Výrobní linka DAS (FlexLink) pro moduly MNSiS

Miroslav Novák, ABB s.r.o., ELSYNN, Heršpická 13, Brno

Společnost ABB uvedla na trh v roce 2008 novou generaci rozváděčů do 1 000 V s obchodní značkou MNS iS. Tato generace vychází z úspěšného typu rozváděče MNS 3.0, který je dlouhodobě vyráběn ve všech podnicích společnosti ABB ve světě. Jeho určení je především pro těžkou distribuci el. energie (za transformátory VN/NN) a pro technologické rozváděče (kategorie MCC).

MNS iS jsou rozváděče výsuvné, modulové, s interní separací funkčních prostorů podle norem IEC a odpovídají nejvyšší kategorii rozváděčů „TTA“ (Type Tested Assembly).

Moduly vývodů M-feed se používají pro distribuci, moduly M-start jsou vhodné pro napájení motorů.

Pro všechny aplikace jsou moduly standardní, stejné a pouze parametrizací se modul adaptuje k vývodu (jmen. proudy, typy ochran, způsob ovládání). Zcela novou myšlenkou této inovace je, že moduly obsahují pouze silové spínací prvky, čidla veličin a signalizační prvky. Veškeré algoritmy ovládání a jištění realizuje jednotka M-control, umístěná mimo modul a je parametrizovatelná pro všechny potřebné aplikace.

Pro projektanta to znamená, že se nadále nemusí zabývat silovými prvky vývodu a celý vývod „kupuje“ jako standardní, katalogový prvek.

ABB segment, odpovědný za NN rozváděče, rozhodl, že veškeré moduly pro potřeby ABB podniků ve světě budou hromadně vyráběny v ABB Brno, Heršpická 13 s výjimkou dodávek pro Asii a Tichomoří. Značná roční potřeba modulů vedla k projektu a realizaci velmi moderní, velkokapacitní výrobny včetně související logistiky za pomocí progresivních technologií a managerských metod.

V roce 2007 jsme začali připravovat výrobní kapacity montáže inteligentních modulů MNSiS na budoucí objemy 50 000 až 80 000 ks modulů ročně. Bylo nám jasné, že obvyklými metodami výroby modulů za použití běžných montážních stolů a transportních vozíků, kdy si pracovník vyskladněný materiál pro montáž vyhledává ve větších dávkách na manipulačních vozících, nebude možno pokračovat. Především bychom museli zabrat další velkou plochu pro řadu dalších montážních stolů a skladové vozíky pro vyskladněný materiál. Pracovníci by také ztráceli drahocenný montážní čas ještě více tím, že by vyhledávali jednotlivé komponenty dle kusovníku z většího množství vozíků s vyskladněným materiálem. Řešení se nabízelo v rozdělení montáže do několika kroků a plynulého zásobování pracovníků materiálem a samostatným pohybem montovaných modulů mezi jednotlivými pracovišti.

Navíc jsme si přáli komfort elektronického sběru dat, především montážního času, výkonu pracovníka, FPY, chybovost jednotlivých pracovníků, chybovost jednotlivých montovaných komponent a také elektronické řízení zakázek přímo ze SAP, a vždy čerstvý přehled o stavu zpracovávaných zakázek a již zpracovaných zakázkách.

Již krátce před tím jsme realizovali nákup několika automatických zařízení typu komax alpha a komax kappa, které jsme nasadili při výrobě podsestav modulů MNSiS, především kabelové konfekce. Stejně jako tehdy, i v tomto případě jsme využili pořádání mezinárodního strojírenského veletrhu v Brně. Zde jsme kontaktovali švédskou firmu FlexLink, nabízející řešení, které se blížilo našim představám, a která měla zájem o spolupráci na projektu nové výrobní linky pro ABB. Předali jsme firmě FlexLink poptávku se zadáním, na jehož vypracování se podíleli především pracovníci technologie, výroby a kontroly kvality. Stejné zadání bylo předáno dalším dvěma konkurenčním firmám, jedné firmě z České republiky a druhé firmě z Itálie. Naplánovali jsme také referenční návštěvu v ABB ve Västerås, která se uskutečnila v létě 2007, kam firma FlexLink dodala výrobní linku před deseti lety. Také jsme podnikli referenční návštěvu ABB ve Frosinone, kam dodala výrobní linku italská firma. V poměrně složitém výběrovém řízení byla nakonec vybrána firma FlexLink, jako dodavatel nové technologie výroby modulů MNSiS. Jelikož se jednalo o velmi složitý technologický celek, bylo nutno provést pečlivé upřesnění jednotlivých technických požadavků v zadání a domluvit se na správném výkladu jednotlivých bodů zadání. Tento krok tzv., „Pre Design Review“, probíhal ve spolupráci realizačního týmu ABB (viz obr. 1) s realizačním týmem FlexLink. Následně došlo na sepsání kontraktu a její oboustranný podpis zástupci ABB a FlexLink.

Obr. 1

Fáze realizace výrobní linky byla rozdělena do několika časových bodů. Jednalo se o „Final Design Review (FDR)“ neboli sestavení a odsouhlasení finální konstrukce, „Factory Acceptance Test (FAT)“ neboli předpřejímka zařízení u dodavatele a konečně „Site Acceptance Test (SAT)“ neboli konečná přejímka v domě zadavatele. Začátkem roku 2008 proběhla řada dlouhých jednání v rámci FDR, která nakonec na jaře 2008 vyústila do vypracování popisu konstrukce výrobní linky, její obsluhy a především v popisu funkce jejího softwaru. Po ukončení tohoto bodu začala plynout doba výroby. V červnu 2008 se uskutečnil FAT ve výrobních prostorách FlexLink v Göteborgu. Při třídenní před-přejímce bylo realizačnímu týmu ABB předvedeno fyzické řešení a koncepce nové výrobní linky. Bylo však odhaleno několik drobných nedostatků a především byly odhaleny i hrubé chyby, které by měly vliv na bezpečnost práce a také na vyskladnění materiálu do výrobní linky. Proto se realizační tým ABB shodl na tom, že FAT neproběhl úspěšně. Bylo nutno proto uskutečnit FAT II. v dalším termínu, září 2008. Při opakovaném FAT se

realizační tým ABB zaměřil na chyby a sporné body, jež měly být odstraněny a představena správná řešení. Po třech dnech se realizační tým ABB shodl na tom, že bude FAT akceptován (viz obr. 2). Následovala demontáž výrobní linky ve Švédsku, její transport do ABB a oživení výrobní linky. Poté se konal SAT. Po několikadenním provozu souhlasil realizační tým ABB s úspěšným zakončením SAT. S týdenní přetržkou pak následovala 14-ti denní podpora švédského technika a programátora při počátečních problémech obsluhy velmi komplikovaného výrobního zařízení.

Obr. 2

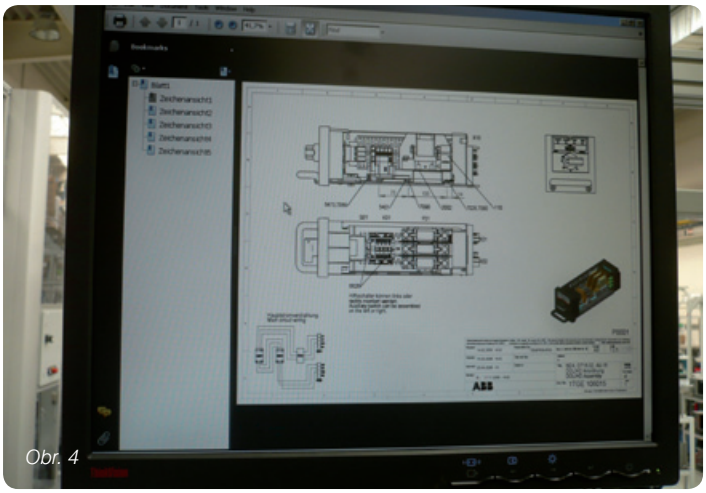
Nová výrobní linka je samostatným jednoúčelovým výrobním zařízením na výrobu inteligentních rozváděčových modulů MNSiS. Je rozdělena na dvě samostatné části a jednu část společnou.

Jedna samostatná část s 12-ti pracovišti slouží pro výrobu tzv. malých modulů velikosti 6E/4 a 6E/2 (obr. 3). Druhá samostatná část s 9-ti pracovišti je koncipována pro výrobu tzv. velkých modulů 6E až 24 E. Protože malé moduly zaujímají 2/3 celkové produkce, je umožněno druhou samostatnou část linky přeprogramovat tak, aby obě samostatné části produkovaly malé moduly velikosti 6E/4 a 6E/2 a byly tak pokryty i výrobní špičky.

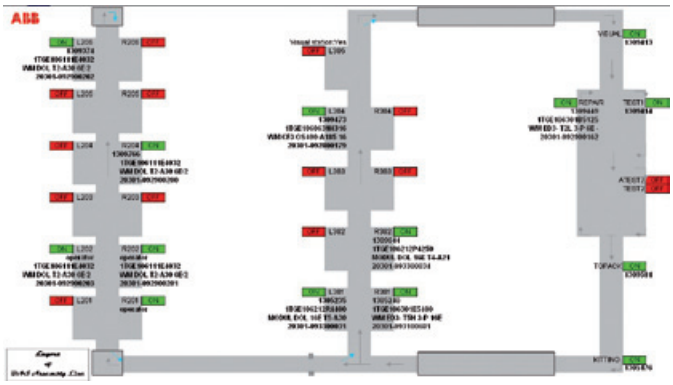
Obr. 3

Následuje část linky, která je pro obě výroby společná. V této části se nachází pracoviště vizuální kontroly modulů, dvě pracoviště, která umožňují elektrický a vysokonapěťový test modulů a naprogramování důležitých ovládacích prvků každého modulu. Posledním pracovištěm v řadě je balení modulů, kde je hotový modul odebrán z montážní linky, zabalen a umístěn na transportní dráhu, která zabalený modul odtransportuje do oblasti expedice hotových výrobků. V expedici hotových výrobků je následně modul naložen a odeslán k zákazníkovi.

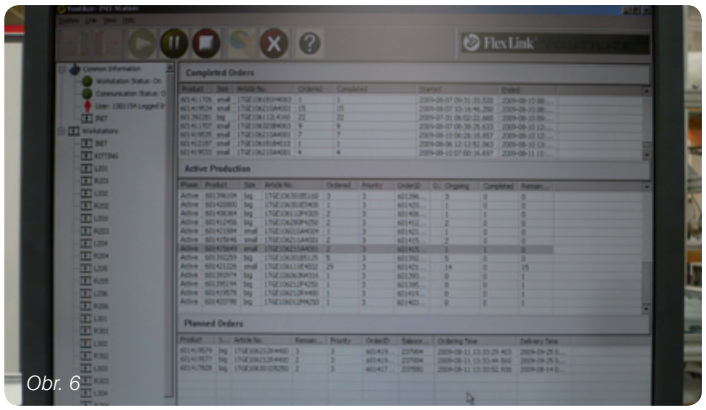
Transport materiálu a montovaných produktů mezi jednotlivými částmi linky i mezi jednotlivými pracovišti obstarávají pojízdné kódované palety. Každé pracoviště v lince pracuje s výpočetní technikou, jež umožňuje každému v lince přihlášenému pracovníkovi přístup k aktuální výrobní dokumentaci (obr. 4), jež spočívá z osazovacího schématu, schématu zapojení modulu, technologického montážního návodu a kusovníku modulu. Tímto odpadla jakákoliv papírová distribuce důležitých výrobních podkladů.


Obr. 4

Linka je propojena s programem SAP a umožňuje výrobnímu managementu jednoduché plánování a řízení chodu výrobních zakázek linkou. Jedná se především o hospodaření s prioritami zakázek, možnosti jejich pozastavení a urychlení a přehledu o stavu zakázek v lince. Tzn. kde a v jaké výrobní fázi se nachází jednotlivé moduly z libovolné zakázky (viz obr. 5). Linka pomocí svého vlastního programu sbírá data o zakázkách a jednotlivých produktech, vyráběných v lince. Jedná se především o možnost okamžitého přehledu o denním, měsíčním nebo ročním výkonu linky a výkonu jednotlivých pracovníků obsluhující linku. Samozřejmostí jsou údaje o kvalitě produktu, chybovosti montáže, chybovosti jednotlivých dílců a denním, měsíčním či ročním FPY. Veškeré výstupy z vlastního programu linky jsou umožněny převést do programu Excel, kde s nimi mohou pracovníci dále pracovat.


Obr. 5

Jednotlivá pracoviště v lince jsou na sobě závislá. Prvním pracovištěm v řadě je inicializační tzv. „init“, které je obsluhováno pouze pracovníky řízení a plánování výroby (vedoucí výroby, mistr) a slouží k řízení linky, řízení zakázek a hospodaření se zakázkami (viz obr. 6). Dalším vstupním pracovištěm, bez kterého by linka nemohla fungovat je pracoviště vyskladnění tzv. „kitting“, jež je obsluhováno pracovníkem skladu, který vyskladňuje materiál na transportní a montážní paletu. Na jedné paletě se nachází materiál pro jeden modul. Veškerý vyskladňovaný materiál na paletu je konfrontován s kusovníkem pomocí čtečky čárového kódu. Tak je zaručena správnost materiálu, ze kterého je montováno. Tím nám odpadlo nebezpečí toho, že si pracovník odebere z vyskladněného materiálu nesprávný komponent. Po vyskladnění materiálu na


Obr. 6

paletu pracovník odešle paletu do linky. Paleta pak automaticky odchází buď na část pro výrobu malých modulů velikosti 6E/4 a 6E/2 nebo na část pro výrobu velkých modulů 6E až 24E (viz obr. 7). Čistě výrobními jsou pracoviště montáže modulů 6E/4 a 6E/2 tzv. „assembly small“, kde probíhá osazení jednotlivých modulů upevňovacími prvky, přístroji a částečná montáž silové kabeláže. Pracovník před-montuje produkt a odešle jej na další pracoviště kabeláže. Dalším výrobním procesem je pracoviště kabeláže modulů 6E/4 a 6E/2 tzv. „cabeling small“, kde probíhá propojení silové a ovládací kabeláže. Posledním v řadě výrobních procesů je pracoviště montáže a kabeláže modulů 6E až 24E tzv. „assembly and cabeling big“, kde vznikne celý modul. U modulů 6E až 24E nebylo totiž realizováno rozdělení montáže do více kroků vzhledem k velké paletě typů těchto modulů a nemožnosti sjednocení kroků montáže. Všechna výrobní pracoviště umožňují pracovníkovi odeslání palety na pracoviště oprav, jestliže pracovník zjistí, že montované komponenty nejsou kvalitní a montáž není možná.

Obr. 7

V normálním případě odchází paleta se smontovaným modulem na pracoviště vizuální kontroly tzv. „visual check“, kde je produkt posouzen s ohledem na kvalitu provedené montáže. Pracovník tohoto pracoviště rozhodne, zdali je produkt kvalitní a může pokračovat dále, nebo půjde-li na pracoviště oprav. Kvalitní produkt dorazí následně na pracoviště testu tzv. „testing“, kde je produkt podroben elektrickému testu a nahrání správného softwaru. Pracovník tohoto pracoviště opět rozhodne, zdali je produkt kvalitní a může pokračovat dále, nebo půjde-li na pracoviště oprav. Kvalitní, překontrolovaný produkt odchází na pracoviště balení tzv. „to pack“, kde je produkt odebrán z palety a kód palety ztrácí kontakt s kódem produktu. Přístroj je zabalen a odeslán do expedice (viz obr. 8). Produkty, které nesplní přísná kritéria kvality, pokračují na pracoviště oprav tzv. „repair“, kde fundovaný pracovník rozhodne o jejich dalším osudu. Moduly s chybou montáže odešle na pracoviště, kde byly způsobeny s textovou poznámkou a informací o chybě. U modulů, jež obsahují chybnou součást, buď sám opraví, nebo je odebere z palety a odstaví z linky na dlouhodobější opravu. Opravené moduly pak pokračují zpět na pracoviště testu. Linka umožňuje všem obsluhujícím pracovníkům komunikaci o chybách. Pomocí systému chybových kódů je urychlen proces testů a především oprav. Odpadává veškerá papírová komunikace mezi pracovníky testů, oprav a montáže. Modul a proces jeho vzniku je v lince monitorován pomocí kódů výrobku navázaných na kódech palet. Žádný produkt, jenž je v lince, nemůže být ztracen a nemůže docházet k jeho záměně za jiný produkt. Díky práci s čárovými kódy je možno identifikovat jaký materiál modul obsahuje. Je tak možno dohledat moduly, jež by obsahovaly chybnou šarži některé součásti.

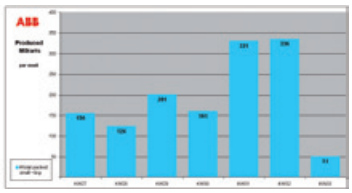
Obr. 8

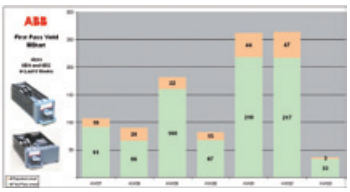
Díky unikátnímu sběru dat je umožněna rychlá analýza a transparentnost problémů ve výrobě. Konstrukce tak může rychleji reagovat na konstrukční problémy dílců a chyby kusovníků. Technologie může rychleji objevit problémy montáže a reagovat změnou nářadí a pomůcek. Kontrola kvality má lepší přehled a může soustředit svoje úsilí na nejproblémovější části výroby a komponenty.

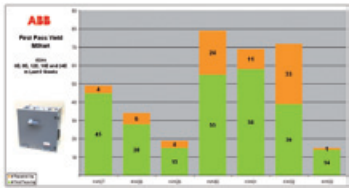
Podrobným sledováním pracovního času a následným zpracováním vyhodnocovacím algoritmem je zajištěn přehled o počtu kusů vyrobených za den, týden (graf 1) či měsíc rozdělených dle kategorií produktů nebo přehled případných nutných oprav či provedení specializovaných operací na pracovišti oprav (graf 2, graf 3). Tyto lze dále třídit dle kódu provedené operace opravy, následně lze určit správně nejvíce problémové oblasti, na které se pak oddělení kvality či logistiky více zaměří. Sledováním aktivně odpracovaného času operátorů (graf 4) a jejich denního, týdenního či měsíčního výkonu je pak možné provádět způsob odměňování či nastavit parametry plánování.

Náhled na aktuální stav linky, přihlášené operátory a vyráběné produkty (obr. 5).

Nová montážní linka modulů MNSiS skýtá do budoucnosti možnost dalšího rozvoje v různých oblastech, především v motivaci pracovníků, jejich odměňování, zlepšování konstrukce modulů, sledování změn a jejich vlivu na kvalitu, apod.


Graf 1


Graf 2


Graf 3

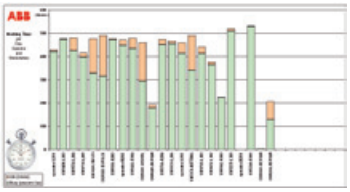

Graf 4

ABB s.r.o., ELSYNN
Heršpická 13, Brno
tel.: 543 145 111