

## POSOUZENÍ BUDOUCNOSTI PRÁCE: ROBOTIKA

### 1 Úvod

Stroje jsou součástí lidského života již dlouho, k zásadnímu průlomů v používání strojních zařízení a strojů však došlo během průmyslové revoluce. V té době lidé obecně uznávali jejich význam a důležitost, ale reagovali velmi rozdílně: někteří stroje vnímali jako hrozbu, zatímco jiní v nich viděli slibné příležitosti. Dnes ve věku všudypřítomných technologií a uprostřed přechodného období nastala podobná situace, tentokrát však v souvislosti s inteligentními stroji a procesy.

Jak popíšeme níže, „všudypřítomná r/evoluce“ nastolí éru, kdy strojní zařízení a vybavení bude možné instalovat všude, i v lidském těle; roboty se stanou pomocníky lidí a v dlouhodobém horizontu také spolupracovníky.

### 2 Co je to robot?

Podle účelu použití můžeme robota klasifikovat jako průmyslový nebo servisní robot:

- Mezinárodní robotická asociace (*International Federation of Robotics*) definuje **průmyslový robot** jako „automaticky řízený víceúčelový reprogramovatelný manipulátor se třemi a více osami, které mohou být pevné či pohyblivé, určený pro průmyslovou automatizaci“ (v souladu s definicí v normě ISO 8373: 1994).
- **Servisní roboty** jsou určené k tomu, aby poskytovaly lidem podporu, doprovázely je či o ně pečovaly, sdílejí lidské prostředí a projevují základní inteligentní chování, které jim umožňuje plnit zadané úkoly. Dělí se na tři třídy: roboty 1. třídy nahrazují lidi při práci ve znečištěných a nebezpečných prostředích a při provádění zdoluhavých operací, roboty 2. třídy pracují v těsné blízkosti s lidmi a jejich účelem je zvyšovat jejich pohodlí, například formou zábavy, pomoci starším občanům, zajišťování péče o pacienty nebo práce společně s lidmi, roboty 3. třídy operují na lidech, např. zdravotnické roboty určené pro diagnostiku, chirurgické zákroky, léčbu a rehabilitaci.

Roboty byly původně vyrobeny, aby prováděly jednoduché pracovní úkony, ale postupně jsou čím dál víc rozvíjeny, aby také přemýšlely, za použití **umělé inteligence** (UI).

Existují dva druhy UI: slabá a silná. Slabá UI označuje stroj, který je závislý na softwaru navrženém pro specifický problém, který řídí jeho šetření nebo reakci. Nedosahuje vědomí, ale v zásadě se jedná o stroj řešící problémy v omezené oblasti použití (např. rozeznávání textu a obrazu, odborné systémy a šachové počítače). Naproti tomu silná UI označuje hypotetický stroj, který vykazuje chování nejméně tak obratné a flexibilní jako lidské chování.

Relativní výhoda robotů a inteligentních strojů je spojena s jejich schopností donekonečna a neúnavně provádět řadu různých pohybů a „přemýšlet“. Dnes se při navrhování robotů lidé zaměřují na schopnost robotů postupovat podle určitých vzorců, a v důsledku toho jsou roboty obecně vysoce specializované. V ne příliš vzdálené budoucnosti se to změní a roboty budou schopny plnit širokou škálu úkolů a imitovat a parafrázovat lidi. Tento vývoj bude částečně možný díky ohromnému zvýšení kapacity paměti robotů a aplikací UI, které poskytne přístup k obrovskému množství dat a umožní jejich používání pro řadu různých operačních úkolů.

### 3 Rozsah robotiky a prognózy do budoucnosti

Společnost se obecně posouvá od informační společnosti ke společnosti vědění a od společnosti vědění ke společnosti „všudypřítomného vědění“. Ve společnosti všudypřítomného vědění bude úloha, kterou mají hrát inteligentní a autonomní stroje, představovat klíčovou otázku pro tvůrce politik. Pozornost bude potřeba zaměřit na „technologické vlny“, jako je digitalizace, informační a komunikační

technologie a robotika, které jsou všechny stěžejními prvky ve vývoji této nové společnosti všudypřítomných technologií.

Strategie EU Robotika 2020 nastiňuje současný vývoj takto:

*„Technologie robotiky bude hrát v nadcházejícím desetiletí prim. Bude ovlivňovat každý aspekt práce a domova. Robotika má potenciál transformovat životy a pracovní postupy, zvyšovat úroveň efektivity, bezpečnosti a poskytovaných služeb a vytvářet pracovní místa. Její vliv bude postupem času růst stejně jako interakce mezi roboty a lidmi.“*

V 60. až 90. letech 20. století se většina robotů a robotika obecně omezovaly na průmyslové aplikace. V současné době roboty dosahují výjimečných schopností a robustnosti a robotika a UI mají obrovské důsledky pro řadu odvětví, jako je zbrojařský průmysl, bezpečnostní služby, zdravotní péče, doprava a logistika, zákaznický servis a údržba domácností. V oblasti servisní robotiky je pozoruhodný nedávný vývoj lékařské a osobní zdravotní péče a ještě větší míra autonomie a složitosti systémů není daleko společně s aplikacemi více zaměřenými na člověka.

Stejně jako nyní budou ve světě všudypřítomných technologií lidé komunikovat mezi sebou (člověk-člověk), a stroje budou komunikovat s lidmi (člověk-stroj), avšak stroje (včetně robotů) budou také komunikovat mezi sebou (stroj-stroj). Očekává se, že počet zařízení zapojených do komunikace stroj-stroj bude exponenciálně růst a že do roku 2020 počet „inteligentních předmětů“ schopných vzájemně komunikovat a spolupracovat s lidmi dosáhne přibližně 50 milionů.

Tento vývoj komunikace povede k obecně očekávanému „**internetu věcí**“, který popisuje systém založený na autonomní komunikaci mezi fyzickými předměty. Robotika bude s internetem věcí propojena mnoha způsoby a toto propojování v mnoha ohledech změní „starou“ síťovou společnost. Způsob, jakým se mobilní telefony a nositelné počítače, jako jsou „záznamníky aktivity“, staly součástí našeho každodenního života, implikuje, že lidé budou brzy žít ve „světě všudypřítomných technologií“, kde všechna zařízení (včetně robotů) budou plně propojena. V rámci probíhající revoluce internetu věcí se díky nepřetržitému rozšiřování robotů do mnoha činností každodenního života z robotických aplikací podporovaných internetem věcí stává hmatatelná skutečnost.

Pokrok v robotice v budoucnosti povede k vývoji partnerů, asistentů, domácích robotů, zdravotnických robotů, konstrukčních robotů, robotů – zvířecích mazlíčků, teleprezenčních robotů a robotů – hraček. Tyto robotické aplikace budou imitovat lidské a zvířecí chování a internet věcí a všudypřítomné aplikace umožní jejich vzájemnou komunikaci.

Všechny uvedené kvantitativní změny přinesou kvalitativní změny, které je s ohledem na složitost této problematiky téměř nemožné předvídat. Vysokorychlostní počítačové systémy již zaznamenaly příležitosti pro rychlejší, spolehlivější a přesnější rozhodování a jednání, avšak tento rychlý vývoj s sebou může nést i hrozby a rizika, jako jsou prudké změny na akciovém trhu způsobené vysokofrekvenčním obchodováním. Je snad vývoj příliš rychlý? Mohl by rychlejší vývoj všudypřítomných i jiných technologií přinést zvýšená rizika pro ekonomiku a společnost?

## 4 Robotika a budoucnost práce

Pokud jde o budoucnost práce, je důležité se zamyslet nad tím, do jaké míry mohou roboty nahradit či doplnit a obohatit práci člověka. Budoucnost, v níž by roboty byly dále vyvíjené hlavně pro to, aby plnily doplňující úlohu, by byla pro společnost nejméně náročná, jelikož lidé by nemuseli soutěžit s roboty a automaty a tradiční role by zůstaly do velké míry zachovány. Je však pravděpodobné, že tlak na ekonomiku a produktivitu povede spíše k substitučnímu přístupu, kdy robotika a automatizace nahradí práci jednotlivců a skupin. Celkově bude zapotřebí méně pracovníků pro práce, které jsou rutinní povahy nebo mají jasně definovatelné úkoly, protože je budou provádět průmyslové a servisní roboty. Uvedená technologická změna povede k relativnímu nárůstu poptávky po pracovnících s vysokoškolským vzděláním a snížení poptávky po pracovnících s nižším vzděláním, kteří tradičně vykonávají práce sestávající z rutinních kognitivních a manuálních úkolů. Toto takzvané „vyprázdnění“ středně kvalifikovaných pracovníků by mohlo v nadcházejících desetiletích vést ke ztrátě přibližně třetiny stávajících pracovních míst.

Uvedené dilema doplňkovosti/nahraditelnosti a otázka rovnováhy mezi zachováním pracovních míst a nezaměstnaností způsobenou technologickým rozvojem představují pro tvůrce politiky, podniky a širší občanskou společnost složitý problém. S širšími důsledky toho, jak robotika změní trh práce, ekonomiku a společnost, jsou spojeny závažné sociální a politické otázky. Debata o inteligentních

strojích a dopadu robotiky a všudypřítomných technologií na společnost, ekonomiku a zaměstnanost dosud byla spíše pasivní a zatím bylo vypracováno jen několik dobře strukturovaných pojetí týkajících se toho, jak moc se může robotizovaná a automatizovaná společnost vyvinout.

Obavy z nezaměstnanosti způsobené technologickým rozvojem se datují již do 19. století, kdy textilní dělníci v Anglii, tzv. Luddité, protestovali proti propouštění v důsledku zavádění nových technologií v souvislosti s průmyslovou revolucí. Nicméně obavy z toho, že rozvíjející se technologie by mohly nahradit velkou část lidské práce a vést k trvalé strukturální nezaměstnanosti, se postupem času ukázaly jako liché a pro mnoho ekonomů je to téměř nemyslitelná představa. Technologický pokrok ve skutečnosti celkově přinesl nárůst bohatství a počtu pracovních míst, alespoň z dlouhodobého hlediska, a nové technologie a vědecké vynálezy byly obecně vnímány velmi kladně. Éra robotiky a umělé inteligence však může představovat změnu takového rozsahu, jakou společnost ještě nezažila, a o možném dopadu na zaměstnanost, rušení pracovních míst a ekonomiku podle tohoto scénáře se zatím debatuje jen velmi málo. Mnoho konvenčních ekonomů se domnívá, že tržní mechanismy opět dokáží tyto problémy v dlouhodobém horizontu vyrovnat. Ale bude tomu tak opravdu?

## 5 Důsledky robotiky pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci

Jak je uvedeno výše, rozšiřování inovací v oblasti robotiky má významné důsledky pro budoucnost práce. Roboty nabízejí možnost udržovat vysoké úrovně průmyslové produkce v zemích s vysokými náklady práce. Zároveň umožní provádění produktivních činností a úkolů, které nemohou provádět lidé, jako je analyzování, kontrola a upravování obrovských objemů dat nebo práce v prostředích, která jsou příliš náročná nebo nebezpečná. V současném kontextu stárnoucí pracovní síly navíc roboty představují řešení narůstajícího nedostatku a hodnoty manuální pracovní síly.

Z pohledu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) rozšiřování robotiky přináší jak příležitosti, tak problémy.

Největším přínosem širšího využívání robotiky v oblasti BOZP by mělo být nahrazení lidí pracujících v nezdravých nebo nebezpečných podmínkách nebo prostředích. Autonomní roboty jsou užitečné zejména v kosmickém, obranném, bezpečnostním či jaderném průmyslu, ale také v oblasti logistiky, údržby a kontroly, kde nahrazují lidské pracovníky při vykonávání špinavých, monotónních nebo nebezpečných úkolů, a tak zamezují vystavování pracovníků působení nebezpečných látek a podmínek a snižují fyzická, ergonomická a psychosociální rizika. Roboty se například již používají na provádění opakovaných a monotónních úkolů, na manipulaci s radioaktivním materiálem nebo na práci ve výbušných prostředích. V budoucnosti budou roboty plnit řadu dalších vysoce se opakujících, riskantních nebo nepříjemných úkolů v mnoha různých odvětvích, jako je zemědělství, stavebnictví, doprava, zdravotnictví, protipožární ochrana nebo úklidové služby.

Nehledě na tento pokrok budou lidé pro některé dovednosti ještě nějakou dobu vhodnější než stroje a otázkou je, jak dosáhnout nejlepší kombinace lidských a robotických dovedností. Výhody robotiky zahrnují náročné pracovní úkoly vyžadující přesnost a opakovatelnost, zatímco mezi lidské výhody patří kreativita, rozhodování, flexibilita a přizpůsobivost. Tato potřeba kombinovat optimální dovednosti vedla k užšímu sdílení pracoviště mezi spolupracujícími roboty a lidmi a k vývoji nových přístupů a norem pro zaručení bezpečnosti tohoto spojení člověka a robota. Některé evropské země začleňují robotiku do vnitrostátních programů a snaží se podporovat bezpečnou a flexibilní spolupráci mezi roboty a obsluhou s cílem dosáhnout vyšší produktivity. Například německý Spolkový institut pro bezpečnost práce a pracovní lékařství (BAuA) pořádá každoroční workshopy na téma „spolupráce mezi člověkem a robotem“.

V budoucnosti se spolupráce mezi roboty a lidmi bude diverzifikovat, přičemž bude růst autonomie robotů a spolupráce mezi člověkem a robotem bude nabývat zcela nových forem. Současné přístupy a technické normy, jejichž cílem je chránit zaměstnance před rizikem práce s tzv. kolaborativními roboty, bude potřeba v rámci přípravy na tento vývoj revidovat.

S budoucím vývojem autonomních robotů a servisní robotiky jsou spojeny další problémy v oblasti BOZP, které bude nutné řešit:

- Robotika hraje významnou úlohu v inovacích ve zdravotnictví a v poskytování péče o staré osoby (včetně starších pracovníků). Robotická technologie je úzce spojena s vývojem protetiké a implantační technologie a tyto dvě oblasti jsou pro změnu silně závislé na neurovědě

a informatice. Nejnovější vývoj zahrnuje rozhraní propojující mozek s počítačem neboli BCI (z angl. *brain-computer interface*), protézy napojené na nervovou soustavu, umělý zrak, implantáty IKT a dokonce neuročipy (stále v raném stádiu).

Tato a další vylepšení v oblasti robotiky umožňují vývoj technologií pro vylepšování člověka, které neřeší jen zdravotní postižení, ale také zlepšují schopnosti zdravých lidí. Například tzv. exoskelety neboli vnější kostry či „nositelné roboty“ zvyšují schopnost pracovníků nosit břemena, ale využívají se také jako rehabilitační či asistenční pomůcky, které lidem s postižením umožňují přístup či návrat do práce. Zavádění technologií pro vylepšení člověka přináší nové nároky na řízení ochrany zdraví a bezpečnosti z hlediska monitorování nových rizik, ale také nové právní a etické otázky.

- Převážná většina lidí nemá žádné zkušenosti s interakcí s roboty, to se však brzy změní, jelikož interakce typu stroj-člověk v práci jsou stále čtenější. Nepřímé dopady komunikace mezi stroji nejsou obecně známé, ale mohly by být značné. Ergonomická a logistická uspořádání autonomních robotů vyžadují nové testovací a pilotní režimy v průmyslových odvětvích i ve službách a pracovníkům, kteří budou tyto roboty programovat, obsluhovat, zajišťovat jejich údržbu nebo s nimi sdílet pracoviště, by měly být poskytovány na míru uzpůsobené programy odborné přípravy.
- Vliv robotiky na motivaci a pohodu pracovníků a manažerů není obecně známý. Psychosociální faktory spojené s robotikou si v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci vyžadají více pozornosti.
- Vzhledem k rozdílné vyspělosti různých aplikačních oblastí není možné poskytnout jednotné pokyny k řízení bezpečnosti a rizik. V některých aplikacích jsou otázky zabezpečení a bezpečnosti řízeny profesionálně, některé robotické aplikace však mohou být méně bezpečné. Je potřeba provést více analýz zaměřených na zjišťování rizikových a nebezpečných činností v oblasti autonomní robotiky, zejména v zemědělském a potravinářském průmyslu, pečovatelských službách, zajišťování domácích prací, výrobních závodech, profesionálních službách a dopravě.
- Vzhledem k tomu, že profesionální servisní robotika představuje relativně novou oblast, nejsou otázky zákonné odpovědnosti v případě nehod ve veřejných prostorách ještě jasné. Před zavedením této technologie je zapotřebí provést více analýz právních předpisů týkajících se otázek odpovědnosti.

Existují tedy potřeby vypracovat bezpečnostní rámec pro autonomní průmyslovou robotiku a servisní robotiku. Hlavní strategická témata jsou 1) řízení technologií; 2) regulace a řádná správa a 3) uživatelská rozhraní a zkušenosti. Je potřeba vytvořit ve větší míře sdílenou evropskou znalostní databázi bezpečnostních metod pro méně inteligentní systémy (např. vozidla a automobily), aby bylo možné je přizpůsobit pro servisní robotiku a autonomní robotiku, která bude v budoucnosti „inteligentnější“.

## 6 Závěrečné poznámky

Dějiny ukazují, že nové technologie přinášejí nejenom nové výhody a možnosti, ale také nové náklady a hrozby. Panuje obecná shoda o tom, že změny se zrychlují a že budoucnost pro nás bude čím dál rychleji neznámou, zejména v oblasti robotiky a UI, kde jsou nové vynálezy a inovace představovány téměř každý týden. Mezi přínosy tohoto pokroku patří lepší zdraví, pohodlí, produktivita, bezpečnost a užitečnější data, informace a znalosti pro lidi a organizace. Potenciální nevýhody zahrnují problémy v oblasti ochrany soukromí a osobních údajů, přehnaná očekávání a rostoucí složitost technologií.

Je potřeba zvýšit evropskou spolupráci v těchto oblastech: 1) bezpečnostní požadavky robotiky (soubory požadavků, normy bezpečného provozu a osvědčené postupy); 2) vypracování pokynů k ergonomii robotiky; 3) metody pro zlepšování robotických aplikací v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví; 4) validační a ověřovací techniky (metody pro testování, zda jsou požadavky a pokyny správně uplatňovány); 5) zkušenosti a chování uživatelů v souvislosti s robotikou; 6) vzdělávací modely pro školení pracovníků zaměřené na práci s roboty; 7) osvědčené postupy regulace v oblasti průmyslové (zejména autonomní roboty) a servisní robotiky (zejména roboty pro péči a blaho) a 8) technologické

možnosti pro vytváření bezpečných systémů prostřednictvím odstranění či snížení možného rizika robotiky.

*Tento diskusní dokument vychází ze shrnutí delšího článku, který vypracoval Dr. Jari Kaivo-oja na základě zadání agentury EU-OSHA, a zahrnuje informace obdržené ze sítě kontaktních míst agentury na [semináři](#) konaném dne 11. června 2015 v Bilbau.*