

Význam myšlenkových modelů pro snížení výskytu poruch při řízení elektrizační soustavy

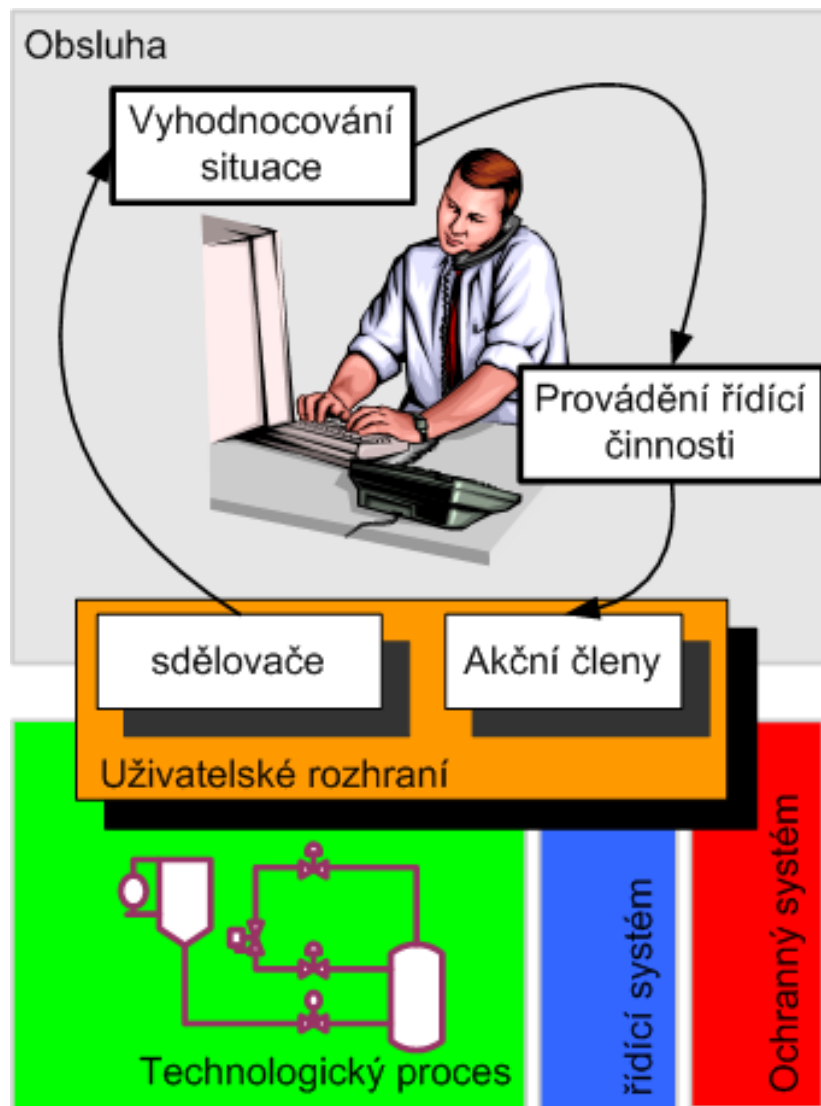
**Ivan Petružela
Data Systems & Solutions**



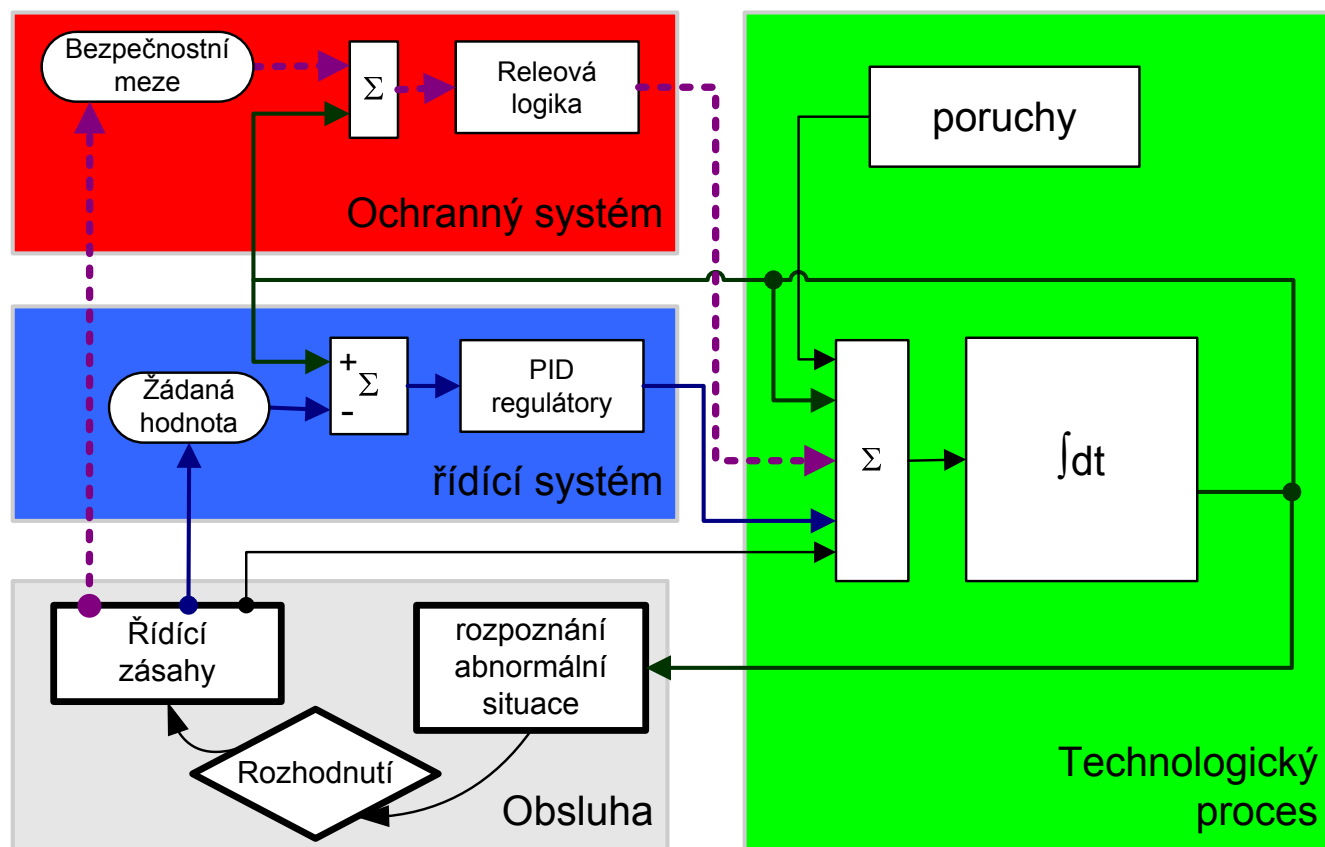
- **1. Řízení technologických systémů v energetice**
- **2. Lidský faktor, vliv zátěže na vznik chyb**
- **3. Paradox/ironie automatizace**
- **4. Zdroje chyb**
- **5. Příklad uplatnění pasivních zdrojů chyb**
- **6. Myšlenkové modely**
- **7. Závěr**



- Těžiště řídicí činnosti se přesouvá se z dělání častých dílčích regulačních zásahů na sledování celku (supervize).
- Aktivní působení je nezbytné v případě nepředpokládané souhry více poruch.



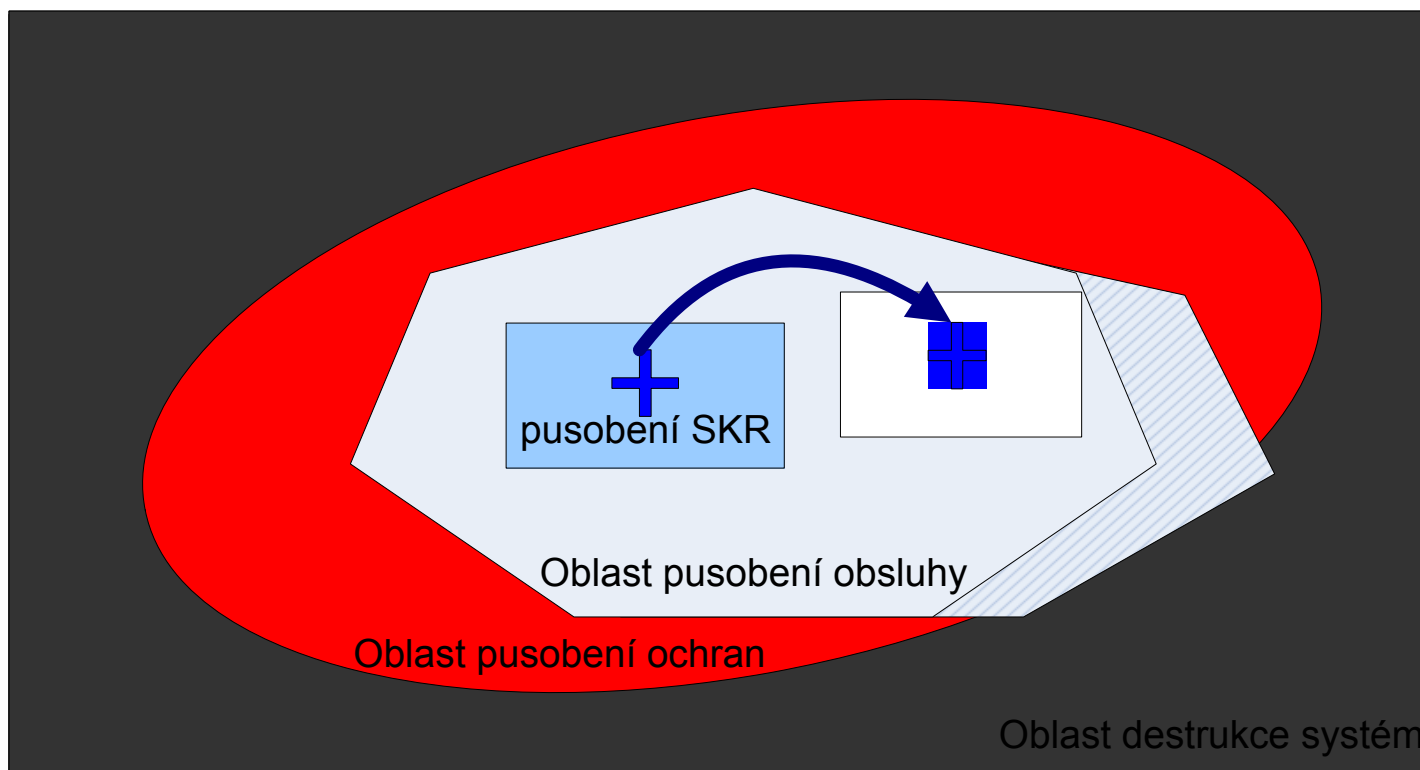
- **Systemy v energetice jsou dynamické stavové systémy. Jsou složeny z vlastního technologického procesu, z ochran, z řídicího systému a působení operátora který mění své regulované veličiny tak, aby odchylka od žádaných hodnot byla minimální**





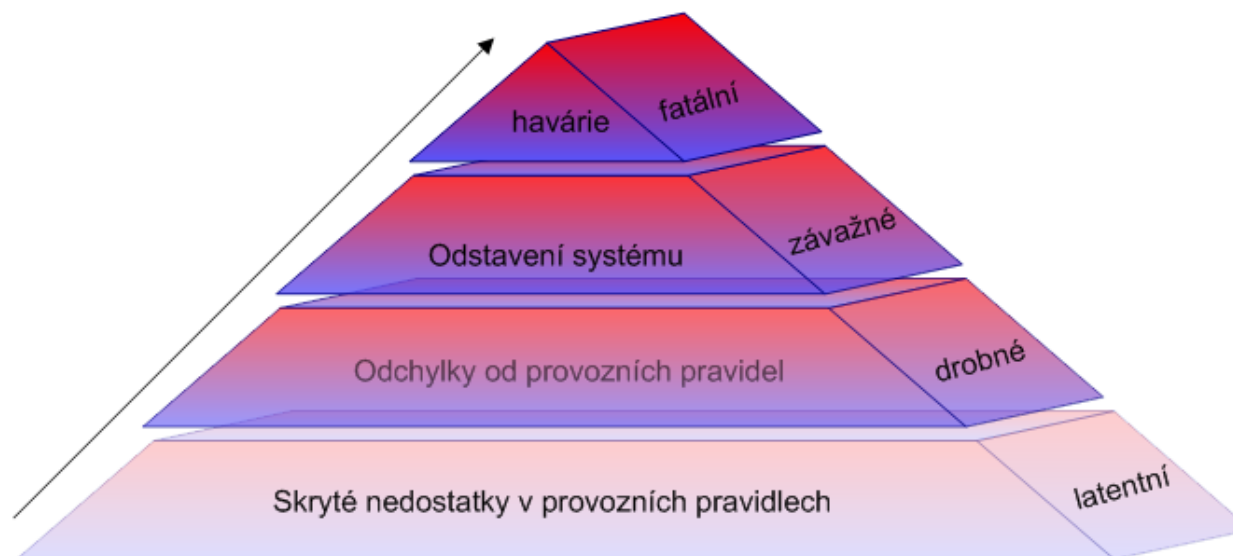
S postupným rozvojem automatizace se úloha operátora změnila z výkonné na dozorovací. Plní spíše roli aktivního bezpečnostního systému.

Musí reagovat především v případě výskytu poruch a změnit aktuální stav systému tak, aby ochranný systém neodstavil technologický proces.



Automatizace řídicích procesů

- Základní idea vycházela z představy, čím dokonalejší stroj, tím jednodušší může být obsluha, tím se bude dopouštět méně chyb.
- Člověk byl zbaven rutinních úkonů jednoduché regulace a přesunul se z výroby do řídicích center a údržby. Některé výrobní procesy se staly plně automatizované (samočinné) a bez potřeby přímé účasti člověka.



Automatizace řídicích procesů

- **Změna činností operátora zvyšováním automatizace výrobních procesů**

Úroveň automatizace	Počítač	Operátor
Informační	Podává informace o aktuálním stavu systému	Provádí všechny rozhodnutí a všechny řídicí zásahy
Diagnostická	diagnostikuje aktuální stav a nabízí operátorovi všechny možné řídicí zásahy	Vybírá z navrženého seznamu řídicí zásah a ten realizuje
Expertní	vybírá řídicí zásah, před jeho provedením čeká na potvrzení od operátora	Potvrzuje navržený řídicí zásah. Samostatně zasahuje pouze v havarijních situacích
Úplná	Provádí všechny rozhodnutí a řídicí zásahy a operátora pouze informuje	Pouze sleduje globální parametry systému.

Paradox/ironie automatizace

- Operátor provádí činnosti, které nemohou být automatizovány. Lidský faktor vnáší do systému chyby a systém musíme před nimi chránit
- **Automatizace zvyšuje spolehlivost systému**
- Operátor zajišťuje bezpečnost systému. Umí lépe reagovat v neočekávaných situacích.
- **Automatizace snižuje spolehlivost systému**

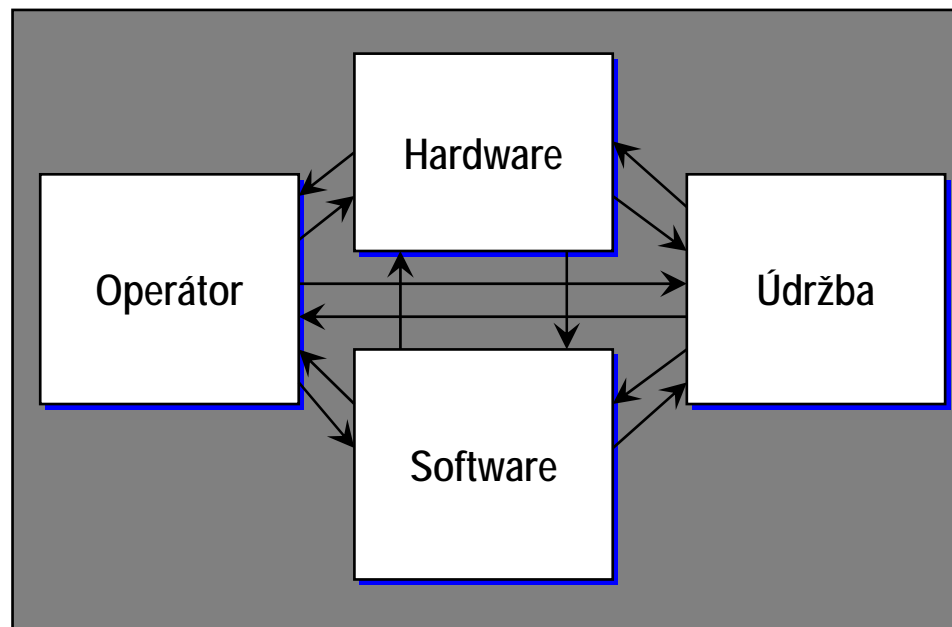
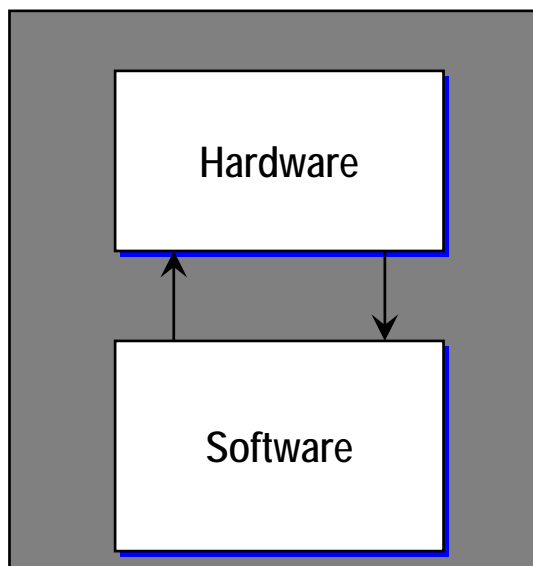


Paradox/ironie automatizace

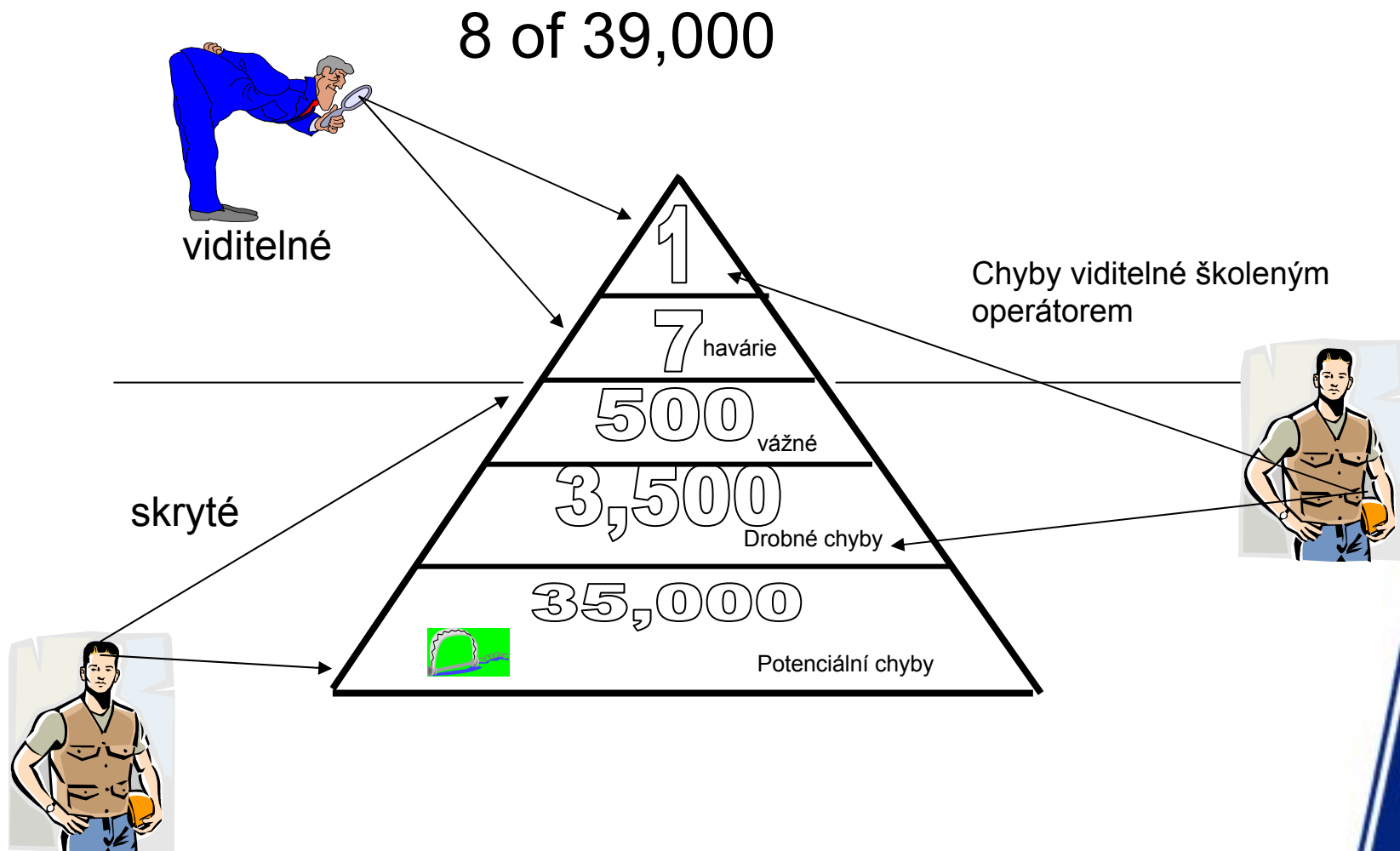
- Účinek automatizace a nových informačních technologií se projevila postupnou ztrátou přímého kontaktu člověka s výrobním procesem.
- Neustále zdokonalované sdělovací systémy mu vytvořily virtuální realitu, kdy z jednoho místa a z počítačové klávesnice nebo kliknutím myši může ovládat libovolné akční členy, měnit žádané hodnoty.
- Vše jen proto, aby se omezila pracovní zátěž operátora a minimalizovaly dopady jeho chyb.
- U složitých dynamicky se měnících systémů byl výsledek přesně opačný. Chyby se nevyskytují tak často, ale když již nastanou, jejich dopady jsou mnohonásobně větší.
- Automatizace zvětšila zátěž především v poruchových stavech. Někdy se tento jev označuje jako ironie automatizace.
- Dokonalejší technika přináší sice více doplňkových informací. Ale tento nový informační svět je závislý na konfiguraci, na kterou operátor/uživatel nemá vliv.



Automatizace řídicích procesů



Zdroje chyb



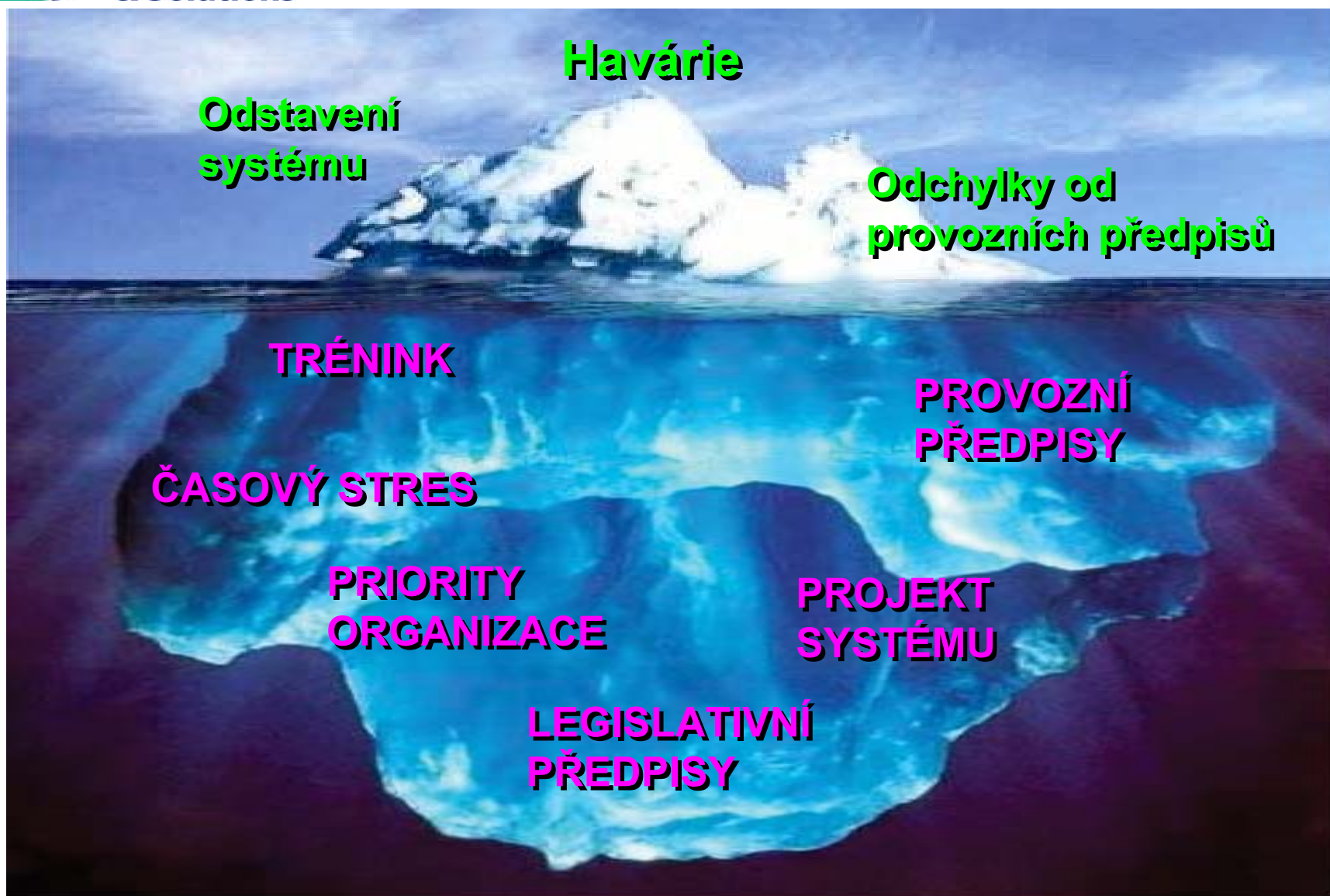
Zdroje chb

- Drobné chyby jsou časté u úkolů založených na dovednostech, v nichž není mnoho kognitivního úsilí. Malé rozdíly v situaci mohou být nepovšimnuty z důvodů selhání pozornosti. Chybná klasifikace situace vede k použití nesprávných pravidel.
- Závažnější omyly se objevují zejména při úkolech založených na pravidlech a na znalostech, například
 - Vynechání části postupu z důvodů nezapomenutí.
 - Provedení úkonů v chybném pořadí
 - Provedení činností na nesprávném objektu
 - Neexistuje pravidlo pro danou situaci

Zdroje chyb

- **Kognitivní procesy vyšší úrovně (stanovení cílů a volba prostředků k jejich dosažení) jsou méně citlivé na případné drobné chyby. Pokud však dojde k selhání při řešení problému jsou důsledky největší.**
- **Proto je velmi důležitá identifikace pozorovatelných projevů možných chyb (detekční schopnost). Ta závisí na bezprostřednosti a validitě zpětnovazebné informace založená na logických následcích chybných akcí.**
- **Při vyšších kognitivních činnostech je detekce chyb obtížná, a navíc výsledky detekce mohou vyhovovat různým interpretacím.**

Zdroje chyb



Vliv automatizace na lidský faktor

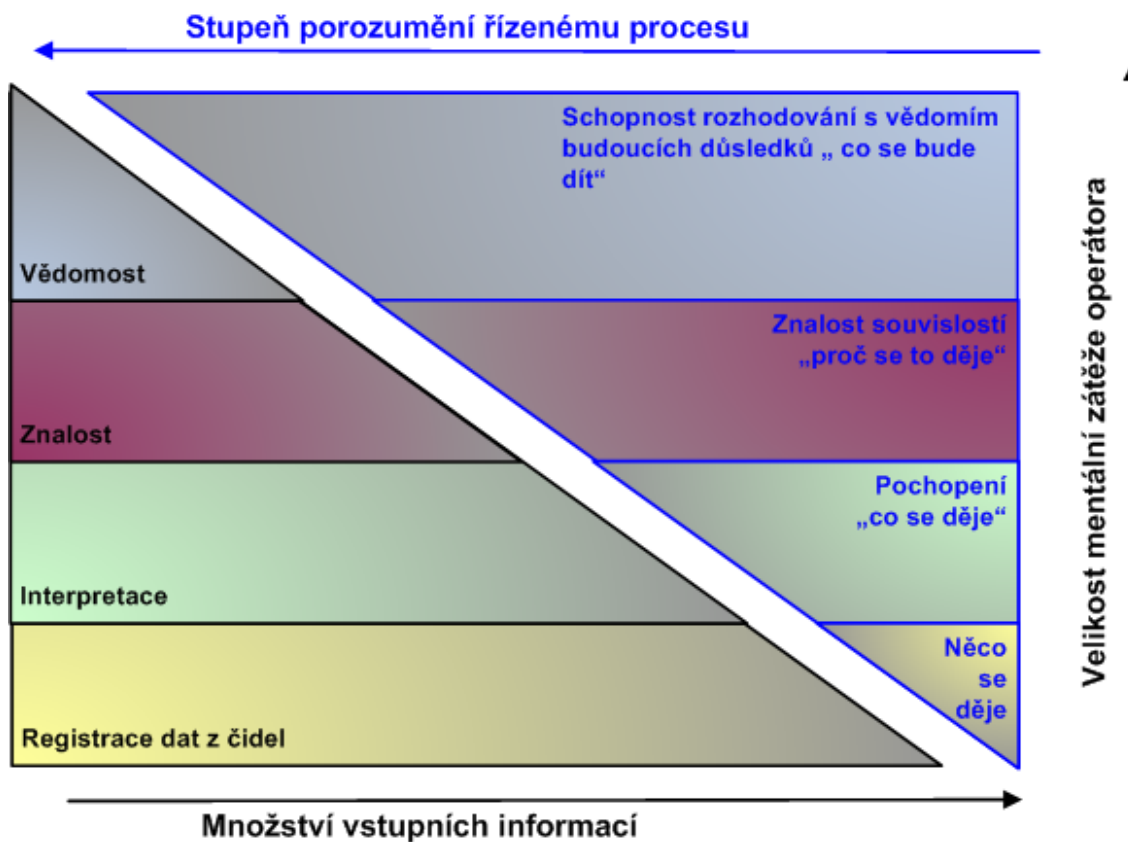
- Vedle poklesu dovedností došlo také snížení znalosti (uvědomění si) aktuální situace. Obsluha ztratila ostražitost, protože přehnaná důvěra v automaty způsobila bagatelizaci (podvědomé odmítání) informací, které jsou protichůdné vůči počítačem navrženému řešení.
- Pracovní zátěž je v ustálených podmínkách téměř nulová ale při poruše se několikanásobně zvyšuje.
- Plně automatizované řízení je účinné pouze, když rozhodování je přesné a je rychle provedeno na základě správných a úplných algoritmů, které zahrnují všechna známá omezení.

Vliv automatizace na lidský faktor

- **Nedostek podrobných modelů, které umožňují reagovat na všechny změny okolních podmínek, vedou ke tvorbě křehkých rozhodovacích algoritmů,**
- **Ty jsou příčinou zavádějících, či chybných rozhodnutí.**
- **Nižší sledovatelnost systému, způsobená velkou automatizací, zvýšila závislost operátora na technice.**
- **Operátor přenechával zodpovědnost na automatu o němž předpokládal, že neomylně zvládne všechny situace.**
- **K tomu mu však stále schází vyšší kognitivní funkce myšlení a rozhodování.**
- **jsou nezbytné při řízení procesů rychle se měnících v čase.**

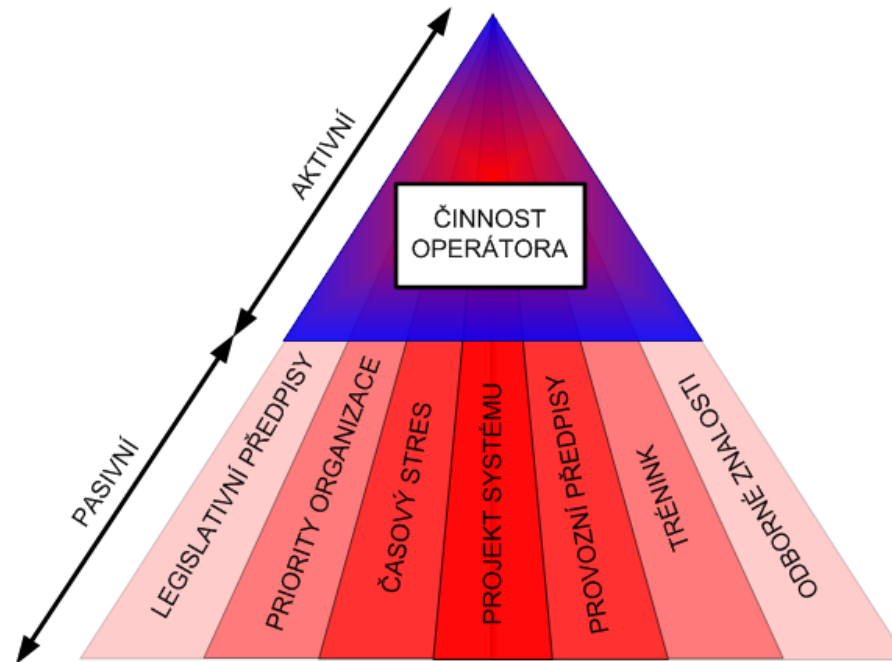
Vliv zátěže na vznik chyb

- Operátor neustále zpracovává informace o stavu řízeného procesu. Pomocí svého myšlení je dokáže interpretovat a získávat znalosti.
- Při mentálně nejnáročnější činnosti (předvídání budoucího vývoje) již nezpracovává tak velké množství dat, ale zátěž je největší



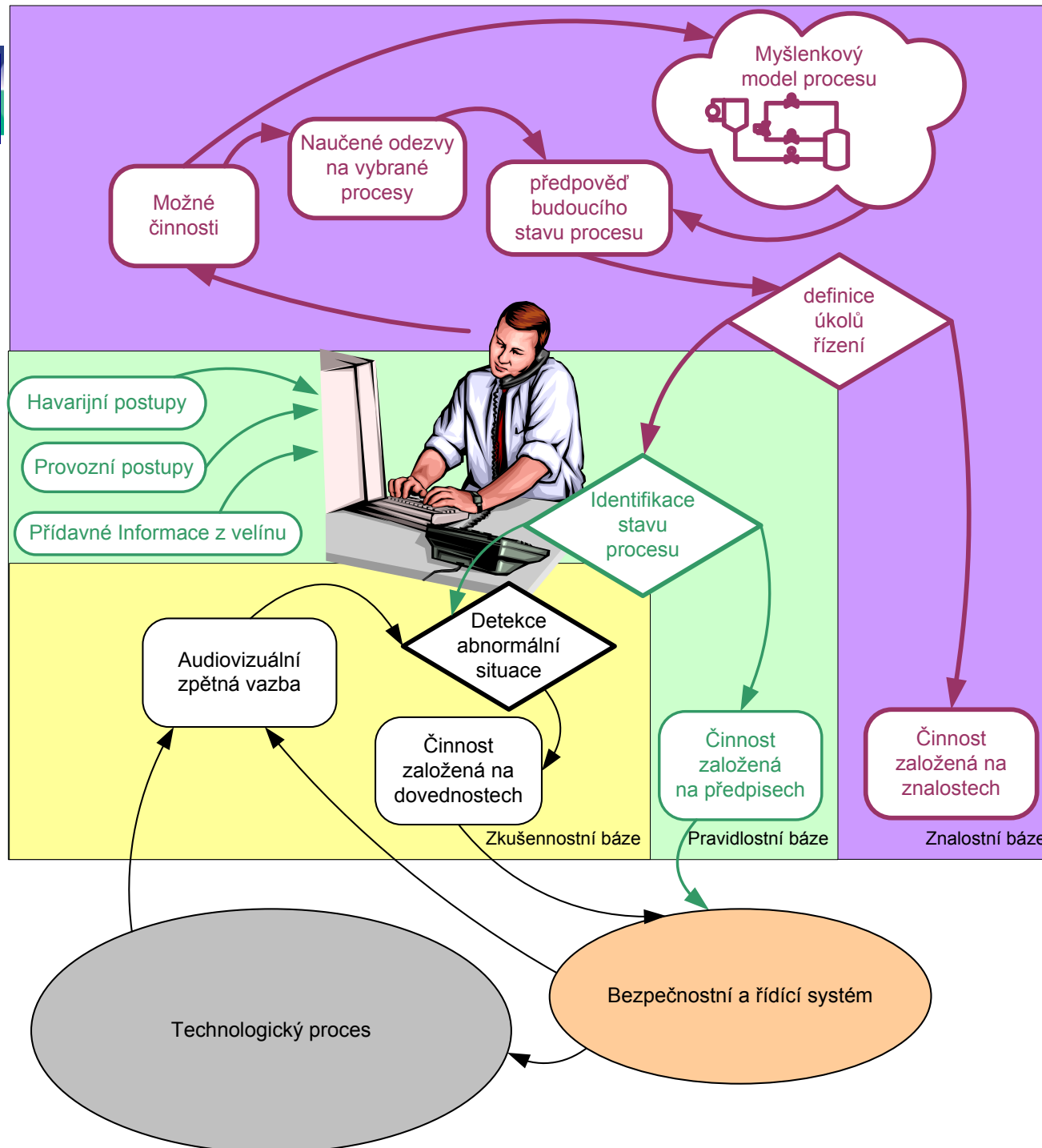
Zdroje chyb

- Zdroje lidských chyb můžeme rozdělit na
 - aktivní (řídící činnost operátora)
 - pasivní (v projektu, v provozních postupech, prioritách organizace atd.).



- Automatizace omezuje účast lidského faktoru na řízení a tím i výskyt aktivních chyb
 - Došlo ke zvýšení provázanosti systémů a snížila se jejich „průhlednost“.
 - Uplatňují se pasivní zdroje.
 - Chyby se přesunuly z operátorů na projektanty a staly se obtížněji detekovatelnými.

mentální náročnosti



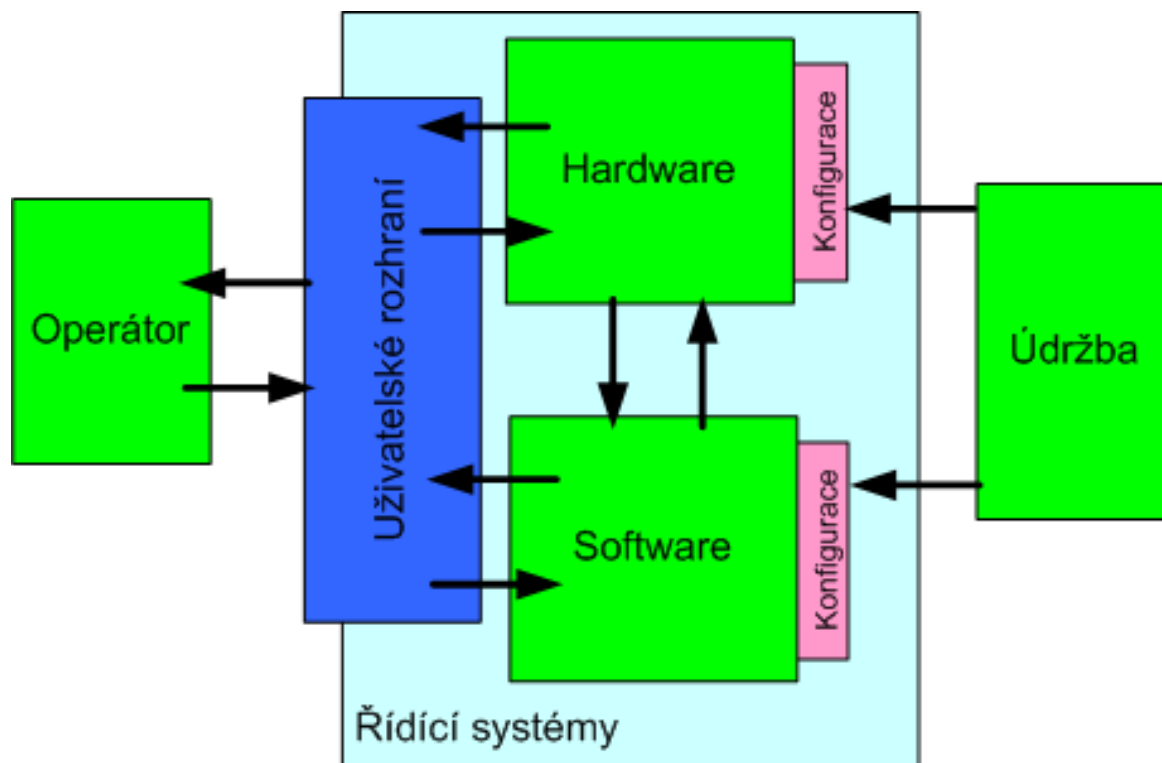
Činnosti operátorů při řízení je možné rozdělit do tří základních kategorií podle jejich mentální náročnosti

1. Založené na dovednostech
2. Založené na pravidlech
3. Založené na znalostech

Trusted solutions

Vliv zvyšování automatizace v řízení

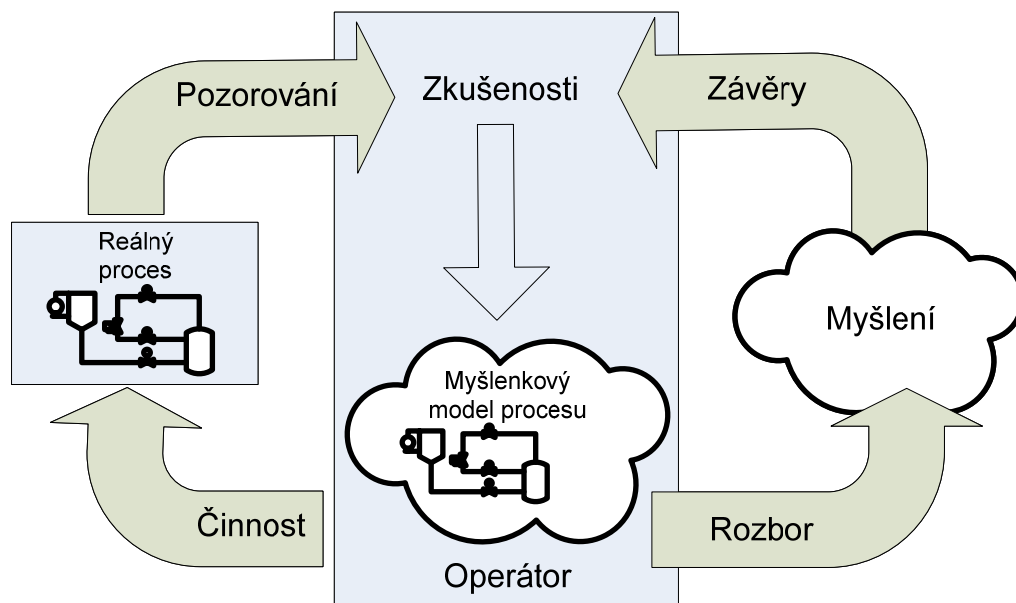
- **Dokonalejší technika přinesla více doplňkových informací pro přesnější řízení. Současně zvýšila závislost tohoto nového informačního světa na SW a HW nastavení (konfiguraci) řídicích systémů.**





Tvorba myšlenkového modelu

Operátor při řízení používá abstraktní pojmy. Ty získává postupně z přechozích zkušenosti (z pozorování, z analýz ukončených procesů, atd.).



Pomocí pojmů si vytváří myšlenkový model.

Ten představuje určitou zjednodušenou reprezentaci reálných jevů.

Model usnadňuje pochopení a zapamatování příchozích informací.

Dále umožňuje zobecňovat výsledky pozorování a interakci vzájemně provázaných procesů

Člověk hledí na nové informace způsobem, který je závislý a limitován jeho současným myšlenkovým modelem.

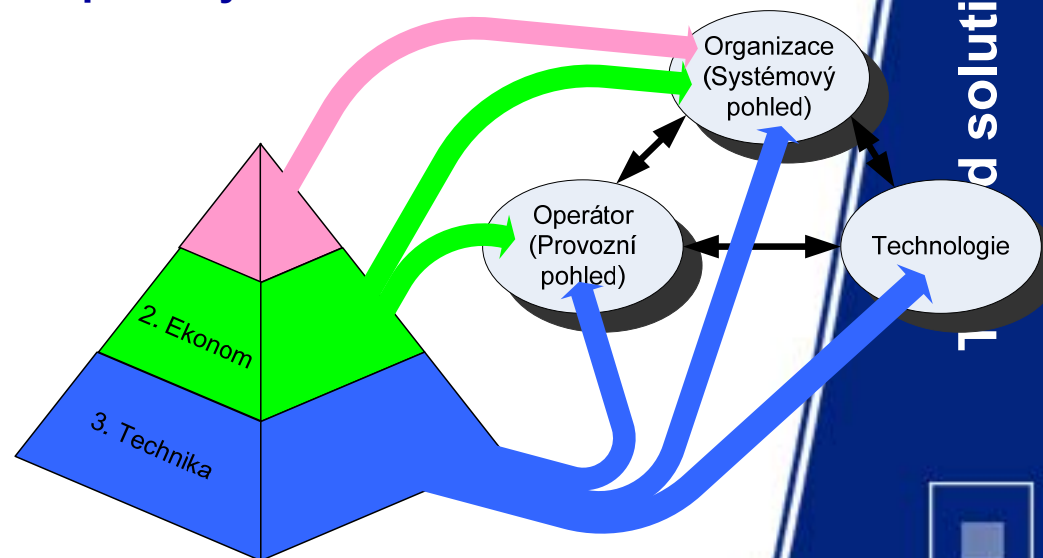
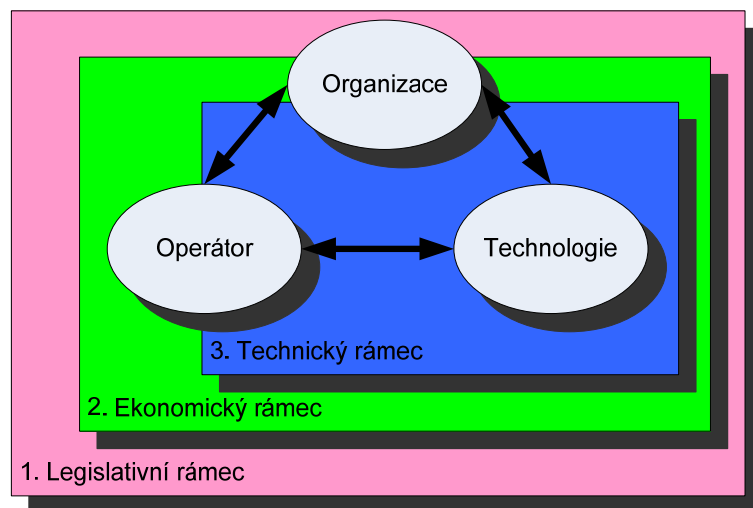
Pokud se realita liší od modelového očekávání, dochází k postupné korekci myšlenkového modelu, tak, aby získanou zkušenost respektoval



Co je důvodem častějších havarijních stavů v ES ?

Současný celosvětový výskyt kolapsů elektrizačních soustav v hospodářsky vyspělých zemích

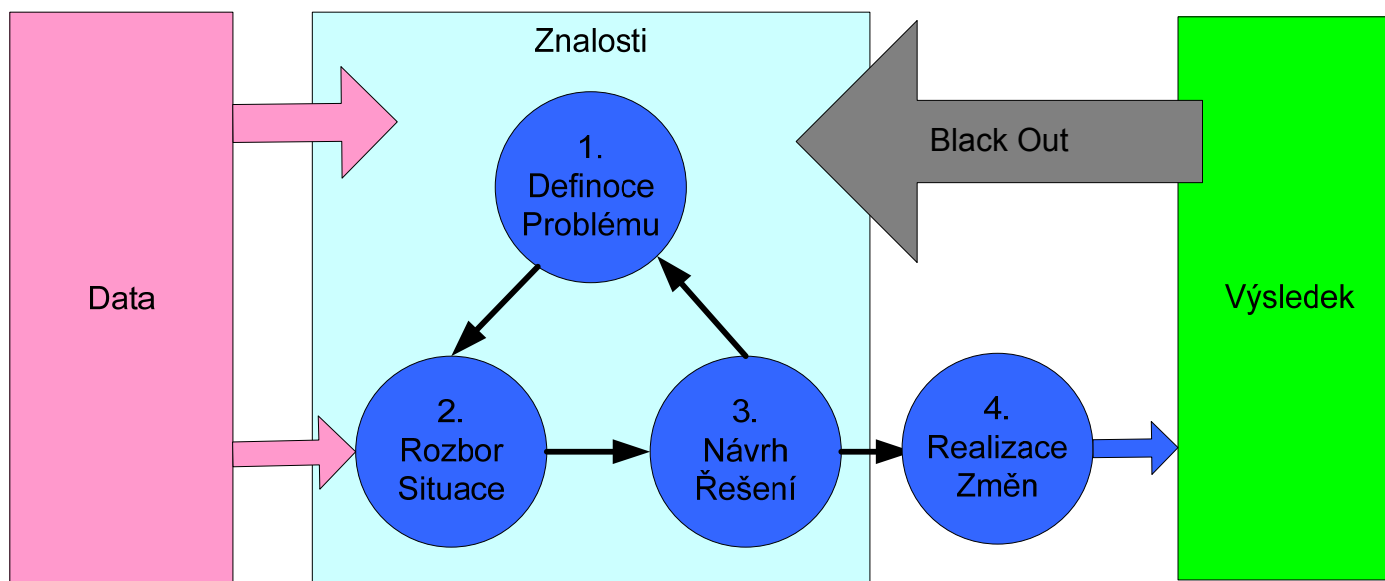
- provoz energetických systémů byl posunut do oblasti většího výskytu chyb.
- nelze předpokládat, že by odlišné SKŘ měly stejné nedostatky
- zavádění trhu v energetice je jejich společný faktor



Vlivem legislativních změn dochází ke změně ekonomických podmínek a následně i provozních. Zavádění liberalizace na trhu s elektrickou energií vytvořilo další cenovou vazbu, která nepřímým způsobem ovlivňuje řízení.



Mentální rozhodovací činnost legislativců i ekonomů je založena na znalostech. Odpovídá úrovni jejich, jimi vytvářených myšlenkových modelů.



Myšlenkový model legislativců by měl umět predikovat ekonomické a technické dopady potenciálních změn ještě předtím, než jsou provedeny.

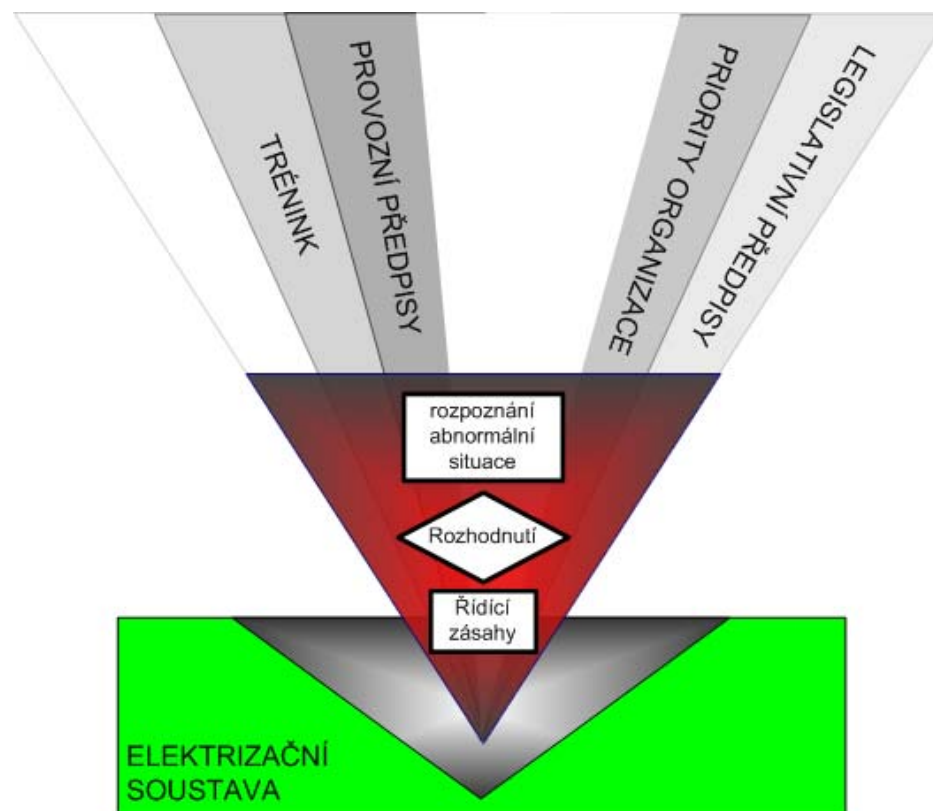
Kontrolní mechanismy tak zůstaly v rámci monopolního řízení jednoho celku a zaostaly za dynamikou obchodních výměn.

Báze předpisová i znalostní nezareagovala na legislativní změny.

Operátoři nemohli přizpůsobit své zažité myšlenkové modely tak aby odpovídaly změněným podmínkám.

Příklad uplatnění pasivních zdrojů chyb

- Zavádění liberalizace na trhu s elektrickou energií vytvořilo další cenovou vazbu, která nepřímým způsobem ovlivňuje řízení.
- Děje se tak přes činnost vedoucích manažerů organizací působících v energetice. Jejich chování respektuje především legislativní a ekonomický rámec.
- Tlak na upřednostňování ekonomických požadavků znamenal změnu priorit jimi řízených organizací. Tím se uplatnily zdroje pasivních chyb

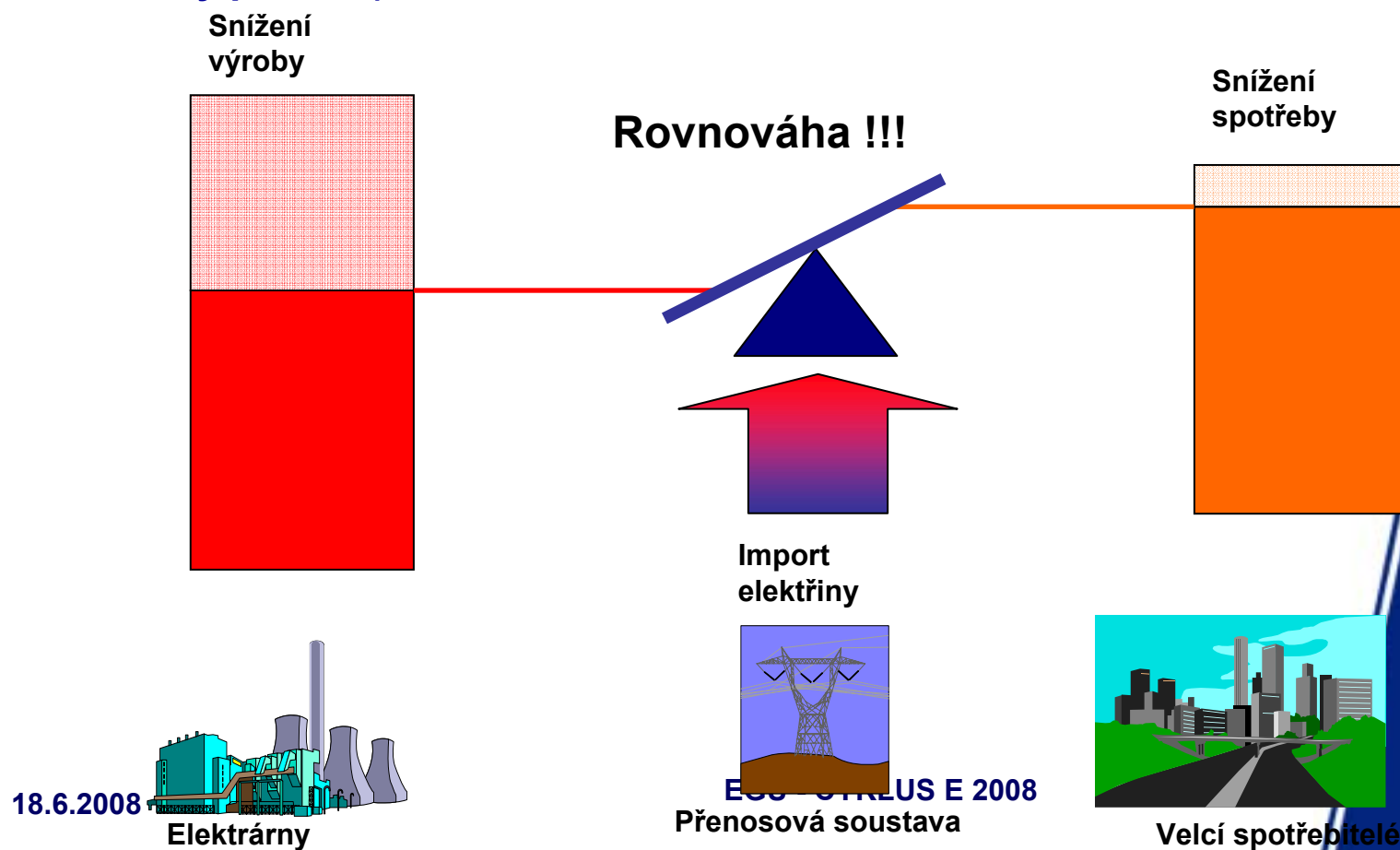




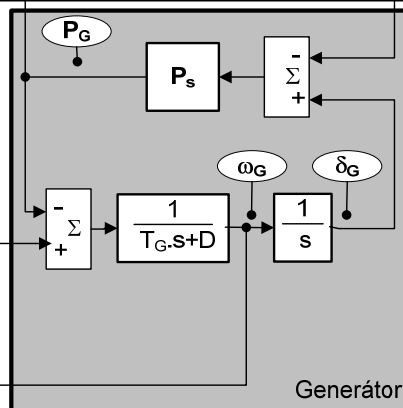
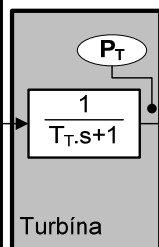
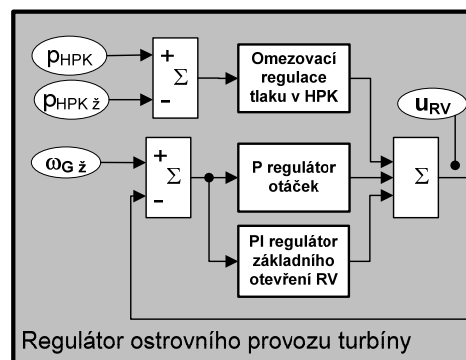
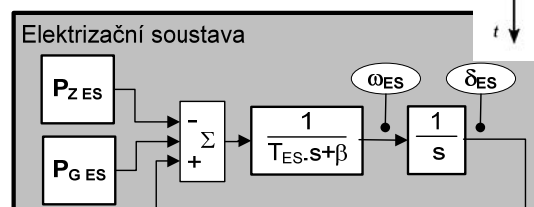
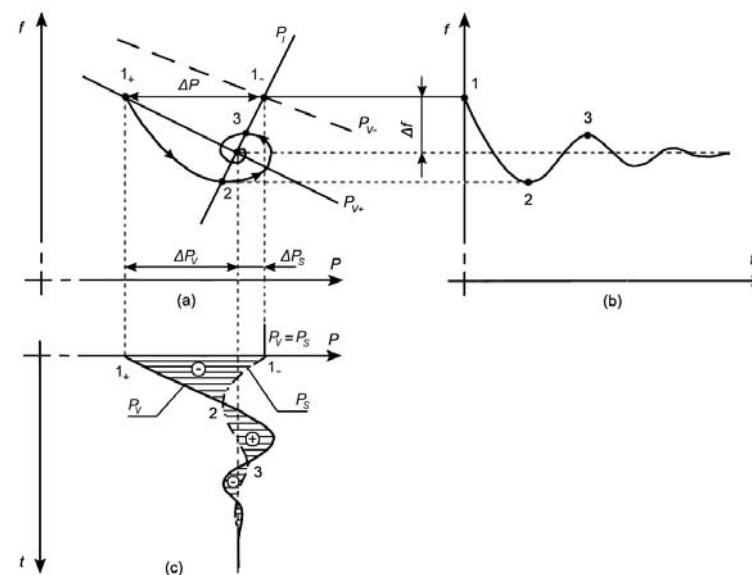
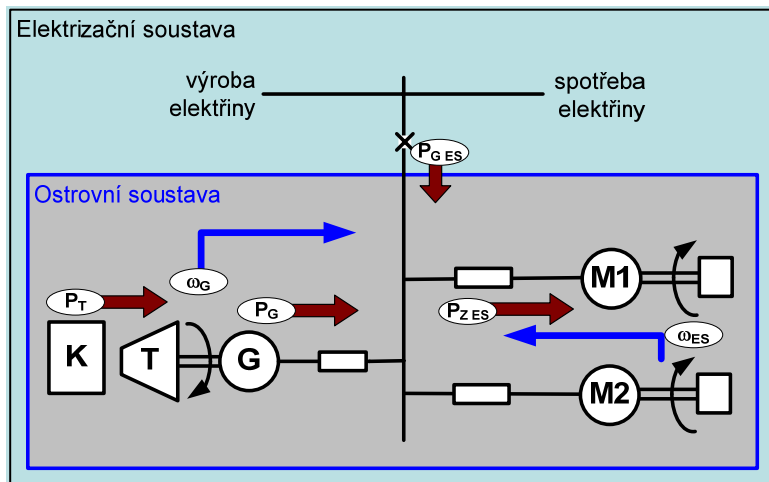
Data Systems & Solutions Příklady ekonomicko-legislativních myšlenkových modelů

"Pokud společnost prodává elektřinu nebo plyn a zároveň vlastní přepravu, přirozeně se snaží zabránit konkurenci ve spravedlivém přístupu k síti," řekl Barroso. "Je to jako supermarket, který má své vlastní značky a na policích nechce dát prostor jiným výrobcům. (19.9.2007)"

Nerspektuje technická omezení (Neskladovatelnost elektrické energie a paralelní účinky poruch)



Zjednodušený model izolované elektrizační soustavy

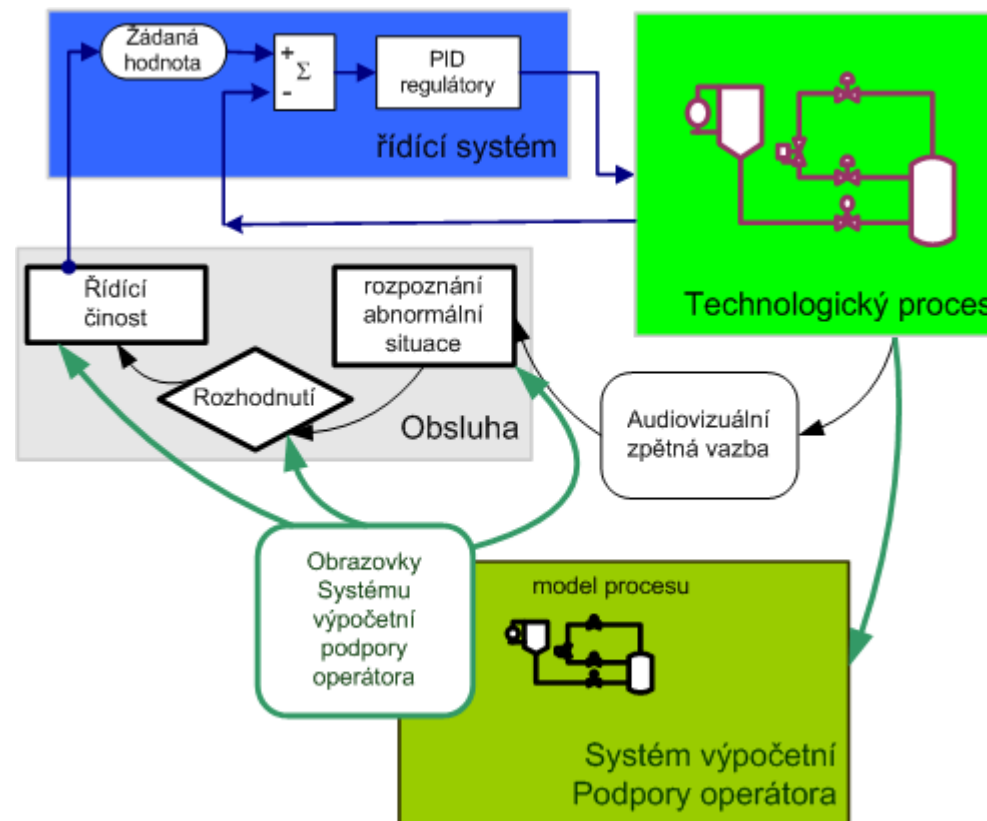


E 2008

Tr

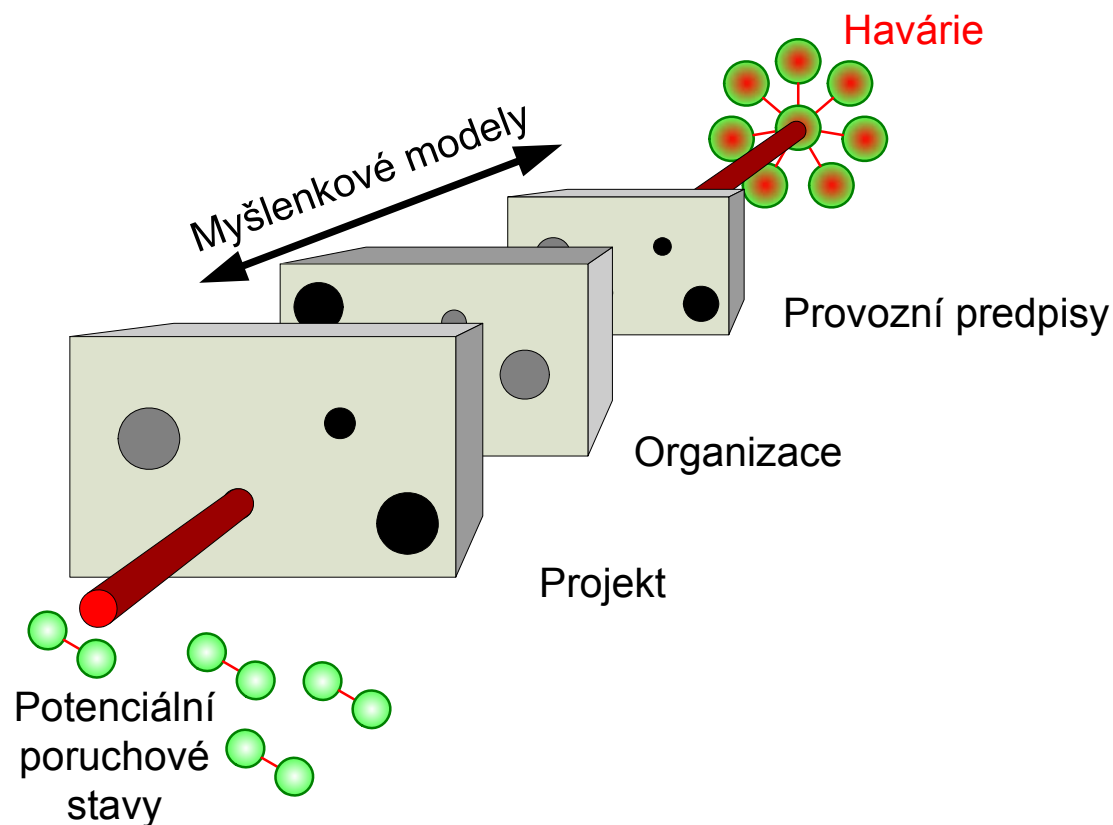
Systemy podpory operátora

- Správně informovaný a dobře trénovaný operátor je schopný řídicího zásahu a dokáže řešit neočekávané situace. Zachování role člověka při řízení je významným bezpečnostním přínosem, i když snižuje výkonnost systému v porovnání s plnou automatizací.
- Proto je zájem stále udržet člověka v rozhodovacím procesu, neboť dokáže lépe reagovat na neočekávané události. Systemy výpočetní podpory mu mají pomoci zabránit zmatkům a nesprávným rozhodnutím.



Využití myšlenkových modelů

- Myšlenkové modely umožňují zacelit mezery v předpisové i automatizační bariéře
- Operátor tak i přes nejednoznačné výstupy automatizace může při mimořádných situacích zabránit osudným následkům.



- 1. Automatizace omezila výskyt aktivních chyb**
- 2. Došlo ke zvýšení provázanosti systémů a snížila se jejich „průhlednost“**
- 3. Chyby se přesunuly z operátorů na projektanty. Operátor si obtížněji vytváří vzhled do situace**
- 4. Tyto pasivní chyby jsou obtížněji detekovatelnými. Pasivní zdroje chyb vedou k haváriím s obrovskými dopady**
- 5. Systémy podpory operátora musí obsahovat aktuální myšlenkové modely používané operátory**
- 6. Zachování role člověka při řízení je významným bezpečnostním přínosem, i když snižuje výkonnost systému v porovnání s plnou automatizací**
- 7. Pomocí myšlenkového modelu mohou být detekovány pasivní zdroje chyb.**



1. Automatizace omezila výskyt aktivních chyb
2. Došlo ke zvýšení provázanosti systémů a snížila se jejich „průhlednost“
3. Chyby se přesunuly z operátorů na projektanty
4. Tyto chyby jsou obtížněji detekovatelnými
5. Pasivní zdroje chyb vedou k haváriím s obrovskými dopady
6. Systémy podpory operátora musí obsahovat aktuální myšlenkové modely používané operátory
7. Zachování role člověka při řízení je významným bezpečnostním přínosem, i když snižuje výkonnost systému v porovnání s plnou automatizací