



Koncepcia rozvoja mesta Banská Bystrica v oblasti elektrickej energie

**BANSKÁ
BYSTRICA**

Spracovateľ:
Zoricak s.r.o.

Spolupracujúci konzultanti:
Ing. Jaromír Němec, Ing. Václav Skoblík

Podakovanie

Rád by som sa aj touto cestou poďakoval Ing. Martinovi Vyleťalovi, vedúcemu odboru rozvojových aktivít mesta, Ivanovi Drgoňovi, MBA z rovnakého odboru a tiež všetkým ďalším zástupcom mesta a mestských organizácií za čas a informácie, ktoré nám venovali, aby mohla táto koncepcia vzniknúť.

Obsah

EXECUTIVE SUMMARY	4
AKTUÁLNY STAV	5
KOMUNIKÁCIA	5
ENERGETICKÝ MANAŽMENT	5
DECENTRALIZOVANÁ VÝROBA ELEKTRICKEJ ENERGIE	7
VEREJNÉ OSVETLENIE	9
NÁKUP ELEKTRICKEJ ENERGIE.....	9
ODPORÚČANIE PRE BUDOVU ZIMNÉHO ŠTADIÓNU A BUDOVU MESTSKÉHO ÚRADU:	10
<i>Budova zimného štadiónu:</i>	10
<i>Budova Mestského úradu:</i>	10
<i>Odporúčame pre ZŠ Jakubská cesta (Role Model):</i>	11
E-MOBILITA	11
ROLA TECHNOLOGIE A ROLA MESTA	12
BENEFITY PRE OBČANA.....	13
FLEXIBILITA A MEDZINÁRODNÉ INŠTITÚCIE.....	13
<i>Roadmap</i>	15
KROK 1 - ENERGETICKÝ MANAŽMENT.....	16
PARALELNÉ KROKY 1 – KOMUNIKÁCIA, IDENTIFIKÁCIA TECHNOLOGICKÉHO PARTNERA	16
PARALELNÉ KROKY 2 – DECENTRALIZOVANÁ VÝROBA ELEKTRICKEJ ENERGIE	16
PARALELNÉ KROKY 3 – BUDOVANIE NABÍJACEJ INFRAŠTRUKTÚRY PRE E-MOBILITU.....	17
PARALELNÉ KROKY 4 – NÁKUP ELEKTRICKEJ ENERGIE.....	17
ÚVOD	18
NIEKOĽKO STRATEGICKÝCH SMEROV Z MEDZINÁRODNÉHO PROSTREDIA.	19
AKTUÁLNY STAV SPOTREBY A VÝROBY ELEKTRICKEJ ENERGIE MESTA.....	24
MESTSKÝ ÚRAD	25
ŠKOLY A ŠKÔLKY.....	28
VEREJNÉ OSVETLENIE	29
ZIMNÝ ŠTADIÓN.....	30
PLAVECKÝ ŠTADIÓN	30
ANALÝZA SÚČASNÝCH A BUDÚCICH SLEDOVANÝCH UKAZOVATEĽOV, ICH NÁVRH.	32
AKTUÁLNE SLEDOVANÉ UKAZOVATELE MESTA	32
MONITORING A VYHODNOCOVANIE UKAZOVATEĽOV	32
<i>Inteligentné riešenia („smartness“) mesta</i>	32
<i>Energetický manažment</i>	35
<i>Facility manažment</i>	36
<i>Pasportizácia objektov</i>	37
<i>Prvé kroky energetického manažmentu: monitoring, targeting, stanovenie potenciálu.</i>	42
POTENCIÁL VÝROBY A SPOTREBY ELEKTRICKEJ ENERGIE	47
POTENCIÁL VÝROBY A JEJ ZDIEĽANIE	47
<i>Európska 3D energetika a jej implikácia</i>	47
<i>Prosumers - Samospotrebitelia</i>	47
<i>Právny základ</i>	48
<i>Ceny elektriny na Slovensku</i>	49
<i>Výroba elektriny – situácia v EÚ</i>	51
<i>Akumulácia elektriny</i>	51

<i>Aktuálny popis výrobných zdrojov a potenciál</i>	54
<i>Fotovoltaické elektrárne (FVE)</i>	55
<i>Zdieľanie elektriny – princíp a príklady</i>	60
POTENCIÁL SPOTREBY ELEKTRICKEJ ENERGIE MESTA	65
<i>Verejné osvetlenie</i>	65
<i>Osvetlenie škôl, škôlok, úradov</i>	65
<i>Zimný štadión</i>	68
<i>Plaváreň</i>	69
<i>Úspory nákladov vďaka energeticky úsporným opatreniam</i>	69
<i>Štruktúra spotrieb v odberných miestach mesta Banská Bystrica</i>	71
<i>Príklady analýzy hodinových hodnôt</i>	73
<i>Modelový príklad FVE na budove mestského úradu</i>	80
<i>Úspory nákladov vďaka optimálnemu nákupu elektriny</i>	89
<i>Ročná štruktúra odberu</i>	91
INTEGRÁCIA KONCEPTU PRE E-MOBILITU	98
ÚVOD	99
LEGISLATÍVA EÚ	102
AKTUÁLNA SITUÁCIA V EÚ	102
ŠTÁTNA PODPORA A PODPORA MIEST	104
PARKOVANIE V MESTÁCH	105
<i>Zvýhodnené parkovanie - príklady</i>	105
<i>Výhľad</i>	105
INFRAŠTRUKTÚRA – NABÍJACIE STANICE	106
<i>Aktuálny stav v krajinách EÚ</i>	106
<i>Štruktúra existujúcich nabíjacích staníc</i>	107
<i>Predpokladaný vývoj počtu staníc</i>	108
E-MOBILITA A AKUMULÁCIA	118
E-MOBILITA A ŠTÁTNA PODPORA NA SLOVENSKU	120
<i>Trend</i>	120
<i>Štátna podpora</i>	120
<i>Nabíjacie stanice na Slovensku</i>	121
<i>Rola v poskytovaní e-mobility</i>	123
<i>Spolupráca s distribučnou spoločnosťou SSD a.s.</i>	125
<i>Kombinované riešenie nabíjacej stanice a FVE / batériové systémy</i>	125
<i>Príklad stratégie mesta Přerov</i>	126
IDENTIFIKÁCIA MOŽNOSTÍ IMPLEMENTÁCIE OBNOVITEĽNÝCH A INÝCH VHODNÝCH ZDROJOV ENERGIE, FLEXIBILITY VÝROBY A SPOTREBY ELEKTRICKEJ ENERGIE	128
FLEXIBILITA A JEJ MONETIZÁCIA	128
<i>Princípy riadenia elektrizačnej sústavy</i>	128
<i>Legislatívne prostredie</i>	128
<i>Európske konsolidačné projekty</i>	129
<i>Princípy poskytovania flexibility</i>	130
<i>Aktuálna situácia na Slovensku</i>	130
<i>Agregácia na strane výroby</i>	133
<i>Agregácia na strane spotreby</i>	135
<i>Virtuálne elektrárne</i>	136
<i>Zdroje flexibility pre mesto Banská Bystrica</i>	140
ANALÝZA A IDENTIFIKÁCIA BENEFITOV PRE OBČANA	143
ROLA TECHNOLOGIÍ V TRANSFORMÁCII SEKTORA ELEKTROENERGETIKY	145
BLOCKCHAIN	145

<i>Technologické výzvy</i>	147
<i>Ekonomické výzvy</i>	148
<i>Sociálne a environmentálne výzvy</i>	149
TRONDHEIM NA BÁZE IOTA	150
WGV NA BÁZE BLOCKCHAIN	151
BROOKLYN MICROGRID NA BÁZE BLOCKCHAIN	152
PEKING, BLOCKCHAIN A E-MOBILITA	153
ZOZNAM PRÍLOH	155
ZOZNAM SKRATIEK	156

Executive summary

Ak do roku 2050 dosiahnu emisie uhlíka produkovaného človekom nulovú hodnotu, globálne otepľovanie sa môže ustáliť na 1,5 °C.¹ V tomto scenári obnoviteľná energia dodáva globálne 70–85 % elektrickej energie. Väčšina emisií skleníkových plynov súvisí práve s výrobou a využívaním energie.² V tomto duchu viacero krajín stanovilo strategické ciele pre nulové emisie CO₂. Zároveň v posledných desaťročiach došlo k nárastu svetovej populácie žijúcej v mestských oblastiach. V súčasnosti žije viac ako 55 % svetovej populácie v mestských oblastiach a v nasledujúcich 30 rokoch sa predpokladá, že táto miera dosiahne 70 %. Veľa pozornosti sa venuje inteligentným koncepciám na optimalizáciu využívania hmotných aj nehmotných zdrojov.³ V tom istom duchu Mesto Banská Bystrica má záujem týmto dokumentom vytvoriť strategický rámec pre elektroenergetiku na území mesta, ktorý z dlhodobého hľadiska bude pre mesto, mestské organizácie aj novobudovanú infraštruktúru na území mesta z pohľadu elektroenergetiky „záväzný“.

Dokument analyzuje aktuálny stav elektroenergetickej infraštruktúry v meste. Jasne definuje dva hlavné nové strategické trendy v oblasti elektroenergetiky. Tým prvým je decentralizovaná lokálna výroba elektrickej energie s použitím batériových systémov postavená na P2P na báze blockchain, alebo tomu podobnej technológii. Tým druhým je tvorba infraštruktúry pre elektromobilitu. Tieto oblasti v krátkej budúcnosti výrazne navýšia spotrebu elektrickej energie, ktorú bude mesto riadiť a úplne transformujú celý elektroenergetický sektor nielen v meste Banská Bystrica.

Mesto Banská Bystrica má aktuálnu spotrebu elektrickej energie na úrovni 7,89 GWh ročne, čo predstavuje 39 % z celkovej ročnej spotreby energie. Pri dodržaní predloženej stratégie sa spotreba elektrickej energie navýši na úroveň 13,09 GWh ročne a bude to predstavovať 51,9 % spotreby energie. Elektrická energia teda zohráva podstatnú časť spotreby energie mesta Banská Bystrica.

Koncepcia predkladá konkrétne doporučenia a kroky pre mesto Banská Bystrica a navrhuje ukazovatele, ktoré je vhodné sledovať a priebežne vyhodnocovať. Pre úspešnosť mesta v elektroenergetickej stratégii je bezpodmienečne nutné, aby sa do jej naplňovania zapojili nielen všetky mestské organizácie, ale taktiež ďalší dominantní hráči na území mesta a občania. Dominantnými hráčmi sa pre náš účel rozumejú subjekty, ktoré majú vo vlastníctve, alebo v správe spolu s mestom aspoň 10 % podlahovej plochy z celkovej podlahovej plochy v meste.

¹IPCC. Summary for Policymakers of IPCC special report on global warming of 1.5 °C approved by governments. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2018. https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf.

²IRENA. Global energy transformation – a road map to 2050. International Renewable Energy Agency; 2018. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Report_GET_2018.pdf.

³ Bharat Bhushana,*, Aditya Khampariab, K. Martin Sagayamc, Sudhir Kumar Sharmad, Mohd Abdul Ahade, Narayan C. Debnathf, , Blockchain for smart cities: A review of architectures, integration trends and T future research directions , Sustainable Cities and Society 61 (2020)

Aktuálny stav

Mesto Banská Bystrica má v majetku a stará sa celkom o 140 nehnuteľností a objektov. Z tohto počtu je 12 škôl, 31 materských škôl, ďalej to sú budovy úradov, 23 športových areálov a ihrísk, obytné a neobytné budovy, ale tiež napr. 13 cintorínov.

Spotreba elektrickej energie budov a objektov mesta	4 700 MWh
Spotreba elektrickej energie verejné osvetlenie	3 190 MWh
Spotreba tepla 33 budov vykurovaných STEFE, a.s., Banská Bystrica	11 300 MWh
Spotreba plynu ostatných budov na kúrenie a ohrev vody	817 MWh
Celková spotreba energií mestských budov a verejného osvetlenia	20 007 MWh

Z vyššie uvedených dát vyplýva, že mestské budovy a objekty spotrebujú 60 % celkovej spotreby elektrickej energie, 40 % spotrebuje verejné osvetlenie mesta. Pokiaľ sa pozrieme na spotrebu z pohľadu celkovej spotrebovanej energie, tak mestské budovy a objekty spotrebujú 31 % energie. Mesto spravuje celkom cca 306 000 m² zastavanej plochy.

Je nutné tiež uviesť, že z pohľadu dát neboli analyzované mestské spoločnosti. Neboli tak analyzované tieto spoločnosti a objekty:

- Krytý bazén Štiavničky (spravuje spoločnosť MBB a.s., podiel mesta BB 100%)
- Zimný štadión (spravuje spoločnosť MBB a.s.)
- Stefe Banská Bystrica a. s. (podiel mesta BB 34 %)
- Dopravný podnik mesta Banská Bystrica a.s. (podiel mesta BB 49 %)

Mesto spravuje veľké množstvo budov a vlastní alebo spoluvlastní niekoľko mestských spoločností. Mesto aktuálne nedisponuje jednotným uceleným prehľadom spotrieb energie za mestské spoločnosti, ktoré vlastní alebo spravuje. Aktuálne neprebíha agregácia dát na nehnuteľnostiach, ktoré mesto spravuje. **Do stratégie elektroenergetiky doporučujeme jednoznačne integrovať i všetky mestské spoločnosti. Doporučujeme agregovať ¼ hodinové spotreby elektrickej energie do jednotného systému pre energetický manažment.**

Komunikácia

Hneď v prvom kroku implementácie stratégie v oblasti elektroenergetiky doporučujeme nastaviť efektívnu komunikáciu smerom z úradu k občanom a spoločnostiam žijúcim a pôsobiacim na území mesta. **Najdôležitejšia a najťažšia úloha je práve v komunikácii.** Zo strany mesta navrhujeme začať komunikáciu smerom ku spriazneným spoločnostiam a dovnútra úradu. Až potom by mala nasledovať komunikácia s občanmi a ostatnými spoločnosťami. Nie je lepšia vec, ako ísť osobne príkladom. Pred začatím komunikácie smerom k občanom je vhodná analýza komunikačných stratégií v medzinárodnom prostredí. Mestá sa radi delia o svoje skúsenosti a výstavba komunikačnej stratégie na tému udržateľnosti patrí medzi tie náročnejšie.

Energetický manažment

Energetický manažment definujeme ako najvyššiu úroveň riadenia energetiky mesta. Energetický manažment je systém hospodárenia s energiami, ktorého cieľom je efektívne riadenie znižovania spotreby energie. Ide o uzatvorený cyklický proces neustáleho zlepšovania energetického

hospodárstva. **Energetický manažment sa stal aj legislatívnou povinnosťou pre celý rad objektov. Už dnes zákon 419/2020 Z.z definuje v § 11, ods. 8 a 9 jasne povinnosť pre všetkých vlastníkov budov s tepelným príkonom vyšším ako 290 kW zavedenie energetického manažmentu.** Mesto Banská Bystrica nemá aktuálne zavedený energetický manažment. Z pohľadu elektroenergetiky sa pre potreby mesta sleduje zatiaľ iba spotreba elektrickej energie budovy/prípadne spotreby kľúčových technológií v jednotlivých budovách. Spotreba sa sleduje i pre ostatné typy energií. Sledovanie spotreby sa uskutočňuje predovšetkým sledovaním dodaných faktúr od dodávateľa energie, prípadne osobnou kontrolou daných meračov. Neexistuje centrálné úložisko dát ani systém práce s týmito dátami.

Mesto Banská Bystrica implementovalo koncom roka 2020 softvér Chastia FM, ktorý poskytuje plnú funkcionality na podporu energetického manažmentu a všetkých s tým súvisiacich procesov. T. z. evidenciu a pasport majetku, manažment nehnuteľností, energetický manažment i agregáciu dát. **Navrhujeme urýchliť zavedenie platformy Chastia FM. Pasportizovať nehnuteľnosti, naštartovať energetický manažment.** Pasportizácia v minimálnom rozsahu je nevyhnutná ešte pred samotnou realizáciou sledovania stavov meradiel a energetického manažmentu. Primárne je potrebné začať sledovať základné dáta spotrieb elektrickej energie, ktoré následne doporučujeme rozšíriť o online sledovanie. S príchodom výroby elektrickej energie a e-mobility bude ďalším krokom rozšírenie sledovaných ukazovateľov týkajúcich sa týchto domén. Doporučujeme definovať požiadavky na dáta a ich štruktúru dodávateľovi elektrickej energie, aby mesto získavalo dáta vo formáte, v ktorom si ich pre vlastnú potrebu bude ďalej spracovávať.

V rámci monitoringu a targetingu navrhujeme zamerať sa strategicky na ukazovatele:

- spotreba elektrickej energie na 1m² podlahovej plochy,
- spotreba energie na 1m² podlahovej plochy,
- podiel distribučnej a silovej zložky na celkových nákladoch za elektrickú energiu,
- využitie maximálneho výkonu,
- podiel vlastnej výroby elektrickej energie na celkovej spotrebe elektrickej energie,
- počet nabíjacích staníc pre EV,
- počet nabíjacích staníc pre EV v pomere k počtu EV,
- podiel nabíjacích staníc mesta voči všetkým nabíjacím staniciam v meste,
- počet DC nabíjacích staníc v celkovej počte nabíjacích staníc.

V začiatkovej fáze doporučujeme monitorovať tieto ukazovatele:

- spotreba elektrickej energie za kalendárne obdobie (typicky mesiac, ideálne aspoň 3 roky späť),
- veľkosť hlavného ističa odberného miesta (v prípade profilu typu C rezervovaná kapacita),
- distribučná sadzba odberného miesta elektrickej energie/zazmluvnené ¼-hodinové maximum odberu elektrickej energie,
- výška pokuty za nedodržanie technických požiadaviek spotreby elektrickej energie (účinníku) za kalendárne obdobie,
- inštalované stráženie ¼-hodinového maxima elektrickej energie áno/nie,
- inštalované stráženie účinníku spotreby elektrickej energie áno/nie (kompenzácie),
- správne zvolený tarif odberného miesta áno/nie,
- maximálny elektrický príkon zdroja (maximálny odoberateľný elektrický výkon),
- variabilita rozsahu odberu elektrickej energie (buď iba 0/100 %, prípadne v akom rozmedzí a krokoch),
- maximálny elektrický výkon zdroja (svorkový výkon) – pri dodávke do siete (kW),

- variabilita výroby zdroja (buď iba 0/100 %, alebo prípadne v akom rozmedzí a krokoch),
- aktuálny odoberaný elektrický výkon,
- aktuálne vyrábaný elektrický výkon zdroja,
- EIC kód odberného miesta – nutné pre presnú identifikáciu odberného miesta,
- združenie EIC kódov miest s jednou adresou – pre miesta s viacerými odbernými miestami (a teda aj EIC kódmi) a jednou adresou – typický príklad areály,
- adresa odberného miesta,
- číslo odberného miesta,
- číslo RVO
- typ zdroja výroby elektrickej energie (fotovoltaika, kogeneračná jednotka...),
- rok a mesiac uvedenia zdroja do prevádzky,
- počet prevádzkových hodín zdroja.

Vykurovanie objektov a ich optimalizácia nie sú predmetom štúdie, odporúčame však vyžiadať si konsolidované podklady o dodávkach tepla a chladu (spotreba a tepelný / chladiaci príkon) a systém energetického manažmentu doplniť aj o oblasť kúrenia a chladenia.

Decentralizovaná výroba elektrickej energie

Decentralizácia výroby elektriny je jednoznačný trend v celej EÚ. Výrobu elektriny pre vlastnú spotrebu definuje i Zimný balíček EÚ a definuje tiež novú rolu v elektroenergetike – úlohu „prosumera“, spotrebiteľa, ktorý si elektrinu sám aj vyrába. V strednej Európe bude hlavným faktorom decentralizácie rozvoj fotovoltaiky na strechách domov a budov. Súčasná moderná elektroenergetika počíta s výrobou elektriny i z mikrogeneračných jednotiek, ktorá sa spolu s elektrinou z fotovoltaiky ukladá do batérií. **Pre mesto Banská Bystrica je teda nevyhnutné sa k tejto iniciatíve pripojiť a aktívne vstúpiť na pole výroby elektriny.** Dôvodom je nielen „nutnosť“, ale tiež fakt, že sa skončil dvojročný klesajúci trend veľkoobchodných cien elektriny a v súčasnej dobe ceny významne rastú a reagujú tak aj na ceny povoleniek CO₂ a ekonomická výhodnosť vlastnej výroby sa bude zvyšovať. Okrem obrovskej politickej podpory tomuto kroku nahráva i klesajúca cena vyrobenej energie z FVE. **Vstup do tohto segmentu trhu považujeme za jeden z dvoch kľúčových krokov v oblasti elektroenergetiky.** Ako strategicky hlavný smer sa črtajú fotovoltaické elektrárne. Akumulácia energie sa stala neoddeliteľnou súčasťou nového energetického sveta. Jej nenahraditeľné miesto je vysoko kritické hlavne v ostrovných systémoch. Preto **je nutné realizovať opatrenia vrátane akumulácie.** Výsledkom by mala byť decentralizovaná výroba elektrickej energie založená na P2P na báze blockchain, alebo podobnej technológii.

Oblasť FVE je bezosporu oblasťou, na ktorú musí byť upriamená pozornosť mesta Banská Bystrica: na základe získaných podkladov o podlahovej ploche objektov vo vlastníctve Mesta Banská Bystrica odhadujeme minimálnu plochu striech na 50 000 m² a pri využiteľnosti 30 % plochu vhodnú na inštaláciu FVE odhadujeme minimálne o veľkosti 17 000 m² s celkovým minimálnym inštalovaným výkonom cca 5,3 MW a ročnou výrobou cca 5 300 MWh. Zhodou okolností je spotreba analyzovaných objektov 4 700 MWh. Vlastná výroba je tak schopná pokryť celú spotrebu v ročných objemoch. Spotreba elektriny však prevažuje v zimných mesiacoch, výroba v letných. V mesačnej a ¼-hodinovej granularite by výrobou elektriny dochádzalo k prietokom elektriny do distribučnej siete, ktoré sú súčasťou legislatívou zakázané. Európskou legislatívou definovaný inštitút „prosumera“ bude v slovenskej legislatíve zakotvený (predpokladaný termín 1. 1. 2022) a bude tak umožnený vyšší objem výroby. Cez analýzu plôch striech metódou merania je odhad potenciálu pre inštaláciu FVE vyšší. Takto

merané plochy striech vykazujú plochu až 91 000 m². Rovnako percento využiteľnej plochy sa zvyšuje. Pri inštalácii výkonu nad rámec spotreby však bude potrebné rešpektovať obmedzenia distribučnej spoločnosti o povolenom pripojenom výkone do distribučnej siete.

Dnes už takmer samozrejmom súčasťou decentralizovaného riešenia výroby elektriny (najmä FVE) je ich **doplnenie batériovými systémami**. Tento model je už bežný i v strednej Európe a napríklad v Nemecku v roku 2020 pribudlo cca 50-tisíc batériových systémov (osobné i firemné inštalácie). Slovensko čaká na legislatívu a podľa informácií zástupcov SSD a.s. v súčasnej dobe požiadavky na pripojenie batériových systémov neriešia. Aj túto oblasť však pokryje nový energetický zákon. Batériové systémy sú nevyhnutné nielen pre maximálne využitie výroby FVE pre každú budovu, ale aj pre zdieľanie elektriny v komunite. Odporúčame pre každú budovu spracovať i technicko-ekonomické posúdenie vhodnosti doplnenia.

Zdieľanie zdrojov je moderným trendom využívania prostriedkov a technológií. Zdieľanie techniky začalo zdieľaním automobilov (Uber) a ubytovania (Airbnb). Teraz je na téme dňa **zdieľanie elektrickej energie**. Základným princípom efektívneho zdieľania vyrobenej elektriny je využívať prebytky elektriny vyrobenej v jednej lokalite na spotrebu v lokalite inej. V prípade, keď fotovoltaické panely vyrábajú elektrinu i vtedy, keď je batéria nabitá, je elektrina spotrebovávaná v inom dome/lokalite. Vo svete existuje mnoho príkladov uvedených v tejto štúdii, ktoré prepájajú mnoho desiatok až desiatok tisíc lokalít. Vo svojej podstate tak ide o virtuálnu elektrárňu s veľkým výkonom zásobujúcu elektrinou mnoho ďalších lokalít. Rovnako ako Uber a Airbnb sú platformy zdieľania elektriny vhodné najmä pre domácnosti, mestské spoločnosti a menšie firmy. Nepôjde síce o plnú náhradu veľkých elektrární, aj napriek tomu ale ide o významný príspevok k modernému svetu decentralizovanej energetiky. **Odporúčame, aby mesto pripravilo projekt P2P na báze blockchain, alebo na báze podobnej technológie s lokálnym developerom.**

Odporúčame ďalej zhodnotiť každú strechu vo vlastníctve mesta. Spracovať pre každý objekt návrh FVE a vyhodnotiť budúce saldo výroby a spotreby elektriny v granularite ročnej, mesačnej a ¼-hodinovej. Ďalej je vhodné mať pripravené podklady na podanie žiadostí o pripojenie a dotácie. Odporúčame tento zámer prejednať s distribučnou spoločnosťou SSD a.s., ktorá ho bude môcť preniesť do svojich investičných plánov.

Odporúčame v tom istom kroku pripraviť informačnú kampaň pre občanov mesta s cieľom ich zapojenia do komunitného zdieľania elektriny a nájsť technologického partnera na vybudovanie technického riešenia evidencie tokov elektriny.

V ďalšom kroku doporučujeme identifikovať bytové domy a súkromné subjekty, ktoré je vhodné zapojiť do stratégie FVE. V tomto kroku je vhodné analyzovať spotrebu elektrickej energie mesta. Pre tento krok je nevyhnutné: nastaviť proces evidencie FVE, vybrať partnera pre definovanie štandardov, aktívne komunikovať s občanmi mesta. Vytvorením jednej virtuálnej elektrárne výberom vhodného poskytovateľa služby bude v tomto kroku možné poskytovať vlastnú elektrickú energiu občanom. V treťom kroku je možné takto vytvorený systém použiť pre stratégiu flexibility.

Zastrešiť oblasť FVE vyzerá najideálnejšie prostredníctvom tvorby spoločného podniku, ktorého spoluvlastníkom môžu byť súkromné spoločnosti, distribučná spoločnosť i občania mesta.

Pre oblasť FVE odporúčame stanoviť cieľový stav pre rok 2030 a 2050. Pre rok 2030 – 50 % vlastnej spotreby pokryť vlastnou výrobou. V roku 2050 – 100 % spotreby pokryť vlastnou výrobou. Rovnako je nevyhnutné stanoviť takýto cieľ pre celé mesto. To je ale možné až na základe kumulácie dát celého mesta.

Kogeneračná výroba elektriny (inštalovaný výkon vyšší než 200 W) a tepla v mieste spotreby sa javí ako optimálna pre budovu zimného štadióna a budovu plavárne. Mikrokogeneračné jednotky s inštalovaným výkonom od 30 kW sú vhodné pre všetky objekty s významnejšou spotrebou tepla a pripojiteľné k distribučnej sústave zemného plynu. Určite existuje potenciál úspor nákladov – nielen na cene tepla, ale tiež na nákladoch na nákup elektriny. Dodávky tepla však zaisťuje STEFE Banská Bystrica, ktorá je súčasťou rakúskej energetickej skupiny Energie Steiermark AG. Odporúčame preveriť stratégiu STEFE a prejednať možnosť výstavby mikrokogenačných a kogeneračných jednotiek v objektoch mesta. Ich prevádzkovateľom môže byť, opäť za jasne pre mesto výhodných podmienok, spoločnosť STEFE.

Verejné osvetlenie

Verejné osvetlenie je z hľadiska spotreby elektrickej energie aktuálne najväčším odberateľom. **V rámci stratégie elektroenergetiky zohráva kľúčovú úlohu v agregácii dát a príprave nabíjacej infraštruktúry pre e-mobily.** Z hľadiska elektroenergetiky je možné konštatovať, že má najďalej rozpracovanú stratégiu udržateľnosti a nastavenia svojej role v rámci potrieb mesta. Jeho úlohou bude v rámci stratégie elektroenergetiky už spomínaná agregácia dát. Agregácia dát môže prebiehať práve použitím IQRF siete, ktorá je primárne určená pre inteligentné riadenie sústavy VO. V budúcnosti môže byť prepojená s optickou sieťou, ktorú je možné vybudovať v rámci rekonštrukcie podzemných vedení. V rámci výmeny podzemných vedení a výmeny RVO je rovnako žiadúce, aby prebiehala predpríprava pre nabíjajúcu infraštruktúru pre e-mobily. Pre naplnenie tohto cieľa je nevyhnutné pokračovať v modernizačných a rekonštrukčných prácach na sústave VO. Modernizácia a rekonštrukcia VO je nevyhnutná i z hľadiska plnenia jeho hlavnej funkcionality. Vzhľadom na aktuálny stav sústavy VO nie je možné investovať samostatne do budovania siete pre agregáciu dát bez investícií do podzemných vedení, vzdušných vedení, stožiarov a RVO. Tu je potrebné rovnako upozorniť, že **lokálna distribučná spoločnosť má v pláne rekonštruovať elektrické rozvody v značnej časti mesta.** Preto je vhodné analyzovať, či je možné **zlúčiť modernizáciu podzemných vedení VO s modernizáciou distribučnej siete.**

Nákup elektrickej energie

Nákup elektriny je centralizovanou agendou. Vykonáva sa štandardne a sústreďuje sa na minimalizáciu nákladov na nákup elektriny – jej komoditnej časti, ktorá však tvorí iba 24 - 30 % celkových nákladov. Dodávatelia posudzujú jednotlivé odberné miesta samostatne. Pre efektívne riadenie nákladov je nevyhnutné zaistiť konsolidovaný prehľad odberných miest. To je významná časť práce energetika.

Odporúčame agregovať ¼-hodinové hodnoty spotreby všetkých odberných miest a potencionálnym dodávateľom v rámci výberového konania zaslať celkový profil spotreby. Počas agregácií zhromaždiť dáta za posledné 3 roky. Z začať optimalizovať nákup energie odporúčame ihneď. Najlacnejšia energia je tá, ktorú vôbec nepotrebuje nakupovať. Pre dosiahnutie maximálnej úspory odporúčame pri nákupe energie pracovať flexibilne v čase, aby bol termín nákupu vhodný. Do zmluvných podmienok integrovať veľkosť a charakter spotreby komodity, správne nastaviť komoditný produkt (fix vs. variabil). Často môže byť výsledkom tendra viacero dodávateľov pre rôzne skupiny objektov. Je tu možné dosiahnuť úspory 2-5 EUR/MWh.

Okrem komoditnej zložky nákladov navrhujeme podrobne analyzovať možnosti úspor i v distribučnej časti. **Spotreba v analyzovaných budovách nie je úplne optimálna a využitie maximálneho výkonu je iba 2-3000 hodín za rok.** V štúdiu boli analyzované dve odberné miesta a obe vykazovali náhodnú vysokú krátkodobú spotrebu, ktorá vyžaduje vysoké platby za kapacitu alebo istič. **Vhodnou**

kombináciou organizačných a technických opatrení môže dôjsť k úspore až 20 % distribučnej časti nákladov. Odporúčame pre každé odberné miesto uskutočniť analýzu ¼-hodinových hodnôt spotreby a identifikovať spôsoby využitia spotrebičov na mieste, vytvorenie miestnych prevádzkových inštrukcií, vybudovať energetický manažment pre monitoring a riadenie spotreby a prípadne i spracovanie štúdie uskutočniteľnosti možnosti inštalácie FVE a batériového úložiska.

Odporúčame sa zamerať na ukazovatele:

- spotreba elektrickej energie na 1m² podlahovej plochy,
- spotreba energie na 1m² podlahovej plochy,
- podiel distribučnej a silovej zložky na celkových nákladoch za elektrickú energiu,
- využitie maximálneho výkonu.

Je nevhodné stanovovať rovnaké ukazovatele pre všetky objekty. Štandardným postupom, ktorý odporúčame, je rozdeliť objekty do skupín a pre tieto skupiny vyhodnotiť aktuálny stav a identifikovať benchmark pre všetky objekty. V nasledujúcej fáze potom u objektov nesplňujúcich stanovený benchmark identifikovať príčiny a opatrenia pre elimináciu zbytočných nákladov.

Navrhnuté skupiny objektov:

- školy s centrálnym vykurovaním,
- školy s elektrickým/plynovým vykurovaním,
- škôlky s centrálnym vykurovaním,
- škôlky s elektrickým/plynovým vykurovaním,
- administratívne budovy.

Odporúčanie pre budovu zimného štadiónu a budovu mestského úradu:

Budova zimného štadiónu:

V spotrebe dochádza k jej vysokým nárastom o 100 - 150 kW. Spotrebiče elektriny sú riadené iba potrebami zimného štadiónu bez zohľadnenia dopadov na náklady. Jednohodinové špičkové odbery vyžadujú vysoké platby za maximálny ¼-hodinový výkon. Spotreba v letných mesiacoch je nízka. Minimálna hodinová spotreba je 20 kW, a to i v letných mesiacoch.

Budova Mestského úradu:

V spotrebe dochádza k jej vysokým nárastom až o 100 %. Jednohodinové špičkové odbery vyžadujú vysoké platby za maximálny ¼-hodinový výkon. Spotreba v letných mesiacoch je nízka. Minimálna hodinová spotreba je 20 kW, a to i v letných mesiacoch.

Spotreba jednotlivých spotrebičov by mala byť riadená s ohľadom na maximálne využitie rezervovaného výkonu. Organizačne je vhodné zaistiť riadenie spotreby prostredníctvom KPI.

Energetický manažment by mal vedieť predikovať a riadiť spotrebu jednotlivých spotrebičov a rozkladať ju v čase kvôli eliminácii výkonových špičiek. Pokiaľ organizačné zmeny a energetický manažment nedokážu eliminovať výkonové špičky, malo by byť inštalované batériové úložisko. Nabíjanie ráno v dobe minimálneho odberu, vybíjanie v dobe špičkového odberu. **Kombináciou energetického manažmentu a batériového úložiska by malo dôjsť až k 50% úspore nákladov na rezerváciu kapacity.** Inštalácia FVE s inštalovaným výkonom vyšším než 20 kW by v súčasnej dobe do zmeny legislatívy nebola efektívna. Inštalovaný výkon FVE do 20 kW by mal byť zo 100 % využitý na

pokrytie vlastnej spotreby. FVE v kombinácii s batériovým úložiskom nahradí nákup 20 MWh spotreby zo siete a tiež zníži požiadavky na rezerváciu kapacity.

Odporúčame pre ZŠ Jakubská cesta (Role Model):

V spotrebe dochádza k jej vysokým nárastom z 20 na 55 kW, čo si vyžaduje platby za rezerváciu kapacity/vysokú hodnotu ističa a s tým súvisiace platby. Spotreba v letných mesiacoch je nízka. Minimálna hodinová spotreba je 2 kW, a to i v letných mesiacoch.

Odporúčame identifikovať spotrebič, ktorý krátkodobé navýšenie spotreby spôsobuje a overiť dôvody. Jeho spotreba by mala byť riadená s ohľadom na maximálne využitie rezervovaného výkonu/veľkosti ističa. Pokiaľ je týmto spotrebičom kúrenie, zvážiť jeho náhradu mikrokogeneračnou jednotkou (ak je možnosť pripojenia plynu). Energetický manažment by mal dokázať predikovať a riadiť spotrebu tohto spotrebiča a rozkladať ju v čase kvôli eliminácii výkonových špičiek. Pokiaľ technické zmeny a energetický manažment nedokážu eliminovať výkonové špičky, malo by byť inštalované batériové úložisko. Nabíjanie ráno v dobe minimálneho odberu, vybíjanie v dobe špičkového odberu. Kombináciou energetického manažmentu, mikrokogeneračnej jednotky a batériového úložiska by malo dôjsť až k 25% úspore nákladov na elektrinu a teplo. Inštalácia FVE s inštalovaným výkonom vyšším než 2-3 kW by v súčasnej dobe nebola efektívna. Po zmene legislatívy je možné využiť vyšší výkon u FVE po pokrytí spotreby v iných budovách. Inštalovaný výkon FVE do 2 kW by mal byť zo 100 % využitý na pokrytie vlastnej spotreby. FVE, mikrokogeneračná jednotka v kombinácii s batériovým úložiskom nahradí nákup elektriny zo siete a ďalej zníži požiadavky na rezerváciu kapacity.

E-Mobilita

Nedeliteľnou súčasťou koncepcie elektroenergetiky je **oblasť e-mobility**. Mesto musí pre občanov, pracovníkov v meste i návštevníkov nastaviť jasné pravidlá. **Odporúčame, aby Mesto Banská Bystrica v tejto oblasti v kombinácii so zaistením parkovacích služieb na území mesta hralo rozhodujúcu úlohu. Rola v rámci e-mobility je druhou hlavnou oblasťou okrem vstupu do oblasti lokálnej výroby elektrickej energie, v ktorej odporúčame zastať primárnu rolu.**

Je vhodné nájsť dlhodobého partnera, ktorý sa e-mobilitou zaoberá a tieto služby zaisťuje. S ním potom vybudovať spoločnosť, s podielom Mesta Banská Bystrica, umožňujúcu jej aktívne riadenie a zachovať si možnosti ovplyvňovať ceny nabíjania aj parkovania. V prípade, ak to je možné skombinovať, je vhodné vytvoriť jednu spoločnosť, ktorá bude zastrešovať tak nabíjaciu infraštruktúru ako i lokálnu výrobu elektrickej energie. V princípe je to rovnaký spôsob, ktorý mesto Banská Bystrica už využíva na zaistenie dodávok tepla na území mesta. Je nutné úzko spolupracovať nielen s občanmi, ale i s ďalšími spoluhráčmi pôsobiacimi v Banskej Bystrici a najmä s distribučnou spoločnosťou SSD a.s.

Na základe štúdií a ukazovateľov v EÚ odporúčame nastaviť cieľový počet nabíjaciach staníc pre mesto Banská Bystrica 600 – 700 ks pre rok 2030 a definovať technické požiadavky na nové nabíjacie stanice. Všetky rýchlo nabíjacie stanice by mali byť obojsmerné. Mapa rozmiestnenia 650ks nabíjaciach staníc pre mesto Banská Bystrica v dvoch nábehových fázach vypracovaná v spolupráci s oddelením územného plánovania tvorí prílohu tejto štúdie.

Ďalej by mal byť stanovený minimálny výkon – príklad 22 kW. **Pre mesto je kľúčové stanoviť softvérovú kompatibilitu.** Ako poukazujeme v časti Rola technológie, pre nabíjaciu infraštruktúru je nevyhnutné, aby všetci poskytovatelia tejto služby akceptovali v budúcnosti prechod na jednu platformu. **Minimálne 50 % nabíjaciach staníc by malo byť vo vlastníctve mesta. Pri rekonštrukcii sietí VO je potrebné položiť kábllovú infraštruktúru pre nabíjacie stanice.**

Ako súčasť energetického manažmentu musí byť zavedený systém pravidelného polročného sledovania počtu automobilov vo väzbe na ukazovateľ **10 áut na jednu nabíjaciu stanicu** pre prípad rýchlejšieho nárastu počtu e-mobilov v meste Banská Bystrica. **Počet DC nabíjacích staníc by mal byť na úrovni 3 až 5 % z celkového počtu nabíjacích staníc.** Odporúčame ďalej vytvoriť plán prechodu vlastnej flotily vozidiel na bezemisný vozový park s cieľom byť príkladom pre občanov i spoločnosti v meste a ďalší rozvoj bezemisnej verejnej dopravy. Zástupcovia mesta by mali zväziť podporu zvýhodneného parkovania v centre mesta, prípadne obmedziť vjazd áut produkujúcich emisie do centra mesta. Tento plán musí dostatočne dopredu komunikovať s občanmi a citlivo nastaviť termíny i s ohľadom na aktuálnu situáciu a počet áut v meste.

Rola technológie a rola Mesta

Technológia blockchain môže uľahčiť transparentné, nesprostredkované a distribuované platformy pre energetický internet. Blockchain môže podnecovať inovácie tým, že podporuje malých ekonomických aktérov, transformuje funkcie ekonomiky a celkovo prispieva k udržateľným spoločnostiam.

Existuje niekoľko **technologických výziev** blockchainu, ktoré môžu ovplyvniť jeho škálovateľnosť a je vhodné s nimi počítať. Jedná sa o priepustnosť, latenciu, ukladanie dát, interoperabilitu starších systémov, vysokorychlostné pripojenie, kybernetickú bezpečnosť.

Z **ekonomického pohľadu** sú výzvou: závislosť od subvencií, konkurencia na trhu, interoperabilita zmlúv, rast trhu platforiem. Trhové bariéry postavené existujúcimi spoločnosťami alebo monopolmi môžu brániť decentralizovaným modelom založeným na blockchaine. Medzi kľúčové výzvy identifikované **v sociálnej dimenzii** patria neistoty v zmene správania, akceptácia verejnosťou, riadenie zainteresovaných strán a rozvoj zručností. Spokojnosť občana a akceptácia verejnosťou môžu byť kľúčovými faktormi pri uľahčovaní zmeny správania, ktoré môžu byť motivované stimulmi, ako sú napríklad informačná transparentnosť a užívateľská jednoduchosť.

Z **environmentálneho pohľadu** je identifikovaná jediná výzva produkcie emisií. Blockchain technológia ponúka riešenia pre všetky tieto spomenuté výzvy. Medzi identifikované výzvy **v inštitucionálnej dimenzii** patria nízke ciele v oblasti obnoviteľnej energie, vzájomné prepojenie sietí, distribučné poplatky, neisté úlohy zúčastnených strán, tokenizácia, zákaznícke licencie, povinnosť vyváženia siete, opatrenia na meranie inteligentných meračov, ochrana súkromia a centralizované rozhodovanie.

Blockchain je v elektroenergetike použiteľný pre: transakčnú energetiku, kryptomeny, digitálne tokeny, P2P obchodovanie, smart kontrakty, obchodovanie s emisiami CO₂, Grid manažment, M2M komunikáciu, V2G komunikáciu, VANET, správu identít, bezpečnosti a ochrany osobných údajov a pre DAO.

Medzinárodné prostredie sa venuje tejto téme do takej miery, že dnes mesto Banská Bystrica môže s prehľadom vstúpiť do testovacej fázy P2P na báze blockchain, alebo na báze podobnej technológie. Preto jednoznačne odporúčame, aby mesto Banská Bystrica v rámci navrhovanej stratégie decentralizovanej výroby elektrickej energie a výstavby infraštruktúry pre e-mobilitu prevzalo dominantnú rolu iniciátora projektu. **Oslovilo developerov na území mesta, spoločnosti venujúce sa infraštruktúre pre e-mobilitu, distribučnú spoločnosť Stredoslovenská distribučná, a.s., a spoločnosti venujúce sa P2P platformám na báze blockchain, alebo podobnej platforme.**

V prvom kroku môže mesto bez nutnosti intervencie distribučnej spoločnosti pripraviť projekt P2P na báze blockchain, alebo na báze podobnej technológie s lokálnym developerom. Mesto môže zamerať svoju pozornosť i na medzinárodné prostredie podporovaných fondových projektov. V tejto fáze si otestuje najvhodnejší spôsob formy vlastníckej štruktúry v zdieľanom projekte. Zároveň má na mieste

nástroje, ktorými dokáže vytvoriť podmienky pre vznik takéhoto projektu. Nepredpokladáme, žeby sa lokálni developeri bez intervencie mesta mali záujem venovať zeleným udržateľným projektom s integráciou P2P.

Následne bude nevyhnutná spoluúčasť distribučnej spoločnosti tak pre zdieľanie elektrickej energie v rámci mesta ako i pre V2G. Mesto však v medzifáze môže mať identifikovaných partnerov pre V2G, navrhnutú formu majetkovej štruktúry a môže začať s vytváraním siete nabíjajúcich staníc. Po prijatí novej legislatívy, ktorú by vedelo pripomienkovať práve cez úzku spoluprácu s distribučnou spoločnosťou, zavedie do vznikajúcej siete P2P platformu. **Malo by trvať na tom, aby každá spoločnosť, ktorá chce prevádzkovať nabíjaciu infraštruktúru v meste, súhlasila s prechodom na jednotnú P2P platformu.**

Benefity pre občana

Aby stratégia elektroenergetiky mohla fungovať, bude musieť existovať i monetárny benefit pre motiváciu občana. Buď by malo ísť o nižšiu cenu energie získanej lokálnou výrobou, alebo o odmenu, ktorú je možné monetarizovať. Kryptomeny a digitálne tokeny ponúkajú zaujímavú formu motivácie pre občana. Dokážu speňažiť aktíva a môžu byť tým pádom použité ako odmena na stimuláciu účasti „prosumerov“ na trhu s elektrickou energiou. Napríklad nadbytočnú energiu by bolo možné tokenizovať a potom vymeniť buď za fiatovú menu, alebo za kryptomeny. Kryptomeny a tokeny sa dajú navyše použiť aj ako nástroje na udeľovanie odmien za opatrenia na zvýšenie energetickej účinnosti a zníženie emisie skleníkových plynov. Digitálne tokeny zároveň umožňujú ľuďom a zariadeniam výmenu údajov a služieb. Preto priame použitie tohto nástroja je najvhodnejším spôsobom odmeny. V rámci stratégie elektroenergetiky v meste Banská Bystrica jednoznačne **odporúčame zavedenie digitálneho tokenu ako monetárneho benefitu** pre „prosumerov“ a občanov zapojených do stratégie elektroenergetiky.

Na základe aktuálne realizovaných projektov je zrejmé, že **podstatným nepeneňajúcim benefitom pre občana musí byť jednoduchosť**. Jednoduchosť užívateľského rozhrania, zapojenia sa, užívania systému či prijímania benefitov. V ceste jednoduchosti stojí eliminácia bariér na trhu. Tu je výzvou práve nastavenie spolupráce s distribučnou spoločnosťou a schválenie novej podoby energetického zákona.

Flexibilita a medzinárodné inštitúcie

Flexibilita, resp. jej využívanie, agregácia a monetizácia je perspektívna pre decentralizované energetiky a dokáže priniesť aj pozitívne finančné efekty. Aktívna práca s flexibilitou predstavuje znalostne náročnú oblasť. S ohľadom na veľkosť spotreby bez VO - 5 GWh/rok a obmedzené možnosti operatívneho znižovania výroby a spotreby je **potenciál poskytovania flexibility zatiaľ obmedzený**. V prípade, že mesto bude aktívnym prevádzkovateľom nabíjajúcich staníc pre e-automobily doplnené batériovými systémami, potenciál sa niekoľkonásobne zvýši. Odporúčame v rokoch 2021 - 2023 túto oblasť monitorovať a až po dosiahnutí hranice flexibility vyššej než 1 MW začať práce na jej monetizácii.

V závere odporúčame sústrediť pozornosť na medzinárodné platformy a internú kapacitu ľudských zdrojov. Mestu Banská Bystrica **odporúčame vstúpiť do niektorej z medzinárodných platforiem**. V medzinárodnom prostredí pôsobí niekoľko iniciatív, ktoré spájajú mestá s cieľom realizovať opatrenia v rámci udržateľných stratégií miest a zdieľať svoje príbehy. Príkladmi týchto iniciatív sú:

- EnergyCities
- C40

- GlobaCovenantofMayors
- Eu-smartcities
- ClimateAlliance
- ICLEI

Slovenská republika má zastúpenie v štyroch z nich. Dve mestá v EnergyCities, tridsaťšesť miest v GlobaCovenantofMayors, štyri mestá v Eu-smartcities a tri mestá v ClimateAlliance. Mesto Banská Bystrica nie je členom ani jednej z týchto iniciatív. Tu sa rysuje ako veľmi vhodná stratégia vybrať si zoskupenie, ktorého členmi sú mestá, s ktorých stratégiami najviac mesto Banská Bystrica sympatizuje a dokáže s nimi i efektívne komunikovať.

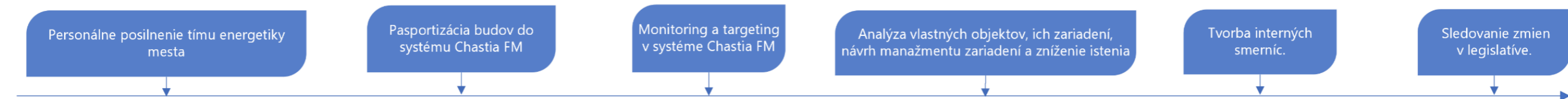
Rýchla a efektívna implementácia stratégie elektroenergetiky, ktorá je navrhovaná v rámci tohoto dokumentu, **sa nezaobíde bez personálneho posilnenia oddelenia energetiky mesta**. Toto oddelenie potrebuje zastrešiť:

- nasadenie energetického manažmentu spravovaného majetku,
- komunikáciu s medzinárodným prostredím,
- decentralizáciu výroby elektrickej energie,
- infraštruktúru pre e-mobilitu.

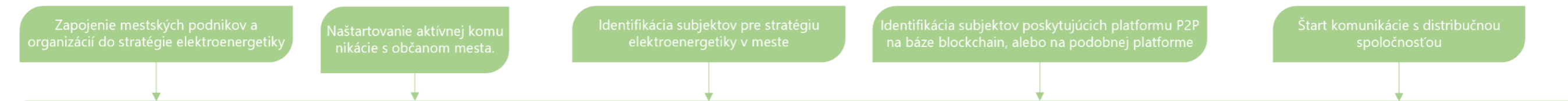
Každá z týchto oblastí predstavuje vysoký potenciál úspor, alebo nových príjmov pre mesto, ktoré dokážu s prehľadom pokryť náklady na potrebný odborný personál.

Energetický manažment

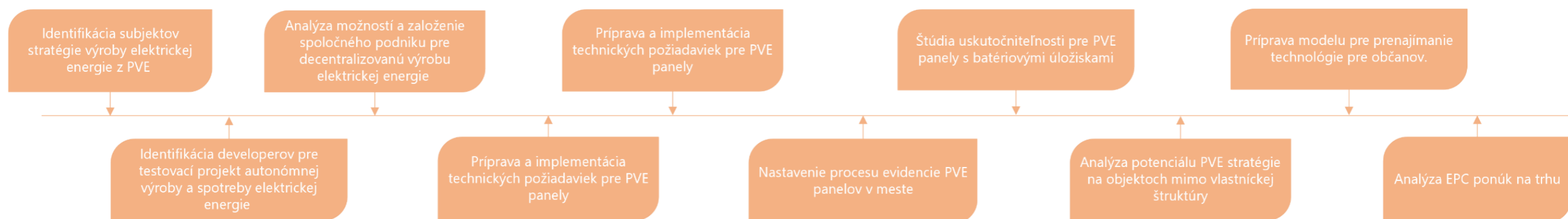
Roadmap



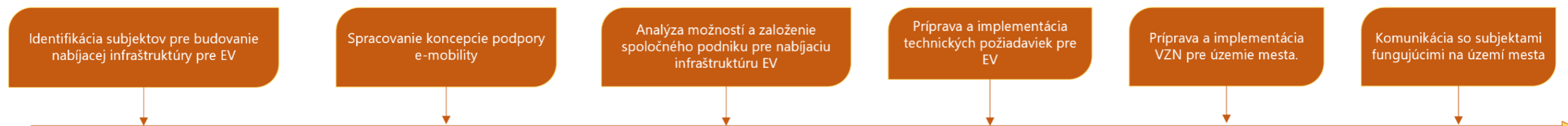
Paralelné kroky 1 - Komunikácia, Technologický partner



Paralelné kroky 2 - Decentralizovaná výroba elektrickej energie



Paralelné kroky 3 – Budovanie nabíjacej infraštruktúry pre e-mobilitu



Paralelné kroky 4 – Nákup elektrickej energie



Krok 1 - Energetický manažment

Minimálna dĺžka trvania zavedenia všetkých piatich krokov naraz - 15 mesiacov.

1. Personálne posilnenie tímu energetiky mesta.
 - a. Schopnosť komunikovať medzinárodne, zapájať sa do medzinárodných projektov.
 - b. Schopnosť administrovať stratégiu decentralizovanej výroby.
 - c. Schopnosť implementovať stratégiu e-mobility.
 - d. Schopnosť riadiť energetický manažment.
2. Pasportizácia budov do systému Chastia FM.
3. Rozdelenie objektov do vhodných skupín.
4. Monitoring a targeting v systéme Chastia FM.
 - a. Agregácia ¼ hodinových dát – minimálna dĺžka trvania 15 mesiacov.
 - b. Agregácia doporučených dát.
 - c. Nastavenie doporučených ukazovateľov.
 - d. Agregácia historických 3-ročných dát.
5. Analýza vlastných objektov, ich zariadení, návrh manažmentu zariadení a zníženie istenia. Minimálna dĺžka trvania 3 mesiace.
6. Tvorba interných smerníc - minimálna dĺžka trvania 1 mesiac.
7. Sledovanie zmien v legislatíve.

Paralelné kroky 1 – Komunikácia, identifikácia technologického partnera

1. Zapojenie mestských podnikov a organizácií do stratégie elektroenergetiky.
2. Naštartovanie aktívnej komunikácie s občanmi mesta.
3. Identifikácia subjektov pre stratégiu elektroenergetiky v meste.
 - a. Inštitúcie z mestského prostredia, ktoré by sa zapojili do stratégie.
4. Identifikácia subjektov poskytujúcich platformu P2P na báze blockchain, alebo na báze podobnej technológie.
 - a. Pre e-mobilitu i decentralizovanú výrobu elektrickej energie.
5. Štart komunikácie s distribučnou spoločnosťou.

Paralelné kroky 2 – Decentralizovaná výroba elektrickej energie

1. Identifikácia subjektov pre realizáciu stratégie decentralizovanej výroby elektrickej energie z FVE s batériovými úložiskami s integráciou P2P na báze blockchain, alebo na báze podobnej technológie. Minimálna dĺžka trvania 3 mesiace.
2. Identifikácia developerov pre testovací projekt autonómnej výroby a spotreby elektrickej energie s integráciou P2P na báze blockchain. Minimálna dĺžka trvania 3 mesiace.
3. Analýza možností a založenie spoločného podniku pre decentralizovanú výrobu elektrickej energie pripraveného i pre vstup iných subjektov, obyvateľov, organizácií. Minimálna dĺžka trvania 1 mesiac.
4. Príprava a implementácia technických požiadaviek pre FVE panely. Minimálna dĺžka trvania 0,5 mesiaca.

5. Nastavenie procesu evidencie FVE panelov v meste.
6. Koncepcia uskutočniteľnosti pre FVE panely s batériovými úložiskami. Minimálna dĺžka trvania 4 mesiace.
 - Fáza 1 – veľkosť kapacity bez dodávok do siete.
 - Fáza 2 – maximálna kapacita s dodávkami do siete.
7. Analýza potenciálu FVE stratégie na objektoch mimo vlastníckej štruktúry mesta.
 - Spolupracujúce subjekty.
 - Bytové domy.
8. Príprava modelu pre prenajímanie technológie pre občanov.
9. Analýza EPC ponúk na trhu.
10. Realizácia.

Paralelné kroky 3 – Budovanie nabíjacej infraštruktúry pre e-mobilitu

1. Identifikácia subjektov pre budovanie nabíjacej infraštruktúry pre EV. Minimálna dĺžka trvania 3 mesiace.
 - Subjektov pre vytvorenie spoločného podniku.
2. Spravovanie koncepcie podpory e-mobility. Minimálna dĺžka trvania 6 mesiacov.
 - Rozmiestnenie staníc, ukazovatele, minimálne štandardy, plán prechodu vlastnej flotily, stratégia parkovania, bezemisné zóny, zdieľanie informácií (P2P platforma na báze blockchain).
3. Analýza možností a založenie spoločného podniku pre nabíjaciu infraštruktúru EV. Minimálna dĺžka trvania 1 mesiac.
4. Príprava a implementácia technických požiadaviek pre EV. Minimálna dĺžka trvania 0,5 mesiaca.
5. Príprava a implementácia VZN pre územie mesta.
6. Komunikácia so subjektami fungujúcimi na území mesta.

Paralelné kroky 4 – Nákup elektrickej energie

Po agregácii dát a rozdelení odberných miest do skupín:

1. Analýza dát pre každé odberné miesto s určením priorít podľa veľkosti odberu.
2. Identifikácia neštandardných a náhodných javov.
3. Definícia mixu opatrení.
 - Stanovenie požadovaných parametrov.
 - Spotreba nad 250 MWh – Minimálna dĺžka trvania 3 mesiace.
 - Spotreba nad 100 MWh – Minimálna dĺžka trvania 3 mesiace.
 - Spotreba pod 100 MWh – Minimálna dĺžka trvania 12 mesiacov.
4. Nastavenie veľkosti a charakteru spotreby.
5. Voľba správneho komoditného produktu.
6. Výber najvhodnejšieho času pre tender.
7. Výber dodávateľa/dodávateľov.

Úvod

Ak do roku 2050 dosiahnu emisie uhlíka produkovaného človekom nulovú hodnotu, globálne otepľovanie sa môže ustáliť na 1,5 °C.⁴ V tomto scenári obnoviteľná energia dodáva globálne 70 – 85 % elektrickej energie. Väčšina emisií skleníkových plynov súvisí práve s výrobou a využívaním energie.⁵ V tomto duchu viacero krajín stanovilo strategické ciele pre nulové emisie CO₂. Zároveň v posledných desaťročiach došlo k nárastu svetovej populácie žijúcej v mestských oblastiach. V súčasnosti žije viac ako 55 % svetovej populácie v mestských oblastiach a v nasledujúcich 30 rokoch sa predpokladá, že táto miera dosiahne 70 %, keďže do roku 2050 sa predpokladá presun ďalších 25 miliárd ľudí do mestských oblastí. Rast svetovej populácie spojený s rýchlym urbanizačným procesom prináša množstvo sociálnych, technických, organizačných a ekonomických problémov, ktoré majú tendenciu ohrozovať environmentálnu a ekonomickú udržateľnosť miest. Väčšina vlád sa preto aktívne zaujíma i o prijatie „inteligentných“ koncepcií na optimalizáciu využívania hmotných (napr. prírodných zdrojov, sietí na distribúciu energie a dopravných infraštruktúr) aj nehmotných zdrojov (napr. organizačný kapitál v systémoch verejnej správy, intelektuálny kapitál).⁶ V tejto súvislosti sa navrhuje koncept „Smart City“, ktorý využíva moderné informačné a komunikačné technológie (IKT) inteligentným spôsobom zameraným na budovanie udržateľného mestského prostredia a zlepšovanie kvality života. V tom istom duchu má Mesto Banská Bystrica záujem týmto dokumentom vytvoriť strategický rámec pre elektroenergetiku na území mesta. Rámec, ktorý bude z dlhodobého hľadiska pre mesto, mestské organizácie aj novobudovanú infraštruktúru na území mesta z pohľadu elektroenergetiky „záväzný“.

V oblasti environmentálnej, sociálnej a ekonomickej udržateľnosti rastú nové výzvy a vytvárajú tlak na zavedené postupy. Tlak spočíva v inovácii a prechode na udržateľnejšie spôsoby výroby a spotreby. Vo väčšine sektorov si to vyžaduje zásadné zmeny návrhov dominantných systémov. Takáto radikálna inovácia predstavuje pre súčasné spoločnosti veľké ťažkosti. Tie sa preto môžu usilovať zablokovať nové alternatívy alebo vykonať zmeny v menej radikálnych smeroch, aby posilnili svoju dominanciu. Historicky zaužívaná úloha podnikateľov ako tvorcov systémov, ktorí môžu šikovne využiť príležitosti a štruktúry z rôznych kontextov na vytvorenie hybnej sily pre svoje inovácie za podmienok extrémnej neistoty, dnes už nestačí. Existujúca elektrická sieť je náročná na kapitál a súvisiace regulačné rámce vytvárajú značnú zotrvačnosť.

Tento dokument analyzuje aktuálny stav elektroenergetickej infraštruktúry v meste. Jasne definuje dva hlavné nové strategické trendy v oblasti elektroenergetiky. Tým prvým je lokálna výroba elektrickej energie v rámci decentralizačnej stratégie sektora. Tým druhým tvorba infraštruktúry pre elektromobilitu. Tieto oblasti v krátkej budúcnosti výrazne navýšia spotrebu elektrickej energie, ktorú riadi mesto a úplne transformujú celý elektroenergetický sektor nielen v meste Banská Bystrica. Koncepcia ďalej predkladá konkrétne odporúčania a kroky pre mesto Banská Bystrica a navrhuje ukazovatele, ktoré je vhodné sledovať a priebežne vyhodnocovať. Tak ako bolo definované v zadaní mesta, veľkú časť spotreby energie a teda i elektrickej energie spotrebúva už vybudovaná

4 IPCC. Summary for Policymakers of IPCC special report on global warming of 1.5 °C approved by governments. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2018. https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf.

5 IRENA. Global energy transformation – a roadmap to 2050. International Renewable Energy Agency; 2018. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Report_GET_2018.pdf.

6 Bharat Bhushana,*, Aditya Khampariab, K. Martin Sagayamc, Sudhir Kumar Sharmad, Mohd Abdul Ahade, Narayan C. Debnathf, Blockchain for smart cities: A review of architectures, integration trends and T future research directions, Sustainable Cities and Society 61 (2020)

infraštruktúra. Preto analýza už existujúcich nehnuteľností nielen v majetku mesta, ale i v intraviláne mesta a návrh optimalizácie ich energetiky zohráva podstatnú rolu v celej elektroenergetickej koncepcii. Pre úspešnosť mesta v elektroenergetickej stratégii je bezpodmienečne nutné, aby sa do jej napĺňania zapojili nielen všetky mestské organizácie, ale taktiež ďalší dominantní hráči na území mesta a občania. Dominantnými hráčmi sa pre náš účel rozumejú subjekty, ktoré majú vo vlastníctve, alebo v správe spolu s mestom aspoň 10 % podlahovej plochy z celkovej podlahovej plochy v meste.

Pri vstupe do problematiky elektroenergetiky sa v úvode z nadhľadu pozrieme do medzinárodného prostredia, ktoré sa zaoberá témou elektroenergetiky už niekoľko rokov. Ponúka pohľad na reálne zrealizované projekty, ktoré naznačujú, ktorým smerom investovať energiu a finančné prostriedky pre efektívne dosiahnutie nastavených cieľov. Už na prvý pohľad je však zrejmé, že elektroenergetika je v každom jednom meste súčasťou ucelenej koncepcnej stratégie, ktorá prepája rôzne oddelenia miest za účelom splnenia jednej strategickej vízie – ako dosiahnuť nulovú uhlíkovú stopu. V skratke môžeme povedať, že realizované stratégie a projekty sledujú hlavne znižovanie spotreby elektrickej energie, decentralizáciu výroby elektrickej energie, implementáciu výroby z obnoviteľných zdrojov, zavedenie regulácií v novej výstavbe na území mesta a v rekonštrukcii starých objektov.

Niekoľko strategických smerov z medzinárodného prostredia.

Príkladom zavedenia regulácií do výstavby je prístup mesta Boston. V júni 2018 zaviedlo do praxe nariadenie, ktorým každý stavebník na území mesta, ktorý mieni zastavať viac ako 140 000 m², musí predložiť technickú a finančnú štúdiu uskutočniteľnosti projektu, kde zakomponuje pokrokové energetické systémy vrátane energetického mikrogridu.⁷

Účelom regulatívu je vytvoriť grid tak, aby výroba tepla a chladu bola vedľajším produktom inej generácie. Týmto spôsobom je možné kompenzovať výpadky centrálnej siete, keď nastanú neočakávané situácie, zároveň limitovať dodávky média z centrálnej siete čiastočne, alebo úplne a zároveň splniť cieľ byť CO₂ neutrálny.

Štúdie sa posudzujú z hľadiska emisie CO₂, znižovania nákladov a stability/odolnosti riešenia. Tento prístup núti investorov zaoberať sa kogeneráciou, solárnymi systémami a inými obnoviteľnými zdrojmi. Vzhľadom na fakt, že zavedená regulácia kladie nároky nielen na elektrickú energiu, jej cieľom je i znižovanie nákladov na komunálne služby.

Ambiciózne ciele si v jednoduchej vete stanovil Dubaj. Dodávať 75 % čistej energie do roku 2050. Dubaj má strategický cieľ stať sa mestom s najmenšou uhlíkovou stopou na svete.⁸ Zároveň sa chce stať globálnou platformou, ktorá transformuje koncepty do praxe a poskytuje tak referencie pre ostatné mestá vo svete. Okrem tohto plánu s výhľadom do roku 2050 má mesto krátkodobejšie plány ako znížiť CO₂ o 7 % do roku 2020 a o 25 % do roku 2030. Dubaj odštartoval investíciu do solárneho parku

⁷ Boston Smart Utilities Vision: Initiating a New Microgrid Policy, 27.1.2021, https://www.c40.org/case_studies/boston-microgrids

⁸ Mohammed launches Dh50bn Dubai Clean Energy Strategy, 27.01.2021, <https://www.emirates247.com/news/emirates/mohammed-launches-dh50bn-dubai-clean-energy-strategy-2015-11-29-1.612173>

s kapacitou 5000 MW do roku 2030 s výhľadom redukovať uhlíkovú stopu o 6,5 mil. ton CO₂.⁹ Park využíva PV a SCP panely, integruje v sebe inovatívne centrum a R&D centrum.

Druhým ambicióznym hráčom je mesto Tokio. Net zero CO₂ do roku 2050. Šesť sektorov, štrnásť hlavných nariadení, z toho 3 najhlavnejšie: automobily s nulovou emisiou, sprísnenie adaptačných opatrení, redukcia plastu. Pre elektroenergetiku to znamená do roku 2030: všetky budovy vo vlastníctve municipality budú fungovať na 100% dodávke elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov, bude nainštalovaný výkon 1,3 GW zo solárnej energie, obnoviteľné zdroje dosiahnu 30% podiel, úspora na spotrebe dosiahne 38 % voči roku 2000. V tomto prípade je vhodné spomenúť i záväzok týkajúci sa energie z vodíka. Do roku 2030 má mesto záujem implementovať 1 mil. rezidenčných palivových vodíkových článkov, 30 MW palivových článkov pre obchod a priemysel, nasadiť 300 autobusov, vybudovať 150 vodíkových staníc, dosiahnuť 50% podiel v predaji automobilov s nulovou emisiou.¹⁰

Podobným smerom ako Tokio sa vybralo i mesto Jokohama. Má rovnaký cieľ: nulová uhlíková stopa do roku 2050. Na tejto stratégii spolupracuje 12 miest so súkromným sektorom s cieľom dokázať poskytnúť 75 miliónov kWh z obnoviteľných zdrojov voči aktuálnej spotrebe mesta vo výške 16 miliónov kWh. Na území mesta je veterná elektrárňa s kapacitou 32 MW.¹¹ Stratégia mesta počíta s redukciou spotreby o 50 % do roku 2050 oproti roku 2013, pričom potenciál mesta v dodávkach elektrickej energie bude predstavovať 8 % z celkovej výroby. Do roku 2030 chce mesto znížiť spotrebu o 18 % oproti roku 2013, všetky nové stavby chce mať v novom energetickom štandarde v súlade s hlavnou stratégiou. Chce mať 40% podiel automobilov s nulovou emisiou, 44 až 50 % energie používanej v meste pochádzajúcej z obnoviteľných zdrojov a aby túto energiu ponúkal privátny sektor. Samo mesto chce znížiť svoje emisie CO₂ o 30 % oproti roku 2013, všetky svietidlá vo vlastníctve mať LED a všetky automobily vo vlastníctve mať s nulovou emisiou.¹²

Mesto HongKong si stanovilo cieľ zredukovať emisie CO₂ o 65 % do roku 2030 a znížiť spotrebu energie o 40 % do roku 2025 oproti roku 2005. Mesto zistilo, že 8 typov spotrebičov tvorí 70 % celej spotreby obyvateľov.¹³ HongKong spotrebuje 54 % energie vo forme elektrickej energie. Navyše 90 % spotrebovanej elektrickej energie skonzumujú nehnuteľnosti v meste. Z tohto pohľadu je toto mesto zaujímavým objektom, pretože jeho vysokou potrebou sú práve investície do stratégií v oblasti elektrickej energie. Mesto, ako také, spotrebúva 6 % z celkovej spotreby elektrickej energie.¹⁴

Zaujímavou investíciou vo viacerých mestách sú investície do solárnych panelov. Greater Chennai Corporation (GCC) zaviedla už v roku 2012 nariadenie, ktorým chce na všetky budovy vo svojom vlastníctve inštalovať solárne panely. Hovoríme tu o 1378 budovách. Prvý cieľ bol stanovený na

9 Dubai's 'Mohammed Bin Rashid Al Maktoum' 5,000MW Solar Park Aims to Save 6.5 Million tCO₂e Annually, 27.01.2021, https://www.c40.org/case_studies/dubai-s-mohammed-bin-rashid-al-maktoum-5-000mw-solar-park-aims-to-save-6-5-million-tco2e-annually

10 Zero Emission Tokyo Strategy, 27.01.2021, https://www.c40.org/case_studies/zero-emission-tokyo-strategy

11 Zero Carbon Yokohama – Renewable Energy Partnership, 27.01.2021, https://www.c40.org/case_studies/yokohama-zero-carbon-energy

12 The City of Yokohama; Yokohama City Strategy on the Use of Renewable Energy [Outline], May 2020, https://www.city.yokohama.lg.jp/lang/overseas/climatechange/contents/zcy/restrategy.files/0001_20200731.pdf

13 Strategic Collaboration for Better Building Efficiency in Hong Kong, 27.01.2021, https://www.c40.org/case_studies/hong-kong-building-cooperation

14 Environment Bureau, ENERGY SAVING PLAN For Hong Kong's Built Environment 2015~2025+, May 2015, <https://www.enb.gov.hk/sites/default/files/pdf/EnergySavingPlanEn.pdf>

získanie 2000 MW energie do roku 2015, čo predstavuje trojročný cieľ. Cieľová životnosť je 25 rokov. Panely na strechách pokryjú 80 % požiadaviek na energiu GCC s úsporou 20 % na vstupnej cene energie¹⁵.

Rovnakú stratégiu nájdeme v meste New York, no v zaujímavejšom kontexte. Sunset Park Solar je komunitným projektom slúžiacim rezidentom aj podnikateľom. Nájomníci, majitelia budov, malí podnikatelia môžu využívať solárnu energiu bez inštalácie solárnych panelov. Benefitom pre užívateľa sú solárne kredity z užívania solárnej energie. Panely sú pritom umiestnené na mestskom majetku. Tento projekt je spojením municipality, podnikateľov a obyvateľov mesta. Projekt je nastavený tak, že každý užívateľ sa podieľa na riadení zoskupenia. Môže hlasovať ako sa budú investovať zdroje a profit zo solárnej energie. Ideou projektu je realizovať spravodlivé transakcie, začať decentralizovať elektrickú energiu a byť i ekonomickou hnacou silou pre komunity pracujúcich. Projekt je nastavený tak, aby dodal 19,6 mil. kWh solárnej energie počas 25 rokov. Tento výkon realizuje zníženie uhlíkovej stopy o 13,056 t CO₂. Mesto New York sa zaviazalo znížiť emisie CO₂ o 40 % do roku 2030 a vyrábať 1 GW solárnej energie do roku 2030.¹⁶

Jazykovo najbližším väčším mestom zaoberajúcim sa problematikou elektroenergetiky v rámci svojho konceptu udržateľného mesta je mesto Praha. Mesto Praha definovalo 4 strategické projekty, z ktorých všetky sa týkajú energetiky. Prvou oblasťou je zber a vyhodnocovanie dát. Tento proces bol vykonaný v roku 2018. Má slúžiť ako základ pre správne budúce rozhodovanie.¹⁷ Druhým projektom je zber aktuálnych dát o spotrebách bytov vo vlastníctve Mesta Praha s cieľom zaviesť efektívnosť do spotreby.¹⁸ Tretím projektom je zavedenie efektívneho energetického manažmentu.¹⁹ Štvrtou strategickou kapitolou je detailná analýza spotrieb nehnuteľností v majetku Mesta Praha. Na základe tejto analýzy mesto prijalo záväzok redukovat' CO₂ o 45 % do roku 2030 a redukovat' CO₂ o 100 % do roku 2050.²⁰ V meste realizovali štúdiu uskutočniteľnosti pre výstavbu virtuálnej elektrárne. Ide o inštaláciu PV panelov s centrálnym riadením s cieľom dodávať elektrickú energiu do budov mesta Praha. Nejde len o dodávky do budovy, na ktorej sú PV panely inštalované, ale aj o dodávky medzi budovami.²¹ Ďalej v meste realizovali štúdiu uskutočniteľnosti pre inštaláciu trigenerácie v športovom centre Gutovka. Okrem trigenerácie tu ide o inštaláciu solárnych panelov a záložného batériového systému pre technológie produkujúce prebytky elektrickej energie.²²

Vzdialenosťou najbližším medzinárodným prostredím v tejto analýze je mesto Viedeň. Mesto Viedeň má v internej stratégii cieľ zredukovať emisie CO₂ na úroveň 80 % do roku 2050. Viedeň sa zúčastnila projektu Smarter together ako Smart Lighthouse City spoločne s mestami Mníchov a Lyon v rámci

15 Installation of Solar Rooftops in Greater Chennai's Corporate Buildings, 27.01.2021, https://www.c40.org/case_studies/installation-of-solar-rooftops-in-greater-chennai-s-corporate-buildings

16 Sunset Park: Community Solar Energy in NYC, 27.01.2021, https://www.c40.org/case_studies/nyc-sunset-park-solar

17 <https://www.smartprague.eu/projects/energy-ecosystem>, 18.11.2020

18 <https://www.smartprague.eu/projects/smart-apartment-building>, 18.11.2020

19 <https://www.smartprague.eu/projects/complex-energy-management-in-the-buildings>, 18.11.2020

20 https://www.smartprague.eu/projects/energy_in_buildings_of_the_capital_city_of_prague, 18.11.2020

21 https://www.smartprague.eu/projects/virtual_power_plant, 18.11.2020

22 https://www.smartprague.eu/projects/modelling_and_testing_system_for_optimising_energy_at_gutovka_sports_centre, 18.11.2020

programu Horizon 2020.²³ Implementácia prebiehala v rokoch 2016 – 2019. Mestu sa podarilo do projektu zapojiť viac ako 10 000 obyvateľov. **Viedeň má úspešne zavedený systém riadenia so štruktúrovaným dialógom s občanmi.** Participačný dialóg ide od jednoduchých informácií až po procesy spoluprotvorby.²⁴ Ambasádormi projektu sa stali deti. V projekte sa výrazne komunikovalo smerom k verejnosti a používali sa prvky gamifikácie. Z pohľadu elektroenergetiky sa mesto venovalo elektromobilita a implementácii nových technológií do budov. Konkrétne:

- zdieľané elektrické automobily, zdieľané elektrické bicykle, e-Kargo bicykle, koncept prvej stanice mobility v meste,
- partnerstvo s firmou Siemens, tvorba, implementácia riešení vo výrobnjej sfére,
- PV systémy do existujúcich budov,
- inštalácia solárnej tepelnej energie do lokálneho teplovodu.

Viedeň v rámci tohto projektu realizovala detailnú energetickú analýzu celej mestskej časti. Zisťovala sa energetická potreba, typ používanej energie, potenciál obnoviteľných zdrojov. Výsledky sa prevzali do energetického plánovania na úrovni mesta. Svoje skúsenosti mesto komunikuje prostredníctvom platformy GOPAcom a ENERGYCITIES.

Mesto Viedeň je skvelým modelom i v prístupe k e-mobilita. Mestský energetický podnik splnil v roku 2020 cieľ prevádzkovať 1000 nabíjajúcich staníc. Dnes prevádzkuje 1600 nabíjajúcich staníc, z ktorých polovicu i vlastní. V súčasnej dobe je registrovaných 10 000 nabití mesačne, pričom pred rokom to bolo iba 5 000.²⁵

Jednou z prvých a asi aj jednou z najdlhšie skloňovaných tém v oblasti elektroenergetiky je investícia do úsporných opatrení v oblasti verejného osvetlenia. Ukážok na túto tému nájdeme veľa. Príkladom je i mesto Salvador, ktoré do konca roku 2020 vymenilo všetkých 75 000 svetelných bodov za LED svietidlá. Mesto sa rovnako zameralo na výmenu stožiarov.²⁶ Tieto výmeny sa riešia naozaj skrz všetky kontinenty. Niektoré mestá v rámci rekonštrukcie sústavy VO riešia i tvorbu vlastných dátových sietí. Mesto Banská Bystrica má jasne nastavenú stratégiu v tejto oblasti, a preto sa tejto téme v medzinárodnom prostredí venujeme iba okrajovo.

V medzinárodnom prostredí pôsobí niekoľko iniciatív, ktoré spájajú mestá s cieľom realizovať opatrenia v rámci udržateľných stratégií miest a zdieľať svoje príbehy. Príkladmi týchto iniciatív sú:

- EnergyCities
- C40
- GlobaCovenantofMayors
- Eu-smartcities
- ClimateAlliance

²³ Magistrat der Stadt Wien, *Simmering Smart Urban Renewal Implementation Report of Smarter Together Vienna*, 27.1.2021, <https://energy-cities.eu/best-practice/smart-citizen-participation-in-vienna/>

²⁴ Smart city Vienna, 27.1.2021, <https://energy-cities.eu/best-practice/smart-citizen-participation-in-vienna/>

²⁵ Prevzaté z *electrive.com* [online]: [cit. 20.11.2020]. <https://www.electrive.com/2020/09/03/charging-infrastructure-expansion-in-vienna-almost-complete/>

²⁶ Salvador's "Lighting our Neighborhood" Program installs LED lamps to improve economy, efficiency and security, 27.01.2020, https://www.c40.org/case_studies/salvador-s-lighting-our-neighborhood-program-installs-led-lamps-to-improve-economy-efficiency-and-security

- ICLEI

Slovenská republika má zastúpenie v štyroch z nich. Dve mestá v EnergyCities, tridsaťšesť miest v GlobalCovenantofMayors, štyri mestá v Eu-smartcities a tri mestá v ClimateAlliance. Mesto Banská Bystrica nie je členom ani jednej z týchto iniciatív. Tu sa rysuje ako veľmi vhodná stratégia vybrať si zoskupenie, ktorého členmi sú mestá, s ktorých stratégiami najviac mesto Banská Bystrica sympatizuje a dokáže s nimi i efektívne komunikovať.

Už na prvý pohľad medzinárodné prostredie naznačuje, čo by nemalo chýbať v stanovenej stratégii pre elektroenergetiku a ako je vhodné pristúpiť k implementácii.

- Čo najrýchlejšie agregovať dáta z vlastných prevádzok a monitorovať ich.
- Zostaviť stratégiu komunikácie s občanmi.
- Stanoviť jasný ambiciózny cieľ, ktorý určí, v ktorom roku sa realizuje aká úspora CO₂.
- Stanoviť jasný ambiciózny cieľ, ktorý určí, v ktorom roku sa realizuje aká úspora na spotrebe energie.
- Stanoviť rok, voči ktorému sa budú monitorovať realizované úspory.
- Realizovať štúdiu uskutočniteľnosti v oblasti investície do solárnych panelov na budovách vo vlastníctve mesta so zameraním na dodávky energie medzi budovami a aj obyvateľmi mesta.
- Zostaviť nariadenia v oblasti elektrickej energie, ktoré prevezme ÚP a stavebný úrad.
- Zapojiť sa do medzinárodných iniciatív.
- Vytvoriť stratégiu pre e-mobilitu a mať v nej primárnu rolu.

„Iba dokonalá znalosť tvorí základ k efektívnemu riadeniu.“²⁷

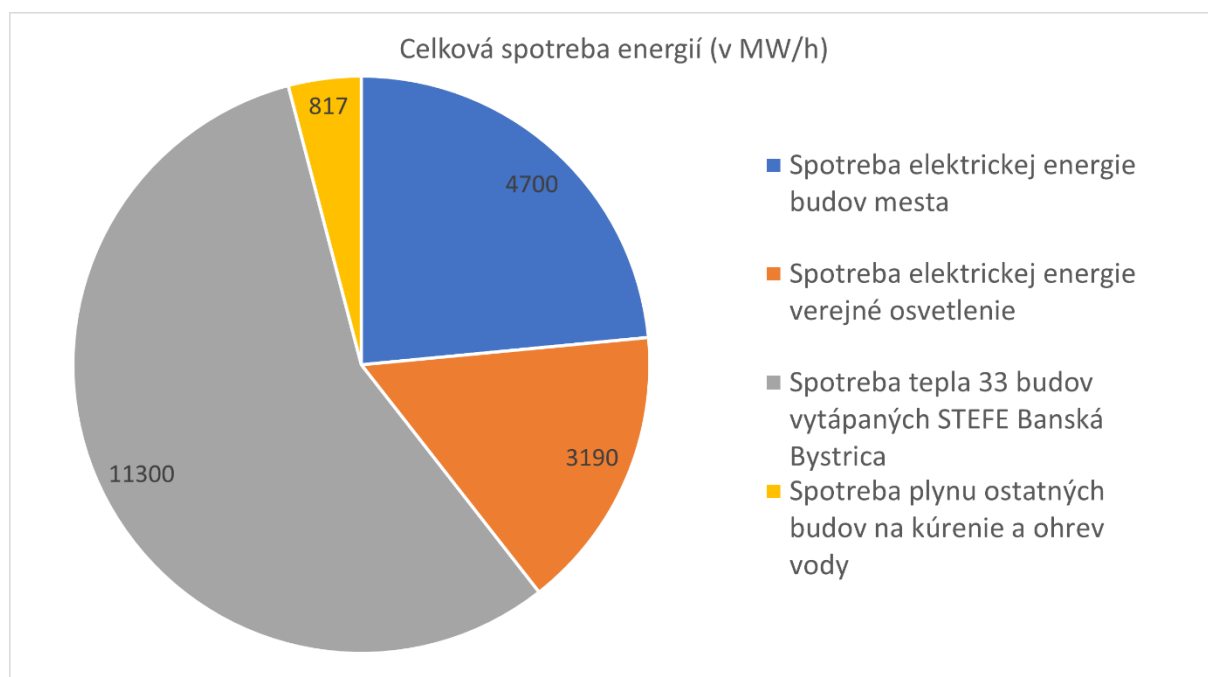
²⁷ Citácia Zuzák Roman: *Krizové řízení podniku (dokud ještě není v krizi)*, 1. vydání, Professional publishing, Tiskárny Havlíčkův Brod, Praha 2004

Aktuálny stav spotreby a výroby elektrickej energie mesta

Mesto Banská Bystrica má v majetku a stará sa celkom o 140 budov a objektov. Z tohto počtu je 12 škôl, 31 materských škôl, ďalej to sú budovy úradov, 23 športových areálov a ihrísk, obytné a neobytné budovy, ale tiež napríklad 13 cintorínov. Tieto budovy môžeme z hľadiska elektroenergetiky, tzn. spotreby a možnej výroby elektrickej energie, rozdeliť do niekoľkých súrodých skupín. Týmto súrodým skupinám sa budeme venovať v jednotlivých podkapitolách.

Na základe analyzovaných dát sme sa dostali k týmto číslam ročných spotrieb energie mestských budov a verejného osvetlenia:

Spotreba elektrickej energie budov mesta	4 700 MWh
Spotreba elektrickej energie verejné osvetlenie	3 190 MWh
Spotreba tepla 33 budov vytápaných STEFE Banská Bystrica	11 300 MWh
Spotreba plynu ostatných budov na kúrenie a ohrev vody	817 MWh
Celková spotreba energií mestských budov a verejného osvetlenia	20 007 MWh



Obrázok 1 Spotreba energií mestských budov a verejného osvetlenia

Z vyššie uvedených dát vyplýva, že mestské budovy a objekty spotrebujú 60 % celkovej spotreby elektrickej energie, 40 % spotrebuje verejné osvetlenie mesta.

Pokiaľ sa pozrieme na spotrebu z pohľadu celkovej spotrebovanej energie, tak mestské budovy a objekty spotrebujú 31 % z celkovej spotreby energie mestských objektov a verejného osvetlenia.

Mesto spravuje celkom cca 306 000 m² zastavaných plôch. Pri osobnej prehliadke dotknutých objektov bolo zistené, že žiadny z nich nemá v súčasnosti zdroj výroby elektrickej energie, s výnimkou teplárne Stefe Banská Bystrica, a.s., v ktorej má Mesto Banská Bystrica minoritný podiel. V tejto teplárni sa prevádzkuje zdroj kombinovanej výroby elektriny a tepla. Podľa informácií mal plavecký areál v minulosti zdroj kombinovanej výroby elektriny a tepla – kogeneračnú jednotku. Tá ale už nie je

v prevádzke. Podľa dostupných informácií nie je na žiadnej zo striech objektov inštalovaná fotovoltaická elektrárňa.

Predmetom tejto štúdie nie je posúdenie a návrh tepelného hospodárenia mestských objektov. Keďže ale elektroenergetika je veľmi úzko prepojená so systémom kúrenia, chladenia a výmeny vzduchu objektov, budeme sa tejto problematiky dotýkať.

Je nutné tiež uviesť, že z pohľadu dát neboli analyzované mestské spoločnosti:

- Krytý bazén Štiavničky (spravuje spoločnosť MBB a.s., podiel mesta BB 100%)
- Zimný štadión (spravuje spoločnosť MBB a.s.)
- Stefe Banská Bystrica a. s. (podiel mesta BB 34%)
- Dopravný podnik mesta Banská Bystrica a.s. (podiel mesta BB 49%)

Dôvodom, prečo sa tak nestalo je fakt, že sme sa nedostali ku dátam o spotrebách elektrickej energie. Pokiaľ chce mesto riešiť koncepciu elektroenergetiky komplexne, bude nutné začať komunikovať so všetkými týmito spoločnosťami. Ich spotreba elektrickej energie a možnosti využitia obnoviteľných zdrojov energie pre pokrytie tejto spotreby, a teda možné zásadné zníženie emisií CO₂, bude mať v rámci celkovej spotreby elektrickej energie mesta nezanedbateľný význam.

Aj keď je témou tejto práce koncepcia elektroenergetiky a teda hlavne analýza spotrieb elektrickej energie a nožnej výroby elektrickej energie pomocou decentralizovaných a OZE zdrojov, dotýkame sa v častiach tejto štúdie i spotreby tepla jednotlivých objektov. Dôvodom je ten fakt, že tepelná energia predstavuje väčšinovú spotrebu energie objektov a jej spotreba je významne zviazaná so spotrebou a výrobou elektrickej energie.

Niektoré objekty v majetku mesta prešli v minulých rokoch energetickými auditmi. Aj keby sa mohlo zdať, že tieto audity by mohli byť v budúcnosti použiteľné, nie je tomu úplne tak.

Očakávame, podobne ako je tomu v Európe, že sa v nasledujúcich rokoch uvoľnia energetické kódexy²⁸ v jednotlivých krajinách. Tým dôjde k veľkému rozvoju nových zaujímavých možností ako riešiť energetiku budov inými spôsobmi, ktoré sa v spomínaných auditoch neuvádzali. V jednoduchosti sa nové kódexy budú opierať o kombinované technológie alebo o priamu výrobu elektrickej energie a jej spotrebu. Podrobnejšie sa tejto téme venujeme v kapitole č. 5, „Potenciál spotrieb a výroby energie“.

Vo vyššie spomenutých zrealizovaných auditoch sú v každom prípade spomínané opatrenia, ktoré sa aj s príchodom nového kódexu meniť nebudú. Sú to predovšetkým opatrenia, ktoré sa týkajú plášťa budov, osvetlenia, rekuperácie vzduchu a v neposlednom rade merania a regulácie objektov. V každom prípade tieto opatrenia majú zmysel, aby sa realizovali, zvlášť pokiaľ budú podporené zo strany štátu alebo Európskej únie formou dotácií.

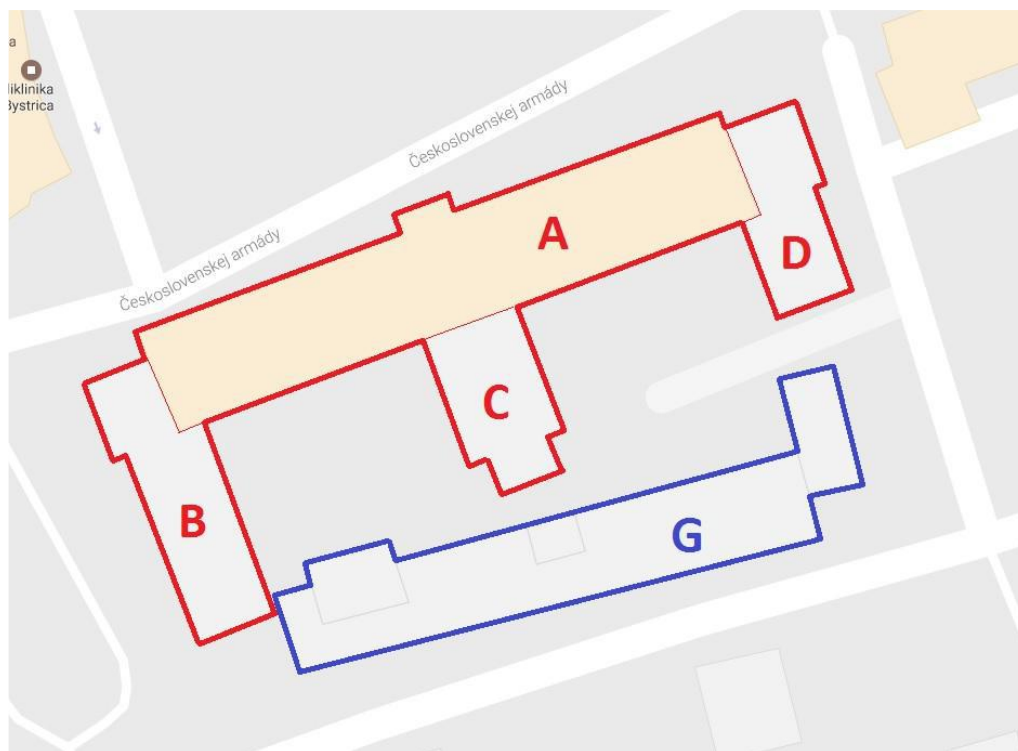
Mestský úrad

Budova mestského úradu je súčasťou celého areálu administratívy, ktorý sa nachádza na adrese Československej armády 26. Celý areál prešiel na začiatku roku 2017 energetickým auditom spoločnosti ENERGY SYSTEMS GROUP s.r.o. Budova úradu má pôdorys v tvare písmena E (objekty A, B, C a D). Objekt je otočený na severozápad. Do areálu úradu patrí aj budova garáží v tvare písmena „G“. Fotky dokresľujúce stav úradu a detail areálu sú uvedené na nasledujúcich obrázkoch.

²⁸ Tu je myslený hlavne Kódex prenosovej sústavy SR



Obrázok 2 Mestský úrad v Banskej Bystrici



Obrázok 3 Situačný plán úradu

Budova úradu pochádza zo 60-tych rokov 20. storočia. Statický posudok strechy areálu nebol v čase prípravy tejto štúdie k dispozícii. Strecha na budove A je sedlová, na ostatných častiach je strecha vodorovná. Garáže majú až na menšiu strechu v juhozápadnej časti taktiež vodorovnú strechu.

Keď sa pozeráme na náklady na spotrebu energií objektu mestského úradu, tak cca 68 % nákladov tvoria náklady na vykurovanie, 32 % náklady na spotrebovanú elektrickú energiu.²⁹

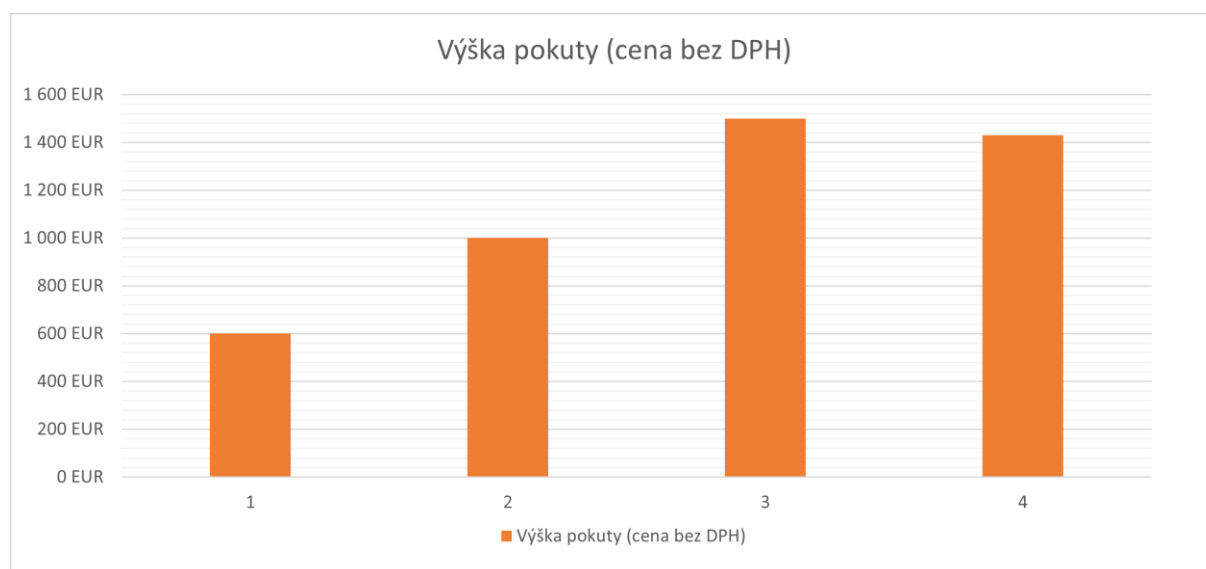
Úrad mesta je pripojený na trafostanicu, ktorá je umiestnená v budove garáží v rámci areálu. Spotreba elektrickej energie za jednotlivé roky je uvedená v nasledujúcej tabuľke. Spotreba elektriny vyplýva z prevádzkovej doby úradu. Väčšinu roka je prevádzka úradu od 7.00 ráno do 17.00 h podvečer. Cez víkend úrad nemá prevádzkové hodiny a má teda iba minimálnu spotrebu elektrickej energie.

Spotreba elektrickej energie	MWh / rok		
	2017	2018	2019
Mestský úrad	370	346	364

Tabuľka 1 Spotreba elektriny objektu mestského úradu

Ročná spotreba elektrickej energie od roku 2013, kedy bola 435 MWh/rok, postupne klesá a posledné tri roky sa pohybuje okolo 370 MWh/rok.

Mestský úrad každoročne platí pokuty za nedodržanie technických podmienok distribúcie, sú to pokuty za nedodržanie účinníku. Za prekročenie rezervovanej kapacity úrad pokuty neplatí. Celkové pokuty sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.



Obrázok 4 Pokuty za nedodržanie technických podmienok – mestský úrad

Na celkovej spotrebe elektrickej energie objektu sa najviac podieľa osvetlenie, ďalej je to spotreba kancelárskej techniky (počítače, monitory, tlačiarne a kopírky atď.), vybavenie kuchyne (elektrický sporák, rôzne chladničky, konvektomat, atď.), vybavenie bufetu, výtahy a vzduchotechnika.³⁰

Jestvujúce osvetlenie objektu je nainštalované so zreteľom k účelu využitia objektu. Osvetlenie predstavujú svietidlá so žiarovkovými a trubicovými svetelnými zdrojmi. V minimálnej časti objektu sú inštalované LED svietidlá. Elektrický príkon osvetlenia môžeme iba odhadnúť – súčasný príkon bude

²⁹ Energy Systems Group, s.r.o. Energetický audit mestského úradu. 1. 2017.

³⁰ Energy Systems Group, s.r.o. Energetický audit mestského úradu. 1. 2017.

kolidovať okolo hranice 150 kW. Odhadovaná spotreba elektrickej energie pre osvetlenie je na úrovni cca 85 MWh/rok.

Dodávku tepla do areálu mestského úradu zabezpečuje dodávateľ tepelnej energie, spoločnosť STEFE Banská Bystrica, a.s., v ktorej vlastnícky podiel 66 % má materská spoločnosť STEFE SK, a.s. a 34 % Mesto Banská Bystrica.

Tepelná strata objektu úradu je podľa energetického posudku 756 kW, garáže majú tepelnú stratu 104 kW, celková tepelná strata areálu je tak 860 kW.

Spotreba tepla objektu	Vykuovaná plocha (m ²)	ÚK (MWh/rok)			TÚV (MWh/rok)		
		2019	2018	2017	2019	2018	2017
Mestský úrad	8 500	1 092	1 032	1 162	95	98	100

Tabuľka 2 Spotreba tepla objektu mestského úradu

V objekte mestského úradu boli v minulosti zrealizované čiastočné náhrady výplní a výmena menšieho množstva úsporných LED svietidiel.

Školy a škôlky

Mesto Banská Bystrica vlastní celkom 11 základných škôl, 31 materských škôl a základnú umeleckú školu. Zoznam týchto objektov je uvedený v prílohe č. 2 tohto dokumentu. Základné školy, rovnako tak časť materských škôl, sú umiestnené v samostatne stojacich objektoch, niektoré materské školy sú súčasťou väčších škôl alebo iných multifunkčných objektov.

Školy a materské školy sú v prevádzke počas školského roka od septembra do júna, materské školy čiastočne aj počas letných prázdnin v júli a auguste. V letných mesiacoch je zrejmy útlm spotreby elektrickej energie daný len čiastočnou prevádzkou budov.

V rokoch 2015 - 2017 sa uskutočnili energetické audity týchto objektov materských škôl:

- Materská škola Na lúčkach 2
- Materská škola Radvanská 28
- Materská škola Tatranská 63
- Materská škola Karpatská 3
- Materská škola Strážovská 3
- Materská škola 9.mája 26
- Materská škola Šalgotarjárska 5

Na základe zrealizovaných energetických auditov sa vo väčšine prípadov odporúčali dve hlavné úsporné opatrenia. Prvým bolo venovať sa tepelnému hospodáreniu objektu, výmene jestvujúcich výplní, zatepleniu obvodového plášťa a strechy a zavedeniu účinného merania a regulácie, druhým vo všetkých prípadoch spomínaná výmena osvetlenia. V prípadoch, keď objekt nebol pripojený na centrálnu vykurovanie, bola doporučená výmena tepelného zdroja.

Zo všetkých nákladov na energiu tvoria väčšinu náklady na vykurovanie, priemerne je to 62 %, na prípravu teplej vody 8 %, straty na vykurovaní 25 %.

Spotreba elektrickej energie tvorí priemerne do 5 % celkových nákladov na energiu týchto typov budov. Minimum Materských škôl je tak vykurovaných elektrickou energiou. Spotreba elektrickej energie dotknutých objektov je zhrnutá v nasledujúcej tabuľke.

Objekt	Spotreba (MWh/rok)
Spotreba elektriny školy	817
Spotreba elektriny škôlky	500
Celková spotreba škôl a škôlok	1317

Tabuľka 3 Spotreba el. energie škôl a škôlok

Z celkovej spotreby elektrickej energie týchto typov objektov väčšinu elektriny spotrebováva umelé osvetlenie. Táto spotreba robí z celkových 5 % spotreby priemerne 80 %, teda 3 % z celkovej spotreby energií objektu³¹.

Spotreba tepla na vykurovanie a krytie strát je dominantnou v porovnaní s ostatnými energetickými spotrebami objektov. Priemerne sa na vykurovanie, prípravu teplej vody a krytie strát v systéme vykurovania využije celých 94 % všetkých nákladov na energie.

Verejnú osvetlenie

Mesto Banská Bystrica prevádzkuje sústavu VO pozostávajúcu z:

- 8 136 svetelných bodov,
- 7 438 stožiarov,
- 229 km zemných vedení,
- 41 km vzdušných vedení,
- 202 ks RVO a 173 ks odberných miest,
- so spotrebou 3 109 232 kWh (v roku 2020).

Mesto Banská Bystrica zostavilo komplexnú stratégiu rekonštrukcie a modernizácie sústavy VO. Ide nielen o výmenu svetelných zdrojov, no i o investície do podzemných vedení, vzdušných vedení, stožiarov, rozvádzačov, riadenia, výstavby vlastnej siete pre agregáciu dát, predprípravy pre vlastnú optickú sieť, či predprípravy pre nabíjaciu infraštruktúru e-mobility. Realizácia tejto stratégie a výstavba siete sa začala v roku 2020 v mestskej časti Uhlisko a Fončorda. Sieť pre riadenie VO, ktorú má mesto záujem využiť i pre agregáciu dát, je postavená na RVO a svietidlách, čo v praxi môže znamenať, že investíciou do týchto 2 častí je možné túto sieť v krátkej dobe postaviť a oživiť. Skutočnosťou, ktorá však túto investíciu spomaľuje, je zlý stav nosných prvkov sústavy, a to podzemných vedení a stožiarov. Sieť na to, aby spoľahlivo prenášala dáta a hlavne aby VO plnilo aj svoju základnú funkciu, musí mať v krátkodobých horizontoch odstránené vady na vedení, no v rámci udržateľnosti funkčnosti kompletne obnovené svoje nosné prvky, ktoré sú po svojej životnosti. Práve investície do podzemných vedení umožňujú budovanie prípravy pre vlastnú optickú sieť, či budovanie prípravy pre nabíjaciu infraštruktúru pre e-mobilitu.

Rozvádzač a gateway je navrhnutý s komunikáciou do úrovne svetelného bodu. Systém je postavený na rozhraní pre sieť v pásme 868 MHz na technológii IQRF. Systém ďalej dokáže vyhodnocovať stavy a alarmy, hraničnú automatizáciu, odosielanie vyhodnotených, alebo surových dát na server. Automatizácia pracuje na základe zadaných algoritmov so skupinami, s jednotlivými či všetkými svetelnými alebo reléovými bodmi na základe vnútorných údajov, získaných údajov, binárnych vstupov atď.

³¹ Energy Systems Group, s.r.o. Energetické audity škôl a škôlok. 1. 2017.

RVO je možné blokovať na základe diaľkového povelu, dozorovať stav hlavného ističa, dozorovať dverný kontakt, dozorovať napájacie napätie a jeho hodnotu, dozorovať stav hlavného stýkača v závislosti na prevádzkovom stave, ovládať podriadené prvky siete do úrovne svetelného bodu, evidovať a hlásiť poruchy do úrovne svetelného bodu, merať hodnoty napätia, prúdu, účinníka, príkonu s hlásením prekročenia maxima a minima, realizovať odpočty stavu elektromera, riadiť do úrovne jednotlivého svetelného bodu (ďalej len SB) s možnosťou vytvorenia až 8 regulačných kriviek s desiatimi stupňami regulácie.

Riadenie je postavené na systéme ARVO na technológii JAVA. Predstavuje tak neproprietárne vývojové prostredie nezaťažené licenčnými poplatkami. LED svietidlá pre VO sú osádzané modulom IRC, ktorý umožňuje:

- spínanie s vypínaním svietidla, jeho reguláciu,
- stmievanie s voliteľnou intenzitou na základe pevného časového plánu, samoučiaceho režimu, alebo vonkajšieho povelu,
- dynamickú reguláciu,
- biodynamickú reguláciu,
- zapojiť až 239 ovládaných svietidiel pre jeden riadiaci modul,
- rozsiahlu indikáciu prevádzkových a poruchových stavov,
- možnosť získavania prevádzkových dát.

Zimný štadión

Údaje o spotrebách tepla, chladu a elektrickej energie nám neboli zaslané, preto v prípade zimného štadióna budeme vychádzať iba z informácií získaných pri osobnej prehliadke. Zimný štadión využíva na svoju prevádzku dve ľadové plochy, plochu hlavného štadiónu a plochu tréningovej haly. Zimný štadión je otvorený celoročne.

Chladenie ľadových plôch sa uskutočňuje pomocou 3 kompresorových jednotiek, na chladenie sa používa čpavok. Tieto kompresory fungujú v režime výkonu 0, 25, 50, 75 a 100 % - svoj výkon menia skokovo. V technologickej miestnosti chladenia nie sú inštalované frekvenčné meniče, ktoré by regulovali výkon kompresorov.

V tréningovej hale sa nedávno menilo osvetlenie ľadovej plochy. Na osvetlenie sa využívajú LED svietidlá.

Objekt v roku 2020 prešiel rozsiahlou modernizáciou. Podľa poskytnutých informácií modernizácia zahŕňa vystuženie strechy hlavnej haly tak, aby bolo možné na strop zavesiť viacúčelovú „informačnú kocku“. Novovystužená strecha však podľa získaných informácií nebude mať nosnosť na umiestnenie prípadných fotovoltaických panelov. Rekonštrukcia sa ďalej týkala vzduchotechniky hlavnej haly a jej osvetlenia a tribúny.

Osvetlenie ľadovej plochy hlavnej haly sa ovláda cez aplikáciu v PC podľa pripraveného rozpisu. Pri výpadku elektrickej energie sa svietidlá sami zapnú na 500 lx, pričom sa ďalej ovládajú cez vzdialený prístup.

Plavecký štadión

Krytý plavecký štadión sa nachádza na adrese Cesta na štadión 1271/28. Je to samostatne stojaca viacúčelová stavba. Jeho prevádzka je celoročná. Energetický audit ani statický posudok strechy tejto

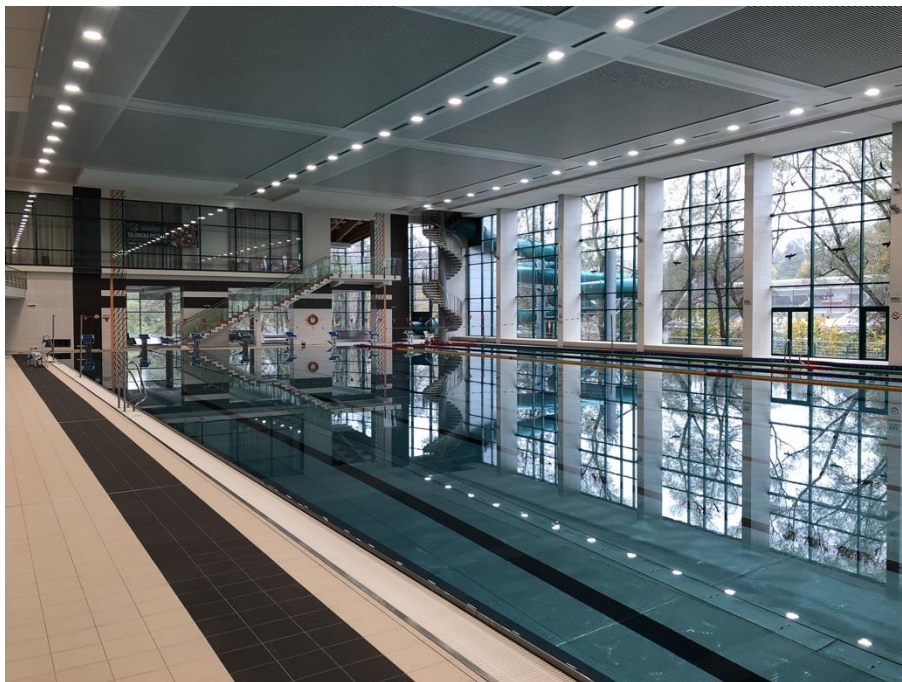
stavby nebol na účely tejto štúdie k dispozícii, a tak pre potreby tejto štúdie budeme vychádzať zo zaslaných spotrieb tepla a elektrickej energie za rok 2019 a z osobnej prehliadky areálu.

Podľa informácií prevádzkovateľa strecha neunesie prípadné ďalšie zaťaženie – napr. fotovoltaiickými panelmi.

Za kalendárny rok štadión spotrebuje priemerne 900 MWh elektrickej energie. Podľa informácií od správcu objektu väčšinu spotreby elektrickej energie tvoria náklady na výrobu pary v parných vyvíjačoch a osvetlenie. Areál je napájaný z vlastnej trafostanice umiestnenej v areáli. Hlavné osvetlenie pozostáva z množstva rôznorodých svietidiel a zdrojov. Svietidlá majú v priemere 10 rokov. Spotreba elektrickej energie predstavuje približne 30,7 % z celkovej spotreby energie.

Celoročná potreba tepla sa pohybuje okolo 7300 GJ, teda 2027 MWh energie. Výroba a rozvod tepla je pomocou inteligentného systému merania a regulácie vyvedený zo strojovne do velína. Systém kontroluje a vyhodnocuje veľké množstvo dát z výroby a distribúcie tepla a tiež z vodného hospodárstva. V strojovni je okrem samostatne stojacej kotolne umiestnená taktiež vzduchotechnika areálu. Výkon týchto vzduchotechnických jednotiek je riadený cez frekvenčné meniče.

Voda do bazéna sa dopúšťa z vodovodného potrubia a vypúšťa sa do kanalizácie. Nie je použitá rekuperácia tepla z tejto bazénovej vody na predohrev vody.



Obrázok 5 Hlavné osvetlenie plaveckého bazénu

Mesto spravuje veľké množstvo budov a objektov a vlastní alebo spoluvlastní niekoľko mestských spoločností. Mesto aktuálne nedisponuje jednotným uceleným prehľadom spotrieb energie za mestské spoločnosti, ktoré vlastní alebo spravuje. Aktuálne neprebíha agregácia dát na nehnuteľnostiach, ktoré mesto spravuje. **Do stratégie elektroenergetiky odporúčame jednoznačne integrovať i všetky mestské spoločnosti. Odporúčame agregovať ¼ hodinové spotreby elektrickej energie do jednotného systému pre energetický manažment.**

Analýza súčasných a budúcich sledovaných ukazovateľov, ich návrh.

Meranie, sledovanie a analýza kľúčových ukazovateľov je v oblasti elektroenergetiky nevyhnutná pre správne porozumenie prebiehajúcich udalostí, pre nastavovanie budúcich opatrení a pre spätnú kontrolu. Nastavenie ukazovateľov je vhodné realizovať tak, aby boli pripravené vstúpiť do nadradeného celku, ktorým pre elektroenergetiku je energetický manažment budov a zariadení a v ešte vyššom nadhľade meranie smartness mesta Banská Bystrica. V tejto kapitole pôjdeme od najvyššieho bodu smerom k základnej úrovni analýzy ukazovateľov.

Aktuálne sledované ukazovatele mesta

Z pohľadu elektroenergetiky sa pre potreby mesta sleduje zatiaľ iba spotreba elektrickej energie budovy/prípadne spotreby kľúčových technológií v jednotlivých budovách. Spotreba sa sleduje i pre ostatné typy energií.

Sledovanie spotreby sa uskutočňuje predovšetkým sledovaním dodaných faktúr od dodávateľa energie, prípadne osobnou kontrolou daných meračov. Do niektorých energetických reportingových systémov dodávateľov je možné nazrieť i digitálne a robiť z nich niektoré jednoduché reporty, avšak tieto systémy sú značne neprehľadné a nevyhovujú štandardom pre prácu energetického manažmentu. Preto sa dáta z týchto systémov ukladajú do ďalších tabuliek, z ktorých sa spracovávajú.

Každý dodávateľ energie navyše používa svoje špecifické formuláre, súbory, v ktorých udáva informácie o spotrebách jednotlivých odberných miest. Pri zmene dodávateľa tak dôjde i k zmene dodávaného reportu. Je nutné podotknúť, že už len sledované spotreby energií budov mesta (napríklad na zákazníckom portáli POW-EN) sú veľmi neprehľadné, veľmi ťažko sa z nich robia reporty, dostupnosť štatistík odberných miest je prakticky nulová, i keď sú určité štatistiky zákazníkovi ponúkané prostredníctvom vlastného programu. Všetky údaje o spotrebách odberných miest sú tak sledované v rôznych súboroch, v ktorých sa len veľmi ťažko orientuje.

Pre predstavu reportovanej štatistiky o spotrebe elektrickej energie je uvedená ukážka v prílohe č. 3.

Na zimnom štadióne sa ešte okrem vyššie uvedených ukazovateľov sledujú ďalšie špecifické ukazovatele dané umiestnením špecifických technológií a ich meraním a reguláciou v daných objektoch. Ide o sledovanie teploty a tlaku.

Monitoring a vyhodnocovanie ukazovateľov

Inteligentné riešenia („smartness“) mesta

Z globálneho pohľadu je vhodné dokázať merať tzv. inteligentné riešenia mesta. S vývojom smart city („inteligentné mesto“) v priebehu posledných rokov stratégií, ktorých súčasťou je i elektroenergetika, sa začali objavovať i potreby, ako inteligentné riešenia mesta štandardizovať a merať. S touto problematikou je spojených niekoľko otázok. V prvom rade je predovšetkým potreba sa zamyslieť nad tým, čo v skutočnosti sú tzv. inteligentné riešenia? Je vôbec možné tento pojem zmerať? Pokiaľ áno, v akom rozsahu? Aké predpoklady musí mesto splniť, aby dosiahlo vysokú úroveň „smartness“?

Podľa medzinárodných noriem ISO miera „smartness“ ukazuje schopnosť mesta využiť všetky svoje zdroje na dosiahnutie svojich cieľov. Inými slovami demonštruje, ako efektívne môžu rôzne mestské

časti, ľudia a organizácie spoločne fungovať v rámci jedného mesta, a to ako na individuálnej úrovni, tak pri vytváraní vzájomných synergií. V súvislosti s meraním smart city sa dôraz kladie predovšetkým na druhé hľadisko, teda nakoľko je mesto schopné integrovať a prepájať svoje systémy.

Prečo merať „smartness“? Existujú dva hlavné dôvody merania. Prvým z nich je zmerať zmenu, ktorá nastala po implementovaní inteligentných riešení. Druhým dôvodom je vytvoriť systém porovnania, kedy jednotlivé mestá môžu sledovať, ako si vedú navzájom. Pri tvorbe štandardizovaného merania a samotnej tvorbe schopnosti merať „smartness“ sa objavuje rad prekážok. Každé mesto má svoje špecifické záujmy, problémy, potreby, ktoré predstavitelia miest pri implementácii konceptu berú do úvahy. Ak je prínosom smart city zvýšenie efektívnosti chodu mesta a zvýšenie spokojnosti obyvateľov, musia sa tieto špecifické potreby objaviť i v systéme merania v podobe vhodných, mestu na mieru šitých kritérií. Vytvorenie jednotného systému merania je teda do istej miery nemožné, pretože sa niektoré kritériá indexu môžu s prekročením hraníc krajiny či regiónu meniť. Na zaistenie relevantného porovnania sú tieto indexy aplikované v mestách, ktoré majú do určitej miery podobnú charakteristiku (zemepisná poloha, veľkosť, počet obyvateľov a pod.).

Najbližším príkladom mesta, ktoré zaviedlo do praxe túto metodológiu, je mesto Praha. Praha zaviedla meranie „smartness“ pod názvom Smart Prague Index. Týmto indexom mesto vie vyhodnotiť na základe zvolených indikátorov úroveň „smartness“ implementovaných projektov v nadväznosti na celkovú stratégiu mesta Praha.³² Indikátory týkajúce sa elektroenergetiky v oblasti zdieľanej elektromobility sú:³³

- počet elektrických vozidiel na 1000 obyvateľov,
- počet parkovacích miest pre elektroautomobily,
- počet zdieľaných elektroautomobilov (na mestskú časť i na 1000 obyvateľov),
- počet elektrických vozidiel z celkového počtu zdieľaných vozidiel v meste,
- počet zdieľaných elektrických vozidiel k celkovému počtu registrovaných vozidiel,
- ďalšie indikátory merajú používanie, dostupnosť a popularitu zdieľaných elektrických vozidiel,
- vyspelosť platforiem pre zdieľanie automobilov,
- penetrácia nabíjacích staníc vo verejnej infraštruktúre (prepočet na mestskú časť),
- pomer rýchlonabíjačiek,
- používanie nabíjacej infraštruktúry (počet nabití), používanie nabíjacej infraštruktúry (spotreba),
- počet elektroautobusov vo flotile,
- počet najazdených km elektrickým autobusom (v pomere ku celkovým najazdeným km autobusov).

Pre energetický sektor sa sleduje:³⁴

- spotreba energie v Mwh/m²,
- spotreba energie z neobnoviteľných zdrojov energie v MWh/m²,

32 <https://www.smartprague.eu/en-smart-prague-index>, 18.11.2020

33 , Operátor ICT a.s., Smart Prague Index, 18.11. 2020, <https://www.smartprague.eu/files/2019/Smart%20Prague%20Index%20%E2%80%93%20ro%C4%8Denka%202019%20EN.pdf>

34 , Operátor ICT a.s., Smart Prague Index, 18.11.2020, <https://www.smartprague.eu/files/2019/Smart%20Prague%20Index%20%E2%80%93%20ro%C4%8Denka%202019%20EN.pdf>

- emisia CO₂ v t,
- cena energie na 1m²,
- a iné

Pre verejné osvetlenie:

- počet modernizovaných svietidiel k celkovému počtu svietidiel.

Pre nezávislosť distribučnej siete³⁵:

- mikrogridy (počet),
- inštalovaná kapacita solárnych panelov v MW,
- zálohové zdroje elektrickej energie (v kVA).

Pre náhľad do smart city štandardov je potreba rozlíšiť 3 úrovne: strategické, procesné a technické špecifikácie.

Strategická úroveň

Štandardy v tejto kategórii sa snažia mestám poskytnúť návod a pevný základ pre nastolenie jasne danej a efektívnej stratégie inteligentného mesta. Stratégia vytvorená podľa takéhoto konceptu ukazuje priority, vypracovanie plánu realizácie, sledovania a vyhodnocovania. Stratégiou inteligentného mesta sa zaoberajú tieto normy:

- ISO 37120: Sustainable development of communities
- ISO 37101: Sustainable development & resilience of communities – Management System
- ISO 37102: Sustainable development & resilience of communities – Vocabulary

Procesná úroveň

Táto skupina štandardov ponúka návod a best practice (najlepšiu prax) pre riadenie projektov inteligentného mesta. Je riadená týmito normami:

- BS ISO 20121: Event sustainability management system – Requierements with guidance for use
- ITU-T L.1410: Methodology for the assessment of the environmental impact of information and communication technology goods, networks and services
- CWA 16649: 2013 en Managing emerging technology-related risks

Technická úroveň

Posledná kategória štandardov zastrešuje technické špecifikácie, ktoré sú potrebné pri implementovaní nástrojov a služieb inteligentného mesta.

- ISO/IEC AWI 30145 Information technology
- IEEE 1851: IEEE standard for design criteria of integrated sensor-based test applications for household appliances
- ITU-T X.207: Information technology – Open systems interconnection – Application layer structure

35 , Operátor ICT a.s., Smart Prague Index, 18.11.2020,
<https://www.smartprague.eu/files/2019/Smart%20Prague%20Index%20%E2%80%93%20ro%C4%8Denka%202019%20EN.pdf>

Komplexnejší zoznam štandardov je možné nájsť v dokumentácii spoločnosti BSI v anglickom origináli Mapping Smart City Standards. Ako je zo stručného prehľadu jasné, tieto štandardy nie sú dielom jednej štandardizačnej organizácie, ale existuje tu niekoľko takýchto organizácií. Medzi organizáciami zaoberajúcimi sa štandardami v problematike inteligentného mesta pôsobia:

- ISO: Medzinárodná organizácia pre štandardizáciu
- CEN: Európsky výbor pre normalizáciu
- CENELEC: Európsky výbor pre normalizáciu v elektrotechnike
- ETSI: Európsky inštitút pre telekomunikačné normy
- ITU: Medzinárodná telekomunikačná únia
- IEC: Medzinárodná elektrotechnická komisia
- BSI: Britská inštitúcia pre štandardizáciu

V prípade záujmu venovať sa „smartness“ ukazovateľom odporúčame vychádzať z medzinárodných štandardov spomínaných v predchádzajúcom texte a postupovať od jednoduchších ukazovateľov k zložitejším. **Odporúčame sa však meraniu „smartness“ venovať až v čase, kedy bude v meste plne funkčný systém správy a riadenia nehnuteľností, nasadený energetický manažment, zrealizovaná pasportizácia nehnuteľností a hlavne schválená koncepčná stratégia inteligentného mesta pre mesto Banská Bystrica.**

V tomto prípade potom odporúčame začať sledovať tieto základné ukazovatele:

- 1) podiel výroby obnoviteľnými zdrojmi na celkovej spotrebe odberného miesta,
- 2) potenciálna úspora odberného miesta v spotrebe elektrickej energie,
- 3) potenciálna úspora odberného miesta vo výrobe elektrickej energie,
- 4) aktuálne dosiahnutý stupeň úspory,
- 5) merná spotreba CO₂ objektu na m²,
- 6) energetická sebestačnosť mesta (pomer vlastnej vyrobenej zelenej energie voči nakupovanej energii celkove),
- 7) spotreba energie na m² jednotlivých objektov podľa skupín.

Energetický manažment

Energetický manažment definujeme ako najvyššiu úroveň riadenia energetiky mesta. Postavili sme ho pod meranie „smartness“, keďže sa zaoberá čisto energetikou a sám o sebe nedokáže vypovedať o úrovni inteligentných riešení celého mesta. Energetický manažment je systém hospodárenia s energiami, ktorého cieľom je efektívne riadenie znižovania spotreby energie. Ide o uzatvorený cyklický proces neustáleho zlepšovania energetického hospodárstva.

Plánuj - Zisťovanie spotreby energie a určenie stanovovaní východiskového stavu, ukazovateľov energetickej náročnosti, cieľov, cieľových hodnôt a akčných plánov, nevyhnutných na dosiahnutie výsledkov, ktoré znižujú energetickú náročnosť.

Urob - Zavedenie akčných plánov systému hospodárenia s energiou.

Kontroluj - Procesy monitorovania, merania a kľúčové charakteristiky činností, ktoré determinujú energetickú náročnosť vzhľadom k energetickej politike, cieľom a správam o výsledkoch.

Konaj - Realizácia opatrení na neustále znižovanie energetickej náročnosti a zlepšovanie systému hospodárenia s energiou.

Energetický manažment je teda uzatvorený cyklický proces neustáleho zlepšovania energetického hospodárstva, ktorý je zložený najmä z týchto činností:

- monitoring a targeting – zber dát o spotrebe energie a vody,
- stanovenie potenciálu úspory energie – stanovenie východiskového stavu (prieskum spotreby),
- realizácia opatrení,
- vyhodnocovanie spotreby energie a účinnosti realizovaných opatrení,
- porovnávanie úspor predpokladaných a skutočne dosiahnutých,
- tvorba a aktualizácia energetických koncepcií, energetických (akčných) plánov.

Cieľom zavedenia energetického manažmentu je riadenie spotreby energie za účelom dlhodobého znižovania dopadov na životné prostredie, ktorého významným vedľajším efektom je znižovanie prevádzkových nákladov.

Prax ukázala, že samotná realizácia investičných opatrení s cieľom znížiť energetickú náročnosť (zateplenie, výmena okien, výmena zdroja tepla) sama o sebe nezaručuje dlhodobo udržateľné a najvyššie možné zníženie spotreby energie. Až v spojení s opatreniami, ako je regulácia energetických systémov a všeobecne prispôsobenie prevádzky novému stavu budov a zavedenie energetického manažmentu môže tento optimálny stav zaistiť.

V praxi existujú overené postupy a príklady, z ktorých vyplýva, že vďaka systematickému energetickému manažmentu dochádza u renomovaných objektov v dlhodobom horizonte k zníženiu spotreby energie pod úroveň deklarovanú v energetickom audite a tým aj k výraznému zlepšeniu ekonomickej návratnosti daných opatrení.

Z pohľadu základného energetického manažmentu sú najjednoduchšie sledované ukazovatele opísateľné ako sledované statické údaje o odberných miestach a zdrojoch. Odporúčame začať sledovaním týchto základných ukazovateľov odberných miest.

Vďaka zberu základných ukazovateľov mesto dostane do ruky informácie, vďaka ktorým môže energetik mesta riešiť úspory dané vyjednaním lepších odberateľských zmlúv energií, prípadne dokáže vyhodnotiť implementáciu uvedených riešení.

Mesto Banská Bystrica implementovalo koncom roka 2020 softvér Chastia FM, ktorý poskytuje plnú funkcionálnu podporu energetického manažmentu a všetkých s tým súvisiacich procesov. T. z. evidenciu a pasport majetku, manažment nehnuteľností, energetický manažment i agregáciu dát. Preto v rámci tejto kapitoly budeme používať rozhranie tohto softvéru pre príkladné znázorňovanie tém.

Facility manažment

Pre optimálnu prevádzku nehnuteľností a jednotlivých technických zariadení je nutné efektívne pristupovať aj k technickej údržbe objektov a technických zariadení.

Mesto Banská Bystrica zabezpečuje buď priamo alebo subdodávateľsky výkon technickej správy, revízií a úradných skúšok a iných povinných servisných úkonov, ktoré sú legislatívne nariadené v zmysle legislatívy Slovenskej republiky, vykonávacích vyhlášok, platných noriem a iných predpisov na území Slovenskej republiky.

Odporúčame centralizovať evidenciu a plánovanie údržbových činností prostredníctvom softvérového nástroja na to určeného s prepojením na platnú časť legislatívy (napríklad zatriedenie zariadenia do skupiny a kategórie podľa vyhlášky 508/2009 – pre vyhradené technické zariadenia).

Súčasťou plánovania je tiež automatické upozorňovanie formou e-mail notifikácií o jednotlivých cykloch a termínoch plánovanej údržby. Plánovanie je vhodné realizovať aj vzhľadom na technický stav a prevádzku zariadenia.

Súčasťou plánu býva tiež:

- Plánovanie ceny za jednotlivý výkon plánovanej/periodickej údržby
- Plánovanie dodávateľa (zvyčajne zazmluvneného)
- Priradenie pracovného postupu, ktorý musí byť dodržaný pri výkone údržby a pod.

Po vykonaní plánovanej údržby je potrebné do systému pripojiť revíziu správu/protokol o vykonaní úkonu, zaevidovať prípadné zistené nedostatky a označiť jednotlivý výkon ako zrealizovaný. Softvérový nástroj automaticky naplánuje ďalší úkon podľa preddefinovanej periódy (zvyčajne legislatívne predpísanej). Týmto sa tvorí elektronický archív všetkých dokumentov k jednotlivým technickým zariadeniam.

Veľmi dôležitou súčasťou procesu je kontrola zazmluvnených dodávateľov vykonávajúcich plánovanú údržbu zariadení, či dodávanú službu dodávajú včas, v legislatívne predpísaných intervaloch a tiež v dostatočnej kvalite.

Mesto Banská Bystrica týmto nástrojom tiež získa podrobné prehľady o zrealizovaných a tiež zmeškaných revíziách/servisných úkonoch. Býva bežnou praxou bez zavedenia tejto evidencie, že subdodávatelia majú zazmluvnený iný rozsah výkonu, ako je skutočne potrebné vykonávať v zmysle platnej legislatívy.

Nevyhnutnou súčasťou efektívnych procesov riadenia správy nehnuteľností/facility manažmentu je tiež zavedenie helpdeskového systému, ktorý umožňuje nahlasovanie (napríklad aj prostredníctvom mobilného telefónu po oskenovaní QR kódu priradeného pri pasportizácii), správu a riešenie požiadaviek na údržbu z jednotlivých objektov. Požiadavky na údržbu sú zvyčajne považované za poruchy a vzniknuté incidenty na jednotlivých objektoch a technických zariadeniach. Prostredníctvom helpdeskového systému je možné efektívne spravovať jednotlivé poruchy na základe preddefinovaného workflow a schvaľovacích procesov v rámci správy nehnuteľností mesta. Po vyriešení jednotlivých porúch je odporúčané evidovať aj náklady spojené s jednotlivými opravami v členení minimálne materiál, práca a subdodávky.

Nasadením efektívneho nástroja na riadenie správy nehnuteľností – facility manažmentu Mesto Banská Bystrica získa veľmi presný pohľad na stav spravovaných objektov a technických zariadení. Týmto procesmi sa zvyčajne darí efektívne znižovať náklady na prevádzku jednotlivých nehnuteľností a tiež zlepšovať energetickú efektívnosť jednotlivých objektov.

Pre zjednodušenie práce s facility manažmentom/technickou správou nehnuteľností sú softvérové nástroje dostupné aj prostredníctvom mobilných telefónov, kedy užívatelia objektov jednoducho zadávajú svoje požiadavky na opravy prostredníctvom mobilného telefónu (jednoduchým odfotoграфovaním problému a jeho odoslaním do centralizovaného systému) a tiež pre správcov jednotlivých objektov, ktorí majú efektívny nástroj a prístup ku všetkým technickým informáciám o jednotlivých objektoch a zariadeniach, priamo v mobilnom telefóne (predpokladom je realizácia pasportizácie, ako je popísané v kapitole vyššie).

Pasportizácia objektov

Pasportizácia objektov spočíva z pasportizácie stavebných objektov vo vlastníctve a správe mesta Banská Bystrica a z pasportizácie technologických zariadení, ktoré sa nachádzajú v týchto objektoch.

Pasportizácia v minimálnom rozsahu je nevyhnutná ešte pred samotnou realizáciou sledovania stavov meradiel a energetického manažmentu. Jednotlivé ukazovatele energetického manažmentu sa opierajú o údaje získané v rámci pasportizácie. Napríklad m² jednotlivých objektov, priestorov, technický stav objektov, podobnosť objektov a pod.

Pod pojmom pasportizácia sa rozumie najmä evidencia pozemkov, budov, zariadení, meradiel, priestorov, plôch a technických zariadení. Tieto údaje sú základnou bázou pre energetický a facility manažment. Jednotlivé entity v rámci pasportizácie sú zvyčajne stromovo/hierarchicky usporiadané v rôznom členení (priestorové členenie, organizačné členenie, technologické členenie a pod.). Každá evidovaná entita obsahuje množstvo sledovaných vlastností, ktoré sa líšia podľa typu entity/zariadenia. Súčasťou evidencie je zvyčajne označenie entity/zariadenia QR kódom, elektronická dokumentácia (súbory v akýchkoľvek formátoch), fotografie a pod.

Pri pasportizácii objektov sa odporúča, ak je to možné, realizovať prípravu/aktualizáciu výkresovej dokumentácie jednotlivých objektov v minimálnej podrobnosti stavebných pôdorysov. Týmto spôsobom sa získajú presné informácie o typoch priestorov, ich m² a o ďalších parametroch nevyhnutne potrebných k energetickému manažmentu.

Implementovaný softvér Chastia FM v meste Banská Bystrica poskytuje plnú funkcionálnu podporu procesov pasportizácie, označenia zariadení QR kódom, online pripojenej výkresovej dokumentácie k jednotlivým evidovaným entitám/objektom/priestorom/ zariadeniam.

Chastia FM [.\sqlserver, CHASTIA_DEMO]
 Súbory Úroveň Nástroje Okno Pomocník
 Priestorová štruktúra Slovenko/Prešov/Poprad/Západ V./OK 2/ <Nezadaný>/Pod lesom 2

Okruh kotolne OK 2 x Správca výhrevov
 1:728.7 Zaboriť

Objekty IS - Podradené objekty
 Objekty IS - Typ
 Objekty IS - Fotografia
 Objekty IS - Poznámka
 Objekty IS - Evidenčné údaje

Energie - História spotrieb

Fakt. spotreba	MJ	FS	Obdobie
Základné			
MM TUV			
6 476.78	kWh		Sep 2013
6 108.22	kWh		Aug 2013
5 647.59	kWh		Jul 2013
5 604.86	kWh		Jun 2013
6 863.12	kWh		May 2013
TUV - množstvo			
0.0	m³		Oct 2013
67.553	m³		Sep 2013
69.985	m³		Aug 2013
33.219	m³		17 Jul 2013 - 31 Jul 2
36.559	m³		Jul 2013
TUV - teplo fix			
1,547,503	kWh		Sep 2013
1,547,503	kWh		Aug 2013
1,547,503	kWh		Jul 2013
1,547,503	kWh		Jun 2013
1,547,503	kWh		May 2013

Severná 5
 Severná 4
 Severná 2
 Pod lesom 14
 Pod lesom 10
 Pod lesom 6
 Pod lesom 2
 Pod lesom 1
 OK-2
 Pod lesom

IGORSTANEKIEB9: 10.211.55.3; fdb2.2c26.f4e4.0.54b7.53a6.3db3.517b
 E2-Struk | Mod. | Karty | Sub. | Graf.
 Chastia FM (20.10.06.13331) - CHASTIA s.r.o., Užívateľ - Autor programu 0/60

Chastia FM [I:\qlexpress, CHASTIA_DEMO] Súbory Úrovne Nástroje Okno Pomocník Základná agend <Standardné> Slovensko/Prešov/Poprad/Západ V./Pražská 2/ <Nezadaný> /III. poschodie/3.17/3.17/4 Technická podpora

3. poschodie Správca výkresov 1:100 Zatiahol 0/270

Karty Objektov IS

Libro overi	
Kategória priestorov	Nebytový
Skupiny priestorov	[Nezadané]
Typy priestorov	Kancelária
Využitie priestorov	Administratíva
Obsadiťnosť	<input checked="" type="checkbox"/>
Predpokladaný počet	2
Prenajmateľčnosť	<input checked="" type="checkbox"/>
Kategória zmluvných	[Všetky]
Čerovná kategória	Pražská 2 - Najom n
Metódy rozúčtovani	[Nezadané]
Rozdelenie	<input type="checkbox"/>
Parkovisko	<input type="checkbox"/>
Kus	<input type="checkbox"/>
CAD - výkresová pl	12.1535 +0
Merná plocha [m²]	12.15 +0
Užitková plocha [m²]	12.15 +0
Vykurovaná plocha [10.94 +0
Objem [m³]	31.6 +0
Plocha FO	0 +0
Spoluovlasnícky podi	
Konstruktívna výška [2.8
Svetlá výška [m]	2.6
Dátum od	01.01.2009
Dátum do	31.12.9998

Energie - História spotrieb		
Fakt. spotreba	MJ FS	Obdobie
Základné		
MM TUV		
61.614896	GJ	Jan 2019
3.971055	GJ	Feb 2010
0.953053	GJ	Jan 2010
Teplu		
95.098835	GJ	Jan 2019
5.559478	GJ	Feb 2010
3.971055	GJ	Jan 2010

IGORSTANEK1EB9: 10.211.55.3: fbb2.2c264e4.0.54b7.53a6.3db3.517b

Chastia FM [:\solqexpress, CHASTIA_DEMO]

Súbor Úroveň Nástroje Okno Pomocník

Základná agend

Priestorová štruktúra

Slovensko/Prešov/Poprad/Západ V./Západ V./<Nezadaný>/Západ K-V/1/<Nezadaný>/<Nezadaný>/<Nezadaný>

Karty Objektov IS

Schéma zapojenia Západ V 1

1:13.3

Zatvoriť

110

Teplota max. [°C]

Diferenčný tlak max.

Prevedenie [-]

Typ pripojenia [-]

Druh ovládania [-]

Materiál [-]

Povrchová úprava [-]

Dĺžka [mm]

Výška [mm]

Hmotnosť [kg]

Kompatibilita [-]

Zvláštnosti [-]

Katalógové číslo [-]

Popis na výkrese 1 [-]

Popis na výkrese 2 [-]

Objednávaci text pln

Objednávaci text skr

prímy

závitové

ručné

mosadz


60

113

0.7

41.2218

Katalóg - Foto

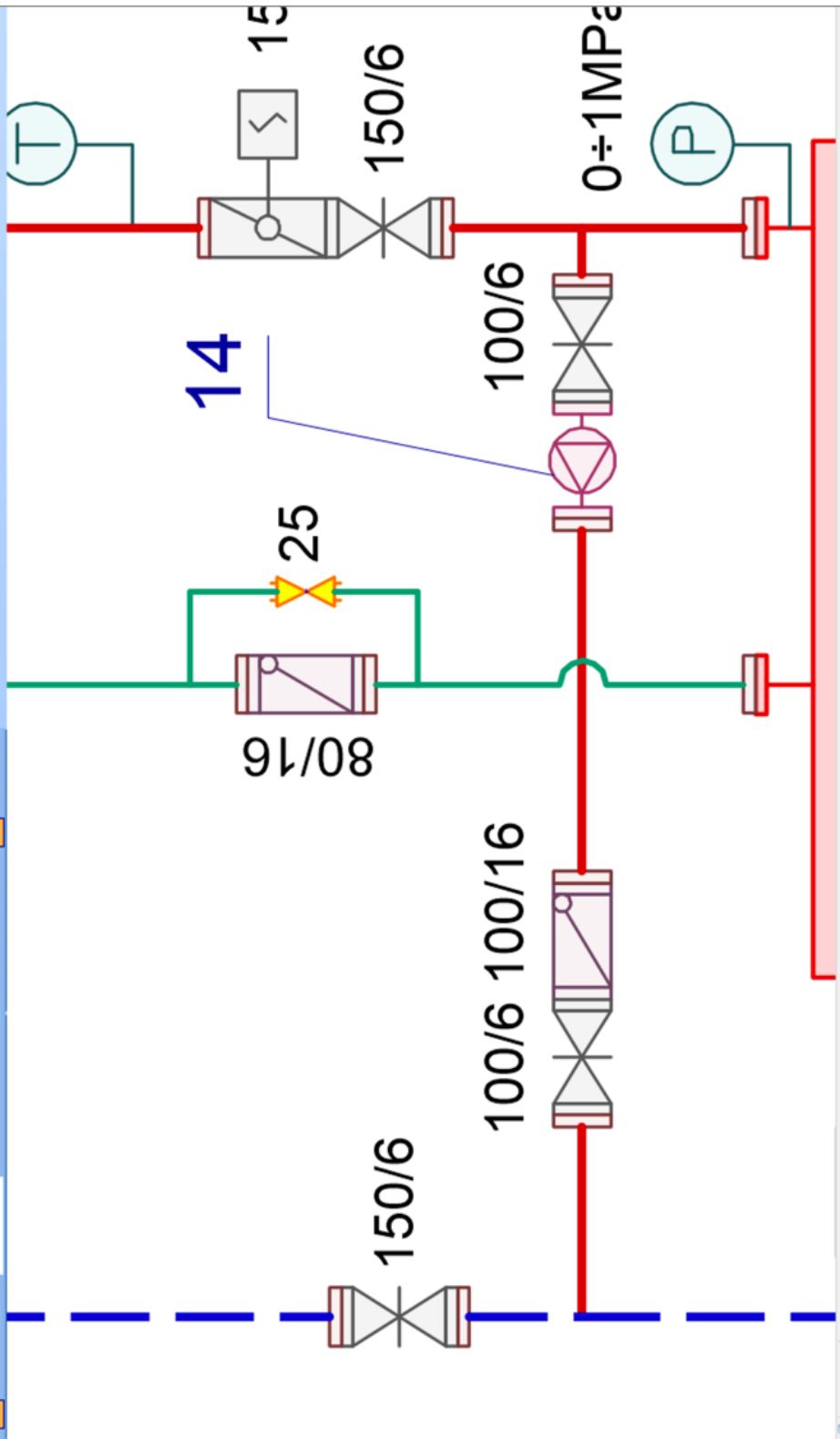


IGORSTANEK\IE89_10.211.55.3_fdb2.2c26f4e4.0.54b7.53a6.3db3.517b

0/1027

E-Štrukt. Mod. Karty. Sub. Graf.

Chastia FM (20.10.06.13331) - CHASTIA s.r.o., Užívateľ - Autori programu



Prvé kroky energetického manažmentu: monitoring, targeting, stanovenie potenciálu.

V rámci koncepcie elektroenergetiky v meste Banská Bystrica rozhodne odporúčame agregovať ¼-hodinové záznamy o spotrebe elektrickej energie a denné/mesačné záznamy o spotrebe ostatných energií sledovaním online ukazovateľov spotrieb energií a dát z ďalších meračov. V tejto kapitole sú to všetky merania uvedené ako aktuálne hodnoty spotreby.

Ďalším dôležitým aspektom pre vyhodnocovanie online stavov z jednotlivých meradiel odberných miest je možnosť prípravy rôznych typov upozornení, vďaka ktorým bude mať energetik mesta možnosť ovplyvňovať spotrebu a výrobu jednotlivých zdrojov/odberných miest, ale tiež bude mať dostatočné informácie na presnú úpravu dodávateľských zmlúv z pohľadu rezervovanej kapacity média.

Vďaka online monitoringu ukazovateľov bude rovnako zaistený zber potrebných údajov pre prípadný posledný stupeň využitia energetického manažmentu – možnosť riešiť flexibilitu jednotlivých zdrojov. Na poskytovanie flexibility bude potrebné zaviesť meranie a reguláciu nie objektov, ale technológií umiestených v objektoch. Čiže budeme hovoriť o meraní a ovládaní technológií kogeneračných jednotiek, fotovoltaických elektrární, ale tiež tepelných čerpadiel a i.. Čo znamená poskytovanie flexibility, aké sú jej možnosti a výhody, to je uvedené v samostatnej kapitole.

Pro potreby monitoringu odporúčame začať zbierať dáta, ktoré budú obsahovať tieto informácie:

- 1) spotreba elektrickej energie za kalendárne obdobie (typicky mesiac, ideálne aspoň 3 roky spätne),
- 2) veľkosť hlavného ističa odberného miesta (v prípade profilu typu C rezervovaná kapacita),
- 3) distribučná sadzba odberného miesta elektrickej energie/zazmluvnené ¼-hodinové maximum odberu elektrickej energie,
- 4) výška pokuty za nedodržanie technických požiadaviek spotreby elektrickej energie (účinníku) za kalendárne obdobie,
- 5) inštalované stráženie ¼-hodinového maxima elektrickej energie áno/nie,
- 6) inštalované stráženie účinníku spotreby elektrickej energie áno/nie (kompenzácia),
- 7) správne uzatvorený (dohodnutý?) tarif odberného miesta áno/nie,
- 8) maximálny elektrický príkon zdroja (maximálny odoberateľný elektrický výkon),
- 9) variabilita rozsahu odberu elektrickej energie (buď iba 0/100 %, prípadne v akom rozmedzí a krokoch),
- 10) maximálny elektrický výkon zdroja (svorkový výkon) – pri dodávke do siete (kW),
- 11) variabilita výroby zdroja (buď iba 0/100 %, alebo prípadne v akom rozmedzí a krokoch),
- 12) aktuálny odoberaný elektrický výkon,
- 13) aktuálne vyrábaný elektrický výkon zdroja,
- 14) EIC kód odberného miesta – nutné pre presnú identifikáciu odberného miesta,
- 15) združenie EIC kódov miest s jednou adresou – pre miesta s viacerými odbernými miestami (a teda aj EIC kódmi) a jednou adresou – typický príklad areály,
- 16) adresa odberného miesta,
- 17) číslo odberného miesta,
- 18) typ zdroja výroby elektrickej energie (fotovoltaika, kogeneračná jednotka...),
- 19) rok a mesiac uvedenia zdroja do prevádzky,
- 20) počet prevádzkových hodín zdroja,

21) poznámka.

Odporúčame monitorovať i tieto údaje, aby vytvorili presnejší obraz o tom, aký podiel na energii má elektrická energia:

- 1) spotreba zemného plynu za kalendárne obdobie (typicky mesiac, ideálne za čo najviac rokov spätne),
- 2) spotreba tepla na vykurovanie za kalendárne obdobie (typicky mesiac, ideálne za čo najviac rokov spätne),
- 3) spotreba tepla na ohrev teplej vody za kalendárne obdobie (typicky mesiac, ideálne za čo najviac rokov spätne),
- 4) spotreba studenej vody za kalendárne obdobie (typicky mesiac, ideálne za čo najviac rokov spätne),
- 5) výška pokuty za nedodržanie dennej rezervovanej kapacity plynu za fakturačné obdobie,
- 6) zazmluvnená denná rezervovaná kapacita plynu,
- 7) inštalované stráženie dennej rezervovanej kapacity plynu áno/nie,
- 8) maximálny tepelný príkon zdroja (v kW),
- 9) maximálny tepelný výkon zdroja (pri dodávke do sústavy odberateľa),
- 10) variabilita výroby tepla zdroja (buď iba 0/100 %, alebo prípadne v akom rozmedzí a krokoch),
- 11) aktuálne odoberané množstvo plynu,
- 12) aktuálne odoberané množstvo tepla,
- 13) aktuálne odoberané množstvo tepla na ohrev vody,
- 14) aktuálny odber studenej vody,
- 15) aktuálny ukazovateľ množstva CO₂,
- 16) aktuálna teplota média v systéme (obzvlášť pri poskytovaní služieb flexibility je potreba u väčšiny systémov poznať aktuálnu teplotu média v systéme (zásobníku),
- 17) ukazovatele zateplenia:
 - uskutočnená výmena výplní áno/nie,
 - uskutočnené zateplenie strechy áno/nie,
 - uskutočnené zateplenie plášťa áno/nie,

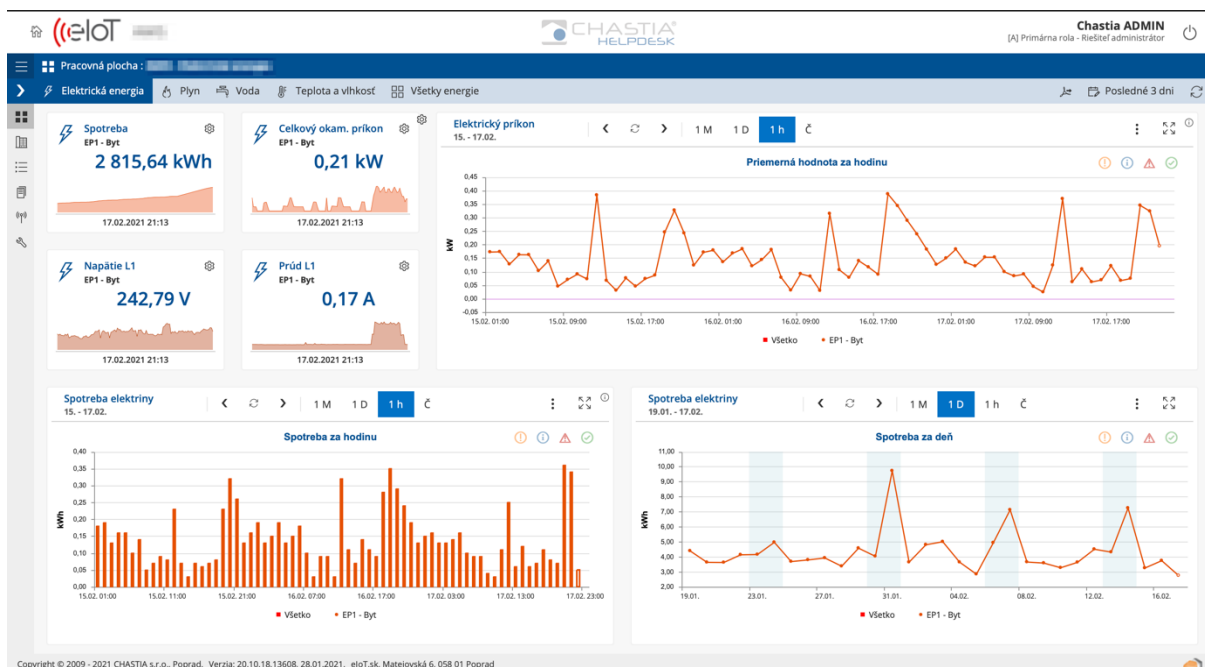
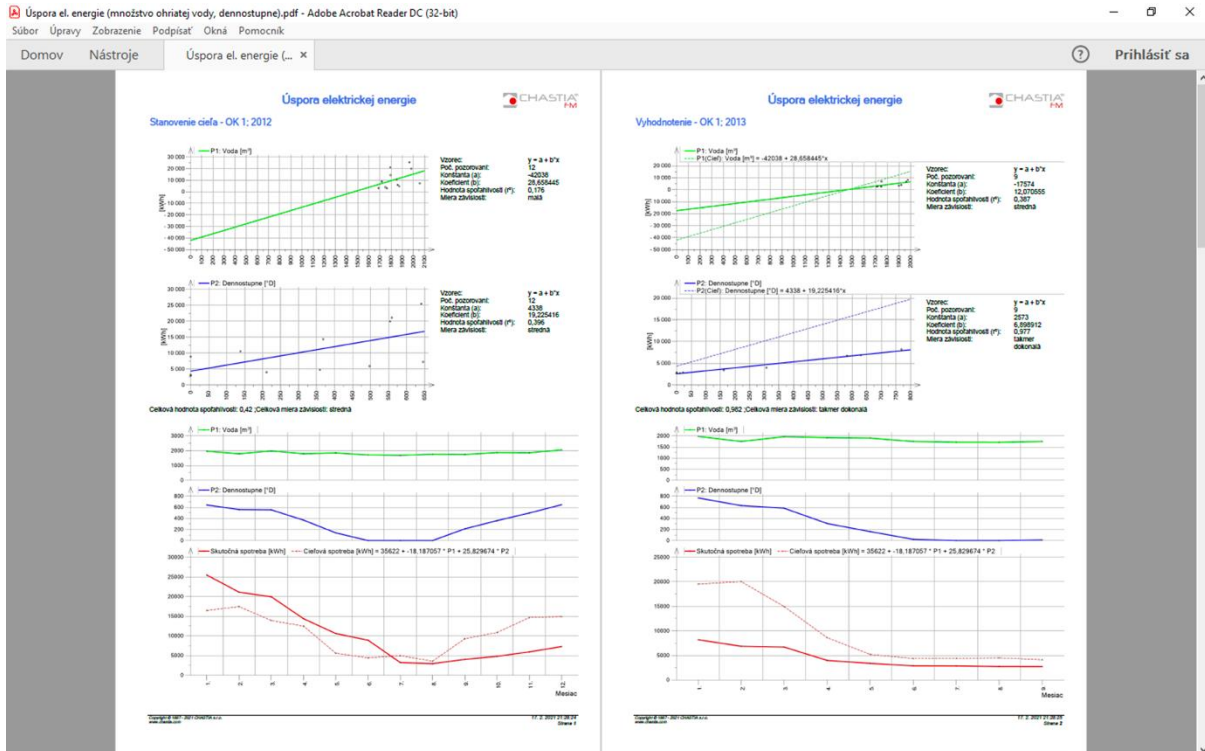
Ako je z vyššie uvedeného súhrnu zrejmé, ide o súbor statických údajov z faktúr, odborných miest a online dát z meradiel. Ak by sa niektoré údaje mali agregovať z faktúr, je nevyhnutné dostávať ich v XML, CSV formáte.

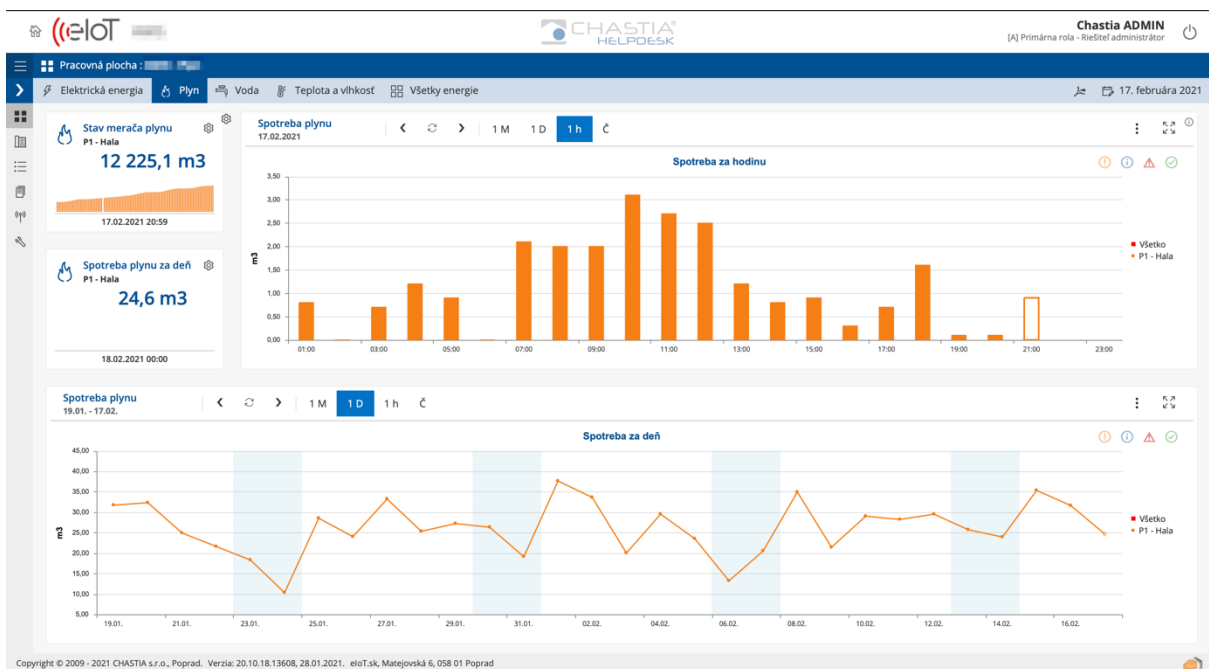
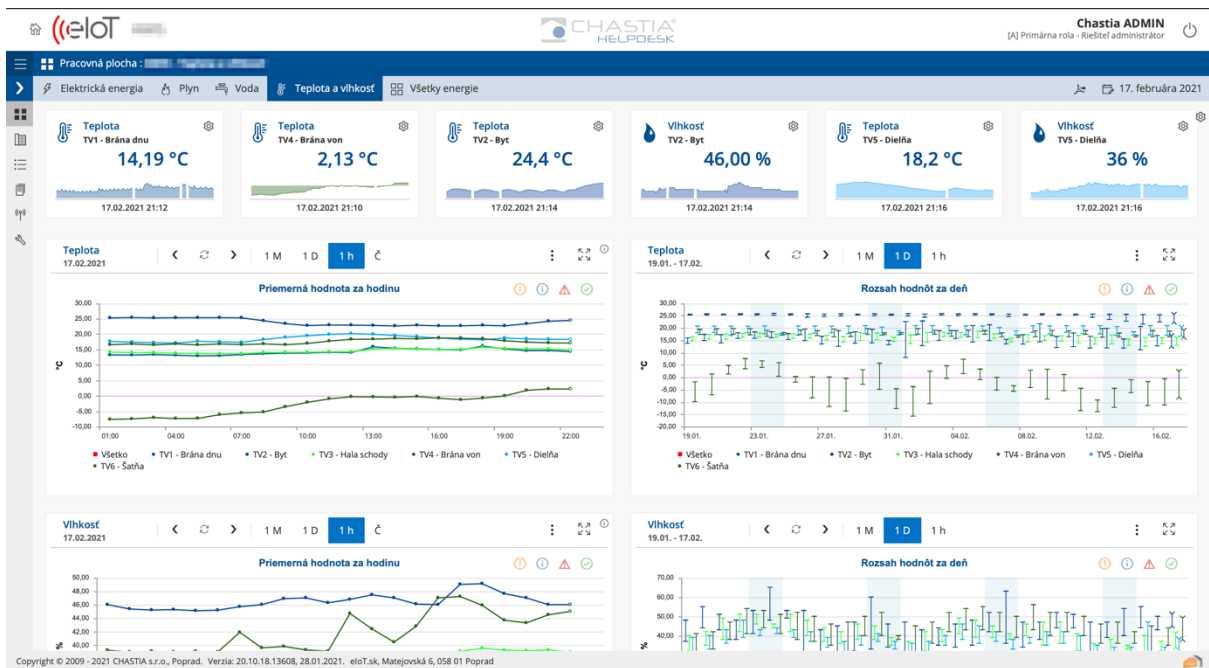
V rámci monitoringu a targetingu navrhujeme zamerať sa strategicky na:

- spotrebu elektrickej energie na 1m² podlahovej plochy,
- spotrebu energie na 1m² podlahovej plochy,
- podiel distribučnej a silovej zložky na celkových nákladoch za elektrickú energiu,
- využitie maximálneho výkonu,
- podiel vlastnej výroby elektrickej energie na celkovej spotrebe elektrickej energie,
- počet nabíjacích staníc pre EV,
- počet nabíjacích staníc pre EV v pomere k počtu EV,
- podiel nabíjacích staníc mesta voči všetkým nabíjacím staniciam,
- počet DC nabíjacích staníc v celkovom počte nabíjacích staníc.

Na základe zberu dát o spotrebach a ich analýzy (monitoringu) existujú dostatočné podklady pre rozhodovanie o realizácii úsporných opatrení (stanovenie cieľa z hľadiska dosiahnutia úspor - targeting) a následne aj pre vyhodnotenie účinnosti prijatých opatrení objektívne vyjadrených v kumulatívnej úspore energie v technických aj cenových jednotkách.

Implementovaná softvérová platforma následne poskytuje podrobné reporty (Chastia FM – monitoring&targeting).





V súčasnosti sú jediné sledované ukazovatele v meste tie o spotrebách energií. Tieto dáta sa získavajú zo zaslaných faktúr. Online sledovanie ukazovateľov, ako je spotreba energií, teploty, CO₂ až na výnimky pre potreby prevádzkovateľov na plavárni a na zimnom štadióne neexistuje. Neexistuje centrálné úložisko dát ani systém práce s týmito dátami formou energetického manažmentu. Dáta sú zaznamenávané v obrovskom množstve súborov, orientácia v týchto súboroch je veľmi ťažká a zložitá.

Navrhujeme urýchliť zavedenie platformy Chastia FM. Pasportizovať nehnuteľnosti, naštartovať energetický manažment. Primárne začať sledovať základné dáta spotrieb elektrickej energie, ktoré následne doporučujeme rozšíriť o online sledovanie. S príchodom výroby elektrickej energie a e-mobility bude ďalším krokom rozšírenie sledovaných ukazovateľov týkajúcich sa týchto domén.

Poslednými navrhovanými ukazovateľmi sú ukazovatele z kategórie „smartness“, ktorými sa doporučujeme zaoberať až v poslednom kroku.

Keďže všetky typy spotrieb energií spolu súvisia, odporúčame sledovať i ukazovatele pre ostatné typy energií. Doporučujeme definovať požiadavky na dáta a ich štruktúru dodávateľovi elektrickej energie, aby mesto získavalo dáta vo formáte, v ktorom si ich pre vlastnú potrebu bude ďalej spracovávať.

Potenciál výroby a spotreby elektrickej energie

Potenciál výroby a jej zdieľanie

Európska 3D energetika a jej implikácia

Svet okolo nás sa mení. Platí to i o európskej energetike, ktorá sa zásadne pretvára pod vplyvom 3 kľúčových trendov. Ide o tzv. 3D, teda dekarbonizáciu, digitalizáciu a decentralizáciu.

Posledné roky sme svedkami jasného prechodu od fosílnych k obnoviteľným zdrojom energie, od centralizovanej výroby k decentralizovaným systémom. Sledujeme v energetike smer, ktorý nenávratne smeruje k úplne novej energetike. Výroba energie sa bude približovať k miestu jej spotreby. Porastie počet tzv. prosumerov, teda užívateľov elektrickej energie, ktorí si ju zároveň vyrábajú. S nástupom digitalizácie dochádza tiež k presunu od dodávok založených čisto na komodite smerom k inovatívnym produktom a službám. Toto sú trendy, ktoré sú a budú rozhodujúce pre modernú energetiku.

Pre budúci vývoj energetiky je kľúčová decentralizácia. Je dôsledkom nielen rastúceho dopytu zákazníkov po energetickej sebestačnosti, ale predovšetkým ich snahy znížiť svoje náklady. V strednej Európe bude hlavným faktorom decentralizácie rozvoj fotovoltaiky na strechách rodinných domov a budov. Podľa mnohých štúdií sa najväčší boom fotovoltaických inštalácií očakáva v rokoch 2020–2030. Okrem decentralizovanej výroby elektriny je ďalším trendom i decentralizovaná výroba tepla, čo bude nevyhnutné pre svet bez spaľovania uhlia.

Kombinácia výroby tepla v mikrokogeneračných jednotkách (doplnených tepelnými čerpadlami) vyrábajúcich i elektrinu, ktorá sa bude spoločne s elektrinou vyrobenou fotovoltaickými panelmi ukladať v batériách – to je smer, ktorým súčasná moderná energetika ide a pôjde.

Samostatnou kapitolou je oblasť elektromobility, ktorá je predmetom samostatnej kapitoly. Agentúra Bloomberg očakáva, že v roku 2030 bude na cestách celosvetovo ročne pribúdať 30 miliónov nových elektromobilov. Bez decentralizovanej výroby elektriny a jej akumulácie nie je možné dosiahnuť takýto masívny rozvoj.

Prosumers - Samospotrebitelia

Prosumerom³⁶ (alebo samospotrebitelom, ako je oficiálny preklad) sa rozumie spotrebiteľ alebo skupina spotrebiteľov, ktorí spotrebovávajú, skladujú alebo predávajú energiu z obnoviteľných zdrojov, ktorú vyrábajú vo svojich priestoroch. Tieto činnosti pritom nesmú predstavovať hlavnú obchodnú alebo profesnú činnosť daného spotrebiteľa. Status samospotrebitela nie je obmedzený iba na domácnosti a súkromné obydlia, ale môže sa vzťahovať i na iné subjekty a najrôznejšie typy priestorov – napr. bytové domy, obchodné zóny, univerzitné kampusy, mestské časti, výrobné podniky alebo spotrebiteľské organizácie. Pre kolektívnych spotrebiteľov zimný balíček formalizuje právo zriadiť miestne spoločenstvo, samostatne ho spravovať, nakupovať a predávať elektrinu.

³⁶ Prevzaté z [europarl.europa.eu](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/593518/EPRS_BRI(2016)593518_EN.pdf) [online]: [cit. 12.12.2020]. Dostupné z: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/593518/EPRS_BRI\(2016\)593518_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/593518/EPRS_BRI(2016)593518_EN.pdf)

Právny základ

Zimný balíček EÚ („Zimný balíček k energetickej únii: čistá energia pre všetkých Európanov“) formálne zakotvuje nárok na prevádzku zdroja pre vlastnú spotrebu a predovšetkým právo prostredníctvom zmlúv o nákupe energie predávať prebytočnú energiu, ktorú výrobca nespotrebuje. Zároveň sa na takýto predaj naspäť do siete nebudú vzťahovať platby, ktoré nie sú nákladovo efektívne. V praxi to znamená, že samospotrebiteľom predávajúcim energiu naspäť do siete nebudú môcť byť účtované neprímerané poplatky, ktoré by boli pre nich nevýhodné a ktoré by ich dostávali do faktickej straty, a naopak za elektrinu dodanú do distribučnej siete im bude uhradená trhovú cenu elektriny.

Podľa Komisie by mali mať ľudia tiež lepšiu možnosť vyrábať elektrinu pre vlastnú spotrebu. Samovýrobcovia nemusia byť iba jednotlivci a domácnosti, ale napríklad aj školy, nemocnice, malé a stredné podniky alebo obchodné centrá. Pokiaľ to nie je ich hlavná podnikateľská aktivita, môžu prebytky elektriny dodávať do siete za trhovú cenu. Zachovajú si pritom status spotrebiteľa. Samovýrobcom by mali pomôcť aj klesajúce ceny solárnych panelov na strechy a ďalších malých zariadení na výrobu elektriny. Malým zdrojom do 50 kilowattov inštalovanej kapacity má byť navyše umožnené jednoduchšie pripojenie do elektrickej siete.

Domácnosť by mohla legálne ročne vyrobiť až 10 MWh energie, podnikatelia až 500 MWh. Štát bude môcť túto hranicu aj zvýšiť.

Týmto dochádza k zjednodušeniu prístupu k výrobe elektriny a nezaťažovaniu aktívnych spotrebiteľov zbytočnou administratívou spojenou napr. so získaním a administráciou licencie na výrobu elektriny, a to najmä v kontexte vývoja celého trhu s elektrinou.

Ceny elektriny na Slovensku

Veľkoobchodná cena elektriny

Na Slovensku sa skončil dvojročný klesajúci trend cien elektriny a v súčasnej dobe ceny významne rastú a reagujú tak aj na ceny povoleniek CO₂, ktoré sú pre výrobu elektriny v uhoľných, ale i plynových elektrárňach zásadné. Ten je zrejímavý na obrázku dokumentujúcom vývoj veľkoobchodných cien na energetickej burze PXE.³⁷



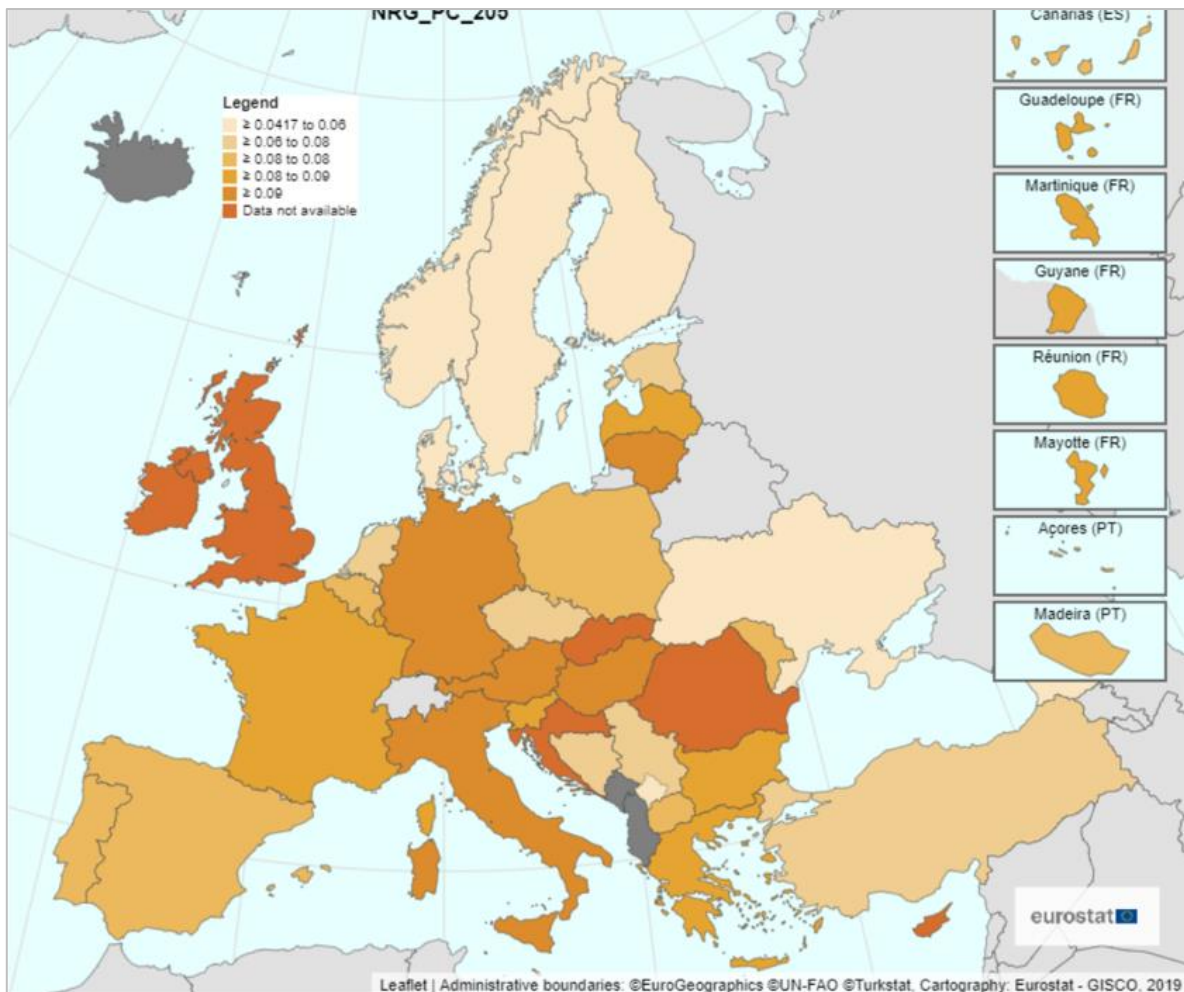
Obrázok 6 Vývoj veľkoobchodnej ceny elektriny produktu CAL-2021

Ceny elektriny na Slovensku pre koncových spotrebiteľov

V rámci EÚ patria ceny energií na Slovensku medzi vyššie (viď. obrázok³⁸) a v porovnaní s kúpnu silou prevyšujú priemer.

37 Prevzaté z pxe.cz [online]: [cit. 5.11.2020]. Dostupné z: <https://www.pxe.cz/Kurzovni-Listek/Oficialni-KL/?c=SK>

38 Prevzaté z ec.europa.eu [online]: [cit. 28.12.2020]. Dostupné z https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_pc_205/default/map?lang=en



Obrázok 7 Ceny elektriny v EÚ

Ako bolo spomenuté, s ohľadom na rastúce veľkoobchodné ceny porastú i ceny elektrickej energie pre konečného spotrebiteľa. To platí i pre rok 2020, pre ktorý URSO na začiatku decembra vydalo cenové rozhodnutie o cenách.³⁹

Platí teda, že náklady na energie porastú aj napriek obmedzovaniu ich nárastu cenovými stropmi definovanými URSO. Nárast ceny sa týka i miest a obcí. Pretože mestá a obce majú obmedzené rozpočty, rastúce ceny energií budú postupne odčerpávať stále väčšiu časť rozpočtov. Cesta energetických úspor je tak zásadná a vlastná výroba elektriny je najefektívnejšou cestou k eliminácii energetických výdavkov. Jednou z efektívnych ciest k dosiahnutiu úspor je výroba elektriny.

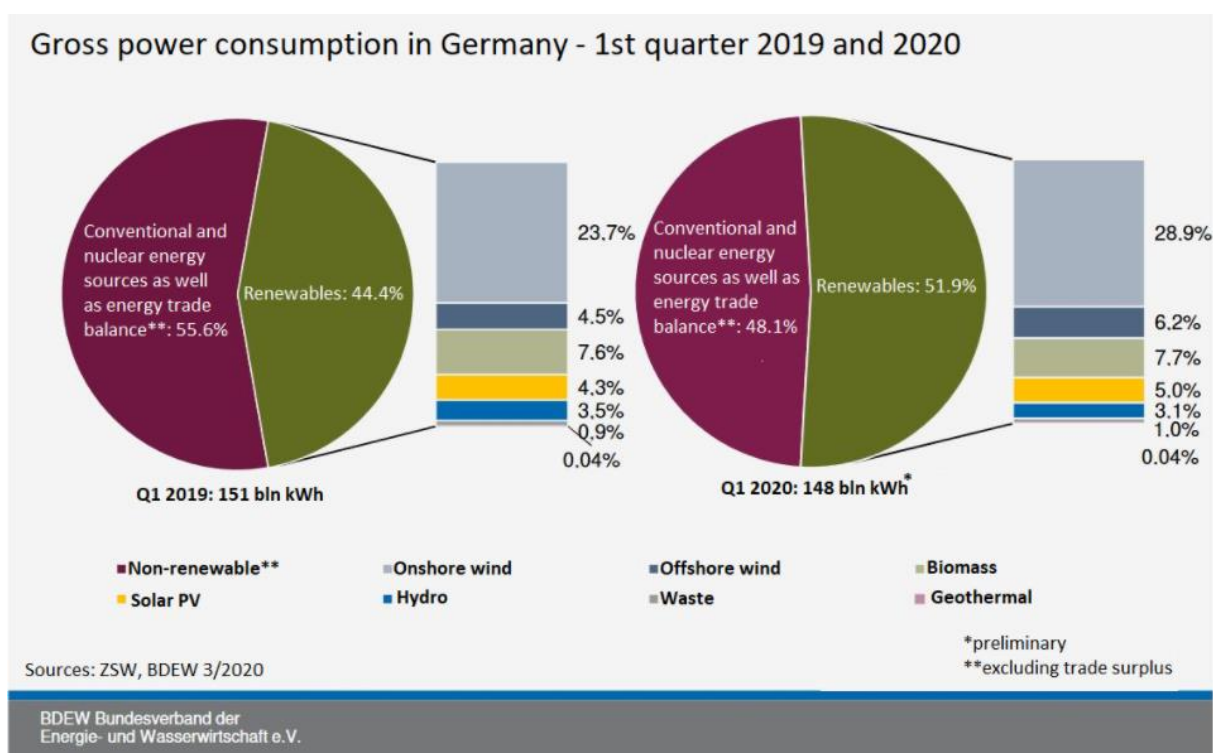
Úrad vzhľadom k nárastu cien komodít na burzách (medziročné nárasty: elektrina + 28,1 %, plyn + 8,58 %) určil pre slovenské domácnosti a malých podnikateľov na rok 2020 maximálne ceny energií. Platí, že keby úrad v plnej miere zohľadnil iba návrhy od dodávateľov, priemerná cena energií by pre slovenské domácnosti stúpila výrazne viac, napríklad v prípade elektriny by to bolo + 14,64 %. Úrad pri zohľadnení oprávnených požiadaviek všetkých účastníkov trhu určil, že pre slovenské domácnosti sa od 1. januára 2020 zvýši koncová cena elektriny priemerne o **7,63 %. V prípade malých podnikov ide o nárast koncovej priemernej ceny o 7,15 %. Podiel ceny komodity pritom tvorí už cca 42 % na koncovej cene elektriny.**

³⁹ Prevzaté z urso.gov.sk [online]: [cit. 11.12.2020]. Dostupné z <http://www.urso.gov.sk/?q=node/629>

Výroba elektriny – situácia v EÚ

Rastúci podiel obnoviteľných zdrojov na výrobe elektriny

Je všeobecne známe, že Nemecko je lídrom v oblasti podpory výroby z obnoviteľných zdrojov. V Nemecku sa v roku 2019 po prvýkrát vyrobilo viac elektriny z obnoviteľných zdrojov energie než z uhlia. Voda, vietor, slnko a biomasa sa tak vlani stali najväčším zdrojom výroby elektriny v Nemecku s podielom na celkovej výrobe elektriny 40 percent, hlavne vďaka nárastu inštalácií solárnych panelov a zatváraní elektrární na uhlie. V roku 2020 dosiahol podiel OZE na celkovej výrobe viac ako 50 %. To potvrdzujú i výsledky prvého štvrťroka v porovnaní rokov 2019 a 2020, kedy podiel OZE na celkovej výrobe vzrástol zo 44,4 % na 51,9 % (viď. nasledujúci graf.⁴⁰)



Obrázok 8 Štruktúra výroby elektriny v Nemecku s detailom výroby z obnoviteľných zdrojov: porovnanie 2020 a 2019, prvý štvrťrok.

Akumulácia elektriny

Nedeliteľnou súčasťou nového energetického sveta je akumulácia elektriny. Akumulácia energie je dôležitou súčasťou problematiky nielen obnoviteľných zdrojov energie (OZE). Nevýhodou veľkých elektrární je veľmi obmedzená možnosť regulácie výkonu. Uhoľná elektráreň nabieha na plný výkon až pol dňa, jadrová elektráreň niekoľko týždňov. Nevýhodou využívania solárnej či veternej energie je nerovnomernosť slnečného svitu a vetra. Čiastočne tieto výkyvy môžu vyrovnávať vodné elektrárne či pripravované „inteligentné rozvodné siete“, ale to vždy nemusí stačiť. Preto v dobe prebytku energie je treba ju akumulovať pre jej neskoršie využitie v dobe jej nedostatku, a tak vyrovnávať rozdiely medzi špičkovým a mimošpičkovým odberom a vykrývať energetické špičky v distribučnej sieti. Ešte

⁴⁰ Prevzaté z [cleanenergywire.org](https://www.cleanenergywire.org) [online]: [cit. 3.11.2020]. Dostupné na <https://www.cleanenergywire.org/news/germany-marks-first-ever-quarter-more-50-pct-renewable-electricity>

potrebnejšia je akumulácia energie v oblasti ostrovných systémov (systémov nepripojených k elektrorozvodnej sieti), pretože tu je rozhodujúcim faktorom efektívnosť celého systému.

Veľké batériové systémy

Veľké batériové systémy sa stali už pred niekoľkými rokmi nedeliteľnou súčasťou energetickej infraštruktúry a chránia ju pred globálnymi i lokálnymi výpadkami. Prehľad ich najväčších inštalácií (v prevádzke a výstavbe) je uvedený nižšie:⁴¹

Name	Commissioning date	Energy (MWh)	Power (MW)	Duration (hours)	Type	Country
Buzen Substation	3 March 2016	300	50	6	Sodium-sulphur	Japan
Gateway Energy Storage	August 2020	250	250	1	Lithium-ion	United States
Rokkasho, Aomori	May 2008	245	34	7	Sodium-sulphur	Japan
Hornsedale Power Reserve	1 December 2017	193	150		Lithium-ion	Australia
Escondido Substation	24 February 2017	120	30	4	Lithium-ion	United States
Pomona Substation	January 2017	80	20	4	Lithium-ion	United States
Mira Loma Substation	30 Jan. 2017	80	20	4	Lithium-ion	United States
Tesla Solar Plant	8 March 2017	52	13	5	Lithium-ion	United States
Stocking Pelham facility	July 2018	50	50	1	Lithium-ion	United Kingdom
Jardelund	June 2018	50	48	1	Lithium-ion	Germany
Minamisōma Substation	February 2016	40	40	1	Lithium-ion	Japan

Tabuľka 5 Batériové systémy v prevádzke

Name	Planned commissioning date	Energy (MWh)	Power (MW)	Duration (hours)	Type	Country
Ravenswood Energy Storage Project	Q1 2021 (Phase 1)	2,528	316	8	Lithium-ion	United States
Vistra Moss Landing battery energy storage system (Phase 1 and 2)	Q2 2021	1,600	400	4	Lithium-ion	United States
Manatee Energy Storage Center (Southfork Solar Energy Center)	November 2021	900	409	2.25	Lithium-ion	United States
Diablo Energy Storage	Q3 2021	TBD	200	TBD	Lithium-ion	United States
Moss Landing Elkhorn battery energy storage system	Q2 2021	730	182.5	4	Lithium-ion	United States
	2021	560	112	5	Lithium-ion	Chile
Ventura Energy Storage	2021	400	100	4	Lithium-ion	United States
Minety power storage project	Q4 2020	100	100		Lithium-ion	UK

Tabuľka 4 Batériové systémy vo výstavbe

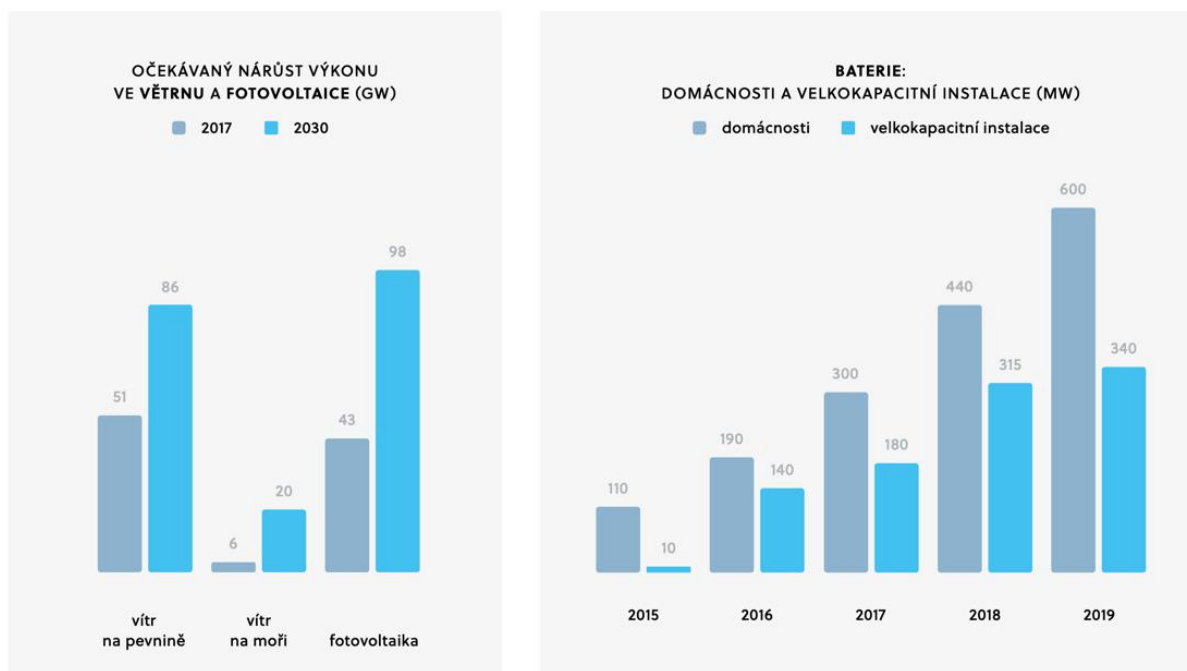
41 Prevzaté z [en.wikipedia.org \[online\]](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_energy_storage_projects): [cit. 2.11.2020]. Dostupné z https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_energy_storage_projects

Tieto systémy často dopĺňujú lokality s koncentraciou výroby z obnoviteľných zdrojov a sú stále častejšie zastúpené i v Európe – napr. v ČR je dokončených niekoľko projektov s výkonom 1-4 MW.

Lokálne malé batériové systémy

Pre mesto Banská Bystrica je omnoho významnejšia oblasť malých akumuláčnych systémov, a to zvlášť v spojení so solárnymi elektrárnami na strechách.

Tento model je už bežný i v strednej Európe. Podľa štúdie „Zapojenie modernej energie“⁴² v Nemecku boli fotovoltaické systémy inštalované na viac než jeden milión striech. Domy so solárnymi elektrárnami predstavujú ideálnu cieľovú skupinu pre doplnenie o batériové systémy. V auguste 2018 prekročil počet batérií v nemeckých domácnostiach míľnik 100-tisíc inštalácií. Počas nasledujúcich 12 mesiacov sa ich počet zvýšil na 130-tisíc. Potvrďuje sa tak rast trhu o 30 – 40-tisíc nových domácich batérií ročne. V roku 2020 by malo ročne pribudnúť až 50-tisíc batériových systémov. Nemecké domácnosti môžu na obstaranie batérií čerpať podporu. Napríklad Bavorsko zverejnilo program, ktorým poskytne podporu vo výške 500 eur na úložný systém s objemom 3 kWh a ďalších 100 eur za každú ďalšiu kWh až do maximálnej výšky 3 200 eur. Podmienkou je, že batériové systémy musia dopĺňať fotovoltaickú elektráreň. Táto podpora je bežná a inštalácia FVE bez doplnenej akumulácie bude v priebehu niekoľkých málo rokov skôr výnimočná. Predkladaný rozvoj fotovoltaických a batériových systémov ukazuje na obrázku nižšie, že batériové systémy v domácnostiach majú vyššiu výkonovú kapacitu lokalizovanú decentrálne v mieste spotreby ako centrálné veľkokapacitné inštalácie.



Obrázok 9 Predpokladaný vývoj inštalovaného výkonu OZE a vývoj batériových systémov

⁴² Prevzaté z ceb.cz [online]: [cit. 25.11.2020]. Dostupné z https://www.ceb.cz/_sys_/FileStorage/download/3/2844/zapojeni-moderni-energie.pdf

Príklady na Slovensku

Slovenská technologická spoločnosť Fuergy uviedla do prevádzky spoločne s dodávateľom elektrickej energie G&E Trading prvé inteligentné batériové úložisko na Slovensku.⁴³ To má kapacitu batérií 432 kWh a riadi ho umelá inteligencia. Úložisko je umiestnené v priemyselnom parku v Senci a slúži na vykrývanie špičiek v dobe, keď je energie nedostatok. Pokiaľ je jej naopak prebytok, energia za nižšiu cenu sa ukladá. Tak je možné nielen vykryť špičky, ale aj získať elektrickú energiu za nižšiu cenu v čase menšieho dopytu. Práve inteligentný systém dobíjania a vybíjania si riadi úložisko samo pomocou prvkov umelej inteligencie. Zapojením do siete sa tak teraz zariadenie samo učí ako čo najlepšie ukladať energiu, aby bola následne k dispozícii práve v špičkách a v dobe, kedy sú ceny energií najvyššie.



Podobné úložiská tak rozhodne majú veľké využitie v budúcnosti pri zapojení stále väčšieho počtu solárnych či veterných elektrární, pri ktorých nie je možné nikdy dopredu presne predpovedať, či bude energie prebytok alebo nedostatok. To je principiálne využívanie a monetizácia flexibility, ktorá bude opísaná nižšie.

Aktuálny popis výrobných zdrojov a potenciál

V energetickej koncepcii moderného európskeho mesta však nesmie vlastná výroba elektriny chýbať. Pre mesto Banská Bystrica sú vhodné tieto technológie:

- kogeneračná výroba,
- mikrokogenerácia,
- fotovoltaické elektrárne.

Pokiaľ sa budeme zaoberať objektami, kde by kogeneračná alebo trigeneračná výroba mohla dávať ekonomický zmysel, budeme hovoriť o väčších objektoch. V prípade mesta to bude najmä mestská plaváreň, kde kogeneračná jednotka už aj bola, prípadne by sa pre zimný štadión dala využiť trigenerácia. Keďže ale v súčasnej dobe je v prípade oboch objektov nový zdroj tepla i chladu, nemá cenu sa touto otázkou ďalej zaoberať.

⁴³ Prevzaté z fuergy.com [online]: [cit. 2.11.2020]. Dostupné z <https://fuergy.com/sk/blog/the-biggest-battery-storage-in-slovakia>

Optimalizácia spotreby zemného plynu a tepla nebola predmetom tejto štúdie, nemáme teda k dispozícii vstupné dáta na potrebnú analýzu mikrokogenerácie. **Avšak všeobecne je možné konštatovať, že mikrokogeneračné jednotky sú vhodné do škôl a zdravotníckych zariadení, kde je pomerne stabilná spotreba tepla a v zimných mesiacoch i spotreba elektriny.**

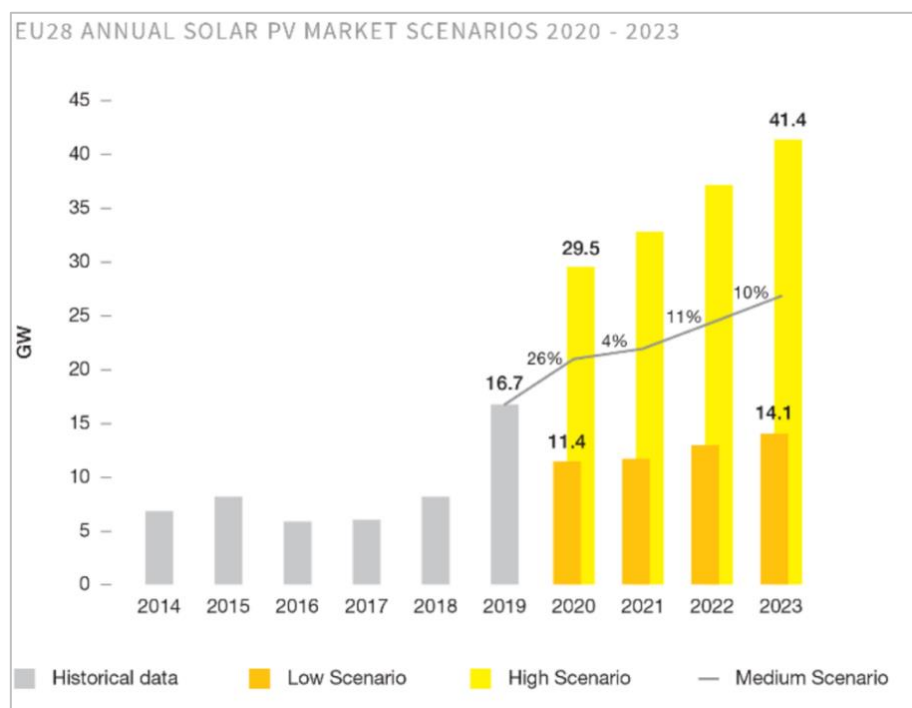
Inštaláciou mikrokogeneračnej jednotky by Mesto Banská Bystrica jednoznačne ušetrilo náklady nielen za teplo, ale tiež náklady za nákup elektriny. Dodávky tepla však zabezpečuje spoločnosť STEFE Banská Bystrica, ktorá je súčasťou rakúskej energetickej skupiny Energie Steiermark AG.

Odporúčame preveriť stratégiu STEFE a prejednať možnosť výstavby mikrokogeneračných a kogeneračných jednotiek v objektoch mesta. Ich prevádzkovateľom môže byť, za jasných a pre mesto výhodných podmienok, spoločnosť STEFE.

Fotovoltaické elektrárne (FVE)

Rozvoj FVE v EÚ

FVE sú jednoznačne najjednoduchším spôsobom výroby elektriny pre väčšinu spotrebiteľov elektriny a oblasťou, kde sa obecné očakáva najväčší rast. Konceptia⁴⁴ zverejnená asociáciou Solar Power Europe predpokladá celkový výkon solárnych elektrární viac než 40 000 MW v roku 2023 – vid' obrázok.

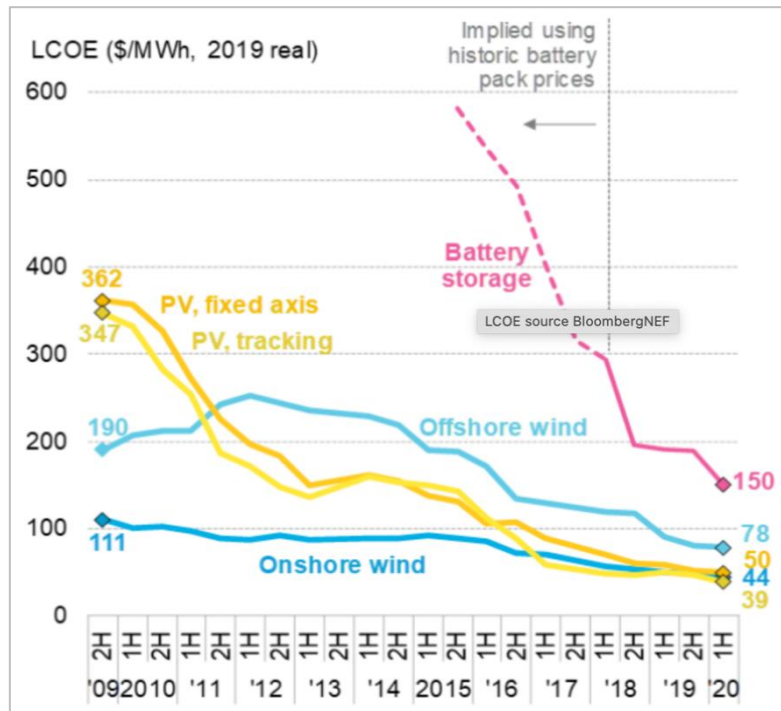


Obrázok 10 Inštalovaný výkon FVE

⁴⁴ Prevzaté z [solarpowereurope.org](https://www.solarpowereurope.org) [online]: [cit. 29.11.2020]. Dostupné z <https://www.solarpowereurope.org/solarpower-europe-newsletter-december/>

Cenová konkurencieschopnosť solárnych elektrární

Hlavným dôvodom, okrem obrovskej politickej podpory, je i klesajúca cena vyrobenej elektriny. Z grafu nižšie je zrejmé, že po započítaní všetkých nákladov, vrátane nákladov na likvidáciu panelov po ukončení životnosti, je pod hranicou 50 EUR/MW, čo je cena, ktorá už konkuruje klasickým zdrojom.



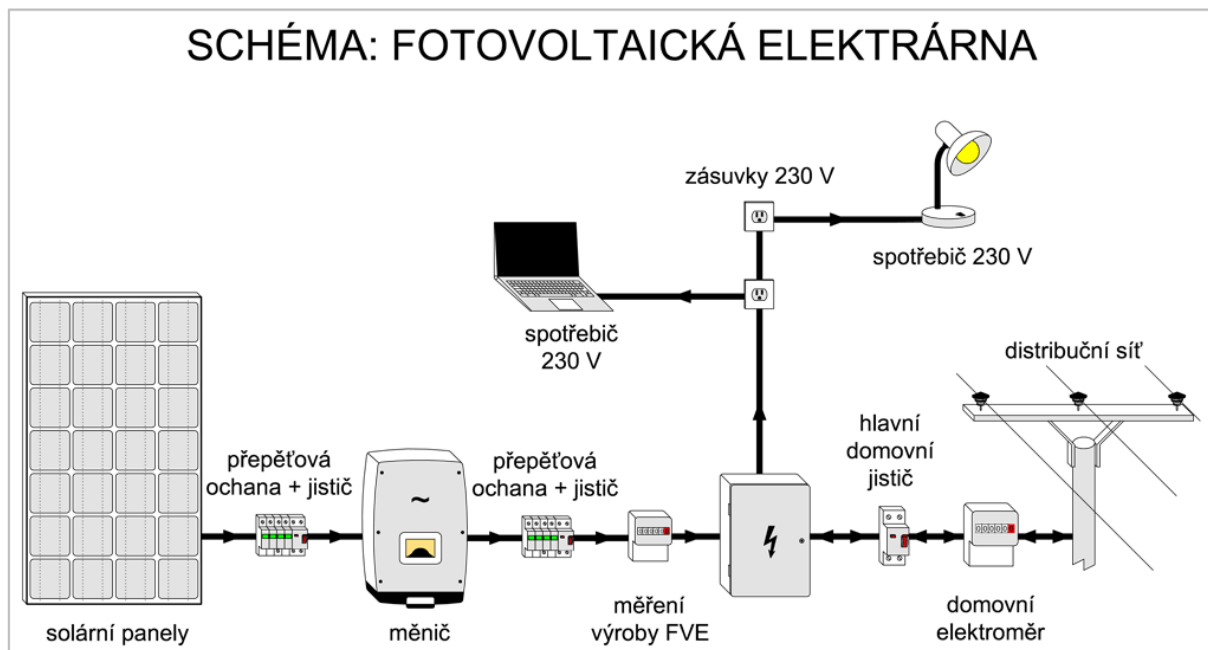
Obrázok 11 Náklady na výrobu elektriny so započítaním investičných nákladov (LCOE)

Táto cena nezahŕňa náklady systému udržania výkonovej rovnováhy na elimináciu výpadkov výroby v prípade nepriaznivých klimatických podmienok.

V grafe je jasne viditeľný výrazný pokles cien batériových systémov.

Technológia

Solárne panely je možné nainštalovať na akýkoľvek typ strechy vrátane plochej. Trh navyše disponuje celým radom možností upevnenia panelov, a preto nebýva prekážkou ani druh strešnej krytiny.



Obrázok 12 Schéma zapojenia FVE

⁴⁵Všetky solárne panely (fotovoltaické, teplovodné i teplovzdušné) je potrebné vždy orientovať čo najviac na juh, ideálne juhovýchod až juhozápad. Ak to nejde inak, môžeme ešte zvoliť orientáciu východnú alebo západnú (strata bude robiť cca 20 %). Nikdy neinštalujeme panely na severovýchod až severozápad, keďže strata výkonu by bola vskutku vysoká a investícia do solárnych panelov by sa nevyplatila. Optimálny sklon fotovoltaických panelov je od 20° do 50° pri uhle s vodorovnou osou. Maximálny celoročný výnos dosahujú moduly so sklonom 35°, celoročnú vyváženú výrobu elektriny zaisťujú sklon až 45°. Pri sklone menšom ako 15° stratia panely svoju samočistiacu schopnosť. Potiaže môže spôsobiť zatienenie strechy. Pokiaľ strechu z viacerých strán zatieniajú napríklad susedné budovy, stromy, komíny, stĺpy či iné prekážky, potom samozrejme klesá výkon celého systému. I čiastočné zatienenie totiž spôsobuje výrazné zníženie výkonu. Pokiaľ je navyše zatienený jeden panel, dochádza k negatívnemu ovplyvneniu celého reťazca panelov.

Optimálne využitie FVE

Solárne elektrárne je vhodné inštalovať tam, kde je najväčší odber energie v priebehu dňa. Tým dochádza k maximalizácii prevádzkových úspor. Z fotovoltaiky budú najviac ťažiť miesta s elektrickým vykurovaním, tepelným čerpadlom, bazénom alebo elektrickým ohrevom vody. Na stanovenie veľkosti inštalovaného výkonu bude hlavným kritériom maximálne využitie vyrobenej elektriny pre vlastnú potrebu.

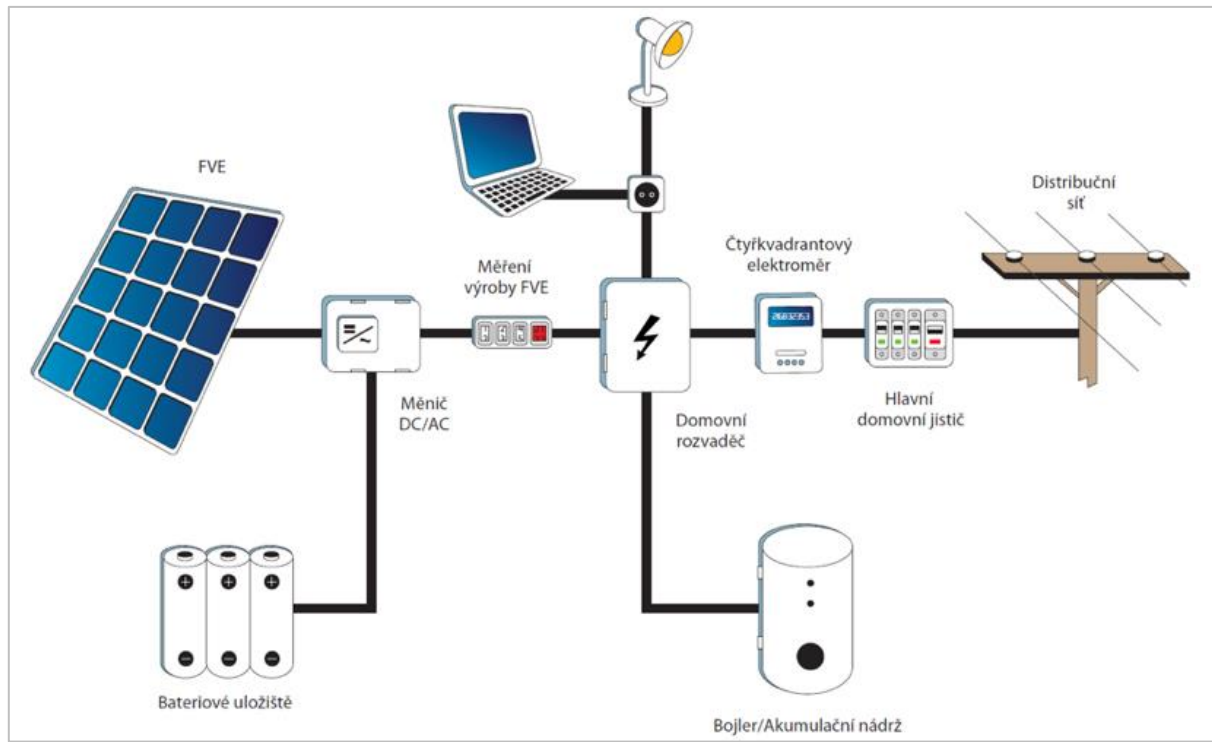
Pred inštaláciou každej novej solárnej elektrárne je nutné odborné posúdenie každej lokality.

Trendy

Trendom je model, pri ktorom je vyrobená energia akumulovaná do batérií. Iba tak je možné FVE považovať za aspoň trochu efektívny zdroj elektriny. Je tak možné FVE využiť v dobe, keď je to skutočne potrebné, a tak ešte viac znížiť závislosť na elektrine odoberanej zo siete. Počiatočné náklady zostávajú

⁴⁵ Prevzaté z [solarniexperti.cz](https://www.solarniexperti.cz) [online]: [cit. 30.11.2020]. Dostupné z <https://www.solarniexperti.cz/jak-funguje-stresni-fotovoltaicka-elektrarna/>

kvôli sofistikovanej technológii stále vysoké. Vývoj podobných batériových systémov však rýchlo pokračuje, a preto sa dá očakávať, že ich cena bude, aj vďaka narastajúcej obľube solárnej energie, v budúcnosti klesať. Schematické znázornenie tohto modelu je uvedené na nasledujúcom obrázku⁴⁶.



Obrázok 13 Trend zapojenia FVE do batériového systému

Ďalším trendom je zdieľanie vyrobenej elektriny v rámci jednej komunity tak, ako sa uvádza v ďalšom texte.

Využitie pre mesto Banská Bystrica

Mesto Banská Bystrica je vlastníkom viacerých budov, pre ktoré sa využitie FVE javí ako vhodné. Nemáme k dispozícii dáta o celkovej využiteľnej ploche striech, iba o celkovej podlahovej ploche, ktorá je 159 tis. m²⁴⁷. Túto podlahovú plochu použijeme pre prvú metódu odhadu potenciálu plochy pre FVE. Z podlahovej plochy tak odhadujeme plochu striech na 50-tisíc m².

Na inštaláciu FVE nie je možné využiť všetky plochy, ale iba tie, ktoré sú orientované južným smerom, prípadne ploché strechy, kde je možné sklon zaistiť dodatočnými montážnymi prvkami. Odborným odhadom je využiteľná plocha striech 30 % z celkovej plochy – teda cca 17-tisíc m².

Na stanovenie výkonu solárnej elektrárne je možné využiť prepočet: 100 m² zodpovedá FVE s inštalovaným výkonom 20 kW.

⁴⁶ Prevzaté z premereni.cz [online]: [cit. 30.11.2020]. Dostupné z <https://www.premereni.cz/cs/o-spolecnosti/clanky/jaka-jsou-pro-a-proti-fotovoltaicke-elektřarny-na-strese-rodinného-domu/>

⁴⁷ Prevzaté z dát objednávateľa

Celkový odhadovaný výkon FVE dosiahnuteľný pre mesto Banská Bystrica je cca 5,3 MW s ročnou výrobou cca 5 300 MWh.

objekt	m2
Materské škôlky	28 576
Základné školy	102 001
ostatné objekty	28 976
Celkem	159 554

objekt	m2
Materské škôlky	28 576
Mesto B. Bystrica (MŠ Strážovská 3)	2 606
Mesto B. Bystrica (MŠ Karpatská 3)	2 527
Mesto B. Bystrica (MŠ Tatranská 63)	2 353
Mesto B. Bystrica (MŠ Magurská 14)	3 344
Mesto B. Bystrica (MŠ CKN 37)	1 232
Mesto BB (MŠ ul.9.mája 26)	956
Mesto B. Bystrica (MŠ Tr. SNP 77)	215
Mesto B. Bystrica (MŠ Radvanská 26)	2 532
Mesto B. Bystrica (MŠ Radvanská 28)	2 527
Mesto B. Bystrica (MŠ Družby 3)	1 381
Mesto B. Bystrica (MŠ Tulsá 25)	1 717
Mesto B. Bystrica (MŠ Nová 2)	1 868
Mesto B. Bystrica (MŠ Šalgotarjanska 5)	1 868
Mesto B. Bystrica (MŠ Na Lúčkach 2)	2 400
Mesto B. Bystrica (Tr. SNP 15 DJ)	1 050

objekt	m2
Základné školy	102 001
Mesto B. Bystrica (ZŠ Magurská 16)	13 692
Mesto BB (ZŠ Pieninská 27)	4 924
Mesto BB (ZŠ Ďumbierska 17)	5 720
Mesto BB (ZŠ Golianova 8)	4 972
Mesto BB (ZŠ Trieda SNP 20)	4 755
Mesto BB (ZŠ Radvanská 1)	12 859
Mesto BB (ZŠ Moskovská 2)	11 411
Mesto BB (ZŠ Spojová 14)	12 651
Mesto BB (ZŠ Gaštanová 12)	8 613
Mesto BB (ZŠ Bakosova 5)	10 106
Mesto BB (ZŠ Sitnianska 32)	7 326
Mesto BB (ZŠ Golianova 8)	4 972

objekt	m2
ostatné objekty	28 976
Mesto B. Bystrica (Rudohorská 37/21)	321
Mesto B. Bystrica (Tatranská 10-objekt)	12 346
Mesto BB (9. mája 74 NP)	1 830
Mesto B. Bystrica (ČSA 26 -Mestský úrad)	8 500
Mesto B. Bystrica (Internátna 10)	3 250
Mesto B. Bystrica (Slnečná 34-Očné san.)	1 868
Mesto B. Bystrica (NLŠ 16)	862

Tento výpočet je odborným odhadom a je nutné ho posúdiť na mieste, ideálne energetickým auditom, ktorý by identifikoval i ďalšie potencionálne energeticky úsporné projekty.

Ako druhú metódu pre výpočet potenciálnej plochy pre FVE sme použili merania zo satelitných máp. Objekty a namerané plochy striech sa nachádzajú v prílohe č. 2. Podľa tejto metódy má plocha striech na objektoch v majetku mesta veľkosť 91 000 m². S použitím rovnakého koeficientu pre výpočet plochy pre FVE je tak možné dosiahnuť výrobu až dvakrát vyššiu ako je minimálny odborný odhad. Tu je potrebné upozorniť, že aj keď odborný posudok na mieste potvrdí vyšší potenciál výroby elektrickej energie z FVE, bude potrebné pre jeho inštaláciu povolenie distribučnej spoločnosti na pripojenie výkonu do distribučnej siete.

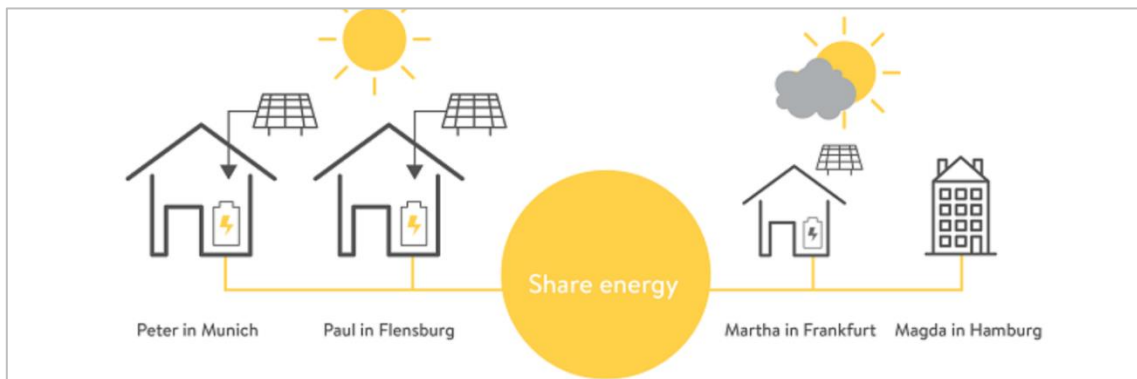
Zhodou okolností je spotreba analyzovaných objektov 4 700 MWh. Vlastná minimálna výroba je tak schopná pokryť celú spotrebu analyzovaných budov v ročných saldovaných objemoch. Spotreba elektriny však prevažuje v zimných mesiacoch, výroba v letných. V mesačnej a ¼ hodinovej granularite by výrobou elektriny dochádzalo k prietokom elektriny do distribučnej siete, ktoré sú súčasťou legislatívou zakázané. Dnes je možné pripojiť iba malé zdroje do 10 kW. Väčšie zdroje do 500 kW je možné pripojiť iba, ak do siete dodá len 10 % výroby a má licenciu na výrobu elektriny. Musí teda spotrebovať 90 % vyrobenej elektriny. Pokiaľ licenciu nemá, je oprávnený dodať iba 10 % výroby, a to maximálne v 2 po sebe nasledujúcich 15-min. intervaloch.

Európskou legislatívou definovaný inštitút spotrebiteľa bude v slovenskej legislatíve zakotvený (predpokladaný termín 1.1.2022) a podmienky sa tak výrazne zmenia. Bude tak umožnený vyšší objem dodávok do distribučnej siete.

Ukazovatele:

Ako vhodný ukazovateľ odporúčame stanoviť **podiel vlastnej výroby na celkovej spotrebe**. Na základe analýzy možného využitia FVE odporúčame stanoviť cieľový stav (napr. 50 % spotreby v roku 2030) a definovať ciele na jednotlivé roky a tieto dlhšie ciele každoročne vyhodnocovať.

Zdieľanie elektriny – princíp a príklady



Obrázok 14 Schématické znázornenie zdieľania elektriny vyrobenej zo Slnka.

V prípade, keď fotovoltaické panely vyrábajú elektrinu i v prípade, že je batéria nabitá, sa elektrina spotrebáva v inom dome/lokalite. Obrázok predstavuje zjednodušený príklad - jeden dom s výrobou elektriny a jeden so spotrebou elektriny. V skutočnosti je možné prepojiť mnoho desiatok až desiatky tisíc lokalít. Vo svojej podstate ide o virtuálnu elektrárňu s veľkým výkonom zásobujúcu elektrinou mnoho ďalších lokalít.

Rovnako ako v prípade Uber a Airbnb je potenciál pre platformy zdieľanej energie najmä pre domácnosti a menšie firmy veľký. Nepôjde o plnú náhradu veľkých elektrární. To nie je pravdepodobné. Veľké centrálné elektrárne budú stále potrebné na stabilné dodávky elektriny pre priemysel, stavebníctvo, dopravu, obchod, služby atď. Spotreba domácností totiž robí v spotrebe elektriny len približne štvrtinu celkovej spotreby. Aj napriek tomu ale ide o významný príspevok k modernému svetu decentralizovanej energetiky.

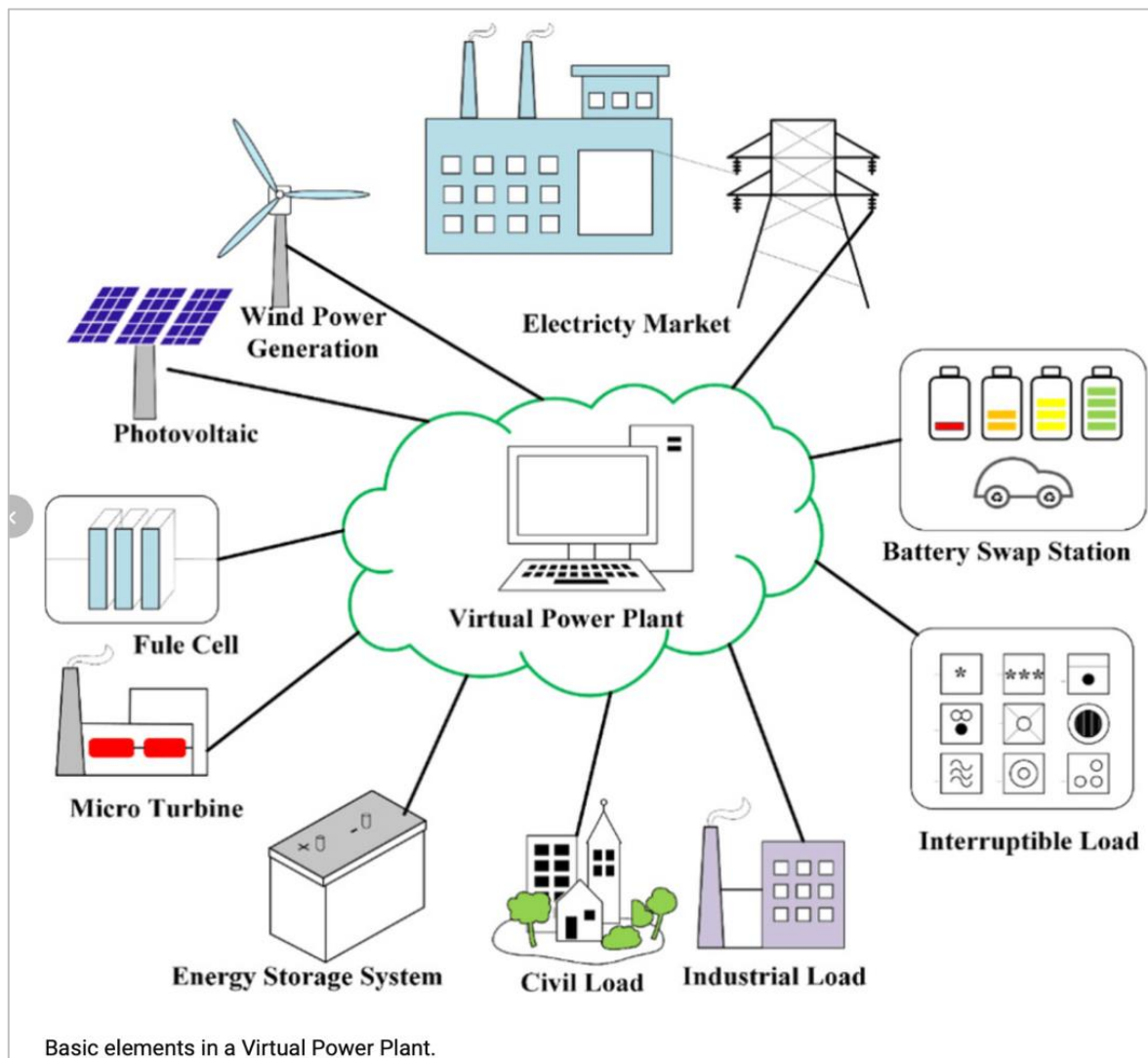
Vedecká organizácia CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, nezávislá austrálska vládna agentúra zodpovedná za vedecký výskum) sa domnieva, že už dozreli podmienky na prechod k decentralizovanému spôsobu výroby elektriny. Umožnilo to veľké zníženie nákladov na solárne panely a batérie. Veď ešte pred dvomi rokmi boli tieto náklady dvojnásobné.

Významné je, že do celého radu projektov sa zapájajú štátne organizácie.

Virtuálne elektrárne

Zdieľanie elektriny je prvým krokom k agregácii jednotlivých zdrojov flexibility a vytvoreniu virtuálnej elektrárne, ktorá integruje celý rad prvkov s cieľom nielen úspor pre jednotlivých užívateľov (domácnosti, mestské podniky, priemyselné spoločnosti, výrobcov, elektromobily a ďalší), ale s cieľom

ponúkať túto flexibilitu v rámci celej elektrizačnej sústavy. Jednoduchá schéma je znázornená na nižšie uvedenom obrázku⁴⁸.



Obrázok 15 Energické zdroje a spotrebiče zapojené do virtuálnej elektrárne

48 Prevzaté z [whatech.com](https://www.whatech.com/markets-research/energy/590802-virtual-power-plant-vpp-industry-2019-market-value-volume-by-company-key-regions-products-and-end-user-dong-energy-duke-energy-rwe-alstom-grid-bosch-ge-digital-energy-ibm-schneider-electric-siemens-enbala-power-networks-joule-assets-power-analytics-power-assure-spirae-ventyx-abb-verity-energy-comverge-consert-cooper-power-systems-eaton) [online]: [cit. 3.12.2020]. Dostupné na <https://www.whatech.com/markets-research/energy/590802-virtual-power-plant-vpp-industry-2019-market-value-volume-by-company-key-regions-products-and-end-user-dong-energy-duke-energy-rwe-alstom-grid-bosch-ge-digital-energy-ibm-schneider-electric-siemens-enbala-power-networks-joule-assets-power-analytics-power-assure-spirae-ventyx-abb-verity-energy-comverge-consert-cooper-power-systems-eaton>



Obrázok 16 Vizualizácia "Tesla power plant"

Príklady – Austrália (Tesla)

Spoločnosť Tesla za účasti lokálnej energetickej spoločnosti Energy Locals a s podporou vlády Južnej Austrálie realizuje prvú veľkú virtuálnu elektrárňu na svete (South Australia's Virtual Power Plant)⁴⁹. Vo februári 2018 oznámila vláda Južnej Austrálie uzatvorenie zmluvy so spoločnosťou Tesla na vybavenie 50 000 domov solárnymi panelmi a batériami. Cieľom je vyskúšať zmeniť tradičný spôsob zásobovania domácností elektrinou z centrálnych elektrární. Namiesto toho si domácnosti budú vyrábať elektrinu samy, čím podľa tvrdenia vlády môžu ušetriť až 30 % nákladov. Elektrina, ktorá sa okamžite nespotrebuje, sa uloží do batérie a bude k dispozícii pre využitie v sieti. Zdieľanie elektriny je riadené počítačom a predpoveďou počasia. Špeciálny softvér dohliada na to, aby zdieľanie elektriny medzi batériami a elektrickou sieťou bolo čo najefektívnejšie. V prípade, že domácnosť spotrebuje menej elektriny než vyrobí, prebytok môže využiť iná domácnosť, ktorá práve v tejto dobe potrebuje viac elektriny. Ak sa ďalší deň očakáva vlna horúčav, môže batéria čerpať zo siete lacnejší mimošpičkový prúd, aby bolo možné ráno zapnúť klimatizačné zariadenie. Pokiaľ predpoveď nahlási zamračenú oblohu a nižšiu výrobu slnečnej energie, softvér zaistí nepretržitú dodávku elektriny zo siete. Systém bude odolný aj proti výpadkom elektriny. Projekt riadi a technológie dodáva spoločnosť Tesla.

Odberatelia najskôr zaplatia 10 000 USD za slnečné panely a batérie, ale už nemusia platiť za elektrinu zo siete a budú sa namiesto toho spoliehať na zdieľanú elektrinu z virtuálnej elektrárne. Budú platiť 30 USD za mesiac, namiesto 200 USD pri odbere zo siete. Návratnosť počiatocnej investície a začiatok tvorby zisku bude za päť rokov, čo je polovica záručnej doby stanovenej pre batérie. Virtuálne elektrárne budú výhodné pre odberateľov aj vďaka rastúcim cenám elektriny vyrábanej v dobe špičkového zaťaženia v drahých paroplynových elektrárňach. Projekt sa realizuje po etapách. Prvými 25 000 domami pripojenými na virtuálnu elektrárňu v Austrálii budú sociálne domovy, u ktorých

⁴⁹ Prevzaté z teslarati.com [online]: [cit. 3.12.2020]. Dostupné na <https://www.teslarati.com/tesla-virtual-power-plant-south-australia/>

počiatočnú investíciu uhradí vláda. Ostatných 25 000 majiteľov domov sa bude môcť pripojiť, ale najskôr si sami zaplatia počiatočnú investíciu.

Systém bude mať celkový výkon 250 MW, čo sa rovná malej uhoľnej elektrárni. Celkové náklady sa odhadujú na 625 miliónov USD a termínom dokončenia je rok 2022. Podľa odhadov sa celým projektom ušetrí 140 miliónov USD za rok. Zatiaľ ale nie je isté, či bude virtuálna elektráreň s týmto výkonom ekonomická a ako bude spoľahlivá.

Príklady – Austrália (AGL)

Virtuálna elektráreň AGL je obdobou virtuálnej elektrárne Tesla. Taktiež inštaluje viac než 1 000 solárnych systémov so záložnými batériami v oblasti Adelaide v Južnej Austrálii. Toto digitálne cloudové riešenie umožňuje batériám „rozprávať sa“ medzi sebou a efektívne riadiť toky energií. Ide o virtuálnu elektráreň s inštalovaným výkonom 5 MWh. Ide opäť o projekt s vládnu podporou.⁵⁰

Príklady - USA, Sunrun & East Bay Community Energy, Peninsula Clean Energy and Silicon Valley Clean Energy⁵¹

Mnoho podobných komunitných projektov je realizovaných v USA. Tento konkrétny ponúka solárne panely s batériami 6 000 zákazníkov v domácnostiach a malým podnikateľom. Cieľom je ponúknuť ekologickú elektrinu a vďaka celkovej kapacite batérií 20 MW i dostatok stability dodávok. Projekt sa začal v roku 2020 a bude dokončený v roku 2022.

Na rozdiel od predchádzajúceho je rozsahovo menší a je riadený a financovaný zo súkromných zdrojov.

Príklady - Nemecko, Sonnen

Sonnen bola založená v Nemecku v roku 2010. Špecializuje sa na fotovoltaické inštalácie a dodávky spoločne s batériovými systémami. Inštaluje tisíce fotovoltaických systémov v Nemecku, Belgicku a UK. Svojim zákazníkom ponúka tiež zdieľanie vyrobenej elektriny. Cez svoju platformu prepája zákazníkov a vytvára digitálnu decentralizovanú sieť spotrebiteľov.



Sonnen community využíva zdieľanie elektriny ako platformu pre občanov s rovnakým prístupom k životu a s dôrazom na udržateľný rozvoj a ekologické správanie.⁵² Od októbra 2017 buduje virtuálne elektrárne pre 3 000 domov v Arizone a pre 20 000 domov v Taliansku.

⁵⁰ <https://arena.gov.au/projects/agl-virtual-power-plant/>, <https://www.agl.com.au/solar-renewables/solar-energy/bring-your-own-battery>, 3.12.2020

⁵¹ Prevzaté z insideclimatenews.org [online]: [cit. 3.12.2020]. Dostupné na <https://insideclimatenews.org/news/05082020/inside-clean-energy-sunrun-solar-virtual-power-plant>

⁵² Prevzaté z sonnenbatterie.co.uk [online]: [cit. 3.12.2020]. Dostupné na <https://sonnenbatterie.co.uk/sonnencommunity/>

Príklady - Česko, Praha, Praha 3

V septembri 2019 na jednaní Komisie pre životné prostredie mestskej časti Prahy 3 zástupcovia rozhodli, že budú podporovať ekologicky úsporné projekty.

Prvým krokom bol nákup zelenej elektriny, teda certifikované dodávky zelenej elektriny sú podmienkou výberu dodávateľa. Ďalším ekologickým projektom je zámer vybudovať v roku 2020 virtuálnu solárnu elektrárňu.⁵³ Na plochých strechách materských a základných škôl Prahy 3 nachádzajúcich sa mimo pamiatkovej zóny chce radnica vybudovať solárne fotovoltaické elektrárne. Vzhľadom k tomu, že v lete, v dobe najväčšieho výkonu fotovoltaických panelov, sú školy mimo prevádzky, chce radnica dohodnúť so svojím dodávateľom elektrickej energie, aby vyrobenú energiu siete dodávala do siete, ale nepredávala ju, ale ju započítala oproti spotrebe v budovách úradu, kde sa pracuje i cez leto. Odhadovaná investícia 6,5 mil. Kč by mala byť z väčšej časti pokrytá z dotácií projektov ICT Smart Cities hlavného mesta Prahy. Mestská časť by sa mala podieľať čiastkou 1,9 mil. Kč. Návratnosť tejto investície je plánovaná na päť rokov.

Vo svojej podstate nejde o virtuálnu elektrárňu v pravom slova zmysle, ale o zdieľanie vyrobenej zelenej elektriny. Podobný produkt ponúkajú na českom trhu obchodníci ČEZ, E.ON a Bohemia Energy.

Okrem toho v roku 2020 bola plánovaná ďalšia fotovoltaická elektrárňu v areáli bazéna na Pražačke, ktorá má pokrývať spotrebu bazénovej technológie.

To je klasický príklad vhodného využitia decentralizovaných energetických projektov.

Odporúčanie

Mesto Banská Bystrica by malo, rovnako ako celý rad moderných metropol, usilovať o trvalú a zvyšujúcu sa udržateľnosť. Jednou z nedeliteľných súčastí záväzku je aj aktívna komunikácia so svojimi obyvateľmi a realizácia spoločných programov.

Príkladom môžu byť práve projekty zdieľania solárnych systémov s batériami a výmena vyrobenej elektriny s občanmi. V súčasnej dobe však nie je k dispozícii legislatíva, ktorá zdieľanie elektriny umožní. Súčasné legislatívne podmienky nepodporujú decentralizovanú výrobu ani jej zdieľanie v rámci mesta či komunity, najneskôr do dvoch rokov nová legislatíva vznikne a mesto Banská Bystrica musí byť pripravené.

Návrh ďalšieho postupu:

- 1) Identifikácia subjektov pre realizáciu stratégie decentralizovanej výroby elektrickej energie z FVE s batériovými úložiskami s integráciou P2P.
- 2) Identifikácia developerov pre testovací projekt autonómnej výroby a spotreby elektrickej energie s integráciou P2P na báze blockchain, alebo podobnej technológie.
- 3) Analýza možností a založenie spoločného podniku pre decentralizovanú výrobu elektrickej energie pripraveného i pre vstup iných subjektov, obyvateľov, organizácií. (1 mesiac).
- 4) Príprava a implementácia technických požiadaviek pre FVE panely.
- 5) Nastavenie procesu evidencie FVE panelov v meste.

53 Prevzaté z [sonnenbatterie.co.uk \[online\]: \[cit. 3.12.2020\]. Dostupné na https://www.praha3.cz/radnicni-noviny/tema-mesice/zivot-v-case-klimaticke-zmeny-n583690.htm](https://www.praha3.cz/radnicni-noviny/tema-mesice/zivot-v-case-klimaticke-zmeny-n583690.htm)

- 6) Koncepcia uskutočniteľnosti pre FVE panely s batériovými úložiskami.
 - Fáza 1 – veľkosť kapacity bez dodávok do siete.
 - Fáza 2 – maximálna kapacita s dodávkami do siete.
- 7) Analýza potenciálu FVE stratégie na objektoch mimo vlastníckej štruktúry mesta.
 - Spolupracujúce subjekty.
 - Bytové domy.
- 8) Príprava modelu pre prenajímanie technológie pre občanov.
- 9) Analýza EPC ponúk na trhu.
- 10) Sledovanie legislatívy.
- 11) Realizácia.

Potenciál spotreby elektrickej energie mesta

Verejné osvetlenie

Z hľadiska elektroenergetiky je možné konštatovať, že mesto Banská Bystrica má vypracovanú stratégiu pre oblasť verejného osvetlenia (VO) a realizuje ju v postupných krokoch. Stratégia odráža novodobé trendy a jej naplnením sa počíta s tým, že prispeje k úspore na spotrebe elektrickej energie v celkovej výške približne 50 %. **V rámci stratégie elektroenergetiky zohráva kľúčovú úlohu v agregácii dát a príprave nabíjacej infraštruktúry pre elektromobily.** Pre naplnenie tohto cieľa je nevyhnutné pokračovať vo výstavbe dátovej siete, ktorá sa buduje v rámci modernizačných a rekonštrukčných prác a slúži primárne pre riadenie VO. Modernizácia a rekonštrukcia tejto siete je nevyhnutná i z hľadiska plnenia jeho hlavnej funkcionality. Vzhľadom na aktuálny stav sústavy VO nie je možné investovať samostatne do budovania siete bez investícií do podzemných vedení, vzdušných vedení, stožiarov a RVO. Tu je potrebné rovnako upozorniť, že **lokálna distribučná spoločnosť má v pláne rekonštruovať elektrické rozvody v značnej časti mesta.** Preto je vhodné analyzovať, či je možné **zlúčiť modernizáciu podzemných vedení VO s modernizáciou distribučnej siete.** Samozrejme je nevyhnutné počas modernizácie budovať nabíjajúcu infraštruktúru pre elektromobilitu.

Osvetlenie škôl, škôlok, úradov

V meste Banská Bystrica sa niektoré zariadenia (škola a zimný štadión) chystajú na výmenu osvetlenia. Keďže takýchto objektov v majetku mesta je viac, je v tejto kapitole a zvlášť potom v jej závere uvedený príklad, ako by sa osvetlenie problémových častí, ktorými môžu byť najmä triedy v školách, ale tiež schodisko, mali projektovať a následne tým riadiť rekonštrukcia osvetlenia.

Pre osvetlenie najmä škôl a škôlok odporúčame vyberať skôr zo zoznamu renomovaných výrobcov a dodávateľov, ktorí dodržiavajú správne normy a neodporúčajú svietidlá, ktoré sú napríklad repasované. Vo vlastnej praxi sme sa totiž stretli s niektorými prípadmi, keď v školách boli rekonštruované – repasované zastaralé svietidlá s trubicovými zdrojmi novými LED zdrojmi – trubicami. Nielen, že takéto svietidlá nemajú príslušnú homologizáciu (CE), ale v prípade poruchy na elektroinštalácii a pri prípadnom požiari poisťovne zväčša krátiť alebo zrušia poistenie. Takéto svietidlá taktiež vo väčšine prípadov nebudú schopné splniť osvetľovacie normy a väčšinou ani záruky.

Na osvetlenie teda odporúčame použiť vždy nové svietidlá s príslušnými zdrojmi. Tieto svietidlá budú síce investične drahšie, ale vo výsledku z dlhodobého hľadiska budú efektívnejšie, úspornejšie a kvalitné svietidlá vydržia svietiť omnoho dlhšie než repasované.

Na dosiahnutie svetelnej pohody sa môžete tiež zamerať na osvetlenie svietidlami, ktoré menia teplotu chromatičnosti vyžarovaného svetla behom dňa. Keďže vyžarované svetlo má vplyv na človeka, na jeho pozornosť, ale tiež na zdravie, využitím a správnym nastavením týchto svietidiel sa dosiahne lepšia svetelná pohoda, menšia chorobnosť, chybovosť a väčšia pozornosť.

Za zmienku taktiež stoja svietidlá, ktorých vyžarovanie UV žiarenia dokáže ošetriť osvetlené povrchy a zabiť prípadné vírusy a baktérie na povrchoch. V dobe, keď choroba Covid-19 narúša kontinuitu výuky a je hrozbou pre verejné zdravie, môže byť využitie týchto špeciálnych svietidiel taktiež vnímané v prospech fungovania spoločnosti.

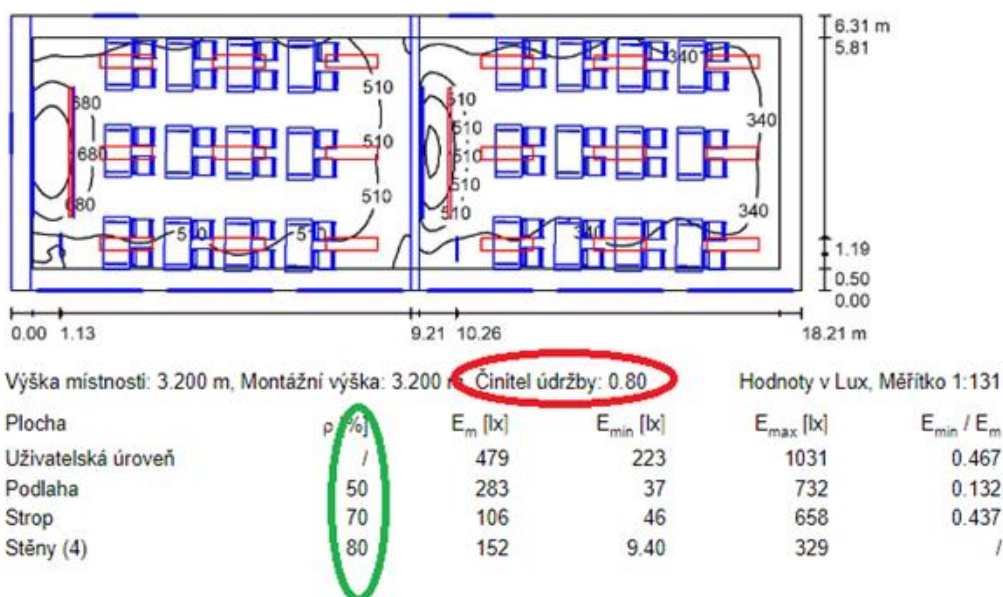
V prílohe tohto dokumentu sú pripojené 4 súbory, ktoré sa venujú projektu osvetlenia škôl. Odporúčame preštudovať ich všetkým, ktorí pripravujú výberové konania na interné osvetlenie v úradoch, školách, škôlkach ... Článok „Osvetľovanie v školách“ je napísaný súdnym znalcom a jedným z najväčších profesionálov v tejto oblasti. Na základe jeho mnohoročných skúseností odovzdaných na školeniach boli vyhotovené výpočty pre osvetlenie typickej učebne či schodišťa v prostredí profesionálneho nástroja pre návrh osvetlení - programu Dialux. Praktická príručka osvetľovania učební dodá ucelené informácie, čo všetko je potrebné pri osvetľovaní riešiť.

Nekvalitne dodanému osvetleniu je potreba predchádzať už pri príprave dokumentácie na rekonštrukciu osvetlenia. Nie je chybou vyžadovať dodržanie príslušných noriem osvetľovania v zadávacej dokumentácii.

Vzorový príklad osvetlenia

V ďalšom texte uvádzame okomentovaný návrh osvetlenia, kde upozorníme na najčastejšie chyby, ktoré sa vyskytujú pri realizáciách rekonštrukcií osvetlení.

Pri návrhu je potrebné podľa normy definovať, aké prostredie sa bude osvetľovať a z normy určiť luxy, ktoré je treba dosiahnuť na jej splnenie. V tomto prípade školskej triedy máme priestor tabule, kde je potreba dosiahnuť svetelnosť 500 lx, v ostatných častiach triedy potom 300 lx. Nemenej dôležitým je vhodný výber svietidiel. **Svietidlá by rozhodne mali taktiež spĺňať koeficient oslnenia (UGR)** tak, aby neoslňovali užívateľa (v tomto prípade žiakov). Svetidlá s UGR 19 sú bohužiaľ oproti ostatným svietidlám drahšie.



Červeným je na predchádzajúcom obrázku označený činiteľ údržby svietidla. Tento ukazovateľ definuje, na akú hodnotu v percentách pôvodného svetelného toku svietidla poklesne tento tok po definovanom počte hodín a svietidlo prestane plniť požiadavky osvetlenia podľa normy. Pokiaľ je definované, že je doba 70 000 h, tak je týmto povedané, že po 70 000 hodinách poklesne svetelný tok svietidla o 20 %. Po celú dobu 70 000 h tak svietidlo plní požiadavky normy a osvetlí danú scénu správne. **Činiteľ údržby nikdy nemôže byť 100.** Bežná hodnota činiteľa údržby je $80 \pm 5\%$ pre LED svietidlá. Ostatné svietidlá (napr. výbojkové) degradujú rýchlejšie a činiteľ údržby majú nižší, prípadne majú menšiu hodnotu hodín, než degradujú (napr. 30 000 h).

Zeleným je označený činiteľ odrazu plôch. Tento činiteľ udáva, koľko svetla sa od daného povrchu odráža. Tento činiteľ nikdy nemôže byť 100. Zvyšovaním činiteľa odrazu si môžu „pomáhať“ niektorí dodávatelia osvetlenia najmä pri osvetľovaní okrajových častí scény.

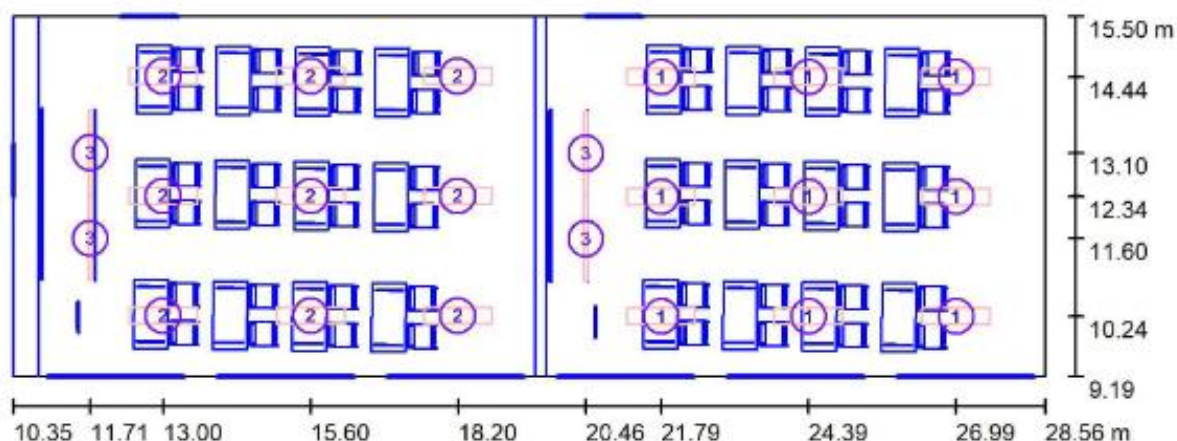
Užívateľská úroveň:					
	Výška:	0.850 m			
	Rastr:	128 x 128 Body			
	Okrajová zóna:	0.500 m			
Kusovník svietidiel					
Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	Φ (Svietidlo) [lm]	Φ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	9	LED svietidlo 2500lm 22W IP40 4K 1200x300 UGR DALI (1.000)	2500	2500	36.0
2	9	LED svietidlo 3600lm 36W IP40 4K 1200x300 UGR (Typ 1)* (1.000)	4000	4000	36.0
3	4	LED svietidlo asymetrické (1.000)	4300	4300	26.0
*Pozmenené technické údaje			Celkem: 75693	Celkem: 75700	752.0
Specifický príkon: $6.54 \text{ W/m}^2 = 1.37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Základní plocha: 114.94 m^2)					

Obrázok 18 Komentovaný návrh osvetlenia 2

Oranžovým sú definované parametre, ktoré sa merajú. V tomto prípade sa meria vo výške 0,85 m, čo je štandard (stolu) – primárne nás zaujíma, aké svetelné podmienky budú na stoloch, aby deti dobre videli.

Červený parameter udáva svetelný tok svietidla. Niekedy sa môžete stretnúť s tým, že svetelný tok zdroja bude väčší než svietidla. To je správne. Pokiaľ by to bolo naopak a svetelný tok svietidla by bol vyšší ako zdroja, je to zlé.

Zeleným je označený spočítaný špecifický príkon osvetlenia plochy na m^2 . Čím je nižší, tým je to lepšie.



Obrázok 19 Komentovaný návrh osvetlenia 3

Na predchádzajúcom obrázku je ukázané umiestnenie svietidiel v miestnosti. Táto informácia je dôležitá pre realizátora, ktorý bude inštalovať svietidlá. Na poslednom obrázku sú vyznačené dve zásadné hodnoty. Koeficient RA (označený zeleným) udáva index podania farieb. Jednoducho povedané tento ukazovateľ definuje, koľko percent farieb zo spektra vidíme reálne pri použitom type svietidiel. Čím je vyšší, tým je to lepšie. U LED svietidiel sa tento index pohybuje od 70 do 100, napríklad u sodíkových výbojok užívaných na verejné osvetlenie potom býva RA iba 25.

Seznam výpočtových plôch

C.	Označení	Typ	Rastr	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	500lx - 5.36.9 miestnosti pro praktickou výuku	svisle	16 x 16	553	400	672	0.723	0.595
2	300lx - 5.36.1 učebna	svisle	16 x 16	359	263	445	0.733	0.592
3	500lx- 5.36.4 Tabule E_m 500lx UGR19 E_m/E_{min} 0.7 RA 80	svisle	16 x 32	603	440	756	0.729	0.582

Obrázok 20 Zoznam vypočítaných plôch

Zimný štadión

Spotreba elektrickej energie zimného štadiónu môže byť veľmi zaujímavou témou. Vzhľadom na rekonštrukciu strechy môže byť zaujímavá možnosť osadenia strechy fotovoltaickými panelmi, ktoré by generovali elektrinu pre priamu spotrebu kompresorového chladenia. Vzhľadom k tomu, že sme nemali žiadnu dokumentáciu o pripravovanom projekte ani detail o používanej technológii, nie sme schopní vypočítať možnú návratnosť takéhoto riešenia.

Na zimnom štadióne sa na chladenie využíva kompresorové chladenie. Kompresory sa spínajú na 25, 50, 75 a 100 % svojho výkonu krokovo. Na základe prehliadky odporúčame ako jedno z ekonomicky

veľmi návratných riešení inštalovať ku kompresorom frekvenčné meniče, ktoré budú schopné plynule regulovať výkon kompresorov.

Hlavné osvetlenie ľadovej plochy má byť taktiež rekonštruované s využitím novej LED osvetľovacej technológie. Vzhľadom k veku a typu súčasného výbojkového osvetlenia očakávame úsporu nad 50 % spotreby elektrickej energie.

Plaváreň

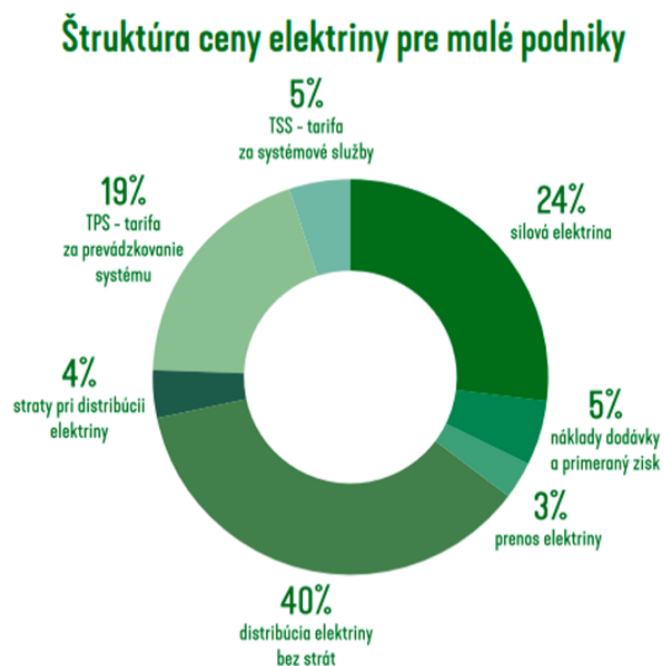
Plaváreň využíva na osvetlenie hlavnej plaveckej plochy kombináciu výbojkových a žiarivkových svietidiel. Vzhľadom k tomu, že sme nemali príslušnú dokumentáciu, úspora pri výmene existujúceho hlavného osvetlenia za nové úsporné sa môže iba odhadovať.

Na reguláciu vzduchotechniky sa už používajú frekvenčné meniče, úspory v tomto smere tak neočakávame. Odporúčame rekonštruovať súčasné osvetlenie spoločných priestorov, ktoré sa používajú a sú osvetlené po celú dobu prevádzky areálu.

Úspory nákladov vďaka energeticky úsporným opatreniam

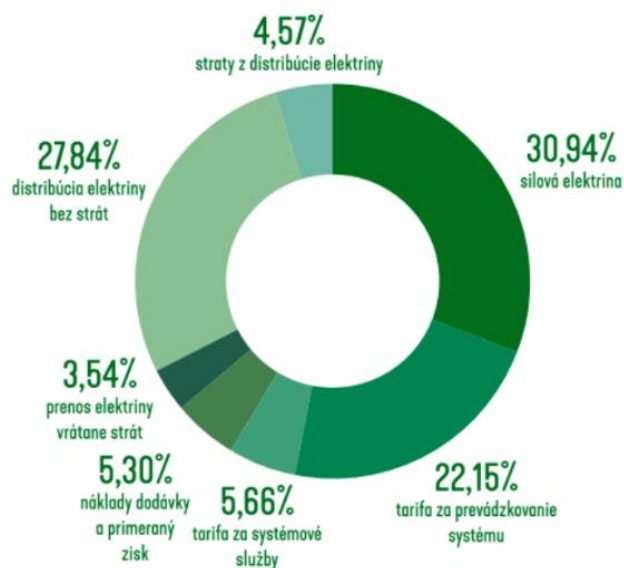
Energeticky úsporné opatrenia majú dlhodobejší charakter, pretože najlacnejšia energia je tá, ktorú vôbec nepotrebujeme nakupovať.

Silová elektrina, teda samotná komodita, sa na koncovej cene podieľala necelými 24 - 31 %⁵⁴. Štruktúra ceny elektriny: (<https://www.energie-portal.sk/Dokument/najnovsie-cisla-urso-ukazali-z-coho-sa-sklada-cena-elektriny-samotna-elektrina-tvori-31-105249.aspx>)



⁵⁴ Prevzaté z [energie.portal.sk](https://www.energie-portal.sk) [online]: [cit. 21.11.2020]. Dostupné z <https://www.energie-portal.sk/Dokument/najnovsie-cisla-urso-ukazali-z-coho-sa-sklada-cena-elektriny-samotna-elektrina-tvori-31-105249.aspx>

Štruktúra ceny elektriny pre domácnosti



Obrázok 21 Štruktúra ceny elektrickej energie.

Z grafu je zrejmé, že znížením spotreby dochádza k zníženiu nákladov, ktoré nie je možné dosiahnuť jednoduchým výberom dodávateľa silovej elektriny.

Z úzkej vzorky poskytnutých dát (Zmluva o dodávke elektriny s prevzatou zodpovednosťou za odchýlku a distribúciu elektriny č. 2463/2019/PS-UMK za obdobie 01.01.2020 - 31.12.2020) sme vykonali analýzu štruktúry nákladov pre vybrané odberné miesta – viď tabuľka:

Odberateľ	Spotreba (kWh)	Silová e. (EUR)	Celkom s DPH (EUR)	Silová e- h (EUR/MWh)	Celkom s DPH (EUR/MWh)	Celkom bez DPH (EUR/MWh)	Distribúcia a ostatné bez DPH (EUR/MWh)	Podiel silové e.
Mesto Banská Bystrica	4 493 977	271 436,21	879 817,40	60,40	195,78	163,15	102,75	37%
ZARES	287 630	17 324,98	54 698,00	60,23	190,17	158,47	98,24	38%
MBB	1 434 423	86 639,15	343 960,18	60,40	239,79	199,82	139,42	30%
ZŠ Jána Bakossa	44 621	2 695,11	10 699,67	60,40	239,79	199,82	139,42	30%
ZŠ Ďumbierska	45 145	2 726,00	16 922,19	60,38	374,84	312,37	251,98	19%
ZŠ J.G.T., Gaštanová	45 600	2 754,25	9 511,01	60,40	208,57	173,81	113,41	35%
ZŠ Golianova	43 303	2 672,69	11 484,07	61,72	265,20	221,00	159,28	28%
ZŠ Moskovská	82 167	6 147,35	19 321,42	74,82	235,15	195,96	121,14	38%
ZŠ Pieninská	49 777	3 006,53	11 936,02	60,40	239,79	199,82	139,42	30%
ZŠ Radvanská	67 119	4 053,99	16 094,46	60,40	239,79	199,82	139,42	30%
ZŠ Sitnianska	42 698	2 578,97	10 405,00	60,40	243,69	203,07	142,67	30%

ZŠ Spojová	55 445	3 298,86	13 394,67	59,50	241,58	201,32	141,82	30%
ZŠ SSV, Skuteckého	82 065	4 956,75	17 250,91	60,40	210,21	175,18	114,77	34%
ZŠ Tr. SNP	51 628	3 118,33	12 379,87	60,40	239,79	199,82	139,42	30%
Centrum voľného času	7 022	424,14	2 273,32	60,40	323,74	269,79	209,38	22%
ZUŠ Jána Čikkera	41 291	2 493,980 0	9 901,17	60,40	239,79	199,82	139,42	30%
SPOLU	6 873 911	416 327,29	1 440 049,36	60,57	209,49	174,58	114,01	35%

Tabuľka 6 Analýza štruktúry nákladov pre vybrané odberné miesta

Z konkrétnych dát vyplýva, že celková cena bez DPH je cca 175 EUR/MWh, zatiaľ čo cena silovej elektriny je 60,57 EUR/MW – teda iba 35 %. To preukazuje, že je nutné sa intenzívne zaoberať distribučnou časťou ceny, akokoľvek sa to zdá byť regulovanou časťou bez možnosti jej ovplyvnenia. Konkrétne príklady sú uvedené nižšie. Z analýz dát v tabuľke tiež vyplýva, že existujú veľké rozdiely v podiele silovej elektriny na celkových nákladoch. Napr. v ZŠ Ďumbierska je to zrejme 19 %, zatiaľ čo v ZŠ Moskovská 38 %. Analytický pohľad bez vedomostí konkrétnych technológií v jednotlivých budovách ukazuje, že zrejme existuje potenciál zníženia veľkosti platieb za distribúciu optimalizáciou distribučnej sadzby alebo organizačne-technickými opatreniami.

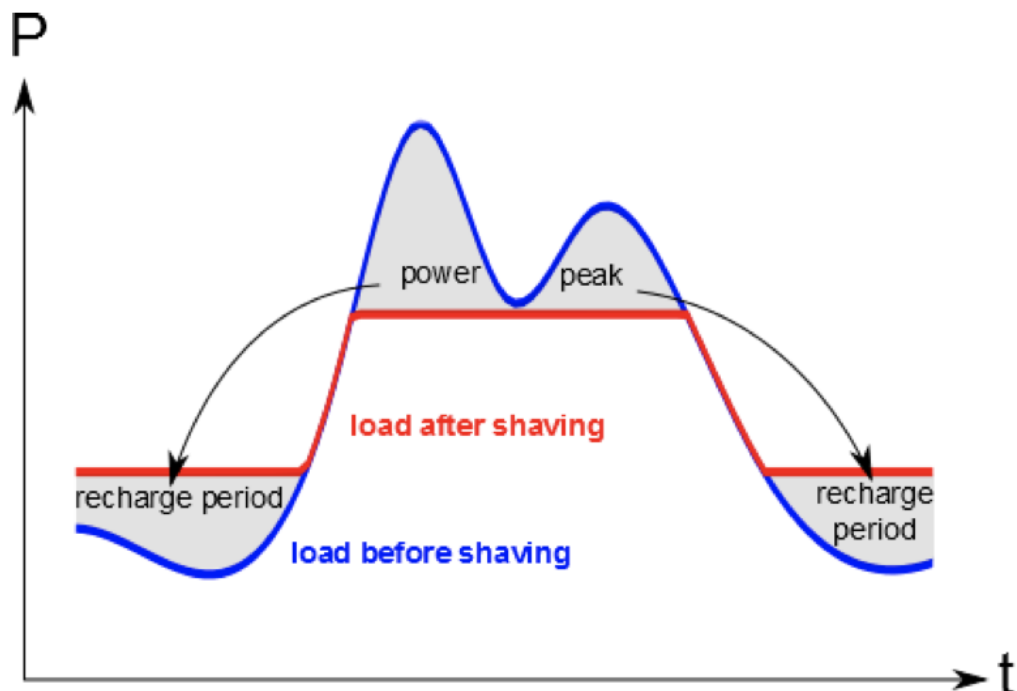
Štruktúra spotrieb v odberných miestach mesta Banská Bystrica.

Za základe dát ¼-hodinových spotrieb poskytnutých zástupcom mesta sme pripravili ich analýzu.

Princíp

Na účely tejto štúdie sú rozdelené odberné miesta podľa dvoch kritérií:

- 1) Veľkosti spotreby, kde sme vytvorili tri segmenty:
 - a. Veľká spotreba – spotreba v odbernom mieste vyššia než 250 MWh/rok.
 - b. Stredná spotreba – spotreba v odbernom mieste vyššia než 100 MWh/rok.
 - c. Malá spotreba – spotreba v odbernom mieste menšia než 100 MWh/rok.
- 2) Využitie maximálneho výkonu. Ide o štandardný ukazovateľ, ktorý hovorí o tom, ako efektívne zákazník využíva distribučnú sieť. Vzorec na výpočet je:



$$\frac{\text{Spotreba elektriny za rok}}{\text{Maximálny } \frac{1}{4} \text{ hodinový odobraný výkon za rok}}$$

Obrázok 22 ako efektívne zákazník využíva distribučnú sieť

Na možnosti dosiahnutej nízkej komoditnej ceny elektriny platí jednoduché pravidlo:

Čím vyššia hodnota využitá maximom, tým vyrovnanejšia spotreba a taktiež cena komodity, a tým aj viac celkových nákladov.

Štandardné hodnoty

Priemyselné podniky s trojzmennou prevádzkou bežne dosiahnu využitie 6000 - 7000 hodín, štandardne je to 4 500 hodín.

Peak-Shaving

Na zvyšovanie využitia maxima spoločnosti investujú do opatrení na znižovanie nárokov. Ide o tzv. peak shaving, kde sa implantujú opatrenia na riadenie prevádzok jednotlivých spotrebičov a obmedzovanie ich spotreby v čase. Často im stačí posun spotreby. Niekoľko minút až desiatok minút.

Cieľom je zamedziť výkonným špičkám odberu (na obrázku „power peak“ s cieľom ich eliminácie organizačnými alebo technickými opatreniami (napríklad inštaláciou batérie).

Rozdelenie odberných miest mesta Banská Bystrica

Podľa vyššie uvedených kritérií, analýzou a matematickým spracovaním dát je nižšie v tabuľke zobrazené rozdelenie odberných miest do skupín:

Popis riadku	Počet OM	Spotreba	Využitie maximálneho výkonu			
			> 2000 hod	> 3000 hod	> 4000 hod	> 5000 hod
Mesto Banská Bystrica	144	4 392	114	99	6	0
Malá	139	2 628	112	99	6	0
Stredná	3	348	1	0	0	0
Vysoká	2	1 417	1	0	0	0
Celkový súčet	144	4 392	114	99	6	0

Poznámka: zdrojom dát je predaný XLS súbor so ¼-hodinovými dátami spotreby. Neobsahuje všetky odberné miesta – napr. plaváreň.

Tabuľka 7 Rozdelenie odberných miest do skupín

Zhrnutie:

- 1) Žiadne odberné miesto nevyužíva rezervovanú kapacitu viac než 5 000 hodín v roku.
- 2) 6 malých odberných miest má využitú maximu vyššiu než 4000 hodín.
- 3) 114 odberných miest má využitú maximu nižšiu než 2000 hodín. Existuje teraz značný priestor pre zvýšenie efektivity organizačnými, technickými alebo investičnými opatreniami.
- 4) 5 odberných miest (segment s veľkou a strednou spotrebou) spotrebuje 1760 MWh, čo predstavuje 40 % spotreby. Tu je najvyšší potenciál úspor a mali by byť analyzované ako prioritné. Ide o tieto odberné miesta:

Odborné miesto	Spotreba MWh
ZŠS pri MŠ Jakubská cesta	105
MŠ Buková	108
Tatranská	135
MsÚ – ČSA	318
Zimný štadión, Hronské predmestie	1 099

Tabuľka 8 Odborné miesta a spotreba

Poznámka: analýza zahŕňa iba odovzdané dáta – teda nie všetky odberné miesta.

- 5) Pretože ostatné odberné miesta nemajú vysokú spotrebu, je dôležité preveriť i možnosti úspor s cieľom maximalizovať „QUICK-WIN“ efekty a začať dosahovať úspory čo najskôr.

Príklady analýzy hodinových hodnôt

Na analýzu hodinových hodnôt spotreby boli zvolené tri odberné miesta s vysokou spotrebou. Ide o zimný štadión, budovu mestského úradu a základnú školu.

Charakteristiky spotreby je nutné overiť na mieste, zvlášť z pohľadu jednotlivých spotrebičov a spôsobu ich využívania. Celý rad opatrení je možné realizovať organizačne (napr. prevádzka spotrebičov mimo špičkových odberov), jednoduchými technickými prostriedkami (napr. časovo spínanými zásuvkami), lokálne úpravou existujúcich systémov MaR (meranie a regulácia) alebo doplnením ďalšími technológiami, ktoré sú najspoľahlivejšie, vyžadujú ale investičné prostriedky.

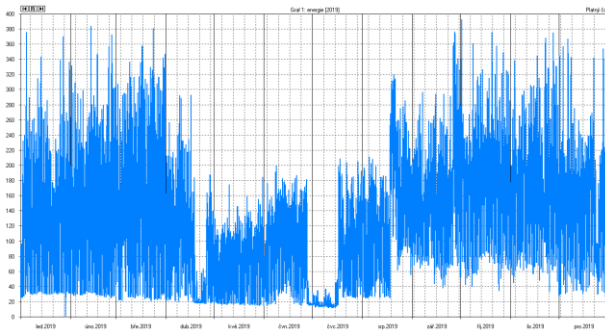
Uvedené zistenia je vhodné overiť na dátach dlhších než 1 rok, optimálny časový úsek je 3 roky, kedy dochádza k eliminácii mimoriadnych klimatických i iných (napr. COVID) udalostí.

Uvedené odporúčania je nutné detailne spracovať formou štúdie uskutočniteľnosti, v ktorej budú zohľadnené i ceny elektriny a možnosti využitia dotácií.

Nižšie uvedené závery boli spracované analýzou historických dát spotreby elektriny. Tento izolovaný pohľad na energetiku nie je dostatočný, pretože nevypovedá o celkovej spotrebe.

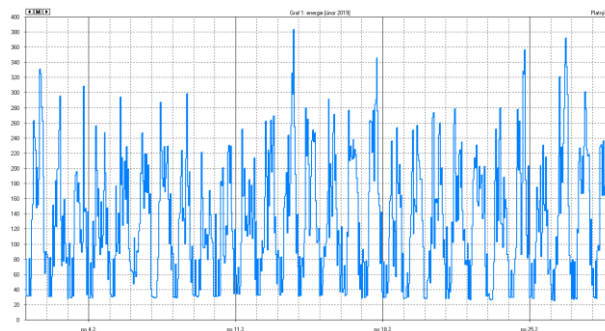
ANALÝZA SPOTREBY – ZIMNÝ ŠTADIÓN

Ročná spotreba: 1 098 MWh (najväčší odberateľ elektriny)



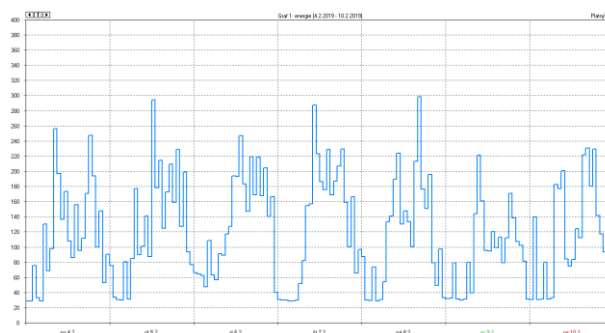
Ročný pohľad 01-12/2019:

- Spotreba najmä v mesiacoch január-marec + august – december.
- Priemerná spotreba 180-200 kW.
- Maximálna spotreba 380 kW.



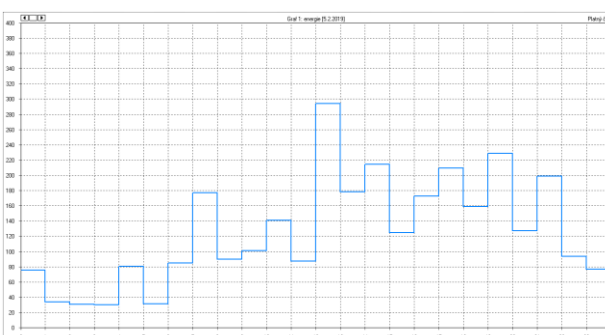
Mesačný pohľad – 02/2019:

- Pomerne volatilná spotreba s vysokými výkyvmi.
- Nevyrovnaná spotreba v jednotlivých týždňoch.
- Vysoké špičkové odbery bez pravidelného opakovania.



Týždenný pohľad:

- Spotreba v pracovných dňoch mierne vyššia než cez víkendy.
- Hodinové rozloženie štruktúry v jednotlivých dňoch nie je rovnomerné.
- Náhodné zvýšenie spotreby z 200 kW na 380 kW 3x za týždeň.



Denný pohľad: 5.2.2019

- Nízka spotreba v ranných hodinách.
- Zvýšenie spotreby o 7:00 o 100 kW.
- Zvýšenie spotreby o 12:00 na 300 kW, ktoré sa ďalej neopakuje.

Zistenie	Odporúčanie
Spotreba zimného štadiónu je nevyrovnaná, existuje potenciál úspor nákladov.	
V spotrebe dochádza k vysokým nárastom spotreby o 100-150 kW. Spotrebiče elektriny sú riadené iba potrebami zimného štadiónu bez zohľadnenia dopadov na náklady. Jednohodinové špičkové odbery vyžadujú vysoké platby za maximálny ¼ hodinový výkon.	Spotreba jednotlivých spotrebičov by mala byť riadená s ohľadom na maximálne využitie rezervovaného výkonu. Organizačne je vhodné zaistiť riadenie spotreby prostredníctvom KPI. Energy manažment systém by mal vedieť predikovať a riadiť spotrebu jednotlivých spotrebičov a rozkladať ju v čase kvôli eliminácii výkonových špičiek. Pokiaľ organizačné zmeny a energetický manažment nedokážu eliminovať výkonové špičky, malo by byť inštalované batériové úložisko. Nabíjanie ráno v dobe minimálneho odberu, vybíjanie v dobe špičkového odberu. Kombináciou energy manažment systému a batériového úložiska by malo dôjsť až k 50% úspore nákladov na rezerváciu kapacity.
Spotreba v letných mesiacoch je nízka.	Inštalácia FVE s inštalovaným výkonom vyšším než 20 kW by v súčasnej dobe nebola efektívna. Po zmene legislatívy je možné využiť vyšší výkon u FVE potom čo bude pokrytá spotreba v iných budovách mesta.
Minimálna hodinová spotreba je 20 kW, a to i v letných mesiacoch.	Inštalovaný výkon FVE do 20 kW by mal byť zo 100 % využitý na pokrytie vlastnej spotreby. FVE v kombinácii s batériovým úložiskom nahradí nákup 20 MWh spotreby zo siete a tiež zníži požiadavky na rezerváciu kapacity.

Hlavné odporúčania:

- Analýza spôsobu využitia spotrebičov na mieste.
- Vytvorenie miestnych prevádzkových inštrukcií.
- Vybudovanie energetického manažmentu pre monitoring a riadenie spotreby.
- Spracovanie štúdie uskutočniteľnosti na možnosti inštalácie FVE a batériového úložiska.

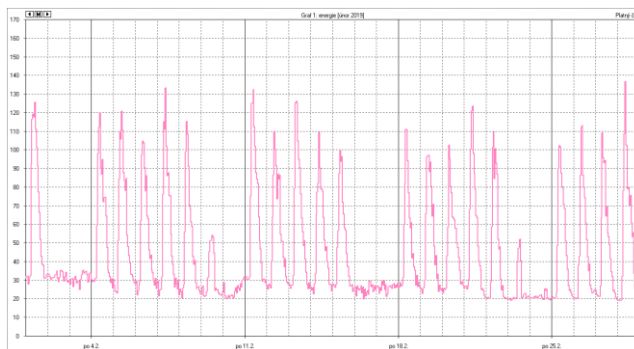
ANALÝZA SPOTREBY – MESTSKÝ ÚRAD ČSA

Ročná spotreba: 317 MWh



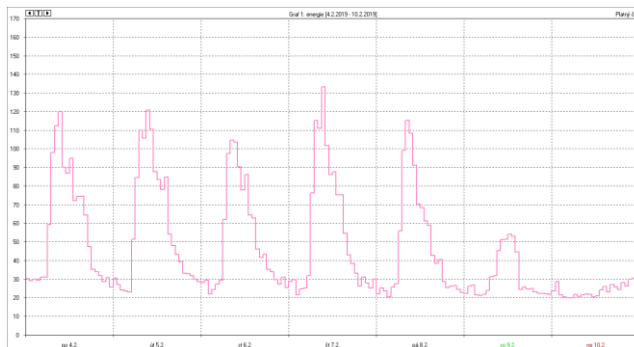
Ročný pohľad 01-12/2019:

- Spotreba najmä v letných mesiacoch obmedzená (dovolenky).
- Priemerná spotreba 80 kW.
- Maximálna spotreba 160 kW.
- Minimálna hodinová spotreba 20 kW v letných mesiacoch i v nočných hodinách.



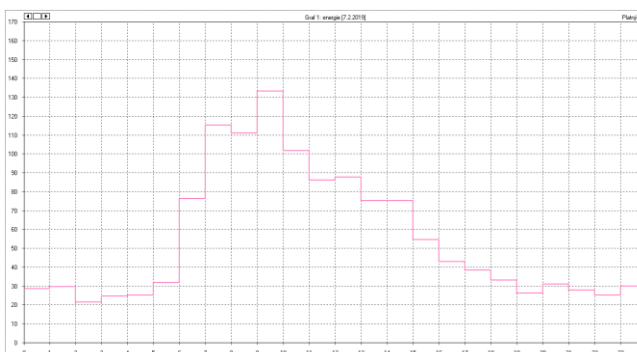
Mesačný pohľad – 02/2019:

- Pomerne volatilná spotreba s vysokými výkyvmi.
- Vyrovnaná spotreba v jednotlivých týždňoch.
- Vysoké špičkové odbery bez pravidelného opakovania.



Týždenný pohľad:

- Spotreba v pracovných dňoch významne vyššia než cez víkendy.
- Hodinové rozloženie štruktúry v jednotlivých dňoch je pomerne rovnomerné.
- Pravidelný nárast spotreby medzi 7:00-10:00, v niektorých dňoch ale o 20 % vyšší než v iných.



Denný pohľad: 5.2.2019:

- Nízka spotreba v ranných hodinách.
- Zvýšenie spotreby medzi 7:00-10:00 z 90 až na 160 kW.
- Minimálna spotreba 20 kW i v nočných hodinách.

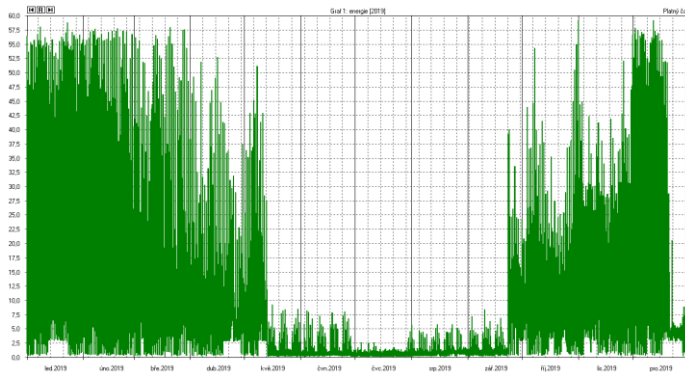
Zistenie	Odporúčanie
Spotreba budovy mestského úradu je štandardná, existuje ale potenciál úspor.	
V spotrebe dochádza k vysokým nárastom spotreby až o 100 %. Jednohodinové špičkové odbery vyžadujú vysoké platby za maximálny ¼ hodinový výkon.	Spotreba jednotlivých spotrebičov by mala byť riadená s ohľadom na maximálne využitie rezervovaného výkonu. Energy manažment systém by mal vedieť predikovať a riadiť spotrebu jednotlivých spotrebičov a rozkladať ju v čase kvôli eliminácii výkonových špičiek. Pokiaľ organizačné zmeny a energetický manažment nedokážu eliminovať výkonové špičky, malo by byť inštalované batériové úložisko. Nabíjanie ráno v dobe minimálneho odberu, vybíjanie v dobe špičkového odberu. Kombináciou energy manažment systému a batériového úložiska by malo dôjsť až k 50% úspore nákladov na rezerváciu kapacity/zníženie veľkosti ističa.
Spotreba v letných mesiacoch je nízka.	Inštalácia FVE s inštalovaným výkonom vyšším než 20 kW by v súčasnej dobe nebola efektívna. Po zmene legislatívy je možné využiť vyšší výkon u FVE po tom, čo bude pokrytá spotreba v iných budovách.
Minimálna hodinová spotreba je 20 kW, a to i v letných mesiacoch.	Inštalovaný výkon FVE do 20 kW by mal byť zo 100 % využitý na pokrytie vlastnej spotreby. FVE v kombinácii s batériovým úložiskom nahradí nákup 20 MWh spotreby zo siete a tiež zníži požiadavky na rezerváciu kapacity.

Hlavné odporúčania:

- Analýza spôsobu využitia spotrebičov na mieste.
- Vytvorenie miestnych prevádzkových inštrukcií.
- Vybudovanie energetického manažmentu na monitoring a riadenie spotreby.
- Spracovanie štúdie uskutočniteľnosti na možnosti inštalácie FVE a batériového úložiska.

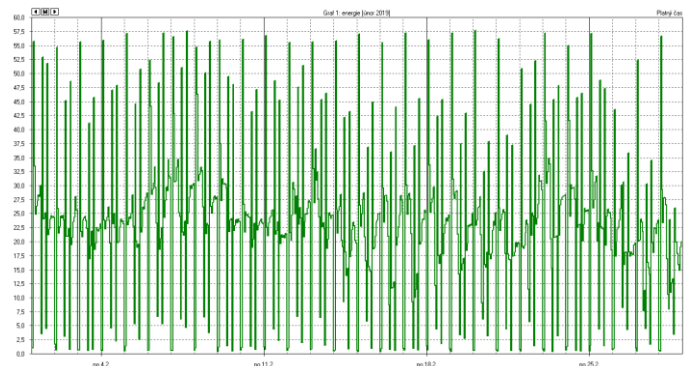
ANALÝZA SPOTREBY – ZŠ JAKUBSKÁ CESTA

Ročná spotreba: 105 MWh.



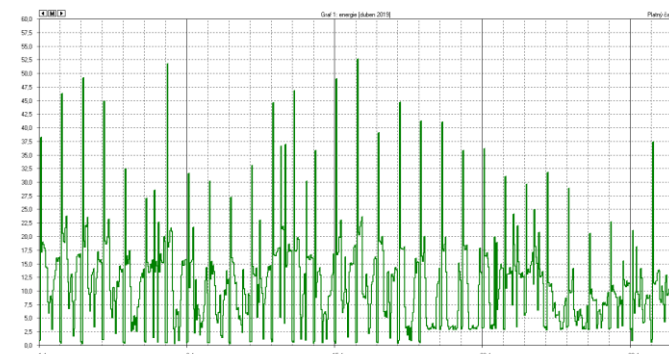
Roční pohľad: 01-12/2019:

- Spotreba v mesiacoch prakticky nulová.
- Vysoká spotreba v zimných mesiacoch, zrejme vytápanie elektrinou.



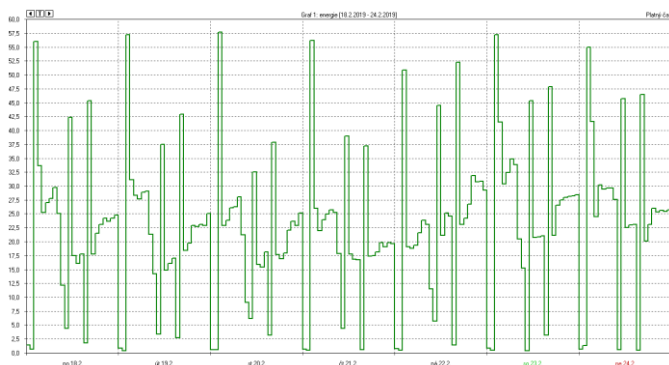
Mesačný pohľad: 02/2019:

- Vysoko volatilná spotreba s vysokými výkyvmi.
- Vysoké špičkové odbory bez pravidelného opakovania s nárastom spotreby z 25 kW až na 55 kW – teda nárasty o 30 kW.
- Ostatná spotreba pomerne stabilná.



Mesačný pohľad: 04/2019:

- Spotreba rovnako ako v 02/2019 volatilná.
- Hodinové náhodné zvyšovanie spotreby o 30 kW pokračuje.
- Ostatná spotreba pomerne stabilná.



Týždenný pohľad: 02/2019:

- I týždenný pohľad dokumentuje každodenné opakované nárasty spotreby.

Zistenie a odporúčanie

Zistenie	Odporúčania
Spotreba zimného štadiónu je nevyrovnaná, existuje V spotrebe dochádza k vysokým nárastom spotreby z 20 na 55 kW, čo vyžaduje platby za rezerváciu kapacity/vysokú hodnotu ističa a s tým súvisiace platby.	potenciál úspor. Odporúčame identifikovať spotrebič, ktorý krátkodobé navýšenie spotreby spôsobuje a overiť dôvody. Jeho spotreba by mala byť riadená s ohľadom na maximálne využitie rezervovaného výkonu/veľkosti ističa. Pokiaľ je týmto spotrebičom kúrenie, zvážiť jeho náhradu mikrokogeneračnou jednotkou (ak je možnosť pripojenia plynu). Energy manažment systém by mal vedieť predikovať a riadiť spotrebu tohto spotrebiča a rozkladať ju v čase kvôli eliminácii výkonových špičiek. Pokiaľ technické zmeny a energetický manažment nedokážu eliminovať výkonové špičky, malo by byť inštalované batériové úložisko . Nabíjanie ráno v dobe minimálneho odberu, vybíjanie v dobe špičkového odberu. Kombináciou energy manažment systému, mikrokogeneračnej jednotky a batériového úložiska by malo dôjsť až k 25% úspore nákladov na elektrinu a teplo.
Spotreba v letných mesiacoch je nízka.	Inštalácia FVE s inštalovaným výkonom vyšším než 2-3 kW by v súčasnej dobe nebola efektívna. Po zmene legislatívy je možné využiť vyšší výkon u FVE po pokrytí spotreby v iných budovách.
Minimálna hodinová spotreba je 20 kW, a to i v letných mesiacoch.	Inštalovaný výkon FVE do 2 kW by mal byť zo 100% využitý na pokrytie vlastnej spotreby. FVE, mikrokogeneračná jednotka v kombinácii s batériovým úložiskom nahradí nákup elektriny zo siete a tiež zníži požiadavky na rezerváciu kapacity.

Hlavné odporúčanie:

- Analýza spôsobu využitia spotrebičov na mieste.
- Vybudovanie energetického manažmentu na monitoring a riadenie spotrieb.
- Spracovanie štúdie uskutočniteľnosti na možnosti inštalácie mikrokogeneračnej jednotky FVE a batériového úložiska.

Modelový príklad FVE na budove mestského úradu

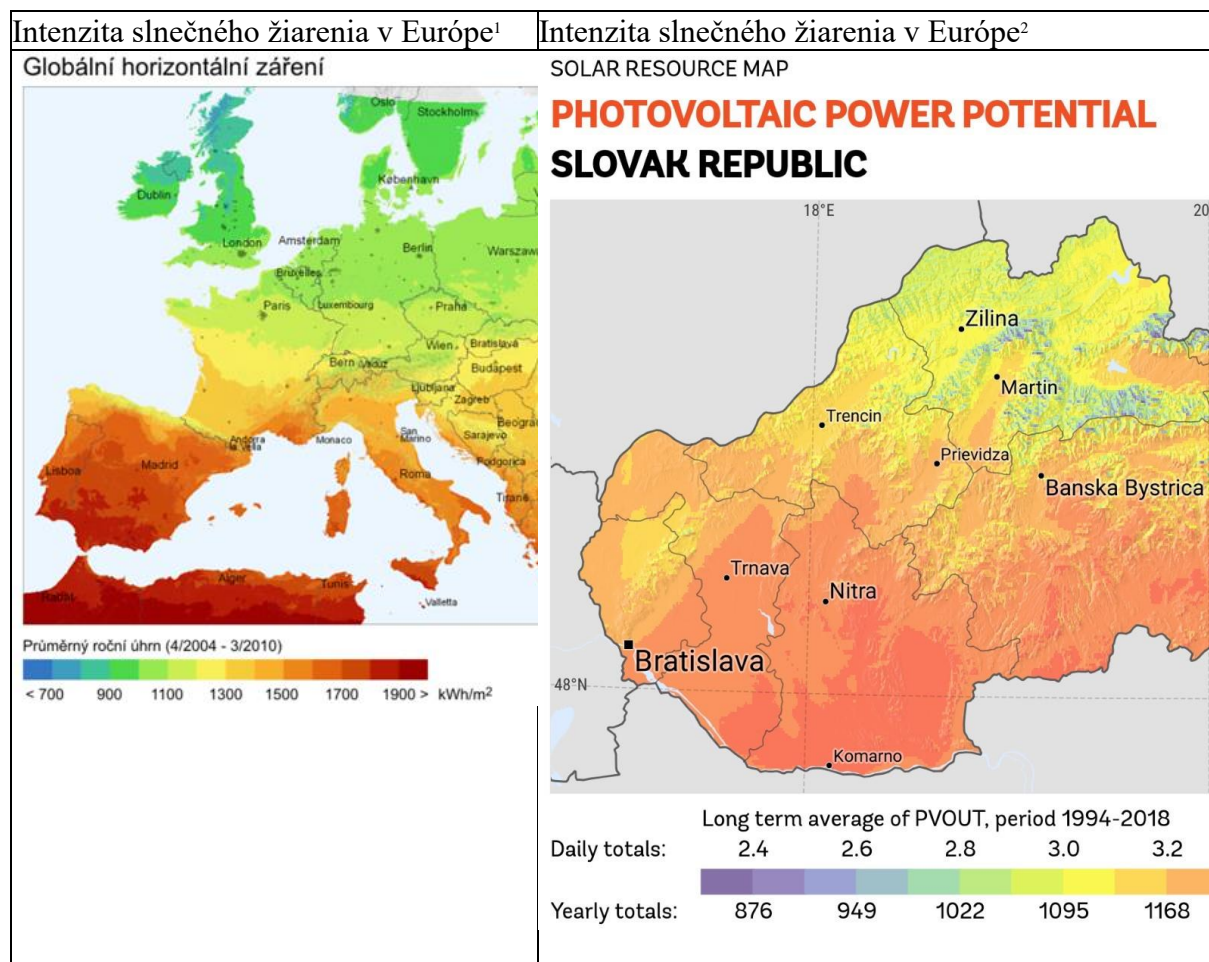
Pre hodnotenie efektivity využitia FVE na budovách mesta Banská Bystrica je nutné definovať tieto základné parametre:

- intenzitu slnečného žiarenia,
- veľkosť strechy,
- súdobosť výroby a spotreby elektriny
 - ¼ hodinový diagram dodávky elektriny vyrobenej vo FVE
 - ¼ hodinový diagram spotreby budovy,
- veľkosť investície a návratnosť.

Výsledkom spracovania týchto dát je jasný obrázok o potencionálnej úspore nákladov a návratnosti investície. Postupne budeme analyzovať všetky body.

Intenzita slnečného žiarenia

Intenzita slnečného žiarenia v danej lokalite dáva informáciu o tom, koľko elektriny je fotovoltaická elektrárňa schopná vyrobiť. Mapky nižšie popisujú a porovnávajú ako situáciu v Európe, tak i na Slovensku.



Obrázok 23 Mapa intenzity slnečného žiarenia v Európe

Mapka napravo ukazuje, že intenzita slnečného žiarenia na Slovensku je priemerná. Na prvý pohľad je zrejmé, že v južných krajinách Európy (zvlášť v Španielsku, južnom Taliansku, Grécku a Turecku) fotovoltaické elektrárne s rovnakým inštalovaným výkonom vyrobí takmer dvojnásobný objem elektriny než na Slovensku.

Interpretácia podľa farieb na mape je jednoduchá: zatiaľ čo rovnaká fotovoltaická elektrárňa s inštalovaným výkonom 1 MW vyrobí na severe Veľkej Británie 700 MWh, na juhu Španielska 2000 MWh. Efektivita investície je takmer trikrát vyššia...

Na účely štúdie je významnejšia mapka naľavo, ktorá ukazuje intenzitu žiarenia na Slovensku. Pre ďalšie výpočty budeme v štúdiu využívať hodnotu 1200 kWh/kWp. Táto hodnota znamená, že fotovoltaická elektrárňa s inštalovaným výkonom 100 kW vyrobí 120 MWh elektriny za rok.

$$\text{Ročná výroba FVE [kWh]} = \text{Inštalovaný výkon [kW]} * 1200$$

Veľkosť strechy

Ako modelový príklad sme zvolili budovu mestského úradu.

Parametre spotreby: Spotreba za rok: 317 MWh Maximálna spotreba ¼ hod.: 163 kW Minimálna spotreba ¼ hod.: 6 kW Využitie maxima: 1951 hodín za rok	Plocha strechy: Celková: cca 2500 m ² Teoretická pre FVE: 1700 m ² Predpokladaná pre FVE: 1000 m ²
--	---



Obrázok 24 Strecha mestského úradu v BB

Poznámky:

- 1) Plochy boli merané z leteckých máp (www.mapy.cz)
- 2) Do výpočtu neboli zahrnuté objekty garáží za zadným traktom komplexu budov MsÚ.
- 3) Pre prepočet plochy strechy bol použitý koeficient 0,6 (60 % vhodnej strechy bude využitých na FVE).
- 4) Vypočítané rozmery strechy boli vypočítané analyticky cez on-line mapy.
- 5) Presné rozmiestnenie panelov a celkový výkon musia byť stanovené miestnym šetrením so zohľadnením statiky všetkých budov.

Plocha strechy využiteľná na FVE =1 000 m²

Predpokladaná veľkosť FVE =200 kWp

Poznámka: na rozmer strechy 1700 m² by bolo možné inštalovať FVE s inštalovaným výkonom 340 kW.

Súdobosť výroby a spotreby elektriny

Pre efektívne využitie FVE na strechách je rozhodujúci podiel vyrobenej elektriny, ktorú je možné spotrebovať v budove. Dôvodom je fakt, že cena elektriny odoberanej zo siete je cca 200 EUR/MW.

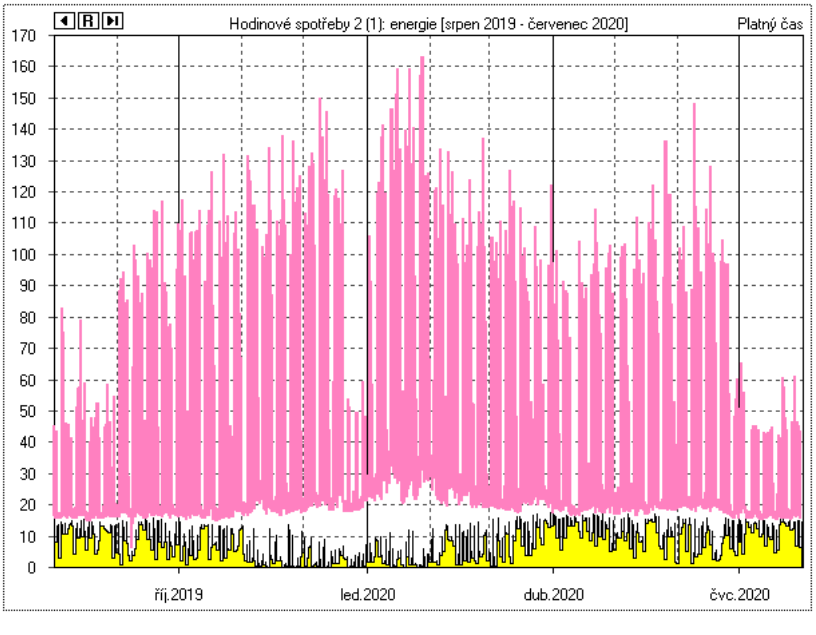
Pre tento účel sme využili typický charakter výroby elektriny prekalibrovaný na vyššie uvedenú hodnotu 1200 kWh/kWp.

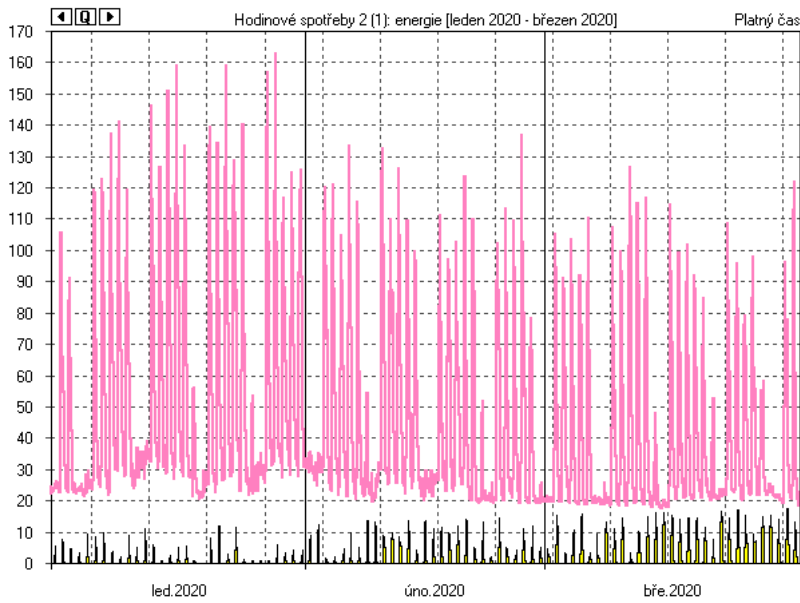
Pre podrobnejšiu analýzu sme uvažovali FVE v dvoch variantoch:

- inštalovaný výkon 20 kWp – odpovedajúci minimálnej ¼- hodinovej spotrebe v budove,
- inštalovaný výkon 200 kWp – odpovedajúci maximálnemu výkonu.

Porovnanie obidvoch variantov je na nasledujúcich stranách:

Variant 1 – FVE 20 kW

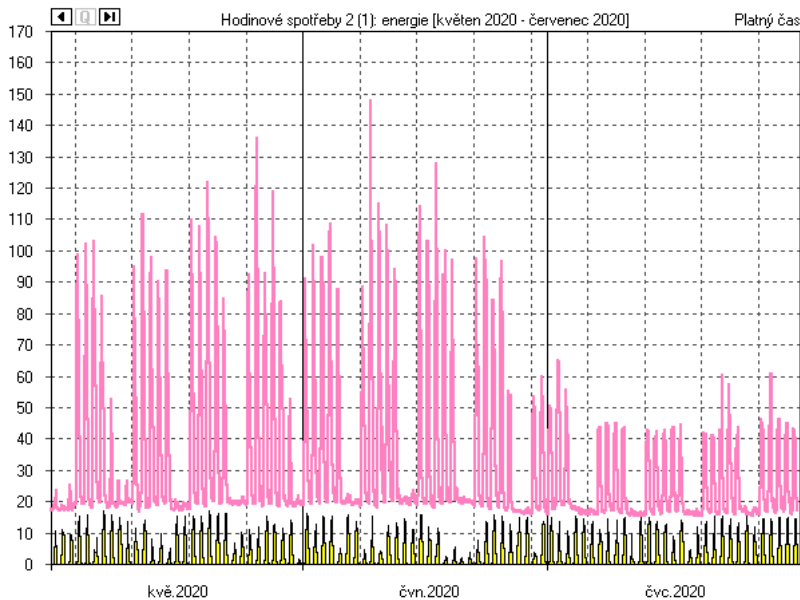
Graf výroby a spotreby	Komentár
 <p>Hodinové spotreby 2 (1): energie [srpen 2019 - červenec 2020] Platný čas</p>	<p>Ročný pohľad august – júl</p> <p>Minimálna spotreba je po celých 12 mesiacov vyššia, než okamžitá výroba FVE a 100 % výroby sa tak spotrebuje v mieste spotreby.</p>



Štvrtročný pohľad január - marec

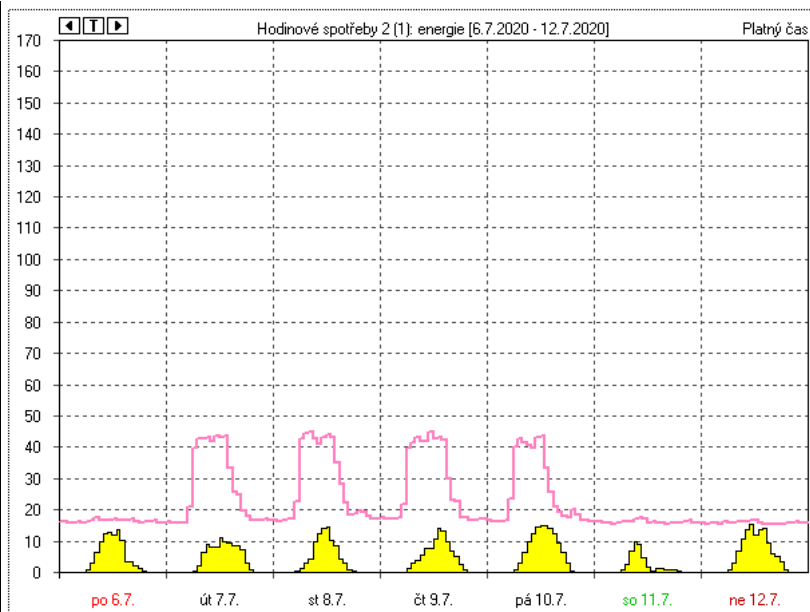
Spotreba v zimných mesiacoch výrazne prevyšuje výrobu.

Vyšší inštalovaný výkon FVE by nespôsobil prietoky do siete.



Štvrtročný pohľad máj - júl

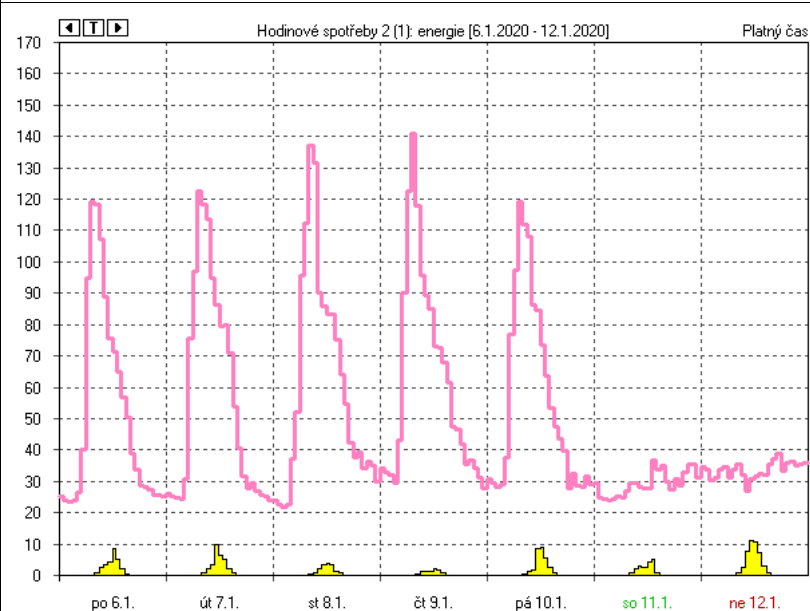
Znížená spotreba v júli neumožňuje výrobu elektriny s inštalovaným výkonom vyšším než 20 kW.



Týždenný pohľad júl

Výroba elektriny cez víkendy, kedy je z dôvodov dovolení minimálna spotreba, je na hranici spotreby.

Pri vyššom inštalovanom výkone by došlo k prietokom vyrobenej elektriny do siete, čo súčasná legislatíva neumožňuje.



Týždenný pohľad január

Minimálna spotreba elektriny je cca 25 kW.

Efektivita výroby FVE v zimných mesiacoch je malá a výroba by mohla byť vyššia ako z FVE 20 kW – cca 50 kW.

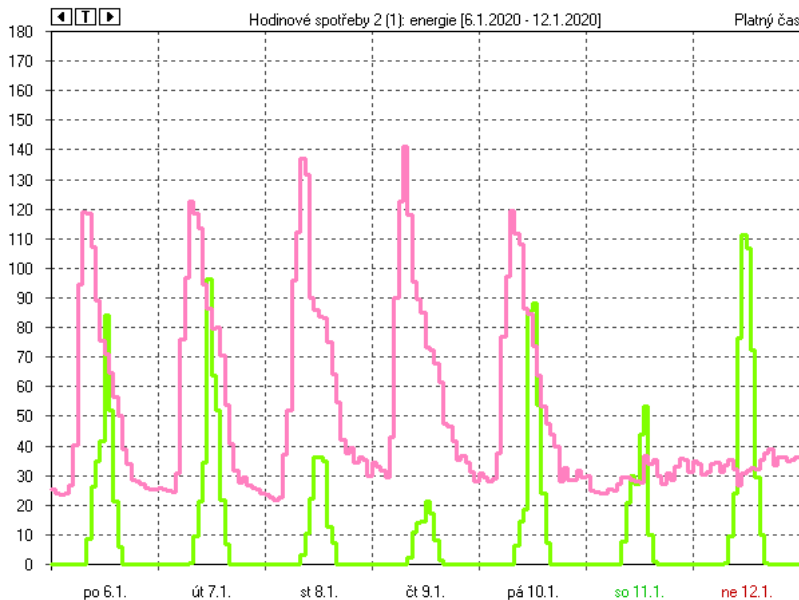
Ani pri výkone 50 kW by nedošlo k prietokom vyrobenej elektriny do siete (v mesiacoch mimo zimy ale áno).

Graf výroby a spotřeby	Komentár
<p>Hodinové spotřeby 2 (1): energie [srpen 2019 - červenec 2020] Platný čas</p>	<p>Ročný pohľad august – júl</p> <p>Výroba elektriny v každom mesiaci prevyšuje spotrebu.</p> <p>Elektrinu bude možné využiť po uvoľnení legislatívy a nájdení vhodných partnerov v iných budovách mesta – viď kapitola zdieľanie elektriny.</p>
<p>Hodinové spotřeby 2 (1): energie [leden 2020 - březen 2020] Platný čas</p>	<p>Štvrťročný pohľad január - marec</p> <p>Spotreba v zimných mesiacoch významne krytá FVE, aj napriek tomu ale dochádza k prietokom do siete.</p>



Štvrtročný pohľad máj - júl

Prietoky elektriny do siete sú zvlášť v júli vysoké – spotreba je cca 50, kW, zatiaľ čo výroba sa blíži 200 kW.

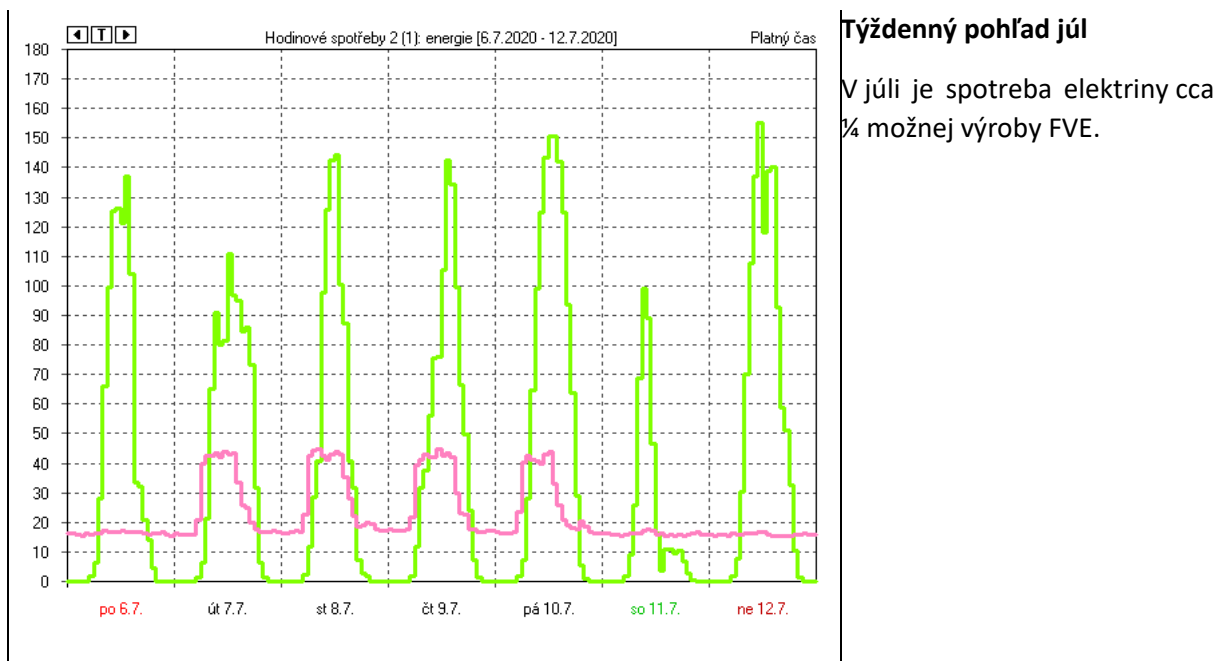


Týždenný pohľad január

Výroba svojou špičkovou výrobou kopíruje spotrebu elektriny (maximum spotreby i výroby okolo 12 hod.)

Cez víkendy však spotreba klesá zo 130 kW na 30 kW.

Výroba FVE môže dosiahnuť až 120 kW a významne tak prevýšiť spotrebu a spôsobiť vysoké prietoky elektriny do siete.



Investície a jej návratnosť

Na vyhodnotenie efektivity investície využívame modelový príklad FVE s inštalovaným výkonom 20 kW a mernými nákladmi 1 000 EUR/MWh. Počítame tiež s dotáciou vo výške 30 % investície.

Investícia	
Merná investícia EUR/kWp	1 000 €
Pinst kW	20
Investícia	20 000 €
Podiel dotácií	30%
Vlastná investícia	14 000 €

Kvôli úsporám využívame cenu 200 EUR/MWh, ktorú znižujeme o 30 %, pretože inštalácia FVE sama o sebe bez doplnenia batériového systému neumožní znížiť rezervovaný príkon alebo hlavný istič. Za prípadné dodávky do siete využívame cenu 20 EUR/MWh.

Ceny EUR/MWh	
Náklady na elektrinu	200 EUR/MWh
Náklady bez rezervácie	140 EUR/MWh
Tržby za predaj prebytkov	20 EUR/MWh

Dodávkou z FVE (95 sa spotrebuje v areáli objektu) dôjde ku kumulovanému ročnému pozitívnemu efektu vo výške 3 216 EUR.

Úspora nákladov a tržby			
Úspora nákladov	Vlastná spotreba	Dodávka do siete	Celkom
% využitej elektriny	95 %	5 %	100 %
% prietoku do siete	22,8	1,2	24
Úspora nákladov	3 192 €	24 €	3 216 €

Porovnaním výšky investície a ročných úspor vychádza jednoduchá návratnosť investície do výstavby FVE 4,35 roka. Nepoznáme presný model výpočtu návratnosti investícií využívaných v meste, využili sme teda túto zjednodušenú metódu nepočítajúcu s nutnosťou úhrady úrokov za pôžičku na investíciu do FVE.

Investícia	4,35
-------------------	-------------

Záver a doporučenie

Investícia do FVE s 30% dotáciou je momentálne projekt s návratnosťou cca 4,5 roka, bez dotácie cca 6 rokov. Odporúčame teda začať práce na inštalácii FVE na strechách budov objektov mesta. Konkrétne odporúčame:

- 1) Pro každou budovu vytvoriť maximálneho využiti střech pro FVE
- 2) Analyzovat ¼ hodnoty spotřeby a možné výroby
- 3) Při výstavbě FVE postupovat ve dvou etapách:
 1. **etapa: vybudovat FVE o velikosti, která umožní spotřebovat ideálně 100% vyrobené elektřiny spotřebované v budově.**
Důvodem je generování úspor nákladů na nákup silové elektřiny i distribučních nákladů (cca 200 EUR/MWh) již v roce 2021 či 2022.
 2. **etapa: po uvolnění legislativy využít pozici prosumera a doplnit FVE do maximálního výkonu dle zpracovaného projektu a vyrobenou elektřinu využít ne pouze v příslušné budově, ale také ji sdílet a dodávat tak elektřinu v dalších budovách**
- 4) Definovat minimální parametry návratnosti do výstavby FVE (např. 5 let)
- 5) Monitorovat dotační tituly a po dosažení výše dotace umožňující výstavbu neprodleně zahájit investiční práce.

Úspory nákladov vďaka optimálnemu nákupu elektriny

Úsporné opatrenia sú efektívnou cestou zníženia nákladov, avšak cestou dlhodobou. Úspory ide dosiahnuť aj rýchlejšie, a to výberom optimálneho dodávateľa energií – elektriny a zemného plynu. Celý proces nákupu má niekoľko častí a ich profesionálne prevedenie je zárukou dosiahnutia optimálnych nákladov.

V súčasnej dobe je nákup elektriny centralizovaný a uzatváraný na dva nasledujúce roky. Realizuje sa ako centrálné výberové konanie pre všetky spoločnosti mesta, s výnimkou teplárne, plaveckého a zimného štadiónu. V rámci výberového konania sú dáta o spotrebách jednotlivých objektov posunuté potenciálnym dodávateľom a s najväčším dôrazom na cenu je dodávateľ vybraný.

V nasledujúcom texte prejdeme všetky časti procesu optimálneho nákupu elektrickej energie.

Audit uzavretých zmlúv

Všetci zákazníci majú uzavreté zmluvy na aktuálny kalendárny rok, častokrát aj na viac rokov. Zmluvné podmienky dodávateľov energií často obsahujú sankcie uvedené priamo v zmluve alebo v obchodných podmienkach. Napríklad:

- Objemové tolerancie na objem spotreby komodít, ktoré definujú povolenú odchýlku skutočného a zmluvne zakotveného množstva: spotreba zákazníka mimo zmluvnej tolerancie znamená riziko penalizačných faktúr. Toto riziko je vysoké v prípade, kedy zákazník úspešne rozvíja svoje podnikanie a jeho spotreba rastie, alebo naopak pri útlme činnosti spojenej s poklesom spotreby. Často sú sankčné ustanovenia v zmluvách uvedené, nebývajú však vždy aplikované. Dôvodom býva jednanie o zmluve na ďalšie obdobie, kedy veľkosť sankcií a ich odpustenie sa zahŕňa do výberových konaní v prospech existujúceho dodávateľa.
- Využitie zmien spotreby zákazníka: je úzko spojené s objemovými toleranciami, uvedenými vyššie, i keď nutne nemusí. Pokiaľ sa zákazníkova odlišuje o viac než 20 % od zmluvnej hodnoty, je vhodné túto zmenu analyzovať a preveriť možnosť začatia jednania s dodávateľom o úprave ceny. Pokiaľ zákazníkova spotreba rastie, často sa rozširuje z jednozmennej prevádzky na dvojjmennú alebo z dvojjmennej na nepretržitú. V každom prípade sa zvýšenie spotreby realizuje vo večerných alebo nočných hodinách, kedy sú ceny významne nižšie. Dodávateľ tak realizuje dodatočnú maržu na úkor zákazníka. Je teda vhodné, po dôkladnej analýze všetkých aspektov (najmä hodinových hodnôt spotreby), osloviť dodávateľa s cieľom znížiť ceny komodít.
- Najmä pri odberových miestach pripojených k napäťovej hladine NN sa uzatvárajú zmluvy s automatickou prolongáciou. To znamená, že v zmluve je zjednaná cena elektriny alebo zemného plynu na dobu určitú. Zároveň je v zmluve uvedené, že pokiaľ zákazník sám nepožiada o aktualizáciu ceny, bude preradený do jedného zo štandardných cenníkov. Cenový rozdiel medzi individuálnou cenou a cenou štandardného cenníka je vysoká. Nie je výnimkou cena elektriny presahujúca cenu 70 EUR/MWh alebo 30 EUR/MWh u zemného plynu. Je to úplne bežné pri segmente domácností, mnohokrát je ale tento nie celkom férový spôsob uplatňovaný dodávateľmi i u podnikateľských zmlúv.

Prvou a nevyhnutnou fázou každého správne vedeného výberového konania je teda audit zmlúv a analýzy historického vývoja spotreby a plánov.

Častou chybou pri výbere dodávateľa býva iba zaslanie historických hodnôt spotreby dodávateľom alebo sprostredkovateľom či aukčným portálom s cieľom minimalizovať cenu dodávky. Ako bolo vyššie uvedené, cena je síce významným parametrom, ale bez komplexného posúdenia všetkých zmluvných podmienok, a teda aj obchodných podmienok dodávateľov, nemusí byť dodávateľ s najnižšou ponúkanou cenou najvhodnejší.

Profesionálna analýza spotrieb komodít i audit uzatvorených zmlúv je podmienkou dosiahnutia optimálnych celkových nákladov na energiu. Štandardne sa na modelovanie spotrieb využívajú výpočtové modely, nevyhnutná je ale profesionalita, znalosti a skúsenosti energetika.

Konsolidácia odberných miest zákazníka

Pre efektívne riadenie nákladov je nevyhnutné zaistiť konsolidovaný prehľad odberných miest. To je významná časť práce energetika. Podľa poskytnutých dát mesto Banská Bystrica odoberá elektrinu na celkom 121 odberných miestach s rôznym účelom využitia elektriny (školy, plaváreň, zimný štadión ...) a na 173 odberných miestach verejného osvetlenia.

Poznámka: existuje nesúlad medzi ročnou spotrebou odberných miest a spotrebou zaznamenanou zoznamom agregovane v ¼-hodinových hodnotách. Odchýlky nie sú významné a výsledky štúdie neovplyvňujú.

Typ meraní	Počet odmeraných miest	Spotreba MWh/rok
B (mesačná fakturácia)	64	4 350
C (ročná fakturácia)	57	440
Verejné osvetlenie	173	3109
Celkový súčet	294	7 899

Aj napriek tomu, že ide o nesúrodé portfólio, je možné vhodnou konsolidáciou dosiahnuť zaujímavé prevádzkové úspory.

Vďaka tejto konsolidácii je možné dosiahnuť významné úspory dvomi efektami:

- Vyšší objem: prvý dôvod je zrejмый: vyšším objemom je možné dosiahnuť lepšiu cenu.
- Portfólio efekt.

Popis zásad portfólio efektu

Na tento efekt sa často zabúda. Ide o zlúčenie spotreby odberných miest do jedného dopytového celku. Portfólio efekt spočíva v tom, že spotreba jednotlivých zákazníkov je volatilná a nesúdobá - líši sa ako zo sezónneho pohľadu (zima/leto), tak i z týždenného/denného/hodinového pohľadu. Príkladom sú odberné miesta plavárne a zimného štadióna.

Ročná štruktúra odberu

Charakter spotreby je hlavným atribútom pre cenu elektriny. Nižšie uvádzam dva príklady:

Prevažujúca zimná prevádzka	Prevažujúca celoročná prevádzka
Priemerná cena: 63,26 EUR/MWh Rozptyl cien: 40-82 EUR/MWh	Priemerná cena: 42,78 EUR/MWh Rozptyl cien: 39-52 EUR/MWh

Tabuľka 9 Príklady charakteru spotreby elektriny

Poznámka: prevažujúca letná prevádzka nie je bežná a s výnimkou závlah v poľnohospodárstve sa nevyskytuje.

Sezónny charakter spotreby priamo ovplyvňuje dosiahnuteľnú cenu. Dôvodom je odlišný dopyt po elektrine v zimných mesiacoch a so súvisiacou vyššou cenou na veľkoobchodných trhoch – vid'. prehľad cien na burze PXE⁵⁵ (<https://www.pxe.cz/Kurzovni-Listek/Oficialni-KL/?c=SK>). Z grafu je zrejмый, že

⁵⁵ Prevzaté pxe.cz [online]: [cit. 21.11.2020]. Dostupné na <https://www.pxe.cz/Kurzovni-Listek/Oficialni-KL/?c=SK>

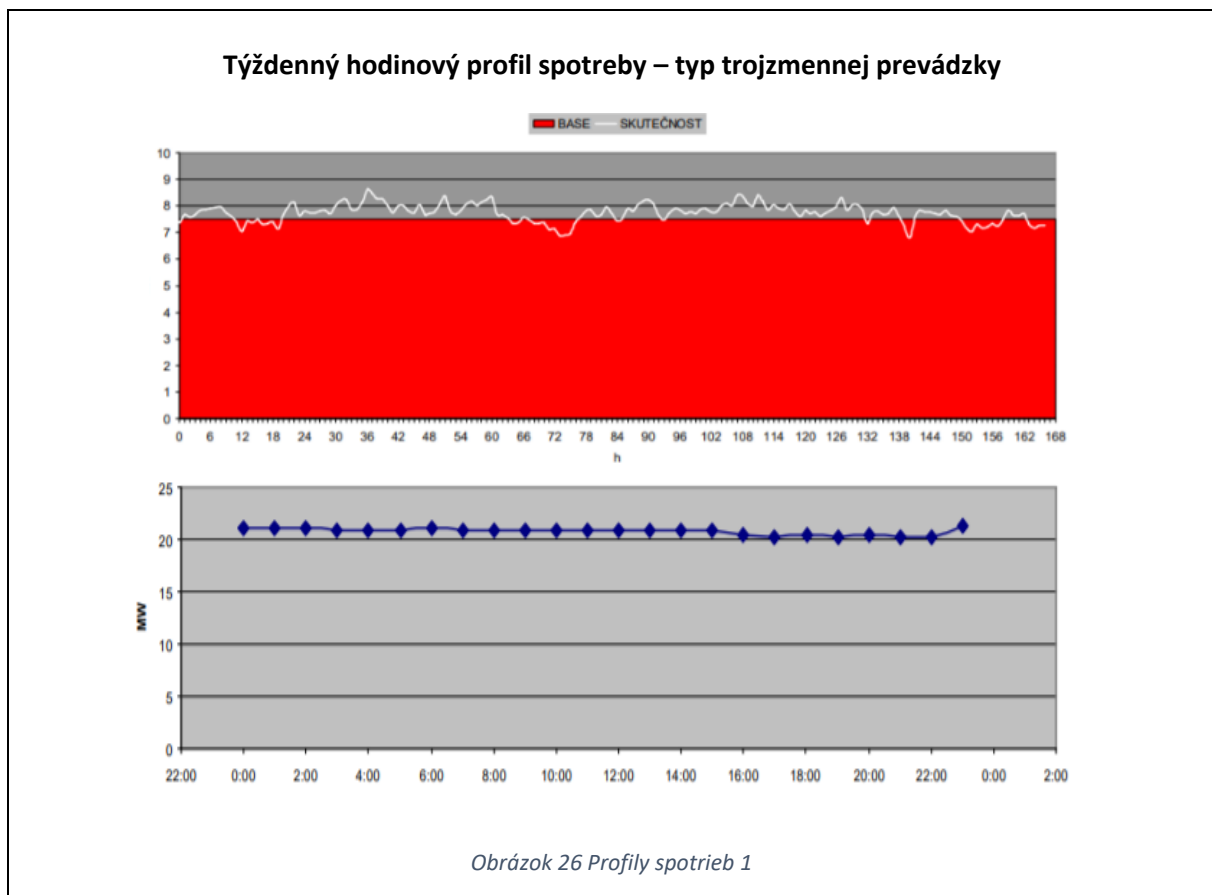
ceny v mesiacoch január a február sú až o 20 % vyššie, než ceny v letných mesiacoch. Zákazník s vyššou spotrebou v zime musí počítať s vyššou cenou, než zákazník s prevažujúcou spotrebou v lete. A naopak.

Název	Kurz [EUR]
F PXE SK BL M12-19	40,37
F PXE SK BL M01-20	50,85
F PXE SK BL M02-20	52,60
F PXE SK BL M03-20	48,12
F PXE SK BL M04-20	43,52
F PXE SK BL M05-20	42,47
F PXE SK BL M06-20	44,44

Obrázok 25 prehľad cien na burze

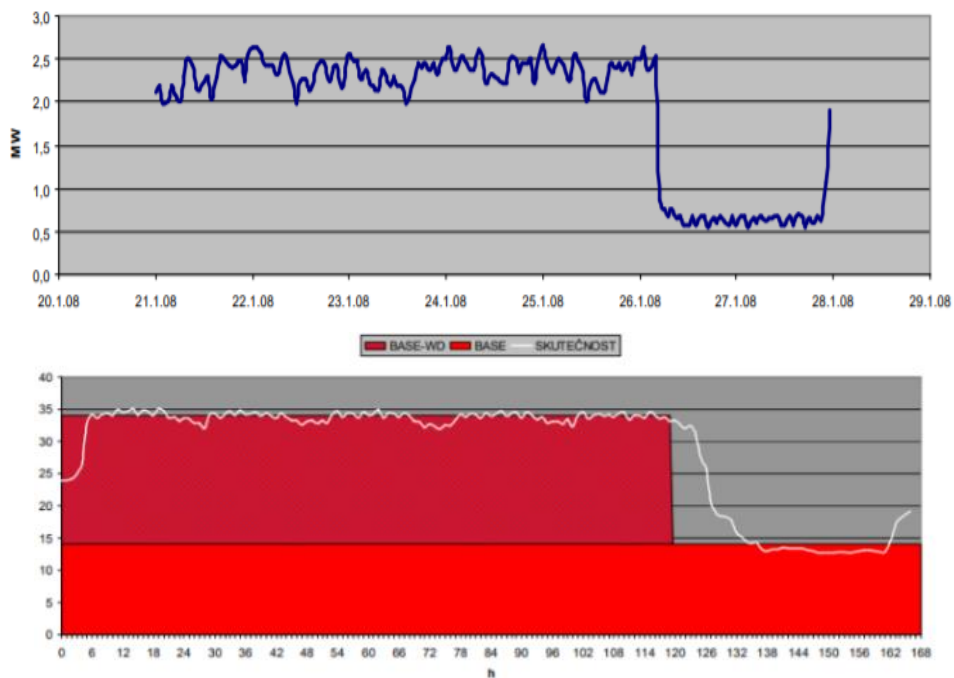
Týždenná a denná štruktúra odberu

Nemenej významnou skutočnosťou je i to, ako zákazník odoberá elektrinu v priebehu dňa a týždňa. Na nasledujúcich príkladoch sú znázornené základné odberové typy spotrieb.



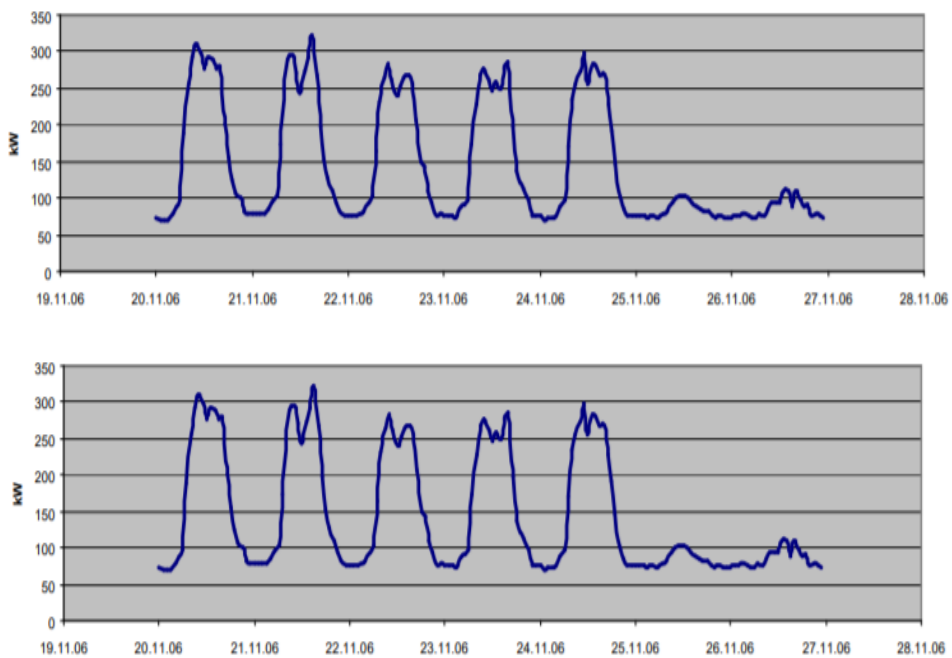
Obrázok 26 Profily spotrieb 1

Týždenný hodinový profil spotreby – typ dvojzmennej prevádzky



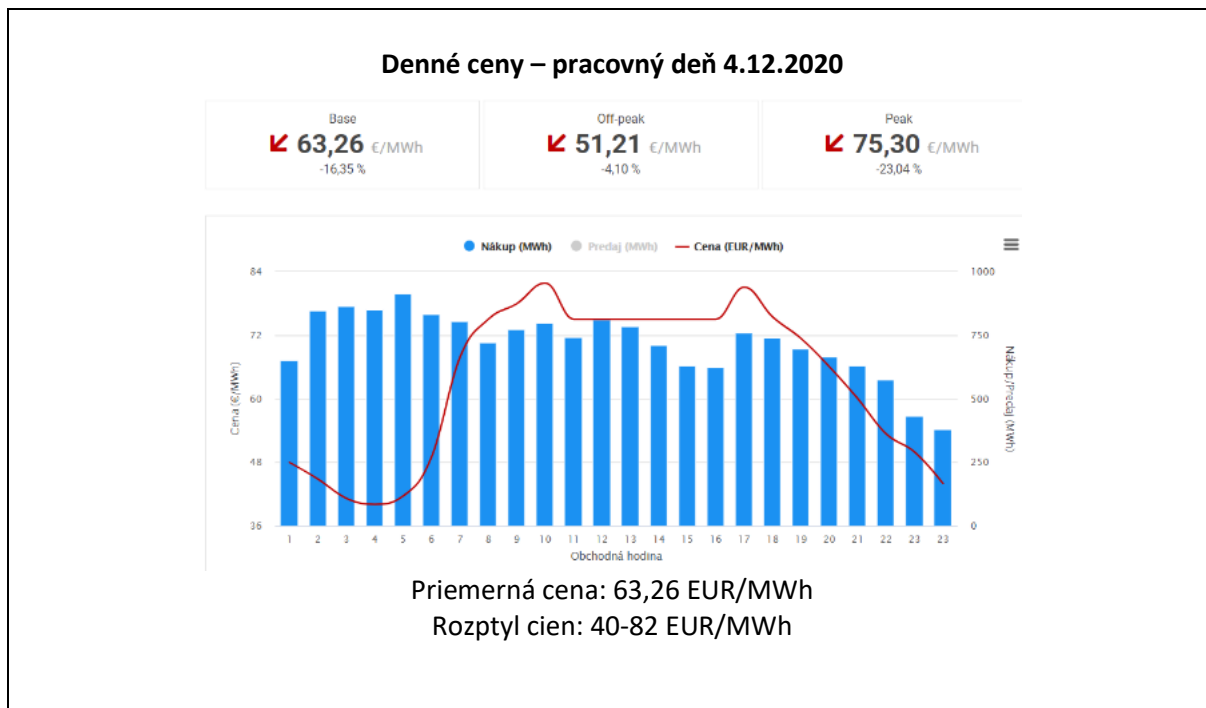
Obrázok 27 Profily spotrieb

Týždenný hodinový profil spotreby – typ jednozmennej prevádzky

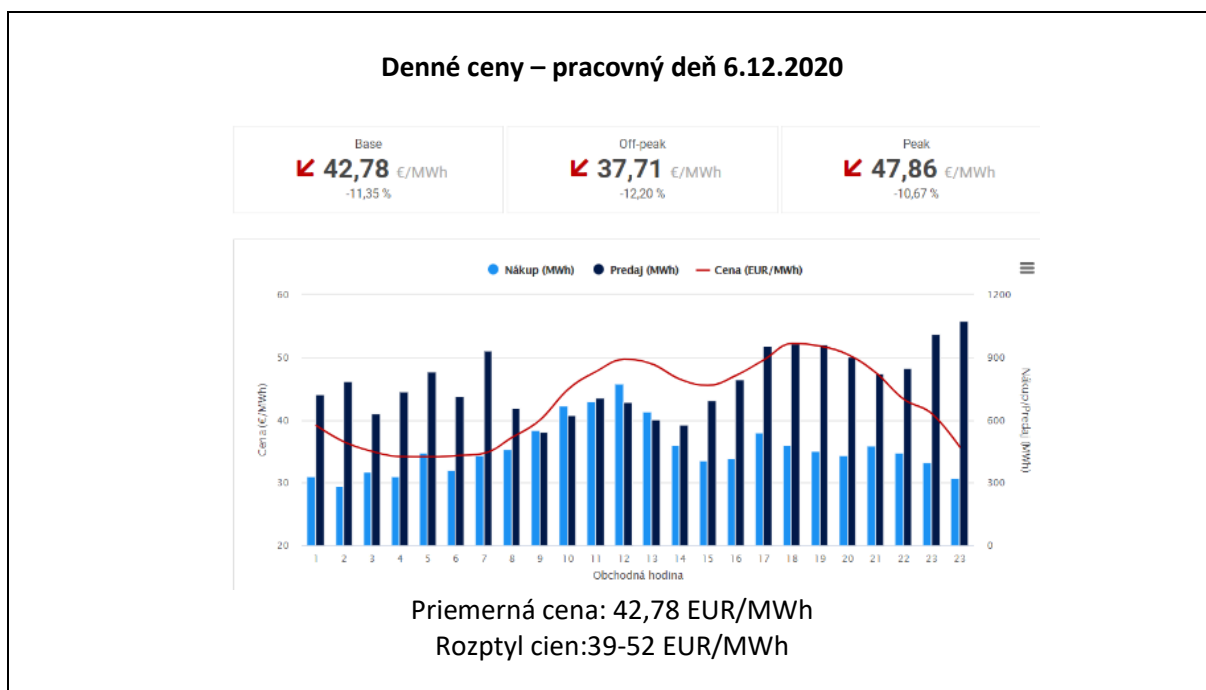


Obrázok 28 Profily spotrieb

Pre doplnenie kontextu uvádzame i cenové dáta z denného trhu⁵⁶ na Slovensku organizovanom spoločnosťou OKTE (<https://www.okte.sk/sk/kratkodoby-trh/zverejnenie-udajov/celkove-vysledky-dt/>):



Obrázok 29 Cenové dáta



Obrázok 30 Cenové dáta

⁵⁶ Prevzaté pxe.cz [online]: [cit. 21.11.2020]. Dostupné na <https://www.okte.sk/sk/kratkodoby-trh/zverejnenie-udajov/celkove-vysledky-dt/>

Z grafu je zrejmé, že v pracovných dňoch sú ceny vyššie, než vo víkendových dňoch. Doplňujeme informáciu, že ceny na dennom trhu sú veľmi volatilné a závisia od aktuálnej situácie (výroba v obnoviteľných zdrojoch, výpadky veľkých elektrární, klimatické dopady na spotrebu) v celej Európe, najmä v Nemecku.

Dopady na nákup – portfólio viacerých zákazníkov

Z grafov vyššie je zrejmé, že spotreba zákazníkov je odlišná – ako sezónne (zima/leto) tak i hodinovo. Akákoľvek sezónnosť odlišná od štandardného produktu (spotreba rovnakého výkonu každú hodinu celý kalendárny rok) znamená pre dodávateľa riziko. Dodávateľ totiž môže nakúpiť v dobe zákazníkovoho výberu dodávateľa iba ročné pásmo dodávky – teda konštantnú dodávku rovnakého výkonu elektriny (minimálny objem 1 MW) každú hodinu celého kalendárneho roku. Tento objem teda nakúpi. Časť elektriny mu teda bude chýbať, časť bude musieť nakúpiť v budúcnosti – v kalendárnom roku spotreby. S týmito otvorenými pozíciami sa viaže riziko, ktoré dodávateľ premieta do cien.

V prípade, že zákazník zlúči viac odberných miest do jedného diagramu, vždy dosiahne celkový diagram, ktorý sa viac blíži štandardným produktom. Dodávateľ potom môže dosiahnuť lepšie nákupné ceny.

Odporúčame agregovať ¼-hodinové hodnoty spotreby všetkých odberných miest, pre ktoré sú k dispozícii, a potencionálnym dodávateľom v rámci výberového konania zaslať celkový profil spotreby. Je možné dosiahnuť úspory 2-5 EUR/MWh.

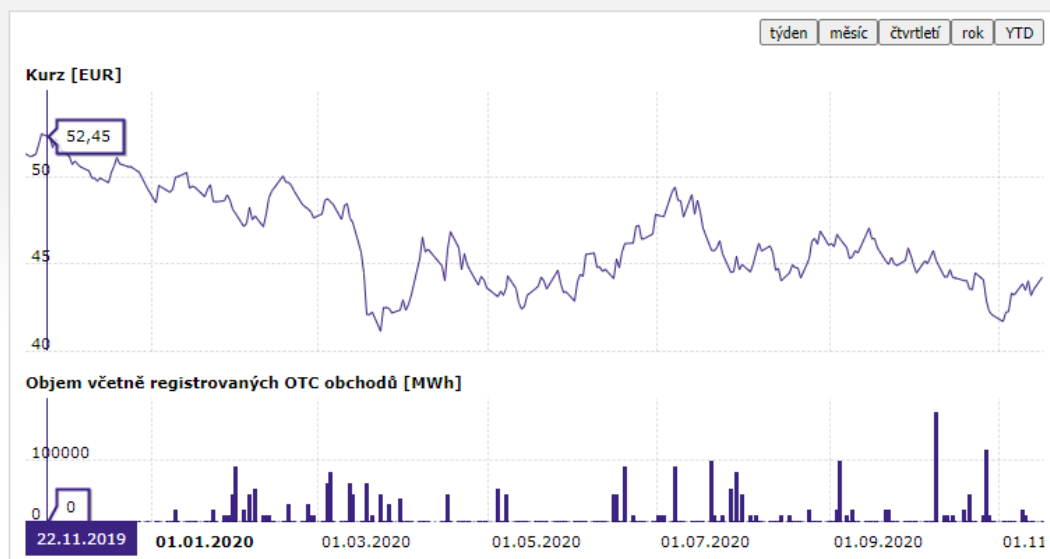
Príprava výberového konania

Dokončená analýza spotrieb komodít i audit uzatvorených zmlúv je prvým krokom, po ktorom musí nasledovať celý rad ďalších.

Ide o:

- Výber potencionálnych dodávateľov: na trhu pôsobí takmer 100 dodávateľov elektriny a/alebo zemného plynu. Niektorí z nich sa špecializujú na veľkých zákazníkov, iní iba na malých zákazníkov, väčšina z nich ale ponúka dodávku všetkým zákazníckym segmentom. Menší dodávateľia ponúkajú flexibilnejšie podmienky, častejšie akceptujú požiadavky zákazníkov a často i ponúkajú nižšie ceny. Veľkí tradiční dodávateľia ponúkajú stabilitu, komfort, individuálny prístup, zákazníkcke portály výmenou za vyššiu ponúknutú cenu. Voľba potencionálnych dodávateľov je voľbou zákazníka a jeho ochoty podstúpiť riziko toho, že vybraný dodávateľ ukončí svoju činnosť a zákazník bude musieť komodity nakúpiť od iných dodávateľov s rizikom vyššej ceny. Významné je tiež posúdiť, či dodávateľ už dodáva komodity zákazníkovi z odboru podnikania zhodného alebo podobného vášmu. Je to predpoklad toho, že vášmu podnikaniu rozumie a dokáže ponúknuť i ďalšie služby.
- Správne načasovanie výberového konania: S ohľadom na vysokú volatilitu cien na energetickej burze PXE (<https://www.pxe.cz/On-Line/Futures/?c=SK>) je správne načasovanie výberu dodávateľa dôležitejšie než samotné výberové konanie. V rámci výberového konania sa podarí znížiť cenu komodity o niekoľko jednotiek, maximálne desiatok Kč/MWh, na energetickej burze PXE sa v roku 2019 pohybovali v rozmedzí 41,15 – 52,45 EUR/MWh. Niektorí dodávateľia ponúkajú reporting vývoja cien a odporúčanie k nákupu pre podporu nákupných rozhodnutí.

F PXE SK BL CAL-21



Obrázok 31 Vývoj ceny na burze⁵⁷

- Nastavenie zmluvných objemových podmienok: veľkosť a charakter spotreby komodít je pre výšku ceny rozhodujúci. Súvisiacim parametrom zmluvy je ale tiež objemová tolerancia. Je zbytočné po dodávateľovi požadovať 100% toleranciu na skutočnú spotrebu. Každý dodávateľ oceňuje svoje riziká inak, ale každý ich zahŕňa do ponúkanej ceny. Na základe vyššie uvedenej analýzy spotreby je možné stanoviť optimálnu a bezpečnú výšku požadovaných tolerancií. Pre niektorých zákazníkov je bezpečná výška tolerancie 15 %, pre iných 30 % alebo 50 %, nikdy ale nie 100 %. Pri nižších požadovaných toleranciách dodávateľ nebude do svojich cien zahŕňať neexistujúce riziká a ponúkne nižšiu cenu komodity. Pri výške tolerancie je ale nutné mať na zreteli prípadné energeticky úsporné projekty, ktoré môžu spotrebu komodít významne ovplyvniť.
- Voľba správneho komoditného produktu: stále veľmi často využívaný spôsob nákupu formou fixnej ceny na celé zmluvné obdobie nie je vhodný. Vhodnejšie je rozdeliť nákup na niekoľko častí a obmedziť tak riziko nákupu celého potrebného množstva komodít v dobe vysokých cien. Významný je v tomto prípade objem celkovej spotreby, pretože niektorí dodávatelia energií obmedzujú svoje ponuky produktu nákupom minimálneho objemu, ktorý môže prevyšovať celkovú spotrebu zákazníka.
- Ďalšie zmluvné podmienky sú napríklad platobné podmienky: štandardná požiadavka zákazníkov býva platby bez záloh s čo najdlhšou splatnosťou faktúry. Od roku 2018 začínajú takmer všetci dodávatelia do svojich cien premietiť cenu peňazí a o svoje náklady alebo ušlé príležitosti navyšujú ponúkané ceny až o niekoľko EUR/MWh. Pokiaľ teda nie je cash flow pre zákazníka dôležitý, je vhodnejšie akceptovať platbu záloh výmenou za nižšiu cenu elektriny.

Príprava dát, definovanie podmienok výberu dodávateľa a samotné vyhodnotenie je často časovo a znalostne náročné. Vždy je potreba vyhodnotiť nielen celkové náklady. Často býva výsledkom

⁵⁷ Prevzaté z [pxe.cz](https://www.pxe.cz) [online]: [cit. 12.12.2020]. Dostupné z: <https://www.pxe.cz/Kurzovni-Listek/Oficialni-KL/?c=SK>

výberového konania rozdelenie jednotlivých odberných miest medzi rôznych dodávateľov, ktorí ponúknu pre jednotlivé odberné miesta/klastry odberných miest najlepšiu cenu.

Je vhodné na začiatku využiť služby profesionálneho partnera, ktorý zákazníka prevedie celým procesom – od spracovania auditu zmlúv, cez individuálne posúdenie potrieb a nastavenie všetkých zmluvných podmienok až po organizáciu výberového konania. Je samozrejme možné celý proces zaistiť interným profesionálnym energetikom.

Proces dosiahnutia optimálnych nákladov na nákup elektriny je komplexným procesom. Na dosiahnutie optimálnych nákladov na energie je nutné postupovať ideálne v paralelných krokoch výberového konania na nákup elektriny, implementácie energeticky úsporných opatrení a definovania systému merateľných ukazovateľov.

Integrácia konceptu pre e-mobilitu



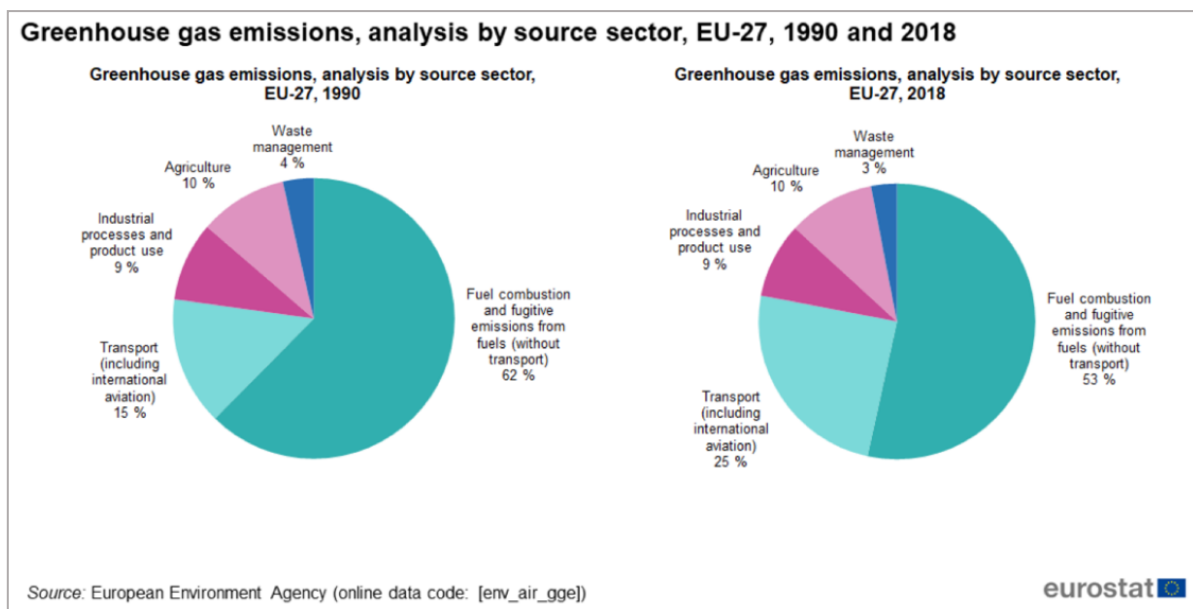
Obrázok 32 Tesla parking port V3 Supercharger station (250 kW)



Obrázok 33 Projekt nemeckej spoločnosti Sortimo na výstavbu 144 nabíjacích miest na diaľnici A8 v Nemecku.

Úvod

Sektor dopravy je sektorom, ktorý je zodpovedný za vypúšťanie značného množstva emisií. Podľa oficiálnych štatistík EÚ⁵⁸ podiel dopravy na vypúšťaní emisií kontinuálne rastie. Na obrázku nižšie je porovnanie situácie v EÚ v rokoch 1990 a 2018. Z grafu je jasné, že podiel dopravy na celkových emisiách stúpol z 15 % na 25 %.

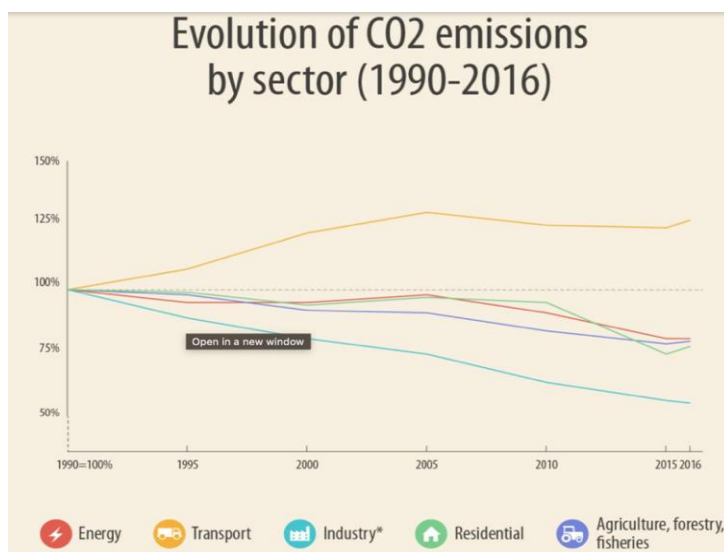


Obrázok 34 Porovnanie zdrojov emisií CO₂ v EÚ medzi rokmi 1990 a 2018.

Tento fakt dokumentuje tiež nasledujúci graf⁵⁹ ukazujúci významné znižovanie produkcie emisií v priemysle a energetike a stagnáciu či skôr nárast emisií v sektore dopravy. Hlavnými dôvodmi sú pokles celkového objemu emisií, najmä v energetike a priemysle, ale tiež vlastné zmeny v doprave uvedené na ďalších stranách.

⁵⁸ Prevzaté z [ec.europa.eu \[online\]](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1180.pdf): [cit. 1.11.2020]. Dostupné z <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1180.pdf>

⁵⁹ <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissions-from-cars-facts-and-figures-infographics>



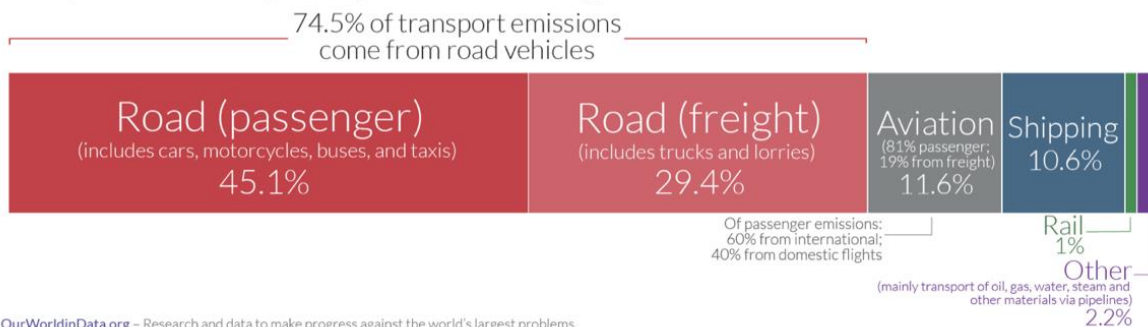
Obrázok 35 Trendy vo vývoji vypúšťania emisií CO2 jednotlivými sektormi.

Celkový objem sektorom dopravy vypúšťaných emisií nie je sám o sebe dostatočne vypovedajúci. Je dôležité sa pozrieť na štruktúru emisií v jednotlivých častiach dopravy. V reporte⁶⁰ je jasne znázornené, že 75 % emisií je spôsobených dopravou po cestách.

Global CO₂ emissions from transport

This is based on global transport emissions in 2018, which totalled 8 billion tonnes CO₂. Transport accounts for 24% of CO₂ emissions from energy.

Our World
in Data



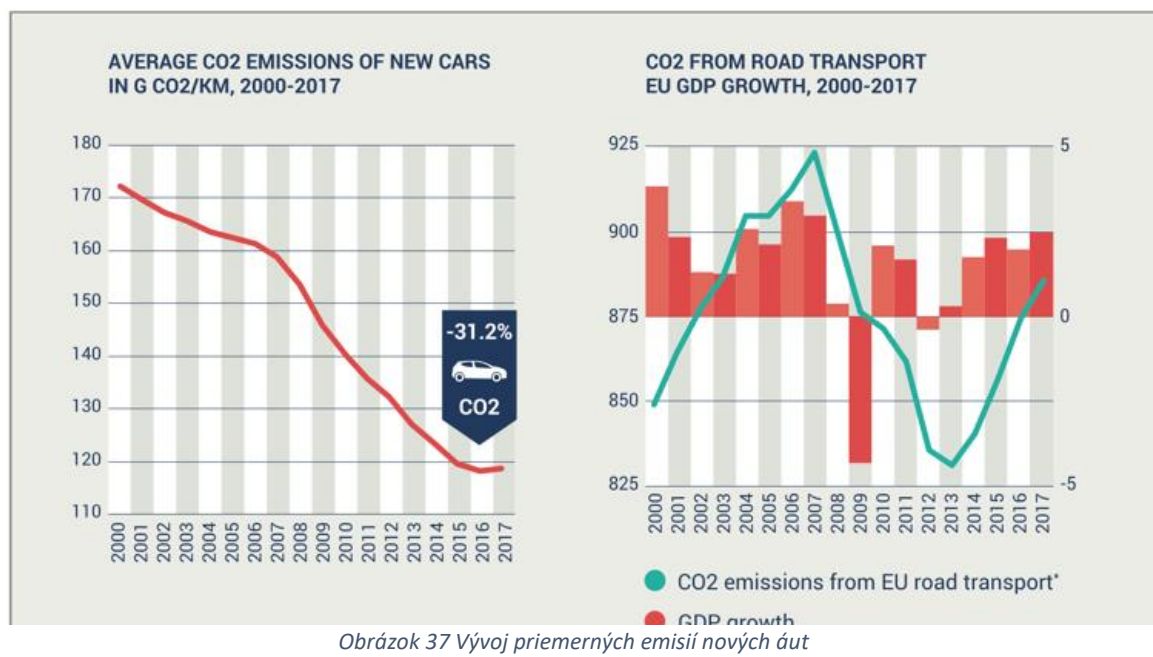
OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.
Data Source: Our World in Data based on International Energy Agency (IEA) and the International Council on Clean Transportation (ICCT). Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

Obrázok 36 Zdroje emisií v doprave

⁶⁰ Prevzaté z ourworldindata.org [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné z <https://ourworldindata.org/co2-emissions-from-transport>

Analýza súčasnej situácie ukazuje, že trendy nie sú dobré. Podľa reportu asociácie ACEA⁶¹ situácia aktuálne neukazuje významné zlepšovanie.

Reduction new-vehicle CO₂ emissions offset by growing transport demand



Z grafu je zrejmé:

- zastavenie poklesu priemerných emisií novopredaných automobilov,
- na grafe vpravo významný absolútny nárast emisií od roku 2013. Pokles daný najmä veľkým nárastom počtu áut spojeným s bohatnutím občanov EÚ, aj odklon od úspornejších naftových motorov k benzínovým (bude uvedené ďalej v texte).

Preto EÚ podporuje rozvoj železničnej a lodnej dopravy a nastavuje prísne pravidlá pre automobilovú dopravu.

⁶¹ Prevzaté z [ec.europa.eu](https://www.europa.eu) [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné z <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissions-from-cars-facts-and-figures-infographics>.

ACEA, *Paving the way to carbon-neutral transport 10-point plan to implement European Green Deal*; 1.11.2020, https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_10-point_plan_European_Green_Deal.pdf

Legislatíva EÚ

Stratégia EÚ je (z dôvodu stručne uvedených vyššie) jednoznačne znižovanie emisií produkovaných pri prevoze automobilov. Oblasť e-mobility upravujú dva základné legislatívne fakty:

- 1) NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) 2019/631 zo dňa 17. apríla 2019, ktorým sa stanovujú výkonnostné normy pre emisie CO₂ pre nové osobné automobily a pre nové ľahké úžitkové vozidlá.⁶² Nové predané autá budú musieť od roku 2021 spĺňať priemer vykazovaných emisií 95 g/km (platí pre autá hmotnosti 1 380 kg, pre iné hmotnosti sa emisný limit prepočítava). Lenže skutočné výsledky sa po plynulom poklese z predchádzajúcich rokov od roku 2015 do 2017 pohybovali okolo 120 g/km. Cez obrovské investície jednotlivých automobiliek je limit 95g/km nedosiahnuteľný - inak im hrozí pokuta 95 eur za každý nadlimitný gram u každého predaného vozidla. Podľa odhadu agentúry AP Consulting hrozí výrobcovi automobilov pokuta v celkovej výške 14,65 miliárd eur.
- 2) Legislatíva upravuje aj povinnosť prispôbiť parkovisko elektromobilom (smernica 2018/844/EÚ z roku 2018). Spoločnostiam predpisuje minimálne počty nabíjaciach staníc a stanovuje požiadavky na inštaláciu káblovodov u jednotlivých parkovacích staníc. Vzhľadom k tomu, že ide o európsku smernicu, je na jednotlivých členských štátoch, akým spôsobom ich zapracujú do svojich právnych poriadkov. Členské štáty dovoľujú voľnosť len do tej miery, pokiaľ rešpektujú limity nastavené smernicou. Môžu ich prípadne ešte sprísniť, zmierniť však nie. Smernica nastavuje pravidlá pre „iné než obytné“ budovy (nové i rekonštruované), ktoré majú viac než 10 parkovacích miest. V takých objektoch bude treba na parkovacích plochách, ktoré sa nachádzajú vo vnútri alebo v priamom susedstve, inštalovať minimálne jednu nabíjaciú stanicu pre elektromobily a minimálne ku každému piatemu státiu priviesť kabeľáž, ktorá umožní dodatočnú inštaláciu ďalších staníc. Vedľa toho smernica ukladá členským štátom, aby si definovali pravidlá ohľadne minimálnych počtov nabíjaciach staníc pre budovy, ktoré majú viac než 20 parkovacích miest. Konkrétne pravidlá na Slovensku ešte neboli schválené.

Aktuálna situácia v EÚ

Report ACEA⁶³ ukazuje, že podiel automobilov na elektrický pohon neustále rastie, a to najmä na úkor dieslových automobilov.

Tabuľka a obrázky zo štúdie ACEA⁶⁴ nižšie pod textom ukazujú, že od roku 2014 do roku 2019:

- došlo k poklesu predaja naftových áut o 2 mil. áut (o 30 %),
- najpredávanejšie autá sú benzínové, ich počet vzrástol o 3,6 mil. áut,
- segment elektromobilov vykazuje najväčšiu dynamiku, a to ako v segmente hybridných, tak aj plne elektrických aj plug-in hybridných,

⁶² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX:32019R0631>

⁶³ Prevzaté z [acea.be](https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_progress_report_2020.pdf) [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné z https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_progress_report_2020.pdf

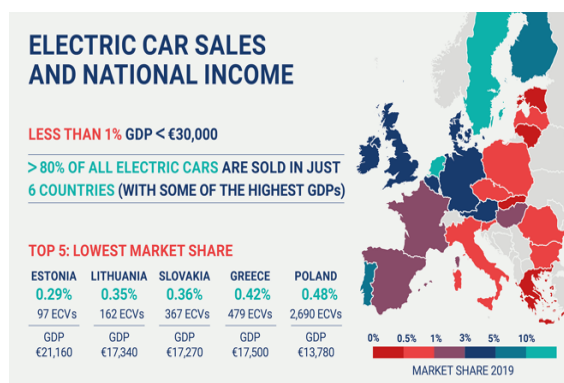
⁶⁴ Prevzaté z [acea.be](https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_progress_report_2020.pdf) [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné z https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_progress_report_2020.pdf

- od roku 2017 počet elektromobilov rastie o cca 50 % každým rokom,
- najrýchlejšie rastúci segment je segment čisto elektrických áut, kedy medzi rokom 2018 a 2019 ich počet vzrástol o 100 % na 284-tisíc áut,
- hybridné autá sú stále v obľube a počet novopredaných áut sa blíži k 1 mil. ročne,
- predaj áut využívajúcich CNG stagnuje a nie je perspektívny. Zostáva dlhodobo obľúbený v Taliansku,
- predaj áut s palivovými článkami je stále zanedbateľný, rýchlo ale rastie a v horizonte niekoľkých rokov bude hrať významnú rolu.

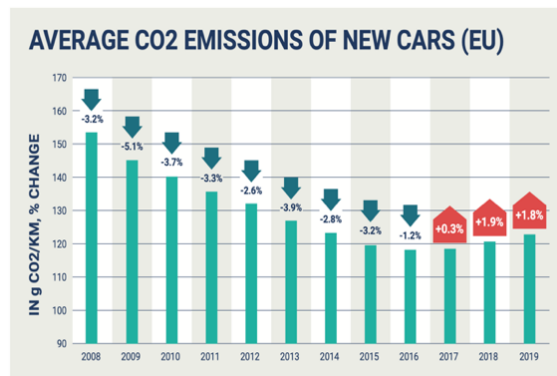
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Petrol	5,358,452	6,036,564	6,800,116	7,563,739	8,521,418	8,964,034
Diesel	6,599,462	7,039,611	7,175,630	6,617,051	5,402,079	4,650,558
Electrically-chargeable	69,958	148,027	155,634	218,083	300,258	458,915
– Battery electric	37,517	59,165	63,479	97,667	147,428	284,812
– Plug-in hybrids	32,441	88,862	92,155	120,416	152,830	174,103
Hybrid electric	176,525	218,755	278,729	426,769	598,462	896,785
Fuel cell	38	176	123	253	266	535
Natural gas (CNG)	97,214	78,511	57,609	49,553	65,023	68,581
Other (LPG + E85)	141,452	140,321	118,430	156,710	164,270	187,378

Obrázok 38 štúdie ACEA

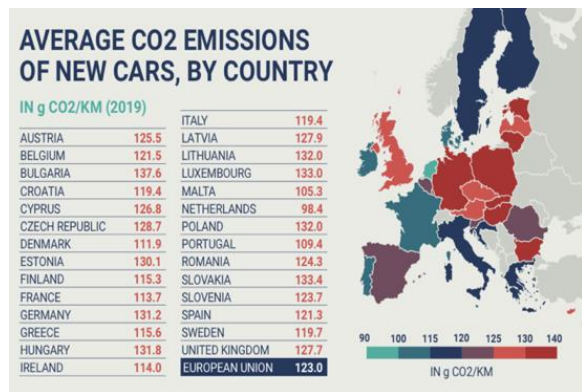
Geograficky existujú veľké rozdiely. Absolútne najvyšší počet elektromobilov sa predal v Nemecku, Veľkej Británii, Francúzsku, Španielsku a v Taliansku. Podiel predaja elektromobilov na Slovensku je tretí najnižší v Európe – po Estónsku a Litve. Faktom je, že viac než 80 % nových elektromobilov bolo predaných v iba 6 krajinách. Konceptia ale tiež ukázala, že existuje silná závislosť predaja elektrických áut na HDP, na ukazovateli HDP/obyvateľa.



Cez pomerne veľký nárast počtu novopredávaných ekologických automobilov však absolútne rastie celkový počet automobilov. Stanovené ciele znižovania celkového objemu emisií produkovaných v doprave sa nedarí plniť. Naopak v posledných troch rokoch mierne rastie. Priemerné emisie sú 123 g CO₂/km a tento priemer prevyšuje krajiny ako Nemecko, Veľká Británia, ale i Slovensko či Česká republika.

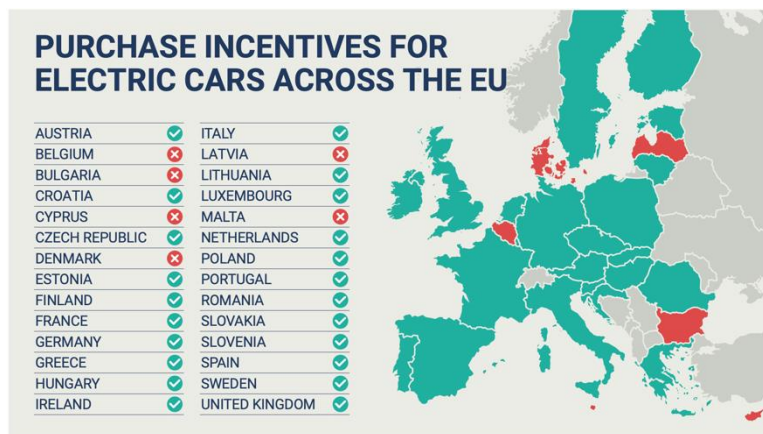


Prehľad po jednotlivých krajinách je na nasledujúcom grafe. Premiantom je Holandsko, ktoré ich ako jediná krajina dostala pod hranicu 100 g CO₂/km. Ekonomicky veľmi silná krajina (Nemecko, Veľká Británia) majú priemerné emisie okolo 130 g/km, kedy hlavným dôvodom je obľúba SUV a áut na benzínové motory, prípadne hybridné autá, ktoré sú ale svojou podstatou stále benzínové a svojou podstatou príliš emisie neznižujú.



Štátna podpora a podpora miest

V súčasnej dobe už takmer všetky krajiny EÚ podporujú rozvoj využívania elektromobilov. Výnimkou sú Belgicko, Bulharsko, Cyprus, Dánsko, Litva a Malta. Slovensko v roku 2020 malo významný dotačný program s vyššou podporou, piaty najvyšší z celej EÚ - uvedené v rámečku vpravo od obrázka.



"Electric car" = electrically-chargeable vehicles (battery electric vehicles + plug-in hybrid electric vehicles)
Source: ACEA Tax Guide 2020

1. Romania (up to €11,500)
2. Croatia (up to €9,200)³
3. Germany (up to €9,000)
4. Poland (up to €8,350)
5. Slovakia (up to €8,000)
6. Slovenia (up to €7,500)
7. Hungary (up to €7,350)
8. France (up to €7,000)
9. Greece (up to €6,500)
10. Italy (up to €6,000)

Pre podporu elektromobility jednotlivé členské krajiny EÚ využívajú i ďalšie podporné daňové opatrenia na nákup, vlastníctva osobne alebo aj na podporu pre prechod celej firemnej flotily. Prehľad krajín je uvedený v tabuľke.

Na Slovensku tiež existuje štátna podpora.



Parkovanie v mestách

Na prvý pohľad sa zdá, že parkovanie a e-mobilita sú odlišné témy. Nie je to tak, ako vyplýva z novej európskej legislatívy.

Mestá sú väčšinou i vlastníkami pozemkov na svojich územiach a taktiež parkovacích plôch využívaných na parkovanie áut obyvateľmi mesta i prichádzajúcimi do mesta Banská Bystrica za prácou a za zábavou.

Mestá v západnej Európe sa vydávajú cestou zdieľania parkovacích miest viacerými subjektami. Jedno parkovisko môže slúžiť pre divadlo a obchod, pokiaľ sa ich prevádzkové hodiny neprekrývajú, rezidenčná parkovacia zóna môže cez deň, keď nie je obsadená, slúžiť aj pre parkovanie návštevníkov. Je to vec dohody, z ktorej profitujú všetky strany vrátane mesta samotného. To u nás nie je zvykom, spravidla si každý subjekt rieši svoje problémy samostatne. Ukazuje sa, že kvalitné manažment parkovanie, ktoré okrem zdieľania parkovacích a odstavných miest pracuje aj s variabilnými koeficientami na stanovenie počtu státia, podporou zdieľania vozidiel, MHD, pešia a cyklistická doprava a pod. môže znížiť požadovanú potrebu počtu státia o 20 až 40 % a priniesť tak nemalé úspory záberom plôch aj nákladov na budovanie parkovacej infraštruktúry. Pokiaľ je dlhodobo previazaný s riadením dopytu po doprave, môže redukcia dosahovať aj vyššie hodnoty, aby to bolo k spokojnosti obyvateľov. Dôležitým pravidlom musí byť to, že je to výhradne užívateľ, kto platí skutočné náklady na vybudovanie a prevádzku parkovania, mesto na tieto investície neprispieva.

Zvýhodnené parkovanie - príklady

Legislatíva hovorí, že na základe žiadosti môže cestovnému vozidlu prideliť špeciálnu registračnú značku zelenej farby. V Českej republike je to registračná značka tvorená veľkými písmenami EL nasledujúcimi kombináciami veľkých písmen latinskej abecedy a arabských číslíc. Musí však ísť o auto používajúce ako palivo výlučne elektrickú energiu alebo vodík, prípadne v kombinácii s iným palivom, ak je hodnota emisií oxidu uhličitého v kombinovanom prevoze najviac 50 gramov na kilometer. V Českej republike, ale aj v iných krajinách majú užívatelia týchto áut niekoľko výhod.

1) Parkovanie zadarmo

Väčšina miest v ČR ponúka majiteľom áut so ŠPZ začínajúcou EL parkovanie na väčšine parkovacích miest zadarmo. Ide o Prahu, Ostravu, Hradec Králové, Liberec, Plzeň a veľa ďalších.

2) Diaľničné poplatky

Pokiaľ si nekúpite EL značku, aj tak môžete s vozidlom splňujúcim hodnotu emisií CO₂ do 50 g/km jazdiť po diaľnici zadarmo - je však nutné podať oznámenie elektronicky či písomne na štátny fond dopravnej infraštruktúry.

3) Cestná daň

Ďalej medzi výhody elektromobilov všeobecne patrí fakt, že vďaka nim nebudete musieť platiť cestnú daň, čo napokon nemusíte ani s hybridmi. To je dobrá správa pre tých, ktorí používajú svoje auto aj na podnikateľské účely.

Zatiaľ čo posledné dva sú podporou e-mobility zo strany štátu, parkovanie pre elektromobily so zľavou alebo zadarmo je vo výlučnej kompetencii každého mesta.

Výhľad

V najbližších rokoch je v rámci obrovského EÚ fondu obnovy a rozvoja očakávaná vysoká podpora elektromobility, ktorá sa premietne aj do národných dotačných programov pre podporu predaja

elektromobilov aj výstavby nabíjacej infraštruktúry. Tá je samozrejme pre skutočný rozvoj nevyhnutnou podmienkou.

Infraštruktúra – nabíjacie stanice

Počet nabíjacích staníc v EÚ sa zvyšuje, ako ukazuje nasledujúca tabuľka.

EU total	2014	2015	2016	2017	2018	2019	% 14/19
ECV charging points	34,448	59,200	89,214	126,449	142,803	199,825	+480%

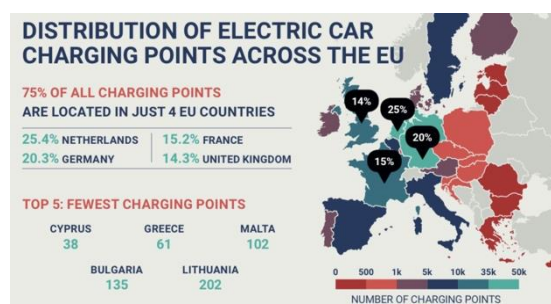
Source: EAFO

Obrázok 39 počet nabíjacích staníc

V EÚ bolo na konci roka 2019 celkom 200 tisíc nabíjacích staníc. Pretože sa zdá byť počet nabíjacích staníc pomerne vysoký, zďaleka nie je dostatočný. Malý počet ich geografickým umiestnením bráni skutočne masívnemu rozvoju e-mobility v EÚ.

Aktuálny stav v krajinách EÚ

Geografické rozloženie nabíjacích staníc je ale značne nerovnomerné. 75 % nabíjacích staníc v celej EÚ je v 4 krajinách. Najväčší počet je v Holandsku – viac než štvrtina z celkového počtu. Nasleduje Nemecko, Veľká Británia a Francúzsko. 75 % počtu staníc je nutné porovnať aj s tým, že plocha týchto štyroch krajín tvorí iba 27 % plochy celej EÚ.



Počty nabíjacích staníc v krajinách Vyšehradskej štvorky je porovnateľný a pohybuje sa medzi 600 - 800, na Slovensku bol na konci roka 2019 počet 649.

Prehľad počtu nabíjacích staníc v krajinách EÚ je uvedený v nasledujúcej tabuľke.

Charging points for ECVs per country, plus percentage of EU total (2019)

Austria	4,443	2.2%	Italy	9,370	4.7%
Belgium	6,551	3.3%	Latvia	306	0.2%
Bulgaria	135	0.1%	Lithuania	202	0.1%
Croatia	629	0.3%	Luxembourg	913	0.5%
Cyprus	38	0.0%	Malta	102	0.1%
Czech Republic	808	0.4%	Netherlands	50,824	25.4%
Denmark	2,817	1.4%	Poland	884	0.4%
Estonia	391	0.2%	Portugal	1,791	0.9%
Finland	2,145	1.1%	Romania	344	0.2%
France	30,367	15.2%	Slovakia	649	0.3%
Germany	40,517	20.3%	Slovenia	628	0.3%
Greece	61	0.0%	Spain	5,769	2.9%
Hungary	735	0.4%	Sweden	8,792	4.4%
Ireland	1,076	0.5%	United Kingdom	28,538	14.3%
				EU total	199,825

Obrázok 40 Počty nabíjacích staníc v krajinách EÚ.

Častý ukazovateľ, ktorým sa meria vybavenosť jednotlivých krajín z pohľadu e-mobility, je počet nabíjajúcich staníc na 100 km ciest. V Holandsku a Luxembursku je to viac než 30 staníc na 100 km cesty. Mnoho krajín, vrátane Slovenskej republiky, nedosahuje ani 0,5 nabíjajúcich staníc na 100 km cesty. Na zvýšenie hodnoty tohto ukazovateľa môžeme očakávať masívnu podporu formou dotácií.

ECV market share / charging points per 100 km of road*, by country (2019)

	ECV share	Charging points per 100 km		ECV share	Charging points per 100 km
Austria	3.5%	3.4	Italy	0.9%	3.7
Belgium	3.2%	4.2	Latvia	0.5%	0.4
Bulgaria	0.6%	0.7	Lithuania	0.4%	0.3
Croatia	n/a	2.3	Luxembourg	n/a	31.6
Cyprus	n/a	0.4	Malta	n/a	3.6
Czech Republic	0.5%	0.6	Netherlands	15.0%	36.4
Denmark	4.2%	3.8	Poland	0.5%	0.2
Estonia	0.3%	0.7	Portugal	5.7%	12.5
Finland	6.9%	2.8	Romania	0.9%	0.4
France	2.8%	2.8	Slovakia	0.4%	1.1
Germany	3.0%	17.6	Slovenia	0.9%	1.6
Greece	0.4%	0.1	Spain	1.4%	0.9
Hungary	1.9%	0.3	Sweden	11.3%	4.1
Ireland	4.1%	1.1	United Kingdom	3.1%	6.8

Source: EAFO, Eurostat, ERF

* Includes motorways, main and national roads, secondary and regional roads

Obrázok 41 Počty nabíjajúcich staníc na 100 km cesty v krajinách EÚ.

Štruktúra existujúcich nabíjajúcich staníc

Táto štruktúra nabíjajúcich staníc nie je v súčasnej dobe úplne vhodná – podľa necelých 30-tisíc nabíjajúcich staníc umožňuje rýchle nabíjanie (nabíjací výkon vyšší než 22 kW).

Normal and fast charging points, by country (2019)

	Normal (<22kW)	Fast (> 22kW)		Normal (<22kW)	Fast (> 22kW)
Austria	3,742	701	Italy	8,312	1,058
Belgium	6,070	481	Latvia	83	223
Bulgaria	70	65	Lithuania	79	123
Croatia	479	150	Luxembourg	900	13
Cyprus	38	0	Malta	102	0
Czech Republic	410	398	Netherlands	49,520	1,304
Denmark	2,244	573	Poland	509	375
Estonia	202	189	Portugal	1,471	320
Finland	1,786	359	Romania	211	133
France	27,661	2,706	Slovakia	350	299
Germany	34,203	6,314	Slovenia	452	176
Greece	40	21	Spain	4,500	1,269
Hungary	592	143	Sweden	4,036	4,756
Ireland	818	258	United Kingdom	22,359	6,179

Source: EAFO

Obrázok 42 Štruktúra nabíjajúcich staníc v krajinách EÚ.

Pretože počet pomalých staníc bude stále významne prevyšovať počet rýchlych, pomery sa budú zvyšovať na viac než 20 %. Tento pomer už teraz dosahujú krajiny ako Nemecko, Španielsko alebo Veľká Británia či severské krajiny. Vysoké pomery dosahujú tiež Slovensko a Česká republika. To je však dané tým, že rýchle nabíjačky sú budované ako súčasť európskej cestnej siete.

Predpokladaný vývoj počtu staníc.

Podľa predpokladu EK bude potrebné vybudovať celkom tri milióny nabíjajúcich staníc do roku 2030. Európska komisia spracovala Stratégiu pre udržateľnú a inteligentnú mobilitu (Sustainable and Smart Mobility Strategy) a spoločne s akčným plánom s celkom 82 iniciatívami ako súčasť „European Green Deal“ navádzajú EÚ k 90% poklesu emisií CO₂ produkovaných v doprave do roku 2050. Dokument je uvedený na https://ec.europa.eu/transport/themes/mobilitystrategy_en.

Hlavnými bodmi sú:

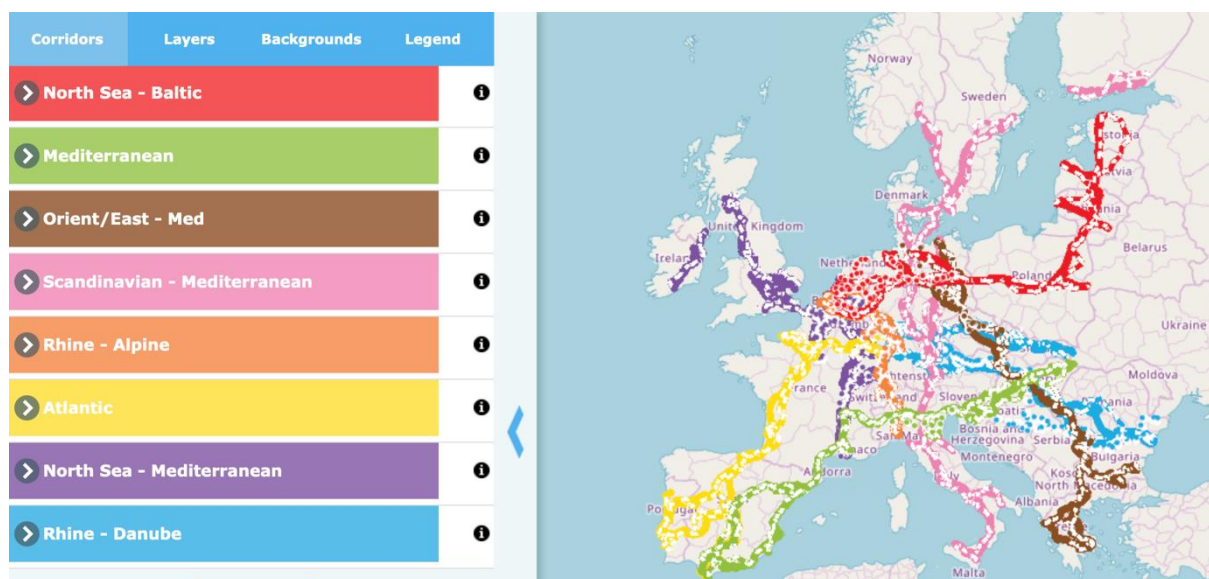
- 1) Do roku 2030:
 - a. bude na európskych cestách v prevádzke najmenej 30 miliónov vozidiel s nulovými emisiami,
 - b. bude 100 európskych miest klimaticky neutrálnych,
 - c. sa vysokorýchlostná železničná doprava zdvojnásobí,
 - d. by pravidelná hromadná doprava na vzdialenosti kratšej než 500 km mala byť v rámci EÚ uhlíkovo neutrálna,
 - e. bude vo veľkom merítku rozšírená automatizovaná mobilita,
 - f. budú pripravené na trh lode s nulovými emisiami.
- 2) Do roku 2035 budú pripravené na trh veľké lietadlá s nulovými emisiami.
- 3) Do roku 2050:
 - a. budú takmer všetky automobily, dodávky, autobusy aj nové ťažné nákladné vozidlá bez emisií,
 - b. sa železničná nákladná doprava zdvojnásobí,
 - c. sa vysokorýchlostná železničná doprava strojnásobí,
 - d. bude pre globálnu sieť v prevádzkach multimodálnej transeurópskej dopravnej siete (TEN-T) vybavená pre udržateľnú a inteligentnú dopravu s vysokorýchlostným spojením.

Nie je cieľom tejto štúdie prezentovať celú vyššie uvedenú stratégiu a Green deal, iba dávame do pozornosti bod 22 týkajúci sa bezemisnej dopravy:⁶⁵

⁶⁵ Prevzaté z eur-lex.europa.eu [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0789&from=EN>

22. Intenzívnejšie zavádzanie a využívanie obnoviteľných a nízkouhlíkových palív musí ísť ruka v ruku s vytvorením súhrnnej siete **nabíjacej a čerpacej infraštruktúry**, aby sa v plnej miere umožnilo rozsiahle využívanie vozidiel s nízkymi a nulovými emisiami vo všetkých druhoch dopravy. Iniciatíva Recharge and Refuel („dobíjajme a dotankujme“) je jednou z hlavných európskych iniciatív v rámci Mechanizmu na podporu obnovy a odolnosti¹⁷: jej cieľom je vybudovať do roku 2025 polovicu z 1 000 vodíkových staníc a milión z 3 miliónov verejných nabíjacích staníc¹⁸ potrebných do roku 2030. Konečným cieľom je zabezpečiť hustú a rozšírenú sieť, ktorá zaisťuje jednoduchý prístup všetkým zákazníkom vrátane prevádzkovateľov ťažkých úžitkových vozidiel. Komisia uverejní strategický plán zavádzania s cieľom načrtnúť súbor doplnkových opatrení na podporu rýchleho zavádzania infraštruktúry pre alternatívne palivá, a to aj v oblastiach, v ktorých pretrvávajú nedostatky. Súčasťou týchto opatrení by boli odporúčania týkajúce sa procesov plánovania a povoľovania i financovania vypracované v spolupráci s Fórom Komisie pre udržateľnú dopravu, ktoré združuje kľúčových verejných a súkromných predstaviteľov celého hodnotového reťazca¹⁹.

Cieľ pre rok 2025 nie je splniteľný bez masívnej podpory ako EÚ, tak i jednotlivých národných vlád prostredníctvom dotačných programov. Ťažiskovým projektom EÚ je určite projekt TEN-T - projekt medzinárodnej siete vysokorýchlostných nabíjacích staníc naprieč celou Európou. Jednotlivé časti sú prehľadne vizualizované na webe⁶⁶



Obrázok 43 Hlavné cestné trasy podporované pre vybudovanie vysokorýchlostných nabíjacích staníc.

Táto globálna sieť umožní bezproblémové cestovanie elektromobilmi po celej Európe bez nutnosti zložitého vyhľadávania nabíjacích staníc.

⁶⁶ Prevzaté z [ec.europa.eu](https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html) [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné z <https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html>

Lokálne nabíjacie stanice

Napriek tomu musí existovať veľký počet nabíjajúcich staníc aj mimo vyššie uvedených koridorov a ich rozvoj bude úlohou nastavenia štátnej podpory vládami jednotlivých členských krajín EÚ a samosprávou pre budovanie potrebnej infraštruktúry aj v mestách a obciach. Bude to tak úlohou i zástupcov mesta Banská Bystrica.



Obrázok 44 Lokálne nabíjacie stanice

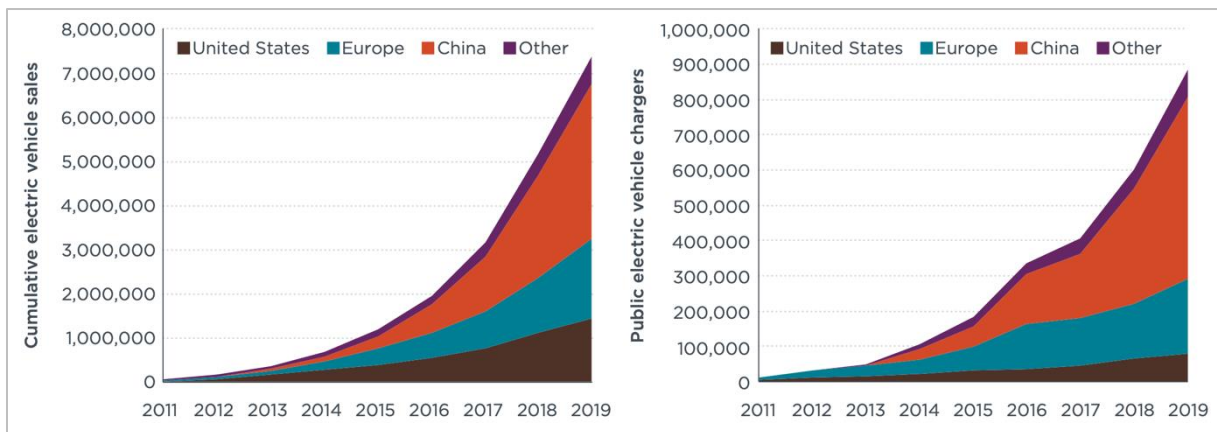
Inšpiráciou môže byť projekt vo Veľkej Británii v meste Braintree v Essexu, kde otvorili čerpaciu stanicu budúcnosti. Nabije až 36 elektromobilov naraz bez obmedzenia výkonu. Veľká Británia, ako poznáme, patrí ku krajinám, ktoré od roku 2030 chcú zakázať predaj nových áut so spaľovacími motormi okrem plug-in hybridov. Preto sú tieto projekty tak významné. Projekt je unikátny tým, že počíta, že ľudia na ňom budú tráviť viac času. Preto je to v skutočnosti dobre vybavené odpočívadlo, ibaže firma im tak hovoriť nechce. V budove je supermarket, kaviareň, obchod s knihami, novinami a **papiernictvo**, detský kútik či mikrokancelárie, kde môžete chvíľu sedieť s notebookom a pracovať, zatiaľ čo sa Vaše auto dobíja. Na mieste sú dokonca tiež rotopedy, ktoré pri cvičení podľa britského webu Autocar dobíjajú ohromnú, 6000kWh batériu pod zemou. Primárne ju ale dobíja solárny panel na streche. Táto batéria samozrejme nie je jediným zdrojom energie pre autá, nabíjacia stanica je samozrejme napojená na rozvodnú sieť.

Spojenie developera a mesta môže priniesť rad zaujímavých projektov, aj keď v našich podmienkach zrejme nie tak ambiciózných.

Európska asociácia „European Federation for Transport and Environment AISB“ sa analýzám a odporúčaniam pravidelne venuje a v roku 2020 zverejnila štúdiu o počte nabíjajúcich staníc v EÚ a jednotlivých členských štátoch. Aj preto pripravila špeciálnu štúdiu „Charging infrastructure in cities: Metrics for evaluating future needs“.⁶⁷

Koncepcia pred časťou zameranou na Európu dokumentuje aktuálny stav a vývoj počtu e-mobilov a nabíjajúcich staníc celosvetovo:

⁶⁷ Dale Hall, Nic Lutsey, *Charging infrastructure in cities: Metrics for evaluating future needs*, August 2020, <https://theicct.org/sites/default/files/publications/EV-charging-metrics-aug2020.pdf>



Obrázok 45 Vývoj počtu staníc

Obrázok ukazuje masívny nárast počtu nabíjajúcich staníc najmä v Číne, kde je e-mobilita jedným z hlavných priemyselných ťahúňov a počet e-mobilov, ktoré prichádzajú a budú prichádzať do Európy, je toho dôkazom. Cieľom tu nie je popísať celosvetovú situáciu, ale definovať optimálne počty nabíjajúcich staníc pre mesto Banská Bystrica. Na tento účel využijeme ďalšie časti štúdie.

Metriky používané k meraniu vývoja e-mobility sa obvykle zamerajú na sledovanie nabíjacej infraštruktúry podľa niekoľkých kritérií, ktorými sú bežne:

- počet obyvateľov,
- dĺžky ciest,
- počty vozidiel.

Tieto ukazovatele sú jednoduché, čo ich robí vhodnými na sledovanie a porovnávanie vývoja infraštruktúry z roku na rok. Každá z týchto metrik ponúka dôležité informácie na sledovanie vývoja rozširujúcej sa nabíjacej siete a identifikácie medzier v oblasti e-mobility a možno ich vypočítať pomocou ľahko prístupných dát. Ich vypovedajúca schopnosť je však obmedzená. Uvádžam nižšie niekoľko dôvodov.

Jednoduché ukazovatele plne:

- nerozlišujú medzi pomalšími AC nabíjačkami a DC rýchlymi nabíjačkami, hoci jedna DC rýchlonabíjačka môže nabíjať oveľa viac vozidiel za deň než AC nabíjačky,
- nerozlišujú medzi rôznymi typmi elektrických vozidiel, kedy hybridné e-mobily môžu používať iba AC nabíjačky, zatiaľ čo plne elektrické autá môžu tiež používať DC rýchle nabíjanie,
- nezohľadňujú dôležité miestne faktory:
 - rôzne typy bývania (sídľiskové bývanie verus štvrte s rodinnými domami),
 - mieru vlastníctva automobilov (počet áut na rodinu),
 - turisticky atraktívne lokality s vysokou návštevnosťou,
 - mesta s veľkým počtom občanov dochádzajúcich za prácou.
- ukazovateľ zameraný na cestnú vzdialenosť nezohľadňuje objemy prevádzky na týchto cestách.

Avšak konkrétne merateľné ukazovatele sú dôležité na sledovanie vývoja a plnenie stanovených cieľov. Príklady konkrétnych ukazovateľov a cieľov v jednotlivých regiónoch Európy sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Metrika	Príklad metriky
Nabíjačky	Nemecko: 1 milión verejných nabíjajúcich bodov do 2030 Región Francúzska: 12000 nabíjajúcich bodov do roku 2023
Nabíjačky / štvorcový kilometer	Oblasť Nemecka: minimálne pokrytie 1 ks 20kW v mriežke 10x10km a jedna 55kW v mriežke 20x20km
Nabíjačky / kilometer cesty	Spojené kráľovstvo: 95 % ciest pre motorové vozidlá
Elektrické vozidlá / nabíjačka	Francúzsko: jedna nabíjacia stanica na každých 10 elektrických vozidiel

Tabuľka 10 Merateľné ukazovatele

Ukazovatele sú definované pre strednodobé obdobie 3 - 5 rokov s výhľadom na 10 rokov. Pre dosiahnutie cieľov volia mestá rôzne spôsoby motivácie, podpory, nariadenia a zákazy. Ich prehľad je uvedený nižšie.

Takmer všetky mestá majú stanovené ciele na počty e-mobilov a nabíjajúcich staníc s vlastnými investíciami a príkladom ich podporujú. Dopĺňujúci je systém zvýhodneného parkovania, využívaním nabíjajúcich staníc jednotlivých prevádzkovateľov všetkými obyvateľmi miest, kedy si túto interoperabilitu dávajú do podmienok schválenej inštalácie novej dobíjacej stanice s radom ďalších.

City	Charging infrastructure planning			Public infrastructure deployment					Private infrastructure support			Total actions (out of 12)
	Electric vehicle target	Public charging infrastructure target	Charging infrastructure action plan	EV charging incentive/benefit	Public charger promotion (national)	Public charger promotion (local)	EV curb side charger and lamp post charging program	EV charging interoperability requirements	Private and workplace charger promotion (national)	Private and workplace charger promotion (local)	EV-ready building codes	
Oslo	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	10
Paris	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	10
London	X	X	X	X	X	X	X		X		X	9
Vienna	X	X	X	X	X	X	X	X	X			9
Amsterdam	X		X	X	X	X	X	X	X			8
Madrid	X		X		X	X	X		X	X	X	8
Rotterdam-The Hague	X		X	X	X	X	X	X	X			8
Stockholm	X		X	X	X	X	X	X	X			8
Berlin	X	X	X		X		X	X				6
Helsinki	X			X	X	X	X		X			6
Bergen	X			X	X			X			X	5
Brussels	X			X		X		X		X		5
Hamburg	X		X		X		X	X				5
Birmingham	X				X		X		X			4
Copenhagen	X						X					2
Zurich					X		X					2
Total regions with action	15	5	10	10	13	10	14	9	9	4	5	

Tabuľka 11 Konkrétne príklady využitia jednotlivých miest.

Category	Comprehensive policy element	Example
Electric vehicle target	Targets for electric vehicles in 2025, 2030	Amsterdam
	Planned zero-emission area covering city by 2030	Amsterdam
	Strong targets for taxis, private-hire vehicles, and government fleets	London
Electric vehicle charging infrastructure goal	Charging infrastructure demand modeling aligned to electric vehicle target	Amsterdam
	Neighborhood charging gap analysis based on housing and transport needs	Oslo
Electric vehicle charging infrastructure action plan	Coordination among transportation, energy, local districts, and other city departments	London
	Consultation with private stakeholders including utilities, charge point operators, major fleet operators	London
	Identification of priority public charging locations	Oslo
Public charger promotion	Provide public right-of-way for private charging investments	Stockholm
	Data reporting requirements for stations receiving public support	Amsterdam
	Dedicated chargers for taxis and fleet vehicles	Amsterdam
Private and workplace charger promotion	Cost-sharing for charging infrastructure at housing cooperatives and public housing	Oslo
	Subsidies for home charging for taxi drivers	Oslo
	Outreach and education to help promote national government home charging subsidies	Stockholm
Curbside and lamppost charging	Dynamic demand assessment for curbside chargers	Amsterdam
	Add charging to lampposts in residential areas	London
EV-ready building codes	100% EV-ready requirement for new parking facilities	Oslo
	EV-ready requirements for retrofits and major modifications	Amsterdam
	Clear, streamlined permitting and guidelines for charging	London
EV charging interoperability requirements	Requirements for interoperability and open payment standards (OCPP) at all public chargers	Amsterdam

Tabuľka 12 Konkrétne príklady využitia jednotlivých miest

Koncepcia ďalej popisuje stav a plánovaný rozvoj infraštruktúry v troch európskych centrách - Amsterdam, Londýn a Berlín. Príklady uvádzam z dôvodu výpočtu predpokladaného počtu nabíjajúcich staníc v meste Banská Bystrica.

Amsterdam

Pretože je Amsterdam (860 tis. obyvateľov) lídrom na poli e-mobility, má naďalej ambiciózne ciele k urýchlenému prechodu na bezemisnú dopravu. Mesto sa zaviazalo, že do roku 2030 vyprodukuje 100 % mestskej dopravy s nulovými emisiami. Predpokladá 400-tis. e-mobilov v roku 2025 a 1 milión e-mobilov v roku 2030, v širšom okolí Amsterdamu 1,6 mil. e-mobilov. Tento vývoj bude vyžadovať zvýšiť počet nabíjajúcich staníc z 13 000 na konci roku 2019 na 58 000 v roku 2025 a 103 000 v roku 2030.

Plán výstavby nabíjajúcich staníc pracuje s ukazovateľmi jednej nabíjacej stanice pre 10 e-mobilov v podiele rýchlych staníc DC na celkovom počte 3 - 4 %.

Londýn

Londýn, popredný trh s elektrickými vozidlami v Spojenom kráľovstve má silné ambície ďalej zvyšovať svoj podiel elektrických vozidiel. Vytvorí zóny s nulovými emisiami v „Great London“ do roku 2025 a prechod tisíc „čiernych kabín“ v meste na nulové emisie. Aby bolo možné tieto ciele splniť, bude treba výrazne zvýšiť objem nabíjacej infraštruktúry v londýnskom regióne. Plány mesta predpokladajú nárast počtu staníc z cca 2000 na 38 000 a nárast DC rýchleho nabíjania z 5 % nabíjačiek v roku 2019 na 8 % do roku 2023, čo odráža zvýšené zameranie na túto technológiu pri dodávkach taxislužby, osobných vozidiel a dodávkových vozidiel. Celkovo to do roku 2030 v celom Veľkom Londýne predstavuje približne 60 000 verejných nabíjačiek DC a 4 900 verejných nabíjačiek AC.

Ukazovateľ počtu áut na jednu stanicu je 6 - 8 a 7,5 % rýchlych DC staníc.

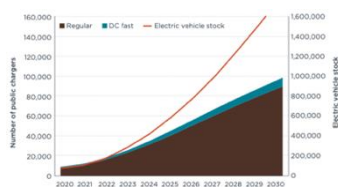
Berlín

Berlín, hlavné mesto a najväčšie mesto Nemecka, zaznamenal v roku 2019 výrazný rast predaja elektrických vozidiel s podielom 4,1 % na predaji. Mesto urobilo značné kroky smerom k elektrifikácii svojej dopravy a už má zavedených niekoľko politických dobíjajúcich infraštruktúr. Mesto tiež zaviedlo zónu s nízkymi emisiami, ktoré sú namierené predovšetkým na staršie dieslové vozidlá, zaviazalo sa k vytvoreniu zóny pre nulové emisie do roku 2030. Pretože Berlín bude patriť medzi najväčšie verejné nabíjacie siete v Nemecku a nie je na to pripravený, bude musieť v nasledujúcom desaťročí doplniť veľké množstvo verejnej nabíjacej infraštruktúry, aby uspokojil budúci dopyt. Počet elektroáut sa predpokladá navýšiť na 340 000 v roku 2030 a počet nabíjajúcich staníc na 30 000 (28 000 AC a 1200 DC).

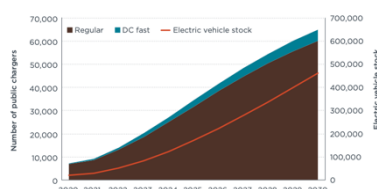
Ukazovatele sú podobné ako v Amsterdame: 10 áut na jednu nabíjajúcu stanicu a 4 % rýchlych nabíjajúcich staníc.

Nasledujúce tri grafy ukazujú predpokladanú potrebu nabíjacej infraštruktúry v rokoch 2020 až 2030 spolu s očakávaným rastom elektrických vozidiel v rovnakom období.

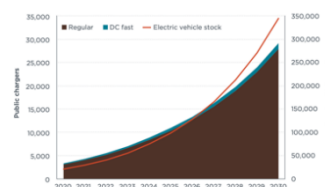
Amsterdam



Londýn



Berlín



Obrázok 46 Predpokladaná potreba nabíjacej infraštruktúry

Základným výstupom štúdie sú ukazovatele viazané na počet e-mobilov:

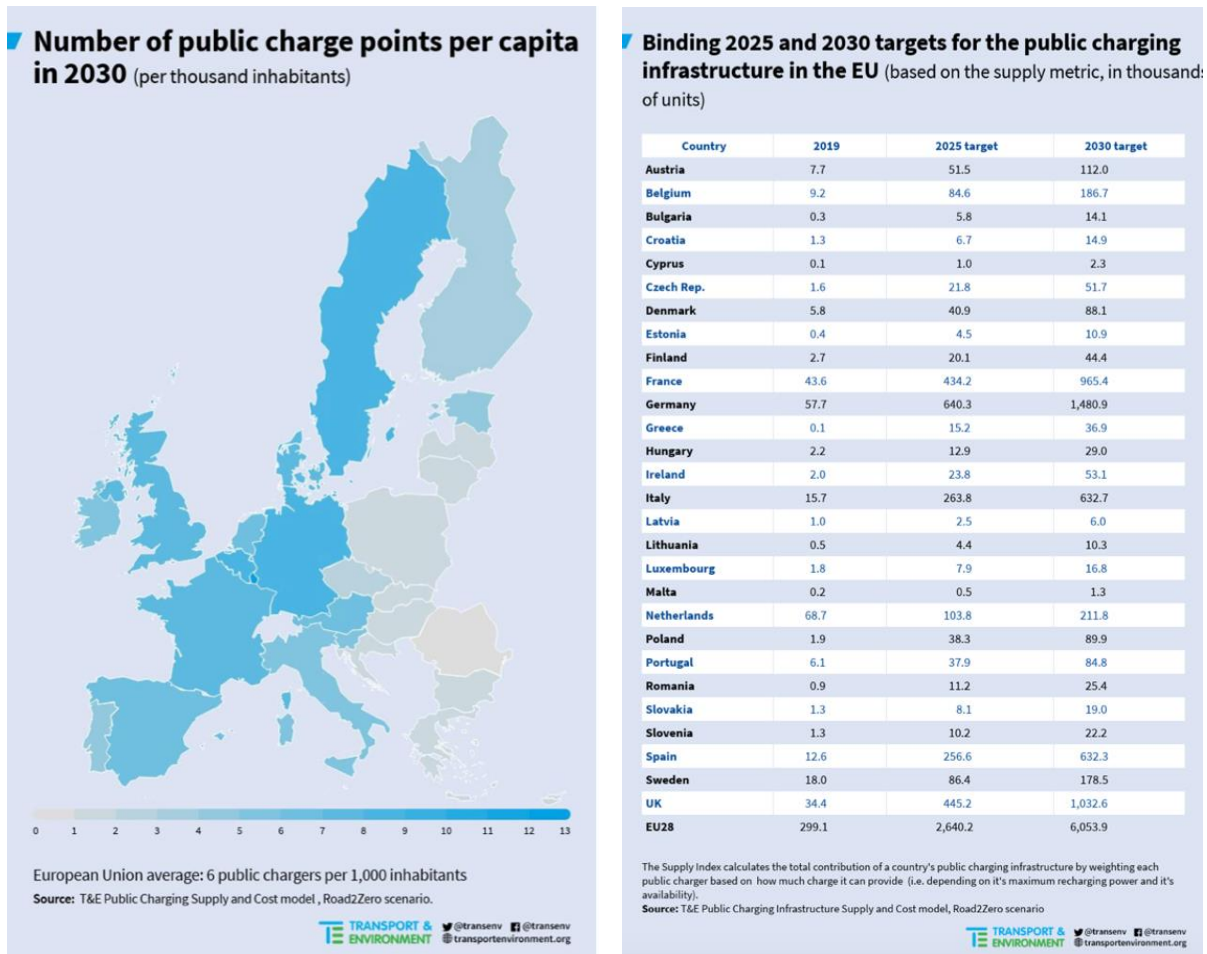
Počet nabíjajúcich staníc = 8 – 12 % celkového počtu áut v danej lokalite

Počet DC nabíjajúcich staníc = 3 – 5 % celkových nabíjajúcich staníc

Ďalší využívaný ukazovateľ je počet nabíjajúcich staníc na tisíc obyvateľov. Koncepcia rovnakej asociácie s názvom **Recharge EU: how many charging points will Europe and its Member States will need in 2020's** sa zameriava na potrebu počtu staníc v EÚ i jednotlivých krajinách. Berie do úvahy plány e-mobility jednotlivých krajín, možnosti nákupu e-mobilov a ekonomickú silu jednotlivých krajín.⁶⁸

Koncepcia predpokladá, že počet staníc na 1 000 obyvateľov bude 5,7 v roku 2030, pričom budú naďalej existovať veľké rozdiely v jednotlivých krajinách, ako je vidieť v mape v nasledujúcej tabuľke.

⁶⁸ Transport & Environment, *Recharge EU: How many charge points will Europe and its Member States need in 2020s*, 2020, <https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/01%202020%20Draft%20TE%20Infrastructure%20Report%20Final.pdf>

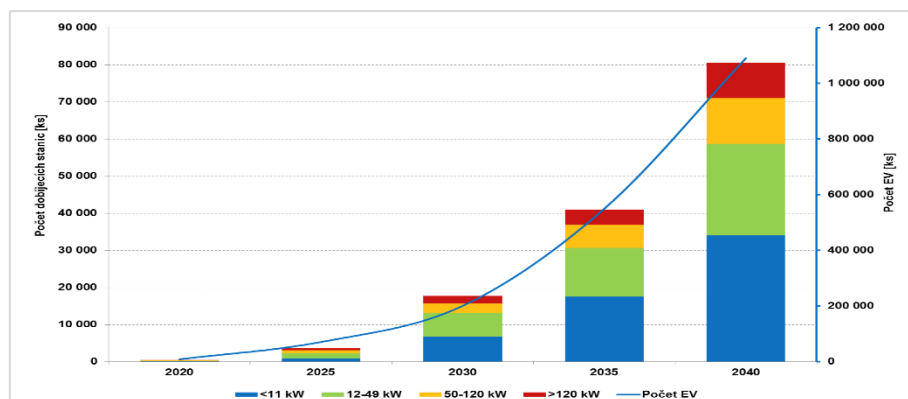


Obrázok 47 Predpokladaný počet nabíjajúcich staníc

Koncepcia ukazuje, že v krajinách strednej a východnej Európy je tiež očakávaný nárast e-mobility. V porovnaní s krajinami západnej Európy však pomerové ukazovatele zostávajú nízke – odlišné sýtosťi farby na mape. Zároveň sú stanovené ciele pre EÚ. Ciele pre jednotlivé krajiny podľa jednotnej metodiky definovanej EFTE - sú uvedené v tabuľke vedľa grafu. Pre Slovensko sú to: 8 000 nabíjajúcich staníc v roku 2025 a 19 000 v roku 2030.

Jednotlivé krajiny EÚ si môžu stanoviť vlastné ciele.

Pre porovnanie som využil už spomínanú štúdiu DECE MPO:



Analytickým spracovaním dát dostávame ukazovatele, ktoré odpovedajú počtu 2 staníc na 1000 obyvateľov – teda cca 20 000 nabíjajúcich staníc v roku 2030.

ČR	2020	2025	2030	2035	2040
Počet obyvateľov	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000
Počet áut	1 500	40 000	220 000	560 000	1 100 000
Počet staníc	600	4 000	18 000	42 000	80 000
Áut/obyvateľ	0,02 %	0,40 %	2,20 %	5,60 %	11,00 %
Áut/staníc	2,5	10,0	12,2	13,3	13,8
Staníc/ 1000 obyvateľov	0,06	0,4	1,8	4,2	8,0

Česká stratégia teda predpokladá 1,8 nabíjajúcich staníc na 1000 obyvateľov, čo je plne v súlade s analýzou Európskej asociácie.

Pokiaľ budeme interpretovať dáta z ČR na Slovensko a mesto Banská Bystrica, budeme opäť v súlade so štúdiou ohľadne počtu nabíjajúcich staníc na 1000 obyvateľov.

SR	2020	2025	2030	2035	2040
Počet obyvateľov	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000
Počet áut	750	20 000	110 000	280 000	550 000
Počet staníc	300	2 000	9 000	21 000	40 000
Áut/obyvateľ	0,02 %	0,40 %	2,20 %	5,60 %	11,00 %
Áut/staníc	2,5	10,0	12,2	13,3	13,8
Staníc/obyvateľ	60	400	1 800	4 200	8 000

Rovnakou interpretáciou na počet obyvateľov v Banskej Bystrici dostaneme počet nabíjajúcich staníc v roku 2030 - 144.

BB	2020	2025	2030	2035	2040
Počet obyvateľov	80 000	80 000	80 000	80 000	80 000
Počet áut	12	320	1 760	4 480	8 800
Počet staníc	5	32	144	336	640
Áut/obyvateľ	0,02 %	0,40 %	2,20 %	5,60 %	11,00 %
Áut/staníc	2,5	10,0	12,2	13,3	13,8
Staníc/obyvateľ	60	400	1 800	4 200	8 000

Agregáciou dvoch nezávislých štúdií dospievame k celkovému počtu staníc v meste Banská Bystrica, ktorý by mal byť v roku 2030 celkom 600 - 700. Cca 30 staníc by malo byť obojsmerných s rýchlym DC nabíjaním. Mapa rozmiestnenia 650ks nabíjajúcich staníc pre mesto Banská Bystrica v dvoch nábehových fázach vypracovaná v spolupráci s oddelením územného plánovania tvorí prílohu tejto štúdie.

Unikátne vlastnosti každého mesta ovplyvňujú jeho nabíjacie potreby. Najmä bytový fond silne ovplyvňuje, koľko nabíjacích miest je požadovaných na úrovni mesta. Mestá s viac obyvateľmi v bytových domoch (ako je Amsterdam) potrebujú viac nabíjacích staníc, aby nahradili nedostatok súkromných domácich wallboxov. V počiatočných fázach budovania e-mobility je nutné, najmä v oblastiach s menšou hustotou obyvateľstva, rýchlejší nárast nabíjacej infraštruktúry. Medzi ďalšie dôležité faktory patrí: hustota obyvateľstva, typ bývania, intenzita využívania verejnej dopravy a taxislužby a bežné spôsoby parkovania.

Hlavný dôraz ale zostáva na pláne postupného rozvoja počtu e-mobilov v meste, pretože plne elektrické autá vyžadujú viac nabíjania než hybridné a autá s vysokým počtom prejdených kilometrov, ako sú napr. taxíky a autá súkromných požičovní, ktoré vyžadujú viac DC rýchleho nabíjania. **Rozhodujúca je starostlivá registrácia, ale najmä plánovanie so zapojením obyvateľstva a firiem pôsobiacich v meste.**

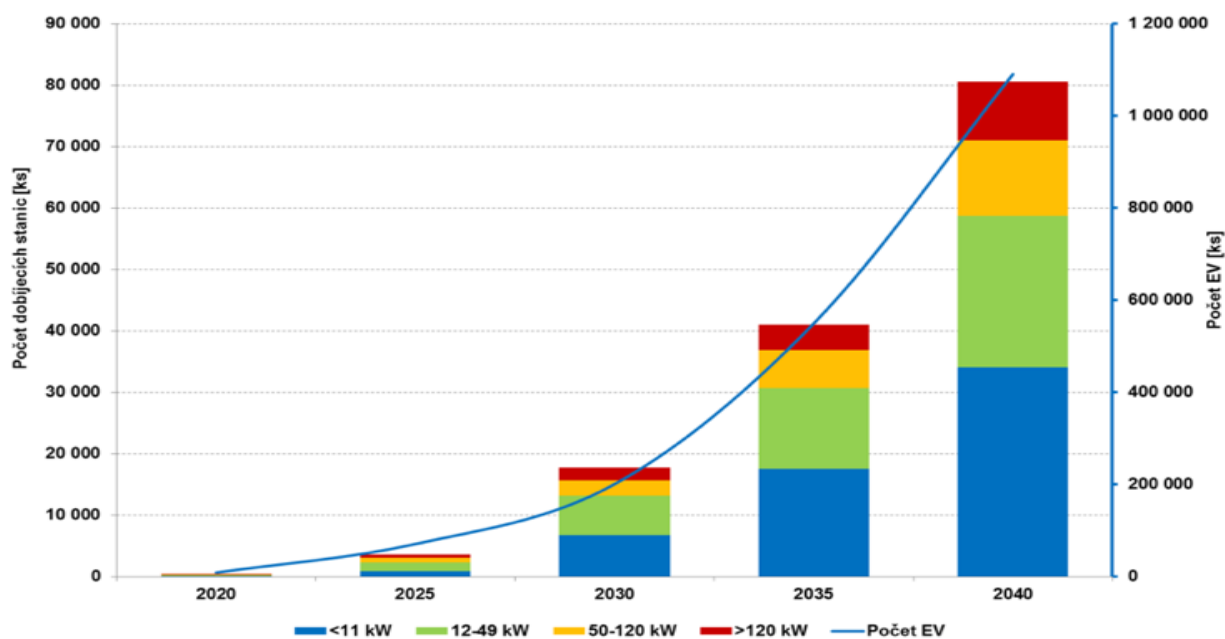
Mestá majú viac možností ako podporiť e-mobilitu. Napríklad zákaz (alebo spoplatnenie) vjazdu áut s nenulovými emisiami do mesta, ktorú urobila väčšina veľkých európskych miest, nákup vlastných e-mobilov, vytváranie stimulov pre ciele investície súkromnej infraštruktúry.

E-mobilita a akumulácia

S rozvojom e-mobility predpokladám ako strategickú otázku, či existujúce siete zvládnu extrémne volatilné kolísanie spotreby podľa potrieb nabíjania užívateľov e-mobilov. Odpoveď je jednoduchá. Ako bolo napísané v kapitole o výrobe, ukončenie výroby v uhoľných elektrárnach a ich náhrada obnoviteľnými zdrojmi stabilite siete nepomáha, ale naopak vyžaduje väčšiu flexibilitu ako na strane výroby, tak aj na strane spotreby.

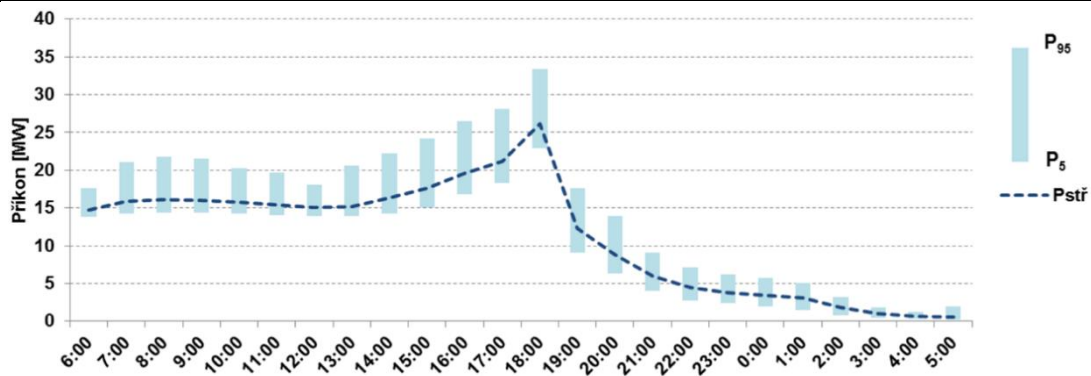
Pre ilustráciu prikladáme českú štúdiu ministerstva priemyslu a obchodu z roku 2018⁶⁹, ktorá predikuje dopady rozvíjacej sa e-mobility na distribučnú sieť. Predpokladá sa významný nárast počtu nabíjajúcich staníc v členení podľa rýchlosti nabíjania. České ministerstvo priemyslu a obchodu vo svojich dokumentoch predpokladá nárast počtu nabíjajúcich staníc zo súčasného stavu 600 ks na 18-tisíc v roku 2030. Analytické dáta za Slovensko nemáme k dispozícii, dá sa ale očakávať rovnaký vývoj.

Z pohľadu dopadu predpokladaného nárastu počtu nabíjajúcich staníc koncepcia predpokladá aj dopady nabíjania e-mobilov na agregované zaťaženie distribučnej siete.

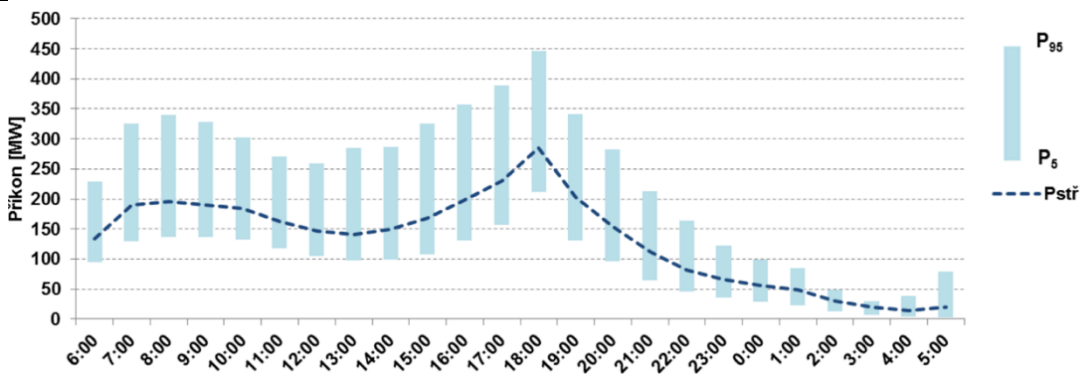


69 Prevzaté z Model zapojení DECE, akumulace a spotřeby včetně elektromobily do procesu řízení ES ČR - průběžná zpráva za rok 2018, NAP SG – Opatření A12 „Využití DECE, spotřeby včetně elektromobily pro řízení ES ČR v prostředí SG [online]: [cit. 25.11.2020] Dostupné z <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2020/2/Flexibilita.pdf>

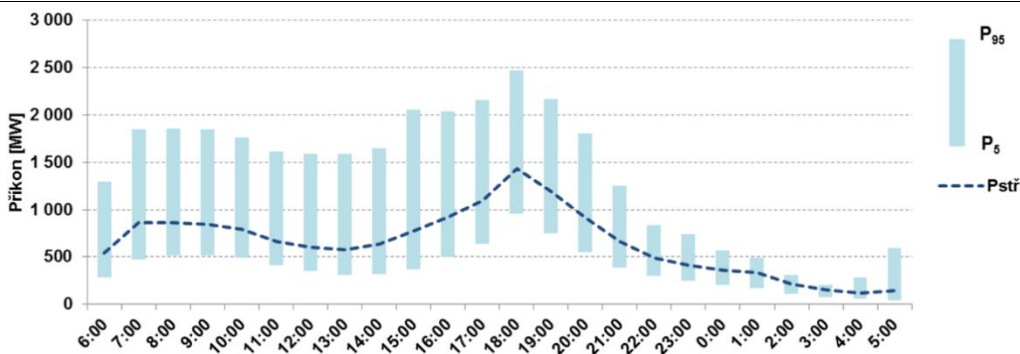
Predpoklad 2020



Predpoklad 2030



Predpoklad 2040



Čísla sú alarmujúce. Požiadavky nad rámec súčasnej spotreby môžu byť v roku 2040 až 2500 MW, pričom súčasná spotreba je v letných mesiacoch iba 10 000 MW. Pôjde teda o nárast výkonu o 25 % v situácii, keď nebudú v prevádzke uhoľné zdroje, ktoré svojou podstatou umožňujú pružnú reguláciu vykryvania náhodných zmien spotreby.

Dá sa teraz očakávať, že požiadavky na pripojenie nových nabíjacích staníc sa budú postupne sprísňovať a budú zahŕňať povinnosť doplniť nabíjacie stanice systémami batériového ukladania elektriny pre elimináciu výkonových razov na distribučnú sústavu. Ostatne ide o obdobu rovnakého

riešenia pre nové výrobné elektriny, ktoré musia byť podľa veľkosti inštalovaného výkonu povinne vybavené možnosťou odpojenia alebo zníženia dodávaného výkonu zo strany distribútorov.

Faktom je, že v súčasnej dobe neexistuje legislatíva, ktorá by akokoľvek riešila pripojenie batériových systémov na akumuláciu elektriny. Túto skutočnosť v rámci projektových prác potvrdili aj zástupcovia distribučnej spoločnosti SSD a.s.

E-mobilita a štátna podpora na Slovensku

Trend

Slovensko nasleduje jasný príbeh Európy k e-mobilite. Rovnaká je okrem toho podpora štátu formou pravidelného vypisovania dotácií na výstavbu chrbtovej siete nabíjajúcich staníc (najmä okolo diaľnic), nákup malých nabíjajúcich staníc, nákup elektromobilov.

Ako aj v ďalších krajinách EÚ je do procesu budovania sveta e-mobility zapojený celý rad spoločností s rozdielnymi motiváciami, ktorými sú napríklad:

- Individuálne presvedčenie jednotlivcov, že planéta je zelená a snaha podieľať sa na zlepšovaní životného prostredia.
- Implementácie korporátnej ekologickej stratégie, kde e-mobilita je jedným z opatrení pre dosiahnutie klimatických cieľov.
- Dosahovanie zisku ponukou riešení pre e-mobilitu prostredníctvom:
 - výroby nabíjajúcich staníc,
 - predaja nabíjajúcich staníc,
 - poskytovaním softvéru,
 - prevozom nabíjajúcich staníc.
- Zaistenie komfortu obyvateľov miest a obcí, čo je motivácia aj v Banskej Bystrici.

Štátna podpora

Aj z dôvodu zatiaľ malého počtu elektromobilov a nabíjajúcich staníc existuje celý rad dotačných programov. Nie je predmetom štúdie opisovať jednotlivé programy, uvádzame však príklady dvoch programov:

- Rok 2019 – dotácie na zriadenie elektromobilov, v rámci ktorých 60 miest a obcí získalo dotácie vo výške 10 000 eur na nákup elektroáut⁷⁰.
- Rok 2020 - program na nákup elektromobilov. Dotačný program vo výške šesť mil. eur a podporou vo výške 8-tisíc eur na elektromobily a 5-tisíc eur na plug-in hybridy. Tento program patril medzi najvyššie dotačné programy v celej EÚ. Výsledky ukazujú obrovský záujem o elektromobily s dotáciou: bolo podaných 794 žiadostí, z toho 668 bolo prijatých. Celková suma 6 mil. eur sa vyčerpala za rekordné 3 minúty a 41 sekúnd.

V európskych dotačných programoch 2021-2027 budú vypísané nové dotačné programy, nie však skôr ako na konci roku 2021. Je teraz čas na schválenie prechodu osobných flotíl na elektromobily a na vybudovanie potrebnej infraštruktúry.

⁷⁰ Prevzaté z [mojelektromobil.sk](https://www.mojelektromobil.sk) [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné z <https://www.mojelektromobil.sk/samospravy-zoznam-mesta-obce-dotacie-elektromobily-2019/>

Nabíjacie stanice na Slovensku

Dnešný počet nabíjacích staníc je stále malý. Hlavnými prevádzkovateľmi nabíjacích staníc sú spoločnosti GreenWay, Ejoin⁷¹ a ZSE. Svoje služby na Slovensku ponúka aj český UNICORN formou systému ChargeUp-softvérové podpory pre všetky oblasti e-mobility. Tie budú popísané v ďalšom texte.

BILLA je už od roku 2017 držiteľom ISO 50 001. Jednou z definovaných oblastí rozvoja je aj oblasť elektromobility. V súlade s touto stratégiou buduje BILLA vlastné nabíjacie stanice a ponúka zákazníkom možnosť bezplatného nabíjania.⁷²



Obchodný reťazec LIDL prevádzkuje v súčasnej dobe tri nabíjacie stanice, z toho dve pre zákazníkov. Pre modernizované predajne však plánuje ich vybavenie nabíjacími stanicami pre bezplatné nabíjanie zákazníkov.⁷³

Spoločnosť GreeWay pôsobí na Slovensku a v Poľsku. Prevádzkuje cca 250 nabíjacích staníc v oboch krajinách. Súčasťou ich staníc je aj akumulácia elektriny, ktorá je pre efektívne využívanie distribučných sietí nevyhnutná. Ponúka zákazníkom služby pokrývajúce všetky potrebné funkcie: vybudovanie staníc, ich servis, prevádzkovanie, správu vlastnej flotily aj fakturácie.

V meste Banská Bystrica v EURÓPA SC, Ulica na troskách 25, prevádzkuje nabíjacie stanice 50 kW (ceny sú 0,49 EUR/kWh + 0,1 EUR/min po 45 minútach státia) a 22 kW (ceny sú 0,25 EUR/kWh + 0,1 EUR/min po 180 minútach státia). Nabíjanie opäť vyžaduje registráciu prostredníctvom vlastnej mobilnej aplikácie. Spoločnosť je zaujímavá tým, že ponúka medzinárodný roaming (podobne ako ZSE – vid' nižšie). K 16 zahraničným partnerom v 22 krajinách sa na začiatku decembra pripojila slovenská sieť ZSE Drive. Zákazníci tak môžu využívať mobilnú aplikáciu GreenWay alebo RFID kartu aj tieto siete.⁷⁴

Západoslovenská energetika je jedným z najväčších hráčov v oblasti e-mobility. Ponúka riešenia pre všetky subjekty – individuálneho vodiča, firmy i mestá. Podľa vlastných internetových stránok⁷⁵ sa špecializuje iba na vlastné distribučné územie, kde prevádzkuje 97 nabíjacích staníc. Avšak na mape na rovnakých stránkach je uvedené, že prevádzkuje nabíjacie stanice na celom Slovensku.

Spoločnosť UNICOPRN je česká spoločnosť špecializujúca sa na IT riešenia pre energetiku. Poskytuje svoje riešenia ako prevádzkovateľom distribučným a prenosovým, tak aj obchodníkom s komoditami. V roku 2019 rozšírila portfólio svojich riešení aj o oblasť e-mobility, a to zaisťuje SW riešenia, ale tiež dodávku celého riešenia vrátane hardvéru.

⁷¹ Ejoin je súčasťou energetickej skupiny. Nabíjacie stanice sami vyvíjajú a vyrábajú. Je partnerom automobiliek Škoda, VW, Tesla, Mercedes, Peugeot.

⁷² Prevzaté z [mojelektromobil.sk](https://www.mojelektromobil.sk) [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné na <https://www.mojelektromobil.sk/billa-9-nabijacich-stanic-expanzia-odmenovaci-system/>

⁷³ Prevzaté z [spolocenskaodpovednost.sk](https://www.spolocenskaodpovednost.sk) [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné na <https://www.spolocenskaodpovednost.sk>

⁷⁴ Prevzaté z [greenway.sk](https://www.greenway.sk) [online]: [cit. 8.11.2020]. Dostupné z <https://www.greenway.sk>

⁷⁵ Prevzaté z [zsedrive.sk](https://www.zsedrive.sk): [cit. 4.12.2020]. Dostupné z [zsedrive.sk](https://www.zsedrive.sk)

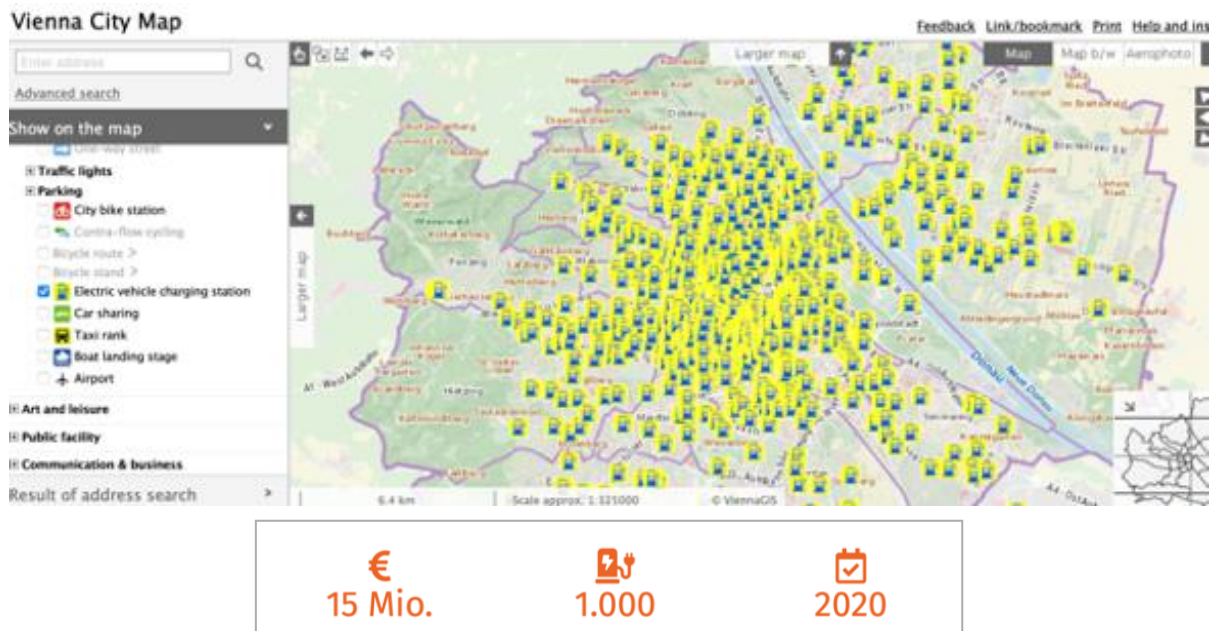
V marci 2020 boli oficiálne spustené prevádzky nabíjajúcich staníc v Martine využívajúce systém ChargeUp.⁷⁶

Príklad „e-mobility friendly“ mesta Viedeň

Dvojmiliónová Viedeň je v oblasti energetiky vysoko vyspelá. Venuje sa všetkým oblastiam, ktorými sú elektrina, zemný plyn, teplo, chlad, fotovoltaika a samozrejme e-mobilita⁷⁷

Deklarovaným cieľom Viedne je: E-MOBILITY FOR EVERYONE.

Tento cieľ sa jej darí plniť. Pokrytie nabíjajúcimi stanicami je vysoké. Priamo na svojich webových stránkach⁷⁸ má mapu nabíjajúcich staníc a na prvý pohľad je jasné, že možností nabíjať je mnoho. Viedeň a jej mestský energetický podnik Wien Energie bude prevádzkovať 1000 nabíjajúcich staníc. Tento cieľ bol v septembri 2020 dosiahnutý (v porovnaní v celej ČR a SR je celkový počet staníc cca 600). V širšom okolí Viedne prevádzkuje viac než 1 600 nabíjajúcich bodov, z nich je polovica verejných a druhá polovica polo-verejných: v podzemných parkoviskách v supermarketoch alebo staniach. Zvyšuje sa tiež dopyt. V súčasnej dobe je na nabíjajúcich staniach Wien Energy registrovaných 10 000 nabíjaní za mesiac, pričom pred rokom to bolo iba 5 000. Záujem sa tak medziročne zdvojnásobil.⁷⁹



Obrázok 48 Mapa nabíjajúcich staníc vo Viedni

Viedeň, kde je integrovaný prevádzkovateľ distribučných sietí s mestom, je príkladom, že optimálnou cestou je spolupráca mesta Banská Bystrica a SSD a.s., ktorá bude vhodná a výhodná pre všetkých.

76 Prevzaté z chargeup.cz/sk [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné z <https://chargeup.cz/sk/home>

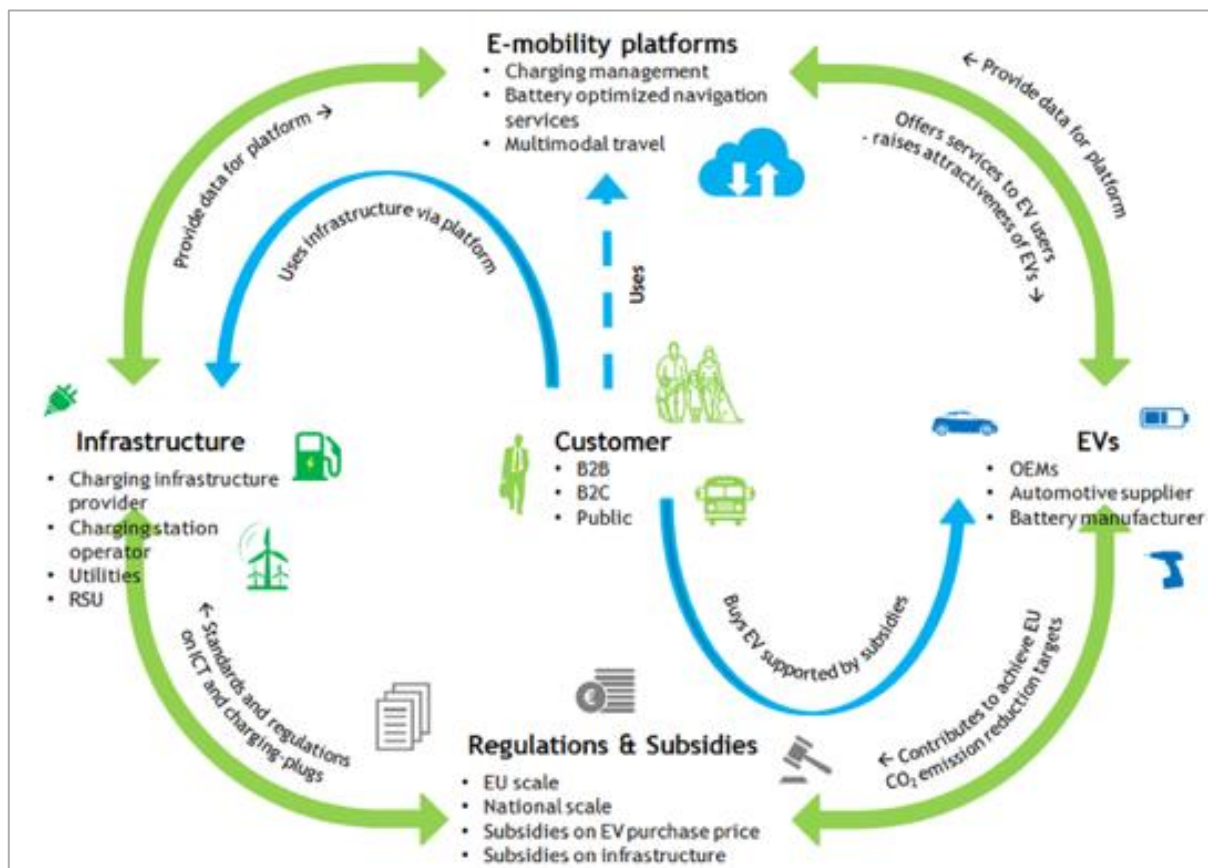
77 (<https://www.wienenergie.at/en/business-products/>)

78 Prevzaté z [wien.gv.at](https://www.wien.gv.at/stadtplan/en/) [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné <https://www.wien.gv.at/stadtplan/en/>

79 Prevzaté z [electrive.com](https://www.electrive.com/2020/09/03/charging-infrastructure-expansion-in-vienna-almost-complete/) [online]: [cit. 20.11.2020]. <https://www.electrive.com/2020/09/03/charging-infrastructure-expansion-in-vienna-almost-complete/>

Rola v poskytovaní e-mobility

Pri rozhodovaní účasti v oblasti e-mobility musí každý subjekt zvoliť svoju vlastnú rolu. Principiálne sa jedná o tieto základné role (viď. obrázok⁸⁰):



Obrázok 49 Role v e-mobilite

- 1) Vodič, užívateľ – jedinou motiváciou je využívať nabíjacie stanice na presun v elektromobile.
- 2) Dodávateľ technológie (HW nabíjajúcich staníc a prípadne i SW).
- 3) Investor a prevádzkovateľ nabíjajúcich staníc, ktorý nabíjacie stanice prevádzkuje z rôznych dôvodov:
 - a) súčasť firemnej stratégie ekologizácie,
 - a. ďalší biznis, vďaka ktorému chce generovať zisk,
 - b. servis pre svojich zákazníkov a partnerov.
- 4) Tvorca podmienok (štátna správa a samospráva – mesto Banská Bystrica).
- 5) Výrobca EV.

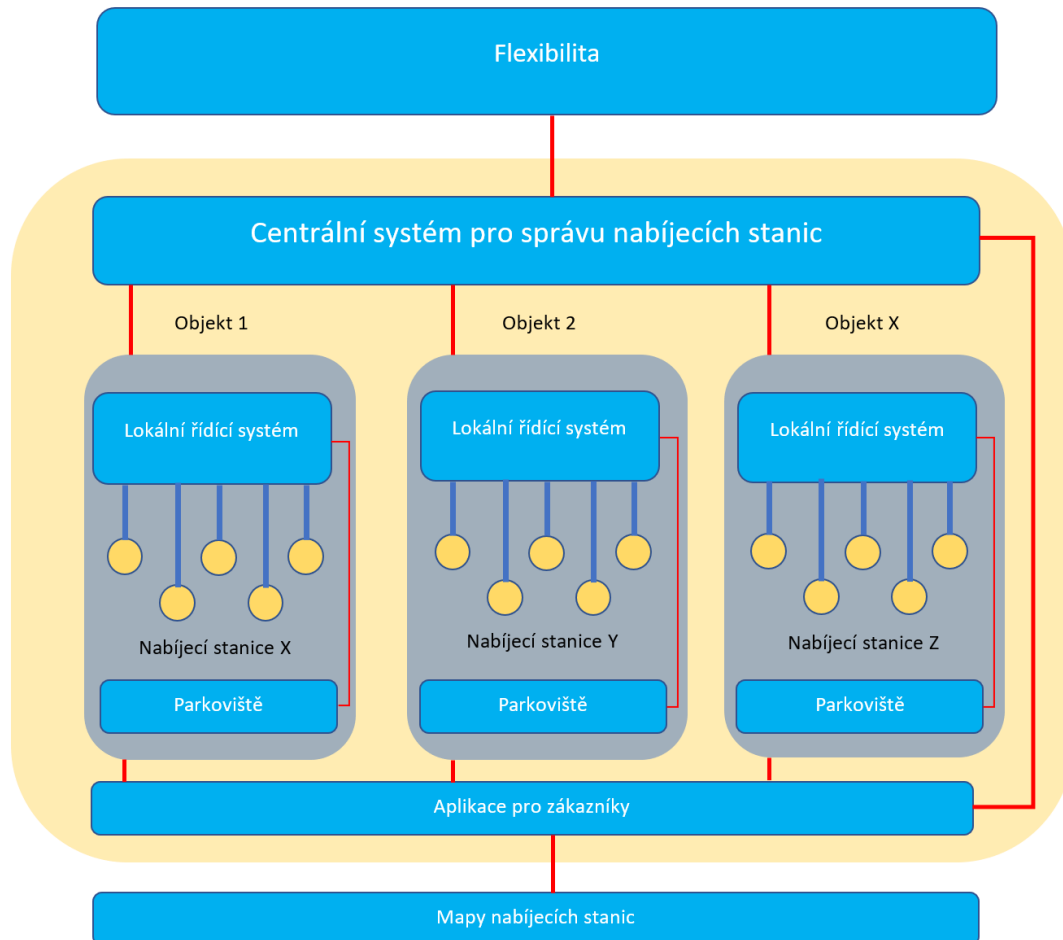
Pred definovaním vlastnej role je nutné v skratke popísať základné funkcie, ktoré sú pre prevádzky nevyhnutné. Zavedenie prevádzky systému pre správu nabíjajúcich staníc je krokom k vytvoreniu vlastnej siete dobíjajúcich staníc.

80 Prevzaté z [enervalis.com](https://www.enervalis.com) [online]; [cit. 1.11.2020]. Dostupné z <https://www.enervalis.com/smart-ev-charging/>

Platformy e-mobility

Všetci účastníci trhu e-mobility využívajú niekoľko aplikácií, ktoré sa líšia podľa typu užívateľa a spôsobu umiestnenia nabíjacej stanice.

Schematicky sú jednotlivé komponenty znázornené na obrázku.



Obrázok 50 Platformy e-mobility

Základné funkcie sú:

- 1) vlastné nabíjanie,
- 2) lokálny systém pre riadenie nabíjania jednej alebo viac staníc, ktoré zaisťuje:
 - a. identifikáciu užívateľa
 - b. riadenie výkonu podľa nastavených priorít
 - c. obmedzovanie rýchlosti nabíjania v prípade, keď nie je v sieti dostatok výkonu
 - d. spolupráca s batériou, pokiaľ je súčasťou technického riešenia
- 3) centrálny systém pre správu lokálnych staníc, ktorý zaisťuje:
 - a. správu užívateľov a užívateľských skupín
 - b. servisný zásah na jednotlivých staniach
 - c. správu cenníka
 - d. reporting a prípravu fakturácie

e. registráciu nabíjajúcich staníc v európskych navigačných systémoch.

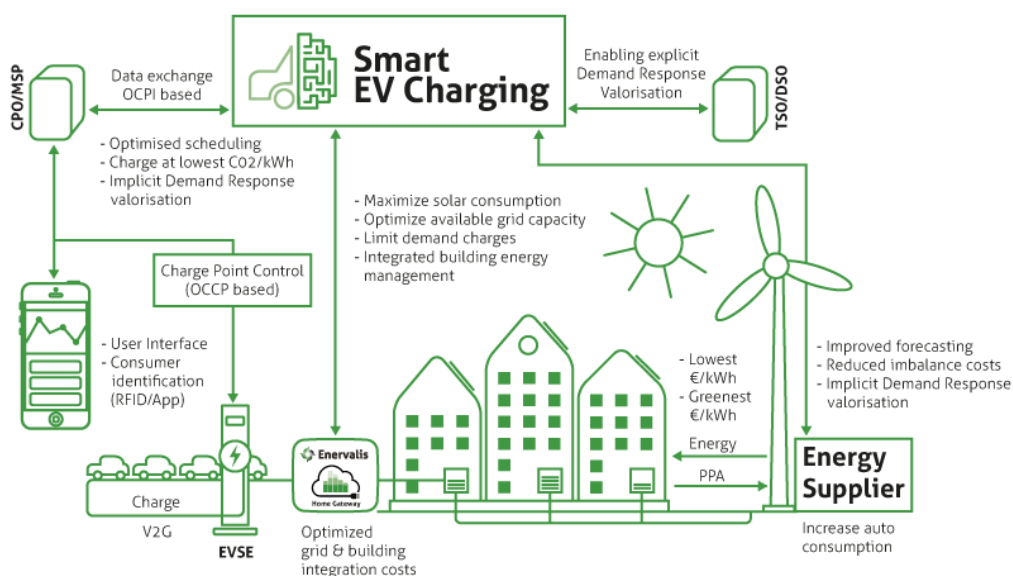
Spolupráca s distribučnou spoločnosťou SSD a.s.

Z pohľadu pripojenia nie je možné paušálne potvrdiť možnosť umiestnenia nabíjajúcich staníc. Inštalácia každej stanice vyžaduje individuálny súhlas distribučnej spoločnosti SSD a.s. a nie je predmetom tejto štúdie overovať detailné možnosti.

Významná je skutočnosť, že spoločnosť SSD a.s. plánuje postupnú rekonštrukciu vedení 6,3 kV, ktorá prinesie významné stavebné práce v celej Banskej Bystrici. Súčasťou týchto plánov musí byť aj plán na vznik nových nabíjajúcich staníc tak, aby energetici bez ďalších nákladov a obťažujúcich stavebných úprav boli schopní pripraviť potrebnú infraštruktúru a uľahčiť tak postupné budovanie siete nabíjajúcich staníc na území mesta Banská Bystrica.

Kombinované riešenie nabíjacej stanice a FVE / batériové systémy

Ako je uvedené vyššie, nabíjacie stanice sú z energetického pohľadu spotrebič s nepredikovateľnou spotrebou elektriny a z ekonomického pohľadu dlhou návratnosťou. Okrem toho sú nabíjacie stanice často umiestňované na centrálnych parkoviskách, kde sa kumuluje ich volatilita lokálnej náhodnej spotreby. Preto bývajú tieto centrálny parkoviská často vybavené fotovoltaickými elektrárnami a batériovými systémami, kde sa lokálne vyrobená elektrina akumuluje v batériách a je potom k dispozícii pre nabíjanie e-mobilov.



Obrázok 51 Optimálne technologické riešenie pre výstavbu nabíjajúcich staníc

81

Komplexným systémom je vyššie uvedené nabíjacie centrum v Essexe vo Veľkej Británii.

Aj tu sa s výhodou uplatní úzka spolupráca so spoločnosťou SSD a.s., ktorá najlepšie pozná miestne podmienky distribúcie elektriny a posúdi aj vhodnosť doplnenú o FVE a batériový systém.

⁸¹Prevzaté z [enervalis.com](https://www.enervalis.com) [online]; [cit. 1.11.2020]. Dostupné z <https://www.enervalis.com/smart-ev-charging/>

Príklad stratégie mesta Přerov

Mesto Přerov v marci 2019 vytvorilo strategický dokument „Konceptce nabíjecích stanic města Přerova“. Konceptcia nabíjecích stanic mesta Přerova vznikala za účelom transparentného prístupu k aktivitám súkromného sektora v zmysle budovania verejných nabíjacích staníc a nutnosti stanovenia detailnejšej politiky výstavby nabíjacích staníc mestom. Súčasťou je spracovanie požiadaviek dopravcu MAD a podpora nabíjania elektrobusev.⁸²

Konceptcia definuje 4 základné ciele:

- a) Podporu a výstavbu nabíjania v rezidentných oblastiach.
- b) Podporu a výstavbu nabíjacích staníc v zónach spolplatneného státia.
- c) Nastavenie podmienok pre realizáciu rýchlonabíjacích staníc súkromným sektorom.
- d) Nabíjanie mestskej hromadnej dopravy.

Konceptcia zahŕňa aj možnosť nabíjania e-mobilov v nabíjacích staniach, ktoré budú súčasťou lúčov verejného osvetlenia. V rámci rekonštrukcie sieť VO predpokladá pokládanie samostatných silových káblov pre potreby nabíjania z rozvážačov VO. Tie budú oddelené od napájania lúčov, ale budú položené v rovnakej trase. Samotné nabíjanie potom možno realizovať z lúčov VO. Návrh rozvoja nabíjacích staníc v meste Přerov sleduje cieľ zaistiť najmä rezidentné nabíjanie na sídliskách, ktoré sú službou mesta. Nabíjacia sieť bude realizovaná postupne podľa modernizácie VO. Celkový plán počtu nabíjacích staníc z lúčov verejného osvetlenia je 211 s jedným nabíjacím káblom a 146 s dvoma nabíjacími káblami – teda celkom pre 503 automobilov. Táto technológia je realizovaná ako pilotný projekt v Londýne. Plánuje sa osadenie nabíjačkou 1150 lúčov VO s výkonom 7,4 kW, čo postačuje bežnému rezidentovi k pokrytiu jeho potrieb po nabíjaní. V ČR i SR je zatiaľ táto jednoduchá, ľahká a praktická metóda nelegálna. K jeho využitiu je nutná zmena energetického zákona. So zmenou sa ale počíta.



Konceptcia definuje aj požiadavky na nabíjacích staniach – technické (minimálny výkon 1x 22 kW a minimálne konektorom Menekes typ 2), platobné (preferuje sa platba kartou, sú možné platby cez

⁸²Prevzaté z [google.com](https://www.google.com) [online]: [cit. 26.12.2020]. Dostupné z <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj3p4aG7djuAhVFxosKHUteAtA4ChAWMAB6BAgDEAI&url=https%3A%2F%2Fwww.prerov.eu%2Ffilemanager%2Ffiles%2F52582.pdf&usq=AOvVaw2eYcTV8iHloPoUZ3Dgf3or>

mobilnú aplikáciu či na základe služby s identifikáciou RFID čipom) a lokalizačné (státie musí byť označené značkou IP12 Vyhradené státie s dodatkovou tabuľou „Len na nabíjanie elektromobilov“).

Ďalším bodom koncepcie je aj definovanie transparentných podmienok pre súkromných investorov, keď doba prenájmu parkovacích plôch je 10 rokov a jasne dané povinnosti prenajímateľa.

Koncepcia je vhodnou ukážkou stratégie pre stredne veľké mesto (45-tisíc obyvateľov) a definuje jasné mantinely budúceho rozvoju e-mobility v meste.

Odporúčame, aby Mesto Banská Bystrica v rámci e-mobility malo rozhodujúce postavenie, a to v kombinácii so zaistením parkovacích služieb na území mesta. Rola v rámci e-mobility je druhou hlavnou oblasťou okrem vstupu do oblasti lokálnej výroby elektrickej energie, v ktorej odporúčame mať primárnu rolu.

Je vhodné, aby Mesto Banská Bystrica našlo dlhodobého partnera, ktorý sa e-mobilitou zaoberá a zaistuje tieto služby, a vybudovať spoločnosť s podielom mesta. Tak aby Mesto Banská Bystrica sa mohlo podieľať na jej aktívnom riadení a mať možnosť ovplyvňovať ceny nabíjacieho parkovania. V prípade, ak to je možné skombinovať, je vhodné vytvoriť jednu spoločnosť, ktorá bude zastrešovať ako nabíjajúcu infraštruktúru tak aj lokálnu výrobu elektrickej energie. V princípe je to rovnaký spôsob, ktorý Mesto Banská Bystrica už využíva na zaistenie dodávok tepla na území mesta. Je nutné úzko spolupracovať nielen s občanmi, ale aj s ďalšími spoluhráčmi pôsobiacimi v Banskej Bystrici a najmä s distribučnou spoločnosťou SSD a.s.

Na základe štúdií a ukazovateľov v EÚ odporúčame nastaviť cieľový počet nabíjajúcich staníc pre mesto Banská Bystrica na úroveň 650 ks na rok 2030 a definovať technické požiadavky na nové nabíjacie stanice. Mapa rozmiestnenia 650ks nabíjajúcich staníc pre mesto Banská Bystrica v dvoch nábehových fázach vypracovaná v spolupráci s oddelením územného plánovania tvorí prílohu tejto štúdie.

Všetky rýchlonabíjacie stanice by mali byť obojsmerné. Ďalej by mal byť stanovený minimálny výkon – príklad 22 kW a bolo by vhodné stanoviť softvérovú kompatibilitu. Minimálne 50 % nabíjajúcich staníc by malo byť vo vlastníctve mesta. Pri rekonštrukcii siete VO je potrebné položiť káblovú infraštruktúru pre nabíjacie stanice.

Ako súčasť energy manažment systému musí byť zavedený systém pravidelného polročného sledovania počtu automobilov vo väzbe na **ukazovateľ 10 áut na jednu nabíjajúcu stanicu** pre prípad rýchlejšieho nárastu počtu e-mobilov v meste Banská Bystrica. Počet DC nabíjajúcich staníc by mal byť na úrovni 3 až 5 % z celkového počtu nabíjajúcich staníc. Odporúčame ďalej vytvoriť plán prechodu vlastnej flotily vozidiel na bezemisný vozový park s cieľom byť príkladom pre občanov aj spoločnosti v meste a ďalší rozvoj bezemisnej verejnej dopravy. Zástupcovia mesta by mali zväžiť podporu zvýhodneného parkovania v cente mesta, prípadne zákaz vjazdu áut s emisiami. Tento plán musí dostatočne dopredu komunikovať s občanmi a citlivo nastaviť termíny aj s ohľadom na aktuálnu situáciu a počet áut v meste.

Mesto Banská Bystrica má aktuálnu spotrebu elektrickej energie na úrovni 7,89 MWh ročne, čo predstavuje 39 % z celkovej ročnej spotreby energie (bez spotreby spriaznených subjektov). Pri dodržaní predloženej stratégie v e-mobilite sa spotreba elektrickej energie navýši na úroveň 13,09 MWh ročne a bude to predstavovať 51,9 % spotreby energie. Elektrická energia teda bude tvoriť podstatnú časť spotreby energie mesta Banská Bystrica.

Identifikácia možností implementácie obnoviteľných a iných vhodných zdrojov energie, flexibility výroby a spotreby elektrickej energie

Flexibilita a jej monetizácia

Princípy riadenia elektrizačnej sústavy

Pre stabilitu siete je potrebné neustále udržiavať vyrovnanú výkonovú bilanciu. To znamená, že v každom momente sa musí rovnaké množstvo elektriny vyrábať, ako sa práve spotrebováva. Keby to tak nebolo, zmenia sa parametre v sieti, najmä frekvencia a napätie. V praxi to funguje tak, že keď zapnete rýchlou kanvicu alebo spustíte tepelné čerpadlo, tak musí nejaká elektrárňa o niečo zvýšiť svoj výkon. A naopak pri vypnutí spotrebiča musí zase nejaká elektrárňa znížiť svoju výrobu. Rovnaké pravidlá platia pri zmene výkonu všetkých elektrární. V novom svete energetiky plnom solárnych elektrární a elektromobilov náročnosť riadenia elektrizačnej sústavy významne rastie.

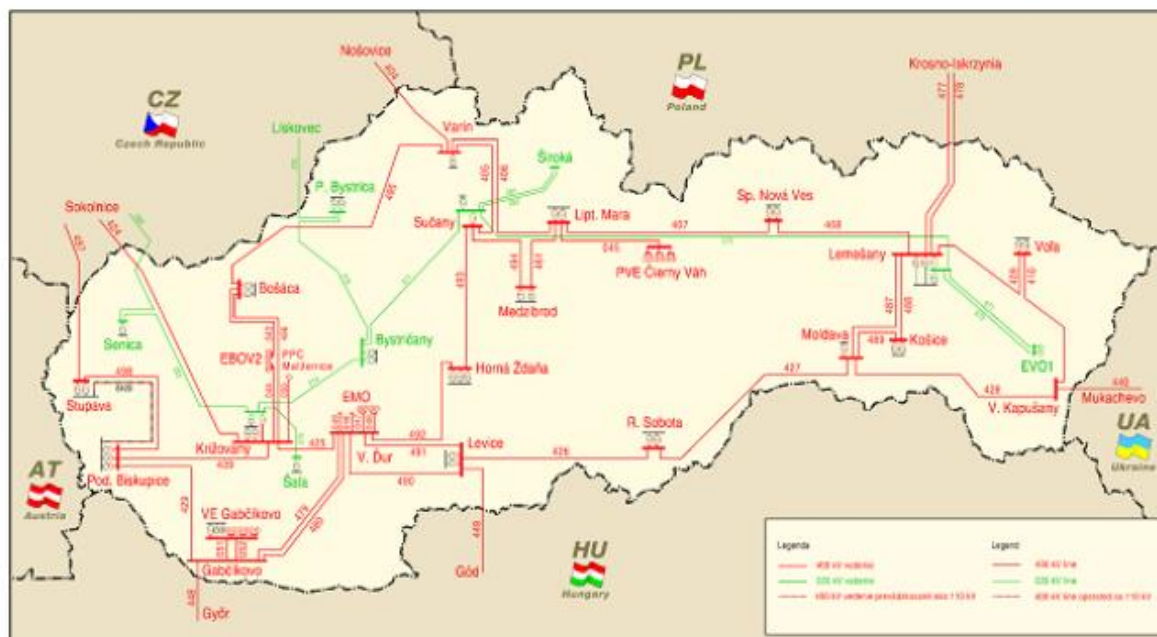
Samozrejme často sa ale stáva, že výkon nezodpovedá presne zaťaženiu a vzniká takzvaná výkonová odchýlka. Preto prichádzajú na rad podporné služby, ktoré majú za úlohu aktuálnu spotrebu a výrobu vyrovnať.

Keby sa výkonná odchýlka včas nevyrovnala, tak pri veľkej nerovnováhe by mohlo dôjsť až k úplnému rozpadu siete, tzv. blackout. Tým by celá sústava vypadla z prevádzky a v žiadnej domácnosti alebo firme by nefungovala elektrina. Preto automatické systémy a dispečeri neustále sledujú výkonovú bilanciu a v prípade nerovnováhy spotreby a výroby zasiahnu (viď obrázok) pomocou tzv. podporných služieb (PpS). Tie zjednodušene fungujú na princípe rýchlej dodávky alebo odberu elektrickej energie. Napríklad pri nedostatku elektriny z dôvodu krátkodobého (cca 60 minút) výpadku elektrárenského bloku dispečer aktivuje jednu z podporných služieb (kladnú minútovú zálohu), ktorá výpadok nahradí. Naopak keď nejaký subjekt neodoberie energiu, tak dispečer opäť aktivuje podpornú službu (zápornú minútovú zálohu) a prebytočnú energiu odoberie zo siete. Na rýchle zmeny reaguje primárna a sekundárna regulácia automaticky v priebehu niekoľkých sekúnd. Na pomalé zmeny potom terciálna regulácia. Existuje celý rad druhov podporných služieb. Nie je však predmetom tejto štúdie ich výpočet ani podrobný opis.

Legislatívne prostredie

Spoločnosť SEPS, a. s., podľa energetického zákona musí zaistiť kvalitu a spoľahlivosť dodávky elektrickej energie v prenosovej sústave (PS). Schéma prenosovej sústavy je na obrázku⁸³. Je teda povinná udržiavať frekvenciu a napätie v PS na hodnotách definovaných zákonnými normami a garantovať nepretržitosť dodávky v odberných miestach.

83 Prevzaté z [sepsas.sk](https://www.sepsas.sk/) [online]: [cit. 1.11.2020]. Dostupné na <https://www.sepsas.sk/>



Obrázok 52 Prenosová sústava SR




SEPS teda musí mať k dispozícii určitý pohotovostný regulačný výkon a zároveň zo zákona nesmie vlastniť žiadne zdroje elektrickej energie. Je nútená si regulačný výkon na elektrárenských blokoch rezervovať na základe zmlúv s jednotlivými poskytovateľmi, t. j. výrobcami elektrickej energie. Takto rezervované služby sa nazývajú podporné služby (PpS). Výrobcovia poskytujúci PpS sa zaväzujú udržať zazmluvnený výkon, ktorý spĺňa kvalitatívne požiadavky dané PpS, pohotovostne ich poskytnúť v prípade potreby.

Lokálne povinnosti národných prepravcov elektriny sa však menia – technologicky aj legislatívne.

Európske konsolidačné projekty

Už niekoľko rokov prebiehajú celoeurópske projekty konsolidácie poskytovania podporných služieb.

Ich princípy definuje štandardnými legislatívnymi postupmi Európska komisia. Konkrétne ide o Nariadenie komisie 2017/2195 zo dňa 23. novembra 2017, ktorým sa stanovuje rámcový pokyn pre obchodné zaistenie výkonnej rovnováhy v elektroenergetike (EUR-Lex - 32017R2195 - EN - EUR-Lex (europa.eu)). V ich rámci boli definované tri projekty: MARI, TERRE a PICASSO.

Projekt MARI⁸⁴ Manually Activated Reserves Initiative	Projekt TERRE⁸⁵ Trans European Replacement Reserves Exchange	Projekt PICASSO⁸⁶ The Platform for the International Coordination of Automated Frequency Restoration and Stable System Operation
		

Obrázok 53 Európske projekty Mari, Terre a Picasso.

Detaily sú k dispozícii na stránkach ENTSO – asociácia európskych prevádzkovateľov distribučných sústav. Electricity Balancing (entsoe.eu)

Všetky tieto projekty majú jediný cieľ. Zaisťiť stabilitu riadenia sústavy a elimináciu prípadných globálnych výpadkov a zároveň v celej Európe využívať flexibilné dostupné zdroje, bez ohľadu na to, v akej krajine sa nachádzajú. Tým by malo dôjsť aj k zníženiu celkových nákladov na zaistenie výkonnej rovnováhy.

Princípy poskytovania flexibility

Podporné služby sú činnosti prevádzkovateľov energetických zariadení pripojených k elektrizačnej sústave a prevádzkovateľov prenosovej sústavy za účelom zaistenia spoľahlivého prevádzkovania elektrizačnej sústavy v celej Európe.

Až do súčasnej doby boli podporné služby zaistované veľkými výrobnými blokmi elektrární.

Aktuálna situácia na Slovensku

Súčasný zdroje

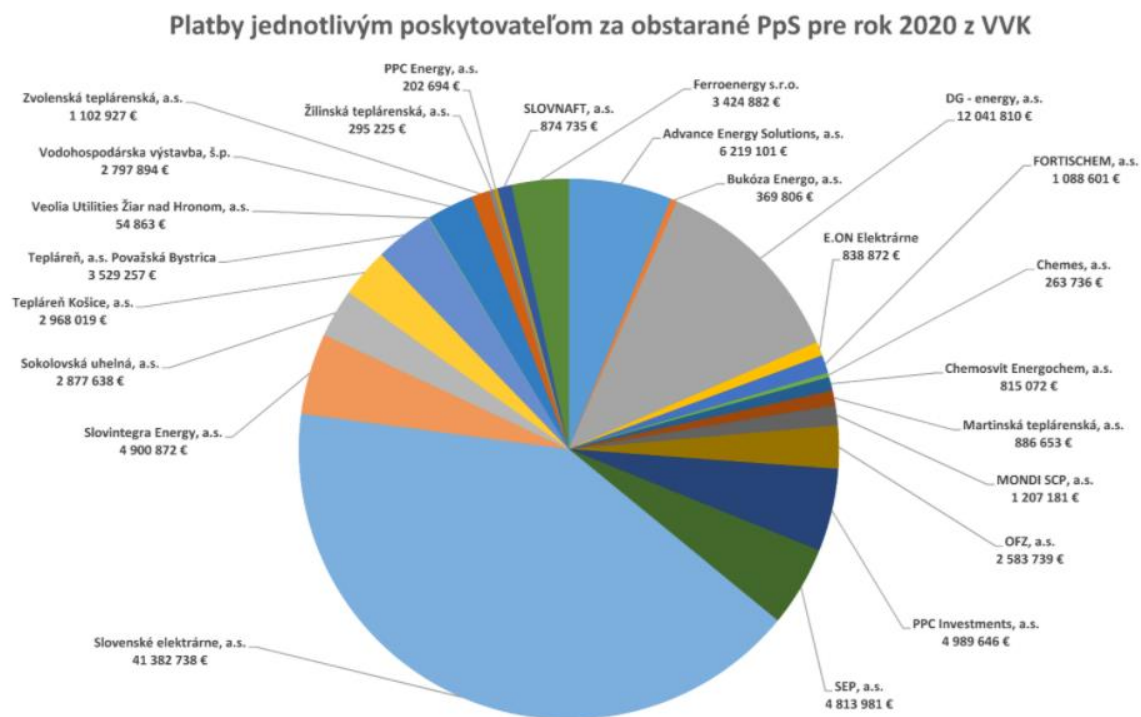
Podporné služby boli dlhé roky poskytované výhradne elektrárňami. Tie aj naďalej zostávajú hlavnými príjemcami financií. Hlavným poskytovateľom podporných služieb je stále spoločnosť Slovenská Elektrárne. Jej podiel je cca 40 %. Ďalšími poskytovateľmi sú: Veolia a teplárne. Na tomto trhu už ale

⁸⁴ Prevzaté z entsoe.eu [online]: [cit. 05.11.2020]. Dostupné z https://www.entsoe.eu/network_codes/eb/mari/

⁸⁵ Prevzaté z entsoe.eu [online]: [cit. 05.11.2020]. Dostupné z https://www.entsoe.eu/network_codes/eb/terre/

⁸⁶ Prevzaté z entsoe.eu [online]: [cit. 05.11.2020]. Dostupné z https://www.entsoe.eu/network_codes/eb/picasso/

pôsobia aj spotrebiteľia (MONDI, Bukoza Energo) ale tiež napr. virtuálny blok spoločnosti Advance Energy Solutions. Podiel jednotlivých poskytovateľov je uvedený v nasledujúcom grafe.⁸⁷

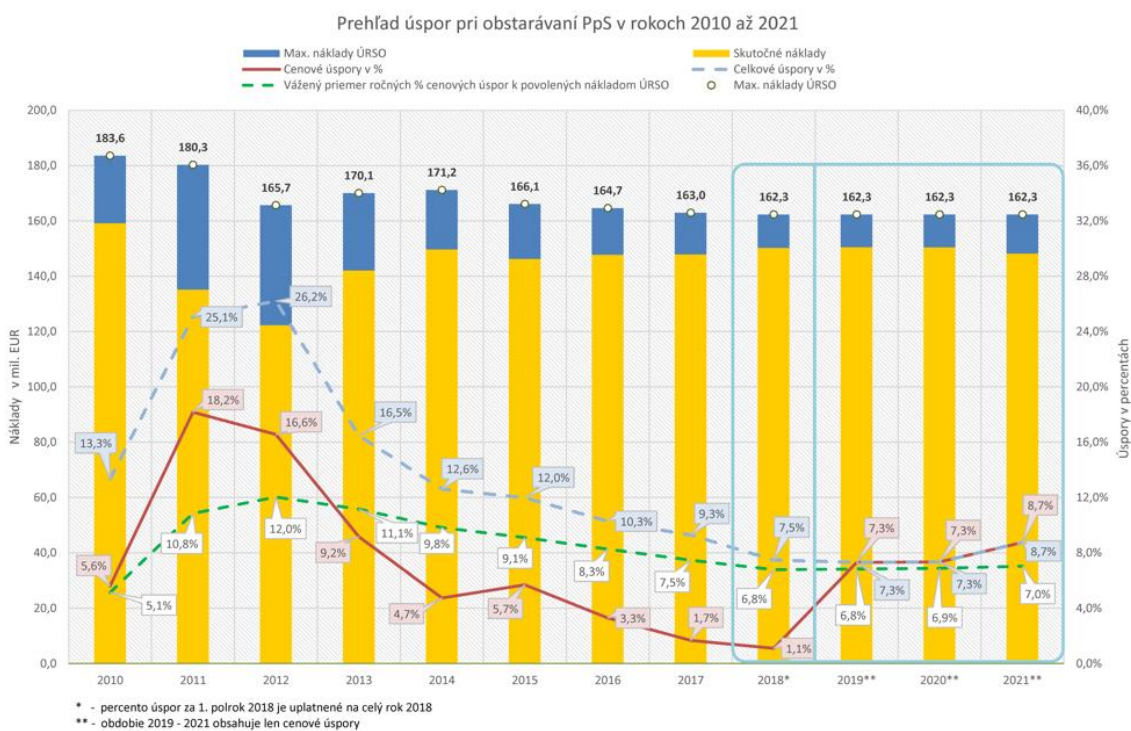


Obrázok 54 Platby za podporné služby SEPS v roku 2020.

Náklady na zaistenie podporných služieb.

Rovnako zaujímavé ako sú štrukturálne zmeny v poskytovaní podporných služieb sú aj ich ceny. Sú pravidelne zverejňované na internetových stránkach SEPS (https://www.sepsas.sk/VyhodnoteniaVVK_2020.asp?kod=650).

⁸⁷ Prevzaté z [sepsas.sk](https://www.sepsas.sk) [online]: [cit. 11.11.2020]. Dostupné z: https://www.sepsas.sk/VyhodnoteniaVVK_2020.asp?kod=650



Obrázok 55 Ročné náklady na podporné služby platené SEPS.

Náklady na nákup podporných služieb sú obrovské. Hoci sa spoločnosti SEPS darí dosahovať nižšie náklady ako sú povolené, činí ich výška 160 - 180 mil. eur za rok a sú pomerne stabilné. Tieto náklady hradia všetci zákazníci vo svojich nákladoch na elektrinu.

Súčasná situácia sa ale bude meniť. Existujú dva protichodné trendy:

- 1) Nárast potreby disponibilného výkonu súvisiaceho s postupným odstavovaním klasických elektrární, najmä uhoľných (ale aj jadrových), a zároveň vysoký nárast nestabilných výrobní (solárnych a veterných elektrární), a to po celej Európe. Okrem toho ďalším významným prvkom volatility bude aj rastúci podiel elektroáut a časovo nepredikovateľných nabíjaní.
- 2) Nárast počtu poskytovateľov podporných služieb vďaka agregácii malých zdrojov flexibility tak, ako bude napísané ďalej.

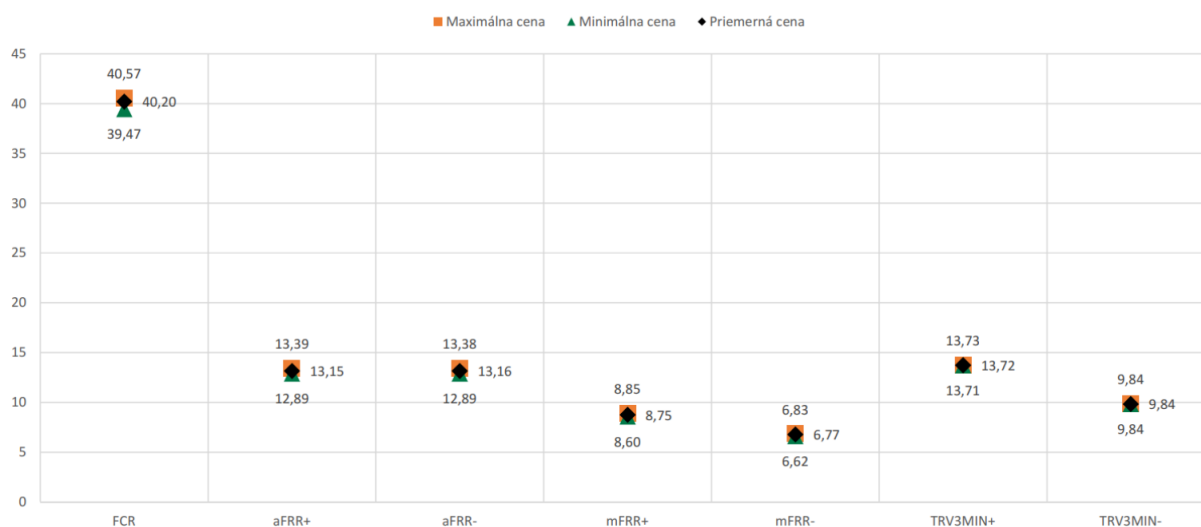
Z týchto dát je zjavné, že sa celkový objem financií v tomto horizonte nebude príliš meniť a existuje tak veľký priestor pre monetizáciu poskytovania vlastnej flexibility.

Jednotkové ceny jednotlivých služieb.

Pre odhad prípadných výnosov je nutné sa pozrieť na jednotkové ceny.

Nasledujúci graf znázorňuje ceny na rok 2022.

Rozptyl cien akceptovaných ponúk z viacročného výberového konania podľa jednotlivých typov PpS pre rok 2022 (€/MW/h)



Obrázok 56 Ceny jednotlivých kategórií podporných služieb.

Interpretácia cien.

Vyššie uvedený graf je nutné posudzovať odlišne tak, že pokiaľ by sa podarilo v rámci mesta nájsť flexibilný zdroj, ktorý bude schopný poskytovať 1 MW flexibilného výkonu po celý rok v kategórii TRV3MIN+ (predposledný stĺpec), mohli by tržby za túto službu dosiahnuť 121-tis. eur podľa vzorca.

$$\text{Tržby} = 1 \text{ MW} * 8760 \frac{\text{hodin}}{\text{rok}} * 13,71 \frac{\text{EUR}}{\text{MW}}$$

Tieto tržby sú fixné bez ohľadu na to, či boli skutočne SEPS využité – ide o rezerváciu kapacity. Ďalšie tržby by patrili poskytovateľovi v prípade, že ich bude SEPS potrebovať.

Agregácia flexibility a virtuálna elektrárň.

Ako už bolo uvedené, poskytovanie podporných služieb jedným fyzickým zdrojom v blízkej budúcnosti nebude stačiť. Preto EÚ vytvára priestor pre ich agregáciu. Agregátor flexibility je účastník trhu, ktorý agreguje flexibilitu jednotlivých poskytovateľov flexibility za účelom predaja štandardných produktov na trhoch s elektrinou aj/alebo trh s podpornými službami a prípadne ostatnými službami.

Agregácia na strane výroby

Každý výrobný zdroj je zo svojej podstaty regulovateľný. Výrobu elektriny je možné úplne zastaviť alebo čiastočne obmedziť. Rastúci počet menších zdrojov vyžaduje pre zaistenie prevádzkovateľnosti sietí ich riadenie. To upravuje NARIADENIE KOMISIE (EÚ) 2016/631 a týka sa aj solárnych a veterných elektrární, ktoré je možné do systému flexibility zapojiť. Schopnosť flexibility sa významne zvyšuje doplnením systému o batériové úložisko, ako je napísané v tomto dokumente.

Výborným zdrojom flexibility sú zo svojej podstaty kogeneračné a mikrokogeneračné jednotky doplnené o akumulačné nádrže na teplú vodu. Vhodná technologická kombinácia jednotlivých zariadení umožní flexibilitu výroby elektriny až 4 000 hodín za rok.

Nižšie predkladáme opis situácie a očakávané zmeny v ČR⁸⁸, pričom situácia na Slovensku je porovnateľná.

Kladná flexibilita (schopnosť zvýšiť dodávaný výkon).

V súvislosti s odstavovaním výkonu klasických zdrojov možno predpokladať pokles dostupnej kladnej flexibility v distribučnej sústave. Rast možnosti poskytovať kladnú flexibilitu možno predpokladať iba v kogeneračných jednotkách s piestovými motorgenerátormi, u ktorých možnosť poskytovania kladnej flexibility prevláda v prechodnom aj letnom období. V podporovaných zdrojoch nemožno predpokladať záujem o poskytovanie zápornej flexibility v dôsledku ekonomickej neefektivity (súčasný model podpory je odvodzovaný od veľkosti dodávky). Záujem o poskytovanie zápornej flexibility sa dá očakávať iba v prípade, pokiaľ by cena flexibility bola vyššia než výška podpory. Podporované zdroje väčšinou pracujú v maximálnom využití, preto v otázke poskytovania kladnej flexibility nepredpokladáme ich uplatnenie.

	2018	2020	2030	2040
Zdroje v sieti VVN >10MW vyjma FVE a VTE	890	850	770	690
Zdroje v sieti VN >10MW vyjma FVE a VTE	160	155	140	130
Kogenerační jednotky	50	60	110	170
Malé vodní elektrárny	5	5	10	20
Bioplynové stanice	---	---	---	---
Biomassové zdroje	---	---	---	---
VTE	---	---	---	---
FVE na úrovni VN	---	---	---	---
FVE na úrovni NN	---	---	---	---
Mikrokogenerace	---	---	10	20
<i>Souhrn</i>	<i>1 105</i>	<i>1 070</i>	<i>1 040</i>	<i>1 030</i>

Tabuľka 13 Zdroje kladnej flexibility a ich disponibilita.

Záporná flexibilita (schopnosť znížiť dodávaný výkon).

Pri ponuke zápornej flexibility je možné predpokladať rozvoj potenciálu. Pri klasických zdrojoch je možné pozorovať pokles potenciálu, pri ostatných decentralizovaných zdrojoch nárast. Z hľadiska sezónnosti je v klasických zdrojoch situácia relatívne vyrovnaná. Čiastočne ide o kondenzačné zdroje, v teplárnach je záporná flexibilita v zimnom období ovplyvnená potrebou dodávky tepla, v letnom období minimálnym výkonom kotolne. U kogeneračných jednotiek môžeme predpokladať dostupnosť zápornej flexibility najmä v zimnom období. Bioplynové a biomassové zdroje majú vyrovnaný prevádzkový režim v priebehu celého roka. Potenciál pre využitie zápornej flexibility FVE je využiteľný v letnom období, naopak flexibilita VTE skôr v zimnom období.

88 Prevzaté z Model zapojení DECE, akumulace a spotřeby včetně elektromobility do procesu řízení ES ČR - průběžná zpráva za rok 2018, NAP SG – Opatření A12 „Využití DECE, spotřeby včetně elektromobility pro řízení ES ČR v prostředí SG [online]: [cit. 25.11.2020] Dostupné z <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2020/2/Flexibilita.pdf>

	2018	2020	2030	2040
Zdroje v síti VVN >10MW vyjma FVE a VTE	520	500	490	450
Zdroje v síti VN >10MW vyjma FVE a VTE	70	55	40	35
Kogenerační jednotky	25	30	60	80
Malé vodní elektrárny	35	35	70	100
Bioplynové stanice	---	---	190	200
Biomasové zdroje	---	---	50	70
VTE	---	---	40	60
FVE na úrovni VN	---	---	75	110
FVE na úrovni NN	---	---	30	70
Mikrokogenerace	---	---	5	10
<i>Souhrn</i>	<i>650</i>	<i>620</i>	<i>1 050</i>	<i>1 185</i>

Tabuľka 14 Zdroje zápornej flexibility.

Z týchto výsledkov vyplýva, že potenciál náhrady veľkých zdrojov existuje, problematický ale bude v kladnej regulácii. Čo dáva možnosť pre využitie plynových elektrární.

Agregácia na strane spotreby

Všeobecný popis

Potenciál flexibility spotreby je závislý na veľkosti zaťaženia spotrebných zariadení a vykazuje rovnakú premenlivosť ako spotreba tohto zaťaženia v reálnom čase, t. j. obsahuje trendovú, sezónnu (štvrtročnú – mesačnú – týždennú – dennú) a náhodnú zložku.

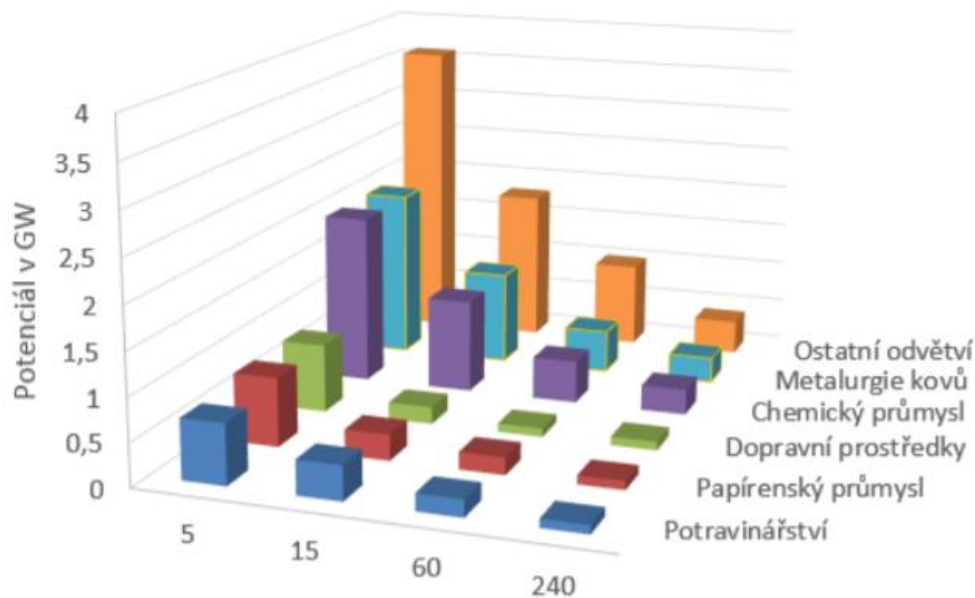
Je možné ju rozdeliť na dve základné zložky – minútovú a hodinovú flexibilitu.

Označení flexibility	FM+ (minútová kladná flexibilita)
Jednotka potenciálu	MW
Předstih aktivace	Maximální předstih celkové doby aktivace do plného náběhu nepřesahující 15 minut
Doba trvání	Maximální doba trvání nepřesahující 15 minut
Hlavní účel	Reakční až krátkodobé vyrovnávání zatížení, PpS

Označení flexibility	FH+ (hodinová kladná flexibilita)
Jednotka potenciálu	MW
Předstih aktivace	1 den
Doba trvání	Maximální doba trvání 3-12 hodin
Hlavní účel	Krátkodobé vyrovnávání zatížení

Potenciál flexibility na strane spotreby všeobecne rýchle klesá s požadovanou dobou trvania poskytovania flexibility.

Nemecké štúdie ukazujú obrovskú schopnosť poskytovania flexibility, ale tiež sektorovú závislosť dĺžky poskytovania flexibility.



Obrázok 57 Trvanie zmein zaťaženi v minútach

Virtuálne elektrárne

Existuje celý rad virtuálnych elektrární využívajúcich flexibilitu na strane výroby i spotreby. Mnoho ich existuje v USA a Kanade. Nižšie sú uvedené príklady využívajúce európske technológie a lokalizované v Európe.

Medzi základné funkcie virtuálnej elektrárne patria analytické nástroje monitorujúce a predikujúce oblasti:

- Výroba elektrickej energie.
- Užívateľské návyky.
- Predpoveď počasia.
- Stav distribučnej siete.
- Spotreba elektrickej energie.
- Cena elektriny na trhu.
- Vyprodukovaná zelená energia.
- Kapacita a stav batérie.

Tieto virtuálne elektrárne umožňujú tiež zdieľanie elektriny založené napríklad na princípe:

Predstavte si, že Vaša FVE využíva solárny systém, je súčasťou virtuálneho mikrogridu a vy sami podporujete športový oddiel v Banskej Bystrici. Venujte vybranému športovisku energiu vyprodukovanú vašimi solárnymi panelmi a nespotrebovanú vo vašom objekte. Čím viac fanúšikov, tým zelenší štadión.

Príklady implementácií - Čína, ABB.

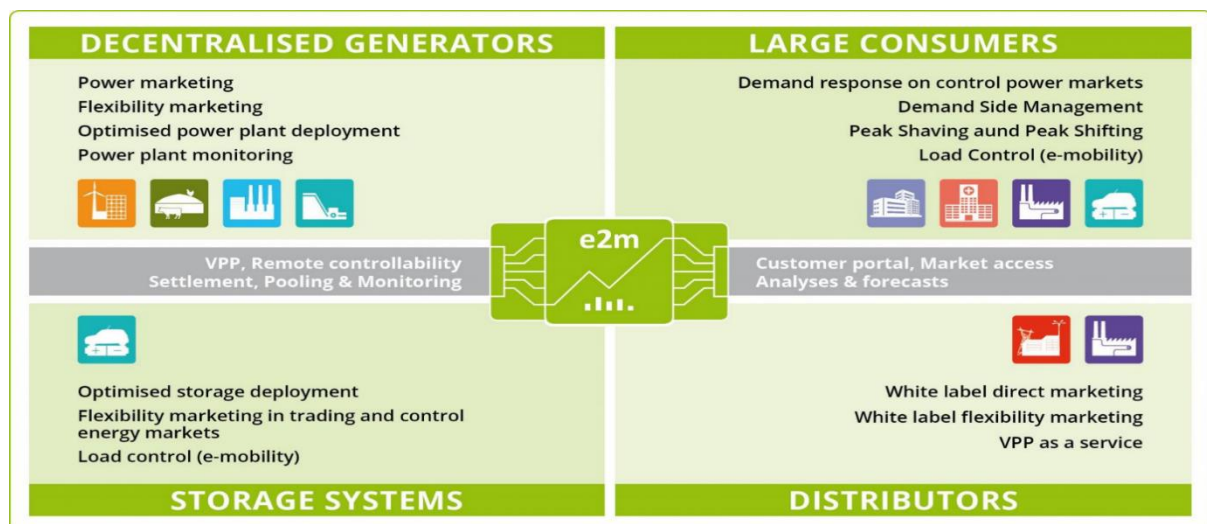
Jeden z najväčších európskych výrobcov technológií ABB vytvára pre čínsku energetickú spoločnosť virtuálnu elektráreň. Centrálny dispečing ovláda pomocou technológií IoT (Internet of Things) zariadenia tretích strán – zákazníkov aj výrobcov a zaisťuje predikcie spotreby a výroby, optimalizáciu

i riadenie všetkých jednotlivých súčastí virtuálnej elektrárne. V decembri 2019 bola ukončená prvá fáza projektu a do virtuálnej elektrárne s kapacitou 26,5 MW je zapojených 11 rôznych druhov technológií (solárne a veterné elektrárne, tepelné čerpadlá, systémy ventilácie a klimatizácie a ďalšie). Cieľová kapacita bude 265 MW a bude dodávať elektrinu v troch mestách. Details ⁸⁹.

Príklady implementácií - Nemecko, e2m (energy2 market) súčasť skupiny EFDF.

Spoločnosť e2m je nemecká spoločnosť, ktorá už od roku 2009 pôsobí v oblasti využívania flexibility a od roku 2012 prevádzkuje virtuálnu elektráreň. Poskytuje flexibilitu kontrahovaných zdrojov pre krátkodobé obchodovanie aj trh podporných služieb. Pôsobí v Nemecku, Rakúsku, Poľsku, Fínsku, Taliansku a UK.

Do svojej virtuálnej elektrárne má pripojených viac než 4 500 zdrojov s celkovou inštalovanou kapacitou 3 700 MW. Má vlastný IT systém a dispečing 7x24 hodín. Princíp je znázornený na ich schéme:



Príklad využitia VPP e2M: 14.4.2020 sa klimatické podmienky (slnko a vietor) na výrobu elektriny výrazne zhoršili a v priebehu jednej hodiny sa zmenili o viac než 5 000 MW (zodpovedá to spotrebe celej Slovenskej republiky). Operátori nemeckých sietí potrebovali okamžitú dodávku regulačnej energie na elimináciu kolapsu siete. Virtuálna elektráreň e2m s celkom 5 000 pripojenými výrobnými a spotrebnými zdrojmi elektriny využila flexibilitu viac než 1 200 z týchto zdrojov.

Spoločnosť e2m sa stala v roku 2019 súčasťou francúzskej skupiny EDF, jedného z najväčších európskych energetických hráčov a prevádzkovateľa najväčšieho počtu jadrových elektrární v Európe. Z toho je zrejmé, že aj najväčší klasickí výrobcovia vnímajú meniaci sa svet a chcú byť naňho čo najlepšie pripravení.

Súčasťou skupiny EDF sú aj ďalšie spoločnosti (details ⁹⁰):

- Agregio vo Francúzsku prevádzkuje virtuálnu elektráreň s kapacitou 1,500 MW.

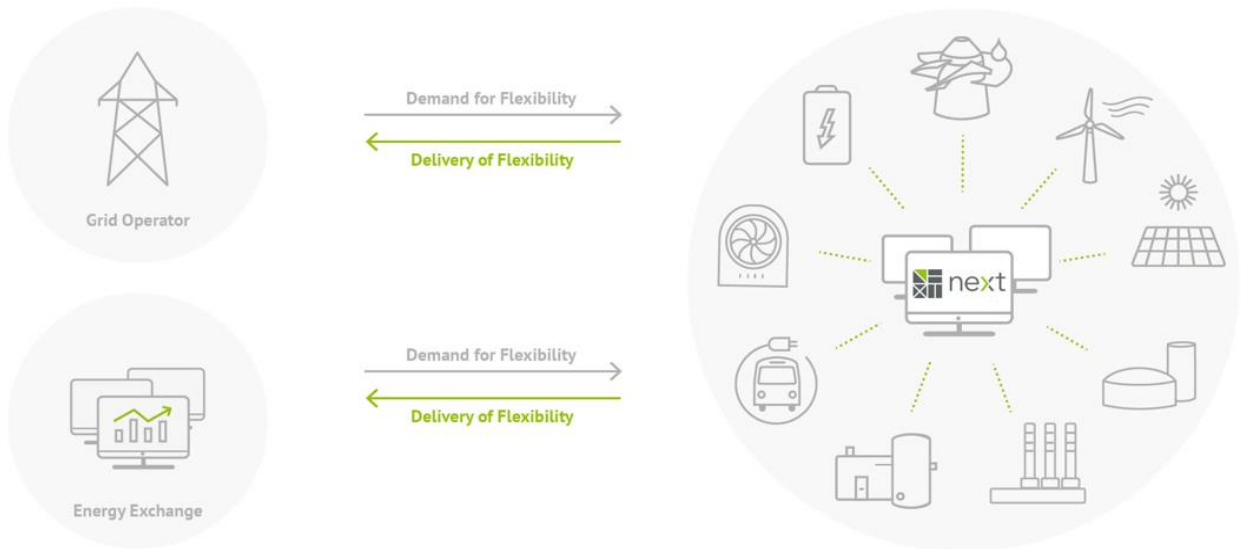
⁸⁹ Detaily: <https://new.abb.com/news/detail/66079/abb-technology-for-virtual-power-plant-in-china>, 25.11.2020

⁹⁰ <https://www.e2m.energy/en/>, 25.11.2020

- PowerShift v UK prevádzkuje virtuálnu elektrárň s kapacitou 100 MW.

Príklady implementácií - Nemecko, NEXT.⁹¹

Spoločnosť NEXT Kraftwerke je nemecká spoločnosť založená v roku 2009. Patrí medzi najväčšie agregátory flexibility. Má pripojených cca 10 000 zdrojov s inštalovanou kapacitou 8 533 MW. Agreguje ako veľké solárne parky, veternú elektrárň, tak i drobné spotrebné inštalácie.



Obrázok 58 Virtuálna elektrárň "NEXT"

Operuje v 9 európskych krajinách a ponúka ich vlastnú virtuálnu elektrárň formou služby „Software As a Service“ – zákazník teda nemusí vyvíjať vlastný systém, ale môže si ho prenajať a prevádzkovať s vlastnými flexibilnými zdrojmi.

Príklady implementácií - Rakúsko – cyberGRID.⁹²

Spoločnosť cyberGRID je rakúska spoločnosť z Viedne založená v roku 2010. Spolupracuje s celým radom energetických spoločností, ktorými sú napr. rakúska APG a Verbund, francúzska EDF, španielska Endesa, taliansky ENEL, nórsky Vattenfall, ale aj software house SAP. Ponúka IT-platformu pre decentralizované distribučné siete s batériovými systémami a veľkým počtom nestabilných obnoviteľných zdrojov. Tento IT systém rovnako zvyšuje využitie výrobných zdrojov, akumulátorov a obnoviteľných zdrojov. CyberGRID Software spája dve tisícky flexibilných zdrojov v Pan-Európskom priestore a poskytuje podporné služby v Slovinsku a Rakúsku.

⁹¹ <https://www.e2m.energy/en/>, 25.11.2020

⁹² <https://www.cyber-grid.com/>, 25.11.2020

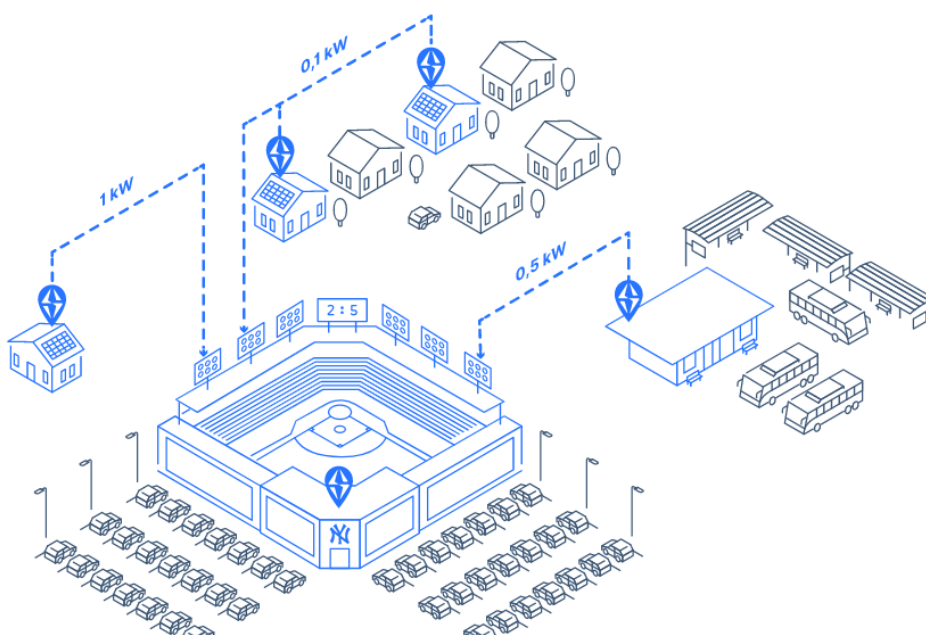


Obrázok 59 Príklad implementácií - Rakúsko – cyberGRID

Príklady implementácií - Slovensko – FUERGY.

Spoločnosť FUERGY je zameraná na prepájanie sveta energetiky a sveta IT. Podporuje ako vytváranie fyzických, tak aj virtuálnych sietí. Vyvinula hardvér poháňaný inteligentným softvérom nazvaným brAln. Toto riešenie využívajúce umelú inteligenciu pomáha užívateľom optimalizovať spotrebu energie a plne využívať potenciál obnoviteľných zdrojov. Má rovnako automatický energetický manažment a deklaruje, že dokáže výrazne znížiť náklady na elektrinu a skrátiť tak dobu návratnosti investície do vlastného OZE až na 3 roky. Vždy ale závisí na lokálnych podmienkach.

Podoba virtuálnej siete je znázornená na nasledujúcom obrázku:

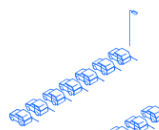
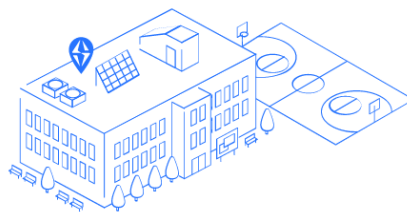


Obrázok 60 Podoba virtuálnej siete FUERGY

A konkrétny príklad pre verejné budovy:

Veřejná budova

- Propojení budov prostřednictvím virtuálního microgridu
- Sdílení energie s místními prosumery
- Funkce záložního zdroje energie v případě výpadků elektřiny
- Možnost využívání výhradně zelené energie
- Poskytování energie dalším objektům i mimo provozní hodiny



Obrázok 61 príklad pre verejné budovy

Zdroje flexibility pre mesto Banská Bystrica.

Ako zdroje flexibility je možné využiť celý rad spotrebičov.

V tabuľke nižšie uvádzame všetky zdroje aj špecifikácie, či ide o zdroj, ktorý je k dispozícii v mestských častiach. Dôvodom, prečo uvádzame všetky možné zdroje, je možné zapojenie aj ďalších spoločností pôsobiacich v regióne Banská Bystrica: je nanajvýš vhodné do poskytovania flexibility zapojiť nielen samotné mestské časti, ale tiež spoločnosti, ktoré vytvárajú spoločný priestor a komunitu.

Možné zdroje flexibility:

Typ prevádzky	Technológie	Relevantné pre mesto
Administratívne budovy	vykurovanie, ventilácia, klimatizácia	Áno
Školské zariadenia, univerzity	vykurovanie, ventilácia, klimatizácia, záložné zdroje	Áno
Informačné technológie a telekomunikačné dátové centrá	ventilátory, chladenie, záložné zdroje, batérie	Áno
Batériové úložisko	batérie	Áno
Spracovanie kovov	elektrické indukčné pece	Nie
Mraziarne	ventilátory, chladenie, záložné zdroje	Nie
Chladiarne	ventilátory, chladenie, záložné zdroje	Nie
Zimné štadióny	chladenie, záložné zdroje	Áno
Letiská	zdroje energie, záložné zdroje	Nie
Nemocnice	zdroje energie, záložné zdroje	Áno
Vodovody a kanalizácia	čerpadlá	Áno
ČOV	zmiešavače, prevzdušňovače, dúchadla,	Áno
Teplárne	kogeneračné jednotky	Nie
Ťažba, lomy	drtiče, mlyny, dopravné pásy	Nie
Cementárne	pohony, chladiče	Nie

Tabuľka 15 Možné zdroje flexibility

V rámci štúdie sme nedostali dáta, podľa ktorých by bolo možné posúdiť a kvantifikovať potenciál. Je nutné mať k dispozícii technické dáta v nasledujúcej štruktúre:

Číslo	Spoločnosť	Spotrebič / výroba	Popis	Max. výkon	% max. zmeny výkonu	Rychlosť zmeny výkonu	Trvanie zmeny výkonu	Stávajúci SW (řízení)	Omezujúce podmienky (technologická omezení)	Dodávateľ elektriny
	Příklad Zimní stadion	Kompresor	Chlazení	500 kW	20% - 50%	20 minut	V desítkách minut, možná opakovatelnost	Automatická regulace dle venkovní teploty	Od května do září, výkon lze řízeně zvyšovat i snižovat. Změna výkonu chlazení se následně projeví v potřebě v dalším období	2020: XXX 2021: XXX
	Příklad Kogenerační jednotka	KGJ	Výroba elektriny	220 kW	0 - 100%	10 minut	Několik hodin - dle potřeby tepla	Automatická regulace dle teploty v akumuláční nádrži a venkovní teploty	Jen v období leden - dubna & září - prosinec	2020: XXX 2021: XXX
	Příklad čerpadlo	Čerpadlo	Doprava vody	80 kW	1 - 100%	1 minuta	90 minut	Automatická regulace dle výšky vody v zásobníku	Při hladině vody v zásobníku nižší než 2 m nelze regulovat	2020: XXX 2021: XXX

Oblasť flexibility je a bude významnou možnosťou prepojenia mesta s jeho obyvateľmi prostredníctvom komunity zahŕňajúcej typických vlastníkov solárnych elektrární, mikrokogeneračných jednotiek, majiteľov nabíjajúcich staníc a elektroáut.

Ide o jednu z najdôležitejších súčastí modernej decentralizovanej energetiky a dokáže priniesť aj pozitívne finančné efekty. **Aktívna práca s flexibilitou však predstavuje znalostne náročnú oblasť a mesto Banská Bystrica musí rozhodnúť, či bude aktívnym poskytovateľom flexibility (agregátorom) alebo iba tým, kto ponúka flexibilitu na strane výroby a spotreby elektriny.** S ohľadom na veľkosť spotreby 5 GWh/rok je potenciál poskytovania flexibility s vlastným menom obmedzený. Po zapojení ďalších firiem a občanov však táto schopnosť vzrastie. Flexibilitu sa odporúčame venovať až v poslednom kroku po úspešnej implementácii predošlých krokov stratégie elektroenergetiky.

Následný odporúčaný postup:

- Identifikovať potenciál flexibility.
- Na základe overenia možností inštalácií solárnych elektrární na jednotlivých budovách mesta overiť výkonovú bilanciu možností pokrytia spotreby elektrinou vyrobenou v solárnych elektrárňach.
- Vytvoriť marketingovú štúdiu o zapojení firiem v meste a občanov do výstavby FVE.
- Vhodné doplniť do stratégie e-mobility alebo iného koncepčného dokumentu.
- Po rozhodnutí o prevádzkovaní nabíjajúcich staníc doplniť do štúdie uskutočniteľnosti batériové riešenia a tieto komplexné technologické riešenia spracovať ako ďalší zdroj flexibility.
- Identifikovať možných partnerov pre agregáciu flexibility a začať s nimi jednanie o spolupráci.

Po cca 12-mesačnej prípravnej fáze je možné ponúknuť občanom mesta zaujímavú a modernú alternatívu k súčasnému spôsobu využívania elektriny.

Analýza a identifikácia benefitov pre občana

Spôsoby zapojenia sa občanov a spoločností do koncepcie elektroenergetiky mesta môžu byť rôzne, rovnako ako benefity z toho vyplývajúce. V prvej rade je potrebné nastaviť efektívnu komunikáciu smerom z úradu k občanom a spoločnostiam žijúcim a pôsobiacim na území mesta. Najdôležitejšia a najťažšia úloha je práve v komunikácii. Zčať navrhujeme zo strany mesta smerom ku spriazneným spoločnostiam a dovnútra úradu. Až potom by mala nasledovať komunikácia s občanmi a ostatnými spoločnosťami. Nie je lepšia vec, ako ísť osobne príkladom. Pred začatím komunikácie smerom k občanom je vhodná analýza komunikačných stratégií v medzinárodnom prostredí. Mestá sa radi delia o svoje skúsenosti a výstavba komunikačnej stratégie na tému udržateľnosti patrí medzi tie náročnejšie.

Aby stratégia elektroenergetiky mohla fungovať navrhovaným spôsobom, bude musieť existovať i monetárny benefit pre motiváciu občana. Buď by malo ísť o nižšiu cenu energie získanej lokálnou výrobou, alebo o odmenu, ktorú je možné monetarizovať.

Na základe aktuálne realizovaných projektov je zrejmé, že podstatným faktorom je i zaistenie eliminácie bariér na trhu a jednoduchosť. Tu je výzvou práve nastavenie platformy s distribučnou spoločnosťou a schválenie novej podoby energetického zákona.

Spôsoby zapojenia sa občanov/spoločností

Občania sa do koncepcie elektroenergetiky môžu zapojiť viacerými spôsobmi. Skúsme si niektoré z nich vymenovať:

- Fotovoltaická elektrárň – výstavba na vlastnom objekte
 - spotreba elektriny v tom istom mieste,
 - prenos elektrickej energie do najbližšieho uzla (miesta spotreby mesta – napr. trafostanica dopravného podniku).
- Fotovoltaická elektrárň - prenájom technológie – umiestnenie na vlastnom objekte bez nutnosti investície.
- Virtuálna elektrárň – tvorba OZE v jednom podniku s občanmi so zapojením do virtuálnej elektrárne
 - poskytovanie zelenej energie spoluobčanom,
 - poskytovanie flexibility.
- Umožnenie výstavby dobíjacej infraštruktúry (mesta) pre e-mobilitu na vlastnom pozemku
 - dobíjanie vlastného elektromobilu/elektrobicykla,
 - umožnenie dobíjania cudzím subjektom,
 - umožnenie parkovania.
- Umožnenie umiestnenia mestského zdroja pre výrobu/uchovanie elektriny, prípadne tepla
- Napojenie spotreby decentralizovaného zdroja elektriny/tepla do svojho objektu
- Nákup elektrického automobilu a jeho zdieľanie
- Nákup elektrického bicykla a zníženie spotreby automobilu
- Zapojenie sa do osvetly spoluobčanov.

Identifikácia benefitov

Zapojenie sa subjektov do stratégie v oblasti elektroenergetiky mesta by malo byť motivačné. Len touto cestou mesto dokáže vyzvať občanov a organizácie k spolupráci.

Kryptomeny a digitálne tokeny ponúkajú zaujímavú formu motivácie pre občana. Dokážu speňažiť aktíva a môžu byť tým pádom použité ako odmena na stimuláciu účasti „prosumerov“ na trhu s elektrickou energiou. Napríklad nadbytočnú energiu by bolo možné tokenizovať a potom vymeniť buď za fiatovú menu, alebo za kryptomeny. Medzi príklady kryptomien a tokenov na trhu s energiou patria SolarCoin, EverGreenCoin, EcoCoin, EECoin, NRGcoin atď.⁹³ Kryptomeny a tokeny sa dajú navyše použiť aj ako nástroje na udeľovanie odmien za opatrenia na zvýšenie energetickej účinnosti a zníženie emisie skleníkových plynov. Napríklad Energi Mine využíva inteligentné zmluvy na odmeňovanie spotrebiteľov tokenmi za úspešné zníženie ich spotreby energie.⁹⁴

Digitálne tokeny sú vhodným prostriedkom pre získavanie benefitov nielen preto, že dokážu ponúknuť monetarizovateľnú odmenu, ale i preto, že oni priamo umožňujú ľuďom a zariadeniam výmenu údajov a služieb. Zaujímavým digitálnym tokenom je i token od organizácie IOTA. IOTA vytvárala svoj token tak, aby neexistovali žiadne uzamknuté tokeny, žiadni korporátni investori pri vzniku tokenu a aby žiadne tokeny neboli udelené kreátorom tokenu.⁹⁵

Nemonetárnym súbežným benefitom môže byť implementácia cirkadiánneho osvetlenia. V rámci budovaného úsporného osvetlenia úradov, škôl a škôlok, alebo najmä v hospicoch a v nemocniciach možno toto osvetlenie riešiť tak, že sa bude prispôsobovať cirkadiánnemu rytmu človeka. Toto osvetlenie postavené na LED technológii meniace behom dňa teplotu vyžarovaného svetla je samozrejme oproti existujúcemu osvetleniu úsporné v spotrebe elektrickej energie a aj na údržbe. Také osvetlenie, aj keď bude investične drahšie než klasické LED osvetlenie, bude prínosné v tom, že sa budú jeho užívatelia lepšie cítiť, prinesie im vyššiu mieru koncentrácie a produktivitu, prípadne so sebou prináša efektívnejšiu regeneráciu človeka.

Monetárnym benefitom môže byť samostatný uhol pohľadu na občana zapojeného do stratégie elektroenergetiky z pohľadu daní a poplatkov. Tento pohľad doporučujeme použiť na rozbeh, propagáciu stratégie, pretože z dlhodobého hľadiska je záujem, aby väčšina, ak nie všetci obyvatelia mesta, boli zapojení do tejto stratégie. V mnohých mestách už je bežné, že mesto odpúšťa parkovacie poplatky plne elektrickým, či plug- in hybridným automobily.

Mesto môže tiež pre vyššiu podporu e-mobility podporiť svojich obyvateľov či spoločnosti príspevkom na vybudovanie dobíjacej infraštruktúry. V rámci developerských projektov môže mesto vyžadovať umiestenie dobíjacej infraštruktúry a pri jej neumiestnení ich sankcionovať.

V rámci stratégie elektroenergetiky v meste Banská Bystrica jednoznačne doporučujeme zavedenie digitálneho tokenu ako monetárneho benefitu pre „prosumerov“ a občanov zapojených do stratégie elektroenergetiky. Kľúčovým faktorom bude technologická platforma pre P2P technologického partnera mesta. Táto platforma bude ponúkať digitálny token a jeho implementácia prinesie občanom benefit, ktorý bude možné monetarizovať.

93 Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., McCallum, P., Peacock, A., 2019. Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renew. Sustainable Energy Rev.* 100, 143–174.

94 EnergiMine, 2017. *Decentralizing Global Energy Markets by Rewarding Energy Efficient Behavior Power to the People.* <http://www.cwp-ltd.com/wp-content/uploads/2012/03/Greenpeace-DE-paper.pdf>.

95 <https://www.iota.org/get-started/the-iota-token>, 02.03.2021

Rola technológií v transformácii sektora elektroenergetiky

V tejto kapitole sa zameriame na vysvetlenie, aké miesto zastávajú v elektroenergetike moderné technológie, pozrieme sa na rolu samosprávy v technologickej transformácii a v závere jasne poukážeme na možné uchopenie navrhovaných stratégií v oblasti decentralizovanej výroby elektrickej energie a v e-mobilite. Pre úvod do problematiky sa budeme držať jedného z posledných výskumov v tejto sfére.⁹⁶

Zvyšujúca sa zložitosť fyzických a informačných tokov v distribučnej sieti je výzvou pre transformáciu elektroenergetiky. Súvisí to s menším objemom zvýšeného počtu dodávok a prerušovanou distribúciou energie vyrobenej z obnoviteľných zdrojov, čo ovplyvňuje energetické siete a trhy. Technologické inovácie sú zásadným hnacím motorom pri tejto transformácii. Ako sme už uviedli v rámci tejto štúdie, týmito inováciami je i Smart Grid (SG), alebo inteligentná sieť. Integrácia informačných a komunikačných technológií (IKT) s energetickými sieťami čoraz viac uľahčuje efektívnosť systému a koordináciu zdrojov. Jedná sa hlavne o dozor nad obojsmerným tokom fyzických a finančných tokov v inteligentných sieťach. V SG sa vyvíjajú rôzne moderné systémy ako sú napríklad virtuálne elektrárne (VPP) a vehicle to grid (V2G). Keď si vezmeme iba zložitosť V2G, výzvu udržať stabilitu elektrickej siete, alebo výzvu dokázať riadiť peer-to-peer (P2P) transakcie, IKT naozaj zastáva kľúčovú rolu v tejto transformácii z pohľadu riadenia tokov.

V aktuálnom svete aj na liberalizovaných trhoch s energiou brzdia obchodovanie v malom rozsahu regulačné požiadavky a transakčné náklady, ktoré vyrovnávajú výhody. Ako uviedol Bheemiah: „Informačná revolúcia obracia priemyselnú revolúciu a mení štruktúru trhov v tomto procese.“ Štruktúra platieb a peňazí prechádza obrovskými zmenami, pričom v sociálnych sieťach pribúda bezhotovostných spoločností, transakcií typu (P2P) a mikroplatieb. V nadväznosti na tieto trendy centrálné banky rokujú o podpore digitálnych mien. Sú to aktuálne krajiny ako Švédsko, Nórsko, Brazília, Čína a Kanada. Trhy sa čoraz viac decentralizujú, v sektore energetiky spôsobuje rast množstva variabilných dát a nárast distribučných systémov neefektívnosť centralizovaných prístupov. Diskutuje sa o ďalšej generácii inteligentnej siete ako o „energetickom internete“, ktorý využíva konektivitu, dáta a cloud computing na spájanie rôznych energetických segmentov trhu a vytváranie komunikačných kanálov medzi nimi.

Blockchain

Technológia blockchain môže uľahčiť transparentné, nesprostredkované a distribuované platformy pre energetický internet. Má potenciál podporovať P2P mikrosiete so zákazníkmi a riešiť otázky konsenzu, flexibility a bezpečnosti v energetickom internete. Blockchain je v podstate distribuovaná účtovná kniha, prostredníctvom ktorej je možné uskutočňovať transakcie bez tretej strany na základe mechanizmov konsenzu a kryptografie. To môže znížiť transakčné náklady, uľahčiť dôveru a podporiť obchodovanie P2P na viacerých úrovniach. Transakčné náklady môžu byť založené na výpočte a môžu sa znížiť odstránením sprostredkujúcich finančných inštitúcií. Ako môže blockchain prispieť k energetickému sektoru, je otázkou, ktorú skúma niekoľko organizácií. Progres technológie blockchain môžeme rozdeliť do troch úrovní:

⁹⁶ A. Ahla,*, M. Yarimeb,e,f, M. Gotoa, Shauhrat S. Choprac, Nallapaneni Manoj. Kumarc, K. Tanaka d, D. Sagawa d *Exploring blockchain for the energy transition: Opportunities and challenges based on a case study in Japan, Renewable and Sustainable Energy Reviews 117 (2020)*

- 1) kryptomeny,
- 2) inteligentné zmluvy s obmedzeným počtom aplikácií,
- 3) decentralizované autonómne organizácie (DAO).

Dnes sa nachádzame vo fáze 2. Skúma sa tvorba inteligentných zmlúv, alebo systémov, ktoré „automaticky presúvajú digitálne aktíva podľa ľubovoľných vopred určených pravidiel“.⁹⁷ Konečná fáza zahŕňa DAO: „dlhodobý inteligentný kontrakt, ktorý obsahuje aktíva a zakóduje nariadenia celej organizácie“.⁹⁸ Podľa súčasnej rýchlosti vývoja blockchainu je možné, že finálna fáza nastane už pred rokom 2050. Blockchain môže podnecovať inovácie tým, že podporuje malých ekonomických aktérov, transformuje funkcie ekonomiky a celkovo prispieva k udržateľným spoločnostiam.

Jedným z príkladov implementácie blockchain je testovací projekt v japonskom meste Urawa Misono. Projekt zahŕňa desať spotrebiteľov, päť „prosumerov“ a jedno nákupné centrum. Všetci „prosumeri“ sú pripojení k sub-elektrickým vedeniam na obchodovanie P2P. Technická špecifikácia je uvedená v nasledujúcej grafike.

System details of case project (DGC: Digital grid controller; DGR: Digital grid router).

	10 Consumers	5 Prosumers	1 Mall
<i>Equipment</i>	DGC, smart meter	5 kW solar PV, 12 kWh Li-ion battery, 10 kW sub-grids, DGC, DGR, smart meter	60 kW solar PV, DGR, DGC, smart meter
	200 V AC distribution line (connects prosumers, consumers, mall), 350 V DC sub-power line (prosumers only), 6600 V HV embedded distribution line (connects prosumers/consumers/mall & main utility grid)		

Tabuľka 16 testovací projekt v japonskom meste Urawa Misono

DGR zaznamenáva informácie, ako sú napájacie zdroje a ceny, a umožňuje konverziu AC-DC-AC pre vzájomné prepojenie sietí. DGC komunikuje s inteligentným meračom a DGR a umiestňuje ponuky na nákup a predaj energie v sieti P2P založenej na blockchaine. Výsledky ponukového konania sa oznámia DGR, ktoré vykonáva energetické transakcie a následne zaznamenáva transakcie.

Príklad z Japonska poukazuje na výzvy identifikované v oblasti technologickej, sociálnej, environmentálnej a inštitucionálnej.

⁹⁷ Buterin V. *Ethereum White Paper - a next generation smart contract & decentralized application platform*. Ethereum.org; 2014. Available at: https://cr.yptorating.eu/whitepapers/Ethereum/Ethereum_white_paper.pdf.

⁹⁸ Buterin V. *Ethereum White Paper - a next generation smart contract & decentralized application platform*. Ethereum.org; 2014. Available at: https://cr.yptorating.eu/whitepapers/Ethereum/Ethereum_white_paper.pdf.

Technologické výzvy

Existuje niekoľko **technologických výziev** blockchainu, ktoré môžu ovplyvniť škálovateľnosť uvedenej ukážky. Problémy zahŕňajú:

- priepustnosť,
- latenciu,
- ukladanie dát,
- interoperabilitu starších systémov,
- vysokorychlostné pripojenie,
- kybernetickú bezpečnosť.

Proof-of-Work (PoW) bol predstavený v bitcoinovom blockchaine a niekoľkých ďalších blockchainových platformách a i v energetickom sektore. PoW však zahŕňa vysokú energetickú náročnosť a latenciu. Spočiatku sa PoW vykonával hlavne pomocou centrálnych procesorových jednotiek (CPU). Kvôli vyššej efektívnosti pri ťažbe PoW a ťažbe kryptomeny sa však na tieto účely čoraz viac prijímajú grafické jednotky (GPU) a integrované obvody špecifické pre aplikácie (ASIC). CPU, GPU a ASIC majú napriek tomu vysokú spotrebu energie.

Aktuálna ukážka je založená na súkromnom ethereovom blockchaine a Proof-of-Authority (PoA) na rozdiel od mechanizmov konsenzu PoW. PoA prijíma autorizačný uzol (známy validátor) na správu ponúk, transakcií a správ o dokončení v sieti P2P. Digitálne sieťové smerovače (DGR) prenášajú energetické a finančné transakcie na základe inteligentných zmlúv a využívania asynchrónnych sieťových pripojení. PoA vyžaduje nižší výpočtový výkon, čo má za následok nižšiu latenciu a spotrebu zdrojov. Očakáva sa, že sa celkovo zvýši prijatie energeticky efektívnejších a škálovateľnejších mechanizmov konsenzu, ako sú PoA a Proof-of-Stake (PoS). Napríklad Ethereum udržiava plány na štandardizáciu PoS na svojej platforme, na rozdiel od PoW, a integráciu shardingu. Sharding zahŕňa rozvetvenie jedného blockchainu na niekoľko reťazcov, čo môže znížiť latenciu a zvýšiť priepustnosť, ak sa projekt prípadu zmení. Technickým problémom súvisiacim s horizontálnym rozdelením je viacreťazcová interakcia a komunikácia. Ethereum vyvíja rámec (plazma) pre škálovateľné, autonómne vykonávanie inteligentných zmlúv využívajúcich externé multireťazcové kanály s viacerými stranami, spojené s koreňom blockchainu. Viacreťazcová blockchainová infraštruktúra môže tiež prispieť k škálovateľnosti.

Bezpečnosť dát je výhodou distribuovanej štruktúry blockchainu na rozdiel od centralizovaných dátových systémov s jednotlivými bodmi zlyhania. Stále však existujú riziká v oblasti bezpečnosti a súkromia: 51 % útokov, zdvojené transakcie, falšovanie údajov a chyby v inteligentných zmluvách. Dôležitými ďalšími krokmi sú vývoj mechanizmov a opatrení na ochranu súkromia, ako je pseudonymita, asymetrické šifrovanie a prevencia úniku dát. Zároveň je potrebné zachovať spravodlivosť a vyváženú kontrolu v rozvíjajúcich sa autonómnych systémoch. Bezpečnostné riziká sú problémom najmä vo verejných blockchainoch. Pretože ukážka je založená na súkromnom blockchaine, sú tieto riziká nízke. Topológia blockchainu je dôležitým parametrom pre bezpečnosť, súkromie a kontrolu. Topológia blockchainu ovplyvňuje bezpečnosť a teda súkromie, priepustnosť, spotrebu zdrojov, sieťové efekty, obchodné možnosti a sociálnu interakciu. V budúcnosti môžu byť energetické blockchainy úplne verejné, napríklad ako Energy Web Chain. O topológiách je dôležité rozhodnúť nielen na základe technologického pokroku orientovaného na blockchain, ale aj na základe kontextu energetického sektoru, ako sú trhové modely a podmienky elektrickej siete.

Pre lepšiu ilustráciu problému topológie je vhodné spomenúť tri typy blockchainových sietí. **Verejné blockchainy** sú databázy open-source dostupné všetkým účastníkom siete. Všetci účastníci si môžu

prečítať údaje uložené vo verejnom blockchaine a zúčastniť sa procesu konsenzu pri validácii nových dátových blokov. Verejné blockchainy sú plne decentralizované a transparentné, pretože žiadny účastník nemôže ovládať alebo upravovať zaznamenané údaje. Účastníci verejných blockchainov sú navyše anonymní, čo chráni súkromie účastníka. Na rozdiel od verejných blockchainov sú **súkromné blockchainy** zvyčajne držané a riadené riadiacim subjektom a poskytujú prístup iba certifikovaným a dôveryhodným účastníkom. Súkromné blockchainy umožňujú účastníkom spravovať ich údaje bez toho, aby ich prezradili verejnosti. Preto majú súkromné blockchainy oprávnenú charakteristiku, ktorá umožňuje dôveryhodným účastníkom overovať a zaznamenávať údaje oveľa vyššou rýchlosťou a s nižšou spotrebou zdrojov. Proof-of-Authority (PoA) je najčastejšie používaným mechanizmom konsenzu v súkromných blokových reťazcoch. V PoA vyberie subjekt spravujúci súkromný blockchain niekoľko dôveryhodných účastníkov ako validátorov. Nové bloky sú overené a potom vybrané validátory pridané do blockchainu. **Konzorciové blockchainy** sú známe ako integrácia súkromných a verejných blockchainov (Andoni et al., 2019). Podobne ako súkromné blockchainy, aj blockchainy konzorcia umožňujú iba oprávneným subjektom zapisovať údaje a zúčastňovať sa na programe konsenzu. Údaje uložené v blockchainoch konzorcia možno kategorizovať ako súkromné a verejné údaje. K súkromným údajom majú prístup iba riadiace subjekty, zatiaľ čo k verejným údajom majú prístup všetci autorizovaní účastníci siete. Účastníci môžu kontrolovať, ktoré údaje by sa mali uchovávať ako súkromné alebo verejné. Z dôvodu zníženého počtu účastníkov v sieti je rýchlosť transakcií v blockchainoch konzorcia veľmi vysoká.⁹⁹

Zatiaľ čo pilotný projekt v Japonsku môže fungovať ako skúšobná blockchainová platforma, interoperabilita so staršími inteligentnými sieťami a digitálnymi systémami je tiež vo väčšom rozsahu neistá. Interoperabilita blockchainu a integrácia do digitálnych systémov a inteligentná infraštruktúra by si vyžadovali postupné prispôsobovanie, ak sa majú systémy P2P rozšíriť. Platformy blockchain vo všeobecnosti, ako napríklad Ethereum, vyžadujú na podporu transakcií a synchronizáciu vysokorýchlostné a nepretržité pripojenie na internet. Viacreťazcový a mimoreťazcový vývoj, ako napríklad štátne kanály, by tiež závisel od spoľahlivého a nepretržitého spojenia. Nie je isté, či by súčasné systémy boli schopné podporovať škálovateľné energetické systémy založené na blockchaine. Vo výhlade je však masívne zavádzanie siete 5G. Ľahkých klientov na zariadeniach, ako sú inteligentné merače, možno použiť na spojenie internetu vecí (IoT) so sieťami blockchain. Inteligentné siete budú čoraz viac využívať IoT, komunikáciu medzi strojmi (M2M), cloudové výpočty a umelú inteligenciu (AI). Napríklad prostredníctvom 5G v spojení s V2G a M2M môžu byť stroje ekonomicky nezávislými subjektami konajúcimi na základe inteligentných zmlúv. Správa sietí sa môže ďalej automatizovať, vrátane vyvažovania sietí V2G a podporných služieb.

Ekonomické výzvy

Z **ekonomického pohľadu** sú pre ukážku z Japonska identifikované tieto výzvy:

- závislosť od subvencií,
- konkurencia na trhu,
- interoperabilita zmlúv
- rast trhu platforiem.

⁹⁹ Adetomike Adeyemia, Mingyu Yana, Mohammad Shahidehpoura,*, Cristina Boterob, Alba Valbuena Guerrab, Niroj Gurungb, Liuxi (Calvin) Zhangb, Aleksí Paasob, *Blockchain technology applications in power distribution systems*, *The Electricity Journal* 33 (2020)

Trhové bariéry postavené existujúcimi spoločnosťami alebo monopolmi môžu brániť decentralizovaným modelom založeným na blockchaine. Tieto bariéry rozoberáme aj ďalej v texte a prax ukazuje, že je možné ich prekonať. Takíto monopolní hráči sú v Japonsku prítomní. Maloobchod s elektrinou bol v roku 2016 plne liberalizovaný, pričom noví účastníci na trhu tvorili na začiatku 9 %. Veľké spoločnosti, a nie zákazníci, pôsobia na Japonskej energetickej burze (JEPX) a dominujú regionálnym oblastiam. Trh potrebuje nových účastníkov, vyššie podiely obnoviteľných zdrojov a transparentnosť zdrojov. Nedostatok transparentnosti zdrojov a informácií o obnoviteľnej energii je prekážkou na trhu, pretože môže brániť v monitorovaní a zosúladení dodávok energie z obnoviteľných zdrojov s energetickými požiadavkami. Je nevyhnutné si uvedomiť, že ešte ani v Japonsku nie sú inštitucionalizovaní „prosumeri“ a inteligentné zmluvy. Preto „prosumeri“ obchodujú s elektrinou prostredníctvom miestneho poskytovateľa energetických služieb s názvom Digital Grid Corporation.

V spomenutej ukážke je automatizovaný nákup, predaj a plánovanie transakcií založený na metóde Zaraba, aukčnom procese založenom na cene a čase, ktorý umožňuje automatické porovnávanie ponúk s flexibilnými mechanizmami stanovovania cien. Prihadzovanie sa robí v 30-minútových intervaloch na dennom trhu P2P s reguláciou napájania v radičoch digitálnej siete (DGC). Platformové modely môžu byť kľúčovým prvkom v budúcnosti vďaka pokrokovým digitálnym technológiám. Trh s platformami zahŕňa prechod od obchodných modelov založených na transakciách, alebo na poplatkoch. Možno ho opísať ako viacstranný trh, na ktorom sprostredkovateľ zachytáva hodnotu v transakciách medzi dvoma skupinami používateľov.

Sociálne a environmentálne výzvy

Medzi kľúčové výzvy identifikované **v sociálnej dimenzii** patria: neistoty v zmene správania, akceptácia verejnosťou, riadenie zainteresovaných strán a rozvoj zručností. Spokojnosť občana a akceptácia verejnosťou môžu byť kľúčovými faktormi pri uľahčovaní zmeny správania, ktoré môžu byť motivované stimulmi, ako sú napríklad informačná transparentnosť a užívateľská jednoduchosť. Z **environmentálneho pohľadu** je identifikovaná výzva produkcie emisií. Blockchain technológia ponúka riešenia pre všetky tieto spomenuté prekážky. Medzi identifikované výzvy **v inštitucionálnej dimenzii** patria: nízke ciele v oblasti obnoviteľnej energie, vzájomné prepojenie sietí, distribučné poplatky, neisté úlohy zúčastnených strán, tokenizácia, zákaznícke licencie, povinnosť vyváženia siete, opatrenia na meranie inteligentných meračov, ochrana súkromia a centralizované rozhodovanie.

Považujeme za dôležité zhrnúť, aké konkrétne role zastáva blockchain a jemu podobné technológie v energetickom a teda i elektroenergetickom sektore. Z textu vyššie je jasné, že blockchain je základom pre:

- Transakčnú energetiku
- Kryptomeny
- Digitálne tokeny
- P2P obchodovanie
- Smart kontrakty
- Obchodovanie s emisiami CO₂
- Grid manažment
- M2M komunikáciu
- V2G komunikáciu, VANET
- Správu identít, bezpečnosť a ochranu osobných údajov
- DAO

Všetky spomenuté výzvy je vhodné v rámci konkrétnych krokov v meste Banská Bystrica vyhodnotiť a nájsť k nim adekvátne odpovede. Ako navrhujeme v závere kapitoly, veľmi veľa z nich už bolo v medzinárodnom prostredí prekonaných a je možné odtiaľ čerpať best practice.

Fungujúcou ukážkou verejnej blockchainovej platformy je Energy Web Chain - verejná blockchainová platforma navrhnutá pre regulačné, prevádzkové a trhové potreby energetického sektoru. Spoločnosť bola uvedená na trh v polovici roku 2019 a stala sa prvou voľbou v tomto odbore ako základná digitálna infraštruktúra, na ktorej je možné budovať a prevádzkovať decentralizované aplikácie založené na blockchaine (dApps).¹⁰⁰ Piclo je online platforma pre obchodovanie s obnoviteľnou energiou vo Veľkej Británii, ktorá vykonáva end-to-end párovanie energie pre transakcie na maloobchodnej úrovni. Rovnako platforma Vandebron v Holandsku umožňuje priame energetické transakcie medzi dodávateľmi a spotrebiteľmi energie.¹⁰¹

Medzinárodnou ukážkou crowd-fundingovej platformy je SolarDAO - prvý tokenizovaný fond na financovanie FVE a OZE projektov na celom svete. Je to investičný fond na blockchaine Ethereum určený na zníženie rizík, nákladov a technických prekážok pri investovaní do FVE po celom svete.¹⁰²

Existujúce prebiehajúce projekty demonštrujú potenciál blockchainových technológií na meranie a fakturáciu energie. Napríklad inteligentný merač Pylon Network s názvom Klenergy Metron dokáže sledovať a automaticky zaznamenávať vyrobenú a spotrebovanú energiu. Klenergy Metron využíva technológie blockchain na uľahčenie inteligentných riešení merania pre vylepšenie a správu sietí. Ďalší príklad pochádza z Nemecka, kde Slock vyvíja platformu integráciou IoT a blockchain pre inteligentné meranie. Táto platforma sa nazýva Universal Sharing Network a jej cieľom je zamestnávať IoT a inteligentné zmluvné riešenia pre inteligentné zariadenia a energetické transakcie.¹⁰³

Trondheim na báze IOTA

Ďalšou ukážkou, ktorou sa v rámci našej práce chceme zaoberať po Japonsku je projekt v testovacej fáze v Európe. Je to demo projekt v meste Trondheim. Mesto je Lighthouse mestom v projekte + CityxChange. Tento projekt vyvíja uskutočniteľné a realistické demonštračné projekty v klimaticky priaznivom a udržateľnom mestskom prostredí. Sú to demonštrácie, ktoré umožnia spoločný trh s energiou, vytváranie prepojených komunit a odporúčania pre nové politické intervencie, reguláciu trhu a obchodné modely.¹⁰⁴ Budova Power house v Trondheime je najsevernejšia energeticky pozitívna budova na svete. Predstavuje Proof of Concept (PoC) vyvinutý v spolupráci s Jaguar Land Rover a ENGIE Lab CRIGEN, podnikovým centrom pre výskum a vývoj významného francúzskeho energetického operátora ENGIE Group. PoC umožní návštevníkom sledovať využitie energie a pôvod energie.

¹⁰⁰ <https://www.energyweb.org/technology/energy-web-chain/>, 15.2.2021

¹⁰¹ Dong Han, Chengzhenghao Zhang a, Jian Ping, Zheng Yan, Smart contract architecture for decentralized energy trading and management based on blockchains, Energy 199 (2020)

¹⁰² <https://www.facebook.com/solar.dao/>, 15.2.2021

¹⁰³ EnergiMine, 2017. Decentralizing Global Energy Markets by Rewarding Energy Efficient Behavior Power to the People. <http://www.cwp-ltd.com/wp-content/uploads/2012/03/Greenpeace-DE-paper.pdf>.

¹⁰⁴ <https://cityxchange.eu/about-cityxchange/>

Na overenie pôvodu energie sa na vytvorenie záznamu všetkých transakcií a zdrojov chránených proti neoprávnenej manipulácii používa technológia Tangle, blockchain spoločnosti IOTA.¹⁰⁵

Tangle od IOTA je otvorená, bezpoplatková a škálovateľná distribuovaná účtovná kniha, ktorá je navrhnutá tak, aby podporovala prenos údajov a hodnôt. Je vytvorená pre „internet of everything“ - sieť na výmenu hodnôt a údajov medzi ľuďmi a strojmi. IOTA je OpenSource technológia. Tento protokol je zaujímavý tým, že v ňom neexistujú žiadne bloky, žiadne ťaženie. Pri odosielaní transakcie IOTA odosielateľ overuje ďalšie dve transakcie. To umožňuje IOTA prekonať obmedzenia nákladov a škálovateľnosti blockchainu. Nezmeniteľne zaznamenáva výmenu údajov a hodnoty. Zaisťuje, že informácie sú dôveryhodné a nemožno s nimi manipulovať ani ich zničiť. IOTA má vysokú škálovateľnosť, pretože používa dátovú štruktúru DAG, ktorá umožňuje paralelné pridávanie transakcií, na rozdiel od alternatív blockchainu. IOTA má nízke požiadavky na spotrebu energie. Je určená pre zariadenia ako sú snímače, na účasť v nízkoenergetickej sieti.¹⁰⁶

Pre pochopenie komplexnosti technologického prostredia a odzrkadlenie spomenutých výziev v realite prejdeme detailnejšie dva z prvých projektov v zavádzaní P2P na báze blockchain. Tieto ukážky pomôžu definovať rolu mesta v transformácii elektroenergetiky a poskytnú hodnotnú skúsenosť ako postupovať pri tvorbe navrhovanej zdieľanej decentralizovanej výroby elektrickej energie.

WGV na báze blockchain

Jednou z prvých úspešných ukážok obchodovania P2P s elektrickou energiou na báze blockchainu je projekt White Gum Valley (WGV) vo Fremantle, WA (rok 2016). Návrh obchodovania P2P je založený na výskume uskutočnenom na Curtinovej univerzite v Perthe. Mesto Fremantle poskytlo inštitucionálnu podporu pre inovácie v oblasti WGV. Bytoví developeri LandCorp, AccessHousing a York Development Group integrovali P2P obchodovanie do nových bytových domov vo WGV. Bytové jednotky pre 150 obyvateľov boli postavené s integrovanými batériovými systémami a PV panelmi, ktoré nainštalovala spoločnosť Solar Balance. Po výstavbe bolo vlastníctvo a prevádzka fotovoltických a batériových systémov prevedené do štruktúry spoločného/zdieľaného vlastníctva. Táto spoločnosť následne začala vystupovať ako „citizen utility“ (spotrebiteľ, výrobca a správca elektrickej sústavy v jednom. Táto funkcia je základom blockchainového systému P2P vyvinutého spoločnosťou Power Ledger). Power Ledger, lokálne založený startup, poskytuje obchodnú platformu založenú na blockchaine, ktorá umožňuje zdieľať obnoviteľnú elektrinu v bytových domoch. Na základe regulácie trhu je distribučný systém prevádzkovaný a spravovaný spoločnosťou Western Power, prevádzkovateľom verejnej distribučnej siete a spoločnosťou Synergy, verejným poskytovateľom elektrickej energie.¹⁰⁷ **Tento príklad je exemplárnym príkladom pre mesto Banská Bystrica, pretože jasne demonštruje podstatnú rolu mesta v inovácii.** Veľmi jednoduchá chronológia projektu v časovej osi:

- projekt vznikol na univerzitnej pôde,
- zapojili sa doň lokálni developeri,
- projekt mal silnú podporu primátora mesta,

¹⁰⁵ <https://blog.iota.org/iota-renewable-energy-transfer-at-powerhouse-smart-building-dd42bbf799e5/>

¹⁰⁶ <https://www.iota.org/get-started/what-is-iota>, 02.03.2021,

¹⁰⁷ Kristina Hojckovaa, *, Helene Ahlborga, Gregory M. Morrisonb, Björn Sandén, *Entrepreneurial use of context for technological system creation and expansion: The case of blockchain-based peer-to-peer electricity trading*, Research Policy 49, 2020

- do projektu vstúpil Blockchainový provider,
- univerzita oslovila špecialistov v energetickom sektore,
- vznikol start-up Power Ledger,
- Power Ledger použil ICO – initial coin offering pre získanie financovania P2P platformy,
- Power Ledger získal medzinárodnú pozornosť a ponuku integrovať svoj systém v Thajsku, Japonsku a USA.
- Rok 2018:

Až v tomto bode, keď spoločnosť Power Ledger ponúkla platformu, v celom meste narazila na bariéry distribútora elektrickej energie. Do tejto doby celý projekt nezaznamenával žiaden odpor. Na trhu nebolo možné realizovať transakcie s energiou od „prosumerov“. Obchodovanie P2P však distribučné spoločnosti považovali za potenciálnu príležitosť na opätovné zapojenie odpojených zákazníkov, zvýšenie využitia infraštruktúry rozvodnej siete a zlepšenie flexibility dopytu. A preto vstúpili do projektu.

- Vstup finančnej podpory od Federálnej vlády
- Otvorenie legislatívy pre umožnenie P2P obchodovania na distribučnej sieti

Tu vidíme jasný príklad, ako môže úspešné vybudovanie nového systému prilákať pozornosť miestnych zavedených subjektov, ktoré síce čelia vážnym výzvam pre svoj obchodný model, no rozhodnú sa zapojiť do komunikácie so subjektmi, ktoré vnášajú do ich podnikania vážnu disruptciu. **Zároveň tu jasne vidíme dôležitosť úlohy mesta.**

Brooklyn microgrid na báze blockchain

V roku 2016 ešte ostaneme aj pri projekte Hotel Brooklyn Microgrid. Nachádza sa v obytných štvrtiach Park Slope a Gowanus v Brooklyne v štáte New York. Projekt založil začiatkom roku 2016 Lo3Energy, startup, ktorý mal za cieľ vybudovať komunitnú mikrosieť s obchodom P2P s elektrinou na báze blockchainu. Lo3Energy zahájil projekt v spolupráci so spoločnosťou Siemens, nadnárodnou spoločnosťou na výrobu energie, ktorá poskytla technologickú a finančnú podporu na rozvoj infraštruktúry pre mikrosieť. V projekte bolo zapojených 80 „prosumerov“ a 500 spotrebiteľov ako budúcich účastníkov obchodovania P2P. Distribučnú sieť v Park Slope a Gowanus prevádzkuje a spravuje Con Edison, verejnoprospešná spoločnosť, ktorá tiež poskytuje väčšinu maloobchodu s elektrinou v Brooklyne.¹⁰⁸ Chronológia tohoto projektu je nasledujúca:

- Rok 2012 – privátna spoločnosť Lo3Energy prichádza s produktom P2P na báze blockchain.
- Rok 2016 – Vstupuje Siemens.
- Rok 2017 - Štát New York prijíma novú stratégiu reformy energetickej vízie a poskytuje možnosti financovania.
- V Brooklyne sa spoločnosť Lo3Energy zamerala na obytné oblasti Park Slope a Gowanus kvôli ich reputácii pre silné hodnoty komunity v oblasti udržateľnosti, ako aj vďaka vysokej penetrácii PV systémov, čo naznačovalo silný trhový potenciál.

108 Kristina Hojckovaa, *, Helene Ahlborga, Gregory M. Morrisonb, Björn Sandén, Entrepreneurial use of context for technological system creation and expansion: The case of blockchain-based peer-to-peer electricity trading, Research Policy 49, 2020

Toto je kľúčový bod, kedy technologická spoločnosť vstupuje do mesta na základe vytvoreného priaznivého prostredia v štáte.

- Startup sa zamerlal špeciálne na obyvateľov, podniky a komunitné organizácie ovplyvnené výpadkami elektriny po hurikáne Sandy.
- Startup narazil na odpor.

Startup si nevytvoril silné vzťahy s poskytovateľmi PV panelov, developermi, mestom ani distribučnou spoločnosťou. Distribučná spoločnosť mala v ruke výber projektov, ktoré budú podporené štátnym programom a tento projekt nepodporila. Zároveň distribučná spoločnosť necítila potrebu riešiť P2P platformu vo svojej sieti.

- Rok 2018 – Lo3Energy vstupuje do Nemecka, získava medzinárodnú pozornosť a implementuje svoju stratégiu na iných miestach USA, v Austrálii, Japonsku či Anglicku.
- Lo3Energy získava finančnú medzinárodnú podporu.

Peking, blockchain a e-mobilita

Vzhľadom na fakt, že mestu Banská Bystrica odporúčame zaujať významné postavenie v budovaní infraštruktúry pre elektronabíjanie, je vhodné uviesť výhody použitia technológie Blockchain v tejto oblasti z pohľadu mesta i užívateľa, zaznamenané výskumom v reálnej prevádzke v meste Peking v Číne.¹⁰⁹ Vďaka vysokému množstvu elektromobilov v Pekingu sú užívatelia elektromobilov vysoko koncentrovaní. Aj keď v meste existuje veľa nabíjajúcich zariadení, informácie o nabíjaní sú izolované. Výsledkom je, že používatelia elektromobilov nikdy nemôžu získať informácie o situácii (obsadené alebo voľné) v reálnom čase. Takže zavedenie systému odporúčania nabíjajúcich zariadení je pre používateľov veľmi žiaduce. Použitím technológie blockchain simulovanej na dátach mesta Peking sa dá dosiahnuť efektívnosť využívania staníc, spolupráca majiteľov staníc i distribúcia zisku.

Efektívne využitie voľných zdrojov je pre prevádzku infraštruktúry rozhodujúce. V systéme nabíjania položenom na technológii blockchain sú všetky nabíjacie zariadenia EV synergicky riadené prostredníctvom transparentného zdieľania informácií. Používatelia elektromobilov by preto mohli byť čo najskôr prepojení s prázdnyimi nabíjacími zariadeniami. Týmto spôsobom by sa dalo maximalizovať využitie nabíjajúcich zariadení a používatelia EV by mohli tiež pohodlne získať informácie o voľných nabíjajúcich zariadeniach v reálnom čase.

Spolupráca operátorov by mohla byť operatívnejšia a realizovateľná spoľahlivým a dôveryhodným blockchainovým systémom. Spolupráca spoločností je v oblasti riadenia dlhodobo zložitá a problémová. Najdôležitejšou otázkou spolupráce je mechanizmus alokácie zisku. Rámec spoplatňovania EV by mohol zvládnuť rozdelenie zisku aliancie spoločností prostredníctvom autonómne vykonanej inteligentnej zmluvy, ktorá je nezávislá a nemohla by jej dominovať žiadna spoločnosť. Spoločnosti majú preto motiváciu udržiavať spravodlivejší systém a problémy s monopolmi trhu by sa dali do značnej miery zmierniť.

Preferencia používateľov má veľký vplyv na obchodné fungovanie spoločností. V obchodnom modeli by mohol existovať algoritmus, ktorý ponúkne EV viacero staníc a zvýhodní vzdialenejšiu stanicu pred tou bližšie umiestnenou. Systém by mal mať zakomponovanú i prahovú hodnotu počtu ponúknutých

*109 Zhengtang Fu *, Peiwu Dong , Yanbing Ju, An intelligent electric vehicle charging system for new energy companies based on consortium blockchain , Journal of Cleaner Production 261 (2020)*

staníc. Používatelia by na nabíjanie EV prijali vzdialenejšiu stanicu a zisk spoločností by sa mohol vyvážiť pomocou dynamických inteligentných zmlúv. Okrem toho vzťah medzi preferenciou používateľov a rovnováhou zisku spoločností nie je lineárny. Po prekročení prahovej hodnoty by zmena preferencií používateľov mala menší vplyv na spoluprácu spoločností.

Medzinárodné prostredie od roku 2012 vyformovalo pozíciu technológie v elektroenergetickom sektore do takej miery, že dnes mesto Banská Bystrica môže s prehľadom vstúpiť do testovacej fázy P2P na báze blockchain, alebo tomu podobných technologických rozhraní. Preto jednoznačne doporučujeme, aby Banská Bystrica v rámci navrhovanej stratégie decentralizovanej výroby elektrickej energie a výstavby infraštruktúry pre e-mobilitu prevzala dominantnú rolu iniciátora projektu. Oslovila developerov na území mesta, spoločnosti venujúce sa infraštruktúre pre e-mobilitu, distribučnú spoločnosť Stredoslovenská distribučná, a. s., a spoločnosti venujúce sa P2P platformám.

V prvom kroku môže mesto bez nutnosti intervencie distribučnej spoločnosti pripraviť projekt P2P na báze blockchain s lokálnym developerom. Mesto môže zamerať svoju pozornosť i na medzinárodné prostredie podporovaných fondových projektov. V tejto fáze si otestuje najvhodnejší spôsob formy vlastnickej štruktúry v zdieľanom projekte. Zároveň má na mieste nástroje, ktorými dokáže vytvoriť podmienky pre vznik takéhoto projektu. Nepredpokladáme, žeby sa lokálni developeri bez intervencie mesta mali záujem venovať zeleným udržateľným projektom s integráciou P2P na báze blockchain.

Následne bude nevyhnutná spoluúčasť distribučnej spoločnosti tak pre zdieľanie elektrickej energie v rámci mesta ako i pre V2G. Mesto však v medzifáze môže mať identifikovaných partnerov pre V2G, navrhnutú formu majetkovej štruktúry a môže začať s vytváraním siete nabíjajúcich staníc. Po prijatí novej legislatívy, ktorú by vedelo pripomienkovať práve cez úzku spoluprácu s distribučnou spoločnosťou, zavedie do vznikajúcej siete P2P platformu na báze blockchain. Mesto by malo trvať na tom, aby každá spoločnosť, ktorá chce prevádzkovať nabíjajúcu infraštruktúru v meste, súhlasila s prechodom na jednotnú P2P blockchain platformu.

Zoznam príloh

- Príloha č. 1 Zoznam objektov v majetku Mesta Banská Bystrica
- Príloha č. 2 Osvetlenie učební v škole
- Príloha č.3 Osvetľovanie v školách
- Príloha č.4 Príručka pre osvetľovanie učební
- Príloha č. 5 Vzorové výpočty „škola“
- Príloha č.6 Zoznam lokalít elektronabíjajúcich staníc
- Príloha č. 7 Vizual Roadmap
- Príloha č. 8 Digitálna mapa rozmiestnenia nabíjajúcich staníc v meste Banská Bystrica

Zoznam skratiek

P2P – peer-to-peer (sieť typu účastník - účastník)
EV – electric vehicle (elektromobil)
AC - striedavý prúd
DC - jednosmerný prúd
PV – solárny panel
FVE – fotovoltaičné elektrárne
SSE – Stredoslovenská energetika, a.s.
VO – verejné osvetlenie
RVO - rozvádzač verejného osvetlenia
M2M komunikácia - (machine to machine - komunikácie medzi zariadeniami)
V2G - komunikácia vozidlo-sieť
VANET – bezdrôtová sieť tvorená automobilmi
C40 - C40 Cities Climate Leadership Group
ICLEI – Miestne vlády pre udržateľnosť
VZN – všeobecno-záväzná nariadenie
IKT – informačné a komunikačné technológie
IQRF technológia - paketovo orientovaná komunikácia skrz rádiové frekvencie
SB – svetelný bod
Modul IRC – akčný člen alebo snímač v IQRF sieti
PC – personal computer (osobný počítač)
POW-EN zákaznícky portál dodávateľa energií
ISO - Medzinárodná organizácia pre štandardizáciu
CEN - Európsky výbor pre normalizáciu
CENELEC - Európsky výbor pre normalizáciu v elektrotechnike
ETSI - Európsky inštitút pre telekomunikačné normy
ITU - Medzinárodná telekomunikačná únia
IEC - Medzinárodná elektrotechnická komisia
BSI - Britská inštitúcia pre štandardizáciu
PXE – Power Exchange Central Europe
URSO – Úrad pre reguláciu sieťových odvetví
OZE – obnoviteľné zdroje
CSIRO - Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation
EPC Energy Performance Contracting
UGR – koeficient oslnenia
RA – koeficient, ktorý udáva index podania farieb
MaR – meranie a regulácia
KPI – kľúčový ukazovateľ výkonnosti
kW - kilowatt
kWh - kilowatthodina
KWp - Watt-peak (Wp) nominálny výkon solárneho panelu
MWh - megawatthodina
ACEA – Európske združenie výrobcov automobilov
WGV - White Gum Valley