



**EVROPSKÁ UNIE  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ  
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI**



**TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA  
STROJÍRENSKÁ VÝROBNÍ TECHNIKA**



# **STRATEGICKÁ VÝZKUMNÁ AGENDA OBORU STROJÍRENSKÉ VÝROBNÍ TECHNIKY**

**Praha 16. 12. 2009**

## **Obsah:**

- 1) Strategie oboru „Obráběcí stroje“ pro období 2010-2020**
- 2) Strategie oboru Tvářecí stroje“ pro období 2010-2020**



**EVROPSKÁ UNIE  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ  
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI**



**TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA  
STROJÍRENSKÁ VÝROBNÍ TECHNIKA**



# **Strategie oboru „Obráběcí stroje“ pro období 2010-2020**

## Obsah :

1. Způsob zpracování strategie.....	5
2. Cíl strategie.....	6
3. Strategie oboru.....	7
4. Uspořádání možností a nástrojů pro zvyšování užitečných vlastností strojů podle priorit .....	16
5. Úkoly výzkumu a vývoje v oboru.....	24
6. Závěr.....	34

## 1. Způsob zpracování strategie

- Zpracovalo VCSVTT ve spolupráci s odborníky z podniků SST, SpOS a vysokých škol. Celkem se podílelo na tvorbě strategie 45 odborníků.
- ČVUT v Praze, FS, VCSVTT zpracovalo strategii oboru „Obráběcí stroje“ na základě „Smlouvy o dílo a poskytování servisní činnosti“ ČJ. 20/23 – 8/2009 s SST v rámci řešení projektu „Technologická platforma strojírenská výrobní technika“.
- Strategie byla zpracována metodou Delfy s využitím názorů 45 expertů. Dotazníkový formulář pro shromáždění názorů expertů z oboru byl nejprve s těmito odborníky sestaven a teprve následně vyplňován a vyhodnocován.
- Odborné podněty pro jednotlivé úkoly strategie a pro sestavení dotazníku byly zpracovány na základě:
  - a) strategie CECIMO na r. 2005 - 2015, konfrontované se stavem oboru na EMO Milano 2009,
  - b) názorů 45 významných expertů a odborníků z průmyslu i výzkumu v oboru obráběcích strojů v ČR,
  - c) témat vázaných na oblast výrobních strojů v rámci 7. rámcového programu VaV Evropské unie,
  - d) strategie oboru „Obráběcí stroje“ pro období 2010 – 2015,
  - e) výsledků výzkumu a vývoje prováděného ve VCSVTT a ve spolupracujících výzkumných pracovištích v ČR i zahraničí.

## 2. Cíl strategie

Tento dokument je zpracován na podporu co nejefektivnějšího zaměření výzkumných, vývojových a inovačních projektů a záměrů, řešených v letech 2010 – 2020 v sektoru strojírenské výrobní techniky v oboru obráběcích strojů **s cílem dosáhnout co největšího zvýšení užitných vlastností těchto strojů a zvýšit jejich konkurenceschopnost na světovém trhu.** Strategie je zaměřena především na podporu oboru v České republice.

Zde je třeba uvést, že **vyšší užité vlastnosti nejsou vždy zcela totožné s konkurenceschopností.** Konkurenceschopnost vyvíjených strojů, nástrojů a technologií je zpravidla velmi složitým kompromisem, závislým na objektivním vyhodnocení požadavků zákazníků, postupu a výsledků konkurenčních firem a očekávaného vývoje budoucí tržní situace a uplatnění vyšších užitných vlastností strojů v tomto hodnocení. **Vyšší užité vlastnosti strojů a technologií jsou však nutnou podmínkou vyšší konkurenceschopnosti.**

Tento materiál hovoří pouze o všeobecné strategii oboru obráběcích strojů, obráběcích technologií a technologií blízkých těmto uvedeným. Aplikace uvedené strategie na jednotlivé typové skupiny strojů, nástrojů a technologií bude již záležitostí podniků a spolupracujících oborových výzkumných organizací (především VCSVTT) v rámci řešení konkrétních projektů a při tvorbě vlastních podnikových strategií. Při této aktivitě bude podnikům významně pomáhat TP SVT.

### 3. Strategie oboru

**Vyšší užitné vlastnosti strojů a technologií jsou nutnou podmínkou vyšší konkurenceschopnosti.** Hlavními užitnými vlastnostmi vzhledem k obráběcím strojům a souvisejícím technologiím jsou: přesnost, jakost, výrobní výkon, spolehlivost, hospodárnost a ekologie. **Strategie oboru směřuje ke zlepšení všech těchto hlavních užitných vlastností strojů.**

#### **Strategie oboru tedy představuje :**

- 1. Zvyšování přesnosti** Především zvyšování geometrické přesnosti práce strojů, geometrické a rozměrové přesnosti výsledného obrobku a obráběných ploch.
- 2. Zvyšování jakosti** Především zvyšování jakosti obráběných povrchů, cílené pozitivní ovlivňování vlnitosti, drsnosti, vzhledu a dalších charakteristik integrity povrchů.
- 3. Zvyšování výrobního výkonu** Zvyšování krátkodobého i dlouhodobého výrobního výkonu strojů.
- 4. Zvyšování spolehlivosti** Zvyšování spolehlivosti stroje a všech jeho funkcí, ale také zajištění spolehlivosti výrobního procesu, resp. dlouhodobé udržení kvality obrobků.
- 5. Zvyšování hospodárnosti** Minimalizace jednotkových nákladů na strojích, vedlejších časů, nákladů na obsluhu, ale i minimalizace nákladů na samotnou výrobu strojů a jejich provoz.
- 6. Snižování negativních dopadů na životní prostředí** Především minimalizace negativních dopadů výroby na strojích, ale i výroby strojů na životní prostředí. Především řešení energetických nároků.

V následujícím je uvedeno, jaké možnosti a nástroje (techniky, metody, technologie a dílčí vlastnosti) mohou v příštích deseti letech významně přispívat ke zvyšování jednotlivých užitných vlastností obráběcích strojů.

## 1. Zvyšování přesnosti představuje a vyžaduje:

1. Stroje s pokročilými metodami eliminace tepelných deformací nosných soustav.
2. Nové metody kompenzací pro optimální využití všech pohybových os u víceosých strojů.
3. Stroje s vyšší statickou a dynamickou tuhostí a teplotní stálostí.
4. Stroje se zvýšenou přesností samotné stavby stroje.
5. Stroje s novým a nekonvenčním uspořádáním nosné struktury a pohonů pohybových os.
6. Optimalizované generování NC kódu.
7. Nové techniky pro měření polohy středu nástroje (TCP) vůči obrobku a jejich integrace do řídicích algoritmů stroje.
8. Nové techniky měření deformací vřetene a predikce deformací nástroje a obrobku a kompenzace těchto deformací a chyb.
9. Predikce a ověření výsledků výroby společně s její optimalizací již v návrhovém stádiu stroje.
10. Nové a zdokonalené metody a postupy pro měření geometrické přesnosti práce stroje v celém pracovním prostoru.
11. Řešení optimálního návrhu technologie výroby tvarově náročných obrobků.
12. Nové techniky tvorby a generování optimálních postprocesorů pro složité víceosé NC stroje, multifunkční a hybridní stroje.
13. Stroje hybridní a multifunkční.
14. Stroje s adaptivním řízením.
15. Inteligentní řízení strojů.
16. Optimalizované řízení chladicích agregátů.
17. Nové metody potlačení dynamických chyb stroje.
18. Nové pokročilé/moderní řídicí techniky a strategie přesahující dnes běžnou PID a kaskádní regulaci pro zvýšení přesnosti dráhového řízení.
19. Vývoj pokročilých výrobních procesů, nahrazujících několik dosud oddělených procesů jedním.
20. Výzkum vhodných oblastí integrace a kombinace tradičních třískových technologií s vysoce přesnými nebo vysoce výkonnými technologiemi (laser, elektronový paprsek, voda, EDM apod.).
21. Použití metod pro velmi přesné in-procesní měření rozměrů obráběných dílců přímo ve stroji.
22. Zdokonalené způsoby upínání obrobku minimalizující jeho deformace a maximalizující tuhost spojení se stolem/paletou.
23. Konstrukce s vyšší absorpcí či eliminací vibrací.



## 2. Zvyšování jakosti představuje a vyžaduje:

1. **Nové zdokonalené řezné nástroje - řešení a optimalizace konstrukčních prvků.**
2. **Zdokonalení upnutí nástrojů, nástrojových upínačů a rozhraní, upínání a výměna řezných destiček. Zdokonalení a optimalizace chlazení.**
3. **Simulace procesu zahrnující model řezného procesu, dynamický model vřetene, nástroje a obrobku a umožňující ve spolupráci s komplexním dynamickým modelem stroje realizovat virtuální obrábění a inspekci virtuálně obrobeného povrchu.**
4. **Predikce a ověření výsledků výroby společně s její optimalizací již v návrhovém stádiu.**
5. **Pokročilá robustní a spolehlivá sensorika a metody automatického vyhodnocení stability řezného procesu.**
6. **Zvyšování stability řezného procesu při čtyř- a víceosém obrábění. Nové řezné nástroje pro obrábění otevřených a uzavřených tvarových ploch.**
7. **Optimalizace řezných podmínek.**
8. **Nové techniky umožňující generovat optimalizovaný NC kód.**
9. **Účinné hardwarové i softwarové prostředky pro potlačování nežádoucích vibrací stroje, nástroje i obrobku.**
10. **Nové techniky minimalizace nežádoucích vibrací.**
11. **Optimalizace skeletů, vřeten a pohonů z hlediska dynamické tuhosti.**
12. **Rozšíření optimalizace konstrukce i na oblast obrobků, přípravků, nástrojů a nástrojových držáků.**
13. **Aplikace nových málo hmotných materiálů s vysokou tuhostí a vyšším tlumením.**
14. **Optimální využití procesních kapalin.**
15. **Vývoj pokročilých výrobních procesů, nahrazujících několik dosud oddělených procesů jedním.**
16. **Konstrukce s vyšší absorpcí či eliminací vibrací.**
17. **Rozšiřování technologických možností strojů.**
18. **Nové znalostní systémy.**
19. **Metody řízení založené na umělé inteligenci.**

20. Predikce integrity povrchu vzhledem ke stavu soustavy S-N-O-P a průběhu procesu.

### 3. Zvyšování výrobního výkonu představuje a vyžaduje:

1. Spolehlivější a snazší nasazení senzorů/aktuátorů.
2. Zdokonalení metod vzdálené diagnostiky a měření na strojích.
3. Produktivní technické řešení optimálního návrhu technologie výroby tvarově náročných obrobků.
4. Návrh nových zdokonalených řezných nástrojů a jejich optimalizace.
5. Zvyšování výkonu a rychlostí obrábění.
6. Zdokonalení upnutí nástrojů, nástrojových upínačů a rozhraní, upínání a výměna řezných destiček. Zdokonalení a optimalizace chlazení.
7. Tvorba standardů pro výměnu dat a zdokonalenou komunikaci mezi CAM technologiemi obecně a obráběcím strojem.
8. Nové techniky tvorby a generování postprocesorů pro složité víceosé NC stroje, multifunkční a hybridní stroje.
9. Zdokonalování technik simulace a verifikace řídicích NC programů a technik jejich experimentálního ověřování na tvarově náročných dílech.
10. Optimalizace řezných podmínek z hlediska maximální produktivity výroby.
11. Aplikace nových technik umožňujících generovat optimalizovaný NC kód.
12. Multifunkční stroje.
13. Rozšiřování technologických možností strojů.
14. Stroje s více pracovními nástroji v řezu.
15. Komplexní dynamická simulace strojů umožňující simulace v časové oblasti a predikci chování stroje při reálném obrábění v reálném výrobním procesu.
16. Pokročilé výrobní procesy.
17. Technologie pro maximální automatizaci a bez obslužnost výroby na obráběcích strojích.
18. Snadno obsluhovatelé stroje s nízkými nároky na kvalitu obsluhy.
19. Uplatnění metod adaptivního řízení servopohonů stroje.
20. Uplatnění metod automatického nebo asistovaného ladění parametrů pohonů a CNC systému.
21. Aplikace metod inteligentního řízení.
22. Aplikace účinných hardwarových i softwarových prostředků pro potlačování nežádoucích vibrací stroje, nástroje i obrobku.
23. Konstrukce s vyšší absorpcí či eliminací vibrací (zvýšování stability řezného procesu).

24. Aplikace koncepcí a technik pro autonomní výrobu.
25. Zkracování vedlejších časů při automatické výměně nástrojů a obrobků.

#### **4. Zvyšování spolehlivosti představuje a vyžaduje:**

1. Uplatnění vysoce spolehlivých a přesných komponentů, jednotek a uzlů s vysokou stálostí bezchybné funkce.
2. Aplikace systémů pro řízení spolehlivosti včetně nástrojů pro zpětnou vazbu ze servisních zásahů do konstrukční kanceláře.
3. Nové vyhodnocovací a rozhodovací nástroje, umožňující zahrnout spolehlivostní a robustnostní aspekty již ve vývojové fázi nového stroje.
4. Techniky pro sběr a schraňování dat o prováděných procesech.
5. Použití nově vyvinutých znalostních systémů. Shromažďování, zpracování a využívání globálních informací.
6. Systémy pro řízení spolehlivosti stroje a řezného procesu.
7. Spolehlivější a snazší nasazení senzorů/aktuátorů.
8. Bezdrátová sensorika a robustní přenos signálů.
9. Pokročilá vyhodnocovací elektronika, signálové procesory, zpracování dat v blízkosti sensoriky a následný digitální přenos dat.
10. Zdokonalení metod provádění vzdálené diagnostiky a měření na strojích.
11. Zdokonalené konstrukce řezných nástrojů - řešení a optimalizace konstrukčních prvků.
12. Snadno obsluhovatelné stroje s nízkými nároky na kvalitu obsluhy.
13. Zdokonalené techniky plánování i provádění údržby, kontrolních měření vlastností strojů a seřizování strojů.
14. Usnadnění obsluhy a programování multifunkčních strojů.
15. Technologie zvyšující bezpečnost stroje pro lidskou obsluhu, ale také pro eliminaci poškození stroje, nástroje a obrobku.
16. Kvalitní pravidelná školení, tréninky optimálního ovládání a využívání strojů a nových nástrojů.
17. Výzkum a vývoj technik pro on-line monitorování řezného procesu.
18. Unifikace dílců a komponentů.

19. Aplikace technologií a nástrojů pro realizaci a uplatnění koncepce Plug-and-play, resp. Plug-and-Produce.
20. Nástroje pro návrh, analýzu a řízení stavu obráběcích strojů po celou dobu jejich technického života.

## 5. Zvyšování **hospodárnosti** představuje a vyžaduje:

1. Rozvoj schopností strojů plnohodnotně provádět více druhů obrábění.
2. Vývoj komponentů a koncepcí umožňujících maximální multifunkčnost stroje.
3. Vývoj technických řešení pro snadnou rekonfigurovatelnost strojů na základě požadavků zákazníka.
4. Rozšiřování technologických možností strojů.
5. Zdokonalení metod vzdálené diagnostiky.
6. Snadno obsluhovatelné stroje s nízkými nároky na kvalitu obsluhy.
7. Usnadnění obsluhy a programování multifunkčních strojů.
8. Technologie zvyšující bezpečnost stroje pro lidskou obsluhu, ale také pro eliminaci poškození stroje, nástroje a obrobku.
9. Spolehlivé a produktivní technické řešení optimálního návrhu technologie výroby tvarově náročných obrobků.
10. Tvorb standardů pro výměnu dat a zdokonalenou komunikaci mezi CAM technologiemi obecně a obráběcím strojem.
11. Zdokonalování technik simulace a verifikace řídicích NC programů a jejich experimentálního ověřování na tvarově náročných dílech.
12. Optimalizace řezných podmínek a výrobních postupů.
13. Zdokonalování geometrie řezných ploch i utvářečů třísek, zdokonalení řezných materiálů a funkčních povlaků. Zvýšení stability řezu, trvanlivosti bříty nástroje a kvality obrobku.
14. Zdokonalení upnutí nástrojů, nástrojových upínačů a rozhraní, upínání a výměna řezných destiček. Zdokonalení a optimalizace chlazení.
15. Pokrok v oblasti vysokých řezných rychlostí, vysokých úběrů, hloubkových metod obrábění, obrábění bez použití kapaliny, obrobitelnosti nestandardních materiálů.
16. Zvyšování rychlostí a výkonů obrábění.
17. Optimální využití procesních kapalin.

18. **Užití systematických metod pro sledování výrobních nákladů při procesech obrábění a souvisejících procesech výroby.**
19. **Aplikace metod a postupů snižování výrobních nákladů obráběcích strojů.**
20. **Užití vysoce spolehlivých a přesných komponentů, jednotek a uzlů s vysokou stálostí bezchybné funkce.**
21. **Systémy pro řízení spolehlivosti včetně nástrojů pro zpětnou vazbu ze servisních zásahů do konstrukční kanceláře.**
22. **Nové vyhodnocovací a rozhodovací nástroje, umožňující zahrnout spolehlivostní a robustnostní aspekty již ve vývojové fázi nového stroje.**
23. **Optimalizovaný skelet, vřeteno a pohony pro optimální statickou a dynamickou tuhost při minimálních nákladech.**
24. **Aplikace metod inteligentního řízení.**
25. **Aplikace technik pro sběr a schraňování dat o prováděných procesech.**
26. **Sdílení informací a zkušeností získaných z více strojů a více řešených technologií.**
27. **Unifikace dílců a komponentů.**
28. **Sjednocování komponentů při zachování vysokých užitečných hodnot stroje.**
29. **Aplikace modulů pro snadno rekonfigurovatelné a multifunkční stroje.**
30. **Rozšiřování spolupráce mezi podniky, rozšiřování sdílení know-how při budování větších sdružení výrobců OS.**
31. **Nástroje pro návrh, analýzu a řízení stavu obráběcích strojů po celou dobu jejich technického života.**
32. **Aplikace technik umožňujících generovat optimalizovaný NC kód.**
33. **Uplatnění technologií a nástrojů pro realizaci a uplatnění koncepce Plug-and-play, resp. Plug-and-Produce .**
34. **Uplatnění pokročilých výrobních procesů, nahrazujících několik dosud oddělených procesů jedním.**
35. **Integrace a kombinace tradičních třískových technologií s vysoce přesnými nebo vysoce výkonnými technologiemi (laser, elektronový paprsek, voda, EDM apod.).**
36. **Uplatnění technologií pro maximální automatizaci a bez obslužnost výroby na obráběcích strojích.**
37. **Uplatnění koncepcí a technik pro autonomní výrobu.**

## 6. Snižování negativních dopadů na životní prostředí představuje a vyžaduje:

(pozn.: zásadní je energetická spotřeba v období provozu stroje, ostatní parametry ecodesignu strojů jsou u běžných OS méně významné)

1. **Snižování energetické náročnosti obráběcích strojů. Snižování spotřeby materiálů na strojích a řešení otázky ekologické likvidace obráběcích strojů.**
2. **Monitorování zátěžných spekter pohonů.**
3. **Optimalizace elektromagnetických obvodů motorů užívaných v OS.**
4. **Využívání obecně ekologických postupů při výrobě OS, volbě užitých materiálů a volbě komponent. Zjednodušení likvidace nebo recyklace OS a jejich komponent.**
5. **Rozvoj schopností strojů plnohodnotně provádět více druhů obrábění.**
6. **Snadná rekonfigurovatelnost strojů na základě požadavků zákazníka.**
7. **Optimalizace řezných podmínek.**
8. **Uplatnění matematických modelů řezného procesu pro spolehlivou a rychlou optimalizaci řezných podmínek dle zvolených kritérií.**
9. **Vyžívání ekologických procesních kapalin a maziv a jejich minimalizace.**
10. **Minimalizace nežádoucích vibrací.**
11. **Vhodné využití lehkých (málo hmotných) materiálů s vysokou tuhostí a vyšším tlumením.**
12. **Využití moderních optimalizačních nástrojů, technik a postupů.**
13. **Predikce a ověření výsledků výroby společně s její optimalizací již v návrhovém stádiu.**
14. **Zdokonalování geometrie řezných ploch i utvářečů třísek, zdokonalení řezných materiálů a funkčních povlaků. Zvýšení stability řezu, trvanlivosti břítu nástroje a kvality obrobeneho povrchu.**
15. **Simulace funkce nástroje ve fázi jeho návrhu, a simulace dopadu technologie s daným nástrojem na životní prostředí.**
16. **Vývoj účinných hardwarových i softwarových prostředků pro potlačování parazitních vibrací stroje, nástroje i obrobku.**
17. **Konstrukce s vyšší absorpcí či eliminací vibrací.**

Ve výše uvedených přehledech možností a nástrojů pro zvyšování jednotlivých užitečných vlastností (jedná se jen o výčet, pořadí nepředstavuje jejich důležitost) jsou uvedeny některé nástroje vícekrát, protože jejich využití pozitivně ovlivňuje vlastností více. Toto uspořádání je však užitečné pro případy, kdy chceme vědět, jaké jsou k dispozici nástroje a možnosti pro zlepšení jedné konkrétní vlastnosti.

Pro zjištění, které možnosti a nástroje mohou při jejich použití ovlivnit pozitivně více vlastností stroje současně, je účelné uspořádání v následující tabulce. **Takové nástroje, které při jejich použití kladně ovlivňují více vlastností najednou, je potom vhodné zkoumat a používat prioritně.**

## 4. Uspořádání možností a nástrojů pro zvyšování užitečných vlastností strojů podle priorit

V následujícím souhrnu je podrobněji uvedeno, jaké možnosti a nástroje (techniky, metody, technologie a dílčí vlastnosti) mohou v příštích deseti letech významně přispívat ke zvyšování užitečných vlastností strojů.

V pravé části tabulky jsou sloupce obsahující zlepšování hlavních užitečných vlastností strojů a technologií, které představují strategii oboru. Jednotlivé možnosti a nástroje pro zlepšování hlavních užitečných vlastností jsou uvedeny v řádcích. Řádky jsou seřazeny od těch možností a vlastností, které mají potenciální dopad na zlepšování nejširší škály hlavních užitečných vlastností, až po ty, které jsou specifické a mají pozitivní dopad především na jednu hlavní užitečnou vlastnost.

Možnosti a nástroje ke zvyšování užitečných vlastností strojů		1. Zvyšuje přesnost	2. Zvyšuje jakost	3. Zvyšuje výrobní výkon	4. Zvyšuje spolehlivost	5. Zvyšuje hospodárnost	6. Snižuje negativní dopady na životní prostředí
1.	<b>Multifunkční stroje</b> s rozvinutou schopností plnohodnotně provádět více druhů obrábění. Například schopnost plnohodnotně soustružit i frézovat, nebo frézovat a brousit, atp. Zmenšení potřebného počtu obráběcích strojů pro výrobu jedné součásti, menší podíl manipulace, zkrácení vedlejších časů, minimalizace znovuustavování obrobků, maximální souběh prováděných operací. Vývoj komponentů a koncepcí strojů umožňujících maximální multifunkčnost stroje.						
2.	<b>Aplikace nových technik umožňujících</b> generovat optimalizovaný NC kód s ohledem na dynamické vlastnosti stroje, včetně pohonů a řídicího systému.						
3.	<b>Integrace a kombinace tradičních třískových technologií s vysoce přesnými nebo vysoce výkonnými technologiemi</b> (laser, elektronový paprsek, voda, EDM apod.) za účelem dosažení optimální kombinace požadované přesnosti a výkonnosti.						
4.	<b>Nové zdokonalené řezné nástroje</b> - zdokonalování geometrie řezných ploch i utvářečů třísek, zdokonalení řezných materiálů a funkčních povlaků. Zvýšení stability řezu, trvanlivosti nástroje a kvality obrobku.						



Možnosti a nástroje ke zvyšování užitečných vlastností strojů		1. Zvyšuje přesnost	2. Zvyšuje jakost	3. Zvyšuje výrobní výkon	4. Zvyšuje spolehlivost	5. Zvyšuje hospodárnost	6. Snižuje negativní dopady na životní prostředí
5.	<b>Optimalizace řezných podmínek z hlediska minima nákladů, maximální produktivity výroby,</b> maximální dosahované jakosti povrchů, predikovatelné životnosti nástrojů, predikovatelné stability řezu, predikovatelných energetických nároků na obrábění a dopadů na životní prostředí. Nové matematické modely řezného procesu, zdokonalování experimentálních technik pro analýzu řezného procesu a tvorba software pro spolehlivou a rychlou optimalizaci řezných podmínek dle zvolených kritérií. Rozšíření oblasti CAM o oblast optimalizace řezných podmínek již ve fázi návrhu obrábění. Optimalizace řezných podmínek s využitím širších znalostí o dynamickém chování nástroje, včetně stroje, obrobku s cílem zvýšení výkonnosti a využití instalovaného výkonu.						
6.	<b>Optimální využití řezných kapalin</b> - přívod do místa řezu, volba řezných kapalin, jejich množství a pracovních tlaků, zařízení a technologie pro jejich přípravu, sběr, čištění, obnovování, výměnu a monitorování. Využití minimálního chlazení (MQL).						
7.	<b>Uplatnění pokročilých výrobních procesů, nahrazujících několik dosud oddělených procesů jedním</b> (např. třískové obrábění + povrchové úpravy, texturování, kalení, měření součásti vše na jedno upnutí během jednoho procesu), eliminaci dodatečných operací (leštění, odjehlení, čištění, apod.) a s nimi spojených vedlejších časů.						
8.	<b>Predikce výsledků výroby společně s její optimalizací již v návrhovém stádiu stroje</b> (pro optimalizaci vlastností stroje), nebo výroby (ve fázi plánování výroby pro existující stroj). Volba vhodné kombinace řízení a mechanické stavby stroje.						
9.	<b>Nové techniky tvorby a generování postprocesorů</b> pro složité víceosé NC stroje, multifunkční a hybridní stroje.						
10.	<b>Stroje s vyšší statickou a dynamickou tuhostí a teplotní stálostí.</b>						
11.	<b>Komplexní dynamická simulace strojů</b> zahrnující simulační modely mechanické stavby stroje, modely pohonů, agregátů, řízení a dalších obslužných systémů, umožňující predikci chování stroje při reálném obrábění. Simulace zahrnující model řezného procesu, včetně nástroje a obrobku a umožňující ve spolupráci s komplexním dynamickým modelem stroje realizovat virtuální obrábění a inspekci virtuálně obrobeného povrchu.						
12.	<b>Optimalizace elektromagnetických obvodů motorů užívaných v OS.</b>						
13.	<b>Inteligentní řízení strojů</b> se schopností poučit se ze získaných zkušeností při předchozích obráběcích operacích.						
14.	<b>Nové účinné hardwarové</b> (aktivní dynamické hltiče) <b>i softwarové prostředky</b> (algoritmy pro potlačování vibrací uplatněné v pohonech) <b>pro potlačování parazitních vibrací stroje, nástroje i obrobku.</b>						
15.	<b>Konstrukce s vyšší absorpcí či eliminací vibrací</b> (s vyšší statickou a dynamickou tuhostí s použitím nových materiálů s vyšším tlumením).						

Možnosti a nástroje ke zvyšování užitečných vlastností strojů		1. Zvyšuje přesnost	2. Zvyšuje jakost	3. Zvyšuje výrobní výkon	4. Zvyšuje spolehlivost	5. Zvyšuje hospodárnost	6. Snižuje negativní dopady na životní prostředí	
16.	<b>Zdokonalení upnutí nástrojů, nástrojových upínačů a rozhraní, upínání a výměny řezných destiček. Zdokonalení chlazení.</b>							1
17.	<b>Rozšiřování technologických možností strojů</b> (otáčky, momenty, výkony) a jejich příslušenství (nástroje, hlavy, stoly, řezná prostředí).							1
18.	<b>Optimalizace technologie výroby tvarově náročných obrobků</b> , jako např. turbínových kol, lopatek, forem, zápusťek a medicínských implantátů. Zaměření VaV na maximální využití existujících CAM systémů, strategie obrábění, konfigurace postprocesorů, měření a vyhodnocování výsledků pro zpětné ovlivnění technologie obrábění.							1
19.	<b>Zdokonalování technik simulace a verifikace řídicích NC programů a jejich experimentálního ověřování na tvarově náročných dílech.</b>							1
20.	<b>Simulace zahrnující model řezného procesu, včetně nástroje a obrobku a umožňující ve spolupráci s komplexním dynamickým modelem stroje realizovat virtuální obrábění a inspekci virtuálně obrobeného povrchu.</b>							1
21.	<b>Návrh nových zdokonalených řezných nástrojů</b> pro obrábění otevřených a uzavřených tvarových ploch. Zdokonalování geometrie řezných ploch i utvářečů třísek, řezných materiálů a funkčních povlaků. Zvýšení stability řezu, trvanlivosti nástroje a kvality obrobeného povrchu.							1
22.	<b>Zdokonalení metod vzdálené diagnostiky a měření na strojích</b> , zajištění bezpečnosti při provádění testů a měření na dálku.							1
23.	<b>Snadno obsluhovatelné stroje s nízkými nároky na kvalitu obsluhy</b> a její znalosti a zkušenosti, samo-vysvětlující ovládání stroje, technologie schopné včasné detekce chyb. Usnadnění obsluhy a programování multifunkčních strojů. Samorozhodovací systémy, které vedou obsluhu při ovládání stroje.							1
24.	<b>Spolehlivější a snazší nasazení senzorů/aktuátorů</b> založené na kombinaci nebo dalším zpracování v současné době již dostupných a řízených dat/signálů (povede ke snížení počtu zdrojů poruch). Sensorika a způsoby měření se zvýšenou robustností, odolná vůči znečištění, kapalinám, rušení, přepětím, chybnému zapojení.							1
25.	<b>Tvorba standardů pro výměnu dat a zdokonalenou komunikaci mezi CAM technologiemi obecně a obráběcím strojem</b> s cílem efektivnějšího využití stroje a zkrácení času přípravy a ladění technologie.							1
26.	<b>Sdílení informací a zkušeností získaných z více strojů a více řešených technologií.</b> Jejich využití pro optimalizaci výroby a procesů. Shromažďování a zpracování globálních informací (dlouhodobě zaznamenávané znalosti, celosvětové zkušenosti z oblasti výroby). Systémy pro řízení spolehlivosti stroje a řezného procesu (včetně řezných nástrojů). Zpětná vazba od servisních zásahů a provozu stroje k vývoji strojů a aplikační technologii vedoucí ke zvyšování spolehlivosti.							1

Možnosti a nástroje ke zvyšování užitečných vlastností strojů		1. Zvyšuje přesnost	2. Zvyšuje jakost	3. Zvyšuje výrobní výkon	4. Zvyšuje spolehlivost	5. Zvyšuje hospodárnost	6. Snižuje negativní dopady na životní prostředí	
27.	<b>Technologie zvyšující bezpečnost stroje pro lidskou obsluhu, ale také pro eliminaci poškození stroje, nástroje a obrobku.</b> Systémy vyhodnocující nárůst rizik při specifickém využívání stroje, nebo při specifické technologii, manipulaci s obrobky a nástroji, atp. "Online" vyhodnocování rizik a kontakt s obsluhou a údržbou a její varování.							1
28.	<b>Techniky pro sběr a schraňování dat o prováděných procesech</b> (především současný záznam odbavovaného NC kódu a záznam měření z diagnostických čidel např. na vřetenu a pohonech).							1
29.	<b>Monitorování zátěžných spekter pohonů</b> s cílem poskytnutí relevantních dat pro jejich dimenzování. Cílem je minimalizace instalovaných příkonů.							1
30.	<b>Automatické nebo asistované ladění parametrů pohonů a CNC systému</b> pomocí aktivního měření na stroji a online identifikace dynamických vlastností stroje. Adaptivní řízení stroje zohledňující konkrétní pracovní podmínky a zadání s cílem maximalizovat přesnost při dokončování a výkon při hrubování. Uvedené techniky jsou vázány také na oblast monitorování obrobku a zdokonalování diagnostiky strojů se zaměřením na pohony.							2
31.	<b>Nové a zdokonalené metody a postupy pro měření geometrické přesnosti stroje v celém pracovním prostoru</b> a ve vazbě na změny zatížení, teploty a kinematické konfigurace.							1
32.	<b>Optimalizace technologie výroby tvarově náročných obrobků</b> , zaměřené na zdokonalené využití CAM systémů, strategie obrábění, konfigurace postprocesorů a na zdokonalené měření a vyhodnocování výsledků pro zpětné ovlivnění technologie obrábění.							1
33.	<b>Nové metody potlačení dynamických chyb stroje.</b> Kompenzace odchylek polohy nástroje v důsledku poddajnosti nosné struktury a její interakce s pohony. Identifikace těchto odchylek.							2
34.	<b>Adaptivní řízení servopohonů stroje</b> zohledňující změny dynamického chování stroje se změnou polohy pohybových os. Adaptivní řízení tohoto druhu je předem naprogramováno.							2
35.	<b>Kombinace tradičních třískových technologií s vysoce přesnými nebo vysoce výkonnými technologiemi</b> (laser, elektronový paprsek, voda, EDM apod.) za účelem dosažení optimální kombinace požadované přesnosti a výkonnosti.							2
36.	<b>Optimalizace skeletu, vřetena a pohonů pro maximální statickou a dynamickou tuhost při minimálních nákladech.</b>							2
37.	<b>Nové metody minimalizace nežádoucích vibrací:</b> řízené rozběhy za účelem snížení vibrací, jejich cílené potlačování, výzkum metod vlivu regulace posuvů na samobuzené kmitání při obrábění.							2

Možnosti a nástroje ke zvyšování užitečných vlastností strojů		1. Zvyšuje přesnost	2. Zvyšuje jakost	3. Zvyšuje výrobní výkon	4. Zvyšuje spolehlivost	5. Zvyšuje hospodárnost	6. Snižuje negativní dopady na životní prostředí	
38.	<b>Vhodné využití lehkých (málo hmotných) materiálů s vysokou tuhostí a vyšším tlumením.</b> Cílené zvyšování dynamické tuhosti a tlumení strojů a jejich komponentů při snížení spotřeby energie. Využití nekonvenčních materiálů a materiálových struktur (lamináty, keramika, sendviče, lehčený polymerbeton, hybridní materiály)							e
39.	<b>Pokročilá robustní a spolehlivá sensorika a metody automatického vyhodnocení stability řezného procesu.</b>							t
40.	<b>Zvyšování stability řezného procesu při čtyř a víceosém obrábění.</b> Nové řezné nástroje pro obrábění otevřených a uzavřených tvarových ploch.							t
41.	<b>Řízení založené na umělé inteligenci</b> poskytující řídicímu systému a mechatronickým komponentům schopnosti autonomní kalibrace, predikce, učení a samo-optimalizace při jakémkoliv probíhajícím procesu. Na vyšší úrovni se jedná o technologie a metody pro rozšíření schopnosti strojů poučit se ze získaných zkušeností: reakční schopnosti a výkon strojů nebo jejich souboru tak s časem poroste.							e
42.	<b>Nové znalostní systémy.</b> Rozpoznávání trendů a zákonitostí (metody, které dokážou z měřených dat, především z měření vibrací, teplot a proudů vyhodnocovat stav měřeného systému a predikovat poruchy, chyby a nutnost údržby). Algoritmy pro vyhodnocení aktuálních i budoucích stavů stroje.							t
43.	<b>Maximální automatizace a bezobslužnost výroby na obráběcích strojích.</b> Stavba výkonných a přesných manipulátorů pro výměnu obrobků a nástrojů, systémů pro automatické měření rozměru a poškození nástrojů, systémů pro vynášení třísek a úklid pracovního prostoru, systémů pro zajištění dlouhodobé bez obslužnosti a automatizace stroje.							e
44.	<b>Metody řízení založené na umělé inteligenci</b> poskytující řídicímu systému a mechatronickým komponentům schopnosti autonomní kalibrace, predikce, učení a samo-optimalizace při jakémkoliv probíhajícím procesu. Na vyšší úrovni se jedná o technologie a metody pro rozšíření schopnosti strojů poučit se ze získaných zkušeností							e
45.	<b>Aplikace metod pro autonomní výrobu,</b> kde je zadání výroby automaticky následováno samostatnou přípravou strojů zapojených do výrobního procesu, automatickou aktivací dodavatelského řetězce, výrobou a samokontrolou obrobků (integrována kontrola kvality výroby).							e
46.	<b>Zvyšování rychlosti obrábění,</b> frézování nad 1000m/min, broušení nad 100m/s, vývoj vřeten a <b>vyvážených nástrojů</b> pro velmi vysoké rychlosti.							e
47.	<b>Pokročilé výrobní procesy</b> nahrazující několik dosud oddělených procesů jedním (např. třískové obrábění + povrchové úpravy, texturování, měření součásti vše na jedno upnutí během jednoho procesu), eliminace dodatečných operací (leštění, odjehlení, čištění, apod.) a s nimi spojených vedlejších časů. Integrace a kombinace tradičních třískových technologií s vysoce přesnými nebo vysoce výkonnými technologiemi (laser, elektronový paprsek, voda, EDM apod.) za účelem dosažení optimální kombinace požadované přesnosti a výkonnosti.							e

Možnosti a nástroje ke zvyšování užitečných vlastností strojů		1. Zvyšuje přesnost	2. Zvyšuje jakost	3. Zvyšuje výrobní výkon	4. Zvyšuje spolehlivost	5. Zvyšuje hospodárnost	6. Snižuje negativní dopady na životní prostředí	
48.	<b>Pokrok v oblasti vysokých řezných rychlostí, vysokých úběrů, hloubkových metod obrábění, obrábění bez použití kapaliny, obrobitelnosti nestandardních materiálů</b> (kompozitů, keramických konstrukčních materiálů, neželezných slitin, obrábění tvrdých a kalených materiálů atd.).							2
49.	<b>Využití moderních optimalizačních nástrojů, technik a postupů.</b> Rozšířené využití topologických, parametrických a stochastických metod optimalizací u virtuálních modelů strojů a komponentů.							2
50.	<b>Predikce a ověření výsledků výroby společně s její optimalizací již v návrhovém stádiu.</b> Přizpůsobení řízení k mechanické stavbě stroje.							1
51.	<b>Uplatnění vysoce spolehlivých a přesných komponentů, jednotek a uzlů</b> (kul. šrouby, vedení, ložiska, krytování, převodovky, atp.). Vývoj komponentů spolehlivých ve funkci i v parametrech.							2
52.	<b>Systémy pro řízení spolehlivosti včetně nástrojů pro zpětnou vazbu ze servisních zásahů do konstrukční kanceláře</b> vedoucí k neustálému zvyšování spolehlivosti stávajících konstrukčních řešení.							2
53.	<b>Zahrnutí spolehlivostních a robustnostních aspektů do vývojové fáze nového stroje.</b>							2
54.	<b>Unifikace dílců a komponentů</b> s cílem minimalizovat rozdílnost užívaných komponent při zachování velmi dobrých statických a dynamických vlastností strojů.							3
55.	<b>Aplikace technologií a nástrojů pro realizaci a uplatnění koncepce Plug-and-play, resp. Plug-and-Produce</b> pro jednotlivé komponenty, senzory, uzly strojů, prvky pohonů, ale i celých strojů.							3
56.	<b>Nástroje pro návrh, analýzu a řízení stavu obráběcích strojů po celou dobu jejich technického života</b> (od výchozího koncepčního návrhu až po fyzickou likvidaci).							3
57.	<b>Zdokonalené techniky plánování i provádění údržby, kontrolních měřených vlastností strojů a seřizování strojů.</b>							1
58.	<b>Vývoj technických řešení pro snadnou rekonfigurovatelnost strojů na základě požadavků zákazníka.</b> Jeden stroj, sestavený ze základních modulů, bude možné např. jednou připravit jako primárně soustružnický stroj a podruhé jako primárně brousící stroj.							1
59.	<b>Snižování energetické náročnosti obráběcích strojů</b> (pohonů i ostatních agregátů a systémů stroje), využívání moderních elektronických prvků - rychlé výkonové tranzistory s min. tepel. ztrátami, a technik - zvýšení modulační frekvence proudu, snižování akustických emisí stroje, snižování znečištění okolí průsaky, odpařováním a exhalacemi.							1
60.	<b>Stroje se zvýšenou přesností samotné stavby</b> (zvýšenou přesností dílců, komponentů a montáže).							1
61.	<b>Stroje s novým a nekonvenčním uspořádáním nosné struktury a pohonů pohybových os</b> vedoucím ke zvýšení přesnosti práce.							1

Možnosti a nástroje ke zvyšování užitečných vlastností strojů		1. Zvyšuje přesnost	2. Zvyšuje jakost	3. Zvyšuje výrobní výkon	4. Zvyšuje spolehlivost	5. Zvyšuje hospodárnost	6. Snižuje negativní dopady na životní prostředí	
62.	<b>Nové techniky pro měření polohy středu nástroje (TCP) vůči obrobku a jejich integrace do řídicích algoritmů stroje.</b> Uplatnění přídatných odměřovacích systémů založených především na optických a laserových principech, které umožňují měřit geometrii skeletu stroje za chodu a přiblížit se ideálu měření polohy konce nástroje.							1
63.	<b>Nové techniky měření deformací včetně a predikce deformací nástroje a obrobku a kompenzace těchto deformací a chyb.</b>							1
64.	<b>Optimalizované řízení chladících agregátů</b> pro zajištění zvýšené tepelné stability při dokončovacích operacích.							2
65.	<b>Nové pokročilé/moderní řídicí techniky a strategie přesahující dnes běžnou kaskádní regulaci.</b> Otevřenost pro aplikaci nestandardních a méně rozšířených řídicích systémů.							2
66.	<b>Použití metod pro velmi přesné in-procesní měření rozměrů obráběných dílců přímo ve stroji.</b>							3
67.	<b>Zdokonalené způsoby upínání obrobku minimalizující jeho deformace a maximalizující tuhost spojení se stolem/paletou.</b>							3
68.	<b>Eliminace tepelných deformací nosných soustav,</b> protékané a skrápěné rámy, chlazené pohony, symetrické konstrukce, softwarové kompenzace, inteligentní řízení chlazení s cílem zvýšení přesnosti strojů.							1
69.	<b>Nové metody kompenzací pro optimální využití všech pohybových os u víceosých strojů.</b> Řešení problému prostorových kompenzací závislých na kinematické konfiguraci pohybových os, na zatížení stroje a na teplotně-mechanickém stavu stroje.							1
70.	<b>Optimalizace konstrukcí i v oblasti obrobků, přípravků, nástrojů a nástrojových držáků.</b>							2
71.	<b>Stroje s více pracovními nástroji v řezu.</b> Integrace různých mechanických procesů v jednom stroji.							1
72.	<b>Výzkum a vývoj znalostních systémů.</b> Rozpoznávání trendů a zákonitostí (metody, které dokážou z měřených dat, především z měření vibrací, teplot a proudů vyhodnocovat stav měřeného systému a predikovat poruchy, chyby a nutnost údržby). Algoritmy pro vyhodnocení aktuálních i budoucích stavů stroje, <b>nástroje a upínače,</b> predikce stability a spolehlivosti.							1
73.	<b>Bezdrátová senzorka a robustní přenos signálů</b> z pohyblivých, rotujících nebo vzdálených částí.							1
74.	<b>Pokročilá vyhodnocovací elektronika,</b> signálové procesory, zpracování dat v blízkosti senzorky a následný digitální přenos dat.							1
75.	<b>Kvalitní pravidelná školení, tréninky ovládání a využívání strojů a nástrojů.</b> Simulace a tréninky řešení havarijních situací (troubleshooting).							3
76.	<b>Výzkum a vývoj technik pro on-line monitorování řezného procesu.</b> Techniky pro sběr a schraňování dat o prováděných procesech, rozpoznávání trendů a zákonitostí a vývoj rozhodovacích technik pro volbu optimálních řezných podmínek přímo během obrábění (beze změny NC kódu).							3

Možnosti a nástroje ke zvyšování užitečných vlastností strojů		1. Zvyšuje přesnost	2. Zvyšuje jakost	3. Zvyšuje výrobní výkon	4. Zvyšuje spolehlivost	5. Zvyšuje hospodárnost	6. Snižuje negativní dopady na životní prostředí	
77.	<b>Vývoj komponentů a koncepcí strojů umožňujících maximální multifunkčnost stroje.</b>							1
78.	<b>Užití systematických metod pro sledování výrobních nákladů při procesech obrábění a souvisejících procesech výroby obrobků.</b> Systémy pro monitorování využití a trvanlivosti bříty nástrojů, pro monitorování průběhu výroby, výrobních časů a využití strojů, systémy evidence procesů nad obrobkem.							2
79.	<b>Snižování výrobních nákladů obráběcích strojů</b> s využitím technologie optimalizace (druh nástrojů, speciální nástroje, řezné podmínky, řezné kapaliny, CAM strategie, upínání a výměna obrobků, atd.). Vyjádření vlivu snižování nákladů na výslednou kvalitu výroby.							2
80.	<b>Provádění citlivostní analýzy</b> zaměřené na hledání oblastí užitečného sjednocení komponentů, snižování ekonomických nákladů při zachování vysokých užitečných hodnot stroje.							3
81.	<b>Aplikace modulů pro snadno rekonfigurovatelné a multifunkční stroje</b> dle požadavku zákazníka (ve fázi, kdy zákazník specifikuje požadavky na stroj před jeho vývojem, koupí a instalací).							3
82.	<b>Rozšiřování spolupráce mezi podniky,</b> rozšiřování sdílení know-how při budování větších sdružení výrobců OS. Obchodování se znalostmi (know-how) jakožto s produktem a hodnotou. Ochrana duševního vlastnictví.							3
83.	<b>Snižování potřeby materiálů na strojích a řešení otázky ekologické likvidace obráběcích strojů.</b>							1
84.	<b>Využívání obecně ekologických postupů při výrobě OS, volbě užitých materiálů a volbě komponent.</b> Zjednodušení likvidace nebo recyklace OS a jejich komponent.							1
85.	<b>Vyžívání ekologických řezných kapalin a maziv.</b>							1
86.	<b>Simulace funkce nástroje ve fázi jeho návrhu</b> a simulace dopadu technologie s daným nástrojem na životní prostředí (vzhledem k jeho životnosti a spotřebě energie a chladiva).							1

## 5. Úkoly výzkumu a vývoje v oboru

V této kapitole jsou formulovány předpokládané úkoly výzkumu a vývoje v letech 2010 až 2020. Jde o rámcový program, podle kterého budou, nebo mohou být tvořeny plány výzkumů výzkumných organizací, oborových kateder či ústavů vysokých škol a rovněž i firem, které bude vhodné v rámci technologické platformy SVT nebo i v rámci SST koordinovat.

Výzkumný program VCSVTT na roky 2010 a 2011 je již hotový, byl sestaven na základě strategie oboru do r. 2015 a rozhodně neřeší všechny níže uvedené témata či úkoly. Podle této strategie bude Centrum tvořit výzkumný program až na léta po r. 2011.

Označení priority úkolu: ❶-Nejvyšší priorita, ❷-Vysoká priorita, ❸-Střední priorita

Níže uvedená volba priorit byla provedena na základě četnosti odpovědí v dotaznících a také podle toho, zda příslušný nástroj (úkol) kladně ovlivňuje více vlastností najednou.

Úkoly jsou rozděleny do tří tematických celků:

- A. Výrobní technologie
- B. Stavba strojů
- C. Inteligence strojů



# A) Výrobní technologie

Priorita <b>1</b>	<b>Zdokonalené řezné nástroje</b>	Přesnost + Jakost ++ Výkon +++ Spolehlivost + Hospodárnost + Ekologie +
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zdokonalování geometrie břitu včetně utvářečů třísek, řezných materiálů a povlaků. Zvýšení stability řezu, trvanlivosti břitu nástroje a kvality obrobeného povrchu.</li> <li>Zdokonalení upnutí nástrojů i řezných destiček, nástrojových upínačů a rozhraní. Zdokonalení chlazení.</li> <li>Simulace funkce nástroje ve fázi jeho návrhu, a simulace dopadu technologie s daným nástrojem na životní prostředí (vzhledem k jeho životnosti a spotřebě energie a chladiva).</li> </ul>		
Priorita <b>1</b>	<b>Optimální řezné podmínky (známých, ověřených) technologií obrábění</b>	Přesnost + Jakost +++ Výkon +++ Spolehlivost 0 Hospodárnost ++ Ekologie ++
<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimalizace řezných podmínek z hlediska minima nákladů, maximální produktivity výroby, maximální dosahované jakosti povrchů. Predikce životnosti nástrojů, stability řezu, energetických nároků na obrábění a dopadů na životní prostředí.</li> <li>VaV matematických modelů řezného procesu, zdokonalování experimentálních technik pro analýzu řezného procesu a tvorba software pro spolehlivou a rychlou optimalizaci řezných podmínek dle zvolených kritérií. Rozšíření CAM o optimalizaci řezných podmínek již ve fázi návrhu obrábění.</li> <li>Optimalizace řezných podmínek s využitím širších znalostí o dynamickém chování nástroje, vřetene, stroje, obrobku s cílem zvýšení výkonnosti a využití instalovaného výkonu.</li> <li>Využívání ekologických řezných kapalin a maziv.</li> </ul>		
Priorita <b>1</b>	<b>Technologie výroby tvarově náročných obrobků</b>	Přesnost ++ Jakost +++ Výkon +++ Spolehlivost 0 Hospodárnost ++ Ekologie +
<ul style="list-style-type: none"> <li>Spolehlivý a produktivní návrh technologie výroby tvarově náročných obrobků, jako např. turbínových kol, lopatek, forem, zápusťek a medicínských implantátů. Zaměření VaV na maximální využití existujících CAM systémů, strategie obrábění, konfigurace postprocesorů, měření a vyhodnocování výsledků pro zpětné ovlivnění technologie obrábění.</li> <li>VaV řezných nástrojů pro obrábění otevřených a uzavřených tvarových ploch. Analýza stability řezného procesu při čtyř a víceosém obrábění.</li> <li>Tvorba standardů pro výměnu dat a zdokonalenou komunikaci mezi CAM technologiemi obecně a obráběcím strojem s cílem efektivnějšího využití stroje a zkrácení času přípravy a ladění technologie.</li> <li>VaV tvorby a generování postprocesorů pro víceosé NC stroje, multifunkční a hybridní stroje.</li> <li>Zdokonalování simulace a verifikace řídicích NC programů a technik jejich experimentálního ověřování na tvarově náročných dílech.</li> </ul>		

Priorita <b>1</b>	<b>Výzkum vlivu mechaniky a řízení obráběcího stroje na dosahovanou jakost povrchu a přesnost rozměrů obrobku</b>	Přesnost	+++
		Jakost	++
		Výkon	+++
		Spolehlivost	0
		Hospodárnost	+
		Ekologie	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VaV zjednodušeného popisu statických, dynamických a tepelných vlastností stroje pro praktické technologické využití v rámci přípravy technologie a CAM procesu. Využití výsledků měření vlastností stroje i výstupů virtuálních modelů pro technologické účely, resp. zdokonalený návrh technologie.</li> <li>• <b>Optimalizace NC kódu</b> s ohledem na dynamické vlastnosti stroje, vřetene, pohonů a řídicího systému.</li> <li>• Výzkum vlivu vlastností strojů a jejich proměny s časem, teplotou, zatížením, změnou kinematické konfigurace os atd. na nestabilitu řezu a přesnost obrábění.</li> </ul>			

Priorita <b>2</b>	<b>Výzkum nových technologií třískového obrábění pro zvýšení výkonnosti obrábění nebo jakosti povrchu</b>	Přesnost	+
		Jakost	++
		Výkon	++
		Spolehlivost	0
		Hospodárnost	+
		Ekologie	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vývoj a výzkum v oblasti vysokých řezných rychlostí, vysokých úběrů, hloubkových metod obrábění, obrábění bez použití kapaliny, obrobitelnosti nestandardních materiálů (kompozitů, keramických konstrukčních materiálů, neželezných slitin, obrábění tvrdých a kalených materiálů atd.).</li> <li>• Zvyšování rychlostí obrábění, frézování nad 1000m/min, broušení nad 100m/s, vývoj konstrukce vřeten pro velmi vysoké rychlosti.</li> <li>• Optimální využití řezných kapalin - přívod do místa řezu, volba množství a pracovního tlaku, zařízení a technologie pro jejich přípravu, sběr, filtraci, čištění, obnovování, výměnu a monitorování. Výzkum minimálního chlazení (MQL).</li> <li>• Predikce integrity povrchu vzhledem ke stavu soustavy S-N-O-P a průběhu procesu.</li> </ul>			

Priorita <b>2</b>	<b>Snižování výrobních nákladů</b>	Přesnost	+
		Jakost	+
		Výkon	++
		Spolehlivost	0
		Hospodárnost	+++
		Ekologie	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VaV systematických metod pro sledování výrobních nákladů při obrábění a souvisejících procesech výroby. Systémy pro monitorování využití a trvanlivosti břitu nástrojů, průběhu výroby, výrobních časů a využití strojů, systémy evidence procesů nad obrobkem.</li> <li>• Snížení výrobních nákladů obráběcích strojů s využitím optimalizace technologie obrábění (druh nástrojů, speciální nástroje, řezné podmínky, řezné kapaliny, CAM strategie, upínání a výměna obrobků, atd.).</li> <li>• Vyjádření vlivu snížení nákladů na výslednou kvalitu výroby.</li> </ul>			

Priorita <b>2</b>	<b>Hybridní technologie vycházející z obrábění resp. z OS (kombinace více druhů technologií)</b>	Přesnost	+
		Jakost	++
		Výkon	+++
		Spolehlivost	0
		Hospodárnost	+
		Ekologie	0

- Nahrazování několika dosud oddělených procesů jedním (např. třískové obrábění + povrchové úpravy, texturování, kalení, nanášení povlaků, měření součásti vše na jedno upnutí během jednoho procesu), eliminaci dodatečných operací (leštění, odjehlení, čištění, apod.) a s nimi spojených vedlejších časů.
- Integrace a kombinace tradičních třískových technologií s vysoce přesnými nebo vysoce výkonnými technologiemi (laser, elektronový paprsek, voda, EDM apod.) za účelem dosažení optimální kombinace požadované přesnosti a výkonnosti.

Priorita <b>3</b>	<b>Podpora správného technologického využívání strojů</b>	Přesnost + Jakost + Výkon ++ Spolehlivost ++ Hospodárnost + Ekologie 0
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VaV softwarových prostředků pro podporu obsluhy při přímém ovládní a programování stroje, i při oddělené technologické přípravě výroby na stroji.</li> <li>• Kvalitní pravidelná školení, tréninky ovládní a využívání strojů. Simulace a tréninky řešení havarijních situací (troubleshooting).</li> <li>• Metody a prostředky pro efektivní využívání C složitých, víceosých CNC strojů pro kusovou výrobu.</li> </ul>		

Priorita <b>3</b>	<b>Výzkum nových procesů nahrazujících třískové obrábění</b>	Přesnost 0 Jakost 0 Výkon ++ Spolehlivost 0 Hospodárnost + Ekologie 0
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserové aplikace, spékání, plátování, rychlé formování a další technologie výroby dílce s konečným tvarem a jakostí s vyšší produktivitou a nižšími náklady než při výrobě třískovým obráběním.</li> <li>• Metody Rapid Prototyping pro kusovou výrobu, ale také pro případné uplatnění ve větších sériích.</li> </ul>		

## B) Stavba strojů

Priorita <b>1</b>	<b>Univerzálnost a multifunkčnost strojů</b>	Přesnost	++
		Jakost	+
		Výkon	+++
		Spolehlivost	0
		Hospodárnost	+++
		Ekologie	++

- Rozvoj schopností strojů plnohodnotně provádět více druhů obrábění. Schopnost plnohodnotně soustružit i frézovat, nebo frézovat a brousit, atp. Zmenšení potřebného počtu obráběcích strojů pro výrobu jedné součásti, menší podíl manipulace, zkrácení vedlejších časů, minimalizace znovu ustavování obrobků, maximální souběh prováděných procesů a operací.
- Vývoj komponentů a koncepcí strojů umožňujících maximální multifunkčnost stroje.
- Snadná rekonfigurovatelnost strojů na základě požadavků zákazníka. Jeden stroj, sestavený ze základních modulů, bude možné např. jednou připravit jako primárně soustružnický stroj a podruhé jako primárně brousící stroj.
- Rozšiřování technologických možností strojů (otáčky, momenty, výkony) a jejich příslušenství (nástroje, hlavy, stoly, řezná prostředí).
- Vývoj strojů s více pracovními nástroji v řezu. Integrace různých mechanických procesů v jednom stroji. Zvyšování souběhu více procesů nad jedním obrobkem.

Priorita <b>1</b>	<b>Zvyšování přesnosti strojů</b>	Přesnost	+++
		Jakost	+
		Výkon	+
		Spolehlivost	0
		Hospodárnost	+
		Ekologie	+

- Eliminace tepelných deformací nosných soustav obráběcích strojů, protékané a skrápěné rámy, chlazené pohony, symetrické konstrukce, softwarová kompenzace, inteligentní řízení chlazení s cílem zvýšení přesnosti.
- Stroje pro velmi přesné obrábění obecných tvarových ploch (čtyřosé a pětiosé stroje). Řešení problému přesnosti při prostorové transformaci ve čtyřech a více osách.
- VaV metod integrace a využití přídavných odměřovacích systémů pro stálé měření deformací stroje.
- Konstrukce s vyšší absorpcí či eliminací vibrací (s vyšší statickou a dynamickou tuhostí s použitím nových materiálů s vyšším tlumením).
- Zvyšování přesnosti samotné stavby stroje (přesnost dílců, komponentů a montáže). Velmi přesné komponenty a prvky vedení a pohonů.
- Výzkum nekonvenčních uspořádání strojů a pohonů pohybových os jako například plovoucího principu a kombinovaných pohonů, vývoj relevantních matematických modelů.

Priorita <b>1</b>	<b>Mechatronické zdokonalování vlastností strojů</b>	Přesnost	+++
		Jakost	++
		Výkon	+
		Spolehlivost	0
		Hospodárnost	+
		Ekologie	+

- Nové techniky pro měření polohy středu nástroje a jejich integrace do řídicích algoritmů stroje. Uplatnění přídavných odměřovacích systémů založených především na optickém a laserovém

principu, který umožňuje měřit geometrii skeletu stroje za chodu a přiblížit se ideálu měření přímé polohy konce nástroje.

- Měření a kompenzace deformací vřetene a predikce deformací nástroje a obrobku.
- Měření a samokompence automaticky zjišťovaných tepelných a statických deformací stroje.
- Vývoj účinných hardwarových (aktivní dynamické hltiče) i softwarových prostředků pro potlačování nežádoucích vibrací stroje, nástroje i obrobku.
- VaV metod pro využití všech pohybových os u víceosých strojů pro kompenzace přesnosti stroje. Řešení problému prostorových kompenzací závislých na kinematické konfiguraci pohybových os, na zatížení stroje a na teplotně-mechanickém stavu stroje.

Priorita <b>1</b>	<b>Virtuální testování a obrábění</b>	Přesnost <b>+++</b> Jakost <b>+++</b> Výkon <b>++</b> Spolehlivost <b>0</b> Hospodárnost <b>++</b> Ekologie <b>+</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexní dynamická simulace strojů zahrnující simulační modely mechanické stavby stroje, pohonů, agregátů, řízení a dalších obslužných systémů, náhradu CNC systému. Simulace a predikce chování stroje při reálném obrábění v reálném výrobním procesu.</li> <li>• Simulace zahrnující model řezného procesu, model vřetene, nástroje a obrobku a umožňující ve spolupráci s komplexním dynamickým modelem stroje realizovat virtuální obrábění a inspekci virtuálně obrobeného povrchu.</li> <li>• Predikce a ověření výsledků výroby společně s její optimalizací již v návrhovém stádiu. Přizpůsobení řízení k mechanické stavbě stroje.</li> </ul>		

Priorita <b>1</b>	<b>Ecodesign strojů</b>	Přesnost <b>0</b> Jakost <b>0</b> Výkon <b>-</b> Spolehlivost <b>0</b> Hospodárnost <b>-</b> Ekologie <b>+++</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>(pozn.: zásadní je energetická spotřeba v období provozu stroje, ostatní parametry ecodesignu strojů jsou okrajové)</i></li> <li>• Snižování energetické náročnosti obráběcích strojů, pohonů i ostatních systémů stroje, využívání moderních elektronických prvků - rychlé výkonové tranzistory s min. tepel. ztrátami - zvýšení modulační frekvence proudu, snižování akustických emisí stroje, snižování znečištění okolí průsaky, odpařováním a exhalacemi.</li> <li>• Snižování potřeby užitého množství materiálů na strojích a řešení otázky ekologické likvidace obráběcích strojů.</li> <li>• Monitorování zátěžných spekter pohonů s cílem poskytnutí relevantních dat pro jejich dimenzování. Cílem je optimální návrh pohonu z hlediska instalovaných příkonů.</li> <li>• Optimalizace elektromagnetických obvodů motorů užívaných v OS.</li> <li>• Využívání obecně ekologických postupů při výrobě OS, volbě užitých materiálů a volbě komponent. Zjednodušení likvidace nebo recyklace OS a jejich komponent.</li> </ul>		

Priorita <b>2</b>	<b>Optimalizace při vývoji strojů</b>	Přesnost	++
		Jakost	++
		Výkon	++
		Spolehlivost	0
		Hospodárnost	++
		Ekologie	++
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zvyšování statické a dynamické tuhosti (skelet, vřeteno, pohony).</li> <li>• Simulace mechanické stavby zahrnující základ stroje, uložení, skelet a strukturálně významné skupiny s cílem získávat informaci o statické tuhosti, modálních vlastnostech, teplotně-mechanickém chování stroje a energetické spotřebě.</li> <li>• Rozšíření optimalizace i na oblast obrobků, přípravků, nástrojů a nástrojových držáků.</li> <li>• Využití moderních optimalizačních nástrojů, technik a postupů. Rozšířené využití topologických, parametrických a stochastických metod u virtuálních modelů strojů a komponentů.</li> </ul>			

Priorita <b>2</b>	<b>Nekonvenční materiály</b>	Přesnost	++
		Jakost	++
		Výkon	+
		Spolehlivost	0
		Hospodárnost	+
		Ekologie	+++
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Využití lehkých (málo hmotných) materiálů s vysokou tuhostí a vyšším tlumením. Cílené zvyšování dynamické tuhosti a tlumení strojů a jejich komponentů při snížení spotřeby energie. Využití nekonvenčních materiálů a materiálových struktur (lamináty, keramika, sendviče, lehčený polymerbeton, hybridní materiály).</li> <li>• Predikce vlastností dílců z nekonvenčních materiálů a vývoj metod pro testování těchto materiálů (zkoušky relevantní pro oblast OS).</li> <li>• Vývoj metod pro zpracování nekonvenčních materiálů a návrh směrnic, doporučení a postupů pro jejich použití v konstrukci OS.</li> </ul>			

Priorita <b>2</b>	<b>Nástroje pro dosažení vysoké spolehlivosti</b>	Přesnost	+
		Jakost	+
		Výkon	++
		Spolehlivost	+++
		Hospodárnost	++
		Ekologie	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VaV vysoce spolehlivých a přesných komponentů, jednotek a uzlů (kul. šrouby, vedení, ložiska, krytování, převodovky, atp.). Vývoj komponentů spolehlivých ve funkci i v parametrech.</li> <li>• Systémy pro řízení spolehlivosti, včetně nástrojů pro zpětnou vazbu ze servisních zásahů do konstrukční kanceláře vedoucí k neustálému zvyšování spolehlivosti stávajících konstrukčních řešení.</li> <li>• Zahnutí spolehlivostních aspektů již ve vývojové fázi nového stroje.</li> </ul>			

Priorita <b>2</b>	<b>Bez obslužnost a automatizace</b>	Přesnost	0
		Jakost	0
		Výkon	+++
		Spolehlivost	0
		Hospodárnost	+
		Ekologie	0
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VaV technologií pro maximální stupeň automatizace a bez obslužnosti výroby. Výkonné a přesné manipulátory pro výměnu obrobků, nástrojů, systémy pro automatické měření rozměru a poškození nástrojů, systémů pro vynášení třísek a úklid pracovního prostoru, zajištění dlouhodobé bez</li> </ul>			

obslužnosti a automatizace stroje.

Priorita <b>3</b>	<b>Jednoduchost konstrukce a unifikace dílců, skupin a komponent</b>	Přesnost	-
		Jakost	-
		Výkon	+
		Spolehlivost	++
		Hospodárnost	+++
		Ekologie	+
<ul style="list-style-type: none"><li>• Unifikace dílců a komponentů s cílem minimalizovat rozdílnost užívaných komponent při zachování velmi dobrých statických a dynamických vlastností strojů.</li><li>• Citlivostní analýzy zaměřené na užitečné sjednocení komponentů, snižování ekonomických nákladů při zachování vysokých užitných hodnot stroje.</li><li>• VaV modulů pro snadno rekonfigurovatelné a multifunkční stroje dle požadavku zákazníka (ve fázi, kdy zákazník specifikuje požadavky na stroj před jeho vývojem, koupí a instalací).</li></ul>			

Priorita <b>3</b>	<b>Spolupráce a PLM (Product Lifecycle Management)</b>	Přesnost	0
		Jakost	0
		Výkon	+
		Spolehlivost	+
		Hospodárnost	+++
		Ekologie	++
<ul style="list-style-type: none"><li>• Rozšiřování spolupráce mezi podniky, rozšiřování sdílení know-how při budování větších sdružení výrobců OS. Obchodování se znalostmi (know how) jakožto s produktem a hodnotou. Ochrana duševního vlastnictví.</li><li>• Metody a nástroje pro posílení globálního vývoje (např. zabezpečená síťová práce partnerů v rámci projektů).</li><li>• Nástroje pro návrh, analýzu a řízení stavu obráběcích strojů po celou dobu jejich technického života (od výchozího koncepčního návrhu až po fyzickou likvidaci).</li></ul>			

Priorita <b>3</b>	<b>Podpora oboru ze strany vyšších autorit</b>	Přesnost	0
		Jakost	0
		Výkon	0
		Spolehlivost	0
		Hospodárnost	+++
		Ekologie	+
<ul style="list-style-type: none"><li>• Podpora státu při rozvoji strategických investic a obchodu.</li><li>• Podpora bankovního sektoru při podnikání.</li><li>• Dodržování požadavků bezpečnosti a zabezpečení, aby např. nikdo nemohl prodávat na trhu EU stroje, které nesplňují požadavky norem a standardů bezpečnosti a v budoucnu i ecodesignu.</li></ul>			

## C) Inteligence strojů

Priorita <b>1</b>	<b>Monitorování a vyhodnocení funkcí a vlastností stroje</b>	Přesnost + Jakost + Výkon + Spolehlivost +++ Hospodárnost + Ekologie 0
----------------------	--	---

- Sběr a schraňování dat o prováděných procesech (především současný záznam odbavovaného NC kódu a záznam měření z diagnostických čidel např. na vřetenu a také záznam měření proudů na pohonech).
- VaV znalostních systémů. Rozpoznávání trendů a zákonitostí (metody, které dokážou z měřených dat, především z měření vibrací, teplot a proudů vyhodnocovat stav měřeného systému a predikovat poruchy, chyby a nutnost údržby). Algoritmy pro vyhodnocení aktuálních i budoucích stavů stroje, nástroje a upínače.
- Sdílení informací a zkušeností získaných z více strojů a více řešených technologií. Jejich využití pro optimalizaci výroby a procesů. Shromažďování a zpracování globálních informací (dlouhodobě zaznamenávané znalosti, celosvětové zkušenosti z oblasti výroby). Systémy pro řízení spolehlivosti stroje a řezného procesu (včetně řezných nástrojů). Zpětná vazba ze servisních zásahů a provozu stroje do oddělení vývoje strojů a oddělení aplikační technologie.

Priorita <b>1</b>	<b>Měření a diagnostika strojů - zdokonalené, rozšířené a nové metodiky měření</b>	Přesnost +++ Jakost +++ Výkon +++ Spolehlivost +++ Hospodárnost ++ Ekologie +++
----------------------	--	--

- Spolehlivější a snazší nasazení senzorů/aktuátorů založené na kombinaci nebo dalším zpracování v současné době již dostupných a řízených dat/signálů (povede ke snížení počtu zdrojů poruch).
- Identifikace a extrahování užitečných dat a informací z instalované senzorky a technologie na stroji. Tzv. "bezsenzorová diagnostika", sběr dat a jejich vyhodnocení z existujících signálů a informací ve stroji bez další přidané senzorky (low - cost diagnostika).
- Bezdrátová senzorka a robustní přenos signálů z pohyblivých, rotujících nebo vzdálených částí.
- Senzorka a způsoby měření se zvýšenou robustností, odolná vůči znečištění, kapalinám, rušení, přepětím, chybnému zapojení.
- Pokročilá vyhodnocovací elektronika, signálové procesory, zpracování dat v blízkosti senzorky a následný digitální přenos dat.
- Zdokonalení metod vzdálené diagnostiky a měření na strojích, zajištění bezpečnosti při provádění testů a měření na dálku.

Priorita <b>1</b>	<b>Jednoduchost a bezpečnost pro obsluhu</b>	Přesnost 0 Jakost 0 Výkon ++ Spolehlivost + Hospodárnost ++ Ekologie 0
----------------------	--	---

- Snadno obsluhovatelny stroje s nízkými nároky na kvalitu obsluhy a její znalosti a zkušenosti, samo-vysvětlující ovládání stroje, technologie schopné včasné detekce chyb.
- Podpora a asistence technických pracovníků při plánování i provádění údržby, při kontrolních



měřeních vlastností strojů a seřizování strojů.

- Usnadnění obsluhy a programování multifunkčních strojů. Vedení obsluhy při ovládání stroje.
- Zvyšování bezpečnosti stroje pro lidskou obsluhu, eliminaci poškození stroje, nástroje, upínače a obrobku. Systémy vyhodnocující nárůst rizik při specifickém využívání stroje, nebo při specifické technologii, manipulaci s obrobky a nástroji, atp. "Online" vyhodnocování rizik, kontakt s obsluhou a údržbou a její varování.

Priorita <b>2</b>	<b>Samočinné přizpůsobování parametrů stroje</b>	Přesnost      +++ Jakost        + Výkon         ++ Spolehlivost   0 Hospodárnost   ++ Ekologie        +
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptivní řízení pohonů zohledňující změny dynamického chování stroje při změně polohy pohybových os.</li> <li>• Automatické nebo asistované ladění parametrů pohonů a CNC systému pomocí aktivního měření na stroji a online identifikace dynamických vlastností stroje. Adaptivní řízení stroje zohledňující konkrétní pracovní podmínky a zadání s cílem maximalizovat přesnost při dokončování a výkon při hrubování. Monitorování obrobku a zdokonalování diagnostiky strojů se zaměřením na pohony.</li> <li>• Řízení založené na umělé inteligenci a schopnosti autonomní kalibrace, predikce, učení a samo-optimalizace při probíhajícím procesu. Na vyšší úrovni se jedná o rozšíření schopnosti strojů poučit se ze získaných zkušeností: reakční schopnost a výkon strojů tak s časem poroste.</li> <li>• Adaptivní přizpůsobování režimu periferií (chlazení, vynašeče třísek, vysokotlaké agregáty, atd.) k aktuální výrobní operaci.</li> </ul>		

Priorita <b>2</b>	<b>Pokročilé metody zpětnovazebního řízení pohonů</b>	Přesnost      +++ Jakost        +++ Výkon         + Spolehlivost   0 Hospodárnost   + Ekologie        +++
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikace a kompenzace odchylek polohy TCP v důsledku poddajnosti nosné struktury a její interakce s pohony. Řízení pohonů s cílem minimalizovat chyby dynamiky stroje.</li> <li>• Nové strategie pro zvýšení přesnosti dráhového řízení, přesahující dnes běžnou kaskádní regulaci. Otevřenost pro aplikaci nestandardních a méně rozšířených řídicích systémů.</li> <li>• Řízené rozbíhání pohonů za účelem snížení vybuzených vibrací. VaV metod vlivu regulace pohonů posuvů na samobuzené kmitání při obrábění. Využití nestandardních signálů a měření (např. přímé měření zrychlení, měření polohy nástroje, měření vibrací na nosné struktuře) pro zdokonalení regulace.</li> </ul>		

Priorita <b>3</b>	<b>Adaptivní řízení řezného procesu</b>	Přesnost      + Jakost        +++ Výkon         + Spolehlivost   ++ Hospodárnost   + Ekologie        +
<ul style="list-style-type: none"> <li>• On-line monitorování řezného procesu. Sběr a schraňování dat o prováděných procesech, rozpoznávání trendů a zákonitostí a vývoj metod pro volbu optimálních řezných podmínek přímo během obrábění (beze změny NC kódu).</li> <li>• Přizpůsobovací on-line algoritmy ke zvýšení přesnosti a výkonnosti (měření a zasahování do řezných podmínek a říditelných vlastností).</li> </ul>		

- Výzkum zjednodušených modelů řezného procesu běžících v reálném čase, které budou online zpřesňovány během procesu obrábění a které umožní návrh lepších a optimalizovaných řezných podmínek během procesu obrábění.

Priorita <b>3</b>	<b>Měření a monitorování charakteristik obrobku (při obrábění a po obrobení)</b>	Přesnost ++ Jakost ++ Výkon + Spolehlivost 0 Hospodárnost + Ekologie 0
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Přesné in-procesní měření rozměrů obráběných dílců přímo ve stroji.</li> <li>• Výzkum a vývoj metod pro měření geometrických charakteristik obrobku a vlastností jeho povrchu (především drsnost, struktura, příp. tvrdost, povrchová napětí) po obrábění nebo po jednotlivých úsecích obrábění.</li> <li>• Výzkum technik pro rozpoznávání trendů a zákonitostí a vývoj rozhodovacích algoritmů optimálních řezných podmínek jednak přímo na stroji, ale také v off-line režimu v CAM prostředí před znovugenerováním optimalizovaného NC kódu.</li> <li>• Výzkum vlivu modálních a statických charakteristik obrobku a jeho upnutí na dosažitelné výsledky na obrobku.</li> </ul>		

Priorita <b>3</b>	<b>Autonomní výroba</b>	Přesnost 0 Jakost 0 Výkon +++ Spolehlivost 0 Hospodárnost ++ Ekologie 0
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VaV koncepcí a technik pro autonomní výrobu, kde je zadání výroby automaticky následováno samostatnou přípravou strojů zapojených do výrobního procesu, automatickou aktivací dodavatelského řetězce, výrobou a samo-kontrolou obrobků (integrovaná kontrola kvality výroby).</li> </ul>		

Priorita <b>3</b>	<b>Plug-and-play technologie a Plug-and-produce technologie</b>	Přesnost 0 Jakost 0 Výkon ++ Spolehlivost + Hospodárnost ++ Ekologie +
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VaV technologií a nástrojů pro realizaci a uplatnění koncepce Plug-and-play, resp. Plug-and-Produce pro jednotlivé komponenty, senzory, uzly strojů, prvky pohonů, ale i celých strojů. Minimalizace seřizovacích časů strojů i celých výrobních celků (podniků).</li> <li>• VaV Plug and Produce komponentů a jednotek.</li> </ul>		

## 6. Závěr

Na závěr je třeba uvážit, jak velký posun v celkové koncepci a v jednotlivých vlastnostech strojů se uskuteční do r. 2020. Pohlédneme-li 10 let zpět, asi do r. 2000 a porovnáme-li tento pohled s dnešní skutečností, zjistíme,

že za minulých 10 let nedošlo k žádnému výraznému skoku ve vývoji obráběcích strojů a obráběcích technologií. Probíhal proces postupného zdokonalování strojů ve směru jejich vyšší výrobní výkonnosti, přesnosti, spolehlivosti a hospodárnosti u výrobce i uživatele, tedy ve směru lepšího uspokojení hlavních požadavků na obráběcí stroje s využitím různých nástrojů, které byly v té době k dispozici a které se příliš nelišily od těch, které máme k dispozici dnes. Různé nové revoluční podněty jako např. paralelní kinematiky nebo lineární motory byly vždy po počáteční euforii usměrněny trhem do patřičných mezí a jsou dnes využívány jen tam, kde to přináší uživateli nějakou skutečnou a vyčíslitelnou výhodu. **Proto je třeba se podobně střízlivě dívat i na dnešní relativně nové nástroje jako je intelligence strojů, použití kompozitů ve stavbě strojů, využití nanostrukturovaných povrchů apod., rozvíjet je a jejich využití na komerčních strojích realizovat jen po předchozích důkladných analýzách přínosů uživatelům. Pro další vývoj strojů v příštím desetiletí bude také potřebné vynaložit úsilí a investice do dalšího hlubšího studia, lepšího pochopení a zdokonalování tradičních vlastností a funkcí obráběcích strojů, jako jsou dynamické vlastnosti, teplotně-mechanické chování, stavba pohonů, stabilita řezu, technologie třískového obrábění, simulace vlastností, atd.**

Po výše provedené úvaze je možné tedy očekávat, že **vývoj a zdokonalování obráběcích strojů bude probíhat analogicky, jako v minulém desetiletí a bude hlavně ovlivňován potřebami uživatelů strojů, které jsou dobře zachyceny v hlavních požadavcích na obráběcí stroje. Půjde tedy opět o další postupný vývoj strojů ve směru jejich vyšší výrobní výkonnosti, přesnosti, spolehlivosti a hospodárnosti a ekologičnosti u výrobce i uživatele s využitím nástrojů, uvedených v této strategii, nebo i nástrojů nových, které se mohou v průběhu nastávajícího desetiletí objevit. K tomu je třeba ještě dodat, že při zvyšování některé užitné vlastnosti dochází ke snižování jiné (např. výkon pohonů stroje versus ekologie, nebo automatizací narůstající složitost stroje versus spolehlivost apod.). Zde je třeba hledat vždy kompromis přijatelný pro zákazníka (uživatele stroje).**



**EVROPSKÁ UNIE  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ  
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI**



**TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA  
STROJÍRENSKÁ VÝROBNÍ TECHNIKA**



# **Strategie oboru „Tvářecí stroje“ pro období 2010-2020**

## Obsah:

1. Způsob zpracování strategie.....	38
2. Cíl strategie.....	39
3. Strategie oboru.....	40
4. Závěr.....	47

## 1. Způsob zpracování strategie

Návrh „strategie“ zpracovalo CVTS FST ZČU v Plzni ve spolupráci s odborníky z podniků SST, a vysokých škol. Celkem se podílelo na tvorbě strategie 14 následujících odborníků.

Tabulka 1 Jmenný seznam expertů spolupracujících na oblasti „tvářecí stroje“

Bernášek	ZČU v Plzni	Chval	Plastic Tools
Blažek	ŠMERAL Brno	Jílek	ForSTEEL
Círek	Buzuluk Komárov	Jopek	Diefenbacher
Čechura	ZČU v Plzni	Krkavec	ŠMERAL Brno
Čermák	ČVUT Praha	Maňas	ČVUT Praha
Fuksa	MoKov	Smazal	TS Plzeň
Hlaváč	ZČU v Plzni	Zalaba	ŽĐAS

CVTS FST ZČU Plzeň zpracovalo strategii oboru „Tvářecí stroje“ na základě spolupráce se SST, s VCSVVT a v rámci řešení projektu „Technologická platforma strojírenská výrobní technika“.

Strategie byla zpracována s využitím názoru 14 expertů. Dotazníkový formulář pro shromáždění názorů expertů z oboru byl nejprve s těmito odborníky sestaven a teprve následně vyplňován a vyhodnocován.

Odborné podněty pro jednotlivé úkoly strategie a pro sestavení dotazníku byly zpracovány na základě:

- názorů 14 významných expertů a odborníků z průmyslu i výzkumu v oboru konstrukce tvářecích strojů v ČR
- dlouholetých zkušeností a znalostí problematiky v oboru na řešitelském pracovišti na FST ZČU v Plzni a po konzultacích v odborné komunitě
- konfrontace se stavem oboru na EMO Milano 2009, a dalších mezinárodních prezentacích
- výsledků výzkumu a vývoje prováděného na CVTS a ve spolupracujících pracovištích v ČR i zahraničí

- národního programu orientovaného výzkumu a vývoje v České republice
- prognózy perspektivních směrů ve vědě a výzkumu v oblasti Konstrukce tvářecích strojů v ČR s výhledem na 5 – 10 let od r. 2008 (vypracovalo CVTS, předneseno a předáno SST na oponentním řízení CVTS 5.12.2008 na SST v Praze)

## 2. Cíl strategie

Tento dokument je zpracován na podporu co nejefektivnějšího zaměření výzkumných, vývojových a inovačních projektů a záměrů, řešených v letech 2010 – 2020 v sektoru strojírenské výrobní techniky v oboru tvářecích strojů s cílem dosáhnout **co největšího zvýšení užitných vlastností těchto strojů a zvýšit jejich konkurenceschopnost na světovém trhu**. Strategie je zaměřena především na podporu oboru v České republice.

Zde je třeba uvést, že **vyšší užitné vlastnosti nejsou vždy zcela totožné s konkurenceschopností**. Konkurenceschopnost vyvíjených strojů, nástrojů a technologií je zpravidla velmi složitým kompromisem, závislým na objektivním vyhodnocení požadavků zákazníků, postupu a výsledků konkurenčních firem a očekávaného vývoje budoucí tržní situace a uplatnění vyšších užitných vlastností strojů v tomto hodnocení. **Vyšší užitné vlastnosti strojů a technologií jsou však nutnou podmínkou vyšší konkurenceschopnosti**.

Tento materiál hovoří pouze o všeobecné strategii oboru tvářecích strojů, a technologií. Aplikace uvedené strategie na jednotlivé typové skupiny strojů, nástrojů a technologií bude již záležitostí podniků a spolupracujících oborových výzkumných organizací (především CVTS) v rámci řešení konkrétních projektů a při tvorbě vlastních podnikových strategií. Při této aktivitě bude podnikům významně pomáhat TP SVT.

### 3. Strategie oboru

**Vyšší užité vlastnosti strojů a technologií jsou nutnou podmínkou vyšší konkurenceschopnosti. Proto strategie oboru musí směřovat ke zlepšení všech hlavních užitečných vlastností strojů.**

Obecně je možno konstatovat, že úspěšnost stroje v současné době a v nejbližších letech určují především tyto hlavní faktory:

- Vysoká přesnost výroby (snaha minimalizovat, případně odstranit dokončovací operace, především obrábění)
- Minimální materiálová a energetická náročnost výroby (hospodárnost technologického procesu, zvyšování stupně využití materiálu)
- Vysoký stupeň automatizace (manipulace s materiálem, výměna nástrojů, řídicí systémy)
- Vysoká produktivita
- Nízké výrobní náklady
- Vysoká flexibilita
- Nízká energetická náročnost provozu výrobního zařízení
- Ekologické a ergonomické faktory
- Konkurenceschopný design

Konkurenční schopnost strojů a zařízení zásadně ovlivňují především čtyři způsobilosti:

- Technická (provozní) způsobilost
- Ekonomická způsobilost
- Způsobilost z hlediska životního prostředí



- Marketingová způsobilost

Technická způsobilost strojů a zařízení je určována jejich jakostí a hodnotami technických a provozních parametrů. Rovnocennými složkami konkurenční síly strojírenských produktů jsou ekonomická a marketingová způsobilost.

Ekonomická způsobilost je určena schopností podniku produkt efektivně vyrábět tj. produkovat ho za náklady, které jsou srovnatelné nebo nižší než náklady konkurenčních výrobců. V této souvislosti má váhu přístup, podle kterého nemá smysl vykonávat ty produkční činnosti, které může vykonávat jiný subdodavatel kvalitněji, rychleji a levněji.

Způsobilost z hlediska životního prostředí je dána splněním platných i očekávaných legislativních norem a společenské poptávky.

Marketingová způsobilost představuje zájem zákazníků o koupi nabízeného produktu, který ovlivňuje image podniku, podvědomí zákazníků o nabízených produktech, dostupnost produktů atd.

Aby bylo možno kontinuálně zajišťovat výše uvedené požadavky, je třeba v rámci dlouhodobé strategie rozvoje tvářecích strojů správně definovat:

- Základní obecné požadavky na tvářecí stroje (většinou definované technologickými požadavky)
- Možnosti zaměření vývoje strojů a zařízení vhodných pro ČR
- Možnosti zaměření výzkumu a vývoje tvářecích strojů
- Metodiky a způsoby vývoje strojů a zařízení
- Možnosti zaměření výzkumu a vývoje technologie tváření

## 1. Základní obecné požadavky na tvářecí stroje

24. **Minimální materiálová a energetická náročnost výroby (hospodárnost technologického procesu, zvyšování stupně využití materiálu) - vysoký stupeň automatizace (manipulace s materiálem, výměna nástrojů, řídicí systémy)**
25. **Vysoká přesnost výroby (snaha minimalizovat, případně odstranit dokončovací operace, především obrábění)**
26. **Nízké výrobní náklady**
27. **Vysoká produktivita**
28. **Umožnění snadné opravy či výměny rychle opotřebovaných součástí v co nejkratší době - nízké náklady na údržbu**

## 2. Možnosti zaměření vývoje strojů a zařízení vhodných pro ČR

### 1. **Stroje a zařízení pro realizaci nových technologií.**

S rozvojem vědy vznikají a vyvíjí se stále nové technologie, a pro realizaci těchto technologií je nutno navrhovat zařízení, na kterém se budou tyto technologie provádět. Jedná se tedy o konstrukční návrhy nových strojů, nebo celých víceprocesních výrobních systémů – např. o tvorbu nových prototypů.

Jako příklad lze uvést stroje a zařízení vyrábějící komponenty z kompozitních materiálů.

### 2. **Stroje s mimořádně velkými výkony na zpracování velkorozměrných a vysoce hmotných výrobků**

Jedná se např. o velké tvářecí stroje na kování reaktorových nádob a zalomených hřídelí volným kovááním a o velké tvářecí stroje pro zápustkové kování od sil 20 MN výš.

Tyto stroje se vyrábí kusově, obvykle je každá konstrukce něčím specifická dle přání zákazníka.

### 3. **Stroje a zařízení pro kusovou nebo malosériovou výrobu.**

Výrobní stroje pro kusovou nebo malosériovou výrobu musí mít specifické vlastnosti, na rozdíl od ostatních strojů, neboť musí splňovat větší univerzálnost použití, co se týče technologických nároků. Proto se často jedná o unikátní stroje, jejichž výroba je velmi náročná, a proto velmi dobře ekonomicky hodnocena.

### 4. **Zařízení pro dělení materiálu s využitím moderních technologií**

Jedná se o zařízení pro dělení materiálu stříháním, řezáním, lámáním, laserem, vodním paprskem a s použitím dalších, k tomu účelu využitelných, technologií.

## **5. Unikátní stroje a zařízení nové generace s využitím moderních špičkových komponent.**

Výroba jednotlivých komponent strojů je čím dál na vyšší úrovni, a tak se většina výrobců strojů a výrobních systémů stále častěji uchyluje k jejich využívání. Vhodně sestavený stroj z vybraných komponent dává předpoklad jeho vysoké kvality. Vlastní správný výběr komponent, zhodnocení jejich kvality, vhodnost jejich kombinací, atd., vyžaduje značnou kreativitu a široké znalosti od řešitele. Jako příklad lze uvést vysoce automatizované výrobní systémy velkých automobilek.

## **6. Stroje na zpracování plastů, keramiky a dalších nekovových materiálů**

Průmysl stále více využívá plastů, keramiky a dalších nekovových materiálů při výrobě nových výrobků. Za tím účelem a s ohledem na stále se objevující nové hmoty, je nutno vyvíjet a zhotovovat stroje, na kterých je efektivně možné vyrábět výrobky z těchto hmot. Většinou se bude jednat o tváření, vstřikování a lití do forem.

## **7. Stroje na zhutňování materiálů**

Ve společnosti je stále více vysoce objemných materiálů jako odpad ze spotřebního zboží, včetně automobilového průmyslu. Proto je nutné pro lepší manipulaci i přepravu tento materiál náležitě zhutnit a připravit tak k dalšímu zpracování.

K tomu nám mohou posloužit stroje jako např. briketovací a paketovací lisy.

## **8. Stroje a zařízení s mezioborovým využitím.**

V současné době se mnohé technologie prolínají a překrývají, a proto pro jejich realizaci nelze použít klasické stroje a zařízení doposud vyráběné. Lze předpokládat, že s postupem doby se trend překrývání jednotlivých technologických postupů bude nadále prohlubovat. Proto je, a do budoucna i nadále bude třeba, pro takovéto případy vyvíjet a konstruovat nové stroje a zařízení, na kterých by mohly být tyto prolínající se technologie realizovány. Může to být např. kombinace technologií strojírenských a chemických – např. ošetření strojírenských výrobků přímo ve stroji chemickými technologiemi.

## **9. Stroje a zřízení stavěné s využitím nekonvenčních materiálů**

Možnosti využití nekonvenčních materiálů v konstrukci strojů a zařízení tam, kde lze tímto způsobem zlepšit jejich stávající technické parametry, nebo podstatně usnadnit jejich výrobu a snížit jejich cenu. Jejich využití umožní i lepší a ekologičtější likvidaci a recyklaci stroje.

## **10. Stroje a zařízení pro nové technologie spojování materiálů a součástí**

U jednotlivých výrobků je podstatnou nákladovou částkou spojovací technologie. Rozvoj nových technologií vyžaduje výzkum kvality spojení a vývoj příslušného zařízení nebo stroje. Příkladem je nahrazení svařování u spojování plechů v automobilovém průmyslu deformační technologií.

## **11. Stroje a zařízení pro využití recyklovatelných složek odpadu**

Výzkum a vývoj strojů a zařízení dokonaleji a vhodněji využívajících materiálů vzniklých jako výsledek recyklace odpadů a realizujících nové technologie pro zpracování produktů recyklace.

#### **12. Multitechnologické výrobní stroje a zařízení**

Stroje a zařízení s integrací konvenčních technologií v rámci konstrukce jednoho stroje, anebo v rámci systému sestaveného z diskrétních technologických jednotek propojených automatickými manipulačními prostředky. Příkladem řešení jsou víceprofesní centra nebo automatické systémy pro integraci operací tváření například dělení materiálu, ohýbání, spojování. Výzkum sleduje uplatnění i nových technologií v souvislosti s integrací operací.

**Dalším uvedeným tematickým okruhům v této kapitole většina expertů nepřikládala dostatečnou váhu pro jejich zařazení jako prioritních do „Strategie oboru“.**

#### **13. Lící stroje pro odlévání kompozitních materiálů a pro odlévání novými technologiemi (Thixocasting - nová lící technologie a Squeeze Casting - tuhnutí pod tlakem)**

Především automobilový průmysl požaduje snížení hmotnosti a zvýšení funkčních a pevnostních vlastností částí. Jednou z cest je širší využití odlitků z hliníku, zinku, hořčíku a kompozitních materiálů. Tyto cíle vyžadují výzkum jednotlivých technologií a navazující vývoj příslušných zařízení. Nejrozšířenějším technologickým zařízením jsou v této oblasti tlakové lící stroje.

#### **14. Zařízení pro separaci a recyklaci odpadů**

Výzkum a vývoj strojů, zařízení a systémů zabezpečujících dokonalejší, a pro budoucí zpracování vhodnější, separaci a recyklaci odpadů, jejichž struktura se bude v čase, s místem výskytu i v závislosti na všeobecném pokroku, měnit.

#### **15. Stroje a zařízení pro zabezpečení kvality životního prostředí**

Výzkum a vývoj strojů a zařízení zabezpečujících nově vznikající požadavky a realizujících nové technologie pro ochranu životního prostředí a to jak vnitřního (např. pracovní), tak vnějšího (ovzduší, půda, voda, odpady). Velmi aktuální je též výzkum a vývoj strojů a zařízení pro separaci a recyklaci odpadů a jejich využití pro zpracování produktů recyklace.

#### **16. Stroje a zařízení pro nakládání s odpady rostlinného a živočišného původu**

Výzkum v oblasti strojů a zařízení pro nakládání s odpady rostlinného a živočišného původu řeší problematiku související s šetrným hospodařením na půdě a tvorbou životního prostředí na venkově. Jedná se např. o zpracování slámy, pilin, kalů a podobných komodit většinou lisováním na k tomu upravených strojích.

**17. Stroje a zařízení pro přenos a transformaci mechanické energie (mechanické, hydrostatické a hydrodynamické převody a jejich kombinace) pro mobilní a stacionární prostředky, stroje a zařízení**

Výzkum a nová řešení mechanických, hydrostatických a hydrodynamických převodů (a jejich kombinací) pro mobilní a stacionární prostředky s vysokými účinnostními parametry, spočívající na masivním využití mechatronických systémů provozního řízení k optimalizaci seřízení převodu a hnacího motoru ve vztahu k požadovaným užitným vlastnostem poháněného stroje (zařízení, prostředku).

**18. Zařízení pro akumulaci energií**

Energie bude stále více sledovanou komoditou i při navrhování strojních zařízení. Proto je třeba se aktivně zabývat možnostmi využití odpadních energií při práci strojů, případně i její akumulací. Jedním z příkladů mohou být akumulátorové pohony u hydraulických lisů, nebo nepřímá akumulace deformačních energií u mechanických lisů.

Je třeba na základě energetické bilance výrobního cyklu uvážit možnosti a vhodnosti akumulace energie pro možnost jejího dalšího využití.

### **3. Možnosti zaměření výzkumu a vývoje**

1. Výzkum a vývoj zaměřený na modernizace a rekonstrukce stávajících unikátních strojních zařízení (např. velké tvářecí stroje) za účelem zvýšení jejich technologické využitelnosti, modernizace a zlepšení jejich technických parametrů
2. Výzkum a vývoj pohonů pro konvenční stroje širšího využití
3. Výzkum a vývoj automatizačních, mechanizačních a manipulačních prostředků širšího využití
4. Výzkum a vývoj řídicích systémů domácí produkce
5. Vývoj a výzkum hromadně nebo sériově vyráběných komponent strojů a zařízení

### **4. Metodiky a způsoby vývoje strojů a zařízení**

1. Metody navrhování a optimalizace struktur strojů, komponent a optimalizace jejich parametrů
2. Metody pro experimentální, modelový a simulační vývoj, metody ověřování výsledků výzkumu a vývoje
3. Integrace strojních výrobních systémů a ekosystémů. Omezování negativních vlivů strojů na životní prostředí
4. Uplatnění automatizačních prvků a informačních technologií pro on-line sledování kvality práce a produkce

5. **Nové principy prvků, mechanismů strojů a zařízení s vyšší užitnou hodnotou**
6. **Metody navrhování struktur strojů a jejich komponent s ohledem na nové funkční, konstrukční, technologické, ekologické a energetické principy**
7. **Algoritmy řízení pro dosažení efektivního provozu strojů**
8. **Automatické diagnostické systémy pro zabezpečení včasné identifikace poruch**
9. **Moderní způsoby řízení a regulace jako fuzzy logické řízení a adaptivní regulace**
10. **Progresivní principy vytváření těles komponent strojů, stroje a zařízení pro jejich realizaci**

## **5. Možnosti zaměření výzkumu a vývoje technologie tváření**

(návrh tematických okruhů provedl Prof. Ing. Bohumil Mašek, Ph.D. – VCTT FORTECH)

1. **Výzkum a vývoj nových postupů modelování a simulací pro optimalizaci technologických procesů**
2. **Výzkum a vývoj technologií přesného tváření zastudena**
3. **Výzkum a vývoj nekonvečních technologií tváření**
4. **Výzkum a vývoj technologií tváření s integrováním prvků termomechanického zpracování**
5. **Výzkum a vývoj technik vysokorychlostního tváření**
6. **Výzkum a vývoj technologií vedoucích k získání nekonvečních struktur a vynikajících kombinací mechanických a fyzikálních vlastností**
7. **Výzkum a vývoj tváření kapalným médiem**
8. **Výzkum a vývoj termomechanického hlubokého tažení plechů**
9. **Výzkum a vývoj technik pro výrobu nanostrukturálních materiálů**

**Při provádění průzkumu v odborné komunitě bylo účastníky průzkumu doporučeno vyjádřit se ještě k následujícím doplňujícím otázkám, které se zdají být pro výrobce tvářecích strojů specifické a důležité.**

## 6. Co určuje zaměření výroby tvářecích strojů u výrobce

1. **Převážně požadavky zahraničních odběratelů strojů**
2. **Převážně požadavky tuzemských odběratelů strojů**
3. **Politika výrobního závodu vytvořená na základě vlastního marketingu**
4. **Politika nadřazeného vlastníka**

## 7. Perspektivy secondhand v oblasti tvářecích strojů

Toto je specifika především velkých tvářecích strojů.

Vzhledem k tomu, že většina tvářecích strojů má dlouhou životnost, dochází k jejich morálnímu stárnutí rychleji, než k jejich opotřebení, a proto se většina hodnotících expertů shodla, že provedení modernizace stroje, případně jeho rekonstrukce při jeho repasi je výhodná pro všechny uživatele a to především vzhledem k menším nákladům, než při pořízení nového stroje. Výhodou je také již stabilizovaný stav materiálu základních stavebních prvků stroje (vystárnutí).

Dá se předpokládat, že i v dalších letech budou činnosti kolem modernizačních konstrukčních návrhů a provádění repasí pohlcovat značnou kapacitu konstrukčních kanceláří i výrobních závodů.

## **6. Závěr**

Určovat strategii vývoje oboru na dlouhá léta dopředu vyžaduje vysoké nároky na autory, a to tím větší, čím delší je období, na které se strategie připravuje. Znamená to značnou erudici a dlouholeté zkušenosti v oboru, aby bylo možno na základě zkušeností z předcházejícího vývoje oboru usuzovat na jeho další orientaci.

Proto byla vybrána skupina expertů z ČR, která představuje zkušené odborníky v oboru, kteří jsou schopni zodpovědně, podle svého nejlepšího uvážení, zaujmout k vytvoření strategie oboru do dalších let vysoce komplexní stanovisko, především i s ohledem na možnosti dané technickým zázemím v ČR. I přes maximální snahu vypracovat „Strategii“ co nejzodpovědněji, je pochopitelné, že další vývoj je možno pouze předpokládat a že se všechny předpoklady nemusí vyplnit. Ale i tohoto rizika jsou si autoři vědomi, toto je riziko každé prognostiky.

Při posuzování posledních deseti let v oboru lze konstatovat, že nedošlo k nějakým převratným zvrátům ve vývoji tvářecích strojů. Toto období se dá spíše charakterizovat jako určitý stav stagnace s tím, že se značně zmodernizovaly způsoby ovládní, řízení, kontroly, bezpečnosti, diagnostikování zařízení a celého technologického procesu.

Také je možno usuzovat na zvýšený zájem o kusově vyráběná zařízení pro danou technologii a o zařízení s velkými silami a výkony. Tvářecí stroje, vyráběné ve velkých sériích nejsou doménou výrobců tvářecí techniky v ČR.

Dá se předpokládat, že určitá nová řešení mohou přinést požadavky na zhotovení nových zařízení na nově vznikající technologie, a to nejen v klasické kovovýrobě.

A právě s těmito možnými tendencemi je v předložené Strategii také uvažováno.

Jinak lze předpokládat, že vývoj klasických tvářecích strojů by měl probíhat podobně, jako tomu bylo v uplynulých letech, možná trochu rychleji, díky předpokládanému rychlejšímu rozvoji technického zázemí.

Autoři předloženého návrhu „Strategie“ provedli zpracování výsledků hodnocení jimi předloženého návrhu požádanými experty, a zpracovali konečný návrh, který vychází především z provedeného průzkumu, ale bere v úvahu i možné nepřesnosti, které tento průzkum v sobě nese. Proto byly provedeny na výsledcích z průzkumu určité drobné úpravy priorit.

**Předložené zpracování hovoří pouze o všeobecné strategii oboru tvářecích strojů a tvářecích technologií. Aplikace uvedené strategie na jednotlivé typové skupiny strojů a technologií bude již záležitostí podniků a spolupracujících oborových výzkumných organizací (především CVTS) v rámci řešení konkrétních projektů a při tvorbě vlastních podnikových strategií. Při této aktivitě může podnikům významně pomáhat TP SVT.**