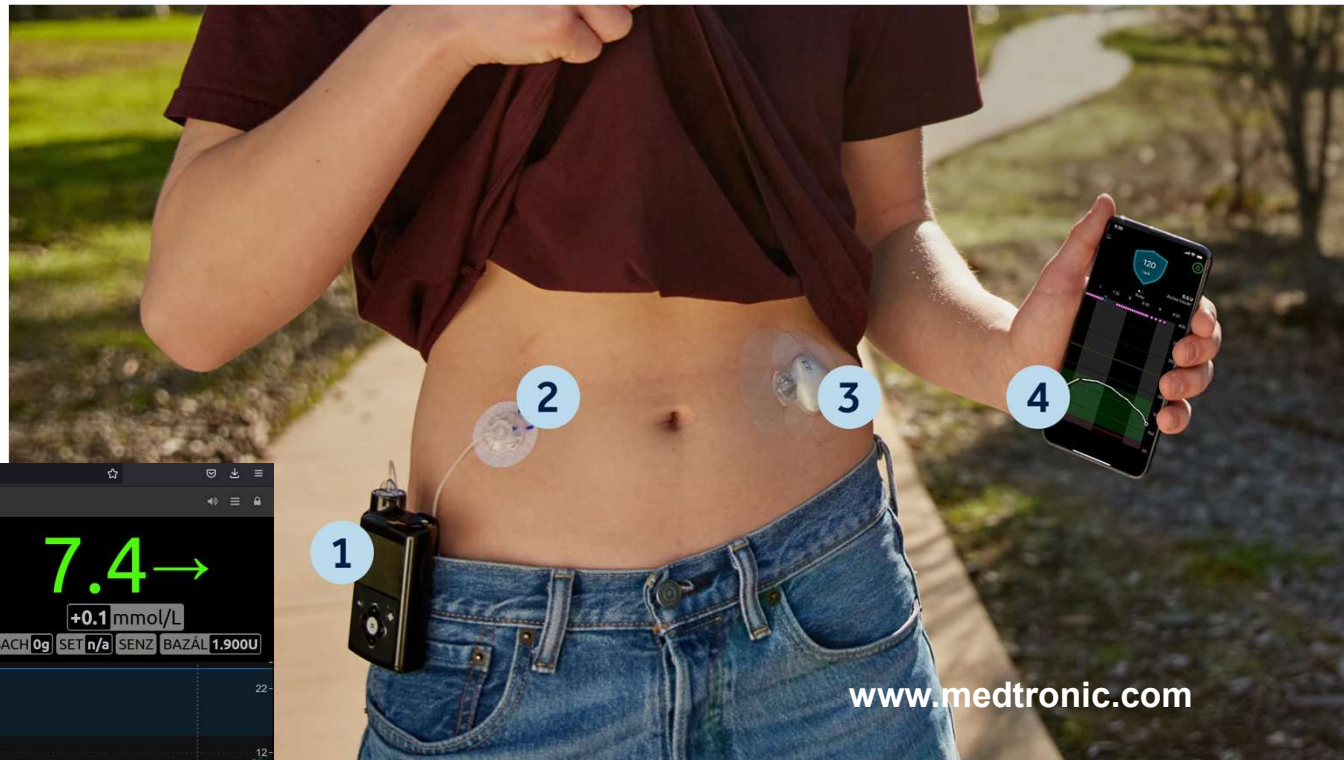


Internet věcí pro analytickou biochemii

**Doc. RNDr. Petr Skládal, CSc.
Ústav biochemie PřF MU (A5/219)
skladal@chemi.muni.cz**

IOT a bioanalytika?

- diabetes: pumpa (1) dávkuje kontinuálně inzulin (2) je na základě dat z biosensoru pro glukosu (3) řízena aplikací ve smartphonu (4), který data posílá na web

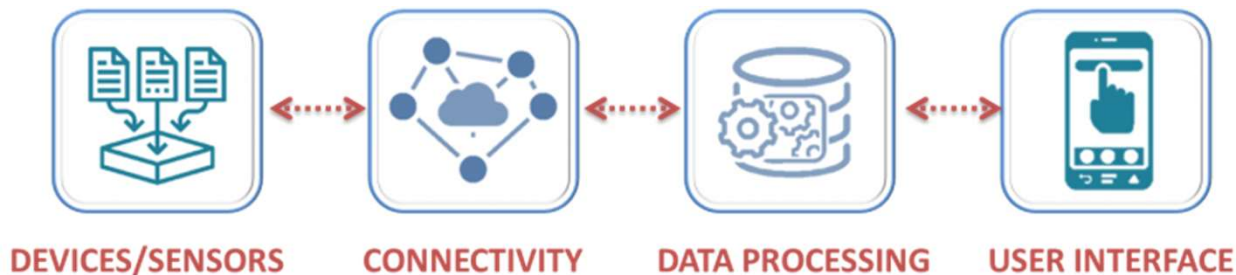


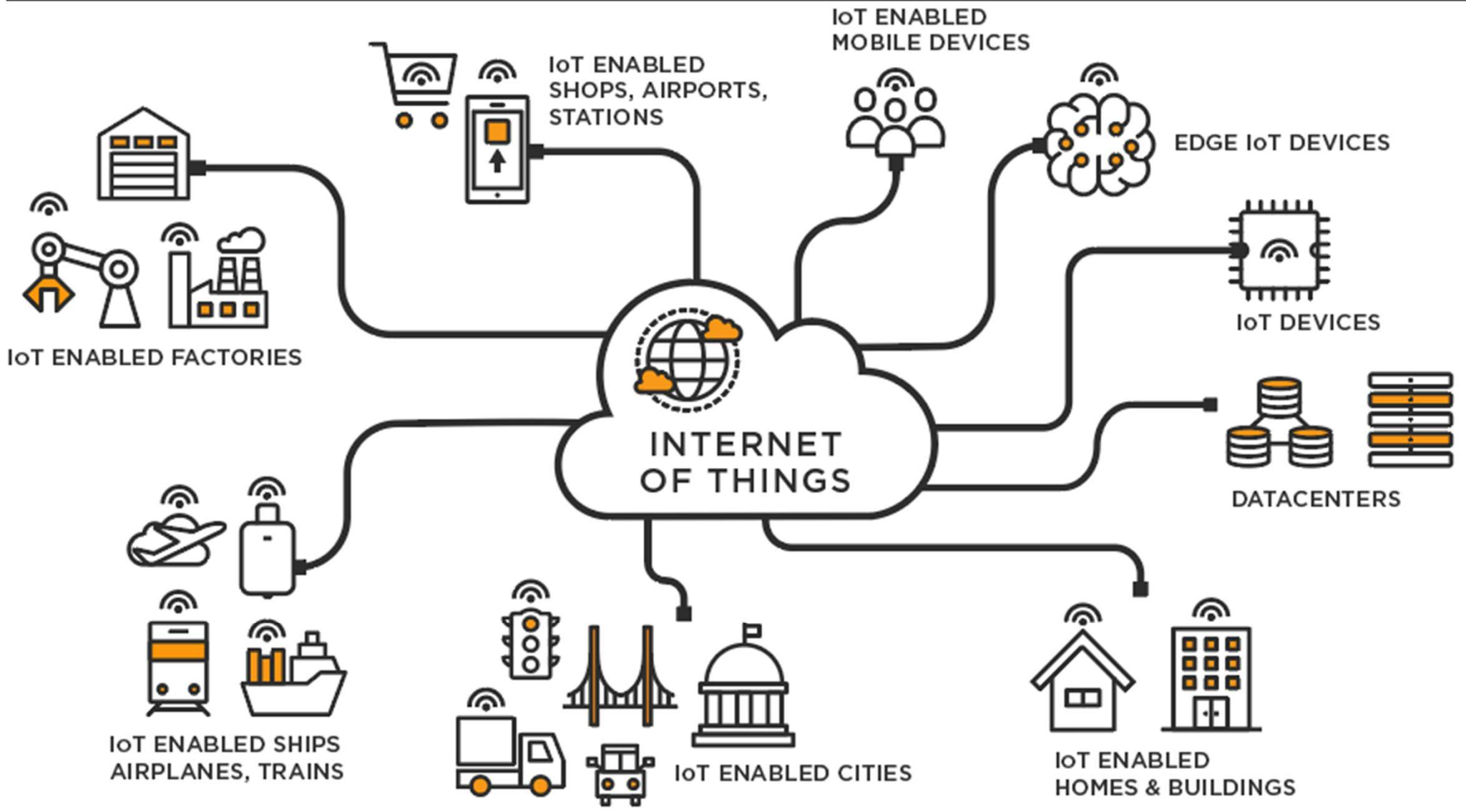
“Internet of things”, IOT?

- něco supermoderního, bez čeho se rozhodně neobejdete
 - kávovar či lednička připojené k internetu
 - ... jak (zase) vytáhnout ze zákazníků peníze
- jiný přístup – moderní technologie, které mohou reálně zpříjemnit a zjednodušit běžný život
 - chytrá domácnost napojená na populární komunikační prostředky
 - ovládání a sledování každodenních událostí
 - rychlá reakce na krizové situace (unikající voda, nevítaní hosté)
- propojení zařízení generujících data z různých pozorování, sensorů a měření navzájem a poskytnutí těchto dat uživatelům – vybraní jedinci nebo celý internet
- možnost reakce na různé situace
- **velký a dosud málo využitý potenciál ve vědecké oblasti**

“Internet věcí”

- v informatice označení pro síť fyzických zařízení („**Things**“, devices) vozidel, domácích spotřebičů atd.
 - implantáty k měření srdečního tepu, biočipové senzory na farmách, kamery vysílající živé záběry, automobily se sensory, analýza DNA, terénní zařízení pro záchranné složky
- zařízení jsou vybavena elektronikou, softwarem, sensory, pohyblivými částmi a síťovou **konektivitou**
 - která umožňuje těmto zařízením se propojit a vyměňovat si data
 - každé zařízení je jasně **identifikovatelné** (adresa, id) díky implementovanému výpočetnímu systému
- ale přesto je schopno pracovat do jisté míry samostatně v existující infrastruktuře **internetu** (i mobilní sítě)





Příklady aplikací

- **spotřebitelské** - propojené auto, zábava, domácí automatizaci („smart home“), nositelné technologie, sledování zdravotního stavu, bezpečnostní kamery, spotřebiče jako pračky či chladničky, robotické vysavače, používají Wi-Fi ke vzdálenému sledování
- **podnikové** využití „Enterprise IoT“ – řídicí infrastruktury (doprava, energetika – „smart grid“, průmysl), „smart city“, mediální aplikace, (cílená) reklama
- **lékařské a zdravotní** - monitorování zdraví či nemocí - krevního tlaku, srdeční tep, specializované implantáty (kardiostimulátory) a protézy, „smart“ náramky či hodinky, sluchové pomůcky, „wearables“
- **doprava** - vozidla, infrastrukturu a řidiči - dynamická interakce, komunikace s okolím vozidla, inteligentní parkování, mýtné systémy, logistické řízení, sledování polohy, autonomní řízení rychlosti vozidla, pomoc v krizové situaci – havárie, krádež

Způsoby připojení (do internetu)

- **ethernetové** kabelové a optické sítě, Wi-Fi ... klasika
- **Bluetooth** Low Energy (BLE) ... do smartphonu, tabletu
- **ZigBee**, Z-Wave ... domácí komunikace
- **NFC** „near field communication“ ... platební aplikace
- **RFID** identifikační systémy
- **mobilní síť** – GSM, 4G, **5G** (LTE-M a eMTC, machine type communication), NarrowBand IoT
- **Sigfox**, **LoRa** – lokální radiokomunikace (433 a 866 Mhz)
-
- různý dosah, rychlost, objem dat ... dle skutečné potřeby
- vzájemné kombinace nebo hierarchické uspořádání

Motivace k tomuto kursu

- **obecné zaostávání současné moderní populace v oblasti elektroniky a programování**
 - bez toho moderní věda nemůže existovat
 - v řadě vyspělejších zemí už jim to došlo (Raspberry Pi nebo Micro:bit v UK)
- **poskytnutí kvalifikovaného přehledu v klíčových oblastech, bez nároku na předchozí detailní znalosti**
 - ... protože současný student už to stejně zapomenul
- **lepší porozumění vědecké instrumentaci a principům jejího fungování – efektivní pořizování i použití**
- **dnes má každý u sebe pořád velmi výkonný výpočetní systém – může sloužit i něčemu jinému, než jsou sociální sítě, hry a zábava**
-
- **základ pro další rozvoj v perspektivních oblastech**

IOT pro bioanalytiku

- **předpoklady** - znalosti práce s počítačem a s internetem, minimální zkušenosti z oblasti programování
- **cílem** přednášky s navazujícími praktickými domácími pokusy je nabídnout pohled na základy systémů IoT pro měření různých veličin v biochemii s využitím modulů na bázi systémů **Arduino** či **Raspberry Pi**
- jak pomocí **WiFi** poslat exp. data údaje k webovým stránkám či službám pro záznam, zobrazení a vyhodnocení dat, přes **Bluetooth** do smartphonu jako základu pro přenosná měřicí zařízení
- přiblíží se moderní technologie a přispěje k pochopení základů digitální elektroniky - **sensory**, AD převodníky, sériová **komunikace** a k překonání bariér v oblasti **programování** - ukázky z C++, Python, HTML, PHP

Sylabus

- 1. Co jsou IOT zařízení, jejich užitečnost pro moderní instrumentaci a využití pro vědecké experimenty, zpracování laboratorních dat v on-line režimu. Mikrokontrolery vhodné pro běžné uživatele – představení koncepce Arduino.
- 2. Zopakování základů elektroniky – pasivní a aktivní součástky – odpory a Ohmův zákon, kondenzátory, diody a LED, tranzistory, stabilizátory napětí. Základní sensory pro měření teploty, vlhkosti, tlaku a intenzity světla.
- 3. Arduino a jeho odvozené varianty, hardware a software, instalace integrovaného vývojového prostředí (IDE), základy programování, volba a možnosti demonstračního modulu (Seeduino Xiao), použití knihoven pro začlenění dalších komponent. Vytvoření a spuštění prvního programu – „Hello World“, rozblikání LED, sledování tlačítek a digitální rozhraní.
- 4. Měření napětí – analogově-digitální převodníky, úprava vstupního signálu, základy vzorkování dat – snímání stavu potenciometru, měření osvětlení fotoodporem, teploměr jinak. Digitálně-analogový převodník a jeho náhrada.
- 5. Komunikace s mikrokontrolerem – sériové rozhraní a jeho USB převodníky, přenos dat z periférií – I2C, OneWire a SPI sběrnice, příklad měření teploty a přenos do PC – USB teploměr, zpracování sériových dat na straně PC.

- **6. Bezdrátové přenosy dat – Bluetooth sériový port a vhodné moduly, úsporná varianta BLE. Jak dostat data do mobilního telefonu (s Androidem), ukázka vývoje aplikace pro zobrazení dat pomocí MIT App Inventor – obrázkové programování. Představení koncepce Micro-Bit.**
- **7. Jak dostat data do internetu – moduly pro WiFi komunikaci. Základy tvorby webových stránek – HTML a CSS, oživení obsahu s PHP – bezdrátová meteostanice. Moderní domácnost – RGB LED a ovládání osvětlení z webu.**
- **8. Koncepce bezdrátově ovládaného fotometru – pokročilé měření intenzity světla fotodiodou, webová stránka přímo v mikrokontroleru.**
- **9. Operační zesilovače jako základ pro přenosnou elektrochemii – point-of-care bioanalytika na příkladu bluetooth glukometru, ukázka profesionálního modulu EmstatPico.**
- **10. Linux na dlani – koncepce Raspberry Pi, představení programování v Pythonu a sestavení webové kamery pro sledování obrazových dat z mikroskopu.**

Historie IOT

- 1999 termín “The Internet of Things” použil Kevin Ashton při prezentaci pro Proctor & Gamble
- ačkoliv, ještě před internetem, 1982 výzkumníci z Carnegie Mellon vzdáleně sledovali chlazené nápoje v prodejním automatu
- 1990 první toaster řízen přes net
- 2000 LG uvádí první inteligentní chladničku
- 2004 smart watch, 2007 smart iphone a wearable Fitbit
- 2009 Google začíná testovat samořiditelná auta
- 2011 Smart TV
- 2013 Google Lens, 2014 Echo – rozvoj trhu pro smart home systémy
- 2015 Tesla přichází s Auto Pilotem
- IOT rozvoj díky klesajícím cenám sensorů a dalších zařízení

IOT



- **vzájemná propojenost systémů s uživateli přes internet (ne nezbytně cloud ...)**

Smart home - propojenost v domácnosti



Proč IOT?

- Learn how to collect, store, and visualize data, build remotely controlled applications, and improve everyday life with smart devices. Explore the fundamental concepts of IoT, such as sensors, automation, data collection & analysis, graphing, cloud storage, and remote control.
- **4 reasons to teach IoT at high school & college**



Help students **secure jobs** with many possibilities for career advancement.



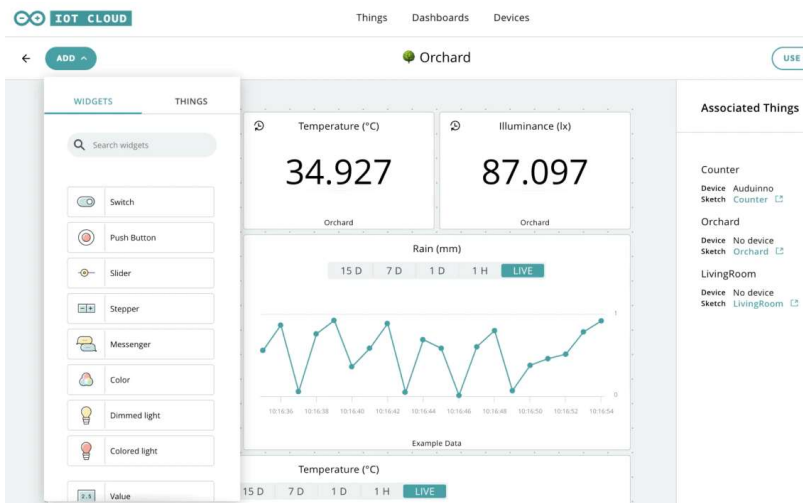
Prepare students for future careers by using advanced industry - standard technology.



Enhance students' understanding of the world and technology around them.



Help **bridge the IT skills gap** by giving students the knowledge and skills demanded in the industry.



Uživatelské rozhraní

- zpracované informace je třeba předat koncovému uživateli
- různé možnosti – aplikace v mobilu spustí alarm, pošle se notifikace přes SMS nebo email
- kontinuální sledování v reálném čase – trend měřených hodnot, foto, video
- někdy je nutné také zpátky předat nějaký povel pro dané zařízení – dálkové ovládání



Alerts



Notifications



Live Trends



Remote Control

Přínosy a výhody

From connecting devices to human value

01 Device connection

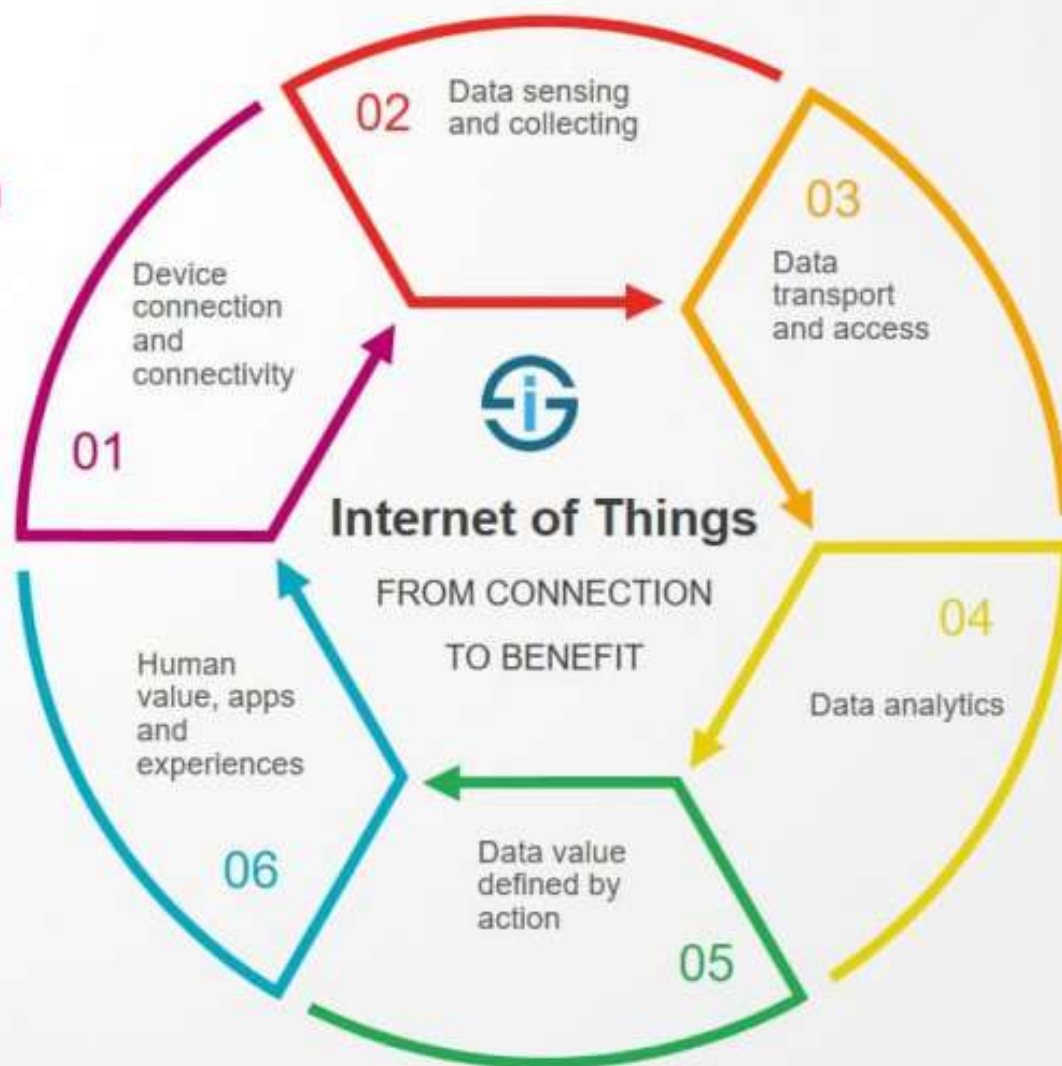
IoT devices
IoT connectivity
Embedded intelligence

02 Data sensing

Capture data
Sensors and tags
Storage

01 Communication

Focus on access
Networks, cloud, edge
Data transport



Data analytics

Big data analysis
AI and cognitive
Analysis at the edge

Data value

Analysis to action
APIs and processes
Actionable intelligence

Human value

Smart applications
Stakeholder benefits
Tangible benefits

Přínosy a výhody, ale také rizika

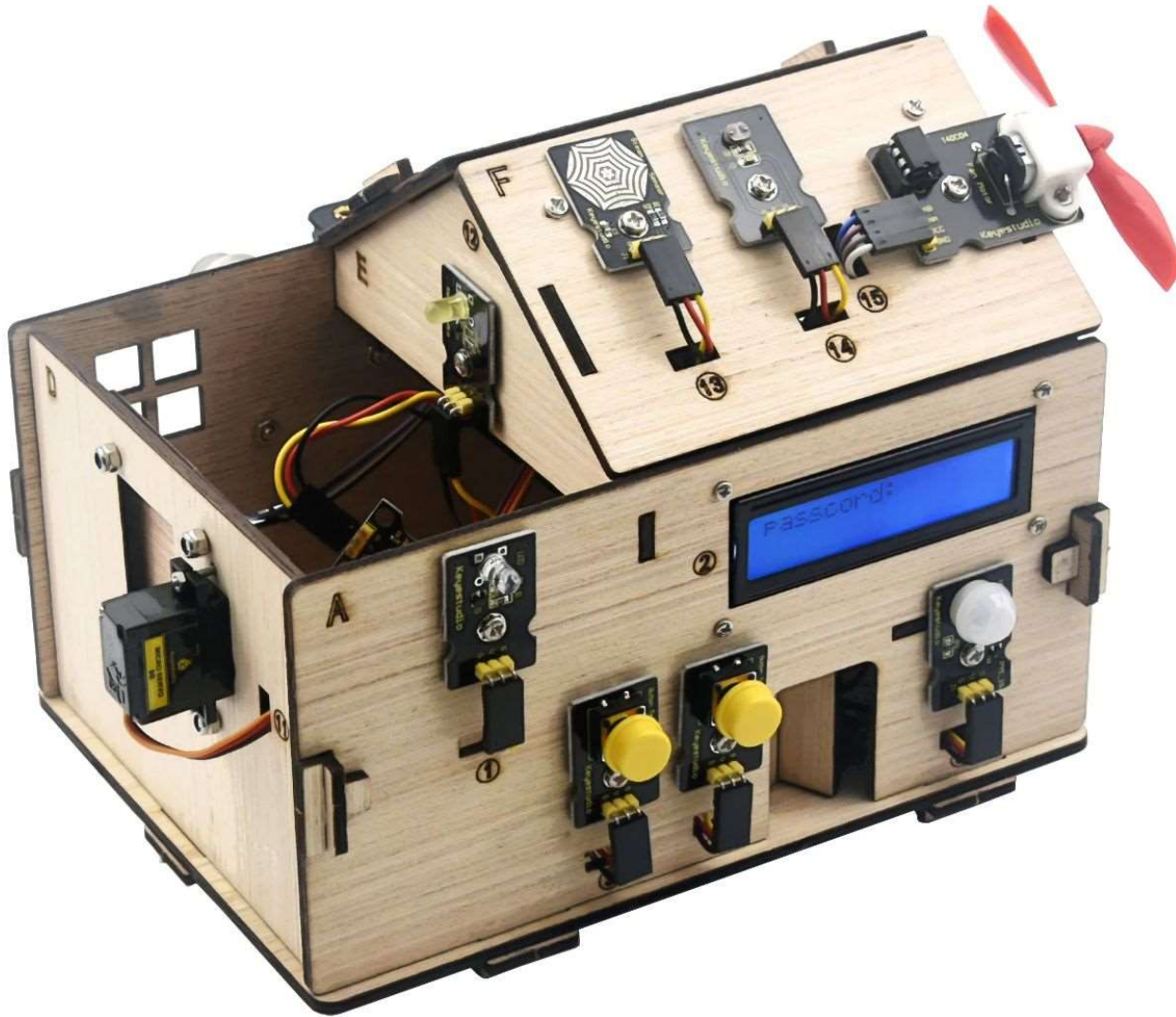
- **+** :
- **minimální potřeba úsilí uživatele, úspora času**
- **cesta k automatizaci a technické optimalizaci**
- **omezení odpadu, efektivní využití přírodních zdrojů**
- **-** :
- **klíčové je zabezpečení citlivých dat**
- **nebezpečí různých síťových útoků**
- **zachování soukromí uživatelů**

Jak se pustit do IOT...

- **minimálně dvě části – zařízení (Thing, obvykle „client“ či periferie), které se připojí k vhodnému systému pro zpracování dat (PC, smartphone, web)**
- **zařízení jsou dostupná samozřejmě komerčně, avšak mnohem uspokojivější je si něco postavit sami**
- **základem bude vhodný modul připojený k internetu, který pomocí sensorů – jako je teplota, světlo nebo akcelerometry – informuje uživatele o stavu svého okolí; alternativní funkcí je vzdálené ovládání strojů nebo systémů ve fyzickém světě pomocí aktuátorů - mohou provádět operace, ovládání motoru, otevírání ventilů nebo dveří, pohybující se robotické prvky, zobrazování, apod.**
- **nejběžnějším a nejdéle používaným modulem je Arduino ve všemožných variantách a klonech, v poslední době pak obdoba Micro:bit a pokročilejší Raspberry Pi**

První smarthome

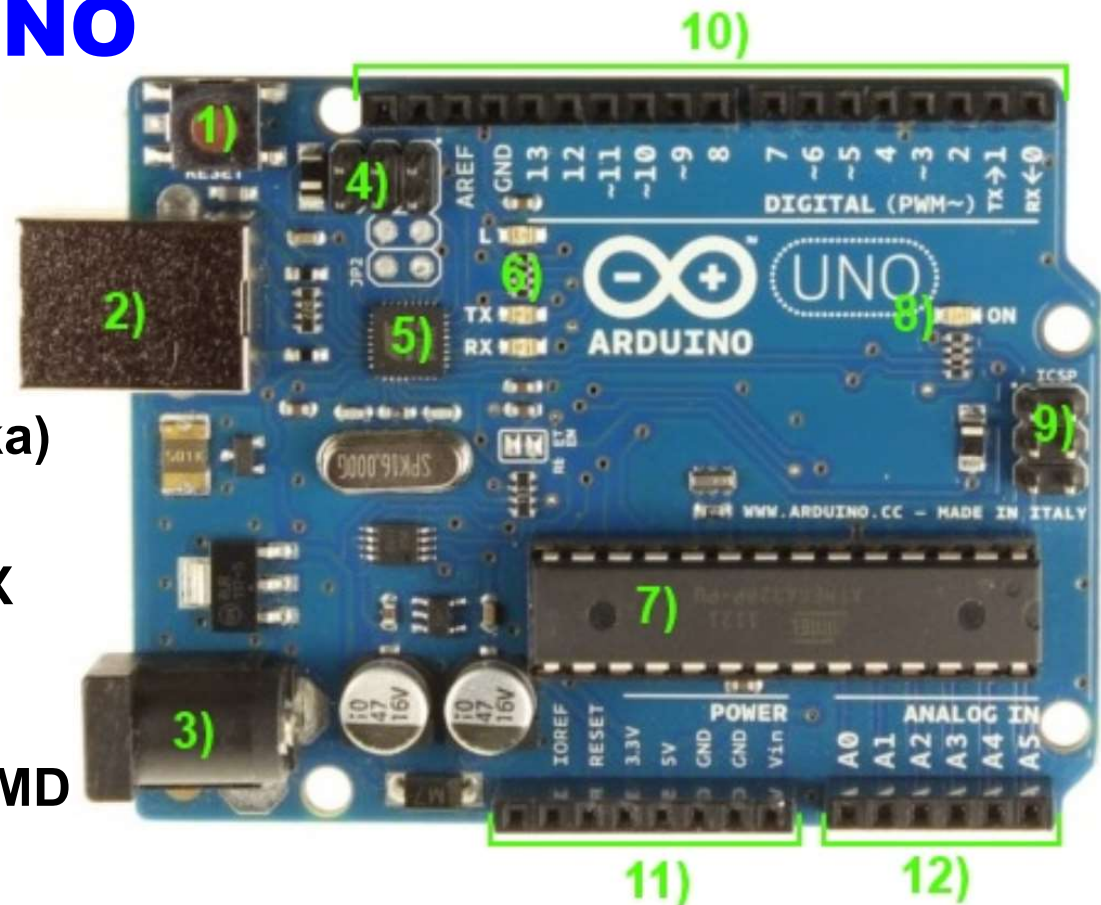
- kupte si na aliexpress
- nebo naše slavné stavebnice Merkur



- **mikroprocesorová prototypová deska vhodná pro elektronické experimenty či projekty „hobby“ uživatelů**
- **vznikla v italském univerzitním prostředí v roce 2005**
 - nabídnout studentům jednoduchý vývojový set
 - za rozumnou cenu (nahradit tehdy alternativní BasicSTAMP)
- **open source projekt – schéma, firmware, sw pro programování zcela volně dostupné**
 - umožnilo další rozšiřování a vývoj platformy
 - dostupnost ve formě mnoha různých klonů (ceny od cca 2 USD)
 - standardní metody přenosu dat z periférií – sériová linka, I2C, SPI
- **aktuálně dostupné různé varianty**
 - rozhraní - ethernet, bezdrátově - WiFi, Bluetooth, RF, IR
- **programovací prostředí včetně knihoven funguje i pro celou řadu dalších typů mikrokontrolerů a odvozených desek modulů**

Klasika: Arduino UNO

1. resetovací tlačítko
2. USB konektor
3. napájecí konektor
4. ICSP rozhraní pro programování USB-sériového převodníku (zřídka)
5. USB-sériový převodník (FTDI)
6. LED diody, L uživatelská, RX a TX pro průběh komunikace
7. hlavní čip (mikrokontroler) celé desky; zde v patici, dnes spíše SMD typ a připájený napevno
8. LED dioda indikuje připojení napájení
9. ICSP rozhraní, varianta pro programování hlavního čipu
10. skupina digitálních pinů (D0, D1, ... D13), vlnovka ~ značí PWM
11. napájecí piny, RESET pin, zemní piny GND
12. analogové vstupy (A0, A1, ... A5); A4 a A5 mohou sloužit i pro I2C přenosy dat



hlavním čipem je zde procesor ATmega328 (7)