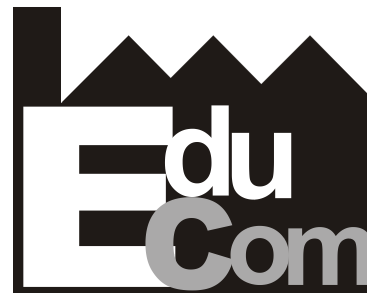


# Metody průmyslového inženýrství 2

Jan Vavruška  
Technická univerzita v Liberci



EDUCATION COMPANY

## Průmyslové inženýrství

Technická univerzita v Liberci a partneři  
Preciosa, a.s. a TOS Varnsdorf a.s.



# Andon

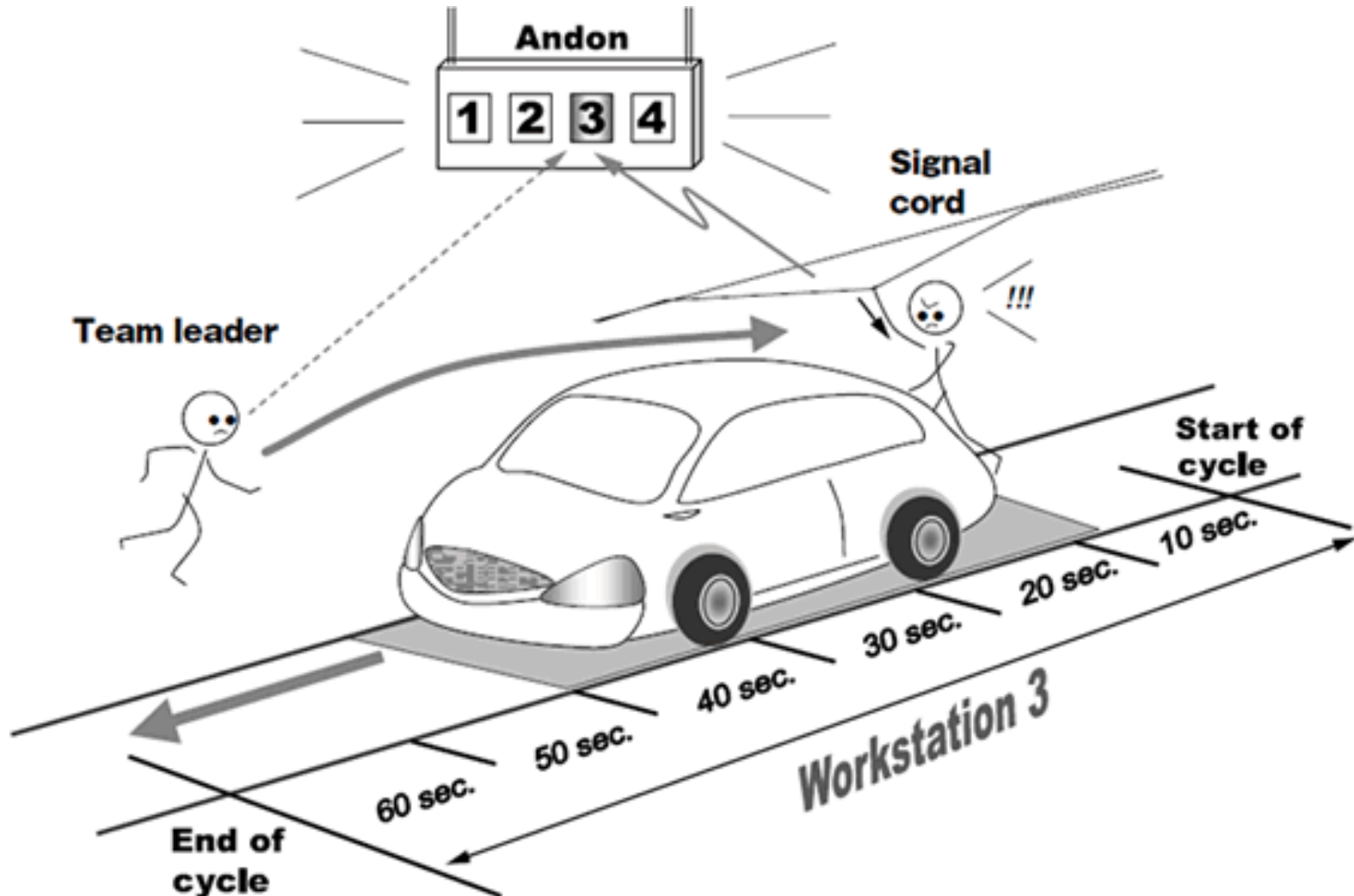
## Informace o pracovišti

### System varování

## ANDON

- Výraz andon pochází z japonštiny, odkud by se dal přeložit jako „svítilna“.
- Ve výrobních systémech se názvem andon označuje metoda signalizace a výstražných signálů.

# Signál pro Team leadera



## Andon

- Hlavním úkolem andonu je zviditelnit abnormality, aby byly jasně a okamžitě rozpoznatelné a mohla být ihned zjednána náprava.
- Pokud tedy dojde k abnormálnímu stavu, signalizace se spustí (rozsvítí či rozezní).

# Typy ANDON prostředků

Andonové prostředky jsou dvojího typu:

- vizuální
- zvukové



# Andonové majáčky strojní



## Kombinace a intenzita

Použití těchto prvků je často **současné**, protože tyto signály **musí vzbudit pozornost** obsluhy i dalších pracovníků.

Mezi vizuální signalizaci patří signální světla, majáky semaforey, světelné panely, andonové tabule.

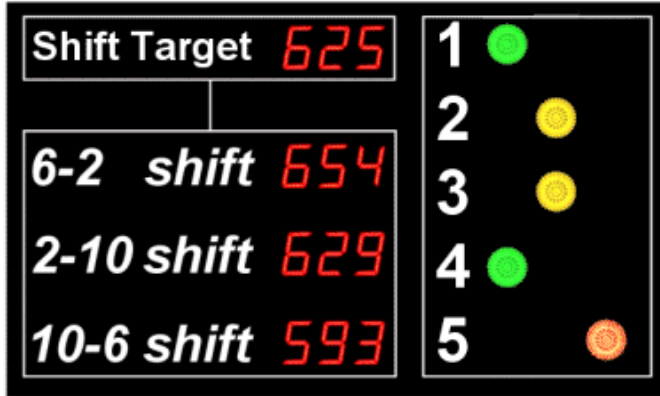
Zvuková signalizace se provádí pomocí sirén a zvonků.



## Světelné tabule

- **Různé barvy světel vyjadřují různé situace**, např. pro upozornění se užívá žluté barvy a pro zastavení práce se používá světlo červené.
- Volba typu prvku závisí také na koncentraci hlídaných operací. Pro menší počet operací se užívají signální světla,
- **Pro větší počet operací pak světelné tabule.**

# Andon tabule



# Sport

- Rozjezd
- Semafor

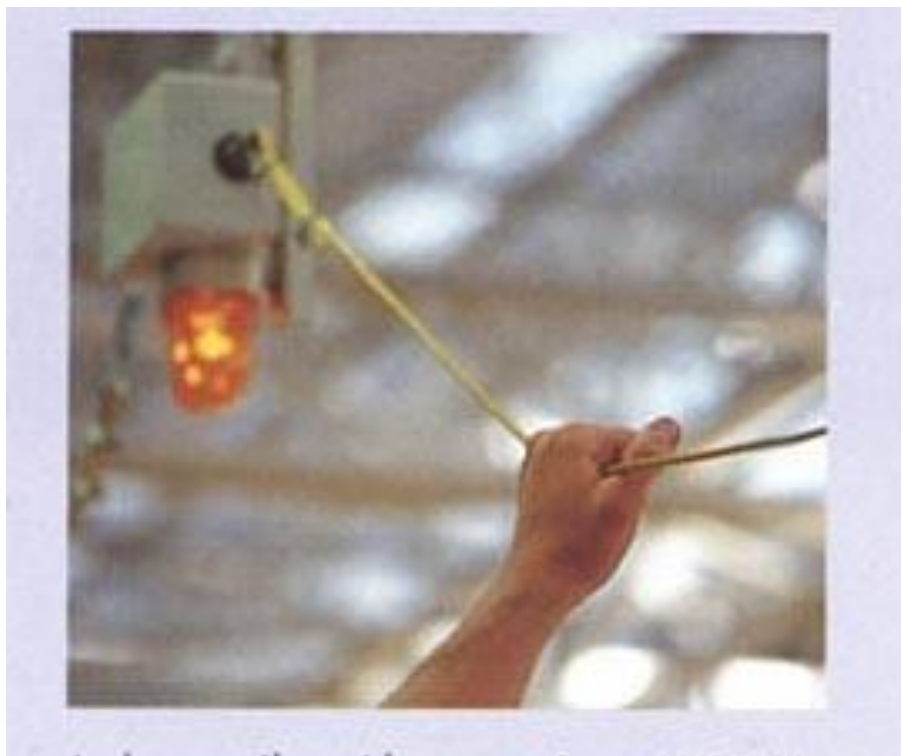


## Uplatnění andonu

- Andon lze použít **pro signalizaci problémů – abnormalit**
- Andon se využívá také **pro zjištění stavu zakázky** ( jak je výrobní systém daleko se zakázkou, je li ve skluzu oproti plánu)
- Informuje servisní a řídicí pracovníky **o statusu zařízení** (pracuje, porucha, seřizování, čeká na obsluhu, nezaplánováno)
- Využívá se pro **řízení dodávek materiálu či nástrojů.**



## Aplikace andonu ve Škodě Auto



**Jedno zatáhnutí lana**  
systému andon,  
vedoucí podél celé  
montážní linky  
zaktivuje viditelná  
signální zařízení.  
**Odpovědní pracovníci**  
za daný úsek musí  
tento problém  
**okamžitě analyzovat**  
**a vyřešit**, jinak se linka  
zastaví

# Užití systému andon souvisí s dalšími výrobními strategiemi, jako např.:

- poka-yoke
- jidoka
- kanban
- Pick to light

## Důvody užití principu ANDON

- **Odpoutání člověka od pracoviště**, čímž produktivita výroby vzroste, protože můžeme pracovníka využít k jiným činnostem a tím snížíme náklady na výrobek
- **Odhalení či odstranění lidských chyb**
- Snížení zmetkovitosti (**bezprostřední zjištění nesrovnalostí, případně signalizace, že se výrobek blíží tolerančnímu poli**)
- Snížení nákladů na skladování (**dodávky pouze tam kam je třeba**, na základě toho můžeme snížit zásoby, manipulační prostředky, plochy)
- Snížení prostojů strojů při poruše – obsluha, **údržbářský tým okamžitě vědí kam mají jít**

# Andon a Jidoka (Poka Yoke)

## Užití se systémem poka-yoke

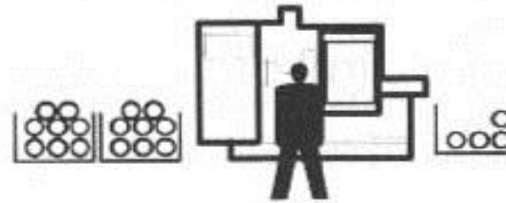
- Systém **poka-yoke** identifikuje chybu např. nesprávnou polohu součástky v přípravku, pak je nutné tuto součást uzamknout, upozornit a zavolat autorizovanou osobu, aby závadu odstraněna.
- Informaci pak přenese **Andon** např. maják doprovázený sirénou.



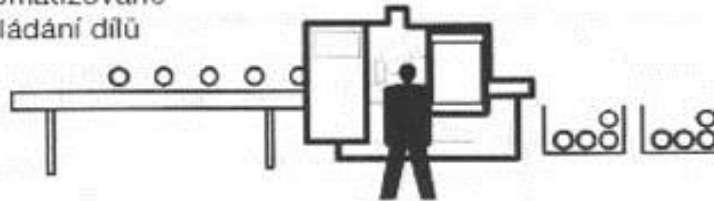
# Jidoka + Andon

## Výchozí stav

operátor neustále přítomen u stroje (zakládání a vyjímání dílů, korekce)



Automatizované zakládání dílů



## Pre-jidoka

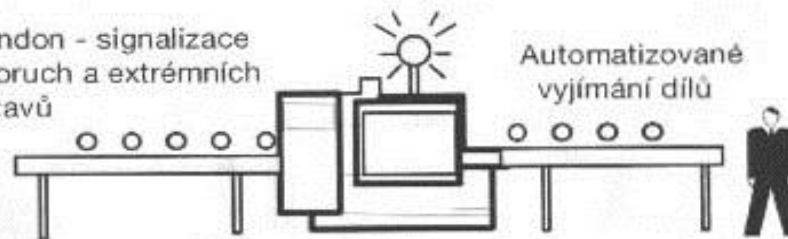
operátor sleduje chod a vyjímá díly

## Jidoka

operátor není vázán a je uvolněn pro další činnosti

Andon - signalizace poruch a extrémních stavů

Automatizované vyjímání dílů



# Andon a Kanban

## Použití se systémem kanban

- Systém andon se používá pro řízení dodávání dílů do procesu systémem „tahu“.
- Andon je vizuálním prvkem elektrického kanbanu využívajícího světelné signalizace. Příkladem použití jsou např. firmy Škoda a Opel, které řídí dodávku dílů ze skladu na montáž právě systémy kanban a andon.

# Vychystávání dle světelného signálu



pick-to-light basics.

## Pick to light

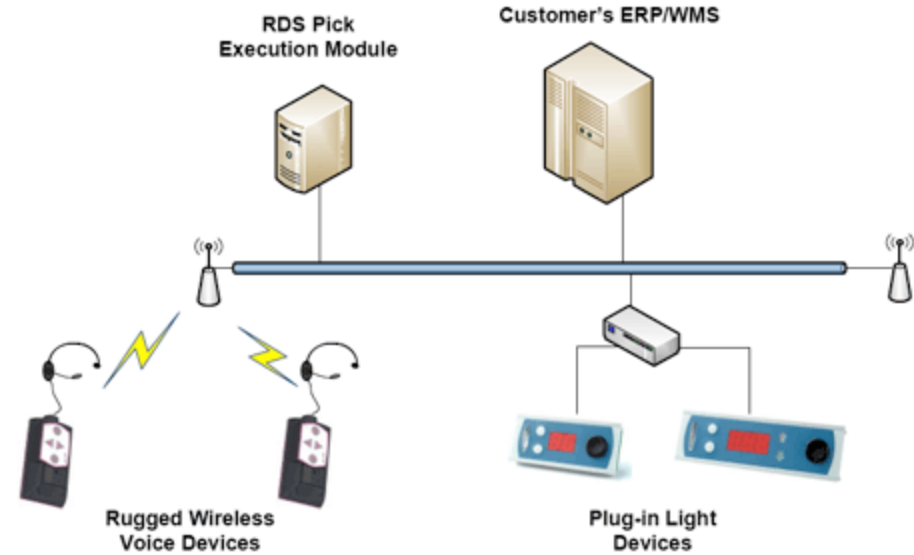




# Vychystávání hlasem



## Pick to voice



## Závěr

- Princip andon také úzce souvisí s vizuálním managementem, resp. je jeho součástí.
- Z tohoto pojednání tedy vyplývá, že andon se aplikuje společně s jinými metodami a samostatným použitím nedosáhneme dobrých výsledků.

# Poka Yoke

## Odolnost proti chybám

Blbům vzdornost

# Slabá stránka procesu a protiopatření<sup>[1]</sup>

Také v oblasti spolehlivosti platí, že řetěz je tak pevný (tak kvalitní) jako jeho nejslabší článek.

Takovým slabým článkem je v oblasti jakosti a spolehlivosti všudypřítomný Lidský faktor. **Lidský faktor je jedním z nejvýznamnějších faktorů, které ovlivňují spolehlivost podnikových procesů.** Proto je potřeba se lidskému faktoru v podnikových procesech věnovat zvýšenou měrou.

K analýze možných selhání lidského činitele je možné využít známých metod, jako jsou Ishikawovy diagramy, QFD, FMEA(FMECA), atd.

Výsledkem jsou následná **protiopatření**, která lze rozdělit do následujících tří oblastí:

1. **školení** pracovníků,
2. **motivace** pracovníků,
3. **cílené odstraňování možností vzniku selhání.**

## Pět hlavních faktorů ovlivňující vznik vady

- Stroj
- Pracovní postup
- Materiál
- Informační systém
- **Pracovník!!!**

Přičemž školení, motivace a 100% vizuální kontrola **mají velice limitovaný prostor** pro efektivní posun při zvyšování spolehlivosti výrobních procesů



# Cílené odstraňování možností vzniku selhání

Metoda věnující se cílenému odstraňování možností vzniku selhání pracovníků, je japonská metoda

## **Poka-Yoke.**

**Autorem metody je** výrobní inženýr automobilky Toyota - **Shingeo Shingo**. Metodu navrhl jako součást svého systému nulových vad (*Zero Quality Control System*).

*Název metody je složenina z japonských slov: [1]*

ポカ „Poka“ = chyby z nepozornosti

ヨケ „Yoke“ = jokeru = předcházet.

## Poka Yoke

Nízko nákladové, vysoce spolehlivé technická opatření, které **zastaví proces** a preventivně **chrání výrobu před zmetky**.

Zajišťuje **Procesní postup**, který umožňuje vykonat činnost pouze **jediným možným stylem**.

Tím se přímo v procesu **zajišťuje vysoká spolehlivost** a často také produktivita. [2]

# Poka Yoke

- Metoda zabraňující vzniku chyb
- Metoda zabraňující další práci na neshodných dílech **při neúmyslné chybě**

Nejčastější český „překlad“

**BLBÝM VZDORNOST**

**Odolnost proti chybám**

**Hlavní myšlenka: Zajisti at' to lze udělat  
jediným (a to správným) způsobem.**

=

**Nejde to udělat jinak než správně!**

## Historie Pak Yoke

- Poka – Yoke byla poprvé publikována japonským inženýrem Shigeo Shigem v r. 1986.
- Tato metoda je využívána asi od r. 1987, a to převážně u velkosériových montáží a výroben.
- Původní název Baka – Yoke - "idiot-proofing,, změněn na Poka Yoke

## Základní otázky

Téměř všem chybám lze předejít.

Je nutno je identifikovat **kdy, kde a proč** vznikají.

Dle analýzy přijmout rozhodnutí a vytvořit protiopatření - na správném **místě**, ve správný **okamžik** na správné **úrovni** za adekvátní **cenu** [3]

## Druhy vad

- Vynechaná montážní operace.
- Vadná montáž.
- Nesprávné zakládání (upínání) kusu.
- Chybějící díly.
- Špatné díly.
- Zpracování špatného kusu.
- Nesprávné provedení operace.
- Zařízení nenastaveno, neseřízeno.
- Díl nedotažený, uvolněný, vypadlý.
- Nástroje a přípravky nesprávně připravené.

## Poka Yoke dle charakteru místa užití

- Preventivní
  - (před provedením operace) vada by mohla nastat.
- Kontrolní
  - (po provedení operace) vada již nastala

# Základní kroky Poka Yoke preventivní

Opatření při zjištění nestandardní situace

1. **vypnutí** – při zjištění vady **není** výrobní operace spuštěna.
2. **kontrola** – **nemožnost** provedení jakékoli **chyby**.
3. **varování** – signalizace **odchyly** od normálního stavu



## Základní kroky Poka Yoke preventivní

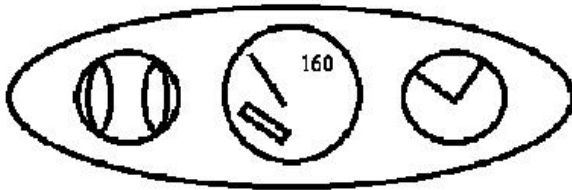
- Kontrola zjišťující chyby se nasazuje v místě jejich zdroje – před tím, než způsobí vadu.
- Nejčastěji mechanická řešení, tvarové prvky zajišťující polohu a orientaci.

**Příkladem:** kolík, který zabrání nesprávné orientaci opracovávaného dílu.

# Příklady

## Příklad 1: Konstrukční úprava – přidání středícího prvku [1]

Inženýr Shingo byl jednou nucen řešit problém při montáži tachometrů do vozů Toyota. Ruční centrování přístrojů bylo náročné na přesnost pracovníků montáže a stávalo se, že některé přístroje byly mírně natočeny oproti správné poloze. .



[OBR 2]-Chybné umístění



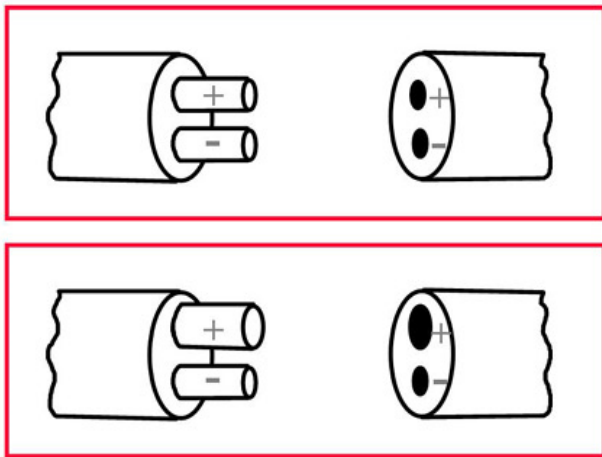
[OBR 3] – Správné umístění

doraz

Přístroje byly vybaveny výčnělkem pro automatické vystředění, proti kterému byla do přístrojové desky navržena centrovací drážka, do které při montáži výčnělek zapadl (viz obr č. 2). Přístroj byl tedy *vycentrován automaticky* a odpadla tím celá operace „centrování“. Polohu přístrojů navíc *není nutné kontrolovat*, protože k výše uvedené nepřesnosti montáže již nemůže dojít

## Příklad 2:Konektory

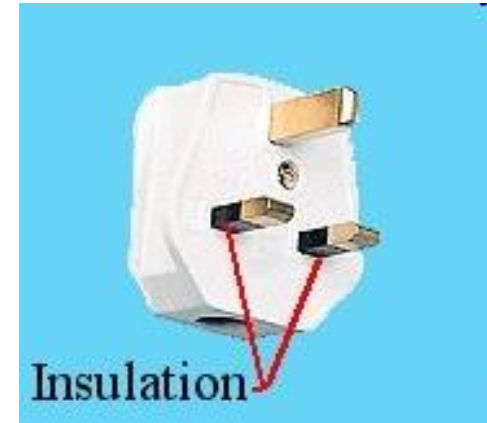
Podle systému Poka – Yoke jsou například různé zástrčky a konektory vhodně barevně a tvarově odlišeny, tudíž jednu zástrčku mohou zasunout pouze do příslušné zásuvky a pouze jedním, správným směrem.



[OBR 4]-tvarově odlišné konektory



[OBR 6]-konektory PS/2



[OBR 5]-britská zásuvka

### Příklad 3: Bezpečnostní pás

Tento bezpečnostní pás má na sponě červenou rysku. Při nesprávném spojení je červený pruh viditelný. Při správném zapojení je pruh překryt pásem.



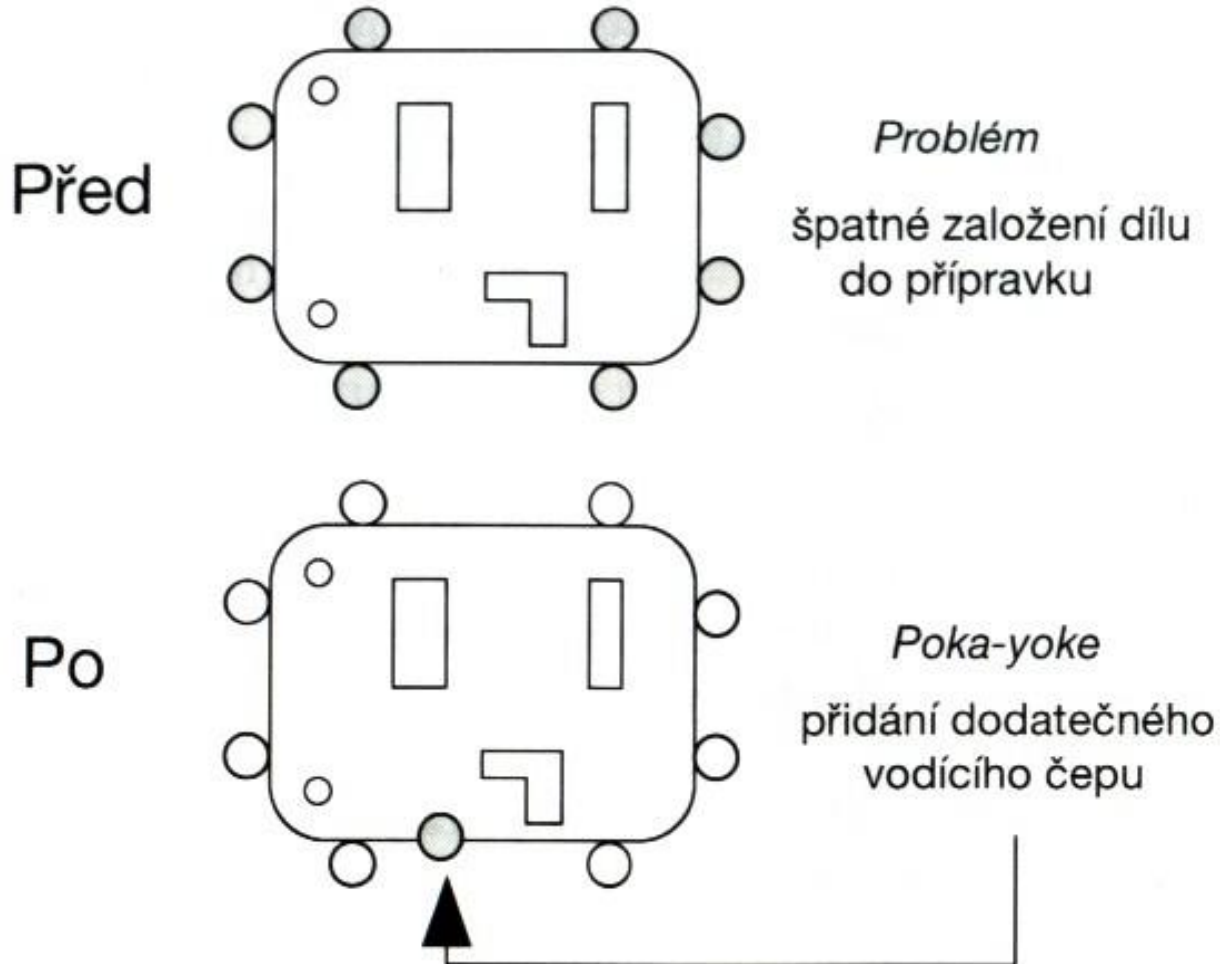
[OBR 7]-nesprávné zapojení

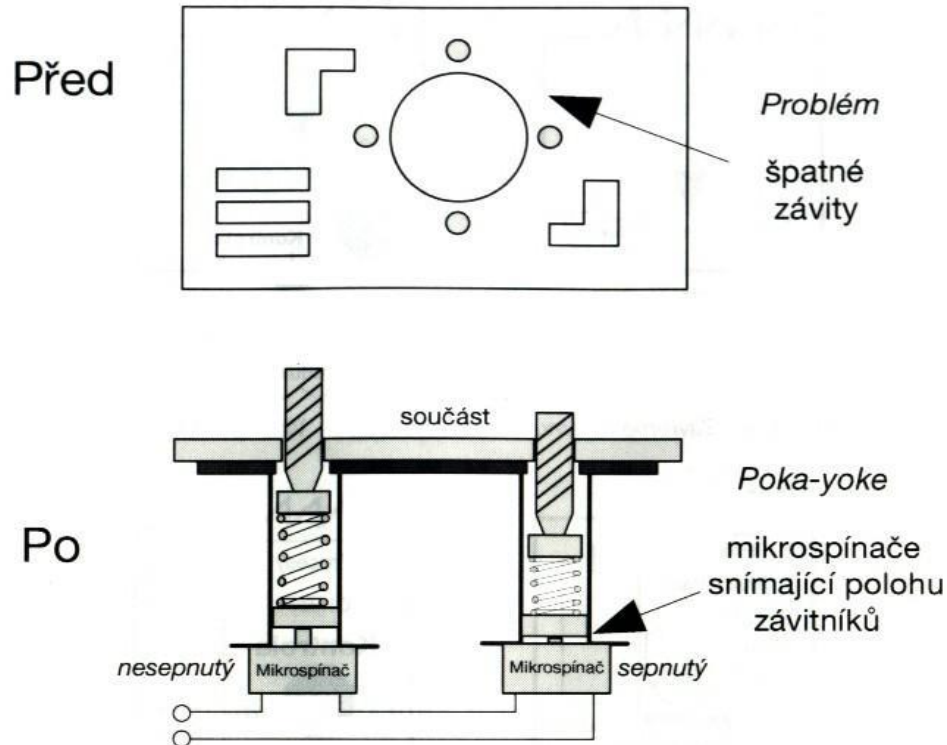


[OBR 8]-nesprávné zapojení

**Zde se již nejedná o Poka Yoke  
Jde pouze o vizualizaci vady**

✓ Vodící kolíky





Není umožněno zpětné vytočení závitníku pokud nebyl sepnutý spínač dorazu

## praxe

- Halogenová žárovka



- Hřídel volantu – jde zasunout pouze jedním směrem (vynechán jeden zub)

# Základní kroky Poka Yoke kontrolní

Opatření při zjištění nestandardní situace

1. **vypnutí** – při zjištění vady je okamžitě **zastavena operace**.
2. **kontrola** – **vadné dílce nemohou pokračovat k následující operaci**.
3. **varování** – signalizace, že **došlo k vadě**.



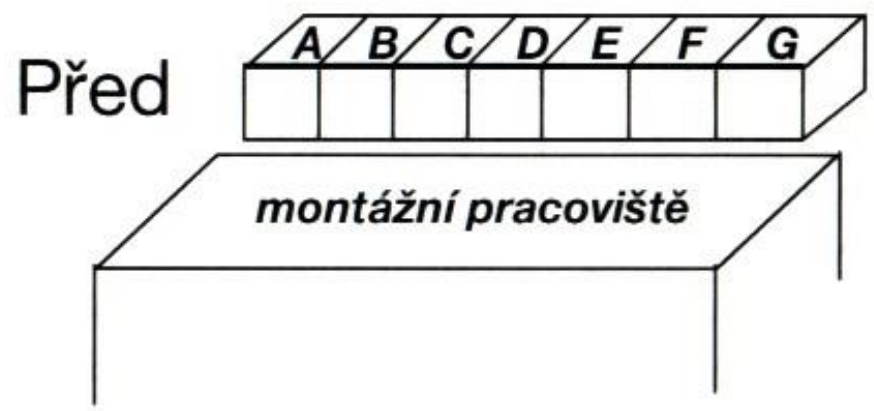
## Základní kroky Poka Yoke kontrolní

- 100% kontrola dílu pomocí levného snímacího prvku jako např. koncový spínač. Při výskytu abnormality se aktivuje zvuková, nebo světelná signalizace.
- Okamžité kroky k zastavení operace, jakmile je zjištěna vada.

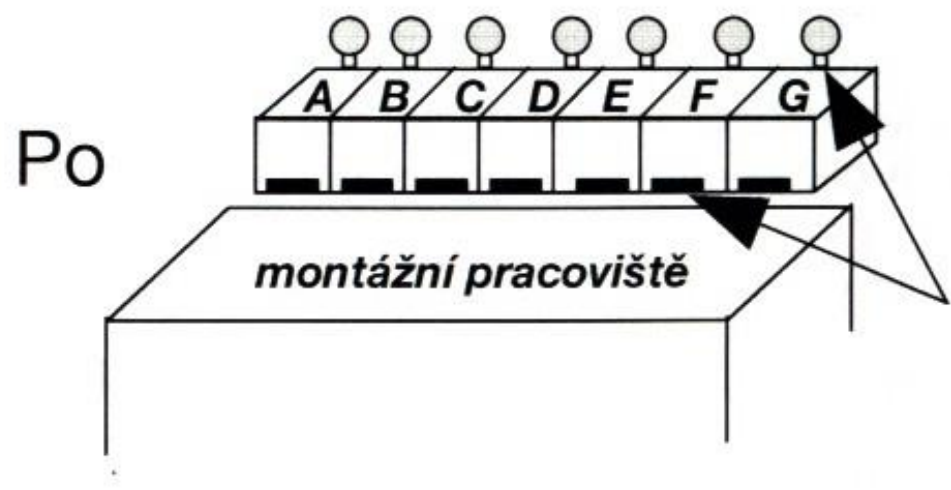
**Příklad:** blokovací obvod, který automaticky vypne stroj a uzamkne součást. Je vyžadován zásah autorizované osoby

**Příklady použití:**

- ✓ Nkontaktní spínače vysílají paprsek
- ✓ Chybová světla



*Problém*  
vynechaný díl při montáži



*Poka-yoke*  
zásobník s fotoelektrickým snímačem a "chybovým" světlem

# Kontrola odebírání správného dílu a pořadí



## Včasná implementace Poka Yoke

- Mechanické prostředky, které jsou navrženy pro předcházení vadě přímo v místě vzniku, jsou nejefektivnější.

### Implementace již ve fázi návrhu výrobku

- Prostředky pro zachycení vady a okamžité zastavení činnosti patří mezi cenné součásti procesu snižování vad.

### Implementace z nouze při ladění procesu

# Nejčastější prvky Poka Yoke

- Vodící kolíky různých velikostí
- Koncové spínače
- Počítadla
- Optické snímače



[OBR 1] mikrospínač

Detektory chyb obecně dělíme pak na kontaktní a bezkontaktní:

a) *KONTAKTNÍ*

b) *BEZKONTAKTNÍ*

# Nejčastější prvky Poka Yoke

## Vodící kolíky různých velikostí

Kolíky umístěné ve spodním dílu formy přesně zapadají do děr v horním dílu formy-umožňují správné a jednoznačné založení pouze požadovaného dílce.

## Optické snímače

V případě, že snímač detekuje chybějící dílec odešle signál do řídicího systému zařízení, který zablokuje výrobek v přípravku, popř. světelně a zvukově signalizují chybějící díl obsluze.



# Nejčastější prvky Poka Yoke

## Koncové spínače

Koncové spínače detekují správnou pozici dílce, až poté spustí pracovní cyklus

Detekují posuv nástroje. Při dosažení koncové polohy (po sepnutí koncového spínače) se nástroj vrací do základní polohy.

## Počítadla

Na počítadle je nastaven přesný počet operací, popř. počet montovaných dílců. V případě, že se skutečný počet liší od referenčního, je spuštěna světelná či zvuková signalizace.

## výsledek

- Snížení stresu a psychického vypětí pracovníka
- Minimalizace nebo úplné omezení chyb vzniklých nepozorností pracovníka
- Zvýšení kvality výrobku – trvale (snížení zmetkovitosti)



## Přínos Poka Yoke

Pracoviště, na kterém je operátor pomocí prvků průmyslové automatizace uvolněn od pasivního dohledu nad strojem (čekání až se něco stane) a je mu umožněno využít čas smysluplněji. Operátorovi je umožněno využívat čas na práci, která vytváří hodnotu pro zákazníka (např. obsluhovat další stroj).

## Poka Yoke X vyzualizace

- Často bývá diskutováno zda některé vizuální prvky, lze považovat za prvky Poka Yoke
- Poka Yoke má za cíl znemožnit pokračování v činnosti dojde li k nestandardní situaci. „**Vizální Poka Yoke**“**tak již není Poka Yoke**, protože **umožňuje pokračovat v činnosti při nedodržení kázně.**

## Definice vady

- Neexistence takové vlastnosti věci, která se u věci určitého druhu a stáří obecně předpokládá a v důsledku níž je využití věci podstatně sníženo.
- Vadami je možné rozumět vše, co snižuje možnost využití a upotřebení věci nebo jí jinak znehodnocuje.

<sup>1)</sup> Holub, M. a kol.: Občanský zákoník. Komentář. 2. svazek. 2. vyd. Praha, Linde Praha 2003, s. 777

<sup>2)</sup> Holub, M. – Fiala, J. – Bičovský, J.: Občanský zákoník (poznámkové vydání s judikaturou a novou literaturou), 9. vyd. Praha, Linde 2002, s. 433

- Za vadu věci lze považovat i případ, kdy je sice předaná věc vnějšími znaky odpovídající původní smlouvě, ale která je např. nefunkční, je-li podstatou smlouvy získání věci za účelem jejího funkčního využití.

<sup>3)</sup> Plecítý, V. – Kocourek, J.: Občanský zákoník (výklad, judikatura a související předpisy). 2. vyd. Praha, Eurounion 2002, s. 222

# JIDOKA

## Autonomní pracoviště

Integrace kvality, produktivity  
a humanity práce

# Jidoka

- **Automatizace s lidským rozměrem**
- Toyota je proslulá **kontrolou kvality** uplatňovanou **v každém kroku** výrobního procesu.
- Výrobní **zařízení** jsou konstruována tak, že **upozorňují na možné abnormality**.
- Jakmile je strojem nebo lidskou obsluhou zjištěna jakákoli **nedokonalost, je výroba zastavena a odchylky jsou okamžitě řešeny.**

[1]

# Jidoka

- Jidoka princip je **okamžitý STOP výrobního procesu** je li podezření na **procesní abnormality**,
- Jedná se o filozofii **kvalitu vyrobit nikoliv vykontrolovat.**
- Pouze **analýza abnormalit a problémů v reálném čase** umožňuje efektivně odhalovat a eliminovat skutečné kořenové příčiny. [3]

# Jidoka

- **Defekty a závady jsou nejhorším způsobem plýtvání.**
- Toyota vyvinula koncept **Jidoka nebo-li navrhování zařízení a procesů tak, aby se zastavily v okamžiku výskytu jakéhokoliv problému.**
- **Cíl nedostatek kvality je odhalen a řešen v místě svého vzniku a nikdy nemohl postoupit do následujícího procesu. [2]**



# Jidoka

- V praxi to například znamená, že každý zaměstnanec, který zjistí na voze jakoukoliv chybu, může zastavit výrobní linku, aby se chyba nedostala dále.
- Operátor zjistil, že díl nepasuje na místo, kam má být namontován. Zatažením za lano signalizuje problém. Na světelné tabuli andon se ihned rozsvítí číslo pracovní pozice, kde k problému došlo a rozezná se zvukový signál.



[2]

## Jidoka

- **Lidé mají pravomoc** stisknout tlačítko, nebo zatáhnout šňůrku a **úplně zastavit linku**.
- Každý člen týmu je **povinný zastavit linku** vždy, když **zpozoruje-li abnormalitu**.
- **Pracovníci** mají ve svých rukou zodpovědnost za kvalitu. Pociťuje tuto zodpovědnost a **mají pocit moci**.
- **Vědí, že v tom nejsou samy** a že na nich firmě záleží.



## Jidoka

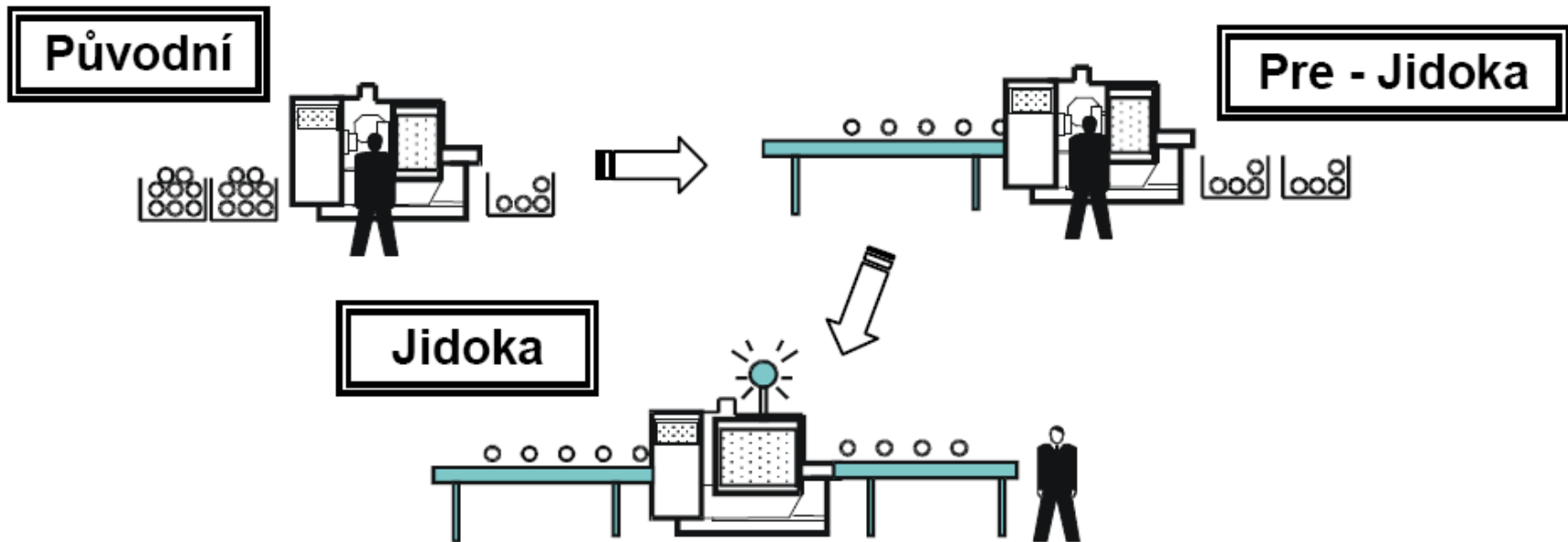
- **JIDOKA** je primárně zaměřena na **zabudování kvality do procesu**.
- Neméně důležitými přínosy Jidoky jsou však i **růst produktivity práce** ve spojení s její **humanitou**.

[3]

## Jidoka

- Hlavní myšlenka **JIDOKA** navrhování zařízení a procesů tak, aby se zastavily v okamžiku výskytu jakéhokoliv problému, významně **posunula původní myšlenku zabudování kvality přímo do výrobku a procesu směrem do praxe!!!**
- Proto je tato myšlenka zachována v rámci filozofie dalších metod jako je např. **KANBAN**

# Implementace Jidoka



Zdroj: Martina Krajáčková BPM

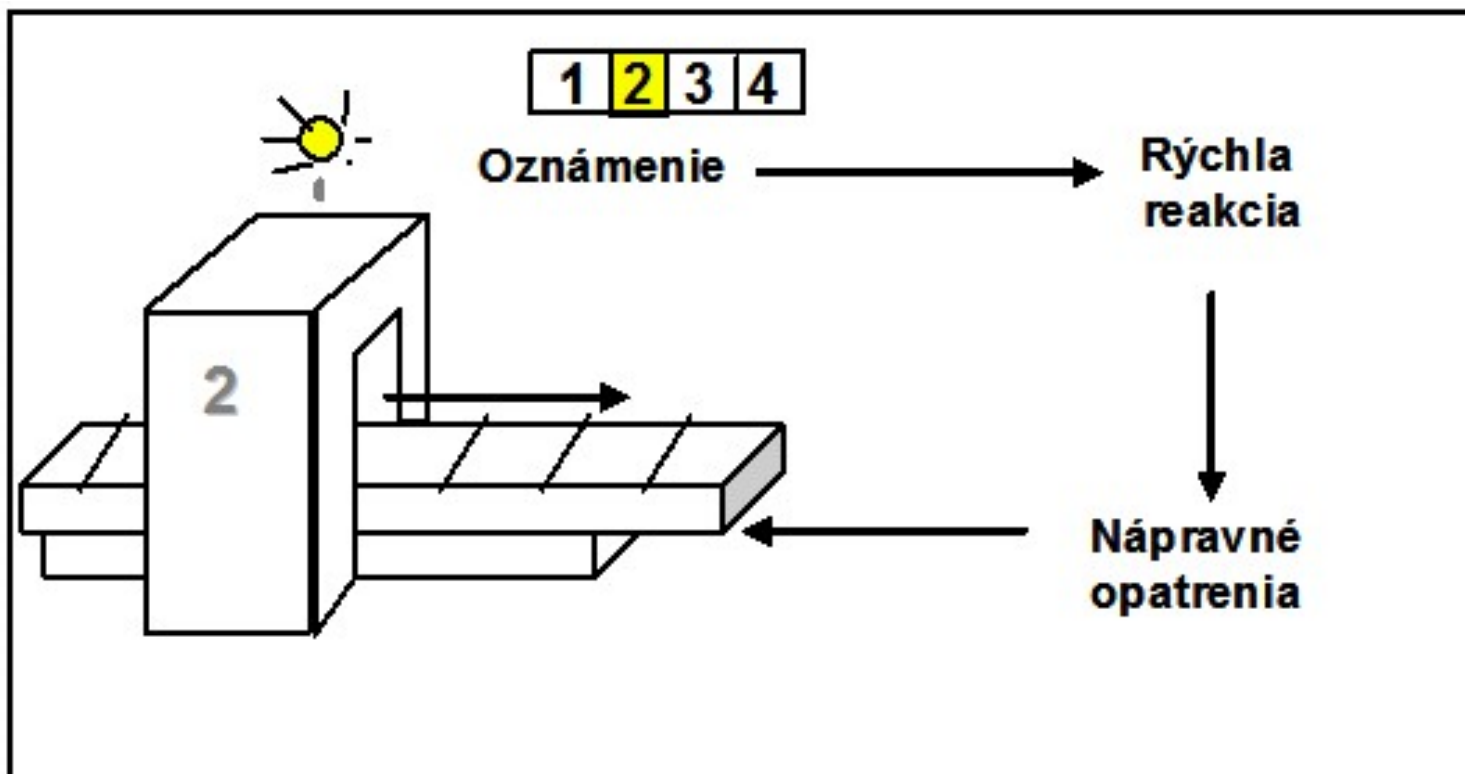
# Jidoka

Jidoka má dva hlavní směry odhalování vad

- **Směr technických opatření**, na které se specializuje metoda Poka Yoke. Kde je snahou plně eliminovat neúmyslné chyby
- **Směr lidé a vizualizace**, kde se nesnažíme chybám přímo zabránit, ale snažíme se je zviditelnit a umožnit je včas odhalit operátorem který zajistí zastavení výroby.



# Jidkoka



**V rýchle a správne reakci je silá Jidoka**

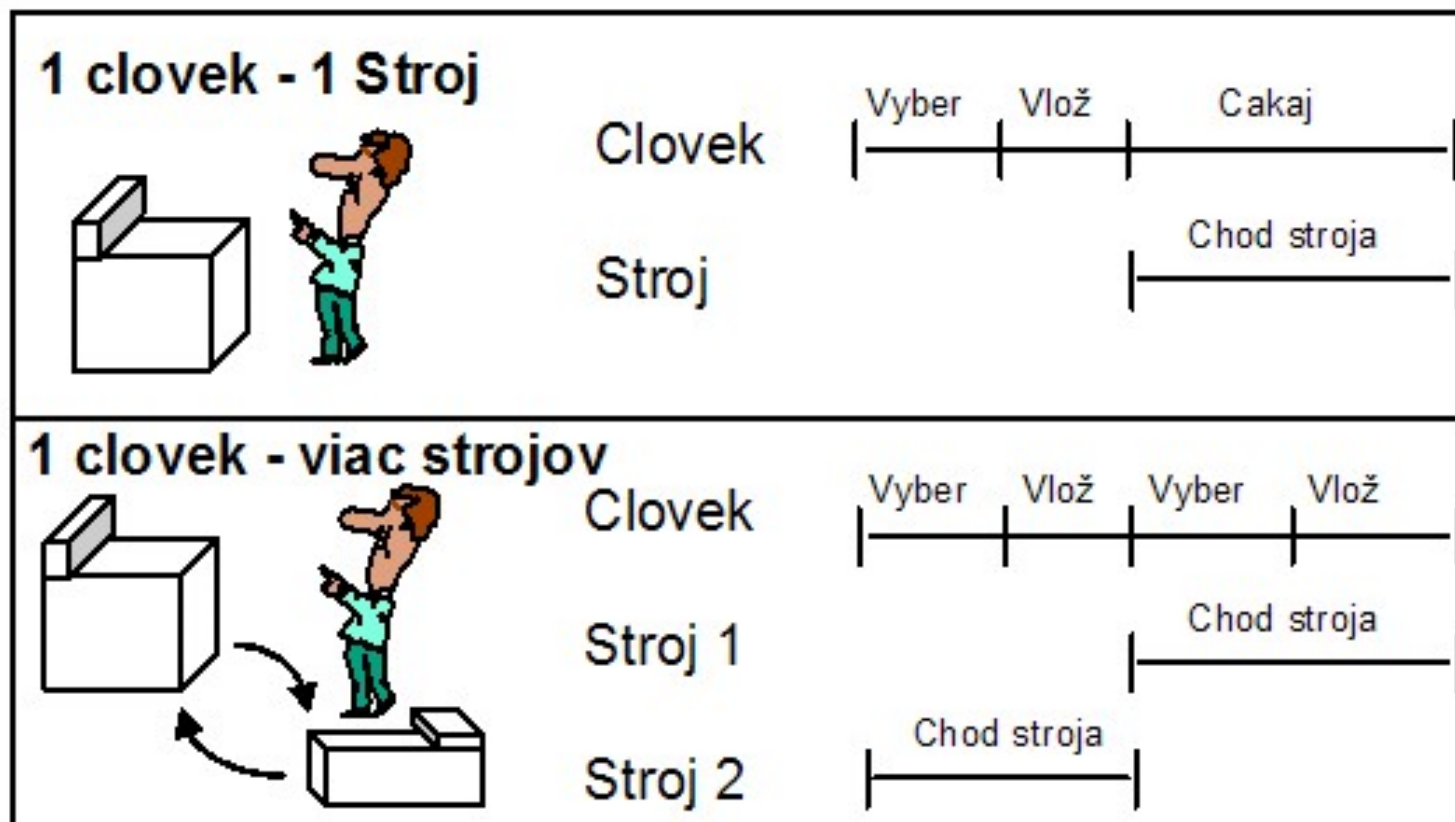
Zdroj: ipaslovakia.sk

# Postup při odhalení vady

Reakce na překročení tolerancí:

1. Zjištění chyby
2. Zastavení procesu
3. Zjištění příčiny či alespoň okolností vady
4. Zkoumání kořenové příčiny
5. Přijetí trvalého opatření

# Příklad autonomizace výroby



Zdroj: Ipaslovakia.sk

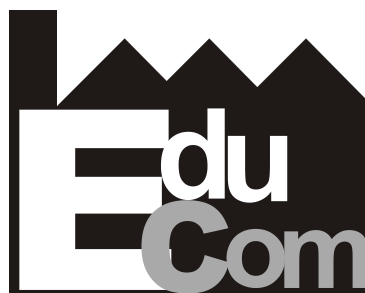
## Jidoka

- Další zásadní odlišností JIDOKY je to, že je založena na **100% kontrole, nikoli výběrové kontrole**. Čímž se významně liší od běžného statistického řízením jakosti
- Zastavování procesu navíc **dramatizuje situaci**, dostávají se tak výraznější návrhy opatření. **Odhalují se příčiny problémů, které by zůstávaly skryty** v případě odložení řešení problému na později. [3]

# Výsledky

- Průběžná úplná kontrola kvality
- Zrušení kontrolních pracovišť
- Snížení zmetkovitosti
- Okamžité odstraňování problémů ve výrobě
- Odpovědnost za kvalitu přebírají přímo výrobní operátoři

# Děkuji za pozornost



EDUCATION COMPANY

Tato přednáška byla inovována v rámci projektu EduCom  
CZ.1.07/2.2.00/15.0089

EduCom - Inovace studijních programů s ohledem na  
požadavky a potřeby průmyslové praxe zavedením inovativního  
vzdělávacího systému "Výukový podnik"

## Zdroje:

[1]

SHINGEO Shingo : *Zero Quality Control Source Inspection and the Poka-Yoke System* , Productivity Press, 1986

[2]

CHROMAJKOVA Felicita. IPA Slovakia - IPA Magazín - POKA YOKE : *Poka yoke* [online]. 2012 , [cit. 2012-04-15]. Dostupný z WWW: [http://www.ipaslovakia.sk/slovník\\_view.aspx?id\\_s=74](http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=74)

[3]

ING.MILDORF, Lukáš. *Poka – Yoke : Zabránení vzniku neshod ve výrobním procesu*. [s.l.], 2005. Vedoucí práce Doc. Ing. Darja Noskievicová, CSc. Dostupný z WWW: <http://fmimi10.vsb.cz/639/qmag/mj41-cz.pdf>.

[4]

FLEGL, Ing.Radim. *Zvyšování spolehlivosti lidského činitele metodou Poka-Yoke : Centrum pro jakost a spolehlivost ve výrobě* [online]. Praha : 2002 [cit. 2009-10-24]. Dostupný z WWW: [http://d.nipax.cz/CQR/publications/Soudobe Trendy JR/Flegl Zvy%9Aov%E1n%ED%20spolehlivosti%20%20metodou%20Poka-yoke.pdf](http://d.nipax.cz/CQR/publications/Soudobe_Trendy_JR/Flegl_Zvy%9Aov%E1n%ED%20spolehlivosti%20%20metodou%20Poka-yoke.pdf).