

Trendy ve vývoji obráběcích strojů a vazba na moderní vzdělávání strojních inženýrů

Ing. Tomáš Kozlok

Konference Strojírenské vzdělávání pro průmysl ČR

Praha, 17. 5. 2024

Výrobce obráběcích strojů

TOS VARNSDORF a.s.



Obsah prezentace

1. Představení firmy a řečníka.
2. Aktuální trendy ve velkých obráběcích strojích.
3. Ukázka stavu techniky v oboru: příklad vývoje stroje WHT 110.
4. Komentáře a podněty ke vzdělávání techniků a strojních inženýrů.



Ing. Tomáš Kozlok – stručná biografie

- **2001** – absolvent FS TU Liberec, obor Konstrukce strojů a zařízení (Ing.)
- **2001** – nástup do TOS Varnsdorf na pozici konstruktér
- **2008** – vedoucí vývojových projektů (širší spolupráce s univerzitami a výzkumnými centry)
- **2012** – vedoucí vývojových projektů a zkušebny (10 úspěšně dokončený oponovaných vývojových projektů aplikovaného výzkumu), řada realizovaných interních vývojových témat
- **Ocenění:** Zlatá medaile IMT Brno 2004 (stroj Prima), Zlatá medaile MSV Brno 2008 (stroj SPEEDtec), Inovace roku 2011 (spolu s ČVUT v Praze), Nejlepší spolupráce roku 2011 (spolu s ČVUT v Praze)
- **2024** – technický ředitel
- **Aktuální zodpovědnost:** konkurenceschopný rozvoj produktů firmy i celé firmy TOS Varnsdorf, podpora propagace a prodeje řešení firmy, spolupráce s výzkumnými organizacemi
- **Koníčky:** aktivní sportovec (hokej, kolo) a trenér žákovského hokeje

Představení firmy – historie a současnost

- **1903** – založení strojírny ARNO PLAUERT, výroba jednoduchých soustruhů, vodorovných obrážeček, hoblovek a vrtaček.
- **1968** – vyroben první kus dosud nejprodávějšího stolové vrtávačky WHN 13.
- **1996** – změnou právní formy na akciovou společnost vzniká TOS VARNSDORF a.s. Udělen certifikát ISO 9001 společností SQS.
- **2000** – vyroben první kus deskové vyvrtávačky řady WRD
- **2014** – vyroben první kus stroje s hydrostatickým vedením WRD 200
- **2017, 2018** – vyroben první kusy nové řady stolových vyvrtávaček WHT 110 a WHT130

Aktuálně: ryze česká firma s produkcí 60 – 110 strojů ročně (horizontální vyvrtávačky stolové, deskové, horizontální obráběcí centra, speciální stroje a portálové stroje)

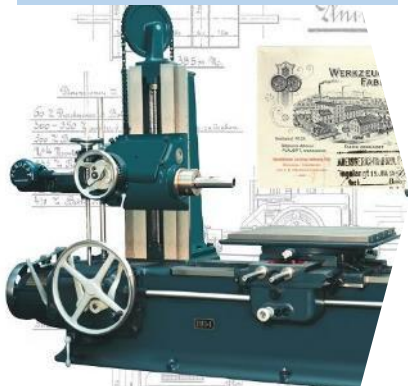
- cca 400 zaměstnanců, obrat cca 1 400 mil. Kč ročně, vlastní střední průmyslová škola
- výrobní závody Varnsdorf, Rumburk, Olomouc, Kunming (CHN)



Vývoj technických konceptů výrobních strojů

- Strojírenství se kontinuálně technicky vyvíjí a do vývoje a provozu všech typů strojů **integruje poznatky dalších oborů lidského poznání.**
- Současný nejvyšší stav poznání v oboru výrobních strojů je charakterizován stroji jako kyber-fyzikálními systémy. Jedná se o součást **digitální transformace průmyslu pro zajištění jeho konkurenceschopnosti.**

od počátku 19. st.



mechanické stroje s manuálním řízením

od 50. let 20. st.



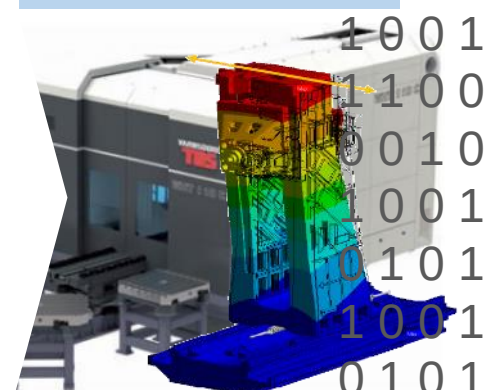
elektromechanické stroje s NC řízením

od 90. let 20. st.



mechatronické stroje s NC řízením a dalšími SW funkcemi

od 10. let 21. st.



kyber-fyzikální stroje s NC řízením a digitálním dvojčetem

Naši R&D partneři:

Obráběcí centrum WHT110C

- Horizontální vyvrtávací obráběcí stroj vhodný pro nejnáročnější operace, které vyžadují přesné vrtání, frézování, karuselování nebo řezání závitů
 - Centrální vřeteník max. 6 000 ot/min / 31 kW / 1 200 Nm
 - Karuselování s max. 400 ot/min s paletou o průměru 1 600 mm
 - Řídicí systém Sinumerik 840DSI, automatická výměna palet a hlav
-
- Vývoj stroje byl zahájen po rozsáhlé technicko-marketingové studii s cílem **vytvořit druhou generaci bestseleru** v kategorii stolových vyvrtávaček
 - Stroj byl vyvíjen s využitím **nejnovějších výzkumných poznatků i zkušeností z provozu**
 - nové koncepty postupů ve strojní a elektro konstrukci, důraz na estetický a funkční design, ekologii a ekonomiku provozu
 - **Externí partneři** spolupracující na vývoji stroje:
 - simulační modely: RCMT, FS, ČVUT
 - automatizace provozu stroje: VÚTS v Liberci
 - rozvoj nadstavbového systému TOS Control: RCMT, FS, ČVUT

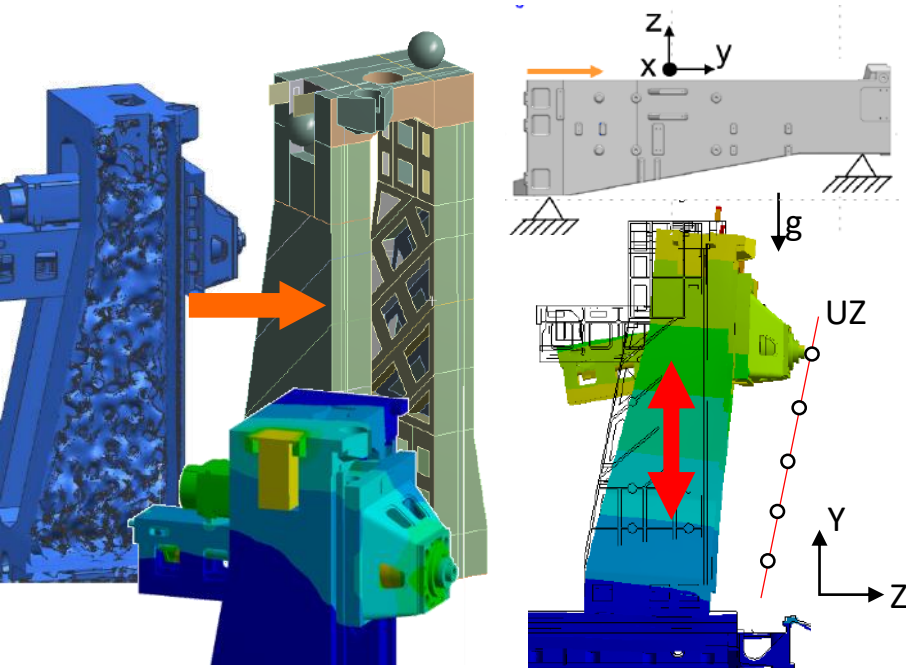


FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE



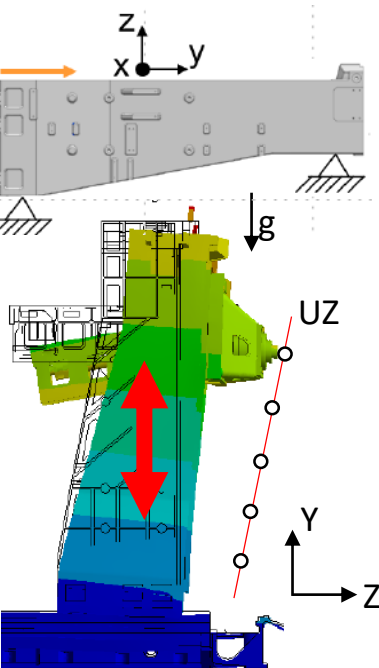
Simulační modely vytvořené pro stroj WHT 110

- Unikátní koncept: **simulační modely využité pro vývoj, realizaci a provoz stroje**



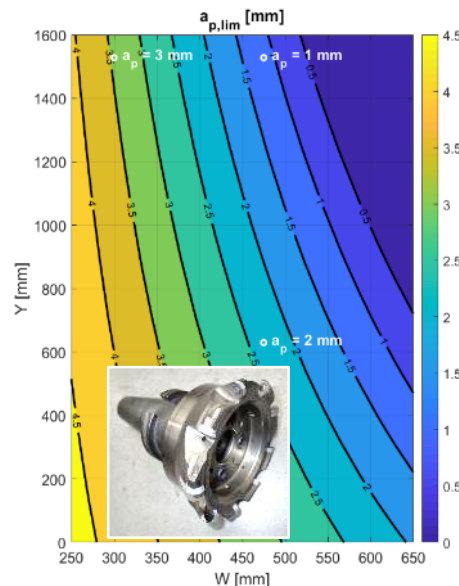
Vývoj stroje s podporou strukturálních a teplotních modelů

Lehká a tuhá nosná struktura s minimálními teplotními deformacemi



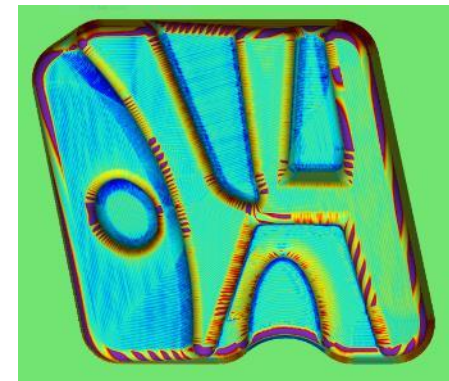
Aplikace prediktivních strukturálních modelů pro podporu montáže

Zpřesnění stroje a zlevnění jeho montáže (rychlejší a jednodušší)



Využití prediktivních modelů pro podporu přípravy technologie

Vyšší spolehlivost a produktivita navržených obráběcích procesů



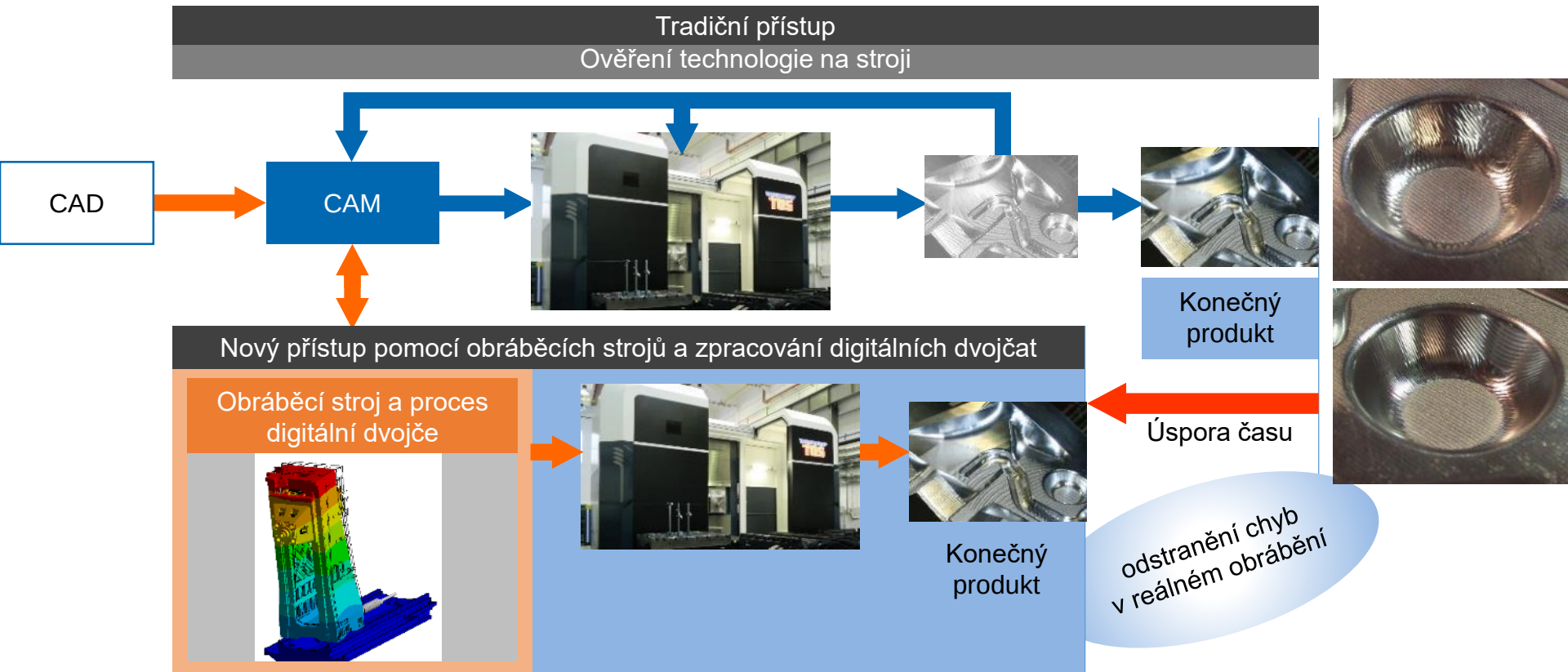
Modely pro postprocesní vyhodnocení realizované výroby



Zvýšení spolehlivosti automatické výroby, včasná detekce vad

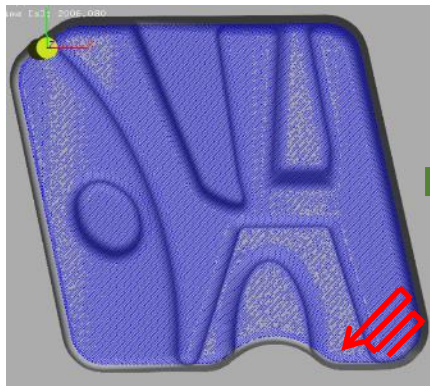
Procesní digitální dvojče WHT110

- Procesní digitální dvojče stroje umožňuje **optimalizaci technologického a výkonového využití stroje pro vyšší spolehlivosti a produktivity obráběcích procesů**
- Motivací je snižování času nutného pro přípravu procesu a nákladů na odladění na stroji.

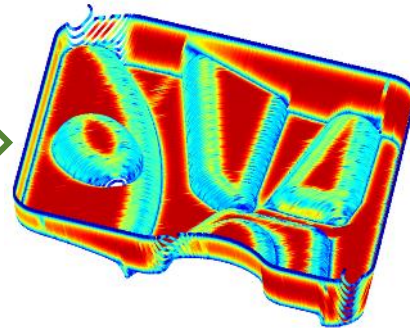


Ukázka návrhu dokončovací strategie

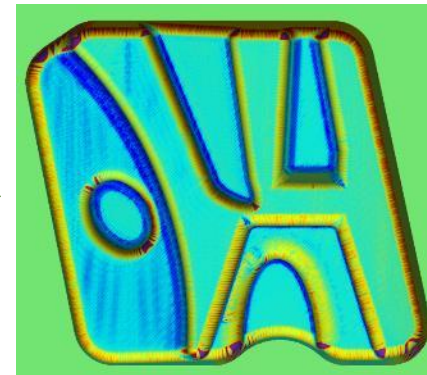
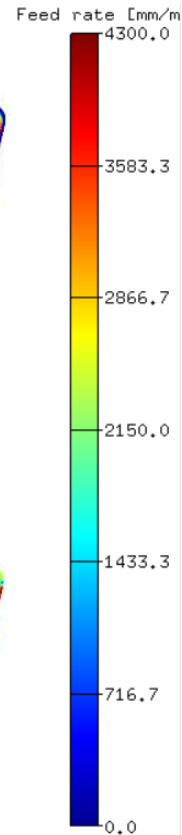
- Pokročilá simulace použita pro návrh nejvhodnější strategie pro konkrétní obrobek



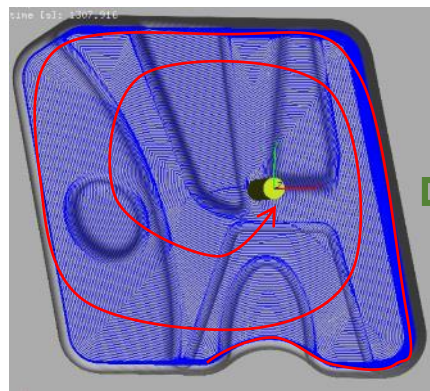
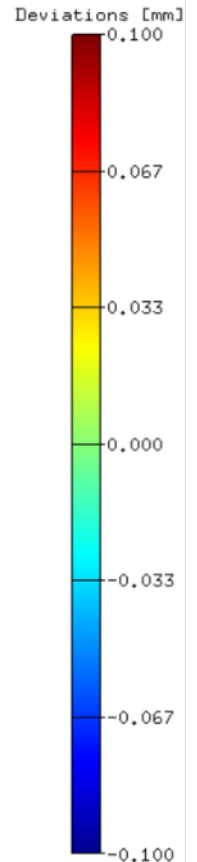
Strategie 1



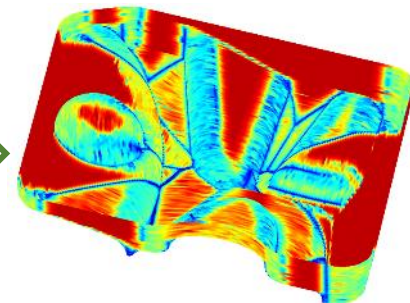
Feed rate,
čas 33,4 min



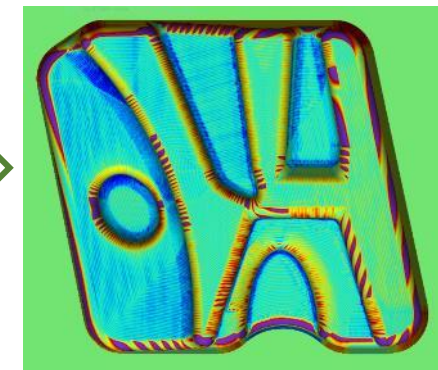
Odchyly pro strategii 1



Strategie 2



Feed rate,
Čas 21,8 min

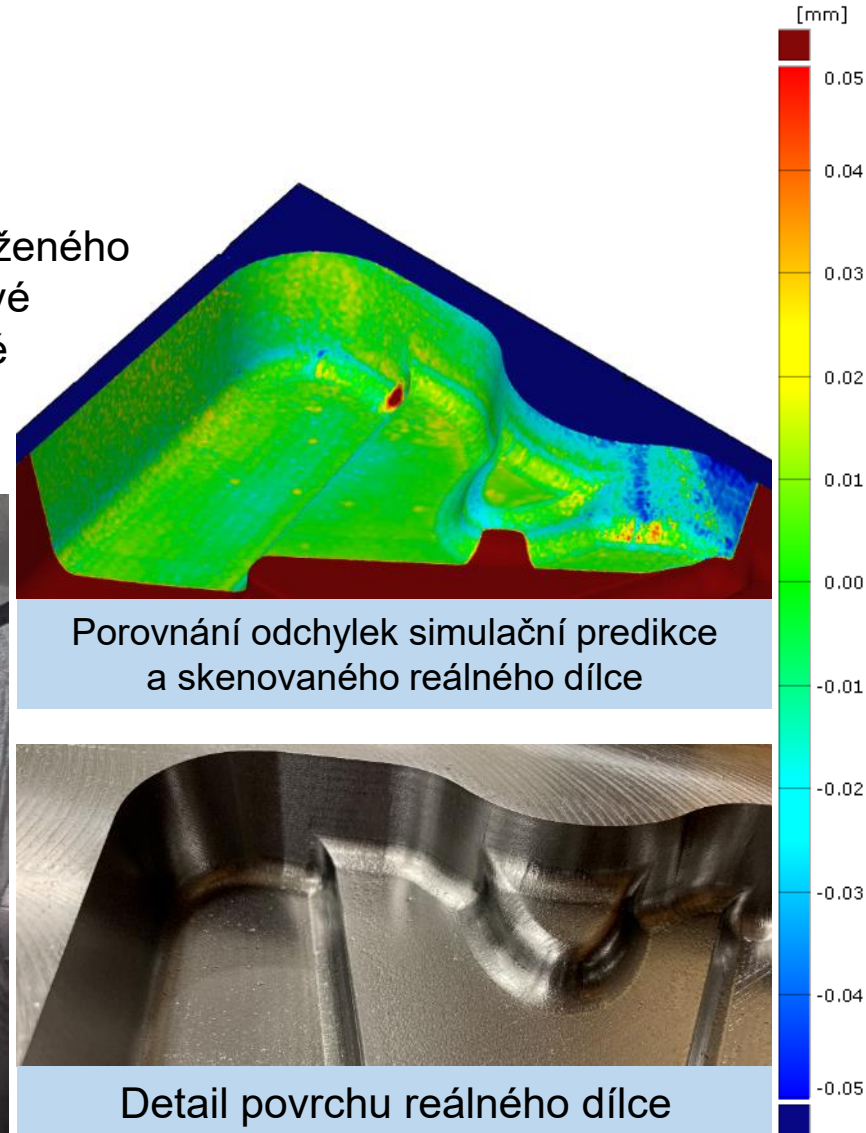


Odchyly pro strategii 2

Finální obrobek

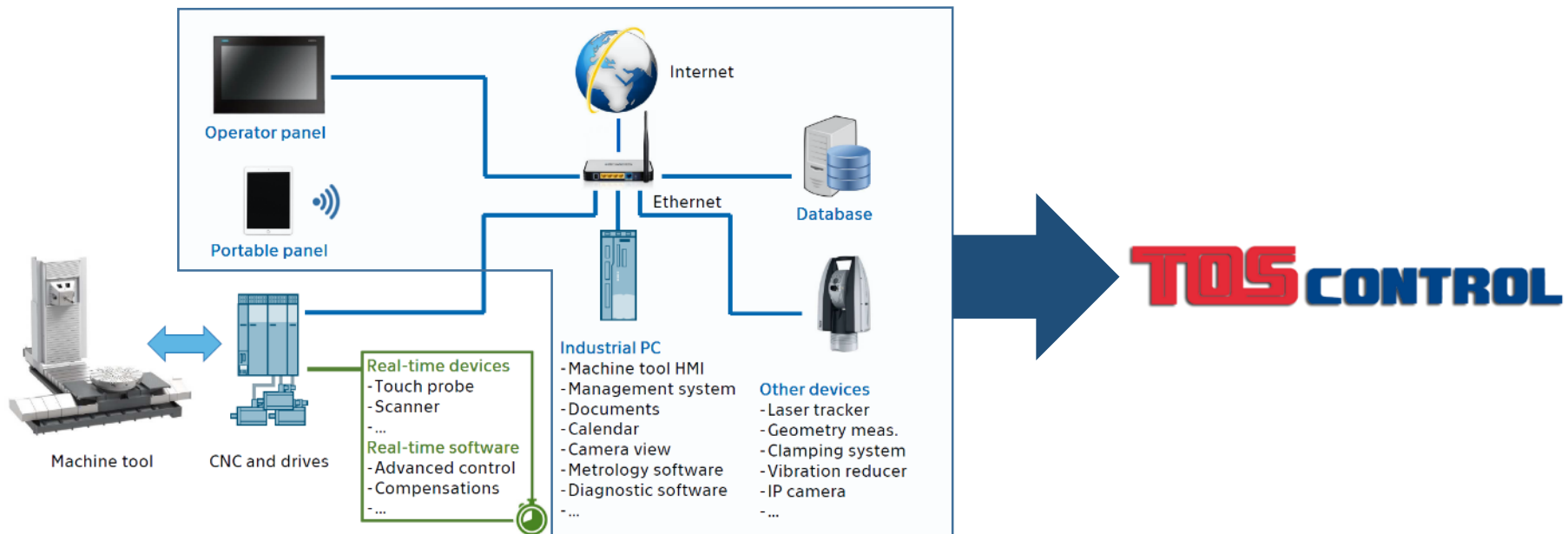
Vliv různého nastavení parametrů ŘS:

- Rozdíl v celkovém čase obrábění až **51 %**
- Dosažení požadovaného výsledku jako vyváženého poměru mezi přesností a jakostí dle výkresové dokumentace a produktivitou na straně druhé



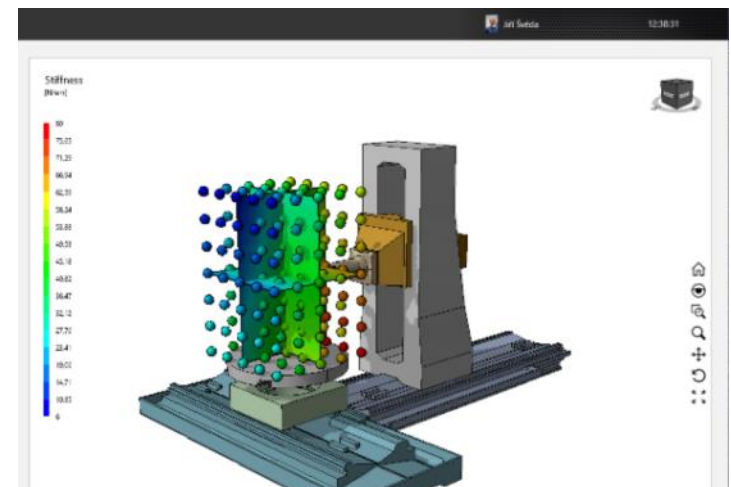
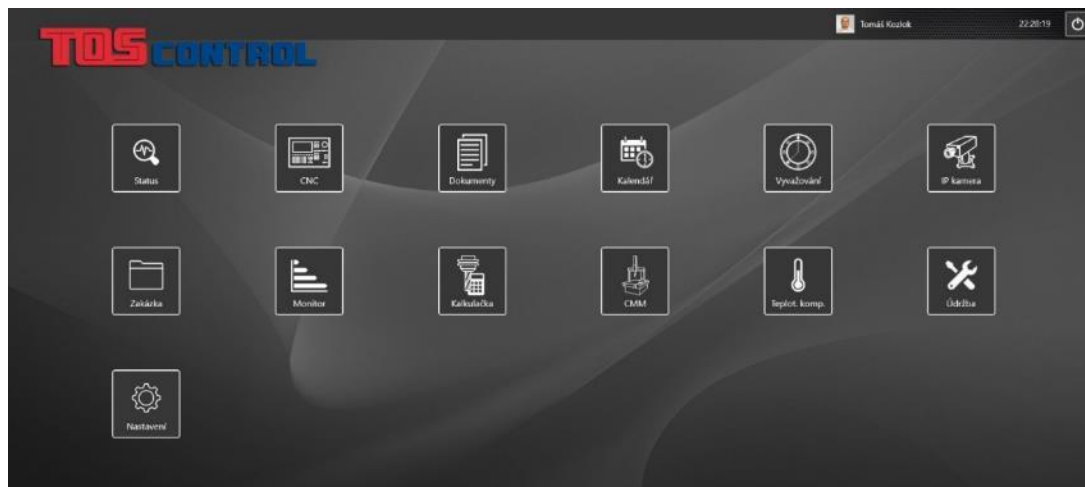
TOS Control

- **Jednotné rozhraní stroje** - pro operátory i pro externí systémy
- **Specializované aplikace** pro rozšířenou funkčnost s jednotným designem
- Zobrazuje se **přímo na ovládacím panelu**
- Brána pro **komunikaci s dalšími systémy** (OPC-UA, databáze SQL)
- **Nadstavba** nad základní rozhraní řídicího systému.



Přidaná hodnota TOS Control

- **Integrace strojů** do podnikového informačního systému - online výměna dat
- Podpora plánování servisu s ohledem na **skutečný stav stroje**
- **Zlepšení funkčnosti** - obrábění, kontrola, kompenzace
- **Digitální dvojče** pro technologickou kontrolu, kontrolu výsledků obrábění a zdokonalené sledování procesu obrábění
- **Unifikované rozhraní a konektivita**
- Uživatelsky přívětivá **komunikace** s operátorem, vedoucím a plánovačem



Inteligentní obráběcí stroj umožňuje praktické využití principů INDUSTRY 4.0

Shrnutí

- Využívání **konceptu digitálních dvojčat strojů** je strategickým záměrem firmy
- Digitální modely byly neodmyslitelnou **součástí vývoje nové generace moderních horizontálních center WHT110/130** a významně přispěly k vynikajícím vlastnostem stroje
- Digitální dvojče WHT110 je **plnohodnotnou virtuální reprezentací** stroje včetně řízení.
- Digitální dvojče umožňuje řešení komplexních **analýz a optimalizací technologického a výkonového využití stroje, zkracuje významně čas a šetří náklady** při přípravě stroje a technologií obrábění.
- Digitální dvojče je součástí **nadstavbového prostředí CNC TOS Control**
- Příklad vývoje horizontky WHT 110 je ukázkou **evoluce používaných metod a nástrojů**.
- Horizontky vyrábíme více než 100 let a vidíme, že pro úspěšné aplikace koncového zákazníka musíme kromě perfektně zvládnuté mechanické stavby a elektrického a elektronického oživení nabídnout i datovou integraci stroje do výroby uživatele a poskytnout simulační nástroje pro podporu přípravy náročných obráběcích aplikací.
- Jedná se o **nové technologie pro řešení tradičních problémů**: přesnost, produktivita, spolehlivost, hospodárnost. Vývoj vyžaduje odborníky znalé problematiky obráběcích strojů, ale se schopností uchopit nové odborné výzvy, metody řešení a know-how partnerů.

Profil absolventa pro uplatnění příštích 40 let

- **Porozumění technické podstatě úlohy** – odborné vzdělání v souvislostech
- **Kreativita** – schopnost samostatně uvažovat za rámec předchozích znalostí
- **Schopnost komunikace a týmové spolupráce** – měkké dovednosti, znalost cizích jazyků

Zkušenosti s absolventy univerzit

- **Porozumění technické podstatě úlohy:** Univerzita poskytuje širší znalostní základ, praxe formuje priority v používání nabytých znalostí a rozšiřuje dovednosti.
 - Klíčové je vzájemné propojení. Je vidět rostoucí chuť studentů mít praxi již během studia, což velmi urychluje adaptaci absolventa ve firmě → rychleji se sladují názory, lepší integrace do týmu. Tím vzniká prostor pro **uplatnění kreativity**.
 - Propojení studia a praxe podporujeme stipendijním programem a tématy BP/DP.
- **Komunikace a týmová spolupráce:** Je vidět rostoucí kompetence v oblasti cizích jazyků → minimálně jeden cizí jazyk umí každý používat.
 - Roste i schopnost týmového řešení zadaných úkolů. Týmy jsou multidisciplinární a mezinárodní. Stále se využívá home office (zejména vývoj SW). To vše vyžaduje schopnost komunikace.
- Studenti by toto ideálně měli **zažít i ve studiu** formou **ucelených** oponovaných **projektů**.

Podněty pro přípravu budoucích inženýrů strojařů

1. Moderní univerzitní vzdělání pro strojírenství je **fúzí znalostí** z tradičních strojírenských oblastí, elektrotechniky, elektroniky a digitálních znalostí a dovedností.
 - Strojaři jsou typicky v roli, kdy **odpovídají za stroj a za integraci dalších profesí** do jeho vývoje a provozu. Musí mít tedy základní porozumění více oblastem, minimálně proto, aby v týmu „hovořili shodným jazykem“.
2. Univerzita se od střední školy **odlišuje vlastními výzkumnými aktivitami**. Ty jsou důležité pro jak **podporu firem** v řešení jejich konkrétních témat novými způsoby, tak jsou i důležitým **motivátorem aktualizace obsahu studia** a výchovy mladých inženýrů.
 - Dobrá univerzita **průběžně inovuje studijní programy** v souladu se stavem techniky a nejnovějšími poznatky z výzkumu. Jako firma se snažíme našim akademickým partnerům poskytovat zpětnou vazbu o potřebných kompetencích z vyhodnocení výsledků našich vývojových projektů (úspěchy / problémy / důvody).
 - Sami tuto strategii trvalé inovace výukového obsahu ve vztahu k praxi **uplatňujeme na naší střední škole**. Mj. i zapojením kolegů z ČVUT do vybraných částí výuky.
3. Předpokladem udržení konkurenceschopnosti absolventa na trhu práce v příštích desítkách let je **schopnost trvalého vzdělávání** v oboru a souvisejících tématech.
 - Výuka by měla podporovat schopnost integrace nových znalostí, jejich získání z dalších zdrojů – odborná periodika/weby, semináře a workshopy, výzkum.

Děkuji za pozornost

Ing. Tomáš Kozlok

Technický ředitel

TOS VARNSDORF a.s.

E-mail: tkozlok@tosvarnsdorf.cz