

Energetická koncepce bytových domů

OSI/OBJ/054/17 – st. č. 43312 Černý Most II – 5. stavba et. 0002

9. dubna 2017

Identifikační údaje

Identifikace dokumentu

Název díla / Title	OSI/OBJ/054/17 – st. č. 43312 Černý Most II – 5. stavba et. 0002 energetický koncept		
Datum vydání / Date of delivery	9. 4. 2017		
Počet stran / Pages	17	Počet příloh / Annexes	1
Počet výtisků / Printed copies	4	Č.výtisku / Copy number	

Identifikace zpracovatele

Název / City Name	PORSENNA o.p.s.
Adresa sídla / Postal address	Bystřická 522/2, 140 00 Praha 4
Adresa pracoviště / Office address	Michelská 18/12a, 140 00 Praha 4
Identifikační číslo / identification number	271 72 392
Vypracoval / Cooperated	Ing. Michal Čejka, Ing. Miroslav Šafařík Ph.D.
Telefon / Phone	241 730 336; 603 286 336
E-mail	ops@porsenna.cz

Identifikace objednatele

Název / City Name	Hlavní město Praha
Adresa sídla / Postal address	Mariánské náměstí 2, 110 01 Praha 1
IČO / DIČ	00064581 / CZ00064581
Zastoupení	Ing. Karel Prajer, ředitel OSI MHMP

Předmět

Název / Name	st. č. 43312 Černý Most II – 5. stavba et. 0002
Odpovědná osoba / Responsible person	Ing. Alexandra Kdýrová, specialistka přípravy a realizace investic
Telefon / Phone	+420 778 525 950
E-mail	alexandra.kdyrova@praha.eu

1. Souhrnný přehled navržených opatření

V následující tabulce uvádíme základní přehled investičních vícenákladů oproti referenční variantě pro kombinaci navržených opatření. Hodnoty jsou uvedeny v Kč bez DPH.

Přehled opatření	Vícenákklady ve variantě SMART *								45 100 000 Kč
	I	J	K	L	M	N	O	P	
Energeticky pasivní standard	x	x	x	x	x	x	x	x	21 840 000 Kč
Nadstandardní stínění oken	x	x	x	x	x	x	x	x	1 880 000 Kč
Lokální chlazení - horní byty									- Kč
LDS (lokální distribuční soustava)									- Kč
FVE -malá (3-8 kW _p)					x	x			640 000 Kč
FVE střední (10-20 kW _p)									- Kč
FVE - velká (30 kW _p)									- Kč
Solární termické kolektory (teplá voda)			o	o	x	x	o	o	6 080 000 Kč
Změna zdroje - zemní plyn	x	x	x	x	x	x	x	x	2 960 000 Kč
Změna zdroje - tepelná čerpadla									- Kč
Vegetační střecha	x	x	x	x	x	x	x	x	6 700 000 Kč
Vegetační prvky - rozsah 1	x	x	x	x	x	x	x	x	2 000 000 Kč
Vegetační prvky - rozsah 2									- Kč
Využití dešťové vody									- Kč
Využití šedé vody	x	x							1 230 000 Kč
Rekuperace TV - decentrální	o	o							420 000 Kč
Elektromobilita - malý rozsah									600 000 Kč
Elektromobilita - větší rozsah									- Kč
Základní MaR - rozúčtování	x	x	x	x	x	x	x	x	730 000 Kč
Chytrá MaR - nadstavba									- Kč

Vícenákklady ve variantě SMART PLUS*								70 700 000 Kč
I	J	K	L	M	N	O	P	
x	x	x	x	x	x	x	x	21 840 000 Kč
x	x	x	x	x	x	x	x	1 880 000 Kč
		x	x	x	x	x	x	1 750 000 Kč
				x				1 500 000 Kč
								- Kč
x	x	x	x				x	7 020 000 Kč
				x	x			3 900 000 Kč
								- Kč
								- Kč
x	x	x	x	x	x	x	x	11 260 000 Kč
x	x	x	x	x	x	x	x	8 500 000 Kč
								- Kč
x	x	x	x	x	x	x	x	3 500 000 Kč
								- Kč
x	x					o	o	3 150 000 Kč
o	o	o	o	o	o	o	o	2 370 000 Kč
								- Kč
								1 500 000 Kč
x	x	x	x	x	x	x	x	730 000 Kč
x	x	x	x	x	x	x	x	1 820 000 Kč

* Investiční náklady jsou stanoveny orientačně úměrně projektovému stupni a předloženým podkladům. Reálné investiční náklady musejí být stanoveny na základě projektové dokumentace a podrobného položkového rozpočtu.

(x) – opatření doporučené v dané variantě k realizaci; (o) – opatření v dané variantě ke zvážení možné doplňkové realizaci (zahrnuto v nákladech jako realizované)

2. Přehled opatření v jednotlivých variantách

V této kapitole jsou stručně popsány jednotlivé položky navržených opatření a v rozlišení pro dvě základní varianty SMART a SMART PLUS.

2.1. Varianta SMART

Varianta SMART představuje ekonomicky, ekologicky a provozně technicky optimální řešení.

- 1. Energeticky pasivní standard** - Kvalitní obálka budovy, řízené větrání s rekuperací tepla, kvalitní otvíravá okna, konstrukce bez tepelných mostů, apod.
- 2. Plnohodnotná protislunečná ochrana** - Většina oken na východní, jižní a západní světovou stranu je vybavena vnějšími stínícími prvky s elektrickým ovládáním.
- 3. Fotovoltaická elektrárna malého rozsahu** - Na střeše objektů M, N bude instalována FVE elektrárna o výkonu 5–8 kWp bez bateriového systému (cca 56 m²) pokrývající spotřebu elektřiny společných prostor, garáží a bytových VZT. V každém objektu bude provedena příprava budoucí rozšíření FVE včetně prostorů pro bateriový systém.
- 4. Solární termické kolektory na přípravu teplé vody** - Na střeše objektů M, N budou instalovány solární termické kolektory (cca 50-90 m²) odpovídající přibližně 30 - 60% pokrytí přípravy teplé vody. Volitelně je možné doplnit obdobný systém (cca 15-40 m²) se stejným pokrytím na objekty K, L, O, P.
- 5. Změna zdroje energie** - Ve všech objektech bude realizována vlastní plynová kotelná pro účely pokrytí spotřeby tepla na vytápění a přípravu teplé vody.
- 6. Vegetační střechy** - Na všech objektech bude realizována extenzivní vegetační střecha, čímž bude dosaženo multiplikačního efektu zahrnujícího retenci dešťové vody, úpravu mikroklima, biodiverzita, kvalitní vnitřní prostředí v posledním poschodí.
- 7. Vegetační prvky (rozsah simple)** - Varianta je více popsána v Příloze č.1. Na terasách a na suterénu objektů I, J budou realizovány polointenzivní vegetační střechy. Terasy bytů 1.NP objektů M, N budou řešeny jako polointenzivní vegetační střecha. Na dvou vnitřních fasádách objektů I, J, K, L budou realizovány popínavé rostliny. Přes okraje teras domů I, J porostou převislé popínavé rostliny a z květníků se budou po balkonech pnout popínavé rostliny.
- 8. Využití šedé vody** - Systém zpětného využití odpadní vody z koupelny (vana, sprcha, umyvadla) pro následné splachování toalet. V suterénu I1, I2, J1, J2 bude umístěna akumulací a filtrační nádrž, každá o objemu 1,5 – 3 m³.
- 9. Zpětné využití tepla z odpadní vody** - Volitelně lze u objektů I, J v případě náhrady van za sprchové kouty instalovat decentrální systém zpětného využití tepla z odpadní vody. Jedná o tepelný výměník umístění pod sprchovou vaničkou.
- 10. Elektromobilita – malý rozsah** - V rámci celého areálu budou zajištěna 2 venkovní parkovací místa s rychlodobíjecími stanicemi pro elektromobily a 4 stanice s dlouhou dobou dobíjení. Místa budou následně začleněna do širšího Pražského rámce elektromobility.
- 11. MaR - chytré rozúčtování** - Na všech objektech budou instalována podružná měřidla spotřeby energie a vody s dálkovým odečtem, sloužící k efektivnímu a vzdálenému rozúčtování nákladů.

2. 2. Varianta SMART PLUS

Varianta SMART PLUS představuje řešení ve vazbě na širší koncept Smart City a je optimalizováno ve vztahu k řešení lokální distribuční soustavy a na předpokládané budoucí potřeby a standardy bydlení.

1. **Energeticky pasivní standard** - Kvalitní obálka budovy, řízené větrání s rekuperací tepla, kvalitní otvíravá okna, konstrukce bez tepelných mostů, apod.
2. **Plnohodnotná protislunečná ochrana** - Většina oken na východní, jižní a západní světovou stranu je vybavena vnějšími stínícími prvky s elektrickým ovládáním.
3. **Aktivní chlazení** – Jako uživatelský nadstandard je navrženo aktivní chlazení horních bytů v objektech K, L, O, P, M, N (celkem cca 25 bytů).
4. **LDS** – V rámci areálu bude realizována lokální distribuční soustava v majetku města. Podmínkou je vybudování vlastní trafostanice, respektive ponechání si užívacího titulu k trafostanici a veškerým rozvodům NN. Podrobněji je opatření uvedeno v kapitole 4. 4.
5. **Fotovoltaická elektrárna střední a velký rozsah** - Na střeše (fasádě) objektů I, J, K, L, O, P budou instalovány FVE elektrárny středního rozsahu 10 – 15 kWp (cca 70 - 110 m²), na objektu M, N bude instalována velká FVE elektrárna o výkonu 30 kWp (cca 210 m²). Celkem tedy cca 170 kW_p. V případě LDS bude na objektech M, N realizováno centrální s bateriové úložiště. Bez LDS je nutné všechny systémy realizovat s bateriovým úložištěm.
6. **Změna zdroje energie** – Budou realizována tepelná čerpadla (TČ) země-voda na všech objektech v rozsahu pokrytí potřeby tepla na vytápění a přípravy teplé vody. Jako bivalentní zdroj bude sloužit elektrokotel. Realizovatelnost TČ země-voda musí potvrdit geolog. Nebudou-li TČ realizovatelná bude navrženo řešení kombinace kotlen na zemní plyn a solárních termických kolektorů (dle možnosti využitelnosti plochy střechy).
7. **Vegetační střechy** - Na všech objektech I, J, K, L, O, P bude realizována extenzivní vegetační střecha. Na objektech M, N bude střecha zpřístupněna, vždy 2/3 budou realizovány extenzivní luční vegetační střecha a 1/3 jako polointenzivní komunitní zahrada.
8. **Vegetační prvky (rozsah progresiv)** - Varianta je více popsána v Příloze č.1. Na terasách a na suterénu objektů I, J budou realizovány polointenzivní vegetační střechy. Terasy bytů 1-NP objektů M, N budou řešeny jako intenzivní zahrady. Na dvou vnitřních fasádách objektů I, J, K, L budou realizovány popínavé rostliny. Přes okraje teras domů I, J porostou převísle popínavé rostliny a z květníků se budou po balkonech pnout popínavé rostliny. U Vchodů bude realizována samostatná intenzivní vegetační stěna v rozsahu cca 4 m².
9. **Využití šedé vody** - Systém zpětného využití odpadní vody z koupelny (vana, sprcha, umyvadla) pro následné splachování toalet. V suterénu I1, I2, J1, J2 bude umístěna akumulační a filtrační nádrž, každá o objemu 1,5 – 3 m³. Volitelně je možné systém rozšířit ještě na objekty O, P, kde bude rozsah nádrží přibližně dvojnásobný.
10. **Zpětné využití tepla z odpadní vody** - Volitelně lze u všech objektů v případě náhrady van za sprchové kouty instalovat decentrální systém zpětného využití tepla z odpadní vody. Jedná o tepelný výměník umístění pod sprchovou vaničkou.
11. **Elektromobilita – větší rozsah** - V rámci celého areálu budou zajištěna 4 venkovní parkovací místa s rychlodobíjecími stanicemi pro elektromobily a 6 stanic s dlouhou dobou dobíjení částečně umístěných i v suterénu objektů. Místa budou součástí širšího konceptu.
12. **MaR - chytré rozúčtování** - Na všech objektech budou instalována podružná měřidla spotřeby energie a vody s dálkovým odečtem, sloužící k efektivnímu a vzdálenému rozúčtování nákladů.
13. **MaR - nadstavba** – Měření parametrů bude rozšířeno na všechny systémy OZE a hospodaření se šedou vodou tak, aby bylo možné vzdáleně vyhodnocovat jejich efektivitu a funkčnost.

3. Referenční varianta projektu

Původní projekt svými parametry neodpovídá současným legislativním požadavkům na novostavby a musí být upraven. Referenční varianta projektu předpokládá úpravu původního projektu na úrovni, v níž budou splněny současné legislativní standardy.

3. 1. Požadavky platné legislativy

Dle požadavků zákona č. 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů musí všechny novostavby nebo změny stavby před dokončením vlastněné orgánem veřejné moci po 1. 1. 2017 s energeticky vztahnou plochou větší než 350 m² splňovat požadavky na budovu s téměř nulovou spotřebou energie („NZEB“), definovanou prováděcí vyhláškou č. 78/2013 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

Z pohledu požadavků ČSN 730540-2 na letní stabilitu místnosti, která řeší tepelný komfort obyvatel, nesmí dojít k vzestupu teploty nad 27 °C. Toto lze na východní, jižní a západní fasádě dosáhnout pouze instalací vnějších stínících prvků. Dle našeho předběžného odhadu by minimální rozsah instalovaných stínících prvků představoval 70 % oken na jižní straně a 40 % na východní a západní světové straně.

Nově také legislativa vyžaduje posoudit energetickým posudkem, zda je ekonomicky výhodné připojit novostavbu ke stávající soustavě CZT.

3. 2. Investiční náklady

Orientační náklady na výstavbu komplexu musí stanovit projektant s ohledem na položkový rozsah prací. Vícenáklady uvedené pro obě navržené varianty představují výši investice vynaloženou oproti referenční variantě, tedy objektu realizovanému dle současných legislativních požadavků.

3. 3. Vegetační prvky

Z předložené studie a zde přiložených vizualizací je patrné využití vegetačních prvků v konceptu. Jejich rozsah není podrobně popsán a nákladově vyčíslen, proto jsou veškeré náklady na vegetační prvky zahrnuty do vícenákladů na jednotlivé navržené varianty. Referenční varianta je tedy uvažována bez vegetačních ploch.

4. Podrobnější popis dílčích opatření

4.1. Energeticky pasivní standard

Koncepčně by měl být objekt realizován s kvalitní vysoce izolovanou obálkou budovy, zajišťující nejen velmi nízkou spotřebu energie na vytápění a chlazení, ale i vysokou celoroční stabilitu vnitřního prostředí objektu (stálost vnitřního prostředí v případě přerušení dodávky tepla a chladu).

Předpokládaný tepelně-technický standard:

- Obvodové stěny objektů budou realizovány jako vyzdívka (vápenopískové zdivo, keramické zdivo THERM, železobeton) s kontaktním zateplovacím systémem navýšeném o přibližně 20 – 60 mm oproti standardu NZEB;
- Střecha bude obsahovat tepelnou izolaci navýšenou o cca 80 – 120 mm oproti NZEB;
- Podlaha 1.NP k nevytápěnému suterénu bude zateplena tepelnou izolací s navýšenou tloušťkou o přibližně 100 mm oproti NZEB;
- Instalována budou otvíravá okna s trojitým tepelněizolačním zasklením v případě vhodnosti lze na jižní světové straně doplnit o zasklení s vyšší solární propustností;
- V jednotlivých bytech budou instalovány decentrální jednotky řízeného větrání s rekuperací tepla, které budou opatřeny tlumiči hluky a regulací průtoku vzduchu (nejedná se o klimatizační zařízení);

Poznámka: Variantně lze instalovat centrální jednotku řízeného větrání na střešní konstrukci, případně ji umístit v suterénu objektu.

Tepelně-technický standard musí být nastaven na základě výpočtu energetické náročnosti budovy odpovídající podrobnosti hodnocení energeticky pasivních domů.

4.1.1. Základní princip

Základní definicí energeticky pasivních domů je, že se jedná o dům s kvalitním vnitřním prostředím a nízkou spotřebou energie. Z technologického pohledu se díky nastaveným technickým kritériím, komplexnějšímu procesu návrhu a kontroly kvality v průběhu realizace i po ní, jedná o v současné době nejvyšší dosažitelný technický standard. Mimo velmi nízké provozní náklady lze očekávat i splnění hygienických požadavků na větrání, vysoký užitný komfort v létě i v zimě bez rizika vzniku plísní.

Základními principy návrhu pasivních domů jsou:

- Správná orientace budovy umožňující využití slunečního záření v zimě
- Kvalitní, vysoce izolovaná obálka budovy včetně otvíravých oken s tepelněizolačním trojsklem
- Ochrana budovy proti letnímu přehřívání
- Řízené větrání s rekuperací tepla zajišťují stálý přísun čerstvého vzduchu
- Konstrukce bez tepelných mostů
- Proces optimalizace – hledání nejefektivnějšího řešení v celém procesu návrhu a realizace

Řízené větrání s rekuperací tepla zajišťuje na rozdíl od přirozeného větrání nejen nepřetržitý dostatečný přívod čerstvého (hygienicky nezávadného) vzduchu, ale také snížení spotřeby energie na vytápění resp. větrání, neboť přiváděný čerstvý vzduch je předehříván vzduchem odváděným z objektu. Laickou veřejností je často tento systém zaměňován s klimatizačním zařízením, které navíc upravuje vzduch chlazením a vlhčením. Konstrukčně a provozně se však jedná o dva naprosto rozdílné systémy. Instalace řízeného větrání s rekuperací tepla přináší především kvalitní a stálé vnitřní prostředí splňující všechny hygienické požadavky.

4. 1. 2. Ekonomické souvislosti

Pro jednotlivá energeticky úsporná opatření byly stanoveny orientační investiční náklady a porovnány s náklady odpovídajícími standardu budovy s téměř nulovou spotřebou energie („NZEB“). Rozdíl těchto nákladů odpovídá vícenákladům potřebným k dosažení vyššího energetického standardu. Vícenáklady jsou stanoveny pro průměrnou plochu bytu definovaného modelového objektu, která činí přibližně 66 m².

Vícenáklady na vyšší energetické standardy zahrnují následující opatření a položky:

- změna tepelně technických parametrů obálky budovy;
- instalace oken a dveří na úrovni $U \leq U_{pas,20}$ pro variantu pasivního standardu;
- instalace řízeného větrání s rekuperací tepla;
- opatření související s nižší průvzdušností obálky budovy;
- náročnější projektová příprava (náklady na projektovou dokumentaci);
- kontrola kvality provedení formou blower-door testu (měření „vzduchotěsnosti“ stavby);
- realizace technicky kvalitnějších stavebních detailů a výrobků;

Celkové investiční vícenáklady se oproti standardu budovy s téměř nulovou spotřebou energie pohybují v rozmezí 95 000 Kč až 150 000 Kč na modelovou bytovou jednotku, což představuje navýšení investičních nákladů o přibližně 4 – 7 % oproti současným legislativním požadavkům

Provozní náklady na chod jednotky řízeného větrání představují především spotřebu elektrické energie samotné jednotky a pravidelnou výměnu filtrů (přibližně 1x za 3 - 6 měsíců). Servis jednotky je velmi jednoduchý. Pro modelovou bytovou jednotku představují provozní náklady na decentralní větrání přibližně 800 – 1 200 Kč za rok.

Průměrné náklady na vytápění modelového energetiky pasivního bytu o podlahové ploše se budou pohybovat v závislosti na typu zdroje a ceně tepla pohybovat v rozmezí přibližně 1 700 – 3 500 Kč/rok, což odpovídá měsíčním zálohám přibližně 150 – 300 Kč.

4. 2. Vnější stínící prvky

Jedná se o opatření na zajištění kvalitního vnitřního prostředí, především v souvislosti s prevencí proti letnímu přehřívání. Vnější stínící prvky zabrání prostupu slunečního záření s účinností v rozmezí 50 až 90 % a jsou tak výrazně efektivnější než vnitřní stínící prvky s účinností v rozmezí 5 až 20 %. Instalací vnějších stínících prvků a elektrickým ovládáním tak lze eliminovat potřebu realizace chladicího systému.

V návrhu je uvažována instalace vnějších podomítkových stínících prvků (např. žaluzie, screenové látkové rolety) na téměř všechna východně, západně a jižně orientovaná okna. V rámci projekční činnosti bude provedena optimalizace návrhu a rozmístění stínících prvků, které stanoví efektivní rozsah stínění a sníží počet instalovaných stínících prvků na optimální úroveň.

Nutnost aplikace stínících prvků a stanovení jejich vlastností se provádí na základě posouzení stability místnosti v letním období dle ČSN 73 0540-2:2011 s požadavkem na maximální vzestup teploty vnitřního vzduchu v interiéru u obytných budov nad 27 °C za nornou stanovených okrajových podmínek. Na jižně orientovaná okna je možná a efektivní aplikace pasivních stínících prvků, které využívají vysoký rozdíl zenitu slunce mezi letním a zimním obdobím. Okna orientovaná východním a západním směrem je vhodné z důvodu nízkého rozdílu zenitu slunce v zimním a letním období osadit aktivními stínícími systémy, ideálně umožňujícími úpravu polohy stínících lamel.

4. 3. Lokální chlazení bytů

Stavebně energetický koncept objektů s instalovanou protisluneční ochranou bude koncipován takovým způsobem, aby byla nutnost instalace chladicí technologie vyloučena z konceptu. V praxi to znamená, že v jednotlivých bytech bude zajištěn optimální tepelně vlhkostní mikroklima i v letních měsících.

V návrhu lze zvážit instalaci lokálních chladících jednotek typu SPLIT pro část nadstandardních bytů (předpoklad jsou podstřešní bytové jednotky – 25 bytů). Alternativně lze v technologické části projektu zvážit možnost chlazení bytových jednotek systémem tepelných čerpadel země-voda, budou-li v konceptu navržena. Investičně i technicky se však jedná o náročnější technologii, kterou bude z pohledu efektivity vhodné rozšířit na více bytových jednotek. Variantně lze v objektech realizovat přípravu na chladicí systém a ponechat na uživateli možnost instalace tohoto systému.

Oproti instalaci chladicího zařízení lze požadovat celkově vyšší nájemné. Jinak toto opatření nemá ekonomické opodstatnění.

4. 4. Lokální distribuční soustava - LDS

Lokální distribuční soustava (LDS) je distribuční soustava sloužící pro připojení koncových odběratelů k elektrické síti (případně k síti rozvodu zemního plynu) a zajištění dodávky elektřiny (a/nebo zemního plynu) pro zákazníka a jeho odběrné místo, respektive jeho objekt, byt, kancelář apod.

Lokální distribuční soustavu provozují licencované distribuční společnosti na území vymezeném těmito licencemi. LDS může vzniknout všude tam, kde je více zákazníků, tj. odběratelů elektřiny či plynu připojeno na distribuční síť prostřednictvím jednoho připojovacího bodu (transformátoru) a to k nadřazené distribuční soustavě. Typicky se jedná o komerční zóny, obchodní centra, bytové komplexy a soubory rodinných domů, průmyslové zóny.

LDS vznikne vymezením území pro distribuci. Následně distributor investuje do výstavby nové distribuční sítě, případně koupí nebo pronajme od stávajícího vlastníka síť současnou. **V daném případě by se jednalo o vybudování nové LDS, přičemž je doporučeno vyhledat partnera (dodavatele a provozovatele LDS), formou výběrového řízení.** LDS v ČR mohou provozovat licencované subjekty, například Amper Distribuce a.s., Energetika Malenovice s.r.o. ze skupiny EoN apod.

Vybraný distributor zodpovídá na daném území za distribuci elektřiny či plynu a připojení nových zákazníků ve stejném rozsahu jako regionální distribuční společnosti. Samostatnou činností, která může navazovat na distribuci je dodávka vlastní komodity (elektřiny, plynu) při dodržení všech pravidel volného trhu z pohledu oprávněného zákazníka.

Veškerá pravidla jsou stanovena Energetickým zákonem a příslušnými prováděcími vyhláškami. Více také například na www.eru.cz.

V případě vzniku LDS bude koncový odběratel elektřiny či zemního plynu platit službu stejným způsobem jako ostatní odběratelé v regionální distribuční soustavě. Cena služby je regulována státem, cenu určuje pro každé distribuční území (ČEZ, E.ON, PRE) v ČR Energetický regulační úřad cenovým rozhodnutím na kalendářní rok. Službu hradí odběratel buď svému obchodníkovi s elektřinou prostřednictvím smlouvy o sdružených službách (tj. jednou fakturou spolu s cenou za silovou elektřinu či komoditu zemního plynu) nebo samostatně distribuční společnosti. Distribuční poplatky jsou stanoveny na základě Cenového rozhodnutí vydaného Energetickým regulačním úřadem dle velikosti rezervované hodnoty hlavního jističe odběratele či ročního odběru odběrného místa v případě zemního plynu.

4. 4. 1. Výhody LDS pro investora

- Potenciální úspora investičních nákladů na vybudování energetické infrastruktury
 - Ideálně řešit v průběhu projektu ve fázi územního rozhodnutí, nejpozději pro stavební povolení, ale dříve, než dojde k podpisu smlouvy o převedení vybudované infrastruktury územně příslušné distribuční společnosti (zde PRE Distribuce a.s.).
- Úspora za provoz energetické infrastruktury
- Možné bonusové zvýhodnění za poskytnutí území pro distribuci elektřiny či zemního plynu, dle předem stanovených podmínek
- Flexibilnější servis při provozování, připojování a v obsluze zákazníků v LDS
- Pomoc již v první fázi úvah a při vzniku projektu (ověření možnosti připojení vazba projekce a budoucí provoz)
- Svobodná volba koncového zákazníka při výběru dodavatele silové elektřiny či zemního plynu
- Zázemí kvalifikovaných odborníků se zkušenostmi z největších energetických hospodářství v rámci ČR
- Přenesení veškeré legislativní a administrativní náročnosti na provozovatele LDS

4. 4. 2. Shrnutí k LDS

LDS elektřiny pro daný případ by sloužila k připojení koncových odběratelů k elektrické síti a zajištění dodávky elektřiny pro zákazníka z rozvodů 0,4 kV. Vedení 0,4 kV bude napojeno z transformační stanice, která bude sloužit pro napájení LDS elektřinou.

Transformační stanice zůstane (zůstanou) v majetku HL. m. Prahy (nebo jiné městem zřízené organizace), bude připojena na distribuční rozvod nadřazené distribuční společnosti a bude provozována vybraným licencovaným provozovatelem.

Provozovatel LDS zodpovídá za provoz i spolehlivost zařízení LDS a bude distribuční partner pro plánované koncové zákazníky (odběratele).

Koncoví odběratelé elektřiny jsou napojeni z hladiny nízkého napětí (0,4 kV) a měřeni elektroměrovou soupravou odpovídajících parametrů pro fakturační měření.

Koncept LDS je velmi blízký konceptu Smart City.

4. 4. 3. Ekonomické souvislosti LDS

Investiční náklady se nebudou zásadně lišit od nákladů uvažovaných ve stávajícím projektu, resp. mohou být nižší z důvodu realizace firmou, která není zatížena vysokou marží stanovenou pro firmy, které jsou hlavními subdodavateli stávajících distribučních společností. Jedná se o náklady na trafostanice, elektrorozvody k elektroměrným rozvaděčům, elektroměrné rozvaděče a elektroměry. Součástí by měl být inteligentní systém řízení, doporučujeme provedení kabelové, jelikož se jedná o novostavbu a není nezbytné řešit bezdrátovým provedením.

Provozní náklady budou předmětem vysoutěžené ceny a budou vždy nižší, než by byly poplatky za distribuci v rámci národního distributora (zde PRE Distribuce). Výše závisí na celkovém „obratu“ elektřiny v rámci LDS, tj. nákupu a spotřeby elektřiny. Orientačně se může jednat například o 200 Kč/MWh. Podrobná srovnávací kalkulace vyplyne z výsledků poptávkového řízení po dodavateli a provozovateli LDS.

Provozní náklady budou dále sníženy vlivem samovýroby elektřiny v rámci LDS, v rámci níž bude moci být uplatněna veškerá spotřeba elektřiny v koncové ceně elektřiny. Například, pokud by kalkulovaná konečná cena elektřiny v základním tarifu činila 3,00 Kč/kWh a aktuální cena za výkup elektřiny z přebytků výroby z FVE je cca 0,25 Kč/kWh, jedná se o provozní úsporu (výnos) ve výši 2,75 Kč/kWh elektřiny z FVE. Absolutní hodnota závisí na dimenzi FVE v rámci LDS.

4. 5. Zdroj energie

Cena tepla z navrženého systému centrálního zásobování teplem („CZT“) společnosti Pražská teplárenská a.s., se v této lokalitě aktuálně (2017) pohybuje ve výši pro nově připojená zařízení v rozmezí 550 – 650 Kč/GJ bez DPH (dle vlastnictví výměňkové stanice a velikosti odběru). S ohledem na tuto cenu tepla a na uvažovanou nízkou celkovou spotřebu tepla areálu (bez OZE < 2 800 GJ/rok, s navrženými OZE < 1 800 GJ/rok) se jeví jako ekonomicky a provozně optimální instalace vlastních zdrojů tepla. Ekonomická přijatelnost musí být doložena energetickým posudkem (viz poznámka).

Poznámka: Podle zákona č. 369/2016 Sb., kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů je „Právnícká a fyzická osoba je povinná, je-li to technicky možné, u nových staveb nebo při změnách stávajících staveb využít pro vytápění teplo ze soustavy zásobování tepelnou energií nebo zdroje, který není stacionárním zdrojem.“ Toto ustanovení neplatí pokud „energetický posudek prokáže, že využití tepla ze soustavy zásobování tepelnou energií nebo zdroje energie, který není stacionárním zdrojem, není pro povinnou osobu ekonomicky přijatelné.“

V případě instalace vlastních stacionárních zdrojů tepla je možné využít velký prostor navržených výměňkových stanic k instalaci ostatních technologií, čímž dojde i k významné úspoře prostor a nutnosti úpravy dispozičního řešení podzemních částí objektů.

4. 5. 1. Řešení SMART

V této variantně jsou navrženy vlastní kotelny na zemní plyn v orientačním výkonovém rozsahu 40 – 80 kW/objekt, které budou plně pokrývat potřebu tepla na vytápění a přípravu teplé vody. Koncept kotlů na zemní plyn bude na části objektů doplněn o solární termické kolektory na přípravu teplé vody (samostatní kapitola). Předpokládaná konečná cena tepla z vlastní plynové kotelny včetně provozních nákladů činí přibližně 450 Kč/GJ bez DPH.

4. 5. 2. Řešení SMART PLUS

Budou realizována tepelná čerpadla (TČ) země-voda na všech objektech v rozsahu pokrytí potřeby tepla na vytápění a přípravu teplé vody. Jako bivalentní zdroj bude sloužit elektrokotel, u objektů M, N je možné zvážit jako bivalentní zdroj kotel na zemní plyn. Primární zdroj energie pro tepelná čerpadla (země) může být realizován buď jako plošný kolektor (plocha pozemku v okolí objektů) v hloubce 1 – 1,5 m nebo jako hlubinné vrty. Hlubinné vrty je možné realizovat mimo objekt nebo vhodněji přímo z podzákladí objektu (tzv. energetické piloty).

Tepelné čerpadlo vzduch-voda emituje hluk do okolí a je řešením spíše pro renovace stávajících budov. Teoreticky lze doporučit jako řešení v případě ekonomického podložení na objektech I, J.

Opatření je výhodné zvláště se současnou realizací lokální distribuční soustavy („LDS“) a samovýroby elektřiny pomocí FVE elektráren. Díky LDS lze dlouhodobě zajistit výhodnější cenu elektřiny. Konečná cena elektřiny závisí na výši jejího odběru, který bude díky instalaci TČ přibližně o 220 MWh/rok vyšší oproti variantě s plynovými kotelny.

Realizovatelnost TČ země-voda a technologie řešení musí být potvrzena geologem a specialistou na tyto technologie. Nebudou-li TČ realizovatelná bude navrženo řešení z varianty SMART - kombinace kotlen na zemní plyn a solárních termických kolektorů (dle možnosti využitelnosti plochy střechy).

Tepelná čerpadla země-voda dokáží na bytových domech pracovat se sezónním topným faktorem na vytápění a přípravu teplé vody přibližně $STF = 3,3$ a uspořit tak přibližně 60 % spotřeby energie na vytápění a přípravu teplé vody. Konečná ekonomická výhodnost musí být stanovena i s ohledem na LDS a konečnou cenu elektřiny a náročnost provedení v daných geologických podmínkách. Investiční náklady ve výši přesahující 11 000 000 Kč na celém areálu jsou pouze orientační a musejí být stanovena až na základě podrobnějších podkladů.

4. 6. Solární termické kolektory

Koncept bude na objektu M, N doplněn instalací solárních termických kolektorů zajišťujících předehřev teplé vody. Předpokládá se podle ekonomické efektivity a prostorových možností umístění zásobníku teplé vody instalace cca 50 - 90 m² velkoplošných panelů na střeše objektu (jižní orientace, 30° sklon). Tento systém by mohl zajistit přibližně 30 - 60% pokrytí přípravy teplé vody.

Volitelně je možné instalovat obdobný systém i na objekty K, L, O, P. Zde může být instalováno přibližně cca 20 - 40 m² panelů na střeše objektu (jižní orientace, 30° sklon). Tento systém by mohl zajistit přibližně 30 - 60% pokrytí přípravy teplé vody. Instalace těchto systémů je tím výhodnější, čím je vyšší cena energie na přípravu teplé vody. U těchto instalací je vhodné ověřit ekonomickou efektivitu.

4. 7. Fotovoltaická elektrárna

Výhodou fotovoltaických elektráren jsou technické možnosti širokého využití a volitelného výkonového rozsahu především v souvislosti s využitím bateriového systému. Nevýhodou jsou omezení definovaná energetickým zákonem č. 458/2000 Sb.

4. 7. 1. Řešení SMART

Na střeše objektů M, N bude instalována malá FVE elektrárna o výkonu 5 – 8 kWp bez bateriového systému (cca 56 m²) s jižní orientací a sklonem 35 - 45°. FVE bude dimenzována na pokrytí spotřeby elektřiny společných prostor, osvětlení v garážích a spotřebu elektřiny na provoz jednotek řízeného větrání s rekuperací tepla. Z vyrobeného množství 4 - 7 MWh/rok bude využito přibližně 45 % elektřiny, zbývající množství bude řešeno přetokem do sítě.

V každém objektu bude provedena příprava pro budoucí rozšíření FVE včetně přípravy prostorů v suterénu nebo na střeše pro budoucí bateriový systém.

4. 7. 2. Řešení SMART PLUS

V rámci lokální distribuční soustavy bude vybudováno centrální bateriové úložiště (předpoklad na objektech M, N), na které bude napojena veškerá FVE v areálu. Velikost bateriového úložiště a fotovoltaického pole bude optimalizována z pohledu investičních nákladů a předpokládané spotřeby energie celého areálu. Bez LDS je nutné všechny systémy realizovat s bateriovým úložištěm. FVE by nebyla omezena pouze na střešní konstrukci, ale plocha by se rozšířila i na jižní a jihozápadní fasádu.

Základním předpokladem je, že na objektech I, J, K, L, O, P budou instalovány FVE středního rozsahu 10 – 15 kWp (cca 70 - 110 m²) a na objektech M, N budou instalovány FVE většího rozsahu 30 kWp (210 m²). Panely budou s jižní / jihozápadní orientací a sklonem 35 - 45°, případně na fasádě se sklonem 90°.

Celkový instalovaný výkon činí přibližně 170 kWp s předpokládanou výrobou přibližně 140 MWh/rok (tedy cca 15-20 % pokrytí spotřeby). Využitelnost vyrobené elektrické energie v rámci LDS závisí na aktuálních odběrech elektřiny a velikosti a kapacitě baterií.

Velikost fotovoltaického systému a bateriového úložiště bude optimalizována v dalších fázích projektové dokumentace.

4. 8. Využití dešťové vody

S ohledem na navržené opatření v podobě realizace vegetační střechy v plném rozsahu plochy střech, je opatření na využití dešťové vody v objektu nerealizovatelné.

Vegetační střechy zajišťují retenci dešťové vody a snižují tak náklady na odvod dešťové vody z objektu.

4. 9. Využití šedé vody

Systém zpětného využití odpadní vody z koupelny (vana, sprcha, umyvadla) pro následné splachování toalet. Odpadní vody z toalet a kuchyňských zařízení budou odváděny do kanalizace. Využitelná šedá voda bude odváděna do prostor suterénu, kde bude umístěno zařízení pro úpravu a čištění šedé vody. Pro každý řešený objekt je navržena jedna soustava zařízení. Systém bude zabezpečen proti kontaminování pitné vody a bude opatřen havarijním přepadem. Vyčištěná a upravená voda (voda provozní) bude využita pro splachování toalet v objektu. Pro přívod provozní vody k toaletám bude instalován oddělený rozvod. Soustava bude mít řídicí jednotku pro doplňování systému pitnou vodou.

Ve variantě SMART je navrženo samostatné využití šedé vody pro objekty I1, I2, J1, J2. Předpokládaný objem každé ze dvou nádrží (reakční a akumulací) je objemech 1,5 - 2,5 m³.

Ve variantě SMART PLUS je navrženo využití šedé vody pro objekty I1, I2, J1, J2. Předpokládaný objem každé ze dvou nádrží (reakční a akumulací) je objemech 1,5 - 2,5 m³. Dále je s ohledem na využitelnost místa v suterénu doporučena pouze ke zvážení realizace obdobného systému na objektech O, P, kde bude objem každé z nádrží činit 2,5 - 3,5 m³.

Realizace systému využití šedé vody na ostatních rozsáhlejších objektech je zcela nestandardní a vyžadovala by individuální návrh. Velikosti akumulacích a filtračních nádrží jsou značné a bylo by nutné je řešit mimo samotný objekt. Z tohoto důvodu není realizace na objektech K, L, M, N doporučena.

Ekonomická návratnost toto opatření závisí především na sjednané ceně studené vody. V hodnocení byla uvažována jednotková cena vodného a stočného ve výši 80 Kč/m³. Navržený systém dokáže ušetřit téměř veškerou spotřebu pitné vody na splachování toalet, které představuje současně největší spotřebu pitné vody domácností. Předpokládaná úspora bude přibližně 25 – 35 % spotřeby pitné vody objektu.

4. 10. Využití tepla z odpadní vody

Jedná se o systém, který využívá teplo z odpadní vody (nejčastěji koupelny) pro předehřev studené nebo teplé vody. Centrální systém rekuperace teplé vody funguje na bázi velké akumulací jímky na veškerou odpadní vodu, která slouží jako primární zdroj pro tepelné čerpadlo. Tepelné čerpadlo předehřívá teplou vodu. Tento systém je prostorově velmi náročný, a proto není pro řešený areál doporučen.

Prostorově nenáročný, ale méně účinný systém decentrální rekuperace teplé vody spočívá v instalaci malého výměníku na odpadní potrubí zařízeního předmětu (nejčastěji sprchy). Přes výměník je ohřívána studená voda přiváděná do směšovací baterie. Účinnost toho systému je v rozmezí 12 – 30 % podle zvolené technologie a způsobu zapojení. Cena realizace se pohybuje okolo 12 000 Kč za výměník (1 ks na bytovou jednotku).

Podmínkou realizace tohoto systému je náhrada navržených van za sprchové kouty ve všech bytech, kde by byla tato technologie instalována. Protože není ověřena možnost záměny van za sprchové kouty je opatření doporučeno pouze ke zvážení.

4. 11. Elektromobilita

V rámci konceptu elektromobility, který v současné době zažívá prudký rozvoj je navržena realizace venkovních stání pro elektromobily, včetně rychlodobíjecích stanic. Mimo rychlodobíjecí stanice je možné instalovat i běžné dobíjecí stanice s dlouhou dobou nabíjení (např. přes noc), která budou vyhrazena elektromobilům. Koncept elektromobility v rámci areálu dává smysl především v souvislosti s realizací lokální distribuční soustavy a instalací fotovoltaických elektráren s bateriovým systémem.

Ve variantě SMART jsou uvažována 2 venkovní stání s rychlobíjecími stanicemi a 4 stanice s dlouhou dobou dobíjení. Stanice budou rozmístěny rovnoměrně po areálu.

Ve variantě SMART PLUS jsou uvažovány 4 venkovní stání s rychlobíjecími stanicemi a min. 6 stanic s dlouhou dobou dobíjení umístěných venku i v garážích jednotlivých domů.

4. 12. Vegetační střechy a prvky

Koncept návrhu zelených prvků byl zpracován společností GreenVille service s.r.o. Podrobný výstup pro obě navržené varianty SMART i SMART PLUS je včetně grafické části uveden v příloze č.1.

Využití střešních konstrukcí jako pochozích, případně pro účely komunitní zahrady může představovat rozpor s vydaným územním rozhodnutím, především v souvislosti s výškovým uspořádáním stavby. V tomto případě bude nutné realizovat na střeše objektu zábradlí (ne nutně v místě atiky) a prodloužit schodiště výstupem na střechu.

5. Příklady správné praxe

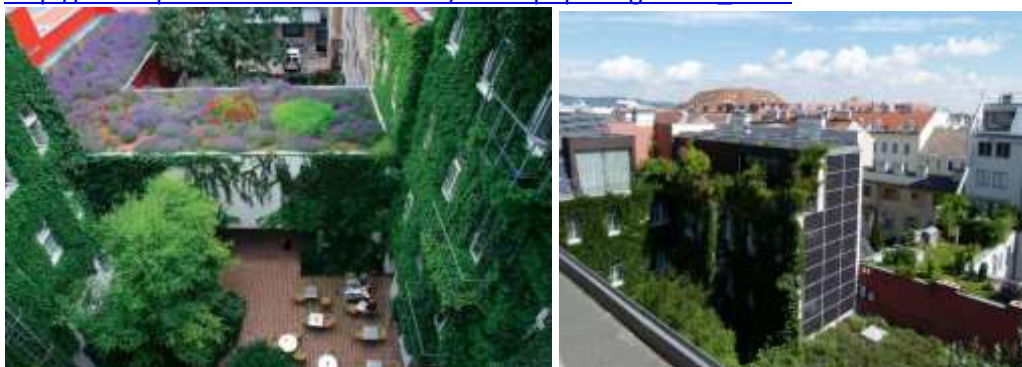
Doporučujeme pro vybraný okruh řešitelů uspořádat exkurzi po příkladech správné praxe, které byly realizovány se zahrnutím některých z výše popsaných opatření. Exkurzi je vhodné uspořádat s odborným partnerem, který poskytne technicky vzdělaného vyškoleného průvodce.

Společnost Centrum pasivního domu o.s. dlouhodobě zařizuje specializované exkurze na zahraniční realizace energeticky a environmentálně vyspělých budov. Více vzorových příkladů na jednom místě nalezneme například ve Vídni:

1. Energeticky pasivní studentské koleje Molkereistraße (*Molkereistraße, 1020 Wien, Rakousko*)
http://www.passivhausdatenbank.de/index.php?lang=en#d_3179



2. Energeticky pasivní hotel Boutiquehotel Stadthalle (*Hackengasse 20 | 1150 Wien | Rakousko*)
http://www.passivhausdatenbank.de/index.php?lang=en#d_3692



3. Energeticky pasivní mateřská školka Schukowitzgasse (*Schukowitzgasse, 1220 Wien, Rakousko*)
http://www.passivhausdatenbank.de/index.php?lang=en#d_3341



4. Bytové domy z komplexu Wien Eurogate

http://www.arwag.at/Wohnungen/Alle_Wohnprojekte/Eurogate/?show=free



5. Komunitní střešní zahrada Sargfabrik (*Goldschlagstraße 169, 1140 Wien*)

<http://www.sargfabrik.at/Home/Die-Sargfabrik/Verein>



Obsah

Identifikační údaje	1
1. Souhrnný přehled navržených opatření	2
2. Přehled opatření v jednotlivých variantách	3
2. 1. Varianta SMART	3
2. 2. Varianta SMART PLUS	4
3. Referenční varianta projektu	5
3. 1. Požadavky platné legislativy	5
3. 2. Investiční náklady	5
3. 3. Vegetační prvky	5
4. Podrobnější popis dílčích opatření	6
4. 1. Energeticky pasivní standard	6
4. 1. 1. Základní princip	6
4. 1. 2. Ekonomické souvislosti	7
4. 2. Vnější stínící prvky	7
4. 3. Lokální chlazení bytů	8
4. 4. Lokální distribuční soustava - LDS	8
4. 4. 1. Výhody LDS pro investora	9
4. 4. 2. Shrnutí k LDS	9
4. 4. 3. Ekonomické souvislosti LDS	9
4. 5. Zdroj energie	10
4. 5. 1. Řešení SMART	10
4. 5. 2. Řešení SMART PLUS	10
4. 6. Solární termické kolektory	11
4. 7. Fotovoltaická elektrárna	11
4. 7. 1. Řešení SMART	11
4. 7. 2. Řešení SMART PLUS	11
4. 8. Využití dešťové vody	11
4. 9. Využití šedé vody	12
4. 10. Využití tepla z odpadní vody	12
4. 11. Elektromobilita	12
4. 12. Vegetační střechy a prvky	13
5. Příklady správné praxe	14
Příloha č.1 – vegetační prvky	17

Příloha č.1 – vegetační prvky

Popis řešení



Zelené střechy. Na střeše každého z bytových domů je nepochozí **extenzivní zelená střecha** skládající se z alespoň 5-ti druhové vegetace rozchodníků a netřesků, kvetoucích v různých barvách od června do září. Mocnost vegetačního souvrství je 8-10 cm a vegetace je vysazovaná z řízků rostlin.

Na terasách dvojdomů I a J (na střeše garáží) jsou pochozí **polointenzivní zelené střechy** přístupné z 1.NP pro všechny obyvatele domu. Terén je lehce vymodelovaný s mocností souvrství 8 cm (rozchodníky) až 40 cm (bylinné skalky) s běžnými bylinami jako máta, levandule, tymián, pažitka atd. vysazovanými ze sazenic. Mezi terénními modelacemi procházejí jednoduché cestičky z plochých kamenů.

Na terasách 1.NP výsečovitých domů M a N jsou soukromé **intenzivní střešní zahrádky** s kobercovým trávníkem, mocnost souvrství je 25 cm. Trávníky jsou zavlažovány automatickým závlahovým systémem z postřikovačů.

Zelené fasády. Na jižních fasádách domů O a P, a na východních a západních fasádách domů I, J, K a L (celkem 6+2 fasád) rostou **popínavé rostliny** (např. visticie / fallopia / zimoker) kvetoucí, podle kultivaru, od jara do podzimu (fialové / bílé / žlutě), vysazované ze sazenic. Pnou se po samonosné ocelové konstrukci, která je na několika místech přikotvena k fasádě. Rozteč vertikálních nosníků 100 cm a horizontálních ocelových lan 60-70 cm.

Přes okraj teras spojených dvojdomů I a J rostou **převísle popínavé rostliny** (fallopia / hortenzie) vysazované ze sazenic a v rozstupech 150 cm (kde je možné ze substrátu polointenzivní střechy, jinak z květníků).

Popínavé rostliny na balkonech domů I a J jsou buď kultivary plaménku, nebo kiwi. Vysazené ze sazenic, rostou z květníků a pnou se po dřevěné treláži nebo po řídké kovové síti, obojí buď samonosné, nebo přikotveno k fasádě.

Výhody řešení

Zelené střechy

Retenční kapacita vegetačního souvrství o v. 8-10 cm je cca 30-35 l/m². Taková střecha zadrží většinu ročních srážkových úhrnů (Köhler & Schmidt, 1999), přepočteno i na srážkové úhrny v Praze.

Chlazení budovy i okolí v létě a ochrana střešního pláště proti tepelnému namáhání. Snížená potřeba klimatizovat poslední podlaží (energetické úspory) a větší tepelný komfort.

Příjemná pohledová plocha polointenzivní zeleně, možnost **vlastní produkce** bylin.

Zelené fasády

Efekt chlazení budovy i okolí v létě. Redukce teploty fasády na slunci až o 19 K, z 50 °C na 31 °C (Pfoser, 2016), a snížení množství odraženého slunečního záření.

Předpoklady

Zelené střechy

Nosnost střešní konstrukce min. 140 kg/m² (extenzivní), min. 540 kg/m² bodově (polointenzivní), 400 kg/m² (intenzivní), kořenovzdorná hydroizolační fólie, alespoň 1 střešní vpust na 100 m² plochy, přístup na střechy pro údržbu ze společných prostor uvnitř budovy (schodiště nebo schůdky), v dosahu zdroj vody (1/2") o dostatečném tlaku, zábradlí nebo vysoká atika na pochozí polointenzivní střeše, odborná údržba 1-2x ročně.

Zelené fasády

Možnost kotvení konstrukce do fasády, základy pro samonosnou konstrukci ze země, na střeše jistící body pro údržbu z lana, nosnost balkonů pod květníky bodově plus cca 150 kg, odborná údržba 1-2x ročně.

Odhadované náklady

Střecha / fasáda	Druh / stanoviště	N. investiční	N. celkové	N. roční provozní
Zelené střechy	Extenzivní	650 Kč/m ²	3 600 000 Kč	35 000 Kč
	Polointenzivní	850 Kč/m ²	700 000 Kč	30 000 Kč
	Intenzivní	2 000 Kč/m ²	2 400 000 Kč	100 000 Kč
Zelené fasády	Balkony	15 000 Kč/balkon	480 000 Kč	35 000 Kč
	J, V a Z fasády	70 000 Kč/fasáda	560 000 Kč	40 000 Kč
	Převísle terasy	6 000 Kč/květník	100 000 Kč	20 000 Kč
CELKEM (ceny bez DPH)			7 840 000 Kč	260 000 Kč

Ukázky realizací podobných projektů



Extenzivní zelená střecha na budově **BMW Niederlassung** (Stuttgart). Střecha byla založena v roce 2004, má celkovou rozlohu 2 800 m² a je provedena v lehké variantě (5 cm). Vegetaci díky velmi tenké vrstvě substrátu mohou tvořit jen mechy a směs suchomilných rozchodníků. Souvrství má retenční kapacitu 18 l/m².

Foto: [Optigreen](#)

Polointenzivní zelená střecha na podzemních garážích firmy **Chempex** v Brně byla založena v roce 2012 a má rozlohu 300 m². V okrajových částech plochy jsou vysazeny rozchodníky, ve středu plochy je osev lučních trav a bylin a lokálně jsou rozmístěny skalky s drobnými dřevinami, trvalkami a bylinami. Výška vegetačního souvrství je 10-40 cm.

Foto: [GreenVille](#)



Intenzivní střešní zahrada na soukromé terase bytového domu v Praze má rozlohu 200 m², na kterých kombinuje mnoho druhů vegetace: trávník, výsadby trvalek, nižší keře a suchomilné rostliny a různé výšky souvrství. Realizovaná je v roce 2007.

Foto: [Zahradní architektura Kurz](#)

Fallopie na bytovém domě, podpořena kovovou konstrukcí s krátkými vertikálními i horizontálními roztečemi. Přirozeně se ovíví kolem všech konstrukcí, musí být tedy pravidelně udržována, aby nezarůstala do nežádoucích prostor a nestínila okna.

Foto: [Fassadengrün](#)



Plamének rostoucí na balkoně z květníků a pnoucí se po kovové konstrukci, kterou díky své drobné konstituci příliš nezatěžuje. Šlechtěné kultivary dorůstají maximální výšky 4 metry, jsou tedy na navržené stanovištní podmínky ideální.

Foto: [Źródło Dobrych Pnączy](#)



Popis řešení



Zelené střechy. Na střeše každého z bytových domů kromě dvou výšečovitých (M a N) je nepochozí **extenzivní zelená střecha** (viz varianta SMART).

Střechy výšečovitých domů jsou rozděleny na třetiny, přičemž obě krajní třetiny tvoří **extenzivní luční zelená střecha** a prostřední třetina je **polointenzivní komunitní střešní zahrada**. Extenzivní část je nepochozí, tvoří ji luční vegetace cca 20-ti druhů bylin a travin (mocnost souvrství 15 cm), a obsahuje také včelí úly a „broukoviště“. Polointenzivní část je pochozí a produkční. Je tvořena společnými zeleninovými a bylinnými záhony (mocnost souvrství 15-40 cm) a společným zátiším (treláž s popínavými rostlinami).

Na terasách dvojdomů I a J (na střeše garáží) jsou pochozí **polointenzivní zelené střechy** (viz varianta SMART).

Na terasách 1.NP výšečovitých domů jsou soukromé **intenzivní střešní zahrádky** (viz varianta SMART).

Zelené fasády. Na jižních fasádách domů O a P, a na východních a západních fasádách domů I, J, K a L (celkem 2+6 fasád), rostou **popínavé rostliny** (viz varianta SMART).

Přes okraj teras spojených dvojdomů I a J rostou **převísle popínavé rostliny** (viz varianta SMART).

Popínavé rostliny na balkonech (viz varianta SMART).

Stranou od vchodových dveří do všech domů kromě výšečovitých je předsažená **venkovní zelená stěna** o rozměrech 2x2 m a mocnosti 15-20 cm (zavěšená) nebo 30 cm (samonosná). Vegetaci tvoří odolné trvalky (heuchera, lysimachia, stachys, atd.) pod závlahou z automatického závlahového systému.

Výhody řešení

Zelené střechy

Jako ve variantě SMART, v této variantě **zvýšená retenční kapacita** komunitní střešní zahrady (45-55 l/m²).

Komunitní střešní zahrada jako produkční zahrada s čerstvou zeleninou, bylinami a možností produkce medu. Místo pro setkávání obyvatel domu a možnost ekologického vzdělávání. První projekt svého druhu v ČR.

Zelené fasády

Jako ve variantě SMART, zde navíc zelená stěna jako **moderní a osvěžující prvek** v nejvíce frekventovaném místě domu.

Předpoklady

Zelené střechy

Stejně jako u varianty SMART. Navíc komunitní střešní zahrada: přístup po schodišti ze společných prostor, zábradlí nebo vysoká atika po celém obvodu, malá kůlna na nářadí, rozvody vody o potřebném tlaku k min. 6 kohoutkům, spolupráce obyvatel na údržbě nebo určení správce, 2x ročně odborná údržba a doplnění zeleně, kosení travin a stáčení medu 2x ročně.

Zelené fasády

Stejně jako u varianty SMART. Navíc venkovní zelená stěna: zavěšení a kotvení do fasády domu nebo konstrukce pro samonosnou stěnu, přívod vody, odborná údržba 4x ročně (zazimování a odzimování).

Odhadované náklady

Střecha / fasáda	Druh / stanoviště	N. investiční	N. celkové	N. roční provozní
Zelené střechy	Extenzivní	660 Kč/m ²	1 920 000 Kč	20 000 Kč
	Polointenzivní	850 Kč/m ²	700 000 Kč	30 000 Kč
	Pol. kom. stř. zahr.	1 500 Kč/m ²	3 750 000 Kč	85 000 Kč
	Intenzivní	2 000 Kč/m ²	2 400 000 Kč	100 000 Kč
Zelené fasády	Balkony	15 000 Kč/balkon	480 000 Kč	35 000 Kč
	J, V a Z fasády	70 000 Kč/fasáda	560 000 Kč	40 000 Kč
	Převísle terasy	6 000 Kč/květník	100 000 Kč	20 000 Kč
	Venk. zel. stěny	23 000 Kč/m ²	750 000 Kč	90 000 Kč
CELKEM (ceny bez DPH)			10 660 000 Kč	420 000 Kč

Ukázky realizací podobných projektů



Projekt **ØsterGro** v Kodani představuje polointenzivní komunitní střešní zahradu pro 17 členských rodin místní asociace. Na 600 m² se pěstuje nespočet druhů zeleniny a bylin, úly na zelené střeše vynášejí ročně desítky kilogramů medu a na střeše se chovají slepice, které produkují čerstvá vejce.

Foto: [Søren Rud](#)

Komunitní střešní zahrada na **Rothenbergově akademii** v Cincinnati (Ohio) je založena na historicky významné budově z roku 1914 a zabírá plochu 790 m². Zahrada vznikla za přispění architektů, učitelů a podnikatelů a slouží převážně pro výukové účely akademie, ale také jako produkční střeška pro školní kantýnu.

Foto: [Rose Seeger](#)



Zelená fasáda **L'Oasis d'Aboukir** od známého architekta Patricka Blanca v Paříži zaobírá plochu 223 m² na 25 metrů vysoké budově. Zelená stěna byla dokončena v roce 2013 a bylo na ni použito přes 230 různých druhů rostlin (celkem 7 500 sazenic). Náklady na realizaci byly v přepočtu cca 20 000 Kč/m². Fasáda je zasazena do pevného ocelového rámu a vegetační médium drží pohromadě syntetické textilie s dlouhou dobou životnosti.

Foto: [Patrick Blanc](#)