



EPS



rekuperace

zateplení balkonu



zasklení lodžie

tepelné čerpadlo



CO₂

ÚSPORY



Rekonstrukce panelových domů v nízkoenergetickém standardu

kWh/m².a

VĚTRÁNÍ

CZT

přetlakové vetřani

kotelna na zemní plyn

SOLÁRNÍ PANELY

solární ohrev

cirkulace

Lucie Šancová a kol.

KOLIK UŠETŘIM?

KOLIK TO BUDE STÁT?

zásobník

hybridní vetřani

tepelné čerpadlo

 **EkoWATT**



HLAVNÍ TÉMATA PUBLIKACE:



ZATEPLENÍ A VÝMĚNA OKEN



VYTÁPĚNÍ A VÝMĚNA ZDROJE



TEPLÁ VODA



VĚTRÁNÍ



OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE



Úvod

Desítky majitelů a obyvatel panelových domů stojí před otázkou, jak nejlépe modernizovat panelový dům, ve kterém bydlí, nebo který je v jejich vlastnictví. Pokud se rozhodnete pro běžné řešení, tedy zateplení a výměnu oken, je velmi pravděpodobné, že za 10 až 15 let budete složité a nákladně rekonstruovat dům znovu a instalovat kvalitní větrání, úsporný či obnovitelný zdroj tepla a další technologie, které jste mohli již dávno využívat. Panelový dům svou podstatou splňuje základní předpoklady pro to, aby se stal energeticky úsporným domem. Většinu panelových domů lze rekonstruovat do kvalitního nízkoenergetického či pasivního standardu, a to s ekonomickou návratností podobnou jako při běžném zateplení a výměně oken. Pokud se rozhodnete pro rekonstrukci do pasivního standardu, získáte po splacení investice bydlení s bezkonkurenčně nízkými náklady, pohodlné a zdravé prostředí a váš byt či dům bude mít vyšší hodnotu. A pokud ceny energií dále porostou, vy budete moci ve svém domě klidně spát.

let. Předpokládanou životnost 40 let lze kvalitní sanací objektu prodloužit na odhadovaných 100 let.

Další příčinou nevyhovujícího stavu panelových domů mohou být **problémy související s již provedenými úspornými opatřeními**. Díky masivní vlně rekonstrukcí posledních let, hlavně v oblasti zateplování obvodových plášťů a střech a výměny oken, vyvstávají nové problémy a otázky týkající se dopadů provedených opatření. Nejedná se jen o dopady ekonomické a ekologické, ale i **problémy hygienické spojené s výměnou vzduchu, vlhkostí a plísněmi**. **Pokud je rekonstrukce panelového domu řešena komplexně**, tj. v rámci rekonstrukce jsou sanovány poruchy, dům je dostatečně zateplen, jsou obnovena technická zařízení budovy a je vyřešeno větrání objektu po výměně oken, **lze mnohdy dosáhnout vyšší kvality bydlení s nižšími provozními náklady v porovnání s novou developerskou výstavbou**. O rekonstrukcích panelových domů (na rozdíl od nových bytových budov) totiž rozhodují sami uživatelé bytů, kteří se mohou rozhodnout pro určité řešení podle poměru výše investice a jejího užitku. **Špatné rozhodnutí**



Průběh zateplování fasády panelového objektu. Zdroj: Lafarge Cement Journal

Současný stav panelových domů

Celkový počet panelových domů v ČR dosahuje téměř 200 tisíc. Bytů v panelové technologii je 1,2 milionu, což představuje zhruba 55 % všech bytů a 30 % bytů celkového bytového fondu ČR. Panelové domy byly stavěny v konstrukčních soustavách, které se lišily převážně v rozměrech stěnových prvků, v typech bytových jader a podle roku výstavby také ve stupni zateplení. Tyto soustavy se dále modifikovaly do variant také podle lokality vzniku. Panelová sídliště vznikala v 50. a 60. letech téměř ve všech zemích bývalého východního bloku. Výstavba panelových domů se v Československu opírala o propracovaný systém technických norem a v mezinárodním srovnání patřila k té kvalitnější. V současné době je **stávající stav panelových domů** velmi diskutované téma. Důvodem je jejich **vysoká spotřeba tepla**, která neodpovídá dnešním požadavkům na nízkou energetickou náročnost budov, **špatný technický stav** zejména předsazených **konstrukcí** způsobených u řady objektů nedodržením technologických postupů během výstavby a stářím objektů - téměř 60 % bytů v panelových domech je v současnosti starších 35

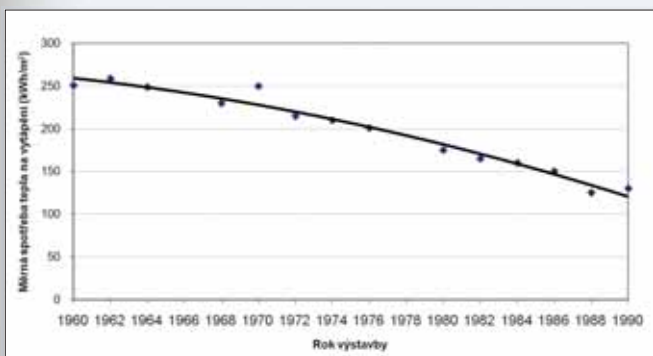
kvůli snaze ušetřit náklady na rekonstrukci **může zakonzervovat neuspokojivý stav na další desítky let**.

Díky velkému objemu budovy a poměrně kompaktnímu tvaru má kvalitně zateplený panelový dům v porovnání s rodinnými domy nižší měrnou energetickou náročnost.

Čím méně je budova členitá, tím je v přepočtu na jednotku podlahové plochy úspornější, neboť vnitřní objem je obklopen relativně menší plochou ochlazovaných stěn. V rodinném domě je byt ze všech stran ochlazován, kdežto ve standardním panelovém domě má většina bytů jen jednu ochlazovanou stěnu.

Úspory energie a provozních nákladů

Největší část provozních nákladů v panelových domech tvoří cena za teplo na vytápění, proto se při úsporách energie v první řadě zaměřujeme na tuto oblast. **Potřeba tepla na vytápění je dána bilancí tepelných ztrát a zisků**. Ke ztrátě tepla dochází v budovách jednak prostupem tepla konstrukcemi (**tepelná ztráta prostupem**) a větráním okny, případně nuceným větráním, ale také neřízenou infiltrací netěsnostmi budovy (souhrnně **tepelná ztráta větráním**).



Vývoj měrné spotřeby tepla na vytápění v panelové bytové výstavbě (1960–1990). Zdroj: Petráš, D. a kol.: Vytápění rodinných a bytových domů

Teplnou ztrátu prostupem je možné snížit zateplením budovy, tj. zateplením fasády, střechy, stropu suterénu, výměnou oken a dveří objektu. Teplnou ztrátu větráním lze snížit instalací systému větrání se zpětným získáváním tepla (tzv. rekuperací), který využívá teplo ze vzduchu vypouštěného do venkovního prostředí k předehřevu čerstvého vzduchu přiváděného zvenku do bytů.

Na druhé straně bilance potřeby tepla na vytápění stojí **tepelné zisky**. Jedná se o množství tepla, které budova získá díky dopadajícímu slunečnímu záření, díky pobytu lidí a provozu osvětlení a spotřebičů. Tyto zisky mohou **pokrýt část potřeby tepla na vytápění** (dosahují výše až 40%) a snížit tak množství tepla odebraného ze zdroje, ovšem jen v tom případě, že jsou na otopných tělesech osazeny termostatické ventily a na otopné soustavě byla provedena kvalitní dynamická regulace vytápění, díky které jsou „rozpoznány“ aktuální tepelné zisky. Pokud není celá otopná soustava po snížení potřeby tepla na vytápění termohydraulicky zaregulována, je na základě statistiky využito pouze 10–12% z celkových 40% vnějších a vnitřních tepelných zisků. Nezaregulované otopné soustavy mají vyšší průtok otopnými tělesy a zpět do zdroje se dostává vyšší teplota vody. Místnosti jsou tak přetápěny a k teoretické úspoře po zateplení a výměně



Panelové sídliště. Zdroj: EkoWATT

oken nedojde. Bez termohydraulické regulace otopné soustavy by se tedy žádná rekonstrukce neměla obejít.

Dalším potenciálem úspor tepla, a tedy i provozních nákladů, je **připrava teplé vody**. V panelových domech obíhá teplá voda stále v cirkulačním rozvodu, aby byla u všech výtokových míst v objektu kdykoliv k dispozici v požadované teplotě. Teplá voda v rozvodech neustále chladne a je třeba ji stále dohřívát zdrojem tepla, kterým je nejčastěji systém centrálního zásobování teplem. Ve chvíli, kdy není teplá voda odebírána ze žádného z výtokových míst, slouží veškeré teplo dodané na přípravu teplé vody pouze k pokrytí ztrát tepla v rozvodech. Ztráty cirkulačního rozvodu se obvykle pohybují mezi 15 a 20% při časově řízené cirkulaci a kvalitně zaizolovaných rozvodech, což znamená, že **15 až 20% tepla odebraného k přípravě teplé vody slouží k pouhému pokrytí tepelné ztráty v rozvodech**. Pokud cirkulace běží nepřetržitě a rozvody nejsou rekonstruované, mohou se ztráty pohybovat v rozmezí 50–100%. Proto tento rozvod není z energetického hlediska nijak efektivní. Vysoká spotřeba energie na vytápění a přípravu teplé vody panelových domů má vliv jak na provozní náklady pro samotné uživatele bytu, tak na vysokou zátěž pro životní prostředí při výrobě tepla. Pokud je teplo do objektu dodáváno z centrálních tepláren, stoupá navíc množství produkovaného tepla o energii potřebnou k pokrytí tepelné ztráty v rozvodech mezi teplárnou a panelovými domy.

Při návrhu řešení rekonstrukce panelového domu je důležité **přihlížet i k současným cenám energií**, které se mohou **podle lokality výrazně lišit**. V oblastech s nízkou cenou energií nemusí být například některá opatření dostatečně efektivní na to, aby se investice do nich vrátila v podobě úspor provozních nákladů objektu. Pro nalezení možných úspor a návrh variant vhodných opatření nejlépe slouží **energetický audit budovy**. Z navržených variant lze vybrat nejvhodnější kombinaci úsporných opatření tak, aby investice byla vynaložena co nejefektivněji.

Zateplování stavebních konstrukcí

Výstavba panelových domů probíhala v poměrně dlouhém časovém období, během kterého se ke zlepšení izolačních vlastností konstrukcí používaly různé materiály, a proto se **izolační kvalita konstrukcí** používaných na stavbu velmi **lišila**. Tepelně izolační vlastnosti obvodových konstrukcí se měnily podle požadavků normy ČSN 73 0540. Její revize v roce 1979 zpřísnila tepelně-technické nároky na vlastnosti konstrukcí téměř dvojnásobně. Po roce 1979 se tato změna projevila ve skladbě stavebních konstrukcí tak, že se namísto 4 cm polystyrenu v sendvičových panelech začala používat vrstva polystyrenu o tloušťce 6 a 8 cm. Ovšem i konstrukce s touto tloušťkou izolační vrstvy zdaleka nedosahují na tepelně-technické vlastnosti konstrukcí běžně používaných v dnešní době.

Pokud dnes dodatečně zateplíme obvodové konstrukce panelových domů dostatečnou tloušťkou tepelného izolantu, lze dosáhnout takové tepelně-technické kvality těchto konstrukcí, kterými poté prostupuje ven jen zlomek tepla v porovnání s nezateplenými konstrukcemi. Jaké byly původní tepelně-technické vlastnosti obvodových konstrukcí je již téměř nepodstatné. Po zateplení lze volbou správné tloušťky izolantu dosáhnout kvalitní tepelné ochrany budovy. Jakou tloušťku a materiál tepelné izolace je vhodné pro každou konstrukci zvolit?

Typy izolačních materiálů

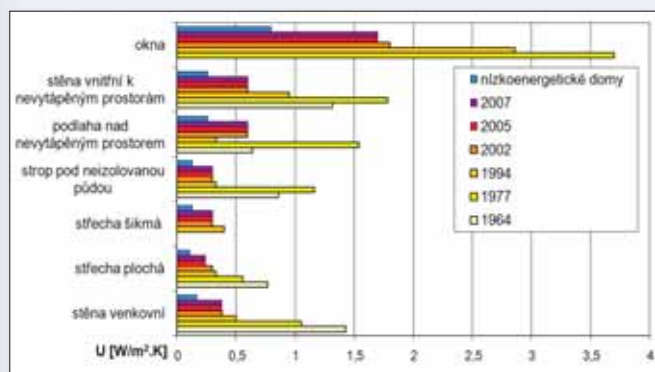
U panelových domů je nejčastěji používán kontaktní zateplovací systém - tzv. **ETICS** s tenkovrstvou omítkou jako vnější vrstvou. Jako tepelně-izolační materiál se v těchto systémech nejčastěji používají **minerální vlákna** a **expandovaný polystyren**.

Požární norma ČSN 73 0802 platná od jara 2009 **zpřísňuje** požadavky pro oblast nadpraží oken, a tím ovlivňuje i **možnost volby izolačního materiálu** v kontaktním zateplovacím systému. U značně prosklených fasád (zejména průčelí panelových budov) tak zřejmě bude z pohledu provádění do budoucna jednodušší použít k zateplení celé fasády minerální vlnu, což se pak odráží v navýšení ceny, a to přibližně o 400 Kč na m² fasády v porovnání s polystyrenem.

Pro štítové a boční stěny lodžii lze volit izolační materiál pro zateplovací systém mezi expandovaným polystyrenem a minerálními vlákny. Volnost je zde umožněna díky nepoměrně menšímu či nulovému podílu zasklení těchto fasád oproti průčelním stěnám panelového domu. Z hlediska ekonomického lze předpokládat preferenci levnějšího expandovaného polystyrenu oproti minerálním vláknům.

Zateplení fasády

Minimální tloušťka, kterou je vůbec dovoleno při rekonstrukci panelových domů použít, je taková tloušťka izolantu, se kterou dosáhne původní konstrukce hodnot součinitele prostupu tepla požadovaného normou ČSN 73 0540. U obvodových konstrukcí panelových domů by to znamenalo použít minimální tloušťku 5 cm na panelových domech postavených v 80. letech minulého století a 8 cm u dříve postavených objektů. Pro splnění hodnot doporučených normou je nutné použít tepelný izolant v tloušťce 9 až 14 cm.



Vývoj normových požadavků ČSN 73 0540 na součinitel prostupu tepla konstrukcí. Zdroj: EkoWATT

Vzhledem k současnému trendu snižování energetické náročnosti budov a růstu cen energie není vhodné volit tyto minimální tloušťky izolace. **Čím větší tloušťku izolačního materiálu zvolíme, tím větší úspory tepla lze dosáhnout.** Se stoupající tloušťkou ovšem také stoupá cena zateplení, která zahrnuje cenu za izolační materiál, kotvení, lišty, lepicí a omítkové hmoty, pronájem lešení a práci. Zvýšením tloušťky zateplovacího systému do maximální tloušťky 20 cm (dnes chápáno jako maximum tloušťky jedné izolační desky) se však z těchto položek mění pouze cena izolačního materiálu, protože i kotvení vrstev probíhá standardními metodami.

Pokud přepočteme cenu za zateplení na m² podlahové plochy bytů, může si pak každý obyvatel panelového domu jednoduše přepočítat, kolik ho bude zateplení fasády stát. Cena zateplení pomocí 8 cm expandovaného polystyrenu v kombinaci s minerální vatou na průčelní fasádě vychází na 400-1 200 Kč na m² podlahové plochy bytů (tj. na 1 000 Kč/m² fasády), při **tloušťce izolačního materiálu 20 cm vzrostou náklady přibližně o třetinu. Izolační schopnost přidané vrstvy je však dva a půl násobně vyšší.** Pokud použijeme na všechny fasády minerální vlnu, zvýší se pořizovací náklady o 400 Kč/m² fasády).

Po překročení hranice 20 cm je nutno použít dvě vrstvy izolantu, čímž dojde ke skokovému nárůstu ceny. Větší tloušťky, případně

více vrstev, tepelného izolantu mají zejména kvůli sání větru a vlastní hmotnosti větší nároky na kotvení. Vliv sání větru se liší v různé výšce budovy, podle geografické oblasti a větrné expozice budovy. **Počet kotev a jejich rozmístění** po fasádě má být vzhledem k proměnnému sání v různých místech fasády provedeno v souladu s **projektem kotvícího plánu**, který by měl být součástí projektové dokumentace.

Jakou tloušťku tepelné izolace je vhodné použít, abychom po odečtení investice do zateplení dosáhli co nejvyšší úspory provozních nákladů na vytápění, tedy dosáhli maximální finanční úspory?

Optimální tloušťka izolace z ekonomického hlediska **závisí na** několika faktorech, a to zejména na **původním součiniteli prostupu tepla** dané konstrukce, **ceně kompletní skladby zateplovacího systému, aktuální ceně energie a předpokládaném růstu cen energie.**

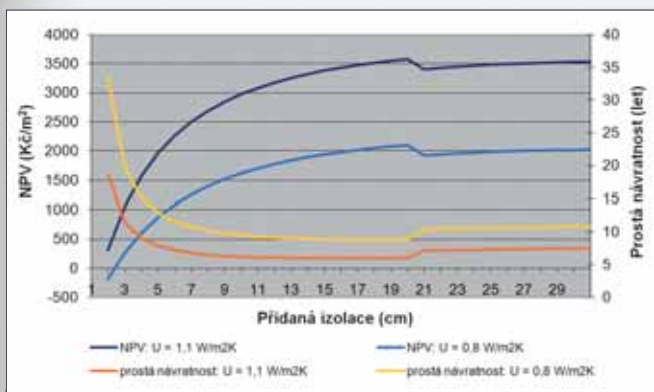
Na následujícím grafu je vyhodnocena optimální tloušťka izolace pomocí dvou ekonomických ukazatelů - prosté návratnosti a NPV (net present value - čistá současná hodnota). Vhodnějším



Použití různých tepelně izolačních materiálů při zateplování panelového domu. Zdroj: EkoWATT

ukazatelem je NPV, který zohledňuje hodnotu peněz v čase. Z hlediska tohoto ukazatele je **nejvýhodnější použít tloušťku izolace mezi 12 a 20 cm** při předpokládaném meziročním růstu cen energie o 3%, přičemž ekonomická efektivita zateplení v tomto rozmezí se příliš neliší. V oblastech s nižší cenou tepla ze systému CZT se finanční úspora za 40 let po aplikaci opatření pohybuje v rozmezí 600 až 5 500 Kč na m² podlahové plochy bytů, v oblastech s vyšší cenou mezi 1 800 až 12 000 Kč/m². V oblastech s vyšší cenou tepla je ekonomicky výhodnější aplikovat vyšší tloušťku zateplení z tohoto rozmezí, jelikož rozdíl v možnosti dosažené úspory je markantnější.

Investice do zateplení u objektů vytápěných levnějším teplem a při lepších vlastnostech původní zateplovací konstrukce mají horší výsledky ekonomického hodnocení, tedy nižší hodnotu NPV. **V oblastech, kde je vyšší cena energie (1 000 Kč/GJ), je výhodnější používat zateplovací systémy o větší tloušťce,** než v oblastech s nižší cenou energie. Jelikož ceny energií stále stoupají, je vhodné myslet na budoucnost a investovat do větších tloušťek zateplovacích systémů již nyní.



Efektivní tloušťka zateplení méně kvalitní a kvalitnější konstrukce při ceně tepla 650 Kč/GJ a očekávaném nárůstu cen energie 3%. Zdroj: EkoWATT

Řešení detailů

Aby byla po zateplení obvodových konstrukcí maximálně snížena tepelná ztráta prostupem, **je nutné věnovat pozornost řešení detailů, především okolí oken a oblastí soklu.** Ostěním, parapety a nadpražím oken uniká velké množství tepla, jehož ztrátu lze snížit **přetažením** alespoň tenčí vrstvy **izolace po rám okna.** Pokud v okolí oken tato izolace chybí nebo je velmi slabá, vzniká po délce rámu oken tzv. tepelný most. Kromě větších úniků tepla může tento nedostatek způsobit i závažné problémy - na panelu kolem oken v interiéru začne kvůli nižší povrchové teplotě **kondenzovat voda a stěna začne plesnivět.**



Důsledky špatného řešení tepelných mostů. Zdroj: EkoWATT

V oblasti soklu se v běžné praxi tepelná izolace dovede jen do roviny obytného vytápěného prostoru a zakončí se v úrovni stropu suterénu. Na rozhraní stropu suterénu a fasády tak vzniká tepelný most v délce obvodu objektu. Pro zamezení vzniku tepelného mostu a předejití případné kondenzaci v rozích místností prvního podlaží je vhodné zateplit rovněž sokl, a to extrudovaným polystyrenem.

Zateplení střeš

Dodatečné zateplení střešy je vždy spojené se **sanací celého pláště střešy.** U střeš je při volbě materiálu a tloušťky izolace třeba **rozlišovat skladbu a stav** stávající konstrukce. Vzhledem k různorodým možnostem sanace střeš jsou i **investiční náklady** a ekonomická efektivita zateplení **velmi rozdílné.** Nejjednodušší je zateplení **jednopláštových střeš,** ve kterých je v původní skladbě na stropní panel položena vrstva tepelné izolace a hydroizolace. Na tuto skladbu lze přidat další vrstvu tepelné izolace, a to buď vrstvu expandovaného polystyrenu nebo minerálních vláken.

Další možností sanace jednopláštové střešy je ponechání původního souvrství spolu s přidáním dodatečné tloušťky izolace

a druhého - lehkého pláště s hydroizolační krytinou, tedy sanace na dvouplášťovou střeš. Zatímco první možnost sanace přináší při ceně tepla ze systému CZT 480 Kč/GJ díky nízkým investičním nákladům (1 650 Kč na m² střešy při tloušťce izolantu EPS 17 cm) finanční úsporu na konci životnosti opatření 100-1 200 Kč/m² podlahové plochy bytů, druhá možnost sanace kvůli svým vysokým nákladům (3 900 Kč/m² střešy) finanční úsporu při této ceně tepla nepřináší.

Při **sanaci inverzní pochozí střešy** je možno ponechat původní souvrství střešy a přidat nový plášť s obráceným pořadím vrstev, tedy s použitím extrudovaného polystyrenu jako izolačního materiálu položeného na vrstvu hydroizolace. Cena této sanace se pohybuje v rozmezí 2 300-2 900 Kč/m² střešy.

Komplikovanější, a tedy investičně náročná (2 200-3 500 Kč/m² střešy), **je technologie sanace dvouplášťových střeš.** Ve skladbě těchto typů střeš je na stropním panelu položena vrstva tepelné izolace, nad kterou je vzduchová mezera, kterou je nutno provětrávat. Nad touto mezerou je horní vrstva střešního pláště s hydroizolací. Dvouplášťovou střeš s železobetonovou horní vrstvou pláště lze sanovat tak, že se ponechá původní dvouplášťová skladba, uzavřou se původně provětrávané dutiny, přidá se obrácená skladba vrstev na původní druhý plášť střešy a vznikne tak střeš inverzní. Návrh nové skladby střešy je však nutné detailně posoudit, protože v takto upravené konstrukci může docházet ke kondenzaci vodních par, která může v budoucnosti ohrozit i statiku střešy.

Při sanaci dvouplášťové střešy s horní vrstvou tvořenou dřevěným záklopem je nevhodnější sejmout všechny vrstvy až na spodní nosnou konstrukci a původní konstrukci nahradit novým souvrstvím, například rekonstruovat střeš na jednoplášťovou s použitím minerálních vláken jako tepelného izolantu. **Zateplení střeš s méně kvalitní původní konstrukcí,** které najdeme v panelových domech stavěných přibližně do roku 1980, **se z ekonomického hlediska vždy vyplatí,** jelikož úspora nákladů na vytápění je vyšší než investice do zateplení střešy. Je vhodné použít tloušťku izolantu **minimálně 20-26 cm,** se kterými splní skladba střeš doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla.

Při volbě investičně náročnějšího druhu sanace nebo **zateplování kvalitnější původní konstrukce střešy** je investice do tohoto opatření **z ekonomického hlediska nevhodná v oblastech s nízkou cenou tepla** ze systému CZT, protože investice do tohoto opatření převyšuje možnou úsporu nákladů za dobu předpokládané životnosti tohoto opatření. Z hlediska úspory peněz by investice do zateplení střešy v tomto případě neměla smysl. Sanace střeš je však již dnes v řadě panelových domů neodkladná z důvodu jejich špatného technického stavu. Při této sanaci je vhodné rovněž střeš zateplit, neboť toto přinese úsporu provozních nákladů za cenu jen minimálního navýšení nákladů na prostou opravu.

Zateplení suterénu

K další **tepelné ztrátě** dochází **prostupem tepla z prvního patra, kde jsou umístěny byty, do nižšího** nevytápěného nebo částečně vytápěného **podlaží.** Strop tohoto podlaží je vhodné zateplit podhledem podporujícím tepelný izolant z minerálních vln. Z důvodu požární bezpečnosti nelze v tomto případě užít expandovaný polystyren.

Izolant zpravidla **postačuje v tloušťkách 10 cm,** neboť v suterénu není tak chladno jako venku, a proto není nutné použít stejné tloušťky izolace, jako při zateplování venkovních konstrukcí. Toto opatření je levnější (800 Kč/m² stropu) v porovnání se zateplením fasády a střešy, ale často je pracné z důvodu izolace členitých vnitřních prostorů. Technologie ovšem není nijak náročná.

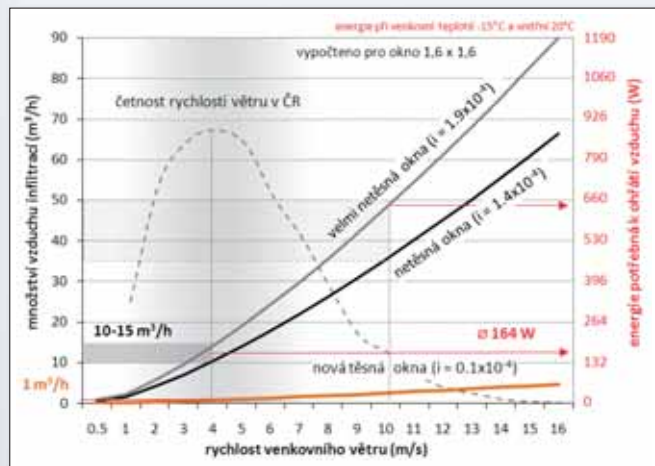
Zateplení stropu nevytápěného suterénu by mělo být **součástí jakékoliv rekonstrukce panelových domů**, protože je **z hlediska úspory nákladů na vytápění** velmi **výhodné**. V dlouhodobém časovém horizontu 40 let přináší finanční úsporu 400-1 900 Kč/m² podlahové plochy bytů při ceně tepla 480 Kč/GJ, při ceně tepla 1 000 Kč/GJ pak úsporu dvojnásobnou. Toto široké rozmezí je zde uvedeno proto, že náklady na zateplení stropu jsou rozpočítány na celkovou podlahovou plochu objektu, která se liší především podle počtu podlaží. U vysokých panelových objektů např. s 13 nadzemními podlažími lze očekávat úsporu na dolní hranici tohoto rozmezí, u nízkých staveb naopak bude úspora provozních nákladů na byt vyšší.

Výměna oken

Stejně jako původní obvodové konstrukce, i **původní okna** panelových domů **propouštějí neúnosně velké množství tepla z bytů**. Kromě ztrát prostředkem skrz zasklení a rám oken teplo uniká také spárami, kterými se vyměňuje teplý vzduch v bytech za zpravidla studenější vzduch zvenku.

Pokud chceme významně snížit potřebu tepla na vytápění, je třeba redukovat množství tepla unikajícího okny. Panelové domy mají především na svých průčelních fasádách velké množství oken, kterými celkově uniká srovnatelné množství tepla jako obvodovými konstrukcemi. Plocha obvodových konstrukcí je v porovnání s plochou oken sice větší, ovšem jejich izolační vlastnosti jsou kvalitnější, a proto je únik tepla srovnatelný. Výměna oken vede k úspoře tepla dvěma způsoby, a to **lepšími izolačními vlastnostmi nového okna a snížením výměny vzduchu**.

Hlavním ukazatelem, který vypovídá o izolačních vlastnostech daného okna (i jiných konstrukcí), je **součinitel prostupu tepla U_w** , s jednotkou W/(m²K). Čím nižší je hodnota tohoto součinitele, tím okno propouští méně tepla a má tedy lepší izolační vlastnosti. Původní okna v panelových domech byla většinou dřevěná se součinitelem prostupu tepla 2,7 W/(m²K). Nejeefektivněji lze snížit tepelnou ztrátu výměnou původních oken za **nová, kterými prostupuje 2 až 3 krát méně tepla**, mají tedy 2-3 krát nižší U_w . V dnešní době je vhodné požadovat okna s U_w hodnotou maximálně 1,1 W/(m²K). Tato hodnota vyjadřuje izolační vlastnost celého okna. Je třeba dát si dobrý pozor na reklamní triky některých dodavatelů oken, kteří místo hodnoty součinitele prostupu tepla pro celé okno U_w udávají hodnotu U_g , což je hodnota pouze pro zasklení. Teplo ovšem uniká i rámem okna, který má vždy horší izolační vlastnosti v porovnání se zasklením. Ve výsledku je tak součinitel U_g pro zasklení vždy nižší v porovnání s U_w pro celé okno, podle kterého je třeba se při výběru oken orientovat.



Množství vzduchu, které pronikne spárami různých typů oken při různé rychlosti větru. Zdroj: EkoWATT

Dalším ukazatelem, na který je třeba pohlížet při výběru oken, je **celková propustnost slunečního záření g** , která vyjadřuje, **jak moc okno propouští solární záření do interiéru**. Tento součinitel nabývá hodnot od 0 do 1, přičemž při hodnotě 1 je veškeré teplo ze slunečního záření dopadající na zasklení okna propuštěno do interiéru. Čím vyšší je hodnota tohoto součinitele, tím je možné využít více solárních zisků v budově, čímž klesá její spotřeba tepla na vytápění. **Hodnota** tohoto součinitele **závisí především na počtu skel** - okna s dvojskly mají přibližně o pětinu vyšší prostup solárního záření ($g = 0,75$) v porovnání s trojskly určenými pro pasivní domy ($g = 0,6$). Co je tedy výhodnější? Vyměnit okna v panelovém domě za okna s izolačními dvojskly, nebo trojskly? Izolační okna **s dvojskly propouštějí** díky menšímu množství skel v porovnání s trojskly **do interiéru více slunečního záření**, tepelné zisky jsou vyšší, do interiéru proniká více tepla zvenku. Naproti tomu izolační **okna s trojskly** mají větší množství skel, díky kterým má okno menší hodnotu součinitele U_w a **propouští tedy méně tepla ven z budovy**.

Cena oken s trojskly je vyšší (~5 300 Kč/m² plochy okna) v porovnání s dvojskly (~4 000 Kč/m²). Při volbě izolačních oken s čirými trojskly lze dosáhnout finanční úspory za 40 let od realizované výměny v průměru 2 350 Kč/m² podlahové plochy bytů, při volbě oken s dvojskly v průměru 2 270 Kč/m² podlahové plochy bytů v oblastech s cenou tepla 480 Kč/GJ. Z pohledu **celkové míry finanční úspory je tedy téměř stejně výhodné vyměnit okna v panelovém domě za okna s izolačním dvojsklem a okna s čirým izolačním trojsklem**. Pokud se zaměříme i na jiné funkční a komfortní výhody oken s trojsklem, **lze tedy spíše doporučit volbu oken s trojskly s extra čirým zasklením**.

Opakem příznivé ekonomiky výměny oken v bytech je **výměna oken na schodišti**, kde je vzhledem k menšímu rozdílu teplot mezi nevytápěným schodištěm a exteriérem tepelná ztráta okny nižší, než v bytech. Úspora nákladů na vytápění je po výměně oken na schodišti tedy nižší a vzhledem k poměrně vysoké investici do nových oken **se celkově nevyplácí**. Původní okna na schodištích se doporučuje měnit za nová pouze v případě, kdy to vyžaduje stav původních oken.



Osazení těsnicí pásky v připojovací spáře okna. Zdroj: Soudal

Kromě součinitelů U_w a g je dalším důležitým parametrem při výběru okna **hloubka zapuštění skla do rámu a materiál distančního rámečku** mezi skly. Z hlediska rizika výskytu kondenzace vodní páry na styku skla a rámu je výhodné zvolit okno **s více zapuštěným sklem** do rámu okna. V poslední době je patrný jednoznačný odklon od hliníkových a nerezových distančních rámečků ke ztuženým plastům (typy Swisspacer, Thermix, Chromatec, TGI a další), které mají lepší vlastnosti. Novinkou je použití **speciálních těsnících pásek** mezi stěnou a okenní konstrukcí, které se používají při osazování nových oken. Připojovací spára po obvodu rámu okna je totiž velmi exponovaným místem z hlediska difúze vodních par. Panel i okno jsou pro vodní páry velmi těsnou překážkou, takže pára má tendenci unikat z interiéru právě kolem oken. Teplota panelu směrem ven postupně

klesá a při nízké venkovní teplotě v určitém bodě dosáhne hodnoty, kdy vodní pára zkondenzuje. Tím dochází k vlhnutí konstrukce. Pro zamezení tomuto jevu se mezi stěnu a rám vsazují na straně interiéru parotěsné a na straně exteriéru paropropustné vzduchotěsné pásky. Pomocí tohoto systému lze předejít tvorbě plísní podél okenních spár.

Výrobci oken často argumentují **počtem komor rámu**, který vydávají za hlavní měřítko kvality. **Jde** ovšem pouze **o reklamní trik**. Izolační vlastnosti rámu totiž závisí především na konstrukci rámu, nikoliv na počtu komor. Kvalitu konstrukce ale není schopen posoudit laik. Proto je vhodné se orientovat podle hodnoty U_w , kterou najdeme v protokolu o měření vlastností okna v nezávislé akreditované zkušebně.

Nová okna jsou mnohem těsnější v porovnání s původními okny a po jejich aplikaci dojde při zavřených oknech k **významnému snížení výměny vzduchu v interiéru**. Zatímco starými zavřenými okny pronikalo do místnosti a z místnosti přibližně 20 m³/h vzduchu, po instalaci nových oken se výměna vzduchu téměř zastaví. Výhodou těchto těsných oken je, že v místnosti nevzniká od oken průvan. Pokud se okna pravidelně neotevírají, sníží se rovněž tepelná ztráta větráním. Zároveň dojde ale k výraznému zhoršení hygienických podmínek v bytech. Pro zajištění zdravého a příjemného vnitřního prostředí je třeba přivádět vzduch o objemu 25 m³ za hodinu pro každou osobu přítomnou v místnosti. **Těsnými zavřenými okny není možné tuto výměnu vzduchu v bytech zajistit**, a to ani okny s tzv. mikroventilací. Optimální výměnu vzduchu je nutné zajistit jinak, a to buď **pravidelným otevíráním oken**, nebo **mechanickým systémem větrání**.

Zasklívání lodžii

U některých typů objektů **tvoří lodžie značnou část plochy ochlazovaných konstrukcí**, a proto mohou úpravy lodžií výrazně ovlivnit celkovou energetickou bilanci objektu. Lodžie ovlivňují energetickou bilanci budovy jak na straně tepelných ztrát prostupem a větráním, tak na straně tepelných zisků. Vliv zasklení se vztahuje následně také ke kvalitě vnitřního prostředí v bytech.



Zasklení nezateplené lodžie. Zdroj: Optimi®

Zasklení lodžie se provádí **pomocí jednoduchých okenních tabulí**, které jsou umístěny v kolejnici a jsou tak jednoduše posunovatelné. Toto opatření je finančně nenáročné, investice je přibližně 2 900 Kč na metr zasklení. Kolejnice je umístěna na rekonstruovaném původním zábradlí, které se v rámci opatření změnil ve stěnovou konstrukci a je tak umožněno (při uzavření zasklení) vytvoření nevytápěné zóny se zvýšenou teplotou proti venkovnímu prostředí. Zvýšením teploty v prostoru



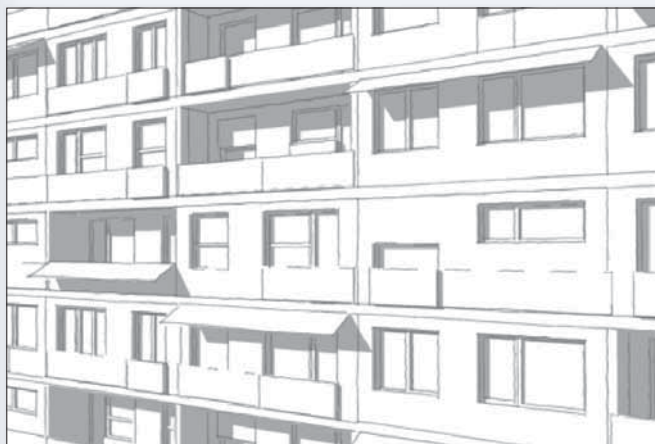
Příklad nedostatečného větrání lodžie. Zdroj: EkoWATT

lodžie se **zmírní tepelná ztráta z bytů přes lodžii do exteriéru**. Ve výsledku tak dojde ke snížení potřeby tepla na vytápění celého objektu. Největší efekt na úsporu tepla bude mít zasklení lodžie v objektech, kde ještě nebyla provedena žádná opatření na úsporu tepla, tedy u nezatepleného objektu s původními okny. Na druhé straně zasklení **sníží množství solárních zisků** v místnosti sousedící s lodžii, jelikož sluneční paprsky pronikající do místnosti musí překonat o jednu vrstvu zasklení navíc v porovnání se stavem před zasklením.

Zasklením lodžie se také výrazně zvětší obytný prostor bytu. Je to také častá, avšak ne zcela vhodná alternativa k zateplování parapetních panelů mezi byty a lodžii, které by jinak zmenšilo o pár centimetrů hloubku lodžií.

Pokud se použije k zasklení lodžie velmi těsné **zasklení s nízkou spárovou průvzdušností**, hygienicky nutná **dotace čerstvého vzduchu** do obývaného prostoru **může být velmi omezena**. Pokud jsou již na lodžii vyměněna okna, zasklením lodžie se výměna vzduchu ještě sníží a při zavřených oknech i zasklení na lodžii neproudí do bytu téměř žádný čerstvý vzduch. Bude tedy záviset na uživateli bytu, zda bude dostatečně větrat, aby si udržel příjemné a zdravé klima v bytě. Často je však pravidelné větrání komplikované a z hlediska uživatele nekomfortní. V takových případech lze záměrně **vynechat těsnění mezi tabulemi zasklení**, kde tak vznikne několik milimetrů široká spára, která zajistí **přísun čerstvého vzduchu**.

Je třeba zmínit, že efekt lodžiového zasklení může mít ve výsledku i negativní dopad na potřebu energie, paradoxně především v případech, kdy bude lodžiové zasklení stále zavřeno a utěsněno. V takovém případě bude k udržení dostatečné kvality vzduchu v interiéru třeba intenzivnějšího větrání mezi obytnými místnostmi a lodžii, jelikož na lodžii není dostatečně čerstvý vzduch. Výsledkem pak bude to, že intenzivní výměnou vzduchu vzroste tepelná ztráta větráním a tím i teplota v lodžii. **Nejvýhodnější strategií** větrání s pozitivním dopadem jak na vnitřní klima, tak na potřebu tepla na vytápění, je **otevření lodžiového zasklení vždy společně s okny do interiéru**. Při tomto způsobu užívání lze zasklením dosáhnout finanční úspory až 1 000 Kč/m² podlahové plochy bytů při nižší a 2 000 Kč/m² podlahové plochy bytů při vyšší ceně tepla ze systému CZT. Nedostatečná výměna vzduchu na lodžii může způsobit také kondenzaci vodní páry na vnitřním líci lodžiového zasklení a venkovního parapetu. Tyto konstrukce nebyly navrhovány tak, aby byla zajištěna jejich dostatečně vysoká povrchová teplota. Vodní pára unikající z bytu se sráží na chladných površích, jakými je zasklení a venkovní parapet. V prostoru lodžie se tak velmi často objevují plísně, které se dveřmi a okny šíří do bytu.



Návrh začlenění lodžie do vnitřních vytápěných prostor. Zdroj: Ing. arch. Zuzana Janoušková

Začlenění lodžii do vytápěných prostorů

Investičně i technicky náročnějším opatřením (400-1 600 Kč/m² podlahové plochy bytů), které u nás zatím nebylo realizováno, je možnost **začlenění prostoru současných lodžii do vnitřních prostor vytápěného bytu**. Stavebně toto opatření obnáší vybourání stěny mezi obytným prostorem a lodžii (tj. zpravidla nenosného parapetního panelu a původních oken), zarovnání podlahových konstrukcí a osazení oken na úroveň vnějšího líce původní lodžie.

Začlenění lodžie přináší především zvýšení komfortu bydlení, úsporu tepla na vytápění a má rovněž architektonický přínos. Užité plochy bytu se zvětší o plochu lodžie a umožňuje tak posunout tyto místnosti ke standardům dnes navrhovaných budov.

Ke snížení potřeby tepla na vytápění dojde díky **náhradě starých oken** s vysokou tepelnou propustností **za okna s propustností nižší**. Zároveň se **sníží plocha ochlazovaných konstrukcí** celé budovy, jelikož boční stěny lodžii budou včleněny do vytápěného prostoru. **Množství solárních zisků vzroste** oproti původnímu stavu z důvodu zvětšení prosklené plochy a eliminace stínění stropem lodžie. Aby nedocházelo k přehřívání interiéru v letních měsících, je vhodné především na jižní straně okna osadit předokenními žaluziemi, které sníží solární zisky v době, kdy nejsou žádané. Ve výsledku tak při volbě tohoto opatření dojde k vysoké finanční úspoře (až 8 000 Kč/m² podlahové plochy bytů při vyšší ceně tepla).

Větrání

Problematika bytového větrání je v současné době velmi aktuálním tématem. Současný trend ukazuje, že **bez nuceného či hybridního větrání se v budoucnu neobejdeme**. Při běžných rekonstrukcích panelových domů je v dnešní době pozornost věnována pouze snižování tepelných ztrát obálkou budovy, což v praxi znamená aplikaci dodatečných zateplovacích systémů a výměnu oken za nová, která jsou zcela těsná. **Důsledkem je naprosté omezení výměny vzduchu v bytech**, což má dopady nejen zdravotní, ale vede i k poruchám stavebních konstrukcí. Nedostatečným větráním se zvyšuje vlhkost v bytech vznikající lidskou aktivitou, objevují se plísně, roste koncentrace CO₂ a dalších škodlivin a spalin v interiéru.

Původní systém větrání panelových domů byl **založen na centrálním odtahu** znečištěného vzduchu z kuchyní, WC a koupelen pomocí centrálních ventilátorů umístěných na střeše objektu. Tyto ventilátory měly ovšem vysokou spotřebu energie a hlučnost, a proto byly často nahrazeny samostatnými ventilátory pro každý byt umístěnými na potrubí z jednotlivých bytů do centrální

šachty. Nevýhodou tohoto systému je nežádoucí šíření oděrů mezi byty. Při návrhu tohoto způsobu větrání se navíc počítalo s tím, že odváděný vzduch je nahrazován stejným objemem vzduchu přiváděného okny, což však už po výměně oken nemusí platit. Dalším problémem je **technický stav větracího zařízení**, které je dnes již v řadě panelových domů **zastaralé a nefunkční**.

V současnosti je základním typem větrání tzv. **přirozené větrání**, při kterém je výměna vzduchu zajištěna okny. Přirozené větrání probíhá v panelových domech infiltrací okenními spárami, provětráváním a šachtovým větráním. Instalací nových těsných oken se stává výměna vzduchu infiltrací naprosto nedostatečující a je třeba **často místnost provětrávat okny**. Nevýhodou přirozeného větrání je jeho značná **závislost jak na vnějších klimatických podmínkách**, tak na **lidském faktoru**. Často se tak stává, že je množství větracího vzduchu nedostatečné a kvalita vzduchu nevyhovující, nebo je naopak přebytek větrání, což způsobuje energetické plýtvání.

Dalším řešením je použití nuceného nebo hybridního systému větrání. Na trhu existuje celá řada systémů větrání, které mohou, ale také nemusí uspokojit naše potřeby, zejména pokud preferujeme ekonomickou stránku věci.

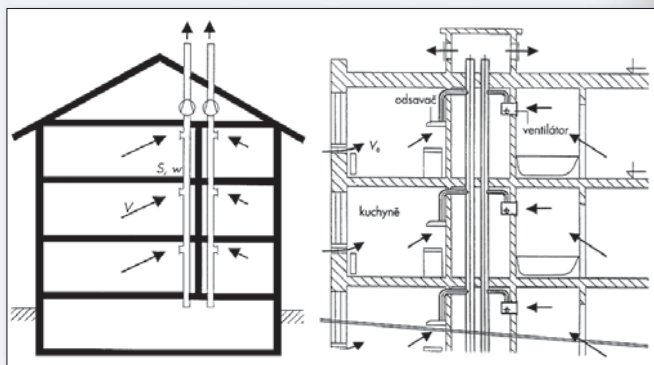


Schéma původního centrálního (vlevo) a lokálního (vpravo) systému větrání panelových domů. Zdroj: K. Papež a kol. *Energetické a ekologické systémy budov 2*

Oproti přirozenému větrání šetří nucené větrání obyvatelům náklady na vytápění, protože přivádí jen takové množství vzduchu, které je aktuálně nutné. Množství přiváděného vzduchu lze regulovat na základě přítomnosti osob, koncentrace škodlivin měřené čidly CO₂, vlhkosti či pomocí časových spínačů. Jedná se však o poměrně náročnou investici. U nuceného větrání **lze navíc využít rekuperace tepla**, tj. využít teplého vzduchu odváděného ven z bytů k předehřevu čerstvého studeného vzduchu přiváděného do bytů z venkovního prostředí. Oproti přirozenému větrání tak lze dosáhnout **energetické úspory**, jelikož do místnosti bude přiváděn vzduch o vyšší než venkovní teplotě (na rozdíl od přirozeného větrání) a radiátory tak nebudou muset ohřívat tak studený vzduch.

U stavebních konstrukcí s vyšší průvzdušností je možné efektivní větrání zajistit například **lokálními systémy s individuálně nainstalovanými odtahovými ventilátory** v jednotlivých bytových jednotkách. Tyto ventilátory je možné ovládat zmíněnými čidly. Nevýhodou těchto systémů je, že ventilátor jako zdroj hluku je instalován přímo v obytných prostorech. Další nevýhodou je možnost pronikání pachů mezi jednotlivými bytovými jednotkami a většinou velmi nízká účinnost levných axiálních ventilátorů, které se běžně prodávají v obchodech.

Pro bytové domy je vhodnějším řešením instalace **podtlakového centrálního systému větrání**. V případě centrálních systémů je větrání určité skupiny bytů řešeno společně - centrálně. To znamená, že například vzduch z bytů, které sousedí s jednou instalační šachtou po celé výšce objektu, je odsáván

pomocí jednoho ventilátoru umístěného na vyústění této šachty na střeše. Střešní ventilátory těchto systémů pracují v mírném podtlaku, který zabraňuje pronikání pachů mezi jednotlivými bytovými jednotkami. **Intenzita větrání se automaticky přizpůsobuje skutečné potřebě**, která je dána otevřením elektronicky ovládaných ventilů v jednotlivých bytech podle momentální potřeby. V porovnání s individuálně nainstalovanými axiálními ventilátory jsou inteligentní centrální systémy **energeticky** mnohem **méně náročné** a **zdroj hluku** je výhodně umístěn **mimo obytné prostory**.

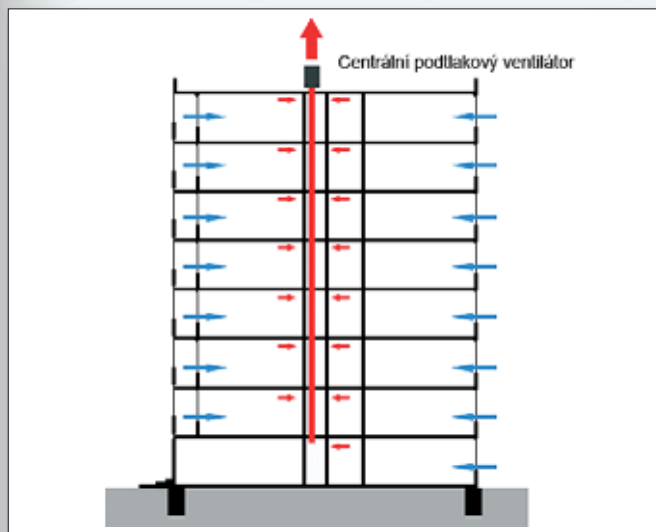


Schéma centrálního podtlakového větrání panelových domů. Zdroj: EkoWATT

Centrální podtlakové větrání je investičně levnější než systémy s rekuperací tepla. Pořizovací cena se pohybuje v rozmezí 300 až 600 Kč/m² podlahové plochy bytů, avšak po jeho aplikaci nelze očekávat žádnou úsporu provozních nákladů. Výhodou tohoto systému stejně jako všech následujících konceptů větrání je trvalé zajištění kvalitního vnitřního prostředí.

Jedním z možných opatření k zajištění přívodu optimálního množství vzduchu do bytu je **instalace dodatečných okenních přívodních přivětrávacích mřížek**, které by však měly být srovnatelně kvalitní jako vlastní okno. Musejí zabezpečit dostatečný akustický a tepelně-izolační komfort s minimalizací kondenzace a ochranou proti nárazovému a silnému větru, ideálně s automatickou regulací napojenou na příslušná ovládací čidla nebo vypínače. Pokud ovšem vznikne od oken průvan, uživatelé tyto dodatečné infiltrační otvory ucpávají a vracejí se k původnímu stavu s přirozeným větráním.

Jedním zatím známým opatřením, které řeší výše uvedené nevýhody, je **nucené rovnotlaké větrání s centrálním nebo lokálním přívodem vzduchu a zpětným získáváním tepla** z odpadního vzduchu, tedy **rekuperací**. Množství přiváděného i odváděného vzduchu je v těchto systémech stejné (rovnotlaký systém) a je regulováno přesně dle aktuální potřeby čerstvého vzduchu pomocí čidel. To je možné díky tomu, že vzduch je do místnosti přiváděn a odváděn vzduchotechnickým potrubím a okna není třeba otvírat.

Rekuperační jednotka v centrálním systému s rekuperací může být umístěna v technickém podlaží nebo na střeše, odkud jsou provedeny rozvody po objektu. Přívodní i odvodní potrubí je vedeno stoupacím potrubím v bytových jádrech. Tento systém je tedy vhodné aplikovat v panelových domech, které mají centrální šachtu vybavenou dvěma vzduchotechnickými průduchy o dostatečném průměru, z nichž jedna slouží pro odťah

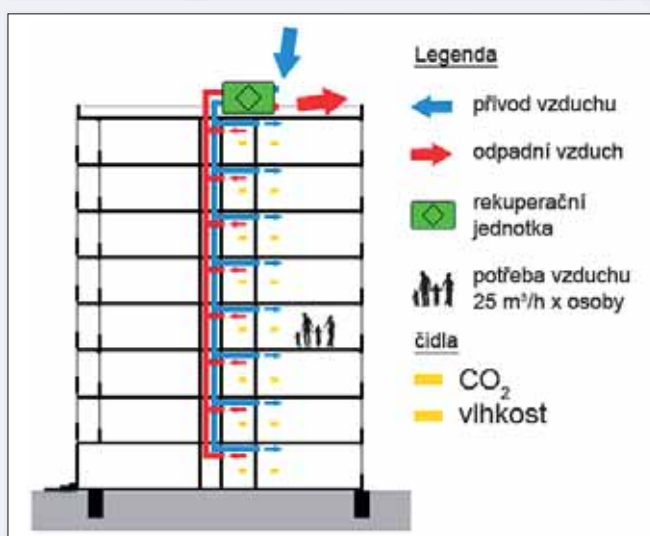
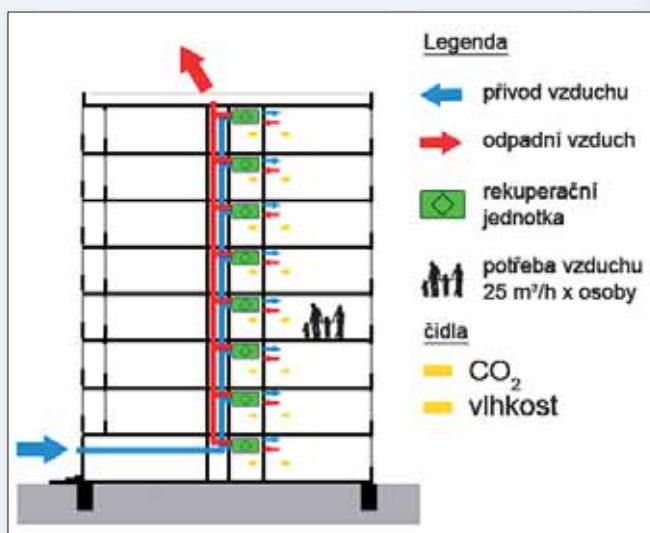


Schéma zapojení lokální (nahore) a centrální (dole) rekuperační jednotky. Zdroj: EkoWATT

z kuchyní a druhá ze sociálního zařízení. V některých případech hygienické předpisy umožňují výměnu odtahového zařízení v kuchyních za cirkulační digestoře s uhlíkovým filtrem. Jedno potrubí je pak možno v novém systému větrání s rekuperací použít jako přívodní, druhé jako odtahové. Další možnou instalací je vedení přívodního a odpadního potrubí přímo z fasády objektu.

Zatím nejběžnějším systémem nuceného větrání s rekuperací tepla je systém **lokální rekuperace** na úrovni jednotlivých bytů. Decentralizované bytové jednotky zajišťují rovnotlakou výměnu vzduchu na základě podnětů čidel, nebo jsou ovládané manuálně při potřebě intenzivního provětrání.

Nevýhodou těchto systémů je **spotřeba elektřiny na pohon dvou ventilátorů**, které jsou umístěny na přívodním a odtahovém potrubí. Velkou překážkou může být také poměrně náročná instalace tohoto systému. Částečné vyvolžkování starých centrálních vzduchových potrubí není zdaleka takovým problémem jako instalace řady rozváděcích prvků do vlastních bytů - je totiž třeba provrtat relativně velké otvory do vnitřních příček. Při využití šachty k přívodu i odvodu vzduchu lze očekávat investici v rozmezí 700 až 1 200 Kč/m² podlahové plochy bytů v závislosti na velikosti bytu.

Z hlediska spotřeby tepla na vytápění se jedná o nejlepší z popsaných řešení, jelikož na rozdíl od ostatních způsobů



Umístění lokální rekuperační jednotky na chodbě. Zdroj: Atrea

větrání šetříme teplo díky jeho rekuperaci. Vzhledem k vysoké investici lze instalaci lokálních jednotek uspořit řádově stovky Kč na m² podlahové plochy bytů pouze v lokalitách, kde je velmi vysoká cena tepla ze systému CZT (1 000 Kč/GJ).

Počáteční investice do **centrální rekuperační jednotky** je o něco nižší (600 až 900 Kč/m² podlahové plochy bytů) v porovnání s lokálními rekuperačními jednotkami, jelikož se rozdělí mezi větší počet bytů. Zároveň má centrální rekuperační jednotka v poměru k jednotlivým bytům nižší spotřebu elektrické energie než jednotlivé lokální rekuperační jednotky umístěné v každém bytě. Úsporu provozních nákladů v dlouhodobém horizontu lze při volbě centrální rekuperace očekávat také jen v lokalitách s vyšší cenou tepla (900 Kč/GJ a více), kde bude dosaženo vyšší úspory v porovnání s lokálními rekuperačními jednotkami, a to přibližně o 900 Kč/m² podlahové plochy bytů.



Centrální rekuperační jednotka. Zdroj: EkoWATT

Rekuperace je sice řešení nejdražší, složité při instalaci a zatím se vyplatí pouze v lokalitách s nejvyšší cenou tepla, nicméně **splňuje všechny požadavky na kvalitu vnitřního prostředí**. Jedná se o prvek, který zlepšuje komfort, stane se postupně standardem, avšak při dnešní ceně tepla od něj nelze ve většině případů očekávat návratnost vložené investice. **Ekonomicky nejvýhodnější variantou je centrální rekuperační jednotka**, která má v přepočtu na byt nižší pořizovací cenu i roční provozní náklady.

Naopak jednoznačně nevhodným způsobem větrání je **podtlakový systém větrání s rotační hlavici** nesprávně nazývanou ventilační samotažná turbína. Tyto hlavice jsou kvůli svým výkonovým parametrům **pro větrání vyšších budov**, jakými jsou panelové domy, **nevhodné**. Původním záměrem výrobců těchto hlavice bylo zvýšení účinnosti provětrávání dvouplášťových střeš, které mají obecně velmi nízkou tlakovou ztrátu. Naproti tomu v ČR se tyto hlavice prodávají zejména jako náhrada centrálních ventilátorů v systémech nuceného větrání panelových domů s velkou tlakovou ztrátou, kterou nejsou schopné tyto hlavice především za bezvětří překonat. Výměna vzduchu v bytech je pak zcela nevyhovující.



Rotační hlavice umístěné na střeše panelového domu. Zdroj: EkoWATT

Změna zdroje tepla

Další možností, jak snížit spotřebu energie a provozní náklady objektu, je **vyměnit zdroj tepla na vytápění**, případně **na přípravu teplé vody** v objektu. V současnosti je pro panelové domy jako zdroj tepla nejčastěji využíváno centrálního zásobování teplem (**CZT**). Jedná se o centralizovanou výrobu tepla, které se získává z výroby elektrické energie v teplárnách nebo v menší míře ve výtopnách určených pouze pro výrobu tepla. Většina tepláren dnes spaluje uhlí, většina výtopen pak zemní plyn. Teplovody vystavěné v minulosti bývají v dnešní době již zastaralé a při transportu tepla mimo objekt na dlouhé vzdálenosti dochází k poměrně velkým ztrátám. Výhodou centrálního zásobování teplem může být bezpečnost dodávky, přesunutí zdroje znečištění mimo město a kvalitnější spalování a technologie čištění spalin než v lokálních topeništích.

Výměna tohoto zdroje tepla může přinést významnou **úsporu provozních nákladů** především **v oblastech s vysokou cenou tepla ze systému CZT**. Možným řešením je použití elektrických tepelných čerpadel vzduch-voda v kombinaci s elektrokotli, plynových tepelných čerpadel vzduch-voda v kombinaci s kotli na zemní plyn či plynové kotelnou jako zdroje tepla. Úplně



Plynová tepelná čerpadla. Zdroj: Robur

odpojení od centrálního zdroje tepla může přinést značné administrativní obstrukce, proto se nedoporučuje dodávku tepla z centrálního zdroje zcela zrušit, ale přípojku zachovat a sjednat nižší dodávky, které mohou sloužit jako rezerva pro pokrytí extrémních tepelných ztrát.

Elektrická tepelná čerpadla se instalují **v zapojení s elektrokotlem**, který pokrývá špičky v tepelných ztrátách při nejnižších teplotách. Vzhledem k velikosti pozemků kolem panelových domů a také nákladnosti při budování zemních kolektorů je reálnější použití tepelných čerpadel **vzduch-voda**. Tepelná čerpadla se mohou umístit na střechu objektu, kde je nutné počítat s tím, že jejich kompresory produkují hluk, který může působit rušivě na okolní objekty. Další možností umístění tepelných čerpadel je



Kaskáda elektrických tepelných čerpadel vzduch – voda. Zdroj: Tepelná čerpadla IVT

například na předzahrádce panelového domu do opláštění nebo do technické místnosti, pokud je v dostatečné velikosti v objektu k dispozici. Při instalaci kaskády tepelných čerpadel je obvykle třeba **navýšit příkon elektrické přípojky**, což může hrát hlavní roli v rozhodování, zda použít tuto alternativu. Tato čerpadla mají poměrně velký topný faktor kolem průměrné roční hodnoty 2,7.

Pokud například nelze dostatečně navýšit výkon elektrické přípojky, lze jako alternativu k elektrickým tepelným čerpadlům uvažovat **plynová tepelná čerpadla vzduch-voda v zapojení**

s kondenzačními plynovými kotli. V případě plynových tepelných čerpadel je však **nutná dostatečná přípojka zemního plynu**. Tato soustava tepelných čerpadel a kondenzačních kotlů se většinou umísťuje na střechu na nosný rošt nebo do technického podlaží, kde je ovšem třeba řešit odtah spalin a přívod venkovního vzduchu. Oproti klasickým tepelným čerpadlům s kompresorem poháněným elektrickým proudem mají plynová tepelná čerpadla nižší topný faktor, a to pouze 1,2 až 1,4. Tento rozdíl je ale dorovnán rozdílem ceny plynu a elektrické energie. Ve výsledku je tak při volbě obou typů tepelných čerpadel dosaženo v horizontu 40 let velmi podobné finanční úspory, a to 3 000 až 5 000 Kč/m² podlahové plochy bytů pro nezateplený objekt v oblastech s nižší cenou tepla (450 Kč/GJ) a 15 000 až 27 000 Kč/m² podlahové plochy bytů při vyšší ceně tepla (1 000 Kč/GJ), přičemž investice do obou zdrojů je srovnatelná (700 až 1 400 Kč/m² podlahové plochy bytů).



Plynová kotelna. Zdroj: Buderus

Pokud je možné do panelového domu přivést dostatečnou přípojku zemního plynu, je možné jako zdroj tepla v panelovém domě zvolit **kotelnu s kaskádou kondenzačních kotlů na zemní plyn**. V porovnání s tepelnými čerpadly je tento zdroj z hlediska investice levnějším řešením (300 až 1000 Kč/m² podlahové plochy bytů), ovšem přinese menší úsporu financí v porovnání s tepelnými čerpadly, a to přibližně 1 500 Kč/m² podlahové plochy bytů při nižší ceně tepla a 13 000–25 000 Kč/m² podlahové plochy bytů při vyšší ceně tepla pro nezateplený objekt.

Před výměnou zdroje je v každém případě doporučeno **nejdříve provést zateplení** a co nejvíce snížit tepelnou ztrátu objektu a poté přesně **nadimenzovat zdroj tepla** pro vytápění. Tím předejdeme zbytečnému předdimenzování zdroje a s tím spojeným vyšším nákladům na jeho pořízení a provoz. Snížení tepelných ztrát zpravidla umožňuje nainstalovat nízkoteplotní systém vytápění, kde je ovšem třeba při zachování stávající otopné soustavy klást důraz na důkladnou dynamickou regulaci otopné soustavy s efektivním využíváním vnitřních a solárních zisků.

Příprava teplé vody

V souvislosti s úsporami energie v panelových domech se hovoří téměř výlučně o zateplování stavebních konstrukcí. Zvláště po zateplení panelových domů a snížení jejich tepelné ztráty však má právě **energie na přípravu teplé vody významný podíl**

na spotřebě energie objektu. Zatímco pro nezateplený objekt tvoří energie na přípravu teplé vody cca 15% z celkové spotřeby objektu při předpokladu dobře z izolovaného cirkulačního potrubí, pro kvalitně zateplený objekt se jedná již o cca 35–40%.

Náklady na teplou vodu lze snižovat více způsoby, které lze vzájemně kombinovat. První možností je snížit spotřebu vody přímo u uživatelů v bytech instalací úsporných výtokových armatur a perlátorů, které ušetří přibližně 25% teplé i studené vody. Dále je možné využívat teplo odpadní vody ve sprchových koutech pomocí rekuperátorů umístěných pod vaničkou sprchového koutu, které odpadním teplem odtékající vody ohřívají přiváděnou studenou vodu a spotřeba teplé vody ve sprše tak klesá přibližně o 50%. (U vany, kde se teplá voda napouští v jiném čase než odtéká, tento princip pochopitelně nefunguje).

Velká část spotřebované energie pro přípravu teplé vody připadá na ztráty ve vnitřních a vnějších rozvodech. Vnitřní **cirkulační rozvod** lze opatřit **kvalitní izolací**. Dále je možno regulovat cirkulaci vody v rozvodu, a to buď podle teploty nebo podle času. Optimální je cirkulaci omezovat například během nočních hodin, kdy je využití teplé vody minimální. Tento krok ale vyžaduje souhlas všech obyvatel domu.

Další úspory lze dosáhnout změnou zdroje tepla za jiný, provozně levnější. Zdroj tepla může být centrální pro celý objekt (tepelná čerpadla, plynové kotle, solární kolektory), nebo lokální v jednotlivých bytech. Přípravou teplé vody přímo v bytech zcela odpadne ztráty v cirkulačních rozvodech.

Při **lokálním způsobu** přípravy teplé vody je voda v koupelně ohřívána pomocí akumulčního zásobníku a v kuchyni pomocí průtokového ohříváče. Z navržených variant výměny zdroje se jedná o nejlevnější řešení, u kterého lze očekávat investici v rozmezí 150 až 300 Kč na m² podlahové plochy bytů. Celkovou ekonomickou bilanci navíc příznivě ovlivňuje fakt, že na přípravu teplé vody pomocí akumulčních ohříváčů se vztahuje levnější tarif elektrické energie, který můžeme využívat pro všechny spotřebiče a osvětlení v domácnosti. V horizontu 40 let lze přechodem na tento zdroj ušetřit 1 000 až 2 000 Kč/m² při nižší a 3 000 až 6 000 Kč/m² podlahové plochy bytů při vyšší ceně tepla ze systému CZT.

Pro přípravu teplé vody přímo v bytech lze využít také tzv. **kompaktní jednotku**, ve které je umístěn zásobník teplé vody. Teplá voda je v tomto případě předehřívána tepelným čerpadlem vzduch-voda, který v rámci jednotky odebírá teplo odpadnímu větracímu vzduchu za rekuperací. Tento systém lze tedy využít **pouze v bytech**, kde je **větrání řešeno lokálním systémem s rekuperací tepla**. Nevýhodou jednotky je prozatím její vysoká pořizovací cena (cca 180 000 Kč včetně instalace potrubí v bytě), kvůli které se instalace této jednotky z finančního hlediska nevyplácí.



Umístění elektrického akumulčního ohříváče na chodbě bytu v panelovém domě. Zdroj: Matuška

Pokud chceme zachovat **centrální přípravu teplé vody**, lze stávající zdroj nahradit zdrojem použitelným pro přípravu tepla na vytápění, tedy **plynovou kotelnu**, nebo **tepelnými**



Centrální akumulční zásobník. Foto: EkoWATT

čerpadly v zapojení s elektrokotlí, nebo kotlí na zemní plyn. Pokud se rozhodneme pro tento zdroj, je vhodné ho použít jak pro přípravu tepla na vytápění, tak na teplou vodu. Pro přípravu teplé vody pomocí kotlů na zemní plyn i čerpadel je třeba nainstalovat centrální zásobníky teplé vody pro celý objekt. Investiční náklady na tyto zdroje a s výměnou souvisejícími úpravami jsou obdobné a pohybují se v rozmezí 150 až 750 Kč/m² podlahové plochy bytů pro kotle na zemní plyn a 100 až 800 Kč/m² pro čerpadla. Výměnou za tyto zdroje lze v lokalitách s vyšší cenou tepla očekávat finanční úsporu mezi 2 000 a 5 000 Kč/m². V oblastech s nízkou cenou tepla není z finančního hlediska přechod na tento zdroj výhodný.

Tepelné čerpadlo vzduch-voda spotřebovává pro ohřev vody o to méně elektrické energie, o kolik teplejší vzduch k čerpadlu přivádíme. V létě je tak spotřeba tepla pro přípravu teplé vody mnohem nižší v porovnání se zimou. Zajímavou možností je v tepelném čerpadle vzduch-voda **využívat odpadní větrací vzduch z objektu**, který má po celý rok poměrně stabilní teplotu, čímž se významně zvyšuje jeho účinnost – topný faktor. Prakticky vypadá tato instalace tak, že se na vyústění větrací šachty na střeše objektu instaluje tepelné čerpadlo vzduch-voda, které si "přisává" ohřátý odpadní vzduch odvětrávaný z bytových jednotek. Tepelná čerpadla připravují teplou vodu v zásobnících umístěných buď na střeše, nebo uvnitř objektu. **Nutnou podmínkou** tohoto systému je **realizace systému podtlakového větrání**, při kterém je odpadní vzduch odváděn šachtou na střechu. Investiční náklady na toto čerpadlo jsou stejné jako na čerpadlo odebírající teplo z venkovního vzduchu,

ovšem vzhledem k vyšší účinnosti bude dosaženo přibližně o 200 Kč na m² podlahové plochy bytů vyšší finanční úspory za dobu 40 let.

Pro zlevnění nákladů na přípravu teplé vody je možné využít také **solárních termických kolektorů** jako zdroje části energie pro přípravu teplé vody. Pro bytové domy se jako optimální považuje hranice 40% pokrytí potřeby tepla, tedy 40% potřeby tepla na přípravu teplé vody je dodáváno solárními kolektory a 60% jiným zdrojem energie, např. stávajícím systémem CZT. Solární kolektory lze instalovat na střechu panelového domu nebo na lodžie. Výhodnější je instalace na střechu objektu, při které **lze zvolit optimální sklon a orientaci panelů**. Plocha střechy ve většině případů dostačuje k tomu, aby zde mohlo být umístěno takové množství panelů, které pokryje optimální podíl 40%. Investiční náklady na toto opatření jsou ovšem poměrně vysoké (350-650 Kč/m² podlahové plochy bytů), a proto je dosažená celková úspora provozních nákladů v dlouhodobém horizontu výrazně nižší v porovnání s ostatními zdroji tepla pro centrální přípravu teplé vody (maximálně 2 000 Kč/m² podlahové plochy bytů při vyšší ceně tepla ze systému CZT). Výhodou tohoto zdroje je, že se jedná o obnovitelný zdroj energie, který snižuje negativní dopady výroby tepla na životní prostředí.



Umístění solárních kolektorů na lodžích. Zdroj: EkoWATT



Umístění solárních kolektorů na střeše. Zdroj: DS Hvizdal, České Budějovice

Výpočetní nástroj rEKOn tool

Pokud se vlastníci panelového domu rozhodnou objekt rekonstruovat, je vhodné zároveň aplikovat různá opatření a provést rekonstrukci komplexní, tj. například spolu se zateplením objektu a výměnou oken zároveň vyřešit i otázku větrání či výměny zdroje. Jakou kombinaci úsporných opatření si může investor se svými finančními možnostmi dovolit a které mu přinesou co nejvyšší úsporu financí, není jednoduché určit. Pro představu o možných úsporách energií i financí a vynaložených finančních prostředcích při rekonstrukci dobře slouží výpočetní nástroj rEKOn tool, který najdete na stránkách: panelovedomy.ekowatt.cz. Pomocí tohoto interaktivního webového nástroje je možno přes online rozhraní zadat konkrétní panelový dům a zkusit efekt jednotlivých úsporných opatření i jejich kombinací. Vedle energetických výstupů obsahuje nástroj také ekonomické výstupy a uživatel tak pomocí pár kroků zjistí, zda je dané opatření ekonomicky výhodné, kdy se investice vrátí a od kdy bude vybrané opatření vydělávat.

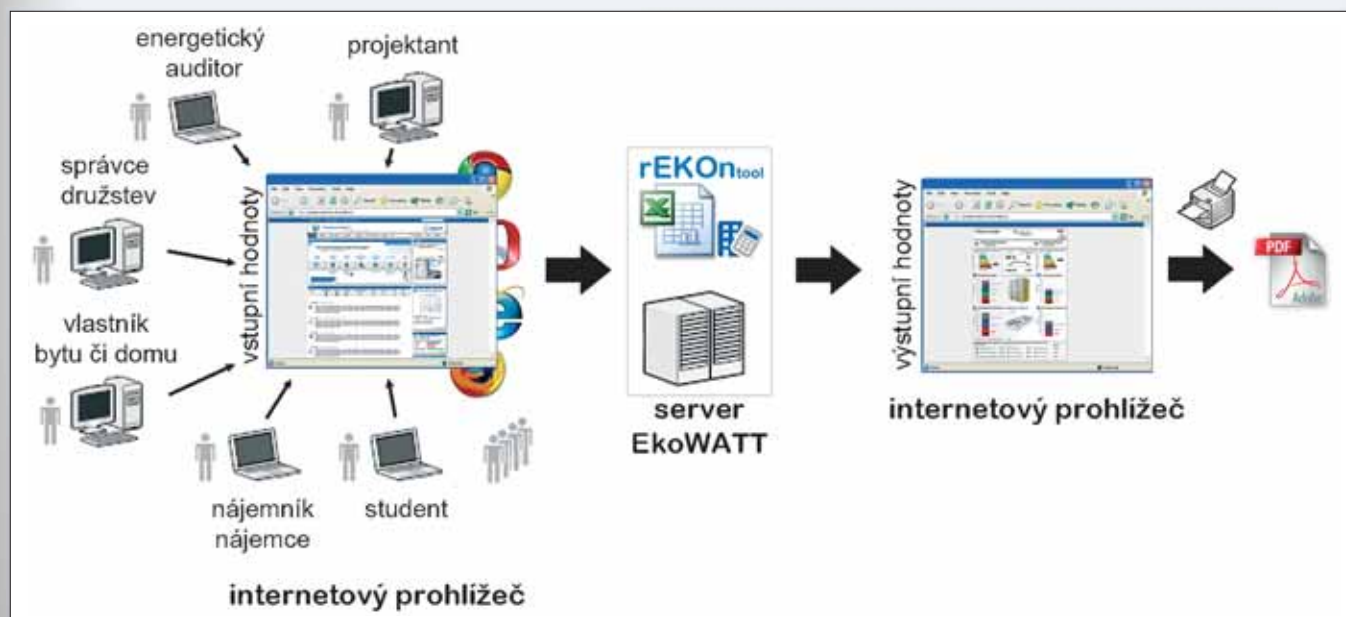


Schéma funkce výpočetního nástroje rEKOn_{tool}.

REKUPERACE SPLAŠKOVÉ VODY

VÝMĚNA ZDROJE TEPLA

ZASKLENÍ LODŽIE

CENTRÁLNÍ PODTLAKOVÝ VENTILÁTOR

KOGENERAČNÍ JEDNOTKA

REKUPERACE

TEPELNÉ ČERPADLO

VÝMĚNA OKEN

PANELOVÝ DŮM

FOTOVOLTAICKÉ PANELE

SOLÁRNÍ PANELE

ZATEPLENÍ 16 cm

TERMOSTATICKÉ HLAVICE

ZATEPLIT STROP TECHNICKÉHO PODLAŽÍ

PRŮTOKOVÝ OHŘÍVAČ

PVE THIN FILM NA STŘEŠE

ZASKLENÍ LODŽIE

ROTAČNÍ HLAVICE

VÝMĚNA ZDROJE TEPLA

Rekonstrukce panelových domů v nízkoenergetickém standardu

Autor: Lucie Šancová

Spoluautoři: Jan Antonín, Jiří Beranovský, Petr Kotek, František Macholda, Miroslav Purkert, Petr Vogel

Grafický návrh: Petr Kotek

Sazba a tisk: Sdružení MAC, spol. s r.o., © EkoWATT, 2010.

Vydal:

EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie

e-mail: info@ekowatt.cz

www.ekowatt.cz, www.energetika.cz, panelovedomy.ekowatt.cz

Místo a rok vydání: Praha, 2010

ISBN 978-80-87333-06-8

Publikované výsledky jsou výstupem výzkumného projektu VAV-SP-3G5-221-07 zadaného MŽP ČR. Publikace je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2010 – část A – Program EFEKT.

Přijďte se k nám
poradit.

EkoWATT Praha

Švábky 2, 180 00 Praha 8

tel: 266 710 247

e-mail: paha@ekowatt.cz

EkoWATT České Budějovice

Žižkova 1, 370 01 České Budějovice

tel: 389 608 211

e-mail: cb@ekowatt.cz

EkoWATT Liberec

Rumunská 655/9, 460 01 Liberec

tel: 486 123 678

e-mail: liberec@ekowatt.cz



Vydal:

EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie

Švábky 2, 180 00 Praha 8

www.ekowatt.cz

ISBN 978-80-87333-06-8



www.ekowatt.cz

energetika.cz

prukazybudov.cz

panelovedomy.ekowatt.cz