

# **Analytická a perianalytická automatizace a robotizace - perianalytika**

---

Miroslava Beňovská

# Laboratorní proces

---

- **Preamalytická fáze** - příprava vzorku k analýze
- **Analytická fáze** - stanovení jednotlivých parametrů
- **Postanalytická fáze** – uskladnění vzorků, interpretace výsledků

# Automatizace perianalytických kroků

---

Nahrazuje manipulaci s biologickými vzorky předcházející analýze a jejich uložení po analýze

Jedná se o robotizaci následujících operací

**Preamalytická část:** načtení jednoznačně identifikovaného materiálu, centrifugace, odzátkování, rozpipetování vzorku na potřebné díly, označení alikvotů vygenerovaným čárovým kódem, zátkování, roztrídění

# Automatizace perianalytických kroků

---

Nahrazuje manipulaci s biologickými vzorky předcházející analýze a jejich uložení po analýze

Jedná se o robotizaci následujících operací

**Preamalytická část:** načtení jednoznačně identifikovaného materiálu, centrifugace, odzátkování, rozpipetování vzorku na potřebné díly, označení alikvotů vygenerovaným čárovým kódem, zátkování, roztrídění

**Postanalytická část:** archivace a skladování vzorků, jejich likvidace v naprogramovanou dobu, vytrídění a návrat vzorků k provedení doordinovaných vyšetření

# Automatická centrifugace — nejobtížnější prvek preanalytické automatizace

---

Z plné krve vzniká:

- **Sérum** - vysrážením krevního koláče
- **Plasma** - odstraněním erytrocytů, leukocytů, trombocytů;  
na rozdíl od séra obsahuje fibrinogen  
a další srážecí faktory

Plasma EDTA   Plasma heparinát   Sérum



- Separáčnı́ gel** - specifická hustota mezi krevními elementy a sérem nebo plazmou
- po centrifugaci přepážka mezi nimi – oddělení
  - zabrání průniku látek z krevních elementů (např. draslíku) do séra nebo plazmy
  - odstraňuje nutnost sérum nebo plazmu po centrifugaci přenést do jiné zkumavky



# ATL (Spenser)

## mimolaboratorní preanalytika

---

- **Dle požadovaných vyšetření připraví příslušné odběrové zkumavky**
- **Polepí je čarovými kódy**
- **Vhodná do centrálních odběrových místností**

# ATL (Spenser) mimolaboratorní preanalytika

---





# Transport odebraných vzorků s Tempus 600, Sarstedt

---

- **Transport po jednotlivých zkumavkách úzkou trubicí**
- **Jednoduchá instalace - podhledy nebo mezi pavilony pomocí mostků**
- **Posun s využitím tlakového vzduchu o předem nastavené konstantní teplotě**
- **Vhodné pro urgentní vzorky (i jako dílčí řešení)**

# Transport odebraných vzorků s Tempus 600, Sarstedt

---

- **Tempus 600 Vita, 810 vzorků/hod**  
**<https://youtu.be/HvmQmECX6p0>**
  
- **Tempus 600 Quantit, 25 zkumavek do  
zásuvky současně**  
**<https://youtu.be/BGCWe5QzhBY>**

# Perianalytické systémy

---

## Základní části:

- Vstup – místo pro vkládání zkumavek
- Dopravníkový systém - transport zkumavek mezi jednotlivými funkčními jednotkami
- Laserová čtečka k identifikaci vzorku načtením čárového kódu
- Robotizovaná centrifuga
- Odzátkovací zařízení
- Tisk a nalepení štítků s čárovým kódem
- Zařízení pro roztřídění primárních zkumavek a aliquotů pro cílové analyzátoři
- Chlazený sklad pro uložení vzorků – automaticky posílá vzorky pro analýzu doordinovaných testů, po uplynutí skladovací doby vyhodí vzorky

# Složení perianalytického systému

---

- **Vstupní modul**
- **Robotizovaná centrifuga**
- **Odzátkovací zařízení**
- **Alikvotační modul**
- **Modul generující a lepící čárové kódy**
- **Zátkovací modul**
- **Třídící modul**
- **Skladovací zařízení**

# Typy laboratorní perianalytické automatizace

---

## Celková

- Perianalytická zařízení spojená transportní dráhou přímo s analyzátory („***On-line***")
  - a) kruhové uspořádání**
  - b) moduly uspořádané stavebnicově za sebou**

## Diskrétní

- Samostatně stojící pracovní stanice
- Roznášení vzorků k analýze do samostatně stojících přístrojů

# Typy perianalytických systémů na trhu



ADVIA LabCell, Siemens



Power Processor, Beckman Coulter



ACCELERATOR, Abbott

MPA, Roche Diagnostic



TCAutomation, Thermo Electron Corporation (Ortho)





---

# **Samostatně stojící preanalytické stanice**

# OLA 2500 (Beckman)





# AutoMate 800, Beckman

---

- **Plynulé vkládání vzorků včetně pediatrických v adaptéru 13x75**
- **Centrifugace**
- **Stanovení objemu před odvíčkováním a rozdělením na alikvoty**
- **Možnost třídění přímo do stojánek pro jednotlivé analyzátorů**



# Preanalytický systém cobas p 312 - „Kolibřík“, Roche

---

- Malý, výkonný preanalytický systém (1mx1m)
- Velmi vhodný pro menší laboratoře, pro provoz s nedostatkem místa
- Zpracování 100 až 2000 vzorků za den
- Provede odzátkování, třídění a archivaci vzorků z různých oborů  
(klinická chemie, imunologie, hematologie, koagulace a močová analýza)



# cobas p 612, Roche

---

- Bez alikvotačního modulu se nazývá p512
- Až 1400 vzorků/hod
- Na obrázku spojený s centrifugou cobas p471
- Umožňuje nasypání vzorků (bulk loading)



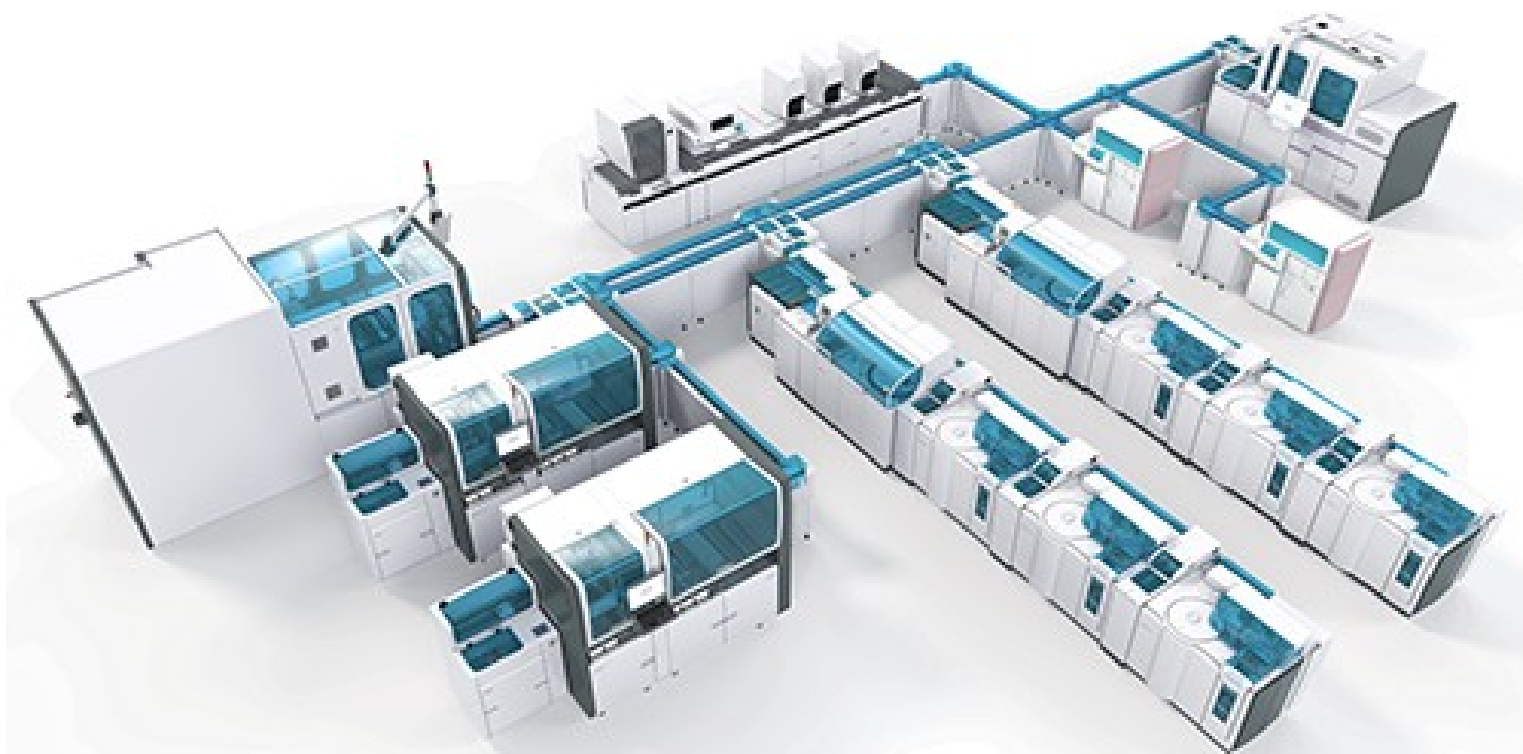


---

# **Celková automatizace**

- systémy online spojené s analyzátory**

**CCM, Roche (cobas connection moduls) –**  
spojený s cobas p612 může být online  
připojen s analyzátořem např. s cobas p 602 nebo cobas 8000



# Bulk loader CCM

– možnost nasypání zkumavek  
(v tomto případě napojený přímo na potrubní poštu)

---



# Power Processor (Beckman Coulter) spojený s analyzátorom (St. Dominic-Jackson Memorial Hospital, Jackson, Mississippi)

---



# Aptio Automation, Siemens

---





# Aptio Automation, Siemens

---

- **Dopravníkový systém včetně centrifugy**
- **Třídění – 800 vzorků/hod.**
- **Vzorky stačí nasypat do systému**
- **Centrifuga – 300 vzorků/hod.**
- **Možnost připojení biochemických i imunochemických analyzátorů Advia, immulite, Dimension, hematologické analyzátory včetně koagulometrů**
- **Víčkování pomocí fólie**

# Accelerator a 3600, Abbott

---

- **Celková laboratorní automatizace**
- **Možnost napojení analyzátorů jiných výrobců**



# Preanalytický systém cobas 8100, Roche

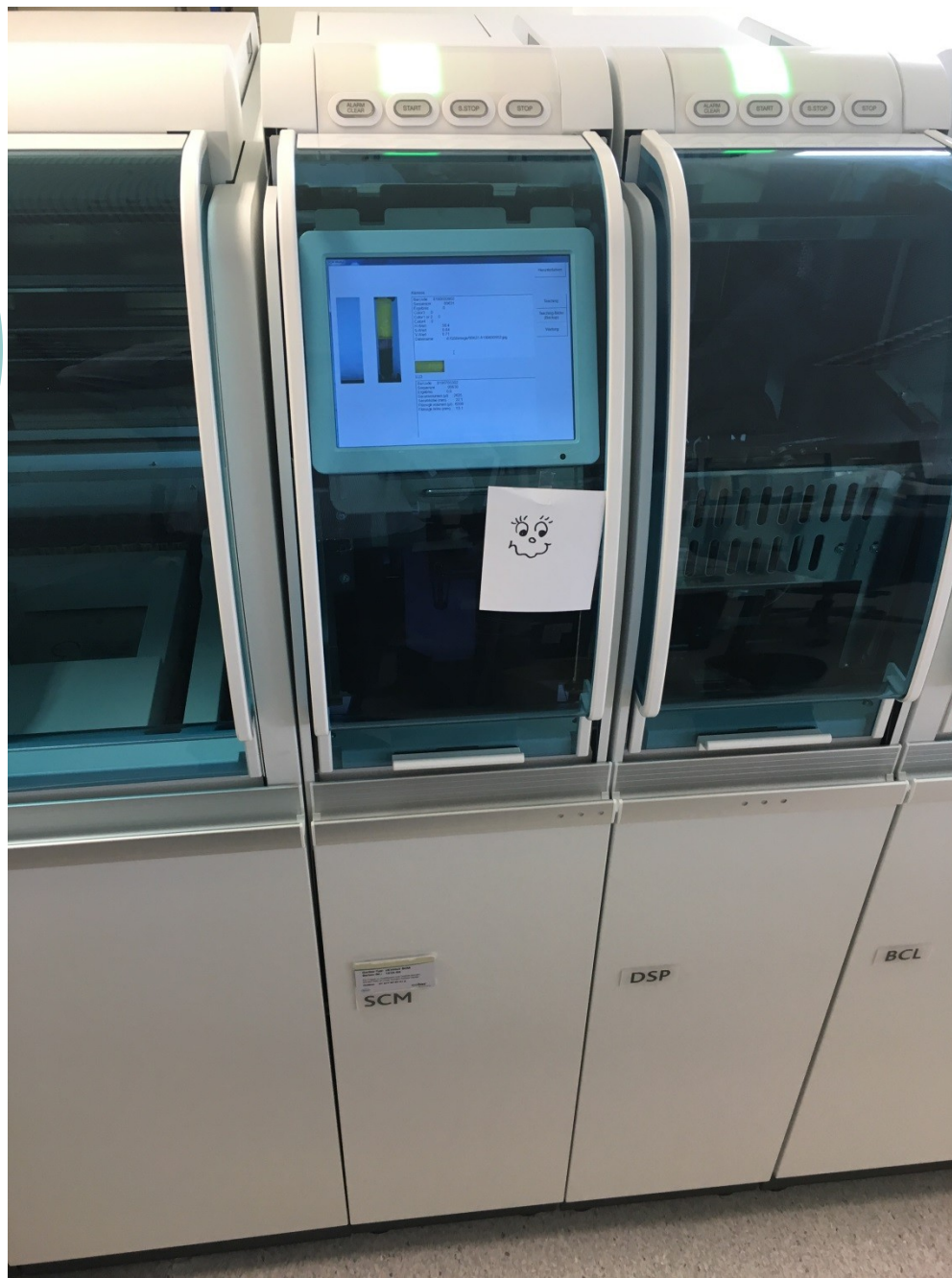


# Preanalytický systém cobas 8100, Roche

---

- Novinka
- RFID nosič – 3D transport
- Input station – identifikace, centrifugace, kontrolní modul, odzátkování
- Aliquot station – příprava alikvotů, roztrídění, archivace nebo odeslání na analýzu
- Output station – **mezisklad** na 1000 vzorků (z něj pouze softwarově posílány vzorky na provedení doordinovaných vyšetření; automaticky posílá vzorky na dokončení pokud to analyzátor již umožňuje), třídění, zátkování

# Sample Check modul



- Kontrola objemu vzorku
- Zjištění přítomnosti interference, rozdělení do skupin

# Chlazený sklad p 501/p701 (k MPA), Roche

---



# Chlazený sklad p 501/p701 (k MPA), Roche

---

- **Ukládá 400 zkumavek/hod.**
- **Automaticky zátkuje a odzátkovává**
- **Likviduje vzorky po uplynutí expirace**
- **Kapacita 13500 zkumavek modul p501**
- **Kapacita 27000 zkumavek modul p701**

# Trend pro středně velké laboratoře

---

- **Pracovní stanice spojující některé funkce preanalytiky, klinickou a imunochemickou analýzu**



# Automatický systém KORUS (dodává Medesa)

---

- **Umožňuje konsolidaci biochemických a imunochemických metod**
- **Vhodný pro střední laboratoře s výkonem od 200 000 do 1 000 000 testů za rok**
- **K dispozici více jak 100 metod pro vyšetření z jednoho vzorku**
- **System se skládá z biochem. a imunochem. části, z dopravníku a modulu pro vklad vzorku**



# Automatický systém KORUS

---

- **Biochemická** část systému zabezpečena přístrojem KONELAB PRIME 60 (Thermo Scientific) - 600 testů/hod, 45 pozic na reagensie)
- **Imunochemická** část systému zabezpečena přístrojem AIA-2000 (Tosoh Bioscience ) - 200 testů/hod, 48 metod)
- Automatický **dopravník** má průchodnost až 300 zkumavek za hodinu
- **Vstup vzorku** - modul zajišťuje distribuci vzorků po automatické lince a automatické třídění vzorků po dokončení analýz (ES Flex)
- **Odvíčkač** zajišťuje odstranění víček



# Power Link, Beckman

---



AU680

Power Link

UniCel DxI 600 or 800

**Včetně odzátkování**

# Power Express, Beckman

---

- Složeno z AU5800 a UniCel DxI 800 immunoanalyzátor
- RFID technologie
- Konsolidace chemie, klinický informační systém a hematologie
- Možnost integrace s chlazeným skladem (skladování a likvidace vzorků)



# VersaCell X3, Siemens – novinka

---



- **Automatický třidič**
- **200 vzorků/hod**
- **Spojený s centrálním Data managerem**
- **Možnost připojení až tří přístrojů (biochemické i imunochemické analyzátory)**

## VersaCell X3 - ve spojení s analyzátory Siemens

---



# Řešení preanalytické fáze – pouze software

---

Automatický tisk alikvotačních štítků,  
případně sledování vzorku, skladování -  
manuální rozpipetování vzorků a další  
operace

- Infolab (LIS), MP Program
- PSM, Roche
- iPAW, Beckman

## Celková laboratorní automatizace - TLA

charakteristika  
/dodavatel

system

výrobce

uspořádání

transport

typy zkumavek

identifikace vzorku

maximální počet  
centrifug

odzátkování

zátkování

aliquotace

spojení s  
analyzátozem

chlazený sklad



## Celková laboratorní automatizace - TLA

charakteristika /dodavatel	Beckman	Roche	Ortho, Biovendor
system	Power Processor	Modular Preanalytics	TCAutomation
výrobce	IDS (Japonsko)	Hitachi (Japonsko)	Thermo (Finsko)
uspořádání	kruhové	lineární	kruhové
transport	nosič pro jeden vzorek	stojánek pro pět vzorků	nosič pro jeden vzorek
typy zkumavek	13x75,13x100	16x100,13x100, 16x75,13x75	13x75,16x100
identifikace vzorku	čárový kód	čárový kód	RFID
maximální počet centrifug	bez omezení	2	4
odzátkování	ano	ano	ano
zátkování	ano	ano	ne
aliquotace	ano	ano	ano
spojení s analyzátozem	přímé + robotické rameno	přímé	přímé + robotické rameno
chlazený sklad	ano	ano (od 6/2009)	ano (novinka, v Evropě od r.2010)

## Celková laboratorní automatizace - TLA

charakteristika /dodavatel	Siemens		Abbott
system	AdviaLabCell	StreamLab	Accelerator APS
výrobce	ATS (Kanada)	Inpeco (Itálie)	Inpeco (Itálie)
uspořádání	kruhové	kruhové	kruhové
transport	nosič pro jeden vzorek	nosič pro jeden vzorek	nosič pro jeden vzorek
typy zkumavek	16x100,13x100, 16x75,13x75	16x100,13x100, 16x75,13x75	16x100,13x10, 16x75,13x75
identifikace vzorku	RFID	RFID	RFID
maximální počet centrifug	2	1	2
odzátkování	ano	ano	ano
zátkování	ne	ano	ano
aliquotace	ne	ne	ne
spojení s analyzátozem	přímé	přímé+robotické rameno	přímé
chlazený sklad	ne	ne	ano

# Postup při automatizaci perianalytické fáze

---

- Rozhodnutí automatizovat - důvody (stereotyp, chybovost)
- Podrobná specifikace požadavků
- Provedení analýzy laboratorních procesů (workflow analýza)
- Detailní seznámení s perianalytickými systémy na trhu
- Prověření dalších aspektů robotizace – IT, prostory, finanční možnosti
- Volba systému - současná instalace perianalytického systému i nových analyzátorů (ano – ne)
- Příprava projektu, implementace vybraného systému, vyhodnocení

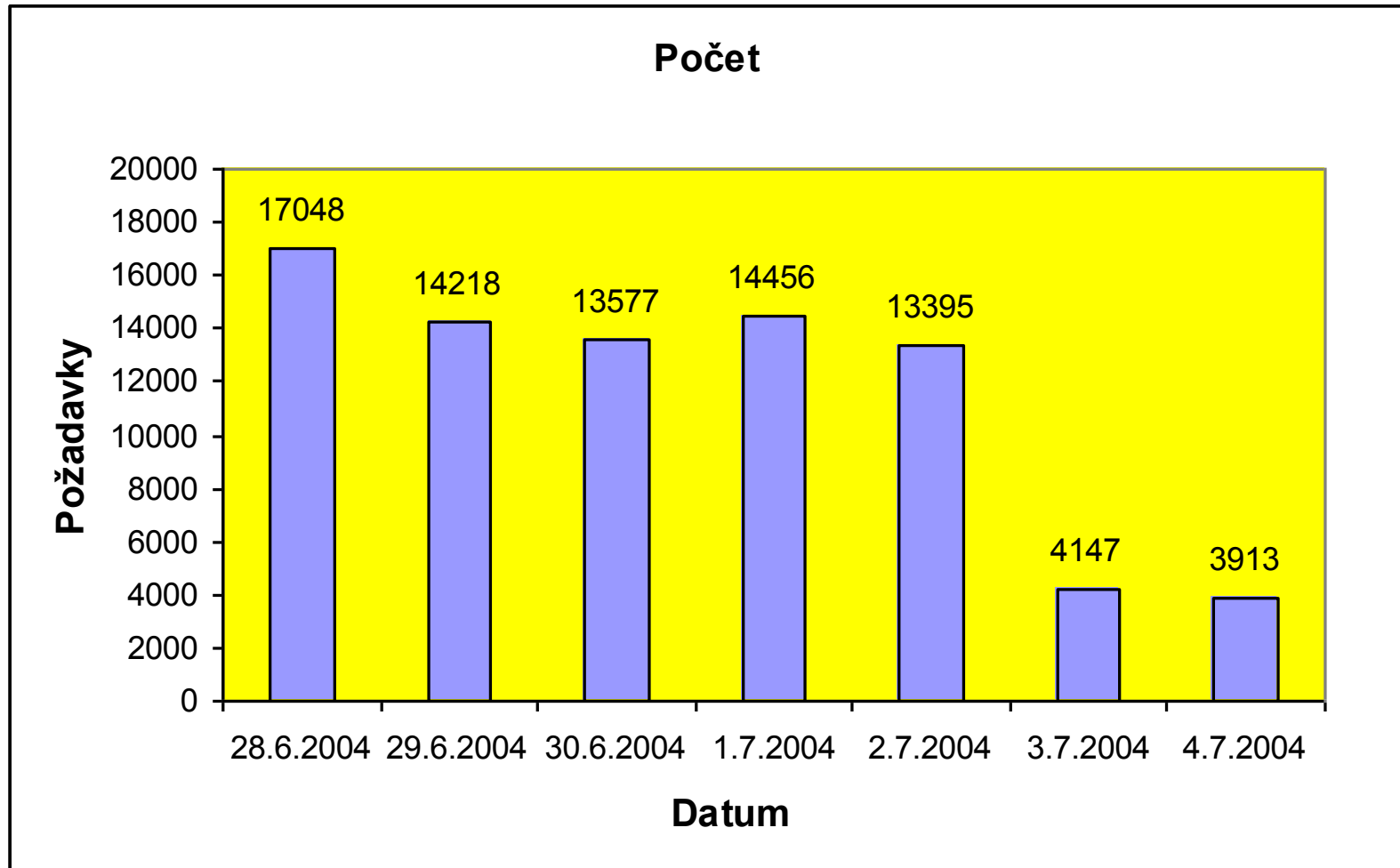
# Workflow analýza

---

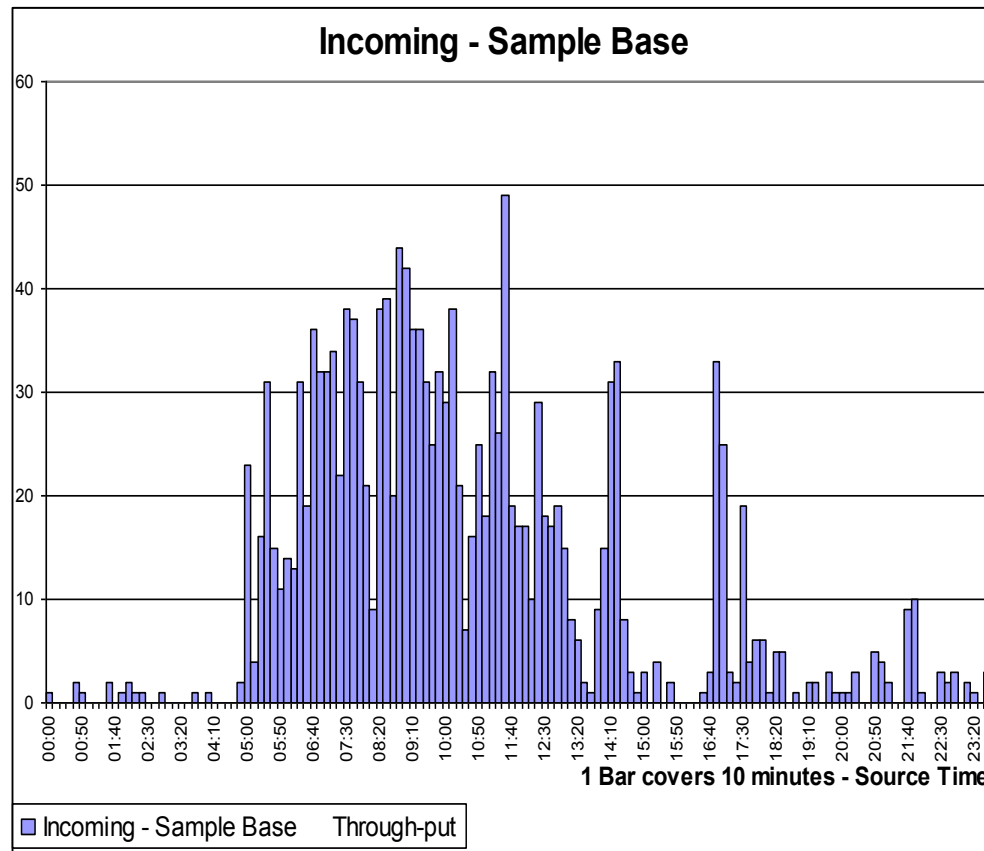
## **(Předchází výběru preanalytického systému)**

- Kvantitativní rozbor provozu laboratoře dle počtu zpracovaných vzorků, počtu stanovení, podílu rutinních a statimových vyšetření, počtu vzorků pro jednotlivé analyzátory
- Časová analýza provozu laboratoře dle distribuce vzorků v laboratoři, počtu stanovení

# Počet požadavků (včetně výpočtů a pomocných metod)



# Časové rozložení přicházejících vzorků 28.6.2004



# Vyhledání slabých míst jednotlivých procesů a zavedení organizačních změn

---

## Metodika:

- Rozbor dat z workflow analýzy

## Změny:

- Realizace provozních změn  
(**neautomatizovat špatný proces**)

př. Zvýšení počtu elektronických požadavků,  
zavedení průběžného tisku nepatologických  
nálezů





# Naprogramování systému, cíle pro třídící modul

Cíl	Účel	Popis
1	HIT917/Modular Service	Podnos 1, Segment 1
2	AAS	Podnos 1, Segment 2
3	OSMOL (osmometr)	Podnos 1, Segment 2
4	SPEC (Speciální úsek)	Podnos 1, Segment 2
5	ARCH (Architect)	Podnos 2, Segment 3
6	IMMUL (Immulite)	Podnos 2, Segment 3
7	T-MARK (tumorové markery)	Podnos 2, Segment 3
8	IMUNO (Imunochemický úsek)	Podnos 2, Segment 3
9	ELEC (Elecsys)	Podnos 2, Segment 3
10	COBAS (Cobas Mira)	Podnos 2, Segment 4
11	VNE (elektroforéza)	Podnos 2, Segment 4
12	PROT (Úsek proteiny)	Podnos 2, Segment 4
13	IMMAGE	Podnos 2, Segment 4
14	Archív zkumavky 13 a 16 mm	Podnos 3, Segment 5

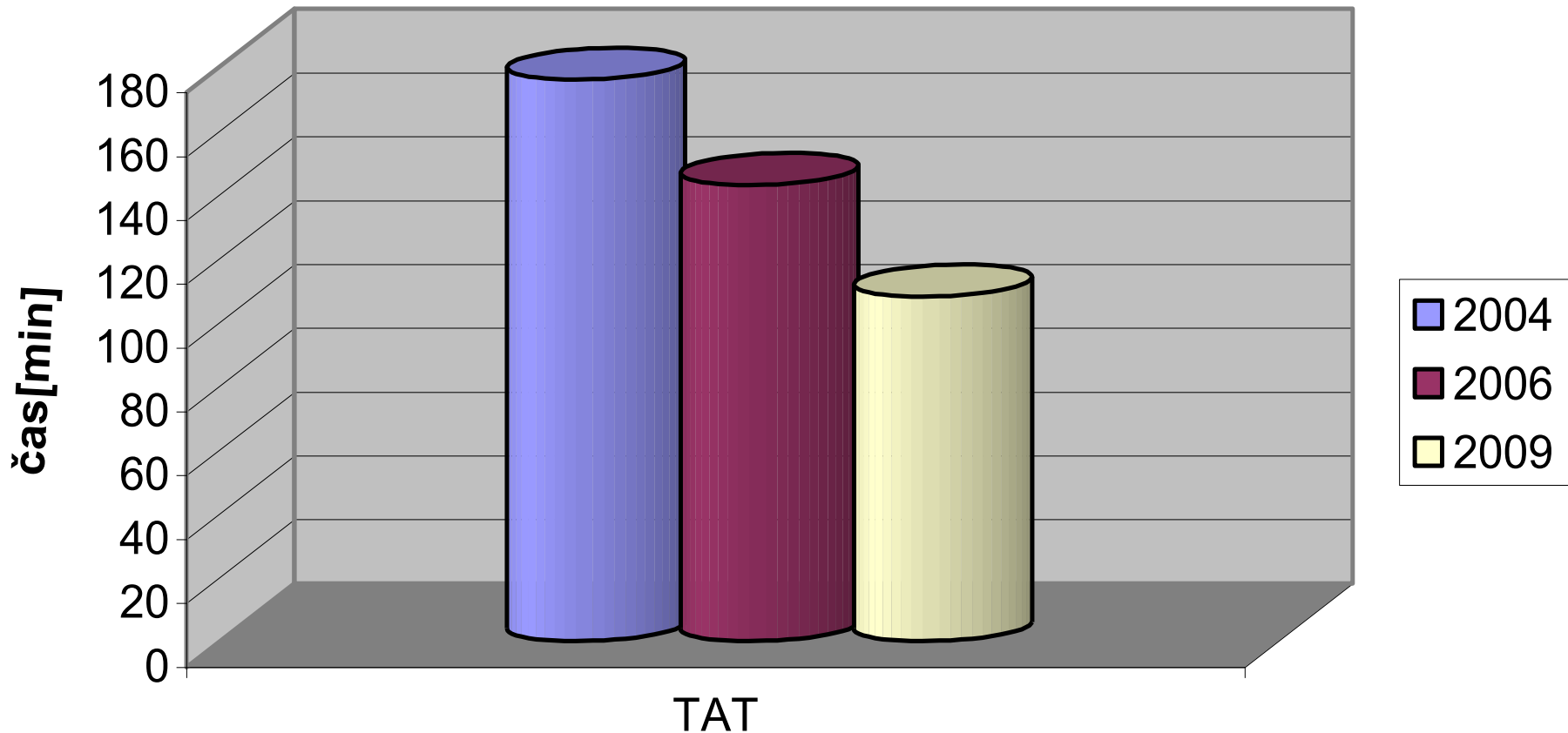
# Optimalizace provozu navazující na instalaci perianalytického systému

---

- Posílení analytického systému?
- Přesunutí některých vyšetření z externích cílů na nově vzniklý integrovaný systém ( v případě on-line systému)
- Přerozdělení personálu
- Dílčí úpravy v souvislosti s pracovním prostředím

# Vyhodnocení provozu po instalaci perianalytického systému

## Změna průměrné hodnoty TAT rutinních vzorků



**Pozn.: Průměrná časová odezva (Turn around time – TAT):** doba od příchodu vzorku do laboratoře po vydání výsledku

# Výhody perianalytických systémů:

---

- Zkrácení TAT
- Úspora personálu
- Odstranění možnosti potenciální záměny materiálu
- Omezení styku s biologickým materiálem
- Zachycení sraženiny v séru před analýzou
- Reprezentativní laboratoř



# Aptio Automation, Siemens

---

<https://www.siemens-healthineers.com/cz/laboratory-automation/systems/aptio-automation>