



Příklady dobré praxe

Nástroje pro poskytování poradenských služeb (D3.2)

Energy Living Lab of the Olomouc Region

Verze: 02

Datum: 30. 11. 2025



Seznam zkratk

BMS	systém řízení budovy (Building Management System)
DPH	daň z přidané hodnoty
ECOK	Energetické centrum Olomouckého kraje
EnMS	energetický management
EPC	Energy Performance Contracting
EU	Evropská unie
FVE	fotovoltaická elektrárna
IRC	řízení teplot místností (Individual Room Control)
kW	kilowatt
kWh	kilowatthodina
kWp	kilowattpeak
MaR	měření a regulace
OZE	obnovitelné zdroje energie
TUV	teplá užitková voda
VT	vysoký tarif

Příklady dobré praxe

3 Budova městského úřadu

11 Domov pro seniory se zvláštním režimem

17 Školní zařízení

23 Zdravotní zařízení

Příklady dobré praxe

Budova městského úřadu

Projekt neřešil pouze primárně cíl energetických úspor, ale i alokování úřadu a administrativy do celostních prostor. Umístění úřadu mělo být dlouhodobou investicí, proto projekt nedefinoval jako jediný kritický ukazatele návratnost investice z hlediska dosažených energetických úspor. Budova je však veřejným místem a bude podléhat naplňování evropské a české legislativy stran energetické náročnosti. Současně také došlo v rámci rekonstrukce k řadě nutných či vyvolaných stavebních a technických zásahů, které neměly dopad na dosažení vyšších energetických úspor.

Rozbor situace

Sumář

- Jde o projekt na dosažení energetických úspor městských budov úřadu Prahy.
- Kompletní zateplení objektu (stěny, střechy, okna).
- Modernizace systémů VZT, rekonstrukce systému chlazení a aplikace nového účinného systému chlazení (variable refrigerant volume/variable refrigerant flow) s funkcí tepelného čerpadla.
- Integrace inteligentních BMS, realizace systému IRC v místnostech ovládajícího topný systém s vazbou na rekonstruovaný systém chlazení, výměna ventilů na otopných tělesech.
- Rekonstrukce systémů vnitřního umělého osvětlení a náhrada stávajících světelných zdrojů za úsporné LED zdroje.
- Instalace mikro-kogenerační jednotky o předpokládaném výkonu 20 kWe pro energeticky efektivní pokrytí části vlastní spotřeby elektrické energie.
- Úpravy na systému VZT vedoucí ke snížení spotřeby energie.
- Opatření v rozsahu požadavků na dodatečné stavební úpravy.
- Úsporná opatření v oblasti hospodaření s vodou.
- Napojení řídicího dispečinku objektu na centrální řídicí dispečink firmy ENESA.

Vizualizace



Popis budovy ve stavu PŘED

Jedná se o střední sekci (č.p.1072) a krajní vchodovou sekci (č.p.1073) panelového domu, který byl postaven v roce 1975 jako bytový objekt. V roce 1995 byla budova dispozičně a funkčně upravena pro potřeby administrativního provozu městského úřadu, objekt má kanceláře, jednací síně, sociální zařízení a další odpovídající provozní prostory. Rekonstrukce zahrnovala dispoziční změny, zateplení objektu a rekonstrukci technických systémů.

Objekt je postaven klasickou panelovou, montovanou technologií.

Podzemní stěny obou budov jsou původní z keramobetonových panelů s mezivrstvou tepelné izolace. Obvodové stěny jsou původní, jsou z montovaných třívrstevných panelů s mezivrstvou tepelné izolace a nadzemní části byly v rámci rekonstrukce dodatečně zatepleny kontaktním zateplovacím systémem tj. 80 mm. Obvodová stěna střešní nástavby je z doby rekonstrukce objektu tvořena zdivem.

Podlahy na terénu jsou původní, nezateplené.

Plochá střecha nad 8.NP byla v rámci rekonstrukce upravena a nově opatřena hydroizolačním souvrstvím a vrstvou tepelné izolace tl. 100 mm.

Výplně otvorů jsou tvořeny převážně plastovými okny, která jsou zasklena izolačním dvojsklem (cca r. 2002, respektive 2006). Veškeré okenní výplně na jihozápadní fasádě byly (cca r. 2017) doplněny o stínění venkovními žaluziemi. Žaluzie jsou vybaveny centrálním řízením v závislosti na osvitu a síle větru. Ovládání těchto žaluzií je možné i z jednotlivých kanceláří.

Větrání je zajišťováno přirozeně okny. Pro odtah vzduchu z hygienických zázemí a od digestoří v kuchyňkách jsou instalovány odtahové ventilátory.

Základní energetické vstupy do obou objektů jsou elektrická energie, zemní plyn a

voda. Dodavatelem elektrické energie je Pražská energetika a.s., zemního plynu Pražská plynárenská a.s. a studené vody Pražské vodovody a kanalizace a.s.

Elektrická energie využívána pro umělé osvětlení, provoz oběhových čerpadel a systémů MaR, ventilátorů, systému chlazení, běžných kuchyňských spotřebičů, kancelářských zařízení a další technologie – výtah a drobné elektroniky.

Prostory jsou uměle osvětleny převážně klasickými zářivkovými zdroji ovládanými manuálními spínači u dveří jednotlivých prostor. Jedná se o lineární a kompaktní zářivky.

Provoz budov je 5 dní v týdnu, jedná se o jednosměnný provoz cca 8.-12 hod./den. Celková zastavěná plocha objektů je 650 m², vytápěná plocha pak 5923 m².

Budova Bratří Venclíků č.p. 1072

- Budova má 8 nadzemních typických podlaží a 1. podlaží podzemní. Celá budova je podsklepena technickým suterénem, který částečně zasahuje nad úroveň terénu a je vybaven okny pro přirozené osvětlení a větrání podzemních prostor. V suterénu se nacházejí převážně pomocné a technické prostory, sklady a plynová kotelna. Prostory v suterénu jsou převážně vytápěny na teplotu 15 °C. V nadzemních podlažích se nacházejí administrativní prostory úřadu městské části, které jsou vytápěny na 20 °C.
- Strop pod touto strojovnou je konstrukcí, která odděluje vytápěný prostor v 8.NP od nevytápěné strojovny a je nezateplený ($U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- Vytápění je zajištěno centrální plynovou kotelnou, která je umístěna v suterénu objektu. Kotelna je osazena třemi stacionárními kotli, každý o výkonu 42 kW. Výrobce deklarovaná účinnost kotlů je 90,5 %.
- Rozvody topné vody jsou dvoutrubkové protiproudé s nuceným oběhem topného média, technický stav rozvodů odpovídá běžnému opotřebení.
- Jeden kotel je doplněn o zásobník TV o objemu 150 l.
- Přívodní VZT jednotka zajišťující přívod čerstvého vzduchu do čekáren a archivů.
- Klimatizační jednotky pro chlazení rozvoden počítačové sítě.
- V suterénu objektu je umístěna trafostanice.

Budova Bratří Venclíků č.p. 1073

- Budova má 8 nadzemních typických podlaží, na kterými je 9.NP se strojovnou výtahu, plynovou kondenzační kotelnou a dalšími administrativními prostory. Celá

budova je podsklepena technickým suterénem, který částečně zasahuje nad úroveň terénu a je vybaven okny pro přirozené osvětlení a větrání podzemních prostor. V suterénu se nacházejí převážně pomocné, technické a skladovací prostory, které jsou vytápěny na teplotu 15 °C. V nadzemních podlažích se nacházejí administrativní prostory úřadu městské části, které jsou vytápěny převážně na teplotu 20 °C.

- Vstup do objektu na úrovni 1.NP je konstrukčně zapuštěn o cca 1,2 m směrem do budovy.
- Vytápění je zajištěno plynovou kondenzační kotelnou, která je umístěna ve strojovně v 9.NP. Kotelna je osazena dvěma závěsnými kotli, každý o výkonu 65 kW s odkouřením do fasády (stáří cca 3 roky). Výrobce udává účinnost vztažená k výhřevnosti je 97,2 % (při 80/60 °C), 105 % (při 50/30 °C).
- Řízení zdroje tepla je prováděno podle vnitřního termostatu, který je nevhodně umístěn přímo v kotelně, provozní personál radnice do nastavení vytápění nezasahuje.
- Rozvody topné vody jsou dvoutrubkové protiproudé s nuceným oběhem topného média, technický stav rozvodů odpovídá běžnému opotřebení.
- Měření na rozvodech vytápění není osazeno. Měření je pouze množství plynu pro kotelnu a množství studené vody.
- Do kanceláří na JZ fasádě objektu bylo v roce 2010 doplněno strojní chlazení.
- Venkovní jednotky jsou umístěny na střeše, vnitřní jednotky jsou v nástěnném provedení rozmístěny po jednotlivých kancelářích. Vnitřní jednotky vlivem umístění a předimenzovanosti způsobují tepelný diskomfort.

Energetické aspekty

Obálka a okna	Stav PŘED	<i>Obálka budovy částečně zateplena v rámci rekonstrukce v roce 1995. Výplně otvorů zaskleny izolačním dvojsklem (2002) a část opatřena stíněním žaluziemi s centrální řízením (2017).</i>
	Stav PO	<i>Kompletní zateplení objektu zahrnující zateplení nadzemních i podzemních obvodových stěn, plochých střech a kompletní výměna otvorových výplní.</i>
Zdroj tepla	Stav PŘED	<i>Centrální plynová kotelna + plynová kondenzační jednotka. Rozvody zatepleny částečně.</i>

	Stav PO	<i>Instalace mikro-kogenerační jednotky o předpokládaném výkonu 20 kWe, jejímž vstupním palivem bude zemní plyn, bude vyrábět elektrickou energii a teplo pro ohřev teplé vody a otopný systém, přičemž obě tyto energie budou určeny výhradně pro vlastní spotřebu objektů.</i>
Příprav a teplé vody	Stav PŘED	<i>Rozvody TV jsou tepelně izolovány.</i>
	Stav PO	<i>Topné systému obou objektů budou na úrovni suterénu hydraulicky propojeny tak, aby tepelnou energii z KGJ a centrálně připravenou TUV bylo možno distribuovat do obou objektů.</i>
Elektri na	Stav PŘED	<i>V suterénu objektu č.p.1072 je umístěna trafostanice. Elektrická energie využita pro osvětlení, provoz oběhových čerpadel a systémů MaR, ventilátorů, systému chlazení, běžných kuchyňských spotřebičů, kancelářských zařízení ad.</i>
	Stav PO	<i>Mikro-kogenerační jednotka, optimalizace v rámci EnMS, napojení na MaR.</i>
Plyn	Stav PŘED	<i>Centrální plynová kotelná v suterénu objektu č.p.1072, celkem tři stacionární kotle, každý o výkonu 42 kW.</i>
	Stav PO	<i>Plynové zdroje v kotelně budou zrušeny, místo nich instalována mikro-kogenerační jednotka včetně akumulární nádrže pro tepelnou energii vyrobenou na KGJ a včetně nové centrální přípravy TUV pro oba objekty.</i>
Regula ce	Stav PŘED	<i>Centrální, bez regulací větví</i>
	Stav PO	<i>Inteligentní BMS se systémem IRC k regulaci vytápění / chlazení / větrání / osvětlení jednotlivých místností podle určených režimů.</i>
Osvětl ení	Stav PŘED	<i>Klasické zářivkové zdroje s manuálními spínači.</i>

	Stav PO	<i>Celkem 1442 ks svítidel vyměněno za energeticky úsporné LED zdroje, automatická regulace dle přítomnosti osob a intenzity přirozeného osvětlení.</i>
VZT, rekupe race	Stav PŘED	<i>Odtahové ventilátory na střeších, pro hygienické zázemí a digestoře v kuchyňkách, tepelný diskomfort vlivem nekvalitního rozmístění vnitřních jednotek v nástěnném provedení po jednotlivých kancelářích. Kanceláře větrány přirozeně okny, přírodní VZT jednotka zajišťující přívod čerstvého vzduchu do čekáren a archivů.</i>
	Stav PO	<i>Nové ventilátory s energeticky úspornými EC motory s možností regulace otáček a regulací dle obsazenosti místností, přívod čerstvého vzduchu vzduchotechnickým potrubím bude zajištěn i nadále do prostorů čekáren v objektu č.p. 1072, a to stávající VZT jednotkou. Kompletní řízení MaR. Systém větrání objektů nadále podtlakový s možností větrat přirozeným způsobem pomocí otevírání oken. Systém nuceného větrání sloužící pro zlepšení kvality vnitřního prostředí a pro odvod odpadního vzduchu ze sociálního zařízení.</i>
FVE / akumulace	Stav PŘED	<i>Žádné OZE</i>
	Stav PO	<i>Bez nových instalací</i>
EnMS	Stav PŘED	<i>EnMS neexistuje</i>
	Stav PO	<i>Zavedení energetického managementu vč. dálkového a automatického monitoringu spotřeb všech médií a energií.</i>
Chlazení	Stav PŘED	<i>Klimatizační jednotky pro chlazení rozveden počítačové sítě. Do kanceláří na jihozápadní fasádě objektu bylo v roce 2010 doplněno strojní chlazení.</i>
	Stav PO	<i>Modernizace systémů VZT. Bude použit systém přímého chlazení</i>

		VRV/VRF s technologií tepelného čerpadla nejnovější generace s napojením na systém MaR s automatickým řízením.
Práce s vodou	Stav PŘED	Žádné technologie ani opatření na úsporu vody
	Stav PO	Úpravy v rámci sociálního zařízení. Na vybrané umyvadlové a sprchové baterie aplikovány úsporné perlátory nové generace s přednastavitelným průtokem. Dále budou do vybraných stávajících splachovacích nádrží WC instalovány šetřící prvky WC STOP (celkový počet šetřících prvků 100 ks). Úsporné prvky Watersavers.
Ostatní	Stav PŘED	-
	Stav PO	Dodatečné stavební úpravy: dispoziční změny spočívající převážně v úpravě členění kanceláří příčkami, tak aby vyhovovaly požadavkům jednotlivých odborů a s tím spojenými úpravami dveří; úpravy na sociálním zařízení vč. splachovacího úsporného systému a úpravou povrchů (dlažba, omítka). Úpravy v TZB související s technologicky úspornými řešeními.

Energie před a po

Energonositelé		Spotřeba energie před realizací (2015-2017)	Spotřeba energie po realizaci (rok 2026)
Elektrina	Spotřeba (MWh)	256, 98	162,345
	Cena (tis. Kč)	1 032,07	652,07
Plyn	Spotřeba (MWh)	452,11	349,32
	Cena (tis. Kč)	383,7	296,7
Voda	Spotřeba (m³)	1 725,33	1 371,33
	Cena (tis. Kč)	121,743	96,743
	Spotřeba (MWh)	N/A	N/A

Chlad	Cena (tis. Kč)	N/A	N/A
Dopady			
Úspory energie	187 (MWh/rok) (z 709 na 512)	Spotřeba energie před a po [kWh/(m2a)]	N/A
Úspory financí (tis. Kč)	2 460 (roční úspora 492)	Ztráty na zdroji a v rozvodech (MWh/rok/tis.Kč)	N/A
Snížení CO2	Nutno dopočítat	Zvýšení OZE	0
Zvolený business model			
Řešení metodou Design & Build. Celkové investiční náklady obou objektů = 116 800 tis. Kč bez DPH (z toho nejvyšší náklady 38 443 tis. Kč integrace BMS, 32 721 tis. Kč zateplení, 22 713 tis. Kč modernizace VZT). Kombinace prostředků z EU fondů a prostředků Magistrátu hl. města Prahy.			
Výhledy do budoucna			
Zvážit instalaci FVE či jiných OZE technologií. Vyhodnotit EnMS. Zvážit další opatření s odstupem času.			

Domov pro seniory se zvláštním režimem

Projekt byl postaven na řešení systémů vytápění, zejména části atria. Model ukazuje dobrou praxi využití modelu EPC a také formy řešení v minulosti špatně řešených dispozici a užití nevhodných sklonů a tvarů vč. výrazného zastoupení prosklených ploch.

Rozbor situace

Sumář

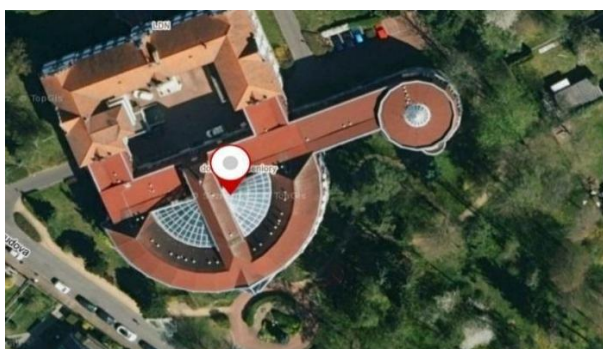
Jde o Domov Modrý kámen (domov pro seniory se zvláštním režimem).

Již realizovaná rekonstrukce odstranila některé závažné důsledky nevhodného architektonického a technologického řešení budovy z druhé poloviny 90. let:

- odstranění hlavního diskomfortu nedotápění atria
- odstranění potřeby používání přenosných přímotopů
- vyvážení otopné soustavy a optimalizace regulace pro větší tepelný komfort
- úspory pitné vody na splachování

Zároveň jsou navržena další opatření, která by měla být zvážena v dalších úvahách o optimalizaci provozu tohoto zařízení sociálních služeb pro snížení energetické náročnosti jeho provozu, ale zejména pro zvýšení komfortu pro zvláště zranitelnou skupinu obyvatel – seniory.

Vizualizace



Popis budovy ve stavu PŘED

Objekt slouží jako Domov pro seniory (1. a 2. NP) a jako Domov se speciálním režimem (3.NP). Kapacita zařízení je 101 klientů, kteří jsou ubytováni v 51 pokojích. Kapacita objektu je zcela naplněna. O klienty se stará v pracovních dnech zhruba 40 zaměstnanců, o víkendu cca 15. Provoz budovy je nepřetržitý.

Výstavba budovy proběhla v letech 1994–1999. Objekt má nepravidelný půdorys, je složený z půlkruhové části a kruhové části, které jsou propojeny spojovacím traktem. Čtyřpodlažní půlkruhové části dominuje střední atrium s prosklenou střechou, po obvodu jsou umístěny jednotlivé pokoje klientů, ve vnitřní části jsou chodby a střední schodiště s výtahovou šachtou. V posledním podlaží jsou pouze vytápěná kaple a nevytápěné sklady (půda). V severní kruhové části jsou provozní zázemí (kanceláře) a společenské prostory pro klienty Domova. V úrovni 3.NP jsou realizovány spojovací krčky do sousední budovy LDN. Budova LDN je stavebně i energeticky oddělena, provozně zajišťuje LDN Domovu služby kuchyně a prádelny.

Budova má řadu problémů, které vyplývají ze špatného architektonického a stavebního řešení. V létě zejména při tropických teplotách posledních let dochází ke kritickému přehřívání místností (především v 3.NP), v zimě naopak k nedotápění atria (resp. špatné distribuci tepla), zatékání vody, průvanu apod. Důvodem jsou zejména výrazné prosklené plochy zcela nevhodného sklonu a tvarů, které není možné otevírat, nebo jen velmi obtížně.

Energetické aspekty

Zdroj tepla a příprav a TUV	Stav PŘED	<i>Vytápění a příprava TUV v objektu byla zajištěna v nízkotlaké plynové kotelně o maximálním tepelném výkonu 300 kW, umístěné v 3.NP.</i> <i>V kotelně byly osazeny dva stacionární plynové kotle. Stáří kotlů odpovídá stáří budovy. Kotle byly zcela původně zapojeny do kaskády, nicméně před rekonstrukcí byly zapojeny tak, že jeden slouží výhradně pro vytápění a druhý výhradně pro přípravu TUV. Teplá voda je připravována centrálně v plynové kotelně pomocí zásobníkového nepřímotopného ohřívače o objemu 732 l, který je natápěn jedním z kotlů. Voda je ohřívána na 60 °C, po objektu je rozvedena potrubím s časově omezenou cirkulací.</i>
	Stav PO	<i>Kotle byly vyměněny za dva kondenzační plynové kotle s</i>

		celkovým navýšením výkonu cca o 1/3. Soustava čerpadel byla optimalizována – část byla nahrazena (viz. oběhové čerpadlo) a část demontována. Výstupy topné vody byly napojeny na nový rozdělovač a sběrač takovým způsobem, aby kotle mohly sloužit jak pro vytápění, tak i pro ohřev teplé vody. Pro větrání kotelný byl instalován menší ventilátor než dosavadní. Příprava TUV je realizována ve stávajícím nepřímotopném zásobníkovém ohřivači.
Otopná soustava	Stav PŘED	Otopný systém v objektu byl dvoutrubkový s nuceným oběhem a teplotním spádem 90/70 °C. Rozvod topné vody byl proveden 3 okruhy, a to výstup vestibul (podlahové vytápění atria); hospodářská část – čidlo v jídelně; administrativní část – čidlo v pokoji č. 100.
	Stav PO	Oběhová čerpadla okruhů ÚT bez automatické regulace výkonu budou vyměněna za nová elektronická. Jednotlivé topné větve byly zachovány, byly ale hydraulicky vyváženy. Byla též prověřena relevance umístění čidel pro jednotlivé okruhy. Byla prověřena kvalita doplňovací vody za el. úpravnou a dle výsledku bude případně doplněna o další stupně úpravy vody.
Elektřina	Stav PŘED	5 přímotopů 1,5 kw pro nouzové dotápění prostoru atria.
	Stav PO	Odstraněny z důvodu další nepotřebnosti.
Regulace	Stav PŘED	Předání tepla do místností je realizováno převážně článkovými otopnými tělesy, na kterých jsou osazeny termostatické ventily s regulačními hlavicemi. Dle informací zaměstnanců však dochází k zarůstání potrubí a ventilů vodním kamenem, takže je jejich funkčnost omezená. Vnitřní čidla, na základě kterých jsou spínána čerpadla jednotlivých větví (větev č. 1 navíc obsahuje směšování).

	Stav PO	Na otopná tělesa byly doplněny chybějící termostatické ventily a termostatické hlavice (88 ks). Jednotlivé topné větve byly hydraulicky vyváženy. Termostatické hlavice byly zaaretovány na rozsahu nastavení od nuly do teploty odpovídající hygienickému požadavku na teplotu v dané místnosti.	
EnMS	Stav PŘED renovací	Spotřeba elektřiny je měřena jedním fakturačním elektroměrem. Teplo z kotelny (vytápění i teplá voda) je účtováno na základě přepočtu ze spotřeby zemního plynu. Pitná voda je měřena dvěma fakturačními vodoměry.	
	Stav PO	Kotelna vč. regulace topných větví byla opatřena novým systémem MaR s přenosem na dispečink ESCO. Stávající členění topného systému na sekce vestibul, hospodářská část, administrativa a byty bylo zachováno. Všechny sekce topného systému budou samostatně směřované s korekcí dle vnitřních teplotních čidel, jejichž umístění bylo po prověření vhodnosti umístění zachováno.	
Voda	Stav PŘED	Spotřeba vody souvisí s hygienickými potřebami a úklidem. Úsporné armatury nejsou osazeny z důvodu špatné zkušenosti se zarůstáním vodním kamenem. Dešťová voda je odváděna do kanalizace.	
	Stav PO	Splachovací mechanismy WC byly doplněny o průtokové regulátory “WC stop“ (52 kusů), které umožní rozdělení na velké a malé spláchnutí a zamezí protékání vody nádobkou splachovače.	
Energie před a po			
Energonositelé		Spotřeba energie před realizací (2015)	Spotřeba energie po realizaci (rok 2026)
Elektřina	Spotřeba (MWh)	132 421	127 929
	Cena (tis. Kč)	404	390,2

Plyn	Spotřeba (MWh)	-	-
	Cena (tis. Kč)	-	-
Teplo	Spotřeba (MWh)	2 048,2	1 786,2
	Cena (tis. Kč)	829,3	723,1
Voda	Spotřeba (m ³)	4 214	3 986
	Cena (tis. Kč)	366	346,2

Dopady

Úspory energie	262 GJ/rok, 4 492 kWh/rok, 228 m ³ /rok	Spotřeba energie před a po [kWh/(m ² a)]	Na
Úspory financí (tis. Kč)	156	Ztráty na zdroji a v rozvodech (MWh/rok/tis.Kč)	Na
Snížení CO ₂	Na	Zvýšení OZE	Na

Zvolený business model

Rekonstrukce s celkovým nákladem 1 456 600 Kč byla provedena metodou EPC v rámci komplexního projektu retrofitu budov v majetku města Mnichovo Hradiště.

Výhledy do budoucna (r. 2020)

Obálka a okna:

Minimálním doporučením pro obálku budovy je zvážení možnosti využití solárních fólií nebo jiné stínící techniky na zcela nevhodně orientovaných oknech střechy a oknech ve 3. patře (zde jsou ob jedno okno instalovány slunolamy, je ale potřebné doplnit ochranu na ostatní okna a také prověřit funkčnost slunolamů, díky náklonu oken může být jejich efekt velmi omezen). Na plochých střechách, nacházejících se na části budovy na úrovni 3. patra, pod úrovní střechy, by bylo vhodné zvážit využití zelené extenzivní střechy nebo alespoň povrchu, který v minimální míře absorbuje sluneční záření. Do budoucna si vyřešení komfortu pobytu ve 3. patře vyžádá významnější úpravu oné „vypouklé“ poloviny střech se střešními okny. Optimálním řešením by byla instalace dobře izolované ploché střechy při zvážení využití extenzivní zelené střechy (nebo alespoň střechy světlé barvy s využitím odrazivého nátěru či FVE), pokud to konstrukce

a statika budovy dovolí. Rekonstrukce střechy by měla zahrnout i optimalizaci velikosti a tepelné prostupnosti střešního prosklení atria a využití atria k cílenému komínovému nočnímu provětrávání v letních měsících.

Příprava TUV:

V areálu existuje část plochých střech, kde by potenciálně mohl být umístěn solární systém pro ohřev TUV/přehřev vody pro vytápění. Je nutné prověřit statiku a zvážit náročnost instalace a benefity v porovnání s instalací FVE a/nebo zelené střechy pro zlepšení mikroklimatu.

Osvětlení:

Pro energetické úspory a zvýšení efektivity a komfortu osvětlení lze navrhnout v zásadě dvě opatření. Jednoduchou a velmi efektivní výměnu zdrojů (dle posouzení specialisty za úspornější zářivky nebo LED) a instalaci čidel denního světla a pohybu/přítomnosti. Zkrácení časových dobů by mohlo částečně kompenzovat délku spínacích okruhů.

VZT:

Zajímavou výzvou, replikovatelnou v podobných budovách, by bylo najít cestu, jak využít komínového efektu atria k nočnímu provětrávání prostor atria/případně společných v noci nevyužívaných prostor v létě a jak rekuperovat teplo ze vzduchu, který se v topné sezóně drží v prostoru pod střechou, bez složité a nákladné instalace rozvětvených rozvodů VZT.

FVE:

V areálu existuje část plochých střech, zde by měla být prověřena jejich statika a zvážena možnost instalace FVE pokrývající část aktuální spotřeby elektrické energie, optimálně v kombinaci se zelenou střechou.

Školní zařízení

Projekt měl ambici stát se výkladní skříní moderního pojetí komplexní rekonstrukce vč. zavedení různých typů nových technologií s cílem dosažení vlastní soběstačnosti. Pro tyto účely byly na projekt alokovány značné finanční prostředky.

Kromě energetické soběstačnosti (založené na dosažení maximálních energetických úsporách, instalacích FVE, systému tepelných čerpadel apod.) bylo cílem budovu řídit digitálně od menších senzorů až po celou MaR.

To vše vyžadovalo značné finance, navíc bylo po odkrytí původní obálky jasné, že výrazná částka musí být věnována také na odstranění azbestu a více než ¼ byla vyvolanou investicí či sanací vyskytlých problémů. Projekt je tak de facto finančně nenávratný a ukazuje, jak je dekarbonizace spojená s renovacemi některých budov složitá, na druhou stranu je nyní budova živou ukázkou práce s energií v reálném čase (výrobou, spotřebou, nákupy, sdílení) a s novými technologiemi řízení.

Rozbor situace

Sumář

- Jde o střední školu - Centrum odborné přípravy technickohospodářské, v Praze.
- První chytrá, udržitelná a energeticky pozitivní revitalizace budovy školy v ČR.
- Inovativní obvodový plášť na bázi dřeva – Envilop;
- Výměna otvorových výplní; zateplení střech; zateplení podlahy na terénu.
- Inovativní stínění zelení, zelená střecha a řešení pobytové zahrady.
- Akumulace a retence dešťové vody na zalévání. Akumulace a čištění šedé vody na splachování.
- Tepelné čerpadlo země/voda (teplo, teplá voda a chlazení).
- Vzduchotechnika s regenerací a regulací dle CO₂.
- LED osvětlení s regulací intenzity dne denního osvětlení.
- Fotovoltaické panely s výkonem 147 kWp, celkem 445 kusů. Baterie s kapacitou 140 kW/300 kWh.
- Automatický systém měření spotřeb. Dálkové řízení a sledování.
- SBTToolCZ certifikace (zlatý).

Vizualizace



Popis budovy ve stavu PŘED

Budova s ocelovým skeletem KORD ze 70. let se zděnou přístavbou z 90. let 20. století. Jedná se o revitalizaci budovy do energeticky plusového standartu s využitím obnovitelných zdrojů, šetrných materiálů a systémem hospodaření s šedou vodou.

Objekt školy se skládá ze tří obdélníkových budov a čtvercové přístavby, které tvoří jeden propojený celek. Objekt je nepodsklepen se třemi vytápěnými nadzemními podlažími. Křídlo vyhrazené pro prostory tělocvičny je o patro nižší než zbývající hmota objektu.

Prostory školy jsou využívány pro výuku 400 studentů prezenčního studia. Provoz školy v týdnu se pohybuje od 7:00 do 18:00, tělocvična je využívána do 22:00. Personál školy čítá cca 30 osob.

Objekt má plochou střechu. Okna jsou z cca 40 % plastová a z 60 % kovová. U čtvercové přístavby je konstrukce střechy a vnitřní stropní konstrukce z dutinových železobetonových stropních panelů.

Střecha je zateplena deskami z pěnového polystyrénu a vrstvou keramzitu. U původní spojitě budovy je konstrukce střechy zateplena deskami ze skelné vaty. Obvodové stěny přístavby jsou tvořeny z děravých cihel CDm a zatepleny deskami z pěnového polystyrénu. U původní budovy jsou provedeny jako sendvičová konstrukce a zatepleny deskami ze skelné vaty a z plných pálených cihel bez dodatečného zateplení.

Objekt byl napojen pro potřeby vytápění na systém centrálního zásobování teplem.

V komplexu školy je umístěna vlastní předávací stanice. Otopná soustava je dvoutrubková. Rozvody jsou vedeny při obvodových konstrukcích objektu s ocelových trub bezešvých nezateplených.

Distribuce tepla je zajištěna za pomoci deskových či žebrových otopných těles.

Energetické aspekty

Obálka a okna	Stav PŘED	<i>Objekt, až na výměnu některých výplní otvorů, neprošel významnější změnou a rekonstrukcí mající vliv na tepelné technické vlastnosti konstrukcí a obálky budovy.</i>
	Stav PO	<i>Inovativní lehký dřevěný obvodový plášť Envilop. Konstrukce do standardu pasivních domů ($U_{em} = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$). Vnější stínění mechanické a zelení (popínavé rostliny).</i>
Zdroj tepla	Stav PŘED	<i>Napojení na CZT. Vlastní předávací stanice. Nezateplené rozvody.</i>
	Stav PO	<i>Tepelné čerpadlo země/voda (ÚT, TV a chlazení). Energie z 16 zemních vrtů. Akumulace topné vody a chladu. Odpadní teplo z chladicí soustavy. Doplňkový zdroj elektrokotel a chiller.</i>
Příprav a teplé vody	Stav PŘED	<i>Příprava TV řešena centrálně a rozváděna k jednotlivým místům spotřeby. Rozvody TV jsou nezateplené.</i>
	Stav PO	<i>Centrální příprava TV ve 2 nepřímotopných zásobnících každý o 1000 litrů. Tepelným zdrojem jsou 2 TČ sloužící i pro vytápění objektu. Odpadní teplo na predehřev TV ze šedé vody.</i>
Elektrí na	Stav PŘED	<i>Rozvody ve špatném stavu.</i>
	Stav PO	<i>Celková rekonstrukce rozvodů elektřiny včetně venkovních rozvodů a instalace nové trafostanice. Nový systém MaR; několik autonomních řídicích systémů. Osazení podružného měření.</i>
Regula ce	Stav PŘED	<i>Vytápěcí soustava je regulována pomocí ekvitermní regulace. Některá otopná tělesa jsou osazena termoregulačními ventily s termostatickou hlavicí, ty zajišťují regulaci v místě konečné</i>

		<i>spotřeby.</i>
	Stav PO	<i>Regulace otopné soustavy je ekvitermní.</i> <i>Pro nastavení týdenního režimu vytápění jsou umístěny termostaty.</i> <i>Osazení těles = elektronické dálkové TRV hlavice.</i> <i>Regulace průtoku vody do indukčních jednotek přes ventil s motorickým pohonem.</i>
Osvětlení	Stav PŘED	<i>Převážně zářivková svítidla doplněná žárovkami a výbojkovými svítidly v tělocvičně.</i>
	Stav PO	<i>Kompletní výměna za LED.</i> <i>Svítidla (mimo toalety) budou vybavena stmívatelnými elektronickými předřadníky s možností plynulé regulace intenzity osvětlení.</i> <i>V rozváděčích osazeny řídicí prvky s rozhraním KNXnet/IP pro obousměrnou komunikaci se systémem MaR.</i>
VZT, rekuperační	Stav PŘED	<i>Větrání tělocvičny a hygienických prostorů.</i> <i>Dva ventilátory na střeše.</i> <i>Sociální zázemí – odtahové ventilátory.</i> <i>Zbývající prostory školy jsou větrány přirozeně okny.</i>
	Stav PO	<i>VZT (regenerační rekuperátory, CO₂ a rozvrhu).</i> <i>Řízené větrání vzduchotechnickými jednotkami se zpětným získáváním tepla.</i> <i>Větrací jednotky obsahují vodní výměník pro chlazení a ohřívání přiváděného vzduchu. Jednotky s deskovým výměníkem jsou vybavené vodním předehřevem, který slouží také jako protimrazová ochrana.</i>
FVE / akumulace	Stav PŘED	<i>Není</i>
	Stav PO	<i>FVE 147 kWp (445 polykrystalických kusů, 330 Wp) na střeše a</i>

		<i>přístřešcích.</i> <i>Lithiová baterie o výkonu 132 kW a kapacitě 300 kWh.</i>
EnMS	Stav PŘED	<i>Systém managementu hospodaření s energií podle ČSN EN ISO 50001:2019 není zaveden.</i>
	Stav PO	<i>Automatický systém s měřením spotřeb energií a vody na všech významných spotřebičích. Stanovení potenciálu úspor, hodnocení spotřeby, porovnávání velikosti úspor předpokládaných a skutečně dosažených; tvorba a aktualizace (akčních) plánů.</i> <i>Dálkové sledování a řízení. Prediktivní řízení (spotřeba budovy, předpověď počasí, spotové ceny el. energie den dopředu a stav baterie). Dynamický nákup a prodej energie.</i>
Chlazení	Stav PŘED	<i>Byla instalována split klimatizační jednotka pro potřeby chlazení serverovny. Zanedbatelná spotřeba.</i>
	Stav PO	<i>Nový systém strojního chlazení.</i> <i>Ze 75 % řešen pasivním chlazením za pomoci cirkulace vody mezi chladicí soustavou a zemními vrty.</i> <i>25 % chladu je pokryto kompresorovým chlazením TČ, kde je chlad získaný na výparníku.</i> <i>Záložním zdrojem chladu je chiller.</i>
Práce s vodou	Stav PŘED	<i>Baterie jsou pákové bez aplikace časovačů či perlátorů.</i>
	Stav PO	<i>Akumulace a retence dešťové vody na zalévání.</i> <i>Akumulace a čištění šedé vody na splachování WC a výlevky (404 m³/rok).</i> <i>Spořiče vody osazeny.</i>
Ostatní	Stav PŘED	<i>Spotřebiče (elektrický vaříč, rychlovarná konvice, trouba, TV, rádio, počítač apod.).</i> <i>Instalována zařízení pro potřeby ohřevu jídel a mytí nádobí.</i>

	Stav PO	Inovativní stínění zelení, zelená střecha, řešení pobytové zahrady. bezpečnostní energetické systémy, fyzická ostraha, režimová opatření, školní informační systém.	
Energie před a po			
Energonositelé		Spotřeba energie před realizací	Spotřeba energie po realizaci
Elektrina	Spotřeba (MWh)	62,65	75,76
	Cena (tis. Kč)	270,99	327,7
Teplo	Spotřeba (MWh)	408,76	0
	Cena (tis. Kč)	889,5	0
Voda	Spotřeba (m³)	N/A	2 696
	Cena (tis. Kč)	N/A	230
Chlad	Spotřeba (MWh)	0	3,74
	Cena (tis. Kč)	0	16,17
Dopady			
Úspory energie	395 (MWh/rok) (z 471 na 76)	Spotřeba energie před a po [kWh/(m2a)]	Na
Úspory financí (tis. Kč)	832,79 (71,3 %) Jde o provozní úsporu z 1140,5 na 327,7.	Ztráty na zdroji a v rozvodech (MWh/rok/tis.Kč)	20,63 / 14,92 (pokles z 99,63; a z 211,92)
Snížení CO2	o 72 % (z 196 tun/rok na 55 tun/rok)	Zvýšení OZE	93,9 (MWh/rok) (z 0 na 93,9)
Zvolený business model			
Investiční náklady = 250 000 tis. Kč (z čehož cca 30 000 tis. Kč tvořila likvidace azbestu). Prakticky dochází k výstavbě zcela nové školní budovy o ploše 4 368 m2 pro 400 žáků. Kombinace prostředků z EU fondů (OP PPR) a prostředků Magistrátu hl. města Prahy.			

Zdravotní zařízení

Projekt byl založen zejména na řešení instalace nové kogenerační jednotky a rekonstrukci kotelen vč. zajištění náhradního zdroje. Součástí byly také velké investice spojené se zateplením, renovací distribučních rozvodů pro páru apod. Projekt realizovaný bez dotace formou EPC má i tak slušnou návratnost.

Rozbor situace

Sumář

- Jde o Karlovarskou krajskou nemocnici.
- Instalace kogenerační jednotky (KGJ) pro pavilon J o min. elektrickém výkonu 400 kW. Bilance KGJ za rok 2020: počet motohodin 2072, množství vyrobené elektrické energie 828 905 kWh, množství vyrobené tepelné energie 1 145 500 kWh, el. energie plně využita v areálu nemocnice.
- Decentralizace přípravy páry pro pavilon D a přechod záložního zdroje z parního na teplovodní.
- Realizace nového záložního zdroje (plynové kotelny).
- Rekonstrukce plynovodní přípojky středotlakého plynu v pavilonu D z důvodu jejího dezolátního stavu.
- Rekonstrukce vaření na páře v centrální kuchyni, zrušení parní kuchyně a její náhrada jednotkami na zemní plyn. Postupná výměna varných kotlů, tj. bez odstávky kuchyně.
- Výměna svítidel na chodbách a schodištích.
- Softwarové hlídání spotřeby elektrické energie po jednotlivých pracovištích.
- Měření odběru tepla v jednotlivých objektech.
- Úprava distribučního topného rozvodu.
- Parní regulace topné vody.
- Otopná soustava – osazení TRV a IRC.
- Výměna původní energeticky neefektivní VZT jednotky za nové zařízení dle současných standardů na energetickou účinnost zařízení.
- V rámci přípravy teplé vody osazení v suterénu akumulární nádrží na předehřev TUV, výměna jednoho čerpadla TUV.
- Napojení na centrální dispečink, veškerá technologie výroby, distribuce a regulace tepelné energie vybavena nadřazeným automatizovaným řízením.

- V rámci opatření na vodě osazení spořiči vody u zařízení studené i teplé vody.
- Zateplení půdních prostor.

Vizualizace



Popis budovy ve stavu PŘED

Nemocnice je zdravotnické zařízení ve vlastnictví Karlovarského kraje. Poskytuje lůžkovou i ambulantní péči. Areál má 15 budov/objektů.

Zásobování areálu KKN Karlovy Vary je zajišťováno ze soustavy CZT a záložního centrálního zdroje – parní plynová kotelna.

Spotřeba tepla byla v roce 2016 cca 25 tis. GJ, elektřiny 17 tis. GJ a plynu 2,5 tis. GJ. Celkové náklady za energie v roce 2016 činily cca 25 mil. Kč (+ voda cca 3 mil. Kč).

Elektrická energie je spotřebovávána na VZT, klimatizaci, výrobu chladu, umělé osvětlení, chod kanceláří, specializované i nesespecializované medicínské techniky, přípravu pokrmů a na chod různých systémů s motorovými pohony atd.

Centrální plynová kotelna v areálu je napojena na středotlakovou plynovou přípojku přívod zemního plynu z místní distribuční sítě s vlastní regulační stanicí. Zemní plyn pro technologické účely v areálu je dodáván samostatnou přípojkou pro kuchyň, hlavní budovu, pro ubytovnu a pro Krajskou hygienickou stanici.

Dodávka technologického tepla pro provoz kuchyně je z centrální parní plynové kotelny ve formě páry. Některé objekty nejsou napojeny na teplovodní soustavu v areálu a jsou zásobovány teplem pomocí lokálních plynových kotlů.

Jako hlavní zdroj tepla je v objektu J (energocentrum) horkovodní výměníková stanice. Ve výměníkové stanici je připravováno teplo pro ÚT pro pavilony A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M a N a teplá voda pro objekty B, C, D, E, F, G, J, K, L a M.

Horká voda na vstupu do objektu je vedena do tří deskových výměníků, ve kterých je připravována topná voda s náběhovou teplotou 90 °C. Tato topná voda je vedena do

rozdělovače, kde je dále dělena na čtyři větve.

Jako záložní zdroj tepla při výpadku CZT (cca 4x až 5x za rok) je v energocentru instalována parní kotelna na zemní plyn. Tato kotelna slouží také k přípravě páry pro kuchyň, která je v objektu D, a je v provozu cca 5,5 hodiny denně.

Jako zdroj tepla jsou v kotelně osazeny dva kotle na výrobu syté páry.

Energetické aspekty

Obálka a okna	Stav PŘED	<i>Liší se dle pavilonu, jedna novostavba (Pavilon A), jinak spíše starší budovy z rozmezí 30.-90.let 20.stol. se štítky více či méně nevhodných budov. U většiny pavilonů předloženy PENB. Mimořádně nevyhovující budovy se štítkem z roku 2013 jsou Pavilony E, F, K, L, M, N, u Pavilonu G předpoklad. U Pavilonu I a O nebyl PENB předložen. Pavilon B Nevyhovující (2009), Pavilon C Nehospodárná budova (2009), Pavilon D Vyhovující (2013), Pavilon H bez štítku, předpoklad Vyhovující či Nevyhovující, Pavilon J Velmi nevhodná budova (2013).</i>
	Stav PO	<i>Zateplení půdních prostor pavilonů E, F, N.</i>
Zdroj tepla	Stav PŘED	<i>Napojení na CZT s předávací stanicí v Energocentru + záložní zdroj v podobě parní kotelny na zemní plyn.</i>
	Stav PO	<i>Nový záložní teplovodní zdroj z KGJ o výkonu 400 kW a kaskády teplovodních plynových kotlů, CZT zachováno. V době provozu KGJ jsou kotlová kaskáda a odběr z CZT řízeny jako špičkový a záložní zdroj s prioritou odběru tepla z KGJ.</i>
Příprav a teplé vody	Stav PŘED	<i>Horkovodní výměňková stanice, příprava v deskovém výměníku, akumulace ve dvou aku. nádobách o objemu á 1000 l. V energocentru příprava TV pro většinu pavilonů, část decentralizovaně.</i>
	Stav PO	<i>Centrální příprava teplé vody v energocentru zachována. V suterénu výměňkové stanice v blízkosti stávajícího ohřevu TV osazena akumulační nádrž s objemem cca 2 m³, která předřazena před ohřev TV a ve které studená voda předeřívána.</i>

		<i>Dohřev na požadovanou teplotu nadále realizován topnou vodou z kotelny nebo CZT.</i>
Elektrika	Stav PŘED	<i>Vlastní trafostanice 10kV.</i>
	Stav PO	<i>Instalace KGJ, vyrobená elektrická energie vyvedena do stávající trafostanice výhradně pro vlastní spotřebu nemocnice.</i>
Plyn	Stav PŘED	<i>Centrální plynová kotelna napojena na středotlakovou plynovou přípojku STL přívod ZP z místní distribuční sítě.</i>
	Stav PO	-
Regulace	Stav PŘED	-
	Stav PO	<i>Automaticky ovládané ventily na topných tělesech ve vybraných místnostech. Hlavice jsou součástí systému IRC. Automatizované řízení, provozní stavy vizualizovány na centrálním dispečinku.</i>
Osvětlení	Stav PŘED	-
	Stav PO	<i>Výměna svítidla kus za kus za vhodné LED svítidlo, či retrofit stávajícího svítidla výměnou světelných zdrojů za LED trubice. Zachována stávající elektroinstalace i nouzové osvětlení.</i>
VZT, rekuprace	Stav PŘED	<i>Energeticky neefektivní vzduchotechnické jednotky bez rekuperace vzduchu a frekvenčního řízení ventilátorů.</i>
	Stav PO	<i>Jednotky nahrazeny novým zařízením dle současných standardů na energetickou účinnost zařízení. Některé staré VZT jednotky trvale odstraněny.</i>
EnMS	Stav PŘED	-

	Stav PO	<i>Softwarové hlídání spotřeby, měřiče tepla, vodoměry, elektroměry, automatický přenos dat na dispečink nemocnice, vyhodnocování a optimalizace.</i>
Voda	Stav PŘED	-
	Stav PO	<i>Vybraná výtoková zařízení studené i teplé vody osazena spořiči.</i>

Energie před a po

Energonositelé		Spotřeba energie před realizací (2016)	Spotřeba energie po realizaci (rok 2021)
Elektřina	Spotřeba (MWh)	5 177,77	3 762,77
	Cena (tis. Kč)	9 189,9	7 458,4
Plyn	Spotřeba (MWh)	759,99	9 033,99
	Cena (tis. Kč)	1 032,98	8 071,84
Teplo	Spotřeba (MWh)	9 683,61	2 278,06
	Cena (tis. Kč)	15 235	3 894
Voda	Spotřeba (m ³)	39 224	34 788
	Cena (tis. Kč)	1 438,9	1 149,4

Zvolený business model

Projekt řešený metodou EPC, bez dotační podpory.

Investiční náklady = 65 878 tis. Kč bez DPH (z čehož cca 17 300 tis. Kč tvořila instalace kogenerační jednotky a cca 15 500 tis. Kč rekonstrukce kotelny).

Předpokládaná úspora 6,232 mil. Kč ročně.

Výhledy do budoucna

Instalace FVE či jiných OZE technologií.

Další opatření s odstupem času.