



INTELIGENTNÍ VÝROBA

# OBRÁBĚCÍ STROJE V SÍTI

# Editorial

## Vážení čtenáři,

přinášíme Vám první české vydání časopisu KLARTEXT a jsme rádi, že právě toto vydání můžeme spojit s konáním strojírenského veletrhu v Brně.

Časopis KLARTEXT má u společnosti HEIDENHAIN dlouhou tradici a naleznete v něm řadu novinek a užitečných informací, stejně jako příklady uživatelských aplikací řídicích systémů HEIDENHAIN, informace o právě probíhajících akcích, seminářích i možnostech školení a sebevzdělávání. Samozřejmě, že se v něm představuje rovněž produktové spektrum společnosti HEIDENHAIN. A v čem se tedy liší národní mutace? Základní informace zachováváme shodné, to co ale českou verzi bezpochyby odlišuje, jsou texty o úspěšné instalaci strojů českých výrobců a ohlasy z praxe u koncových uživatelů. Jednoduše řečeno celý časopis je zaměřen tak, abychom Vám přinášeli informace z domova formou komentářů českých uživatelů řídicích systémů HEIDENHAIN, přiblížíme vybrané aplikace u výrobců strojů nebo třeba také praktické zkušenosti z oblasti technického vzdělávání na našich odborných školách a celou řadu dalších zajímavých témat.

Naše první vydání Vám přinese průřezové informace o tom co je to **Connected Machining**, zaměřuje se na dnes již standardní požadavek uživatelů a tím je nezbytná podmínka přípravy a plynulého zapojení strojů pro Industry 4.0. Na digitalizaci jsme tedy ve vydání nezapomněli a o tom jaké řešení Vám nabízí společnost HEIDENHAIN se dočtete v článku o monitorovacím softwaru **StateMonitor**.

Věříme, že Vás zaujmou naše příspěvky, které se týkají technologie obrábění, tentokrát se budeme věnovat výrobě ozubení a podíváme se například na skiving. Nezapomínáme, že k výbavě strojů patří také pohony, proto Vám přinášíme v tomto čísle také detaily k našim osovým motorům řady QSY. Zejména pro naše pedagogy ale i všechny ty, kteří se věnují samostudiu, máme v časopise shrnuté informace o výukovém softwaru **HIT**.

Věříme, že výběr článků v KLARTEXTU Vás čtenáře zaujme a každý z Vás si najde pro sebe to nejzajímavější. Bude rádi za všechny Vaše připomínky, ale i náměty na reportáže, jednoduše máte-li něco zajímavého, o čem byste se rádi podělili, dejte nám vědět.

Přejeme Vám příjemné čtení.



Firma NAVI CZ z Otrkovic: Výroba velkých kulových ventilů z Inconelu 625



Nová výuková platforma pro interaktivní studium HIT3.0

## Impressum

### Vydavatel

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH  
Postfach 1260  
83292 Traunreut, Německo  
Tel: +49 8669 31-0  
HEIDENHAIN na Internetu:  
www.heidenhain.de

### Redakce

Ulrich Poestgens (odpovědný),  
Judith Beck, Frank Muthmann  
E-Mail: info@heidenhain.de  
Klartext na Internetu:  
www.klartext-portal.de

### Layout

Expert Communication GmbH  
Richard-Reitzner-Allee 1  
85540 Haar, Deutschland  
E-Mail: info@expert-communication.de  
www.expert-communication.de

### Obrazový doprovod

Strana 5 až 8: NAVI CZ, s.r.o  
Všechny ilustrace:  
© DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH



Dobrá příprava je základ: odborná školení ve společnosti HEIDENHAIN s.r.o.

# Klartext

68 + 09/2019

## Obsah



04

### Malá firma z Otrokovic je dokladem pestrosti, ale i náročnosti výroby forem

Spolupráce firem NAVI CZ, HEIDENHAIN a TAJMAC-ZPS v pilotním projektu aplikace TNC640 frézování a soustružení.

4

### Okno do dílny

StateMonitor: Sledování a vizualizace informací o strojích

8

### Takhle to jde s připojením do sítě

Connected Machining v praxi

10

### Průlom do další dimenze

Nový prohlížeč CAD-Viewer pro 3D data

13

### Jednoduchá výroba ozubení

Nové cykly pro složité postupy

14

### To je HIT!

Interaktivní učení s HIT 3.0

16

### HEIDENHAIN nabízí širokou škálu školení pro začátečníky i pokročilé

V sídle společnosti HEIDENHAIN s.r.o. v pražských Dolních Měcholupech je pro zájemce připravena široká nabídka školení a praktických cvičení.

18

### Střední škola v Rokycanech dokládá, že těsná spolupráce se strojírenskými firmami je možná

Spolupráce technické školy s průmyslovou sférou - HEIDENHAIN a KOVOSVIT MAS.

22

### Pohony

Jak ovlivňují osové motory přesnost a kvalitu povrchu

24

### Přesné dle tradice

Měření polohy v uzavřené smyčce a superexpres Shinkansen

26



16



18

# Malá firma z Otrokovic je dokladem pestrosti, ale i náročnosti výroby forem

Spolupráce firem NAVI CZ, HEIDENHAIN a TAJMAC-ZPS v pilotním projektu aplikace TNC640 frézování a soustružení.

*Trvalá snaha o maximální spokojenost zákazníků, důsledná aplikace systému řízení jakosti a trvalé zlepšování všech činností společnosti – to je krédem otrokovické společnosti NAVI CZ, s. r. o. Leckomu může znít jako fráze, ale tato malá firma je myslí zcela vážně a na její produkci je to bezesbytku vidět.*

Firma NAVI CZ se zabývá především výrobou a opravami forem pro pneumatikářský průmysl. Do jejího portfolia patří i výroba velmi přesných forem pro výrobce světlometů nebo součástek pro ropný průmysl. Firma si zakládá na tom, že její pracovní tým tvoří výhradně vysoce kvalifikovaný personál – zkušení mechanici, strojní kovoobráběči, operátoři CNC strojů a technologové strojírenské výroby.

„Záměrem a cílem společnosti NAVI CZ je uspokojovat požadavky zákazníků výrobou podle dodané dokumentace tak, aby byly splněny jejich požadavky a očekávání. Tohoto cíle dosahujeme důslednou aplikací systému řízení jakosti, preventivními opatřeními a trvalým zlepšováním všech činností společnosti. Pomocí systému jakosti eliminujeme ztráty a vyrábíme s minimálními náklady,“ říká Miroslav Masný, jednatel NAVI CZ, jak má firma nastavena kritéria výroby.

## Stroje výhradně od místních výrobců

Provoz ve výrobní hale NAVI je rozdělen na dvě části – mechanickou a strojní. Mechanici dělají především servis pro Continental Barum. „Na formách provádíme například opravy dezénu nebo popisů,“ říká ředitel firmy NAVI David Šoustek. „Naším zákazníkem je také Mitas – výrobce pneumatik pro zemědělskou techniku. Pro další firmy děláme různé dokončovací práce – leštění, závity apod.“ pokračuje David Šoustek.

Strojní část haly je vybavena obráběcí technikou, a to výhradně od místních výrobců, tedy od firem Trimill (Zlín a Vsetín) a -ZPS (Zlín). „Je tomu tak hlavně kvůli dostupnosti servisu,“ vysvětluje David Šoustek. „Druhým důvodem je to, že s těmito firmami spolupracujeme dlouhodobě a jsme s touto spoluprací spokojeni,“ dodává.

## Pilotní projekt TNC 640 – multifunkční stroj s aplikací frézování-soustružení

Centrem výrobní haly je multifunkční obráběcí centrum MCV 2318 od společnosti TAJMAC-ZPS, vybavené řídicím systémem HEIDENHAIN TNC 640. (Systém HEIDENHAIN – iTNC530 a TNC640 – je na všech strojích, jež se v hale nacházejí.) Multifunkční portálové obráběcí centrum plně splňuje nároč-

né požadavky firmy NAVI na kombinaci technologie frézování a soustružení prováděné na jednom stroji pro nejrůznější obráběcí operace – od jemného popisu forem na výrobu pneumatik až po obrábění objemných dílců z obtížně obrobitelných materiálů. Speciálně pro tento stroj byl úspěšně odladěn technologem společnosti HEIDENHAIN také například program pro interpolační soustružení.

Multifunkční obráběcí stroj je stroj připravený plnohodnotně provádět více druhů obrábění. Důležité je zejména slovíčko „plnohodnotně“, tedy s funkcionalitou, jaká by byla uplatněna pro příslušnou řeznou operaci, pokud by se prováděla na standardním, nemultifunkčním obráběcím stroji, tedy na soustruhu, nebo na frézce. Zásadní význam z hlediska konkurenceschopnosti dnes mají multifunkční stroje, které umožňují především plnohodnotně provádět frézovací a soustružnické operace. Jedná se principiálně o pětiosé stroje, které dokážou v dané velikosti obrobků plnohodnotně frézovat a soustružit, výrobci s těmito modely strojů slaví nebyvalý úspěch. Schopnost nabízet takovéto provedení stroje, se dnes pro ně již stalo zásadním konkurenčním faktorem.

Na pilotním projektu stroje MCV2318 byl použit poprvé v České republice řídicí systém TNC 640 v kombinaci frézování/soustružení v SW verzi 340590 02. Pro firmy TAJMAC-ZPS i HEIDENHAIN se jednalo o velkou výzvu, testovaly se

# MCV 2318

TAJMAC-ZPS



*Multifunkční obráběcí centrum MCV 2318 od společnosti  
TAJMAC-ZPS s řídicím systémem HEIDENHAIN TNC 640  
kombinuje technologii frézování a soustružení*



Výrobní hala a montáž společnosti NAVI

nové možnosti systému a na odložení byli vedle pracovníků Aplikačního střediska TAJMAC-ZPS, přítomni také odborníci firmy HEIDENHAIN z Trauentreutu.

„Použití řídicího systému TNC 640 na stroji MCV2318 ve společnosti NAVI byla pro společnost TAJMAC-ZPS vůbec první aplikací této verze, a to rovnou na jednom z nejsložitějších strojů divize CNC. Multifunkční stroj umožňující frézovací a soustružnické operace pro dílce s hmotností až 10 000 kg byl navíc doplněn, na základě požadavku zákazníka, o poloautomatickou výměnu hlav. Složitost a univerzálnost stroje spojená s potřebami zákazníka nás tak nutila připravit řídicí systém pro maximální využití ve složitém provozu nástrojárny. Již od počátku bylo zřejmé, že se při této, v České republice první aplikaci neobejdeme bez porodních komplikací. Verze

systému byla pro všechny strany nová. Společně se zástupci společnosti NAVI a HEIDENHAIN jsme se „prokousávali“ novinkami a snažili se maximálně vyhovět oprávněným požadavkům zákazníka na maximální využití deklarovaných funkcí řídicího systému. Postupně jsme zprovožňovali a testovali nové funkcionality této verze a ve spolupráci s pracovníky NAVI jsme je zkoušeli přímo při reálném obrábění. Dodaný stroj tak začínal využívat téměř všech možností nové verze řídicího systému a společnost NAVI ho tak postupně mohla plně využít pro své potřeby“ přibližuje pilotní projekt vedoucí aplikačního centra TAJMAC-ZPS, Jan Němec.

Z uvedeného je patrné, že cesta k SW verzi 08 nebyla jednoduchá, ale ve výsledku dokázala akceptovat dodatečné rozšiřování požadavků pana Masného na další aplikace a je tak nejen důkazem

otevřenosti řídicího systému TNC 640 ale i toho, že na skvělou spolupráci výrobce stroje a dodavatele řídicího systému při oživení stroje se koncový zákazník jednoduše může vždy spolehnout.

## Zajímavá, ale zároveň i riziková práce

Příkladem obrábění z těžko obrobitelného materiálu je výroba velkých ventilových šoupátek pro nizozemskou ropnou společnost Control Seal. Tato šoupátka se vyrábějí z Inconelu 625, což je velmi drahý a obtížně obrobitelný materiál. „Ve srovnání s klasickou ocelí se obrábí zhruba desetkrát hůře,“ upozorňuje David Šoustek a dodává, že momentálně není v České republice firma, která by takovýto materiál obráběla v podobných rozměrech a do podobných tvarů, jako to umějí v NAVI.



*Výroba velkých kulových ventilů z Inconelu 625 je specialitou firmy NAVI.*

„Práce pro Control Seal je zajímavá, ale zároveň i riziková. Je třeba si uvědomit, že jedna inconelová koule, z níž se vyrábí šoupátko, stojí 20 000 EUR. Jakákoli chyba by tedy naši firmu vyšla velmi drahá,“ pokračuje David Šoustek. I přes náročnost výroby (oproti běžné oceli je v tomto případě například enormní spotřeba plátků) se však spolupráce s nizozemskou firmou velmi dobře rozeběhla a je tak další zajímavou položkou v referencích otrokovické firmy.

Zákaznické spektrum firmy NAVI CZ tvoří především významní hráči z oblasti automobilového průmyslu, ale nově i zástupce ropného průmyslu. Zhruba 50 % produkce směřuje do koncernu Continental Barum, zbytek – zhruba po 10 % – míří k firmám Kovárna Viva (zápustky, rámy, pouzdra či kompletní linky), Rostra Vizovice a Isolit-Bravo (postupové nástroje), Varroc Lighting

Systems (automobilové světlomety), Control Seal (ventily pro ropný průmysl) nebo Kovovýroba Hoffmann (karosářské díly a lisovací či tvářecí nástroje pro automobilový průmysl).

## Studenti se mohou leccos naučit

Na závěr je třeba zmínit to, že i když je NAVI CZ malou firmou, snaží se v rámci svých možností přispívat ke zkvalitňování tuzemského středního odborného školství. Studentům středních odborných učilišť a středních odborných škol ze zlínského regionu umožňuje vykonávat ve svém provozu odbornou praxi. „Myslím si, že práce u nás je pro mladé, začínající strojaře zajímavá a leccemu se u nás mohou naučit,“ shrnuje vzdělávací snažení firmy David Šoustek.

Společnost NAVI CZ, s. r. o., byla založena v roce 2000 lidmi, kteří se v oblasti strojírenství pohybují již dlouhá léta a mají tedy v tomto odvětví bohaté zkušenosti a rozsáhlé znalosti. Jejich výrobní prostory se nacházejí v otrokovickém areálu společnosti Continental Barum, což je vzhledem k hlavnímu předmětu činnosti firmy – výrobě a opravám forem a zařízení pro gumárenský průmysl, především pak pro výrobu pneumatik – ideální lokalita. V současné době má firma 30 zaměstnanců. Jednateli společnosti jsou Miroslav Masný a Kateřina Masná, ředitelem je David Šoustek.



Se softwarem StateMonitor získáte rychlý přehled o stavu strojů.

## Okno do dílny

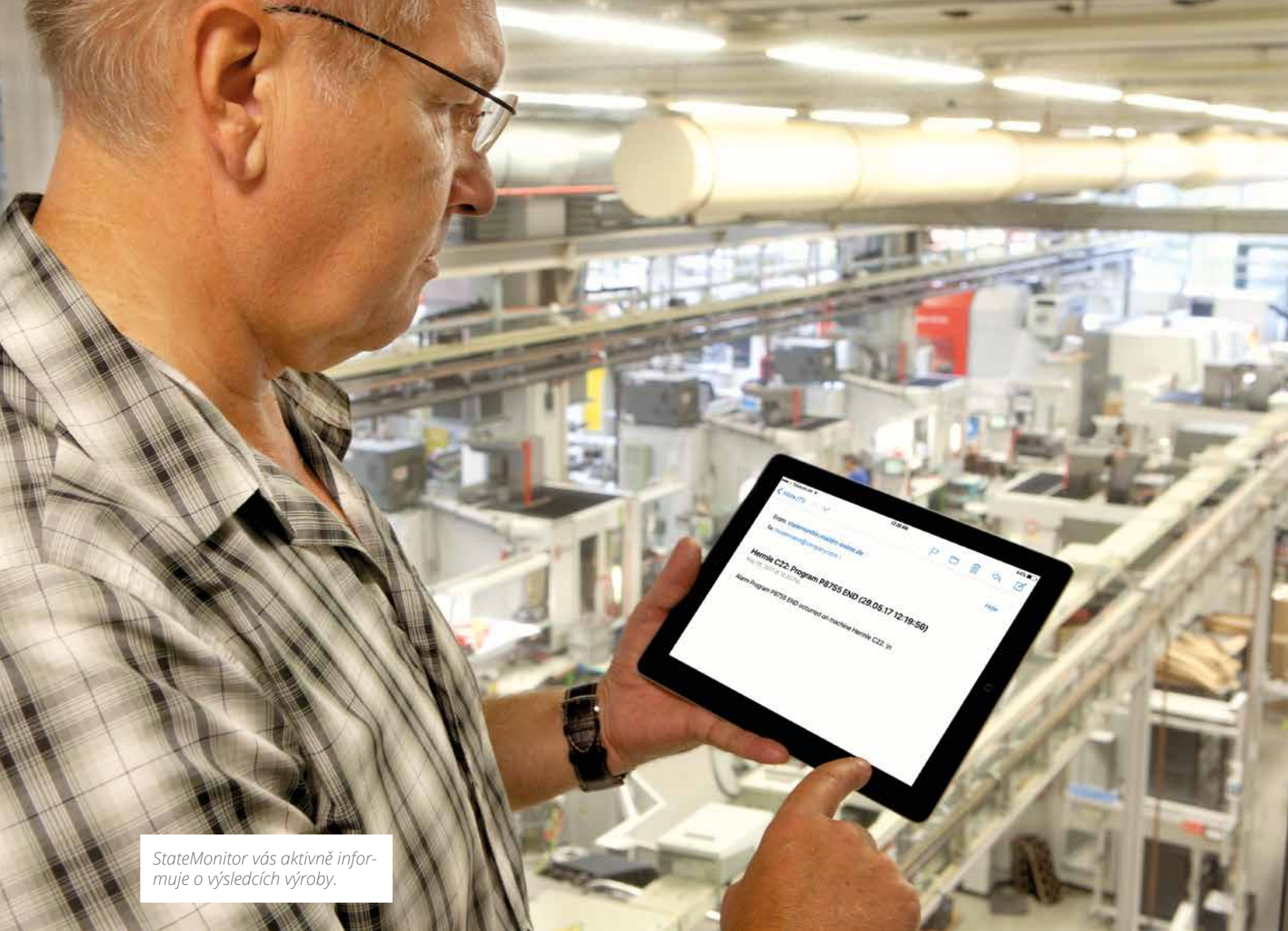
StateMonitor sleduje a vizualizuje důležité informace o strojích - okamžitě a nezávisle na typu stroje a řídicím systému

*Časy se mění: Nejlepším způsobem, jak v soukromém životě získat informace o novinkách a trendech bývají v minulosti toulky kolem výkladních skříní. Dnes si tyto informace vyvoláme online na obrazovku monitoru našeho počítače, tabletu nebo chytrého telefonu. Pro rozhodnutí o tom, která nabídka je pro nás nejlepší, máme navíc možnosti porovnávání a vyhodnocování. Co to všechno má společného s vaší prací a společností HEIDENHAIN? Velmi mnoho...*

V mnoha provozech patří stále k úlohám pracovníka výroby pravidelné obchůzky strojní halou. Přitom se informujete o nejaktuálnějším stavu věcí: běžící zakázky, obráběcí postupy, nutné výměny nástrojů, stav naplnění kontejnerů s třískami a nádrží s chladicí kapalinou, zásoba polotovarů, počet hotových obrobků u strojů a mnoho dalšího.

Mnohé z těchto obchůzek si ale můžete ušetřit, protože tyto informace můžete dostávat průběžně v digitalizovaném provedení. Kromě začlenění strojů do podnikové sítě, např. pomocí Connected Machining, je k tomu zapotřebí inteligentní software, který shromažďuje potřebná data, graficky je zpracuje a otevře vám tak pomyslné okno do vaší dílny : StateMonitor.





StateMonitor vás aktivně informuje o výsledcích výroby.



**HEIDENHAIN**  
StateMonitor

+ Vaše přímá linka k softwaru StateMonitor:  
[www.heidenhain.cz/statemonitor](http://www.heidenhain.cz/statemonitor)



StateMonitor podává v reálném čase informace o stavu každého jednotlivého stroje. A to nejenom u strojů s řídicím systémem HEIDENHAIN. Připojit můžete libovolné stroje, pokud jsou vybaveny některým z následujících rozhraní: HEIDENHAIN DNC, OPC-UA, MTConnect a Modbus. Podle rozhraní a řídicího systému stroje si pak můžete nechat zobrazit mimo jiné stav, provozní režim, program, hlášení stroje a override.

Tato data lze softwarem StateMonitor rychle a jednoduše vyhodnotit a využít pro zvýšení efektivity a produktivity. Pořizování a zpětná hlášení dat zakázky navíc umožňuje analýzu strojních dat vztažených k zakázce. Důležité přitom je, že zůstáváte pány svých dat. Protože software StateMonitor můžete konfigurovat zcela individuálně podle svých přání a potřeb vašeho výrobního prostředí. Definujete si rozsah vyhodnocování. Stanovujete přístupová prá-

va k datům. Určujete paměťová místa tak, jak to považujete za správné a přiměřené. A připravíte data pro systémy MES a ERP. StateMonitor se přizpůsobí vašim požadavkům a nikoli naopak.

# Takhle to jde s připojením do sítě

Connected Machining  
v praxi?

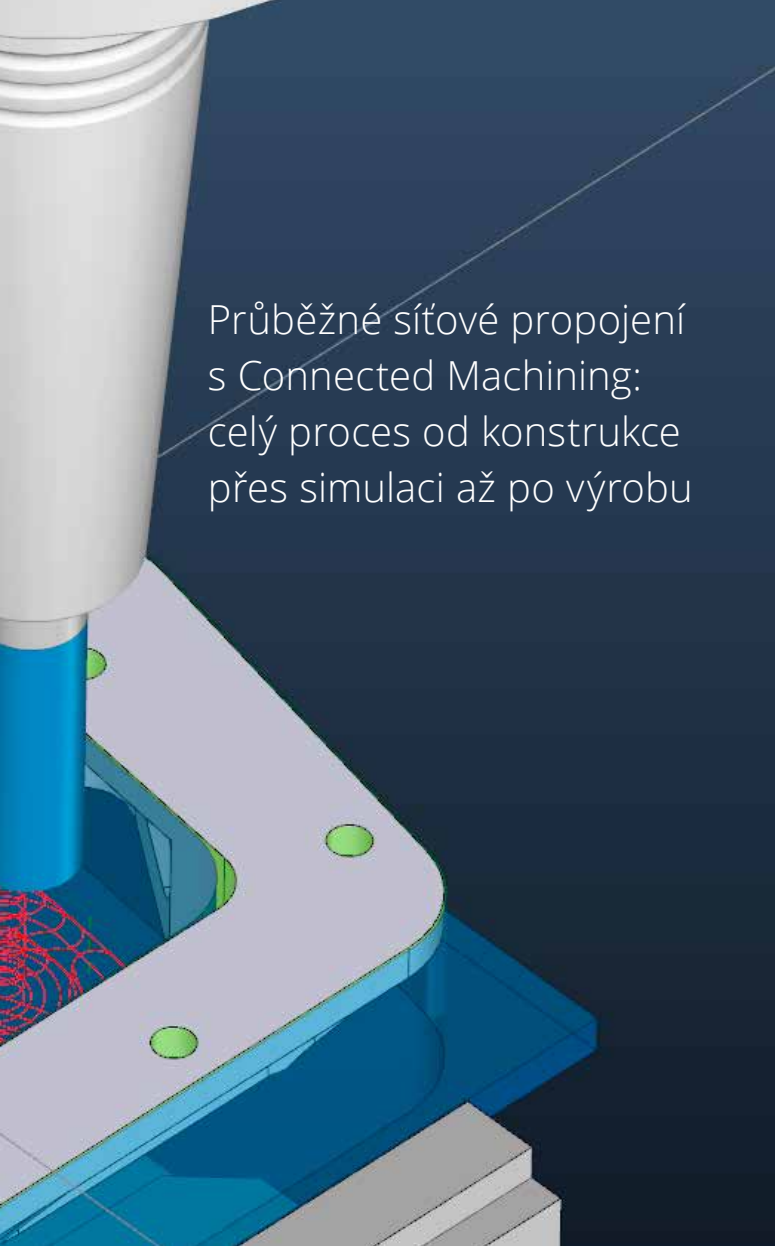
*Digitalizace, síťově propojená výroba, inteligentní továrna - tyto a mnoho dalších pojmů poukazují na témata, kterými se v současnosti intenzivně zabývá výrobní sféra. Co tím rozumíme a jaká řešení nabízíme prostřednictvím Connected Machining, bychom vám na tomto místě chtěli ukázat na příkladu výroby pedálu jízdního kola.*

Jak by mohla probíhat výroba, ve které jsou všechny pracovní kroky, od konstrukce až k finálnímu výrobku, vzájemně digitálně propojeny prostřednictvím Connected Machining? Na první pohled nic jiného, než klasická výroba, protože účastníci jsou a zůstanou stejní. Pouze tok dat mezi jednotlivými stanicemi je nyní digitální a zcela bez papírování. Connected Machining s řídicím systémem HEIDENHAIN je centrálním bodem informací pro vaši výrobu.

**Účastníky síťového propojení zpravidla jsou:**

- Konstrukce včetně CAM programování a simulace
- Příprava nástrojů
- Dílna s obráběcím strojem a řídicím systémem HEIDENHAIN
- Kontrola kvality
- Logistika nákupu polotovarů a nástrojů
- Logistika expedice pro dodávky hotových produktů
- Plánování a zpracování zakázek





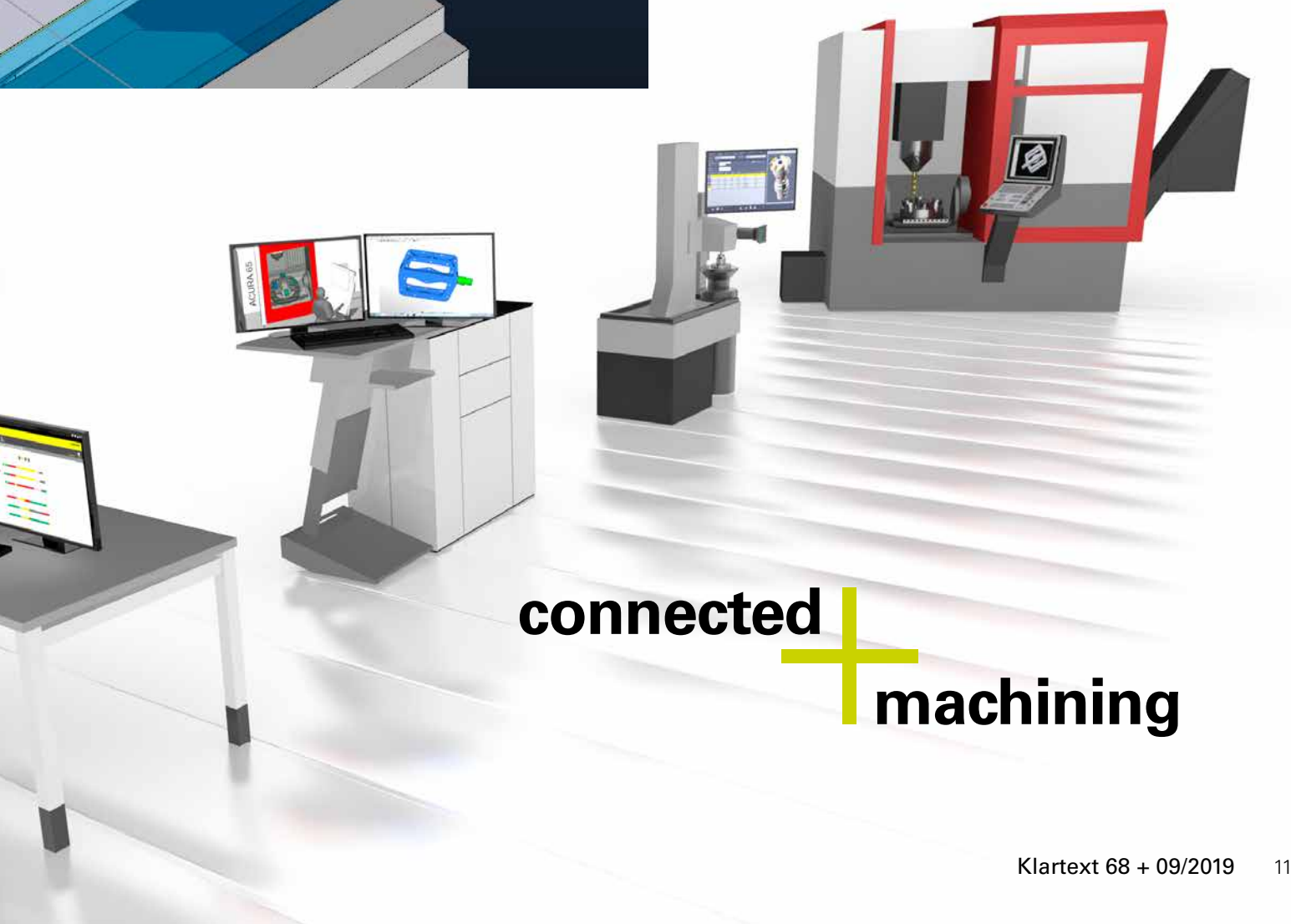
Průběžné síťové propojení  
s Connected Machining:  
celý proces od konstrukce  
přes simulaci až po výrobu

## Centrum této digitální sítě: Řídicí systém HEIDENHAIN

Začneme s naším příkladem síťově propojené výroby tam, kde se realizuje skutečná přidaná hodnota: v dílně. Na paletě stroje jsou upnuté polotovary připravené pro obrábění. Odkud však jako uživatel stroje víte, co se má dělat?

Obvykle obdržíte desky nebo obálku s nejrůznějšími informacemi, vytištěnými na větším či menším počtu listů papíru: výkresy, kusovníky, seznamy nástrojů, termíny atd. Pak začnete - často a zejména s hledáním. Protože podklady jsou jen v opravdu vzácných případech ve složkách uspořádány tak, abyste mohli na první pohled zjistit údaje důležité pro výrobu.

Při výrobě, která je síťově propojená pomocí Connected Machining, již tyto složky nepotřebujete. Protože díky řídicímu systému, např. TNC 640, máte přímý přístup ke všem podnikovým údajům důležitým pro výrobu, které jsou navíc vzájemně propojené.



**connected** + **machining**

## Přímá výměna: Konstrukční data a NC program

Prostřednictvím opce HEIDENHAIN Remote Desktop Manager máte z řídicího systému HEIDENHAIN přímý přístup do systému CAM. CAM systém zase využívá při tvorbě programu informace z databáze nástrojů.

## Průběžné informace: Plánování zakázek

Aplikace Batch Process Manager řídicího systému TNC 640 umožňuje naplánovat zpracování výrobní zakázky na stroji. NC programy a poloha obrobku upnutého na paletě jsou přitom vztažené k zakázce. Batch Process Manager navíc poskytuje informace o průběžné době výroby. Ty lze využít i pro plánování zakázek, např. pro plánování další logistiky pro zhotovené díly nebo pro plánování následných zakázek na stroji.

## Veškeré informace pohotově: Nástrojová data a nástroje

V zásobníku nástrojů ve stroji jsou již umístěny proměřené nástroje. Ty jsou označeny jednoznačným kódem na držáku nástroje. Při osazování zásobníku nástrojů jsou tato označení pohodlně načtena prostřednictvím skeneru. Díky tomu řídicí systém TNC 640 okamžitě ví, jaké nástroje jsou ve stroji k dispozici. Příslušná data přicházejí přes Ethernet přímo ze systému správy nástrojů.

Řídicí systém pro jistotu automaticky porovnává nástroje použité v NC programu s těmi, které jsou ve stroji k dispozici. Následně je zde zpětné hlášení o dosud chybějících nástrojích a předpokládané průběžné době obrábění. Můžete si také nechat zobrazit rozdílový seznam nástrojů, který obsahuje pouze nástroje, které musíte dodatečně připravit.

*Hotový obrobek:  
Pedál pro sjezdová kola*



## V pravý čas a se síťovým propojením: Dodatečná objednávka nástrojů

Pro dodatečnou objednávku nástrojů jsou použita data z plánování zakázek společně s daty ze správy nástrojů. V přípravě nástrojů okamžitě proběhnou požadavky pro dodatečně požadované nástroje. Na základě dat uložených ve správě nástrojů může 3D externí měřicí stanice okamžitě připravit a zkalibrovat nástroj.

Data jsou odeslána do správy nástrojů a měřený nástroj obdrží jednoznačný identifikační kód na držáku nástrojů. Program CAM a virtuální stoj tak mají opět přístup právě k těmto datům.

## Stále lepší procesy: Kontrola kvality

Na konci dodá automatické proměření nástroje ve stroji důležitá data pro kontrolu kvality. Tato data lze prostřednictvím řídicího systému pouze archivovat, nebo také přímo vyhodnocovat. Data jsou kromě toho také centrálně k dispozici pro jiné systémy, což umožňuje další optimalizaci všech článků procesního řetězce od NC programu až po nástroje.

# Průlom do další dimenze

Již asi deset let mohou uživatelé přímo ve svém TNC řídicím systému otevírat DXF výkresy a přebírat příslušná data do NC programů. Nový prohlížeč CAD-Viewer nyní otevírá nový rozměr.

*Pro výměnu konstrukčních dat ve 2D byl dlouhou dobu standardem formát DXF. Ale tak, jak se v kinech stal mezitím měřítkem dokonalosti 3D film, konstruují se v současnosti především 3D modely. 3D modely významně zjednodušují představu složitých obrobků. A je tedy logické, že společnost HEIDENHAIN následuje tento trend a připravila svoje TNC řídicí systémy pro soubory CAD ve formátu 3D.*

Pro práci se 3D soubory nabízejí TNC řídicí systémy prohlížeč CAD-Viewer. Například u řízení TNC 640 patří již od softwarové verze 05 ke standardním funkcím. S ním lze přímo na řídicím systému otevírat a prohlížet soubory ve formátech STEP, IGES a DXF. Tak můžete například v případě rozměrových nejasností nahlédnout do výkresu nebo otevřít v řídicím systému změněné výkresy a zkontrolovat data.

CAD-Import (opce 42) jako rozšíření prohlížeče CAD-Viewer umožňuje od nové softwarové verze 08 pohodlné přebírání dat zmiňovaných formátů přímo do NC programu.

## Opce CAD-Import podporuje dílensky orientované programování

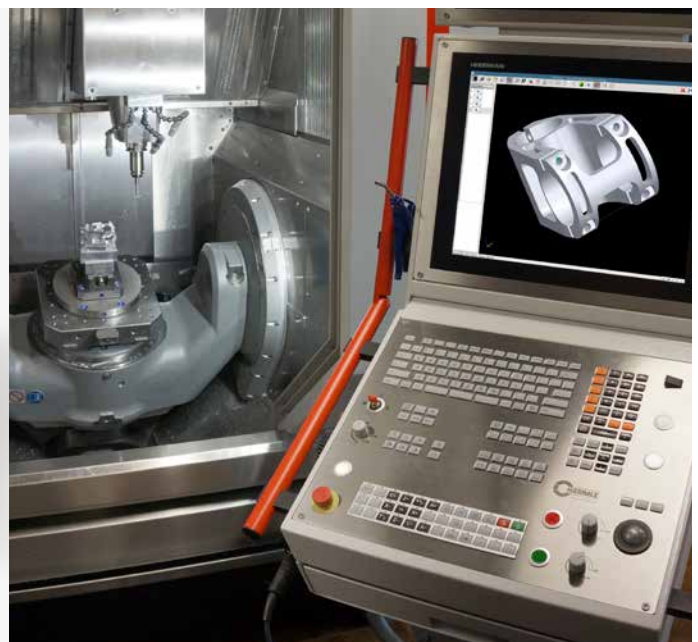
CAD-Import umožňuje přenášet obrysy a pozice ze 3D modelu do NC programu v řídicím systému nebo v programové stanici HEIDENHAIN. Nový CAD-Import navíc podporuje rozšířené formáty STEP a IGES. Z existujících 3D modelů již není třeba v mezikroku vytvářet samostatné DXF soubory. Kromě přebírání obrysů a pozic lze navíc v CAD-Importu definovat také nulový bod a nakloněnou rovinu obrábění. Také u soustružených obrysů je libo-

volné vyrovnání souřadného systému užitečné, pokud výkres nebyl vytvořen vhodně vzhledem k poloze obrábění.

Prohlížeč CAD-Viewer a zejména jeho rozšíření CAD-Import jsou účinnými nástroji pro dílensky orientované programování. Tvorba programu je nejenom rychlejší, ale díky přebírání dat také mnohem bezpečnější. Při dílensky orientovaném programování píše obsluha stroje NC program přímo na stroji.



3D data složitého dílce, např. držáku řídítek horského kola, lze převzít přímo do NC programu.



DOPORUČENÍ PRO VAŠI DÍLNU

## Jednoduchá výroba ozubení

Aktuálním trendem obrábění vnitřního ozubení je skiving. Programování složitých postupů zjednodušují zejména nové cykly.

*Výroba ozubení je pro mnoho kovoobráběčů stále skutečnou výzvou, kterou zvládají jen opravdoví specialisté. Tři nové cykly řídicího systému TNC 640 pro vysoce kvalitní vnitřní a vnější ozubení to však mění. Pomocí skivingu a odvalovacím frézováním vyrobíte přímá i šikmá ozubení jednoduše a hospodárně na jedno upnutí. Software umožňuje obojí obrábění jak při frézování, tak i při soustružení.*

Vnitřní i vnější ozubení pracují skrytě v nesčetných aplikacích, např. ve všech automobilech. Od jízdního kola po stavební stroje, od motorické podpory pedálového pohonu po nejvýkonnější hydraulické pohony velkostatků, jde vždy o jedno: aby do sebe ozubená kola v pohonech a převodovkách hladce zapadala. Výroba ozubení přitom dosud často probíhá na speciálních strojích, takže je nutno obrobky opakovaně upínat, což je časově náročné. Klasické postupy výroby ozubení jsou navíc značně zdoluhavé procesy. Obrobení na jedno upnutí pomocí dynamických cyklů pro výrobu ozubení na stroji s TNC řízením tak může ušetřit mnoho času, úsilí a nákladů.

### Jednoduché programování složitých pohybů

Nový cyklus 287 „ozubení-skiving“ podporuje uživatele při programování složitých parametrů pro výrobu ozubení. Zadat je nutno pouze údaje o geometrii ozubení a předvolit použití nástroje. Všechny ostatní výpočty, zejména pro náročnou synchronizaci pohybů, provede řízení TNC 640. Výroba vnitřního ozubení se tak stává snadno zvládnutelným standardem.

Aktuální úspěch skivingu, spočívá ve výrazně vyšší efektivitě a produktivitě oproti klasickému obrábění. Složité průběhy při skivingu umožňují nové ná-

strojové technologie a dynamické řízení pohybu řídicím systémem TNC 640 ve dvouřetenovém režimu. Předpokladem je pouze stroj, který je vybaven obrobkovým vřetenem (otočný stůl) s dostatečně vysokými otáčkami a příslušně konfigurovanou synchronizací vřeten.

## Odvalovací frézování snadno a rychle

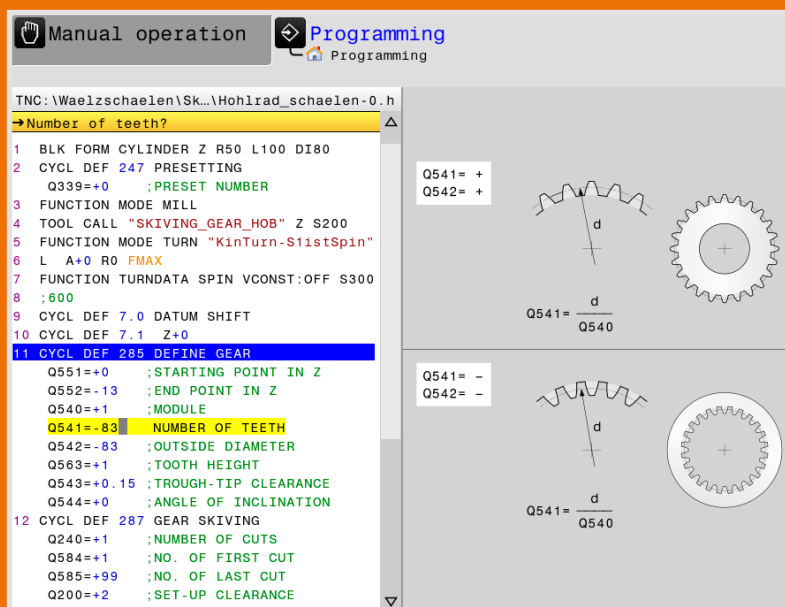
Stejně jednoduše jako u skivingu, tedy programováním na základě geometrie ozubení a definování nástroje, vám řídicí systém TNC 640 usnadní práci s cyklem 286 „Odvalovací frézování ozubení“. Odvalovací frézování, nebo také hobbing, je vhodné především pro vnější ozubení. Jeho přednosti tkví ve vysoké produktivitě a rozmanitých tvarech zubů, které lze vyrobit relativně jednoduchými nástroji

## Jednou definovat, stále používat

Základem nových cyklů pro výrobu ozubení je cyklus 285 „Definování ozubeného kola“. Slouží, jak již sám název napovídá, výhradně k definování geometrie ozubení. Díky tomu stačí, když geometrii ozubení definujete pouze jednou. Všechny další kroky obrábění, potřebné v průběhu výroby, např. hrubování a obrábění načisto, již používají tuto definici.

## Optimalizovaný lift-off (zdvižení) pro vyšší bezpečnost

Další předností nových cyklů je kromě snadného programování také aspekt bezpečnosti. Pro zamezení škodám při nepředpokládaném přerušení programu, např. při výpadku napájení, podporují cykly 286 a 287 optimalizovaný lift-off. Cykly přitom automaticky definují jak směr, tak i dráhu pro odtažení nástroje od obrobku.



K programování stačí jen málo informací o ozubení a nástroji

## Skiving

Postupy pro výrobu vnějšího, ale především vnitřního ozubení na strojích se synchronizovanými vřeteny.

### Přednosti:

- Obrábění složitých dílců na jedno upnutí
- Nejsou zapotřebí žádné speciální stroje
- Bez nutnosti opracování na dalším stroji, a tím získání času i kvality

## Odvalovací frézování (Hobbing)

Postupy pro výrobu vnějšího, ale jen výjimečně vnitřního ozubení. Potřebnou synchronizaci pohybů nástrojového a obrobkového vřetena lze realizovat mechanicky, synchronizační převodovkou nebo elektronicky, synchronizací v řídicím systému.

### Přednosti:

- Výroba nejrůznějších, i složitých tvarů ozubení
- Velká nabídka standardních nástrojů, snadno vyrobitelné speciální nástroje
- Vysoce produktivní výrobní postupy

## Lift off (zdvižení)

Označuje kontrolovaný a bezkolizní pojezd nástroje a nástrojového vřetena od obrobku při nepředpokládaném přerušení programu.

### Přednosti:

- Zamezení škodám na obrobku, nástroji a vřetenu
- Bezproblémové pokračování přerušného procesu obrábění po novém spuštění
- Automatický postup nevyžadující ruční zásah

+ Více informací k tématu:  
[amb.heidenhain.de](http://amb.heidenhain.de)





## To je HIT!

### Interaktivní výuka pomocí HIT 3.0, nové generace interaktivního školení HEIDENHAIN

*HIT je multimediální výukový koncept NC programování řídicích systémů HEIDENHAIN v TNC programovacím jazyku Klartext, založeném na dialogích pro dílenské programování. HIT podporuje začátečníky, pokročilé i profesionály při kvalifikované výuce i dalším vzdělávání - při samostudiu i při školní výuce. HIT 3.0 je možné instalovat do všech typů mobilních zařízení s prohlížeči kompatibilními s HTML5.*

První verzi HIT představila společnost HEIDENHAIN v roce 2011. Od té doby použilo interaktivní výukový program pro seznámení s programováním v jazyku Klartext více než 20 000 uživatelů. Novou verzi mohou nyní uživatelé používat bez náročné instalace a závislosti na platformě, a to v kanceláři, doma nebo na cestách: na počítačích, tabletech a chytrých telefonech pomocí běžných webových prohlížečů.

Výukový paket HIT „frézování – 3 osy“ v různých výukových modulech vysvětluje a prohlubuje znalosti o základních uzlech konstrukce CNC frézky a TNC řídicích systémů, jakož i základní funkce dialogového jazyka Klartext pro TNC řídicí systémy. K dispozici je také výukový modul Programování DIN/ISO, v němž jsou vysvětleny podstatné rozdíly oproti dialogovému programování Klartext.

#### HIT navazuje na úspěšné didaktické koncepty:

- Výukové podklady názorně zobrazují videa a animace.
- Účastníci jsou pro obsluhu a programování obráběcího stroje řízeného TNC systémem připravováni prakticky vedenými cvičeními a simulovaným programováním na TNC programovací stanici.
- Interaktivní znalostní testy opakovaně přezkoušují získané znalosti a poskytují účastníkům spolehlivou odezvu na stav jejich znalostí.



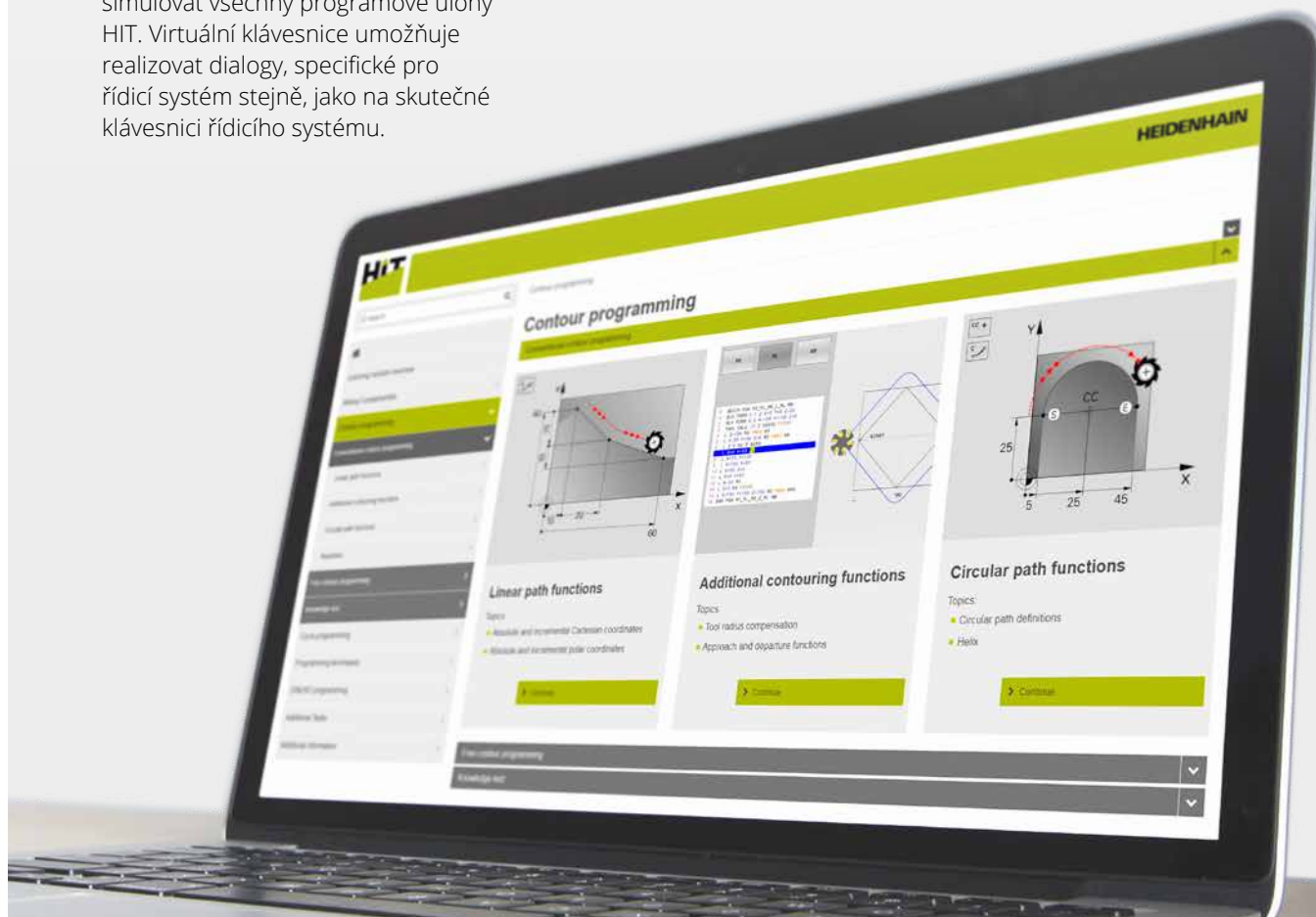
## Stavební prvky HIT

- Výukový software HIT vysvětluje všechny důležité prvky řídicího systému.
- Průvodní sešit HIT slouží jako návod k výukovému softwaru HIT, jako shrnutí znalostí nezbytných pro programování a jako referenční materiál po ukončení výukového bloku.
- Programovací stanice je věrným obrazem řídicího systému obráběcího stroje na počítači. Již bezplatná demo verze programovací stanice vám umožní provádět a graficky simulovat všechny programové úlohy HIT. Virtuální klávesnice umožňuje realizovat dialogy, specifické pro řídicí systém stejně, jako na skutečné klávesnici řídicího systému.

Správu nového výukového softwaru HIT zajišťuje nová **výuková platforma HEIDENHAIN**. Tato výuková platforma, která je odvozena z velmi rozšířené výukové platformy Moodle používané ve školách a na univerzitách, nabízí zejména vyučujícím skvělé doplňkové funkce. Třídní licence Premium tak umožňuje vyučujícím uložit vlastní výukové materiály a dát je studentům k dispozici jako dodatek k výukovému softwaru HIT. Vyučující navíc mohou pro své žáky vystavit personalizovaný certifikát, jestliže úspěšně absolvovali všechny znalostní testy.

## Výukové pakety

- Výukový paket HIT „frézování – 3 osy“ v nové verzi 3.0 nahrazuje dosavadní výukové pakety „HIT Klartext“ a „HIT DIN/ISO“.
- Nový výukový paket HIT „frézování – 5 os“ nahradí v příštích letech dosavadní výukový paket „HIT Schwenken 3+2“.



+ Všechny informace k výukovému paketu HIT „frézování – 3 osy“ a zejména k různým licencím:  
[www.klartext-portal.com/en/training/hit-learning-method](http://www.klartext-portal.com/en/training/hit-learning-method)



+ Průvodní sešity HIT v tištěné podobě k dispozici v českém jazyce (cca od 10/2019)



# HEIDENHAIN nabízí širokou škálu školení pro začátečníky i pokročilé

V sídle společnosti HEIDENHAIN s.r.o. v pražských Dolních Měcholupech je pro zájemce připravena široká nabídka školení a praktických cvičení.

***Bez promyšlené strategie zvyšování kvalifikace zaměstnanců si dnes firmy jen stěží dokážou dlouhodobě udržet konkurenceschopnost. To platí i ve strojírenství. V tomto odvětví již delší čas firmám v těchto snahách pomáhá i společnost HEIDENHAIN, která pro zaměstnance firem zabývajících se obráběním připravuje školení tzv. na míru.***

Tato školení se skládají z teoretické a praktické části a jsou určena jak pro začátečníky, tak pro zkušené pracovníky. Velmi významnou součástí těchto školení jsou kurzy zaměřené na diagnostiku strojů, které vhodně doplňují již osvojené znalosti technického personálu. Diagnostika je zcela klíčová fáze servisního procesu, díky níž získáváme prvotní informaci o poruše stroje. Na jejím přesném popisu závisí účinnost a rychlost servisního zásahu.

Ročně HEIDENHAIN uspořádá přes 60 školicích kurzů, přičemž školení probíhají standardně v prostorách pražské centrály HEIDENHAIN, ale po dohodě s lektorem se mohou některé kurzy konat i přímo u zákazníka na jeho vlastních strojích.

HEIDENHAIN velmi rychle zareagoval také na poptávku po distanční formě školení. Kdo nenajde čas na to, aby při-

jel do Prahy na prezenční školení, může využít přednosti výukového softwaru HIT, který je určen i pro úplné začátečníky bez jakékoliv znalosti programování. Kurz je didakticky dobře zpracovaný formou pěti základních modulů, obsahuje pracovní a cvičné sešity v českém jazyce a je doprovázen množstvím animovaných prvků, tutoriály a interaktivními příklady. Zatím je v českém jazyce k dispozici Frézování pro 3 osé stroje. V německé verzi dále Frézování pro 5 osé stroje a také Soustružení. Pracovat s touto pomůckou není náročné, ale pokud by někdo přece jen radu potřeboval, nabízí firma HEIDENHAIN cca půl denní zaškolení (týká se zejména instalace a obsluhy).

## V moderních prostorech

Centrála české pobočky společnosti HEIDENHAIN nabízí k účelům školení velmi moderní prostory. Nachází se v nich nejen učebna vybavená simulátory (programovacími stanicemi), ale i reálné výrobní stroje: obráběcí centrum Strojtos Lipník VMC40 se systémem iTNC530 (technologie tříosého frézování), Alzmetall GS600 se systémem TNC 640 (pětiosé obrábění, frézování/soustružení), VMC510L s řídicím systémem iTNC530, soustruh S42 k testování soustružnických aplikací na sys-

témech PILOT640 a MANUALplus 620 z produkce společnosti Kovošvit MAS.

Programovací stanice HEIDENHAIN využívají stejný software, jaké má řízení v provozní praxi, a proto se výborně hodí k výuce na středních odborných školách a pro doškolování. Následný přechod studentů k práci na skutečných strojích je tak výrazně snazší. Také pro další vzdělávání programátorů a studentů na odborných školách a učilištích jsou programovací stanice vítaným pomocníkem.





*V průběhu školení se účastníkům kurzů věnují naši lektori a individuálně vysvětlí, co je právě třeba.*

### Některá školení je možné zorganizovat více způsoby:

- ve školicím středisku HEIDENHAIN ČR
- výjezdem lektora k zákazníkovi do firmy
- jednodenním výjezdem lektora k zákazníkovi, a to po skončení kurzu ve školicím středisku



Sídlo společnosti HEIDENHAIN s.r.o. v Praze.

## Statistika školení v posledních 4 letech:



## Z historie školení

První školení české pobočky společnosti HEIDENHAIN zaměřené na obsluhu a programování TNC se konalo již v roce 1993. Tehdy byly pro tento účel k dispozici pouze dvě pracoviště (sídlo firmy se nacházelo v bytovém domě). Již v roce 1996 se však firma přestěhovala do nového objektu a možnosti školení se tak výrazně rozšířily.

V roce 2008 byla dokončena stavba nového sídla společnosti a školicí aktivity již byly zapracovány přímo do jejího projektu. Byla vybudována učebna vybavená 10 programovacími stanicemi a

školení v ní získalo naprosto nový rozměr, protože jej bylo možné rozšířit o praktické ukázky a výuku na reálných strojích. Pro tyto účely byl pořízen soustruh S42 z produkce Kovosvitu MAS a pětiosé obráběcí centrum MCV1210 od společnosti TAJMAC-ZPS. Pro základní školení obsluhy a programování je k dispozici tříosé vertikální obráběcí centrum VCM510 L od společnosti Kopretina SK. Tyto stroje jsou umístěny v přízemí budovy, kde se nachází dílna a kde probíhá praktická část kurzů. Obráběcí stroj je však nainstalován také přímo v učebně, jedná se o frézovací centrum od TOS Lipník.

V roce 2016 došlo k obnově strojního zázemí z hlediska dalšího technického vývoje a obráběcí centrum MCV1210 bylo nahrazeno multifunkčním pětiosým frézovacím centrem GS 600/5-FDT se systémem TNC 640 od společnosti Alzmetall, na kterém jsou předváděny účastníkům školicích kurzů různé speciální technologie.

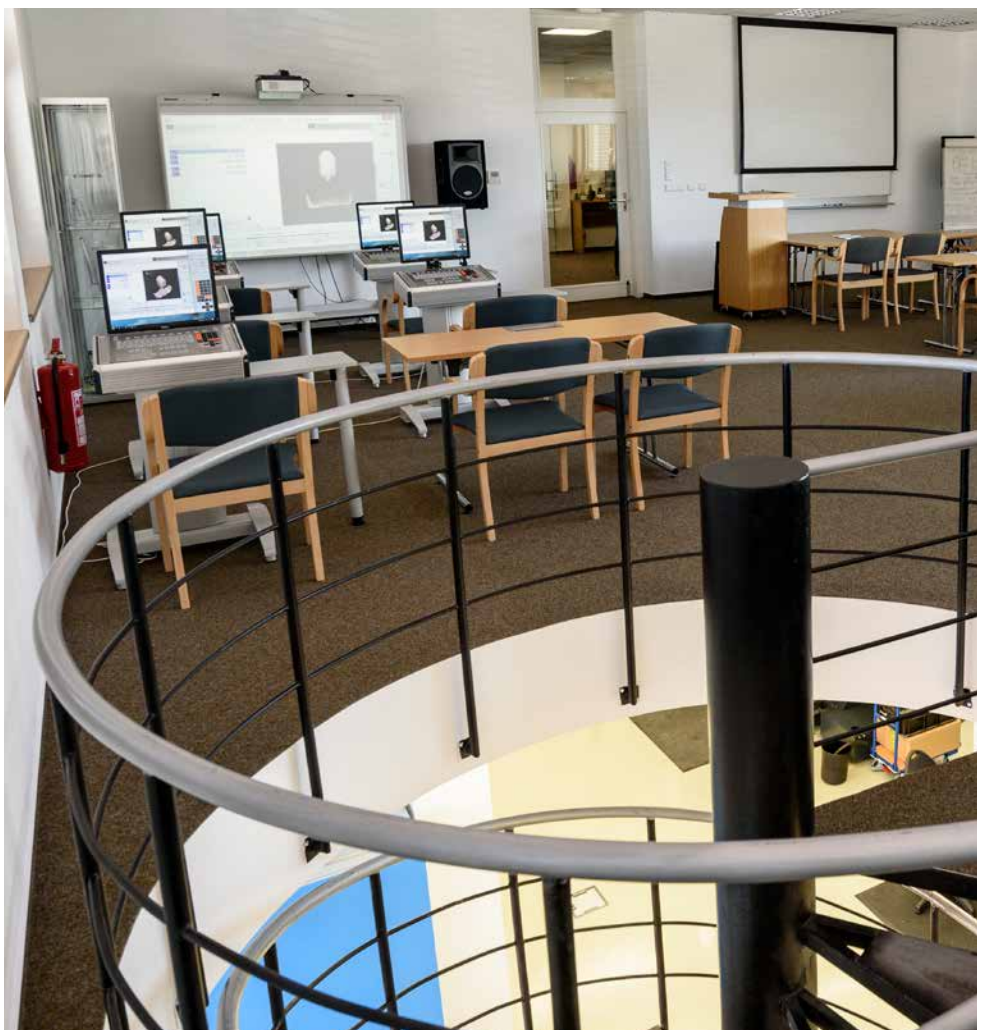
V loňském roce se uskutečnila dostavba školicího centra a dílny, takže nyní je k dispozici další nová učebna s pěti programovacími stanicemi. Ani letos nezůstala výbava prostor pro vzdělávání bez povšimnutí. Učební prostory jsou zcela



*Součástí kurzů jsou praktická cvičení na reálných strojích.*

nově ozvučeny a do dílny přibyl speciální měřicí přístroj Zoller „venturion“ 450/pilot 3.0, který je určen pro měření nástrojů s přesností 2  $\mu$ . Přístroj je vybaven čtečkou QR kódu s možností přímého zápisu do korekčních tabulek řídicího systému.

Výukové a vzdělávací centrum v nedávné době získalo také akreditaci Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR opravňující provádět vzdělávání pedagogů odborné výchovy na středních školách. HEIDENHAIN v tomto směru již spolupracuje se zhruba 85 středními školami a privátními akademiemi. Protože na kvalitní přípravě pedagogů společnosti HEIDENHAIN opravdu záleží, pořádá pravidelně tzv. zdokonalovací semináře pro pedagogy z odborných a technických středních škol. Právě letos se konal jeden z nich, během měsíce června se ho zúčastnilo cca 100 pedagogů, kteří zastupovali na 40 českých škol s technickým zaměřením. Zájem ze strany škol a pedagogů společnost HEIDENHAIN velice těší.



*Pohled do nových prostor učebny. Vše je připraveno pro další kurz.*

# Střední škola v Rokycanech dokládá, že těsná spolupráce se strojírenskými firmami je možná

Spolupráce technické školy s průmyslovou sférou - HEIDENHAIN a KOVOSVIT MAS.

*O technické talenty dnes nebojují jen firmy, ale i školy. Nejedna střední odborná škola se je proto snaží podchytit již na základních školách. Patří mezi ně například i Střední škola, Rokycany, které se to daří i díky tomu, že studentům nabízí velmi kvalitní technické zázemí, jež se škole podařilo vybudovat i díky dobré spolupráci se společností HEIDENHAIN a také s českým výrobcem obráběcích strojů Kovosvit MAS.*

Co konkrétně Střední škola Rokycany nabízí? Z technických maturitních oborů nabízí škola obor Mechanik – seřizovač. Jeho absolvent je kvalifikovaným samostatným pracovníkem v oblasti strojního obrábění na konvenčních a CNC obráběcích strojích. Po absolvování tak ovládá třískové obrábění kovových i nekovových materiálů, seřizování, obsluhu a údržbu číslicově řízených a konvenčních obráběcích strojů. Jeho znalosti pokrývají tvorbu technické dokumentace, navrhování technologických postupů pro výrobu součástí či vytváření programů pro obráběcí stroje. „Absolvent je připraven zastávat i poměrně náročné pracovní pozice, jako je seřizovač číslicově řízených obráběcích strojů, zařízení a linek či obsluha CNC obráběcích strojů a CNC obráběcích center,“ říká ředitelka SŠ Rokycany Ing. Irena Vostrá.

Kromě tohoto čtyřletého oboru má škola v nabídce také tříleté obory Strojní mechanik – zámečnický, Obráběč kovů, Opravář zemědělských strojů, Lesní mechanizátor a mechanik Opravář motorových vozidel – automechanik.

Odborný výcvik probíhá pod vedením zkušených a plně kvalifikovaných učitelů na pracovištích školy nebo pracovištích partnerských firem. Tam mají žáci jedinečnou možnost poznávat ostrý výrobní provoz, jeho režim a atmosféru, což jsou věci, se kterými se ve školním prostředí neseťkají.

## Být žákům co nejbližší

„Trendem výuky je co nejvíce ji přiblížit žákům. To se děje prostřednictvím moderních výukových programů, internetu, různých speciálních didaktických pomůcek apod. Máme také k dispozici velmi dobře vybavené multimediální učebny a učebny výpočetní techniky,“ pokračuje Irena Vostrá.

Součástí technického vybavení školy jsou i programovací stanice HEIDENHAIN. Žáci na nich programují podle zadané technické dokumentace, výsledky graficky simulují a chyby následně odladí na počítači. Naprogramovaný dílec pak vyrobí na frézce nebo soustruhu. Přenos programu z počítače na CNC stroj ale není možný bez znalosti technologie, a tak učitelé a mistři odborného výcviku vysvětlují a prakticky předvádějí, jak na to.

K pochopení základů CNC programování je velmi vhodná interaktivní tréninková metoda HIT od společnosti HEIDENHAIN. Na SŠ v Rokycanech učitelé odborného výcviku v současné době testují jeho demoverzi a v brzké době by tak měl HIT oficiálně rozšířit teoretickou přípravu tamních žáků. Nyní žáci SŠ Rokycany k výuce programování používají učebnice, které vytvořili učitelé odborného výcviku v rámci projektu „Investice do rozvoje vzdělání“, čímž reagovali na nedostupnost vhodné technické literatury zaměřené na tuto problematiku. Obsah jimi vytvořených skript koresponduje se strojním vybavením školy v návaznosti na školní vzdělávací plán.

## Reflektovat současné trendy

Za zmínku jistě stojí i to, že všechny CNC stroje v rokycanské střední škole mají jedinou značku – Kovosvit MAS. „Společnost Kovosvit MAS Sezimovo Ústí zvítězila v řádném výběrovém řízení a my jsme rádi, protože se jedná o českého výrobce s velmi dobře dostupným servisem,“ vysvětluje Irena Vostrá. A co tedy mají žáci v praktické výuce k dispozici? „Máme 10 CNC obráběcích strojů, pro výuku CNC soustružení soustruhy Masturn 32E, Masturn 550i s řídicím systémem HEIDENHAIN MANUALplus 620 a pro výuku CNC frézování frézovací centra převážně s řídicími systémy HEIDENHAIN iTNC 530 a HEIDENHAIN TNC 640. Jsou zde zastoupena centra MCV Quick 754,



MCV 750 Speed a pětiosé frézovací centrum MCV1000," vyjmenovává ředitelka školy.

„Mezi důvody pro pořízení CNC obráběcích strojů od Kovosvitu MAS Sezimovo Ústí byly především výborné reference od spolupracujících firem a fakt, že se jedná o českého výrobce, tedy že servis strojů je pro nás dobře dostupný," doplňuje Irenou Vostrou pedagog SŠ Rokycany Karel Veselý. „Škola se snaží svým vybavením reflektovat současné trendy a Kovosvit MAS je pro tento účel skvělý partner. Spolupracujeme s ním průběžně a velmi těsně, takže pro praktickou výuku nyní máme v podstatě vše, co potřebujeme – vedle tříosých obráběcích strojů máme stroje pro pětiosé obrábění, přičemž každý stroj je vybaven měřicími sondami a dalšími obvyklými náležitostmi," dodává Karel Veselý.

## Bez zapáleného týmu pedagogů by to nešlo

Žáky základních škol, kteří váhají, na jakou střední školu si podat přihlášku, se SŠ Rokycany snaží zaujmout systematickou prací s nimi. „Každý rok v listopadu pořádáme celotýdenní dny otevřených dveří. Během nich k nám autobusy vozíme žáky základních škol

z našeho regionu. Tito žáci v průběhu dne procházejí různými pracovišti, kde si činnosti, které se na naší škole vyučují, mohou sami vyzkoušet. V pátek a v sobotu pak mají možnost přijít zájemci z řad žáků i s rodiči," říká Irena Vostrá. Tím se však aktivity školy směrem k základním školám nevyčerpávají. Na konci ledna totiž v Rokycanech pořádají ještě jeden den otevřených dveří, kdy si žáci základních škol mohou přijít již individuálně pro podrobné informace o studiu také se svými rodiči.

Kromě dnů otevřených dveří pořádá SŠ Rokycany také kroužky pro základní školy a mateřské školky. Tématem jednoho z nich je například robotika. Kroužky se konají jednou měsíčně v odpoledních hodinách. „Děti k nám přivezeme autobusy, učitelé si je zde rozdělí na malé skupinky a postupně s nimi pracují na jednotlivých pracovištích. Po skončení děti odvezeme až domů. O tyto kroužky je velký zájem, chodí na ně pravidelně 50 až 60 dětí. Zhruba třetina absolventů těchto kroužků se následně hlásí ke studiu na naší škole," popisuje ředitelka Vostrá.

Pro vlastní žáky škola pořádá například kroužek CNC obrábění, kde získávají znalosti nad rámec běžné výuky. Jeho absolventi obdrží certifikát, jímž zvýší svou cenu na trhu práce.

Škole se daří i v různých soutěžích. V loňském školním roce se například umístila na prvním místě v robotické soutěži středních odborných škol z celého Plzeňského kraje. „Na MSV v Brně se naši žáci pravidelně účastní soutěže mladých strojařů v programování CNC obráběcích strojů v systému HEIDENHAIN, kde pravidelně obsazují přední místa," říká Karel Veselý. „V posledních několika letech naši žáci zvítězili v několika kolech této celotýdenní soutěže, jeden student byl dokonce celkově druhý. Úspěchy jsme zaznamenali také v různých krajských soutěžích. Tyto úspěchy samozřejmě přispěly k tomu, že škola byla následně úspěšná v různých dotačních programech," dodává Veselý.

Na závěr je proto třeba vyzdvihnout skutečnost, že přesto, že škola je relativně nová – vznikla v roce 1993, a nemá tedy zdaleka takovou tradici jako například regionální „konkurence", tedy SPŠ v Domažlicích nebo v Plzni, kvalitou výuky však dnes může těmto školám směle konkurovat. „To by samozřejmě nebylo možné bez pro věc zapáleného týmu pedagogů, bez něj by škola nebyla tam, kde dnes je," uzavírá Irena Vostrá.

# Pohony

Přesnost a kvalita povrchu, to jsou cíle náročných výrobních procesů. Osově motory na to mají rozhodující vliv.



*Pro dosažení špičkové kvality výroby investují podniky zabývající se třískovým obráběním velmi mnoho času a úsilí: do obráběcích strojů, řídicích systémů se speciálními funkcemi a opcemi, do nástrojů, měřicí techniky a samozřejmě také do kvalifikace pracovníků. Osovým motorům se v tomto ohledu, bohužel, zatím pořád věnuje málo pozornosti - zcela neprávem, jak bychom vám rádi ukázali.*

Dokonalé výsledky obrábění při třískové výrobě jsou výsledkem dokonalé souhry všech komponent obráběcího stroje. Tedy i osových motorů. Speciálně konstruované osově motory se přitom vyznačují vyváženou rušivou tuhostí, schopností akcelerace, jakož i malým zvlněním točivého momentu. Kromě toho je pro použití v obráběcích stroji velmi výhodné použití vysoce přesných optických snímačů a vysoké mechanické tuhosti stroje.

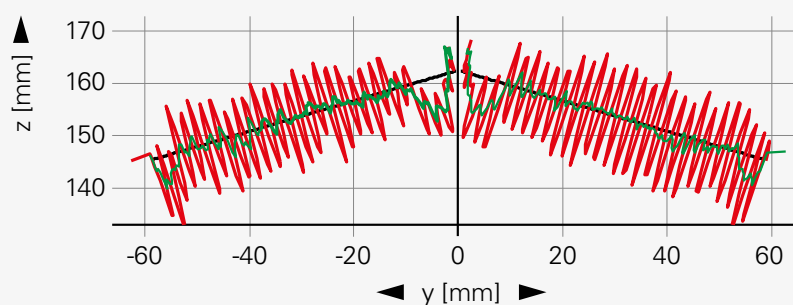
Motory pro automatizační techniku jsou naproti tomu navrženy více pro schopnost akcelerace celého systému. Kromě toho je u těchto motorů akceptováno značně vyšší zvlnění točivého momentu. Při použití v obráběcích stroji se to projeví viditelně horší kvalitou povrchu.

## Nezávisle na rušení

Lehký přívěs za velkým a silným vozidlem vnáší při poryvech větru nebo na nerovné vozovce do celé soupravy menší nestabilitu, než těžký přívěs vlečený stejně silným, ale malým a lehkým vozidlem. A to i přesto, že je lehký přívěs na tyto vlivy mnohem náchylnější než těžký. Na obráběcích stroji to znamená: co největší motor by měl pohánět co nejlehčí stůl, aby rušivé vlivy vznikající na stole, jako síly při frézování nebo vibrace, působily na celý systém co nejméně.

Při velkých rozdílech setrvačnosti motoru a zátěže by ovšem bylo nutné snížené zesílení regulace. Toto snížení

by vedlo k menší rušivé tuhosti a zajišťovalo by, že celý systém bude na rušivé účinky na straně zátěže silněji reagovat. Koncepte s co nejvyšším momentem setrvačnosti motoru by navíc byla v rozporu s co největší schopností akcelerace. Protože čím větší je vlastní setrvačnost motoru, tím větší moment musí motor vyvinout, aby celému systému, tvořenému motorem a danou zátěží, udělil požadované zrychlení. To má zase přímý vliv na náklady. Protože čím větší je maximální moment, tím dražší je motor, v němž musí být použity lepší magnetické materiály.



Naměřené odchylky od kontury při zkušebním obrábění:  
osově motory HEIDENHAIN s malým zvlněním točivého momentu (zelená čára),  
upravený motor se zřetelně většími odchylkami (červená čára),  
Faktor zvýšení odchylky od kontury: 1000



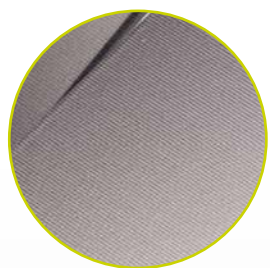
Navrženo speciálně pro obráběcí stroje:  
HEIDENHAIN - osové motory řady QSY



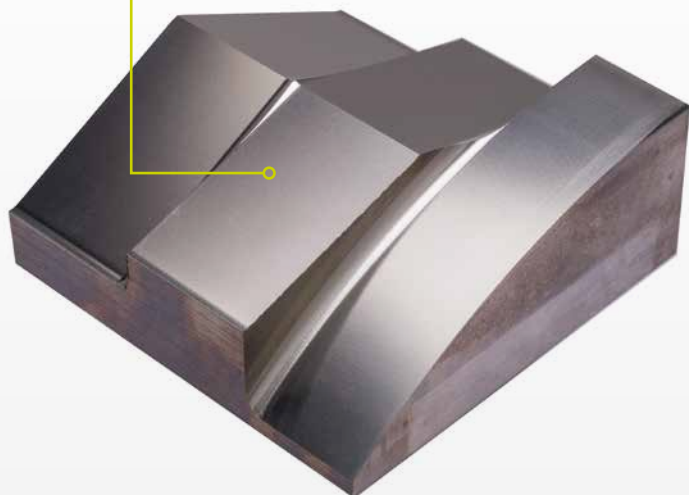
## Rovnoměrnost chodu motoru

Kromě rušení vnějšími vlivy plynou do vlastního systému také rušení způsobená motorem, která ovlivňují obrábění a kvalitu povrchu obrobku. Rozhodující je zde především zvlnění točivého momentu motoru, tedy kolísání daného momentu motoru v rámci jedné otáčky jeho hřídele.

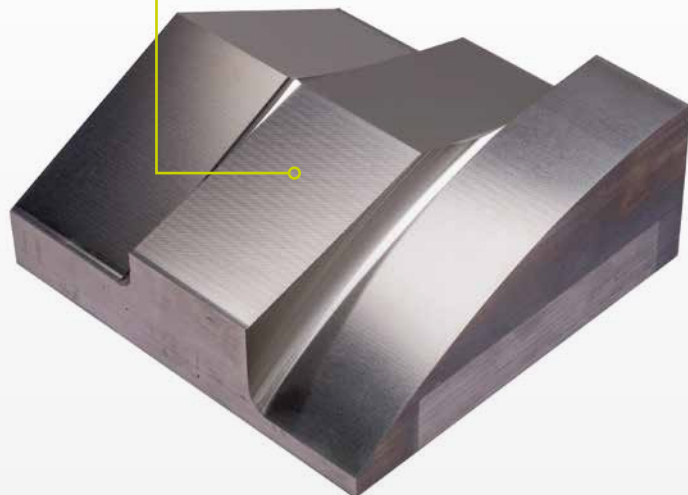
Kontroly dokládají účinky zvlnění točivého momentu motoru nejenom na základě naměřených dat, ale také viditelně na povrchu zkušebního obrobku. Osové motory, optimalizované pro obráběcí stroj, produkují rovnoměrně stoupající povrch bez stínování. Oproti tomu u motorů, určených primárně pro automatizaci a použitých na obráběcích stroji jsou účinky zvlnění točivého momentu zřetelně patrné v podobě stínů na šikmém povrchu.



Osový motor HEIDENHAIN, koncipovaný pro obráběcí stroj, obrobek s hladkým povrchem bez viditelných stínů.



Stroj vybaven motorem pro aplikace v automatizaci, který nebyl optimalizován pro obráběcí stroj.





PŘESNÁ VÝROBA

## Přesné dle tradice

Co mají japonské superexpresy Shinkansen společného s měřením polohy v uzavřené smyčce lineárními odměřovacími systémy HEIDENHAIN? Obojí jsou tradičně přesné!

*Přesnost obráběcích strojů při vysoké dynamice byla jedním z nejněžších témat na veletrhu JIMTOF v Tokiu. Jak důležité je přitom měření polohy lineárními odměřovacími systémy, předvedla společnost HEIDENHAIN na dvou modelech superexpresu Shinkansen. Konec konců, tyto japonské superexpresy jsou na celém světě pověstné díky následujícím vlastnostem: dochvilnost, tedy přesnost a dynamika.*

Zatímco se perfektní povrch jednoho modelu Shinkansen dokonale leskne, na druhém je dobře viditelná hrana. Příčinou tohoto rozdílu je způsob měření polohy ve výrobním procesu. U dokonalého modelu zjišťují lineární odměřovací systémy skutečnou polohu obrábění v lineárních osách v rámci řízení s uzavřenou smyčkou. Naproti tomu „hranatý“ model vznikl na stroji s určováním polohy prostřednictvím snímače servomotoru.

U řízení s polouzavřenou smyčkou se uplatňuje důležitá příčina polohových chyb obráběcího stroje: tepelně podmíněné odchytky významně ovlivněné vlastním procesem obrábění. Analýzy kuličkového šroubu ukazují, že se v důsledku valivého tření v závislosti na posuvu teplota kuličkového šroubu zřetelně a nehomogenně zvyšuje místy nad 50° C.

Protože se součásti stroje v závislosti na teplotě roztahují a smršťují, způsobuje kolísání teploty bez odpovídající kompenzace chyby pozoruhodné odchytky, jaké jsou viditelné i citelné na modelu Shinkansen. Bez lineárních odměřovacích systémů vedou tato axiální, tepelně podmíněná prodloužení ke tvarovým odchytkám zhotovených obrobků.

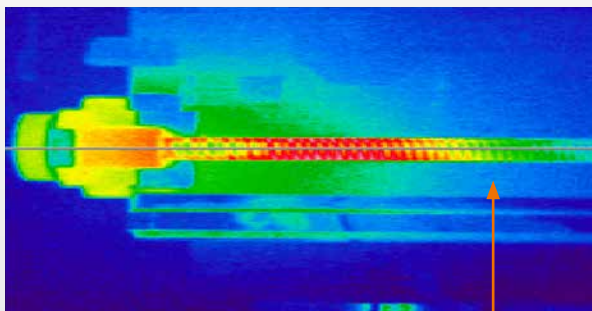
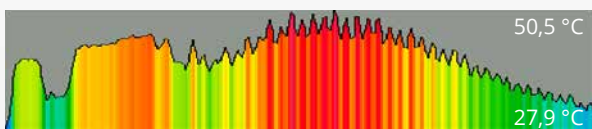
Použití vysoce přesných lineárních odměřovacích systémů v řízení s uzavřenou smyčkou se přirozeně nemění

nic na zahřívání a tím i na axiální roztažnosti mechaniky posuvu. Lineární odměřovací systém zjišťuje polohu osy, avšak nikoli na základě faktorů, které jsou zkreslovány tepelnou roztažností. Místo toho měří skutečnou polohu osy, čímž se v kombinaci s řízením osy tepelně podmíněný axiální drift kuličkového šroubu vyrovnává.

Totéž stejnou měrou platí pro rotační osy s mechanickými pohony. Také zde je možno snímání polohy pomocí převodu, ve spojení se snímačem na motoru (polouzavřená smyčka), nahradit vysoce přesným, teplotně neovlivněným měřením polohy pomocí snímače úhlu na ose stroje (uzavřená smyčka). Řízení v uzavřené smyčce vede i u rotačních os k výrazně vyšší přesnosti a opakovatelnosti.



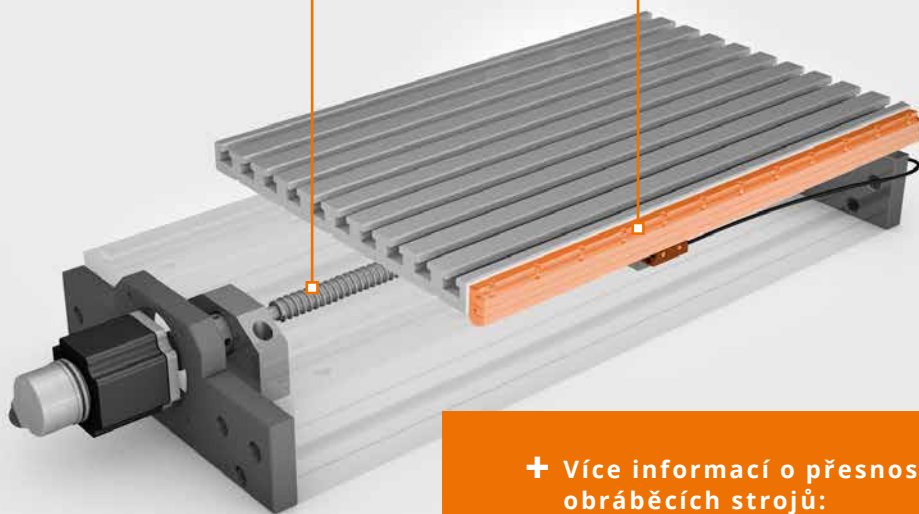
Dva modely Shinkansen a rozhodující rozdíl: při výrobě s řízením v uzavřené smyčce je povrch dokonalý, zatímco při řízení v polouzavřené smyčce vznikne na přední části hrana.



Pozoruhodné odchylky: během provozu se kuličkový šroub značně a nehomogenně zahřívá.



Kompensace tepelných odchylek: vysoce přesné lineární odměřovací systémy pro obráběcí stroje v řízení s uzavřenou smyčkou.



+ Více informací o přesnosti obráběcích strojů:  
[genauigkeit.heidenhain.de](http://genauigkeit.heidenhain.de)



# HEIDENHAIN



## HEIDENHAIN Interactive Training Intuitivní výukové prostředí pro NC programování

HIT představuje moderní výukové prostředí pro rychlé a snadné zvládnutí stavby obráběcího stroje, základů technologie a programování řídicích systémů TNC. Výuka je dostupná na mobilních aplikacích a dále prostřednictvím webových prohlížečů v počítači. Pracujete stejně jako na reálném stroji a rychle přenesete své znalosti do praxe. Další informace a licence k produktu naleznete na adrese: [www.klartext-portal.de](http://www.klartext-portal.de)

HEIDENHAIN s.r.o.

10200 Praha 10, Česká republika

Telefon +420 272 658 131

[www.heidenhain.cz](http://www.heidenhain.cz)

Úhlové snímače + Lineární snímače + CNC řízení + Indikace polohy + Dotyková měřidla + Rotační snímače