

# NÁVRH KONCEPCE ZAVÁDĚNÍ SMART CITY OPATŘENÍ V ENERGETICE MĚSTA PÍSKU

Smart Buildings and Energy Písek

Resumé

Spoluvytváříme budoucnost, ve které chceme žít

Verze 2018/12

Ing. Jiří Tencar, Ph.D.  
jiri.tencar@mupisek.cz



Evropská unie  
Evropský sociální fond  
Operační program Zaměstnanost

Tato koncepce je výstupem projektu "Rozvoj Smart City Písek", registrační číslo: CZ.03.4.74/0.0/0.0/16\_033/0002880, jež byl podpořen z prostředků Operačního programu Zaměstnanost.



Tento dokument vznikl za podpory odborníků z oblasti energetiky a stavebnictví (především Ing. Petr Slavotínek a Ing. Michal Šmrha), pracovníků Městského úřadu v Písku (především JUDr. Josef Knot MBA), odboru investic a rozvoje města Písku (především Ing. Bc. Jan Venclík), přípravného a realizačního týmu +CityxChange (především Bjørn Ove Berthelsen, Dirk Ahlers, Håvard Wibe) a kolegů z kanceláře Smart Písek (Ing. Vladimír Zadina, PhDr. Miloš Prokýšek, Ph.D. a Ing. Patrik Horažďovský). Zvláštní poděkování za mnohé diskuze na téma Smart City patří prof.Dr.Ing. Miroslavu Svítkovi, dr.h.c.



## Obsah

1.	Předmluva garanta .....	5
1.1.	Definice inteligentní budovy (Smart Building) .....	5
1.2.	Definice chytré energetiky (Smart Energy) .....	6
2.	Obecné představení řešeného tématu.....	7
2.1.	Popis řešené oblasti.....	7
2.2.	Best Practice ČR/EU/Svět ze Smart City aplikace .....	8
2.2.1.	Strategické dokumenty .....	8
2.2.2.	Případové studie – chytré budovy.....	11
2.2.3.	Případové studie – adaptace na klimatickou změnu.....	23
3.	Analytická část.....	26
3.1.	State-of-art .....	26
3.1.1.	Modrožlutá kniha Smart Písek .....	26
3.1.2.	Strategický plán a tvorba koncepce rozvoje města Písku do roku 2025 .....	26
3.1.3.	Tepelná koncepce města Písek.....	27
3.2.	Datové sady a identifikovaná data .....	27
3.2.1.	Datová sada – PENB a energetické audity.....	27
3.2.2.	Datová sada – spotřeba tepla.....	29
3.2.3.	Datová sada – spotřeba elektrické energie .....	29
3.2.4.	Datová sada – spotřeba plynu .....	29
3.2.5.	Datová sada – spotřeba vody .....	30
4.	Návrhová část.....	31
4.1.	Opatření č. 1 – Pakt starostů a primátorů.....	32
4.1.1.	Popis .....	32
4.1.2.	Navrhovaná řešení.....	33
4.2.	Opatření č. 2 - Energetický portál.....	36
4.2.1.	Popis .....	36
4.2.2.	Navrhovaná řešení.....	36
4.3.	Opatření č. 3 – Veřejné osvětlení.....	37
4.3.1.	Popis .....	37
4.3.2.	Navrhovaná řešení.....	38
4.4.	Revitalizace centrálního zásobování teplem .....	38
4.4.1.	Popis .....	38
4.4.2.	Navrhovaná řešení.....	39
4.5.	Opatření č. 5 – Energetický manažer a energetický plán obce .....	42



4.5.1.	Popis .....	42
4.5.2.	Navrhovaná řešení.....	42
4.6.	Záznam z připomínkování v rámci veřejných projednávání vybraných bodů návrhu koncepce .....	43
4.7.	Zhodnocení priorit a výběr hlavního projektu.....	43
5.	Konkrétní projektový záměr - Energeticky plusová čtvrť (+CityxChange – H2020 program).....	44
5.1.	Stručné představení projektu .....	44
5.2.	Nulová varianta .....	47
5.3.	Návrh řešení .....	47
5.4.	Podrobný technický popis vybrané varianty .....	50
5.5.	Výstupy projektu .....	51
5.5.1.	Písek – Demonstrační čtvrť, Demonstrační oblast a Demonstrační lokalita .....	52
5.5.2.	Předpokládané dopady projektu +CityxChange .....	53
5.6.	Analýza rizik.....	55
6.	Indikátory .....	56
7.	Seznam obrázků .....	57
8.	Seznam tabulek .....	59
9.	Seznam zkratk.....	60
10.	Bibliografie.....	61
11.	Seznam příloh.....	65



## 1. Předmluva garanta

Naším cílem je vytvořit z běžných měst chytrá města, která jsou tvořena chytrými čtvrtěmi a ty jsou tvořeny „chytrým“ vystavěným prostředím, dopravou a společností. Dnešním častým nešvarem a nepochopením je omezování zmíněného ekosystému a jeho prezentace v podobě pouhých technických parametrů spočívající např. v honbě za úsporami energií či snižování uhlíkové stopy a přímým krátkodobým ekonomickým profitem či efektivitou. Z celého konceptu se vytrácí „středobod“ celého snažení, a tím je člověk jako uživatel. Při přípravě koncepcí a projektů, především ve stavebnictví, se někdy zapomíná nebo jsou upozaděny ty nejzřejmější faktory, které celé dílo v rámci udržitelnosti posouvají na vyšší úroveň ať již v oblasti **environmentální, sociálně-kulturní nebo ekonomicko-organizační vč. interakce s vystavěným prostředím po celou dobu životního cyklu**. Pro dosažení vyšší úrovně kvality začaly po celém světě vznikat politiky např. Agenda 21 a návazně seznamy kritérií obsahující výše zmíněné čtyři základní pilíře udržitelnosti. Zmíněné seznamy pomáhají multikriteriálně kvantifikovat dosahovanou komplexní kvalitu ve vystavěném prostředí, kterou je nezbytné u budov v 21. století maximalizovat.

Dnešní ať již chytré nebo klasické budovy potřebují pro uspokojení potřeb svých uživatelů energii. Zásadní problematikou tak jsou zdroje energií a transport energie ke spotřebiteli. V dnešní době převládají centrální energetické zdroje. Zvyšující se spotřeba, ale i lokální zdroje (především fotovoltaické či větrné elektrárny - „náhodné“ zdroje), jejichž energie není zužitkována lokálně, zatěžují přenosovou soustavu. **Energetika v 21. století směřuje k decentralizaci, výrobě z obnovitelných zdrojů a akumulaci energie**, a tím k energeticky pozitivním čtvrtím či blokům jako soběstačným buňkám (mikrogrid) snižujícím zatížení přenosové soustavy, ale zajišťujícím dostatečné množství a kvalitu energie pro spotřebitele. Spotřebě energie v existujících budovách<sup>1</sup> je v EU připisováno až 40% vyráběné energie a zároveň se podílí 30% na produkci CO<sub>2</sub> a generuje přibližně 40% všech odpadů. Energetika je tak jedním z velmi významných sektorů, kterému se v Písku věnuje zásadní pozornost. Neboť většina budov, které nás budou obklopotvat v roce 2050, již byla postavena.

Výše uvedené cíle a charakteristiky vybízejí Písek k hledání nových směrů, které zajistí dlouhodobé udržitelné řešení pro Písek v 21. století prostřednictvím inteligentních a systematických opatření. Jedním ze zásadních problémů Písku je neznalost spotřeb energií budov v reálném čase či v krátkých časových krocích vč. celkového přehledu spotřeb energií a vody podle typů budov a energonositelů a zastaralá soustava zásobování teplem vč. zdrojů tepla. Prostorem pro zlepšení je také aktivní přístup k otázkám vzdělávání a informování občanů o problematice kvality prostředí vč. energetických úspor. Pozitivní stránkou je, že Písek se systematicky a komplexně aktivně věnuje problematice Smart City a v rámci oblasti energetiky plánuje opatření jako vyhledání dalších příležitostí pro využití EPC projektů, např. pro veřejné osvětlení; energetické zpracování kalů; revitalizaci centrálního zásobování teplem. Zásadní aktivitou-směřování vývoje města Písku je za pomoci využití synergie mezi inteligentními udržitelnými budovami a chytrou sítí (Smart Grid / mikrogrid) vybudování energeticky plusového bloku a čtvrti jako prvního pilotního projektu svého druhu v ČR.

### 1.1. Definice inteligentní budovy (Smart Building)

Nejedná se pouze o zelenou budovu, či pouze automatizovanou budovu. Inteligentní budova zajišťuje optimální vnitřní prostředí pro komfort osob či výrobní produkci prostřednictvím stavební konstrukce, techniky prostředí, řídicích systémů, služeb a managementu. Je efektivní ekonomicky, energeticky i z hlediska působení na vnější prostředí a umožňuje víceúčelové použití a rekonfigurace.

---

<sup>1</sup> 80% budov v Evropě bylo postaveno před rokem 1980, kde je spotřebováno 95% energie a je předpoklad, že budou existovat dalších 50-100 let (zdroj: www.brita-in-pubs.eu)



Je zasazena do kontextu místa, který spoluvytváří. Základem chytré budovy jsou tedy 4 pilíře udržitelnosti, které jsou zároveň i čtyřmi pilíři, se kterými pracuje metodika komplexního hodnocení budov SBToolCZ vyvíjená na ČVUT v Praze.



Obrázek 1 Definice Smart Building (4 pilíře udržitelnosti); autor: Jiří Tencar, 2018

### 1.2. Definice chytré energetiky (Smart Energy)

Koncept chytré energetiky spočívá v aplikaci mikrogridu obsluhujícího definovanou oblast, ve které jsou jak výrobci, spotřebitelé, tak akumulace energie. Mikrogrid je napojen na nadřazenou energetickou soustavu. Inteligentní řízení umožňuje minimalizovat zátěž soustavy, resp. může ji pomáhat vyvažovat. Tj. v případě velkých odběrů dávat do sítě energii a v případě přebytků energie v síti zvýšit odběr.



Obrázek 2 Mikrogrid – chytrá energetika; autor: green energy corp, 2018



## 2. Obecné představení řešeného tématu

### 2.1. Popis řešené oblasti

Výchozí předpoklady:

- 80 % budov v Evropě bylo postaveno před rokem 1980, kde je spotřebováno 95 % energie a je předpoklad, že budou existovat dalších 50-100 let.
- V budovách trávíme 90 % času<sup>2</sup>.
- Kvalita vnitřního prostředí se od 50. let 20. století zhoršuje, což má dopady na zhoršení zdraví uživatelů<sup>3</sup>.
- Při výstavbě se významně spotřebovávají neobnovitelné materiály, jejichž zpracování je mnohdy energeticky náročné.
- Při provozu jsou spotřebovávány neobnovitelné zdroje energií.
- Ve většině případů uživatel/správce budovy nemá přehled o průběhu spotřeb energií nebo médií. Informace jsou většinou omezeny pouze na roční vyúčtování energií.
- Vlivem stěhování obyvatelstva do měst se města rozrůstají a zabírají tak půdu, resp. zmenšuje se plocha zeleně, což vede ke vzniku tepelných ostrovů měst.
- Zvyšováním počtu budov tak roste počet spotřebičů energie, které zatěžují energetickou síť, u které může v budoucnu dojít k potřebě jejího „zesílení“ a otázkou je, zda to vůbec bude ve všech případech možné.

Vize:

- Budovy nebudujeme/neobnovujeme z důvodu honění se za kWh úspor, ale pro užívání lidmi.
- Bez záznamů průběhů spotřeb energií a médií není možné efektivně plánovat snižování energií a médií ani efektivně řídit.
- Výroba, spotřeba energie a mikrogrid tvoří ekosystém, který je velmi komplexní a bez chytrého sledování, vyhodnocování a řízení nemůže fungovat. Jedním z požadavků je, aby takový ekosystém fungoval maximálně autonomně, tj. bez potřeby aktivního zásahu člověka.
- Cílem je maximalizovat soběstačnost (energeticky pozitivní bloky a čtvrti) a podporovat/vyvažovat nadřazenou síť.
- Je nezbytné identifikovat a následně realizovat opatření vedoucí ke zvýšení odolnosti města před klimatickými změnami a o změně klimatu vzdělávat širokou veřejnost.

<sup>2</sup> <https://www.buildinggreen.com/blog/we-spend-90-our-time-indoors-says-who>

<sup>3</sup> <https://www.cklop.cz/clanek/63-cz-koncept-vetrani-historie-vzniku>



## 2.2. Best Practice ČR/EU/Svět ze Smart City aplikace

### 2.2.1. Strategické dokumenty

#### 2.2.1.1. *Morgenstadt (City Lab Prague)*



Obrázek 3 Logo Morgenstadt; autor: (Fraunhofer, 2015)

Rozvíjet ukázkové projekty rekonstrukcí veřejných budov (případně založené na replikačních procesech projektu Triangulum) s cílem snížit spotřebu energie a zvýšit povědomí veřejnosti o otázkách životního prostředí.

Přínosy:

Zvýšení povědomí o energetické účinnosti a udržitelnosti

Úspory energií a emisí

Prezentace souladu mezi inovacemi a ekonomikou

Zvýšení kvality života zaměstnanců atd.

Zdroj: (Fraunhofer, 2015)

#### 2.2.1.2. *Smart Cities Scotland - Scotland's 8th City – the Smart City*



Obrázek 4 Logo smart cities Scotland; autor: Scottish Cities Alliance, 2018

H2020 program, kterého se účastní 7 velkých skotských měst (Aberdeen, Glasgow, Inverness, Stirling, Perth, Edinburgh, Dundee). Kniha zajímavých investičních příležitostí, které jsou pro investory připravené, je v rozsahu 7,5 miliardy britských liber. Cílem aliance měst je dále přilákat zahraniční investice, stimulovat hospodářskou činnost a vytvořit růst podniků. Řada návrhů nastíněných v investiční strategii se týká inteligentních měst, nízkouhlíkové a vodíkové iniciativy. Realizace je rozdělena do dvou fází (phase 1: 2015-2019; phase 2: 2019-2022). V rámci oblasti chytrých budov a energetiky se v programu objevují tato řešená témata:





- Monitoring
- Energetický management chytrých budov
- Inteligentní pouliční osvětlení
- SZT a energie odpadu
- OZE- energie větru
- Kvalita vystavěného prostředí

Zdroj: (Scottish Cities Alliance, 2016)

### 2.2.1.3. Smart Prague



## SMART PRAGUE

Obrázek 5 Logo Smart Prague; autor: Smart Prague, 2018

Koncepce Smart Prague 2030 je postavena na využívání nejmodernějších technologií k proměně metropole v příjemnější místo pro život a vychází z celosvětově známého konceptu Smart Cities. Vznikla na základě dlouhodobých priorit města stanovených zejména jeho Strategickým plánem a sledováním světových trendů v technologickém vývoji. Bylo definováno šest klíčových oblastí, kde bude mít zavádění moderních technologií nejvýznamnější pozitivní dopady do života Pražanů: Mobilita budoucnosti, Chytré budovy a energie, Bezodpadové město, Atraktivní turistika, Lidé a městské prostředí a Datová oblast.

Chytré budovy a energie - energie budou díky čistým a nezávislým zdrojům levnější a město provozuschopné i v případě blackoutu. Chytré budovy s energiemi efektivně nakládají a automaticky se starají o zdravé klima.

Praha nejprve provádí pilotní testování jednotlivých projektů, než budou případně rozšířeny. Projekty jsou rozděleny do několika skupin na:

- strategické projekty
- doprovodné projekty,
- nápady Pražanů a
- smart projekty městských organizací a partnerů.

Jako nejrelevantnější byly identifikovány tyto projekty:

- Energetický systém budov – analýza stavu pro efektivní rozhodování o investicích
- Digitální měření energií – multiutilitní měření (voda, teplo, plyn, elektřina)
- Komplexní řízení energetiky v budovách – energetický management
- Energetické úspory s využitím metody EPC
- Senzorická síť veřejného osvětlení

Zdroj: (Operátor ICT, 2017)



#### 2.2.1.4. *Operační program Praha – pól růstu*

##### Výzva č. 30 – Energetické úspory v městských objektech – Inteligentní budovy

Jsme svědky toho, že téměř všechny dotační projekty velmi silně ignorují druhý pilíř (sociální aspekty) a někdy dokonce i třetí pilíř udržitelnosti (ekonomika a management) inteligentních budov a sledují pouze environmentální dopady (již zmíněné zateplení budov). Za řešení vymykající se svým přístupem všem jiným programům lze považovat OPP PR. Na programu je patrná dlouhotrvající kvalitní postupná příprava. Jedná se o unikátní pilotní počín.

Obsahuje tyto aktivity:

- koncept inteligentní budovy - vstupní analýza potřeb uživatelů budovy, projektová dokumentace (financováno zpětně)
- zateplení obálky budov (fasády, střechy, podlahy, stropní konstrukce);
- výměna nebo renovace výplní stavebních otvorů (oken, dveří);
- instalace systému nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla a další modernizace technických systémů budovy;
- Instalace vhodných a energeticky efektivních zařízení využívajících obnovitelné zdroje energie (např. tepelná čerpadla, kotle na biomasu, solárně-termické kolektory, fotovoltaické panely na střechách a jiných pevných konstrukcích objektů).
- Integrace inteligentních BMS<sup>4</sup> systémů na bázi IT řešení
- Instalace systémů aktivního stínění budov
- Instalace systémů využití šedé a dešťové vody
- Instalace bezpečnostních systémů
- Instalace energeticky efektivního systému osvětlení
- Zastřešení všech technických systémů inteligentním řízením a regulací, např. s využitím prediktivního řízení
- Stavební úpravy prostoru (space management)
- Opatření aplikovaného výzkumu spojené s konceptem inteligentních budov (smart materiály)
- Instalace vizualizace chodu systémů vč. změřených hodnot pro potřeby prezentace použitých prvků a systémů pro vzdělávání a popularizaci.

Zdroj: (Praha)

#### 2.2.1.5. *Zavedení energetického managementu v některých městech ČR*

V rámci národního akčního plánu energetické účinnosti ČR, který je pravidelně každé tři roky aktualizován je zahrnuta i podpora zavádění energetického managementu, kdy všechna navržená opatření musí být realizována v souladu s normou ČSN EN ISO 50001 a předpokládá se, že by měla směřovat k certifikaci systému energetického řízení daného subjektu. Od roku 2012 do roku 2016 MPO podpořilo zavádění energetického managementu v 8 krajích a v 15 městech. Některé obce zavedli energetický management i bez podpory z programu EFEKT od MPO, např. město Litoměřice.

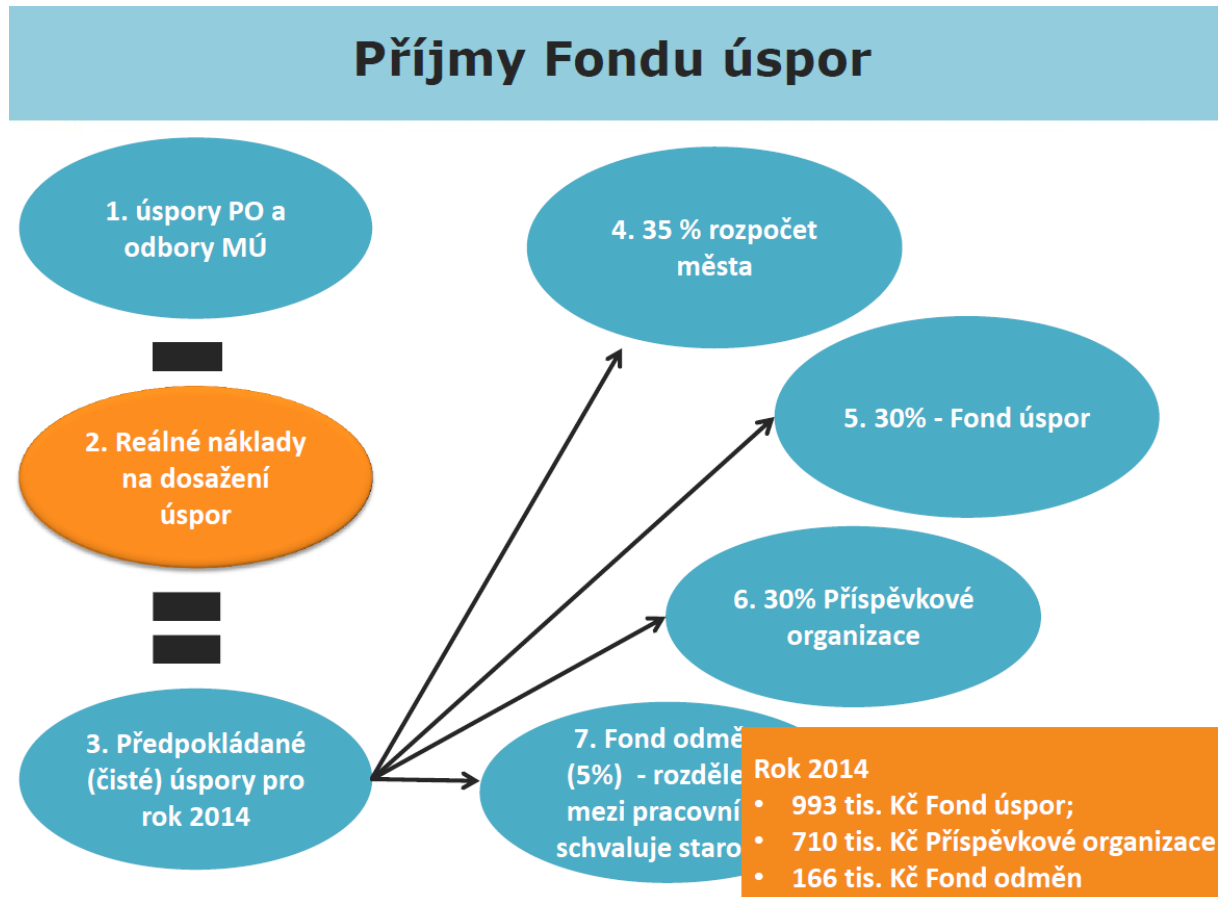
Zavedení energetického managementu znamená realizaci průběžně fungujícího systému energetického řízení ve všech objektech v majetku obce, tj. zajištění trvalého zvyšování energetické účinnosti. Sledované obce zajistili tento požadavek zřízením pozice energetika města tj. energetický manager. Podmínkou efektivity energetického managementu je existence pasportu budov (výčet

---

<sup>4</sup> Building Management Systém = Systém správy domu

budov ve správě města a městem zřizovaných organizací) s informací o jejich technickém stavu a sledování a vyhodnocování dat o spotřebě energií a medií.

Mezi neúspěšnější implementace energetického managementu lze považovat zavedenou pozici energetického manažera vč. všech doprovodných procesů a způsobu odměňování ve městě Litoměřice. Klíčovým prvkem bylo založení Fondu úspor a motivačním opatřením přerozdělování finančních prostředků získaných z energetických úspor, viz. obrázek níže.



Obrázek 6 Příjmy fondu úspor z prezentace energetického manažera Jaroslava Klusáka přednesené 8.4.2016 v Ostravě; autor: Jaroslav Klusák

## 2.2.2. Případové studie – chytré budovy

### 2.2.2.1. Administrativní budova v Remscheid



Obrázek 7 Administrativní budova v Remscheid; autor: Thomas Riehle, Bergisch-Gladbach; (BINE information service, 2010)



Revitalizace budovy z roku 1968 proběhla mezi lety 2005- 2006. Obnova komplexních budov, které slouží různým funkcím, představuje zvláštní výzvu. Tento projekt zahrnuje budovu, která byla využívána místními orgány veřejné správy a veřejnou společností města Remscheid. Jedním z důsledků reformy správy města však bylo, že stávající zařízení měly být používány pouze službami společnosti Remscheid pro odstraňování odpadů, včetně jejich vozového parku a správních útvarů. Spolu s opravami konstrukčních závad přinesla klientova přání také významná zlepšení funkčnosti a vzhledu budovy. Spokojení uživatelé se stali důležitým kritériem kvality pro kancelářské budovy. Bylo dosaženo celkové úspory primární energie cca 75%. Analýza životního cyklu budovy na dobu 80 let ukázala, že náklady spojené s revitalizací tvoří jen okolo 20% celkových nákladů životního cyklu. Největší podíl na nákladech mají údržba a úklid.

Zdroj: (BINE Information Service, 2010) a (Voss, Engelmann, Kugel, Müller, & Schlüter, 2007)

#### 2.2.2.2. Plus Energy School in Stuttgart



Obrázek 8 Základní a technická střední škola Uhland ve Stuttgartu; autor: Fraunhofer; (Build UP, 2016)

Základní a technická střední škola Uhland ve Stuttgartu má několik budov. Součástí komplexu je hlavní budova postavená v roce 1954, pavilon s kavárnou, přístavba postavená v roce 2004 a posilovna. Z nákladových důvodů bylo rozhodnuto, že se nebude obnovovat tělocvična a pavilon, ale v příštích letech budou nahrazeny novými budovami. Projekt se soustředil na obnovu hlavní budovy s využitelnou plochou 1 200 m<sup>2</sup>. Průměrná roční spotřeba tepla před rekonstrukcí činila zhruba 154 kWh/m<sup>2</sup>/rok a po renovaci snížena na 39 kWh/m<sup>2</sup>/rok.

Celkovou plochu 1 500 m<sup>2</sup> zabírají fotovoltaické moduly na střeše a fasádě školy Uhland, které vyrábí elektřinu potřebnou pro tepelná čerpadla, systémy osvětlení a větrání, pomocné zdroje a počítače. Na pomocných budovách byly instalovány další fotovoltaické moduly o ploše 200 m<sup>2</sup>. Tato plocha byla nezbytná, protože všechny učebny byly vybaveny elektronickými tabulemi, které stále více nahrazují školní tabule. Digitální panely, které jsou připojeny k počítačům, vyžadují dodatečné napájení a jsou dalším zdrojem tepla ve třídách.

Dosažení energetického plus standardu při renovaci budov vyžaduje vynikající izolaci obálky budov, stejně jako efektivní a energeticky úspornou technologii budov. Izolace se skládá z tepelně izolačního kompozitního systému z expandovaného polystyrenu (EPS). Podlahové desky, které přiléhají k zemi, části střešy a štítové stěny, jsou izolovány vakuovými panely o tloušťce 4 cm. Spolu s okny s trojnásobným zasklením činí průměrná hodnota U obálky budovy 0,23 W/m<sup>2</sup>K.

Budova je od začátku roku 2017 po dobu dvou let monitorována Fraunhofer Institutem.

Zdroj: (BINE Information Service, 2016) a (BINE Information Service, 2016)



### 2.2.2.3. Přestavba Detmoldského odborné učiliště na budovu energeticky plusovou



Obrázek 9 Vlevo - Fasáda administrativní části/ Vpravo - Detail fasády budovy Detmoldského učiliště; autor: Smart Plan, 2017.

Areál, který prošel zásadní rekonstrukcí, zahrnuje tři školní budovy a sportovní halu odborného učiliště v Detmoldu. Cílem rekonstrukce je zlepšit komfort v místnostech. Dalším cílem bylo snížení spotřeby energie o 75 % a zlepšení parametrů vytápění až o 94 %. Projekt byl zaměřen na dosažení parametrů energeticky pozitivní budovy, využívající solární energii, dálkové vytápění se zdroji převážně na biomasu a kogenerační výrobu tepla a elektřiny. V roční bilanci tedy mělo být generováno více primární energie, než se spotřebuje na vytápění, větrání, osvětlení a ohřev TUV včetně pomocných energií. Rovněž u stavebních konstrukcí byly aplikovány nové přístupy. Na vnějších stěnách jsou použity prefabrikované dřevěné moduly, izolované buničinou. Tím se také zkrátila doba výstavby. Na mírně šikmých střeších jsou fotovoltaické moduly (346 kWp), integrované paralelně s rovinou střechy. Zůstává napojení budov na obecní systém dálkového vytápění na biomasu, což příznivě ovlivňuje bilanci primární energie.

Pro dosažení úrovně energeticky pozitivní budovy musely být drasticky sníženy ztráty a velká část potřebné energie musí být získána z obnovitelných zdrojů. Proto jsou vnější stěny obloženy dřevěnou prefabrikovanou fasádou, využívající systém dřevěných nosníků, optimalizovaný z hlediska tepelných mostů. Tato konstrukce byla následně vyplněna 36 cm tepelné izolace, tvořené celulózou. Vzhledem k využití prefabrikace byl takto výrazně zkrácen čas potřebný na rekonstrukci. Také to usnadnilo osazení větracích šachet a dalších rozvodů, které bylo možné uložit do obálky budovy.

Nově vyvinutá okna pro pasivní dům s velmi úzkými profily napomáhají vysokému podílu zasklení ve fasádě. Regulace osvětlení místností okny je zajištěna jednoduchým, nicméně technicky vyspělým systémem, využívajícím tkaniny ze skelných vláken a vnějších žaluzií. Systém je optimalizován tak, aby poskytoval jak ochranu před oslněním, tak ochranu tepelného komfortu v létě.

Střechy s malým sklonem jsou využity pro umístění fotovoltaických modulů. Stále je využíváno obecní dálkové vytápění, což příznivě ovlivňuje bilanci primární energie, neboť lokální dálkové vytápění je provozováno převážně na biomasu společně s kogenerační výrobou elektřiny a tepla. Tak je dosaženo velmi nízkého faktoru primární energie.

Návrh vnitřních a vnějších prostorů včetně barevnosti a osvětlení přispívá k pozitivní atmosféře vnějšího i vnitřního prostředí. Použité stavební výrobky jsou převážně s certifikací EPD.

Pro dosažení přebytku energie je zásadní solární fotovoltaický systém, integrovaný do střešních budov s celkovou jmenovitou kapacitou 346 kWp. Fotovoltaické moduly jsou osazeny na dřevěné nosné konstrukce, umožňující chlazení modulů pomocí přirozeného proudění vzduchu.





Roční solární výkon je 256 250 kWh, při požadavku na elektřinu jen cca 75 100 kWh ročně, což je převážně pokryto vlastní solární energií. Větší část generované solární energie, cca 185 000 kWh, je odvedena stávající trafostanicí do rozvodné sítě. Případné výpadky v zimním období jsou naopak vyrovnány prostřednictvím veřejné rozvodné sítě. I přes to, že se požadavek na vytápění snížil o 94 %, jsou budovy dále napojeny na obecní síť dálkového vytápění, patřící pod obecní energetickou společnost Stadtwerke Detmold.

Pro odvětrání učeben je použit hybridní koncept větrání. V podkroví je umístěn centrální větrací systém s rekuperací tepla s účinností 85 %. Textilní vzduchové hadice umožňují bezhlučnou dodávku vzduchu. V létě a během přechodných období se jednotlivé třídy větrají okny, čímž se snižuje doba chodu a spotřeba energie větracího systému.

Systém řízení budovy umožňuje vzdálenou správu a také poskytuje údaje pro výzkum. Tím jsou umožněny další optimalizace, které lze provádět a sledovat on-line během provozu budovy.

Prostup denního světla je zajištěn prosklenými světlíky, natřenými lakem s vysokou odrazivostí a úzkými, hlubokými okenními rámy. Při minulé rekonstrukci byl instalován systém řízeného osvětlení se zářivkami, bylo tedy možné nasadit LED technologii i v nerekonstruovaných částech areálu. Probíhá výzkum, jestli je možné u chodeb měnit světelné spektrum v závislosti na situaci při denním světle. Předpokládá se instalace osvětlení nejen podle technických kritérií, ale také ve vztahu ke kvalitě světla, tj. design, materiál a barva světla.

Zdroj: (Smart Plan, 2017)

#### 2.2.2.4. *Projekt přeměny administrativní budovy sídla Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)*



Obrázek 10 Věže kancelářské budovy KfW; autor: SmartPlan, 2017

Budova, kde sídlí společnost Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), byla postavena v 60. letech v rámci věžové výstavby ve frankfurtské čtvrti Westend. Majitelé se rozhodli, že vzhledem k postupnému zastarávání budovy je nutná radikální modernizace. Z původní stavby zůstal nedotčený pouze nosný systém. Rozsah úprav umožnil zlepšení prostupu denního světla, dodávek tepla, chladu a čerstvého vzduchu a výrazné zefektivnění energetické funkce. Vnitřní vybavení, fasády a technické zařízení budovy prošlo renovací v letech 2002 – 2006. Byla tak vytvořena budova, která je přes svůj nenápadný vzhled velmi energeticky efektivní. Modernizovány byly rovněž podmínky na pracovišti i požární ochrana. KfW Bankengruppe touto ambiciózní rekonstrukcí zdůrazňuje svůj zájem na podpoře ochrany životního prostředí a klimatu.



Kancelářská budova KfW, skládající se ze čtyř věží, byla postavena mezi roky 1964-1968. Věže jsou umístěny blízko u sebe, navzájem posunuty o hloubku kancelářské buňky, a poté vystavěny do různých výšek. Okna kanceláří mají vnější stínění.

Komplikací rekonstrukce byl fakt, že existovala jen omezená možnost rozšíření komplexu budov. Pozemek je ze severu uzavřen vzrostlými stromy, na jižní straně arkádovou stavbou z r. 1980, využívanou bankou. Rozvoj byl umožněn jen na západní straně, kde byla před rekonstrukcí budova německé knihovny. Zde byla před dvě nejnižší věže umístěna výstavní síň. Další věž byla rozšířena o dvoupodlažní konferenční místnost. Severní věž pak byla zvýšena o tři patra, zahrnující místnosti vrcholového managementu. V přízemí vznikl reprezentativní vstupní prostor, který ústí na nádvoří. Nově navržené kancelářské plochy zahrnují jednotlivé malé kanceláře i týmové kanceláře pro větší skupiny.

Užívání budovy po rekonstrukci bylo zahájeno v srpnu 2006, naměřená data se zaznamenávají a vyhodnocují od února 2007.

Provozovatel budovy klade u všech svých budov důraz na uživatelský komfort a nízkou spotřebu energie. Stará fasáda byla proto odstraněna, zachována byla pouze nosná konstrukce. Nová fasáda umožňuje řídit přívod světla, vzduchu a tepla do interiéru a spolu s technickými zařízeními přispívá ke snížení potřeby primární energie téměř o 50 %.

V rámci modernizace byl výrazně snížen součinitel prostupu tepla – fasáda z 1,1 na 0,28; okna z 2,9 na 1,4; střecha z 0,79 na 0,21 W/m<sup>2</sup>K.

Pro větrání je použit systém ventilace s odtahem využívající noční pasivní chlazení pro snížení energetických požadavků na chlazení. Instalace přívodního a odvodního vedení byla komplikovaná malou výškou podlaží a vystupujícími vysokými nosníky. Do kanceláře je standardně dodáván potřebný čerstvý vzduch pomocí centrálního vzduchotechnického systému a větracími otvory nad okny. Odvod vzduchu je zajištěn přes zastíněné mezery do prostoru nad podhledem a odtud do sběrného kanálu, vedoucího vzhůru po schodišti a ukončeného centrálním výfukovým ventilátorem. Výměna vzduchu je regulována v závislosti na venkovní teplotě tak, aby se snížily tepelné ztráty v chladném období a tepelné zisky v období teplém. Odtah je řízený podle vnější teploty a podle přítomnosti osob v budově. Zavěšené podhledy, kterým se z různých důvodů nebylo možné vyhnout, slouží jako chladicí stropy pro zajištění lepšího komfortu v místnosti.

Chlazení je zajištěno systémem s vysokoúčinnou kombinovanou výrobou. Již v 90. letech byly osazovány kogenerační jednotky vytápění v rámci budov KfW. Odpadní teplo z této jednotky využívají absorpční chladicí systémy k chlazení vzduchu. Pro velmi teplá období jsou dále v budově osazena další kompresorová chladicí zařízení. Bilanci primární energie výrazně zlepšuje využití odpadního tepla z kogenerace jako provozní energie absorpčních chladicích systémů.

Na fasádě jsou použity nové, aerodynamicky optimalizované prvky stínění. Prvky lze pohybovat ve svislém směru a měnit jejich sklon. Jsou řízeny jak individuálně z jednotlivých kanceláří, tak centrálně. Prvky se skládají z kovové sítě, vložené mezi skleněné tabule tak, aby mohlo denní světlo pronikat do interiéru a byl zachován i výhled z interiéru ven.

Řízení osvětlení v závislosti na denním světle. Osvětlení pracovního místa je měřeno pomocí senzoru nad pracovním stolem. Osvětlovací tělesa pracují v režimu kombinovaného osvětlení tak, aby byla dosažena požadovaná intenzita osvětlení. Úroveň osvětlení se s intenzitou vnějšího světla zvyšuje. To je způsobeno skutečností, že při konstantní úrovni osvětlení se místnost zdá tmavší, když je v



exteriéru více denního světla. Řídicí systém zajišťuje také automatické zhasnutí světel v kanceláři 15 minut poté, co uživatel opustil místnost.

Technická zařízení budovy využívají také šedou a dešťovou vodu.

Zdroj: (Smart Plan, 2017)

#### 2.2.2.5. Revitalizace střední průmyslové školy Maxe Steenbecka v Chotěbuzi



Obrázek 11 Finální vzhled řešených budov; autor: SmartPlan, 2017

Dvoukřídlá budova školy s aulou a tělocvičnou byla vybudována v r. 1974. Původní prefabrikovaná stavba byla zcela přebudována s cílem dosažení pasivního standardu. Od roku 2012 je sídlem Střední průmyslové školy Maxe Steenbecka v Chotěbuzi. Rekonstrukce je uváděna jako modelový případ, protože se jedná o značně rozšířený typ budovy v daném regionu. Nová škola se spoléhá na inovativní koncepty a technologie. Centrální dodávku tepla zajišťuje kogenerační systém, větrání je zajištěno energeticky efektivním větracím systémem. Opatření zahrnují další inovativní koncepty, jakými je použití decentralizovaných tepelných čerpadel pro distribuci tepla nebo akumulace tepla v zemi pod podlahou tělocvičny.

Střední průmyslová škola Maxe Steenbecka je zaměřena na matematiku, přírodní vědy a techniku. Škola byla přestěhována z původního umístění do rekonstruované budovy. Budova je na pozemku o ploše 18 800 m<sup>2</sup>, nacházejícím se přímo vedle univerzitního kampusu v severní části města. Stavba je realizována prefabrikovaným stěnovým a skeletovým systémem, který byl používán až do r. 1990. Oproti starším systémům má dispozice řešené kolem centrální chodby, což je energeticky výhodné.

Škola se skládá ze dvou třípodlažních křídel a auly s tělocvičnou. Obě podsklepená křídla jsou spojena s aulou dvojpodlažní spojovací budovou. Stav tepelných izolací, technologií i oken nutně vyžadoval zásadní rekonstrukci. Objekt rovněž neměl bezbariérový přístup a nesplňoval současné požadavky na požární bezpečnost. Cílem renovace bylo dosáhnout pasivního standardu, tj. potřebu tepla na vytápění 15 kWh/m<sup>2</sup> ročně. K dosažení tohoto cíle bylo třeba zcela demontovat obvodový plášť a následně jej tepelně izolovat na pasivní úroveň.

Ověření pasivního standardu metodikou PHPP ukázalo, že potřeba tepla na vytápění je vyšší než 15 kWh/m<sup>2</sup> ročně. Podle původního plánu tedy nebylo pasivního standardu dosaženo. Byl proveden další výzkum s cílem zjistit, jak upravit tepelné izolace nebo technologie, aby bylo dosažení pasivního standardu možné. Budova však nesplňovala "standard třílitrového domu" podle DIN V 18599, která definuje podmínku primární energie 34 kWh/m<sup>2</sup> ročně jako limit pro vytápění, větrání a pomocné energie.





Byla zachována centrální chodba se dvěma křídly, vstupy byly doplněny verandami. Původně otevřený prostor nádvoří pod aulou byl uzavřen a je využit jako jídelna a knihovna. Prostor pro odpočinkové plochy byl rozšířen otevřením chodeb k oknům ve štítových stěnách. Část suterénu byla využita pro hudební a výtvarné ateliéry. Instalací výtahů byla zajištěna bezbariérovost budovy.

Centrální dodávku tepla zajišťuje kogenerační systém, větrání využívá energeticky efektivní rekuperaci tepla, což je hygienické i energeticky účinné řešení.

Při rekonstrukci byly použity různé inovativní koncepce a technologie, jako např.:

- Geotermální systém skladování tepla pro využití přebytečného solárního tepla
- Solankový geotermální výměník tepla pro předehřev přiváděného vzduchu
- Využití tepla z místního teplovodního vedení
- Malá, decentralizovaná, vysoce účinná tepelná čerpadla

Dvě identicky řešená a symetrická křídla školní budovy umožňují nasazení různých technologií a jejich srovnání s obvyklými řešeními. V jednom křídle je tak osazeno vytápění od konvenčního zdroje (70°C), zatímco druhé křídlo využívá zpětné vedení (50°C). Toto řešení vyžaduje větší otopné plochy, nicméně se tak zvyšuje účinnost systému vytápění. Namísto termostatických ventilů jsou nainstalována decentralizovaná tepelná čerpadla. Ta jsou řízena pomocí individuální regulace podle definovaného harmonogramu a umožňují tak rychlý ohřev místnosti a dálkové řízení pomocí sběrnic a řídicího centra budovy. Je tak také odstraněna potřeba hydraulické regulace škrticími ventily, která může být u větších objektů velmi komplikovaná.

Pro dvě křídla školy, aulu, jídelnu a knihovnu je využívána geotermální energie. Přiváděný vzduch je v létě chlazen a v zimě předehříván v celkem 24 solankových geotermálních výměnících, umístěných po 50 m. Větrání s průtokem vzduchu cca 20 m<sup>3</sup>/h na osobu je regulována podle času a detekce přítomnosti osob. Tepelné ztráty jsou minimalizovány pomocí rekuperace tepla.

Část podlahové desky tělocvičny a prostoru pod ní je využita pro ukládání přebytečného tepla a tepla ze solárního kolektoru. Je zde instalován trubkový systém se třemi smyčkami v rámci existujícího vedení pod podlahovou deskou. To umožňuje přesměřovat přebytečné teplo v létě do země. V zimě tak lze snížit přenos tepelné ztráty podlahou tělocvičny. Důvodem bylo, že podlaha byla obnovena při předchozí rekonstrukci a nebylo tak možné instalovat účinnou tepelnou izolaci. Podle dynamických výpočtů lze předpokládat v zimě teploty v ploše mezi cca 18 – 20 °C, což výrazně snižuje tepelné ztráty prostupem do země.

Systém osvětlení byl rovněž optimalizován. Stále umožňuje ruční ovládání, je však použito automatické vypínání na konci každé vyučovací hodiny a úsporný provoz v době, kdy není místnost využita.

Zdroj: (Smart Plan, 2017)



### 2.2.2.6. Revitalizace administrativní budovy ebök Vermögensverwaltung GmbH



Obrázek 12 Pohledová strana budovy po rekonstrukci; autor: SmartPlan, 2017

Administrativní budova v areálu bývalých kasáren Thiepval byla v době nákupu společností ebök v nevyhovujícím technickém stavu. Po rekonstrukci se stala první budovou na světě, která obdržela certifikát pasivního domu za rekonstrukci od Passive House Institute Darmstadt. Větrání a klimatizace je zajištěna pouze pomocí mechanických systémů vzduchotechniky a otevíráním oken. Vzduch pro větrání je podle ročního období ochlazován nebo přehříván v solanko-vzduchovém výměníku. Z konstrukčních důvodů byl zvolen lehký střešní plášť. V podhledu je použit sádkokarton, impregnovaný mikrozapouzdřeným parafínem (materiál s fázovou přeměnou, tzv. PCM).

Budova sloužila jako výukové středisko pro francouzskou posádku, vybudována v r. 1954. Dlouhou dobu byla nevyužitá, tím pádem byl její stav velmi špatný. Vnější vzhled budovy po rekonstrukci byl určen požadavky na ochranu historického souboru, stanovenými místními orgány památkové ochrany.

Pro rekonstrukci byl zvolen koncept, který obsahuje jak běžné technologie, tak i experimentální opatření a prototypová řešení. Budova se nachází v místě bývalých kasáren v blízkosti hlavního nádraží, ve velmi atraktivní poloze ve vazbě na místní veřejnou dopravu i cyklostezky. Aby vzniklo více využitelných ploch, byl na původním monolitickém přízemí osazen nový střešní krov z dvojitých I-nosníků. Jeho součástí jsou dva vikýře, které ještě rozšiřují využitelnou plochu půdy.

Oproti tepelné izolaci stěn a střech, které lze relativně snadno provádět bez vytváření tepelných mostů, představuje izolace podlahy a základů skupinu problémů, typickou pro rekonstrukce starších budov. Vyšší tloušťka tepelné izolace základové desky vede k nutnosti zvedat překlady dveří. Dynamické dvojrozměrné výpočty tepelného toku dokazují, že izolované obvodové stěny v kombinaci se sníženou podlahovou izolací umožňují dosáhnout na požadavky pro pasivní dům. "Lemovací izolací" dosáhneme toho, že teplota pod budovou se v průběhu let zvyšuje. Tvoří se tím tzv. "heatsink", který snižuje tepelné ztráty a zvyšuje teplotu pod základy.

Díky použití kvalitní tepelné izolace byly naplněny požadavky na vytápění, stanovené německou vyhláškou pro energetickou úspornost (EnEV).

Pro nebytové objekty, zvláště pro administrativní stavby, je kromě nízké energetické náročnosti důležitým kritériem příjemné vnitřní prostředí. V pracovních a zasedacích místnostech je proto osazen větrací systém, který zajišťuje přívod čerstvého vzduchu. Odpadní vzduch je naopak odsáván z



vedlejších prostorů, jako jsou kuchyňky nebo WC. Chodby slouží jako průtokové místnosti. V zasedacích místnostech je osazen jak přívod, tak odtah vzduchu. Větrání je řízeno časovým programem, v závislosti na počtu osob lze zvýšit průtok pomocí přídavného ventilátoru. V letním období funguje nezávisle na odvodu vzduchu a vnějších teplotách mechanické noční větrání. Systém je vyrovnáván pomocí ventilátorů s integrovaným měřením a regulací.

Pro větrání s rekuperací tepla byl osazen vysoce účinný prototyp systému, který výrazně překračuje kritéria, kladená na větrání pasivního domu. Solankové ploché kolektory, uložené v zemi, zajišťují předehev vzduchu a ochranu proti zamrznutí tepelného výměníku.

Budova je vytápěna konvenčně, pomocí deskových těles s teplotním spádem 65/45 °C. Jako zdroj tepla slouží modulovaný plynový kondenzační kotel. Je využit i pro průtokovou přípravu TUV v kuchyňce, sprchách a umývárně, vzhledem ke krátké dopravní vzdálenosti. Z důvodu památkové ochrany budovy nebylo možné solární energetické využití střešních ploch.

Tepelné zisky v létě eliminuje vnitřní stínicí systém s podporou "měkkého chlazení". Všechna opatření jsou zaměřena na zajištění příjemného vnitřního prostředí. Vnitřní stínicí systém byl zvolen jako kompromis mezi požadavky na památkovou ochranu a potřebou zajistit protisluneční ochranu. Vnitřní energetická zátěž je snížena použitím energeticky účinných zařízení a úsporného osvětlení.

Noční volné chlazení je prováděno s podporou mechanického větrání. Chladný noční vzduch je přiváděn tak, aby byla využita tepelná kapacita stropů. V horním podlaží jsou ze statických důvodů použity lehké konstrukce suché výstavby. Sádrokarton ve stropě je impregnován mikrozapouzdřeným parafínem (materiál PCM). Solankový geotermální výměník ochlazuje přiváděný vzduch o cca 4°C.

Správné osvětlení pracovních ploch včetně využití denního světla je důležitým faktorem pro kvalitu pracovního prostředí. V budově je proto instalováno vysoce efektivní stmívatelné osvětlení, plynule řízené na základě intenzity denního světla a přítomnosti osob. Projekt osvětlení byl rovněž podpořen simulacemi.

Pro energetické hodnocení budovy byla opět použita metodika PHPP. Po rekonstrukci potřebuje pasivní budova teplo (pro vytápění a přípravu TUV) cca 20 kWh/m<sup>2</sup> ročně a cca 7 kWh pro osvětlení a technologie. V přepočtu na primární energii je to cca 43 kWh/m<sup>2</sup>.rok. To je cca 15 % primární energie, spotřebovávané klasickými administrativními budovami.

Zdroj: (Smart Plan, 2017)

#### 2.2.2.7. *Novostavba energeticky plusové mateřské školy v Höhenkirchen-Siegertsbrunn*



Obrázek 13 vlevo: severní pohled; vpravo: jihovýchodní pohled; autor: Fraunhofer-Institut für Bauphysik 2013



Energetická vize okresu Mnichov zahrnuje snížení spotřeby energie o 60% do roku 2050. Zbývajících 40% bude rovněž pokryto obnovitelnými energiemi. Obec Höhenkirchen-Siegertsbrunn chce významným způsobem přispět k této energetické vizi novou energeticky účinnou novostavbou mateřské školy. Hlavními cíli je jasné snížení poptávky po energii a její efektivní a regenerační pokrytí, stejně jako realizace pilotního projektu s učebním efektem. Cílem je získat vědecké a ekonomické znalosti, které mohou pomoci při realizaci dalších cílů.

Děti by se měly aktivně zapojit do užívání budovy tak, aby se mateřská škola stala místem každodenního učení. Vizualizace výsledků měření a porozumění efektivnímu využívání energie zde hrají důležitou roli. Očekává se, že získané poznatky budou přeneseny do rodin.

V rámci koncepce financování je také zdůrazněno vědecké sledování, hodnocení a optimalizace plánování, výstavby a provozu. Kromě vysoké energetické účinnosti je v popředí i environmentální a ekonomická udržitelnost. Cílem bylo proto vytvořit plusovou energetickou budovu z přírodních a obnovitelných surovin a používat inovativní techniky a materiály. Budova je pilotním projektem, jehož cílem je zvýšit povědomí o významu energetické účinnosti a udržitelnosti ve vnímání veřejnosti. Z tohoto důvodu byla koncepce záměrně nastavena na viditelné stavební prvky, jako je solární komín, sluneční kolektory a dřevěné konstrukce.

Velký pozemek s rozlohou přibližně 2400 m<sup>2</sup> se zužuje jižním směrem, což výrazně omezuje návrhový záměr navrhnout budovu na jih. Třípodlažní terasovitá budova je rozdělena centrální vstupní halou na přibližně dvě stejné části. V severní části budovy je mateřská škola umístěna v přízemí a družina v horním patře. V jižní polovině suterénu se nacházejí víceúčelové místnosti, které se otvírají do "dětského hřiště - amfiteátru" a jesle se nacházejí v přízemí. V horním patře je střešní terasa přístupná všem skupinám, které jsou částečně pokryty fotovoltaickými prvky. Centrální vchod je na západní straně budovy.

Kromě požadavků kladených na budovu s plusovou energií zahrnuje koncepce také použití udržitelných materiálů. Dřevo jako obnovitelná surovina je v této oblasti široce dostupné. Pro konstrukci obvodového pláště budovy byla proto vybrána konstrukce z lehkého dřeva. Suterénní podlaží je provedeno z železobetonu. Dvě navazující podlaží mají lehkou dřevěnou konstrukci. V přízemí je na jižní straně využito PCM podhledů pro zvýšení tepelné kapacity prostoru. Fasáda je řešena jako provětrávaný panelový systém.

Nosné vnitřní stěny jsou lepené vrstvené dřevěné prvky. Zvláštní konstrukcí nosné vnitřní stěny je "hliněná policová stěna" ve skupinových místnostech. Byla vyvinuta tak, aby byla schopna poskytnout další stavební hmoty pro účinnou kapacitu akumulace tepla a také zajistit přírodní regulaci vlhkosti pro optimální klima místnosti. Jiné vnitřní stěny jsou navrženy jako suchá výstavba.

Centrálními zdroji tepla jsou dvě vysoce účinná tepelná čerpadla země-voda. Pro energeticky efektivní provoz tepelných čerpadel je rozvod tepla provozován při nízkých teplotách. Provozní a vratná teplota podlahového vytápění je 35 ° C a 27 ° C. Tepelné čerpadlo 1 má výkon 26,1 kW a zajišťuje vytápění. Přenos tepla v budově probíhá prostřednictvím podlahového vytápění a ventilačního systému. Větrání má funkci vytápění a chlazení. Tepelné čerpadlo 2 s výkonem 26 kW se používá k ohřevu teplé užitkové vody. Solární tepelné soustavy (vakuové trubkové kolektory 29 m<sup>2</sup>) zajišťují predehřev teplé vody a podporu vytápění. Pro ukládání generovaného tepla jsou použity dva vyrovnávací zásobníky o objemu 3000 litrů. Pro výrobu elektrické energie je na ploché střeše budovy instalováno 192 solárních modulů s kapacitou 250 Wp. Instalovaná kapacita je 48 kWp.

Protisluneční žaluzie se ovládají ručně. Pouze ráno a večer v letních měsících nebo při přehřátí budovy se automaticky uzavírají. Osvětlení je řízeno v závislosti na intenzitě denního osvětlení.





V hygienických a komunikačních prostorech jsou pohybová čidla. Použity byly LED svítidla o výkonu 28 W.

Koncepce větrání má dva scénáře. Zimní scénář je udržovat okna zavřená, kdy větrání probíhá výhradně prostřednictvím mechanického ventilačního systému s rekuperací tepla o účinnosti 90%. Vzduch je možné předehřívat podzemní vodou při velmi chladných vnějších teplotách. Regulace ventilačního systému je řízena podle CO<sub>2</sub>. V letním scénáři zůstane ventilační systém vypnutý. Větrání je okny. Světelné indikátory CO<sub>2</sub> ukazují koncentraci CO<sub>2</sub> v místnosti a podporují správné ventilační chování.

K udržení příjemné teploty vnitřního vzduchu bez energeticky náročného chlazení je letní noční větrání realizováno pomocí solárního komínu, který se nachází přibližně ve středu budovy nad otevřenou oblastí atria. Toto zařízení umožňuje aktivní větrání všech místností budovy současně a odděleně při sledování dvou cílů. Na jedné straně může být příčné provětrání podporováno během dne a na druhé straně je možné automatické noční větrání. Pro denní příčné provětrávání je komín ovládán ručně. Pro noční chlazení budovy je ovládán automaticky (včetně předchlazení PCM umístěných na stropě). Pokud je v létě teplota vzduchu v místnosti vyšší než 24 ° C a zároveň je nižší venkovní teplota, solární komín se otevře, přičemž je nezbytné, aby se větrací okno automaticky otevřelo a dveře do dané místnosti byly nechány také otevřené.

K dosažení plusové budovy musí být vyrobeno více energie, než je spotřebováno pro vytápění, ohřev pitné vody, větrání, chlazení a osvětlení včetně potřebné pomocné energie a zároveň je nezbytné, aby celá budova byla efektivně monitorována a řízena. PV systém vyrábí o 1,9 kWh/m<sup>2</sup>a více než je spotřeba konečné energie (29,3 kWh/m<sup>2</sup>a).

Zdroj: (Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 2013)

#### 2.2.2.8. Revitalizace budovy střední školy Českobrodská 32a, Praha 9 do energeticky nulového standardu



Obrázek 14 Pohled do atria budovy střední školy Českobrodská 32a, Praha 9; autor: ECOTEN, 2017

Tento projekt je ve fázi přípravy realizace a je podpořen z programu Operační program Praha pól růstu. Budova školy na adrese Českobrodská 32a se skládá z části ve tvaru U ze 70. let v nosném ocelovém systému KORD a ze zděné přístavby z počátku 90.let v morálně i technicky



zastaralém stavu, tj. za svou životností. Lehký obvodový plášť (obsahuje azbest) je osazen hliníkovými výplněmi (částečně vyměněno za plastová okna), kdy spárami je vidět ven. Jednotlivé prvky krytí fasády jsou korodované. Střechou několikrát již zateklo a je ad hoc záplatovaná. Vnitřní montované konstrukce taktéž obsahují azbest. Hygienické zázemí nesplňují současné hygienické podmínky. Dispozice neodpovídá současným požadavkům na školní budovy.

Cílový stav budovy byl stanoven dle výzvy OP PPR na úroveň budovy s téměř nulovou spotřebou energie, optimálně jako pasivní budova. Podařilo se však optimalizací návrhu mimo jiné v souladu s metodikou SBToolCZ dosáhnout energeticky nulové budovy. V rámci metodiky SBToolCZ budova získala jako první nejvyšší ocenění – zlatý certifikát.

Plánovaná rekonstrukce je pilotním projektem moderní a transparentní školy. Obsahuje logicky využitě inovativní koncepty a technologie. Na níže uvedené koncepci řešení se jako konzultanti podíleli i odborníci z UCEEB ČVUT:

- Inovativní lehký obvodový dřevěný plášť s velmi nízkými dopady na životní prostředí jako výsledek českého aplikovaného výzkumu na UCEEB ČVUT;
- Extenzivní zelená střecha;
- Akumulace a retence dešťové vody (využití na zalévání a splachování + zpomalení odtoku do vodoteče); Úprava zeleně pro vytvoření příjemného prostředí pro pobyt v exteriéru;
- Popínavá zeleň chrání konstrukce a vytvářející příjemné prostředí a zároveň během vegetačního období sloužící jako stínící prvek přímo před okny (inovativní řešení stínění);
- Zeleň vytvářející bariéru mezi komunikací a areálem školy;
- Obálka budovy zateplená na úrovni požadavků na pasivní domy;
- Tepelná čerpadla země/voda zajišťující vytápění, ohřev TV i chlazení a zároveň pro větší variabilitu a jako zdroj pro pokrytí špiček CZT;
- Vzduchotechnický systém se zpětným získáváním tepla, který bude zajišťovat optimální podmínky v interiéru školy na základě nastaveného časového programu (rozvrhem), aktuální obsazenosti a měřením koncentrací VOC, CO<sub>2</sub>;
- Systém vytápění a chlazení stropními konvektory;
- Kombinace fotovoltaického (147 kWp) a bateriového systému (330 kWh) pro pokrytí potřeby elektrické energie i mimo dobu aktivní výroby;
- Inovativní prediktivní řízení energetického systému (známé spotřeby, potenciál výroby, stav baterie a spotové ceny elektrické energie na jeden den dopředu) a dynamické řešení nákupu a prodeje elektrické energie;
- Řešení silnoproudých instalací pro maximalizaci využití potenciálu bateriového systému (vyvažování zatížení jednotlivých fází);
- Inovativní fyzické i datové zabezpečení školy v souladu s nejmodernějšími trendy, vč. kartového systému, CCTV, ... (student je motivován registrovat svůj příchod, aby si s ním jednotlivé systémy školy vůbec „povídaly“);
- Inteligentní autonomní řízení všech komponent;
- LED osvětlení s dynamicky měnící se intenzitou v závislosti na úrovni osvětlení;
- Akumulace a využití šedé vody na splachování;
- Zpětné získávání tepla z teplé šedé vody (ze sprch);
- Přeměna dispozic celé budovy na moderní školu s maximalizací transparentnosti a zajištěním komfortního a kvalitního vnitřního prostředí;
- Rozvoj třídění odpadů;



- Přístřešek a stojany pro kola vč. nabíjecího místa pro elektrokola

Zdroj: ECOTEN, 2017

### 2.2.2.9. Revitalizace mateřské školy Osická do energeticky plusového standardu



Obrázek 15 Vizualizace mateřské školy Osická; autor: ECOTEN, 2018

Tento projekt je ve fázi přípravy realizace a čeká na schválení podpory z programu Operační program Praha pól růstu. Budova mateřské školy na adrese Osická 8, Praha 14 je zděný dům z 30.let 20.století, který byl původně postaven jako rodinný dům Od 50.let 20.století je využíván jako jednotřídní mateřská škola. Na objektu bylo provedeno minimálně zásahů. Návrh počítá s dispoziční úpravou splňující především hygienické požadavky. Budova stojí na velmi složitých základových poměrech a je realizována od 2.NP z velmi lehkých a málo únosných tvárníc, proto je plánováno odstranit toto zdivo, zajistit základy a nově realizovat jako železobetonovou konstrukci, na kterou je připevněna vertikální zelená zahrada. Budova stran obálky budovy splňuje požadavky na pasivní dům.

Jako hlavní zdroj energie bylo zvoleno tepelné čerpadlo vzduch-voda. Větrání je v zimním období zajištěno mechanickým větráním s rekuperací. Osvětlení je pomocí LED těles. Na střeše rizalitu a šikmé střeše jsou umístěny fotovoltaické panely o výkonu 5,6 kWp a bateriovým úložištěm o kapacitě 46 kWh.

Specifickým řešením je použití intenzivní vertikální zelené fasády a šikmé extenzivní střechy. Fasáda má závlakový systém. Voda, která je v budově spotřebována, je ve vegetačním období přečištěna kořenovou čistírnou a společně s akumulovanou dešťovou vodou a vodou z mělké studny je využívána pro zalévání zelené fasády a zahrady domu. Je tam minimalizována spotřeba pitné vody na zalévání.

Revitalizace budovy byla optimalizována pomocí metodiky SBToolCZ a jako druhá budova získala zlatý certifikát.

Zdroj: ECOTEN, 2018

### 2.2.3. Případové studie – adaptace na klimatickou změnu

#### 2.2.3.1. Revitalizace vodního systému krajiny a měst zatíženého významnými antropogenními změnami.

Výzkumný záměr byl zaměřen na krajino-ekologický výzkum, extrémní hydrologické situace a na snižování antropogenní zátěže vodních ekosystémů v městech a obcích. Byla zkoumána opatření v



krajinně zvyšující minimální průtoky ve vodních tocích v období sucha či omezující škodlivé účinky povodní, resp. zvýšení retenční schopnosti krajiny.

Zdroj: (Slavíček, Slavíčková, & Šťastný, 2010)

#### **2.2.3.2. Projekt RENETOWN (New post-socialist city: Competitive and Attractive“).**

Projekt je zaměřen na revitalizaci a vyřešení disproporcí urbánního životního prostředí postsocialistických měst střední a východní Evropy, která prochází složitými strukturálními proměnami (např. sídliště, průmyslové zóny apod.). Webová stránka obsahuje několik příkladů dobré praxe i z České republiky, například revitalizace městské části Praha 11.

Zdroj: (ReNewTown) a (ReNewTown, 2012)

#### **2.2.3.3. Centrum modelových ekologických projektů Hostětín.**

Realizace celé řady environmentálně příznivých projektů na úrovni domu a jeho okolí (modelový pasivní dům, systém sběru srážkové vody a její využití v domě, obnovitelné zdroje energie, přírodní zahrada podporující biodiverzitu), úrovni obce (obecní výtopna na biomasu, kořenová čistírna odpadních vod, šetrné venkovní osvětlení), okolí obce (ovocný sad s krajovými a starými odrůdami, pozemkový spolek realizující management chráněných území), věda a výzkum (pravidelná konference Venkovská krajina, zaměřená na příspěvky z oblasti ochrany přírody a krajiny, krajinné ekologie a inženýrství apod.)

Zdroj: (Veronika Centrum Hostětín)

#### **2.2.3.4. Návštěvnické biocentrum Ekocentra Sluňákov.**

Biocentrum plní funkci vzdělávacího, ubytovacího a modelového centra ekologických projektů zaměřených na stavebnictví, zahradní a krajinářské úpravy Nízkoenergetický dům s vegetační střechou, obnova a revitalizace mokřadů, vodních tůň a rybníků, přeměna pole v travnatý porost, obnova lužního lesa, návštěvnické centrum CHKO Litovelské Pomoraví, vzdělávací akce, semináře.

Zdroj: (Sluňákov – centrum ekologických aktivit )

#### **2.2.3.5. Permakulturní zahrada CEV Rozmarýnek.**

Zahrada obsahující prvky permakulturní a přírodní zahrady, obsahuje celou řadu prvků využívání dešťové vody apod. Drenážní příkopy (meliorační kanály vedoucí po vrstevnici, jejichž břehy jsou osázeny. Ústí do nich erozní rýhy vyryté přirozeně deštěm, jež jsou však ukryté pod vrstvou zeminy. Svejly zadržují vláhu na svahové části pozemku a brání erozi.) Systémy sběru dešťové vody (dřevěné žlaby, vodní tůň), vegetační střechy na hospodářských stavbách (kurník), kořenová čistírna odpadních vod apod.

Zdroj: (Lipka)

#### **2.2.3.6. Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR.**

Metodika napomáhá určit projektantovi nejvhodnější řešení pro hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území. Uvádí legislativní povinnosti i příklady dobré praxe ze zahraničí. Metodika není pro OPŽP závazná, ale patří mezi vysoce doporučované materiály.

Zdroj: (Sense technologies, 2015)

#### **2.2.3.7. Adaptace měst na změnu klimatu – výběr opatření a účast veřejnosti.**

Studie přináší základní pohled na zkušenosti 13 měst s přípravou adaptační strategie na změnu klimatu. Záměrem bylo zjistit konkrétní zkušenosti, problémy a přínosy provedených aktivit měst v





oblasti vnímání a reakce na změny klimatu na místní úrovni. Důležitým aspektem studie byl také pohled zástupců měst na to, jak vnímají svoji roli a také na to, jaké benefity městu přineslo vytvoření adaptační strategie.

Zdroj: (Ministerstvo životního prostředí)

#### *2.2.3.8. UrbanAdapt*

Rozvoj strategií přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách měst s využitím ekosystémově založených přístupů k adaptacím. Cílem projektu bylo spustit a rozvinout proces přípravy adaptační strategie měst a navržení a vyhodnocení vhodných adaptačních opatření ve vybraných pilotních městech Praha, Brno, Plzeň, a to pomocí ekosystémově založených přístupů.

Zdroj: (Ministerstvo životního prostředí, 2015)

#### *2.2.3.9. Adaptace sídel na změnu klimatu – praktická řešení a sdílení zkušeností.*

Hlavním cílem projektu bylo přispět ke zmírnění negativních dopadů změny klimatu na sídla (města a obce) v ČR, a to podporou provádění analýz dopadů změny klimatu na místní úrovni a podporou tvorby místních adaptačních strategií na změnu klimatu. Během projektu vznikl soubor nástrojů pro identifikaci hrozeb pro města a obce způsobených změnou klimatu, dále vznikly metodické nástroje pro tvorbu scénářů dopadu změny klimatu na místní úrovni a tvorbu adaptačních strategií.

Zdroj: (Ministerstvo životního prostředí, 2015)

#### *2.2.3.10. Počítáme s vodou.*

Webové stránky Počítáme s vodou jsou věnované přírodě blízkému hospodaření s dešťovou vodou. Pod tento pojem zahrnujeme opatření, která vedou k udržení vody v krajině a napodobení přirozených odtokových poměrů území před urbanizací. Zařízení věnovaná hospodaření s dešťovými vodami jsou taková, která podporují výpar, vsakování a pomalý odtok do lokálního koloběhu vody. Patří sem i opatření, která alespoň určitým způsobem přispívají k zachování přirozeného koloběhu vody, např. akumulací a užíváním dešťové vody nebo retencí a regulovaným odtokem do stokové sítě.

Zdroj: (ekocentrum Koniklec, 2013)



### 3. Analytická část

#### 3.1. State-of-art

##### 3.1.1. Modrožlutá kniha Smart Písek

Modrozlužá kniha Smart Písek je základním strategickým dokumentem v oblasti Smart City. Koncept zahrnuje následující pilíře:

- Inteligentní mobilita
- Inteligentní energetika a služby
- Integrované infrastruktury a ICT

V rámci projektů chytrých měst je nutno řešit následující oblasti (Smart Plan, 2015, str. 10):

- Integrace stávajících a nových budov městských čtvrtí - využití nástrojů multikriteriálního posuzování integrace nových budov do stávajících městských čtvrtí s ohledem na stanovené strategie dané čtvrti či města
- Energetický audit městských čtvrtí - zavedení nástrojů pro energetický audit včetně výběru konkrétních měřených veličin, které budou měřeny ve stávajících i nových budovách v rámci auditu. Příkladem může být tzv. proces SEAP.
- Energetický monitoring městských čtvrtí - zavedení systému kontinuálního monitorování klíčových parametrů, který bude možno využít při řízení energetické účinnosti celých čtvrtí či města za přijatelných finančních podmínek (proveditelnost).
- Vytvoření „energeticky zelené sítě“ - oslovení zainteresovaných partnerů v rámci městské čtvrti či města, aby pomoci vzájemné spolupráce a synergie vytvořili model, díky němuž může docházet k úspoře energií v rámci městské čtvrti či města.
- Používání nových materiálů a chytrých řešení - vytvoření podmínek pro používání nových materiálů a chytrých řešení při osvětlení, vytápění, chlazení, energetiku včetně veřejných dobíjecích míst pro elektromobily na veřejných i neveřejných místech.
- Nové řešení s nulovou energetickou zátěží - vytváření podmínek pro inovativní řešení, která povedou ke vzniku budov či městských čtvrtí, které mají nulovou energetickou zátěž (zero energy developments).

##### 3.1.2. Strategický plán a tvorba koncepce rozvoje města Písku do roku 2025

Strategický plán definuje tři prioritní rozvojové oblasti (Berman Group, 2015, str. 6):

- A. “Ekonomika a podnikání“;
- B. “Mobilita“ a
- C. “Atraktivita města“

V rámci prioritní oblasti A byla definována podoblast A.1 Kvalifikovaná pracovní síla odpovídající potřebám zaměstnavatelů ve městě. Kdy ve uvedených opatřeních se objevuje záměr podporovat technické a přírodovědné vzdělávání a popularizace technického a přírodovědného vzdělání v MŠ a ZŠ. Další klíčovou podoblastí je A.2 Vyšší podnikavost ve městě, jejímž cíle je: „Vytvářet příznivé podmínky pro vznik nových zajímavých firem a podporovat rozvoj a fungování začínajících podnikatelů ve městě.“ Ibidem, str. 15 a to na základních a středních školách.



### 3.1.3. Tepelná koncepce města Písek

Z tepelné koncepce vyplývá (SEVEn Energy, 2016, stránky 8, 9), že soustava zásobování teplem (SZT) je v Písku velmi významná, neboť zásobuje více než 600 odběrných míst (75% domácností = 8 tisíc bytů = 60% bytového fondu = 50% pokrytí celého bytového fondu). 660 tis GJ/ročně z 1 mil GJ v palivech je spotřebováno v centrálních zdrojích. Vedle zdrojů v podobě teplárny Smrkovice (48 MWt + 7,8 MWe) (původní na uhlí) a výtopny Samoty (dříve na uhlí 38 MWt, v roce 2018 renovaná na plyn 18,38 MWt sloužící jako záložní zdroj) je SZT tvořeno 26 km trubních tras (12 km parních, 10 km horkovodních, 4 km teplovodních) a více jak 240 výměňovými stanicemi. Stav teplárny Smrkovice odpovídá stáří a při běžné údržbě a opravách může být provozována do roku 2030, resp. za podmínky investice do odsiřovacího zařízení do roku 2023. Transformační ztráty při výrobě tepla dosahují 25%. V rozvodech dochází k tepelným ztrátám vy výši 25% (50% v parních rozvodech). Na straně spotřeby se domácnosti podílí zhruba ze dvou třetin a je předpoklad dalšího poklesu odebraného tepla vlivem dalšího zateplování budov, které je vhodné kompenzovat připojením dalších odběratelů, aby byla cena GJ tepla konkurenceschopná. Výsledky tepelné koncepce se zabývá kapitola č. 4.4 Revitalizace centrálního zásobování teplem.

## 3.2. Datové sady a identifikovaná data

### 3.2.1. Datová sada – PENB a energetické audity

#### 3.2.1.1. Popis

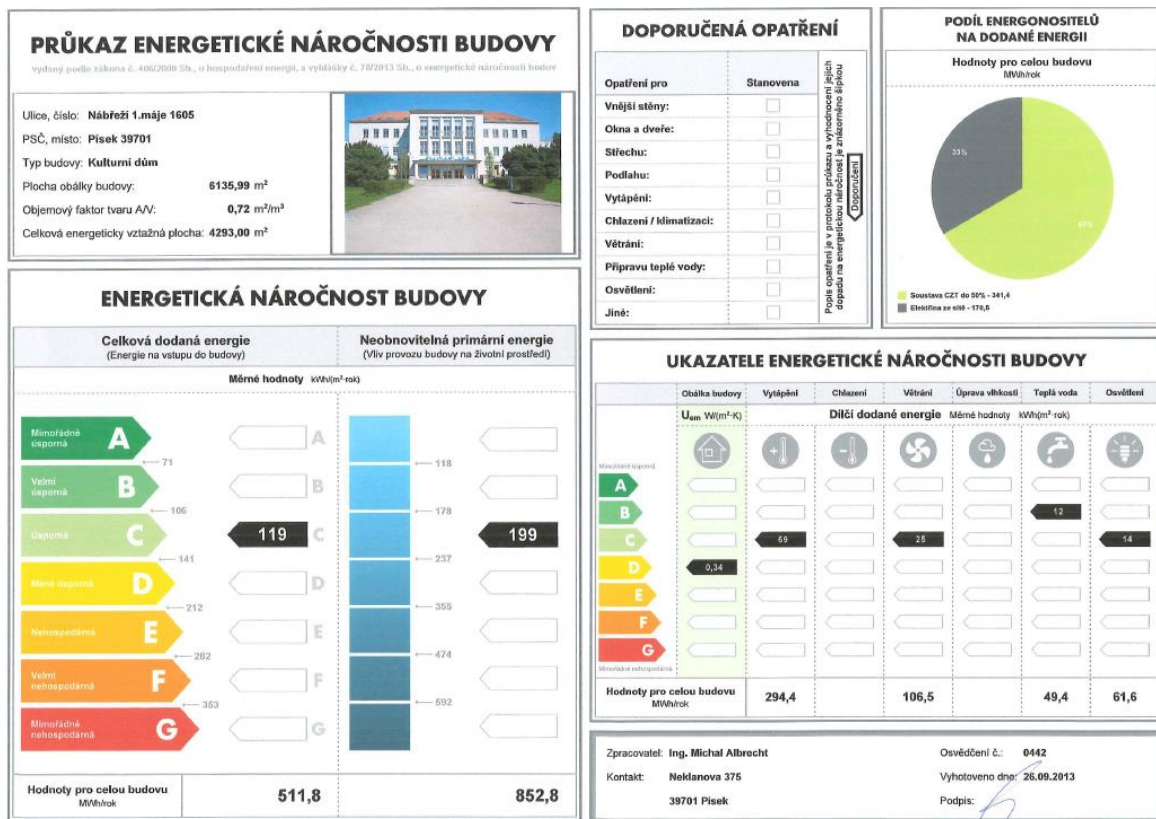
Průkaz energetické náročnosti (PENB) a energetický audit (EA) jsou základními dokumenty popisujícími energetickou náročnost bytové/nebytové jednotky či budovy a energetického hospodářství. Zároveň je mezi těmito dokumenty velký rozdíl.

PENB se řídí §7a zákona 406/2000 Sb. v aktuálním znění. Pro budovy s větší energeticky vztažnou plochou než 250 m<sup>2</sup> v majetku města Písek platí povinnost opatřit si průkaz energetické náročnosti. PENB pracuje s normalizovanými okrajovými podmínkami, tj. vč. chování uživatele z důvodu, aby bylo možné jednotlivé budovy mezi sebou porovnávat. Normalizované okrajové podmínky odstraňují např. vliv uživatele, který je velmi šetřivý nebo naopak velmi náročný, např. na výši teploty vnitřního vzduchu. PENB tedy slouží jako základní materiál pro orientaci v energetické náročnosti budov a zároveň jako vodítko, pro případné plánování snížení energetické náročnosti. V PENB se zpracovávají doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy. Z PENB nedají získat informace o technickém stavu budovy a jejích konstrukcí.

EA se řídí §9 zákona 406/2000 Sb. v aktuálním znění. V odstavci 2 je uvedeno, že: „Podnikatel, který není malým nebo středním podnikatelem, je povinen zpracovat pro jím užívané nebo vlastněné energetické hospodářství energetický audit a dále jej pravidelně zpracovávat nejméně jednou za 4 roky. Povinnost zpracovat audit nemá ten podnikatel, který má zaveden a akreditovanou osobou certifikován systém hospodaření s energií podle české harmonizované normy upravující systém managementu hospodaření s energií nebo má zaveden a akreditovanou osobou certifikován systém environmentálního řízení podle české harmonizované normy upravující systémy environmentálního managementu, který zahrnuje energetický audit.“ Právní názory, zda se na obec tento předpis uplatňuje, se různí. EA oproti PENB pracuje se skutečnými spotřebami energií a je v něm popsán technický stav jednotlivých částí, které hodnotí. Cílem EA je navrhnout ekonomicky nejvhodnější kombinaci opatření, které budou snižovat energetickou náročnost a tím i finanční provozní náročnost. U EA se také provádí ekologické hodnocení navržených opatření.

### 3.2.1.2. Formát

PENB je tvořen protokolem a grafickou částí. Dle písm d, odst. 1, §7a zákona 406/2000 Sb. v aktuálním znění: „u budovy užívané orgánem veřejné moci v případě, že pro ni nastala povinnost opatřit si průkaz podle odstavce 1 písm. a) až c), umístit průkaz v budově podle prováděcího právního předpisu“, tzn. dle §10 vyhlášky 78/2013 Sb. v aktuálním znění: „...se v případě budovy užívané orgánem veřejné moci umísťuje na plochu vnější stěny budovy bezprostředně vedle veřejného vchodu do budovy nebo plochu svislé stěny ve vstupním prostoru uvnitř budovy navazující na tento vchod.“



Obrázek 16 Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy

Rozsah a obsah energetického auditu definuje vyhláška 480/2012 Sb. v aktuálním znění. Jedná se o dokument, který identifikuje předmět EA, popisuje stávající stav vč. vyhodnocení, navrhuje opatření ke zvýšení účinnosti užití energie, sdružuje je do variant a doporučuje vybranou optimální variantu z hlediska finanční výhodnosti.

### 3.2.1.3. Shromažďovatel dat

Jednotlivé odbory a městské organizace mají k dispozici PENB k budovám, které mají ve správě. V případě města Písek se jedná o:

- Odbor investic a rozvoje
- Domovní a bytová správa Písek
- Městské služby Písek
- Lesy města Písku

Scany nebo digitálně čitelná data nejsou veřejně k dispozici. Grafické části PENB jsou umístěny v souladu s legislativou.



#### 3.2.1.4. *Vlastník dat*

Zdrojové soubory nebyly zpracovatelem PENB poskytnuty, nejsou však pro objednatele zásadní, neboť pro zpracování PENB se používá specializovaný software, který objednatel (město Písek nevlastní). Výstupy, tj. PENB a vstupy výkresová dokumentace, spotřeby energií jsou ve vlastnictví města Písek.

### 3.2.2. Datová sada – spotřeba tepla

#### 3.2.2.1. *Popis*

Značná část budov v majetku města Písek je napojena na soustavu zásobování teplem (SZT) Teplárny Písek, ve které má město Písek majetkový podíl.

#### 3.2.2.2. *Formát*

Rekonstruované budovy škol a školek metodou EPC mají spotřeby tepla ve formě otevřených dat umístěné v Energetickém portále (portal-pisek.enesa.cz). Ostatní budovy jsou řešeny jednoročním vyúčtováním a fakturací.

#### 3.2.2.3. *Shromažďovatel dat*

Správci jednotlivých budov shromažďují vyúčtování a fakturace.

#### 3.2.2.4. *Vlastník dat*

Teplárna Písek je vlastníkem dat.

### 3.2.3. Datová sada – spotřeba elektrické energie

#### 3.2.3.1. *Popis*

Spotřeba elektrické energie v jednotlivých budovách je měřena fakturačními elektroměry, které jsou v majetku distribuční společnosti E.ON Distribuce, která zajišťuje údržbu, výměnu a odečty.

#### 3.2.3.2. *Formát*

Vyúčtování a fakturace je prováděna jednou ročně.

#### 3.2.3.3. *Shromažďovatel dat*

Od 9.2.2017 je pověřena administrací veřejných zakázek na dodávky plynu a elektrické energie, audity odběrných míst, optimalizace distribučních sazeb společnost ENSYTRA, Mohelnice, která shromažďuje veškerá data.

#### 3.2.3.4. *Vlastník dat*

E.ON Distribuce je vlastníkem dat.

### 3.2.4. Datová sada – spotřeba plynu

#### 3.2.4.1. *Popis*

Spotřeba plynu v jednotlivých budovách je měřena fakturačními plynoměry, které jsou v majetku distribuční společnosti E.ON Distribuce, která zajišťuje údržbu, výměnu a odečty.

#### 3.2.4.2. *Formát*

Vyúčtování a fakturace je prováděna jednou ročně.



#### *3.2.4.3. Shromažďovatel dat*

Od 9.2.2017 je pověřena administrací veřejných zakázek na dodávky plynu a elektrické energie, audity odběrných míst, optimalizace distribučních sazeb společnost ENSYTRA, Mohelnice, která shromažďuje veškerá data.

#### *3.2.4.4. Vlastník dat*

E.ON Distribuce je vlastníkem dat.

### 3.2.5. Datová sada – spotřeba vody

#### *3.2.5.1. Popis*

Spotřeba vody v jednotlivých budovách je měřena fakturačními vodoměry, které jsou v majetku distribuční společnosti ČEVAK, která zajišťuje údržbu, výměnu a odečty.

#### *3.2.5.2. Formát*

Vyúčtování a fakturace za vodné a stočné je prováděna jednou ročně.

#### *3.2.5.3. Shromažďovatel dat*

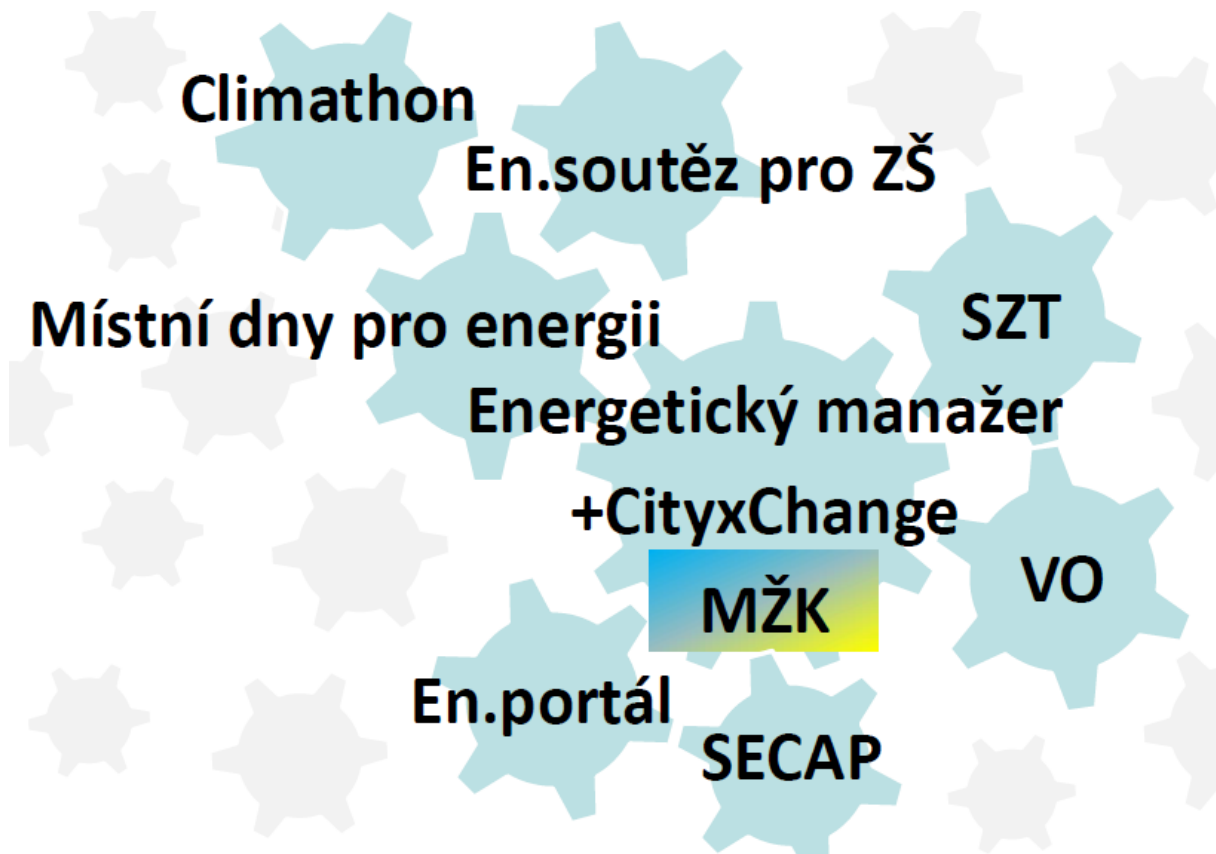
Správci jednotlivých budov shromažďují vyúčtování a fakturace

#### *3.2.5.4. Vlastník dat*

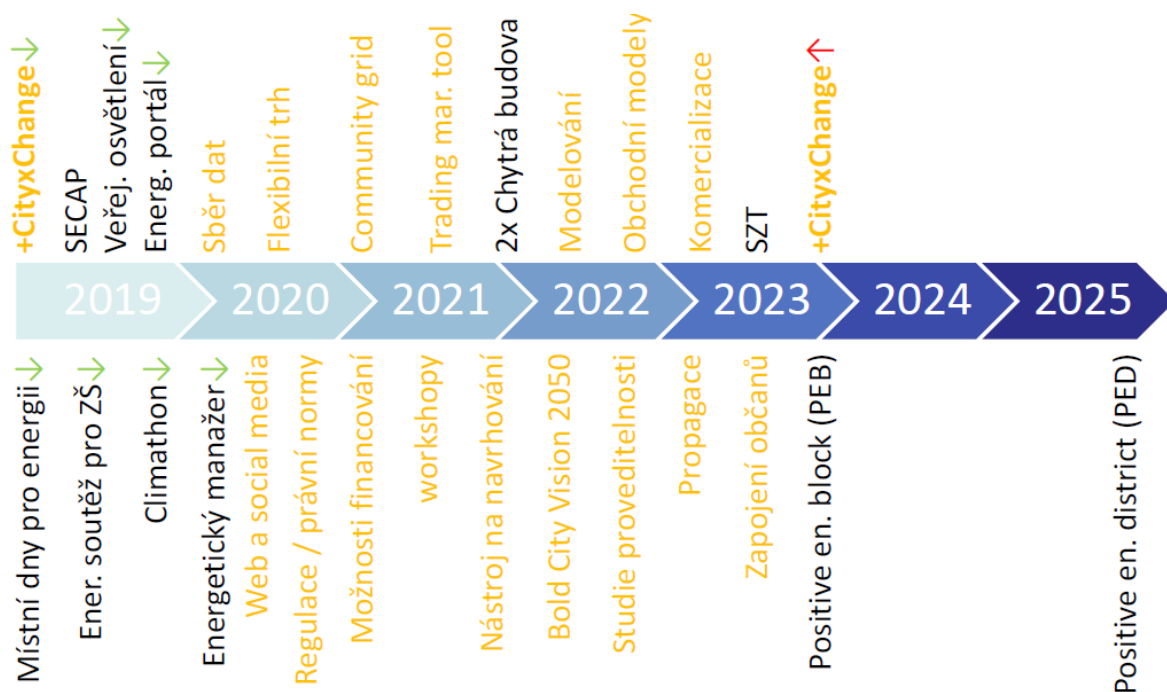
ČEVAK je vlastníkem dat.



#### 4. Návrhová část



Obrázek 17 Grafické znázornění vazeb jednotlivých opatření návrhové části této koncepce; autor: Ing. Jiří Tencar, Ph.D.



Obrázek 18 Grafické znázornění Road Map jednotlivých opatření návrhové části této koncepce; autor: Ing. Jiří Tencar, Ph.D.



## 4.1. Opatření č. 1 – Pakt starostů a primátorů

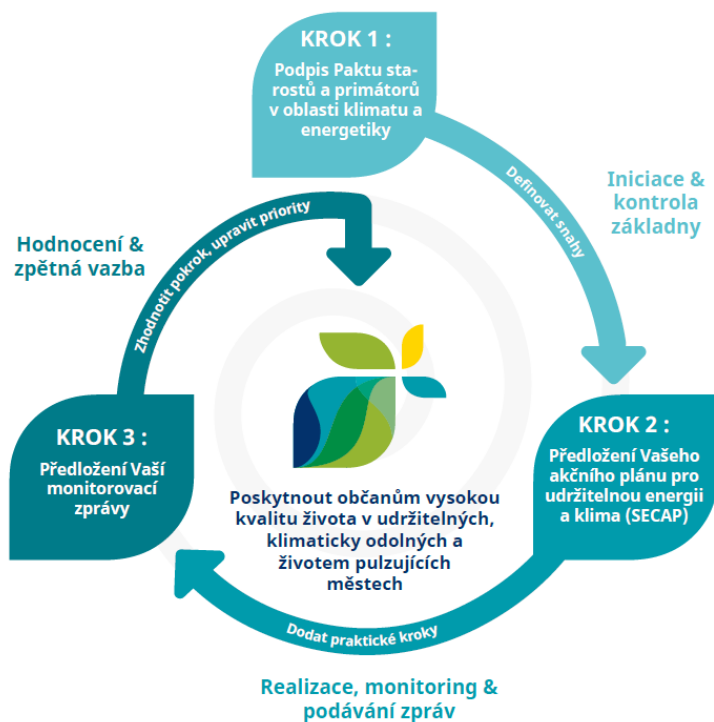
### 4.1.1. Popis

Písek se dne 10.8.2017 připojil k signatářům Paktu starostů a primátorů. Zavázal se tak ke zpracování Akčního plánu udržitelné energie a klima v časovém horizontu dvou let. Deklaroval podporu implementace 40% snížení emisí skleníkových plynů do roku 2030 a přijetí společného přístupu k řešení zmírňování a přizpůsobení se změně klimatu. (Pakt starostů a primátorů)



Obrázek 19 loga Paktu starostů a primátorů a snížení emisí CO<sub>2</sub> do 2030 a podpory zmírňování a přizpůsobení se změně klimatu; autor: <https://www.paktstarostuaprimatoru.eu>

Pakt starostů a primátorů definuje jednotlivé kroky vedoucí k výše uvedenému cíli, které jsou uvedené v infografice níže (Pakt starostů a primátorů, 2016):



Obrázek 20 Pakt starostů a primátorů – krok za krokem; autor: (Pakt starostů a primátorů, 2016)

Výhody, které plynou městu Písek z faktu, že je signatářem Paktu starostů a primátorů (Pakt starostů a primátorů, 2016):

- Široké mezinárodní uznání a zviditelnění opatření města v oblasti klimatu a energetiky
- Příležitost podílet se na utváření politiky EU v oblasti klimatu a energetiky
- Věrohodné závazky prostřednictvím kontroly a monitorování pokroku
- Lepší finanční příležitosti pro místní klimatické a energetické projekty
- Inovativní způsoby vytváření sítí, výměny informací a budování kapacity prostřednictvím pravidelných akcí, partnerství měst, webinářů nebo on-line diskuzí





- Praktická podpora (helpdesk), instruktážní materiál a nástroje
- Rychlý přístup k „know-how vedoucím k dokonalosti“ a inspirativním případovým studiím
- Uspadně sebehodnocení a vzájemné (peer-to-peer) výměny prostřednictvím společné šablony pro monitorování a podávání zpráv
- Flexibilní referenční rámec pro akci, přizpůsobitelný místním potřebám
- Posílená spolupráce a podpora ze strany celostátních a nižších než celostátních orgánů

Písek v roce 2017 požádal Ministerstvo životního prostředí o poskytnutí dotace na projekt: „Komplexní příprava a vzdělávání v oblasti snižování uhlíkové stopy a změny klimatu pro Smart Písek“, kdy předmětem projektu je zpracování Akčního plánu pro udržitelnou energii a klima (SECAP) s předpokladem snížení emisí CO<sub>2</sub> o 40% do roku 2030. V průběhu zpracování akčního plánu budou uspořádány 2 místní dny pro energii (zde jsme dále zahrnuli soutěž pro školy a Climathon). Podpora byla přidělena ve výši 1 076 416,- Kč (80%). 20% zdrojů jde z rozpočtu města. Celková částka je vyčíslena na 1 345 520,- Kč.

#### 4.1.2. Navrhovaná řešení

##### 4.1.2.1. Akční plán pro udržitelnou energii a klima (SECAP)

Akční plán pro udržitelnou energii a klima bude obsahovat výchozí (předpoklad rok 2015) energetickou bilanci a bilanci základních emisí (audit) pro sledování opatření ke zmírnění důsledků a posouzení rizik a zranitelnosti spojených se změnou klimatu, která zahrnuje:

Na straně spotřeby

- Městské budovy, vybavení/zařízení
- Terciální (neměstské) budovy, vybavení/zařízení
- Rezidenční budovy
- Veřejné osvětlení
- Průmysl (kromě průmyslu, který je zapojen do evropského trhu s emisními povolenkami)
- Městský vozový park
- Veřejná doprava
- Komerční vozový park

Na straně výroby

- Větrné elektrárny
- Vodní elektrárny
- Fotovoltaika
- Kombinovaná výroba elektřiny a tepla
- Soustava zásobování teplem
- Jiné

##### 4.1.2.2. Energetická soutěž pro žáky základních škol

V rámci aktivity 2 místních dnů pro energii pro veřejnost je plánováno realizovat:

- Workshopy k uhlíkové stopě
- Promítání ekologických filmů
- Panelové diskuze
- Energetickou soutěž pro základní školy vč. vyhodnocení a předání odměn vítězům



Umědomujeme si důležitost vzdělávání dětí, žáků a studentů. Pokud děti porozumí důležitosti energetických úspor a ochraně životního prostředí, např. třídění odpadu, mohou nabyté informace a vzorce chování přenést na rodiče a tím multiplikovat dopad. Důležitým aspektem je u žáků vyvolat o danou problematiku zájem tím, že jim umožníme si v reálu „osahat“, zažít dopady svého jednání zábavným a motivujícím způsobem např. hrou či soutěží.

V Písku bylo několik mateřských a základních škol revitalizováno metodou EPC a díky dostupnosti některých dat, snaze otvírat městská data a finančním prostředkům z nadúspor je realizován „Energetický portál“ města Písku, ve kterém jsou uveřejňované spotřeby tepla v projektech výše zmíněných (19 mateřských a základních škol) a dalších 6 veřejných budovách. Je plánováno další rozšíření o vodoměry, elektroměry a plynoměry, ale také postupné zapojování všech budov v majetku města Písek.

Vzniká tak platforma pro osvětu, vzdělávání a otevírání městských dat. Pro studenty základních škol v Písku je připravována soutěž o nejlepšího energetického manažera nebo manažerský tým. Nejprve formou přednášek a workshopů budou žáci seznámeni s problematikou energetických úspor vč. demonstrací jednotlivých opatření. Následně po danou dobu budou uplatňovat získané znalosti o energetickém managementu a budou soutěžit mezi školami. Pro větší motivaci budou moci sledovat své výsledky online na energetickém portále.

#### 4.1.2.1. *Climathon*

Climathon je 24hodinový hackaton organizovaný globálně a věnovaný řešením klimatických problémů města. Během hackatonu se podnikatelé, studenti, vývojáři a další setkávají, aby řešili klimatickou výzvu, jimž čelí město (město si definuje výzvy k řešení). Je organizován každý rok v září organizací EIT Climate-KIC, která je evropskou znalostní a inovační komunitou usilující o urychlení přechodu na ekonomiku s nulovým obsahem uhlíku. Organizace s podporou Evropského inovačního a technologického institutu identifikuje a podporuje inovace, které pomáhají společnosti zmírňovat změny klimatu a přizpůsobovat se jim, resp. že decentralizovaná a udržitelná ekonomika není nutná pouze k tomu, aby zabránila katastrofické změně klimatu, ale představuje rovněž mnoho příležitostí pro podnikání a společnost.



Obrázek 21 Grafické znázornění jednotlivých kroků během Klimathonu; autor: <https://climathon.climate-kic.org/en/about>



Město Písek je ve skupině subjektů, které mohou Climathon hostit. Město pro realizaci hackatonu definuje konkrétní výzvy, které budou předmětem řešení během 24 hodin a jsou zatříděny do některé z uvedených skupin (Climate - KIC):

**Mobilita** - Doposud bylo odvětví dopravy nejvíce odolné vůči emisnímu pokroku. Města jsou zároveň klíčem k řešení této výzvy, jelikož se potýkají s trilemem mobility čistého ovzduší, uhlíku a přetížení, přičemž stále čelí rostoucí poptávce po pohybu osob a zboží.

**Revitalizace budov** - Budovy hrají zásadní roli při zmírňování změny klimatu a jsou přímo spojeny s odolností budoucích čtvrtí, okresů a měst. Je nezbytně nutné, aby města zvýšila objem rekonstrukcí, aby se dosáhlo cíle Pařížské dohody udržet nárůst teploty "pod úrovní dvou stupňů".

**Cirkulární ekonomika** - Tradiční lineární ekonomika podporuje krátkozraký design, nápadnou spotřebu a neefektivní zpracování odpadu. Města jsou hlavními kandidáty pro průkopnickou novou dlouhodobou vizi: Cirkulární ekonomika - které integruje udržitelnou produkci napříč dodavatelskými řetězci, stejně jako lepší spotřebu.

**Jídlo** - Světová produkce potravin se musí do roku 2050 zdvojnásobit, aby se pokryl populační růst, a zároveň se musí zabývat dopady změny klimatu. Potřeba rozvíjet integrované a udržitelné městské potravinářské systémy, včetně hodnotových řetězců a chování spotřebitelů, je naléhavou výzvou k opatření pro města.

**Financování** - Ve městech bude v následujících 15 letech celosvětově nedostatek finančních prostředků na udržitelnou infrastrukturu vyčíslený na 93 bilionů dolarů. Zaměření na slibné investiční nástroje, jakož i na přípravu projektů a budování kapacit umožní investorům propojit se s profitabilními ekologickými aktivy ve městech.

**Lidské chování** - Chování občanů je do značné míry zodpovědné za současné trendy globální změny klimatu. Proto změna neudržitelných modelů spotřeby a výroby odhaluje klíčový potenciál pro dopad na změnu klimatu.

**Water management** - Města se potýkají s rostoucími problémy s vodou v důsledku změny klimatu. Infrastruktura pro pitnou vodu, odpadní a dešťovou vodu může být poškozena bouřkami, nárůstem hladiny moře a neudržitelnými politikami. Klimatické změny také způsobují nedostatek vody, který postihuje více než 150 milionů lidí na celém světě.

**Energie** - Města spotřebovávají 78% světové energie a produkují 60% všech emisí. Vzhledem k tomu, že se městská populace zvyšuje po celém světě, jsou pro úsilí o snižování emisí rozhodující města.

**Extrémní počasí** - V posledních desetiletích došlo k extrémním klimatickým událostem, jako jsou vlny horka, chladu, bouřky a sucha jsou častější a intenzivnější. Očekává se, že další nárůst dosáhne nebývalých úrovní, a proto je rozvoj odolnosti pro všechna města nutností.

**Nakládání s odpady** - Vzhledem k tomu, že města čelí tlaku na zlepšení efektivity řízení zdrojů, čelí rostoucím cenám energie a dochází k ubývání místa na skládky, stává se snižování generovaných odpadů čím dál více důležitějším. Odpadové hospodářství by mohlo zlepšit emise všech odvětví hospodářství.

**Znečištění ovzduší** - Více než 80% lidí žijících v městských oblastech je vystaveno špatné kvalitě ovzduší. Snižování znečištění ovzduší by mělo být prioritou všech měst, nejen kvůli snížení negativních dopadů změny klimatu, ale také pro zdraví občanů.



## 4.2. Opatření č. 2 - Energetický portál

### 4.2.1. Popis

Problematika energetických úspor, energetické účinnosti a adaptace na změnu klimatu se prolíná všemi strategickými dokumenty a akčními plány na všech úrovních. Zároveň je nezbytné s touto problematikou seznamovat všechny stakeholdery a věnovat velkou pozornost na obyvatele města Písku. Hlavní gestoři témat ministerstvo životního prostředí (MŽP), ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) a ministerstvo pro místní rozvoj (MMR) si taktéž tuto nutnost uvědomují a vydávají různé informační materiály.

MŽP: [https://www.mzp.cz/cz/obnovitelne\\_zdroje\\_informacni\\_podpora](https://www.mzp.cz/cz/obnovitelne_zdroje_informacni_podpora)

MMR: <https://mmr.cz/cs/Pro-media/Publikace>

MPO: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/dotace-na-uspory-energie/poradenstvi-pri-zpracovani-kvalitnich-energeticky-uspornych-projektu--22898/>

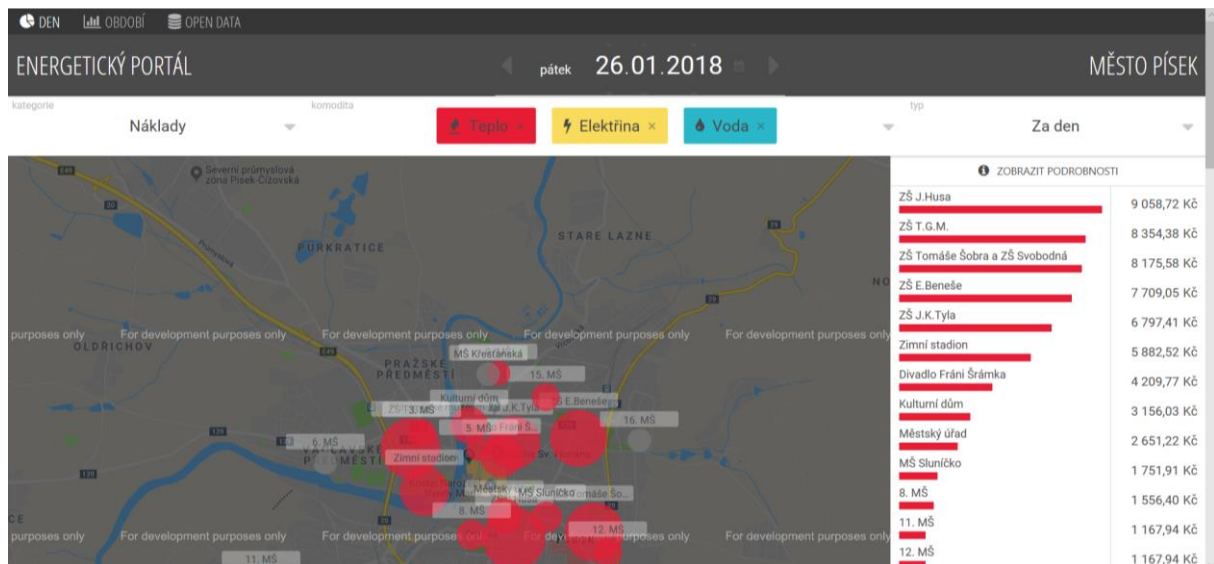
Nicméně výše uvedení hlavní gestoři systémově nijak nepodporují zcela klíčovou oblast, bez které jsou všechny výše uvedené materiály spíše pouze teoretické, a tou je energetický management, resp. průběžné měření a řízení jednotlivých technických systémů budov. Tento problém je, jak vyplývá z analytické části tohoto dokumentu, celoevropský a jednotlivé projekty se na zavedení průběžného měření a řízení zaměřují, neboť bez něho nelze smysluplně plánovat ani realizovat energetické úspory.

Město Písek ve vazbě na legislativu udělalo jeden ze základních kroků ve sběru dat. Pro budovy v majetku města byly zpracovány průkazy energetické náročnosti, které však nejsou nikde dostupné (kromě vyvěšené grafické části PENB přímo na předmětné budově). Hodnoty v nich uvedené nejsou nikde vedeny ve strojově čitelné podobě. Dalším pozitivním krokem bylo využití principu služeb se zaručeným výsledkem (EPC – energy performance contracting) při revitalizaci některých veřejných budov (viz. část 3.2), kdy dodavatel těchto služeb má otopná tělesa osazena elektronickými hlavnicemi a v místnostech teploměry a zároveň má dostupná data o spotřebě (1x za den) zveřejňovaná poskytovatelem tepla (Teplárna Písek).

Uvědomujeme si závažnost neexistence energetického managementu, tj. průběžného měření a řízení, a příležitosti, které může generovat stav, kdy tato data budou tzv. Open Data.

### 4.2.2. Navrhovaná řešení

Společně s dodavatelem služeb EPC společnosti ENESA je realizován energetický portál ([portal-pisek.enesa.cz](http://portal-pisek.enesa.cz)). Jeho uživatelské rozhraní je ve formě map s vyznačenými předmětnými městskými objekty, k nimž jsou dostupná data. Systém by měl pracovat se čtvrt hodinovými (elektrina), případně hodinovými údaji (teplo, plyn a voda) o spotřebách. V současné době jsou zavedena data pouze k teplu, a to v jednodenním časovém kroku. Měřiče vody jsou již instalovány a čeká se na zapojení do systému. Elektroměry jsou předběžně domluveny s EO.N, jako distributorem. Plynoměry jsou předběžně domluveny se společností MVV, která také poskytuje EPC služby v Písku. Zároveň probíhá osazení měření kvality ovzduší, které bude do portálu zaintegrováno. Zároveň je nezbytné, i přes to, že není dostupná žádná podpora na zavedení on-line měření, aby město do zavedení on-line sběru dat investovalo vč. potřebné hardwarové a softwarové infrastruktury.



Obrázek 22 Grafické zobrazení energetického portálu; autor: <http://portal-pisek.enesa.cz/day>

Dalším rozvojem energetického portálu je zapojení všech městských budov a zároveň rozšíření otevřených datových sad o průkazy energetické náročnosti v grafické podobě a ve strojově čitelné podobě obsahující následující údaje:

- Celková dodaná energie (měrné hodnoty v kWh/m<sup>2</sup>/rok a hodnoty pro celou budovu v MWh)
- Neobnovitelná primární energie (měrné hodnoty v kWh/m<sup>2</sup>/rok a hodnoty pro celou budovu v MWh)
- Celková primární energie (hodnoty pro celou budovu v MWh)
- Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie v %
- Podíl energonositelů na dodané energii v MWh/rok
- Obálka budovy U<sub>em</sub> v W/m<sup>2</sup>K
- Vytápění (měrné hodnoty v kWh/m<sup>2</sup>/rok a hodnoty pro celou budovu v MWh)
- Chlazení (měrné hodnoty v kWh/m<sup>2</sup>/rok a hodnoty pro celou budovu v MWh)
- Větrání (měrné hodnoty v kWh/m<sup>2</sup>/rok a hodnoty pro celou budovu v MWh)
- Úprava vlhkosti (měrné hodnoty v kWh/m<sup>2</sup>/rok a hodnoty pro celou budovu v MWh)
- Teplá voda (měrné hodnoty v kWh/m<sup>2</sup>/rok a hodnoty pro celou budovu v MWh)
- Osvětlení (měrné hodnoty v kWh/m<sup>2</sup>/rok a hodnoty pro celou budovu v MWh)
- Platnost průkazu energetické náročnosti ve formátu DD.MM.RRRR

Zřízení a provoz Energetického portálu je financováno z nadúspor dosažených u EPC projektů revitalizace základních a mateřských škol, které provedla společnost ENESA. Po skončení EPC projektů je předpoklad, že provoz a údržba bude financována z fondu úspor, který je popsán v kapitole 4.5 Opatření č. 5 – Energetický manažer a energetický plán obce.

### 4.3. Opatření č. 3 – Veřejné osvětlení

#### 4.3.1. Popis

V roce 1887 zakoupilo město Písek 24 kusů obloukovek a 61 žárovek, které byly napájeny z elektrárny v Podskalském mlýně. Dne 23. června 1887 bylo v Písku uvedeno do provozu první české veřejné elektrické osvětlení celoměstského významu. (WIKIPEDIE, 2018)



Veřejné osvětlení je specifické velkým opakováním poměrně malého zdroje (spotřebiče) rozmístěným na velké ploše, tj. např. v Písku je cca 4 000 světelných bodů. Světelný bod se skládá (Enerfis):

- Světelný zdroj - přemění elektrickou energii ve světelnou. Mezi hlavní jeho parametry patří světelný tok (lm), elektrický příkon P (W), měrný výkon  $\eta$  (lm/W), doba života t(h), index podání barev Ra(-), teplota chromatičnosti Tc(K).
- Svítidlo - slouží k úpravě prostorového rozložení světelného toku a obsahuje i předřadník, jelikož výbojová i polovodičová svítidla nelze přímo připojit k rozvodné síti.
- Nosné konstrukce - různého typu (stožár, výložník, rameno, převěšové lano).

Na světelný bod pak navazují kabelové rozvody a rozvodné skříně. Revitalizace světelných bodů v Písku se provádí postupně. Realizace obnovy všech cca 4 000 bodů je z finančního hlediska nerealizovatelná.

Z analytické části vyplývá, že projekty Smart City věnují pozornost inteligentnímu veřejnému osvětlení, neboť díky jeho specifičnosti, kdy systematicky pokrývá celé město, je ideálním místem pro umístění dalších zařízení jako jsou různé sensory či vysílače (Wi-Fi nebo IoT sítě)

Výměna veřejného osvětlení v obcích mimo chráněné krajinné oblasti je financována do výše 50% z národních prostředků programu EFEKT.

#### 4.3.2. Navrhovaná řešení

V současné době je v Písku řešen projekt výměny 179 světelných bodů v centru města, kdy jsou na tyto body kladeny požadavky památkové ochrany a kvalitativní požadavky. Není uvažováno s možností pozdější integrace prvků sensorické sítě. Cena investice je cca 3 mil Kč, kdy při získání dotace bude 50% kryto z národních prostředků. Nová instalace by měla přinést 50% úsporu provozních nákladů. Nové osvětlovací body budou opatřeny LED světly s autonomním stmíváním a systémem spořicí energií, systémem kompatibilním s ostatními technologiemi ve městě.

Doporučujeme pro další revitalizaci provést přípravu a zajistit umožnění pozdější instalace sensorických prvků bez rizika ztráty záruk či poškození osvětlovacích bodů a navazující infrastruktury.

### 4.4. Revitalizace centrálního zásobování teplem

#### 4.4.1. Popis

Tepelná koncepce uvedená v kapitole č. 3.1.3 popisuje, že je ekonomicky výhodné zachovat soustavu zásobování teplem (SZT), ale vyžaduje v blízké budoucnosti značnou renovaci, min. z důvodu splnění legislativních požadavků týkajících se odsíření. Součástí SZT je (SEVEN Energy, 2016):

- Uhelná teplárna Smrkovice s výkonem  $48 \text{ MW}_t + 7,8 \text{ MW}_{el}$
- Plynová výtopyna Samoty s výkonem  $18,38 \text{ MW}_t$
- 26 km potrubních tras (cca 12 km parních, 10 km horkovodních a více jak 4 km teplovodních)
- 240 výměňkových stanic

Teplárna Písek systematicky renovuje potrubní rozvody tepla. V roce 2018 došlo k ekologizaci výtopyny Samoty, a to osazením novým plynovým kotlem. Výtopyna Samoty slouží jako záložní zdroj Teplárny Písek a byla osazena parním kotlem BOSCH UNIVERSAL ZFR-X – 30000 o výkonu  $18,38 \text{ MW}_t$  (účinnost 95,7 %) se jmenovitým výkonem páry 27 t/h. Kotel lze jednoduše upravit na horkovod po





úpravě rozvodů na horkovody. Původně zde byl kotel na uhlí o výkonu 38 MWt. Snížení výkonu pod 20 MW má dopady do systému emisních povolenek, resp. umožní ze systému EU ETS odejít.

Z podrobné analýzy stávajícího stavu vyplývá, že technický stav uhelných kotlů v teplárně Smrkovice je odpovídající jejich stáří a při běžné údržbě a plánovaných opravách mohou být provozovány i po roce 2030. Podmínkou je provedení odsíření spalin pro splnění přísnějších limitů pro oxidy síry platné od roku 2023. Z analýzy na straně spotřeby vyplývá, že dodávky tepla budou v následujících letech klesat (zateplování budov).

#### 4.4.2. Navrhovaná řešení

V tepelné koncepci bylo navrženo a vyhodnoceno 5 variant:

Varianta	r. 2015	0(U)	1(U+P)	2(U+BM)	3(BM)	4(P)
Měr. náklady na výrobu tepla na patě zdroje (Kč/GJ)	245	298	294	307	387	383
Měr. náklady na dodávku z prim. rozvodu (Kč/GJ)	336	388	394	410	506	416
Měr. náklady na dodávku ze sek. rozvodu (Kč/GJ)	485	538	539	558	667	564
Náklady vč. rozvodů minus výnosy z ele. (MKč/t)	147	163	163	169	204	171

Obrázek 23 Shrnutí dopadů řešených variant krytí tepelných potřeb SZT na měrné náklady na výrobu tepla; autor: (SEVEN Energy, 2016)

0 (U) – prostá ekologizace stávajících zdrojů tepla pro splnění emisních limitů při zachování uhlí jako dominantního paliva

1 (U+P) – ekologizace zdrojů tepla s omezením spotřeby uhlí a jeho částečné náhrady zdroji na zemní plyn

2 (U+BM) - ekologizace zdrojů tepla s omezením spotřeby uhlí a jeho částečné náhrady novým zdrojem na biomasu

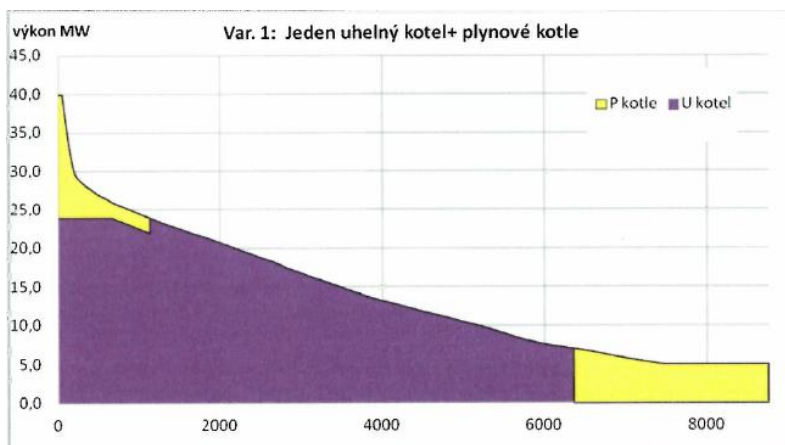
3 (BM) - ekologizace zdrojů tepla s plnou náhradou uhlí zdroji na biomasu

4 (P) – decentralizace na řadu menších zdrojů tepla na zemní plyn a zachování pouze sekundárních rozvodů tepla

Z výsledků citlivostní analýzy vzniklo doporučení, které adoptovalo zastupitelstvo města Písku v rámci usnesení č. 34/17 a v bodě 5 doporučuje společnosti Teplárna Písek, a. s. budoucí řešení krytí tepelných potřeb města včetně ekologizace zdroje ve variantách 1, 2 doporučených Tepelnou koncepcí.

##### 4.4.2.1. Varianta 1

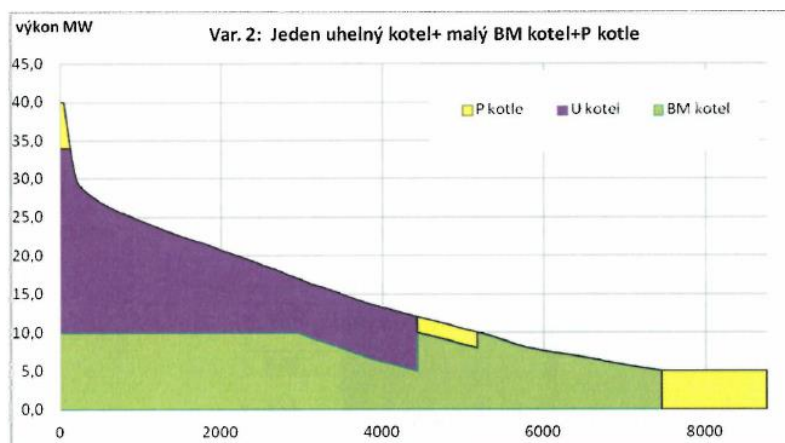
Tato varianta vychází z předpokladu výhodnosti vést teplárnu jako střední zdroj znečištění (<50 MW). Znamenalo by to ponechání jednoho uhelného kotle a doplnění o dva plynové kotle (souhrnně 26 MW), kdy jeden větší o výkonu bude umístěn ve výtopně Samoty (18,38 MW). Podíl plynu na výrobě by byl cca 20%. Investiční náročnost je odhadnuta na 90 mil Kč. (SEVEN Energy, 2016, str. 92)



Obrázek 24 Pokrytí výroby tepla ve variantě 1; autor: (SEVEn Energy, 2016)

#### 4.4.2.2. Varianta 2

Tato varianta představuje dlouhodobě preferovaný záměr Teplárny Písek. Počítá se zachováním jednoho z uhelných kotlů a jeho odsířením. Instalací menšího biomasového kotle o výkonu 10 – 15 MW. Zbývající špičkový a záložní výkon by byl zajištěn jedním plynovým kotlem o výkonu cca 16 MW (Ize dnes uvažovat s kotlem 18,38 MW ve výtopně Samoty). Podíl výroby tepla z biomasy je cca 40%. Výroba elektřiny bude zachována ve stávajícím zařízení dle možnosti beze změn, pouze s omezením daným nižším dosažitelným parním výkonem. Investiční náklady jsou odhadnuty na 190 mil Kč. (SEVEn Energy, 2016, str. 94)



Obrázek 25 Pokrytí výroby tepla ve variantě 2; autor: (SEVEn Energy, 2016)

V trubních rozvodech dochází k velkým tepelným ztrátám (v parovodu 50% celkových ztrát z rozvodů) a je nezbytné je přeměnit na horkovod.

Z podrobnějšího ekonomického modelu zahrnujícího finančních toky mezi roky 2017 až 2030 vyplynulo, že obě varianty jsou uskutečnitelné při nejvýše 2% meziročním nárůstu cen tepla v letech 2017 až 2020 a mezi lety 2021 až 2025 3% v případě realizace Var. 2 (biomasa) a zároveň by si město po dobu těchto dvou období nevyplácelo dividendy. V kalkulaci je zahrnutý přechod z parovodu na horkovod. (SEVEn Energy, 2016, str. 11)

#### 4.4.2.3. Doporučení ke snížení rizika odpojování koncových uživatelů SZT

Varianta 2 s biomasou obsahuje limity spočívající v dostupnosti vlastních zdrojů biomasy dosahující pravděpodobně jen 5-7 tis tun ročně. (SEVEn Energy, 2016, str. 11) V tepelné koncepci je provedena

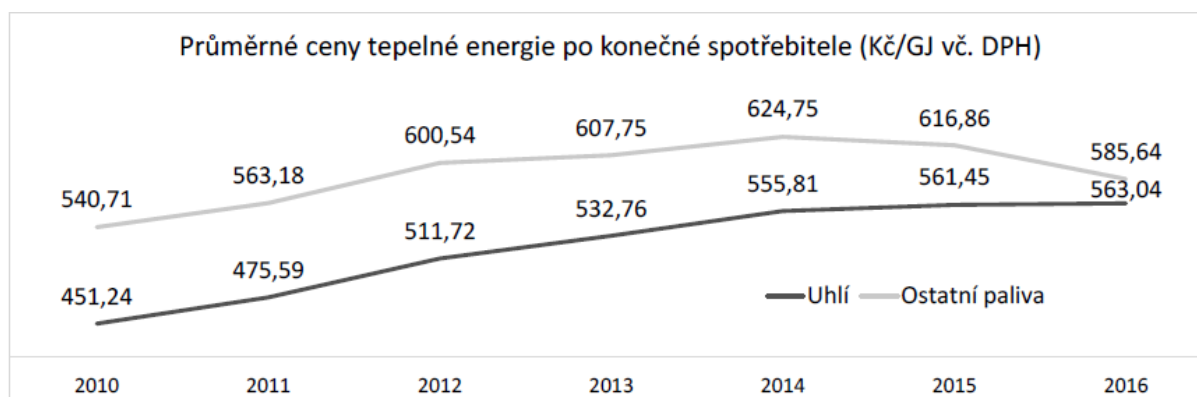




analýza potenciálu dostupnosti biomasy v regionu, která se zabývá potenciálem biomasy z (SEVEN Energy, 2016, stránky 58-67):

- Lesního hospodářství (Lesy města Písku s.r.o. mají ve správě 6500 ha lesů s potenciálem získání energetické biomasy v objemu 3 – 5 tis tun ročně);
- Dřevozpracujícího průmyslu (naprostá většina dřevního odpadu je již využívána);
- Zemědělství a péči o krajinu (s potenciálem stovek až jednotek tisíc tun slámy ročně, která však nepatří městu Písek);
- Údržby veřejné zeleně, komunikací a porostů podél řek (údržba městské zeleně 2-5 tis tun biohmoty ročně, z čehož 1/3 představuje biomasu dřevního původu; údržba vodních toků 50 tun dřevní hmoty);
- Biologicky rozložitelný odpad – spalitelný (v budoucnu jednotky tisíc tun ročně);
- Záměrně pěstovaná biomasa (rychlerostoucí dřeviny na zemědělské půdě 25 tis tun sušiny ročně a jednoleté, víceleté a trvalé byliny 40 tis tun sušiny ročně).

V koncepci však nelze najít, jaký objem biomasy je dostatečný pro doporučenou variantu 2. Město Písek vlastní rozsáhlé lesní hospodářství a produkuje biomasový odpad z údržby zeleně, které však dle autorových propočtů pokrývá cca 55%-77% potřebného objemu biomasy. Zbytek biomasy by musel být zajištěn z jiných smluvně zajištěných zdrojů, kde v případě, že se nebude jednat o majetek města, je riziko eskalace ceny. Cena pořízení biomasy je klíčová pro stanovení výsledné ceny tepla. V roce 2016 byla kalkulovaná cena tepla 507,8 Kč/GJ bez DPH (SEVEN Energy, 2016, str. 34), tj. 583,97 Kč/GJ vč. DPH, což je vyšší cena než průměrná cena z uhelných zdrojů v roce 2016, která byla 563,04 Kč/GJ vč. DPH (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2016, str. 15). Dle autorových zkušeností je v současné době (především s ohledem na cenu plynu) cena cca nad 550 Kč/GJ vč. DPH vedoucí realizacím ekonomicky výhodnějším decentrálním zdrojům, tj. odpojování od SZT. Toto zjištění navazuje na změnu zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzdušejí, kdy pro posouzení orgánu ochrany životního prostředí pro odsouhlasení odpojení od SZT postačí pouze posouzení ekonomické výhodnosti dle §16 odst 7 zákona 201/2012.



Obrázek 26 Vývoj průměrné ceny tepelné energie pro konečné spotřebitele v ČR mezi lety 2010 – 2016; autor: (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2016)

#### 4.4.2.4. Doporučení ke zvážení decentralizace v neotopném období

Pro zvážení k doplnění tepelné koncepce doporučuji provést analýzu v závislosti na čase tj. otopné versus neotopné období, resp. v neotopném období neodebírat žádné teplo z SZT a potřebu teplé vody řešit lokálními zdroji, tj. např. plynovými kotelnami a fototermickou nebo fotovoltaickou soustavou za předpokladu, že lokální i centrální kotelny budou ve vlastnictví Teplárny Písek.

#### 4.4.2.5. Doporučení pro rozšíření aktivit Teplárny Písek

Dále se lze přiklonit k závěru tepelné koncepce, že kromě modernizace výrobních a distribučních aktiv lze provést i vnitřní reorganizaci směrem k podpoře spokojenosti koncových zákazníků a získávání nových. Např. budování kotelen mimo síť SZT, vč. dálkového dohledu a poskytování servisu. Dále také zvýšit podporu poskytování dat z průběžného měření a aktivně pomáhat při optimalizaci odběru tepla a i s případnou realizací úsporných opatření.

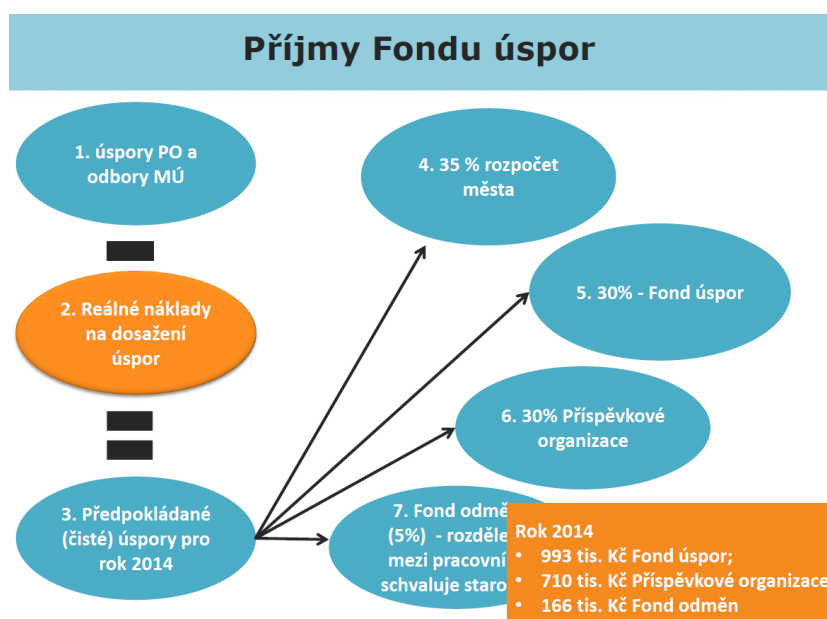
### 4.5. Opatření č. 5 – Energetický manažer a energetický plán obce

#### 4.5.1. Popis

Město Písek v současné době řeší přes externí agenturu nákup energií. Projekty, které byly revitalizovány v rámci EPC, jsou „hlídány“ dodavatelskými společnostmi. Pro revitalizaci VO nechal odbor Investic a rozvoje zpracovat několik studií a je prakticky i tahounem veškerých dalších energetických projektů. V případě budov, které byly revitalizovány v rámci EPC, není jasné, jak budou po energetické stránce spravovány po skončení EPC projektů. Jedna z možností je, zaplatit externí společnosti, tj. např. dodavatele EPC za následné spravování. V současné době také startuje projekt +CityxChange, který má za cíl vybudovat energeticky pozitivní bloky a čtvrtě. V případě realizace opět není jasné, jak bude zajištěn následný provoz. Ve městě se postupně objevuje více a více objektů, technologií, které budou vyžadovat správu, optimalizace a dohled, aby byly trvale energeticky efektivní a zároveň bude docházet k většímu a většímu sběru dat, se kterými je nezbytné dále pracovat, tzn. že je potřeba se věnovat energetickému managementu.

#### 4.5.2. Navrhovaná řešení

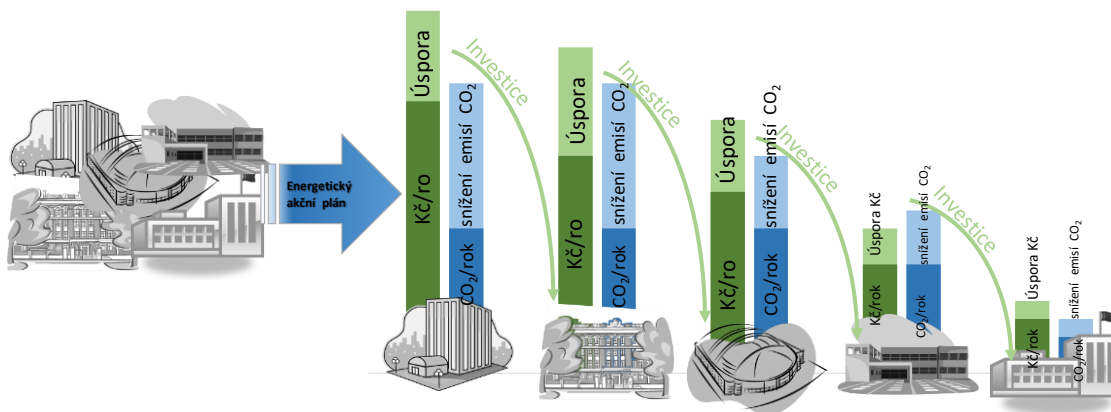
Energetický management řeší i jiná města. Jako dobrý příklad lze uvést již v kapitole č. 2.2.1.5 zmíněný příklad města Litoměřice, kde existuje pozice energetického manažera města. Litoměřice jsou dále jedinečné ve způsobu nakládání s financemi, které se generují dosažením energetických úspor. Založily tzn.: „fond úspor“, ze kterého plynou prostředky do městského rozpočtu, fondu úspor, příspěvkovým organizacím a na odměny pracovníkům v týmu energetického manažera, viz. obrázek níže.



Obrázek 27 Schéma rozdělení příjmu z fondu úspor; autor: Jaroslav Klusák



Rozdělování prostředků z fondu úspor je velmi logické a zároveň velmi odvážné a inovativní. Část prostředků jde příspěvkovým organizacím, na jejichž budovách se často jednotlivá opatření provádějí. Pracovníci týmu energetického manažera mohou být z rozhodnutí starosty za úspěšné projekty odměněni mimo svůj standardní plat. Část prostředků jde do fondu úspor, ze kterého lze čerpat na další energeticky přínosné revitalizační projekty.



Obrázek 28 Princip tvorby a dalšího využívání finančních prostředků z fondu úspor; Autor: Ing. Michal Rohlena 2013

Lze předpokládat, že energetický manager či případně jeho tým bude z dlouhodobého hlediska finančně soběstačný.

#### 4.6. Záznam z připomínkování v rámci veřejných projednávání vybraných bodů návrhu koncepce

K řešené oblasti a představeným bodům návrhu koncepce byly vzneseny připomínky/dotazy pouze na prvním veřejném projednání, žádné další se neobjevily ani prostřednictvím elektronické komunikace (webový formulář, sociální sítě).

Dotaz týkající se problematiky revitalizace SZT zněl, zda se ve výtopně Smrkovice má pálit plyn. Dotaz byl vypořádán na druhém projednání vysvětlením doporučených variant v Tepelné koncepci.

#### 4.7. Zhodnocení priorit a výběr hlavního projektu

Město Písek získalo unikátní příležitost se stát součástí konsorcia měst +CityxChange, který byl v roce 2018 podpořen Evropskou komisí a Písek se stal jedním z pěti Follower Cities. Cílem projektu je vybudování a replikování energeticky pozitivních bloků a čtvrtí. Všechna výše uvedená plánovaná opatření synergicky zapadají do rozsahu projektu +CityxChange a tak se analogicky tento projekt stal hlavním projektem, jemuž je věnována následující kapitola č. 5 Konkrétní projektový záměr - Energeticky plusová čtvrť (+CityxChange – H2020 program).



## 5. Konkrétní projektový záměr - Energeticky plusová čtvrt' (+CityxChange – H2020 program)

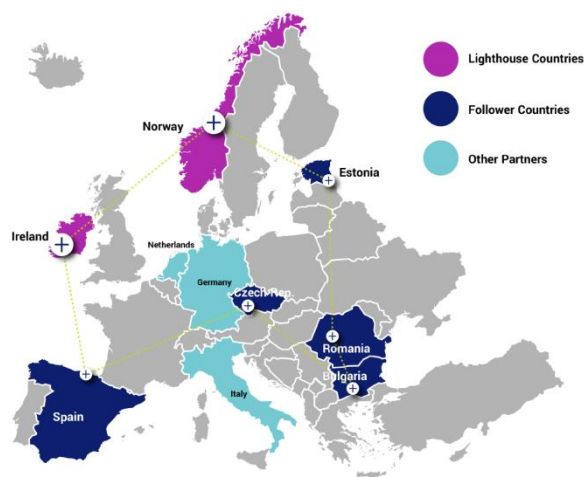


Obrázek 29 Logo projektu +CityxChange; autor: (+CityxChange Consortium, 2018)

### 5.1. Stručné představení projektu

Město Písek po Praze a Brnu se stalo členem konsorcia významného projektu H2020 Lighthouse Cities, ve kterém Trondheim, Limerick, Alba Iulia, Písek, Sestao, Smolyan a Vöru a jejich průmysloví a výzkumní partneři spojili své síly a ambice do projektu +CityxChange, který popisuje strukturovaný přístup k vývoji a realizaci energeticky pozitivních bloků a čtvrtí a jejich multiplikace jako součásti přechodu k čisté energii. Tento přístup kombinuje:

- Prototypování budoucnosti prostřednictvím integrovaného plánování a navrhování;
- Umožnění budoucnosti prostřednictvím vytvoření společného trhu s energií; a
- urychlení budoucnosti prostřednictvím komunitních změn se všemi městskými zúčastněnými stranami.



Obrázek 30 Mapa zapojených zemí a měst; autor: (+CityxChange Consortium, 2018)

Nové formy integrovaných prostorových, sociálních, politických, ekonomických, regulačních, právních a technologických inovací přinesou občanské observatoře (citizens observatories<sup>5</sup>), inovační hřiště (innovation playground<sup>6</sup>), regulační sandbox (regulatory sandbox<sup>7</sup>) a Smělé vize města (Bold City Visions) za účelem zapojení občanské společnosti, místních úřadů, průmyslu a regionálního dopravní budou replikovat energeticky pozitivní bloky (Positive Energy Blocks = PEBs) do energeticky pozitivních čtvrtí (Positive Energy Districts = PEDs) až do energeticky pozitivních měst (Positive Energy Cities), podporovaných distribuovanou a modulární architekturou energetického systému, která přesahuje budovy s téměř nulovou spotřebou energie (Near zero-energy buildings = nZEB<sup>8</sup>). Konsorcium vytvoří návrh nového trhu s energiemi propojený s inovacemi orientovanými na spotřebitele, které budou vyvinuty v úzké spolupráci s vnitrostátními regulačními orgány (ERU

<sup>5</sup> <https://ec.europa.eu/easme/en/news/have-you-heard-about-concept-citizens-observatories>

<sup>6</sup> <http://www.lighthousehs.nl/en/innovation-playground/>

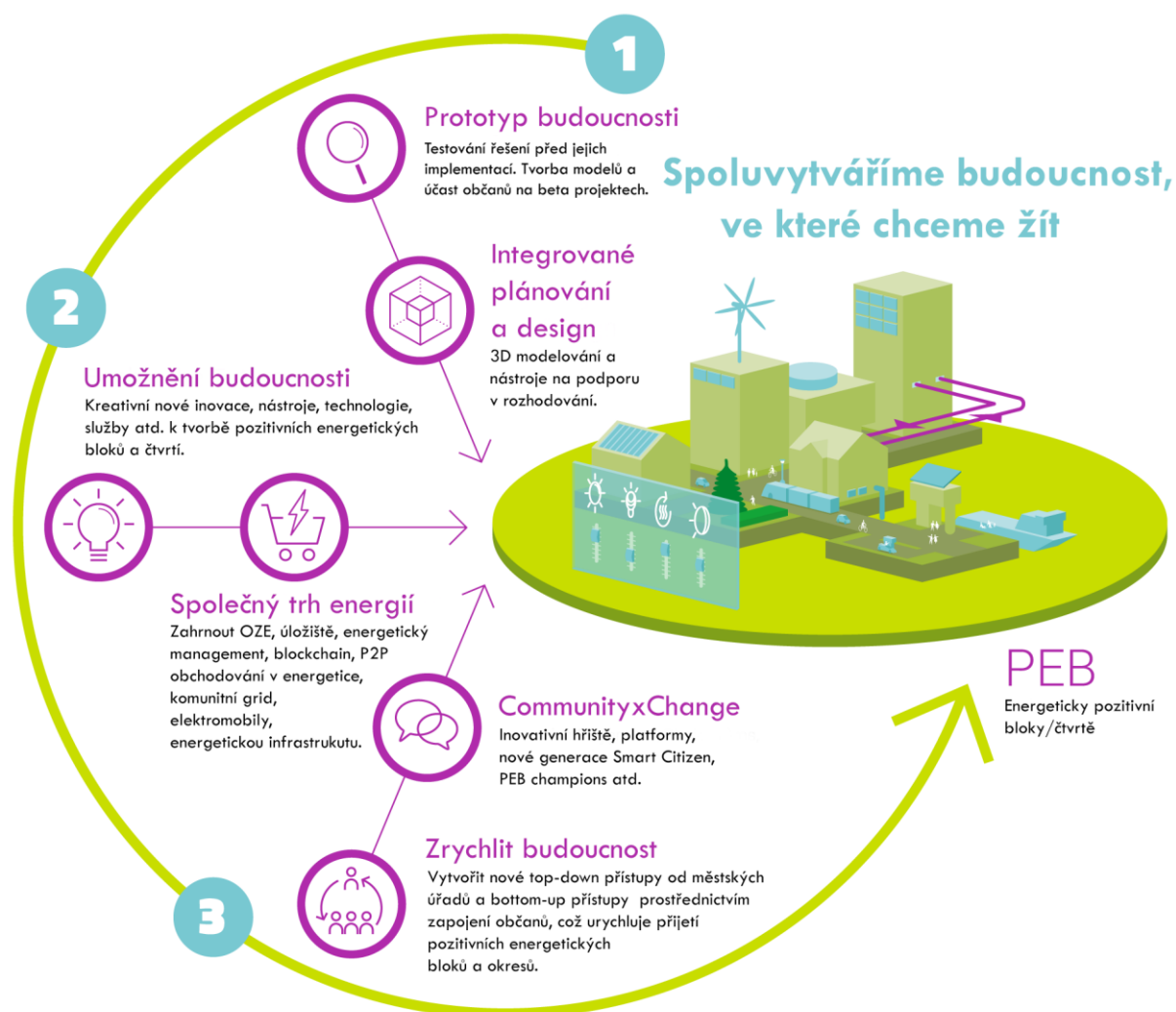
<sup>7</sup> [http://itlaw.wikia.com/wiki/Regulatory\\_sandbox](http://itlaw.wikia.com/wiki/Regulatory_sandbox)

<sup>8</sup> <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings/nearly-zero-energy-buildings>

v případě ČR), provozovateli distribučních soustav (Distribution system operator = DSOs<sup>9</sup> / Community System Operator = CSO<sup>10</sup>), developery nemovitostí a místními energetickými společenstvími. Flexibilita se stane jádrem distribuovaného energetického systému, a to vytvořením nové mikrogridové sítě, operátorů komunitní distribuční soustavy založené na prosumerech<sup>11</sup> a nových trhů pro obchodování s omezováním spotřebových špiček (peak shaving<sup>12</sup>) a s obnovitelnými zdroji energie tak, aby se snížily potřeby investic do sítě. Cílem je realizace celoevropského rozmístění energeticky pozitivních čtvrtí do roku 2050 a příprava cest pro plně pozitivní energetická města. (+CityxChange Consortium, 2018, str. 2)

Vizí +CityxChange je spoluvytvořit budoucnost, v níž chceme žít. Pro dosažení tohoto cíle bude potřeba přijmout následující rámec, viz Obrázek 31:

- (i) Prototyp budoucnosti - Integrované plánování a návrh
- (ii) Umožnit budoucnost - Vytvoření společného trhu s energií
- (iii) Zrychlit budoucnost – Společenská změna (CommunityxChange)



<sup>9</sup> <https://userwikis.fu-berlin.de/display/energywiki/distribution+system+operator>

<sup>10</sup> Provozovatel komunitní distribuční soustavy

<sup>11</sup> Prosumer je osoba, která spotřebovává a zároveň vyrábí produkt. Více na: „<https://en.wikipedia.org/wiki/Prosumer>“

<sup>12</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Load\\_management](https://en.wikipedia.org/wiki/Load_management)





Obrázek 31 Vize +CityxChange; autor: (+CityxChange Consorcium, 2018)

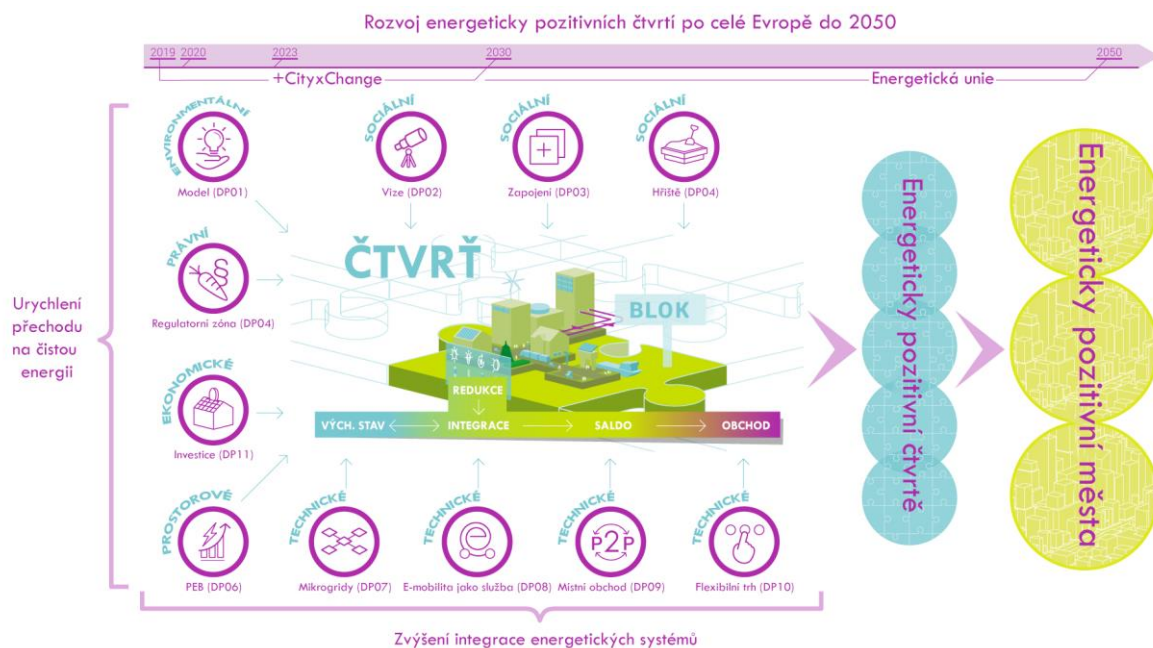
Tento rámec bude zahrnovat 11 demonstračních projektů (DPs), viz Obrázek 32, které budou provedeny ve „vůdčích“ městech (Lighthouse Cities – Trondheim a Limerick) a replikovány ve městech následujících Lighthouse Cities (Follower Cities - Alba Iulia, Písek, Sestao, Smolyan a Vöru). Tyto projekty zahrnují environmentální, prostorové, sociální, technické, ekonomické, regulační a právní aspekty, které jsou potřebné k dosažení pozitivních energetických bloků / čtvrtí (PEB/D). Budou vést k doporučení pro politické intervence, zapojení komunity, regulaci trhu a obchodní modely, které umožní rozšiřování a replikaci PEB / D ve městě a v celé EU.

S odpovídajícími finančními investicemi bude technicky možné vytvořit v různých lokalitách v Evropě distribuovaný pozitivní energetický blok a čtvrt (DPEB). Replikace a rozšiřování této koncepce v rámci měst v EU však nelze dosáhnout pouze vnějšími investicemi nebo vládními iniciativami. Občané musí mít k dispozici nástroje a pobídky, aby převzali odpovědnost za své vlastní komunity, investovali do místních řešení pro místní potřeby a byli schopni tyto investice využít k vlastním výhodám. Cílem projektu +CityxChange je vytvořit obecné řešení pro DPEB, které (+CityxChange Consorcium, 2018):

- (i) informuje občany o možnostech a příležitostech, které by mohly vyplývat z DPEB (**MODEL=modelování, ENGAGE=zapojení**);
- (ii) umožňuje občanům převzít vlastnictví svých budov a své komunity vedoucí ke
  - a. změně chování vedoucí k zvýšení energetické efektivity vlastních budov (**ENGAGE=zapojení**)
  - b. umožnit investicemi vytvářet prosumery namísto spotřebitelů energie (**INVEST=investování**);
- (iii) umožnit, aby se na místní úrovni objevily inovace a nové disruptivní technologie pomocí
  - a. nových regulačních mechanismů pro testování disruptivních technologií (**REGULATORY ZONE=regulatorní zóna**),
  - b. inovační hřiště podporující nové a vznikající technologie a služby, která umožňují místním hráčům (stakeholders) urychlit jejich řešení na širším trhu (**PLAYGROUND=hřiště**)
  - c. testování nových řešení pro chytrou e-mobilitu<sup>13</sup> integrovanou v energetickém systému (**eMaaS=elektromobilita jako služba**)
- (iv) umožňuje dosažení spravedlivé ceny za energii pro všechny spotřebitele v rámci komunity skrze
  - a. flexibilnější energetický systém (**MICROGRIDS=mikrogridy**)
  - b. „soused se sousedem“ (peer-to-peer) obchodování v mikrogridu, v rámci DPEB (**LOCAL TRADING=lokální obchodní příležitosti**)
  - c. obchodování mezi všemi spotřebiteli, nejen velkými průmyslovými spotřebiteli (**FLEXIBILITY MARKET=flexibilní trh**)
- (v) spoluvytvářet budoucnost města s občany prostřednictvím Bold City Vision pro rok 2050 (**VISION=vize**)

pozn.: názvy uvedené v závorkách jsou jednotlivé oblasti, které se podílejí na úspěšném vytvoření energeticky pozitivního bloku/čtvrti/města.

<sup>13</sup> Chytrá mobilita – propojení vozidel s infrastrukturou



Obrázek 32 Schéma +CityxChange demonstračního projektu; autor: (+CityxChange Consortium, 2018)

## 5.2. Nulová varianta

+CityxChange projekt nabízí velký potenciál pro rozvoj Smart Písek. Zároveň vyžaduje organizační personální zdroje, které jsou v současné době zajištěny členy kanceláře Smart Písek a finančně podpořené prostředky poskytovanými z programu +CityxChange ve výši 13 mil Kč po dobu 5 let. Nicméně pro realizaci vlastních opatření a energeticky pozitivních bloků a čtvrtí je nezbytné hledat finance z jiných zdrojů. V případě, kdy by město Písek nereplikovalo některá opatření z Lighthouse Cities, přišlo by o velmi unikátní příležitost. Neboť město Písek je teprve třetím městem a prvním městem pod 50 tis obyvatel v ČR, které má příležitost participovat v evropském H2020 Smart City programu.

## 5.3. Návrh řešení

Úspěšný vývoj a zavedení pozitivních energetických bloků / čtvrtí (PEB / D) vyžaduje otevřené inovace, které kombinují znalosti a zkušenosti široké škály různých aktérů. Vedle obvyklých zájmových skupin, jako jsou majitelé budov, architekti, dodavatelé a zaměstnanci budov, budou také zapojeny další skupiny, jako jsou veřejné orgány, bytová družstva, operátoři distribuční soustavy, regulační orgány a různé typy investorů, kteří budou zapojeni skrze nové komplexní obchodní modely do realizace PEB / D. Čtvrť je klíčovým prostorovým měřítkem jednotlivých projektů, je nezbytné zahrnout občanská sdružení, místní podniky, obchodní sdružení, dobrovolné a komunitní skupiny a místní politiky.

V mnoha případech dochází k zadrhnutí komunikace mezi zúčastněnými stranami, z důvodu složitosti projektů a skutečnosti, že zainteresované strany, které nemají přímý finanční podíl, mohou být přehlíženy a případně ztratit motivaci. Výsledkem pak je, že jednotlivé zainteresované skupiny nemají stejnou příležitost být slyšet, participovat a převzít odpovědnost za vlastnictví energeticky pozitivních bloků, čtvrtí a měst. Taková situace je problematická neboť PEB / D vyžaduje holistický přístup k zapojení zainteresovaných stran a k vytváření hodnot, neboť aspekty prostorové, sociální, environmentální a urbanistické, tj. jiné než finanční, mohou hrát důležitou roli při regulování a stimulaci modernizace infrastruktury budov, energie a mobility.



V rámci projektu +CityxChange se naskytla příležitost pro realizaci inovativních, disruptivních technologií na místní úrovni a technických výzev a obchodních potřeb pro rozvoj PEB / D. Z hlediska technologie je odvětví obnovitelných a skladovacích technologií rychle rostoucím trhem, do kterého lze očekávat výrazný nárůst investic. Jedním z tahounů v rámci uvedených technologií jsou elektrická vozidla, jejíž počty narůstají. Zvyšuje se tak poptávka po špičkové elektřině<sup>14</sup>. Studie zabývající se reakcí na poptávku (Demand Response<sup>15</sup> = DR) v Evropě odhaduje potenciál reakce na poptávku ve výši 52,35 GW, což představuje přibližně 9,4% špičkové zátěže (peak load<sup>16</sup>) a prognózy předpokládají, že roční výdaje na DR v Evropě se v roce 2020 zvýší na 777 milionů dolarů. Nicméně navzdory jasným příležitostem na trhu a dalším pozitivním signálům včetně směrnice EU o energii, podporující zavádění Demand Response, tak nedávné studie odhadují, že dnes je realizováno pouze 10% celkového potenciálu DR. Pro rozvoj systému PEB / D je třeba vytvářet a integrovat nové technologie, procesy, rámce a obchodní modely. Regulační překážky je třeba brát jako výzvy směřující k vývoji nových norem a předpisů, které umožní rozvoj inovativních řešení, která povedou k přijetí PEB / D. (+CityxChange Consortium, 2018, stránky 6 Technical Annex 1-3)

Dopad elektrifikace vozidel na energetický sektor bude záviset na tom, jak rychlý bude vývoj, přičemž lze uvažovat o dvou důsledcích:

- (i) Významné zvýšení špičkového zatížení místních distribučních sítí, kdy je nezbytné provést analýzu rozloženého dopadu elektrické mobility na síť a zahrnout tyto informace do investičních plánů; a
- (ii) elektrifikace dopravy nabízí nové možnosti pro energetické společnosti, agregátory a manažery vozového parku jako poskytovatele služeb na komunitní úrovni. Zmírnění zatížení provozem a zvýšení mobility jako služby (MaaS) ve městech bude vyžadovat nové technologie, nové obchodní modely a nové předpisy.

V energetice a dopravě je elektrifikace vozidel považována za rozhodující jak pro dosažení cílů v oblasti změny klimatu a kvality ovzduší, tak pro vytvoření holistického rámce pro inteligentní flexibilní energetický systém. Vzájemná propojení mezi oběma obory nejen povedou ke zdravějšímu prostředí ve městech, ale také k podpoře spotřebitelů, aby se zapojili do chytrých mikroplateb, kdy se podílí na řízení a vyvažování dopravních a energetických sítí.

Pro rozvoj trhu s distribuovanou sítí (Distributed Network<sup>17</sup>), byly vyvinuty a pilotovány nové platformy využívající technologie distribuovaných plateb (Distributed Ledger Technologies<sup>18</sup> = DLT), jako jsou blokové řetězce (Blockchain) a IOTA<sup>19</sup>. Tyto platformy umožňují přenos energie na úrovni mikroplatby mezi uživateli v rámci bloku. Tyto platformy pro obchodování s energií jsou stále velmi nové a jejich zapojení do větších regulačních trhů v zemích EU je stále relativně neznámé. Tyto technologie mohou být použity k stanovení a ukládání inteligentních smluv, které vynucují proporcionální spravedlnost mezi účastníky této kooperační optimalizace dopravy a energie.

Z hlediska investorů jsou finanční výnosy a rizika nejasná; zatímco v typickém investičním scénáři jsou počáteční náklady časově kompenzovány zvýšením příjmových toků, např. v případě energetické účinnosti jsou náklady obvykle kompenzovány spíše vypočítanými úsporami než kvantifikovatelnými

<sup>14</sup> Vysvětlení pojmu, lze najít např. zde: <http://www.cefas.cz/ze-sveta/kam-se-solarni-elektřinou-do-stlaceného-vzduchu-nebo-na-kopec.html>

<sup>15</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Demand\\_response](https://en.wikipedia.org/wiki/Demand_response)

<sup>16</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Peak\\_demand](https://en.wikipedia.org/wiki/Peak_demand)

<sup>17</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed\\_networking](https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_networking)

<sup>18</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed\\_ledger](https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_ledger)

<sup>19</sup> <https://www.iota.org/>



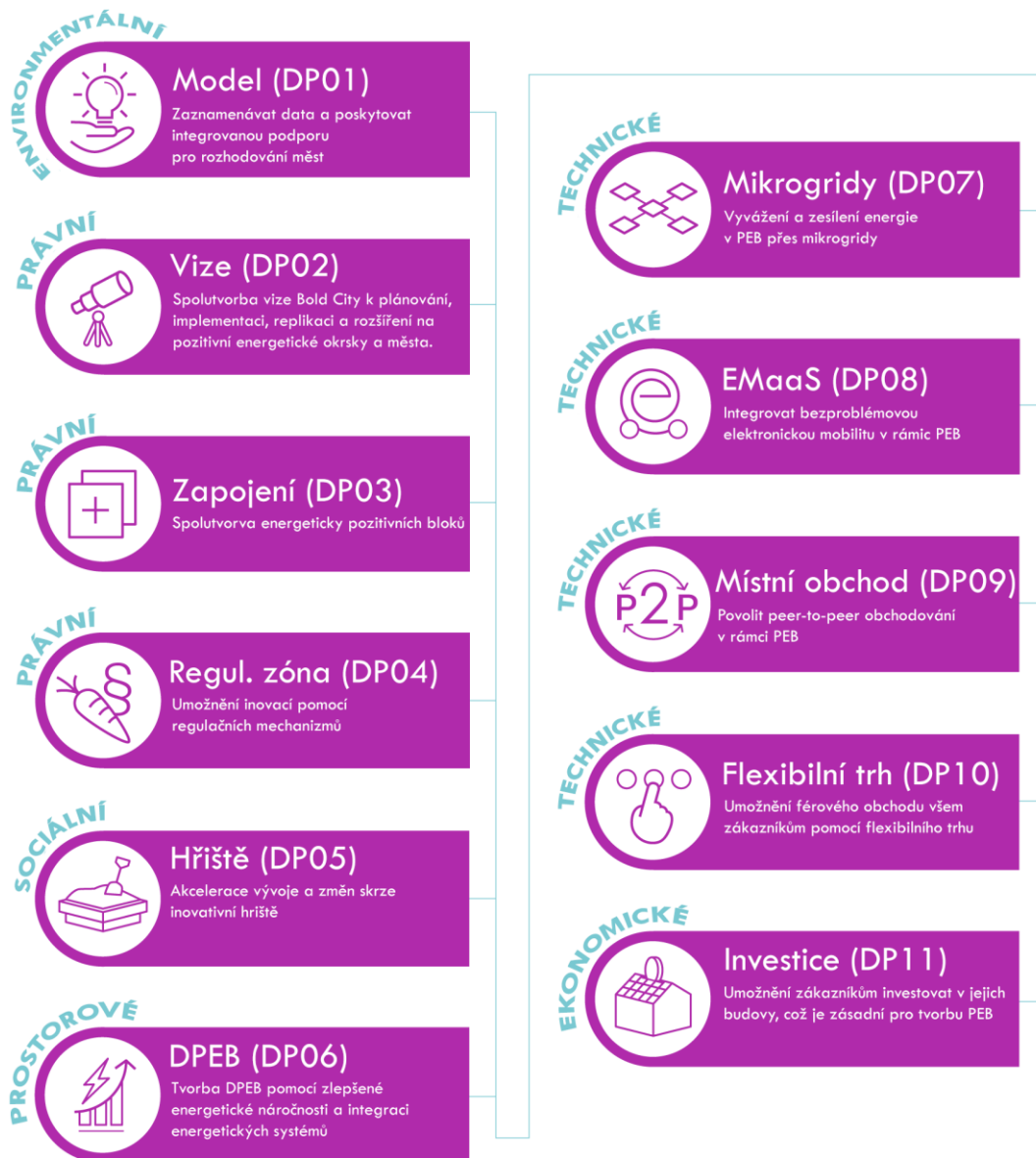
toky příjmů. Navíc návratnost investice může být dlouhá 15-25 let. Trh s nemovitostmi obvykle považuje aktualizaci energetické účinnosti za čistě nákladovou položku, aniž by byly zváženy dosažitelné výhody, včetně peněžních přínosů, které jsou z nich odvozeny, pokud to není stimulováno politicky. Konvenční přístupy oceňování nemovitostí plně nezachycují přidanou hodnotu projektů energetické obnovy. Je zapotřebí mechanismů, které umožňují agregaci milionů domácností a vlastníků budov do větších kombinovaných projektů, které mohou dosáhnout úspor díky své velikosti. Existuje také známý problém rozdělených pobídek, například mezi pronajímateli a nájemci. Mezi další překážky patří nedostatek informací; pravidla pro zadávání veřejných zakázek zabraňující širšímu zapojení do návrhů na energetickou účinnost; bezpečnost a spolehlivost brání zavádění nových výrobků a technologií; a omezené chápání energetické účinnosti a smluv týkající se služeb s garantovaným výsledkem mezi finančními institucemi. K překonání těchto překážek při vytváření PEB / D jsou potřebné inovativní veřejné a soukromé investice a nové modely nákupu .

+CityxChange projekt plánuje tyto bariéry překonat pomocí následujících demonstračních projektů: (+CityxChange Consortium, 2018, stránky 7 Technical Annex 1-3)<sup>20</sup>

- (i) shromažďování údajů a poskytování integrované rozhodovací podpory městům **(DP01, model)**;
- (ii) spoluvytváření Bold City Vision pro plánování, realizaci, kopírování a posílení pozic pro energetické čtvrtě a města **(DP02, Vision)**;
- (iii) společného vytváření distribuovaných pozitivních energetických bloků prostřednictvím účasti občanů **(DP03, Engage)**;
- (iv) umožnění inovací prostřednictvím regulatorních mechanismů **(DP04, Regulatory Zone)**;
- (v) urychlování změn a disruptivních řešení prostřednictvím inovačních hřišť **(DP05, Playground)**;
- (vi) vytváření DPEB prostřednictvím zlepšené energetické účinnosti a integrace do energetického systému **(DP06, DPEB)**;
- (vii) Vytvoření přístupu +CityxChange ke komunitním sítím **(DP07, Microgrids)**;
- (viii) integrace chytré eMobility v rámci DPEB **(DP08, eMaaS)**;
- (ix) umožnění místního obchodování s energií v rámci DPEB **(DP09, Local Trading)**;
- (x) umožnění spravedlivého obchodu všem spotřebitelům prostřednictvím místního flexibilního trhu **(DP10, Flexibilní trh)**;
- (xi) umožnění veřejným a soukromým zainteresovaným skupinám investovat do svých budov **(DP11, udržitelné investice)**.

---

<sup>20</sup> Ve výčtu bodů DP znamená Demonstration Project, tj. demonstrační projekt, který je označen pořadovým číslem tak, jak je s ním dále v rámci projektu pracováno a k němu je přiřazen název demonstračního projektu



Obrázek 33 Přehled demo projektů; autor: (+CityxChange Consortium, 2018)

#### 5.4. Podrobný technický popis vybrané varianty

+ CityxChange vytvoří a bude řídit Distribuované pozitivní energetické bloky (DPEB) prostřednictvím následujících klíčových zásad a demonstračních projektů (DP) (+CityxChange Consortium, 2018, stránky 7 Technical Annex 1-3):

- propojené komunity a městské úřady spoluvytvářejí vize, prototypy, hřiště a regulační sandbox s cílem postavit občany do centra energetického systému a vytvořit decentralizované DPEB (**DP02: VISION, DP03: ENGAGE, DP04: REGULATORY ZONE a DP05: PLAYGROUND**);
- propojené systémy budov, Mikrogridů a komunitní sítě a eMaaS (**DP06: DPEB, DP07: COMMUNITY GRID a DP08: eMaaS**) optimalizované podle základních údajů, scénářů a sledování výkonu (**DP01: MODEL**);

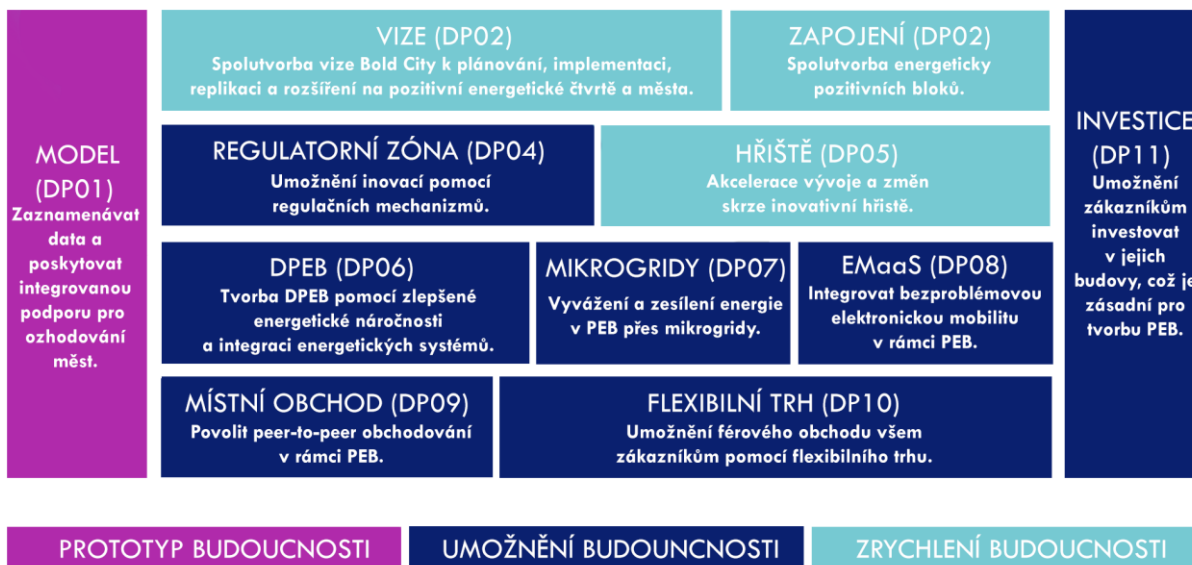




- propojené trhy s místními obchodními platformami, flexibilní trhy v rámci čtvrtí a inovativní modely financování a modely distribuce rizik (**DP09**: LOCAL TRADING, **DP10**: FLEXIBILITY MARKET a **DP11**: INVEST),

Klíčové zásady jsou rozpracovány pomocí demonstračních projektů ve vazbě na hlavní chronologické oblasti viz. Obrázek 31:

- Prototyp budoucnosti - Integrované plánování a návrh
- Umožnit budoucnost - Vytvoření společného trhu s energií
- Zrychlit budoucnost – Společenská změna (CommunityxChange),



Obrázek 34 Demonstrační projekty rozdělené do struktury hlavních témat; autor: (+CityxChange Consortium, 2018)

## 5.5. Výstupy projektu

Výše uvedené demonstrační projekty přinesou a replikují integrované inovativní řešení pro:

- Nový návrh trhu s energií spojený s inovacemi orientovanými na spotřebitele vyvíjený v úzké spolupráci s národními regulačními orgány, provozovateli distribučních soustav / komunitních distribučních soustav, developery nemovitostí a místní energetické komunity v souladu s rozvíjejícími se energetickými trhy EU podporujícími přechod k čisté energii (Zimní balíček EU).
- Flexibilitu v jádru nového distribuovaného energetického systému vytvořením nových modelů optimalizace mikrogridů / řídicích systémů, nových operátorů komunitních distribučních soustav orientovaných na prosumery a nových trhů pro peak shaving / obchodování s OZE, které snižují celkové investiční náklady sítě.
- Stimulaci investic a replikaci decentralizovaných platform, vícezdrojové financování a mitigaci rizik prostřednictvím specializovaného crowdfundingu a mechanismů participativního rozpočtu, inovačního zadávání veřejných zakázek (předběžné tržní konzultace, inovace před komercializací a inovační partnerství) a rozvoj připravených projektů s využitím na města zaměřených programů Evropské Inovační Banky, jako jsou URBIS<sup>21</sup> a JASPERS<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> <http://www.eib.org/en/products/documents/mooc-factsheet-urbis.htm>

<sup>22</sup> <http://jaspers.eib.org/>



- nové formy holistických prostorových, sociálních, politických, ekonomických, regulačních, právních a technologických inovací, které kombinují občanské observatoře<sup>23</sup>, inovační hřiště, regulační sandbox a Bold City Visions s cílem zapojit občanskou společnost, místní orgány, průmysl a operátoři distribučních soustav od energeticky pozitivních budov po energeticky pozitivní města.
- Konvergence samostatných digitálních a energetických trhů prostřednictvím zavádění technologie distribuovaných plateb (Distributed Ledger), inteligentních integrovaných systémů pro řízení budov / energie, distribuovaných zdrojů energie a obchodních platform.
- Distribuovaná a modulární architektura budovy / energetického systému, která přesahuje rámec nZEB umožňující rychlou transformaci od energeticky pozitivních bloků k energeticky pozitivním čtvrtím a eventuálně k městům/regionům.

### 5.5.1. Písek – Demonstrační čtvrtě, Demonstrační oblast a Demonstrační lokalita

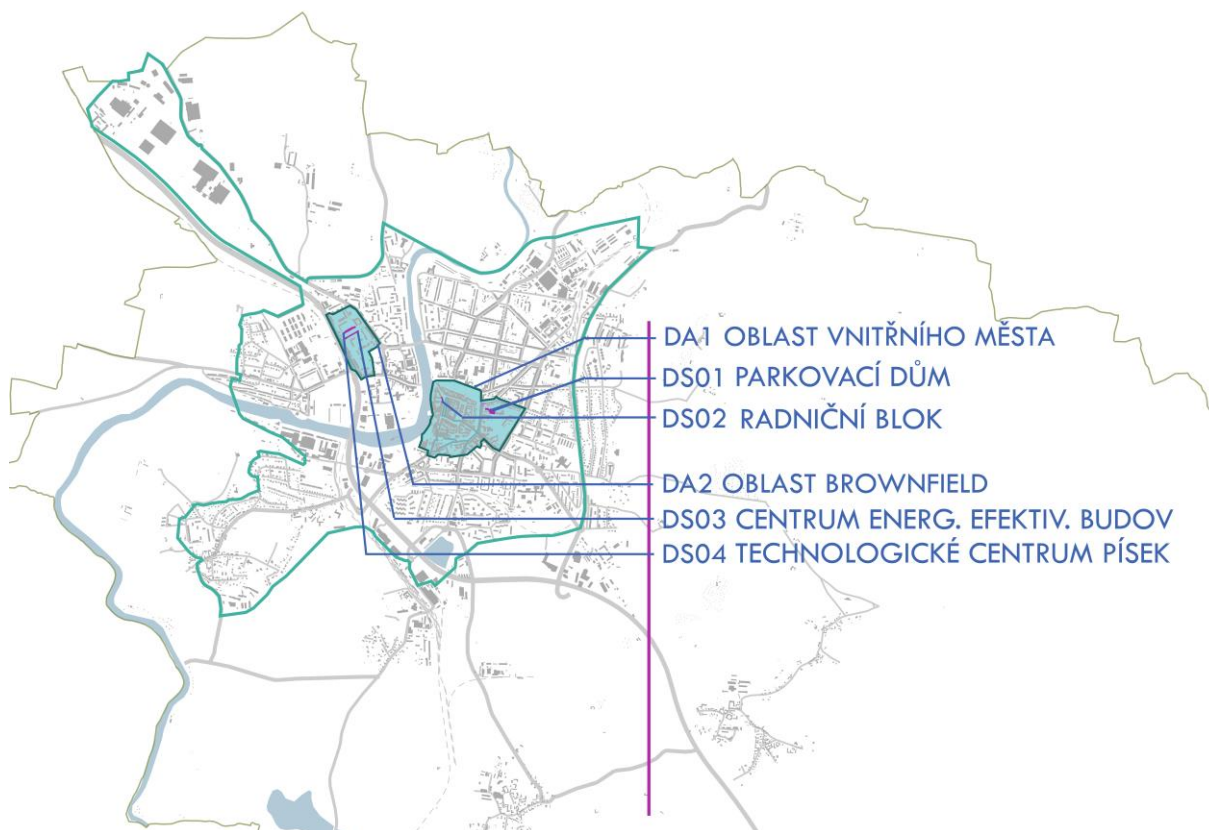
Pro město Písek byla na základě prostorového měřítka předběžně nezávazně definována

- Jedna demonstrační čtvrtě (DD – Demonstration District) v územních hranicích celého města,
- Dvě demonstrační oblasti (DA – Demonstration Areas)
  - o DA1 vnitřní město (0,3 km<sup>2</sup> s přibližně 224 budov, 600 obyvatel, některé budovy jsou památkově chráněné, oblast má nízkou penetraci SZT, většina budov je vytápěna plynem, město Písek vlastní významný podíl budov, v této oblasti je plán vybudovat parkovací dům)
  - o DA2 brown-field žižkovských kasáren (0,8 km<sup>2</sup>, 4 budovy: Centrum energeticky efektivních budov (zastavěná plocha 2 000 m<sup>2</sup>; celková plocha 8 000 m<sup>2</sup>), Technologické centrum Písek (zastavěná plocha 2 000 m<sup>2</sup>; celková plocha 8 000 m<sup>2</sup>), Psychiatrická nemocnice (zastavěná plocha 1 100 m<sup>2</sup>; celková plocha 4 400 m<sup>2</sup>) a administrativní budova (zastavěná plocha 2 000 m<sup>2</sup>; celková plocha 8 000 m<sup>2</sup>), zbytek plochy čeká na další rozvoj, budovy jsou napojeny na SZT a mají 4 podlaží s celkovou zastavěnou plochou 7 100 m<sup>2</sup> a celkovou plochou 28 800 m<sup>2</sup>. Centrum energeticky efektivních budov je vybaveno fotovoltaickými panely a dvěma vanadium-redox průtočnými bateriemi, kogenerační jednotkou, akumulací dešťové vody a vertikálními větrnými elektrárnami)
- Čtyři demonstrační lokality (DS – Demonstration Sites)
  - o DS01 budoucí parkovací dům
  - o DS02 Blok budov okolo radnice
  - o DS03 Centrum energeticky efektivních budov
  - o DS04 Technologické centrum Písek

Identifikované lokality a oblasti byly stanoveny předběžně a budou dále zpřesněny ve spolupráci se zastupiteli a radou města. Spolupráce se soukromým sektorem je pro úspěch projektu důležitá. Zde uvedené konkrétní budovy patřící soukromým subjektům jsou pouze příkladem identifikovaných možností.

---

<sup>23</sup> <https://citizen-obs.eu/>



Obrázek 35 Lokace demonstrační čtvrtě, oblastí a lokalit v Písku

### 5.5.2. Předpokládané dopady projektu +CityxChange

+CityxChange vytvoří řešení pro energeticky pozitivní bloky, které povedou k energeticky pozitivním čtvrtím a městům prostřednictvím

- (i) nástrojů na podporu rozhodování, které umožní informovaná rozhodnutí se zapojením všech zúčastněných stran v komunitě,
- (ii) přístupu k vytvoření energeticky pozitivního bloku prostřednictvím opatření na snížení spotřeby energie a účinnost, místní obnovitelné energie, lokální ukládání, flexibility a obchodování s energiemi peer-to-peer a
- (iii) zapojením komunit z pohledu shora dolů řízené místním úřadem a zapojení vycházející od občanů, tj. ze spodu nahoru s cílem informovat, vzdělávat a motivovat ke změně chování. Tento přístup byl vyvinut z důvodu podpory a motivace občanů k realizaci investic do svých vlastních budov, což nakonec přispěje k vytvoření PEB a zároveň jim tento přístup nabídne stimuly (sociální, ekonomické, právní a technické) k vlastní realizaci.

Projekt je strukturován tak, aby řešení s přidanou hodnotou byla vyvíjena a podporovala replikaci v jiných městech EU a komerční trhy o ně měly zájem, tj. řešení, která by přesahovala dobu trvání projektu.

#### 5.5.2.1. Indikátory projektu +CityxChange

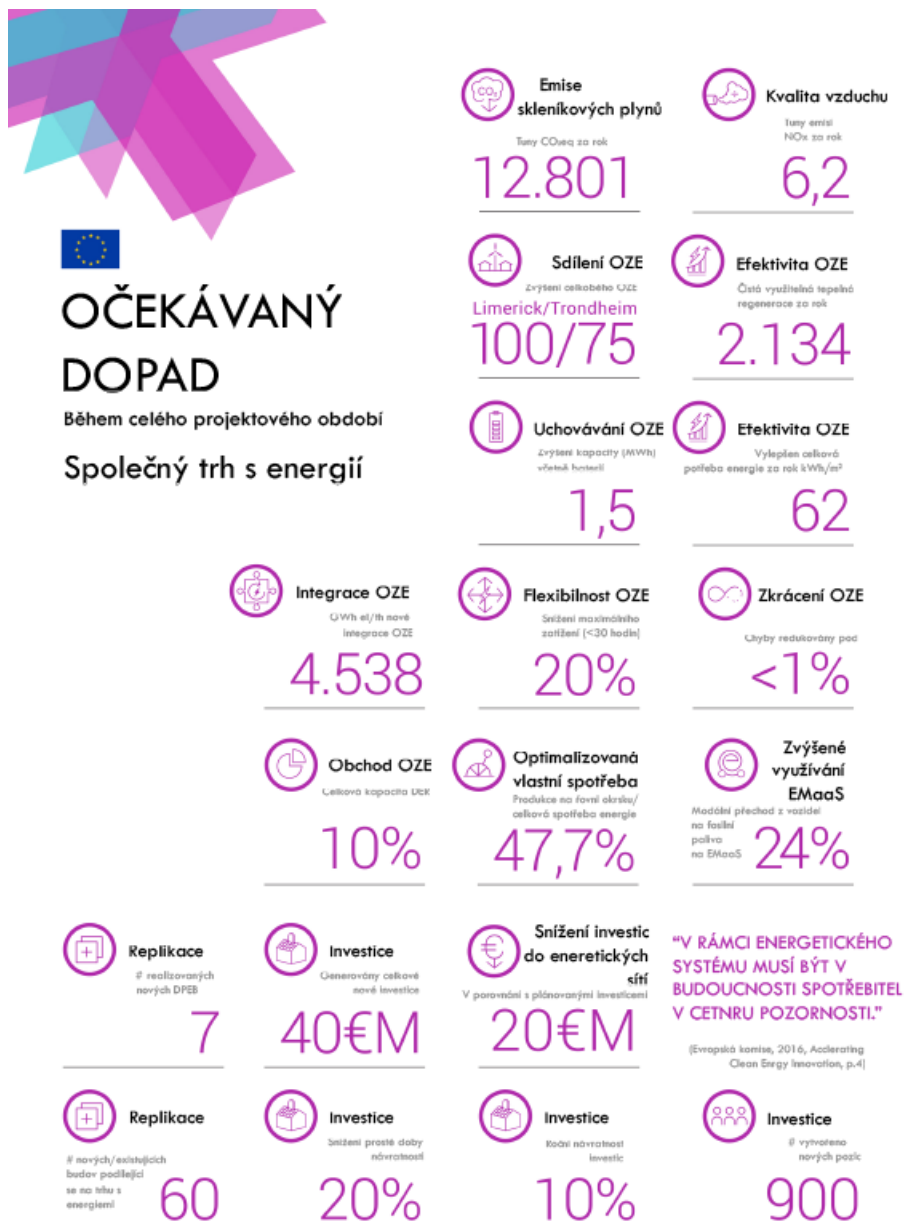
Očekávané dopady jsou strukturovány v souladu se třemi hlavními tématy projektu:

- (i) Prototyp budoucnosti - Integrované plánování a návrh



- (ii) Umožnit budoucnost - Vytvoření společného trhu s energií
- (iii) Zrychlit budoucnost – Společenská změna (CommunityxChange),

Výpočty dopadů byly provedeny s použitím: i) tabulek +CityxChange BEST, ii) klíčových indikátorů výkonnosti informačních systémů pro inteligentní města (SCIS), iii) KPI kvality vzduchu evropské agentury ochrany prostředí a iv) KPI financování projektů Evropské investiční banky s cílem zajistit co největší možnou srovnatelnost v rámci projektu a mezi projekty a minimalizovat případné problémy. Kromě toho byla provedena rešerše veřejně dostupných výsledků monitorování a hodnocení SCC1 za účelem shromáždění poznatků získaných z následujících projektů: REMOURBAN, SmartEnCity, Sharing Cities a Smarter Together. (+CityxChange Consortium, 2018, stránky 70-71 Technical Annex 1-3)



Obrázek 36 Předpokládané dopady projektu +CityxChange – Společný trh s energií; autor: (+CityxChange Consortium, 2018)



## OČEKÁVANÝ DOPAD

Během celého projektového období

### Integrované plánování a návrh



Rozhodování/  
podpora v  
plánování

API  
spojenými  
s Decision Support  
Tool (DST)

20



Rozhodování/  
podpora v  
plánování

# záznamů  
případů použití v  
úložšti / katalogu

15



Trénink  
a rozvoj  
schopností

# zaměstnanců  
obecních orgánů  
vyškolených k  
použití nástroje DST

40



Umožnění  
DPEB/DPED

# nových DPEB  
prototypů  
umožněných  
regulačním  
sandboxem

30



Umožnění  
DPEB/DPED

# počet  
návštěv  
regulačních  
orgánů  
do sandboxu

60



Umožnění  
DPEB/DPED

# počet politicky  
schválených Bold  
City Visions s  
pokyny, roadmapy  
a akčními plány

7



Dopad na  
regulace

# změn v regulaci

15

### CommunityxChange



Zapojení  
komunity

# počet komunitních akcí  
pořádaných ve všech  
městech  
+CityxChange

15



Zapojení  
komunity

# zaveden počet  
observatorií  
občanů

5



Zapojení  
komunity

# počet akcí / akcí  
participujících  
na komunitě

55



Inovace

# počet inovačních  
laboratorních / hřbíř  
přispívá k  
vytváření DPEB

5



Trénink  
a rozvoj  
schopností

# počet vyškolených  
odborníků -  
pozitivní  
energetika

20



Ovlivnění  
chování

# nových organizací s  
novými přístupy  
k udržitelné  
energii

60



Replikace

# počet demonstračních projektů  
realizovaných ve  
Follower  
Cities

35

**Obrazek 37 Předpokládané dopady projektu +CityxChange - Integrované plánování a návrh a Společenská změna; autor: (+CityxChange Consortium, 2018)**

### 5.6. Analýza rizik

Strategie řízení rizik +CityxChange (Risk Management Strategy - RMS) zajistí včasnou identifikaci potenciálních rizik v inovační fázi, jakož i při plné implementaci, monitorování a replikaci demo projektů. Budou řešeny potenciální nesoulady mezi vlastníky rizik a akceptance rizik v konsorciu a budou prováděny postupy pro identifikaci / zmírňování rizik v celém životním cyklu projektu s využitím pokynů ISO 31000. Řízení rizik v rámci projektu se bude řídit „hierarchií vyhýbání se“<sup>24</sup>, převodem (risk shaving) a zmírněním aktivního zapojení všech aktérů na místním trhu s energií: provozovatelé distribučních soustav, poskytovatelé produktů a služeb, vlastníci budov, agregátoři, města a spotřebitelé.

<sup>24</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Exposure\\_hierarchy](https://en.wikipedia.org/wiki/Exposure_hierarchy)





## 6. Indikátory

Číslo	Indikátor	jednotka	Plán rok	Plán hodnota	Stav 2018
<b>Opatření #1 Pakt starostů a primátorů</b>					
1.a	Zpracování SECAP	Ano/ne	2019	Ano	ne
1.b	Snížení CO2 o 40%	%	2030	100%	0%
1.c	Adaptační opatření na změnu klima	KS	2025	5	0
1.d	Místní dny pro energii	KS	2025	12	0
1.e	Energetická soutěž pro školy	KS	2025	6	0
1.f	Climathon	KS	2025	6	0
<b>Opatření #2 Energetický portál</b>					
2.a	Počet zapojených budov	Ks	2025	100%	24 ks
2.b	Počet publikovaných PENB	%	2019	100%	0%
2.c	Počet publikovaných EA	%	2019	100%	0%
2.d	Online spotřeba elektřiny u zapojených budov	%	2025	100%	0%
2.e	Online spotřeba plynu u zapojených budov	%	2025	100%	0%
2.f	Online vody u zapojených budov	%	2025	100%	0%
2.g	Online spotřeba tepla u zapojených budov	%	2025	100%	20 ks
<b>Opatření #3 Veřejné osvětlení</b>					
3.a	Počet světelných bodů umožňujících osazení prvků sensorické sítě	%	2025	10%	0%
<b>Opatření #4 Soustava zásobování teplem</b>					
4.a	Studie proveditelnosti ověřující možnosti získávání biomasy	Ano/ne	2020	Ano	Ne
4.b	Nahrazení uhelných zdrojů plynem nebo biomasou	%	2023	100%	50%
<b>Opatření #5 Energetický manager</b>					
5.a	Zřízení pozice energetického manažera	Ano/ne	2019	Ano	Ne
<b>Opatření #6 +CityxChange</b>					
6.a	Creating the Integrated Baseline and DST for the Follower cities	%	2020	100%	Ne
6.b	Creating the 2050 Bold City Vision and Guidelines with the Follower Cities	%	2021	100%	Ne
6.c	CommunityxChange	%	2023	100%	Ne
6.d	Technical feasibility studies and documentation of potential replication of DPEB solutions	%	2021	100%	Ne
6.e	Building investment pipelines and novel business models	%	2022	100%	Ne
6.f	Report k replikaci +CityxChange aktivit	Ano/ne	2023	Ano	Ne
6.g	Vybudování dvou inteligentních budov	KS	2025	2	Ne
6.h	Vybudování energeticky pozitivního bloku	Ano/ne	2023	Ano	Ne
6.i	Vybudování energeticky pozitivní čtvrtě	Ano/ne	2025	Ano	Ne



## 7. Seznam obrázků

Obrázek 1 Definice Smart Building (4 pilíře udržitelnosti); autor: Jiří Tencar, 2018 .....	6
Obrázek 2 Mikrogrid – chytrá energetika; autor: green energy corp, 2018 .....	6
Obrázek 3 Logo Morgenstadt; autor: (Fraunhofer, 2015).....	8
Obrázek 4 Logo smart cities Scotland; autor: Scottish Cities Alliance, 2018 .....	8
Obrázek 5 Logo Smart Prague; autor: Smart Prague, 2018.....	9
Obrázek 6 Příjmy fondu úspor z prezentace energetického manažera Jaroslava Klusáka přednesené 8.4.2016 v Ostravě; autor: Jaroslav Klusák.....	11
Obrázek 7 Administrativní budova v Remscheid; autor: Thomas Riehle, Bergisch-Gladbach; (BINE information service, 2010) .....	11
Obrázek 8 Základní a technická střední škola Uhland ve Stuttgartu; autor: Fraunhofer; (Build UP, 2016).....	12
Obrázek 9 Vlevo - Fasáda administrativní části/ Vpravo - Detail fasády budovy Detmoldského učiliště; autor: Smart Plan, 2017.....	13
Obrázek 10 Věže kancelářské budovy KfW; autor: SmartPlan, 2017 .....	14
Obrázek 11 Finální vzhled řešených budov; autor: SmartPlan, 2017.....	16
Obrázek 12 Pohledová strana budovy po rekonstrukci; autor: SmartPlan, 2017 .....	18
Obrázek 13 vlevo: severní pohled; vpravo: jihovýchodní pohled; autor: Fraunhofer-Institut für Bauphysik 2013 .....	19
Obrázek 14 Pohled do atria budovy střední školy Českobrodská 32a, Praha 9; autor: ECOTEN, 2017	21
Obrázek 15 Vizualizace mateřské školy Osická; autor: ECOTEN, 2018 .....	23
Obrázek 16 Grafická část průřezu energetické náročnosti budovy .....	28
Obrázek 17 Grafické znázornění vazeb jednotlivých opatření návrhové části této koncepce; autor: Ing. Jiří Tencar, Ph.D. ....	31
Obrázek 18 Grafické znázornění Road Map jednotlivých opatření návrhové části této koncepce; autor: Ing. Jiří Tencar, Ph.D. ....	31
Obrázek 19 loga Paktu starostů a primátorů a snížení emisí CO <sub>2</sub> do 2030 a podpory zmírňování a přizpůsobení se změně klimatu; autor: <a href="https://www.paktstarostuaprimatoru.eu">https://www.paktstarostuaprimatoru.eu</a> .....	32
Obrázek 20 Pakt starostů a primátorů – krok za krokem; autor: (Pakt starostů a primátorů, 2016) ...	32
Obrázek 21 Grafické znázornění jednotlivých kroků během Klimathonu; autor: <a href="https://climathon.climate-kic.org/en/about">https://climathon.climate-kic.org/en/about</a> .....	34
Obrázek 22 Grafické zobrazení energetického portálu; autor: <a href="http://portal-pisek.enesa.cz/day">http://portal-pisek.enesa.cz/day</a> .....	37
Obrázek 23 Shrnutí dopadů řešených variant krytí tepelných potřeb SZT na měrné náklady na výrobu tepla; autor: (SEVEN Energy, 2016) .....	39
Obrázek 24 Pokrytí výroby tepla ve variantě 1; autor: (SEVEN Energy, 2016) .....	40
Obrázek 25 Pokrytí výroby tepla ve variantě 2; autor: (SEVEN Energy, 2016) .....	40
Obrázek 26 Vývoj průměrné ceny tepelné energie pro konečné spotřebitele v ČR mezi lety 2010 – 2016; autor: (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2016) .....	41
Obrázek 27 Schéma rozdělení příjmu z fondu úspor; autor: Jaroslav Klusák .....	42
Obrázek 28 Princip tvorby a dalšího využívání finančních prostředků z fondu úspor; Autor: Ing. Michal Rohlena 2013.....	43
Obrázek 29 Logo projektu +CityxChange; autor: (+CityxChange Consorcium, 2018) .....	44
Obrázek 30 Mapa zapojených zemí a měst; autor: (+CityxChange Consorcium, 2018) .....	44
Obrázek 31 Vize +CityxChange; autor: (+CityxChange Consorcium, 2018).....	46
Obrázek 32 Schéma +CityxChange demonstračního projektu; autor: (+CityxChange Consorcium, 2018) .....	47
Obrázek 33 Přehled demo projektů; autor: (+CityxChange Consorcium, 2018).....	50



Obrázek 34 Demonstrační projekty rozdělené do struktury hlavních témat; autor: (+CityxChange Consortium, 2018) .....	51
Obrázek 35 Lokace demonstrační čtvrtě, oblastí a lokalit v Písku .....	53
Obrázek 36 Předpokládané dopady projektu +CityxChange – Společný trh s energií; autor: (+CityxChange Consortium, 2018) .....	54
Obrázek 37 Předpokládané dopady projektu +CityxChange - Integrované plánování a návrh a Společenská změna; autor: (+CityxChange Consortium, 2018) .....	55



## 8. Seznam tabulek

Tabulka 1 Replikace ve Follower Cities.....**Chyba! Záložka není definována.**  
Tabulka 2 Tabulka rizik (Table of Risks); autor: (+CityxChange Consortium, 2018)**Chyba! Záložka není definována.**



## 9. Seznam zkratek

Zkratka	Anglický název	Český název
PEB	Positive Energy Blok	Energeticky pozitivní blok
PED	Positive Energy District	Energeticky pozitivní čtvrť
eMaaS	e-mobility as a service	e-mobilita jako služba
	Seamless eMobility	Chytrá doprava
DST	Integrated Design and Decision Support Tool	Podpůrný nástroj na integrované navrhování a rozhodování
RES	Renewable Energy Sources	OZE – Obnovitelné zdroje energie
TSO	Transmission System Operator	Prozovatel přenosové soustavy
DSO	Distribution System Operator	Provozovatel distribuční soustavy
CSO	Community System Operator	Prozovatel komunitní soustavy
NZEB	Near-zero Energy Building	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
EV	Electric Vehicle	Elektromobil
V2G	Vehicle-to-Grid	Auto-do-sítě
V2B	Vehicle-to-Building	Auto-do-budovy
DLT	Destributed Ledger Technologies	Technologie mikroplateb
KPI	Key Performance Indicators	Klíčové ukazatele výkonnosti
RMS	Risk Management Strategy	Strategie řízení rizik
TCL	Technical Contact Point	Technické kontaktní místo
WPL	Work Package Leader	Vedoucí pracovního balíčku
WP	Work Package	Pracovní balíček
TL	Task Leader	Vedoucí úkolu
PT	Project Team	Projektový team
LHC	Lighthouse City	Vedoucí město
FC	Follower City	Město následující Vedoucí město
PM	Project Manager	Projektový manager
EC	European Commission	Evropská komise
PO	Project Officer	Správce projektu
BMS	Building Management System	Systém správy domu





## 10. Bibliografie

- +CityxChange Consortium. (2018). *Building a low-carbon, climate resilient future: secure, clean and efficient energy*.
- Berman Group. (2015). *Strategický plán rozvoje města Písku*. Písek.
- BINE information service. (11 2010). Získáno 11. 11 2018, z Service - Events - Building refurbishment - Waste disposal operation: <http://www.bine.info/en/service/events/event-calendar/linked-contents/?artikel=1707&typ=32>
- BINE Information Service. (2010). *Building refurbishment - Waste disposal operationsbetrieb*. Získáno 2 2018, z Energy research for application: [www.bine.info/en/service/events/event-calendar/linked-contents/?artikel=1707&typ=32](http://www.bine.info/en/service/events/event-calendar/linked-contents/?artikel=1707&typ=32)
- BINE Information Service. (26. 10 2016). Získáno 11. 11 2018, z Topics - Learning and working in an energy-plus school: <http://www.bine.info/en/topics/news/lernen-und-werken-in-einer-plusenergieschule/>
- BINE Information Service. (2016). *Learning and working in an energy-plus school*. Získáno 2 2018, z Energy research for application: <http://www.bine.info/en/topics/news/lernen-und-werken-in-einer-plusenergieschule/>
- BINE Information Service. (2016). *Renovation of a school from the 1950s to plus energy level*. Získáno 2 2018, z The European Portal For Energy Efficiency In Buildings: [www.buildup.eu/en/news/renovation-school-1950s-plus-energy-level](http://www.buildup.eu/en/news/renovation-school-1950s-plus-energy-level)
- Build UP. (04. 11 2016). Získáno 11. 11 2018, z Renovation of a school from the 1950s to plus energy level: <http://www.buildup.eu/en/news/renovation-school-1950s-plus-energy-level>
- Climate - KIC. (nedatováno). *Challenges*. Získáno 2018, z Climathon: [https://climathon.climate-kic.org/en/?option=com\\_reditem&view=category\\_descendant\\_items&id=18&Itemid=141](https://climathon.climate-kic.org/en/?option=com_reditem&view=category_descendant_items&id=18&Itemid=141)
- Community Power website. (nedatováno). Získáno 5 2018, z [www.communitypower.eu](http://www.communitypower.eu)
- Cox, A., Parslow, P., De Lathouwer, B., Klien, E., Kempen, B., & Lonien, J. (2016). *D4.2-Definition of Smart City Reference Architecture*. ESPRESSO systEmic Standardisation apProach to Empower Smart citieS and cOmmunities.
- ekocentrum Konikleč. (2013). *počítáme s vodou*. Získáno 3 2018, z <https://www.pocitamesvodou.cz/>
- Enerfis. (nedatováno). *Z jakých částí se skládá veřejné osvětlení?* Získáno 2018, z Veřejné světlo: <http://www.verejnesvetlo.cz/caste-dotazy/>
- European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENSTO-E). (nedatováno). *Mid-term Adequacy Forecast 2016*.
- Euroskop. (nedatováno). *Přehled fondů EU - životní prostředí*. Získáno 7 2018, z Euroskop: <https://www.euroskop.cz/9211/sekce/zivotni-prostredi/>
- Fraunhofer. (08 2015). *Morgenstadt: City Insights*. Získáno 11. 11 2018, z City Lab Report Prague: [http://www.iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/ssp/SMART%20Cities/Full\\_Morgenstadt\\_CityReport\\_Prague\\_EN.pdf](http://www.iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/ssp/SMART%20Cities/Full_Morgenstadt_CityReport_Prague_EN.pdf)



- Fraunhofer. (8 2015). *Morgenstadt: City Insights; City Lab Report Prague*. Získáno 10 2017, z [http://www.iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/ssp/SMART%20Cities/Full\\_Morgenstadt\\_CityReport\\_Prague\\_EN.pdf](http://www.iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/ssp/SMART%20Cities/Full_Morgenstadt_CityReport_Prague_EN.pdf)
- Fraunhofer-Institut für Bauphysik. (2013). *Plusenergie-Kinderhaus Höhenkirchen-Siegertsbrunn*. Získáno 6 2018, z Enff:Schule: <https://www.eneff-schule.de/index.php/Demonstrationsobjekte/Plusenergieschulen/plusenergie-kinderhaus-hoehenkirchen-siegertsbrunn.html>
- Harvard Business School. (nedatováno). *Economic Development in Inner Cities 2017*. Získáno 5 2018, z <http://www.isc.hbs.edu/competitiveness/economic-development/research-and-applications/Pages/economic-development-in-inner-cities.aspx>
- Hjelmbrekke, H., & Klakegg Ole, J. (2017). A Project Governance Framework Model for Enhanced Value Creation in Construction Projects. *International Journal of Managing Projects in Business*.
- Lipka. (nedatováno). *Zahrada v Romarýnku*. Získáno 9 2018, z Lipka - školské zařízení pro environmentální vzdělávání: <http://www.lipka.cz/projekty?idc=2818>
- Low energy building retrofit of a commercial building from 1960*. (27. 07 2009). Získáno 11. 11 2018, z Build UP: <http://www.buildup.eu/en/practices/cases/low-energy-building-retrofit-commercial-building-1960>
- Massa, L. e. (2016). Business models for shared value. *Network for Business Sustainability*.
- Ministerstvo pro místní rozvoj. (nedatováno). *Program regenerace sídlišť*. Získáno 4 2018, z SFRB: <http://www.sfrb.cz/programy-a-podpory/program-regenerace-sidlist/>
- Ministerstvo průmyslu a obchodu. (2016). *Státní energetická koncepce*.
- Ministerstvo průmyslu a obchodu. (2016). *Zpráva o vývoji energetiky v oblasti tepla za rok 2016*. Získáno 2018, z <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/elektrina-a-teplo/2018/2/Zprava-o-vyvoji-energetiky-v-oblasti-tepla-za-rok-2016.pdf>
- Ministerstvo průmyslu a obchodu. (2017). *Aktualizace Národního akčního plánu energetické účinnosti ČR*. Praha.
- Ministerstvo průmyslu a obchodu. (2017). *Národní akční plán energetické účinnosti ČR*.
- Ministerstvo průmyslu a obchodu. (nedatováno). *Komunitární programy COSME 2014-2020*. Získáno 9 2018, z EFEKT: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/programy-podpory/61170>
- Ministerstvo životního prostředí. (2015). *Adaptace sídel na změnu klimatu - praktická řešení a sdílení zkušeností*. Získáno 2 2018, z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/adaptacni\\_projekty\\_cr\\_odkazy/\\$FILE/OEOK-adaptacni\\_projekt\\_10-20180718.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/adaptacni_projekty_cr_odkazy/$FILE/OEOK-adaptacni_projekt_10-20180718.pdf)
- Ministerstvo životního prostředí. (2015). *Adaptační strategie ČR*.
- Ministerstvo životního prostředí. (2015). *Národní akční plán adaptace na změnu klimatu*.
- Ministerstvo životního prostředí. (2015). *UrbanAdapt - Rozvoj strategií přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách měst s využitím ekosystémově založených přístupů k adaptacím*. Získáno 2 2018, z



[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/adaptacni\\_projekty\\_cr\\_odkazy/\\$FILE/OEOK-adaptacni\\_projekt\\_03-20180718.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/adaptacni_projekty_cr_odkazy/$FILE/OEOK-adaptacni_projekt_03-20180718.pdf)

Ministerstvo životního prostředí. (nedatováno). *Adaptace měst na změnu klimatu-výběr opatření a účasti veřejnosti.* Získáno 3 2018, z

[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/adaptacni\\_projekty\\_cr\\_odkazy/\\$FILE/OEOK-adaptacni\\_projekt\\_14-20180718.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/adaptacni_projekty_cr_odkazy/$FILE/OEOK-adaptacni_projekt_14-20180718.pdf)

Morales, J., Conejo, A., & Pérez-Ruiz, J. (2009). Economic valuation of reserves in power systems with high penetration of wind power. *IEEE Transactions on Power Systems*, (stránky 900-910).

Open ePolicy Group. (2015). *Roadmap for open ICT ecosystems*. Cambridge, MA: Berkman Center for Internet and Society.

Operátor ICT. (2017). *Projekty Smart Prague*. Získáno 2 2018, z Smart Prague: <https://smartprague.eu/projekty#chytre-budovy-a-energie>

Pakt starostů a primátorů. (2016). *Pakt starostů a primátorů v oblasti klimatu & energetiky*. Získáno 2018, z Pakt starostů a primátorů: <https://docplayer.cz/40556530-Klimatu-energetiky.html>

Pakt starostů a primátorů. (nedatováno). *Iniciativa Paktu - cíle a rozsah*. Získáno 2018, z Pakt starostů a primátorů: <https://www.paktstarostuaprimatoru.eu/about-cz/cov-initiative-cz/obj-scope-cz.html>

Praha. (nedatováno). *Výzvy*. Získáno 11 2017, z Peníze pro Prahu: <http://penizeproprahu.cz/vyzvy/?po=2>

ReNewTown. (nedatováno). Získáno 5 2018, z New Post-Socialist City: Competitive and Attractive: <http://www.renewtown.eu>

ReNewTown. (11. 8 2012). *Nové post-socialistické město: konkurenceschopné a atraktivní*. Získáno 3 2018, z ReNewTown: [http://www.renewtown.eu/tl\\_files/renewtown/Broszury/ReNewTown\\_Brochure\\_Czech%20Republic\\_PP5.pdf](http://www.renewtown.eu/tl_files/renewtown/Broszury/ReNewTown_Brochure_Czech%20Republic_PP5.pdf)

Scottish Cities Alliance. (2016). *Smart Cities Scotland*. Získáno 8 2018, z <https://www.scottishcities.org.uk/workstreams/smart-cities>

Sense technologies. (2015). *Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR*. Získáno 1 2018, z Voda v krajině: <http://www.vodavkrajine.cz/podklad/moznosti-reseni-vsaku-destovych-vod-v-urbanizovanych-uzemich-v-cr>

SEVEn Energy. (2016). *Tepelná koncepce města Písek*. Písek.

Slaviček, M., Slavičková, K., & Šťastný, B. (2010). *Revitalizace vodního systému krajiny a měst zatíženého významnými antropogenními změnami*. Praha: České vysoké učení technické v Praze.

Sluňákov – centrum ekologických aktivit . (nedatováno). *Sluňákov – centrum ekologických aktivit* . Získáno 9 2018, z Sluňákov: <https://slunakov.cz/>

*Smart Cities Scotland*. (2018). Získáno 2018, z Scottish Cities Alliance: <https://www.scottishcities.org.uk/workstreams/smart-cities>

Smart Plan. (2015). *Modrožlutá kniha Smart Písek*. Písek.



Smart Plan. (2017). *Studie možnosti zavádění technologií podporujících Smart Prague v OP PPPR oblasti 2.1.3. Praha.*

Veronika Centrum Hostětín. (nedatováno). *Ekologická vesnice*. Získáno 9 2018, z Veronika Centrum Hostětín: <https://hostetin.veronica.cz/ekologicka-vesnice>

Voss, K., Engelmann, P., Kugel, D., Müller, M., & Schlüter, C. (2007). *Sanierung eines Bürogebäudes zum Niedrigenergiehaus mit Passiver Kühlung - REB, Remscheid*. Získáno 2 2018, z [http://www.buildup.eu/sites/default/files/content/Nordstr.48\\_Remscheid\\_Artikel\\_Voss.pdf](http://www.buildup.eu/sites/default/files/content/Nordstr.48_Remscheid_Artikel_Voss.pdf)

Výzva č. 30 – *Energetické úspory v městských objektech – Inteligentní budovy*. (nedatováno). Získáno 11. 11 2018, z Operační program Praha - pól růstu: <http://penizeproprahu.cz/vyzva-c-30-energeticke-uspory-v-mestskych-objektech-dosazene-take-s-vyuzitim-vhodnych-obnovitelnych-zdroju-energie-energeticky-efektivnich-zarizeni-a-inteligentnich-systemu-rizeni/>

WIKIPEDIE. (2018). *Veřejné osvětlení*. Získáno 2018, z WIKIPEDIE: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Veřejné\\_osvětlení](https://cs.wikipedia.org/wiki/Veřejné_osvětlení)

Zhao, H., Wu, Q., Hu, S., Xu, H., & Rasmussen, C. (2015). Review of energy storage system for wind power integration support. *Applied Energy, Volume 137*, stránky 545-553.



## 11. Seznam příloh

Příloha č. 1 Analytická část – state-of-art z pohledu ČR a existující externí finanční zdroje

Vedlejší doprovodná odborná příloha č. 2 - Podrobný technický popis vybrané varianty