

Vzorová cenová ponuka SAE-Control a.s., Žilina

SAE - OEE

Automatizovaný systém na monitorovanie celkovej ekonomickej efektívnosti využitia strojov, prestojov, technologických parametrov strojov

Žilina, marec 2007

1. Cieľ systému

Cieľom systému SAE - OEE je poskytnúť manažmentu firmy:

- presné podklady o celkovej efektívnosti využívania jednotlivých strojov (OEE - Overall Equipment Effectiveness) a príčinách prestojov. Získané podklady dokladujú buď skryté rezervy vo výrobe alebo naopak nedostatok výrobnéj kapacity. Tieto podklady pomáhajú manažmentu pri plánovaní výroby a rozhodovaní o potrebe nákupu nových strojov,
- poskytnúť presné podklady o dodržiavaní technologických parametrov na jednotlivých strojoch jednak pre manažment firmy na riadenie kvality a jednak pre zákazníkov ako doklad o kvalite odoberaných výrobkov.

Výhodou systému je jeho univerzálnosť. Nie je orientovaný len na určitý typ strojov alebo typ výroby. Dá sa prispôbiť konkrétnym požiadavkám používateľa systému.

2. Časti systému

Systém sa skladá z dvoch podsystémov, ktoré majú niektoré spoločné hardvérové a softvérové časti:

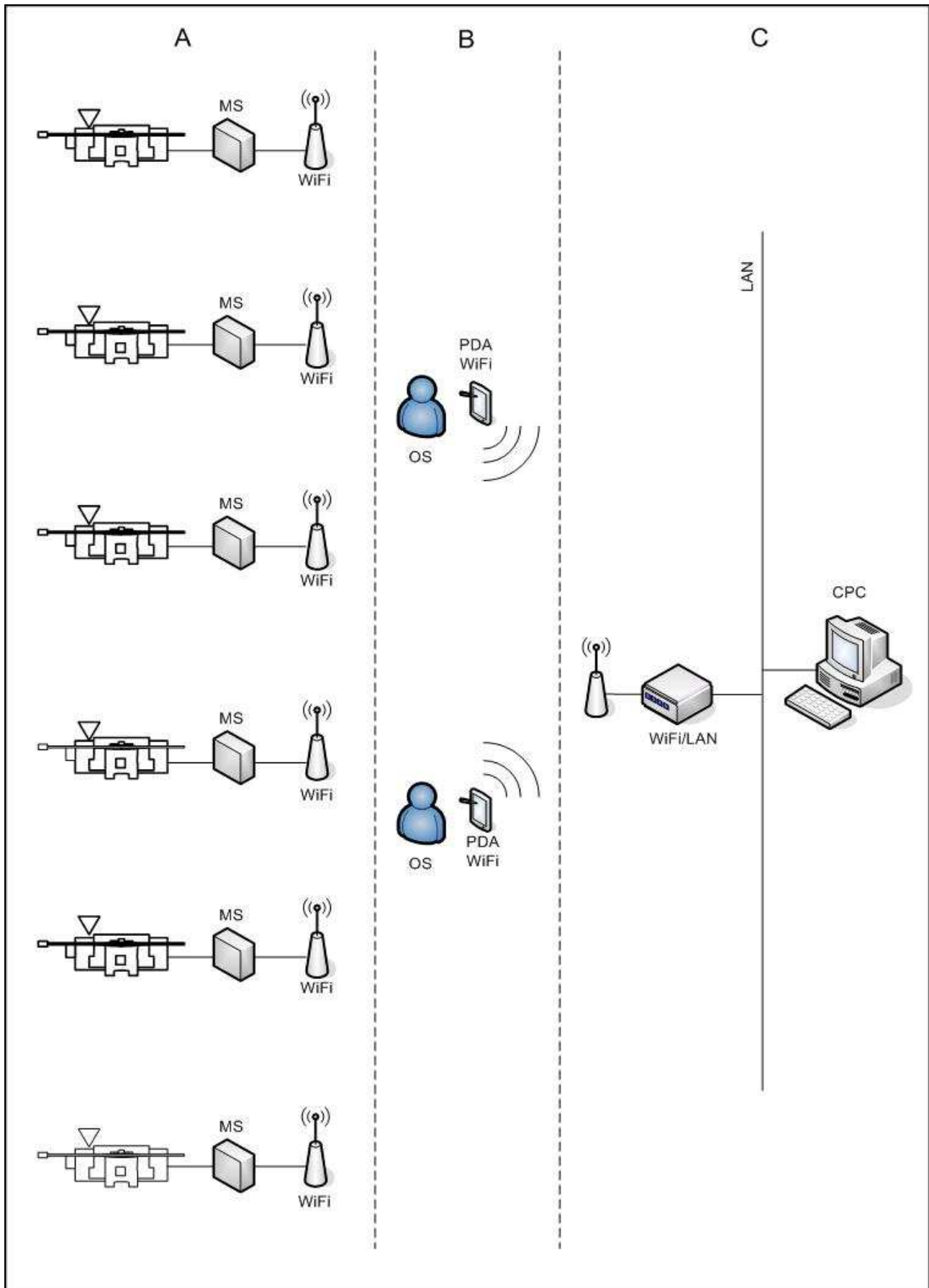
- podsystém monitorovania celkovej ekonomickej efektívnosti a prestojov strojov. **Tento podsystém je zameraný na efektívnosť výroby.**
- podsystém monitorovania technologických parametrov strojov. **Tento podsystém je zameraný na kvalitu výroby.**

Každý podsystém môže byť implementovaný aj samostatne pričom je možné ho rozšíriť o druhý podsystém.

Bloková schéma systému je na obr. č.1. Systém má tieto hlavné časti:

- moduly na strojoch (**MS**) sú dvojaké:
 - snímanie stavov stroja (**MS.S**) na každom stroji (stroj zapnutý/vypnutý, počítanie cyklov a nepodarkov),
 - snímanie technologických parametrov na stroji (**MS.T**),
- prenosné vreckové počítače (**PDA**) s bezdrôtovým prenosom dát do centrálného počítača. Tieto majú obsluhu strojov (**OS**) na zadávanie kódov prestojov.
- centrálny počítač (**CPC**), ktorý automaticky zbiera hodnoty signálov z modulov na strojoch a prenosných vreckových počítačoch, vypočítava celkovú ekonomickú efektívnosť a vytvára prehľady o hodnotách technologických parametrov a analýzy prestojov, prezentuje výsledky a archivuje údaje.

Prenos dát medzi centrálnym počítačom (**CPC**), modulmi na strojoch (**MS**) a prenosnými vreckovými počítačmi (**PDA**) je bezdrôtový.



Obr. č.1. Bloková schéma systému na monitorovanie celkovej ekonomickej efektívnosti využitia strojov, prestojov a monitorovanie technologických parametrov

3. Princíp výpočtov a vyhodnocovania

a) **Celková ekonomickej efektívnosti sledovaného stroja (OEE)** sa vypočítava ako súčin troch základných ukazovateľov:

$$\text{OEE} [\%] = A \times P \times Q \times 100$$

kde: využitie A = skutočný / plánovaný čas využitia stroja,

výkon P = skutočný / plánovaný počet vyrobených kusov,

kvalita Q = počet vyrobených dobrých kusov / celkový počet vyrobených kusov.

Výpočet celkovej ekonomickej efektívnosti strojov robí centrálny počítač na základe plánovaných údajov a skutočne dosiahnutých výsledkov.

Tento údaj sa spracováva tabuľkovo a graficky podľa pracovných zmien, vybraných časových intervalov a podľa obsluhy stroja.

b) **Prestoje strojov** sa zvyčajne rozdeľujú podľa dôvodu do 4 základných skupín:

- mechanické poruchy (napr. porucha filtra, porucha uzatvárania ochranných dverí ...),
- elektrické poruchy (napr. porucha elektromotoru čerpadla, porucha ohrevu ...),
- organizačné nedostatky (napr. chýbajúci materiál, neprestavený stroj ...),
- plánované prestoje (napr. čistenie stroja, prestavovanie stroja ...).

Každá skupina sa dá deliť detailnejšie na jednotlivé typy, ktoré si vyšpecifikuje užívateľ.

Prestoje vyhodnocuje počítač tabuľkovo a graficky (Paretové diagramy) za jednotlivé stroje i celkovo za dielňu podľa typov prestojov, času ich trvania a frekvencie výskytu. Tiež sa spracovávajú podľa pracovných zmien, vybraných časových intervalov a podľa obsluhy stroja.

c) Pri **monitorovaní technologických parametrov na stroji** je treba sa zamerať na tie veličiny, ktoré majú podstatný vplyv na kvalitu výrobku. Napríklad pre vstrekolisy sú to najmä tieto parametre:

- teplota trysky,
- teploty v jednotlivých pásmach valca,
- čas cyklu,
- čas chladnutia,
- čas dotlaku,
- veľkosť dávkovania (dráha skrutkovnice),
- vstrekovací tlak,
- čas vstrekovania,
- prepínací tlak výdrže,
- dotlak,

4. Popis fungovania systému

a) Do centrálného počítača sa **cez preddefinované tabuľky** musia najskôr ručne vložiť:

a1) výkonové parametre každého stroja:

- kód stroja,
- nominálny výkon stroja (pracovné cykly/hod, alebo ks/hod) pre každý sortiment,
- nominálna dĺžka trvania pracovného cyklu pre každý sortiment,

a2) zoznam obsluhy strojov,

a3) zoznam sortimentu,

a4) zoznam prestojov podľa skupín a typov v skupine,

a5) plánovacie údaje pre každú pracovnú zmenu:

- dátum,
- číslo pracovnej zmeny,
- pracovný fond zmeny,
- kód stroja,
- kód sortimentu,
- meno obsluhy stroja,
- plánovaný čas využitia stroja za každú zmenu,
- plánovaný počet vyrobených kusov za každú zmenu,

a6) v prípade, že sa nepodarky nedajú na stroji počítať automaticky musí sa ich počet zadať do centrálného počítača ručne na konci každej pracovnej zmeny,

a7) v prípade, že sa majú monitorovať aj technologické parametre strojov, tak sa musia zadať aj žiadané hodnoty týchto parametrov a prípustné odchýlky.

b) Moduly na strojoch snímajú:

b1) **zapnutie a vypnutie pracovného cyklu stroja** (z toho systém zisťuje čas zapnutia/vypnutia a dĺžku času kedy stroj produkuje a neprodukuje),

b2) **začiatok a koniec strojového cyklu** (z toho systém zisťuje časovú dĺžku strojového cyklu a počet strojových cyklov),

b3) **počet nepodarkov** (ak sa dá ich počet snímať automaticky),

b4) **hodnoty vybraných technologických parametrov.**

Tieto signály sú okamžite posielané do centrálného počítača po kábli alebo bezdrôtovo na ďalšie spracovanie.

c) Centrálny počítač:

c1) registruje vo svojej pamäti za každý stroj:

- každé zapnutie/vypnutie stroja spolu s časom vzniku tohto stavu,
- počet a dĺžku strojových cyklov,
- počet nepodarkov,

c2) pri obdržaní signálu o vypnutí stroja pošle na prenosný vreckový počítač príslušnej obsluhy stroja **alarmové hlásenie** o tomto stave s uvedením kódu stroja,

c3) porovnáva počet a dĺžku pracovných cyklov z preddefinovanými hodnotami a v prípade odchýlky registruje a signalizuje tento stav na monitore počítača a posiela alarmové hlásenie na prenosný vreckový počítač príslušnej obsluhy stroja,

d) Keď centrálny počítač pošle alarmové hlásenie na prenosný vreckový počítač príslušnej obsluhy stroja tak:

d1) na prenosnom vreckovom počítači obsluhy stroja zaznie zvukový signál, displej sa rozblika a zobrazí sa na ňom:

- kód stroja, ktorý sa zastavil (začal prestoj),
- preddefinovaný zoznam prestojov,

d2) obsluha stroja príde k určenému stroju, zistí príčinu prestoja a stlačí na displeji prenosného vreckového počítača tlačidlo prislúchajúce danému prestoju. Je možné, aby pracovník pripojil aj poznámku, ktorú napíše cez klávesnicu PDA.

d3) informácia o type prestoja sa z prenosného vreckového počítača obsluhy strojov okamžite bezdrôtovo posielajú do centrálného počítača na registráciu a ďalšie spracovanie,

e) Centrálny počítač na základe:

- ručne vložených plánovacích údajov,
- aktuálnych údajov získaných automaticky z modulov na snímanie stavov

vypočítava využitie A, výkon P, kvalitu Q a celkovú ekonomickú efektívnosť OEE jednotlivých strojov. Tento údaje spracováva do tabuliek a stĺpcových grafov (v osi x sú jednotlivé stroje a v osi y údaje A, P, Q, OEE. Je možné si vybrať nasledujúce parametre:

- pracovná zmena,
- vybraný časový interval,
- obsluha stroja,

podľa ktorých sa majú tabuľky a stĺpcové grafy zobrazovať.

f) Centrálny počítač na základe:

- ručne vložených údajov,
- aktuálnych údajov získaných automaticky z modulov na snímanie stavov,
- údajov, ktoré zadáva obsluha strojov cez prenosný vreckový počítač

vytvára tabuľky a grafy (Paretové diagramy) prestojov za jednotlivé stroje aj za dielňu.

V tabuľke sú vodorovne uvedené tieto údaje:

- kód stroja,
- dátum,
- číslo pracovnej zmeny,
- kód poruchy,
- trvanie prestoja,
- obsluha stroja (meno),
- poznámka.

Tabuľku je možné usporiadať podľa:

- strojov (všetky alebo určitý stroj),
- podľa typu prestoja (všetky alebo určitý prestoj),
- pracovných zmien (všetky alebo určitá pracovná zmena),
- vybraný časový interval (počiatočný a konečný dátum),
- obsluha stroja (všetci alebo určitý pracovník),

V diagrame v osi x sú jednotlivé typy prestopov a v osi y je možné si vybrať:

- sumárne časy trvania prestopa,
- frekvencia výskytu prestopa.

Je možné si vybrať nasledujúce parametre:

- pracovná zmena,
- vybraný časový interval,
- obsluha stroja,

podľa ktorých sa majú diagramy zobrazovať.

g) Centrálny počítač na základe zozbieraných hodnôt sledovaných technologických parametrov porovnáva namerané hodnoty so žiadanými hodnotami a:

- v prípade mimotolerančných hodnôt signalizuje na monitore tento stav, archivuje tento stav pre daný stroj, sortiment, čas a pracovnú zmenu a zaregistruje to do protokolu odchýliek,
- v prípade, že sú hodnoty v tolerancii, uloží každú hodinu namerané vzorky do archívu a na konci pracovnej zmeny vydáva zmenový protokol s týmito údajmi: stroj, sortiment, pracovná zmena, hodinové vzorky nameraných hodnôt technologických parametrov.

5. Technické riešenie

Technické riešenie hardvéru a softvéru je navrhnuté tak, aby bolo kompatibilné ako pre podsystem vyhodnocovania celkovej ekonomickej efektívnosti a analýzy prestopov strojov tak aj pre podsystem monitorovania technologických parametrov strojov.

A. Moduly na strojoch

A.1.1. Moduly na snímanie stavov strojov MS.S (potrebný pre obidva podsystemy)

Základom je programovateľný modul, ktorý má 6 dvojhodnotových vstupov (0 – 24 V js) a 2 komunikačné rozhrania:

- komunikačné rozhranie 1 slúži na komunikáciu s centrálnym počítačom,
- komunikačné rozhranie 2 slúži pre rozširovanie o ďalšie moduly na sledovanie dvojhodnotových stavov a meranie analógových signálov technologických veličín (teploty, tlaky),
- dvojhodnotový vstup 1 a 2 – počítanie pracovných cyklov stroja (napät'ový vstup pripojený paralelne napr. k solenoidovému ventilu hydrauliky posuvu vstrekovacej jednotky),
Okrem počítania pracovných cyklov modul vyhodnocuje aj počet cyklov za časovú jednotku. Keď je tento počet nižší ako dopredu nastavená hodnota pre určitý sortiment tak to modul vyhodnotí ako stav – stroj neprodukuje (stroj stojí),
- dvojhodnotový vstup 3 – počítanie nepodarkov (ak sa dajú počítat' automaticky),
- dvojhodnotový vstup 4 až 6 – rezerva.

Modul na snímanie stavov strojov bude nainštalovaný buď priamo do elektrorozvádzača príslušného stroja alebo do samostatnej skrinky umiestnenej pri elektrorozvádzači. Čítačové a dvojhodnotové signály budú do modulu privedené káblami paralelne pripojenými na príslušné signálne svorky v elektrorozvádzači stroja.

Softvér modulu zabezpečuje zber signálov a ich prenos do centrálného PC bezdrôtovo cez sieť WiFi (alebo po sériovej linke). V prípade, že sú k nemu pripojené moduly MS.T pre snímanie technologických parametrov, zabezpečuje, aby technologické parametre boli merané pre každý cyklus oddelene.

A.1.2. Moduly na snímanie technologických parametrov strojov MS.T

Tieto moduly snímajú teploty, tlaky a dvojhodnotové vstupy na stroji. Volia sa podľa zvoleného druhu a počtu sledovaných technologických parametrov. Sériovým rozhraním sa pripájajú k modulu MS.S.

Signálové vstupy sú pripojené paralelne na existujúcu svorkovnicu snímačov technologických veličín stroja.

Sú to neprogramovateľné moduly. Riadenie merania zabezpečuje softvér v module MS.S.

B. PDA – prenosné vreckové počítače

Je použitý PDA Acer n311. Má integrované WiFi (bezdrôtová LAN). Má 3,7“ farebný, dotykový displej s veľkým rozlíšením.

C. Centrálny počítač CPC

Táto časť systému sa skladá z personálneho počítača a komunikačných modulov na spojenie so strojmi a prenosnými vreckovými počítačmi.

PC je štandardné, vybavené operačným systémom Windows XP a monitorovacím systémom ControlWeb v.5. pod ktorým je vypracovaný aplikačný softvér SAE OEE.

Bude pripojený na podnikovú LAN.

Funkcie, ktoré zabezpečuje softvér centrálného PC sú popísané v predchádzajúcom bode 4.

WiFi je štandardný modem pre bezdrôtovú LAN. Modem je pripojený k podnikovej LAN na mieste, ktoré je najvhodnejšie pre bezdrôtový prenos dát z vreckových prenosných počítačov (PDA). PDA môže byť nainštalovaný priamo na stroj alebo ho môže mať obsluha pri sebe.

6. Cena systému

	Monitorovanie OEE	Monitorovanie technologických parametrov	Monitorovanie OEE a technologických parametrov
Cena za vybavenie 1 stroja (modul na snímanie veličín, montáž, kabeláž, pripojenie na CPC, softvér do CPC, oživenie)	od 60100.-Sk	od 94 100.-Sk	od 120 690.-Sk
Cena 1 prenosného vreckového počítača PDA (PDA a softvér)	21 000.-Sk		
Základná cena softvéru do CPC (pre 1 závod)	446 660.-Sk	496 660.-Sk	596 660.-Sk

7. Záver

Monitorovací systém SAE - OEE vám ukáže, kde máte skryté rezervy vo využití vašich výrobných zariadení a v kvalite výroby.

Monitorovací systém SAE - OEE poskytuje doklad o dodržiavaní technologických parametrov pri výrobe.

Monitorovací systém SAE – OEE je univerzálny. Dá sa prispôbiť konkrétnym požiadavkám užívateľa systému.