

1 Úvod

Alba Metal je rodinná firma, sídlící v obci Ladná a zabývající se výrobou drátěných výrobků, převážně pro automobilový průmysl.

Cílem tohoto dokumentu je pomocí myšlenek Industry 4.0 pomoci firmě lépe plánovat a hlavně lépe sledovat výrobu. V současné době neexistuje v podniku efektivní plánování a monitorování výroby, informace o počtu vyrobených kusů je většinou dostupná až na konci směny.

Jedním z hlavních problémů je nemožnost sledování výroby drátěných výrobků v reálném čase. To znesnadňuje řízení výroby a výrazně snižuje efektivitu podniku. Návrhy řešení, uvedené v tomto dokumentu, vycházejí z celkové koncepce myšlenek Industry 4.0, nicméně aplikaci Industry 4.0 nemohou ve firmě plně pokrýt. Dokument je však přesto zaměřen nejen na partikulární řešení, ale i na fungování výrobního procesu jako celku, tzn. od přijetí objednávky, její vyřízení, až po uskladnění ve skladu a následnou expedici.

2 Průmysl 4.0

Hlavní idea Industry 4.0 spočívá v podstatě v nahrazení nekvalifikovaných operátorů autonomními stroji, roboty a softwarem, kteří převezmou opakující se a jednoduché činnosti ve výrobě, logistice i administrativě.

Typická továrna pak funguje tak, že objednávky generované z různých systémů zákazníků přichází přes internet, jsou zpracovány firemním SW robotem, je automaticky naplánována výroba, je monitorován stav zásob na skladě, jsou automaticky generovány objednávky materiálu, kontroluje se placení faktur, je řízena výroba na jednotlivých strojích a expedice.

Manipulaci s výrobky zajišťují průmyslové roboty a dopravu v rámci továrny robotická vozítka. Ta, případně vysokozdvizné vozíky, pak ve finále nakládají hotové výrobky do přistavených nákladních aut. Industry 4.0 jde ale ve svých myšlenkách ještě dál a to především díky zpětné vazbě, kdy je na výstupu kontrolována kvalita výrobku a podle odchylek od požadovaných hodnot jsou upravovány parametry stroje, který jej vyrobil. Další ideou Industry 4.0 je preemptivní údržba strojů, kdy se na základě statistiky vyhodnocují možné poruchy jednotlivých strojů a údržba je naplánována předem do nejuhodnějších okamžiků.

2.2 Přínos Industry 4.0

Podstatou Industry 4.0 je především velká autonomnost výrobního procesu a s tím spojená úspora peněz vynakládaných za zaměstnance a především vyšší efektivita práce. Stroje totiž mohou pracovat 24 hodin denně, 7 dní v týdnu a výrobu na nich může plánovat

optimalizační software. Odstraní se tak neoptimality a chybovost v celém procesu výroby způsobené lidským faktorem.

2.3 Možnosti pro Alba Metal

Koncepce Industry 4.0 vznikla v Německu, které je jedním z největších světových producentů automobilů. Je proto přirozené, že dodavatelské firmy pracující pro německý automobilový průmysl budou jedny z prvních, které se podle konceptu Industry 4.0 budou řídit. Ušnadní to totiž celý proces produkce dílů a firmy, které se nebudou schopné do sítě Industry 4.0 zapojit, budou ve značné nevýhodě, protože nebudou schopny dostatečně efektivně produkovat potřebné výrobky.

2.4 Možnosti IS Helios

Helios je podnikový informační systém, jehož verze Orange, určená pro malé a střední podniky má v ČR více než 6000 zákazníků. Výhodou Heliosu je to, že je vytvářen českou společností a po celé ČR jsou menší firmy, které jsou schopny doprogramovat další části přesně podle požadavků zákazníka.

Hlavními částmi Heliosu jsou moduly pro řízení společnosti, řízení lidských zdrojů, výrobu, finance, obchod a marketing. Kromě toho disponuje množstvím oborových řešení (např. pro automobilový průmysl, stavebnictví, strojírenství a další), které jsou vytvořeny přímo pro konkrétní oblast, kterou se daná firma zabývá. Helios tak disponuje např. i MES modulem, který umožňuje efektivnější plánování výroby podle požadavků zákazníka.

3 Hlavní problémy a jejich řešení

3.1 Výroba

3.1.1 Ohýbací stroje

Stávající stav

Hlavním výrobním artiklem firmy jsou ohýbané dráty. Firma proto disponuje několika typy ohýbacích strojů, které jsou různého stáří a funkčnosti. Větší polovina z nich jsou relativně nové stroje od firmy Wafios. Tyto stroje jsou schopny z odvíjeného drátu přímo vyrábět požadované výrobky a to buď pomocí jedné, nebo dvou ohýbacích hlav. Několik dalších strojů je schopno dráty narovnávat a odstříhávat z nich kusy požadované délky. Jiné stroje pak z těchto kusů naohýbají požadovaný výrobek. Cca $\frac{3}{4}$ strojů má možnost připojení do sítě LAN, u dalších je možnost připojení dodělat. Pouze dva nejstarší stroje připojení nemohou mít vůbec.

Na vstupu do výroby jsou většinou cívky smotaného drátu. Ten má různou tloušťku, tudíž délka smotaného drátu je závislá na jeho tloušťce. Délka drátu je přepočítávána podle jeho

hmotnosti. Cívka smotaného drátu se umístí na odvíječ drátu, ze kterého se pak drát odmotává. Podle intenzity výroby a množství drátu vydrží jedna cívka cca týden. Drát se typicky nespotřebuje najednou, ale podle potřeby výroby se odvíječe s různou tloušťkou drátu u jednoho stroje mění. Částečně odmotané odvíječe s drátem se ukládají do skladu, odkud se znovu berou. Ohýbací stroje disponují jakýmsi „zásobníkem“ na hotové kusy. Veškerou manipulaci s výrobky provádí ručně operátoři výroby. Pokud je stroj automatický, jeden operátor může obsluhovat strojů více. Pokud je stroj manuální (tzn. nemá odvíječ drátu), může být jeden operátor jen na jednom stroji, protože je nutné polotovary ručně do stroje zakládat.

Řešení - varianta 1

Podle dodaného seznamu ohýbacích strojů je většina od německé firmy Wafios. Ta se specializuje na výrobu strojů pro ohýbání drátů, trubek a tyčí. Jejich stroje jsou vybaveny OPC UA (Open Platform Communication – Unified Architecture) rozhraním. To umožňuje tzv. machine-machine komunikaci nebo připojení do vyšší úrovně řízení. Stroj je tedy schopen posílat real-time informace o své činnosti do firemního MES nebo ERP systému, kde se pak bude dávat sledovat průběh práce, plnění plánu, kdo je operátor stroje a další. Kromě toho firma Wafios nabízí vlastní odvíječe drátu, které jsou také schopny komunikovat s připojeným strojem.

Řešení - varianta 2

Na opačném konci možností řešení je vytvoření vlastního systému, který bude kontrolovat, zda stroj vyrábí, či nikoliv. Vzhledem k tomu, že většina strojů používá odvíječ drátu, javilo by se jako ideální umístit vlastní měřicí systém na tento odvíječ. Pokud se odvíječ otáčí, znamená to, že stroj vyrábí, v opačném případě nikoliv.

Existují dvě možnosti. První spočívá v umístění čidla na samotný odvíječ, které bude kontrolovat otáčky odvíječe. Druhou možností je umístit čidlo na motor odvíječe, protože se dá předpokládat, že pokud stroj pracuje, je odvíječ také v činnosti a tudíž se otáčí motor odvíječe. Pro oba dva způsoby by se dalo použít levné řešení založené na minipočítačích např. Arduino, Raspberry Pi apod, které by po vybavení displejem mohlo sloužit i jako počítadlo otáček, z čehož by se pak dalo zjistit, kolik metrů drátu už bylo odvinuto a kolik ještě přibližně zbývá. (Jedná se však o velice hrubý odhad.) Počítadlo by se pouze při instalaci nového drátu na odvíječ muselo vynulovat a nastavit tloušťka drátu. Nevýhodou tohoto řešení je předpoklad, že stroj vyrábí, pokud se odvíječ otáčí. Může se totiž také stát, že se bude odvíječ otáčet naprázdno.

Řešení - varianta 3

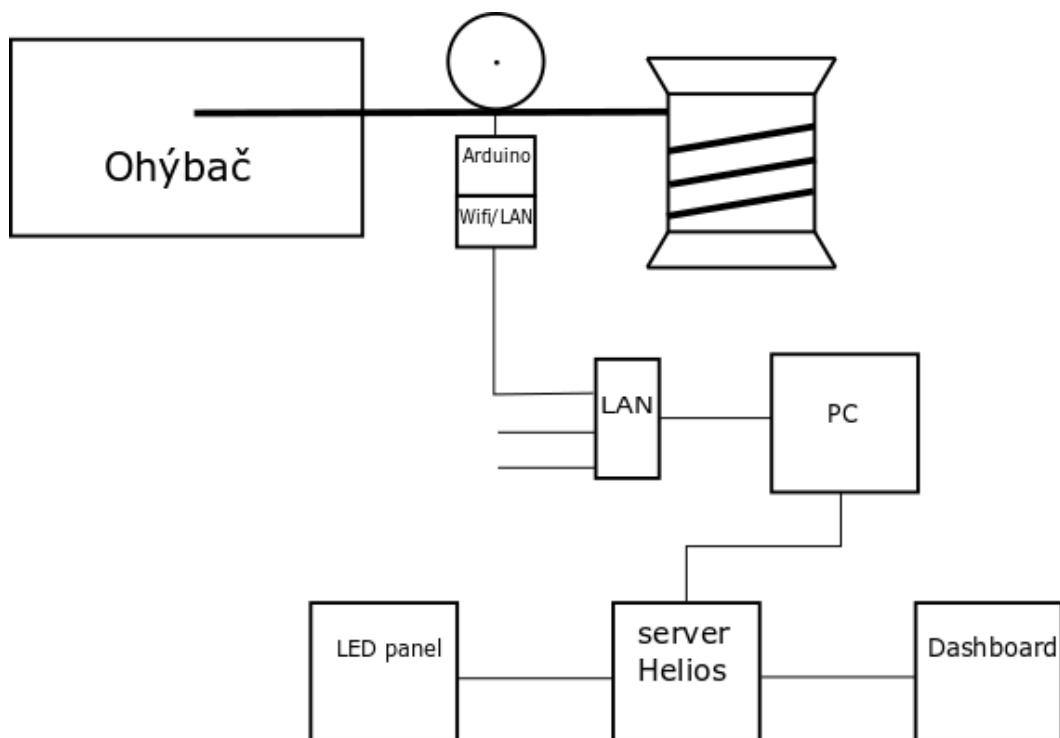
Další možností je umístění speciálního odvalovacího měřidla drátu mezi odvíječ a ohýbačku (Obr. 2). V tomto případě by měřidlo měřilo přímo odvíjený drát, tzn. eliminovala by se možnost, že se otáčí prázdný odvíječ. Velkou výhodou tohoto řešení je, že by dokázalo nést informaci, kolik bylo vyrobeno výrobků a kolik materiálu zbývá na špulce v odvíječi.

Tyto informace by měly podstatný vliv jednak na plánování výroby, aby nedocházelo během výrobní série k výměnám špulek s materiálem, ale také by vedly k informacím o množství neshod během výrobních sérií.

Tato varianta řešení by byla schopna i poskytovat informaci o rychlosti výroby. Zachytily by se tak případy, kdy operátor svévolně sníží rychlost stroje. Tato informace, pokud by byla zaznamenána, může být zobrazena přímo ve výrobě předákovi směny, případně může být upozorněn management. Pokud by se sledovala i informace, který operátor u kterého stroje vyrábí, pomocí například čipových karet, bylo by možné tuto informaci přiřadit ke konkrétnímu operátorovi.

Konkrétní návrh pro Variantu 3

Použít odvalovací kolečko s dostatečným třením a např. optickým enkodérem (Obr. 1). Pulzy získané z enkodéru pomocí čítače čítat v Arduino (např. Arduino UNO). To bude pomocí TCP/UDP protokolu přes LAN/Wifi modul posílat už zpracované informace o délce odvinutého drátu a o počtu vyrobených kusů. Uvedené informace od senzorů na všech strojích se budou shromažďovat v PC, odkud se budou hromadně, v pravidelných intervalech (např. 1x za sekundu) posílat do SQL databáze na serveru. Helios disponuje rozhraním na SQL server, tzn. opět v pravidelných intervalech bude data vyčítat a pomocí vytvořeného pluginu zobrazovat na Dashboardu (kap. 3.1.8). Informace z SQL serveru se také dají zobrazit na LED panelu (kap. 3.4). V okamžiku začátku výroby nového výrobku se musí Arduino poslat požadavek na vynulování čítače.



Obr. 1 Schéma měření délky odvinutého drátu pomocí odvalovacího měřidla. To je umístěno na rovné části drátu mezi odvíječem a ohýbačem. Senzor posílá data přes síť (Wifi/LAN) do počítače, tam se data zpracují a ze všech strojů naráz se posílají do databáze. Odtud se mohou zobrazit např. na LED panelu ve výrobě, či na dashboardu managementu firmy.



Obr. 2 Příklad měřiče délky od firmy Aterm [1].

Řešení - varianta 4

Poslední možností pak je umístit odvíječ na váhu a drát vážit. Ze známého průřezu a hustoty drátu se může spočítat délka drátu. Toto řešení přináší stejné výhody jako varianta 3, ale bude nákladnější.

Při porovnání popsaných variant řešení pro odvíjení drátu je na první pohled zřejmé, že použití komunikace přímo z ohýbacího stroje (Wafios) je korektní řešení. Napojení do podnikového IS by pak měla zvládnout firma, která implementuje IS Heliosu.

Co by v tomto případě nemuselo fungovat, je počítání odvinutého drátu, to by záleželo na tom, jaké informace je schopen předávat odvíječ ohýbači a ten následně přeposílat dál. Otázkou je dále cena tohoto řešení, neboť se jedná pouze o SW zprovoznění komunikace mezi ohýbačem a nadřazeným serverem plus implementace do Heliosu.

Naproti tomu řešení s vlastními senzory a mikroprocesory by se muselo navrhnout, otestovat a vyrobit "na míru" tak, aby plnilo všechny požadavky a bylo dostatečně robustní. Také by se muselo vyřešit napájení a připojení buď pomocí wifi nebo LAN. Cena za samotný HW by se pak mohla pohybovat v řádech tisíců korun, je však potřeba si uvědomit, že by každý navíječ (případně ohýbač) musel mít svůj zvláštní senzor. Stal by se tak odvíječem "inteligentním".

Stejně tak v případě odvalovacího měřidla by se pravděpodobně muselo uzpůsobit některé ze stávajících řešení pro tento konkrétní úkol - především by šlo o možnost připojení měřidla do počítačové sítě. Je zde ovšem nutno počítat s tím, že cena jednoho odvíječe se může blížit k deseti tisícům Kč.

Poslední řešení je vážení drátu. To by znamenalo pro každý stroj pořídít průmyslovou váhu, např. viz [2]. Opět vzhledem k nutnosti mít váhu pro každý stroj a ceně váhy přes 10 tis. Kč se jedná o ne zrovna levné řešení.

Počítání výrobků

Na výstupu výrobků ze stroje je současný stav takový, že výrobky jsou počítány v podstatě "ručně" a je určité žádoucí nějakou automatickou formu počítání implementovat. Pomůže to

jednak při výrobě a také při kontrole skladových zásob. Navíc se dá výstup ze stroje zkombinovat s měřením drátu na vstupu do stroje a dosáhnout tak přesnějších výsledků. Stejně tak by bylo dobré eliminovat nutnost ručního odebírání výrobků, což se děje především u starších strojů. U novějších je situace taková, že výrobky buď padají do přistavené bedny nebo padají/jsou robotickou paží přemístěny na kolejnicový zásobník, odkud pak kusy odebírá obsluha. V tomto případě by bylo vhodné výrobky na výstupu opět počítat. Tady se naskytá možnost použít buď akcelerometr, který by měřil otřes při dopadu výrobku nebo optické čidlo, které by detekovalo pohyb výrobku. Vzhledem k cenám akcelerometrů a mikroprocesorů by cena jednoho takového čidla mohla být stovky až tisíce Kč.

Co se týče starších ohýbačů bez odvíječe drátu, pokud by byla možnost je připojit přes LAN do sítě, daly by se z nich možná posílat i informace o provozu a počtu vyrobených kusů. Ale vzhledem k jejich stáří a nebezpečnosti provozu a hlavně vzhledem k faktu, že u každého musí být stále jeden pracovník (zatímco v případě ohýbačů s odvíječem stačí jeden pracovník na více strojů) by bylo dobré zvážit jejich výměnu či revitalizaci.

3.1.2 Svařovací stroje

Některé výrobky se kromě ohýbání dále svařují. Svařování se provádí na pracovišti, kde z každé strany je jeden pracovník a mezi nimi je svařovací robot. Zatímco jeden pracovník zakládá požadované díly do šablony, robot svařuje díly od druhého pracovníka. Po té, co jsou díly svařeny, pracovník zvedne oddělovací stěnu mezi ním a robotem, vyndá svařený výrobek, zkontroluje a dá do krabice.

Návrh řešení

Zakládání do šablony by bylo možné robotizovat, protože se jedná o pevnou šablonu do které se jednotlivé díly umísťují. Na jednom pásu by přijížděly polotovary, na druhém pásu by pak odjížděly svařené výrobky. Pás přivázející polotovary by se mohl zastavovat, pokud by kamera registrovala neodebraný kus na jeho konci. Jakmile by robot kus odebral, mohl by se pás posunout. Pás by šel případně nahradit kolejnicemi, po kterých výrobky budou klouzat a vždy je jich tam dostatek. V tomto řešení by byly vodivě spojeny podávací tyče, jakmile by se rozpojily, znamenalo by to, že došel poslední kus.

V ideálním případě by ovšem neměly jednotlivé dráty přijíždět po dopravníku, protože to by znamenalo vyřešit problém s lokalizací a uchopením kusu. Lepším řešením je vytvořit linku, kde kusy od ohýbačky bude přímo odebírat robotické rameno, tím bude vyřešen problém s přesnou lokalizací kusu. Rameno pak umístí kus do připravené šablony, kde je svařovací robot svaří. Tento způsob ovšem předpokládá kooperaci mezi ohýbačkami, ve kterých se budou jednotlivé kusy vyrábět, tzn. ve výrobě musí být dostatek místa. V případě, že nebude, šlo by to vyřešit pomocí pásu, na kterém by byly pevně umístěné šablony, do kterých by roboti postupně skládali jednotlivé dráty a na konci by je svařovací robot svařil. Vzhledem k cenám šablon by toto řešení bylo pravděpodobně nákladnější.

Vyřešit problematiku svařování tímto způsobem by ale znamenalo podstatný zásah do celé výroby, neboť ta by se musela naprosto přeorganizovat. Na druhou stranu je to největší posun k ideje Industry 4.0 a dříve nebo později tak stejně veškerá výroba bude vypadat (viz např. [6]).

Návrh konkrétního řešení

Analogicky jako v případě ohýbaček navrhujeme vytvořit senzor založený na Arduinu, který bude přes LAN/Wifi posílat informace do stejného PC jako ohýbačky. Vzhledem k tomu, jak svařovací buňka funguje, umístí se na oddělovací stěny čidla, která budou detekovat spuštění a zvednutí oddělovací stěny. Tyto okamžiky budou signalizovat začátek/konec výroby jednoho dílu. Pulsy ze senzoru opět zpracuje Arduino a pošle je do PC. Zbytek je stejný, jako v případě ohýbačů.

3.1.3 Logistika ve výrobě

Současný stav

V současné době je výroba uspořádána do výrobních buněk a výrobky jsou odebírány od strojů ručně a pak jsou přeneseny na další stanoviště, kde se svaří, případně kde proběhne výstupní kontrola. Poté jsou odvezeny do skladu.

Návrh řešení

Pro co nejvíce automatizovanou výrobu by bylo vhodné, aby se minimalizovala nutnost přenášet po hale výrobky mezi jednotlivými úkony. To umožní více využít robotizaci výroby, protože výrobek bude v jednotlivých fázích výroby vždy buď v CNC stroji nebo jej bude držet robotické rameno, v obou případech však bude jeho pozice v prostoru přesně určená. To umožní automatické zpracování i v navazující fázi výroby (odebrání výrobku z CNC, vložení do šablony při svařování, vložení do jiného CNC, atd.). Proto by bylo lepší, aby výroba místo v jednotlivých buňkách (mezi kterými je nutné výrobky přesouvat ručně) probíhala v linkách. V tomto případě by na vstupu do linky byl smotaný drát a na výstupu hotový, zkontrolovaný výrobek, který by se jen převezl do skladu.

Pro převážení do skladu by bylo možno využít autonomních vozítek. Podobné robotické „vláčky“ mají např. ve Škodě Auto, kde je využívají k rozvážení materiálu po linkách. Zde by se daly použít pro svážení hotových výrobků od kontroly do skladu, kde by je skladníci kompletovali a naložili na autonomní vysokozdvizný vozík, který by je založil do regálu. Každá výstupní kontrola by měla např. dva vozíky, a zatímco jeden by odjížděl do skladu, do druhého by se skládaly výrobky.

3.1.4 Seřizování strojů

I když mají stroje dvě ohýbací hlavy, neznamená to, že jsou naprogramovány tak, aby ohýbaly paralelně obě strany drátu - důsledně dbát na to, aby se tohle nedělo. Prodlužuje se tak doba potřebná pro vyrobení jednoho výrobku klidně až dvakrát. Tzn. delší doba, po

kteřou seřizovač seřizuje stroj, nemusí být na zářadu - pokud se snaží o optimalizaci výrobního procesu, může tak při velkých séřiích výrobků ušetřit spoustu času a výrazně zvýšit produktivitu.

Pokud se program pro výrobek vytváří poprvé (při dalších použitích se už jen nahraje program ze serveru a podle potřeby se doladí), je potřeba věnovat důkladnou péči paralelizaci při ohýbání a následně také výrobky, kde je možná velká paralelizace nechat primárně vyrábět na strojích se dvěma ohýbacími hlavami.

Je tu také možnost hodnotit seřizovače podle toho, jak rychle který stroj seřídí, jaký odpad při tom udělá a jak rychle se výrobek vyrábí vzhledem k jeho komplikovanosti, kterou lze odhadnout z výkresové dokumentace, atd. Podle toho pak mohou být seřizovači hodnoceni a ve výsledku i odměňováni.

Návrh řešení

Zpracovat metodiku hodnocení seřizovačů, podpořit jejich soutěživost, zvýšit jejich efektivitu, odborně je školit.

3.1.5 Testování - výstupní kontrola

Výstupní kontrola je část výstupního procesu, která v současné době není snad jako jediná vůbec automatizovaná. Přitom se jedná o časově dost náročný proces, kdy pracovník musí každý vyrobený kus vložit do šablony a zkontrolovat, jestli v ní přesně sedí. Navíc šablony musí někdo vyrábět, musí se někde uchovávat, atd.

Návrh řešení

V současné době je trendem pro kontrolu výrobků používat počítačové vidění. Ať už se jedná o osvědčenou metodu strukturovaného světla či o čistě zpracování obrazu, tyto metody jsou nyní v popředí zájmu. Celou kontrolu můžeme rozdělit do dvou částí, první je umístění výrobku a druhou jeho vizuální kontrola. Obě dvě jsou nyní prováděny lidským pracovníkem. Přitom by se dala nahradit strojem buď jedna z nich, či obě. Mohlo by se použít robotické rameno, které by výrobky odebíralo a dávalo do šablony, lidský pracovník by je pak vizuálně kontroloval a rozhodoval by, zda se jedná o dobrý výrobek či o výrobek neshodný.

Další možností by bylo vkládání výrobku do šablony či spíše do kontrolního místa pracovníkem, nasnímání výrobku kamerou či kamerami a automatické rozhodnutí o tom, jestli výrobek vyhovuje. Tento způsob by byl pravděpodobně snazší, neboť při odebírání výrobků ramenem by tyto musely být nějak strukturovaně naskládány tak, aby je bylo rameno schopno uchopit.

Poslední, a pravděpodobně nejlepší, možností, by bylo automatizovat celý proces. V tomto případě by rameno výrobky odebíralo přímo od ohýbačky, vkládalo je do místa, kde by probíhalo optické měření a pak dávalo do připraveného zásobníku. Tento způsob nejlépe

odpovídá myšlence Industry 4.0 a představě kyberfyzikálního systému. Výstup z měření by totiž mohl jít ihned zpět do ohýbače, kde by se podle toho upravovaly parametry programu a nedocházelo by tak k postupné změně parametrů výrobků během výrobního procesu. Tímto způsobem funguje např. systém v [3], tzn. dalo by se použít přímo jejich řešení. Kromě toho i v ČR existují firmy, které se touto problematikou dlouhodobě zabývají a jsou schopny vytvořit řešení přímo na míru, které by bylo pravděpodobně levnější, než řešení z Německa. V každém případě se opět jedná o způsob, jakým bude v budoucnu výstupní kontrola prováděna.



Obr. 3 Ukázka detekce ohnuté trubky v TubelInspectu, naměřené odchylky se pak pošlou zpět do ohýbače Wafios a podle nich se upraví program [3].

3.1.6 Monitorování výroby

V současné době neexistuje automatické monitorování výroby v reálném čase, což je hlavní problém firmy. Počet vyrobených kusů se tak zjistí až po skončení směny.

Návrh řešení

Řešení navržená v předchozích kapitolách umožňují sledovat výrobu ve všech částech, tzn. přihlášení se ke stroji, odvíjení drátu, tím pádem i reálný začátek práce na stroji (ne jen, kdy si zaměstnanec “odpíchl” začátek práce) a časy, ve kterých ze stroje odpadávají hotové kusy.

Jednotlivé údaje (rychlost odvíjení drátu, počty výrobků, atd.) získané ze strojů mohou být posílány do IS Helios a tam si je může zobrazit vedení firmy. Uvidí tak, jaký je plán pro danou směnu, které stroje vyrábějí a jakou rychlostí, kdo je obsluhuje a jak moc se plán daří plnit, zda je výroba pozadu či napřed. Podobné informace mohou vidět také zaměstnanci na LED panelech nad jednotlivými pracovišti. Z těchto informací se pak v Heliosu mohou vytvářet statistiky a na základě nich odměňovat jednotliví pracovníci.

3.1.7 MES

V současné době provádějí plánování výroby včetně rozdělování úkolů pro jednotlivé stroje mistři ve výrobě pomocí Excelu.

Návrh řešení

Plánování výroby pomocí např. Excelu je vhodný způsob pro výrobní firmy, které mají méně strojů. Při více strojích a složitější výrobě je vhodnější použít MES systém. MES (Manufacturing Execution Systems) je tzv. Výrobní informační systém. Skládá se ze čtyř základních oblastí - Výroba, Kvalita, Logistika, Údržba. Hlavními výhodami MES systému je to, že umožňuje správu výrobních zdrojů, tzn. přidělování a sledování zdrojů a kapacit potřebných pro výrobní proces (osoby, materiál, zařízení, atd.). Také zajišťuje informaci o dostupnosti zdroje pro přiřazené úkoly. Druhou důležitou částí je detailní plánování výroby. Výstupem z MES systému je fronta práce definující pořadí, v jakém se budou na výrobním zdroji zpracovávat jednotlivé výrobní příkazy. Díky MES systému tak bude výroba plánována optimálně vzhledem k počtu a druhu strojů a pracovníků. Budou tak také lépe vidět slabá místa celého výrobního procesu a může se tak lépe plánovat nákup nových, potřebných strojů, případně přijímání nových lidí. MES systém je také obsažen v programu Helios.

3.1.8 Dashboardy

Dashboardy umožňují vizualizaci tzv. klíčových ukazatelů výkonnosti. Často mají podobu webové stránky, která se připojuje k databázi, takže údaje na dashboardu jsou neustále aktuální. Mohou tak zobrazovat počty vyrobených kusů přímo z hodnot od výroby, plnění plánu výroby, spuštěné stroje a další validní informace podle požadavků. Vedení firmy tak bude mít v reálném čase možnost vidět, jak vypadá výroba, které stroje běží, jak jsou na tom s plněním plánů, případně který stroj stojí a proč, atd.

3.2 Sklad

3.2.1 Naskladnění

Po výstupní kontrole se výrobky kompletují a odvezou do skladu. Tam jsou uloženy v bednách v regálech. Bedny jsou opatřeny štítky s čárovým kódem, datem, jménem pracovníka a šarží materiálu. Dále je tam štítek s počtem kusů a jménem zákazníka. Vzhledem ke smlouvám se zákazníky firma nefunguje systémem just-in-time, ale cca 40% produkce si drží skladem.

Vzhledem k tomu, že i ve skladu dochází kvůli lidskému faktoru k chybám, je tendence nahrazovat lidi ve skladech automatickými roboty. Ideálním příkladem v této oblasti mohou být sklady firmy Amazon a jejich vybavení autonomními roboty Kiva [4].



Obr. 4 Sklad vybavený roboty Kiva [4]. Roboty Kiva jsou schopny vjet pod regál, nadzvednout ho a dopravit k pracovníkovi, který z něj buď zboží odebere, nebo vloží. Robot pak regál odveze na určené místo. V případě optimalizace se regály s méně často požadovaným zbožím odváží dále ve skladu, než regály se zbožím, které je požadováno často.

Není ale potřeba mít autonomní rovnou celý sklad. Už nyní i u nás existují firmy, které předělávají běžné vysokozdvizné vozíky na autonomní, které jsou pak schopny se ve skladu pohybovat samy. Výhodou takového řešení je pak naprostá minimalizace chybně umístěných zásob. Samozřejmě se jedná o finančně náročnější řešení a je pro ně potřeba zcela předělat práci skladu. Levnějším způsobem by mohlo být nahrazení běžně používaných čárových kódů RFID štítky, které je možné detekovat na větší vzdálenost a podstatně tak ulehčit práci s dohledáváním chybně umístěných zásilek.

3.3 Kiosky

Průmyslový kiosk je moderní způsob jak umožnit zaměstnancům se registrovat k jednotlivým strojům. Pak bude jasné kdo a kdy na jednotlivých stojích pracoval a tato informace se může uložit do databáze a bude pak zpětně dohledatelná. Firma už v současné době jakousi podobu kiosků používá, bylo by ale dobré, aby jich bylo více, aby zaměstnanci nemuseli chodit daleko od kiosku ke stroji. V ideálním případě, by měl být kiosk spojen přímo se strojem, přihlašování by tak bylo nejjednodušší a omezila by se doba, kdy zaměstnanec musí od kiosku dojít ke stroji a po cestě se může někde zdržet, takže to pak vypadá, že pracuje, i když tomu tak není. I tak se dá ale doba, kdy zaměstnanec reálně na stroji pracuje zjistit podle toho, jestli stroj vyrábí/nevyrábí.



Obr. 5 Ukázka kiosku s dotykovou obrazovkou.

3.4 Cedule s normami

Dílny je možné vybavit několika kusy LED panelů, které z informací z výroby a z plánu v Heliosu budou zobrazovat plánovaný počet kusů za směnu, stávající stav a odchylku od plánu. Tak budou mít operátoři i předáci představu o tom, jak dobře plní plán.



Obr. 6 Příklad LED panelu s vizualizací plnění výroby. Z hodnot je zřejmé, že reálně je plán plněn se skluzem 2%.

4 Doporučení pro realizaci

V prvním kroku bychom doporučovali se seznámit s produkty firmy Wafios, viz např. jejich kanál na youtube.com [5], neboť spousta věcí zde popsanych je už vyřešena přímo jimi.

Zároveň by bylo dobré si od nich nechat zpracovat cenovou nabídku na vybraná řešení. Např. zjišťování zda stroj vyrábí/nevyrábí, případně jeho nastavená rychlost bude určitě snazší udělat pomocí komunikace se stroji přes LAN, než vyrábět senzory a zjišťovat toto pomocí senzorů.

Stejně tak je možné pro výstupní kontrolu použít řešení, které vyvinuly společnosti spolupracující s Wafiosem. Tady je ovšem skoro jisté, že toto řešení bude dražší, než pokud by tohle vytvořila přímo na míru některá česká společnost, zabývající se počítačovým viděním v průmyslu.

Další částí je důkladné využití možností, které nabízí Helios. Především se jedná o optimální plánování výroby pomocí MES. A v návaznosti na komunikaci se stroji také posílání informací ze strojů na SQL server. Pomocí vytvořených pluginů do Heliosu se může vytvořit dashboard a informace z SQL serveru zobrazit na nich. Dashboard pro komunikaci a vyčítání dat ze serveru se dá vytvořit i bez Heliosu, ale vzhledem k tomu, že firma už Helios používá a stejně, pro MES plánování je potřeba komunikaci SQL server - Helios vytvořit, bude lepší, aby dashboard byl součástí Heliosu. Na druhou stranu pro zobrazení na LED panelu stačí jednoduchá aplikace bez Heliosu, která se pomocí pravidelných SQL dotazů bude dotazovat serveru a vybraná data v pravidelných intervalech zobrazovat na LED panelech.

Pro lepší automatizaci celého výrobního procesu je navrženo umístění výroby do linek spíše než do jednotlivých výrobních buněk. Linka má totiž tu výhodu, že na jedné straně do ní vstupuje svinutý drát a na druhé z ní vystupují hotové, už zkontrolované, výrobky. Toto v případě výroby v buňkách není možné, protože jsou potřeba lidé, kteří výrobky odebírají a přenášejí mezi buňkami.

Vzhledem k tomu, že téměř polovina (a všechny nové) strojů je od firmy Wafios, doporučovali bychom návštěvu v této firmě s nastíněním možností, jak je možné jednotlivé fáze výroby řešit. I v případě, že se z jakéhokoliv důvodu jejich řešení nepoužije, bude přínosné se podívat, jakým způsobem je možné výrobu řešit, či jak se už teď řeší v Německu. Dá se totiž předpokládat, že se vzrůstajícím tlakem na růst minimální mzdy a na produktivitu práce, bude nutné dříve či později přejít na německý model výroby.

Analogicky k návštěvě Wafiosu bychom doporučovali nechat si od firem, prodávajících Helios (klidně od více) nechat ukázat všechny možnosti (i když se třeba v současné době nevyužijí), které Helios pro firmu se zaměřením a velikostí Alba Metal nabízí. Stejně jako produktivitě práce prospěje použití moderních strojů, je také důležité použít moderní způsob plánování práce na těchto strojích.

Zároveň je dobré si nechat zpracovat analýzu, kolik stojí firmu pracovníci na jednotlivých pozicích a mít tak představu, kolik by muselo stát řešení, aby se firmě vyplatilo pracovníky nahradit automatizací.

V podstatě všechna navržená vylepšení, která je možné si nechat vytvořit od firem, od kterých má nyní Alba Metal stroje nebo SW je možné si nechat udělat třetími firmami. V některých oblastech (výstupní kontrola) je možné, že hotové řešení od Wafiosu bude dražší

než stejný systém od české firmy. Na druhou stranu, dá se asi očekávat, že vybavovat stroje senzory asi vyjde draž, než připojit stroje do sítě pomocí LAN a vytvořit požadované SW propojení s Heliosem. Každopádně bychom doporučili obrátit se na vybrané firmy s požadavkem o zpracování návrhu jejich řešení problému. Může to vytvořit prostor pro lepší jednací podmínky.

5 Doporučení pro manažerská rozhodnutí

Postupný přechod výroby z buňkového na linkový

Začít místo výrobních buněk budovat výrobní linky, čistě ohýbací, ohýbací a svařovací, vždy pro určitý průměr drátu. Na začátku je špulka drátu, na konci hotový výrobek po výstupní kontrole. Eliminuje se lidský faktor, eliminuje se zbytečná manipulace a logistika výrobků a polotovarů po firmě.

Rozhodnutí pro variantu řešení

Zjistit možnosti produktů firmy Wafios včetně jejich možností zapojení v rámci Industry 4.0. Zjistit cenovou nabídku a zvážit návratnost při využití této varianty. V této variantě budou vyřazovány staré ohýbací stroje a nahrazovány novými.

Druhou variantou je najít firmu, která dokáže ze starých strojů udělat stroje "inteligentní" a začlenitelné do konceptu digitální továrny. Nechat si zpracovat nabídky, udělat si dlouhodobý plán revitalizace strojů, vyčíslit náklady a srovnat s variantou obnovy přes firmu Wafios.

Rozhodnout se pro jednu z variant. Na konci obou by však měla být linková výroba. Lze předpokládat, že varianta revitalizace strojů však bude levnější a pro firmu výrazně rychlejší. Nese však riziko, že implementační firma může být ekonomicky a personálně méně stabilní než Wafios.

MES

Při přechodu na linkovou výrobu je dobré zvážit přechod od Excelu na sofistikovanější plánování výroby pomocí MES.

Seřizování

Bylo by dobré zavést systém pro hodnocení seřizovačů. Ten není závislý na jakékoli implementaci Industry 4.0

Informační panely a dashboard

Jakmile budou dostupná data o rychlosti výroby, je dobré implementovat dashboard pro management a informační panely do výroby, aby bylo zřejmé, zda operátoři plní plán nebo ne. Jde také o motivační prostředek. Toto řešení již vyžaduje data získaná ve výrobě.

Výstupní kontrola

Bylo by dobré zvážit nákup systému optické kontroly výroby. Tento systém velmi urychlí průchod výrobků procesem a odpadnou náklady na výrobu šablon, logistiku a jejich skladování. Rovněž se zkrátí doba přípravy výroby, kdy nebude nutné čekat na dokončení výroby šablony.

6 Závěr

Předložený dokument popisuje průběh výroby ohýbaných drátů ve společnosti Alba Metal. Pro vybrané části výroby navrhuje možná řešení s ohledem na Industry 4.0. Tato opatření by měla řešit hlavní problém ve výrobě, a to je real-time zjišťování počtu vyrobených kusů.

Dokument shrnuje možnosti, které lze využít při zvyšování produktivity výroby. Pro management je nyní důležité rozhodnout se pro některou z cest, stanovit dlouhodobý plán na základě finančních možností a podle tohoto plánu optimalizovat výrobní procesy ve firmě.

7 Literatura

[1] Aterm, [online], [cit. 15.5.2018], <http://www.aterm.cz/MDerm.htm>

[2] Profiváhy

<https://www.profovahy.cz/profi-vahy/eshop/0/3/5/1704-LESAK-1T4560LN300QHD30PLUS-30kg-300kg-450mmx600mm>

[3] TubeInspect with Wafios CNC Bender, [online], [cit. 15.5.2018],

<https://www.youtube.com/watch?v=RZYSMrqnr6I>

[4] Kiva System, [online], [cit. 15.5.2018],

<https://www.fastcompany.com/1754454/kiva-powers-web-commerce-new-bot-bot-action>

[5] Wafios kanál, [online], [cit. 15.5.2018],

<https://www.youtube.com/channel/UCeOSfCBOoR0ZcU2VUscFQYw>

[6] Wire Bending and Welding Production Cell, [online],[cit. 15.5.2018],

<https://www.youtube.com/watch?v=anEwplkack4>