



# Moderní technologie klimatického a energetického managementu

Efektivní využívání energie představuje v současnosti jednu z nejvýznamnějších priorit měst a obcí v celoevropském měřítku. Města a obce se snaží o optimalizaci svých energetických ekonomik jak na straně zdrojů (prostřednictvím vyššího využívání lokálních a obnovitelných energetických zdrojů), tak i na straně spotřeby. Jejich motivací je jednak ekonomická snaha o šetření finančních prostředků souvisejících se spotřebou energie, jednak environmentální, která souvisí se stále výraznějšími projevy změny klimatu a potřebou její eliminace a přizpůsobování se.

Města a obce projevují své snahy v této oblasti politicky, tj. přijímáním závazků a strategií (například Pakt starostů a primátorů o klimatu a energetice), a také prakticky, realizací široké škály opatření. Mezi nejvýznamnější a nejčastěji aplikovaná opatření patří obnova a modernizace veřejných budov zaměřená také na zvýšení jejich energetické účinnosti. Tento typ projektů významně přispívá ke zlepšení podmínek pro uživatele veřejných budov. Také ale významně zatěžuje veřejné rozpočty. Při plánování opatření je proto třeba přijímat kvalifikovaná rozhodnutí založená na objektivních informacích.

Právě nedostatek spolehlivých a objektivních údajů a informací o spotřebě energie a efektivnosti jejího využití představuje významnou bariéru při optimalizaci řešení zabezpečení rekonstrukcí veřejných budov. Zároveň tvoří také zásadní překážku k optimalizaci provozu veřejných budov.

Řešení uvedeného problému představuje zavádění nákladově efektivního sběru dat o spotřebě energie a provozních parametrů veřejných budov v kombinaci s jejich praktickým využitím energetického managementu, respektive Energy Management System.

## 1. Východiska a všeobecná shrnutí

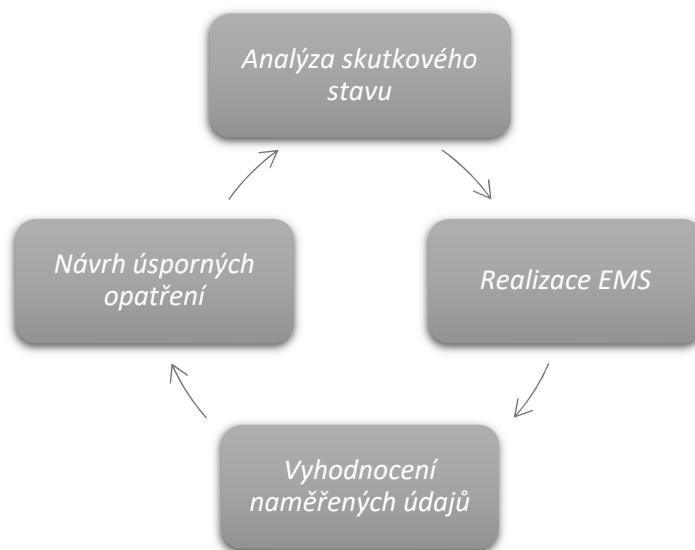
Energetický management, respektive „Energy Management System“ (dále EMS), je komplexní systém měření, zaznamenávání, porovnávání a vyhodnocování spotřeby jednotlivých forem energie na úrovni většího celku (například regionu, města, organizace), jednotlivých oblastí spotřeby energie (spotřeba vybraných objektů) a jednotlivých vybraných technologií s nejvyšší spotřebou za účelem návrhu, realizace a vyhodnocování úsporných opatření.

Zavedení EMS ve městech poskytuje přehled o celkových spotřebách energie a o celkových nákladech na energii pro dané město sloužící k:

- Plánování nákladů města;
- Zjednodušení poskytování informací o spotřebách. Podklad k energetickému auditu;
- Vyhodnocování nákladů na energie vzhledem na jednotku výkonu (porovnání jednotlivých let);
- Kontrole fakturovaných nákladů od dodavatelů energie;
- Kontrole nastavení a případné úpravě parametrů smluv na dodávku energie.

Zavedení EMS navíc poskytuje i přehled o spotřebách energie jednotlivých objektů/budov a zařízení v majetku, případně ve správě města, které slouží k:

- Vyhodnocování efektivnosti objektů a zařízení s ohledem na stanovené benchmarky;
- Odhalování nadspotřeby, případných poruch z neodůvodněné zvýšené spotřeby. Návrh úsporných opatření;
- Vyhodnocování dosahování očekávaného potenciálu úsporných opatření;
- Řízení spotřeby pro optimalizaci parametrů smluv na dodávku energie.



Obrázek 1: Schéma principu EMS (zdroj: Marcel Lauko)

Postup zavedení EMS ze strany poskytovatele je následující:

- Výchozí analýza současného stavu ve společnosti a vytipování měřicích míst;
- Vstupní setkání s pracovníky a dalšími zainteresovanými s cílem optimalizace systému;
- Instalace technických zařízení EMS (měřiče, komunikace, software);
- Proces vyhodnocování (cyklický proces):
  - Zaznamenávání údajů z měření.
  - Vyhodnocování spotřeby a výsledků realizovaných opatření.
  - Návrh optimalizačních opatření.
  - Implementace navržených opatření (ve spolupráci s městem).
  - Úprava benchmarků a cílů snižování spotřeby energie.

## 1.1. Cíle a principy

EMS využívá jako zdroj dat soustavu vhodně instalovaných měřidel a snímačů pro sledování spotřeby energie a parametrů využití objektů a zařízení. Jednotlivá měřidla a snímače předávají údaje prostřednictvím vhodné komunikační platformy do specializovaného softwaru. V následujícím textu blíže popíšeme jednotlivé technické komponenty a možnosti využívané pro EMS.

### 1.1.1. Měření hodnot

Po zavedení EMS jsou sledovány a zaznamenávány jednotlivé druhy energií, které se podílejí na celkové spotřebě energií. Měřená je elektrická energie, spotřeba tepla, plynu a vody.

#### Měření spotřeby tepla:

Pro měření spotřeby tepla je možné použít několik technických řešení, které vycházejí z různých principů měření sledovaných veličin a liší se přesností a spolehlivostí měření. Měřiče mohou být provedeny jako mechanické průtokové měřiče, ultrazvukové, fluidikové nebo poměrové rozdělovače tepla.

- Mechanické průtokové měřiče tepla

Mechanické průtokové měřiče tepla, kde je teplonosným médiem voda, se instalují přímo do potrubí topného systému a pomocí snímačů měří teplotu protečené vody na vstupu a teplotu protečené vody

na výstupu topného okruhu. Umožňujú exaktné merenie spotreby tepla ve fyzikálných jednotkách, ktorá se určí z výsledného rozdielu teplot a množství protékající vody. **Podle konstrukce se dělí na kompaktní a kombinované měřiče tepla.** Kompaktní měřič tepla integruje v jednom přístroji průtokoměr část snímače teploty a kalorimetrické počítadlo, které přijímá impulzy z průtokoměru, teplotního čidla a vypočítává předané množství tepla. Instaluje se tam, kde je dostatek prostoru pro instalaci a snadný přístup k odpočtu dat. Kombinovaný měřič tepla je sestaven z oddělitelných částí. Hydraulické části se instalují přímo na potrubí, které se může nacházet i na hůře dostupných místech, počítadlo musí být umístěno tak, aby se údaje o spotřebách daly jednoduše odečítat.

- Ultrazvukový měřič tepla





Měřič se skládá z hydraulické části, elektronické vyhodnocovací jednotky (počítadla) snímačů teploty, jež vypočítá z objemu a teplotní difference spotřebu energie. Průtok topné vody se měří v měřicím potrubí ultrazvukovými impulsy, které jsou vysílány ve směru toku a proti směru toku. Z naměřených hodnot doby průběhu se následně vypočítá celkové množství.

- Fluidikový (oscilační) měřič tepla

Měřicí části neobsahují žádné pohyblivé části, využívají statický princip měření prostřednictvím oscilátoru. Jediná pohyblivá věc v měřiči je kapalina, která protéká přes oscilátor a vytváří tak elektrické impulsy, které jsou vyhodnocovány výpočetní jednotkou měřiče. Měřiče vykazují preciznost a stabilitu měření i při instalacích se špatnou kvalitou vody.

- Poměrové rozdělovače tepla

Alternativní způsob měření spotřeby tepla, když instalace měřičů tepla není technicky možná nebo nákladově efektivní, představuje měření pomocí poměrových rozdělovačů tepla. Pro snadnou instalaci a nižší počáteční investici se využívá ve většině bytových domů na Slovensku, které jsou zásobovány z centrálního zdroje tepla. Nejnovější poměrový rozdělovač tepla je koncipován jako dvojsenzorový přístroj, který zaznamenává teplotu topného tělesa a teplotu vzduchu v místnosti a vyhodnocuje jejich rozdíl. Na základě tohoto rozdílu se načítají dílky, které jsou podkladem pro výpočet spotřební složky. Poměrový rozdělovač tepla je přístroj, který se používá k rozdělení množství tepla naměřeného fakturačním měřičem (měřič dodavatele tepla) mezi jednotlivé odběratele, uživatele bytů.

Mechanický průtokový měřič	Ultrazvukový měřič	Fluidikový (oscilační) měřič	Poměrový rozdělovač
			

Obrázek 2: Rozdělení měřičů tepla (zdroj: K.B.F.group s.r.o)

### Měření plynu:

Objem a spotřeba plynu je měřena měřiči, které se liší ve způsobu měření. Mohou být vyhotoveny jako objemové, rychlostní, dynamické a ultrazvukové.

- Objemový (membránový) plynoměr

Spotřeba plynu je měřena pomocí dvou komor, které jsou střídavě naplňovány a vyprazdňovány. Každé naplnění a vyprázdnění je mechanickým systémem převedeno na číselník počítadla.

- Rychlostní plynoměr





Prouděním plynu se otáčí lopatková turbína a její otáčky se přenášejí na číselník. Jsou méně přesné než objemové plynoměry.

- **Dynamický plynoměr**

Spotřeba plynu je měřena z rozdílu tlaku před a za clonou. Jsou vhodné pro měření velkého množství plynu.

- **Ultrazvukový plynoměr**



Elektronický plynoměr, který spotřebu plynu zaznamenává pomocí ultrazvuku.

Objemový (membránový) plynoměr	Rychlostní plynoměr	Dynamický plynoměr	Ultrazvukový plynoměr
			

Obrázek 3: Rozdělení plynoměrů (zdroj: K.B.F.group s.r.o)

### Měření elektrické energie:

Na sledování vyrobené a spotřebované elektřiny se využívají elektroměry, které mohou být jednofázové nebo třífázové. Jednofázové elektroměry se používají pro měření elektrické energie v jednofázových soustavách nízkého napětí. Třífázové elektroměry se používají pro měření elektrické energie v třífázových soustavách v domácnostech, v organizacích, v průmyslu i v energetice pro souměrné i nesouměrné zatížení. V závislosti na tom, zda je elektroměr jednotarifní nebo dvoutarifní má jeden nebo dva číselníky. Při dvoutarifním elektroměru je poskytována elektřina v době platnosti vysokého a nízkého tarifu.

Jednofázový elektroměr	Třífázový elektroměr
	

Obrázek 4: Rozdělení elektroměrů (zdroj: K.B.F.group s.r.o)

### Měření studené a teplé vody:

Přesnost měření spotřeby vody je podmíněna typem vodoměru a kvalitou jeho komponentů. Nejpožívanějšími měřiči k určení průtoku teplé a studené užitkové vody jsou mechanické lopatkové vodoměry, které se podle konstrukce dělí na jednovtokové a vícevtokové. Počítadlo těchto měřičů je mechanické a nevyžaduje připojení na zdroj energie. Mohou být vyhotoveny jako suchoběžné a mokroběžné v závislosti na prostředí, ve kterém pracuje počítadlo-převodový mechanismus.

- **Jednovtokové vodoměry**

Konstrukčně jsou to nejjednodušší mechanické měřiče průtoku vody. Počítadlo se nedostává do styku s vodou, což zabraňuje jeho blokadě nebo zpomalení způsobenému usazeninami. Voda vtéká a vytéká do měřicí komory jedním kanálkem. Lopatkové těleso, které je uloženo v měřicí komoře, se dostává působením proudu vody do rotace a pohyb se přenesení na počítadlo.

*'This project is part of the European Climate Initiative (EUKI) of the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).'*

- **Vícevtokové vodoměry**

Voda vtéká do této komory z více kanálků a lopatkové těleso se dostává do rotace, která je přenášena na počítadlo. Vícevtokovou konstrukcí je zajištěno rovnoměrné zatížení lopatkového kola, čímž je zaručena přesnost měření a dlouhá životnost. Počítadlo je uloženo ve speciální měřicí komoře a nedostává se tak do styku s vodou.

- **Objemový vodoměr**

Slouží na přesné měření odběru vody s malým průtokem. Funguje na principu střídavého plnění nádob uvnitř vodoměru.



Obrázek 5: Rozdělení vodoměrů (zdroj: K.B.F.group s.r.o)

### 1.1.2. Sběr a přenos údajů

Data z měřičů mohou být sbírána centrálně, případně systémem pochůzek – rádiově. Rádiový pochůzkový sběr dat vyžaduje fyzickou přítomnost v blízkosti měřiče, který rádiově vysílá data. Odpočty nelze provádět kdykoliv a v případě poškození měřiče již není možné dostat se zpět k datům. Centrální způsob sběru se provádí pomocí rádiové nebo pevné sítě, případně jejich kombinací, a odpočty lze provádět lokálně nebo dálkově. Dálkový centrální způsob sběru dat je vhodný na Smart Metering, respektive pro inteligentní měřicí systémy.

#### **Pevná síť:**

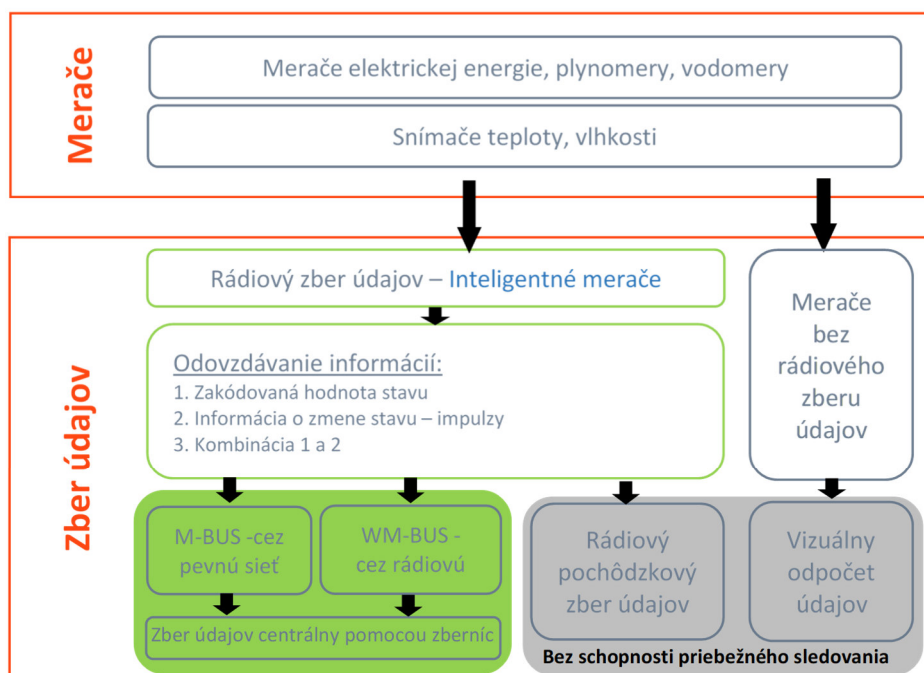
Přenos dat energetických veličin pomocí pevné kabelové sítě se uskutečňuje nejčastěji prostřednictvím komunikačních sběrnic založených na Ethernetu, jako jsou M-bus, LON.

- **M-bus**

Měřiče jsou vybaveny tzv. M-BUS modulem a spojeny do jedné nebo více sítí, které tvoří jednu centrální řídicí jednotku, na řízení přenosu dat po síti a ostatní zařízení - měřič. Měřiče mohou být napájeny po M-BUS síti, nebo mají vlastní baterii. Maximální počet měřičů v síti M-BUS je 250ks.

- **LON**

Nemá centrální řídicí jednotku a všechna připojená LON zařízení mohou být od různých výrobců. Umožňuje přímé zapojení do sítě libovolného počtu přístrojů bez hierarchie v síti.



Obrázek 6: Možnosti sběru naměřených údajů (zdroj: Smart riešenie monitorovania spotreby energie v meste Hlohovec, Štúdia uskutočniteľnosti, Energy Centre Bratislava s.r.o., 2019)

### Bezdrátová síť:

V rámci technológií pro bezdrátový přenos dat existuje množství rozhraní pro bezdrátovou komunikaci, která se liší zejména rychlostí přenosu dat dosahem, spotřebou energií a bezpečností. Jako přenosové prostředky lze použít rádiové, optické nebo infračervené vysílání. Optické bezdrátové sítě jsou založeny na infračerveném záření, které vyžadují přímou viditelnost mezi vysílačem a anténou přijímače. Dosah je řádově metry a přenosová rychlost je maximálně 1 Mbit/s. Pro přenos dat se v současnosti využívá rádiové vysílání. Na rádiový přenos dat slouží WiFi, bluetooth, GSM/GPRS a technologie využívající "Energy Internet of Things" (dále „IoT“). Rádiové moduly mohou fungovat na principu jednosměrné nebo obousměrné komunikace. Při jednosměrné komunikaci měřiče vysílají nepřetržitě bez ohledu na potřebu zaznamenávání údajů v daném čase, při obousměrné komunikaci je rádiový modul za běžného provozu v pasivním režimu a vysílat začne až při cíleném požadavku. Tím se minimalizuje zatížení elektromagnetickým zářením, tzv. elektrosmogem.

- Wifi

Pro přenos dat využívá rádiové vlny v sítích WLAN ve frekvenčním pásmu v rozsahu 2,4 a 5 GHz s rychlostí přenosu až 150 MB/s. Technologie vyžaduje energetický zdroj. Vyznačuje se vysokou přenosovou rychlostí, bezpečností, dosah je do 300 m. Nevýhodou je vysoká energetická spotřeba.

- Bluetooth

Zabezpečuje komunikaci více elektronických zařízení na krátkou vzdálenost. Pracuje v pásmu od 2,4 GHz do 2 483 GHz. Technologie vyžaduje energetický zdroj. Umožňuje inteligentním zařízením přístup na internet bez dodatečného zařízení. Přenosová rychlost je do 3 Mb/s. Výhodou je nižší spotřeba energie.

- Mobilní síť

Digitální technologie, která se vyznačuje vysokým pokrytím, spolehlivostí, nízkou přenosovou rychlostí a vysokou energetickou spotřebou. Patří sem 2G (GSM/ PRS) a 3G.



### Kombinace pevné a rádiové sítě:

Měřicí zařízení předávají svá data přes komunikační uzel, která dále komunikují po pevné (kabelové) síti. Centrální zařízení, které řídí přenos a komunikaci v síti, má zároveň funkci tzv. brány. Tato funkce umožňuje odeslání dat pomocí GSM, GPRS nebo Ethernetu. Patří sem WM-Bus, který představuje rádiový ekvivalent k síti M-Bus.

### „Energy Internet of Things” (IoT), respektive „internet věcí”:

Slouží ke komunikaci a přenosu dat pomocí internetu bezdrátově, případně přes pevnou síť (Ethernet). Bezdrátové sítě, které v současnosti využívají IoT, jsou LTE, Bluetooth, Wifi. Dále jsou to sítě Lora/LoRaWAN, SigFox, které se vyznačují nízkou spotřebou energie a komunikací na velké vzdálenosti. Umožňují přenos dat na velkou vzdálenost, za účelem automatizace, zrychlování a zefektivňování procesů dálkového měření veličin a dálkového řízení.

#### 1.1.3. Uchovávání údajů

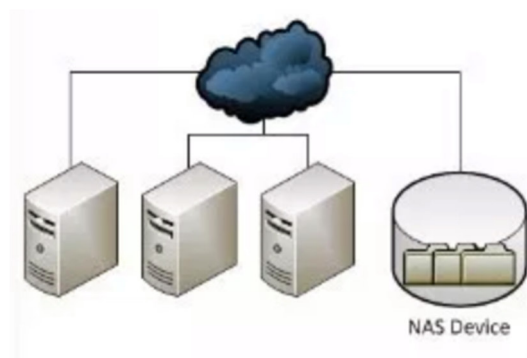
Způsob ukládání dat je závislý na složitosti IT prostředí a provozních aplikací. Data z měřičů lze ukládat lokálně na úložná zařízení, nebo centrálně na samostatné úložné síť, vzdálený server, respektive cloud.

- Datové nosiče DAS

DAS (Direct Attached Storage) je ukládání dat prostřednictvím datových nosičů připojených k serveru, které však nejsou přímo připojeny k síti. DAS server nebo datový nosič je pevný disk (HDD), mechanika s nepohyblivým médiem (SSD), optická mechanika nebo externí disk, ke kterému musí mít koncový uživatel přímý přístup, aby se na toto zařízení fyzicky připojil a zpřístupnil data. Každé DAS zařízení v síti musí být tak řízeno separátně a neumožňuje sdílení dat více uživatelům. Tento datový přenos je nejrychlejší a tedy vhodný pro výpočetně náročné softwarové programy, které pracují s velkým tokem dat.

- Síťové úložné zařízení NAS

NAS (Network Attached Storage) představuje pevný disk, připojený do sítě pomocí routeru a slouží k ukládání a sdílení dat. Připojení je trvalé a k datům je možné se dostat přes lokální síť počítače nebo prostřednictvím internetu. To znamená, že uživatelé připojení k lokální síti mají přístup k datům v reálném čase přes standardní Ethernet připojení. Zařízení této sítě obvykle nemají vlastní klávesnici, display nebo softwarové uživatelské rozhraní a jsou řízena přes rozhraní prohlížeče připojeného zařízení pomocí TCP/IP (Internetového protokolu pro komunikaci). Hlavní charakteristika této sítě je snadnost přístupu k datům, vysoká datová kapacita sítě, jako i poměrně finanční nenáročnost tohoto řešení uchovávání dat.

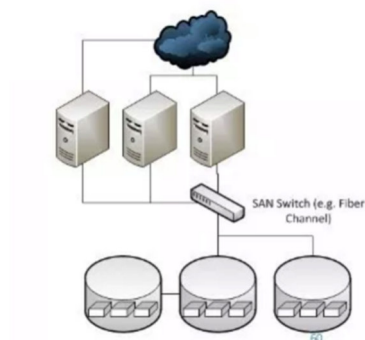


Obrázek 7: Struktura sítě NAS (zdroj: Maath Al-Jariri, Network Attached Storage (NAS), k dispozici online: <http://info300.net/majjariri/Brief1.html>)

- Úložné síť SAN

SAN (Storage Area Network) je sekundární úložná datová síť, která slouží k připojení externích zařízení, respektive zálohovacích zařízení k serveru. SAN tedy organizuje svůj úložný prostor na této vysokorychlostní sekundární síti, která je napojena na primární lokální síť (LAN), ale pracuje nezávisle

na ní. To znamená, že na rozdíl od sítě NAS, kde uživatelé připojení k lokální síti mají přístup k datům přes ethernet připojení pomocí TCP/IP, SAN používá FC komunikační protokol a uživatelské rozhraní (software) které jsou specificky navrženy pro úložné datové sítě. Největší benefit použití sítě SAN je tedy utilizace úložných datových jednotek do jedné centralizované úložné datové sítě, což umožňuje rychlý přenos a zpracování dat, dobrou stabilitu a nezávislost od LAN sítě na její plynulý chod.



Obrázek 8: Struktura sítě SAN (zdroj: Maath Al-Jariri, Network Attached Storage (NAS), k dispozici online: <http://info300.net/maljariri/Brief1.html>)

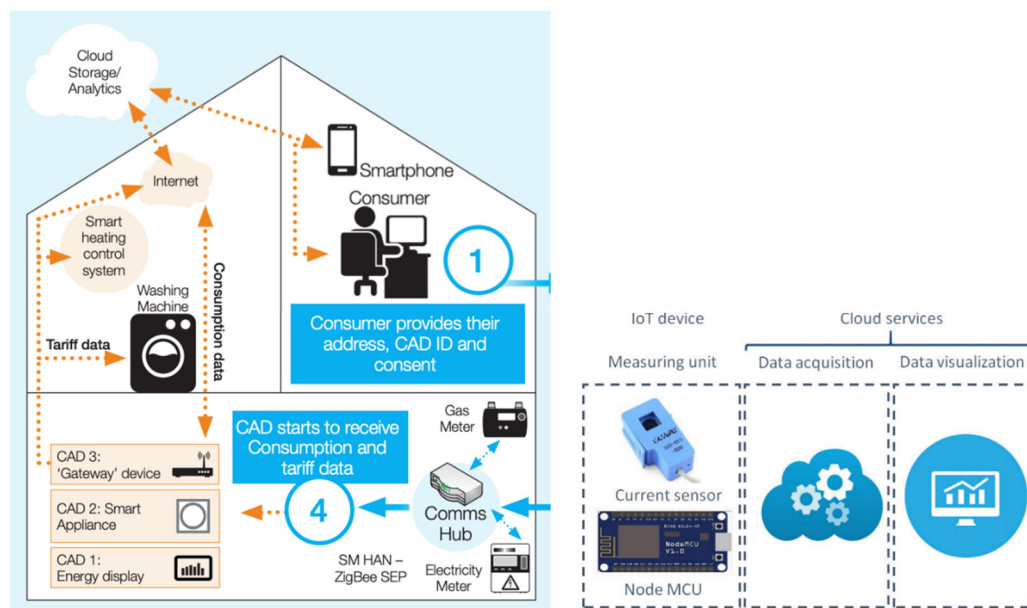
- Cloudové úložiště

Cloud představuje síť vzájemně propojených serverů, respektive úložný prostor, na ukládání dat pomocí internetu. Přístupování k souborům je online z jakéhokoli zařízení s podporou internetu. Informace jsou tak dostupné kdekoli a kdykoli je potřeba. Cloudová technologie umožňuje firmám i jednotlivcům využívat počítačové zdroje jako služby, místo toho, aby museli mít fyzicky vlastní počítačovou infrastrukturu ve svých vlastních prostorách. Mezi známé cloudové služby pro ukládání dat patří Google **Drive**, **OneDrive**, **iCloud**, **Dropbox**.

Typy cloudových služeb jsou:

- Infrastructure as a service (IaaS) – jedná se o pronájem IT infrastruktury (virtuální server, úložný prostor, operační systém), při níž uživatel platí podle využívaných zdrojů;
- Platform as a service (PaaS) – služba poskytuje prostředí pro vývoj, testování a dodání softwaru nebo aplikace;
- Software as a service (SaaS) – jde o způsob dodání aplikací přes internet, nejčastěji na měsíční bázi, na kterou se uživatelé mohou napojit přes internetový prohlížeč v mobilu, tabletu nebo počítači.





Obrázek 9: Využití cloudového systému v Smart Meteringu (zdroj: Department of Energy & Climate Change, United Kingdom government)

#### 1.1.4. Analýza údajů

Monitorování spotřeby energií, respektive energetický monitoring, je nástroj pro sledování a udržování energetické spotřeby na požadované úrovni. Je založen na pravidelném záznamu energetické spotřeby a příslušných ovlivňujících parametrů. Možností na sledování a zpracování energetické spotřeby je několik a liší se především způsobem a intenzitou zaznamenávání. Vyhodnocování spotřeb může být na základě výpočtových metod, případně odečítáním dat z měřičů bez použití nebo s použitím Smart Meteringu. Nejsofistikovanější metodou zpracování a vyhodnocování je monitoring a targeting.

- Smart Metering

Smart Metering představuje komplexní systém dálkového sběru dat z měřičů, které následně zpracovává a zpřístupňuje správcům, energetikům a při modernějších systémech i uživatelům bytů a majitelům budov. Měřicí přístroje zasílají kromě spotřeby do centrálního Smart Metering systému i množství diagnostických a provozních údajů, které umožňují odhalit chyby, snahu o ovlivnění měření, nebo výpadek komunikace, a na všechny tyto stavy musí kvalitní Smart Metering automaticky upozornit. Odpočty všech měřících přístrojů jsou provedeny automaticky a dálkově. Na Smart Metering se v současnosti využívají softwaru Chastia, Engie, Ansi a další.

- Monitoring a Targeting

Monitoring představuje sběr dat a jejich vyhodnocování podle dané metodiky a targeting představuje systematický a soustavný návrh a realizaci dílčích, ale i ucelených opatření, která zlepšují energetickou účinnost a následnou analýzu dosahovaných výsledků z hlediska cílové spotřeby energie. Je založen na systematickém sledování skutečné energetické spotřeby, analýze výsledků a následné realizaci nápravných opatření. Tato metoda na základě skutečných měření a analýzy stanovuje cílové hodnoty spotřeby energií s průběžným vyhodnocováním reálné spotřeby. Úspory v oblasti významných zdrojů energie jsou dosahovány především realizací nízkonákladových opatření.

## 1.2. Evropská legislativa

Na úrovni Evropské unie neexistuje v současnosti detailní legislativa upravující podmínky instalace technologií pro energetický management. Základní právní rámec je však definován následujícími dokumenty:

*'This project is part of the European Climate Initiative (EUKI) of the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).'*



<b>Právní předpisy</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU z 19. května 2010 o energetické náročnosti budov (přepřacování), Úřední věstník EU L 153, 18. 6. 2010; (EPBD – Energy Performance of Buildings Directive)</li> <li>• Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/27/EU z 25. října 2012 o energetické účinnosti, Úřední věstník EU L 315, 14. 11. 2012; (EED – Energy Efficiency Directive)</li> <li>• Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/844 z 30. května 2018, kterou se mění směrnice 2010/31/EU o o energetické náročnosti budov a směrnice 2012/27/EU o energetické účinnosti, (Ú. v. EÚ L 156, 19. 06. 2018)</li> </ul>
<b>Normy</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 50001:2018 – Energy management systems - Requirements with guidance for use</li> </ul>

## 2. Přehled podle zemí

### 2.1. Přístup a legislativa

#### 2.1.1. Slovensko

Základní rámec pro zavádění systémů energetického managementu v podmínkách Slovenska je upraveno následujícím souborem legislativních předpisů a norem:

<b>Právní předpisy</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov</li> <li>• Vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 364/2012 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov</li> <li>• Zákon č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov</li> <li>• Vyhláška Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 88/2015 Z. z., ktorou sa ustanovuje rozsah hodnotení, spôsob výpočtu a hodnoty energetickej účinnosti zdrojů a rozvodů energie</li> <li>• Vyhláška Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 179/2015 Z. z. o energetickom audite</li> <li>• Vyhláška Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 319/2015 Z. z. o skúške odbornej spôsobilosti na výkon činnosti energetického auditora</li> <li>• Vyhláška Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 13/2016 Z. z., ktorou sa stanoví podrobnosti o souboru údajů poskytovaných do monitorovacího systému energetickej účinnosti, o zásadách a pravidlech monitorovacího systému, o způsobu monitorování údajů a zpracování informací</li> <li>• Vyhláška Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 14/2016 Z. z., ktorou sa stanoví technické požiadavky na tepelnou izolaci rozvodů tepla a teplé vody</li> <li>• Vyhláška Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 192/2016 Z. z. o monitorovaní energetickej náročnosti verejných budov</li> </ul>
<b>Normy</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• STN EN ISO 50001 – Systém energetického manažérstva. Požiadavky s návodom na používanie (ISO 50001: 2018)</li> </ul>

#### 2.1.2. Česko

V oblasti měření a měřidel je základem zákon č. 505/1990 Sb. o metrologii v aktuálním znění, jehož cílem je zajistit jednotnost a správnost měřidel a měření.

Z pohledu automatických odečtů je podstatná vyhláška č. 359/2020 Sb. o měření elektřiny, která nově zavádí inteligentní měřicí systém u měření typu C, a to v souladu s legislativními požadavky EU.



Dále se jedná o:

- Vyhláška č.108/2011 Sb. o měření plynu a o způsobu stanovení náhrady škody při neoprávněném odběru, neoprávněné dodávce, neoprávněném uskladňování, neoprávněné přepravě nebo neoprávněné distribuci plynu
- Vyhláška č. 262/2000 Sb. kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření
- Vyhláška č. 345/2002 Sb. kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu
- Vyhláška č. 264/2000 Sb. o základních měřicích jednotkách a ostatních jednotkách a o jejich označování
- Vyhláška č.285/2011 sjednocená platnost ověření 5 let pro bytové vodoměry SV a TV
- Vyhláška č.237/2014, která mění vyhlášku 194/2007 ohledně přístrojů pro měření tepla atd.
- Vyhláška č. 269/2015 Sb. o rozúčtování nákladů na vytápění a společnou přípravu teplé vody pro dům
- Vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Legislativní rámec v této oblasti rozšiřují legislativní dokumenty týkající se energetického managementu, například zákon č. 318/2012 Sb. kterým se mění zákon 406/2000, a který nařizuje měřit teplo. Pro další legislativní dokumenty viz téma č. 9 - Implementace systému hospodaření s energií.

### 3. Praktické příklady

#### 3.1.Slovensko

##### 3.1.1. Smart řešení monitorování spotřeby energie, Hlohovec

Město Hlohovec je dynamicky se rozvíjející město, které se snaží zkvalitňovat služby svým obyvatelům a budovat moderní infrastrukturu. V rámci Slovenska je město jedním z lídrů v zavádění a využívání SMART řešení v nejrůznějších oblastech. Město Hlohovec má ve své správě několik budov sloužících jako kulturní, zdravotnické, sociální (a podobně) zařízení. Mnohé z nich jsou energeticky nevhodné, což zvyšuje náklady na energii z rozpočtu města a často snižuje kvalitu služeb, které jsou v těchto objektech poskytovány. Nedostatek informací o skutečné energetické náročnosti provozu městských budov pro přijetí kvalifikovaných rozhodnutí o jejich případné modernizaci byl klíčovým faktorem pro rozhodnutí o implementaci systému inteligentního sledování spotřeby energie v městských budovách.

Projekt s názvem "Smart řešení monitorování spotřeby energie ve městě Hlohovec" byl realizován ve spolupráci města Hlohovec se společností KOOR s.r.o. a byl podpořen v rámci „Schémy na podporu malých a středních podniků při implementování inovativních řešení v městech (schéma pomoci de minimis)“ DM – 3/2018.

Komunikace s představiteli města Hlohovec začala ještě před podáním žádosti o dotaci. Během první fáze projektu proběhlo úvodní setkání s primátorem města Hlohovec a s tajemnicí městského úřadu, kde byl představen projekt a byly dohodnuty další potřebné kroky. Následně proběhlo širší setkání s vedoucími pracovníky relevantních oborů města, proběhla diskuse spojená s vytipováním potenciálních objektů a byly získány počáteční informace o stavu těchto objektů. Sběr dodatečných informací probíhal v součinnosti s pověřenými zaměstnanci městského úřadu.

Výsledkem první fáze projektu byla studie proveditelnosti, kterou vypracovala společnost Energy Centre Bratislava s.r.o. Studie, kromě podrobné specifikace zhodnocení projektového záměru pro město Hlohovec, obsahovala také analýzu tržního potenciálu obdobných řešení v podmínkách slovenských samospráv. Na základě předložené studie byla schválena také realizace druhé fáze projektu, v rámci které bylo navrženo řešení v praxi implementované.

Vzhledem k potřebě města monitorovat jeho objekty (ve smyslu opatření 4.2.3 Program rozvoja mesta) je v případě úspěchu pilotního projektu vytvořen potenciál pro připojování ostatních objektů města, neobsažených v pilotním projektu, na systém Smart Monitoringu a do systému energetického managementu.

### Technické a technologické řešení pilotního projektu:

Město Hlohovec vlastní 83 budov, přičemž většina z nich pochází z výstavby před 90. lety 20. století a je nezbytná jejich obnova. Některé budovy jsou dokonce na hranici havarijního stavu. Jak z komunikace s představiteli města, tak i ze školní politiky města Hlohovec, vyplývá zejména nutnost akutního řešení obnovy školských zařízení.

### Situace monitorování spotřeby energie v budovách města před realizací projektu:

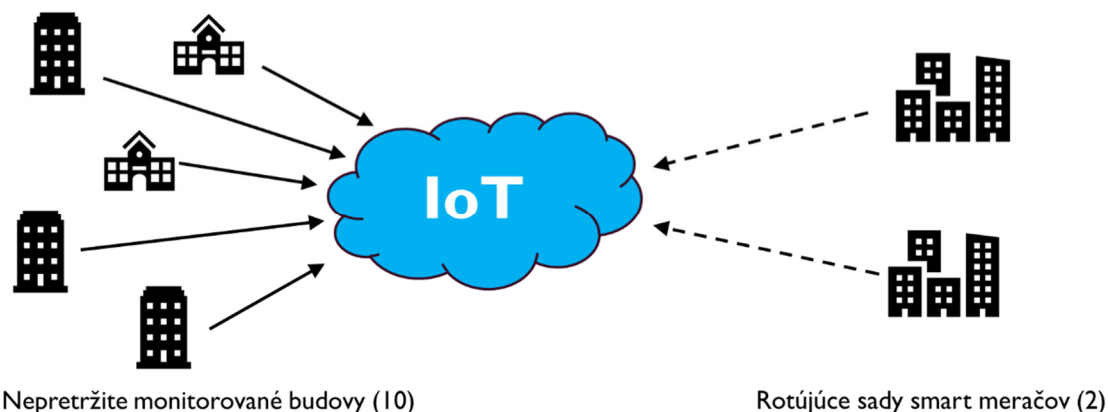
Před realizací projektu nebyla ani pro jednu z městských budov systematicky sledována spotřeba energie a vody. Jediným objektem, který evidoval k fakturám za energii nejen ceny, ale i spotřebovanou energii, byla Městská poliklinika Hlohovec. Všechny ostatní městské objekty měly jako jediný podklad související se spotřebou energie k dispozici pouze faktury za energii. Ani tyto náklady však nebyly systematicky sledovány a analyzovány. Městské organizace neměly povinnost pravidelně informovat vedení města o svých energetických nákladech a poskytovaly je pouze na vyžádání.

### Princip navrženého řešení:

V implementační fázi projektu bylo 10 budov s největším potenciálem úspor trvale vybavených setem Smart snímačů a měřičů. Složení těchto setů bylo na míru přizpůsobené jednotlivým budovám a existujícímu způsobu dodávky a fakturace dodané energie.

Pro budovy s nižším potenciálem úspor energie byly zajištěny dva rotující sety (čtyři snímače a tři měřiče), které budou využívány na krátkodobější monitorování spotřeby (3-6 měsíců podle potřeby města a objektu). Tímto způsobem byl zajištěn sběr spolehlivých informací i o spotřebě energie v objektech s nižší spotřebou energie, kde by instalace stálého komplexního měření nebyla z hlediska souvisejících investičních a provozních nákladů efektivní.

Měřené hodnoty ze všech Smart měřičů a čidel jsou kontinuálně nahrávány prostřednictvím IoT do řídicího softwaru a lze je prohlížet a analyzovat v uživatelsky přátelském rozhraní.



Obrázek 10: Schematické znázornění řešení (zdroj: Smart riešenie monitorovania spotreby energie v meste Hlohovec, Štúdia uskutočniteľnosti, Energy Centre Bratislava s.r.o., 2019)

### Výběr vhodných objektů:

Ve spolupráci a po diskusi s představiteli města Hlohovec bylo vytipováno dvacet objektů prioritních z hlediska zájmů města. Tyto objekty byly následně dále analyzovány. V součinnosti se zaměstnanci města byly již ve stádiu zpracování studie proveditelnosti pro vybrané budovy shromážděny informace o jejich technickém stavu a tam, kde byly k dispozici, také informace o nákladech na energii.

**Objekty vybrané pro trvalé sledování:**

Na základě analýzy byly pro nepřetržitý monitoring spotřeby energie vybrané následující budovy:

Poř.č.	Zařízení	Počet budov
1	Poliklinika	1
2	ZŠ s MŠ A. Felcána	2
3	ZŠ M.R.Štefánika	4
4	ZŠ Podzámska	1
5	ZŠ s MŠ Koperníkova	2
7	MŠ Hollého	4
12	Městský úrad	1
16a	Zařízení pro seniory Harmónia, Hollého ulica	4
	<b>Celkem:</b>	<b>19</b>

**Objekty vhodné na krátkodobé sledování spotřeb:**

Budovy s menšími spotřebami energie a nižším potenciálem úspor byly zařazeny do skupiny, ve které budou spotřeby energie sledovány během kratšího období (3-6 měsíců) pomocí rotujících sad měřičů a čidel. Jedna rotující sada sestává ze čtyř snímačů a tří měřičů. Pro tento druh sběru informací byly vybrány následující zařízení města Hlohovec:

Poř.č.	Zařízení	Počet budov
6	ZŠ Vilka Šuleka	1
8	MŠ Nábřežie	5
9	MŠ Kalinčiakova	1
10	MŠ Vinohradská	1
11	MŠ Ľ-Podjavorinskej, Šulekovo	3
13	Kino Úsmev	1
15	ZUŠ Pribinova	1
16b	Zařízení pro seniory Harmónia, Podzámska	1

Zbývající čtyři zařízení (kulturní dům, jesle, komunitní centrum, zámek) nebyly v době přípravy projektu v provozu, respektive v plném provozu, a proto nebyly do monitorování zahrnuty. Sběr údajů bude realizován v reálném využívání budov v pozdějších fázích projektu pomocí rotujících sad měřičů a čidel.

**Potenciál úspor:**

Objekty vybrané pro trvalé sledování spotřeb měly v roce 2018 náklady na energii 283,5 tis. EUR bez DPH. U těchto budov se očekávalo dosažení ročních úspor souvisejících se zavedením monitorování spotřeb a realizace následných optimalizačních opatření minimálně ve výši 3-5 %, tj. 8,5 – 14,2 tis. EUR bez DPH/rok. Při celkových ročních nákladech vybraných budov na energii v roce 2018 v objemu ve výši 353,2 tis. EUR bez DPH byly pak celkové úspory odhadované ve výši 10,6 - 17,7 tis. EUR bez DPH ročně.



### Harmonogram implementační fáze projektu:

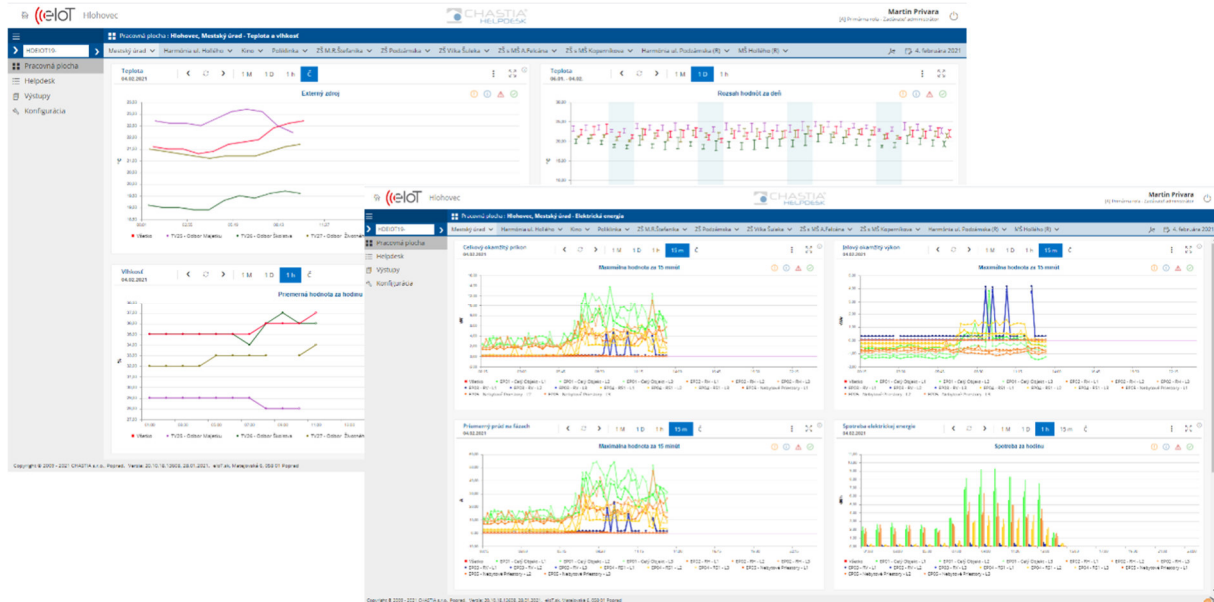
Trvání	Činnosti
1.– 2. měsíc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontaktování všech představitelů zainteresovaných zařízení města</li> <li>• Detailní prohlídka budov vybraných pro pilotní řešení</li> <li>• Volba měřicích míst vyplývající z výchozí analýzy</li> <li>• Objednání všech potřebných komponent</li> </ul>
3.- 5. měsíc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postupná instalace měřičů a čidel</li> <li>• Implementace komunikačního rozhraní a softwaru</li> <li>• Postupné napájení budov do systému IoT</li> </ul>
6. měsíc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrola funkčnosti systému</li> <li>• Záznam údajů z měření (software)</li> <li>• Testovací provoz</li> <li>• Zaškolení pracovníků města</li> </ul>
7.- 12. měsíc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuální Smart Monitoring objektů města</li> </ul>
13. měsíc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• První cyklus vyhodnocování (Monitoring &amp; Targeting)</li> <li>• Návrh nízkonákladových optimalizačních opatření</li> <li>• Přesun rotujících setů na nové objekty</li> <li>• Začátek dalšího cyklu monitorování</li> </ul>

Vzhledem k nepříznivé situaci v souvislosti s pandemií Covid - 19 se nepodařilo dohodnout formu vyhodnocování spotřeb pro všechny objekty. Aktuálně jsou aktivně vyhodnocovány spotřeby městského

*'This project is part of the European Climate Initiative (EUKI) of the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).'*



úřadu a sousedícího kina (oba objekty ve správě města). Bohužel v současné situaci se oba objekty chovají nestandardně jak ve spotřebě elektřiny, tak i tepla. Oba objekty víceméně temperují, a jelikož většina úředníků se snaží fungovat na home office, tak i spotřeba elektřiny jde na nižší výkon. Navzdory uvedenému se podařilo odhalit úniky vody v městském úřadu. Pravděpodobně narušené potrubí zapříčiňovalo únik vody v objemu cca padesáti litrů denně.



Obrázek 12: Grafické rozhraní systému energetického managementu (zdroj: KOOR s.r.o.)

## 3.2. Česká republika

### 3.2.1. Využití technologií IoT v areálu Českých radiokomunikací, Praha

Pilotní projekt v oblasti IoT byl realizován v areálu Českých radiokomunikací (dále ČRA) v Praze, kde v rámci energetického managementu propojili monitoring spotřeby energií i kvality vzduchu. Projekt se zaměřil na následující klíčové oblasti:

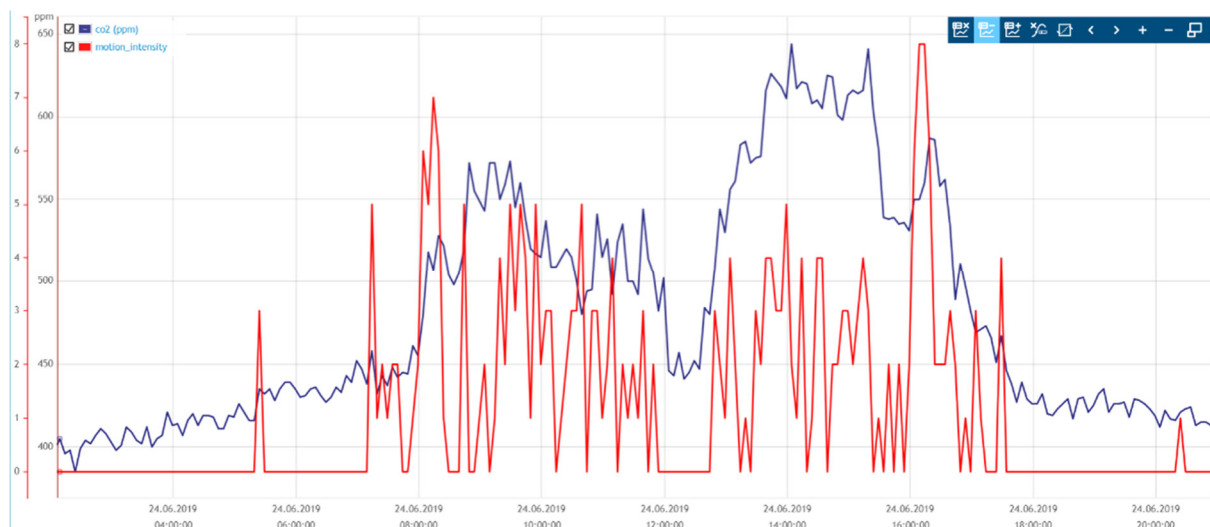
- Spotřebu energie a její případnou optimalizaci v propojení se sledováním venkovních klimatických podmínek a jejich předpovědí,
- Vnitřní prostředí budov v kancelářských prostorách včetně sledování koncentrací CO<sub>2</sub> a optimalizaci nastavení vzduchotechniky;
- Celkové úspory získané optimalizací chodu budovy a současné zlepšení pracovního prostředí;
- Celkový přehled o chodu energetické soustavy, detekce neočekávaných skokových změn vedoucích k bezprostřední identifikaci závad.

Zásadním prvkem řešení byla instalace informačního systému, do kterého jsou svedena data ze všech instalovaných měření, především data ze všech fakturačních odběrných míst elektřiny, plynu a vody, ale také všech podružných měřidel v jednotlivých provozních sekcích. Místa byla osazena IoT senzory. Kromě toho bylo využito již existující měření spotřeby ze zálohovaných napájecích zdrojů určených pro napájení telekomunikačních technologií, které jsou v objektu umístěny.



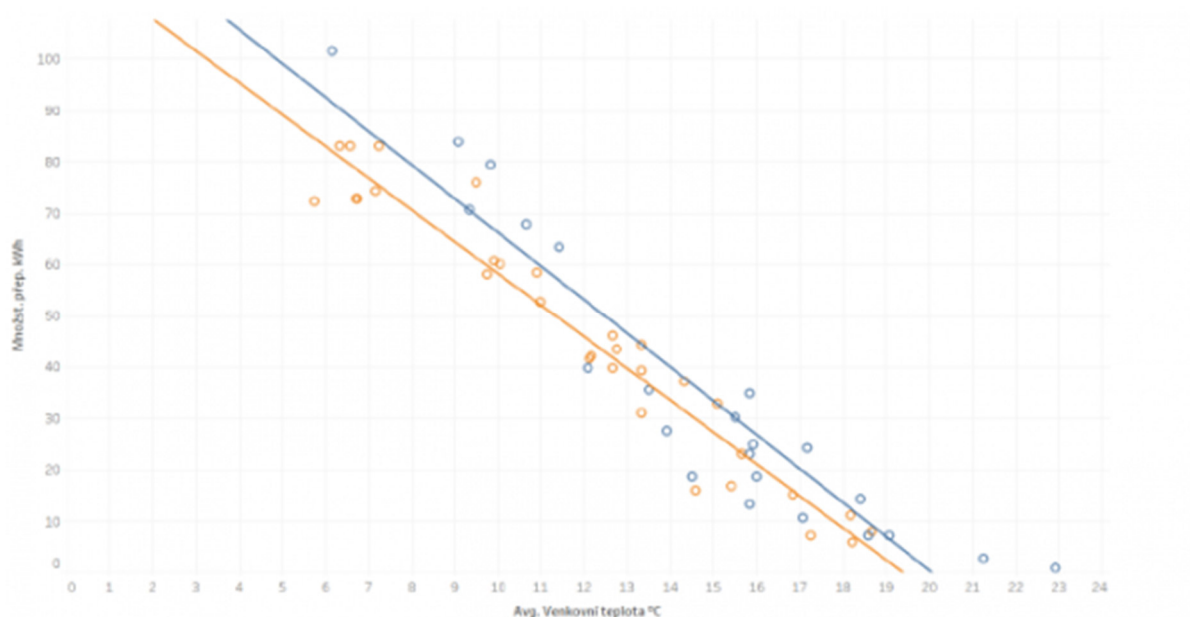
Obrázek 13: IoT senzory instalované k fakturačním odběrným místům (zdroj: <https://automatizace.hw.cz/vyuziti-technologie-iot-pro-energeticky-management-budov.html>)

Část investice byla věnována na získání aktuálních hodnot nastavení a parametrů ze systémů topení, klimatizace a vzduchotechniky. Díky tomu lze nyní optimalizovat nastavení systému na základě specifických požadavků se zohledněním provozního režimu uvnitř budovy (jiné nastavení v pracovní a mimopracovní době, o víkendech a svátcích, jiné nastavení v prostorech open space a v klasických kancelářích, zcela odlišné nastavení v technologických nebo skladovacích prostorech). Pro získávání vnějších klimatických dat byla osazena v areálu ČRA meteostanice. V open space prostorech a zasedacích místnostech byly rozmístěny senzory teploty, vlhkosti a v některých prostorech také čidla koncentrace CO<sub>2</sub>.



Obrázek 14: Závislost koncentrace CO<sub>2</sub> na počtu registrovaných pohybů osob v místnosti (zdroj: <https://automatizace.hw.cz/vyuziti-technologie-iot-pro-energeticky-management-budov.html>)

Veškerá data je možné v informačním systému mezi sebou vzájemně porovnávat. Je rovněž možné nastavit varování při překročení přednastavených limitů, případně systém dále rozšiřovat o automatizované ovládání; například zvýšení výkonu vzduchotechniky při zvýšené koncentraci CO<sub>2</sub>, případně automatické otevírání oken za účelem větrání (při současném monitoringu kvality vzduchu ve vnějším prostředí – zabránění větrání při smogových situacích).



Obrázek 15: Denní spotřeba plynu v závislosti na venkovní teplotě / modrá = pracovní doba, oranžová = mimo pracovní dobu (zdroj: <https://automatizace.hw.cz/vyuziti-technologie-iot-pro-energeticky-management-budov.html>)

Řešení je koncipováno tak, aby umožnilo zapojit více typů technologií a zpřístupnilo všechna data jednotným rozhraním aplikačním vrstvám.

Síťová neutralita a možnosti interoperability dávají široký prostor pro efektivní kombinace různých technologií dle aktuálních potřeb konkrétního projektu. I možnost dynamického rozmísťování měřících a regulačních prvků podle aktuální potřeby přispívá ke snadné adopci nových přístupů k řešení tak tradičních úloh, jako je energetický management nebo prostý monitoring nákladů na spotřeby energií prakticky ve všech oborech podnikání či v sektoru veřejných institucí.<sup>1</sup>

## 4. Financování a možnosti podpory

### 4.1. Slovensko

Ve slovenských podmínkách aktuálně neexistují podpůrné mechanismy pro instalaci systémů energetického managementu

### 4.2. Česko

V rámci aktuálně vypsanych dotačních titulů je možné žádat například o zavedení systému energetického managementu z programu EFEKT (viz téma č. 9 - Implementace systému hospodaření s energií.), ze kterého je možné financovat procesní věci, třeba přípravu interní směrnice pro monitoring energetických dat, avšak dotační titul přímo na pořízení hardwaru pro měření aktuálně neexistuje.

<sup>1</sup>Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/vyuziti-technologie-iot-pro-energeticky-management-budov.html>



## 5. Literatura

- Bednarz A. (2018): What is a SAN and how does it differ from NAS? (online). Dostupné z: [www.networkworld.com/article/3256312/storage/what-is-a-san-and-how-does-it-differ-from-nas](http://www.networkworld.com/article/3256312/storage/what-is-a-san-and-how-does-it-differ-from-nas)
- Department of Energy&Climate Change, UK government: Smart Meters, Smart Data, Smart Growth. (online). Dostupné z: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/591322/09022017 - Smart Meters Data Growth DR - updated.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/591322/09022017_-_Smart_Meters_Data_Growth_DR_-_updated.pdf)
- IC-meter (2015): Free Cloud services with „Big Data“ features for smart meters. (online). Dostupné z: [www.ic-meter.com/free-cloud-services-with-big-data-features-for-smart-meters-heat-electricity-and-water](http://www.ic-meter.com/free-cloud-services-with-big-data-features-for-smart-meters-heat-electricity-and-water)
- Jelínek V. (2017): Výtah z TPG 934 01 Plynoměry. Umísťování, připojování a provoz (online). Dostupné z: <https://vytapieni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/15343-vytah-z-tpg-934-01-plynomery-umistovani-pripojovani-a-provoz>
- Lupták L., Šmarda L. (2016): Učební text pro odbor instalatér. ISBN 978-80-8805832-8 (online). Dostupné z: <https://publi.cz/books/177/03.html>
- Oravec G.: Uplatnenie softvérového riešenia v energetickom manažmente. Zborník prednášok zo 4. vedecko-odbornej konferencie ENERGETICKÝ MANAŽMENT 2018.
- Slobodník D., ENBRA Slovakia, s.r.o. (2014): Meranie médií a prenos dát z nich – súčasná prax, možnosti a trendy. (online). Dostupné z: [www.tzbportal.sk/sprava-budov/meranie-medii-prenos-dat-z-nich-sucasna-prax-moznosti-trendy.html](http://www.tzbportal.sk/sprava-budov/meranie-medii-prenos-dat-z-nich-sucasna-prax-moznosti-trendy.html)
- Sokol I. (2018): Internet vecí: Čo všetko je IoT a čo nie, čo sa za tým vlastne skrýva? (online). Dostupné z: [www.pcrevue.sk/a/Internet-veci--IoT---Co-vsetko-je-IoT-a-co-nie-je-co-sa-za-tym-skriva](http://www.pcrevue.sk/a/Internet-veci--IoT---Co-vsetko-je-IoT-a-co-nie-je-co-sa-za-tym-skriva)
- SOS electronic (2017): Internet of Things (1.časť) - Všetci hovoria o IoT, ale čo to vlastne je? (online). Dostupné z: [www.sos.sk/articles/no-name/internet-of-things-1-cast-vsetci-hovoria-o-iot-ale-co-to-vlastne-je-2034](http://www.sos.sk/articles/no-name/internet-of-things-1-cast-vsetci-hovoria-o-iot-ale-co-to-vlastne-je-2034)
- SOS electronic (2017): Internet of Things (2.časť) – Technológie na bezdrôtový prenos dát (online). Dostupné z: [www.sos.sk/articles/no-name/internet-of-things-2-cast-technologie-na-bezdrotovy-prenos-dat-2043](http://www.sos.sk/articles/no-name/internet-of-things-2-cast-technologie-na-bezdrotovy-prenos-dat-2043)
- Slovanet, a.s.: Sieť internetu vecí pre vaše smart inovácie (online). Dostupné z: <https://iot.slovanet.sk/siet-lorawan.html>
- Tříška J. (2008): Doplnkový študijný materiál pre TPS a SIE. (online). Dostupné z: [http://pk-info.spsepn.edu.sk/studium/ucebtext/ele/siete/bezdrotove\\_siete.pdf](http://pk-info.spsepn.edu.sk/studium/ucebtext/ele/siete/bezdrotove_siete.pdf)
- Vincze J., Siemens s.r.o. (2018): Nová generácia ultrazvukových meračov tepla a chladu. (online). Dostupné z: [www.tzbportal.sk/sprava-budov/nova-generacia-ultrazvukovych-meracov-tepla-chladu.html](http://www.tzbportal.sk/sprava-budov/nova-generacia-ultrazvukovych-meracov-tepla-chladu.html)
- Viszus E., Murgaš J. (2014): Priemyselné siete podporujúce reálny čas založené na Ethernete. (online). Dostupné z: [www.posterus.sk/?p=16967](http://www.posterus.sk/?p=16967)