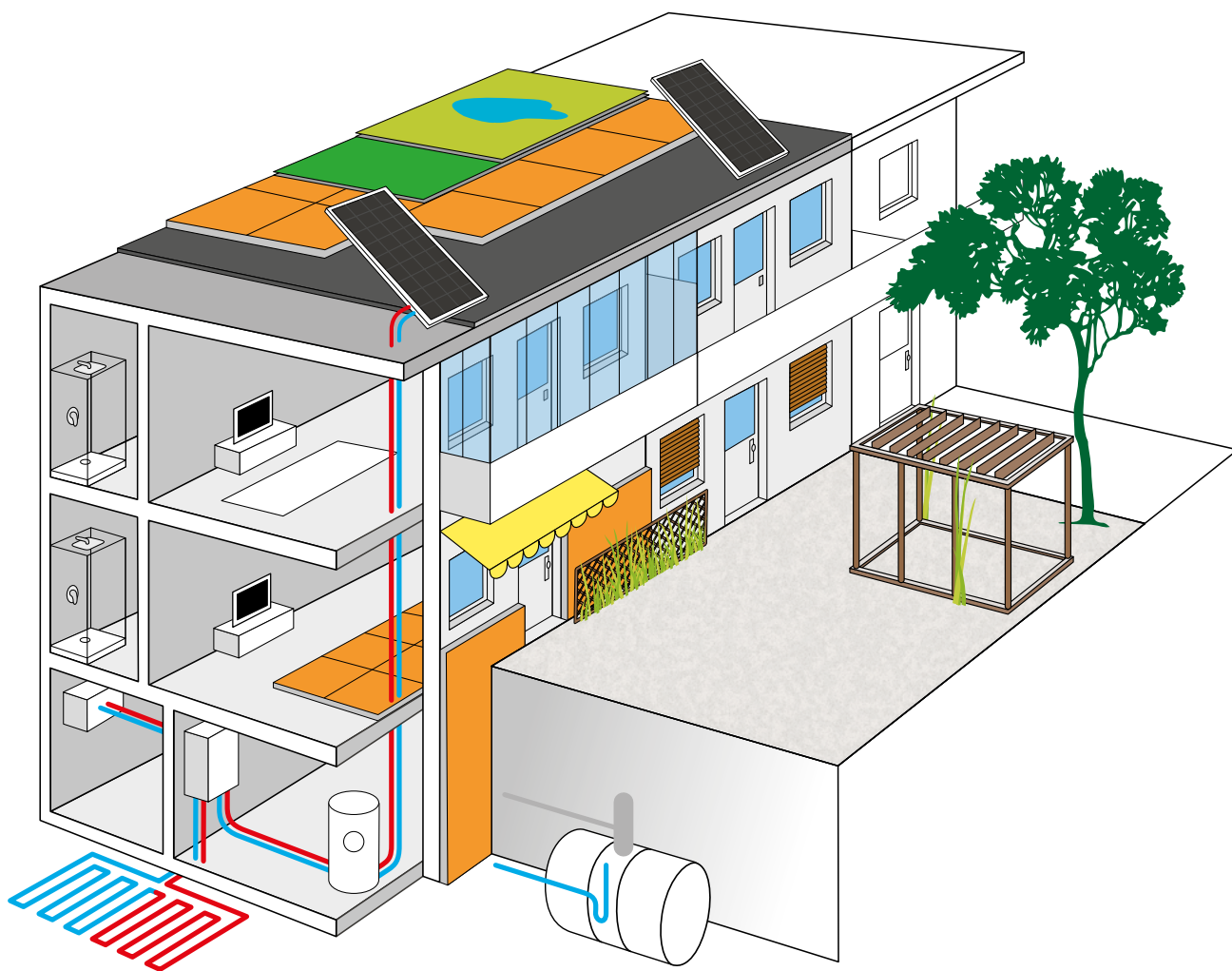


ADAPTACE DOMŮ NA ZMĚNU KLIMATU

Přehled stavebně-technických a doplňkových opatření
pro budovy určené k bydlení



AGENTURAKONIKLEC



2019

Obsah

Adaptace domů na změnu klimatu	3
1. Úvod	3
1.1. Změna klimatu a její dopady na bydlení ve městech.....	3
1.2. Budova a její nejbližší okolí	4
1.3. Vnitřní prostředí budovy	5
2. Adaptační opatření na změnu klimatu	7
2.1. Zateplení budovy	8
2.1.1. Obálka a střecha budovy	9
2.1.2. Okna a prosklení	12
2.2. Ochrana proti slunečnímu záření	13
2.2.1. Stínící prvky (vnější)	13
2.2.2. Vertikální vegetace	15
2.2.3. Horizontální vegetace	16
2.3. Technologie	17
2.3.1. Chlazení a vzduchotechnika	17
2.3.2. Hospodaření s vodou v budově	20
2.3.3. Obnovitelné zdroje energie	21
2.4. Vodní prvky	24
2.5. Ostatní	25
2.5.1. Energetický management	25
2.5.2. Beznákladová (režimová) opatření	26
3. Adaptační opatření, stavební předpisy a památková ochrana	27
3.1. Adaptační opatření a památková péče	28
3.1.1. Zásady památkové péče v Pražské památkové rezervaci	28
3.1.2. Zásady ochrany v památkových zónách	28
Literatura.....	29

ADAPTACE DOMŮ NA ZMĚNU KLIMATU

1. Úvod

Tato publikace vznikla v roce 2019 jako výsledek spolupráce Agentury Koniklec, o. p. s., a konzultační společnosti Porsenna, o. p. s., na stejnojmenném projektu, který podpořilo Hlavní město Praha. Cílem projektu bylo přispět k naplňování Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu v oblasti stavebně-technických opatření s důrazem na rekonstrukce prováděné soukromými vlastníky nemovitostí.

Každý dům ve městě, obytný, administrativní či sloužící jinému účelu bude čelit dopadům změny klimatu. Tato situace ovlivní kvalitu života obyvatel a vyvolá poptávku po nových architektonických i urbanistických řešeních. Prozatím chceme přinést alespoň základní představu o tom, co lze dělat již dnes, třeba i méně systémově.

Publikace doprovází interaktivní model realizace adaptačně-mitigačních opatření na budovách, umožňující uživatelům vytvářet vlastní experimentální konfigurace a seznámit se s technickými a prováděcími nároky různých opatření. Interaktivní model je k dispozici na stránce www.adaptacedomu.cz/model.

Spolu s ním má tato publikace a další doprovodné materiály poskytnout kvalifikovanou podporu zejména menším stavebníkům a investorům při rekonstrukci budov.

1.1. Změna klimatu a její dopady na bydlení ve městech

Změna klimatu je v současné době klíčovým společenským i politickým tématem. Bez ohledu na diskuse o její podstatě, příčině či prosté přítomnosti je faktem, že v České republice dochází k nárůstům průměrné teploty, zvýšení počtu tropických dní a nocí, ke změně úhrnu a zejména distribuce srážek, prodloužení bezsrážkových období, zvýšení počtu přivalových dešťů, úbytku spodních vod a podobně. To vše má dopad na městské, resp. sídelní prostředí.

Během posledního století bylo při stavbě budov ve městech dbáno zejména na jejich funkčnost a ekonomickou proveditelnost jdoucí ruku v ruce s aktuálními problémy. Při pohledu na dobové stavební předpisy je zřejmé, že úspora energie, přehřívání budovy a celková kvalita vnitřního prostředí byly řešeny jen okrajově. S klimatickou změnou se pak tyto nedostatky začaly stále více projevovat a dnes je zřejmé, že velká část stávajících budov je připravena na změny klimatu jen minimálně.

Nejvíce zmiňovaným problémem je nárůst efektu tepelného ostrova města a snížení kvality vnitřního prostředí v budovách. Abychom mohli dále vybudovaná městská prostředí užívat bez sníženého komfortu, je nutné budovy adaptovat.



Fotografie archiv Porsenna

1.2. Budova a její nejbližší okolí

Městské prostředí (struktura a tvar ulice, okolní budovy, zelené plochy, náměstí, vodní prvky, doprava, průmysl) mají vliv na budovu, stejně jako budova sama o sobě ovlivňuje okolní městské prostředí. Tento vzájemný vliv je nejvíce patrný během letních měsíců, kdy je vlna veder umocněna ve městech (s nedostatkem zelených ploch, zeleně v ulici, vodních ploch a podobně) prostřednictvím tzv. efektu tepelného ostrova (vyšší teplota ve městě v porovnání s volnou krajinou). V Praze se zvýšení teploty během letních měsíců pohybuje v průměru okolo 2,4 °C oproti venkovské krajině (Velebná Brejchová a kol., 2015).

Vegetace má tedy významný vliv na množství slunečního záření, které dopadá na zemský povrch. Uvádí se, že $\frac{2}{3}$ záření jsou pohlceny vegetací a $\frac{1}{3}$ je odražena do prostoru. Naproti tomu asfaltové a betonové plochy více než $\frac{2}{3}$ tepla absorbují, a to vede k jejich přehřátí a tím ke zvýšení okolní teploty. Na přímém slunečním ozáření mohou asfaltové a betonové plochy přesáhnout teplotu 50 °C, zatímco teplota půdy pod stromy dosahuje v letních slunečných podstatně nižších hodnot (20–30 °C) (Šerá, 2015). Mimo vysokou teplotu jsou dalším problémem i koncentrace CO₂, vznik ozónu, prachové částí a další vzácné a škodlivé plyny.

Okolí budovy tak významně ovlivňuje vnitřní prostředí budovy, neboť je zřejmé, že horký a suchý vzduch z ulice nemůže snížit teplotu uvnitř budovy, spíše naopak.

Naproti tomu budova také přispívá svým dílem k charakteru prostředí v jejím okolí. Budova neadaptovaná na změnu klimatu se uvnitř přehřívá, její uživatelé jsou nuceni využívat chladicí/klimatizační jednotky, které odvádějí teplo ven z budovy opět do prostředí, čímž přispívají k nárůstu venkovní teploty. Samotná budova pak také ovlivňuje prostředí skrze betonové/asfaltové střechy a fasády, které pohlcují velké množství slunečního záření, přehřívají se a následně zvyšují okolní teplotu.



Fotografie archiv Porsenna

Chceme-li tedy docílit snížení negativního vlivu okolního prostředí na budovu a zpětně, je nutné adaptovat nejen okolní prostředí (snížení a rozčlenění asfaltových a betonových ploch, zeleň v ulicích, vodní prvky, parkové úpravy a podobně), ale i samotnou budovu. Jedině ucelenou a provázanou adaptací celého městského prostředí je možné zmírnit dopady změny klimatu.

Realizace adaptačních opatření na budovách je proto jednou z podstatných částí opatření vedoucích k zdravému a příjemnému městskému prostředí.



Ukázka typického městského prostředí a prostředí s prvky adaptace

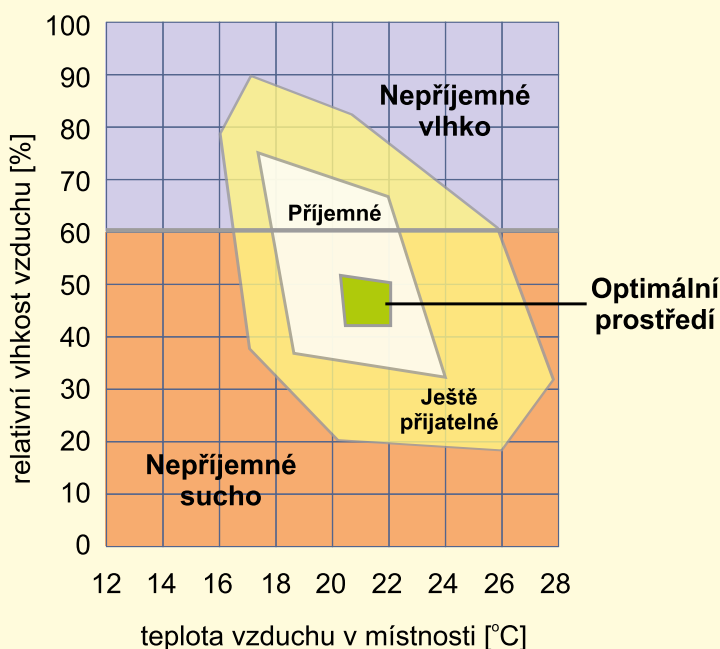
Fotografie archiv Porsenna

1.3. Vnitřní prostředí budovy

Vnitřní prostředí budov má významný vliv na lidské zdraví. V budovách s kvalitním vnitřním prostředím, kde se v omezeném množství vyskytuje vlhkost, je zde zajištěn přívod dostatečného množství čerstvého vzduchu a zabezpečena tepelná rovnováha člověka, se riziko vzniku zdravotních problémů spojených s kvalitou prostředí snižuje (Rubin, Rubinová, 2005).

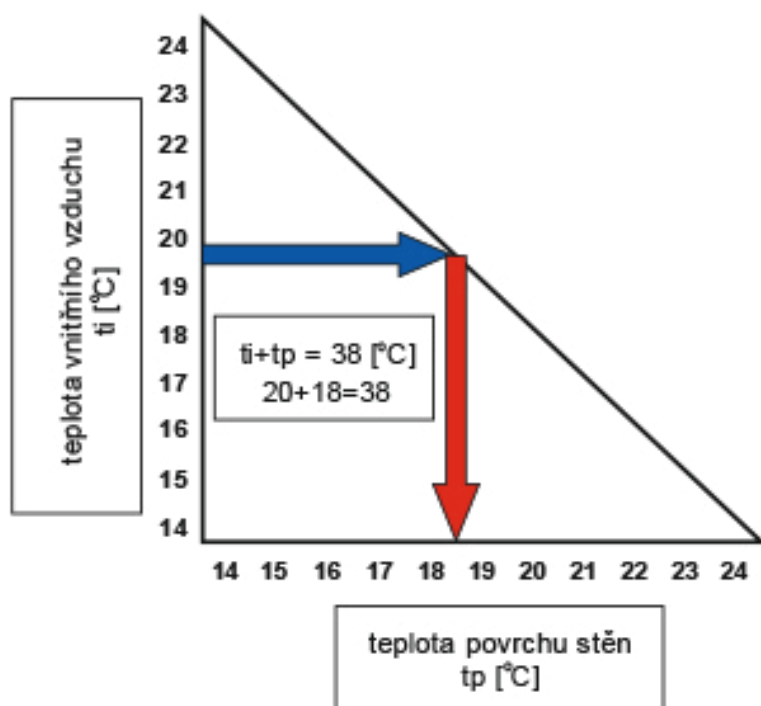
Tepelná pohoda

Pojmem tepelná pohoda se označuje takové vnitřní prostředí, ve kterém je splněna podmínka tepelné rovnováhy člověka s okolím. V případě nedodržení optimálních podmínek je člověk před nadměrným teplem částečně chráněn pocením, ale před nadměrným chladem chráněn není (případně jen vrstvou oblečení). Tepelná pohoda znamená, že okolní prostředí odebírá člověku přesně tolik tepla, kolik právě produkuje. Při nadměrném odebírání může docházet až k podchlazení, při nedostatečném odebírání až k přehřátí organismu.



Optimální teplota vnitřního prostředí

Optimální teplota vnitřního prostředí je $21,5 \pm 2 \text{ °C}$ v zimním období. Teplota okolních ploch, tedy stěn, stropu, oken apod. nemá být nižší než o 2 °C . V letním období se hodnota pohybuje okolo $26 \pm 2 \text{ °C}$, přičemž je závislá i na teplotě ve venkovním prostředí, neboť člověk vnímá teplotu relativně. Pokud je v budově o $4\text{--}6 \text{ °C}$ chladněji než ve venkovním prostředí, je to optimální z hlediska pocitu příjemného prostředí a zároveň tento rozdíl není rizikový z hlediska nemoci z nachlazení, která je příznačná pro „překlimatizované“ budovy. Rychlost proudění vzduchu by neměla překročit $0,1 \text{ m/s}$ (Rubin, Rubinová, 2005).



Optimální hodnota součtu teploty povrchů a stěn

Větrání

Kvalita vzduchu je spolu s tepelnou pohodou zásadním prvkem majícím vliv na lidské zdraví. Člověk produkuje teplo, vodní páru, CO₂ a další látky, které snižují kvalitu vzduchu v interiéru. V interiérech navíc snižují kvalitu vzduchu chemické látky uvolňující se z nábytku, elektropřístrojů a plastových výrobků, radon a radioaktivita ze zdiva, vlhkost z kuchyní, koupelen a podobně. Mezi látky toxické je dnes řazen i tabákový kouř. Jako měřítko kvality vzduchu se nejčastěji používá koncentrace CO₂ (Rubin, Rubinová, 2005).

Úroveň přípustné míry koncentrace CO₂ je 1 500 ppm. Pro srovnání uvádíme, že úroveň 700 ppm je brána jako čerstvý vzduch, venkovní koncentrace CO₂ je 400 ppm. Koncentrace CO₂ nad 2 000 ppm způsobuje únavu, bolesti hlavy, ztrátu koncentrace a výkonu (Mach, 2019).

Větrání nebo jiný způsob umožňující přívod čerstvého vzduchu (rekuperační jednotky, vzduchotechnika) mají pozitivní vliv na kvalitu vzduchu. Špatně větrané interiéry jsou často příčinou kontaminace prostředí plísněmi. Ty se nacházejí ve zdech, stropích, pod tapetami a přilepenými koberci, za nábytkem, v koupelnách a podobně (Rubin, Rubinová, 2005).

Při realizaci adaptačních opatření (zejména těch cílících na zlepšení stavu obálky budovy) je nutné myslet na skutečnost, že zateplení budovy (včetně výměny oken) a utěsnění vnitřních prostor sníží úroveň přirozeného větrání, což bez dalších opatření (pravidelného/častějšího větrání nebo instalace vzduchotechniky) může vést ke zhoršení kvality vzduchu a tím k negativnímu vlivu na lidské zdraví.

2. Adaptační opatření na změnu klimatu

Neboť se klimatická změna negativně projevuje nejen na kvalitě vnitřního prostředí, ale i na kvalitě prostředí v okolí budovy (městského prostředí), je vhodné realizovat na budovách taková opatření, která povedou k zajištění optimálního stavu.

Renovace budov a jejich přizpůsobení se změně klimatu je vždy složitější nežli navržení novostavby, která je přizpůsobena změně klimatu, neboť jsou jednotlivá adaptační opatření omezena možnostmi stávající budovy, jejího charakteru a umístění.

V podstatě se dá říci, že budova a její okolní prostředí ovlivňuje nejen vnitřní pohodu v budově, ale také možnosti, jak docílit jejího zlepšení. Vždy je proto důležité mít na paměti, že při návrhu adaptačních opatření na konkrétní budovu by měly být brány v potaz samotné náklady na adaptační opatření a přínosy, které pro budovu mohou mít.

Kromě přínosů k přizpůsobení budovy dopadům změny klimatu je nutné zohledňovat dopad realizace a provozu adaptačního opatření na emise skleníkových plynů. Je nutné se vyhýbat řešením, se kterými je svázána produkce dalších emisí. Také proto v této shrnující publikaci uvádíme opatření, která mají kromě adaptačního efektu většinou také efekt „mitigační“, tedy zmírňují dopad provozu budovy na klima.

Vhodným návrhem souboru adaptačních opatření může být dosaženo kvalitního vnitřního prostředí i při letních tropických vedrech, a to při přípustných investičních nákladech pro majitele budovy.

Základem pro realizaci adaptačních opatření je analýza stavu budovy, která definuje základní adaptační opatření (včetně investičních nákladů) a jejich kombinaci tak, aby bylo dosaženo efektivního poměru mezi přínosy a náklady investice.

Níže jsou popsána jednotlivá adaptační opatření, přičemž jsou pro zjednodušení a přehlednost rozdělena do 5 kategorií a subkategorií.

- Zateplení budovy
 - › Obálka a střecha budovy
 - › Okna a prosklení
- Ochrana proti slunečnímu záření
 - › Stínicí prvky (vnější)
 - › Vertikální vegetace
 - › Horizontální vegetace
- Technologie
 - › Chlazení a vzduchotechnika
 - › Hospodaření s vodou v budově
 - › Obnovitelné zdroje energie
- Vodní prvky
- Ostatní
 - › Energetický management
 - › Beznákladová opatření

Výše uvedená opatření adaptující budovy na změnu klimatu jsou popsána obecným způsobem. V praxi lze jednotlivá opatření realizovat jak samostatně, tak v synergii s dalšími opatřeními. Tím lze docílit většího koncového efektu. Část opatření je pak podmíněna předchozí realizací stavebních opatření, neboť jinak by byla ekonomicky neefektivní. Příkladem může být instalace tepelného čerpadla, které by bez rekonstrukce obálky a střechy budovy bylo ekonomicky nevýhodné.

Jednotlivá adaptační opatření není možné plošně realizovat na všech budovách, vždy je nutné přihlédnout k charakteru budovy a jejího omezení. V určitých případech může být realizace opatření technicky proveditelná, avšak přínos opatření může být minimální. Vždy je proto nutné návrh adaptačních opatření přizpůsobit technickým podmínkám konkrétního projektu či budovy. Důležitým faktorem jsou také stavební předpisy a památková ochrana. To je blíže popsáno v kapitole 4.

2.1. Zateplení budovy

Cílem zateplení obálky budovy by měla být realizace komplexních opatření, která zajistí tepelně izolační standard obálky budovy včetně výplní otvorů na úrovni hodnot doporučených pro pasivní domy (uvedených v tabulce 3 ČSN 730540-2:2011). Jedině tak může být dosaženo dostatečné stability vnitřního prostředí, nízké spotřeby energie na vytápění i chlazení.

Zateplení budovy je pro přehlednost rozděleno do dvou kategorií:

- Obálka a střecha budovy
- Okna a prosklení

2.1.1. Obálka a střecha budovy

Cílem je zajištění dostatečného teplotního útlumu konstrukce a fázového posuvu teplotního kmitu v závislosti na objemové hmotnosti, tepelné kapacitě, tloušťce a tepelné vodivosti materiálů, z nichž je konstrukce složena, a zajištění nízké průvzdušnosti obálky budovy.

U střech je základní rozdělení na šikmou a rovnou střechu, s ohledem na potenciál realizace opatření (tepelná ochrana, zeleň, využití obnovitelných zdrojů energie – OZE a podobně).

Využití zelených střech k zabezpečení evapotranspirace, světlé odrazivé barvy, jiná opatření aktivně využívající energii ze slunečního záření, případně snižující jeho negativní vlivy.

Zde je uveden přehled opatření:

- Izolace podlahové plochy
 - › Izolace podlahové plochy snižuje tepelné ztráty konstrukce (podlahy) a tím snižuje spotřebu energie na vytápění objektu. Provedení izolace se odvíjí od prostorových možností (např. požadavek na minimální zvýšení podlahy s ohledem na dveře/francouzská okna a podobně). Důležitým prvkem je také podsklepení objektu. Je možné využít tenké vakuové izolace podlahy, přírodních kameniných vln, pěn a polystyrénů (šířka izolace 10–20 cm). To vše má velký vliv na cenu investice.
 - › Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla je min. $0,22 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (pro pasivní domy), nezateplené, případně nedostatečně zateplené podlahy mají hodnotu $0,3\text{--}3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Dosahuje-li budova doporučené hodnoty, není třeba opatření realizovat.
- Zateplení obálky budovy
 - › Zateplení obálky budovy má pozitivní vliv zejména na spotřebu energie na vytápění. Druhým benefitem je snížení pohlcení slunečního záření obálkou budovy během letních měsíců. Provedení izolace se odvíjí od tvaru objektu (např. členění objektu, lodžie, balkóny, okna, dveře/francouzská okna a podobně). Zároveň je možné využít velké množství izolačních materiálů (tloušťka izolace obvodových zdí: 15–30 cm). Celková tloušťka zdi a izolace by však neměla přesahovat 80 cm, proto je vhodné u starších domů využít vysoce účinné tenké izolace.
 - › Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla je min. $0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (pro pasivní domy), nezateplené, případně nedostatečně zateplené stěny objektu mají hodnotu nejčastěji v rozmezí $0,5\text{--}1,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Dosahuje-li dům doporučené hodnoty, není třeba opatření realizovat.



Fotografie archiv Porsenna

- Zasklení balkonů, lodžie

- › Vhodné provedení zasklení balkonů, lodžie snižuje jak tepelné ztráty konstrukce budovy, tak tepelné zisky, neboť pomáhá zastavit během léta vysoce energetické sluneční záření. Na trhu existuje mnoho variant řešení používajících různé materiály, je však vhodné využít ty, které efektivně pomáhají zastavit zmíněné sluneční záření, pomáhají při nepřízní počasí, proti hluku, prachu a exhalacím. Od použitého řešení je pak následně odvozena i cena. Vhodné je do balkónu/lodžie zakomponovat i vegetaci (např. dostatečně velké truhlíky umožňující růst okrasných květin, případně pnoucí i náročnější rostliny).



Fotografie archiv AK

- Zateplení střechy

- › Zateplení střechy má pozitivní vliv zejména na spotřebu energie na vytápění. Druhým benefitem je snížení pohlcení slunečního záření střechou během letních měsíců. Problematické jsou střechy s velkým sklonem (nad 30 °), neboť mají větší ochlazovanou plochu a není technicky možné dotěsnit jednotlivé detaily střechy a dochází ke vzniku tepelných mostů (dochází k úniku až ¼ tepla z domu). Vhodným řešením jsou pultové střechy vytvářející nakloněnou rovinu dobře využitelnou pro solární panely. Při rekonstrukci je nutné posoudit stávající stav konstrukce a navrhnout správné řešení. Tloušťka izolace by měla být 35–40 cm, přičemž lze využít širokého spektra izolací a způsobu jejich ukládání (např. foukání a podobně).
- › Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla je min. 0,18 W/m² K (pro pasivní domy), nezateplené, případně nedostatečně zateplené střechy objektu mají hodnotu 0,4–1,5 W/m² K. Dosahuje-li dům doporučené hodnoty, není třeba opatření realizovat.

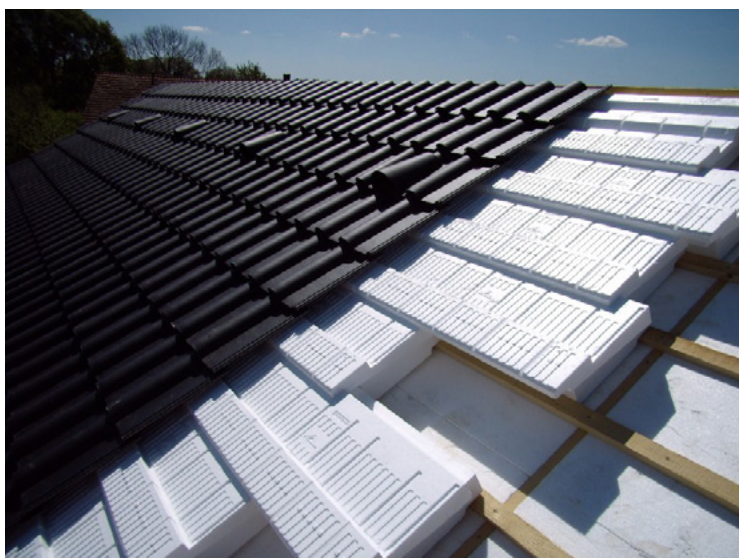


Foto www.drevostavby.cz

- Střecha – Zásyp štěrkem (kačírkem, speciálním kamenivem)

- › Zásyp střechy kačírkem/kamenivem má pozitivní vliv zejména na pohlcení slunečního záření střechou během letních měsíců, neboť jej pomáhá omezovat (závisí na výšce vrstvy, barvě, frakci a odrazivosti). Napomáhá také ke snížení tepelné ztráty konstrukce, neboť tvoří další vrstvu omezující ztráty tepla z objektu. Dalším benefitem je i vliv na mikroklima v okolí budovy, kdy správnou volbou zásypu může být docíleno i snížení teploty v blízkém okolí střechy o 1–5 °C, neboť rozdíl v teplotě rozpálené střechy a střechy se zásypem se pohybuje v rozmezí 5–20 °C.
- › Požadavek na únosnost podkladu/střechy je 70–150 kg/m² (v závislosti na typu a tloušťce zásypu), přičemž je možné využít střechy až do sklonu 30 %.
- › Vždy ale pozor na místní regulativ, který může určovat jak sklon, tak materiál, i barevný odstín střechy.

- Střecha – Barva/odrazivost střešní konstrukce

- › Využití speciálních barev nebo povlakových izolací/fólií s velmi světlou barvou lze docílit vysoké odrazivosti střechy (bílé povrchy mají odrazivost okolo 0,85 SRI, tmavé okolo 0,1 SRI), což má pozitivní vliv zejména na pohlcení slunečního záření střechou během letních měsíců, neboť jej pomáhá omezovat. Zvýšená odrazivost světla, tedy i UV záření, zvyšuje životnost střešních materiálů.
- › Dalším benefitem je i vliv na mikroklima v okolí budovy, kdy správnou volbou barvy/odrazivosti může být docíleno i snížení teploty nad střechou objektu o 1–10 °C, neboť rozdíl v teplotě rozpálené střechy a střechy se speciálním povrchem a barvou se pohybuje v rozmezí 5–40 °C.



Foto archiv Porsenna

- Střecha – Vhodný materiál střešní krytiny

- › Vhodná střešní krytina (materiál, ze které je vyrobena, barva krytiny, sklon střechy a podobně) má pozitivní vliv zejména na pohlcení slunečního záření střechou během letních měsíců, neboť jej pomáhá omezovat. Zvýšená odrazivost světla, tedy i UV záření, zvyšuje životnost střešních materiálů. Střešní krytina by měla být vybírána s ohledem na konstrukci stavby, lokalitu umístění a také na využití podkroví/vrchního patra objektu.
- › Dalším benefitem je i vliv na mikroklima v okolí budovy, kdy správnou volbou barvy/odrazivosti může být docíleno i snížení teploty nad střechou objektu o 1–5 °C, neboť rozdíl v teplotě rozpálené střechy a střechy s vhodným materiálem střešní krytiny se pohybuje v rozmezí 1–20 °C.
- › Existuje velké množství druhů střešních krytin (v závislosti na typu střechy). Mezi nevhodné krytiny s ohledem na změnu klimatu můžeme zařadit (vždy ale záleží na návrhu a řemeslném provedení) zejména plechové a asfaltové střešní krytiny (především kvůli velké tepelné vodivosti a barvě/barevné nestálosti). Za nejvhodnější pak můžeme považovat střechy s kačírkem/kamenivem a zelené střechy.

Výše uvedená opatření zaměřená na vnější podobu střechy (Zásyp střechy, barva a odrazivost, vhodný materiál krytiny) jsou pro přehlednost rozdělena. Mají však velkou synergii, neboť při komplexním návržení podoby střechy by se měla daná opatření doplňovat/vzájemně prolínat. Vždy ale musí být brán zřetel na místní regulativ, který může určovat jak sklon, tak materiál, i barevný odstín střechy.



Foto archiv AK

2.1.2. Okna a prosklení

Cílem opatření je úprava zasklení budovy s ohledem na optimalizaci k efektivnímu využití slunečního záření v zimě a současně nezpůsobení přehřívání interiéru v létě. Instalace trojitého zasklení s $U_g \leq 0,60 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ a upravenou solární propustností dle orientace na světové strany ($g = 0,38\text{--}0,65$) je možná s využitím speciálních zasklení s proměnnou solární a spektrální propustností či možnostmi její změny uživatelem.

Doporučená opatření:

- Izolační trojsklo s inertním plynem
 - › Kvalitní okno má pozitivní vliv zejména na spotřebu energie na vytápění. Druhým benefitem je snížení pohlcení slunečního záření okny a dalšími předměty v interiéru během letních měsíců. Izolační trojsklo s inertním plynem („netečný“ plyn, který oknům dává lepší izolační vlastnosti než pouhý vzduch) má velmi dobré tepelně izolační parametry.
 - › Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla je min. $0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (pro pasivní domy), starší, ale i stávající jednoduchá/dvojitá/špaletová okna mají hodnotu $1,5\text{--}4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Dosahuje-li okno doporučené hodnoty, není třeba opatření realizovat.
 - › Vždy ale pozor na místní regulativ a památkovou ochranu, která může stanovovat tvar a podobu oken. Ve většině případů se však dá najít řešení, které umožňuje aplikaci kvalitního okna s dodržáním všech požadavků na památkovou ochranu.



Foto Glasschem

- Solární propustnost

- › Různé druhy fólií/speciální skla mají pozitivní vliv na snížení pohlcení slunečního záření okny a dalšími předměty v interiéru během letních měsíců. Jednoduchá okna, okna s izolačními dvojskly mají absolutní intenzitu tepelného toku v rozmezí 400–700 W/m² (jižně orientovaná), zatímco okna s kvalitní protisluneční ochranou dosahují hodnot okolo 200 W/m². Solární propustnost je tak možné snížit až na hodnotu okolo 20 %.
- › Zatím co v zimě jsou tepelné zisky žádoucí, v letním období (zejména jižní a západní okna) nikoli, neboť budovu přehřívají. Využití fólií/speciálních skel se proto u pasivních domů mnohdy nedoporučuje z důvodů snížení tepelných zisků v zimě. Místo toho je kladen důraz na instalaci exteriérových žaluzií/rolet/okenic/slunolamů, které v létě odstíní sluneční záření, v zimě ho však pustí okny dovnitř budovy.



Reflexivní folie snižuje propustnost na cca 40 %.

Foto Omega Window Film

2.2. Ochrana proti slunečnímu záření

Zajištění protichůdných požadavků na okna (více energie v zimě, méně v létě) je možné především návrhem ochrany proti slunečnímu záření, tedy vhodných stínících prvků – pasivních (bez možnosti změny polohy) či aktivních (s možností změny polohy či rozsahu stínění). K tomuto účelu lze využít i vegetaci v okolí domu, případně investovat do zelených fasád.

Ochrana proti slunečnímu záření je pro přehlednost rozdělena do tří kategorií:

- Stínící prvky (vnější)
- Vertikální vegetace
- Horizontální vegetace

2.2.1. Stínící prvky (vnější)

Opatření se zaměřuje na aplikaci stínících prvků a stanovení jejich vlastností na základě posouzení stability místnosti v letním období s požadavkem na maximální vzestup teploty vnitřního vzduchu v interiéru budov (dle ČSN 73540-2:2011 pro obytné budovy max. 27 °C).

Doporučená opatření:

- Stínicí prvky – externí žaluzie, rolety, okenice
 - › Exteriérové (vnější) žaluzie/rolety/okenice/slunolamy snižují tepelný zisk objektu přijímaný skrze okna, neboť umožňují odstínění přímého slunečního záření se zachováním požadavků na denní osvětlení místností. Oproti tomu existují i řešení, která propouštějí denní světlo do interiéru v malém množství. Zde ale vždy záleží na požadavcích majitelů.
 - › U pasivních stínících prvků je klíčovým prvkem člověk, který s nimi nakládá. Aktivní stínicí prvky jsou pak automaticky ovládány a regulují odstínění slunečního záření v závislosti na předem přednastavených hodnotách a aktuálním počasí. Po započtení vlivu užívání se reálná účinnost snížení tepelné zátěže pohybuje v rozmezí 50–80 %. Trh poskytuje velké množství řešení s rozličnými způsoby zabudování (přímo na fasádu objektu, skrytě v rámci zateplovacího systému a podobně).
 - › Stínicí prvky je vhodné aplikovat zejména na jižní a západní fasády. Vnitřní stínicí prvky pak nejsou doporučovány, neboť dosahují velmi nízkých účinností stínění (5–25 %).
 - › Vždy ale pozor na místní regulativ a památkovou ochranu, která může aplikaci vnějších stínících prvků znemožnit. Jedinou možností, jak odstínit přímé sluneční záření, tak mohou být vnitřní žaluzie, případně jiné stínicí prvky.



Foto www.stineni.cz a archiv Porsenna

- Pasivní stínicí prvky – překrytí (markýzy)
 - › Různé druhy překrytí (markýzy a podobně) snižují tepelný zisk objektu přijímaný skrze okna (nejčastěji pak francouzská okna), neboť umožňují odstínění přímého slunečního záření. Reálná účinnost snížení tepelné zátěže se pohybuje v rozmezí 25–35 %. Jedná se o relativně jednoduché a levné řešení, které umožňuje ochranu teras před slunečním zářením, čímž snižuje i tepelné zisky oken/francouzských dveří.
 - › Využití markýz na bytových domech je však problematické, uplatnitelné jsou zejména na rodinných domech.
- Pasivní stínicí prvky – pergola (různé druhy provedení)
 - › Pergoly jsou obdobná opatření jako markýzy, jejichž cílem je zejména odstínění teras, případně oken/dveří. Reálná účinnost snížení tepelné zátěže se pohybuje v rozmezí 30–50 %. Na paměti by však vždy měla zůstat primární funkce pergol – odstínění slunečního záření.
 - › Stejně jako u markýz, využití pergol na bytových domech je však problematické, uplatnitelné jsou zejména na rodinných domech.



Předzahrádka krytá markýzou, zde doplněná generátorem vodní mlhy

Foto archiv AK

2.2.2. Vertikální vegetace

Jedná se o integraci zeleně na budově a v jejím okolí – začlenění vegetačních ploch do samotného konceptu budovy vně i uvnitř na fasádách a na stěnách (atriích) apod. Vegetační fasádu tvoří systémy stěnových panelů s možností výsadby rostlin, popínavé rostliny na fasádě či v její blízkosti a podobně.

Doporučená opatření:

- Vertikální vegetační plochy (zelené fasády)
 - › Vertikální ozelenění fasád objektů s únosností $1\text{--}5\text{ kN/m}^2$ umožňuje pěstovat pňoucí i náročnější rostliny. Systém má pozitivní vliv na pohlčení slunečního záření během letních měsíců, přičemž také pomocí evapotranspirace zlepšuje mikroklima v okolí budovy (ale i uvnitř), což následně vede ke snížení tepelného zisku budovy. Má poměrně vysokou schopnost zadržovat dešťovou vodu, přesto je dobré počítat s umělým zásobováním vodou a živinami. Většina systémů je navržena tak, aby přebytečná voda s živinami byla zachycena ve spodním zásobníku, odkud je posléze rozváděna zpět k rostlinám. V zimě je pak většina rostlin bez listů a nebrání tak průchodu slunečního záření do objektu. Existuje velké množství systémů, nejčastěji je však na nosnou stěnu či zeď umístěna konstrukce, na kterou jsou pak dále umístěny nádoby s hlínou, plachty a plstě, které umožňují pnutí rostlin po fasádě.



Foto archiv AK

- Částečné začlenění vertikálních vegetačních ploch (zelené fasády, konstrukce se zelenou stěnou)
 - › Předsazené nebo samostatné konstrukce se zelenou stěnou jsou vhodnou alternativou pro objekty, kde je obtížné realizovat zelené vertikální stěny přímo na objektu a kde je vhodné odstínit přímé sluneční záření, neboť snižují tepelný zisk objektu (umožňují odstínění přímého slunečního

záření). Další alternativou je instalace dílčích systémů (ploch, truhlíků a podobně), které umožňují alespoň částečně ozelenění fasády. Reálná účinnost snížení tepelné zátěže se pohybuje v rozmezí 10–40 % (v závislosti na ploše a umístění jednotlivých prvků).

› Nejčastěji je konstrukce/dílčí prvek připevněn přímo k fasádě ve vzdálenosti 0,2–1 m tak, aby bylo zabráněno degradaci fasády.

- Stromy a zeleň ve vzdálenosti do 5 m

› Stromy a zeleň v těsné blízkosti objektu fungují jako pasivní stínící prvky snižující tepelné zisky konstrukce budovy (v závislosti na výšce budovy a výšce zeleně mohou zastavit během léta vysoce energetické sluneční záření před okny). Dalším benefitem je i vliv na mikroklima v okolí budovy, kdy správnou volbou umístění stromů a zeleně může být docíleno i snížení teploty v okolí objektu (1–10 °C). Během zimního období pak nezelené stromy naopak propouští sluneční záření do objektu. Skladba zeleně by měla být vhodně navržena a rozmístěna v okolí budovy tak, aby zohledňovala prostředí a cíl výsadby (vysoké, opadavé stromy odolné vůči suchu, které jsou schopné v létě odstínit sluneční paprsky, by měly být vysazovány na jih, nižší stromy a keře vyžadující vlhkost pak na severní stranu domu a podobně). U bytových domů je jejich výsadba však mnohdy těžko ovlivnitelná majitelem domu, neboť se nemusejí nacházet na jeho pozemcích. V městských prostředích je pak limitujícím faktorem samotné využití ulic a omezená možnost výsadby stromů.

- Stromy a zeleň ve vzdálenosti do 20 m

› Stromy a zeleň v okolí objektu mají také dobrý vliv na mikroklima v okolí budovy, kdy správnou volbou umístění stromů a zeleně může být docíleno i snížení teploty v okolí objektu (1–5 °C). Zatímco na přímém slunečním světle mohou mít asfaltové a betonové plochy i nad 50 °C, teplota pod stromy je i o 20 °C nižší.

› I zde je jejich výsadba mnohdy těžko ovlivnitelná majitelem domu, neboť se nemusejí nacházet na jeho pozemcích. Pokud to však pozemek umožňuje, jedná se o velmi důležitý prvek napomáhající omezování přehřívání budovy.

2.2.3. Horizontální vegetace

Jedná se zejména o vegetaci na plochých střechách, terasách, přístřešcích apod. Lze omezeně využít i šikmé střechy.

Doporučená opatření:

- Zelené střechy – intenzivní

› Intenzivní ozelenění umožňuje ozelenění střechy s velkou únosností (nad 3 kN/m²). Tloušťka vegetační vrstvy je až 1 m s různými vegetačními formami. Systém má poměrně vysokou schopnost zadržovat dešťovou vodu, přesto je dobré počítat s umělým zásobováním vodou a živinami. Mohou se zde pěstovat i náročnější rostliny, nízké a střední křovinaté rostliny a keře. Vhodným doplňkem je umístění velkoobjemových květináčů, do kterých lze zasadit větší keře či nižší stromky.

› Systém zelené střechy se skládá ze základní hydroizolace, na kterou je následně položeno vegetační souvrství (vodoakumulační fólie, textilie, drenážní a filtrační vrstvy a samotný substrát, do kterého je zasazena vegetace).

› Ozelenění střechy má pozitivní vliv na pohlcení slunečního záření střechou během letních měsíců, přičemž také zlepšuje mikroklima v blízkém okolí střechy budovy (5–15 °C), což následně povede ke snížení tepelného zisku budovy.



Foto archiv Porsenna

- Zelené střechy – extenzivní
 - › Extenzivní ozelenění umožňuje ozelenění střechy s malou únosností ($0,6$ až 3 kN/m^2). Tloušťka vegetační vrstvy je maximálně 150 mm s vegetačními formami, které se udržují samovolně, a zásobování vodou a živinami se děje pouze přirozenými procesy.

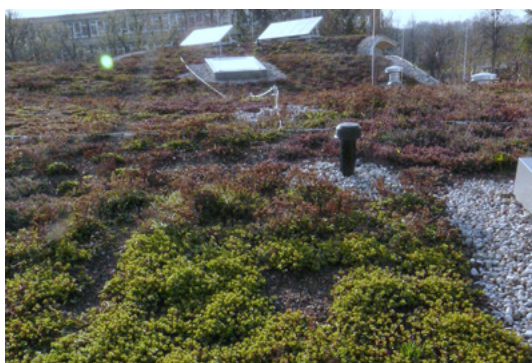


Foto www.zelenastrecharoku.cz a archiv Porsenna

2.3. Technologie

V rámci oblasti technologií jsou zařazeny opatření cílící na zajištění vhodné kvality vnitřního prostředí (koncentrace CO_2 , vlhkosti a ostatních škodlivin ve vnitřním prostředí, tepelná pohoda v objektu, využití vody) a opatření zaměřující se na využití obnovitelných zdrojů energie.

Technologie jsou pro přehlednost rozděleny do tří kategorií:

- Chlazení a vzduchotechnika
- Hospodaření s vodou v budově
- Obnovitelné zdroje energie

2.3.1. Chlazení a vzduchotechnika

Opatření se zaměřuje na instalaci různých druhů řízeného větrání k dosažení kvality vnitřního prostředí z pohledu koncentrace CO_2 , vlhkosti a ostatních škodlivin ve vnitřním prostředí, zejména včetně využití tzv. nočního předchlazení v letním a přechodném období. Snahou by mělo být přednostní využití pasivních prvků ochrany budovy (stínící prvky, zateplení budovy, prosklení oken) a tím redukovat či zcela eliminovat nutnost aplikace systému řízeného větrání.

Doporučená opatření:

• Centrální chlazení

- › Instalací centrálního chlazení (klimatizace) lze docílit snížení tepelné zátěže (teploty v °C) v objektu. Instalaci systému však musí vždy předcházet využití stavebních úprav (stínící prvky, zateplení, okna a podobně), aby mohl být potřebný výkon jednotky co nejmenší. Chlad lze v budově distribuovat vzduchem (vzduchovody, což je v podmínkách ČR nejběžnější způsob), vodou (vodním potrubím), chladivem (chladivovým potrubím – pro renovaci budov nejjednodušší způsob) či jejich vzájemnou kombinací. Z hlediska prostorových nároků jsou nejnáročnější vzduchové systémy, nejméně pak rozvody chladiva.
- › Vzduchové systémy umožňují řízené větrání (vytápění, chlazení, vlhčení, odvlhčování apod. dle podmínek a požadavků). Dodávku chladu zajišťuje centrální zdroj s větracími jednotkami. Systém je omezen množstvím vzduchu, který je možné vyměnit, a také svoji prostorovou náročností.
- › U chladivového systému jsou jednotlivé místnosti vybaveny vnitřními chladicími jednotkami a rozvody chladiva zajišťují propojení s venkovními jednotkami (kondenzátory, které odvádějí teplo). Venkovní jednotky jsou však relativně hlučné, je proto nutné zvážit jejich vhodné umístění.
- › Existuje velké množství systémů využívajících různé zdroje chladu a rozvodu chladiva. Vždy je nutné zohlednit možnosti objektu, jeho stav a potřeby uživatelů. Od druhu instalovaného systému se také liší i cena.

• Chlazení lokální

- › Jedná se o menší alternativu k centrálnímu chlazení. Jejich výhodou jsou menší stavební úpravy, nevýhodou pak nutnost odvodu tepla přímo z místnosti (buď jsou kondenzátor, kompresor a výparník umístěny společně v jednom zařízení, nebo je výparník uvnitř budovy a kondenzátorová jednotka venku (nejčastěji na fasádě).
- › Lokální chladicí systémy využívají chladiva k odvodu tepla, venkovní jednotky jsou však často hlučné.
- › U bytových domů je instalace lokálních chladicích jednotek na jednu stranu jednodušší variantou, na druhou stranu je omezena technickou možností umístění kondenzátoru na fasádě. O omezeních vyplývajících z místního regulativu a památkové ochrany nemluvě. Vždy by měla být dopředu zvážena možnost instalace centrálního chlazení, jež je z energetického, ekonomického i estetického hlediska lepší variantou.

• Absorpční nebo adsorpční chlazení

- › Absorpční nebo adsorpční chlazení funguje obdobným principem jako klasické chladicí systémy využívající elektřinu ke svému chodu. Nespotřebovávají však elektřinu, nýbrž teplo. Vhodné jsou zejména na objektech, kde je možné využít přebytečné/odpadní teplo, případně je efektivní využít solární termické systémy.
- › Jedná se o chladivové systémy, kdy jsou jednotlivé místnosti vybaveny vnitřními chladicími jednotkami a rozvody chladiva zajišťují propojení s venkovními jednotkami (kondenzátory, které odvádějí teplo).
- › Užití absorpčního nebo adsorpčního chlazení je u rodinných a bytových domů v podmínkách ČR komplikované (téměř vzácné) s ohledem na vyšší investici (až 80 %), nutnost dodávky tepla a větší prostorové nároky. Oproti tomu je jejich provoz levnější.

• Rekuperační větrací jednotka

- › Rekuperační jednotka je větrací zařízení s rekuperátorem a ventilátory, která zajišťuje odvod vzduchu mimo objekt a jeho nahrazení čerstvým, ohřátým (v létě ochlazeným) vzduchem. Rekuperá-

tor zajišťuje, že v zimě odváděný teplý vzduch v rekuperátoru ohřívá přiváděný studený čerstvý vzduch, čímž snižuje spotřebu energie na vytápění.

- › Rekuperační jednotky snižují vlhkost (vhodné i pro starší domy po rekonstrukci). Důležitým požadavkem na rekuperační jednotku je objem vzduchu, který je jednotka schopná vyměnit. V závislosti na velikosti objektu a počtu místností lze instalovat jak lokální, tak centrální jednotky o výkonech od 15 m³ do 1000 m³/h. Systém je tak omezen množstvím vzduchu, který je možné vyměnit, a také svojí prostorovou náročností. Pro místnost o velikosti 20 m² je potřeba vyměnit 20–30 m³ vzduchu za hodinu (v závislosti na užívání místnosti a počtu osob). Nevýhodou rekuperačních jednotek je jejich omezený provoz při nízkých teplotách (-5 °C a méně).

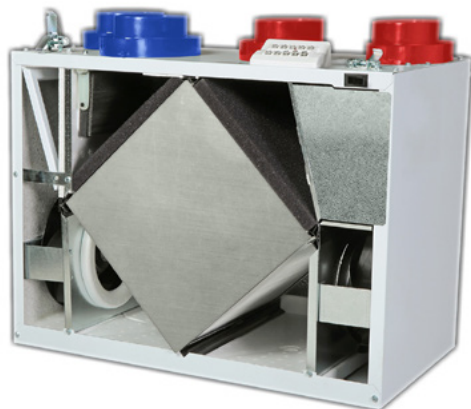


Foto Lifebreath.com

- Centrální a lokální vzduchotechnika

- › Vzduchotechnika zajišťuje výměnu vzduchu a zajištění jeho požadované kvality (teplota, koncentrace CO₂ a podobně) v celém objektu, případně v jeho dílčích částech. Lze instalovat jak centrální vzduchotechniku (zajišťuje výměnu vzduchu v celém objektu), nebo lokální vzduchotechniku (pro jednotlivé místnosti), kdy přívod i odvod vzduchu jsou řešeny samostatně pro každou jednotku.
- › Důležitým požadavkem na vzduchotechniku je objem vzduchu, který je jednotka schopná vyměnit a upravit na požadovanou kvalitu. V závislosti na velikosti objektu a počtu místností lze instalovat jak lokální, tak centrální jednotky o výkonech od 15 m³ do 1000 m³/h. Systém je tak omezen množstvím vzduchu, který je možné vyměnit, a také svojí prostorovou náročností. Pro místnost o velikosti 20 m² je potřeba vyměnit 20–30 m³ vzduchu za hodinu (v závislosti na užívání místnosti a počtu osob). Pokud je na vzduchotechniku napojeno i strojní chlazení, je důležité zohlednit i orientaci místnosti na světové strany, obzvláště v případě, kdy chceme zajistit požadovanou teplotu i během horkých letních dní. Pak je třeba počítat s větším množstvím přiváděného ochlazeného vzduchu.
- › Častým řešením je odvětrání domů podtlakovým větráním pomocí větrací jednotky s automatickou regulací, která zajišťuje konstantní podtlak pro výměnu vzduchu.



Foto Vaillant

- Solární komín

- › Solární komín funguje na principu přirozené konvekce, kdy teplota vzduchu uvnitř komínu je vyšší než teplota v interiéru objektu, čímž dochází k odsávání vzduchu z prostor v objektu a jeho přirozené výměně. Využívá tedy teplo jako „zdroj energie“ s nižší potřebou dalších energetických vstupů (zdrojem/hnacím motorem pohybu vzduchu je solární stěna, která ohřívá vzduch v komínu).
- › Solární komín se skládá ze tří základních částí: solární stěny (orientované na jih), vzduchové mezery a z absorpční stěny (v ní se akumuluje teplo). Prosklená stěna solárního komínu bývá orientována na jih tak, aby byla přímo vystavena slunečnímu záření.
- › Vzduch se dále může přivádět do vzduchotechnických jednotek přes zemní kolektor/vrt, ve kterém se v zimě předeřívá a v létě předchlazuje. Ochlazený/ohřátý vzduch se dále distribuuje do jednotlivých místností, ze kterých je pak přirozenou konvekcí odváděn solárním komínem pryč.
- › V podmínkách ČR je toto řešení ojedinělé, nicméně má nižší energetické nároky. Systém je omezen množstvím vzduchu, který je možné vyměnit, a také svojí prostorovou náročností. K zajištění požadovaného objemu vyměněného vzduchu je pak často zapotřebí instalovat dodatečnou vzduchotechnickou jednotku. Solární komín je jednou z možností, jak docílit nočního předchlazení objektu.



Foto Harvard University

2.3.2. Hospodaření s vodou v budově

Aplikace opatření na přímou úsporu pitné vody (úsporné splachování, instalace perlátorů, směšovací baterie apod.), využití dešťové či šedé vody jako provozní vody v rámci budovy jsou jednou z možností, jak podpořit adaptaci budovy na změnu klimatu prostřednictvím snížení spotřeby vody dodávané z vodovodního řadu.

Doporučená opatření:

- Zařízení na využití srážkové vody

- › Využití srážkové vody předpokládá systém, kdy je voda zachycena do nádrže (např. plastové nádrže umístěné pod zemí, v suterénu budovy a podobně), vyčištěna od mechanických nečistot a následně přivedena ke spotřebičům (vlastní vodovodní systém). Srážkovou vodou lze nahradit až 50 % spotřeby. Srážkovou vodu je možné využít pro zalévání zahrady, WC, praní prádla, úklid a jiné podobné činnosti. V ČR se nejčastěji používá srážková voda na zahradě, neboť investice do nového a dodatečného vodovodu je u rekonstrukcí domů finančně náročnější. U bytových domů je pak

využití vody na zalévání zelených ploch problematické, proto je vhodné počítat s menší nádrží zejména v momentě, kdy nelze provést instalaci nového vodovodu (např. z ekonomických důvodů).

- › Obdobně může být využívána i šedá (odpadní) voda. Její užití ovšem předpokládá dodatečný stupeň čištění.



Foto Bieno, z. s.

- Úsporné armatury

- › Úsporné armatury nebo baterie s dodatečně instalovaným perlátorem usměrňují a provzdušňují proud vody, čímž redukuje průtok. Úspora vody je udávána v rozmezí 30–70 % v závislosti na typu úsporné baterie a perlátoru. Často je jako nevýhoda zmiňována tvrdost vody, která více zanáší perlátory minerály (nejčastěji vápníkem). Při pravidelném čištění lze však tomuto problému předejít.
- › Cena perlátoru se pohybuje okolo 300 Kč/kus, cena úsporné baterie okolo 5000 Kč/kus.

- Úsporné toalety

- › Úsporné toalety umožňují splachování do 4 l/spláchnutí (nejčastěji krátkým stlačením dávkuje 1–4 l, dlouhým celý obsah), což představuje úsporu až 8 litrů/spláchnutí v porovnání se starými toaletami, které mají splachovače o kapacitě až 12 l.
- › Lze instalovat buď přímo úsporné toalety (přibližně 3000 Kč/kus), nebo je možno vyměnit samostatný splachovač se splachovacím ventilem (přibližně 800 Kč/kus). Standardem by měl být ventil se STOP tlačítkem, který umožňuje spláchnutí kdykoliv zastavit. Moderní ventily umožňují nastavení objemu spláchnuté vody individuálně (od 1 do 6 l vody). Spotřebuje-li průměrný Čech cca 90 l vody/den, z čehož je přibližně 23 l voda na splachování, lze docílit úspory až 10 l vody v domácnosti denně na osobu. Při tříčlenné domácnosti se jedná o úsporu 11 m³ vody (cca 1100 Kč/rok).

2.3.3. Obnovitelné zdroje energie

Využití vyrobené energie z obnovitelných zdrojů není obecně vzato adaptačním opatřením s výjimkou cíleně volených zařízení na výrobu chladu jak pomocí termosolárních systémů (absorpční nebo adsorpční systémy), nebo elektřiny z fotovoltaických systémů (klasické kompresorové chlazení – klimatizace). Za pozitivní vliv lze označit i vyšší míru soběstačnosti na dodávce energie zvenčí, čímž se zvyšuje ochrana budovy před výpadky dodávky energie a zajištění chodu všech systémů zajišťujících úpravu vnitřního prostředí.

Využití termických či fotovoltaických solárních zařízení může v některých případech přispět i k odstínění budovy a tím ke snížení tepelné zátěže.

Doporučená opatření:

- Tepelné čerpadlo vzduch – voda

- › Instalací tepelného čerpadla dojde ke snížení spotřeby tepelné energie dodané z veřejné distribuční sítě nebo paliva (např. vlastní kotelna). Nejedná se tedy o úsporné opatření, ale o změnu výroby tepelné energie. V případě instalace tepelného čerpadla je možné uvažovat o změně tarifu u dodavatele elektřiny a tím docílit i snížení ceny elektřiny.
- › Tepelné čerpadlo vzduch – voda odebírá energii z venkovního vzduchu a získané teplo využívá pro ohřev vody v topném systému nebo zásobníku teplé vody. Vhodné je zejména pro domy, které nemají k dispozici pozemek pro tepelné čerpadlo s plošným kolektorem.
- › Tepelné čerpadlo lze využít k chlazení, umožňuje-li čerpadlo reverzní chod. V takovém případě plní funkci klimatizační jednotky, provoz je ovšem ekonomicky náročný (obdobně jako sama klimatizace).
- › U tepelných čerpadel se udává jako měřítko topný faktor COP. Ten značí účinnost tepelného čerpadla – poměr mezi vyrobeným teplem a spotřebovanou elektrickou energií. Např. COP 3,5 znamená, že když čerpadlo spotřebuje 1 kW elektřiny, mělo by vytvořit 3,5 kW tepla. Bohužel, podle COP se nelze vždy orientovat, neboť záleží na místních podmínkách. Tepelná čerpadla vzduch – voda udávají COP při 2 °C/35 °C (tj. při vstupu tekutiny o teplotě 2 °C z primárního okruhu je na výstupu sekundárního okruhu tekutina o teplotě 35 °C).
- › Pro rodinný dům v pasivním standardu (podlahová plocha 150 m²) se potřebný výkon tepelného čerpadla pohybuje okolo 3 kW (u nehospodárné budovy cca 10 kW). Výkon tepelného čerpadla by měl pokrývat 60 až 100 % tepelné ztráty. Například pokud má dům ztrátu 10 kW (při -10 °C), měl by být výkon 6 až 10 kW.
- › Pro bytový dům v pasivním standardu (podlahová plocha 1500 m²) se potřebný výkon tepelného čerpadla pohybuje okolo 25 kW (u nehospodárné budovy cca 60 kW). Výkon tepelného čerpadla by měl pokrývat 60 až 100 % tepelné ztráty. Například pokud má dům ztrátu 50 kW (při -10 °C) měl by být výkon 30 až 50 kW.
- › Instalace tepelného čerpadla by měla však být vždy doprovázena zateplením budovy tak, aby bylo schopno zajistit vytápění objektu (teplota otopné vody je v případě tepelného čerpadla omezena na max. 60 °C). V opačném případě je využití tepelného čerpadla neekonomické.

- Tepelné čerpadla země – voda

- › Tepelné čerpadlo země – voda odebírá energii z plochy pozemku v okolí budovy a získané teplo využívá pro ohřev vody v topném systému nebo zásobníku teplé vody. Pod povrchem je uložena konstrukce naplněná nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi zemí a tepelným čerpadlem. Tepelné čerpadlo země – voda lze využít i pro chlazení objektu. Ke chlazení se využívá chlad v zemi (vrtu, vody a podobně).
- › Pro tepelná čerpadla vzduch – voda se udává COP při 0 °C/35 °C (tj. při vstupu tekutiny o teplotě 0 °C z primárního okruhu je na výstupu sekundárního okruhu tekutina o teplotě 35 °C).



Foto JH Renewables

- Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch
 - › Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch odebírá vzduch z venkovního prostředí, který přímo ohřívá a tím vytápí místnosti v budově. Díky tomu dosahuje vyššího topného faktoru než ostatní tepelná čerpadla. Tepelné čerpadlo lze využít i k chlazení, umožňuje-li čerpadlo reverzní chod. V takovém případě plní funkci klimatizační jednotky, což je ovšem ekonomicky náročné (obdobně jako sama klimatizace).
 - › Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch je investičně méně náročné nežli ostatní čerpadla, je však nevhodné pro domy s větším počtem malých místností, nelze jím ohřívat teplou vodu a je relativně hlučné (zejména při plném výkonu).
 - › Pro tepelná čerpadla vzduch - vzduch se udává COP při 2°C/35°C (tj. při vstupu vzduchu o teplotě 2°C z primárního okruhu je na výstupu sekundárního okruhu vzduch o teplotě 35°C).
- Tepelné čerpadlo + plošné chlazení (stěny, stropy)
 - › K zajištění plošného chlazení se nejčastěji využívá tepelné čerpadlo země – voda. Ke chlazení se využívá chlad v zemi (vrtu, vody a podobně), který je v objektu distribuován do určených systémů umístěných ve stěnách/stropech. Dochází tak k termické aktivaci stěn – v létě chladí, v zimě topí. Tyto systémy jsou často doplněny o ventilátory, které mají za úkol vyvinout proudění vzduchu a tím zvýšit úroveň chlazení.
- Fotovoltaické panely
 - › Instalaci fotovoltaických panelů (na střeše domu) dojde ke zvýšení energetické soběstačnosti a snížení spotřeby elektřiny ze „sítě“. Nejedná se tedy o adaptační opatření, nicméně je možné fotovoltaické panely využít jako pohon klimatizace/chlazení/vzduchotechniky v době, kdy je to nejvíce potřeba (tedy přes den).
 - › Při návrhu systému by měl být brán zřetel na vysokou využitelnost vyrobené elektřiny přímo v domě (min. 70 %), neboť jedině tak lze docílit příznivé doby návratnosti investovaných nákladů (cca 5–10 let). Navržený systém je možné rozšířit o bateriové úložiště tak, aby mohla být vyrobená elektřina zužitkována v době, kdy je nejvíce potřeba (ráno před odchodem do práce, večer po návratu z ní).
 - › Pro rodinné domy jsou vhodné malé systémy od 1–2 kW instalované kapacity s přetokem vyrobené elektřiny do sítě (a jejím prodejem). Pro bytové domy jsou vhodné malé systémy od 5 do 10 kW. Při instalaci do 10 kW odpadají administrativní povinnosti spojené s licencemi od energetického regulačního úřadu.
 - › V současné době se výkupní cena silové elektřiny pohybuje okolo 0,50 Kč/kWh.



Na obrázcích jsou různé aplikace FV panelů (šikmá střecha rodinného domu, plochá střecha školy, kombinace s ozeleněnou střechou a vertikální panely)

Foto estav.cz, archiv Porsenna

- Fototermické panely

- › Fototermický systém slouží k výrobě užitkové vody, čímž dojde ke zvýšení energetické soběstačnosti a snížení spotřeby tepla z CZT/jiného zdroje. Vhodný fototermický systém je v budově schopen uspořit 20 až 70 % energie potřebné na přípravu teplé vody (v závislosti na typu budovy a spotřebě). Nejčastěji se vyrábí ve dvou provedeních: ploché kolektory (nejběžněji využívané) nebo trubicové kolektory (využívané při horších podmínkách – nutnost vyšší teploty ohřevu, pro nižší venkovní teploty a podobně).



Foto denik.cz a archiv Porsenna

2.4. Vodní prvky

Využití vodních prvků v rámci budovy – začlenění do samotného konceptu budovy vně i uvnitř, aplikace retenčních systémů na budově (např. na střeše budovy), případně v blízkém okolí budovy (vnitrobloku).

Doporučená opatření:

- Plošné vsakování přes půdní profil

- › Zaústění vod z okapu a ze zpevněných ploch do trávníku/ostatních zelených ploch (včetně možnosti vsakovacích průlehů), kde je umožněno plošné vsakování přes půdní profil (díky sníženému terénu oproti okolí zde voda zůstává a má možnost vsaku), má pozitivní vliv nejen na spodní vody, ale zlepšuje i mikroklima v okolí budovy, což následně povede ke snížení tepelného zisku budovy. I přes skutečnost, že se jedná o malý vliv na budovu, je využití srážkové vody a její vsak do spodních vod velmi důležitým opatřením, které pomáhá zeleni v okolí budovy. Jedním z problémů měst i vesnic je rychlý přesun srážkové vody do kanalizace, jež ji odvede nenávratně pryč.

- Plošné vsakování přes půdní profil – vsakovací nádrž kombinovaná s biotopem

- › Zaústění vod z okapu a ze zpevněných ploch do nádrže kombinované s biotopem v blízkosti budovy, kde je umožněno plošné vsakování přes půdní profil (díky sníženému terénu oproti okolí zde voda zůstává a má možnost vsaku), má pozitivní vliv nejen na spodní vody, ale zlepšuje i mikroklima v okolí budovy, což následně povede ke snížení tepelného zisku budovy. Toto opatření může mít velmi pozitivní vliv na budovu zejména v momentě, kdy se bude vzrostlý biotop nacházet poblíž budovy.
- › U bytových domů, kde není možné realizovat toto opatření na vlastních pozemcích, lze doporučit domluvu s vlastníkem komunikace/nejbližší zeleně o možnosti realizace opatření.

- Vsakovací technické prvky – šachty, nádrže, boxy

- › Vsakovací technické prvky – šachty, nádrže, boxy – umožňující vsakování vody do spodních vod. Nejčastěji nádrž umožňuje buď vsak vody přes perforovanou stěnu šachty/nádrže nebo horizontálně přes propustné dno. Toto opatření má pozitivní vliv na spodní vody, neboť jedním z problémů měst, ale i vesnic, je rychlý přesun srážkové vody do kanalizace, jež ji odvede nenávratně pryč.
- › Tam, kde není možno využít srážkové vody přímo, by alespoň toto opatření mělo být realizováno.

Finanční náročnost opatření (svod vod z okapu a zpevněných ploch) není nikterak vysoká, hlavním nákladem je vybudování nádrže, což je samo o sobě pracné (výkopové práce, umístění nádrže a podobně). Výhodou jsou malé prostorové nároky.

- › U rodinných domů je obecně předpokládáno široké využití srážkové vody, proto toto opatření nedoporučujeme. Vhodná jsou opatření, která umožňují další využití srážkové vody, či její vsak skrz půdní profil nebo nádrže s biotopem.



Propustné povrchy u domu a mokřad ve vnitrobloku domů.

Foto www.tzb-info.cz, archiv AK

2.5. Ostatní

Nejedná se o opatření, která budovu přímo adaptují na změnu klimatu. Jejich realizace však podporuje ostatní adaptační opatření. Často jsou to opatření s nízkými investičními náklady, která vedou k úspoře nákladů a snížení spotřeby energie.

Z tohoto důvodu je vhodné tato opatření realizovat v kombinaci s dalšími (stavebními i technologickými opatřeními) tak, aby bylo docíleno požadovaného kvalitního vnitřního prostředí.

2.5.1. Energetický management

Energetický management je průřezové opatření zajišťující komplexnost a efektivitu ostatních uvedených opatření. Zahrnuje jak kontrolu a řízení hospodaření s energií, tak s vodou. Opatření energetického managementu (monitoring, plánování, řízení, kontrola atd.) zajišťují jak zvýšení efektu (dopadu) uvedených opatření, tak jejich optimální hospodárnost finanční (optimalizace nákladů). Jedná se např. o soulad řízení prvků HVAC (vytápění, větrání a chlazení), zajištění hospodaření s vodou v běžném provozu, sloučení odběrných míst, smart metering a podobně.

Doporučená opatření:

- Smart metering
 - › Smart metering je označení pro technologii umožňující měření spotřeby energie a řízení její spotřeby. Takzvané smart metery předávají informace o spotřebě (elektřiny, plynu, vody) do centrálního systému, který pak data vyhodnocuje a může tak optimalizovat objem dodávané energie (a tím i její výrobu).
 - › Smart metering podporuje a doplňuje ostatní opatření.
 - › Smart metering umožňuje řízení spotřeby energie v budově (nejčastěji elektřiny) u spotřebičů, kdy například lze uzpůsobit jejich činnost během dne (např. zapnout pračku v době elektřiny v níž-

kém tarifu, v době, kdy fotovoltaický systém vyrábí elektřinu a podobně). Smart metering je tak v budově vhodný zejména v momentě, kdy je spojen s výrobou energie pomocí obnovitelných zdrojů (FVE).

- Sloučení odběrných míst

- › Sloučení odběrných míst v bytových domech umožňuje snížení stálých plateb, které jednotlivé domácnosti vynakládají za dodávku elektrické energie. Tím, že dojde ke sloučení odběrných míst do jednoho, je možné docílit významných úspor nákladů. Nejedná se tedy o opatření generující úsporu energie, avšak v kombinaci s instalací FVE na střeše budovy zlepšuje návratnost investice.
- › Opatření je však administrativně složitější a předpokládá odsouhlasení vlastníků bytových jednotek a jejich přechod k jednomu dodavateli (po sloučení odběrných míst).
- › Nejedná se o opatření, které budovu přímo adaptuje na změnu klimatu. Jeho realizace však podporuje ostatní adaptační opatření prostřednictvím úspory nákladů na elektrickou energii.

- Světlovod

- › Světlovod umožňuje osvětlení prostor (například chodeb, obytných místností, koupelen a podobně), které jsou nedostatečně osvětleny (nejčastěji z důvodu nedostatku oken), čímž snižuje spotřebu elektřiny, která by jinak musela být vynaložena na osvětlení místností/ploch během dne.
- › Světlovod přenáší sluneční i měsíční světlo do místností na vzdálenost 1–6 m pomocí vysoce odrazivého tubusu, díky čemuž je schopen nahradit i tradiční 60W žárovky. Jeho instalace je poměrně jednoduchá, vždy ale záleží na podmínkách daného objektu. U bytových domů je realizace světlovodů omezena převážně na poslední bytové patro a zejména na společné prostory.
- › Nejedná se o opatření, které budovu přímo adaptuje na změnu klimatu. Jeho realizace však podporuje ostatní adaptační opatření prostřednictvím úspory nákladů na elektrickou energii.

2.5.2. Beznákladová (režimová) opatření

Beznákladová opatření často mohou vést k významným úsporám jak energie, tak nákladů. Celková osvěta uživatelů s ohledem na spotřebu elektrické energie, tepla a vody může vést k 10% úspoře energie.

Doporučená opatření:

- Osvěta uživatelů

- › Osvěta uživatelů domu s ohledem na spotřebu elektrické energie (např. úsporné spotřebiče, osvětlení a podobně), tepla (větrání v objektu, tepelný komfort, způsob vytápění) a vody (perlátory, šetření s vodou při každodenní činnosti) vede nejen k úspoře energie (až 10 %), ale i nákladů.
- › Osvěta by tak měla být jedním z prvních kroků, neboť se jedná o beznákladové opatření, které budovu sice přímo neadaptuje na změnu klimatu, avšak podporuje ostatní adaptační opatření prostřednictvím úspory nákladů a snížením spotřeby energie.

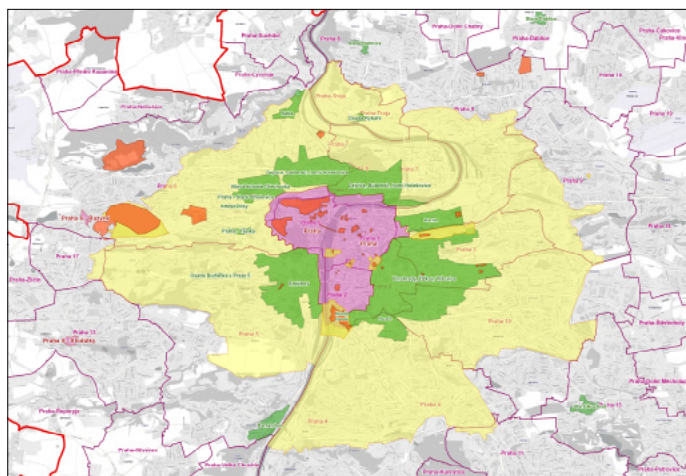
- Pasivní systémy chlazení – noční předchlazení

- › Takzvané noční předchlazení budovy vychází z chytrého chování uživatel domu, kdy je možné využít tvar a vlastnosti budovy k jejímu předchlazení během noci a to bez dodatečných nákladů. Základem je dostatečné využití chladnějšího nočního vzduchu a umožnění jeho proudění v objektu (např. otevření oken a světlíků a podobně). Na výsledný efekt má vliv okolí budovy (čím více zeleně, tím lépe).
- › Předchlazením konstrukcí budovy nočním chladným vzduchem je budova schopna ve dne pojmout další množství energie z nadměrné tepelné zátěže a redukovat tak nutnost použití aktivního chlazení.

3. Adaptační opatření, stavební předpisy a památková ochrana

Realizace adaptačních opatření by měla být v souladu s platnou legislativou, normami a technickými požadavky vztahujícími se k danému opatření, dále s pražskými stavebními předpisy (Nařízení č. 10/2016 Sb. hl. m. Prahy, kterým se stanovují obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby v hlavním městě Praze (pražské stavební předpisy) ve znění nařízení č. 14/2018 Sb. HMP s aktualizovaným odůvodněním) a s památkovou ochranou (Zákon č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů, Nařízení vlády č. 66/1971 Sb., o památkové rezervaci v hlavním městě Praze).

Je tedy zřejmé, že stavby, které jsou kulturními památkami nebo stojí v památkových rezervacích nebo památkových zónách, budou nějakým způsobem omezeny při realizaci adaptačních opatření.



Památky a památkově chráněná území

Zdroj: Památky a památkově chráněná území, INTERAKTIVNÍ MAPA ODBORU PAMÁTKOVÉ PÉČE MAGISTRÁTU HL. M. PRAHY, <http://app.iprpraha.cz/apl/app/pamatkova-pece/>

Na obrázku jsou vyznačeny památkově chráněná území, u kterých je nutné počítat s různými omezeními při realizaci adaptačních opatření:

- Nemovité národní kulturní památky – červeně
- Ochranná pásma NKP – tmavě žlutě
- Památkové rezervace – fialově
- Památkové zóny – zeleně
- Ochranné pásmo Památkové rezervace v hl. m. Praze – světle žlutě

Více o památkově chráněných územích je možné si dohledat na stránce: <http://app.iprpraha.cz/apl/app/pamatkova-pece/>

Obecně platí následující pravidla:

- Opravujete-li kulturní památku:
 - › Pak je řešena každá změna od běžné údržby, přes dílčí investice a opravy po celkovou obnovu. Bez konzultace, žádosti a závazného stanoviska se neobejdete.
- Opravujete-li budovu v památkově chráněném území:
 - › Je pak otázkou, jaké konkrétní zásady památkové péče se na budovu vztahují.
 - › Změny stavby a dílčí opravy, terénní úpravy, umístění nebo odstranění zařízení, úprava dřevin, udržovací práce na nemovitosti patří do výčtu opatření, na která je potřeba stanovisko.

- › Bez konzultace, žádosti a závazného stanoviska se tedy téměř jistě také neobejdete.
- Opravujete-li budovu v ochranném pásmu památkově chráněného území:
 - › Platí obdobná pravidla jako v památkově chráněném území.
 - › Povinnost stanoviska se však nevztahuje na případy, kdy jde o úpravu nemovitosti, která není kulturní památkou, nachází se v ochranném pásmu, a zároveň jde o opatření, jejichž provedení nezasahuje do vnějšího vzhledu nemovitosti.
 - › Cílem této ochrany je, aby nebyly porušeny nebo ohroženy hodnoty chráněných území, např. panoramatické a dálkové pohledy.

Cílem památkové ochrany je zachovat autentickou podobu budovy, proto opravy fasády, výměna oken, instalace exteriérových stínících prvků, opravy střech, zelené střechy, zelené fasády, instalace zařízení (např. vzduchotechnika, tepelná čerpadla, fotovoltaické panely a podobně) budou v naprosté většině případů posuzovány s cílem zachovat historickou podobu.

3.1. Adaptační opatření a památková péče

Níže jsou stručně uvedeny hlavní zásady památkové péče.¹

3.1.1. Zásady památkové péče v Pražské památkové rezervaci

- Veškeré rekonstrukce musejí respektovat a zachovávat autentické materiály, konstrukce a detaily uměleckořemeslného a uměleckého vybavení.
 - › Respektovat architektonický výraz a styl rekonstruované budovy, nedeformovat ho a neredukovat.
 - › Zachovávat dispoziční logiku objektu a jeho vnitřní prostorovou organizaci.
- Při obnově fasády je třeba dodržovat klasické a historické technologie včetně nátěrových systémů odpovídajících architektuře a charakteru stavby.
- Při rekonstrukcích je nutné v maximální možné míře usilovat o zachování a opravu oken a dveří. Vyloučeno je použití plastových oken. Důraz je kladen na použití tradičních postupů.
- V parcích, ulicích a zeleni je důraz kladen na uchování tradiční autenticity, obnovy liniové zeleně.

3.1.2. Zásady ochrany v památkových zónách

- Zachování historického půdorysu a jemu odpovídající prostorové skladby.
- Zachování urbanistické struktury, uličních interiérů spolu s povrchy komunikací.
- Zachování charakteru objektů a pozemků.
- Zachování architektury objektů a jejich exteriérů, veřejných interiérů včetně řemeslných a uměleckořemeslných prvků.
- Zachování panorama památkových zón s hlavními dominantami v blízkých a dálkových pohledech.
- Zachování historických zahrad a parků.

Pro zabezpečení ochrany a regenerace památkových zón jsou stanoveny tyto podmínky:

¹ Zásady jsou převzaty z Koncepce účinnější péče o památkový fond v hlavním městě Praze dostupné z: http://pamatky.praha.eu/public/c5/ee/37/941275_140342_Koncepce_MHMP.pdf

- Využití prostorů, ploch, území a staveb v památkových zónách je žádoucí v souladu s jejich charakterem, architekturou, kulturní hodnotou, kapacitními a technickými možnostmi.
- Veškeré úpravy prostorů, ploch, území a staveb musí směřovat k jejich estetickému, funkčnímu, technickému, kulturnímu a společenskému zhodnocení s ohledem na charakter památkových zón.
- Přestavby a modernizace musí být přiměřeny památkovému významu jednotlivých částí památkových zón.

Literatura

ŠEDÁ, B.: The Positive Impact of Greenery on the Housing Estates Users. Životné prostredie, 2015, 49, 2, p. 100–105.

VELEBNÁ BREJCHOVÁ, E. a kol.: Adaptace na změnu klimatu ve městech pomocí přírodě blízkých opatření [online]. Výstup projektu UrbanAdapt, 2015. Dostupné z: <https://urbanadapt.cz/cs/publikace-adaptace-na-zmenu-klimatu-ve-mestech>

MACH, M.: Češi mají ve svých panelákových ložnicích velký problém, Praha, Ekolist, [online], [cit. 20.12.2019]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zelena-domacnost/rady-a-navody/cesi-maji-ve-svych-panelakovych-loznicich-velky-problem-rika-ekoporadce>

Koncepce účinnější péče o památkový fond v hlavním městě Praze [online]. Dostupné z: http://pamatky.praha.eu/public/c5/ee/37/941275_140342_Koncepce_MHMP.pdf

Samostatná příloha: <http://www.adaptacedomu.cz/seznam.pdf>

Adaptace domů na změnu klimatu

Autoři: Vítězslav Malý (editor), Miroslav Šafařík, Lukáš Pučelík, Lukáš Janda

Redakce: Miroslav Lupač

Jazyková korektura: David Zahradníček

Kresba na titulní stránce: Roman Doležal

AGENTURA KONIKLEC

© Agentura Koniklec, 2019

Tato elektronická publikace byla vydána ve spolupráci se společností Porsenna, o.p.s.



Tato elektronická publikace byla vydána za podpory Hlavního města Prahy.



Projekt byl podpořen Ministerstvem životního prostředí. Obsah dokumentu nemusí vyjadřovat stanoviska MŽP.