k rozhodnutí, zda element je supersystémem:

- Mohu tento element změnit? Mohu kontrolovat stav tohoto elementu? Pokud je odpověď ne, tento element je supersystémem.
- Mohu tento element odebrat z návrhu systému? Pokud je odpověď ne, tento element je supersystémem.



Elementy supersystému mohou soužit jako volné zdroje, kterým lze během zjednodušování systému přiřadit některé funkce zařízení. Jelikož elementy supersystému nejsou částí systému, je možné tímto způsobem snížit náklady.

**Příklad:** Uvažuj motorovou loď na jezeře. Zde je jedním ze supersystémů pro systém lodě vítr. V případě, že bude navržena vhodná plachta, je možno vítr takto zapřáhnout, a použít jako velmi levný zdroj energie pro pohyb lodě. Vítr bude tedy sloužit jako zdroj, a provádět některé funkce, které byly dříve navrženy pro systém.



### Definování funkcí

Funkce, prováděná určitým elementem, je akcí kterou element generuje na druhý (přijímající) element. Akce mění nebo ovládá jeden nebo více pozorovatelných parametrů přijímajícího elementu. Funkce je sestavena ze slovesa a podstatného jména. Sloveso je akcí, prováděnou na přijímajícím elementu (podstatné jméno).

### Příklad

Předpokládej, že spolu přímo navzájem působí v systému magnet a elektronový paprsek. Magnet provádí funkci na elektronovém paprsku: **it deflects the electron beam (odklání elektronový paprsek)**. Parametr elektronového paprsku, který je touto funkcí ovlivňován, je jeho **positron (pozice)**.

V některých případech může vyjádření o funkci elementu vypadat přinejmenším rozdílně (netradičně) od zažitého smýšlení.

Dva důležité body pro definici funkce:

1. Funkce je vždy sestavena ze slovesa (akce) a podstatného jména (objekt který přijímá akci). Celkové vyjádření o funkci je formulováno ve smyslu *subject-action-object* (předmět-akce-objekt), kde předmětem je element provádějící funkci. Například, ve funkčním vyjádření **magnet deflects electron beam**, předmětem je **magnet**, a jeho funkcí je **deflects electron beam**.
2. Akční element musí přímo ovlivňovat nebo udržovat jeden nebo více parametrů přijímajícího elementu. Pokud nedokážeš ve funkci identifikovat takový parametr, neobdržíš použitelné hlášení o problému.

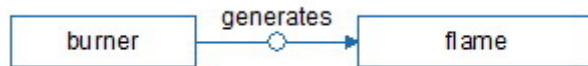
### Distinguishing useful and harmful functions (Rozlišování užitečných a škodlivých funkcí)

Poté, co definujete ve svém modelu funkce, klasifikujete každou funkci jako buď užitečnou nebo škodlivou.

**Useful function:** definice

*Useful functions* jsou vyžadovány, aby mohl být splněn hlavní účel, pro který je systém navržen.

**Příklad:** Funkční vyjádření **burner generates flame (hořák generuje plamen)** reprezentuje v procesu užitečnou funkci **turner** (hořáku). Hořák ovlivňuje teplotu i hustotu plasmy plamene.



Jakmile do prostředí GI vložíš užitečnou funkci, specifikuješ také její úroveň na relativním měřítku:

- **Insufficient (nedostatečná)** – výstup funkce je pod zamýšlenou úrovní (funkce je prováděna nedostatečně)
- **Optima (optimální)** – funkce je prováděna tak jak je zamýšleno
- **Excessive (nadbytečná)** – výstup funkce je nad zamýšlenou úrovní

**Harmful function:** definice

*Harmful function* reprezentuje okolnosti reálného světa, které nebyly v původním návrhu zamýšleny nebo předpokládány. Takováto funkce je na překážku zamýšlenému účelu zařízení a způsobuje kompromisy v jeho provedení. Eliminací nebo zmírněním škodlivých funkcí může být provedení nebo výkon zařízení optimalizován.

**Příklad:** Funkční vyjádření **fan vibrates computer parts** v systému počítače. Účelem větráku je zajištění pohybu vzduchu a tím ochlazení komponent v počítači, nikoli způsobit v zařízení vibrace a generovat hluk.



Jakmile do prostředí GI vložíte škodlivou funkci, můžete specifikovat její úroveň v relativním měřítku - v měřítku od **Lest (nejmín)** do **Most (nejvíc)**. Čím škodlivější funkce bude, tím bude méně ohodnocena komponenta, která tuto funkci produkuje.

**Způsoby jak model sestavit**

GI poskytuje tři prostředí pro pomoc se sestavením modelu zařízení:

- Device Model wizard
- Graph Editor
- Interaction Matrix

V následujících odstavcích si popíšeme, jak se zorientovat v Graph Editoru.

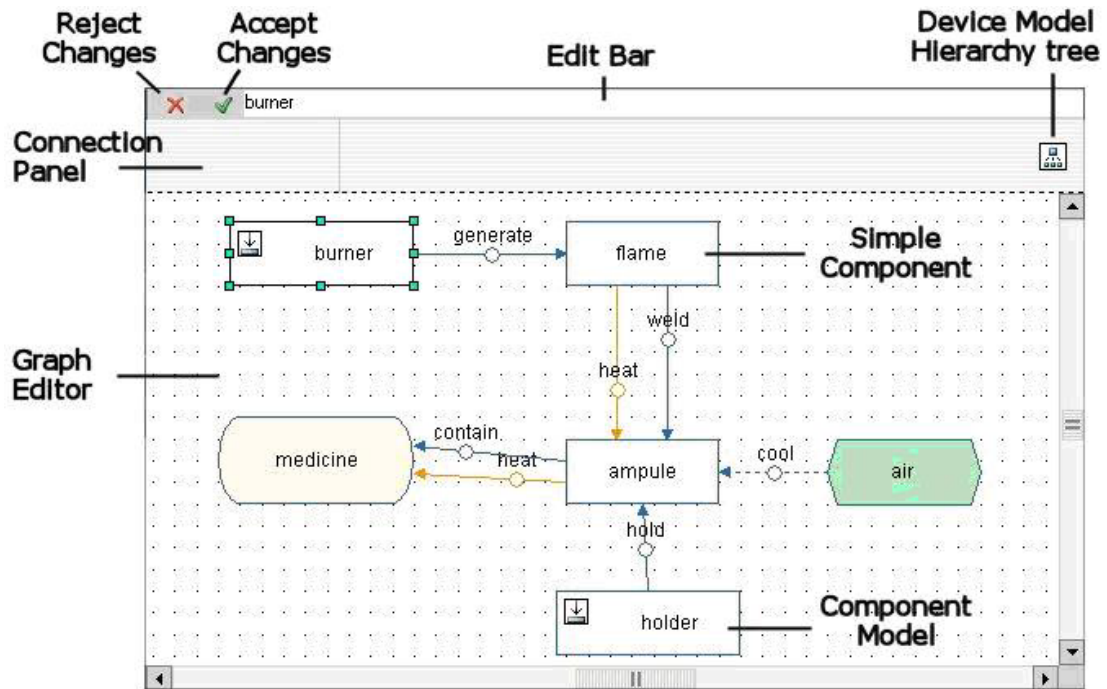
## Tvorba grafu

### About the Graph Editor

*Graph Editor* obsahuje následující sekce:

- **Edit Bar**, kde lze editovat jméno právě vyznačeného modelu elementu v *Graph Editor*. Pro zobrazení nebo skrytí *Graph Editor*, klikni na **Edit Bar** v menu **View**.

- **Connection Panel**, který se používá k definování interakcí mezi komponenty v různých úrovních hierarchie modelu. Pro zobrazení nebo skrytí *Connection Panel*, klikni na **Connection Panel** v menu **View**. Pokud tvůj model není hierarchický, *Connection Panel* nepotřebuješ.
- **Graph Editor**, kde můžeš tvořit a editovat elementy modelu.





Graph Editor

Nastavení *Graph Editor*:



<b>Pro dosažení:</b> Maximalizace <i>Graph Editor</i> a skrytí menu bar (přepnutí na full screen)	<b>Udělej:</b> Klikni na <i>toolbar</i> na  , nebo v menu <b>View</b> klikni na <b>Full Screen</b> . Pro návrat klikni opět na  .
Zobrazení mřížky v pozadí	Klikni v menu <b>View</b> na <b>Grid</b> . Pro její skrytí stejný postup.
Automatické zarovnání elementů modelu na mřížku	V menu <b>View</b> klikni na <b>Snap to Grid</b> . Zarovnat na mřížku je možné i když je vypnutá. Pro uvolnění modelů, tak aby nemusely být umístěny přesně na mřížce, klikni znovu na <b>Snap to Grid</b> .
Zobrazení miniaturního pohledu modelu	Klikni v menu <b>View</b> na <b>Model Map</b> . Pro vycentrování na určitou oblast modelu na ni klikni.
Zobrazení spojení jako šipky s pravouhlym průběhem, pro uspořádání a vyjasnění spojení, která byla příliš blízko u sebe	Klikni na  , nebo v menu <b>View</b> na <b>Orthogonal Lines</b> . Tento příkaz změní pouze nová spojení, nebo spojení, jejichž tvar nebyl již lokálně změněn.

### Nastavení Graph Editoru


#### To add Targets (pro přidání cílů)

1. Na *toolbar* klikni na  (**Add Target**). Kurzor se změní do patřičného módu.
2. Klikni kdekoliv do okna a rovnou vepiš jméno cíle.
3. Pro vyhledávání možných akcí, které by *Target* mohl provádět nebo přijímat, klikni na  v oválu *Target*. To otevře dialogové okno *Function Search*.


#### To add components

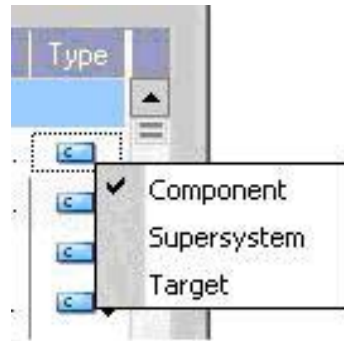
1. Klikni na  (**Add component**). Kurzor se opět změní.
2. Klikni kamkoliv do okna a pojmenuj komponent. Toto přidá jednoduchý obdélník komponentu a označí jej.
3. Pro vyhledávání možných akcí, které by *component* mohl provádět nebo přijímat, klikni na .

#### To add supersystems

Postup je obdobný. Klikni na  (**Add Supersystem**), napiš jméno, přidá se hexagon. Jméno je možno editovat dvojitým kliknutím.

#### To find components in knowledge bases (pro nalezení komponent ve vědomostní databázi)

1. klikni v menu **Draw** na **Find Components**. Nebo klikni na .
2. (volitelné) Standardně jsou vyhledávané elementy komponenty. Pro změnu klikni ve sloupci **Type** na šipku vedle elementu jehož typ chceš změnit, a zvol požadovaný typ elementu.

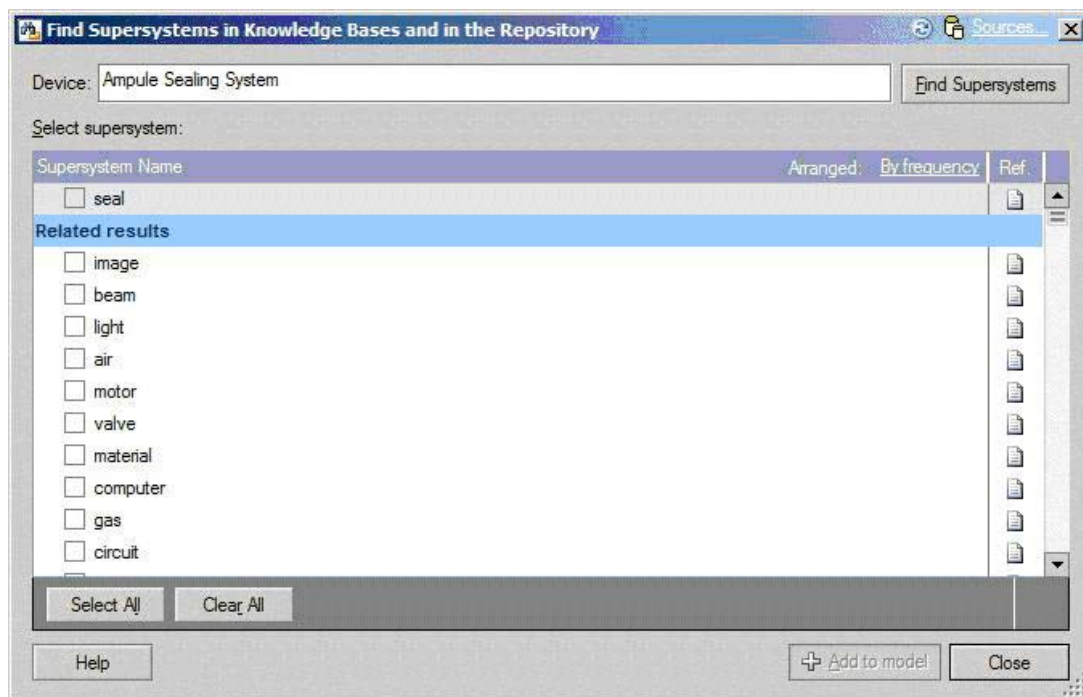


Hledání komponent

3. Označ check box vedle každého elementu, který chceš přidat.
4. Klikni na **Add to model**.

### To find supersystems in knowledge bases



1. V menu **Draw** klikni na **Find Supersystems**.

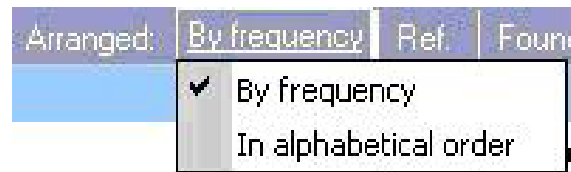


Hledání supersystému




### Práce s dialogovým oknem *Find Supersystems*

Nalezené supersystémy jsou sepsány v tabulce **Supersystems**.

- Pro specifikaci zdrojů, které hodláš použít pro vyhledávání, klikni na *Sources*.
- Pro aktualizaci vyhledávání  (**Refresh**), pro zastavení vyhledávání  (**Stop**).
- Standardně jsou elementy seřazeny podle frekvence, nejméně frekventovanější jsou v seznamu jako první. Pro abecední seřazení klikni na **By frequency**, a poté na **In alphabetical order**.



Nastavení řazení prvků

- Pro zobrazení seznamu dokumentů, ve kterých byl element nalezen, klikni ve sloupci **Ref.** na .
- Pro rozvinutí skupiny elementů, klikni na , pro svinutí na .

## Trimming

### Simplify Design (Zjednodušení návrhu)

Je dalším(volitelným) krokem *Device analysis*. V tomto kroku je možno vytvořit jeden či více návrhových scénářů pro vylepšení systému a dosáhnout následujícího:

- Zjednodušit funkčnost specifických komponent a převést je na jiné elementy v modelu.
- Vyloučit specifické komponenty a převést celou jejich funkčnost na jiné elementy v modelu

Zjednodušený návrh je hodnotnější, protože provádí stejné funkce jako originál, ale za použití méně komponent. Zjednodušení může navíc přinést tyto výhody:

- Vyloučení či eliminace zbytečných komponent
- Nižší cena
- Zlepšení výkonu/zlepšení provedení
- Stimulace průlomových návrhů

## Manažer řešení

### Solution Manager

*Solution Manager* (manažer řešení) pomáhá ve vývoji a postupné validaci projektu. Umožňuje také hodnotit a členit návrhy.

*Solution Manager* obsahuje následující tři sekce pro navigaci a ovládání problémů a řešení:

- **Problems & Solutions tree (Strom problémů a řešení)**, kde se naviguje a vybírá specifický problém či řešení
- **Problem Description panel (Tabulka popisu problému)**, která zobrazuje popis vyznačeného problému či řešení
- **Solutions panel (Tabulka řešení)**, která zobrazuje řešení problémů

Během práce v GI ve *workflow*, jako vylepšování nebo návrh nového systému, jsou automaticky během analýzy formulovány problémy a ukládány v projektu.

Při řešení používá *Solution Manager* integrovaný *Researcher* interface k přístupu do těchto čtyř možností vyhledávání:



- **Knowledge Search (vědomostní databáze)**
- **Patent Collections (sbírky patentů)**
- **IMC Scientific Effects (IMC vědecké efekty)**
- **Inventive Principles (invenčních principů)**
- **System Modification Patterns (modifikačních schémat)**

V následujících odstavcích si je probereme podrobněji.

## Knowledge Search (vědomostní databáze)

Pro zapnutí klikni v *navigation bar* na **RESEARCHER > Knowledge Search**. Při *Design New System* je možno *Knowledge Search* začít z úkolu **Search in Knowledge Base**.

Vyhledávání ve znalostní bázi

Hlavní části okna *Knowledge Search*:

- Textové pole **Query**, kam vepíšete otázku.
- Tlačítko **Find**. Slouží k zapnutí vyhledávání, po zapsání otázky a volbě cílové vědomostní databáze.
- **Language** (v případě že je nainstalovaný Language Pack). Slouží k výběru jazyka pro otázku.
- Příkaz **Apply User Set Filter**. Pomocí této funkce je možno filtrovat navrácené výsledky na základě tzv. *user sets*. Jsou to seznamy dokumentů z vědomostních databází a kolekcí patentů. Uživatel si může tvořit vlastní seznamy dokumentů vybráním a uložením jejich identifikátorů (IDs).
- **Manage User Sets**. Umožňuje spravovat uložené *user sets*.
- Příkazy **Clear Query**, **Open Query**, **Save Query**. Umožňují probíhající dotaz vyčistit, otevřít již uložený a uložit právě otevřený.
- Volba **Search In**, slouží pro výběr vědomostních databází. Ty jsou členěny podle kategorií na **Corporate Knowledge**, **Personal Knowledge**, **Patent Collections**, and **Scientific Effects**.

## Patent Collections (sbírky patentů)

Pro zapnutí klikni v *navigation bar* na **RESEARCHER > Patent Collections**. Pomocí tohoto vyhledávače se dostaneme k významově seřazeným a sumarizovaným dokumentům z hlavních světových patentových databází, včetně USPTO, EPO, WIPO, a JPO.

## Specifikace vyhledávacích kritérií

### Specifikace vyhledávacích kritérií

Pro zadání nové otázky:

1. V okně *Patent Collections* použijte pro vyjádření dotazu jeden z následujících interface:
  - **Natural language expression (přirozený jazyk):** Klikni na záložku **Natural Language**.
  - **Simple Boolean expression (booleovy výrazy):** Klikni na záložku **Boolean Search**.
  - **Advanced Boolean expression (pokročilé booleovy výrazy):** Klikni na záložku **Boolean Search**, a potom na **Advanced Boolean Query**.
2. (pokud je nainstalovaný Language Pack) Vyber jazyk pro vyhledávání.
3. V textovém poli **Query** vepiš otázku. Otázky, které obsahují <NEAR> nebo <NOT> jsou zpracovávány jako Booleovské i v *Natural Language* interface. Pokud vkládáš ne-anglickou booleovskou otázku, booleovské operátory musí být vždy anglicky.
4. Pod **Search In**, zvol kolekce patentů, ve kterých si přeješ vyhledávat.
5. Klikni na **Save Query**.
6. Klikni na **Find** pro začátek vyhledávání.

Otázku je možno kdykoli vyčistit pomocí **Clear Query**.

## IMC Scientific Effects (IMC vědecké efekty)

IMC vědecké efekty stimulují tvořivé řešení problémů za pomoci přístupu k patentované databázi s více než 8000 vědeckých pouček, zákonů a procesů z hlavních disciplin.

Pro názornost jsou zahrnuty jako příklady některé praktické průmyslové aplikace.

Pro snadnější přístup jsou související efekty a příklady v databázi navzájem propojeny. Přímou v popisu efektů a příkladů je možno vyčíst některé technické definice.

O funkcích **Input/Output** a ovládacích parametrech

Efekty a příklady v *IMC Scientific Effects* databázi jsou charakterizovány dvěma typy funkcí:

- **Input function (vstupní funkce)**, popisuje funkci, která musí být provedena, aby byl vyprodukován daný efekt



- **Output function (výstupní funkce)**, která je provedena daným efektem.

Funkce je formulována ve vztahu k akci (sloveso), prováděné na objektu.

Kromě toho, efekt může mít až tři **control parameters (ovládací parametry)**, jež specifikují faktory, které mohou být přenastaveny pro změnu výstupní intenzity daného efektu.

### Pro zapnutí *IMC Scientific Effects*:

- Z *navigation bar*, vyber **RESEARCHER > IMC Scientific Effects**.
- Pokud provádíš řešení v úkolu **Solve in Solution Manager**, klikni v tabulce **Solutions** na tabulku **Effects**

### Přehled okna *IMC Scientific Effects*

*IMC Scientific Effects* okno zahrnuje následující:

- *Effect Descriptions* (popis efektu), *Effect Chains* (řetězce efektů), a *Output Control tabs*
- *Effects tree* (strom)
- *Main viewer* (hlavní prohlížeč), který zobrazuje nalezené výsledky

Okno *IMC Scientific Effects*, zobrazující tabulku *Effect Descriptions*:

### Popis efektů

Hledání je přístupné ze všech záložek okna *IMC Scientific Effects*. V databázi je možno vyhledávat pomocí klíčových slov s využitím přirozených nebo Booleovských otázek.

### Filtrování výsledků hledání

Výsledky budou filtrovány na základě:

- **Resource constraints that you select (Vazby na vybrané zdroje)**. Při použití vazeb jsou použity pouze efekty a příklady, které využívají specifické zdroje.

- **Current viewing mode of the Effects tree (mód prohlížení probíhajícího stromu efektů).** Pokud je zvolen mód **Function Groups (effect only)**, příklady jsou se seznamu výsledků vyloučeny. Podobně, pokud jsou vybrány módy *Automotive*, *Microelectronics*, nebo *Laser & Optics*, jsou ve výčtu výsledků pouze tyto efekty a příklady.
- **Currently selected tab in the IMC Scientific Effects Windows (právě vyznačené okno v IMC).** Pokud je označena tabulka **Output Control**, jsou vyhledávány pouze efekty.

### Specifikace rozsahu vyhledávání

Na pravé straně okna vyhledávání je možno zvolit dvě možnosti:

- **in full text**, v tomto módu vyhledaný obsah zahrnuje názvy efektů/příkladů, animací a jejich popis. Vyhledané výsledky obsahují významné citáty a odkazy přímo k vyhledávanému materiálu. Výsledky jsou seřazeny podle *relevance* (významnosti).
- **in Tree**, v tomto módu vyhledaný obsah na základě zadaných kritérií zahrnuje názvy efektů a příkladů, a jména kategorií a právě vyznačených subkategorií.

### Volba prohlížečícího módu pro *Effect tree*

Pro výběr jednoho z módů stromu efektů:

- V záhlaví okna *Effect tree*, vyber se seznamu požadovaný mód.
- Vyber požadovaný mód z menu **View**. Například, **View > Functions**.

### Dostupné módy pro prohlížení *IMC Scientific Effects*

Efekty je možno organizovat podle následujících vlastností:

- **Functions(Funkce)**, tj. například: Absorb gas (absorbce plynu), Change amplitude of vibrations (změna amplitudy), Remove particles (odstranění částic)
- **Function Groups (Funkční skupiny)**, tj. například: funkční skupina **Fields: Absorb**, organizující jevy, vztahující se k absorpci Pole, včetně funkcí **absorb thermal energy** a **absorb vibrations**. V tomto případě jsou thermal energy a vibrace Pole. Další příklady: *Parameters: Change* (Parametry: Změna), *Substance: Eliminate* (Látka: Eliminace)
- **Effects/Examples List (seznam Efekty/Příklady)**
- **Resource Groups (Skupiny zdrojů)**, tj. Například: *Fields: Electric Field* (Pole: Elektrické pole), *Fields: Mechanical and Sound Waves* (Pole: Mechanické a Zvukové vlny), *Substance: Particles* (Látky: Částice), *Substance: Plasma* (Látky: Plasma)
- **Resources (Zdroje)**, tj. Například: *Acoustic Waves* (Akustické vlny), *Photons* (fotony), *Ultrasound* (Ultrazvuk)
- **Function Groups (effects only)**, stejně jako *Function Groups*, ale jsou ve stromu zobrazeny pouze efekty.

Strom může také filtrovat a zobrazovat pouze objekty, které přísluší **Automotive (automobilový)**, **Microelectronics**, nebo **Laser & Optics** průmyslu.

Standardně je strom efektů organizován podle **Function Groups**, nebo typů funkcí. Funkce je formulována jako určitá akce, prováděná na určitém objektu (například, **heat the liquid (ohřát tekutinu)**, kde **heat** je akce a **liquid** je objekt).

### Prohlížení efektů, příkladů, a animací

Pro zobrazení popisu efektu nebo příkladu:

- Dvojitý-klik na odpovídající objekt ve stromu efektů
- Kliknout na odkaz v okně výsledků

Popis efektu/příkladu je zobrazen v tabulce **Effect Description**.

### Navigace v popisu pomocí odkazů na sekce

Pro zobrazení specifické sekce popisu efektu/příkladu, klikni na odpovídající odkaz v záhlaví popisu.





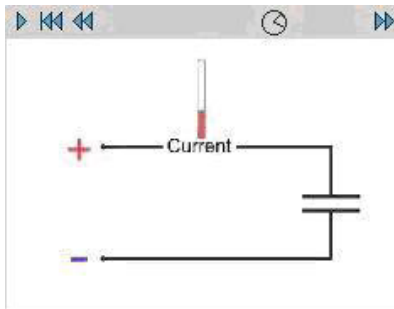
Popis efektu

Popis efektu obsahuje následující sekce:

- **Description (popis)**: Tato sekce poskytuje stručný přehled efektu.
- **Conditions (okolnosti)**: Kvalitativně specifikuje jakékoli vazby nebo zvláštní podmínky vztahující se k praktickému použití efektu.
- **Advantages (výhody)**: Nastihuje klíčové prvky efektu, které by mohly být pro danou aplikaci výhodné.
- **Formula (vzorec)**: Shrnuje kritické parametry efektu a jejich vztahy v matematickém vyjádření. (Některé efekty jsou vyjádřeny kvalitativně a vzorce neobsahují.)
- **Reference (odkazy)**: Seznam citovaných prací, které podrobněji popisují efekt.
- **Limitations (omezení)**: Specifikuje rozsah hodnot pro hlavní vstupní parametr efektu.
- **Materials**: Přehled materiálů použitých daným efektem.
- **See Also**: Zahrnuje odkazy na související efekty a příklady v databázi.

### Prohlížení animací

Efekty i příklady obsahují animaci za účelem objasnění popisovaného konceptu. Efekt obsahuje dvě videa: první je makroskopický (pozorovatelný pouhým okem) popis daného úkazu, a druhé zobrazuje mikroskopický pohled na mechanismus efektu. V záhlaví zobrazené animace jsou ovládací prvky pro spuštění  (**Play**), zastavení  (**Stop**) atd.




Zobrazení animace

### Co jsou **Effect Chains** (řetězce efektů) ?

V GI je možno automaticky propojit až tři efekty a příklady v jeden uzavřený efekt. Toto je užitečné například v případě, že nevíš jak vyvolat požadovaný “vstup“, vytvářený požadovaným efektem.

Řetězec efektů je generován způsobem propojování efektů a příkladů tak, že výstupní funkce prvního efektu odpovídá vstupní funkci následujícího efektu v řetězci.

Pro vygenerování řetězce efektů:

1. V okně *IMC Scientific Effects*, klikni na tabulku **Effect Chains**. Je možno použít také **View > Effect Chains** z menu.
2. Označ efekt nebo příklad, který vytváří požadovaný výstup.
3. Dvojitě klikni na efekt/příklad pro vygenerování řetězce efektů. Označený efekt se objeví na pravé straně každého řetězce, a jeden nebo dva vstupní efekty/příklady se objeví nalevo.
4. Pro zobrazení zkráceného popisu efektu v řetězci, klikni na  na panelu animace. Popis je zobrazen ve vyskakujícím okně, které je možno zrušit kliknutím kdekoli mimo něj.
5. Pro zobrazení kompletního popisu efektu, klikni na jeho název nad animací v označeném řetězci. Bude otevřen v tabulce **Effect Description**. Pro návrat k řetězci klikni v záhlaví na **Back**.
6. Řešení je možno uložit kliknutím na **Save Solution** pod popisem.

Příklad použití *Effect Chain*:

Jako příklad je použit automatický zámek založený na paměťovém efektu materiálu, který vytváří požadovaný výstup. Západka zámku se pohybuje pomocí pružiny s paměťovým efektem, a tím otevírá či uzamyká dveře. Otázkou je: může být tento mechanismus navržen, aby pracoval jako obyčejný zámek tam kde se používá k otevření klíč ?

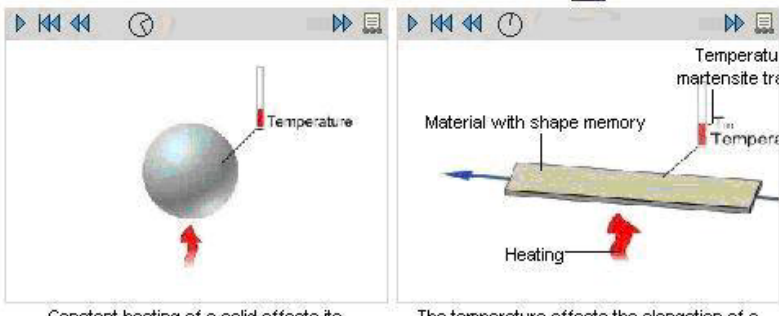
*Effect Chain* nabízí několik potenciálních řešení. Řešení zobrazené níže navrhuje použití klíče jako nezbytného ohřívacího prvku a zapříčinění tím pohybu pružiny s paměťovým efektem.

**Poznámka:** Přestože *IMC Scientific Effects* pomohou k nalezení řešení, výběr a realizace řešení je na uživateli.

Link 1 of 341: heating can change change in elongation of material with shape memory

<<Back to search results

Constant heating affects temperature of solid      Temperature influences form of shape memory alloy



Constant heating of a solid affects its temperature

The temperature affects the elongation of a material with shape memory

Link 1 of 341:

heating      temperature of solid      temperature change in elongation of material with...

Řetězec efektů

### Inventive Principles (invenční principy)

*Inventive Principles* jsou abstraktní pravidla pro změnu systému za účelem vyřešení problému v návrhu. Tyto principy byli získány a zveřejněny Genrikem Altshullerem (zakladatel TRIZ metodologie) z jeho analýzy tisíců patentovaných technologií.

Pro zapnutí *Inventive Principles*:

- **Přímo:** Z *Navigation bar*, zvol **RESEARCHER > Inventive Principles**.
- **Pro start z workflow:** Během provádění úkolu **Solve in Solution Manager**, klikni v tabulce **Solutions** na tabulku **Principles**.

### Co jsou tzv. *technical contradictions* (technické rozpory) ?

Inženýr často musí čelit při návrhu problémům, kde zlepšení jedné charakteristiky (parametru) zapříčiní zhoršení charakteristiky jiné.

Jako jednoduchý příklad, uvažujme problém spojený se zlepšováním návrhu obyčejného dřevěného ukazovátko. Člověk prezentující svou práci logicky ocení delší ukazovátko, aby dosáhl i z větší dálky, a mohl pohodlně zvýraznit prezentovaný detail. Zvětšování délky hole ale naopak zvětší její hmotnost, zhorší obratnost v zacházení a ztlačí také přenášení ukazovátko, což je nežádoucí.

Altshuller definoval tento typ problému – kde zlepšení jednoho parametru systému (v našem případě, “délky“) degraduje jiný (v našem případě “hmotnost“) – jako *technical contradiction* (technický rozpor).

### Jak jsou technické rozpory řešeny obvykle

Obvykle je reakcí na technický rozpor návrh systému takovým způsobem, že se konstruktér snaží minimalizovat jakékoliv negativní efekty, vyplývající ze zlepšení systému. Toto ovšem často nevyhnutelně vede ke kompromisům při návrhu.

V případě ukazovátka kompromis dobře ilustruje návrh středně dlouhé hole: protože hůl musí zůstat přenosná, a její lehké prodloužení povede k minimálnímu zlepšení schopnosti dosáhnout a zvýraznit detaily při prezentaci.

Existuje způsob vyrobit ukazovátka “delší“ aniž by to vyvolalo jeho vyšší hmotnost ?

### **Původ *Inventive Principles* a 39 parametrů**

Altshuller věřil, že klíč k řešení technických rozporů bude také klíčem k inovaci, a že může být nalezen v již existujících vynálezech. Toto ho vedlo k analýze tisíců patentovaných technologií z různých odvětví průmyslu. Klasifikoval každý vynález na základě parametru, který byl vylepšen, a který byl zhoršen, a zevšeobecnil inovační přístup pro každý technický rozpor.

Na základě této analýzy Altshuller identifikoval soubor 39 parametrů, které se často v technických rozporech objevovaly. Některé z parametrů (jako “*weight of stationary object*” - váha) jsou měřitelné a objektivní. Jiné parametry (jako “*reliability*” - spolehlivost) jsou kvalitativní a subjektivní.

Altshuller představil 40 všeobecných přístupů k řešení technických rozporů, nebo 40 tvořivých principů, ve své 39 x 39 *Contradiction Matrix* (matice rozporů) – kde jsou řady a sloupce definovány pomocí 39 parametrů. Buňka v této matici obsahuje jeden nebo více tvořivých principů, adresujících technický rozpor mezi zlepšujícím - zhoršujícím párem parametrů.

Příklad:

Pro ukázkou zkusíme aplikovat *Inventive Principles* na ukazovátka.

V našem případě je tedy významným zlepšujícím parametrem “*length of a stationary object*”, a odpovídajícím zhoršujícím parametrem “*weight of a stationary object*”.

Altshullerova matice doporučuje pro rozluštění tohoto rozporu čtyři *Inventive Principles*. Jeden z nich, “*Mechanical Substitution*” (mechanické nahrazení), navrhuje pro realizaci interakce použití elektromagnetického pole. Uskutečněním tohoto Principu je laserové ukazovátka.

### **Co jsou tzv. *physical contradictions* (fyzikální rozpory) ?**

Fyzický rozpor se objeví když jeden parametr systému musí mít vzájemně neslučitelné hodnoty, aby vyhověl cílům návrhu. Například, představme si systém letadla – křídlo by mělo minimalizovat brzdnou třecí sílu, aby byla nižší spotřeba. Zároveň ale by mělo brzdnou sílu maximalizovat, aby dokázalo letadlo dostatečně zpomalit při přistávání.

### **Pět způsobů pro vyřešení fyzických rozporů**

*Inventive Principles* navrhuje následujících pět “*separation* (oddělovacích)” přístupů k vyřešení fyzických rozporů.

- **Separation in time (rozdělení v čase):** V jednu chvíli, parametr  $X = A$ . V jinou chvíli, parametr  $X$  hodnotu  $A$  nemá.  
Například, k docílení toho aby na křídle byly obě, velká i malá, brzdná síla, mohou být aplikovány Principy “*Dynamic Parts* (Dynamické části)”. Tento princip navrhuje “rozdělit objekt na části schopné pohybu relativně k jiným”. Pomocí rozpohybování části křídla vzhledem k jiné jeho části je možno během letu a přistávání měnit tvar křídla, a vyhovět oběma podmínkám k vyřešení fyzického rozporu.
- **Separation in space (rozdělení v prostoru):** Na jednom místě, parametr  $X = A$ . V jiném místě již  $X$  hodnotu  $A$  nemá.

A obecnější:

- **Separation in phase space (rozdělení ve fázi času):** Když parametr  $P = P1$ , parametr  $X = A$ . Když parametr  $P = P2$ , parametr  $X$  hodnotu  $A$  již nemá.

Zbývající dva přístupy navrhuji oddělení neslučitelných požadavků za hranicí systému:

- **Separation of systém - subsystem levels (rozdělení systémových - subsystémových úrovní):** Parametr nabývá jedné hodnoty v systémové úrovni, ale jinou hodnotu na subsystémové úrovni.
- **Separation of systém - supersystem levels (rozdělení systémových - supersystémových úrovní):** Parametr nabývá jedné hodnoty v systémové úrovni, ale jinou hodnotu na supersystémové úrovni.

### Co jsou tzv. *software contradictions* (softwarové rozpory) ?

Softwarový inženýr také musí často čelit při návrhu problémům, kde vylepšení jedné věci zapříčiní zhoršení věci jiné.

Jako jednoduchý příklad, spuštění nové, složitější aplikace v prostředí podniku může ohrozit soudržnost již existujících dat na lokálních discích.

Vylepšení jednoho systémového parametru (v našem případě “*complexity of systém* (složitost systému)”) zhoršuje jiný parametr (v našem případě “*data integrity* (soudržnost dat)”), což je softwarový rozpor.

### Jak jsou softwarové rozpory řešeny obvykle

Podobně jako v případě technických rozporů, reakcí na softwarový rozpor je návrh systému takovým způsobem, že designér usiluje minimalizovat jakékoliv negativní efekty, vyplývající z vylepšení systému. Toto ovšem často také nevyhnutelně vede ke kompromisům.

V příkladu soudržnosti - dat, běží nová aplikace, ale jen za cenu vystavení souborů na lokálních discích v nebezpečí.

Existuje způsob spuštění nových aplikací bez vystavení dat riziku ?

### Rozšíření původních Altshullerových parametrů

Kvůli potřebám navrhovat a vyvíjet software a řešit softwarové rozpory byla v GI rozšířena původní matice. GI obsahuje 40 *Inventive Principles*, které mohou být k tomuto účelu

použity. Používá k tomu 24 x 24 *software Contradiction Matrix* (matice softwarových rozporů).

### Prohlížení doporučení k řešení rozporů

1. Otevři okno *Principles*:
  - **RESEARCHER > Inventive Principles.**
  - Během kroku **Solve in Solution Manager** klikni na **Principles**, vyber **Browse the Principles list** a klikni na **Next**.
2. V poli **Problem**, nech prázdný *check box* **Formulate contradiction with parameters**.
3. Vlož popis problému do pole **Problem** pomocí šablony složené ze tří částí:
  - **I want to:** Napiš popis toho co chceš ve svém systému vylepšit.
  - **by:** Napiš technologii nebo metodu, která může být pro dosažení výsledků návrhu použita.
  - **which leads to the problem:** Vepiš popis nevýhody metody (vzniklého problému), kterou chceš použít.
4. Klikni na tabulku **Technical/ Physical/ Software** pro zobrazení seznamu návrhů pro řešení rozporu.

### Filtrování doporučení k řešení rozporů pomocí parametrů

Pomocí pečlivého výběru parametru, který chcete vylepšit, a toho který se v důsledku této akce zhorší, je možno množství zobrazených *Principles* značně zúžit.

1. V poli **Problem**, zaškrtni *check box* **Formulate contradiction with parameters**.
2. Vlož popis problému do pole **Problem** pomocí šablony složené ze tří částí (stejně jako bez použití filtrování).
3. V poli **Problem**, vyber ze seznamu **Improving (zlepšující)** parametr. Parametr, který selepší použitím dané technologie nebo metody. Poznámka: Aby správně došlo ke shodě specificky-průmyslového parametru s jedním z Altshullerových obecných parametrů, je někdy vhodné pojmut problém z poněkud abstraktnějšího hlediska.
4. V poli **Problem**, vyber ze seznamu **Worsening (zhoršující)** parametr. Parametr, který nejlépe vystihuje problém nebo nevýhodu metody, kterou chceš použít.
5. Poté, co vybereš **Improving** a **Worsening** parametry, je seznam filtrován a zobrazí pouze ty *Inventive Principles*, které adresují rozpory zadané parametry.

**Poznámka:** Pokud zvolíš stejný *Improving* a *Worsening* parametr, bude automaticky zobrazen seznam doporučení pro fyzické rozpory.

### System Modification Patterns (modifikačních schémat)

*System Modification Patterns* poskytují průvodce při rozhodnutích, vztahujících se k slibným směrům při výzkumu a návrhu, a tím stimulují možné nápady pro modifikaci systému. Každá *modification pattern* obsahuje několik doporučení specifického typu. *Modification patterns*



jsou zevšeobecnění, založená na analýze tisíců patentovaných technologií z různých odvětví průmyslu.

### Dva druhy *Patterns*

- **Interaction Patterns (schémata interakcí)** navádějí uživatele při modifikaci interakcí mezi specifickými prvky systému, za účelem eliminace nežádoucího účinku jednoho prvku na druhý. Jinými slovy, výsledkem je vyřešení problémů ve vzájemném působení mezi komponentami v systému.
- **Measurement Patterns (schémata měření)** pomáhají modifikovat systém za účelem umožnění nebo vylepšení měření specifické vlastnosti systému.

### Příklad Pattern

*Pattern*, zvaná **Coordination: rhythm (Koordinace: rytmus)**, zahrnuje následující doporučení pro modifikaci “rytmické aktivity” v systémové interakci:

- Provide a continuous action (zajištění souvislé činnosti)
- Provide pulsating action (zajištění pulzující činnosti)
- Provide a pulsating action in resonance mode to increase amplitude (zajištění pulzující činnosti v rezonančním módu, pro zvýšení amplitudy)
- Provide several pulsation actions (zajištění několika pulzačních činností)
- Incorporate a traveling wave in the interaction (začlenění pohybující se vlny v interakci)

Jak je vidět, tyto modifikační doporučení jsou silně abstraktní – a v tom je jejich síla. Pokud uživatel vyjádří abstraktně obojí, model systému i modifikační doporučení pro překonfigurování systému, zbaví se “psychologické setrvačnosti”, která ho může navádět na konkrétní způsob myšlení při návrhu.

**Poznámka:** Při prozkoumávání doporučení v *Patterns* mějte na paměti, že nejsou seřazeny v žádném konkrétním pořadí. Kterákoli modifikace je kandidátem.

### Categories for sorting Interaction recommendations (kategorie pro třídění interakčních doporučení)

- None (žádná)
- accuracy increase (zlepšení přesnosti)
- aesthetic improvement (estetické zlepšení)
- cost reduction (snížení ceny)
- durability increase (zvýšení trvanlivosti)
- efficiency increase (zvýšení účinnosti)
- energy or force increase (zvýšení energie nebo síly)
- ergonomic improvement (zlepšení ergonomie)
- power consumption reduction (snížení spotřeby)
- reliability increase (zvýšení spolehlivosti)
- size decrease (redukce rozměrů)

Pro třídění *Pattern* doporučení, vyber kategorii, která nejlépe vystihuje cíle projektu.

### Browsing Interaction recommendations (prohlížení interakčních doporučení)

1. Postupuj následovně:
  - Z *navigation bar*, vyber **RESEARCHER > System Modification Patterns**.
  - V průběhu kroku **Solve in Solution Manager**, v tabulce **Solutions** zvol **Patterns**.
2. V okně *Patterns*, klikni na tabulku **Interaction** pro zobrazení seznamu *Patterns* vztahujících se k interakcím mezi systémovými komponentami.
3. Označ *check box* **Show modifications**. To umožní pomocí dvojitého kliknutí rozvinout každý *Pattern* v seznamu, a zobrazit tak jeho doporučenou skupinu přístupů pro modifikaci interakce. Pokud **Show modifications** necháš prázdné, *Patterns* nebude možno rozvinout.
4. Použij vzor v tabulce **Problem** pro formulaci problému:  
 How to *improve* action *action component1 component2*  
 (Jak vylepšit akci akce komponent1 komponent2)

Slova, napsaná v kurzívě, jsou místa pro specifikované položky. Pokud jsi vstoupil z kroku **Solve in Solution Manager**, políčka *component* a *action* jsou vyplněny automaticky.

- *component1*: Do tohoto políčka vepiš název komponenty provádějící akci v problematické interakci s komponentou 2.
- *component2*: Do tohoto políčka vepiš název komponenty, která “přijímá” akci od komponenty1.
- *action*: Vepiš jméno akce prováděné komponentou 1. Tato akce přímo mění, stabilizuje, nebo ovládá některý parametr komponenty2.  
 Zahrnutí ovlivňovaného parametru pomáhá průvodci ve formulaci správné problémové zprávy, jelikož vylepšení některé interakce v systému by mělo také vylepšit některý z parametrů systému. Tento parametr není nikde uložen.
- *improve*: Vlož sloveso, popisující jak musí být akce změněna, aby byla vylepšena hodnota parametru komponenty 2.  
 Pro zobrazení seznamu sloves generujících změnu, klikni v **Problem template** na odkaz *improve*.  
 V okně *Action Change*, dvojitě klikni na název požadované kategorie, a označ požadované sloveso. Pokud požadované sloveso nenalezneš, vepiš své vlastní. Vyznačení jednoho z předdefinovaných sloves však zaručuje obdržení smysluplného **Solution statement** (výkaz řešení). Klikni na **Apply** pro přijetí slovesa a opuštění dialogového okna.

Jakmile vložíš informace *component1*, *component2*, *action*, a *improve*, jsou duplikovány v *Solution statement*, stejně tak jako ve jmenovkách v *Solution graphic*. Všechna tato pole jsou sesynchronizována, a mohou být editována s kteréhokoli uvedeného umístění.

5. Ze seznamu **Sort by**, zvol kategorii, která nejlépe vystihuje typ vylepšení, které ve svém systému hodláš udělat. Zvolená kategorie je použita k třídění seznamu doporučení, sestupné pořadí podle důležitosti.

## Browsing Measurement recommendations (prohlížení doporučení pro měření)

1. Stejný postup jako v **Browsing Interaction recommendations**.
2. V okně *Patterns*, klikni na tabulku **Measurement** pro zobrazení seznamu *Patterns*, vztahujících se k měření.
3. Obdobně jako v **Browsing Interaction recommendations**, je možno zaškrtnout *checkbox Show modifications*, a poté pomocí dvojitého kliknutí rozvíjet požadovanou *Pattern* v seznamu.
6. Použij vzor v tabulce **Problem** pro formulaci problému:  
How to detect the feature *parameter object*

Slova, napsaná v kurzívě, jsou opět místa pro položky, které je třeba specifikovat.

- *parameter*: Do tohoto políčka vepiš parametr objektu, který chceš měřit.
- *object*: Vepiš jméno objektu, který je měřen.

Jakmile vložíš informace *parameter* a *object*, jsou duplikovány v *Solution statement*, stejně tak jako ve jmenovkách v *Solution graphic*. Jméno *object* se zobrazí také v seznamu doporučení. Všechna tato pole jsou sesynchronizována, a mohou být opět z kteréhokoli uvedeného umístění editována.

## Přirozený jazyk a jeho aplikace

### About natural language search

#### Problém: Přesnost vs. úplnost

Při počítačem - podporovaném vyhledávání se logicky snažíme počet výsledků omezit jen na ty, které přesně odpovídají požadovaným informacím. Početné slovní gramatické obměny se nám to však snaží znepříjemnit, a získání všech informací, týkajících se daného tématu, může být někdy značně těžké.

Vezměme si například vyhledávání pomocí přesných frází, kde výsledky vyhledávání obsahují zadaná slova přesně v té formě, jak byla napsána.

Příklad: fráze **reduce soap viscosity (snížení viskozity mýdla)**. Vyhledávání pomocí přesných frází nebude zahrnovat dokumenty s **reduced soap viscosity (snížená viskozita mýdla)**, nebo **reducing the viscosity of soap (snižování viskozity mýdla)**, nebo **soap viscosity is (viskozita mýdla je snížena...) reduced by**, a tak dále. Tyto dokumenty se však zřetelně týkají daného tématu stejně, protože všechny popisují způsob, kde je snižována viskozita mýdla.

Booleovské vyhledávání najde některé výsledky, která by pomocí vyhledávání přesných frází nalezena nebyla. Používá logické podmínky, kterými je specifikováno, která slova a jejich varianty budou zahrnuty nebo naopak vyloučeny při vyhledávání. Vytváření takovýchto Booleovských výrazů se všemi variantními možnostmi slov je však časově náročné a nezaručuje přesné a úplné výsledky.

Vyhledávací technologie, které berou v úvahu strukturu a gramatiku jazyka jsou limitovány na odpovídající řetězce textu, což činí dosažení přesných i úplných výsledků opět obtížným.

### **Řešení: natural language "exact concept" search (vyhledávání přirozeného jazyka "exaktní koncepce (přesný postup)")**

*IMC's natural language search* používá propracovanou jazykovou technologii, která porovnává gramatické vztahy mezi vyhledávanými slovy. Tímto je dosaženo *exact concept* (přesný způsob) vyhledávání, protože jsou výsledky více vybírány na základě jejich smyslu, než jen na základě stejných řetězců slov.

Smysl ve větě je přenesen na gramatické struktury Předmětu, Akce, a Objektu. Tyto struktury jsou také nazývány **semantic structures (sémantické struktury)**. I když může ve větách existovat množství gramatických obměn Předmětu, Akce, a Objektu, tyto věty musí nutně mít stejný význam.

Poznámka: IMC vyhledávání je dost propracované i na to, aby vzalo do úvahy jestli je slovo sloveso nebo podstatné jméno. Například v otázce **a light (světlo)**, jsou vybírány také dokumenty obsahující podstatné jméno **lights (světla)**. Pokud otázka obsahuje **to light (svítit)**, dokumenty jsou vybírány na základě variant tohoto slovesa, jako například **lit (rozsvícený)**.

Například, otázka **apply pulse laser (použit pulsní laser)** je analyzována takto: Nejprve je identifikována fráze podstatného jména **pulse laser**. Zde je **laser** rozpoznán jako hlavní podstatné jméno, a **pulse** jako jeho modifikátor. Dále je pak ustanovena vazba Akce-Objekt mezi **apply** a **pulse laser**.

To znamená, že budeš vyhledávat pouze věty kde **to apply** je Akcí, a **pulse laser** je objektem. *IMC's natural language search* navrácí výsledky se všemi gramatickými obměnami tohoto Akce-Objekt vztahu.

### **Pravidla pro použití natural language search**

Následující pravidla mohou pomoci zlepšit efektivnost vyhledávání v GI:

- **Ujistí se, zda vyhledávaný obsah bude ve vědomostních databázích dostupný.** Pokud tam daná informace nebude, nenajde ji žádný vyhledávač. Pro potvrzení že obsah bude dostupný, vepiš krátkou otázku složenou z podstatného jména nebo jeho fráze a týkající se hlavního tématu. Příklad: pokud chceš vyhledat způsoby pro zabránění kolizí aut, začni vyhledávání s **car collisions (kolize aut)** nebo **automobile collisions**.
- **Formuluj jeden nebo více přesných problémových údajů**, týkajících se hlavní části tvé otázky. Tyto údaje by měly být stručné a se zaměřením na jednu představu. Například: Chceš li vyhledat údaje o tom jak zabránit kolizím automobilů, zkus otázku **how to prevent car collisions?** nebo **how to prevent automobile collision?**
- **Prováděj natural language searches.** Nezáleží jestli je slovo v množném nebo jednotném čísle. Nemusíš se starat o čas, ve kterém je slovo napsáno.

- Používej **Use Topics** pro filtraci výsledků pro specifickou kategorii.
- **Zkoušej podobné varianty stejného hledání**, použitím synonym, přidáváním a odebráním slov v otázce.

### Skladba otázky v *Natural language*

Pro vložení otázky v *natural language* není třeba ovládat žádnou speciální skladbu věty. *IMC's natural language search* je založen na gramatických pravidlech Anglického jazyka. Otázka může být vložena jako věta, otázka, nebo fráze (maximálně 350 znaků nebo 32 samostatných informativních slov).

Následující text zvýrazňuje použití určitých znaků v otázkách *natural language*:

- Používej jen písmenově-číslicové znaky. **Nepoužívat!** - Uvozovky (“”) ani hvězdičky (\*).
- Používej velká první písmena pro jména. Například, otázka **General Motors** je hodnocena jinak než **general motors**.
- Pokud se snažíš specifikovat otázku, napiš na konec otazník.
- V otázce složené výhradně z několika frází s podstatnými jmény, použij čárku (,) pro jejich oddělení.
- K oddělení několika kompletních celků otázky použij tečku. Například, **to heat water. to produce steam.**

**Poznámka:** Otázka v *natural language* je automaticky zpracována jako Booleovská otázka, kdykoli do ní vložíš Booleovský operátor <NOT>, <NEAR>, nebo oba (ve špičatých závorkách). Pokud vložíš Booleovský operátor <AND>, <OR>, nebo oba (ale nevložíš <NOT>, <NEAR>), otázka bude zpracována jako *natural language query*. Časté chyby při vkládání Booleovských otázek je možné si prohlédnout v **Help** v kartě **Common mistakes in Boolean queries**.

### Jak se vyhnout systematickým dvojsmyslům

V angličtině je pro dvě fráze možné, aby vypadaly zcela stejně, ale přesto měly jiný význam. Například, fráze **cool water** je systematický dvojsmysl, protože může znamenat tyto dvě věci:

- Voda, jejíž teplota je nízká (tedy, **cool water(studená voda)** je fráze podstatného jména, a kde **cool** je modifikátorem pro **water**)
- Úkon ochlazení vody (tedy, **to cool water (ochladit vodu)** kde **cool** je sloveso)

Pro vyvarování se těchto dvojsmyslů, udělej následující:

- **Pokud máš na mysli frázi podstatného jména:** napiš před frází artikl **a**, **an**, nebo **the**. Například, **the cool water**.
- **Pokud máš na mysli slovesnou větu nebo akci:** napiš před frází předložku **to**. Například, **to cool water**.



## Shrnutí kapitoly

V této kapitole jste se seznámili se základními principy systému Goldfire Innovator 4.0, jeho možnostmi pro zefektivnění technické tvůrčí práce, ať již při inovacích nebo při návrhu nových technických systémů. Zásadním cílem přitom bylo ukázat na rozdíly oproti dříve zvládnutému systému TechOptimizer 3.0.



## Další zdroje

- [1] BUŠOV, B., JIRMAN, P., DOSTÁL, V. *Tvorba a řešení inovačních zadání (HA + ARIZ)*. 1. vyd. Brno: IndusTRIZ International, Ltd. Brno, 1996. 160 s.
- [2] DEVOJNO, I. G., BUŠOV, B., ŠVEJDA, P. *Tvorba a řešení inovačních zadání (TRIZ)*. 1. vyd. Brno: Asociace inovačního podnikání ČR, 1997. 214 s.
- [3] DEVOJNO, I. G. *Zdokonalování technických systémů metodikou Tvorby a řešení inovačních zadání (TRIZ)*. 3. vyd. Jablonec nad Nisou: JIM design, 2002. 210 s.
- [4] EDER, E. W., HOSNEDL, S. *Design Engineering (A Manual for Enhanced Creativity)*. 1. vyd. London: CRC Press, 2007. 587 s. ISBN 1-4200-4765-5.
- [5] HUBKA, V. *Konstrukční nauka (Obecný model postupu při konstruování)*. 2. přepracované a doplněné vyd. Zürich: Heurista, 1995. 118 s. ISBN 80-90 1135-0-8.
- [6] SALAMATOV, J. P. *Zákonitosti rozvoje techniky (část metody TRIZ)*. 2. upravené a doplněné vyd. Jablonec nad Nisou: JIM design, 2001. 135 s.
- [7] SKAŘUPA, J. *Metodika konstruování*. 1. vyd. Ostrava: VŠB Ostrava, 1993. 158 s. ISBN 80-7078-167-X.
- [8] SKAŘUPA, J., MOSTÝN, V. *Metody a prostředky návrhu průmyslových a servisních robotů*. 1. vyd. Košice: Vienala Košice, 2002. 190 s. ISBN 80-88922-55-0.
- [9] VOTRUBA, L. *Rozvíjení tvořivosti techniků*. 1. vyd. Praha: Academia, 2000. 181 s. ISBN 80-200-0785-7.
- [10] TechOptimizer 3.0, Software Manual, Invention Machine Corporation, Boston, 1998
- [11] TechOptimizer 4.0, User Guide, Invention Machine Corporation, Boston, 2002
- [12] Goldfire Innovator 4.0, User Guide, Invention Machine Corporation, Boston, 2007
- [13] <http://www.triz-journal.com>
- [14] <http://www.mpo.cz/dokument11662.html> Národní inovační strategie ČR
- [15] [http://www.creax.com/company\\_profile.htm](http://www.creax.com/company_profile.htm)

Číslo skladové:		<b>300</b>
Určeno pro posluchače:	1. r. Ing. FS	
Autor:	Jiří Skařupa	
Katedra, institut:	Katedra robototechniky	<b>354</b>
Název:	Kreativita a inovační myšlení v konstruování	
Místo, rok, vydání:	Ostrava, 2007, 1. vydání	
Počet stran	230	
Vydala:	VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA 17. listopadu 15/2172 708 33 Ostrava-Poruba	
Výroba:	Katedra robototechniky	
Náklad:	20	
Tématická skupina:	17	

ISBN 978-80-248-1717-0