

PŘÍPADOVÁ STUDIE PRO OBOR STAVITELSTVÍ

pro oblast adaptace a resilience
budov

Obsah

Obsah.....	1
1. Předmluva	2
2. Přehled základních zásad územního a urbanistického plánování z pohledu adaptace sídel na změny klimatu	2
2. 1. Význam orientace budov v městské zástavbě	3
2. 2. Morfologie terénu	3
2. 3. Vodní prvky a přírodní retenční systémy	5
2. 4. Vegetační prvky	7
2. 5. Materiály	9
2. 6. Energetická soběstačnost.....	10
2. 7. Využívání brownfields a docházkových vzdáleností.....	11
3. Přehled základních opatření adaptace a resilience budov na klimatické změny	12
3. 1. Objemový faktor budovy.....	12
3. 2. Zónování a sluneční zisky objektu	13
3. 3. Vertikální a horizontální vegetace.....	14
3. 4. Hospodaření s vodou v rámci objektu.....	16
3. 5. Aktivní a pasivní chlazení.....	18
3. 6. Tepelná ochrana budov	19
3. 7. Koncepční přístup.....	20
3. 7. 1. Příklad(y).....	20
4. Ekonomika	21
4. 1. Vnitřní pohoda, lidské zdraví a produktivita práce	23
5. Použité zdroje.....	25
6. Pojmy.....	27

1. Předmluva

Případová studie je zaměřena na oblast adaptace a resilience intravilánu měst a obcí, i jednotlivých budov. Z pohledu městských samospráv je tato problematika zcela novým prvkem, který do plánování správy, údržby a rozvoje městského majetku vstupuje, a to především v případě budov sloužících jako zdravotním či sociálním účelům.

Ve studii jsou zohledňovány faktory negativních i pozitivních změn klimatu, které na budovy a jejich nejbližší okolí v dlouhodobém i střednědobém horizontu mohou působit. Navrhovaná opatření si navíc dávají za cíl zmírnit efekt již působících negativních vlivů, působících na uživatele objektů v současnosti (např. koncentrace CO₂ v interiérech nebo jejich přehřívání).

Studie se dělí do dvou bloků, z nichž první je zaměřen na zásady a opatření pro urbanismus a územní plánování, a druhý se specializuje na adaptační opatření pro jednotlivé budovy. Některé kapitoly na sebe navazují, jiné se doplňují. V závěru studie je představen možný přístup uplatnění adaptačních opatření v praxi. Kapitola se zabývá procesem implementace opatření od výběru vhodných opatření, tedy způsobu využití moderních vyhodnocovacích metod, po jejich realizaci. Dále mimo jiné upozorňuje na důležité aspekty celého projektu, například mezioborovou spolupráci nebo správné zadání výběrového řízení.

Důležitou součástí studie je i kapitola ekonomika, která obsahuje odhad nákladů, výnosů a druhotně vyvolaných nákladů. Tyto informace mohou přiblížit uplatnění zásad a opatření v rámci samosprávných celků nebo projektů renovací budov a novostaveb.

2. Přehled základních zásad územního a urbanistického plánování z pohledu adaptace sídel na změny klimatu

Kapitola se zabývá popisem zásad a opatření sloužících k adaptaci sídel na změny klimatu neboli minimalizaci negativních projevů z ní vyplývajících. V tomto kontextu jde o zásahy v sídelní struktuře města, představující vhodné uspořádání zástavby s ohledem na hospodárné a environmentální využívání plochy.

Principy takového plánování souvisí s vhodným rozdělením a uspořádáním pozemků všech typů ploch, včetně dopravní a technické infrastruktury, v kombinaci s optimálními vzdálenostmi míst pro práci a odpočinek, a ve víceúčelovém využití vegetace a vodních prvků. Jeho cílem je přispět k dosažení:

1. minimálních extrémních výkyvů přírodních složek působících na sídelní strukturu,
2. optimálních mikroklimatických podmínek,
3. minimalizaci zátěže na lidské zdraví,
4. zajištění optimální dodávky služeb a potřeb obyvatelstva s minimálním negativním dopadem na životní prostředí.

Důraz na uplatnění zásad a opatření v rámci sídelní struktury lze přizpůsobovat dle charakteru zástavby:

- Budoucí zástavba

Území je pouze minimálně omezeno podmínkami stávající zástavby a je možné využít širokou škálu adaptačních opatření a využít jejich synergie, jež dokáže výrazně snížit náklady na realizaci.

- Stávající zástavba

Limity stávající zástavby omezují uplatnění některých zásad a opatření, především díky komplikovanému technickému provedení a vysoké investiční náročnosti. Vzhledem k tomuto faktu je pro tento charakter zástavby důležité dbát na předprojektovou přípravu neboli kvalitu konceptu celého projektu, jež v konečném důsledku určí míru adaptace daného místa a úspěšnost vynaložených investičních nákladů.

2. 1. Význam orientace budov v městské zástavbě

Zásadu lze definovat jako právo či nárok každého objektu na světlo a teplo ze slunce, ale i na přiměřené zastínění. Neboli, každé budově by měla být umožněna taková orientace v zástavbě, aby mohla efektivně využívat sluneční zisky v zimním období a zároveň byla přiměřeně stíněna v letním období. Využití slunečního záření je žádoucí nejen v zimním období prosklenými prvky, ale celoročně prvky integrovanými v obálce budovy a zajišťujícími výrobu energie (např. fotovoltaika). Výjimku z tohoto pravidla může pochopitelně tvořit stávající zástavba nebo zástavba v proluce, která dotváří charakter již existujícího městského prostředí.

Zásadu je možné aplikovat jako součást územně plánovací dokumentace, resp. součást územních regulativů. Obecně se doporučuje, aby orientace domů mimo městská historická centra nebyla nadále ovlivněna neodůvodněnými zvyklostmi a tradicemi. Důraz má být naopak přenesen na respektování přírodních podmínek a dlouhodobé efekty pro uživatele budov a pozitivní přínosy pro společnost. Poměr mezi využitím slunce a stínu by měl být závislý na konkrétních podmínkách dané lokality. Jedná se zejména o orientaci domů vůči světovým stranám a předepisovaným typům střech a jejich orientaci k uličnímu řádu. Analýza vlivu orientace budov v městské zástavbě se vždy vztahuje na nejhospodárnější využitelnost území a zároveň je závislá na okolní zástavbě a vegetaci. (PORSENNNA o.p.s.)

Konkrétně je možné opatření implementovat v rámci legislativy do zákona č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu, nebo do zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, který definuje výstavbu Budov s téměř nulovou spotřebou energie. Tento požadavek vstoupí v platnost v případě bytových a rodinných domů od roku 2018 - 2020 (v závislosti na velikosti podlahové plochy).

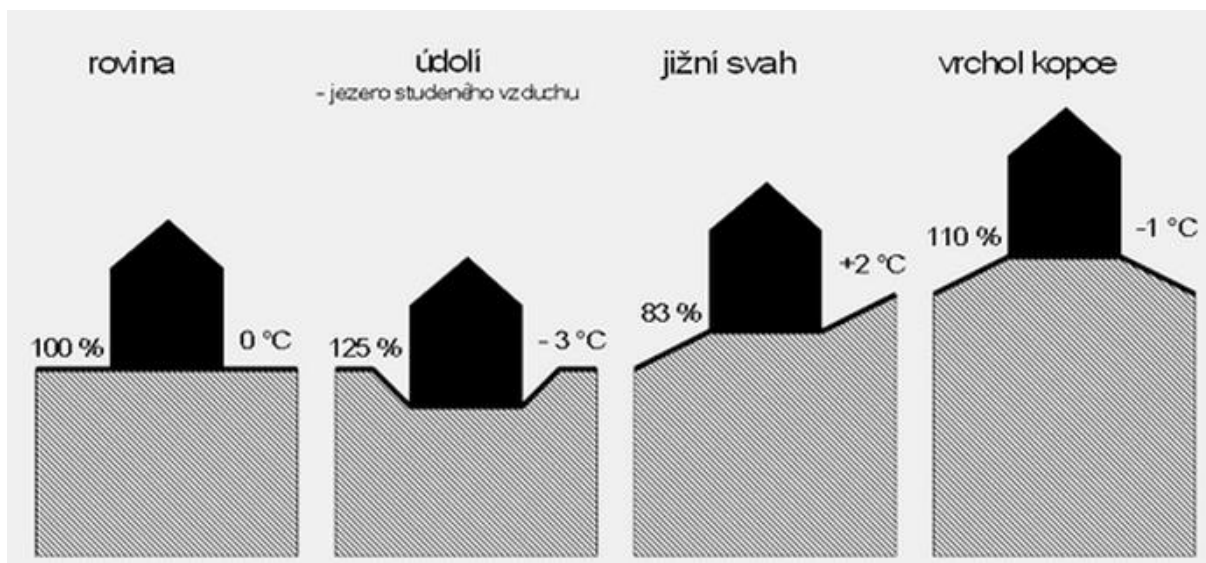
Problematickou využití slunečních zisků pro jednotlivé objekty se zabývá kapitola 3. 2. Zónování a sluneční zisky objektu.

2. 2. Morfologie terénu

Pro plánování výstavby budov je morfologie terénu jedním ze základních vstupních údajů, které musí návrh respektovat. Mezi nejdůležitější charakteristiky území patří: nadmořská výška, zastínění pozemku jeho okolím, možnosti využití slunečního záření (souvisí s orientací ke světovým stranám), tvar terénu, povětrnostní podmínky, podoba okolní vegetace, apod. Při volbě vhodné lokality se doporučuje přihlídnout k následujícím faktorům: (zdroj: Vaverka, Panovec, 2006)

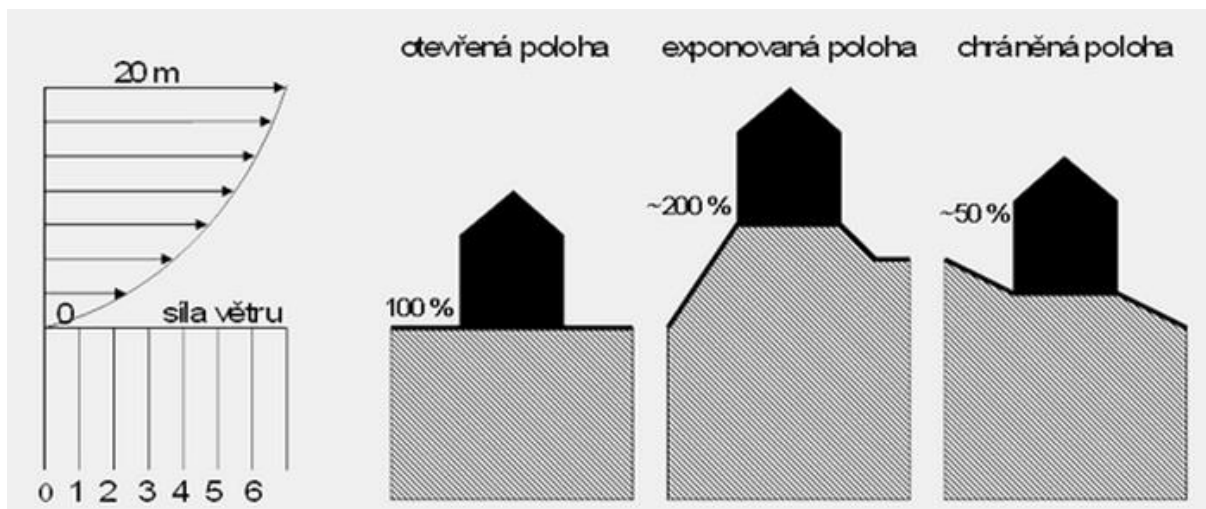
- Nadmořská výška – teplota vnějšího vzduchu se s nárůstem nadmořské výšky o 100 m sníží zhruba o 0,5 °C. Čím výše se bude objekt nacházet, tím chladnějším podmínkám bude vystaven a tím vyšší energetickou náročnost bude mít.
- Orientace pozemku ke světovým stranám - podstatný je výběr směru svahu. Jižně orientované svahy dopadá v zimě o 10 až 30 % globálního slunečního záření více než na svahy severní. Při orientaci svahu jihovýchodním až jihozápadním směrem je možné při návrhu budovy počítat s vyššími slunečními zisky a tedy i nižší energetickou náročností objektu.
- Tvar terénu – teplota vzduchu se liší podle tvaru okolního terénu. V údolích a na vrcholech kopců je teplota nižší než v chráněných polohách a na jižních svazích. V údolních oblastech se především v noci můžeme setkat s poklesem teplot vlivem klesání studeného vzduchu do nižších poloh. To způsobuje výrazné denní teplotní výkyvy. V případě údolí lze současně počítat s vysokým stupněm stínění navržené budovy okolním terénem a tedy i výrazně nižšími slunečními zisky. Vrchol kopce sice umožňuje dobré využití slunečních zisků, je však významně zatížen povětrnostními vlivy.

Obrázek 1: Tepelné ztráty budovy (v %) a teplota okolního vzduchu v závislosti na jejím umístění v terénu

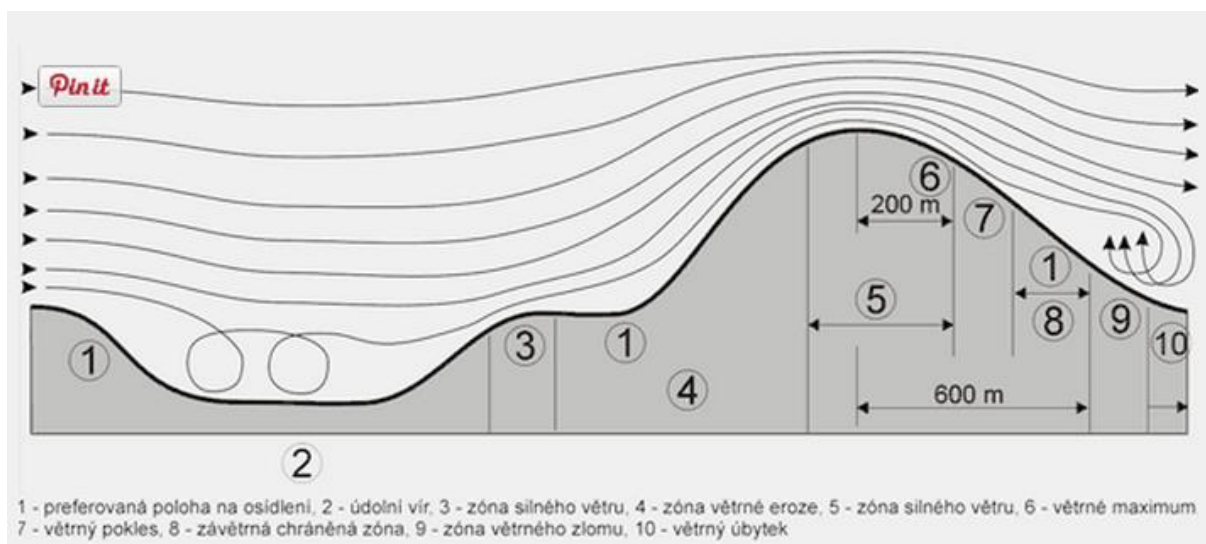


- Povětrnostní poměry – rychlost větru je závislá na morfologii terénu, jeho působení se mimo jiné odráží na výškové poloze i tvaru objektu. Proudění vzduchu ovlivňuje spotřebu tepla na vytápění v období topné sezony, zvláště u budov s vysokou průvzdušností (vysokou mírou netěsností v obálce budovy). Eliminovat negativní působení větru lze například vhodnou orientací budovy ke směru převládajících zimních větrů, kompaktním tvarem budovy bez zbytečného členění a omezením její výšky, dobrou tepelnou izolací nebo vzduchotěsností obvodových konstrukcí.

Obrázek 2: Tepelné ztráty budovy (v %) v závislosti na síle větru a na jejím umístění v terénu



Obrázek 3: Rozložení působení větru v závislosti na morfologii terénu

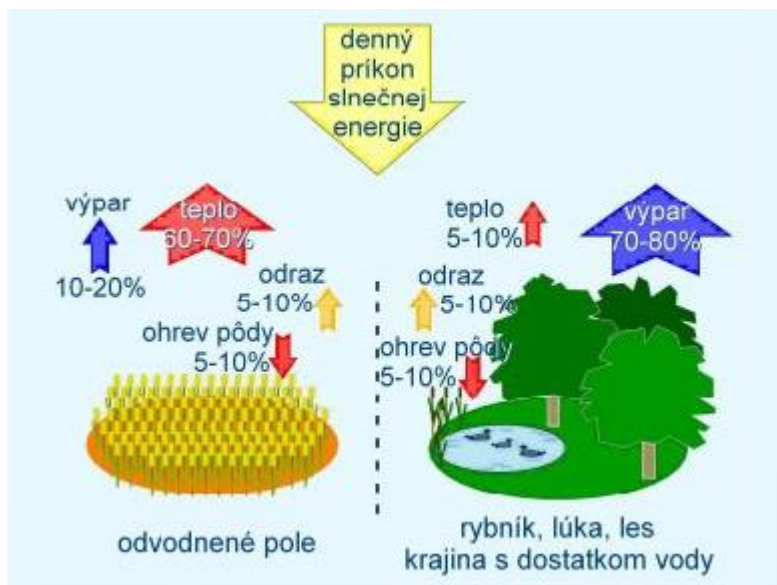


2.3. Vodní prvky a přírodní retenční systémy

Vodní prvky a další díla plní funkci vodního hospodářství, označovány také jako modrá infrastruktura, jsou významnou polyfunkční přírodní složkou municipalit. Nebezpečí, které s sebou přináší klimatické změny, je skryto především v narušení malého vodního cyklu ve městech, resp. v narušení srážkových poměrů v urbanizovaném území doprovázených lokálními povodněmi. Praktickými důsledky jsou nízká vlhkost a vysoká prašnost vzduchu, malá půdní vlhkost, nízká hladina spodní vody nebo hynutí vegetace.

Obecně se adaptační strategie zakládá na principu respektování malého vodního cyklu. V současnosti je ve většině municipalit tento cyklus narušen, a to především kvůli velkému zastoupení nepropustných povrchů, rychlému odvodu vody z území, nedostatku zeleně, a regulaci toků. Ve městech České republiky lze najít i města, jež odvedou ze svého území 72 % srážek. (Zdroj: Kravčík a kol., 2007)

Obrázek 4: Distribuce sluneční energie v odvodněné krajině a v krajině s dostatkem vody



Pro urbanizovanou krajinu (podobnou svým charakterem odvodněnému poli) je problémem také snížená schopnost regulace teploty a výparu vody v území (viz. Obrázek 5). Teplo uvolněné slunečními paprsky se ve městě nadměrně akumuluje a je následně odráženo do okolí. Dochází tak k nepřírozenému a nežádoucímu nárůstu teploty vzduchu. Studie autorů Kravčík a kol. uvádí, že teplo uvolněné z odvodněné krajiny o velikosti 10 km² (odpovídající malému městu) za slunečního dne, odpovídá instalovanému výkonu všech elektráren na Slovensku, tedy výkonu přibližně 6 000 MW.

V adaptační strategii se proto doporučuje zaměřit se na zadržení vody v urbanizované krajině, zpomalení odtoku srážkové vody a uplatnění přirozených funkcí vody v krajině. Na úrovni sídel lze tuto strategii uplatňovat pomocí následujících opatření:

- úprava podílu zpevněných a nezpevněných ploch

Úprava podílu zpevněných a nezpevněných ploch ve městě je blíže popsána v kapitole 1. 3. 5. [Materiály](#), kde jsou popsány případy, kde lze vhodným výběrem povrchů ve městě dosáhnout většího podílu zasakování dešťové vody do půdy.

- hospodaření s dešťovou vodou v rámci sídelního útvaru

Aplikace zásad hospodaření s dešťovou vodou v urbanizovaném území lze chápat jako tvorbu a údržbu retenčních ploch přírodního charakteru, které zajistí zachycení dešťové vody v místě srážek a zároveň mohou eliminovat důsledky přívalových dešťů v podobě lokálních povodní. Přírodní charakter zvyšuje životnost těchto opatření a přidává i další významné funkce, souvisejí s adaptací sídel na změnu klimatu, blíže popsané v kapitole 1. 3. 4. Vegetační prvky (evapotranspirace). Základním předpokladem při tvorbě tohoto opatření je možnost zasakování vody do půdy, resp. zachycování vody v půdním profilu.

- znovu-obnovení a uplatňování principu autoregulace přírodních procesů

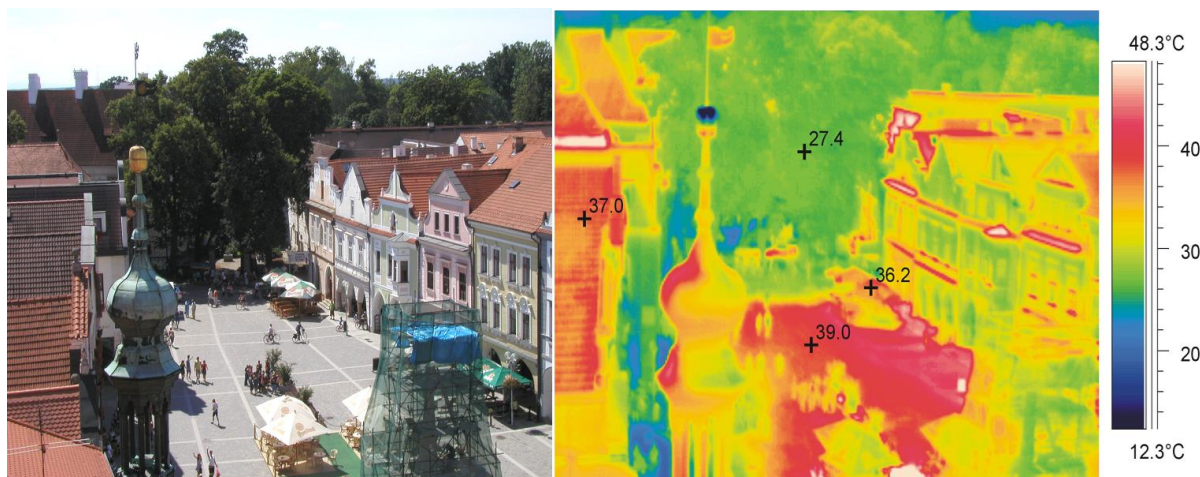
Princip autoregulace přírodních procesů znamená, že efekt prvotní a jednorázové investice do realizace opatření zaměřeného na zlepšení vodní bilance území by se měl každý rok projevit zlepšením kvality přírodního prostředí a zároveň zvýšit účinnost dalších realizovaných plošných opatření v území (zdroj: Kravčík a kol., 2007). Rozumějme tomu tak, že všechna

plánovaná opatření, která mají upravovat vodní režim v (urbanizované) krajině, se mají plánovat tak, aby nejen prvotně řešili danou problematiku území (např. zamezili lokálním povodním), ale aby synergicky posílili další funkce krajiny. V tomto kontextu lze doplnit také princip udržitelného řešení, jež právě zdůrazňuje preferenci těch opatření, které dokáží eliminovat některé příčiny nepříznivých klimatických změn. Jejich realizací dojde k vytvoření lepších přírodních podmínek a prostředí pro budoucí generace, přičemž nebude docházet ke snížení přírodního potenciálu území a zachovají se ochranné a autoregulační funkce ekosystémů. Nutno podotknout, že právě přírodní a biotechnická opatření bývají i nákladově nejoptimálnější.

2. 4. Vegetační prvky

Vegetace je hlavní přírodní složkou urbanizovaného území. Ve vztahu k adaptaci sídel na změnu klimatu lze zdůraznit dva základní přínosy vegetace ve městech, tedy pozitivní vliv na přirozený koloběh vody (evapotranspiraci) a snížení negativních vlivů dopadajících slunečních paprsků. Oba tyto faktory se projevují zejména ochlazováním teploty vzduchu v okolí zeleně. Tuto skutečnost lze potvrdit měřením povrchových teplot v městské zástavbě. Příkladem může být termovizní snímek náměstí v Třeboni, kde je rozdíl mezi teplotami jednotlivých struktur i více jak 10 °C.

Obrázek 5: Termovizní snímek náměstí ve městě Třeboni



Zdroj: RNDr. J. Pokorný, ÚEK AV ČR Třeboň

Důvodem nižších povrchových teplot vegetace je její schopnost využít sluneční energii, resp. viditelné záření a infračervené záření. Složka dopadajícího viditelného záření se z části (10 až 20%) odrazí od listů (reflexe), cca 1 % je absorbováno rostlinou k fotosyntéze (využití fotosynteticky aktivního záření – FAR), zbytek záření prochází listem a je postupně pohlcováno. Ze 100 % záření dopadne do spodních pater vegetace jen jeho malá část (u borovice cca 10 %, u hustě olistěného buku pouze 1,2 % záření). Složka infračerveného, neboli tepelného záření ovlivňuje u rostlin fotosyntézu, respiraci, transpiraci a růst. Z pohledu tepelné bilance porostu je přibližně 5 až 10 % záření pohlceno porostem a využito k fotosyntéze. Zbytek záření je rostlinou přeměněno na teplo. Část je ve formě infračerveného záření vydána zpět do okolí, část je spotřebována na výpar vody při transpiraci a evaporaci. Zbytek tepla se vydá na ohřev vzduchu do okolí nebo porostem přechází do půdy.

(Zdroj: Ulbrichová, 2005; Hájek, 2009)

Z výše uvedeného vyplývá, že stěžejním faktorem vegetačního prvku je zastoupený rostlinný druh. Výběr rostlin k výsadbě je podmíněn faktorem globálně se měnícího klimatu a podmínkami daného stanoviště, například dostupnost vodních zdrojů, teplotní extrémy aj. Adaptovat se na tyto podmínky je možné výběrem vhodného přístupu tvorby vegetačních prvků, například přístupem zvaném xeriscaping. Tento přístup reprezentuje kvalitní krajinářské úpravy šetřící vodu a chránící životní prostředí a je založen na těchto sedmi základních principech:

1. Kvalitní plánování a design - důraz je kladen na výběr místa výsadby, ochranu původní vegetace a využití vegetace pro úspory energie (např. stínění);
2. Zlepšení kvality půdy - jde především o ochranu půdy a postupné zlepšování její kvality formou organických hmot;
3. Vhodný výběr rostlin - výběr rostlin je podmíněn minimálnímu nároku na doplňkové zavlažování, doporučuje se rozmanitá výsadba pro podporu biodiverzity a nákup rostlinného materiálu od lokálních prodejců;
4. Travnaté plochy - doporučuje se volit praktické velikosti travnatých ploch vzhledem k jejich požadavku na zavlažování, údržbu. Tyto plochy lze navíc efektivně nahradit jinými druhy rostlin nebo materiály;
5. Efektivní zavlažování - důraz je zde kladen na způsob závlahy, který by měl mít především přírodní charakter. V případě využívání technických prvků má být zajištěno využití lokálních zdrojů vody (např. uchováváním dešťových srážek, recyklací vody apod.);
6. Využívání mulče - doporučuje se využívat dostatečné množství mulčovacího materiálu pro uchovávání vlhkosti, zmenšení eroze půdy apod.;
7. Vhodná údržba

Vhodné zapojení kompostování v lokalitě jako úložiště organického odpadu a jeho využití jako zdroje organických hnojiv. Dále je důraz kladen na správnou volbu intenzity seče (dle zvoleného rostlinného druhu) a využití netoxických přípravků na ochranu rostlin proti škůdcům.

(Zdroj Sustainable Sources, 2014)

Dalším podstatným faktorem vegetačních prvků města je důraz na kvalitu celého projektu a koncepční přístup zahrnující spojení několika funkcí, jež městská zeleň nabízí. Zásadu lze aplikovat na všechny formy vegetačních prvků ve městě, od velkoplošných areálů městské zeleně až po uliční nebo izolační zeleň, například:

- Podpora vegetačních čističek odpadních vod

Vegetační, neboli kořenové čističky fungují na principech mokřadů. V takových společenstvech fungují samočistící procesy. V porovnání s klasickou domácí ČOV nebo kanalizační přípojkou je vyžadována větší plocha pozemku, vyšší investice a delší časová náročnost pro plný provoz. Naopak vegetační čistička nabízí minimální provozní náklady, nulovou spotřebu energie, recyklační využití vody pro zalévání rostlin, zvýšení biodiverzity, zlepšení mikroklimatu a zlepšení estetického obrazu dané lokality. (Zdroj: Polák, 2011)

- Podpora stromořadí

Ve vztahu k adaptaci sídel na změnu klimatu je nutné zmínit ochranu stávajících a podporu výsadby nových alejí, jež mají v historii České republiky velký význam. Slouží jako ochrana proti nepříznivým povětrnostním podmínkám a poskytují ochranu před slunečním zářením, které by jinak bylo akumulováno do povrchů komunikací a přilehlých budov.

- Využití odpadu z údržby zeleně

Zpracování odpadu z údržby zeleně je možné realizovat kombinací lokální i plošné likvidace. Lokální likvidaci představuje využití odpadu v místě jeho vzniku například kompostováním. To přináší dvojitou úsporu ve formě bioaktivní hmoty využitě jako hnojiva pro každoroční péči či sazenice a snížení nákladů na dopravu. Ke kompostování lze využívat především měkké části zeleně, jako listí, trávu a podobně. Dřevní část z údržby zeleně lze lokálně zpracovat na dřevní štěpku s následným využitím jako mulčovacího materiálu. Lokální zpracování však není vhodné pro všechny typy stanovišť. Plošně likvidovaný odpad lze využít v kompostárně nebo jej energeticky využít v bioplynové stanici, která však musí být pro tento vstupní materiál uzpůsobena.

2. 5. Materiály

Materiály používané pro výstavbu budov i jiných sídelních struktur hrají významnou roli na tvorbě mikroklimatických podmínek, například na utváření tzv. tepelného ostrova, nebo na kvalitě vnitřního prostředí budovy. Důvodem jsou fyzikální vlastnosti materiálů, jež určují rychlost a množství akumulovaného tepla. Podstatnou roli hraje i propustnost materiálů pro vodu a možnost lokálního vsakování srážek. Nejčastějšími plochami sídel jsou plochy obalových konstrukcí budova (stěna a střecha) a plochy dopravní infrastruktury.

- Materiály budov

Hlavní fyzikální vlastností materiálů z pohledu jejich vlivu na okolí je jejich tepelná kapacita a objemová hmotnost. Vhodným nastavením těchto vlastností lze stabilizovat kolísání teplot v denním i ročním cyklu uvnitř stavby nebo naopak urychlit ochlazování vnějších konstrukcí.

V interiéru využíváme vlastnosti útlumu kolísání teplot, kdy jsou materiály schopny akumulovat energetické toky z vnějšího prostředí (sluneční záření, teplota venkovního vzduchu) i z vnitřních zdrojů (elektronika, uživatelé objektu). Účinná akumulační hmota budovy pro útlumy v denním cyklu je tvořena vnitřními částmi konstrukcí stěn, stropu a podlahy do hloubky přibližně 40 mm. Dlouhodobou akumulaci pak ovlivňuje hmota v hloubce nad 40 mm. Jednou z možností, jak zvýšit tepelnou akumulaci budovy, je uplatnění materiálů s výrazně vyšší tepelnou kapacitou při malých rozdílech teplot využívajících změny skupenství, tzv. PCM materiálů.

Akumulační schopnost obvodové stěny je redukována tepelným tokem z vnějšího prostředí a sezónní akumulací tepla. Eliminaci tohoto negativního jevu je vhodné řešit doplněním o tepelně izolační vrstvu, tzv. vnější zateplení pláště. Lze předpokládat, že toto opatření bude mít pozitivní vliv na redukcí vlivu tepelného ostrova města. Díky nízké objemové hmotnosti izolantu se do konstrukcí akumuluje méně tepla.

K omezení přehřívání konstrukcí budov přispívá i vyšší odrazivost povrchu, tzv. albedo. Tu lze zvýšit použitím světlých barev na fasádách s vysokým podílem oslunění (jižní, jihozápadní a jihovýchodní orientace). V případě střešní konstrukce je využití albeda výrazně efektivnější, než použití vegetační zahrady. Výhodou jsou zároveň nízké pořizovací a provozní náklady.

- Materiály pro pozemní komunikace

Pro potřeby pokrytí ploch pozemní komunikace se doporučuje využívat tzv. chladící povrchy, které působí na snižování absorpce, zadržování a uvolňování tepla do okolí. Mezi takové patří například vysoce reflexivní, porézní nebo propustné materiály, jako je dlažba, kámen, zatravnovací tvárnice nebo zámkové dlažby s vyšší odrazovou schopností (albedem).

2. 6. Energetická soběstačnost

Řešení energetické soběstačnosti v rámci sídelního útvaru je opatření eliminující negativní dopad výpadku dodávky energie v rámci kalamitního stavu (díky nepříznivým projevům počasí, jako je např. ledovka, vichřice, které naruší distribuci energie) nebo snížení potřeby centrálních (velkokapacitních) zdrojů energie (s vysokými lokálními negativními dopady na životní prostředí), u kterých se mohou objevovat, za nepříznivých podmínek vlivem změny klimatu, problémy s řízením provozu a následně i dodávkou energie. Příkladem může být nedostatek vody pro chlazení elektráren a následný nedostatek elektrické energie pro průmysl a další podniky v Polsku, Petr Darmovzal, 2015. Neopominutelným faktorem je i snížení produkce skleníkových plynů v případě nahrazení fosilních paliv obnovitelnými zdroji energie a s tím související omezení změny klimatu.

Budování nových zastavěných území se proto doporučuje upřednostnit tvorbu zástavby s vysokou mírou energetické soběstačnosti. V tomto směru by mělo jít především o možnost pokrytí vlastních energetických potřeb výrobou v daném území a minimalizací toků energie ze širších územních celků. Nejvýznamnější místní energetické zdroje jsou představeny obnovitelnými zdroji energie, které je možné využívat více druhy technologií: stručný přehled se základním komentářem ve vztahu k územnímu plánování představuje následující tabulka.

Tabulka 1 Zdroje energie a vybrané technologie pro sídelní útvary

Technologie	Zdroj energie	Komentář ve vztahu k území
Teplárny / elektrárny na biomasu	lesní zbytková biomasa, zbytková zemědělská biomasa; pěstovaná biomasa – rychlerostoucí dřeviny	Při plánování velkého energetického zařízení na biomasu je nutno vzít v potaz veškeré vlivy na danou lokalitu; toto je standardně ošetřeno zákonným postupem (EIA); z hlediska místní soběstačnosti a energetické bezpečnosti může jít o vhodné řešení, je-li zdroj biomasy zajišťován udržitelným způsobem
Výtopny na biomasu	lesní zbytková biomasa, zbytková zemědělská biomasa; cíleně pěstovaná, dřevní pelety a agropelaty	Místní výtopny – obecní blokové, domovní, jsou vhodným místním řešením dodávky tepla, případně přípravy teplé vody; ve výkonech do cca 2 MWt nepředstavují zásadní vliv na dopravní zátěž, krajinu apod., ale je technologicky omezena možnost kogenerační výroby (elektriny a tepla)
Bioplynové stanice	Biomasa vhodná pro anaerobní fermentaci, zemědělská zbytková, cíleně pěstovaná, biologicky rozložitelné odpady	Bioplynové stanice se stávají běžnou a žádoucí součástí kulturní krajiny a do budoucna i zásadním stabilizačním prvkem lokální energetiky; ve správně koncipovaném území by měly sloužit nejen k výrobě elektriny, ale kogenerované teplo by mělo být beze zbytku

		místně využito pro vytápění, ohřev vody, sušení apod.
Termosolární systémy	Sluneční záření, přímé i difuzní	Vhodné a esteticky příznivé využití sluneční energie pro přípravu teplé vody a pítápění; úspora energie 10 – 30 %.
Fotovoltaické elektrárny	Sluneční záření, převážně přímé	Preferované místní výroby elektřiny, esteticky příznivé střešní instalace, případně využití zastavěných ploch, nikoli volné zemědělské půdy.
Větrné elektrárny	Energie pohybu vzdušných mas (větru)	Větrné elektrárny mohou být za dodržení určitých zásad přirozenou součástí kulturní krajiny; podstatné je jejich dimenzování jak s ohledem na potenciál větru, tak na místní krajinné a sociální podmínky
Malé vodní elektrárny	Energie vodních toků nebo nádrží; využití průtoku nebo spádu	Malé vodní elektrárny jsou přirozenou součástí české krajiny více než 100 let; jistý potenciál dalšího rozvoje, jak nových tak repoweringu stávajících existuje, ale při respektování zásad správné praxe.
Tepelná čerpadla	Energie prostředí	Tepelnými čerpadly je možno dosáhnout významné úspory energie na vytápění; nejedná se však o 100% obnovitelný zdroj; při jejich realizaci je nutno vzít v úvahu vliv na životní prostředí.

Pro výběr vhodné strategie energetické soběstačnosti pro konkrétní lokalitu se navrhuje využívat doporučení a analýzy zpracované v rámci Územní energetické koncepce města/obce, pokud byla zpracována.

2. 7. Využívání brownfields a docházkových vzdáleností

Zásada využití brownfields v územních plánech měst vychází z faktu, že definuje takové plochy jako rozvojové rezervy. Potenciál těchto míst je proto v jejich možné transformaci. Město může získat plochy pro další růst v již zastavěném území a uplatněním výše uvedených zásad adaptace sídel může do stávající zástavby včlenit prvky vhodných opatření a zvýšit tak svou odolnost vůči dopadům klimatických změn. (UrbanAdapt, 2015)

Jedním ze způsobů řešení je sanace starých ekologických zátěží, odstranění zdevastovaných budov a stabilizace pozemků a jejich následná přeměna na polyfunkční oblasti, např. parky v oblasti mokřadů a kořenových čističek. Jindy je možné nevyužívaný, zdevastovaný objekt restaurovat ke zcela novému funkčnímu využití, například jako veřejné kulturní zařízení pro divadelní představení, koncerty a výstavy nebo jiné objekty občanské vybavenosti.

Evropské města již v současnosti významně omezují osobní automobilovou dopravu a zaměřují se především na chodce a cyklisty. V tomto případě je snahou omezit znečištění, které způsobuje občanům značné zdravotní potíže a vrátit prostor zabraný vozidly zpátky lidem. S ohledem na změny klimatu, plánování měst se zaměřením na dostupnost základních prvků občanské vybavenosti v docházkové vzdálenosti, nabízí následující výhody:

- Snížení teploty vzduchu v okolí dopravních tepen v důsledku omezení provozu,

- Snížením počtu parkovacích míst lze dosáhnout zvýšení plochy pro výsadbu vegetace.
- Snížení emisí skleníkových plynů z dopravy

3. Přehled základních opatření adaptace a resilience budov na klimatické změny

Řešení adaptačních opatření na jednotlivých budovách je úzce spjato s výše popsány mi zásadami územního a urbanistického plánování. Opatření vždy řeší jen problém samostatné stavby nebo jednotlivého prvku sídelní struktury a mají za cíl nejen eliminovat negativní vlivy zatěžující uživatele budov, ale také jejich využití (např. využití slunečních zisků).

Kapitola nabízí základní popis opatření, zhodnocení využitelnosti a možné varianty uplatnění. Hlavním cílem je přiblížit princip fungování jednotlivých opatření, výhody implementace a její důsledky.

3. 1. Objemový faktor budovy

Tvarové řešení objektu je základním požadavkem investora, který definuje nejen jeho vizuální podobu, ale především investiční náklady na jeho stavbu a budoucí provozní náklady, které ve výsledku ovlivní i jeho provozování. Volba velikosti a tvaru budovy by měla odpovídat danému účelu, samozřejmě s ohledem na budoucí možné změny, které s sebou nese její očekávaná dlouhá životnost. Objemový faktor budovy definuje energetické vlastnosti tedy energetickou náročnost a druhotně se váže také na finanční úspory, tedy méně navržených konstrukcí znamená menší investiční náklady.

Z hlediska technického, dispozičního a ekonomického se v současnosti doporučuje pro koncept rodinného domu použít tvaru dvoupodlažního kvádra, s delší stranou obrácenou k jihu. V tomto případě jde nejjednodušeji nastavit omezení tepelných ztrát, resp. zmenšit podíl ochlazovaných ploch konstrukcí vůči objemu vnitřní vytápěné plochy.

Proto lze tvrdit, že seskupené objekty jako bloková zástavba, bytové domy, popřípadě i řadová zástavba dosahují pasivního standardu snadněji než samostatně stojící objekty. V případě samostatně stojících objektů je výhodnější vícepatrová varianta. Nicméně, i u variant domů jednopodlažních lze dosáhnout pasivního standardu a to v případě, že se půdorysná plocha domu vejde do 120 až 140 m². Naopak volba členité stavby s sebou přináší mimo nárůst ochlazované plochy i množství dalších problematických faktorů komplikujících realizaci, jako například nutné řešení složitých detailů a napojení nosných konstrukcí.

➤ Tvarová kompaktnost – jeden z nejdůležitějších parametrů a bytové stavby mívají většinou dobré předpoklady

Poměr obestavěné plochy k objemu A/V v $1/m^2$

Přípustná potřeba tepla na vytápění v kWh/m^2a

GO SOL inženýring
projektování
stavebnictví
© 2008 by
St. Schuch

3. 2. Zónování a sluneční zisky objektu

Primárně je účelem tohoto opatření nastavení orientace hlavních prosklených ploch rodinného domu jižním směrem s odchylkou $\pm 45^\circ$ (viz. Obrázek č. 9), což dále ovlivňuje posazení objektu na pozemek vzhledem k přístupové komunikaci a uspořádání jednotlivých obytných zón dané budovy. Využití solárních zisků vychází z požadavku na odstupné vzdálenosti související s polohou slunce v období od 21. 3 do 21. 9 tak, aby nedocházelo k výraznému vzájemnému stínění objektů, v rozsahu jihovýchod až jihozápad. U bytových domů nemusí pravidlo orientace jižním směrem platit vždy, především z důvodu dispozičního využití a plnění požadavků na denní osvětlení a proslunění. Za optimální lze považovat orientaci hlavních podélných fasád východním a západním směrem. Vhodnost orientace ostatních typologických druhů staveb musí vycházet z individuálního posouzení.

Příjezdovou komunikaci k rodinným domům není vhodné umísťovat z jižní strany pozemku, pokud není možné objekt umístit v jeho střední či severní části. Z tohoto důvodu se nedoporučuje předepsat závazné umístění objektu na pozemku. Je vhodné ponechat možnost energetické optimalizace objektu jeho natočením vůči světovým stranám a vhodným umístěním v rámci vlastního pozemku.

Ochrana vzrostlou zelení vůči nízkému letnímu sluníčku

Jihozápad

Jihovýchod

zachovat volné bez vzrostlé zeleně

S

21. prosinec

21. březen/září

21. červen

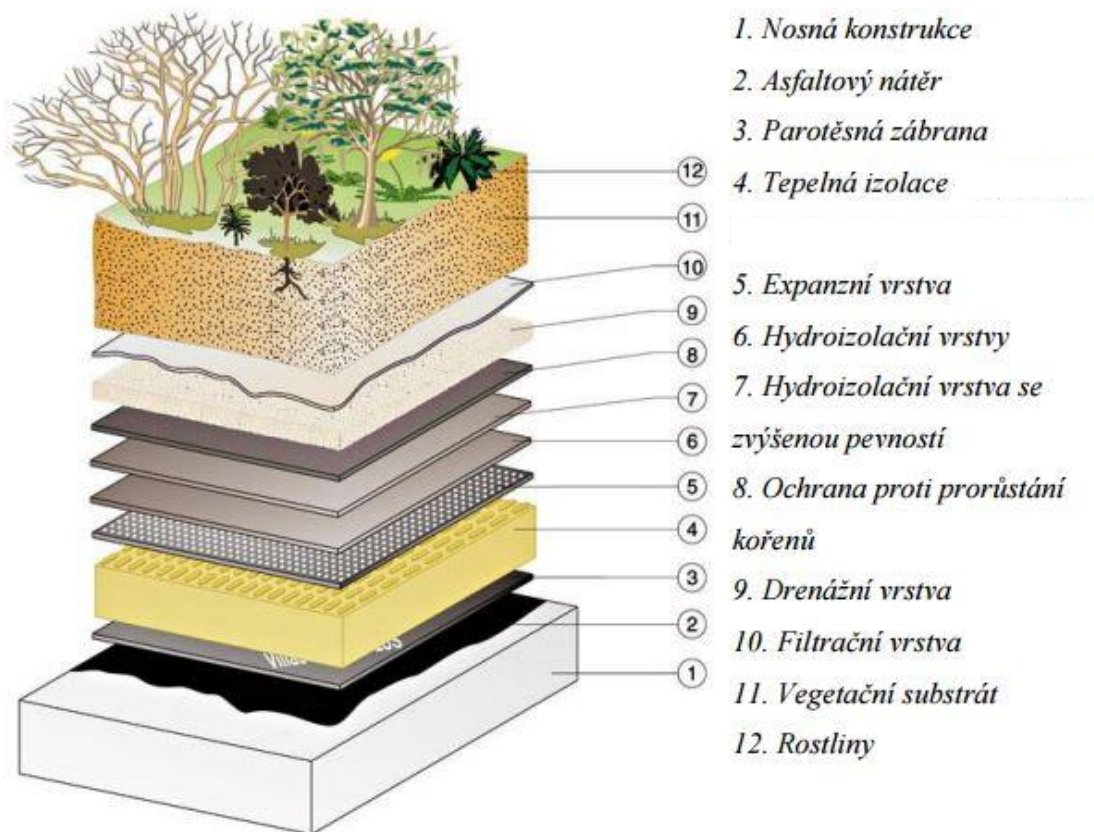
Mezi praktická řešení zónování patří tepelné oddělení konstrukcí s vyloučením tepelných mostů. Konkrétně jde o podstatu sdružování a spojování nevytápěných prostor do větších objemů a jejich důkladné tepelné oddělení od prostor vytápěných. V každém případě je návazným krokem v návrhu objektu řešení stínících prvků. K tomuto tématu se lze dočíst více v kapitole 3. 5. Aktivní a pasivní chlazení.

- prodloužení životnosti hydroizolační vrstvy - ochrana před UV zářením a extrémními teplotními rozdíly,
- zvýšení ochrany objektu před přehříváním,

- redukce výkyvů teplot mezi dnem a nocí a zmírnění kolísání vlhkosti vzduchu,
- funkce tepelné a zvukové izolace; snížení spotřeby energie na vytápění a chlazení,
- snížení srážkového odtoku o 10 až 50%, snížení nákladů za odvádění srážkové vody,
- absorpce škodliviny ze vzduchu, filtrace částice prachu a eliminace jeho víření,
- zvýšení biodiverzity a tvorba životního prostoru pro floru a faunu, pozitivní vliv na duševní zdraví člověka.

Technicky se doporučuje zelenou střechu řešit jako jednovrstevnou konstrukci, s parozábranou mezi tepelnou izolací a systémem vegetační střechy. Příklad řešení skladby vegetační střechy nabízí obrázek níže.

Obrázek 8: Příklad skladby vegetační střechy



(Svaz zakládání a údržby zeleně, 2005)

Bližší technické parametry jsou závislé na zvoleném typu vegetační střechy. Dle ČSN 73 1901 lze rozlišit dvě skupiny vegetačních střech:

- klasická pěstební souvrství s intenzivní zelení

Ekologická a estetická funkce je doplněna o funkci rekreační (nebo komerční, např. provoz restaurace). Střešní zahrada se navrhuje jako pochozí, tj. se zvýšenými nároky na statiku celého objektu. Realizace zahrad se provádí na konstrukcích, které mají únosnost až 1 000 kg/m². Tloušťka substrátu se pohybuje v rozmezí 1 – 1,3 m. Stanoviště je tak vhodné i pro výsadbu keřů a nízkých stromů. Většinou je pro tento typ zahrad podmíněna instalace systému zavlažování (nejlépe v kombinaci s využíváním dešťových srážel – viz. 3. 4.

Hospodaření s vodou v rámci objektu). Intenzita údržby je oproti ploše se stejnou vegetací na zemi zvýšená nebo dosahuje stejné míry.

- úsporná pěstební souvrství s extenzivní zelení

Hlavní ekologická funkce extenzivních zelených střech je doplněna o funkci estetickou. Obecně se jedná o střešní konstrukci s únosností 60 – 300 kg/m². Optimální tloušťka substrátu se pohybuje v rozmezí 30 – 180 mm (v závislosti na zvoleném druhu výsadby). Vysazená vegetace vyžaduje v porovnání k ploše se stejnou vegetací na zemi velmi malou péči, znamenající i nižší náklady na údržbu. Nicméně péče je vyžadována v 3 až 5 letých cyklech, kdy se doporučuje provádět dodatečné osívání, hnojení a doplnění složek substrátu. V období sucha je vhodné zvýšit závlivu.

Pro úplnost lze doplnit třetí typ zelených střech, tzv. biotopní typ, jež plní především ekologickou funkci a vzhled je zcela podřízen působícím vegetačním podmínkám. Rostlinný pokryv se skládá ze sukulentů, mechů a vybraných druhů trav a bylin, kterým vyhovují konkrétní stanovištní podmínky a zároveň nejsou náchylná na přisušky ani dočasná přemokření. Vegetace se zakládá na minerální substrát se stabilní strukturou odolnou proti všem klimatickým činitelům. Optimální tloušťka substrátu je 40 – 120 mm.

Dalším způsobem instalace vegetace na stavební konstrukci je využití tzv. vertikální zahrady. Jejich použití není v České republice zcela standardní, nicméně v zahraničí se jejich použití značně rozšiřuje. Hlavní výhodou vertikálních zahrad jsou především jejich minimální půdorysné nároky. Proto jsou vhodné především do stísněné městské zástavby. Hygienické a ekologické působení pnoucích rostlin je obdobné jako u ostatní městské zeleně, je ale o to významnější, že působí v těsném kontaktu s budovou a v místech, kde nelze jinou zeleň uplatnit. Výsadba rostlin je možná přímo na obvodovou konstrukci objektu, kdy se pro výsadbu použijí druhy popínavých rostlin samopnoucích, které nepotřebují budovat podpěrnou konstrukci. Důležité při této variantě je uzpůsobit výběr rostliny danému objektu, především v případě negativního fototropismu (na světlo reagující část rostliny se ohýbá směrem od světla), kdy může docházet k pronikání výhonů do spár a otvorů. V těchto případech se doporučuje instalace vegetace na opěrnou konstrukci. Taková instalace je nutná i pro plochy s okny nebo tam, kde má být pokryta jen vymezená část budovy. (Svaz zakládání a údržby zeleně, 2005)

3. 4. Hospodaření s vodou v rámci objektu

Hospodaření s vodou na úrovni jednotlivých objektů je podporováno řadou impulzů, jež mají za úkol zmírnit problémy s nedostatkem vody nebo s náklady na její dodávku, spotřebu a likvidaci. Dále je podpořeno změnou myšlení evropských společností, které se snaží stále více podporovat tzv. oběhové hospodářství. (Petr Havelka, 2015). Podíl na zvyšování významu tohoto odvětví úspor má samozřejmě i technický rozvoj, např. v oblasti výroby zařízení na úpravu a čištění vody.

Úspory na spotřebě pitné vody v rámci objektu je možné dosáhnout dvěma, vzájemně se doplňujícími, přístupy. Jednak jde o opatření na celkové snížení odebrané pitné vody, např.:

1. instalace perlátorů, úsporných sprchových hlav,ic,
2. údržba – kapající kohoutky a protékající toalety,

3. instalace úsporných zařízení – bezvodé pisoáry nebo toalety, toalety využívající minimální množství vody (4,5/3 l), cyklické sprchy (na jedno sprchování je spotřebováno pouze 5l vody),
4. instalace úsporných spotřebičů – praček a myček.

Druhým přístupem je instalace systému využívající jiné zdroje vody, resp. nahrazují pitnou vodu tam, kde je využívána jako voda provozní. Jedná se o opatření, kdy jsou vyžadovány úpravy nebo nové instalace v objektu. Jejich využití se proto doporučuje především pro novostavby, kdy je možné instalovat zařízení a potřebnou infrastrukturu s minimálním omezením. Naopak během renovace objektu je výběr vhodného opatření omezen jeho stávajícím stavem a původním využitím.

5. náhrada pitné vody:

- využití srážkových vod

Využití dešťové vody je závislé na poměru objemu získané srážkové vody, resp. ploše střechy, a na spotřebě provozní vody. V případě, že v ročním úhrnu objem srážkové vody neodpovídá roční spotřebě provozní vody, je možné upustit některé způsoby využití nebo kombinovat s jiným zdrojem vody. V současnosti se jako provozní vody využívají jen srážky ze střech nebo jiných ploch, jež zaručují její nízké znečištění. Pokročilé technologie a čisticí systémy v současnosti poskytují i možnost využití dešťové vody jako vody pitné.

- využití šedých vod

Šedá voda (dle EN 12056 jde o vody splaškové neobsahující fekálie a moč) má po úpravě využití především jako voda provozní, tedy pro splachování záchodů a pisoárů, k zavlažování zeleně, k úklidu nebo techniky. Produkce šedé vody v domácnostech odpovídá přibližně 55% z celkové produkce odpadních vod, pro komerční budovy jde o 27% z celkové produkce odpadních vod. Pro dosažení vyšší efektivity systému se doporučuje využívat současně s využitím srážkových vod. Vhodné je využití tohoto způsobu v budovách hospodařících s větším množstvím teplé vody, např. wellness, bazény a ostatní lázeňské provozny. Nicméně technologii lze ji aplikovat pro domácnosti i veřejné či komerční objekty.

Možné technologické schéma:

- MBR (membránový biologický) reaktor s UV zařízením na desinfekci
- MBBR reaktor (s nosičem biomasy ve vznosu) s pískovým filtrem a UV zařízením

Tabulka 2: potřeba provozní vody pro různá využití provozní vody

Způsob využití provozní vody	Potřeba provozní vody	
	Úsporná zařízení	Neúsporná zařízení
Toalety v domácnosti	24 l (osoba/den)	45 l (osoba/den)
Hygiena (sprchování, mytí rukou)	40 l (osoba/den)	90 l (osoba/den)
Nádobí	5 l (osobu/den)	10 l (osobu/den)
Vaření	3 l (osobu/den)	5 l (osobu/den)

Způsob využití provozní vody	Potřeba provozní vody	
	Úsporná zařízení	Neúsporná zařízení
Toalety v administrativní budově	12 l (osoba/den)	22 l (osoba/den)
Toalety ve škole	6 l (osoba/den)	12 l (osoba/den)
Pračka v domácnosti	12 l (osoba/den)	20 l (osoba/den)
Zalévání zahrady	1, 0 l/m ² ; 60 l/m ² /rok – zalévá se od dubna do září	
Kropení hřišť	1, 2 l/m ² na jedno kropení; 200 l/m ² /rok – kropí se od dubna do září	
Kropení zeleně	1, 0 l/m ² na jedno kropení; 80 – 200 l/m ² /rok – kropí se od dubna do září	

6. využití tepla z odpadních vod

Mimo úspory na spotřebě pitné vody lze dosáhnout i energetických úspor pomocí využívání tepla z odpadních vod v budově, v kanalizační síti nebo v ČOV. Podmínkou je nepřerušovaný a rovnoměrný odtok odpadní vody, např. u potravinářských nebo obdobných průmyslových provozů, léčebných zařízení nebo ve wellness a bazénech.

K odběru tepla dochází přes instalovaný výměník. Jeho instalace nesmí významně zmenšovat průtočnost potrubí či způsobit místní ukládání nerozpuštěných látek a je podmíněna vybudováním přístupu pro kontrolu a údržbu.

Odebrané teplo lze využít na:

- předehřev studené vody pro okamžitou spotřebu
- předehřev studené vody do zásob TUV

Zdroj: Asio, spol. s.r.o., 2016

3. 5. Aktivní a pasivní chlazení

S rostoucími venkovními teplotami v letním období se zvýší i význam potřeby dodávky chladu. Chlazení lze obecně rozdělit do dvou kategorií dle používané technologie na chlazení pasivní a aktivní (strojní). Na přehřívání budovy se podílí řada faktorů, nejvýznamnější jsou však sluneční tepelné zisky společně s vnitřními tepelnými zisky (od přítomných osob a instalované technologie).

Základním principem pasivního chlazení, jakožto ekonomicky úsporné varianty, je snížení či eliminování slunečních zisků v letním období. Toho je možné docílit vhodným situováním objektu či návrhem přírodních a konstrukčních stínících prvků. Tyto úpravy je nejefektivnější plánovat již ve stádiu projektové přípravy výstavby nové či renovace stávající budovy.

Obecně je vhodnější volit pro výstavbu lokalitu s vyšším podílem přírodních prvků (zelené a vodní plochy), které neakumulují teplo a odparem vody přispívají k ochlazení okolního prostředí. Zeleň vyššího vzrůstu slouží jako přírodní stínící prvek, jehož význam by měl být zohledněn i při tvorbě urbanismu větších sídel a její nezbytné technické infrastruktury, která bývá zpravidla nežádoucím akumulátorem tepla.

Velmi efektivním způsobem snížení tepelné zátěže objektu je instalace venkovních stínících prvků (např. markýzy, slunolamy, vnější žaluzie, okenice, apod.). Účinnost těchto prvků dosahuje rozpětí přibližně 50 - 80%. V případě realizace vnitřních stínících prvků je efekt stínění mnohem menší, cca 5 % – 20 %.

Zmírnění teplotních špiček uvnitř budovy pasivně napomáhá vyšší akumulární schopnost konstrukce budovy či používání PCM materiálů s fázovou přeměnou (z angl. Phase Change Material). Ty přebytečnou energii během dne ukládají a s určitým zpožděním, zejména v noci, pak uvolňují. Tato zátěž je následně odvedena např. nočním provětráváním. Neméně důležitý je též návrh povrchů osluněných konstrukcí, kde tmavý povrch sluneční energii pohltí a až z 80 % přemění v teplo, zatímco reflexní povrch může obdobný podíl sluneční energie odrážet.

Významného ochlazení budovy lze dosáhnout též nočním provětráváním v době, kdy je venkovní vzduch chladnější než přibližně 20 °C. Účinnost tohoto opatření ve velké míře závisí na akumulární schopnosti vnitřních povrchů (stěny, strop, podlaha, vybavení, apod.) a možnostech přirozeného provětrání interiéru. Noční provětrání (předchlazení) lze realizovat i se systémem řízeného větrání, nicméně jeho účinnost závisí na návrhové dimenzi systému, která bývá z pravidla významně nižší, než možnosti přirozeného větrání¹.

Nejsou-li opatření pasivního chlazení dostatečná ke stabilizaci vnitřního prostředí v letním období, lze přistoupit k chlazení strojnímu, které je ovšem provozně nákladnější. Jedním z nejúčinnějších a uživatelsky nejpríjemnějších systémů je využití vysoké akumulární schopnosti těžkých konstrukcí v technologii aktivace betonového jádra. Strop je zde ochlazován průtokem studené kapaliny a chlad následně předáván do prostoru. V případě zapojení této technologie se systémem energetických pilot je možné dosáhnout trvale efektivního chlazení s nízkými provozními náklady.

V případě realizace systému řízeného větrání je možné přiváděný venkovní vzduch teplotně upravit (předchladit v létě, předehřát v zimě) mimo běžné systémy i v zemním výměníku či kolektoru. Tímto principiálně velmi jednoduchým systémem lze ochladit přírodní vzduch na cca 16 – 22 °C. Výkonové možnosti tohoto systému jsou ovšem omezené.

Nejčastěji používanou technologií chlazení jsou v současné době kompresorové chladicí jednotky, jejichž používání ovšem vykazuje podstatně vyšší provozní náklady.

V případě aktivního využívání solární energie (solární kolektory) lze alternativně nezužitkované teplo (např. pro ohřev TV) využít pro systém adiabatického chlazení, při kterém dochází k ochlazování vlivem vypařování teplotonosné látky. Jelikož je tento méně účinný systém v současné době relativně dost nákladný, není v oblasti běžných rodinných domů aktivně využíván.

3. 6. Tepelná ochrana budov

Základní myšlenka tepelné ochrany budov spočívá v dostatečné tepelně-technické kvalitě obálky budovy, která by se měla blížit standardům pro pasivní budovy. Zásadním přínosem dobrého návrhu není pouze zamezení úniku tepla z budovy v topné sezóně, ale též snížení rizika přehřívání v letním období. Celkově vyšší kvalita obálky budovy stabilizuje vnitřní prostředí.

¹ Pozn. Navrhovaná intenzita výměny vzduchu VZT potrubím je cca 0,5 až 2,0 h⁻¹, v případě správného návrhu přirozeného provětrávání lze dosáhnout intenzity až 7,0 h⁻¹.

Při nové výstavbě je pro kvalitní návrh nutné již od začátku pracovat s místními specifickými podmínkami. Vhodným umístěním budovy na pozemku a orientací vůči světovým stranám lze významně ovlivnit výslednou energetickou náročnost budovy bez nutnosti vynaložení vysokých investičních nákladů.

Z hlediska tvaru budovy je důležité volit co možná nejkompaktnější tvar, při kterém je nízký poměr ochlazovaných konstrukcí k celkovému objemu budovy A/V. Zásadní je též volba dispozičního řešení, které by mělo předcházet umísťování nevytápěných zón uvnitř zón vytápěných.

Optimalizovaný návrh prosklených ploch musí cílit na efektivní využití slunečního záření v zimním období. Celkově tak lze v topné sezóně pokrýt významnou část spotřeby energie sluncem. S ohledem na riziko přehřívání interiéru v letním období je nutné věnovat značnou pozornost návrhu stínících prvků, které sníží letní tepelnou zátěž objektu (viz kapitola 3. 5.).

Na celkové tepelné ztrátě budovy se významně podílí větrání objektu. Vhodným opatřením, snižujícím energetickou náročnost budovy, zkvalitňujícím vnitřní prostředí a zajišťujícím jeho teplotní stálost je instalace systému řízeného větrání s rekuperací tepla. Používáním tohoto systému je možné pomocí systému zpětného získávání tepla využít až 95 % odváděné tepelné energie pro následný ohřev přiváděného vzduchu.

Současně s instalací systému řízeného větrání s rekuperací tepla je vhodné zaměřit se i na celkovou průvzdušnost obálky budovy. Vysoká průvzdušnost obálky se projeví nejen v nekontrolovatelné výměně vzduchu, ale též v riziku kondenzace vodních par s následnou degradací konstrukcí.

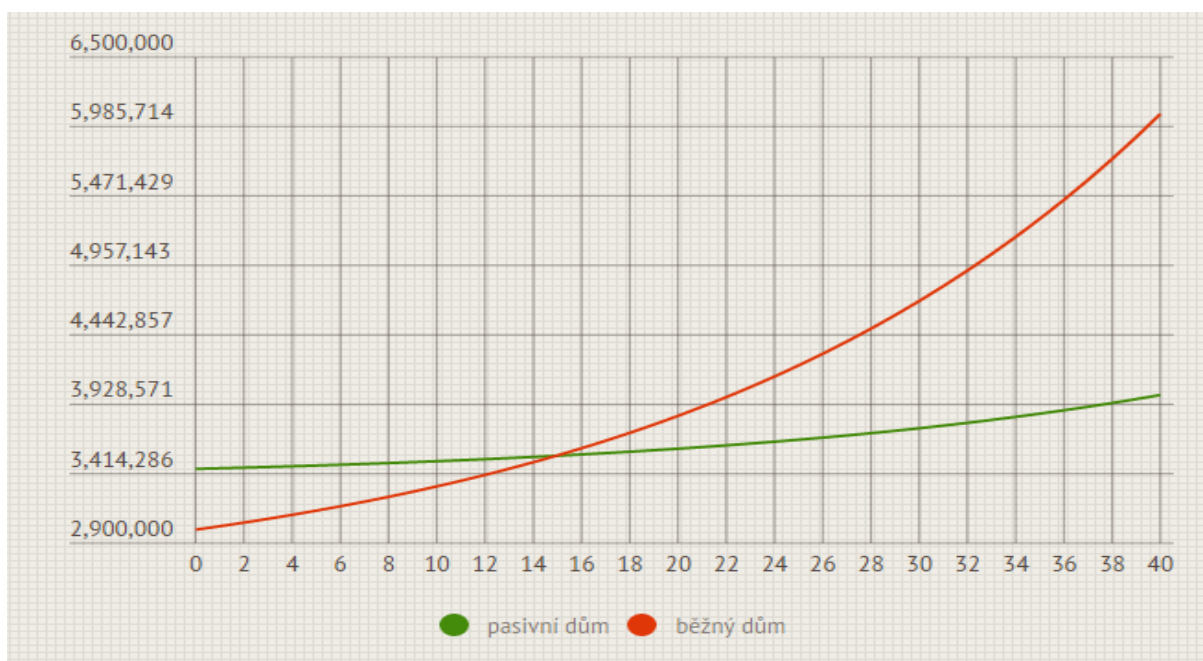
3. 7. Koncepční přístup

3. 7. 1. Příklad(y)

4. Ekonomika

Investiční nákladnost výstavby budov, které jsou postaveny v „pasivním standardu“, je velmi diskutované téma. Co autor, to jiné číslo a názor. Všeobecně se uvádí, že investiční náklady pasivní budovy, oproti dnes běžnému standardu, který splňuje současné legislativní požadavky, jsou vyšší přibližně o 15 %. Centrum pasivního domu (2016) uvádí: „*I pokud by byla výstavba pasivního domu dražší o 15 %, dlouhodobě se stejně vyplatí*“, což deklarují níže uvedeným grafem.

Obrázek 9: Cena pasivního domu



Zdroj: CPD, 2016

Uvedená hranice 15 % však nemůže být brána taxativně. Vždy totiž záleží na konkrétní budově, jejího navržení a přání investora. V praxi se totiž velmi často setkáváme s pasivními budovami, jejichž náklady jsou stejné, jako u budov v běžném standardu (ve studii je použit termín „mělce adaptovaná budova“). U projektového návrhu totiž může dojít k celé řadě úprav, cílících ke snížení energetické potřeby, které v konečném důsledku vedou naopak ke snížení investice. Případně dojde k řešení „něco za něco“ (investoři jsou často omezeni rozpočtem), kdy jsou např. dražší kachličky nahrazeny opatřením vedoucím k lepšímu energetickému standardu.

Pojem „pasivní standard“ však není totožný s budovou, která je adaptovaná na změnu klimatu (v rámci studie je použit termín „Důkladně adaptovaná budova“). Tato budova je rozšířena o opatření jdoucí nad rámec pasivního standardu, jako je například hospodaření s vodou, horizontální a vertikální vegetace, energetický management a SMART metering a podobně.

Tabulka 3 shrnuje základní opatření, které je možné realizovat tak, aby byla budova důkladně adaptovaná na změnu klimatu. Vícenáklady na realizaci energeticky pasivního standardu uvádějí rozdíl v nákladovosti mezi mělce adaptovanou budovou a důkladně adaptovanou budovou. Ostatní opatření (hospodaření s vodou, vegetace atd.) pak uvádějí čistě investiční náklady, neboť tyto opatření nejsou standardně realizovány u mělce adaptovaných budov.

Tabulka 3: Investiční náklady vybraných adaptačních opatření v Kč/m² podlahové plochy

Investiční náklady vybraných adaptačních opatření v Kč/m ² podlahové plochy	Rodinný dům*	Bytový dům < 3NP**	Bytový dům > 3 NP***
Vícenáklady na realizaci energeticky pasivního standardu (kvalitní obálka budovy, větrání s rekuperací, stínící prvky)	750 – 2 000 Kč	600 – 1 500 Kč	400 – 1 000 Kč
Hospodaření s vodou	600 – 900 Kč	500 - 600 Kč	400 - 650 Kč
Obnovitelné zdroje	650 – 750 Kč	300 - 450 Kč	200 - 300 Kč
Horizontální a vertikální vegetace	350 – 800 Kč	200 – 300 Kč	110 - 200 Kč
Energetický management a SMART metering	30 – 40 Kč	5 – 10 Kč	5 - 10 Kč

*Rodinný dům o podlahové ploše 120 m² a investičních nákladech 3 mil. Kč v běžném standardu („mělce adaptovaná budova“).

**Bytový dům o podlahové ploše 1 200 m², 3 NP, 2 vchodech, 18 bytů a investičních nákladech 22 mil. Kč v běžném standardu („mělce adaptovaná budova“).

***Bytový dům o podlahové ploše 5 000 m², 6 NP, 4 vchodech, 72 bytů a investičních nákladech 75 mil. Kč v běžném standardu („mělce adaptovaná budova“).

Uvedené investiční náklady jednotlivých opatření mají široké rozpětí, což je způsobeno vysokou mírou individuálního pojetí architektonického návrhu. Každý dům je jedinečný a potřebuje rozdílnou míru provedení opatření tak, aby splňoval požadavky důkladně adaptace. Mimo to, uvedené náklady jsou vztaheny na m² podlahové plochy. Příkladem mohou být náklady opatření řešící hospodaření s vodou. Čím větší bude dům, tím nižší budou náklady na m² podlahové plochy.

Finanční nákladnost výstavby nových adaptovaných budov je shrnuta v Tabulce 4. Důkladně adaptovaná budova je přibližně 15 – 17 % dražší, nežli mělce adaptovaná budova. Zde je ovšem nutné zdůraznit, že vždy záleží na architektonickém návrhu.

Tabulka 4: Investiční náklady budovy v %

Investiční náklady budovy v %	Mělce adaptovaná budova	Středně adaptovaná budova	Důkladně adaptovaná budova
Rodinný dům	100 %	108 %	114 %
Bytový dům < 3NP	100 %	107 %	117 %
Bytový dům > 3 NP	100 %	106 %	116 %

Provozní náklady budovy jsou významně ovlivněny skladnou adaptačních opatření, respektive jejich finanční náročností během užívání. V zásadě platí, že čím větší jsou realizovány dodatečné opatření (stínící prvky, vegetace, hospodaření s vodou a podobně), tím nižší budou úspory provozních nákladů. V rámci návrhu domu je proto nutné optimálně vyvážit opatření k jejich účinku a vždy volit skladbu adaptačních opatření tak, aby byla maximalizována jejich efektivita a ekonomika.

Tabulka 5: Provozní náklady budovy v %

Provozní náklady budovy v %	Mělce adaptovaná budova	Středně adaptovaná budova	Důkladně adaptovaná budova
Rodinný dům	100 %	92 %	78 %
Bytový dům < 3NP	100 %	93 %	80 %

Provozní náklady budovy v %	Mělece adaptovaná budova	Středně adaptovaná budova	Důkladně adaptovaná budova
Bytový dům > 3 NP	100 %	93 %	80 %

Tabulka 6 porovnává ekonomiku jednotlivých úrovní adaptace budovy na změnu klimatu. Z ní je patrné, že důkladná adaptace vede k vyšší míře návratnosti investice, respektive dosahuje kladného vnitřního výnosového procenta. Obecně můžeme konstatovat, že čím vyšší bude klimatická změna (zvýšení průměrné teploty), tím větší efekt bude mít důkladná adaptace.

Tabulka 6: Vnitřní výnosové procento (IRR) novostavby podle typu adaptace budovy

Vnitřní výnosové procento (IRR)*	Středně adaptovaná budova	Důkladně adaptovaná budova
Rodinný dům	-2,21 %	0,03 %
Bytový dům < 3NP	0,27 %	0,43 %
Bytový dům > 3 NP	0,33 %	0,73 %

*Vnitřní výnosové procento (IRR) je kalkulováno na životnost investice stavebních opatření 45 let a technologických opatření 25 let.

Kalkulovaná investice to adaptace budovy prostřednictvím IRR je ovšem považována za přijatelnou tehdy, pokud je IRR větší než diskontní sazba či WACC u velkých investorů (Průměrné náklady kapitálu (Weighted Average Cost of Capital)). Čím vyšší je IRR, tím vyšší je návratnost investice. S přihlédnutím k současné výši úrokových sazeb hypoték, které jsou shrnuty v tabulce 7, jsou však investice do adaptace nerentabilní.

Tabulka 7: Úrokové sazby hypoték k 1. 1. 2016 v %

Banka	Hypoteční sazby 2016
Unicredit Bank	1.49 %
Wüstenrot hypoteční banka	1.84 %
Equa bank	1.89 %
GE Money Bank	1.98 %
Sberbank	1.99 %
Komerční banka	2.09 %
Raiffeisenbank	2.19 %
Hypoteční banka	2.29 %
Česká spořitelna	2.29 %

Zdroj: Kurzy CZ, 2016

4. 1. Vnitřní pohoda, lidské zdraví a produktivita práce

Lidé si obecně cení kvality vnitřního prostředí budovy tím více, čím horší je jejich tepelná pohoda v extrémních dnech (ať již horkých případně ledových). To sebou přináší i skutečnost, že jsou ochotni investovat/utrácet velké množství peněz, aby zlepšili aktuální tepelnou pohodu, bez ohledu na ekonomičnost jejich počinání. Současná hodnota peněz/tepelné pohody je proto vždy vyšší, nežli kdykoli v budoucnu.

Při výstavbě budov je proto vhodné mít na paměti, že způsob navržení budovy bude mít dopad na vnitřní pohodu v budově, lidské zdraví a v konečném důsledku i na produktivitu práce. Čím vyšší bude změna klimatu, tím větší efekt budou mít navržená adaptační opatření.

Vliv na lidské zdraví je enormní, studie Komise Evropských společenství zmiňuje, že nárůst průměrné teploty o 1°C zvyšuje v zemích EU úmrtnost zhruba o 1 až 3 %, největší obavy panují

ze zvyšující se průměrné roční teploty a z extrémních veder (Komise Evropských společenství, 2009). Stejně je tomu i u produktivity práce. Mezi nejmírnější vědecké studie řešící tuto problematiku patří studie Effect of Temperature on Task Performance in Office Environment (Seppänen, 2006), která vypočetla 10 % snížení produktivity práce při teplotě nad 30 °C. Samotná snaha o zlepšení tepelné pohody během tropických dnů a nocí pak může uživatele budov vyjít až na několik tisíc Korun za rok.

Adaptační strategie budov v městské části Praha 7 (PORSENNA, 2016) stanovila až 48násobný nárůst nákladů spojených se zlepšováním vnitřní pohody v budově, lidského zdraví a ztráty produktivity práce k roku 2060 (při předpokladu nárůstu průměrné roční teploty o 3 °C) u neadaptovaných budov. Vyjádřeno v peněžních jednotkách, tyto náklady budou činit až 12 000 Kč/osobu a rok v roce 2060 v případě neadaptovaných budov na změnu klimatu (PORSENNA, 2016).

Tabulka 8 udává vnitřní výnosové procento (IRR) podle typu novostavby a míře adaptace budovy při zohlednění dodatečných nákladů spojených se zlepšováním vnitřní pohody v budově a dopadů na lidského zdraví. Oproti kalkulaci IRR při započítání pouze úspory nákladů vycházejí téměř všechny varianty kladně, tj. IRR je vždy vyšší jak nula. Nejvyšší vnitřní výnosové procento dosahuje důkladně adaptovaný bytový dům s více jak 3 NP (2,47 %).

Tabulka 8: Vnitřní výnosové procento (IRR) s dodatečnými náklady vnitřní pohody v budově

Vnitřní výnosové procento (IRR)	Středně adaptovaná budova	Důkladně adaptovaná budova
Rodinný dům	-0,73 %	2,20 %
Bytový dům < 3NP	2,45 %	3,82 %
Bytový dům > 3 NP	3,26 %	4,78 %

Z obecného hlediska tedy můžeme konstatovat, že investice do důkladně adaptované budovy je relativně výnosná investice, neboť dosahuje úrokové míry v rozmezí od 2,27 % do 3,09 %. Vezmeme-li v potaz, že investice do domu je určitou formou „zajištění stáří“, neboť čím kvalitnější dům, tím lépe se v něm žije a tím vyšší je úspora provozních nákladů, můžeme investici porovnat s aktuálními výnosy penzijních fondů.

Tabulka 9: Výnosy penzijních fondů v %

Penzijní společnost	Odhad 2015	Výsledek 2014
Allianz PS	1,4 %	1,64 %
PS České pojišťovny	1,36 %	1,7 %
ČSOB PS	1,17 %	1,4 %
PS Komerční banky	1,16 %	1,35 %
AXA PS	1,07 %	1,46 %
NN PS	0,88 %	1,13 %
PS České spořitelny	0,81 %	1,42 %
Inflace	0,3 %	0,4 %

Zdroj: Olga Skalková, Jiří Hovorka, 2016

5. Použité zdroje

Skalková, O., Hovorka, J., Kolik vydělal váš penzijní fond? Příjemně překvapil, říká první porovnání, zpravy.aktualne.cz, online: <http://zpravy.aktualne.cz/finance/kolik-vydelal-vas-penzijni-fond-prijemne-prekvapil-rika-prvn/r~87f61fc6d57a11e5a8d7002590604f2e/>, citace: 4. 5. 2016, 2016

Komise Evropských společenství, Bílá kniha Přizpůsobení se změně klimatu: směřování k evropskému akčnímu rámci Komise Evropských společenství, 2009

Seppänen, O., Fisk, W., J., Lei, Q., J., Effect of Temperature on Task Performance in Office Environment, Lawrence Berkeley National Laboratory, online: <https://indoor.lbl.gov/sites/all/files/lbni-60946.pdf>, citace: 4. 1. 2016, 2006

PORSENNA o.p.s, Adaptační strategie budov v městské části Praha 7, zpracováno pro Glopolis, o.p.s., 2016

Centrum pasivního domu, Cena pasivního domu, online: <http://www.pasivnidomy.cz/cena-pasivniho-domu/t4063>, citace: 4. 1. 2016, 2006

Kurzy CZ, Srovnání hypoték, online: <http://www.kurzy.cz/hypoteky/srovnani-hypotek/>, citace: 4. 1. 2016, 2006

Kravčík a kol., Voda pre ozdravenie klímy – Nová vodná paradigma, online: http://www.waterparadigm.org/download/Voda_pre_ozdravenie_klimy_Nova_vodna_paradigma.pdf, citace 26. 5. 2015, 2007

Ing. Eva Ulbrichová, Ph. D., Les a záření, online: http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta_EKOL/lesazareni/slunecnizareni.htm, citace: 26. 5. 2016, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005

Doc. Mgr. Michal Hájek, Ph. D., Základy ekologie, citováno: 26. 5. 2015, Masarykova Univerzita, 2009

Prof. Ing. Jiří Vaverka, DrSc, Ing. Vladan Panovec, Pasivní domy III., online: <http://www.archiweb.cz/salon.php?action=show&id=1204&type=10>, citováno: 5. 9. 2015, 2006

Sustainable Sources, Xeriscape, online: <http://xeriscape.sustainablesources.com/#soilimprove>, citováno: 26. 5. 2016, 2014

Ing. Petr Polák, Kořenové čistírny odpadních vod - ekonomika výstavby a provozu, online: <http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/7839-korenove-cistirny-odpadnich-vod-ekonomika-vystavby-a-provozu>, citováno: 26. 5. 2015, 2011

Petr Darmovzal, Polsko se potýká s nedostatkem elektrické energie a zavádí regulační opatření, online: <http://www.enviweb.cz/clanek/energie/103783/polsko-se-potyka-s-nedostatkem-elektricke-energie-a-zavadi-regulacni-opatreni>, citováno: 12. 10. 2015, 2015

UrbanAdapt, „Adaptace města Prahy na klimatické změny“ - Projektová zpráva z pracovního semináře, online: <http://urbanadapt.cz/cs/system/files/downloads/projektova-zprava-seminar-praha.pdf>, citováno: 5. 9. 2015, 2015

Svaz zakládání a údržby zeleně, Zelené střechy, zelené fasády, zelená parkoviště, online:
<http://www.zelenestrechy.info/UserFiles/File/zelene-strechy-2005.pdf>, citováno:
26. 5. 2016, 2005

Petr Havelka, Oběhové hospodářství je stále populárnější, mělo by zajistit recyklaci 70 %
komunálních odpadů, online: Zdroj: <http://havelkapetr.blog.idnes.cz/blog.aspx?c=464580>,
citováno: 19. 9. 2015, 2015

Asio, spol. s.r.o., Možnosti úspor v restauracích a hotelových provozech, webinář 26. 8. 2016

6. Pojmy

ALBEDO	je míra odrazivosti tělesa nebo jeho povrchu
BROWNEFIELD	území nedostatečně využívané, zanedbané (často kontaminované), vzniká jako pozůstatek průmyslové, zemědělské, rezidenční, vojenské či jiné aktivity
EFEKT KAŇONŮ	nárůst vertikálních ploch, které přispívají ke zvýšení jak pohlcování tak i odražení slunečního záření na svých površích, a dále brání proudění vzduchu, které by za normálních okolností mohlo přispět ke snižování teploty
EVAPOTRANSPIRACE	celkový výpar daného subjektu nebo území, skládající se z fyzikálního (evaporace) a fyziologického (transpirace) výparu
HYPERTERMIE	nevyhnutelné přehřívání organismu
INTRAVILÁN	souhrnné označení pro zastavěné plochy obcí, popřípadě pro zastavěné plochy a plochy určené k zástavbě
PCM MATERIÁLY	Phase Change Materials, tedy materiály s látkovou přeměnou využívající latentní teplo
SOLÁRNÍ/ SLUNEČNÍ ZISKY	tepelný zisk zasklení ze slunečního záření, které je obvykle v dané lokalitě k dispozici, z orientace oken, trvalého stínění a charakteristik solární propustnosti a pohltivosti
ŠEDÁ VODA	mírně znečištěná voda z umyvadla, sprchy, vany, pračky, myčky a kuchyňského dřezu
TEPELNÁ STABILITA INTERIÉRU	schopnost interiéru udržet teplotu po co nejdelší dobu a s co nejmenší závislostí na změnách teploty v exteriéru stabilní
TEPELNÝ OSTROV MĚSTA (UHI)	oblast města, která je výrazně teplejší než okolí