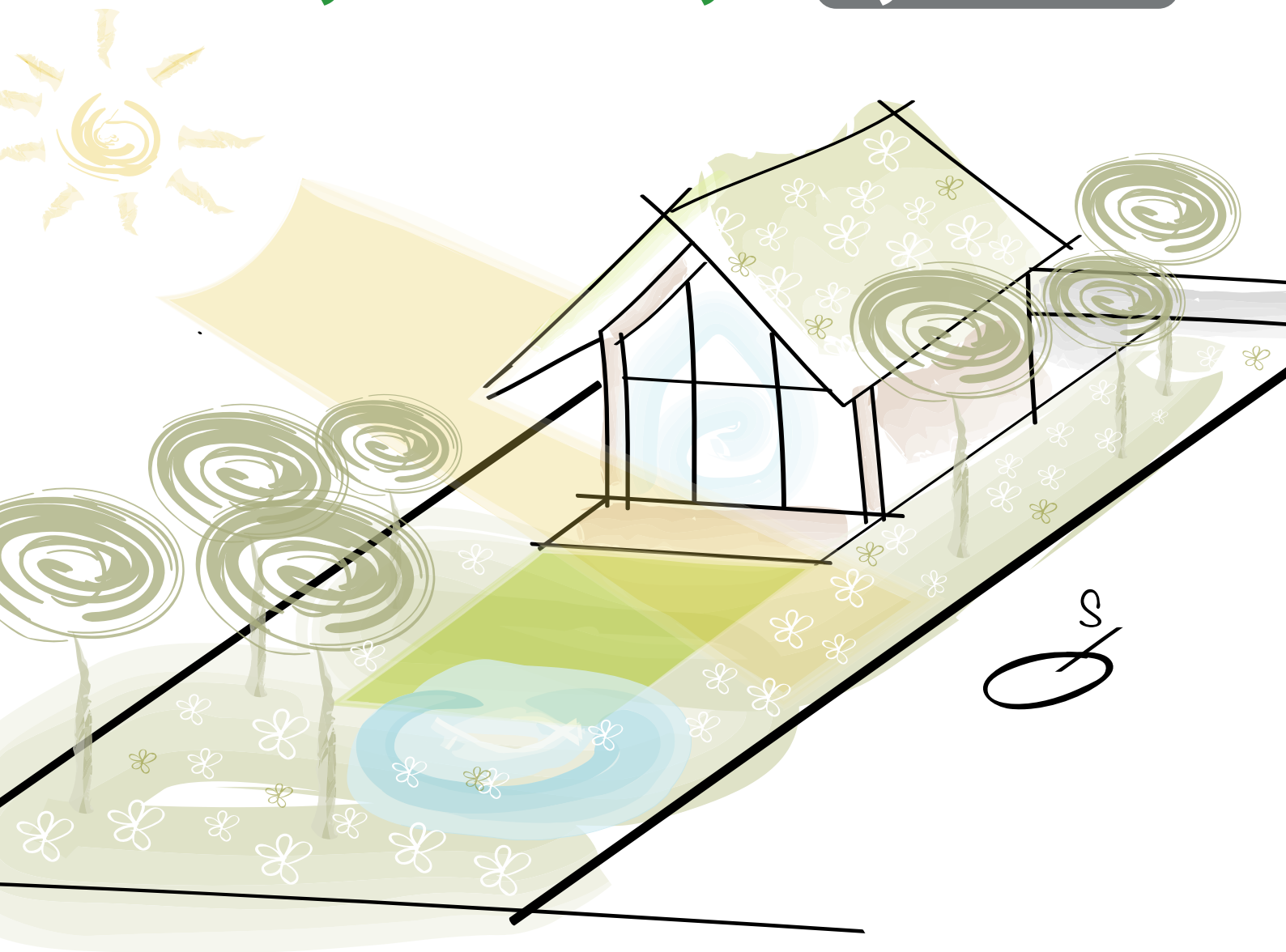


klima  nadoma

Průvodce klimaticky odolným, zdravým a šetrným bydlením











ing. arch. Libor Kodl

2020

OBSAH

Úvod	3
Umístění a orientace staveb	4
Tvar budovy	7
Povrchy	10
Zelené střechy a fasády	16
Recyklace vody	20
Řízená ventilace domu a chlazení	25
Obnovitelné zdroje energie	30
Obálka budovy	34
Stavební materiály	42
Stínění výplní otvorů	44
Kam dál?	47

NÁPOVĚDA

-  – opatření proti chladu
-  – opatření proti horku
-  – kvalita vzduchu interiéru
-  – úspora vody
-  – je třeba řešit v rámci územního plánování (a/n)
-  – lze aplikovat pro novostavbu (a/n)
-  – lze aplikovat i pro stávající výstavbu (a/n)
-  – snižování emisí (-/0/+)

Tato elektronická publikace z ediční řady #KlimaNaDoma představuje v 9 kapitolách základy přizpůsobení obytných budov probíhajícím a očekávaným dopadům změny klimatu. Rostoucí teploty, změny v rozložení srážek v místě a čase, problémy se suchem a výkyvy počasí nás nutí více přemýšlet, jak docílit lepší odolnosti našich domů proti těmto změnám.

Odolnost proti přehřívání, suchu a zhoršené kvalitě vnitřního a vnějšího prostředí úzce souvisí s naším zdravím. Odolné budovy by měly být také zdravé a pohodlné. Stejně tak by měly být nenáročné na energii, protože tu často čerpáme z fosilních paliv a neobnovitelných zdrojů, a tím dále zhoršujeme stav klimatu.

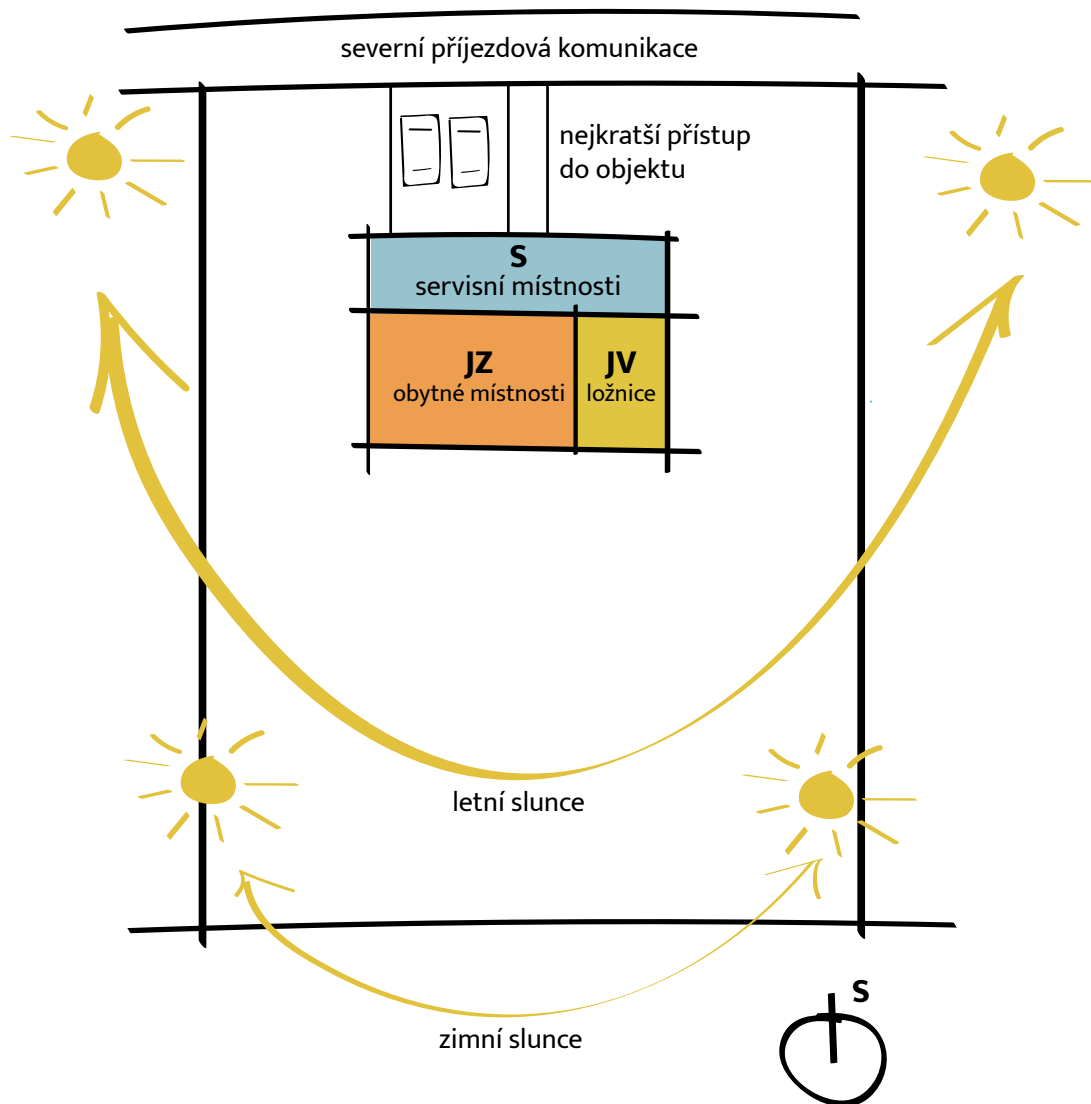
Dnes jsou stavební předpisy již přísné a nové budovy musí splňovat řadu parametrů, zejména pokud jde o úspornost jejich provozu. Ale na kvalitu života v letních vedrech a na další souvislosti s proměňujícím se klimatem už tolik nemyslíme. Přitom u novostaveb je vždy mnohonásobně snazší docílit potřebné kvality a funkce, než u dodatečných opatření. To platí také o finanční návratnosti úprav. Pokud je provedeme ihned a najednou, ekonomický efekt je příznivý. Pokud postupně a dodatečně, nemusí se vůbec finančně vyplatit.

Proto přinášíme krátký a doufejme srozumitelný přehled 9 zásadních aspektů klimaticky odolných budov sepsaný mladým architektem Liborem Kodlem. Jednotlivé aspekty jsou doplněny klíčovými principy. Uvádíme také příklady konkrétních opatření na budovách doplněné autorskými kresbami.

Naše knížka je určena všem, kdo se chystají vybírat, stavět či upravovat svoje bydlení. Stejně dobře ale poslouží pro základní orientaci v klimaticky odolném stavění komerčním investorům nebo veřejné správě. Chceme jim ukázat, jak budeme muset stavět, aby domy, které dnes postavíme, zůstaly dobře obyvatelné i v příštích desetiletích. Bude to doba, kdy průměrná teplota vzroste možná o několik stupňů Celsia a v důsledku nelineárních vazeb v celém globálním systému se prostředí, ve kterém žijeme velmi promění. Není jisté, jak rychlá a hluboká to bude proměna, ale jistě víme, že se na charakteru našich domovů, domů a sídel podepíše zásadně. Pojďme se na ní připravit.

Mirek Lupač,
Agentura Koniklec

UMÍSTĚNÍ A ORIENTACE STAVBY



Ideální umístění a orientace rodinného domu na pozemku

Umístění objektu a jeho orientace mohou při správném provedení **ušetřit 30–50 % nákladů na vytápění** a zajistit světelnou pohodu (osvětlení a oslunění) interiéru i přilehlého exteriéru (dvora, zahrady). To vše bez jakéhokoli navýšení počátečních nákladů! Nevýhodou je, že už ve fázi územního plánování může být využití těchto přirozeností zcela znemožněno.

Existuje několik obecně platných zásad, jak nejen s ohledem na úsporu energií členit pozemky pro výstavbu a jak na ně stavební objekty umísťovat. Samozřejmě je nelze uplatňovat vždy a za každou cenu, stále se musí citlivě vyvažovat i s dalšími aspekty jako je např. morfologie terénu, přítomnost významných krajinných prvků, kulturních památek, výhledy, vztah k již existující zástavbě a mnoho dalších.

Pracujeme s neosídleným územím na severní polokouli v mírném klimatu, bez významných vazeb na okolí a s rovinatým homogenním terénem. Pokud vám to připadá jako příliš sterilní a nereálná imaginace, pak vězte, že je to naprosto typický způsob využití území v posledních 25 letech, developerem poeticky zvaný „na zelené louce“, laickou veřejností pak „satelit“. (Pomiňme v tuto chvíli vhodnost takového využití území ve srovnání např. s intenzifikací nepoužívaných průmyslových areálů v intravilánu – tzv. „brownfields“.)

Umístění na pozemku ❄️ ☀️ U N M+

V takovém případě je ideální dělit území tak, aby maximální počet nově vzniklých pozemků měl **přístup (vjezd) na parcelu ze severní strany**, případně ze severovýchodního nebo severozápadního rohu. Nejvhodnější **umístění budovy je pak v severní části pozemku**, abychom minimalizovali vzdálenost vchodu do domu a vchodu na pozemek, resp. minimalizovali povrch komunikací a zároveň maximalizovali plochu „zahrady“, navíc s jižní orientací, tedy s přístupem slunečních paprsků.

Klíčový princip

Umístění domu a přístupové komunikace v severní části pozemku.

Orientace stavby ❄️ ☀️ U N M+

V rámci dispozičního řešení se snažíme o **orientaci obytných místností od jihu po západ, ložnic na východ a servisních místností na sever**. Za předpokladu správné velikosti oken pak větší prosklené plochy orientované na jih v zimních měsících generují poměrně značné solární tepelné zisky – u některých budov to může být během slunečných dnů i při teplotách pod nulou jediný a dostatečný způsob vytápění. Naopak minimální plochy oken v servisní severní části domu zabrání velkým tepelným ztrátám, neboť okny (včetně trojskel) se ztrácí až 4× více tepla než obvodovým zdivem.

Klíčový princip

Orientace obytných místností od jihu po západ, ložnic na východ, servisních místností na sever.

Toto uspořádání však může přinést naopak negativní efekt v letních měsících, kdy kvůli solárním ziskům dochází k přehřívání místností. Proto je nutné zároveň instalovat stínící prvky, jak se dočteme v dalších kapitolách.

Teorie parcelace, umístění objektu v rámci parcely i jeho orientace ke světovým stranám, zdá se, není nikterak složitá. Ale jak to často funguje v praxi? Bohužel vedení obcí nemá často sílu a odvalu čelit majitelům nezastavěných pozemků, kteří je chtějí zcela pochopitelně zhodnotit. Schopnost urbanisty, pokud si chce udržet práci, čelit tlaku na takto tendenční zadání je omezena v podstatě jen na doporučení a přemlouvání – oporu v legislativě má minimální. Pokud zakázku odmítne, hledá se jiný, méně zásadový a často méně kvalitní zpracovatel.

Často se pak role územního plánování chopí neviditelná ruka trhu s jasným rukopisem: Minimum komunikací a veřejných prostranství, maximum stavebních parcel o menší ploše, aby byly dostupné širšímu spektru potenciální klientely. Prostor pro zamyšlení nad orientací pozemků a vjezdů na ně je v tomto modelu omezen na minimum.

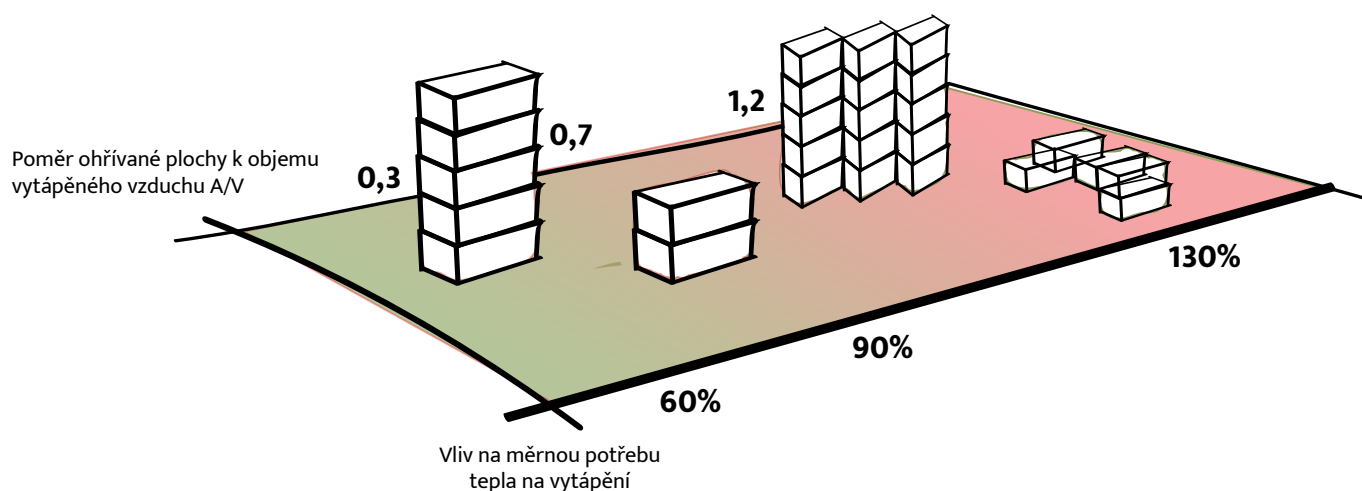
Celé této bizarní situaci pak nasadí korunu jednotliví stavebníci na těchto parcelách, kteří ve velice krátkozraké touze ušetřit cca 0,5 % z celkových nákladů na pořízení bydlení na celý život odmítnou služby architekta. Ten jim přitom nabízí individuální řešení na míru jejich potřebám a s ohledem na stavební pozemek. Stavebníci ale sáhnou pro katalogové řešení a stavbu na pozemku prostě nějak natočí, aby se vjezd do garáže nacházel poblíž vjezdu na pozemek.

Adaptační efekt opatření

Správná orientace a umístění stavby na pozemku může objekt ochránit před přehříváním a extrémními meteorologickými jevy.

Mitigační efekt opatření

Správné umístění stavby ušetří energie na vytápění, tedy i emise s tím související. Přitom emisní investice do tohoto opatření je v podstatě nulová.



Vztah poměru ohřívání plochy a objemu vytápěného vzduchu (A/V) k měrné potřebě tepla na vytápění

Klíčovým pozorovaným jevem je s ohledem na sledovanou problematiku poměr ochlazované (zahřívání) plochy (A) k objemu vytápěného (ochlazovaného) vzduchu (V).

Ač může působit nenápadně, tak správný poměr A/V znamená markantní rozdíly v energii potřebné na vytápění budov. Rozdíl mezi ideálním a nevhodným provedením je více než dvojnásobný! V tomto směru je **ideálním tvarem polokoule**, převedeno do běžně stavěného tvaru rodinných domů je to krychle. U bytové výstavby pak „více krychlí na sobě“. Typickým reprezentantem této kategorie je např. nejběžnější panelový sedmipatrový dům, pokud by byl bez lodžií a balkónů. Opačným, nevhodným je např. Habitat 67 – obytný objekt v Montrealu architekta Moše Safdieho.

Klíčový princip

Minimalizace ochlazovaných ploch na obálce budovy.



Obrázek 1: Ideální tvar s ohledem na poměr ohřivané plochy a objemu vytápěného vzduchu (A/V) – foto: Pinterest

Rozhodně ale nechceme vyzývat k upřednostnění nudné a deprimující výstavby na úkor krásných a hodnotných staveb (Habitat 67 je dokonce zapsán na seznamu UNESCO).

Tvar budovy, coby „opatření“, má tu výhodu, že náklady na něj jsou nulové, často v podstatě záporné (byť lze uplatnit většinou pouze u novostaveb). Avšak jeho přehnaným dodržováním lze způsobit mnohem více škody na životním prostředí než užitku. **Architektura kolem nás je nedílnou součástí našeho životního prostředí** a má významný dopad na psychické zdraví a životní pohodu – bohužel zatím většinou negativní. Proto užívejme stavebních prvků uváženě, omezujme zbytečné výčnělky a zákoutí nebo komplikované tvary bez zřejmého estetického přínosu.



Obrázek 2: Moše Safdie – Habitat 67, méně vhodný tvar s ohledem na poměr ohřivané plochy a objemu vytápěného vzduchu (A/V – foto: building.ca)

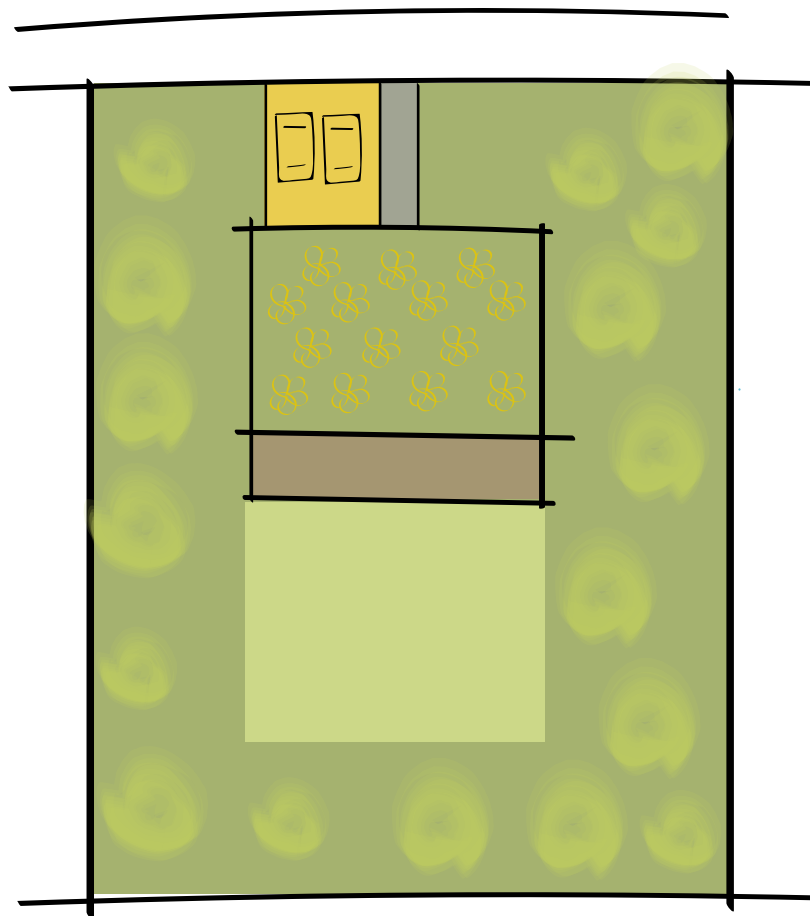
Též při tvorbě regulačních plánů se musí citlivě hodnotit, co vše je ještě nezbytné pro splnění záměru. V tomto ohledu například vyčnívá velice častý regulativ požadující šikmé střechy pro nově vznikající příměstskou výstavbu za účelem „venkovského vzhledu“.

Adaptační efekt opatření







Tvar domu může objekt ochránit před přehříváním a snižovat dopady extrémních meteorologických jevů. Tvar fasády a střechy může významně ovlivnit možnost využití vegetačního pokrytí.

Mitigační efekt opatření

Vhodný tvar domu ušetří energie na vytápění, tedy i emise s tím související, přitom emisní investice do tohoto opatření je nulová až záporná.



Legenda povrchů

-  Luční vysoko střížený trávnik
-  Nízko střížený trávnik
-  Částečně propustný povrch - např. prkna na roštu
-  Zpevněná plocha
-  Polopropustný povrch - např. zatravnovací tvárnice
-  Zelená střecha



Příklad členění povrchů v rámci pozemku s rodinným domem

Sledujeme dvě vlastnosti povrchů tvořících vnější **obálky budov a bezprostřední okolí** sídelních útvarů s vlivem na kvalitu jejich mikroklimatu – **propustnost a odrazivost**.

Taktéž bychom mohli dělit povrchy na povrchy na budovách a mimo ně, ovšem slunce ani déšť si nevybírají, nač dopadají, a fyzika je také pro všechno stejná. Přesto se vegetačním střechám a fasádám bude věnovat celá jedna z dalších kapitol.

Propustnost povrchů        

Propustnost je zásadní z pohledu **zadržování a vsakování dešťových vod**. Obecně lze říci, že čím propustnější povrch je, tím lépe umožní akumulaci a zadržování deště, což je efekt v naší zemi žádaný. Česko se nazývá „střechou Evropy“, a to proto, že se na jeho území nachází hranice tří úmoří (Černého, Severního a Baltského moře). To má spolu s nevhodnou meliorační činností, bezohlednou zemědělskou praxí a rostoucí plošnou výstavbou posledních cca 80 let za následek, že většina dešťové vody, která dopadne na naše území, oteče vodními toky do moří. Tento jev již dosáhl pomyslné hranice udržitelnosti, což v praxi znamená, že klesá zásoba podzemních vod, která je přímo úměrná schopnosti krajiny zadržet vodu. Zároveň je třeba vnímat rychlost, jakou voda krajinou protéká. Rychlost odtoku roste skokově v závislosti na intenzitě srážek, což má za následek bleskové povodně.

Aplikací propustných povrchů se navyšují (navrací) zásoby podzemní vody, eliminují se nároky na dešťovou (nebo dokonce jednotnou) kanalizační síť, snižuje riziko a rozsah bleskových povodní a v kombinaci s vhodnou vegetací (stromy, vysoké traviny,...) se v horkých dnech díky odpařování ochlazuje vzduch. Mluvíme přitom o aplikaci na pozemcích a zahradách jednotlivých budov. Mnohem většího efektu se dosáhne uplatněním v urbanizovaných veřejných prostranstvích a na plochách zemědělských)

Naštěstí je v posledních letech vyžadováno důsledné dodržení související legislativy, tedy zejména vodního zákona, prováděcí vyhlášky stavebního zákona o obecných požadavcích na využívání území č. 501/2006 Sb. a vyhlášky o technických požadavcích na stavby č. 268/2009 Sb.. Z té vyplývá, že pokud je to možné, musí se při nové výstavbě nebo při významných změnách té stávající, zajistit 100% vsak na vlastním pozemku.

Klíčový princip

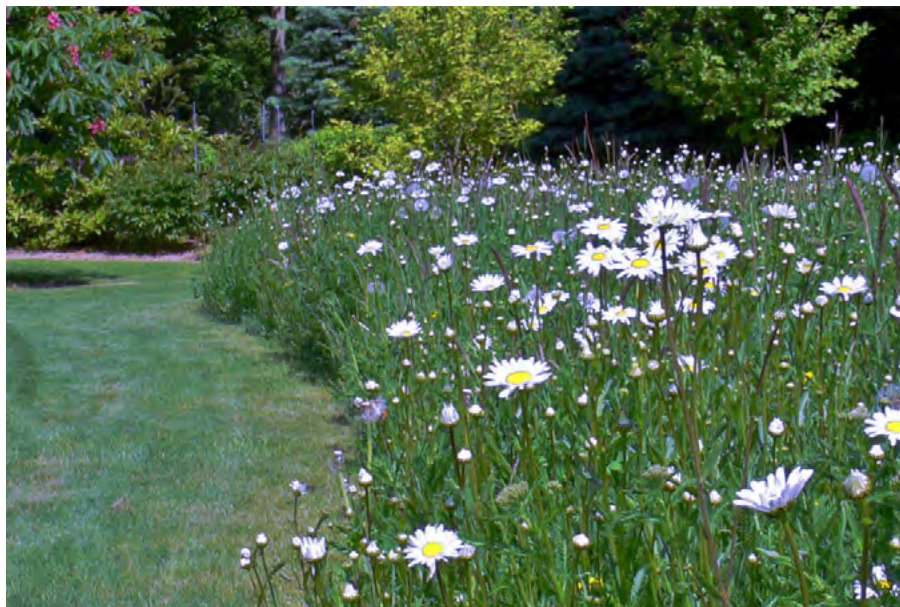
Zajištění 100% vsaku a využití srážkové vody na vlastním pozemku.

Jak na to? Nečekaně lehce. Téměř každý se může na své zahradě zamyslet nad několika drobnostmi, a to během nové výstavby, i kolem již hotových staveb. Zkusme **nahradit betonové a asfaltové chodníčky a terasy materiály propustnými – štěrkopískem, mlaty, zatravnovacími tvárnicemi, případně jen dlaždicemi s většími spárami**, prkennými terasami atd. Máme tolik zpevněné plochy, protože ji využíváme, nebo proto, že ji nechceme sekat?



Obrázek 3: Příklady povrchových úprav pozemku

Sekání trávníku na pozemku si také zaslouží zmínku. Stále můžeme pozorovat zvyk soutěžit se sousedem o rovnější a kratší trávník. Taková wimbledonská travička má bezesporu své kouzlo a pro kvalitní tenisový zápas je nepostradatelná, ale buď spotřebuje spoustu vody na zalévání (a další energie a času na sekání), nebo v letních měsících trpí suchem a ztrácí na kvalitě. Přitom stačí, třeba jen **na části zahrady, nesekat**. Po pár týdnech vyrostе taková „domácí louka“, která majitele odmění mnohonásobně vyšší akumulací vody, delší životností a rozmanitější faunou a flórou.



Obrázek 4: Výška stříhu trávníku hraje zásadní roli

Pro těžko transformovatelné nepropustné povrchy (nezelené střechy) je možno využít svedení a akumulace dešťových vod a jejich následné využití (o tom v dalších kapitolách).

V místech se zvýšeným rizikem zásaku škodlivých látek (průmyslové a výrobní areály, hromadná parkoviště apod.) je užití propustných povrchů podmíněno účinnou filtrací těchto látek např. pomocí lapačů olejů, odlučovačů ropných látek apod.

Dalšími sledovanými vlastnostmi jsou odrazivost materiálu (vyjádřená činitelem odrazu $\rho = \Phi_r/\Phi_0$ vyjadřujícího poměr odraženého světelného toku k dopadajícímu) a infračervená emitance, které lze souhrnně vyjádřit koeficientem SRI (solar reflectance index). To je hodnota, jež udává schopnost odrážet sluneční teplo za malého nárůstu teplot. Je definováno, že standardní černé těleso s odrazivostí 0,05 a emitancí 0,9 má SRI index 0, zatímco standardní bílé těleso s odrazivostí 0,8 a emitancí 0,9 má SRI index 100. Čím vyšší SRI index, tím výhodnější je potom materiál pro zamezení přehřívání povrchů. Obecně se jedná o **materiály světlé barvy a hladkého povrchu**. Ne náhodou je proto bílá barva převažující barvou ve Středomoří nebo třeba v Arabských Emirátech, pokud bychom měli zabrousit do modernější architektury. Tento efekt je zjevný především ve větších městech, kde může výrazně přispět ke snižování efektu tzv. městského tepelného ostrova.

Podrobněji se studiem odrazivosti zabývá Vítězslav Kumpán ve své [bakalářské práci](#).

Klíčový princip

Maximální aplikace světlých povrchů s vysokou odrazivostí.

Materiál	Činitel odrazu ρ [%]
Matný hliníkový povrch	55–60
Leštěný povrch nerezové oceli	55–60
Žula	~44
Cihly červené	~25
Dřevo (dub)	30–49
Sádra	~80
Malta velmi jasná	~50
Malta tmavá	~25
Malba bílá	76–88
Malba tmavě žlutá	47–67
Malba tmavě červená	17–39

Tabulka 1: Porovnání činitele odrazu pro různé materiály (zdroj: KUMPÁN, Vítězslav. Studium odrazivosti materiálů. Bakalářská práce. VUT Brno, 2011)

Aplikace takto odrazivých povrchů může být naopak kontraproduktivní na horské samotě, kde je třeba, aby povrchy teplo absorbovaly a budovu zahřívaly.

Navyšování indexu SRI lze uplatnit jak na nové, tak stávající zástavbě, ale i na površích komunikací a veřejných prostranstvích, ovšem jako u většiny opatření je nutné posuzovat případný zásah v širších souvislostech – např. v památkově chráněných územích, nebo prostě jen proto, že když bude každá budova bílá, bude to nuda.

Adaptační efekt opatření

Ochrana před přehříváním budov, zmenšení rizika bleskových povodní nebo vysychání studní. Minimalizace vzniků tepelných ostrovů ve městech.

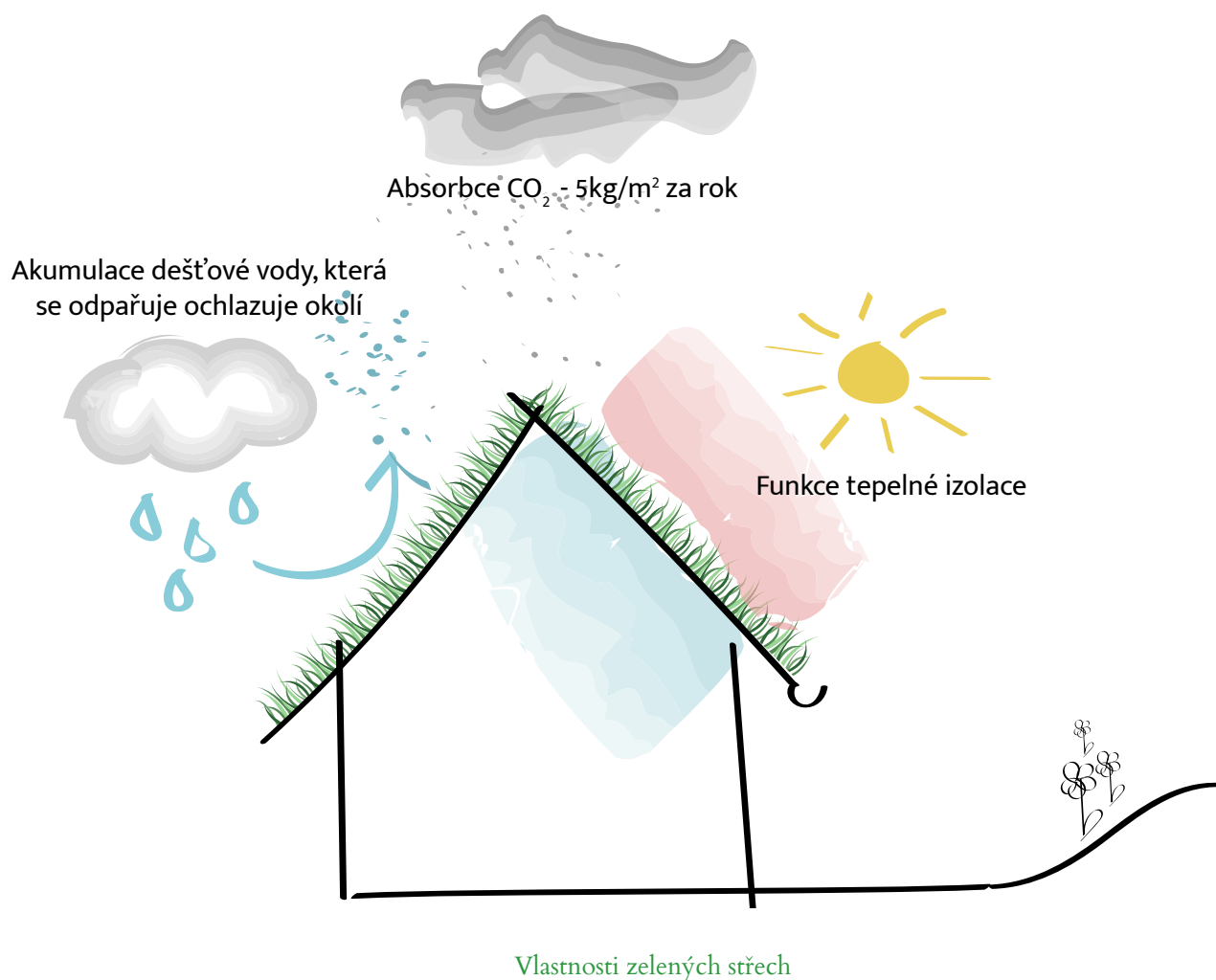
Mitigační efekt opatření

Primární efekt spočívá v omezení emisí na chlazení budov, pokud se maximalizují nasákové odrazivé povrchy doplněné o vhodnou vegetaci.

Sekundární efekt může být rozmanitý a rozsáhlý a je třeba si uvědomit všechny související procesy. Jen namátkou:

- méně emisí při sekání trávy a výrobě sekaček při využívání vhodné vegetace,
- méně emisí při obsluze čističek a výrobě jejich technologií v případě odklonění srážkových vod z kanalizačních řadů,
- méně emisí během výroby a používání nepřeberného množství náročných technologií na likvidaci dopadů bleskových povodní.

ZELENÉ STŘECHY A FASÁDY



Zelené střechy       

Označení „zelené střechy“ se vžilo pro přesnější pojem vegetační nebo ozeleněné střechy. Toto téma rozvíjí předchozí kapitolu a zaslouží si podrobnější výklad. Zcela zásadní jsou výhody těchto zelených prvků: akumulace dešťových vod (hlavně střechy), tepelná akumulace, resp. izolace v létě i v zimě, nízká povrchová teplota v létě, zachycování prachu, asimilace CO₂ (5 kg/m² a rok) a estetika.

Nevýhodou je vyšší pořizovací cena (ta je ale vyvážena návratností a v současnosti i dotačním programem [Nová zelená úsporám](#) a nemožnost aplikace na některé stávající střechy bez zesílení nosné konstrukce. Možnosti zelených střech jsou pak často limitovány místy i zcela nelogickými regulativy v rámci územně plánovacích podkladů, kdy výstavba musí dodržet minimální sklon vyšší než 30°, což je pro mnoho druhů střech sklon příliš velký. Některé regulace dokonce nařizují i barvu střechy. Pravdou však je, že tyto regulace poslední dobu z regulačních i územních plánů postupně mizí, či se zmírňují. Úlevu v tomto směru přináší i masivnější rozšíření sortimentu druhů rostlin pro šikmé střechy. Existují i obce, které umožňují v nějaké formě započítávat zelené střechy do koeficientu zeleně. To zní sice naprosto logicky, ale bohužel se jedná zatím spíše o výjimky. Dobrým příkladem je město Říčany, kde se pro nové budovy s plochou nad 300 m² [zavádějí zelené střechy povinně](#).



Obrázek 5: Zelená střecha

Dle druhu vegetace a s tím související potřebou substrátu a údržby lze střechy rozdělit na intenzivní, extenzivní a různé kombinace těchto dvou hlavních typů. Intenzivní střechy tvoří zpravidla vyšší rostliny, trávy i křoviny a vyznačují se větším objemem nadkořenové i kořenové části. V důsledku toho rostou nároky na objem substrátu a nosnost konstrukce a zpravidla je nutností častější zálivka a náročnější údržba. Odměnou je pak ale větší intenzita výhod zmiňovaných v úvodu.

Extenzivní střechy mají nižší vrstvy substrátu a vyznačují se menšími nároky na vegetaci i údržbu. Jsou pro ně typické různé mechy, sukulenty a pod. Rovněž vyžadují nižší vrstvy substrátu, díky čemuž i méně zatěžují nosnou konstrukci střechy.

Cena střechy do značné míry závisí na zvoleném typu vegetace, ale pohybuje se v rozmezí 800–2500 Kč za m², přičemž výše dotace může být až 800 Kč za m².

Ozeleněné fasády        

Ozeleněné fasády lze dělit podobně jako střechy, pochopitelně přiměřeně tomu, jakou konstrukci pro substrát a zálivku použijeme. Na fasády lze využít vhodných popínavých rostlin. Nejčastější chybou při aplikaci zelené obálky budovy je špatně odhadnutá schopnost udržet ji při životě – ať už technologicky, nebo s ohledem na obyčejnou lidskou sílu, resp. lenost. Výhodou popínavých rostlin je, že nároky na přežití jsou na naší činnosti v podstatě nezávislé, nároky na doplňující konstrukce rovněž.



Obrázek 6: Zelená fasáda, foto: Libor Kodl

Adaptační efekt opatření

Omezení přehřívání budov, zmenšení rizika bleskových povodní. Minimalizace vzniků tepelných ostrovů ve městech, díky odpařování mají pozitivní vliv i na teplotu vzduchu v okolí budovy.

Klíčový princip:

Prostřednictvím vegetační střechy zadržet 20–90 % srážek.

Mitigační efekt opatření

Primární efekt spočívá v omezení emisí z chlazení a vytápění budov a rovněž pohlcování CO₂ v rámci fotosyntézy.

Sekundární efekt

- méně emisí při obsluze čističek a výrobě jejich technologií v případě odklonění srážkových vod z kanalizačních řadů,
- méně emisí během výroby a používání nepřeberného množství náročných technologií na likvidaci dopadů bleskových povodní.

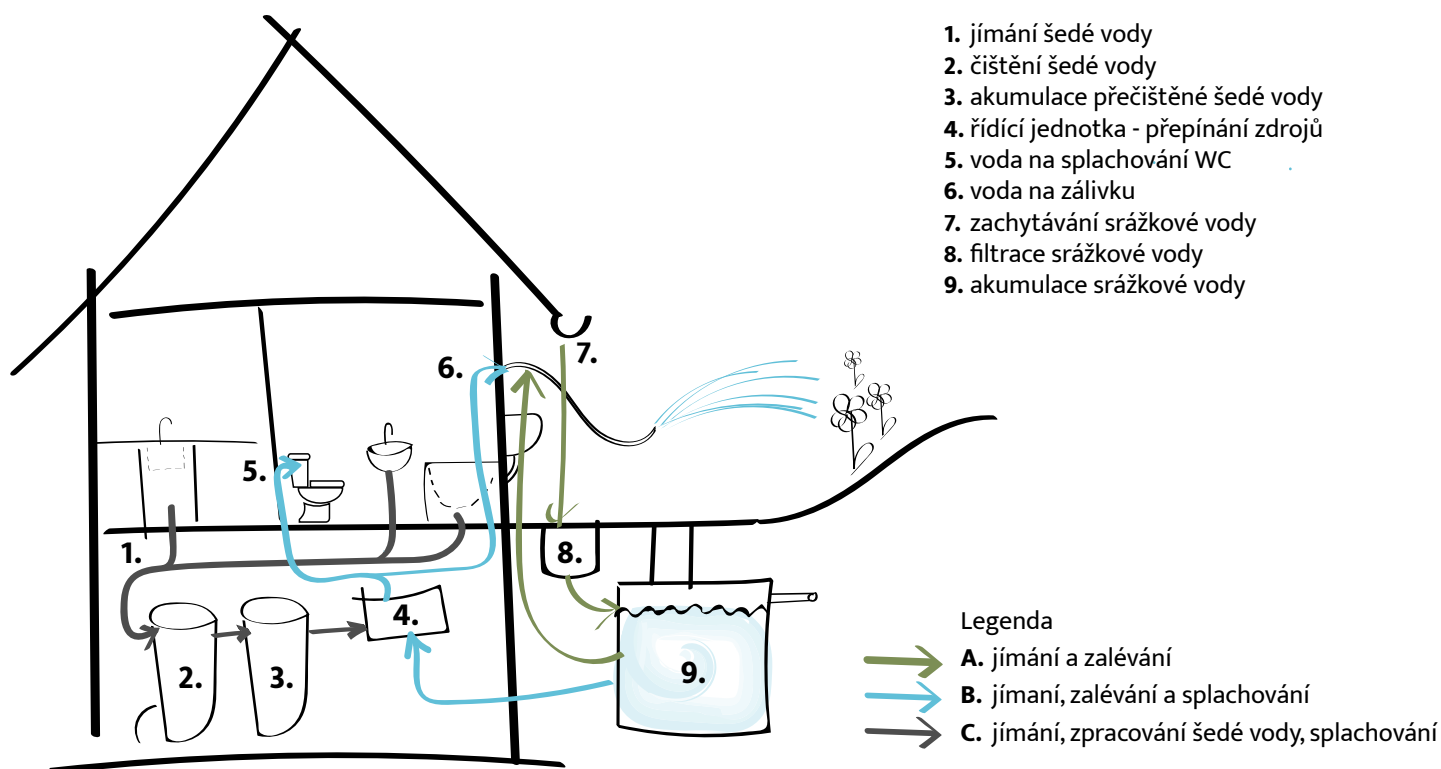
Podle studie skupiny autorů z helsinské univerzity a finského meteorologického ústavu lze v rámci zelených střech ročně zachytit 16–23 kg/ha NO₂, 4–6 kg/ha SO₂, 30–44 kg/ha O₃ a 8–12 kg/ha PM_x. Podrobněji [zde](#).

Užitek	Způsob vyjádření užitku	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Úspora energií	procentní úspora na vytápění a chlazení	6 %	51 %
	rozpětí ročních úspor energií vztažených na m ² zelené střechy (kWh) zahrnující úspory na vytápění/chlazení	7 kWh	116 kWh
	roční úspora nákladů na energie	31 Kč/m ²	511 Kč/m ²
Snížení nákladů na čištění vody v rámci ČOV	snížení odtoku srážkové vody v závislosti na výšce půdního profilu (2,5 cm / 10,1 cm)	20 %	90 %
	roční úspory za točné u zelené střechy v závislosti na výšce půdního profilu	4 Kč/m ²	18 Kč/m ²
Prodloužení životnosti izolace / střechy	jednorázové úspory nákladů spojených s delší životností izolace	342 Kč/m ²	656 Kč/m ²
Snížení hluku	jednorázové úspory nákladů na odhlučnění stropů	230 Kč/m ²	270 Kč/m ²
Snížení emisí NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , PM _x	roční užitek ze zachycení emisí resp. odbourání negativního vlivu na zdraví, životní prostředí, infrastrukturu a klimatickou změnu (nezahrnuje snížení emisí z důvodu snížení spotřeby energií)	0,52 Kč/m ²	5,19 Kč/m ²
Redukce skleníkových plynů (CO ₂)	roční užitek dle výše průměrné škody způsobené emisí CO ₂ (dle IPCC)	0,04 Kč/m ²	0,06 Kč/m ²

Tabulka 2: Ekonomická výhodnost zelených střech

(zdroj: *Zásady pro rozvoj adaptace na změnu klimatu ve městě Brně: s využitím ekosystémově založených přístupů*)

RECYKLACE VODY



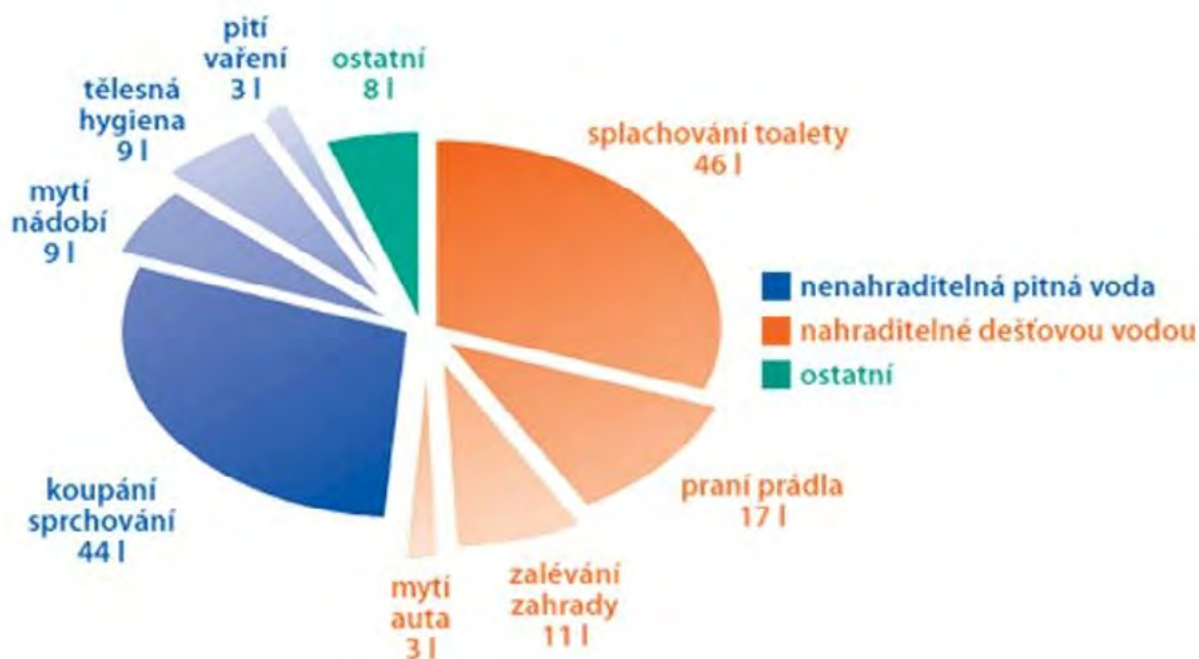
Vícetupňový systém zadržování a zpětného používání dešťové a splaškové vody

Toto široké téma propojuje celou řadu opatření s možností různé vzájemné provázanosti. Pokusme se je tedy rozdělit do jistých kroků (stupňů) tak, abychom postupně zvyšovali efektivitu a zároveň i technickou a finanční náročnost, zrovna tak jako návratnost.

Na začátku uvedeme několik hodnot pro lepší představu:

Roční úhrn srážek se v rámci země liší, ale můžeme počítat s přibližnou hodnotou 600 mm za rok. To je např. pro rodinný dům o ploše střechy 150 m² přibližně 90 m³ vody, tedy 90 000 litrů.

Denní výpočtová spotřeba 4členné rodiny je 600 l (ačkoliv reálná spotřeba je nižší). To je 219 000 litrů za rok. Z toho je pouze asi 19 % spotřeba vody, která musí být pitná (pití, jídlo, vaření, osobní hygiena), dalších 30 % se počítá na koupání a sprchování, na něž také využíváme pitnou vodu, ale při kvalitní filtraci ji lze nahradit vodou dešťovou.



Obrázek 7: Denní spotřeba vody na jednoho obyvatele

Celých 51 % tvoří voda na praní, mytí auta, zalévání zahrady, splachování WC, jíž lze nahradit vodou dešťovou nebo vodou šedou (to je odpadní voda svedená ze sprch a umyvadel, nikoli ze dřezu!). **Voda na splachování tvoří 31 % z celkové spotřeby vody, tj. téměř 68 000 litrů!**

Jeden litr pitné vody stojí zhruba osm haléřů. Z toho mimo jiné plyne, že průměrná rodina spláchne asi 5500 Kč za rok.

Akumulace dešťových vod

Jak již bylo řečeno v kapitole Povrchy, při nové výstavbě musí být zajištěna – řečeno ošklivým slovem z naší legislativy – likvidace dešťových vod ze 100 % na vlastním pozemku. Prvním a v podstatě povinným stupněm je tedy akumulace dešťových vod. Nejedná se o žádný převratný vynález, výborně poslouží např. i sud pod okapem, sofistikovanější verze počítá s většími nadzemními, v lepším případě podzemními nádržemi o objemu několika m³, pro náš příklad postačí 6 m³. Takto pochytaná voda se použije např. pro zalévání zahrady nebo květináčů. V této základní verzi je možné opatření aplikovat v podstatě kdekoli i pro kompaktní městskou zástavbu. Přebytná voda se přepadem buď svede tam, kam tekla doposud, nebo se vhodněji (u novostaveb nutně) vsákne nepřeborným množstvím druhů zasakovacích těles a jezírek na pozemku.

Využití dešťových vod pro splachování

Druhým stupeň představuje napojení takové nádrže na vodovodní okruh pro splachování toalet, případně i praní. Před nádrží musí být osazen filtr hrubých nečistot. Měkká dešťová voda lépe rozpouští prací prostředky, neusazuje a netvoří vodní kámen. Hygienicky je praní v dešťové vodě nezávadné. Součástí vnitřního vodovodu je řídicí jednotka, která automaticky přepíná zdroje vody, pokud dojde zásoba dešťovky.

Ve třetím stupni se k tomuto zařízení napojí ještě šedá voda. Toto řešení vyžaduje dvě nádoby navíc – filtrační a akumulaci pro přefiltrovanou vodu. Ta už je přímo opět napojena na řídicí jednotku.

Klíčový princip

Zadržet a využít maximální množství dešťových a splaškových odpadních vod

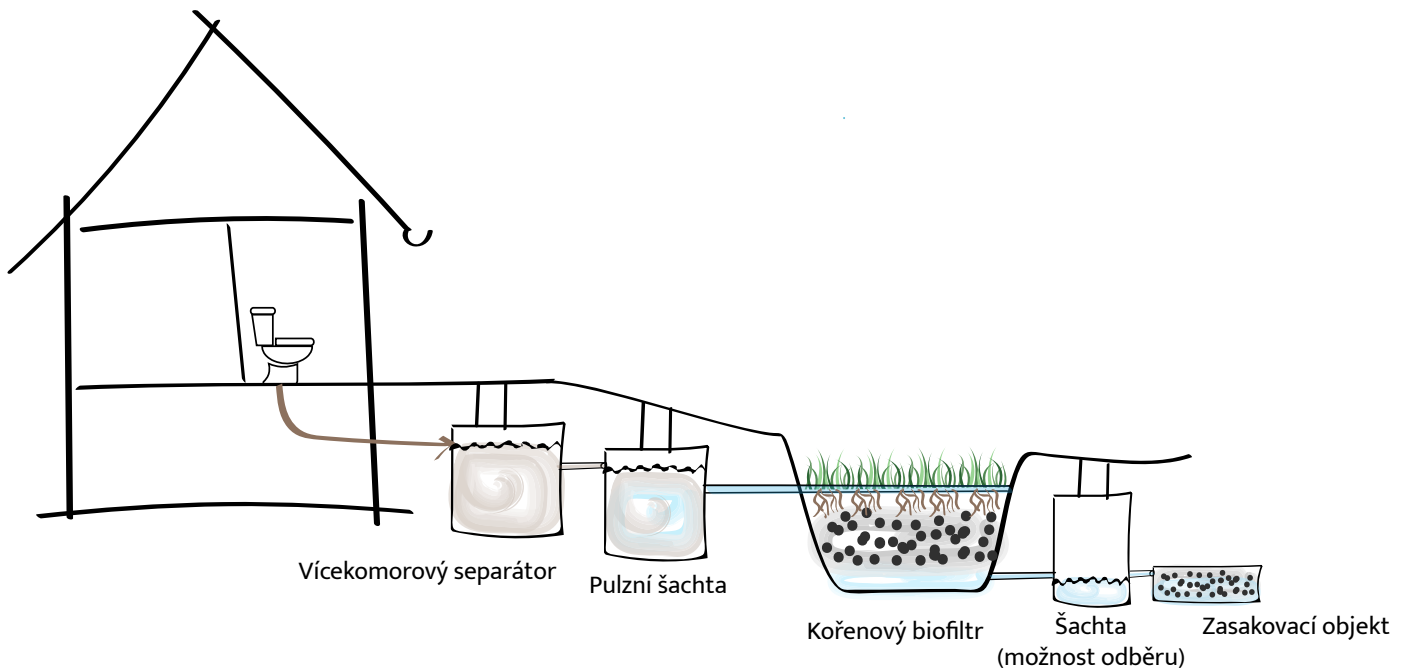
Na tyto první tři stupně se vztahuje i [dotační program Dešťovka](#), ze kterého je možné uhradit až 50 % pořizovacích nákladů. Bohužel je aplikace druhého, resp. třetího stupně poměrně obtížná v již existujících stavbách a neobejde se bez kompletní renovace vodovodu, resp. kanalizace a nároků na místo pro technologie.

Aktivita	Příklad typické instalace	Maximální dotace	Omezení
1.5.B – Akumulace a využití srážkových vod v segmentu obytných domů	<p>1.5.B.1 – Systémy pouze pro zálivku</p> <p>Srážková voda ze střechy obytného domu je přes filtrační zařízení akumulována v podzemní nádrži. Zachycená srážková voda je využívána pro zálivku zahrady pomocí ponorného čerpadla či malé domácí vodárny.</p>	<p>Dotace pro realizaci:</p> <p>20 000 Kč + x *3 500 Kč, kde x = vypočítaný objem akumulací nádrže v m³.</p> <p>Maximálně však 50 % celkových způsobilých výdajů.</p>	<p>Pouze pro stávající obytné domy</p>
	<p>1.5.B.2 – Komplexní systém pro využití srážkové vody jako vody užitkové</p> <p>Srážková voda ze střechy obytného domu je přes filtrační zařízení akumulována v podzemní nádrži. zachycená srážková voda je využívána na splachování toalet v obytném domě a pro zálivku zahrady pomocí ponorného čerpadla s tlakovými spínači či malé domácí vodárny.</p>	<p>Dotace pro realizaci:</p> <p>30 000 Kč + x *3 500 Kč, kde x = vypočítaný objem akumulací nádrže v m³.</p> <p>Maximálně však 50 % celkových způsobilých výdajů.</p>	

Obrázek 8: Podmínky čerpání z dotačního programu Dešťovka pro rok 2020

Domácí čistírna odpadních vod

Dalším samostatně stojícím stupněm je napojení na domácí čistírnu odpadních vod (DČOV). Ta funguje na bázi aerobně biologického čištění. To znamená, že se organický odpadní materiál rozkládá díky mikroorganismům (bakteriím) živeným kyslíkem. Nejprve dojde k hrubému mechanickému předčištění. Následně se takto předčištěná voda aerobně vyčistí a oddělí se kal. Ten se společně s hrubými nečistotami v asi půlročních intervalech vynáší. Vyčištěnou vodu je možné buď vypouštět do vodních toků či vsakovat, anebo opět akumulovat a využívat na závlahu okrasných rostlin nebo na splachování WC. V případě potřeby lze doplnit o desinfekční modul (např. UV lampu) a využít i pro zalévání zeleniny. Domácích čistíren může být více různých druhů, za zmínku stojí např. kořenová čistírna, která pro biologickou fázi čištění využívá přirozených samočisticích pochodů, které probíhají v propustném půdním prostředí za spoluúčasti rostlin. Pořizovací cena DČOV začíná na 60 tis. Kč.

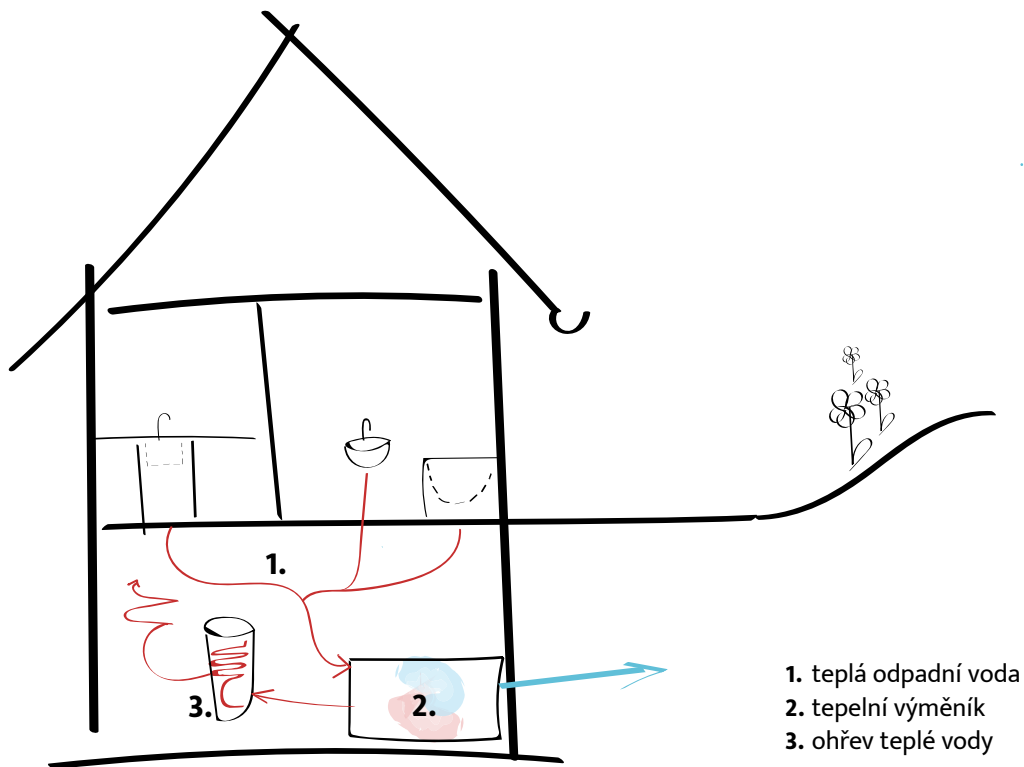


Kořenová čistírna odpadních vod

V tuto chvíli, vrátíme-li se k modelovému RD z úvodu, máme téměř autonomní domácnost, jež nemusí být napojena na žádný kanalizační řad a potřebuje přibližně 20 % běžné spotřeby pitné vody. Tomu odpovídá úspora přibližně 14 tis. Kč ročně za vodné a stočné a cca 6 tis. Kč ročně za připojení na kanalizaci.

Tepelná rekuperace odpadních vod

Posledním krokem je tepelná rekuperace odpadních vod. Jedná se o obdobu rekuperace tepla z odpadního vzduchu, která je popsána v následující kapitole.



Rekuperace teplých odpadních vod

Bydlíme-li v činžovním domě nebo v nájmu, kde nelze podobná opatření zavést, můžeme alespoň maximálně využít pitnou vodu. Dnes je již běžné vypínat vodu během čištění zubů, používat šetriče v nádržkách WC nebo perlátory na vodovodních bateriích. Ale také lze třeba zalévat květiny nebo splachovat záchod vodou po vytírání či místo dlouhého odtáčení studené vody umístit láhev do lednice.

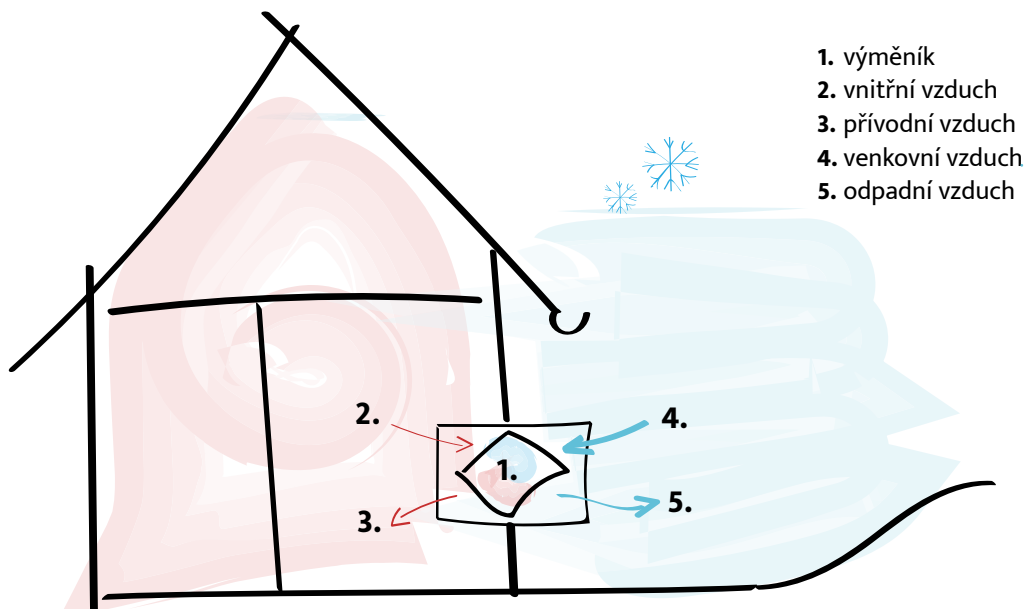
Adaptační efekt opatření

Úspora pitné vody, předcházení suchu, zvyšování soběstačnosti domácnosti.

Mitigační efekt opatření

Úspora energie na přípravu a distribuci pitné vody, což dle údajů společnosti Veolia CZ může pro modelový RD představovat až 160 kg CO₂/rok, úspora energie na čištění odpadní vody a úspora tepla při rekuperaci tepla z odpadní vody.

ŘÍZENÁ VENTILACE DOMU A CHLAZENÍ



Rekuperace teplého vzduchu

Kvalita vzduchu v budovách je ovlivněna hlavně teplotou, vlhkostí, koncentrací CO_2 a koncentrací dalších škodlivých látek, prachů a pod.

Prostředků a technologií určených k dosažení požadované kvality je mnoho a mnoho. Několik z nich zde bude zmíněno, nicméně **vhodnou kombinací všech ostatních opatření popsaných v dalších kapitolách lze dosáhnout perfektního mikroklimatu v interiéru**, a to i během extrémních výkyvů počasí.

Bohužel tento ideální stav moc často nenastává, proto je nutné vycházet z dílčích řešení. K těmto dílčím řešením často uchylujeme již v projektové fázi výstavby a to i kvůli nedokonalosti systémového řešení. Zatímco podpora z programu Nová zelená úsporám je pro novostavby podmíněna systémem nuceného větrání s rekuperací, stavba s difúzně otevřenou skladbou obvodové konstrukce vybavená např. Trombeho stěnou (viz jiné kapitoly) na takovou podporu nedosáhne. Přitom kvalita vzduchu uvnitř je přinejhorším stejně kvalitní, a to bez potřeby instalace složitého mechanismu s nutností pravidelné obsluhy.

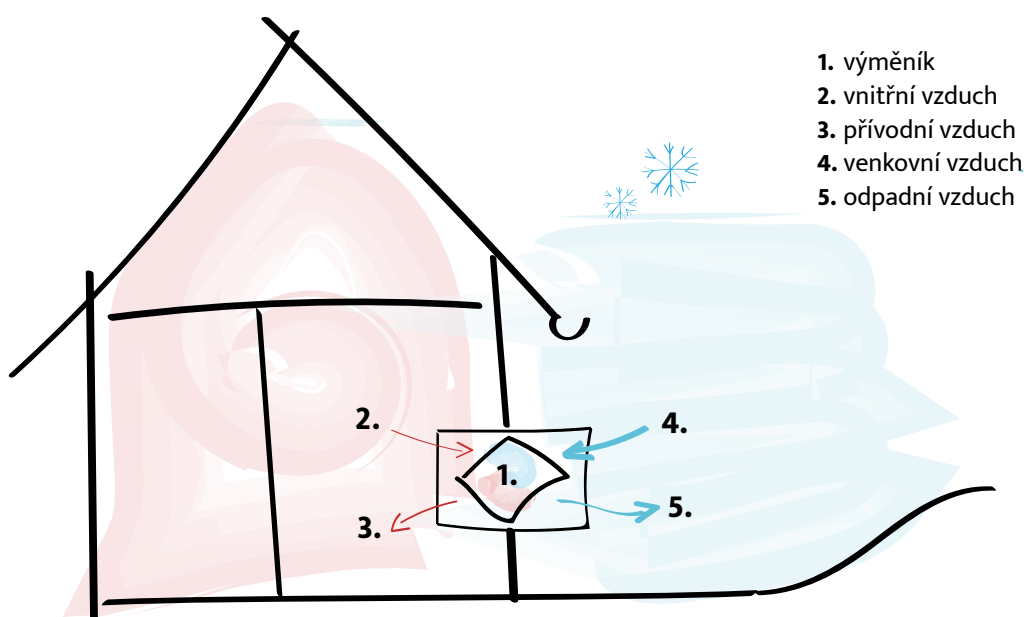
Teplná rekuperace

Pro některé budovy není možné, nebo vhodné (nemocnice), dosáhnout požadované výměny vzduchu přirozeným prouděním podpořeným komínovým efektem (např. solárním komínem). Pro takové stavby je řešením nucené větrání (vzduchotechnika), které je **vhodné doplnit rekuperační jednotkou**. Rekuperační jednotka je zařízení, do kterého vedou 4 potrubní vstupy. První přivede venkovní vzduch do rekuperačního výměníku. Z druhé strany z interiéru přivede potrubí odpadní vzduch. V rekuperačním výměníku předá tento vzduch teplo, kterým se čerstvý vzduch ohřeje na teplotu odváděného vzduchu.

Ohřátý vzduch pak třetím otvorem proudí do místnosti a naopak odpadní proudí ven. Vestavěné filtry zachytí většinu prachu a dalších nečistot. Je možné využít centrální rekuperační jednotku napojenou na kompletní vzduchotechniku, ale pro rekonstrukce lze využít i lokální jednotky v každé místnosti. Jistým omezením rekuperace je, že její efektivita klesá při nižších teplotách pod bodem mrazu. **Rekuperace funguje i „naruby“, tedy v létě díky výměně tepla proudí chladný vzduch do interiéru,** nicméně efektivita rovněž klesá. Největší chybou při realizacích bývá vědomé i nevědomé poddimenzování celého systému. Ten se pak stává nedostatečným, což obyvatele domu vede právě k větrání oknem, čímž se negativní efekt ještě násobí. V rámci odborně zpracované projektové dokumentace je dobré stanovit i další „funkce“, kterými může rekuperace disponovat.

Rekuperaci lze doplnit o chladicí i vytápěcí jednotku přímo napojenou na přívodní potrubí. Ovšem objem měněného vzduchu je omezen normami, takže sama rekuperace dům dostatečně nevytopí ani neochladí. Zpravidla se pak doplňuje o systém samostatného vytápění.

Nižší efektivita chlazení prostřednictvím rekuperace souvisí s chladicím médiem. Ve srovnání s chladicí kapalinou, která koluje např. v klimatizacích, je vzduch pro předání tepla (tedy i ochlazení) nepoměrně méně výkonným. Na druhou stranu proudění je právě díky omezení pomalejší a přirozenější a nevzniká průvan. Chladicí jednotku lze doplnit i o ohřev vody. Jednotka na rozdíl od klimatizace, která pouze chladí, navíc větrá.



Rekuperace studeného vzduchu

Klimatizace ☀️ (N) (R) (M)

Klimatizací rozumíme zařízení na aktivní ochlazování vzduchu v interiéru skládající se z venkovní jednotky s výměníkem tepla a libovolného počtu vnitřních jednotek s výparníkem, mezi nimiž koluje chladicí médium. Existuje mnoho druhů a typů, ale princip je obdobný. Abychom uvnitř mohli mít krabici, která produkuje studený vzduch, musí být někde venku jiná krabice, jež naopak ohřívá vzduch ve venkovním prostředí. To všechno se pochopitelně děje během energeticky velice náročných procesů. V teplých oblastech klimatizace představují v odběrových špičkách až 70 % celkové spotřeby elektřiny.

Podle deníku E15 vypouštěly jen za rok 2016 všechny klimatizace skrz svou spotřebu do ovzduší 100 milionů tun oxidu uhličitého. Kromě toho, že ve městech je tento proces jedním z největších tvůrců tepelných ostrovů, může tvořit řetěz dalších problémů, např. s každou další klimatizací se zhoršují podmínky pro život sousedů takovým způsobem, že jsou nakonec nuceni pořídit si též klimatizaci, a tím ještě zvýšit tlak na dalšího souseda.

Velký problém představují samotná chladicí média. Fluorované uhlovodíky (HFC) mají i 20× větší schopnost vytvářet skleníkový efekt (potenciál globálního oteplování) než samotný oxid uhličitý. Během životnosti klasické klimatizace dochází k únikům chladicího média a dopad těchto uhlovodíků na klima je nečekaně silný.

Také vliv na architekturu, zejména při dodatečné instalaci klimatizace, bývá zcela decimující. Neschopnost regulace nebo alespoň společného postupu vede k množství individuálních instalací v bytových domech. V průběhu léta tak dochází k hromadění nevzhledných venkovních jednotek na fasádách. Bez konceptu a bez rozmyslu. Navíc každá venkovní jednotka je zdrojem konstantní hladiny hluku 40–50 dB.



Obrázek 9: Decimující vliv klimatizačních jednotek na architekturu, foto: Pixbay

Klíčový princip

Používat klimatizaci až po vyčerpání všech jiných možností

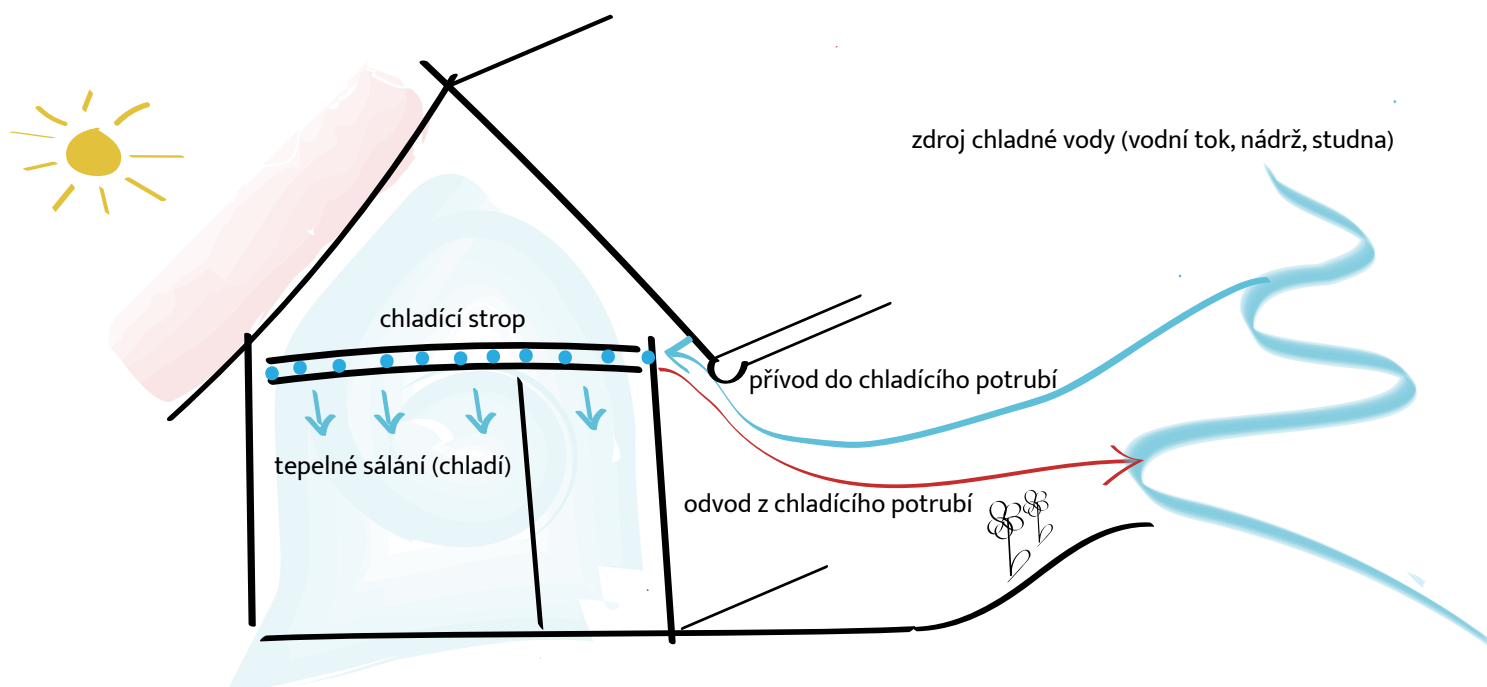
Klimatizace je bezesporu velice účinný a mnohdy nezbytný adaptační prvek. Měl by být ale užíván jako krajní řešení. Existují možnosti, které by měly dostat přednost. Kromě těch, které jsou zmíněny v jiných kapitolách, to jsou následující:

Využití rozdílů nočních a denních teplot ☀️ 🌬️ (N) (R) (M+)

Principem tohoto opatření je noční předchlazení budovy. Rozdíl teplot ve dne a v noci bývá poměrně patrný i v létě. Nižší teploty, než pokojové, zvyšují kvalitu spánku. A tak není nic jednoduššího, než v noci otevřít okna (případně zajistit jiný druh přirozené ventilace) a budovu o několik stupňů ochladit. Doba zahřívání přes den pak bude delší. Efektivita tohoto opatření klesá s rostoucí noční teplotou. Obzvláště během tropických nocí, kdy teplota neklesá pod 20 °C, se blíží účinnost předchlazování svému limitu.

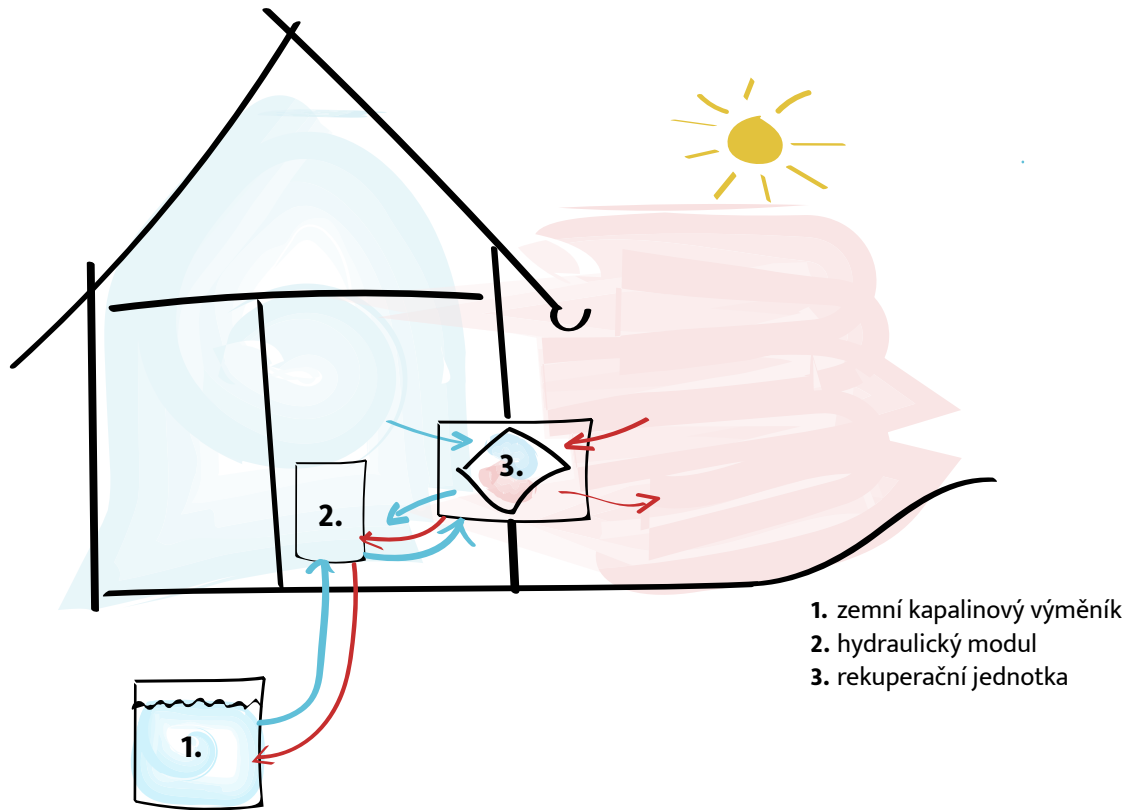
Sálavé chladicí systémy ☀️ 🌬️ (N) (M+)

Jedná se o systém vodního potrubí umístěný v konstrukci stěn, stropu či podlahy, v němž koluje voda, která ochlazuje tuto konstrukci a ta pak sáláním ochlazuje vzduch. Dle typu zdroje se jedná o systém s mnohem nižšími nároky na energii, o uhlíkové stopě nemluvě. Vzhledem k tomu, že sálavé chladicí systémy pracují s poměrně vysokou teplotou chladicí vody (minimálně 16 °C), je možné využít zdrojů chladu s nižším potenciálem chlazení (vyšší teplotou). Mezi takové zdroje patří zejména chlad ze zemského polomasivu (zemní výměníky), podzemní voda nebo vodní toky apod. Při instalaci je nutné volit takové konstrukce, aby bylo zamezeno kondenzaci vodních par na povrchu.



Chlazení sáláním ze stropní konstrukce

Asi nejefektivnějším způsobem je využití zemního vodního registru. Jedná se o technologii využívající nízké a stálé teploty ve větší hloubce v zemi (cca 1,5 m), kde je umístěna vodní nádrž s výměníkem. Variantně lze upravovat vstupní teplotu i vzduchovým potrubím uloženým v zemi, ale pro tento systém jsou kladeny větší nároky na hygienickou nezávadnost přiváděného vzduchu.



Zemní kapalinový výměník napojený na tepelnou rekuperaci

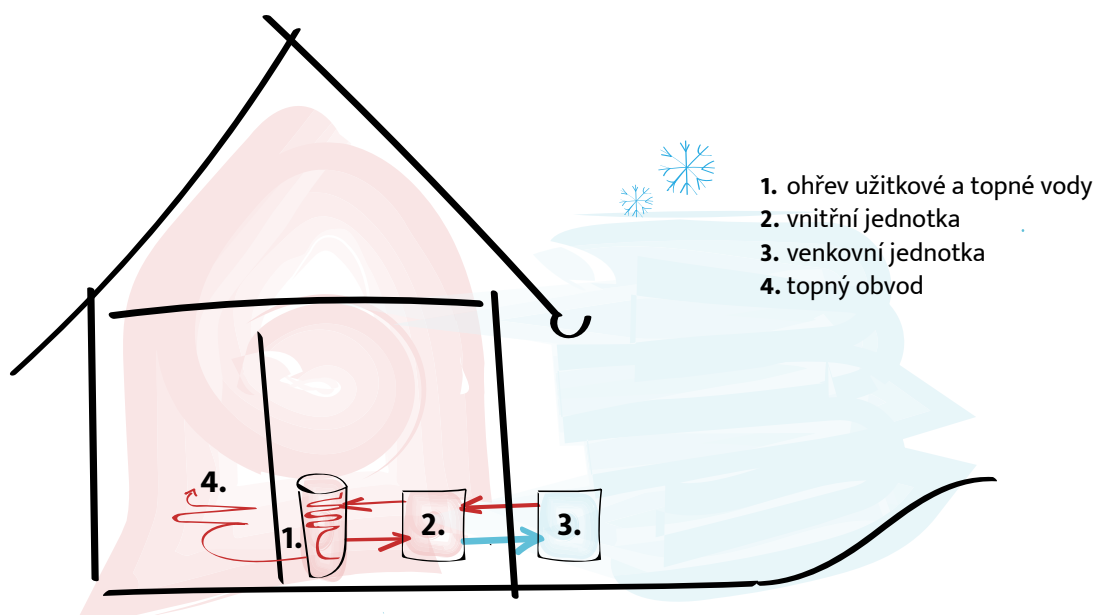
Zásadní nevýhodou posledně jmenovaných systémů je poměrně náročné až nemožné aplikování pro již postavené budovy. Rovněž pořizovací náklady jsou vyšší.

Adaptační efekt opatření

Opatření pomáhá proti přehřívání interiérů. Je ovšem třeba vzít v úvahu, že k tomu nemusí docházet vlivem změny klimatu. Častěji se bohužel jedná o důsledek potřeby komfortu a neustálého podmaňování a osídlování míst, která nejsou vhodná k osídlení způsobem, jakému konzumní společnost navykla.

Mitigační efekt opatření

Liší se v závislosti na použité technologii, ovšem téměř vždy bude negativní. Ať už spotřebou energie, emisemi vzniklými výrobou, distribucí a likvidací těchto technologií, nebo v případě některých klimatizací i masivní emisí extrémně účinných skleníkových plynů.



Tepelné čerpadlo typu vzduch/voda

Obnovitelné zdroje energie mají samozřejmě především vliv na snižování závislosti na fosilních zdrojích. Úzce ale souvisí i s adaptací na změnu klimatu, a to jako doplňková nebo podpůrná technologie pro jiná adaptační opatření (např. tepelná čerpadla pro větší efektivitu chlazení a ohřívání pomocí vzduchotechniky nebo fotovoltaika pro pohon klimatizace ad.)

Způsobů získávání energie je bezpočet. Ty nejběžnější lze instalovat pro menší stavby:

Tepelná čerpadla (N) (R) (M+)

Často se tepelné čerpadlo přirovnává k obrácené ledničce. Tepelné čerpadlo využívá tepelného spádu (gradientu) mezi dvěma prostředími k tomu, aby **načerpalo teplo z jednoho místa**, obvykle z exteriéru, **na místo druhé**, a to je většinou interiér. Čerpadla se liší především tím, odkud teplo získávají (voda, vzduch, země) a jakým médiem toto teplo předávají (vodou nebo vzduchem).

Klíčový princip

Při nízkých energetických nárocích čerpat teplo z exteriéru do interiéru

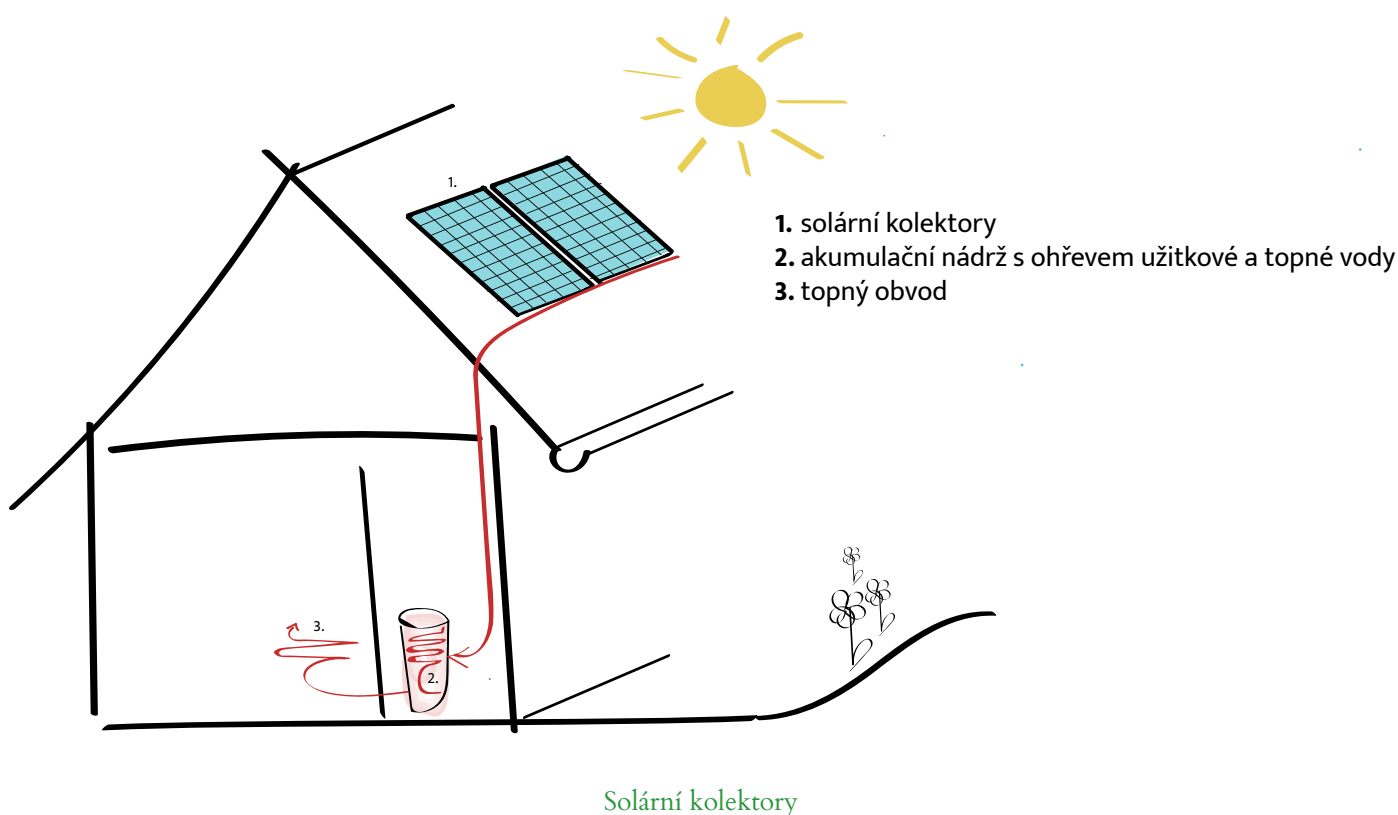
Nejrozšířenější variantou je **čerpadlo vzduch/voda**. Skládá se z venkovní a vnitřní jednotky, přičemž ta venkovní je umístěna na fasádě nebo na střeše. Teplo je přijímáno ze vzduchu ve venkovní jednotce. Získané teplo se použije pro ohřev vody v otopné soustavě nebo v akumulární nádrži na TUV. Běžně se soustava doplňuje o elektrokotel, který pokrývá zvýšenou spotřebu ve špičkách nebo při nízkých teplotách, kdy čerpadlo ztrácí efektivitu. Nevýhodou je právě venkovní jednotka, která kazí vzhled budovy a vydává hluk. Naopak příznivá je pořizovací cena (pro rodinný dům okolo 200 tis. Kč), kde je návratnost zpravidla do deseti let. Na obdobném principu pracuje **čerpadlo vzduch/vzduch**, pouze předávacím médiem je zde vzduch, jenž proudí přímo do místnosti.

Nejefektivnějšími jsou **čerpadla země/voda**. Jejich pořizovací cena je sice vyšší, ale výkon není omezen počasím. Čerpadla získávají teplo buď z plošných kolektorů, které se umísťují na zahradě v hloubce cca 1,5 m, nebo ze zemských vrtů o hloubce 100–500 m. Vzhledem ke své povaze se na rozdíl od čerpadla vzduch/voda ovšem složitě aplikují do hustě zastavěných oblastí.

Většina čerpadel disponuje možností reverzního chodu, tedy v létě chladí, ovšem efektivita je nižší, stejně jako topný výkon při extrémně nízkých venkovních teplotách. Výkonnostní parametry tepelného čerpadla uváděné výrobcem se mohou od reality odlišovat, jak ukazují [praktické experimenty](#).

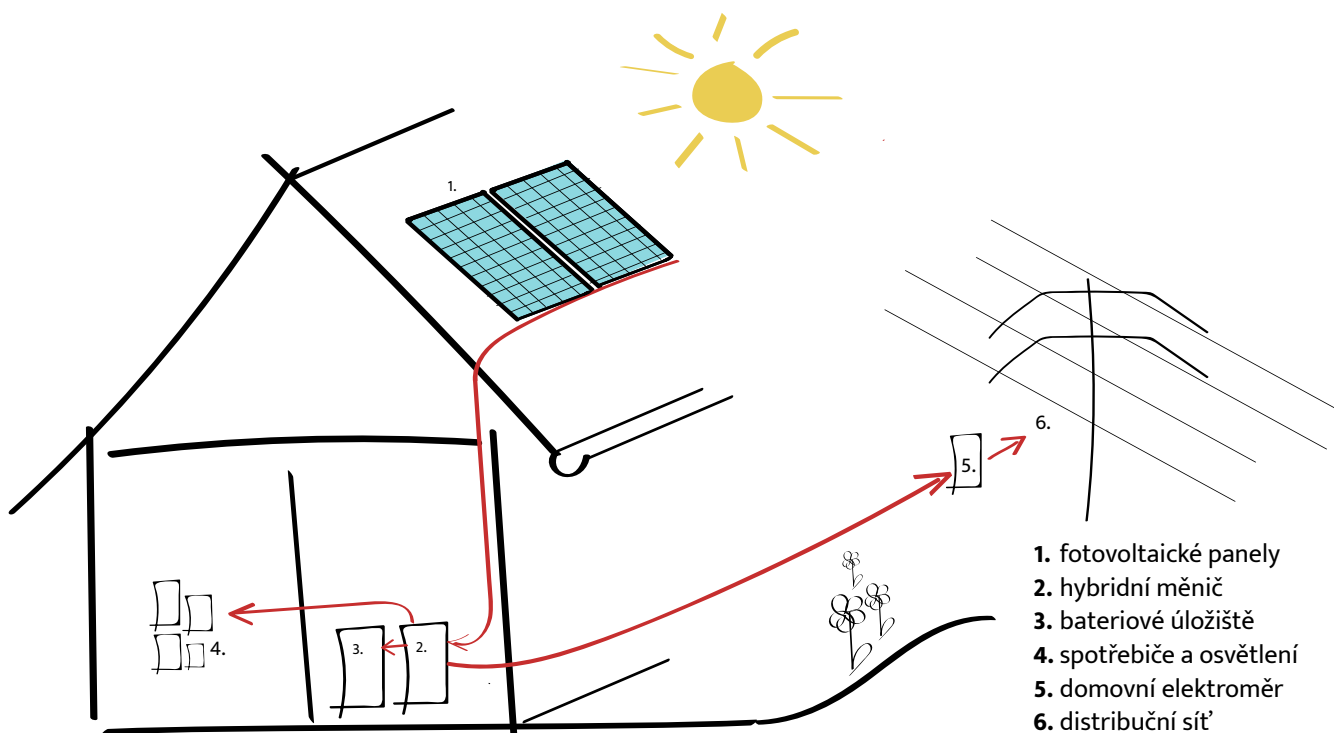
Solární kolektory (N) (R) (M)+

Slouží k **ohřevu**, resp. předehřívání **teplé užitkové i otopné vody**. Většinou se jedná o kolektory umístěné na střeše, ovšem lze je umístit i na jižní fasádu, případně využít jiné obdobné zařízení. Díky tmavé povrchové barvě se ohřívá voda uvnitř panelů, jež slouží jako médium. Úspora na ohřev vody může dosahovat až 75 %.



Fotovoltaické panely (N) (R) (M)+

Jinými slovy domácí solární elektrárna je založena na instalaci panelů obsahujících křemíkové polovodičové plátky nebo fotovoltaické fólie, které **přeměňují sluneční energii na energii elektrickou** s účinností 10–17 %. Přebytek vyrobené energie je předáván do distribuční sítě, u ostrovních a hybridních systémů lze v omezené míře energii ukládat do baterií. Nevýhodou fotovoltaických panelů, jež v omezené míře přetrvává dodnes, je vysoká energetická náročnost jejich výroby, která u starších modelů dokonce převyšovala hodnotu, kterou mohl panel vyrobit během celé své životnosti. Dnes je tato bilance sice lepší, ale v souvislosti s problematickou likvidací, resp. recyklací se stále nedá hovořit o čistě obnovitelných zdrojích energie. Velká část panelů nebo jejich součástí se navíc vyrábí mimo náš kontinent, především v Číně.



Fotovoltaické panely

Velkou nadějí skýtá výzkum organického solárního panelu, kde se křemíkový polovodič nahrazuje geneticky zkonstruovanou bílkovinou využívající k výrobě elektrické energie fotosyntézu. Tyto panely by měly mít dvakrát větší účinnost při násobně nižší pořizovací ceně.

Klíčový princip

Proměnit sluneční energii na elektrickou

V našich zeměpisných šířkách je bohužel výrazný rozdíl mezi hodinami slunečního svitu v létě a v zimě. Zimní zisky odpovídají přibližně 20 % letních, navíc spotřeba elektrické energie je v běžné domácnosti větší, pokud tedy objekt nedisponuje klimatizací. V tu chvíli je fotovoltaika ideální zdroj, jelikož spotřeba stoupá úměrně se ziskem.

U všech druhů střešních panelů je klíčová orientace co nejvíce na jih, což pro mnohé stavby může být limitujícím omezením, i když pro hůře osluněné střechy se v současnosti vyrábějí i modely, které mají menší výkon při maximálním osvitu, ale disponují stabilním ziskem i při menší intenzitě slunečního záření. V některých případech lze tento problém řešit speciálními podstavci, které automaticky polohují panely tak, aby byl maximalizován zisk sluneční energie. Negativní vliv mohou mít rovněž na střešní krajiny sídel.

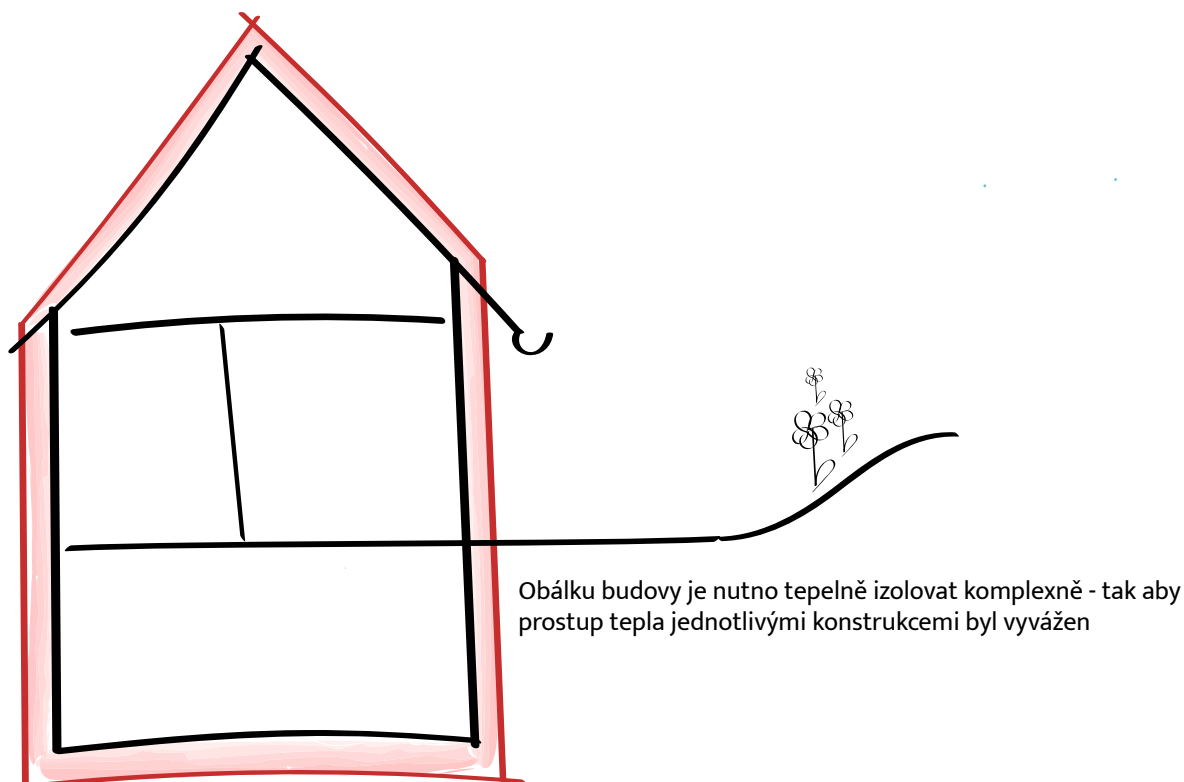
Na všechny výše zmíněné technologie je možné získat dotaci z programu [Nová zelená úsporám](#).

Trombeho stěna      

Specifickým příkladem využití solárních zisků je poměrně primitivní, zato vysoce efektivní vynález – [Trombeho stěna](#). Velice zjednodušeně řečeno [se jedná o stěnu z těžkého materiálu](#), jenž je schopen dobře akumulovat teplo, natřenou tmavou barvou a umístěnou cca 15 cm za okenní otvor orientovaný jižně. V meziprostoru pak dochází díky skleníkovému efektu k ohřívání vzduchu a zároveň zahřívání stěny. Díky možnosti regulace proudění vzduchu otvory v samotné stěně při podlaze a stropu a zároveň otvorem v prosklení před stěnou je možné díky Trombeho stěně v zimě a v noci vytápět místnost, zatímco v létě účinně místnost odvětrávat.

Malé větrné elektrárny

Získávají energii z mechanické práce vykonávané pohybem vzduchových hmot, tedy větrem. Existuje tzv. [větrná mapa republiky](#), ze které lze vyčíst vhodná místa pro tato zařízení. Dobré umístění ale není jedinou podmínkou. Zásadní roli hraje též okolní terén a hustota výstavby a výsadby. Malé větrné elektrárny bývají často kompatibilní s velkou částí zařízení pro fotovoltaické elektrárny, navíc se vhodně vzájemně doplňují.



Tepelná izolace obálky budovy

Tepelná izolace ❄️ ☀️ (N) (R) (M)+

Tepelná izolace obálky budov je v posledních letech jeden z neúčinnějších způsobů, jak snížit energetické ztráty i zisky budov, resp. náklady na vytápění a chlazení. Výhodou tohoto opatření je, že je v naprosté většině případů aplikovatelné i na stávající výstavbu, kde při vhodné aplikaci může úspora dosahovat i desetinásobku oproti původnímu stavu.

Dalším pozitivním faktem je, že v současnosti je Státním fondem životního prostředí vypsáno několik dotačních programů, díky kterým lze celkem efektivně (z 30–50 %) financovat tato opatření, a to zejména pro rodinné, bytové domy a pro budovy veřejného sektoru. Detailněji je tato problematika rozpracována v [e-booku](#) *Adaptace domů na změnu klimatu – Přehled stavebně-technických a doplňkových opatření pro budovy určené k bydlení*.

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]		
	Požadované hodnoty U _{N,20}	Doporučené hodnoty U _{rec,20}	Doporučené hodnoty pro pasivní domy U _{pas,20}
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střech plochá a šikmá se sklonem do 45°	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,70	0,50
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše z vytápěného prostoru do venkovního prostoru, kromě dveří	1,50	1,20	0,80 až 0,60
Výplň otvoru se sklonem do 45° z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,40	1,10	0,90
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,70	1,20	0,90

Tabulka 3: Požadované, doporučené hodnoty součinitelů prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2:2011 pro obytné domy ($U = \lambda/d$ [W.m⁻².K⁻¹])

Sledovaný parametr	Označení [jednotky]	A.0	A.1	A.2	A.3
Měrná roční spotřeba tepla na vytápění nebo realizaci	EA [kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]		≤ 90	≤ 55	≤ 35
nebo		bez požadavku	nebo		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	U _{em} [W.m ⁻² .K ⁻¹]		dle požadavku ČSN 73 0540-2 a vyhl. 78/2013 Sb.		
Procentní snížení vypočtené měrné roční potřeby tepla na vytápění EA oproti stavu před realizací opatření	[%]	≥ 20 % ≥ 10 %	≥ 40 %	≥ 50 %	≥ 60%
Povinný systém řízeného větrání se zpětným získáváním tepla splňujícím podmínky pro podoblast podpory C.4	[---]	ne	ne	ne	ano

Tabulka 4: Požadované parametry pro podporu Nová zelená úsporám v oblasti A (dodatečné zateplení konstrukcí)

Typ konstrukce	A.0 a A.1 (Kč/m ²)	A.2 (Kč/m ²)	A.3 (Kč/m ²)
Obvodové stěny, obvodové konstrukce obytných zimních zahrad, lehké obvodové pláště, střechy, stropy, podlahy nad exteriérem a ostatní konstrukce	500	600	800
Výplně otvorů (okna, střešní okna, dveře, světlíky a světlovody)	2 100	2 750	3 800
Podlahy na terénu	700	900	1 200

Tabulka 5: Výše dotace z programu Nová zelená úsporám v oblasti A (dodatečné zateplení konstrukcí) pro rok 2020

Jedná se o opatření, které je bezprostředně závislé na materiálu konstrukce budovy a pro různé druhy konstrukcí jsou vhodné různé typy izolací. Zároveň **tato opatření často vyžadují instalaci dalších technologií pro zachování funkčnosti** (systém nuceného větrání), proto je zcela nezbytné, aby byla navrhována odborníkem. Taktéž se nutně musí řešit komplexně všechny složky obálky budovy s důrazem na vyváženost tepelně-technických vlastností konstrukce. V opačném případě se rapidně snižuje efektivita takových opatření a nezdědka to může vést i k poškození konstrukce. V tomto směru sledujeme především:

- izolace obvodového zdiva,
- izolace střechy,
- izolace podlah,
- izolace konstrukcí mezi vytápěnými a nevytápěnými prostory,
- výplně otvorů (dveře, okna,...),
- odstranění tepelných mostů, tedy míst, kde dochází k velkým únikům tepla.

Klíčový princip

Řešit všechny složky obálky budovy komplexně s důrazem na vyváženost

Materiálové řešení izolací skýtá nepřeberné možnosti. např.:

různé druhy polystyrenů, polyisokyanurátová pěna, minerální a skelná vlákna („vata“), různé druhy foukaných a stříkaných izolací, dřevovláknité desky, ovčí vlna, konopná vlákna, celulóza, sláma.

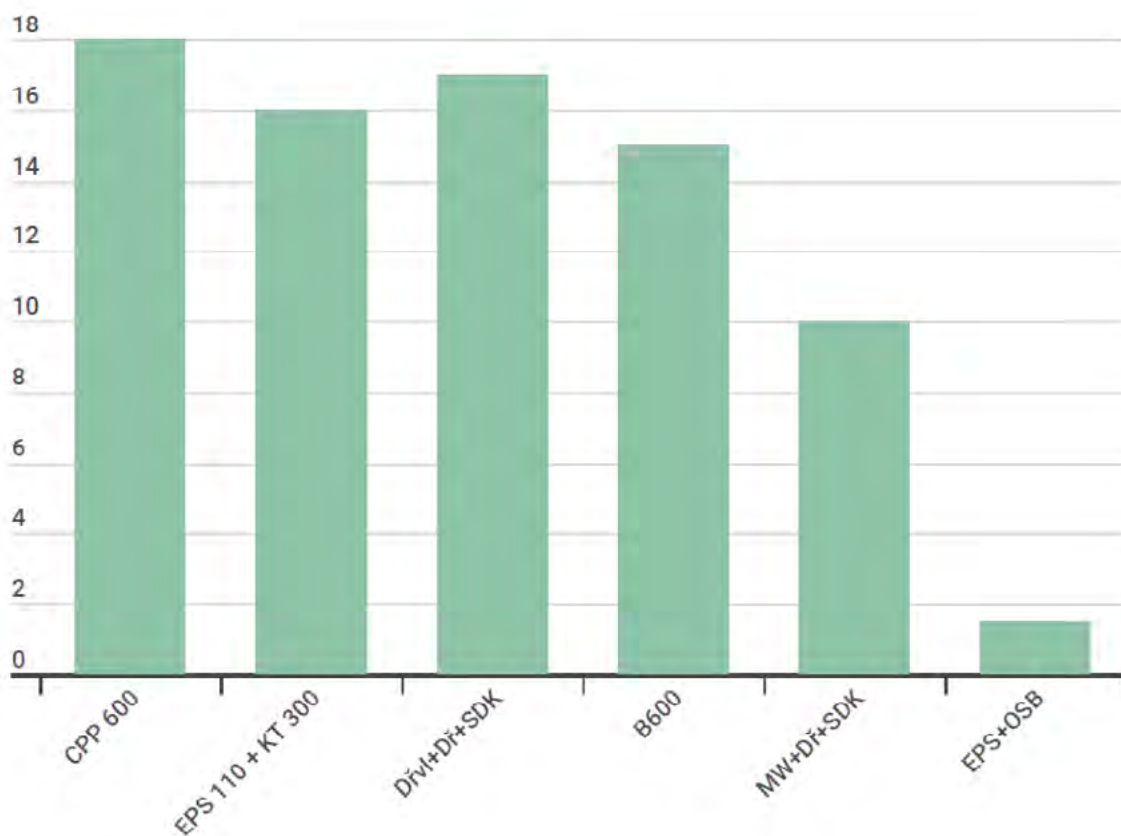
Správně řešená tepelná izolace by měla mít dva efekty:

1. **Bránit prostupu tepla z interiéru** do exteriéru ve chvílích, kdy je teplota exteriéru nižší než požadovaná teplota v interiéru (venku je chladněji než uvnitř). Proto se izolace obvykle v běžné řeči nazývá „zateplení“. Tím se ovšem nevhodně vymezuje vůči druhé hlavní a neméně důležité funkci tohoto opatření.
2. **Bránit ohřívání interiéru v momentě, kdy je teplota exteriéru vyšší než požadovaná teplota v interiéru** (venku je tepleji než uvnitř). A to nejen teplota vzduchu, ale především teplota povrchu obálky budovy. Například během slunečního dne stoupá teplota povrchu některých střech přes 40 °C, i když teplota vzduchu je 15 °C.

Nedostatečně komplexní uvažování o izolaci konstrukcí se projevuje ve stavebně-technické praxi tak, že de facto jedinou vymahatelnou normou je ČSN 73 0540-2 prostřednictvím vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov, která v tomto ohledu sleduje v podstatě pouze jedinou veličinu – součinitel tepelné vodivosti λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]. Podobně je na tom i již zmiňovaný dotační program Nová zelená úsporám, s tím rozdílem, že zde se dotace pro novostavby váže ještě na tzv. vzduchotěsnost obálky budovy a systém nuceného větrání.

Mimo zákonný rámec se pak nachází veličiny jako **měrná tepelná kapacita** c [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$] a **objemová hmotnost** ρ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$], které přímo úměrně ovlivňují tzv. **fázový posun teplotního kmitu** ψ [hod]. To je veličina, která nám velmi zjednodušeně říká, po jaké době se maximální teplota z exteriéru projeví i v interiéru. Pro různé izolační materiály se stejným součinitelem tepelné vodivosti (stejnou schopností chránit budovu v zimě proti úniku tepla) jsou hodnoty těchto veličin často diametrálně odlišné. Srovnáme-li např.

objemovou hmotnost extrudovaného polystyrenu ($15 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) a dřevovláknité desky ($250 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) a jejich měrnou tepelnou kapacitu (1400 vs. $2300 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, vidíme, že rozdíl je opravdu značný. Fázový posun u konstrukcí dřevostavby na bázi těchto dvou materiálů je pak pro velmi oblíbenou skladbu nízkonákladových domů (OSB–polystyren–OSB) cca 2 hodiny, zatímco pro plnostěnnou konstrukci z dřevovláknité desky cca 8 hodin. U většiny staveb pak dochází k různým kombinacím materiálů, takže rozdíly se stávají méně patrnými (např. fázový posun pro zdivo z cihel plných pálených o tloušťce 60 cm je 20 hodin), každopádně je třeba tyto veličiny např. při izolaci podkroví brát na zřetel. Mimo jiné právě tyto veličiny se zasluhují o to, že i v těch největších vedrech nacházíme útěchu ve starých staveních s mohutnými kamennými stěnami. Podrobně se touto problematikou zabývá diplomová práce [Ing. Petra Hofmana](#).



Graf 1: Fázový posun pro vybrané konstrukce obvodového zdiva

Název materiálu	Složení	Tloušťka [m]	U [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Fázový posun [h] ¹
CPP 600	pálená cihla plná, vápenocementová omítka	0,620	1,058	18
EPS 110 + KT 300	expandovaný polystyren, keramické tvárnice, vápenocementová omítka	0,420	0,202	16
Dřvl+Dř+SDK	dřevovláknitá izolace, dřevo měkké smrkové, sádrokarton	0,254	0,203	17
B600	vápenocementová omítka, beton, vápenocementová omítka	0,620	1,604	15
MW+Dř+SDK	minerální vlna, dřevo měkké smrkové, sádrokarton	0,254	0,196	10
EPS+OSB	extrudovaný polystyren	0,200	0,202	1,5

Další často **opomíjenou veličinou je faktor difúzního odporu μ [-]**. Ten určuje prostupnost vodních par materiálem. Zatímco izolace na bázi vláken se blíží hodnotě 1, tedy zcela propustné, tak např. polystyren má tento odpor značný (40–100). V praxi to znamená například toto: Panelový bytový dům ze 70. let minulého století. Členové družstva inklinují k falešné šetrnosti – volí nejlevnější řešení, čímž je izolace fasády a střechy polystyrenem a výměna dřevěných oken za plastová. Zpravidla tíž členové omezují větrání na minimum, aby jim „neuteklo teplo oknem“. V tu chvíli se dům stává ekvivalentem hlavy zavázané v igelitovém pytli – nemůže „dýchat“, kvalita vnitřního prostředí začíná být zdraví nebezpečná, roste koncentrace CO₂, což vede k únavě a ztrátě schopnosti se soustředit, a zvyšuje se vlhkost, která nemá kam unikát. Následně se vysráží na místech s nejnižší povrchovou teplotou (pod okny, v rozích), kde způsobuje plísně. Tak vzniká typická „*nezdravá budova*“. Naproti tomu difúzní odpor pálených cihel má hodnotu cca 10. **Chceme-li zachovat kvalitu vnitřního prostředí, musíme buď volit takové materiály, které umožní alespoň bazální difúzi vodních par, nebo naopak izolovat co nejvzduchotěsněji a zároveň instalovat systém nuceného větrání (vzduchotechnika), a to ideálně s rekuperací tepla.**

Klíčový princip

Volit materiály umožňující prostup vodních par, nebo izolovat co nejvzduchotěsněji a instalovat systém nuceného větrání.

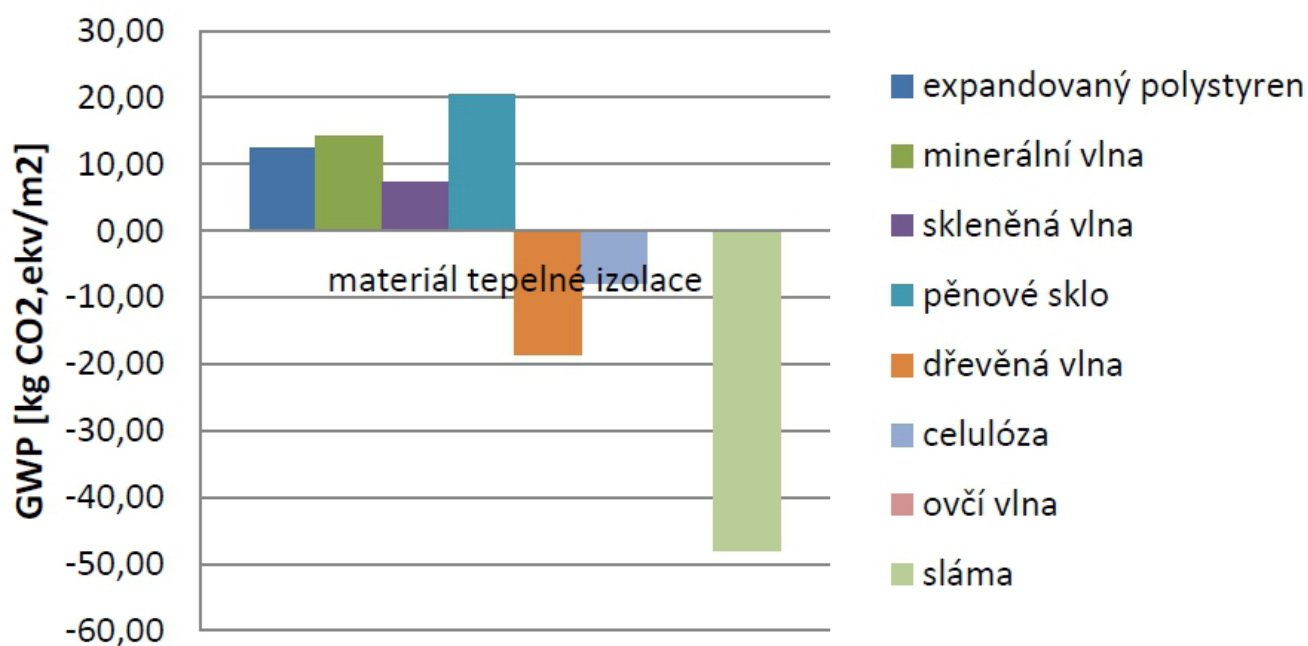
Materiál	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W. m ⁻¹ . K ⁻¹]	měrná tepelná kapacita c [J/(kg.K)]	Faktor difúzního odporu μ [-]
Konopná izolace	25 - 42	0,038 - 0,040	1600	1-2
Ovčí vlna	12,5 - 25	0,034 - 0,049	1760	1
Dřevovláknitá izolace	35 - 50	0,04	2100	1-2
Dřevovláknitá deska	až 250	0,038 - 0,043	2300	5-10
Sláma	90 - 135	cca 0,05	1700	-
Extrudovaný polystyren	15,00	0,033 - 0,044	1400	40 - 100
Minerální vata	100 - 200	0,035 - 0,045	840	1,5 - 3
Polyisokyanuratová pěna PIR	32,00	0,02	1500	35
Dřevo měkké kolmo k vláknům	530,00	0,18	1880	150
Vápenocementová omítka - MVC	1600,00	0,88	840	
Beton hutný	2 100-2 300	1,23-1,36	840	29
Porobeton	700,00	0,18	1000	6-10
Zdivo z plných pálených cihel rozměrů 290/140/65	1 700-1 800	0,78-0,84	900	9
keramické tvárnice	800,00	0,15	960	7
Nepálená cihla	2050,00	1,10		10
OSB deska	630,00	0,15	1580	200-300
Sádrokarton	800,00	0,16	840	6-10

Tabulka 6: Tabulka základních veličin pro různé materiály, zdroj: tzb-info.cz

Právě rekuperace a neprůvzdušnost jsou podmínkou pro získání dotace pro novostavbu. I zde lze spatřovat jisté legislativní nedostatky. Dům z nepálených cihel s izolací ze slámy si zajistí potřebnou kvalitu vnitřního mikroklimatu bez pomoci ekonomicky a environmentálně náročných systémů a instalací, ovšem na žádnou podporu nedosáhne.

To nás přivádí k uhlíkové stopě, která je z pohledu udržitelného rozvoje výsostně důležitá, ale stavební normy na ni nemyslí. Uhlíková stopa představuje emise CO₂ (emise skleníkových plynů vyjádřené v ekvivalentním množství CO₂), které jsou svázány s daným výrobkem. Každý izolant je tvořen materiálem, který je nutné někde získat. Například tolik oblíbený polystyren získáváme z ropy. K tomu je navíc zapotřebí jistá práce lidská nebo strojová. Dále se surovina musí dopravit na místo, kde se zpracovává (tankery, ropovody), tam se zpracuje, což často představuje procesy, které se dějí za vysokých teplot s produkcí velkého množství odpadu (rafinace, polymerace). Následně je třeba izolant dopravit přes několik skladů na stavbu (i přes tři kontinenty). Nakonec – a na to se zapomíná nejvíce – je třeba po dožití (5–30 let) izolant zlikvidovat. Mimo jiné i z těchto plastů, které dosloužily, nám nyní rostou ostrovy v Atlantiku. Na druhé straně pak stojí izolace z ovčí vlny nebo konopných vláken z českých luk a polí, které jsou 2–3× dražší. Uhlíkovou stopu jednotlivých izolantů podrobně rozebírá Ing. Julie Hodková v tomto článku [v časopisu Ekolist](#).

Ekvivalentní emise CO₂ pro 1 m² tepelné izolace splňující U = 0,25 [W/m²K]



Graf 2: Ekvivalentní emise (GWP) pro vybrané druhy tepelných izolací (zdroj: Ekolist.cz – Julie Hodková)

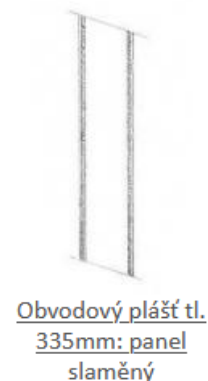
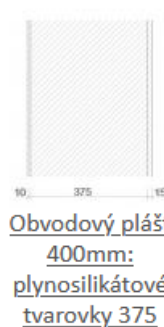
Po volbě vhodného izolantu je nutné zpracovat kvalitní návrh izolace, a to především s ohledem na dva faktory:

1. **Rovnoměrnost opatření v rámci celého objektu.** Stavebníci se často mylně domnívají, že izolují-li 3 stěny ze 4 (nebo třeba všechny stěny bez střechy), dosáhnou na 75 % úspor. Pravda je ale taková, že to je mnohonásobně méně. Neizolovaná část se chová jako otevřené dveře.
2. **Eliminace tepelných mostů.** Tepelný most vzniká v místě (přechody konstrukcí, balkony, ostění oken, soklové zdivo), kde je méně izolantu než v jeho okolí. Efekt takového mostu je podobný jako při nerovnoměrném tepelném izolování.

Oba tyto jevy mohou vést k tomu, že ve „slabých“ místech konstrukce bude docházet ke kondenzaci vodních par a následné degradaci materiálu.

Velkou výzvou je dodatečná tepelná izolace historických a památkově chráněných objektů. I přes to, že dnes je již k dispozici značné množství šetrných a ohleduplných postupů, vždy je třeba zvážit nejen dopad ekonomický a ekologický, ovšem především dopad na kvalitu architektury a její charakter. To má být prioritou především u historické zástavby.

Porovnání konstrukcí



Vyřadit z porovnání

Vyřadit z porovnání

Vyřadit z porovnání

Vyřadit z porovnání

Zdroj dat	vlastní	vlastní	vlastní	vlastní
Obecné vlastnosti				
PEI [MJ/m ²]	851.253	305.784	618.841	175.066
GWP [kg CO ₂ ekv./m ²]	88.9244	15.2341	74.2898	15.6219
AP [g SO ₂ ekv./m ²]	184.397	79.2302	127.241	42.4592
EP [g (PO ₄) ³⁻ ekv./m ²]	39.9374	26.5074	39.0233	14.4887
ODP [g R-11 ekv./m ²]	0.00299713	0.00111508	0.00380487	0.00103677
POCP [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	34.6956	6.09558	12.5807	2.59516
Objemová hmotnost ρ [kg/m ³]	1560	174.654	448.125	521.343
Plošná hmotnost [kg/m ²]	522.6	63.312	179.25	174.65
Obecné vlastnosti konstrukcí				
Tloušťka d [mm]	335	362	400	335

Tabulka 7: Ukázka porovnání vybraných konstrukcí obvodového zdiva s ohledem na primární dodanou energii (PEI) a ekvivalentní emise (GWP) (zdroj: www.envimat.cz)

Stavební materiály     

S adaptací budov zásadním způsobem souvisí volba stavebních materiálů, ačkoliv ji nelze označit za samostatné opatření. Pro pochopení energeticky úsporné a environmentálně šetrné budovy jako celku je ovšem zapotřebí shrnout několik odvozených informací.

Při nové výstavbě je zásadní volba stavebních materiálů a na ně vázaných případných izolací. Pro stavební materiály platí nutnost sledovat tytéž veličiny, jež jsou podrobně popsány v části věnující se izolacím, a s velkým důrazem zkoumat synergií a kompatibilitu s izolačními materiály. Navíc pak samozřejmě

vlastnosti definující pevnost, tuhost, požární odolnost a další zaručující to, že „dům nespadne“.

Klíčový princip

Volit stavební materiály individuálně a zajistit slučitelnost s izolačními materiály

Pomineme-li materiály jako je azbest, nebo třeba oblíbený materiál – ojeté pneumatiky – Mikea Reynoldse, jehož domy jsou z nepochopitelného důvodu oslavovány jako vrchol ekologie, pak nelze jednoznačně říci, který z běžně používaných je vhodný více a který méně. V tomto ohledu je nutné každé daný materiál zařadit do kontextu, řešit tyto otázky vždy pro konkrétní budovu na určitém místě a v daném čase.

Jedním z hodnoticích aspektů by měla být dostupnost materiálu.

Pro výstavbu rozsáhlého několikapatrového bytového komplexu na pozemku vzdáleném 200 m od betonárky není udržitelné vozit v kamionech zdaleka půdu vhodnou pro výrobu nepálených cihel, které pak 2 roky bude na místě ve vytápěných stanech vyrábět četa pracovníků dojíždějících ze zahraničí, aby se nakonec celá konstrukce stejně musela ztužit masivní ocelovou konstrukcí.

Dobrý cit pro výběr materiálů měli naši předci – na stavbách ze dřeva, kamene či cihel je celkem patrná lokálnost zdrojů.

Částečně, byť ne zcela přesně, lze tento aspekt vyjádřit tzv. primární dodanou energií – PEI (Primary Energy Input). Ta by měla vyjadřovat celkovou dodanou energii na výrobu daného materiálu včetně např. těžby zdroje, dopravy do fabriky apod. U většiny materiálů lze tuto hodnotu dohledat, bohužel není zcela sjednocená metodika výpočtu, která se navíc pro totožný materiál může poměrně dost lišit v závislosti na technologii používané v místě výroby. Rovněž lze jen těžko vyčíslit, jakou část tvoří energie z obnovitelných zdrojů. Velice užitečný nástroj pro porovnání různých konstrukcí a jejich dopadu na životní prostředí nalezneme zde: www.envimat.cz

Používáním „přírodních“ materiálů lze výrazně snížit emise CO₂ (dokonce i dosáhnout záporných hodnot), a to při zachování kvality a požadovaných vlastností výrobků stavby. Ovšem je nutné to vždy posuzovat individuálně a v širších souvislostech. Přírodními materiály se myslí materiály přirozeně se vyskytující, obnovitelné, vyžadující minimální modifikaci a průmyslovou úpravu, jako např. dřevo, nepálená hlína, kůže, sláma. Anebo materiály vyrobené z recyklátů, které v recyklované podobě neuvolňují látky zdraví škodlivé, např. celulóza, pěnosclo nebo skleněné láhve. Ty používá vedle pneumatik i výše zmíněný M. Reynolds.

Přestože pro většinu průmyslově vyráběných materiálů lze najít vhodnou nízkoemisní alternativu, existují odvětví (hydroizolace, technologie na bázi barevných kovů), kde se s nějakou tou uhlíkovou stopou budeme muset smířit.

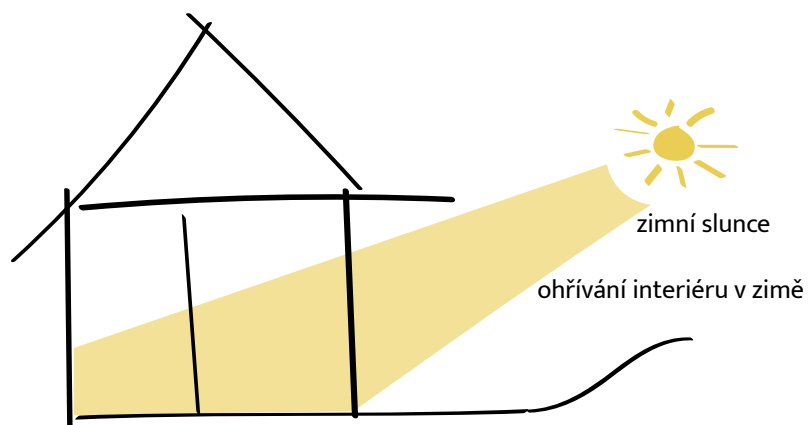
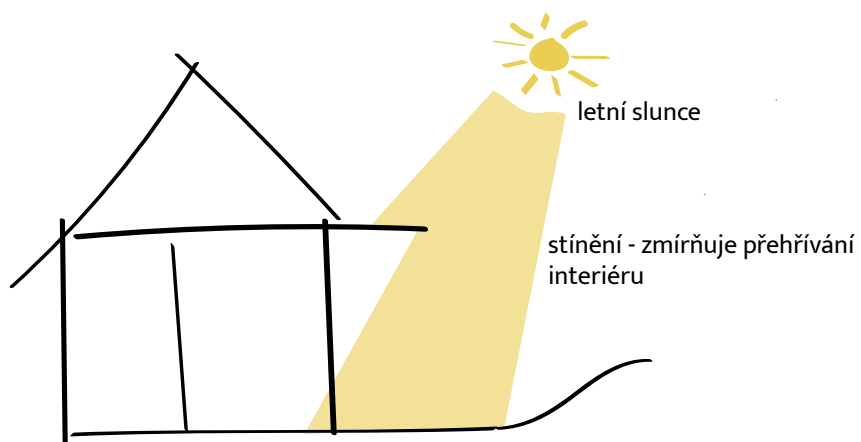
Adaptační efekt opatření

Je dvojí. Proti extrémním mrazům je značný a nezpochybnitelný. Proti přehřívání vnitřního prostředí může být také značný, ovšem při použití vhodných izolantů.

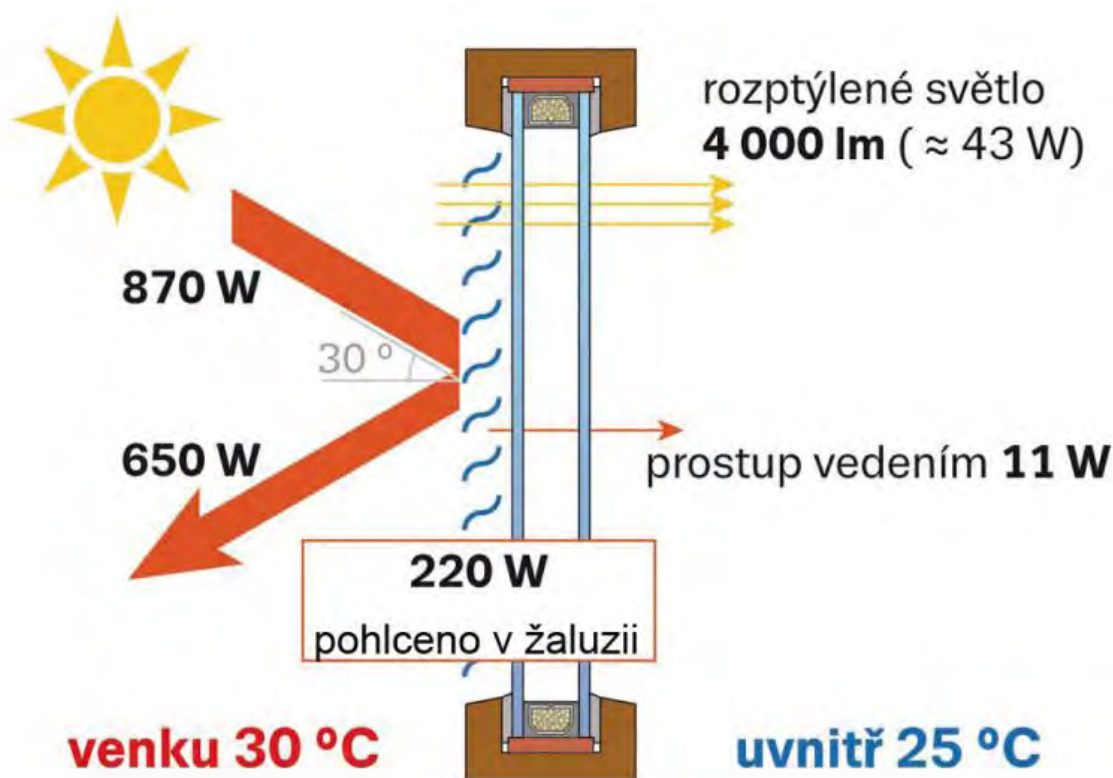
Mitigační efekt opatření

Je velice variabilní v závislosti na konkrétních parametrech daného opatření. Hlavním efektem je úspora energie na vytápění, a to často i více než 80 %. Při použití vhodných izolantů a případných dalších technologií se může rovněž zcela eliminovat potřeba ochlazovat objekt pomocí klimatizace. Naopak negativní vliv mají některé materiály a technologie, které za sebou zanechávají příliš výraznou uhlíkovou stopu.

STÍNĚNÍ VÝPLNÍ OTVORŮ



Porovnání stínění předsazenou konstrukcí v létě a v zimě



Obrázek 10: Prostup záření konstrukcí

Již u funkcionalistických staveb je patrný dodnes nepřekonaný trend využívání větších prosklených, resp. transparentních ploch. Tyto plochy představují hlavní zdroj tepelných zisků a ohřívání vzduchu v interiéru. **Prostup tepla okenním otvorem** s izolačním trojsklem splňujícím doporučené hodnoty dle platných norem je **asi 4× větší než obvodovým zdívem** splňujícím stejné normy. Kromě toho podstatnou část tepelného zisku otvory tvoří teplo z povrchů v interiéru, které jsou ohřívány přímým slunečním zářením. Zatímco v zimě jsou tyto zisky vítány, v letních dnech představují zásadní negativní dopad na kvalitu vnitřního mikroklimatu.

Nejlepší a nejefektivnější stínění představuje opadavý strom. Za semínka dnes zasazená nám naše děti budou líbat ruce. Zejména pro novostavby pak platí pravidlo: „Dvakrát měř a nekácej!“, tedy pokud je to možné, tak zachovat již vzrostlé stínící prvky a přizpůsobit jim třeba i dispozici nebo dílčí parametr stavby.

Než vyrostou stromy, existuje nepřehledné množství stavebně-technických řešení. U novostaveb můžeme začít už v průběhu návrhu např. přesahem střechy či různými předsazenými konstrukcemi (balkóny, lodžie), případně předsazenou fasádou, slunolamy a pod.

Pro již stojící budovy (ale i pro novostavby) se nabízí řešení v podobě venkovních žaluzií, případně markýz nebo pergol. Svou úlohu splní i UV fólie nalepená na oknech. Pro větší budovy jsou k dispozici i plně automatizované systémy venkovních žaluzií, které vyhodnocují data o venkovní i vnitřní teplotě a intenzitě slunečního svitu a v závislosti na ročním i denním období regulují využití, případně sklon žaluzií.



Obrázek 11: Stínění pomocí žaluzií, foto: loxone.com

Bohužel také v případě stínění narážíme na legislativní problém: v ČR neexistuje vymahatelný předpis pro zamezení přehřívání budovy v rámci projektové fáze. Vzhledem k často poměrně vysokým pořizovacím nákladům se např. od venkovních žaluzií během výstavby upouští. Následná dodatečná instalace tohoto systému (obzvláště když je ovládán elektronicky) je pak stavebně i finančně mnohem náročnější. Přesto má ale poměrně brzkou návratnost v podobě úspor za klimatizaci.

Poměrně často se můžeme setkat se zbytečným stíněním na severně orientovaných fasádách, případně s předsazenou konstrukcí, která je příliš masivní a zamezuje solárním ziskům v zimních měsících a prostupu světla do interiéru. Proto je nezbytné řešit stínění vždy individuálně s ohledem na přesné umístění a orientaci domu a za použití studií osvětlení.

Klíčový princip

Stínit letní slunce přehřívající interiér, ale umožnit solární zisky v zimě

Pochopitelně platí, že tyto prvky nesmí zastínit architektonický výraz domu, je třeba volit citlivá řešení ideálně v součinnosti s architektem.

Adaptační efekt opatření

Je závislý na poměru transparentních a netransparentních ploch, na kvalitě provedení a na vhodnosti opatření, nicméně může být nejefektivnějším opatřením pro adaptaci na horké dny.

Mitigační efekt opatření

V kombinaci s dalšími opatřeními může znamenat, že není třeba instalovat klimatizaci a není nutná energie na její provoz. Nevytvoří se ani klimatizace, ani chladicí médium, což snižuje celkovou uhlíkovou stopu.

KAM DÁL?

Chtěli byste vědět víc o ekonomických a technických aspektech adaptace domů na změnu klimatu? Podívejte se do naší elektronické publikace a také na [interaktivní model budovy](#).

Zajímá vás, co všechno ovlivňuje kvalitu vnitřního prostředí budov? Co to je „zdravá“ a co „nezdravá“ budova? A žijeme v uhlíkové bublině? Čtěte na našem portálu [Poradme.se](#).

Chcete zjistit, jak můžeme sami sledovat a měřit odolnost našich domovů proti vedru a případně dalším dopadům změny klimatu? Seznamte se s naší službou [#KlimaNaDoma](#).

Usilujete o úspory vody a energií? Není vám lhostejné, jak vaše spotřeba dopadá na životní prostředí? Chcete šetřit a přitom příliš nesnižovat životní standard? Přečtěte si naše články a informační materiály o úsporách vody, energetickém štítkování a další zajímavosti a návody k [šetrné spotřebě](#).

Průvodce klimaticky odolným, zdravým a šetrným bydlením

Autor: ing. arch. Libor Kodl

Skicy: ing. arch. Daniela Lukáčová

Redakce: Miroslav Lupač

Jazyková korektura: David Zahradníček

© Agentura Koniklec, 2020

Tato elektronická publikace byla vydána ve spolupráci s archistudiem Kodl.

Vydání publikace podpořilo Ministerstvo životního prostředí a Hlavní město Praha.

Obsah publikace nemusí vyjadřovat stanoviska donorů