

Štruktúry zariadení.

Každé zariadenie má nejakú štruktúru. Pod štruktúrou pritom myslíme súbor známych a vopred definovaných vlastností zariadenia. Tieto vlastnosti môžu mať rôzny účel, funkciu aj využitie. Len pre ilustráciu načrtnem niektoré vlastnosti. Obsluha. Údržba. Revízie. Bezpečnosť. Životnosť. Náhradné diely. Energetické média. Ekonomika. Životné prostredie. 3-D modely. Výroba. Montáž. SW. CP. CCP. ATEX. PFMEA.

Výpočet vlastností je skoro nekonečný. Záleží od nárokov ktoré sú na zariadenie kladené. Je isté, že nároky na zložitost' zariadení bude len rásť a budúcnosť nie je v ignorovaní vecí ktoré nevieme alebo nepoznáme.

Popis a definovanie štruktúr zariadení začína pri návrhu. Model 3-D je dnes možné nakresliť v CAD/CAE prostredí veľmi rýchlo. Nie je problém naskenovať 3-D realitu aj veľmi zložitých objektov. 3-D tlač je tiež každým dňom kvalitnejšia. Na webe je neobmedzené množstvo hotových súčiastok. Stačí klik a pri dverách stojí kuriér s balíkom.

To čoho začína byť nedostatok je prehľad a nadhľad. 3-D model výrobného závodu je efektná vec. Zmena výroby, ergonómia, a všetky benefity s tým spojené sú dôležité a veľmi užitočné. Okrem toho ale potrebujú aj väzbu na dobre navrhnutú štruktúru. Bez štruktúry je 3-D model len bludisko.

Dobre navrhnutá štruktúra má viacero významov. Jednou z jej úloh je vytvorenie „adresného priestoru“ v akokoľvek zložitom 3-D modeli. Ďalšou úlohou je vytvorenie prehľadu o funkciách jednotlivých komponentov modelu. Dôležitá je aj hierarchia funkcií. Pre vykonávanie funkcií potrebujeme rôzne energie. Koľko, kde a v akom množstve, to nám povie práve dobre navrhnutá štruktúra. Funkcie nám tiež poskytujú informácie pomocou ktorých môžeme ručne alebo automaticky riadiť iné funkcie. V štruktúre môžeme informácie cielene filtrovať, zhromažďovať, vyhodnocovať a následne potom spätne riadiť a upravovať výrobný proces. Každá štruktúra sa vyvíja. Potrebuje vytvoriť nové funkcie a zbaviť sa nepotrebných. Štruktúra nám tiež umožní virtuálne modelovanie. Štruktúra predstavuje nielen hmotné objekty, ale aj nehmotné vlastnosti a funkcie ZARIADENIA.

Len pre ilustráciu uvádzam znenie jednej triedy pre tvorbu štruktúry podľa normy ISO/IEC/EN/STN 81346: „Úschova materiálu, energie alebo informácií“. Podľa tejto definície sú skládka odpadu, priehrada a pamäťová karta z funkčného hľadiska rovnocenné. Z iného funkčného pohľadu sú samozrejme odlišné. V komplexne navrhnutej štruktúre ale vždy veľmi rýchlo nájdeme všetko čo potrebujeme.

V nasledujúcom texte popíšem vlastné skúsenosti a rôzne aspekty pre:

1. Tvorbu technickej dokumentácie zariadení.
2. Norma EN81346
3. CAE dokumentácia
4. Precízna konštruktívna dokumentácia

1. Tvorba technickej dokumentácie zariadení.

Strojárske výkresy zobrazujú budúcu realitu. Elektrotechnické výkresy však zobrazujú budúcu funkciu. V elektrotechnike nie je možné na prvý pohľad zistiť, či výkresy zodpovedajú realite. Naozaj sa môže stať, že dáte rovnaké výkresy desiatim elektrikárom a dostanete desať rôznych zariadení. Ale všetky budú mať rovnakú funkciu. Pojem „Čierna skrinka“ alebo „Black box“ bol zavedený práve elektrotechnikmi pre popis niečoho, do čoho netreba moc vidieť, hlavne nech to funguje tak, ako potrebujeme.

Táto „zvláštnosť“ elektrotechnickej dokumentácie mala svoje výhody v minulosti. Dnes musia ísť konkurencieschopné elektrotechnické konštrukcie „na hranu“. Nestačí navrhnúť funkciu a potom sa spoliehať, že details dotiahnu vo výrobe kvalifikovaní elektrikári. Doba si pýta „Precíznu dokumentáciu“ aj pre kusovú výrobu rozvádzačov. Dokumentáciu podľa ktorej dostanete rovnaký výrobok bez ohľadu na to kto a kde ho vyrobil. Výrobok pri ktorom konštruktér garantuje nielen elektrické funkcie, ale aj všetky ostatné funkcie zadefinované štruktúrou: rozmery, hmotnosť, účinnosť, tepelné straty, jazyk... A výrobca garantuje zhodu s dokumentáciou. V prípade problémov je potom jednoduché zistiť kto a za čo zodpovedá.

Benefitov „Precíznej dokumentácie“ je však viac:

- generovanie presného nákupu materiálov (podklady pre logistiku)
- kompatibilita s virtuálnym prostredím a štruktúrou
- výstupy pre súbežne vytváraný SW (zásadná spojitosť so štruktúrou)
- generovanie protokolov a parametrov pre meranie, kontroly a nastavovanie
- unifikovanie predvýrobných operácií (výroba štítkov a výrobných podskupín)
- jednoznačné určenie náhradných dielov, životnosti a servisných cyklov
- perspektíva a príprava na robotizáciu samotnej výroby rozvádzačov

Základným prvkom „Precíznej dokumentácie“ je pojem PRÍSTROJ“. Prístrojom pritom myslíme akýkoľvek výrobok, akéhokoľvek výrobcu, ktorý je po určitú dobu dostupný na trhu, má svojich distribútorov, má presné objednávacie kódy a má svojim výrobcom definované a garantované technické parametre. Nie je pritom dôležitá funkcia komponentov, prípadne ich zložitosť, veľkosť alebo kvalita. Rovnako nie je dôležité kde a v akom rozsahu prebieha montáž. Dôležité je miesto, kde má byť prístroj umiestnený pri montáži. Pojem MIESTO pritom nie je definovaný presnými súradnicami alebo kótami. Miesto je širšie poňatý priestor ako napríklad určitá miestnosť, určitý rozvádzač, poschodie, potrubie, prípadne iný objekt definovaný podľa potreby zariadenia. Presnejší opis zariadenia a miesta musí byť súčasťou dokumentácie a vychádza zo štruktúry.

Z tohto úvodu možno vyčleniť tieto dôležité pojmy:

PRÍSTROJ - je štandardne nakupovaný, presne definovaný výrobok určitého výrobcu.

MIESTO - je určitý priestor (lokácia), kde bude prístroj namontovaný.

ZARIADENIE - je výrobok, ktorý vznikne montážou súboru prístrojov na určených miestach.

Všetky tieto tri pojmy budú vysvetľované postupne z rôznych pohľadov normy EN81346.

2. Norma 81346.

Táto norma určuje pravidlá označovania vyššieuvedených pojmov a priraduje im patričné identifikátory. Dôležité je, že sa jedná o interborový referenčný systém označovania, teda nie je orientovaný špeciálne na niektorú profesiu. Pre tento systém sa zaužívala skratka RDS (Reference Designation System).

Štúdium a pochopenie princípov a pravidiel normy 81346 je dosť náročné na čas. Pochopenie a aplikácia tejto normy však prináša tým väčší prínos, čím sú montované zariadenia zložitejšie a rozsiahlejšie. Avšak aj pri montáži jednoduchého zariadenia do väčšej a zložitejšej štruktúry odberateľa (automobilka, rafinéria, akákoľvek väčšia firma, ...) je pre dodávateľa nezanedbateľnou konkurenčnou výhodou poznanie princípov RDS.

Norma 81346 pracuje s tromi identifikátormi (znamienkami). „=“ označuje ZARIADENIE resp. FUNKCIU. „+“ označuje MIESTO. „-“ označuje PRÍSTROJ. Celé označenie nejakého prístroja môže potom vyzeráť napríklad takto: =C12+H01-Q95. Týmto spôsobom možno v celej štruktúre jednoznačne označiť každú skrutku, kábel, ventil, motor, hadičku, prírubu ... Rovnako však možno týmto spôsobom označovať aj nábytok, okná, skladové miesta, náradie, dokumentáciu, SW-kanály, IP-adresy, ...

Označovacích systémov je viacero. Prečo teda používať systém RDS? V prvom rade preto, lebo je to norma a normalizáciou sa dá veľa ušetriť. V druhom rade preto, lebo je to dobrý a univerzálny systém označovania, ktorý môže priamo podporovať logistiku dodávateľa aj klienta. Nie je to síce jednoduchý systém, je ale medzioborový a je univerzálny pre všetky profesie. Je to nový, spoločný jazyk technikov. Kto mu rozumie, dohovori sa v novom svete virtuálneho konštruovania a zobrazovania zložitých reálnych systémov. A v treťom rade preto, lebo dnes je už RDS implementovaný v čoraz väčšom množstve CAE programov. Potrebujete vygenerovať BOM pre zariadenie =C12? Stačí nastaviť patričný filter. Alebo chcete baliaci list pre expedíciu všetkého materiálu montovaného v mieste +H01 na jeden kamión (kontajner, paletu)? Rovnako rýchlo vygenerujete premenné pre programátora, štítky pre hadičky, hmotnosti výrobných zostáv, krajiny pôvodu pre colné deklarácie, kontrolné zoznamy, zoznamy doporučených ND pre 1-3-5-10 ročnú prevádzku ...

Pre úplnosť treba poznamenať, že norma EN81346 pracuje aj s viacúrovňovými identifikátormi napríklad: =C12=X5; +B1+H01+B1245+K77; a s rozšírenými identifikátormi ==, ===, ++. Toto súvisí s tým, že pojmy zariadenie, miesto a prístroj nie sú zadané absolútne. To čo je z určitého pohľadu (dodávateľa) zariadenie, môže byť z iného pohľadu (odberateľa) prístroj. Táto adaptabilita označenia je síce na jednej strane zložitá na pochopenie, na druhej strane však prináša neuveriteľnú univerzálnosť spojenú s jednoznačnosťou. Operátor musí rozumieť hlavne výrobnému procesu. Ak sa mu na obrazovke objaví hlásenie o poruche na: =C12=X5+N24+K41-Q95, tak stačí zavolať servisnému technikovi a oznámiť mu toto označenie. Alebo mu ho systém priamo pošle ako SMS. Žiadne debaty, dlhé vysvetľovanie, omyly, zdržania. Technik podľa označenia presne vie, kam má ísť a kde má otvoriť dokumentáciu. Možností využitia RDS kódu je skutočne veľa. Od zisťovania či je náhradný diel na sklade až po automatické objednanie. RDS štruktúra a jej pochopenie je základným predpokladom pre implementáciu tzv. „Industry 4.0“.

3. CAE dokumentácia.

Všetko vyššie uvedené sa veľmi ľahko píše, ale realita je omnoho zložitejšia. Vytváranie kvalitnej dokumentácie je nikdy nekončiaci proces. Žiadna dokumentácia nie je dokonalá. Kto sa už niekedy zoznámil s požiadavkami na dodávanú dokumentáciu od hociktorej automobilky, rafinérie, nadnárodného koncernu, alebo akejkoľvek firmy so systémom riadenia kvality podľa ISO, vie o čom píšem.

Základnou úlohou dokumentácie je zjednodušený, ale presný popis zariadenia. Popis musí spĺňať množstvo protichodných požiadaviek. Musí byť presný, ale zároveň prehľadný. Musí byť názorný, ale zároveň aj detailný. Musí byť bezpečný, ale zároveň aj vyhotovený v prijateľnom čase a cene.

Základným prvkom dokumentácie je už spomínaný PRÍSTROJ. V dokumentácii je to len pár bajtov. Nieкто ho ale musí objednať, nieкто ho zapíše na sklad, nieкто ho vydá do výroby. Nieкто ho namontuje na určené miesto, zvárač privarí potrubie, elektrikár pripojí káble, nieкто ďalší pripojí hadičky, chladiacu vodu, mazanie, naprogramuje riadiacu slučku, nalepí štítok, odskúša, napíše revíziu. Aby toto všetko prebehlo bez jediného problému, potrebujete dobrú konštrukčnú dokumentáciu. Tú tvoria konštruktéri z rôznych oborov. Ak vyrábate jednoduché zariadenie z desiatich prístrojov, stačí vám dobrý montér. Pre trochu zložitejšie zariadenia potrebujete konštruktéra, pero a papier. A keď chcete byť lepší ako konkurencia, potrebujete aj počítač a vhodný CAE nástroj.

S CAE nástrojom nekreslíte. S CAE nástrojom umiestňujete virtuálne modely PRÍSTROJOV na virtuálne MIESTA do virtuálnych ZARIADENÍ. Dobrý CAE nástroj pomáha konštruktérovi orientovať sa v štruktúre a vykonáva množstvo kontrolnej a inej rutinnej práce. A keď je návrh v poriadku, vygeneruje „Precíznu dokumentáciu“ v požadovanom rozsahu pre požadované obchodné, výrobné, montážne, servisné a iné operácie.

Zásadná informácia pre tých, ktorí zvažujú nákup CAE nástroja: Bez databáz PRÍSTROJOV je akokoľvek dobrý a výkonný CAE nástroj úplne nanič. Neverte tomu, že databázy si vytvoríte sami, alebo si ich stiahnete zadarmo z internetu. Prvá cesta je možná len pre úzky sortiment prístrojov a zariadení. Ináč trvá tvorba databázy roky a mzdové náklady násobne prevýšia investíciu do CAE nástroja. Pri druhej voľbe vám nikto nič negarantuje. Na internete je síce dosť celkom spoľahlivých 3-D modelov, pomocou ktorých sa dá vytvoriť efektná dokumentácia. Len minimum týchto modelov ale obsahuje aj funkcie a vlastnosti nutné pre štruktúru. Sú samozrejme aj platené služby CAE databáz. Väčšina z nich má však jedno obmedzenie. Podporujú len voľbu prístrojov jedného výrobcu. Pri kombinácii prístrojov z viacerých databáz viacerých výrobcov, alebo náhrade jedného výrobcu iným, môže prichádzať ku nepekným kolíziám. A to som ešte nespomenul kolízie medzioborových vlastností modelov (elektrické, mechanické, procesné, energetické,...).

Najmä kvôli vyššie uvedeným problémom je často prvý efekt z nákupu CAE nástroja sklamaním. Kto však vydrží, má šancu na úspech.

4. Výroba precíznej dokumentácie.

Je v zásade rovnaká ako výroba akéhokoľvek iného výrobku. Potrebujete štruktúru, konštruktéra, nástroj, zadanie a technologický postup. Konštruktéri sa definujú ako tvorivé osobnosti. Výroba precíznej dokumentácie je však z veľkej časti zdanlivo rutinne nudná práca. CAE nástroj a zadaná štruktúra RDS citeľne zužujú priestor tvorivosti. Dobrý CAE nástroj však dokáže prevziať na seba obrovské množstvo rutinnej práce. RDS zase umožňuje sústrediť svoj záujem len na konkrétny detail aj v tej najzložitejšej štruktúre. Konštruktér musí byť CAE a RDS kompatibilný. Potom dokáže kontrolovať a organizovať svoju tvorivosť a naplno ju využiť. Efektivita oproti zaužívaným konštruktérskym postupom je mnohonásobná.

Najdôležitejším pomocníkom konštruktéra pri výrobe precíznej dokumentácie je technologický postup. Bez neho jednoducho nemôže vytvoriť precíznu dokumentáciu. Je to rovnaké, ako keď piloti v lietadle používajú v rôznych situáciách rôzne kontrolné zoznamy a postupy.

Druhou dôležitou vecou pre konštruktéra je zadanie. V našich končinách sú pojmy projektant a konštruktér až veľmi často chápané ako synonymá. V technicky vyspelých krajinách sú to dosť zásadne odlišované profesie. Zjednodušene by som povedal, že projektant tvorí a myslí globálne a konštruktér lokálne. Projekt vypracovaný projektantom je zadáním pre konštruktéra. Zásada je najprv projekt, potom konštrukcia. Pre tých čo namietnu, že to zaberá veľa času, mám tento argument: Je vždy jednoduchšie zohnať odborníka, ktorý je dobrý v jednej oblasti, ako zohnať odborníka, ktorý je dobrý naraz v dvoch oblastiach. Kumuláciou obidvoch funkcií v jednej osobe vznikajú predpoklady pre operatívne a prevažne nezdokumentované činnosti, ktoré predlžujú a predražujú všetky nasledujúce fázy (nákup, výroba, montáž, ...).

Záver.

Štruktúra, RDS, CAE a „Precízna dokumentácia“ sú tak trochu ako dobré navigácie vo svete zložitých výrobných štruktúr. Kúpou dobrej navigácie získavate čas a prehľad. Svet techniky a technológií nebude v budúcnosti jednoduchší. Aby bol znesiteľnejší, potrebujeme sa v ňom orientovať. Naša kreativita v kombinácii s presnosťou a rýchlosťou počítačov nám umožňujú virtuálne vytvárať, vyrábať a spravovať naozaj neobmedzene zložené zariadenia.

Ing. Tisovčík Ivan

v Bratislave 14.2.2016