



ŠKODA AUTO Vysoká škola

# Počítačová simulace logistických procesů

Vymezení základních pojmů

Jan Fábry

17.02.2023

# Vymezení základních pojmů

## Cíl přednášky

- Seznámit posluchače se základním rámcem a organizací předmětu.
- Vymezit základní pojmy, které jsou nutné pro úspěšné porozumění prezentované problematice „Počítačové simulace logistických procesů“.

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Struktura přednášky

- **Obecné informace**
  - Organizace předmětu, přednášek a cvičení.
  - Cíl předmětu, předchozí a navazující předměty.
  - Ukončení předmětu, požadované výstupy.
  - Literatura.
- **Vymezení základních pojmů**
  - Systém, systémový přístup, proces, úzké místo.
  - Logistika, časové fondy výrobních zařízení, takt zařízení, výrobní kapacita.
  - Přestávkový a směnový režim.
  - Dostupnost zařízení, průběžná doba výroby.
  - Kanban, JIT, JIS.
  - Analýza dat.
  - Toyota production system, sedm druhů ztrát.

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Organizace předmětu

Téma:	Časové vymezení:
1. Vymezení základních pojmů	1. přednáška
2. Základy počítačové simulace	2. přednáška
3. Metodika simulačního projektu	3. přednáška
4. Simulační software Plant Simulation	4.-8. přednáška
5. Programování v SimTalk	9.-11. přednáška
6. Přednáška z praxe (zástupce firmy Logio)	12. přednáška

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Cíl předmětu, úkol předmětu, předchozí a navazující předměty

- **Cílem předmětu** je představení problematiky počítačové simulace jako **moderního nástroje pro podporu rozhodování managementu**.
- **Úkolem předmětu** je posluchačům přiblížit práci s jedním ze simulačních softwarů (**PlantSimulation 16**). Presentované příklady jsou zaměřeny zejména na **průmysl výroby automobilů** a s určitou mírou abstrakce tak odpovídají reálné situaci ve firmě **ŠKODA AUTO a.s.** Každý příklad sleduje jeden z klíčových cílů: **maximalizace užitku, minimalizace vložených nákladů, stabilizace produkce, ověření funkčnosti konceptu**.
- **Předchozí a navazující předměty**. Předmět navazuje na předmět „**Operační výzkum I**“ a je metodickým základem pro počítačovou simulaci. Na něj navazuje předmět „**Modelování produkčních a logistických systémů**“ v navazujícím magisterském studijním programu.

# Vymezení základních pojmů

## Ukončení předmětu

- **Bodové hodnocení**
  - Aktivní účast na cvičení a tutoriálech – max. 10 bodů
  - Semestrální práce (tým, maximálně 3 studenti) – maximálně 20 bodů
  - Průběžný e-test – maximálně 10 bodů
  - Závěrečný e-test – maximálně 35 bodů
  - Ústní zkouška – maximálně 25 bodů
- **Celkové hodnocení**
  - 90 a více – výborně
  - 75 – 89 – velmi dobře
  - 60 – 74 – dobře
  - méně než 60 – nevyhověl(a)

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Literatura

- BANGSOW, S. Tecnomatix plant simulation: modeling and programming by means of examples. Springer Nature, 2020. 816 s. ISBN 978-3-030-41543-3.
- BANGSOW, S. Manufacturing simulation with Plant Simulation and SimTalk: usage and programming with examples and solutions. Berlin: Springer, 2010. 297 s. ISBN 978-3-662-51912-7.
- DLOUHÝ, M., FÁBRY, J., KUNCOVÁ, M. a HLADÍK. T. *Simulace podnikových procesů*. 2. upr. vyd. Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3449-8.
- MAČÁT, V., SIXTA, J. *Logisika - teorie a praxe*. 1. vyd. Brno: CP Books, 2005. 316 s. ISBN 80-251-0573-3.
- ŠTOČEK, J., KARPETA, V. a VARJAN, M. *Počítačová simulace logistických procesů I*. Studijní opora ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA. [dostupné v knihovně, online]. 2013.

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Problém

- **Problém** je subjektem naformulovaná problémová situace člověka nebo objektu, která ze subjektivních či objektivních důvodů vyžaduje řešení s určitým vymezeným cílem, přičemž proces řešení problému není rutinní, takže řešitel musí pro jeho vyřešení použít informační, tvůrčí, hodnotící, rozhodovací a výkonné činnosti.
- **Problém** je subjektem naformulované to podstatné z problémové situace, co vyžaduje řešení.
- **Problémová situace** je nestandardní situace, odlišná od situace běžné, a to v tom, že její vyřešení vyžaduje použít jiné než rutinní, tj. známé činnosti.

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## System, systémový přístup

### ▪ **System**

- System je **úcelově definovaná množina prvků a vazeb** mezi nimi, jež vykazují jako **celek** určité vlastnosti, resp. **chování**.
- System je **abstraktní objekt**, **úcelově** vytvořený ve vědomí lidí ve vztahu k primárnímu objektu, s cílem **řešit na tomto objektu konkrétní problém**.

### ▪ **Systemové myšlení (přístup)**

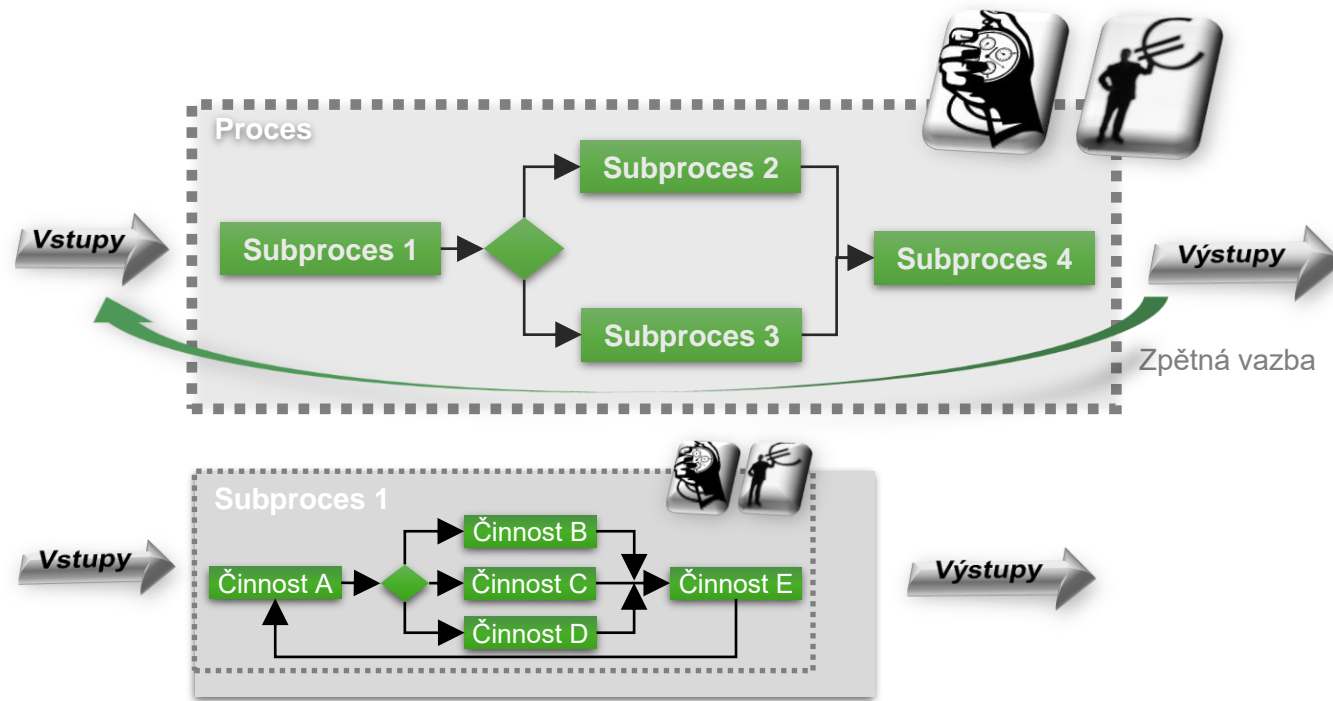
- Prvním a nejdůležitějším kritériem systémového myšlení je **posun od části k celku**.
- Systemové myšlení je vždy **myšlení o procesech**.
- Pro systémový přístup je typické, že **odmítá optimalizaci dílčích částí** a snaží se **optimalizovat systém jako celek**.

# Vymezení základních pojmů



## Proces

- Proces je **souhrn provázaných činností** (aktivit), které **vytvářejí určitou novou hodnotu** ve formě **výstupu pro následující procesy** a pro **konečného zákazníka**.
- Proces je soubor činností, které **přeměňují vstupy na výstupy**.



### Vlastnosti procesu:

- vstup a výstup,
- ohraničenost,
- opakovatelnost,
- má vlastníka,
- měřitelnost.

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Dělení procesů

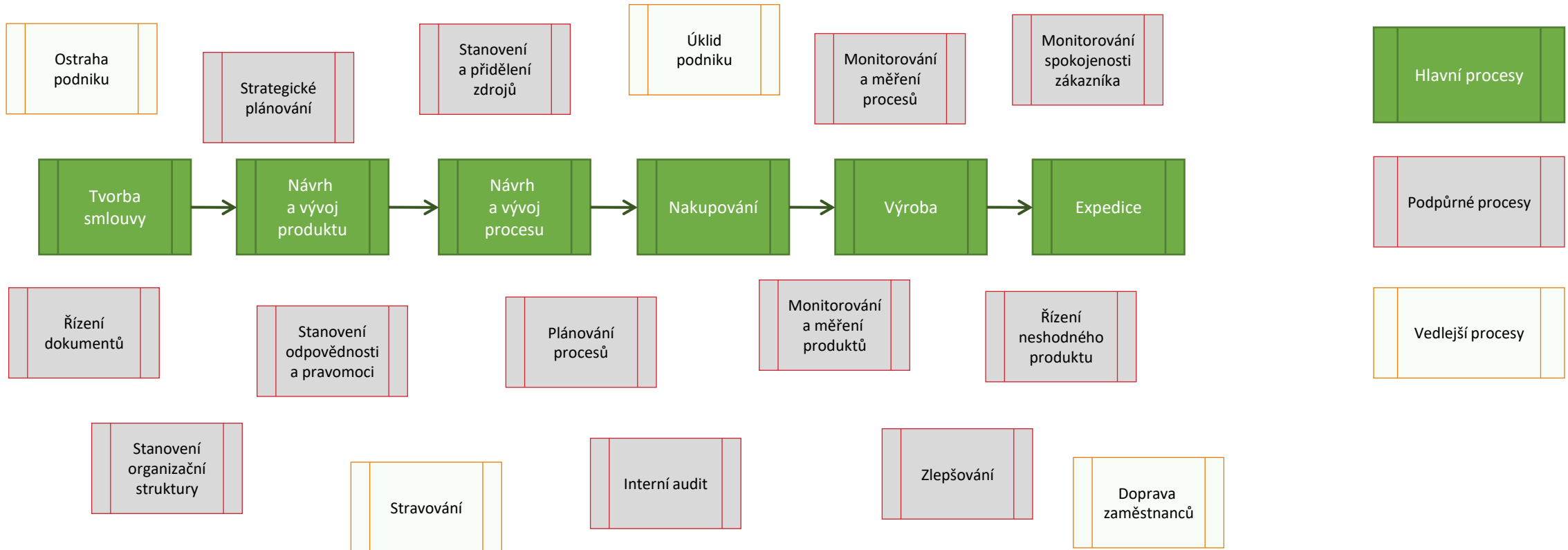
- Proces **hlavní / klíčový**
  - Vytváří hlavní přidanou hodnotu k uspokojení **potřeb externího zákazníka**, tzn. hlavní předmět podnikání.
- Proces **podpůrný**
  - Zabezpečuje **vstupy pro interního zákazníka** v podniku, jeho vyčlenění ohrozí chod hlavního procesu.
- Proces **vedlejší**
  - Může být určen pro **externího zákazníka**, ale i pro **interního zákazníka**, jeho **výstup je však možné zajistit externě** bez ohrožení chodu hlavního procesu.

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Procesní mapa



# Vymezení základních pojmů



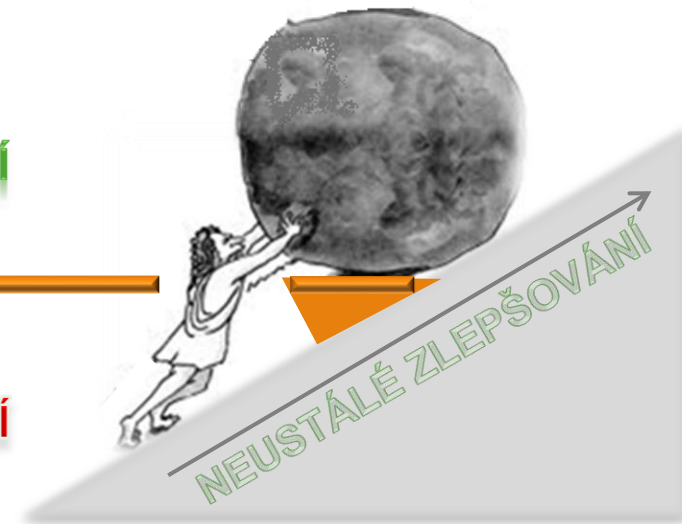
ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Monitorování procesů

- **Standardizace**
  - Tvorba norem.
- **Účinnost procesu**
  - Schopnost docílit požadovaných výsledků.
- **Efektivnost procesu (úspornost)**
  - Dosažené výsledky vs. použité zdroje.

NORMA

ZLEPŠENÍ  
↑  
↓  
ZHORŠENÍ

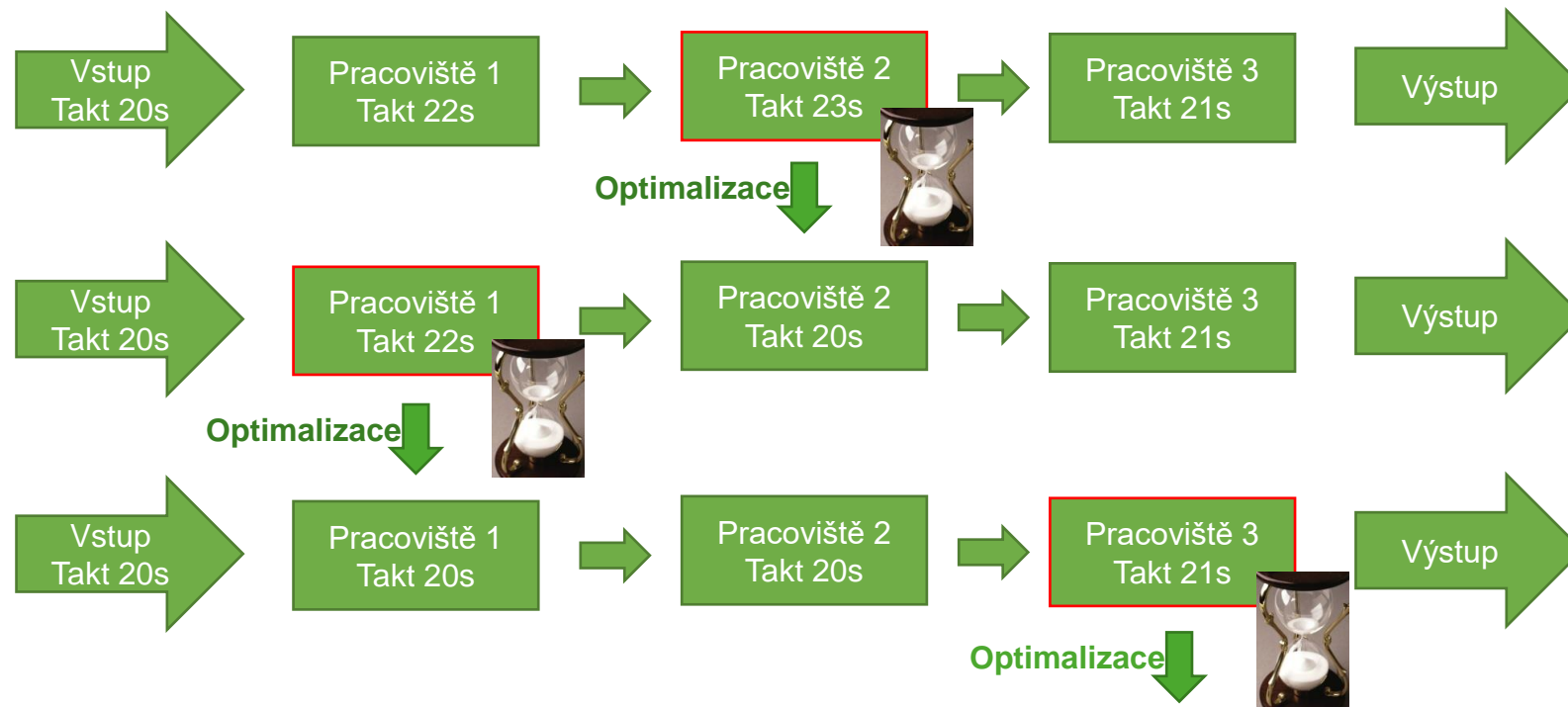


# Vymezení základních pojmů



## Úzké místo

- Operace, pracoviště, zařízení nebo oblast, která **determinuje výkonnost systému** jako celku.
- V praxi se snažíme toto „úzké místo“ **odstranit** (zrychlení dopravníku, posílení personálu, vybudování paralelního pracoviště apod.) Je však zřejmé, že v takovém případě se poté **úzké místo vytvoří v systému jinde**.



# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Logistika

- Logistika je věda o koordinaci aktivních a pasívních prvků podniku směřující k **nejnižším nákladům v čase**, ke **zlepšování flexibility** a přizpůsobivosti podniku na měnící se obecné hospodářské podmínky a měnící se trh.
- Logistika je vědecká disciplína o **plánování, řízení a kontrole** pohybu materiálu, osob, energie a informace v systémech.
- Úkolem je, aby bylo k dispozici:
  - **správný produkt (objekt),**
  - **ve správném množství,**
  - **ve správné kvalitě,**
  - **ve správném čase,**
  - **na správném místě,**
  - **u správného zákazníka,**
  - **za správnou cenu (za správné náklady).**

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Logistika

- Logistika je ta **část řízení dodavatelského řetězce**, která plánuje, realizuje a efektivně a účinně řídí dopředné i zpětné toky a skladování zboží, služeb a příslušných informací od místa původu do místa spotřeby tak, aby byly **splněny požadavky zákazníka**.
- K typickým **řízeným aktivitám** patří doprava, správa vozového parku, skladování, manipulace s materiály, plnění objednávek, návrh logistické sítě, zásoby, plánování nabídky a poptávky a řízení poskytovatelů logistických služeb.
- V různé míře, **logistické funkce** zahrnují také vyhledávání zdrojů a nákup, plánování a rozvrhování výroby, balení a kompletace a služby zákazníkům.
- Je **zapojena do všech úrovní plánování a realizace** - strategické, operativní a taktické.
- **Řízení logistiky je integrující funkcí**, která koordinuje a optimalizuje všechny logistické činnosti, stejně jako se podílí na propojení logistických činností s dalšími funkcemi, včetně marketingu, výroby, prodeje, financí a informačních technologií.

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Časové fondy výrobních zařízení

- Vychází z potřeby vymezení plánovaného počtu jednotek času v rámci určitého období.
  - **Kalendářní časový fond**  $F_K$  (počet hodin v období dle kalendáře).
  - **Nominální časový fond**  $F_N$  (kalendářní časový fond ponížený o dny pracovního klidu - víkendy, státní svátky).
  - **Efektivní (využitelný) časový fond**  $F_E$  (nominální časový fond ponížený o plánované prostoje).

$$F_E = d \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right)$$

$d$  – počet pracovních dnů

$h$  – počet hodin v jedné směně

$s$  – směnnost

$g$  – počet vzájemně zaměnitelných pracovišť

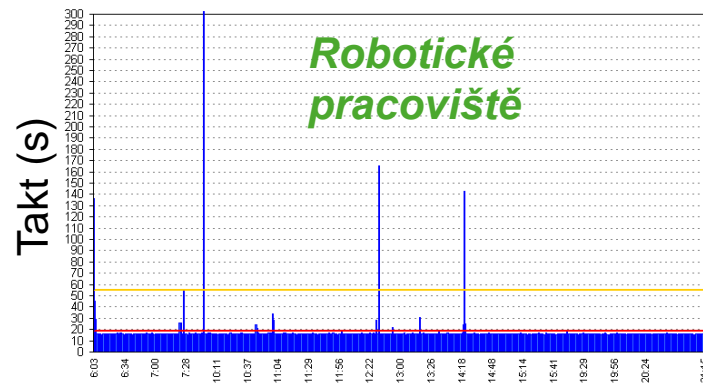
$z$  – procento nevyhnutelných časových ztrát (plánované prostoje z nominálního časového fondu)

# Vymezení základních pojmů

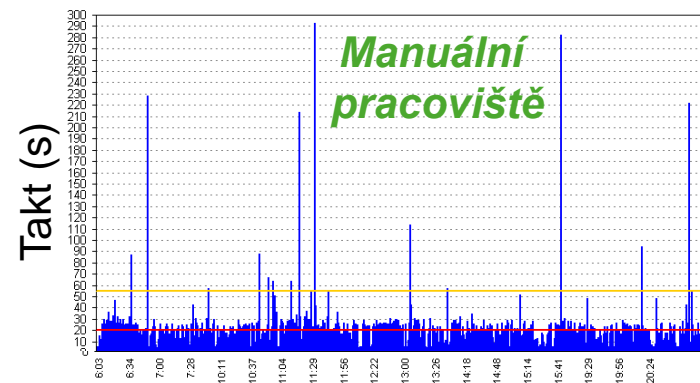


## Takt zařízení

- Doba mezi dokončením dvou po sobě následujících výrobků ve výrobě.
- Tempo, kterým zákazník odebírá výrobky či služby. Lze tedy říci, že takt definuje to, jak rychle má proces probíhat, abychom splnili požadavky zákazníka.
- Vypočteme jej jako podíl dostupného času (Efektivní časový fond) ku počtu kusů výrobků, které zákazník požaduje.



Zaznamenané takty



Zaznamenané takty

# Vymezení základních pojmů



## Výrobní kapacita

- **Množství**, které je schopen vyprodukovat výrobní systém **za jednotku času**. Výrobní systém je tak reprezentovaný svými **kapacitními jednotkami**. Mohou to být **stroje, zařízení, pracovníci, pracoviště** apod. V určitých případech je možné považovat za kapacitní jednotku **dílnu, provoz, závod**.
- Lze charakterizovat jako **schopnost** podniku **vytvořit určité množství výrobků** (nebo poskytovat určité množství služeb). Výrobní kapacita je vždy **vztažená k jednotce času** a za **optimálních podmínek** (bezporuchový chod, dostatek vstupů, vždy dostupná obsluha apod.)
- Příklad výpočtu **výrobní kapacity**:

$$VK = F_N \cdot N \cdot V$$

$VK$  – výrobní kapacita,

$F_N$  – nominální časový fond,

$N$  – počet jednotek výrobního zařízení,

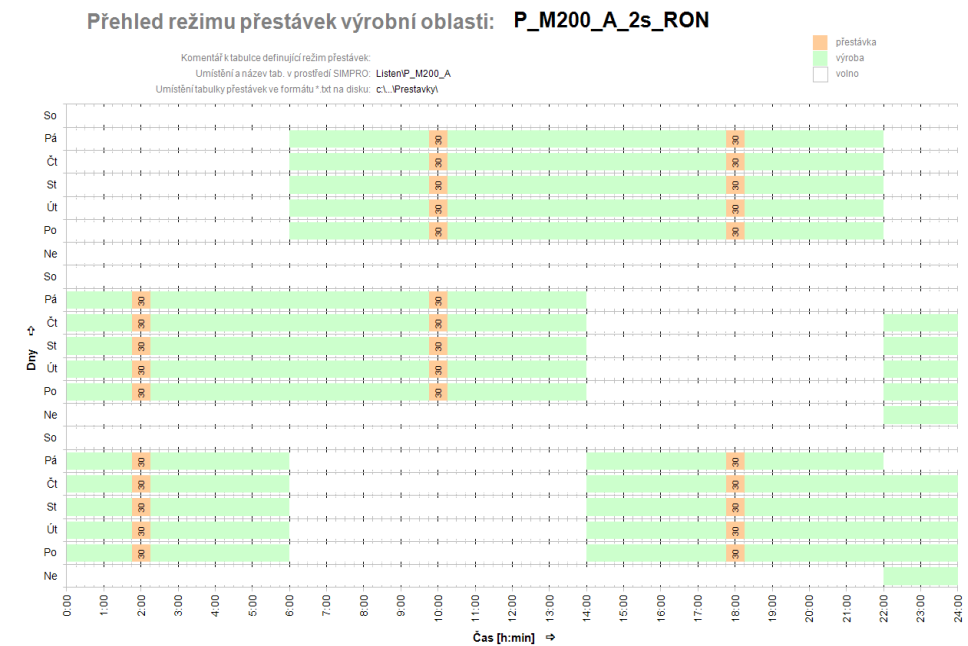
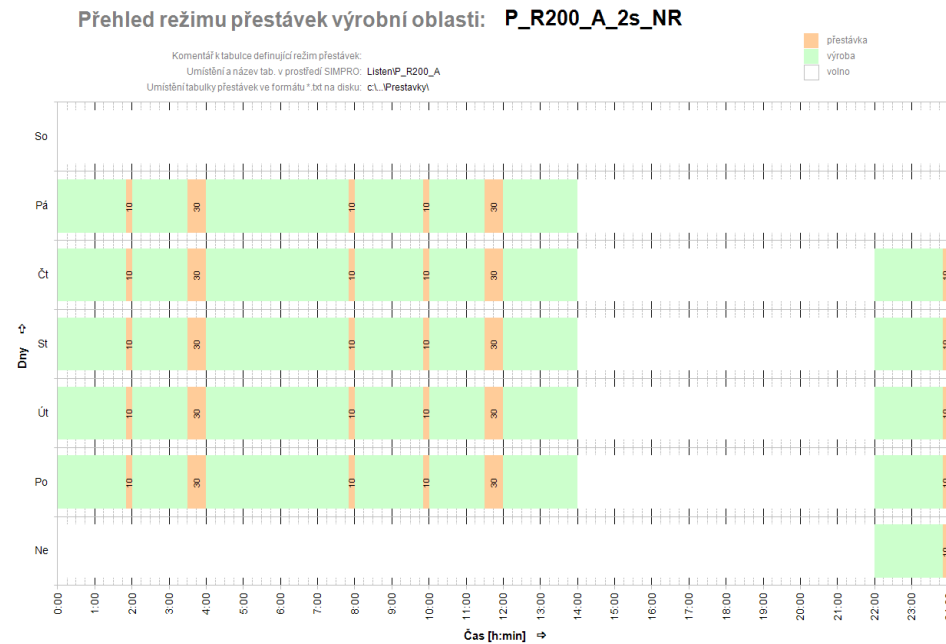
$V$  – výkon jednotky výrobního zařízení ve hmotných jednotkách za jednotku času (tzn. kapacitní norma).

# Vymezení základních pojmů



## Přestávkový režim, směnový režim

- **Přestávkový režim** definuje pauzy během pracovního dne. Pro účely simulací tedy zkracuje efektivní časový fond, tzn. dobu po kterou mohou zaměstnanci pracovat.
- **Směnový režim** definuje možné rotace jednotlivých směn během zadaného období. Směny tak mohou rotovat dvousměnným systémem NR (noční-ranní směna), RON (ranní-odpolední-noční směna), třítydenním dvousměnným cyklem aj.

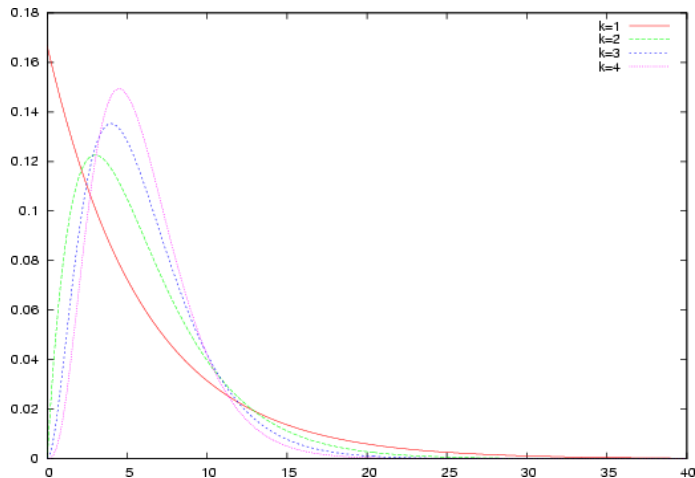


# Vymezení základních pojmů

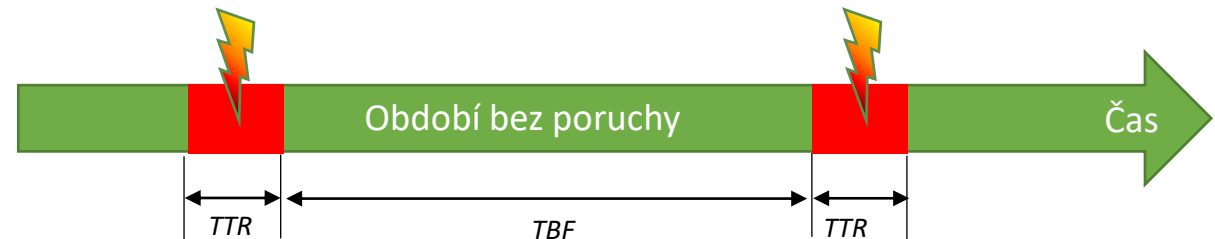


## Využitelnost zařízení

- V reálném světě dochází k neefektivitám ve využívání pracovních časů. Důvodem jsou prostoje (jak **technické**, tak **organizační**). Z tohoto důvodu musíme v našich úvahách počítat s **využitelností**.
- Pro výpočet doby poruch se používá **střední doba mezi poruchami (MTBF)** a **střední doba trvání poruchy (MTTR)** objektu.
- To lze znázornit pomocí **procentuální využitelnosti (A)**. Jako základ výpočtu pro **MTBF** se bere **negativní exponenciální rozdělení**, pro **MTTR** Erlangovo rozdělení.



Hustota Erlangova rozdělení k-tého řádu ( $E[t]=6$  s)



$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \cdot 100 (\%)$$

A – Availability (využitelnost)

MTBF – Mean Time Between Failures (střední doba mezi poruchami)

MTTR – Mean Time To Repair (střední doba trvání poruchy)

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Průběžná doba výroby

- **Průběžnou dobou výroby (zakázky)** označujeme **časový interval**, který začíná okamžikem, ve kterém **zákazník uplatní svůj požadavek na výrobek** a končí expedicí **výrobku zákazníkovi**.
- **Průběžná doba jednotlivých komponent** výrobní zakázky se skládá z menších částí jako:
  - Čas čekání před opracováním (pracoviště je obsazeno).
  - Čas manipulace a dopravy (mezi jednotlivými pracovišti).
  - Čas seřizování.
  - Čas čekání po opracování.
  - Čas samotného zpracování.

První čtyři časy jsou označovány jako tzv. **ztrátové časy**.

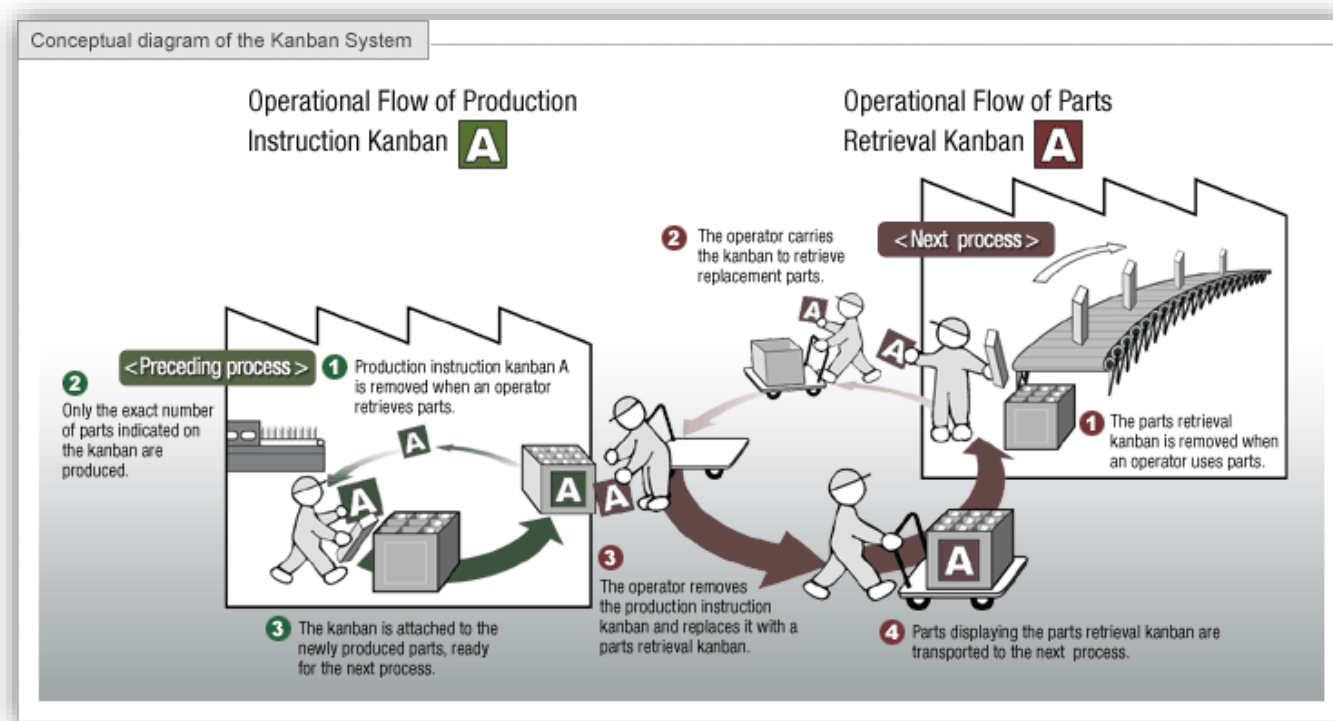
# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Řízení výroby – kanban

- V systému **KANBAN** (japonsky – kartička, štítek) je možné **pracoviště** ve výrobě rozdělit na **prodavače** a **kupující**. Každý prodavač je zároveň kupujícím.



Zdroj: [http://www.toyota.com.cn/company/vision\\_philosophy/toyota\\_production\\_system/just-in-time.html](http://www.toyota.com.cn/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html), 2021

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

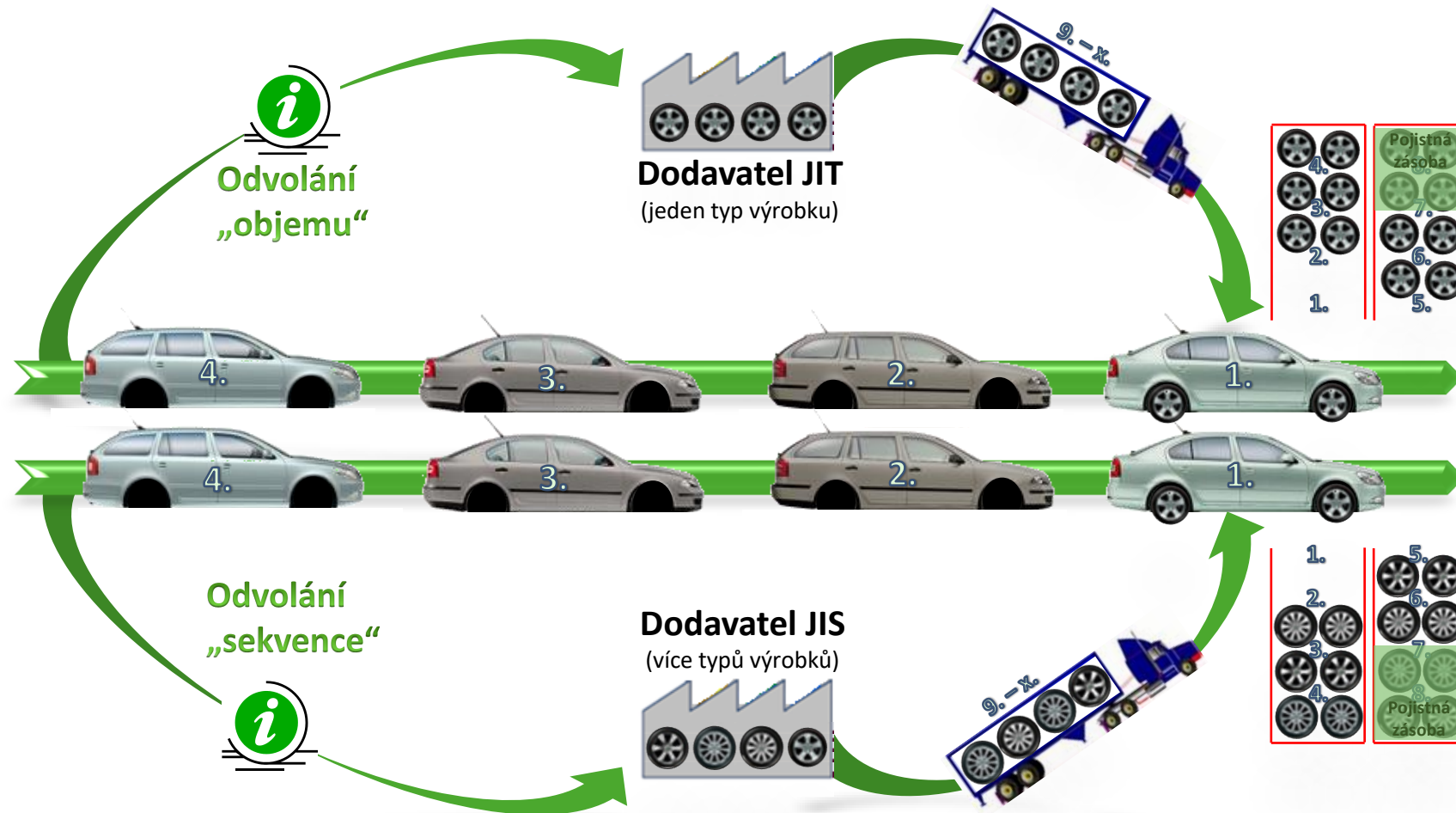
## Řízení výroby – JIT

- Vyrábět jen to, co je **potřebné** a tak **efektivně**, jak jen to je možné – ve **správném čase** a v **potřebném množství**.
- V oblasti **výroby** se filozofie opírá o tyto **přístupy**:
  - plánování a výroba na **objednávku**,
  - výroba v **malých sériích**, dodávají se malá množství v co možná nejpozdějším okamžiku,
  - velmi **časté dodávky** (i několikrát v průběhu dne),
  - **snižování nákladů** spojených s držení **zásob**,
  - zajištění **kvality** ve výrobě,
  - **motivace** pracovníků,
  - eliminace **ztrát**,
  - **udržování** dlouhodobé **strategické** linie.

# Vymezení základních pojmů



## Just-in-Time vs. Just-in-Sequence



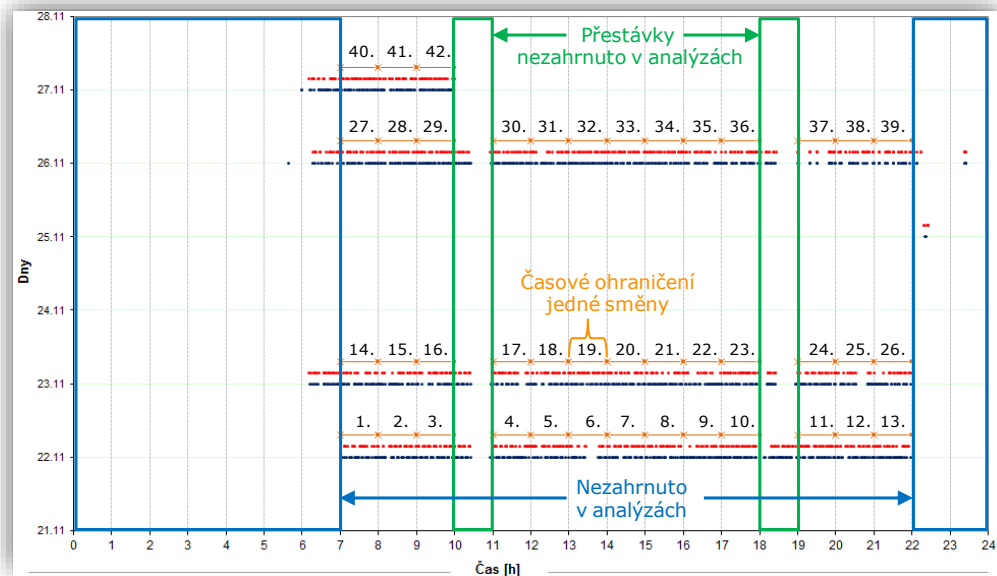
# Vymezení základních pojmů



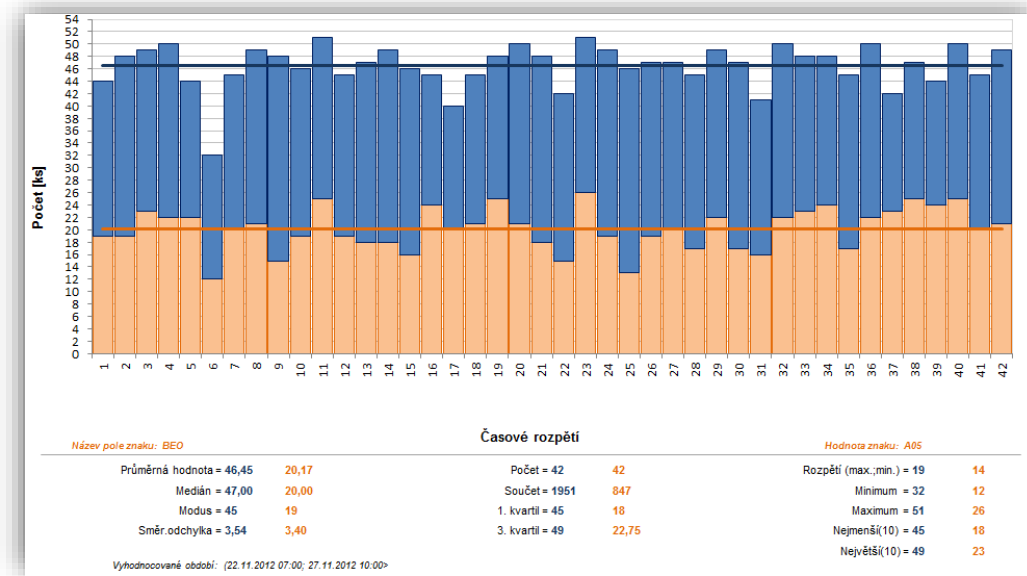
## Analýza dat

- **Cílem** je popsat **vlastnosti sledovaného objektu** a tím také získat nové znalosti o objektu samotném. V případě simulací je to **analýza vstupních dat** prováděná na začátku simulačního projektu a pak následně **analýza výsledků simulačních experimentů** (výstupních dat).

Průchod výrobku evidenčním bodem



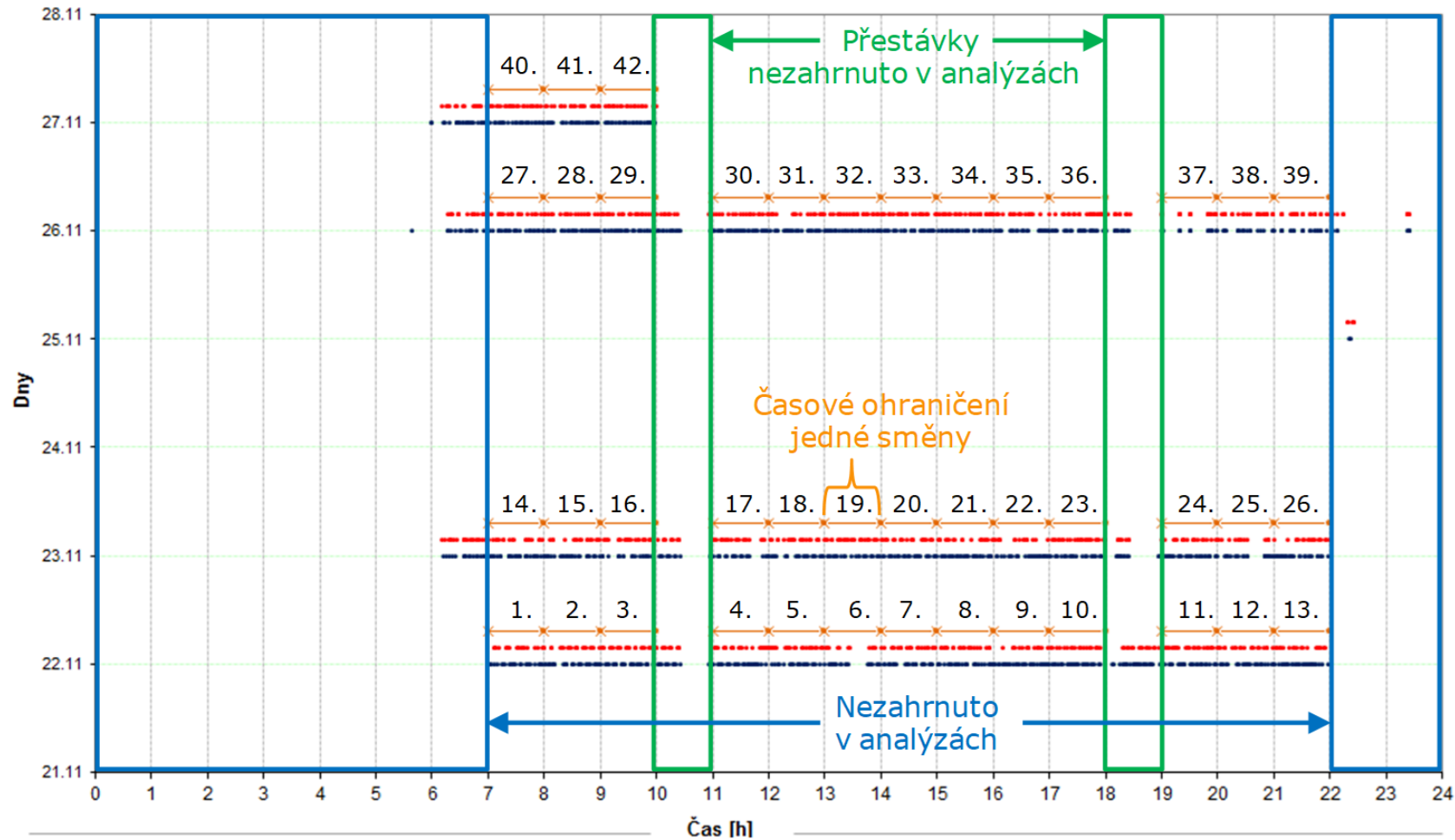
Dosažená produkce na evidenčním bodě



# Vymezení základních pojmů



## Analýza dat – průchod evidenčním bodem

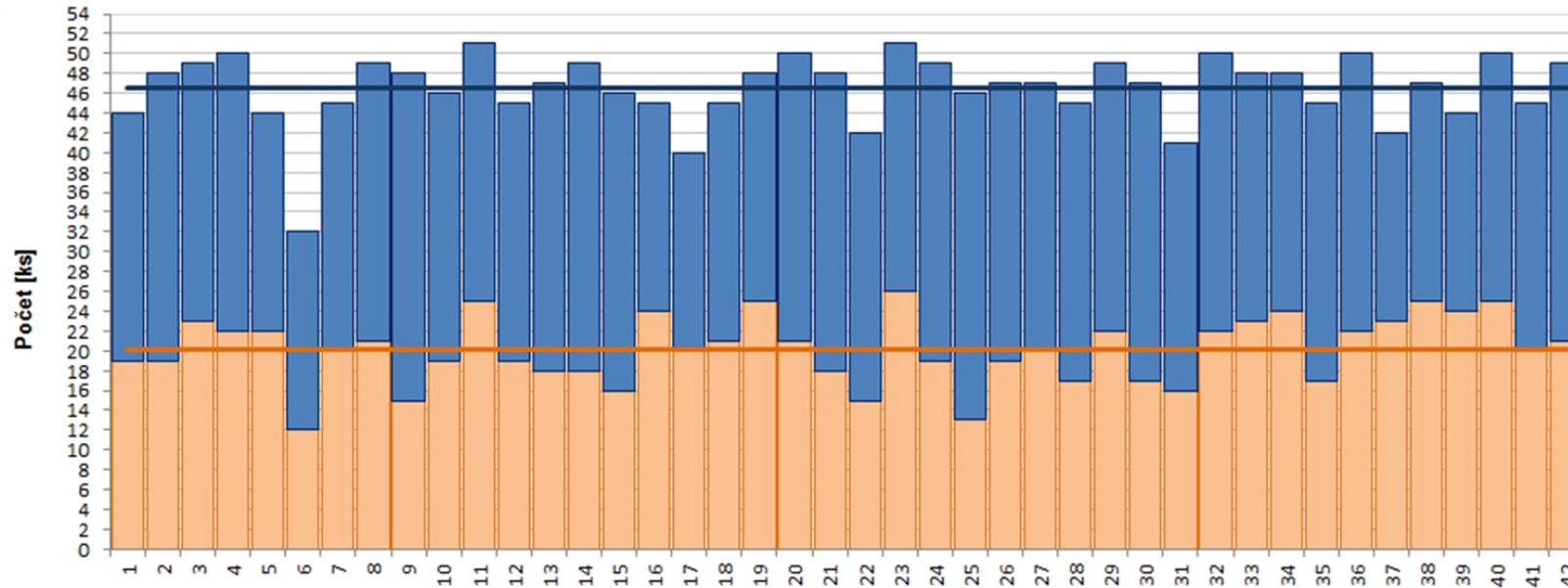


# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Analýza dat – dosažená produkce na evidenčním bodě



Název pole znaku: BEO

Časové rozpětí

Hodnota znaku: A05

Průměrná hodnota = 46,45 20,17  
Medián = 47,00 20,00  
Modus = 45 19  
Směr.odchylka = 3,54 3,40

Počet = 42 42  
Součet = 1951 847  
1. kvartil = 45 18  
3. kvartil = 49 22,75

Rozpětí (max.;min.) = 19 14  
Minimum = 32 12  
Maximum = 51 26  
Nejmenší(10) = 45 18  
Největší(10) = 49 23

Vyhodnocované období: (22.11.2012 07:00; 27.11.2012 10:00>

# Vymezení základních pojmů



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## Tahový vs. tlakový systém

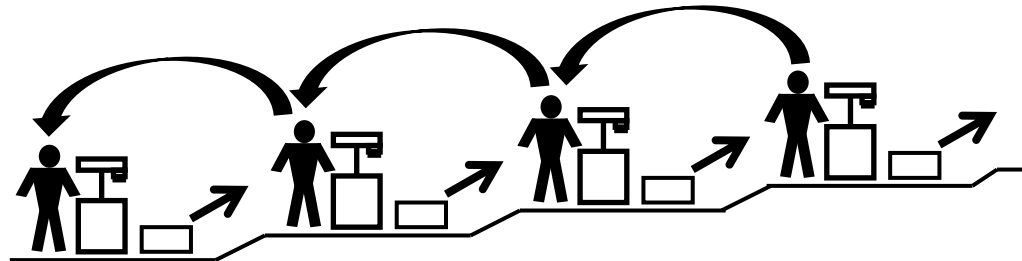
### Princip tlaku (PUSH systém)

- Vychází z **predikcí** potřeb výroby.
- **Výrobně** orientovaný systém.
- Výroba probíhá dle **dostupnosti surovin**.
- Často dochází k **nadvýrobě** (vysoké skladovací náklady).
- Vznik **úzkých míst**.



### Princip tahu (PULL systém)

- Impuls k výrobě dává **zákazník**.
- **Tržně** orientovaný systém.
- Koncept odstraňuje **plýtvání**.



# Vymezení základních pojmů

## Toyota production system – „Sedm druhů ztrát“

- Vychází z **konceptů štihlé výroby** prezentované firmou Toyota.
- **Plýtvání** je ekvivalentem angl. „Waste“ a japonského „MUDA“.
- **Sedm** klíčových druhů plýtvání:
  - Vadné kusy.
  - Nadvýroba.
  - Přeprava.
  - Čekání.
  - Nadbytečné zásoby.
  - Zbytečný pohyb.
  - Nadbytečné zpracování.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

# Děkuji za pozornost

Jan Fábry

Katedra řízení výroby, logistiky a kvality

✉ [fabry@savs.cz](mailto:fabry@savs.cz)

🌐 [www.janfabry.cz](http://www.janfabry.cz)

[www.savs.cz](http://www.savs.cz)