



UDRŽITELNÝ NÁVRH A REKONSTRUKCE BUDOV

PŘÍRUČKA PRO PROJEKTOVÁNÍ
NOVÝCH A ZÁSADNÍ
REKONSTRUKCI STÁVAJÍCÍCH
BUDOV

ČESKÁ
ENERGETICKÁ
AGENTURA

OBSAH

ÚVOD	3
1. PRINCIPY A SOUVISLOSTI	5
1.1 ZÁKLADNÍ PRINCIPY VÝSTAVBY A REKONSTRUKCE BUDOV	5
1.2 HLEDISKA UDRŽITELNOSTI	7
2. NÁVRH BUDOVY & SPOTŘEBA ENERGIE	10
2.1 PRINCIPY PLÁNOVÁNÍ	10
2.2 POŽADAVKY NA ENERGETICKOU NÁROČNOST BUDOV	11
2.3 BENCHMARKY ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV	17
2.4 ZAJIŠTĚNÍ POŽADOVANÉHO MIKROKLIMATU V BUDOVÁCH	18
2.5 REKONSTRUKCE STÁVAJÍCÍCH BUDOV	27
3. STAVEBNÍ MATERIÁLY	29
3.1 KRITERIA A SPECIFIKACE STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ	29
3.2 HLAVNÍ TYPY MATERIÁLŮ POUŽÍVANÝCH VE VÝSTAVBĚ	32
3.3 MATERIÁLY VS. UDRŽITELNOST STAVEBNÍHO SEKTORU	39
3.4 BUDOUCÍ ROZVOJ	39
4. NÁVRH A PROJEKTOVÁNÍ STAVEB	42
4.1 PŘÍSTUP K NÁVRHU PROJEKTŮ	42
4.2 POUŽÍVANÉ STANDARDY	42
4.3 ZAJIŠTĚNÍ POHODY V BUDOVÁCH	42
4.4 TEPELNÁ POHODA	42
4.5 VIZUÁLNÍ POHODA	43
4.6 AKUSTICKÁ (ZVUKOVÁ) POHODA	44
4.7 OBVODOVÝ PLÁŠŤ BUDOV A STAVEBNÍ PRVKY	44
4.8 VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	45
4.9 VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY	45
4.10 OSVĚTLENÍ	46
5. SPOTŘEBA VODY V BUDOVĚ	47
5.1 ROZDĚLENÍ SPOTŘEBY PITNÉ VODY V BUDOVÁCH	47
5.2 ÚSPORY VODY A ŘÍZENÍ SPOTŘEBY	47
5.3 ZÍSKÁVÁNÍ A RECYKLACE VODY	49
5.4 UDRŽITELNÉ ŘÍZENÍ SPOTŘEBY VODY	52
6. KONTROLNÍ SEZNAM JAKO PRŮVODCE UDRŽITELNÉHO NÁVRHU BUDOVY	53
7. PŘÍLOHA - STANDARTNÍ UŽÍVÁNÍ BUDOVY	59
LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	73

ÚVOD

V České republice, tak jako v mnoha dalších vyspělých zemích Evropy, vzniká potřeba vytvoření systémového přístupu aplikaci projektů udržitelné výstavby a snížení energetické náročnosti v budovách a stavebním sektoru jako celku.

K tomuto cíli Česká republika směřuje pomocí legislativních a dobrovolných nástrojů.

Již před Kjótským protokolem byla přijata Směrnice rady 89/106/EHS, ze dne 21. prosince 1988, o sbližování právních a správních předpisů členských států týkajících se stavebních výrobků. Ta požaduje, aby stavba a její zařízení pro vytápění, chlazení a větrání byly navrženy a provedeny takovým způsobem, aby potřeba energie při provozu byla nízká s ohledem na místní klimatické podmínky a požadavky uživatelů.

Směrnice Rady 93/76/EHS, ze dne 13. září 1993, o snižování emisí oxidu uhličitého zdokonalováním účinnosti užívání energie požaduje, aby členské státy vytvářely a prováděly programy v oblasti energetické účinnosti ve stavebním odvětví.

Směrnice 91/2002/ES o energetické náročnosti budov byla připravena pro implementaci do české legislativy v roce 2005. Na základě podkladů, které byly zpracovány při projektu PHARE byl dne 5. května 2006 vydán zákon č. 177/2006 Sb., kterým dochází ke změně zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií. Předpokládá se, že zákon zajistí snížení spotřeby energie při výstavbě a užívání nových budov a při větších změnách stávajících objektů. Dále by měl motivovat investory a majitele budov k dosažení co nejnižší provozní spotřeby energie.

Podle prováděcích vyhlášek, které byly připraveny v roce 2006 (stejně jako národní softwarový nástroj) bude hodnocena energetická náročnost budov. Budova bude na základě metodiky EPBD zařazena do třídy energetické náročnosti vyjádřené „Průkazem energetické náročnosti“.

Dalším z nástrojů, které nejsou doposud v České republice legislativně schváleny, je definice tzv. měřítek udržitelnosti - stavebních materiálů, které je vhodné používat proto, aby v budoucnu nedocházelo k nadměrné zátěži životního prostředí jejich likvidací.

Přestože i dnes hovoříme o udržitelném rozvoji a výstavbě se při konstrukci nových objektů, setkáváme s naddimenzováním nosných konstrukcí a s využíváním materiálů, u kterých je stupeň recyklovatelnosti na velmi nízké úrovni. Stejně tak časté je osazení levných otvorových výplní, špatné řešení detailů vazeb stavebních prvků a konstrukcí (tzn. častému vzniku tepelných mostů).

Jedním z dobrých příkladů stávající zástavby jsou panelové domy. Ty reprezentují přístup 60. – 80. let 20. století k bytové výstavbě v mnoha zemích světa. Jejich likvidace je v České republice v nedohlednu, jedním z důvodů jsou náklady na likvidaci a recyklaci stavebních konstrukcí a materiálů, dalším pak je nedostatek bytových prostor.

V panelových objektech je umístěno více než 32 % bytů v České republice. Díky technickému stavu a tepelně technickým vlastnostem ochlazovaných konstrukcí dochází od počátku 90. let 20. století k jejich rekonstrukci či rozsáhlejší modernizaci. Při realizaci se však často setkáváme

s užíváním materiálů, které jsou na současném trhu dostupné za nejnižší pořizovací cenu. Cenu, kterou doplatí další generace za likvidaci, recyklaci či znovu využití materiálů už při současné modernizaci neuvažujeme.

Prvky udržitelnosti, které se dostaly či postupně dostávají do podvědomí investorů, architektů a projektantů v zahraničí jsou u nás často opomíjeny. Zmiňme například využívání dešťové vody pro technické účely.

Pitné vody je v České republice dostatek. Jak se však projeví změny klimatu za několik let nebo desetiletí je otázka. O tom, že světové klimatické podmínky se mění je zřejmé z uveřejňovaných dat. Jako příklad, který může vést až k naléhavému řešení problémů s nedostatkem pitné vody můžeme uvést ze zemi jako Anglie. Kdo by před dvaceti lety předpokládal vyšší dešťové srážky v Madridu než v Londýně, mohl být považován za pošetilého člověka. V současnosti je toto tvrzení již několik let pravdou.

Tato příručka by proto měla vést investory, architekty a projektanty k udržitelnému návrhu budov. A to nejen z ohledem na snížení energetické náročnosti budov při jejich užívání, ale také ke snížení energetické náročnosti ve stavebním sektoru jako celku.

1. PRINCIPY A SOUVISLOSTI

1.1 Základní principy výstavby a rekonstrukce budov

1.1.1 Minimalizace spotřeby energie na výrobu stavebních materiálů

Používání materiálů pro stavební konstrukce má vážný dopad na životní prostředí v lokálním a také globálním měřítku. Hlavním důvodem je využívání neobnovitelných zdrojů materiálů, energie. Proto má volba materiálů a jejich využívání v budovách velký vliv na udržitelnost výstavby, stavebního sektoru jako celku a na produkci CO₂.

Proto je třeba pečlivě zvažovat výběr stavebních materiálů, možnost jejich opětovného využití či recyklaci. Takovouto cestou je možné výraznou měrou snížit energetickou zátěž (na těžbu, průmyslové zpracování, dopravu, údržbu, demolici, recyklaci a likvidaci) a čerpání neobnovitelných materiálových zdrojů ve stavebním sektoru. Tímto směrem je možné pozitivním způsobem také ovlivnit makroekonomiku státu. A to nejen z hlediska současných požadavků, ale i z hlediska dlouhodobého rozvoje stavebního sektoru a životního standardu každého státu.

Obrázek 1: Životní cyklus stavebních materiálů



V globálním měřítku nelze hledat úspory energie a materiálů pouze u nových budov. Rozhodující podíl úspory energie a materiálů ve stavebním sektoru nastane při provádění běžné údržby a plánované modernizace stávajícího fondu budov. Ty by se, podle studie mezinárodní energetické agentury (IEA), měly v roce 2050 podílet na provozní spotřebě energie v sektoru

budov přibližně z 80 – 90 %. Výstupy studie byly založeny na předpokladu současného tempa a způsobu rekonstrukce stávajících budov.

Stávající budovy při správném užívání, údržbě a modernizaci minimalizují značnou měrou spotřebu materiálových zdrojů a přispívají k ochraně životního prostředí. Při údržbě a rekonstrukci je důležité také brát zřetel na volbu a vlastnosti materiálů z dlouhodobého hlediska. Proto by před každou modernizací by měla proběhnout rozvaha o životnosti objektu za současného stavu a prodloužení životnosti objektu po jeho rekonstrukci.

Při návrhu nových budov a před revitalizací stávajících staveb by měly být proto splněny principy hodnotící dopady budov na životní prostředí podle ČSN EN ISO 14040. Další norma, která vhodná pro zhodnocení celkových nákladů během životního cyklu budovy je ČSN EN 60300-3-3 Management spolehlivosti, Část 3-3 pokyn k použití - Analýza nákladů životního cyklu .

1.1.2 Softwarové nástroje

Hodnocení udržitelné výstavby, životního cyklu či celkových nákladů během životního cyklu budovy existuje mnoho. Často se zakládají na národních koeficientech, získaných na základě zjištěných údajů dané země.

Softwarové nástroje hodnotící LCA (Life Cycle Assessment) či LCC (Life Cycle Cost), lze po prohledání internetových stran stáhnout z několika Evropských i světových agentur.

Jedním z takových nástrojů, který vznikl v průběhu evropského programu „Intelligent Energy – Europe“ a byl naplněn relevantními daty pro Českou republiku, je GEMIS, který je možné stáhnout z webových stran – <http://www.cityplan.cz/gemis/>.

Další projektem, který se blíže zabývá hodnocením životního cyklu, jako i dalšími prvky udržitelnosti je projekt LEnSE. Hlavním cílem projektu je vyvinutí metodiky ke komplexnímu hodnocení udržitelnosti existujících budov i návrhů budov nových. Tato metodika by měla v budoucnosti umožnit dobrovolné certifikování budov. Projekt je vyvíjen v rámci mezinárodního týmu na ČVUT fakultě stavební - <http://www.substance.cz/lense/>.

Cílem všech těchto softwarových nástrojů je zhodnocení navržených variant pro vhodný výběr a užití materiálů při modernizaci či výstavbě nových budov.

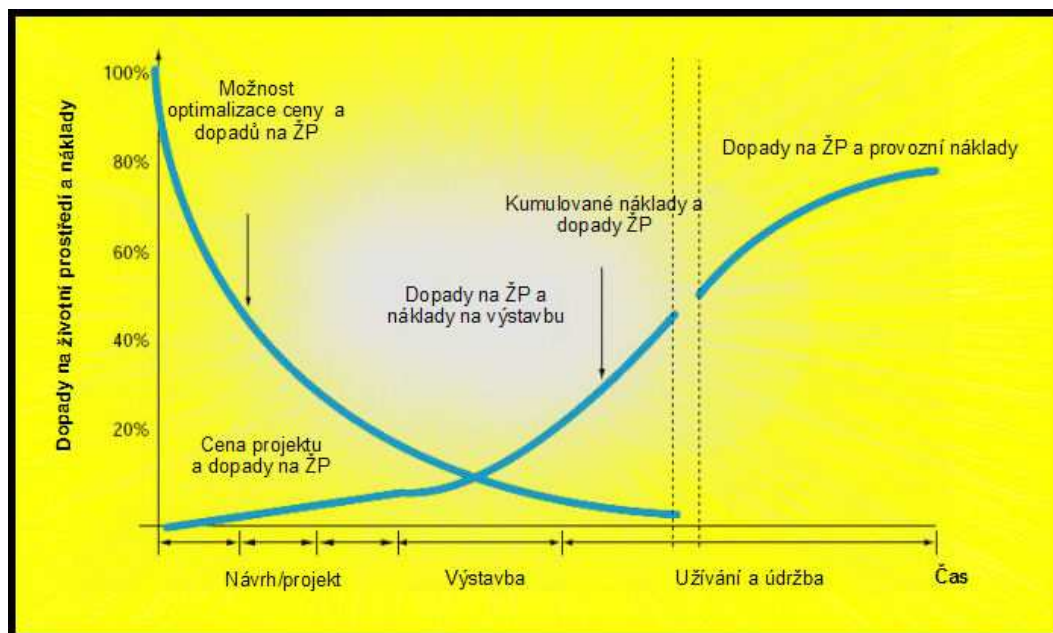
1.1.3 Náklady a vliv na životní prostředí po zhodnocení životního cyklu

V dostupné literatuře zabývající se udržitelným návrhem rekonstrukce stávajících či výstavbou nových budov se často setkáváme s ohodnocením ekonomické náročnosti každého opatření, která má v konečném důsledku vliv na pořizovací cenu nemovitosti.

Mezinárodní organizace UNEP (United Nations Environment Programme - <http://www.unep.org>) uveřejnila ve své studii vliv nákladů na cenu budovy během plánování, výstavby, užívání a údržby. Průběh nákladů, během jednotlivých fází životního cyklu budov pro Evropské a Severoamerické státy je znázorněn na následujícím obrázku. Stejně tak je na grafu

znázorněna možnost ovlivnění výše nákladů změnou v přístupu pečlivého plánování, správného užívání a včasné údržbě.

Obrázek 2: Vliv návrhu objektu na životní cyklus a celkové náklady současné průměrné evropské a severoamerické budovy



Zdroj: Sustainable building and construction – UNEP Industry and Environment

1.1.4 Snížení spotřeby energie a primárních zdrojů

Snížení spotřeby užité energie a primárních zdrojů je důležité z hlediska ekonomiky státu, udržitelnosti výstavby a rozvoje stavebního sektoru. Proto by užívání obnovitelných zdrojů energie a kombinované výroby elektrické energie a tepla mělo být oblasti budov podrobněji zkoumáno a využíváno.

1.1.5 Průvodce návrhem udržitelné výstavby a renovace

Každého průvodce je třeba podpořit politickým rozhodnutím a určitými regulativy, aby nedocházelo k ovlivňování trhu pouze na základě lobbyistických tlaků výrobců stavebních materiálů či prvků konstrukcí.

Politická rozhodnutí by například měla zajistit zveřejňování a snadnější dostupnost údajů o vlivu jednotlivých materiálů a stavebních prvků na životní prostředí a spotřebu energie na jejich výrobu.

1.2 Hlediska udržitelnosti

Jednotlivé země mají odlišně nastavená měřítka hlediska udržitelnosti. Zatím co v zemi jedné je udržitelnost chápána pod pojmem nízká spotřeba energie při provozu. V další zemi, to je priorita

využívání materiálů z obnovitelných zdrojů. Pro další zemi to jsou kriteria zohledňující sociálně-kulturní oblast.

Obecně by však každý architekt či projektant měl v předprojektové úvaze zohlednit několik následujících principů:

- Pokud jeden materiál může nahradit roli dvou či více materiálů, použijte ho. Nepoužívejte materiály, které nejsou nezbytně nutné.
- Volba ekologických materiálů, které jsou na trhu dostupné. Zohlednění rovnováhy ekonomických, ekologických a sociálních nákladů a hledisek je třeba volit při každém projektu zvlášť.
- Zohlednění doby životnosti stavebních prvků a materiálů. Výrobky a materiály, které mohou být vyměněny po delší době, zatěžují méně životní prostředí odpadem.
- Volba materiálů a produktů na základě vyššího stupně recyklovatelnosti nemusí znamenat nejvhodnější výběr. Při definování udržitelné výstavby je třeba zhodnotit projekt jako celek a docílit kombinace inovačních návrhů s efektivním využitím materiálů a odpadového hospodářství.
- Komplexní a kreativní přístup. Každý projekt je unikátní a poskytuje prostor pro nová řešení architektonických a projekčních návrhů a dopadů na životní prostředí.
- Použití materiálů, které je možné opětovně využít, a snížit tak energetickou a surovinovou náročnost pro výrobu nových materiálů.

1.2.1 Ekologická hlediska

Ekologická hlediska hrají rozhodující roli při hodnocení nových i stávajících budov. U nových budov by mělo být postupováno podle definovaných přístupů udržitelnosti se snahou o minimalizaci zátěže životního prostředí.

K tomu směřují i hlavní ekologické cíle Evropské Unie, tzn. snížit spotřebu energie a médií a zvýšit užívání obnovitelných zdrojů energie. Např. v Německu je doporučeno, na základě zhodnocení právních a ekonomických hledisek, využití nejméně 1% finančních prostředků na obnovitelné zdroje energie u budov, jejichž rozpočet přesahuje 5 miliónů EURO.

Pro dosažení konsensu ekologických a ekonomických hledisek by při každém zpracování předprojektové úvahy modernizace stávající budovy mělo dojít ke zodpovězení následujících otázek:

- Může budova fungovat dále nebo se dá přizpůsobit jinému způsobu užívání bez nutnosti dalších stavebních opatření?
- Jsou změny budovy nutné z hlediska konceptu užívání (nejen z ekologického hlediska např. snížení energetické náročnosti)?
- Jsou opatření z hlediska energetického konceptu budovy?

- Jsou nutná opatření ke zlepšení kvality vzduchu v interiéru objektu?
- Dochází ke kontaminaci půdy a/nebo povrchových vod?

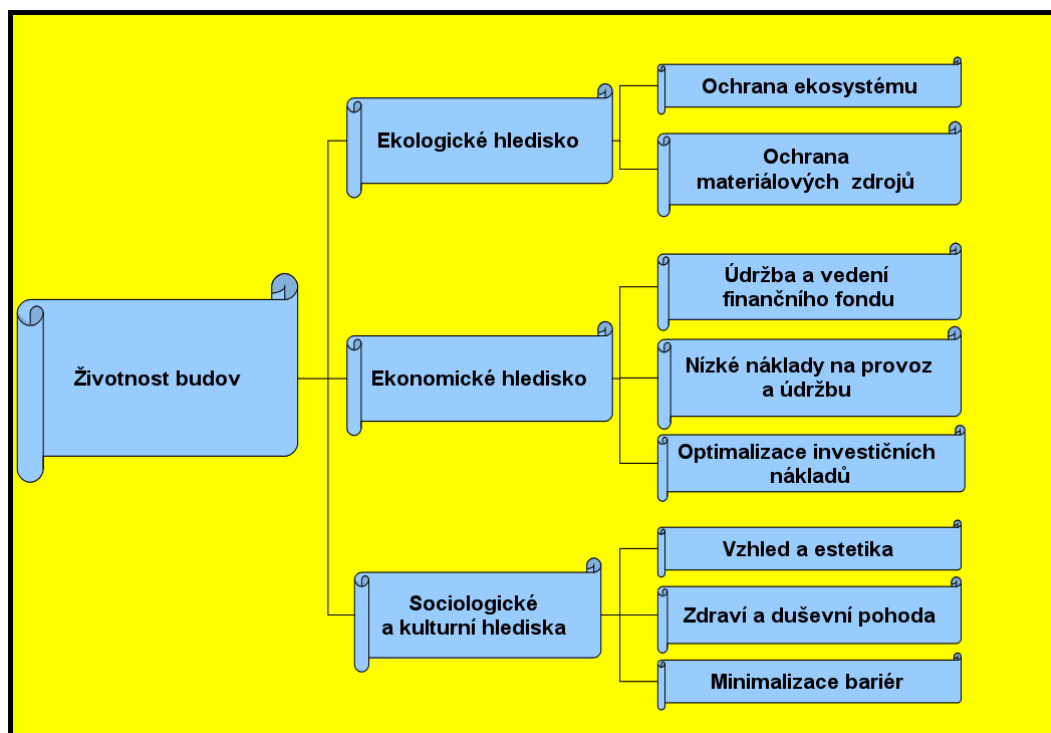
Cílem strategie snížení energetické a materiálové náročnosti ve stavebním sektoru je rekonstruovat budovu tak, aby dosáhla funkčnosti nové budovy. Principiálně může být toto řešení nazváno jako „udržitelné“.

V budoucnu bude podle produktové deklarace výrobku kontrolována shoda s cíli globální ochrany životního prostředí a materiálových zdrojů. Produktová deklarace výrobku (dopady výrobků na životní prostředí) je zohledněna v ČSN EN ISO 14 020 a ČSN EN ISO 14 040, management životního prostředí – rovnováha, princip a obecné požadavky.

Při hodnocení je třeba zohlednit následující body:

- Kontrola požadavků na prostory interiérů;
- Ochrana neobnovitelných zdrojů a racionální užívání energie;
- Užití zdrojů podle produktové deklarace výrobku a dopadu na životní prostředí;
- Návrh předpokládaných opatření s ohledem na životnost nosných konstrukcí a předpokládané době následného užívání budovy;
- Snížení nákladů na údržbu;
- Možnost opětovného využití stavebních materiálů na konci životního cyklu.

Obrázek 3: Příklady cílů udržitelnosti



Zdroj: Indikátory definované během jednání „Building for Sustainability Round Table“ BVMBS v Konsens. Základní rozdělení vychází z ekologických, ekonomických a sociálně kulturního hodnocení.

2. NÁVRH BUDOVY & SPOTŘEBA ENERGIE

Tato kapitola přináší informace pro řešení otázek souvisejících s energetickou účinností v budovách a zajištění požadovaného stavu vnitřního mikroklimatu. Projektanti a uživatelé budov by pomocí kontrolního seznamu uvedeného v závěru příručky měli být schopni dosáhnout u budov energetické náročnosti vyhovující požadavkům směrnice 91/2002/ES o energetické náročnosti budov (<http://eur-lex.europa.eu>).

Důvodem snahy o snižování energetické náročnosti je skutečnost, že spalování fosilních paliv pro účely získání energie pro lidskou aktivitu produkuje množství emisí CO₂, které mají negativní dopad na světové klima. Jednou z reakcí na tento problém bylo podepsání tzv. Kjótského protokolu v roce 1997 (www.chmi.cz). Česká republika se ratifikací tohoto protokolu v roce 2001 zavázala ke snížení emisí CO₂ o 8% oproti roku 1990.

2.1 Principy plánování

Při plánování každé nové budovy či rekonstrukce stávajících objektů je nutno zajistit následující body z dlouhodobého hlediska tak, aby nedocházelo k nadměrnému zatěžování životního prostředí, uživatel objektu ani budoucích generací.

- Ekonomická efektivita;
- Funkčnost;
- Flexibilita v používání;
- Ochrana zdraví a duševní pohody;
- Ochrana zdrojů a minimalizace dopadu na životní prostředí;
- Energie a média;
- Vnější zařízení;
- Plán recyklace a odvozu odpadů.

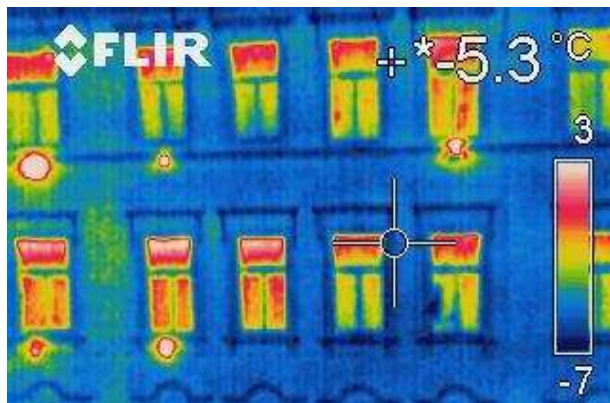
Neméně důležitými kritérii pro plánování jsou:

- Rozdílné požadavky na údržbu podle naléhavosti, investičních nákladů a přínosů;
- Faktory spojené s opatřeními na stavebních konstrukcích a technickém zařízení budov;
- U stávajících budov je třeba zajistit užívání budovy v průběhu realizace opatření a maximálně urychlit tempo realizace;
- Údržba funkčnosti části pozemku;
- Časový plán (krátko, středně a dlouhodobí).

2.2 Požadavky na energetickou náročnost budov

Požadavky na energetickou náročnost budov stejně jako kvalita výstavby ovlivňuje výši spotřeby energie, výši nákladů uživatel a v mnoha případech i životnost stavebních konstrukcí a budov jako celku.

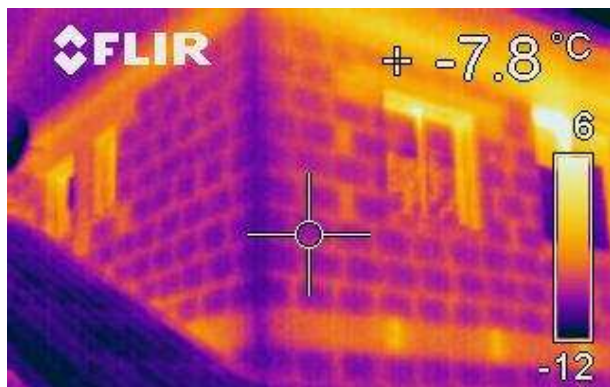
Obrázek 4: Termovizní snímky obytných budov



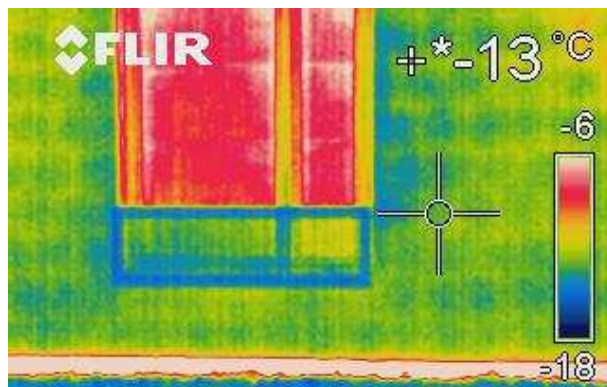
Měšťanský dům z 30. let 20. století. Na masivních zděných konstrukcích a při dřevěné nosné konstrukci stropů nejsou na snímku viditelné tepelné mosty, způsobené nedokonalými vazbami stavebních konstrukcí.



Panelový objekt typologické řady G57 z počátku 60. let 20. století. Na snímku jsou viditelné zvýšené tepelné ztráty spárami mezi železobetonovými panely a obrysy otopných těles umístěnými pod původními okny.



Rodinný dům postavený v 80. letech 20. století. I při dobrém stavu vnější omítky jsou zřetelné stavební materiály použité při výstavbě. Plynosilikátové tvárnice, nosné ocelové stropní nosníky profil I a betonové stropy.



Bytový objekt postavený klasickou zděnou technologií z roku 2001. Viditelný tepelný most při vazbě obvodového zdiva a základové desky. Tristní stav současné kvality a postupů při nové výstavbě.

2.2.1 Historický vývoj požadavků na energetickou náročnost budov

V druhé polovině 20. století došlo k postupnému vývoji požadavků na stavební prvky, konstrukce a stanovení maximální spotřeby tepla na vytápění. Důvodem k zavedení přísnějších požadavků na energetickou náročnost budov vyvstalo v závislosti na ropných krizích a citelnému zdražení energie v západní Evropě 70. a 80. letech 20. století.

Poslední zpřísnění požadavků na energetickou náročnost budov na evropském kontinentě přichází na konci 20. respektive na počátku 21. století. Zpřísnění požadavků na stavební konstrukce a snaha o sjednocení koeficientů je toho zřejmým důkazem. Např. v České republice do října 2002 byly požadavky na výplně otvorů stanoveny pro součinitel prostupu tepla a na ostatní konstrukce pro tepelný odpor. Od listopadu 2002 došlo ke sjednocení a současné požadavky jsou udávány v jednotkách součinitele prostupu tepla. Přepočty z tepelných odporů na součinitel prostupu tepla provedeny s tehdy platnými součiniteli přestupu tepla (resp. Tepelný odpor při přestupu tepla).

Tabulka 1: Vývoj požadavků na součinitel prostupu tepla U

Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Výstavba od června 1964	Výstavba od ledna 1979	Výstavba od května 1994	Výstavba od listopadu 2002	Nová výstavba a renovace po roce 2006
Okna		3,70	2,90	1,80	1,70
Vnější stěna	1,467	0,894	0,461	0,380	0,380
Podlaha	1,369	1,091	1,034	0,600	0,450
Střecha	0,900	0,508	0,316	0,300	0,240

Pozn.: Voleny srovnatelné konstrukce, např. je uvažována těžká vnější stěna, podlaha na terénu, plochá střecha, svislé vnější okno. Požadavky platí pro venkovní teplotu -15 °C.

Tabulka 2: Základní požadavky z hlediska potřeby tepla na vytápění podle českých předpisů

Kritérium	Od roku	Jednotky	Hodnoty
potřeba tepla na vytápění vztahovaná k objemu 200 m ³ (pro byty)	1979	MWh/a	9,3
potřeba tepla na vytápění vztahovaná k objemu 200 m ³ (pro byty)	1992	MWh/a	6,5
celková tepelná charakteristika budovy (ostatní budovy)	1994	W/(m ³ K)	$1,5 \cdot ((A/V) + 0,1) / (A/V) + 1,1$ *
potřeba tepla na vytápění vztahovaná na jednotkový vytápěný objem e_V nebo na jednotkovou vytápěnou plochu e_A **	2001	kWh/(m ³ a) kWh/(m ² a)	$20,64 + 26,03 \cdot (A/V)$ * $0,32 \cdot (20,64 + 26,03 \cdot (A/V))$ *
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$ ***	2005	W/(m ² K)	$0,30 + 0,15 / (A/V)$ *

* v závislosti na kompaktnosti budovy (faktoru tvaru A/V dříve označovaném také jako geometrická charakteristika budovy)

** podle vyhlášky č. 291/2001 Sb. pro větší budovy (spotřeba energie nad 700 GJ) financované ze soukromých prostředků, při použití veřejných prostředků pro všechny budovy

*** Podle ČSN 73 0540:2+Z1 (2005) závazné pro všechny nové a rekonstruované budovy. Hodnoty $U_{em,N}$ platí pro A/V v rozmezí 0,2 - 1,0. Pro A/V nižší než 0,2 platí hodnota 1,05 W/(m²K) a pro A/V vyšší než 1,0 platí hodnota 0,45 W/(m²K). Nadále platí vyhláška č. 291/2001 Sb.

2.2.2 Současné požadavky na energetickou náročnost budov

V roce 2005 došlo ke zpracování podkladů pro implementaci Směrnice 91/2002/ES o energetické náročnosti budov do České legislativy. Na základě těchto podkladů došlo k vydání zákona č. 177/2006 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií.

S implementací směrnice 91/2002/ES o energetické náročnosti budov přichází rozšíření oblasti hodnocení spotřeby energie v budovách. Kromě požadavků na stavební konstrukce a vytápění budou podle nové metodiky hodnocení energetické náročnosti budov zohledněny i další oblasti spotřeby energie jako je chlazení, mechanické větrání, klimatizace, příprava teplé vody, osvětlení a pomocná energie. Tyto oblasti se nehodnotí každá odděleně, ale jedná se o hodnocení celku se zohledněním vlivů synergického efektu. Hodnotícím kritériem budovy je tedy její celková roční dodaná energie.

V roce 2006 došlo ke zpracování metodiky a vypracování nové vyhlášky o energetické náročnosti budov, která nahradí vyhlášku č. 291/2001 Sb., podle níž byla dosud hodnocena energetická náročnost vytápění.

Přístup a metodika hodnocení uvedená v nové vyhlášce se diametrálně liší od dosavadních postupů hodnocení energetické náročnosti budov. Nová metodika se opírá o postupy a metody výpočtu energetické náročnosti budov v Německu a Dánsku s maximálním využitím dostupných dat pro Českou republiku. Můžeme předpokládat, že nový způsob hodnocení vyvolá řadu diskuzí, připomínek a odlišných názorů, které povedou k drobným úpravám a částečné změně vstupních údajů, které byly nastaveny na základě dostupných údajů v době zpracování.

Jedním ze stále diskutovaných problémů je stanovení měrných hodnot na základě geometrických charakteristik pro budovy odlišného druhu užívání. V době zpracování vyhlášky ani v době současné nebyla v České republice shromážděna data v takovém množství, aby adekvátním způsobem vyjadřovala odpovídající energetickou zátěž všech typů budov podle způsobu jejich užívání (administrativní, bytové, školské, obchodní, kulturní, atd.) definovaných Směrnicí 91/2002/ES. Např. u chlazení oficiální data pro naši zemi úplně chybí. Je proto možné předpokládat, že měrné hodnoty energetické náročnosti se budou ještě několik let vyvíjet.

Požadavky energetické náročnosti budov jsou pro každou hodnocenou budovu stanoveny individuálně výpočtem tzv. referenční budovy. Souběžně s výpočtem energetické náročnosti hodnocené budovy probíhá tedy stejnou výpočtovou metodou výpočet energetické náročnosti referenční budovy, která je téhož druhu, stejného tvaru, velikosti a vnitřního uspořádání a se stejným typem provozu a užívání jako hodnocená budova. Vytápění, větrání, chlazení, klimatizace, příprava TV, osvětlení a pomocná energie na tyto potřeby se započítávají do požadované energetické náročnosti budovy, pouze pokud jsou tyto jednotlivé systémy v hodnocené budově instalovány. Vstupní údaje výpočtu požadované a stávající referenční hodnoty jsou shodné jako u hodnocené budovy, pokud není řečeno jinak.

2.2.3 Vstupní údaje výpočtu požadované energetické náročnosti budovy

Výpočet potřeby energie na vytápění se provede pro otopnou soustavu, která je schopna využít tepelných zisků a proto může být potřeba tepla na vytápění snížena o tepelné zisky, stupeň využití tepelných zisků $\eta_{G,H}$ bude $\neq 0$.

Pro výpočet měrné tepelné ztráty tepla prostupem H_T se součinitele prostupu tepla U_i určí v principu podle ČSN 73 0540 s mírným zjednodušením

1. pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_i = 20\text{ °C}$ (pokud převažující návrhová vnitřní teplota je v intervalu od 18 °C do 24 °C včetně) viz Tabulka 3;

2. pro ostatní budovy ze vztahu:

$$U_i = U_{i,20} \cdot e_1 \cdot \frac{35}{\Delta\theta_{ie}}$$

kde $U_{i,20}$ je součinitel prostupu tepla z tabulky, ve $W/(m^2 \cdot K)$;

e_1 součinitel typu budovy; stanoví se ze vztahu:

$$e_1 = \frac{20}{\theta_i}$$

$\Delta\theta_{ie}$ základní rozdíl teplot vnitřního a venkovního prostředí, ve $^{\circ}C$, který se stanoví ze vztahu:

$$\Delta\theta_{ie} = \theta_i - \theta_e$$

θ_e návrhová venkovní teplota podle ČSN 73 0540-3, ve $^{\circ}C$, která se stanoví jako návrhová teplota vnějšího vzduchu;

Tabulka 3: Hodnoty součinitele prostupu tepla U_i pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_i = 20\text{ °C}$

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla $U_{i,20}$ [$W/(m^2 \cdot K)$]
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně Podlaha nad venkovním prostorem		0,24
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace) Podlaha a stěna s vytápěním (vnější vrstvy od vytápění)		0,30
Stěna vnější	lehká	0,30
Střecha strmá se sklonem nad 45°	těžká	0,38
Podlaha a stěna přilehlá k zemině Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru		0,60
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k částečně vytápěnému prostoru Strop a stěna vnější z částečně vytápěného prostoru k venkovnímu prostředí		0,75
Stěna mezi sousedními budovami Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně		1,05

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla $U_{i,20}$ [W/(m ² ·K)]
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně		1,30
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně		2,2
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně		2,7
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	nová	1,7
	upravená	2,0
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve stěně a strmé střeše, z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného prostoru do venkovního prostředí		3,5
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí		1,5
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného prostoru do venkovního prostředí		2,6
Lehký obvodový plášť, hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s průsvitnou výplní otvoru o poměrné ploše $f_w = A_w / A$, v m ² /m ² , kde A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP); A_w plocha průsvitné výplně otvoru v LOP	$f_w \leq 0,50$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$
	$f_w > 0,50$	$0,7 + 0,6 \cdot f_w$

Zdroj: ČSN 73 0540:2 – Z1; Březen 2005

Pro stanovení příkonu osvětlovací soustavy P_n pro výpočet uvolněného tepla z osvětlení se použije vztahu:

$$P_n = A_z \cdot E_m / 60$$

kde E_m se určí viz Tabulka 4.

Tabulka 4: Nejnižší přípustné hodnoty osvětlenosti E_m

E_m (lx)	Prostor a činnost
20	Domovní komunikace, odkládací a pomocné prostory
30	Vnitřní části domovních vstupů, vstupy do výtahu
50	Obytné místnosti v bytech
75	Komunikace v bytech, vnitřní komunikace v administrativních a obdobných budovách
100	Obytné kuchyně, koupelny, WC, šatny, spíže, sušárny a úschovny kočárků
150	Hovorný, čekárny, haly, prádelny, pracovny pro hrubé práce
300	Ošetřovna, učebna, dílna, žehlárna, mandl, psací stůl, pracovní plocha v kuchyni, běžné ruční práce
750	Pracovny pro jemné práce, kreslírny, ateliéry, počítačová pracoviště, náročné ošetřovny, vyšetřovny, laboratoře
1500	Pracovny pro velmi jemné práce, rýsovný, ateliéry
3000	Pracovny pro mimořádně jemné práce klenotnické, hodinářské, restaurátorské s omezenou možností použít zvětšení

<i>Em (lx)</i>	<i>Prostor a činnost</i>
7500	Nejjemnější výroba, nejpřesnější kontrola ve speciálních výrobnách (laboratořích) bez nebo s omezenou možností použití zvětšení
15000	Operační sály, ambulance pro speciální zákroky

Pro výpočet účinné sběrné plochy zasklených ploch se za korekční činitele stínění pohyblivých stínících prvků $F_{sh,s}$ dosadí pro každý měsíc hodnoty viz Tabulka 5.

Tabulka 5: Hodnoty korekčního činitele stínění pohyblivých stínících prvků

<i>Měsíc</i>	<i>Fsh,s</i>	<i>Měsíc</i>	<i>Fsh,s</i>
Leden	1,0	Červenec	0,2
Únor	1,0	Srpen	0,2
Březen	1,0	Září	0,5
Duben	0,8	Říjen	1,0
Květen	0,8	Listopad	1,0
Červen	0,5	Prosinec	1,0

Při výpočtu dodané energie na vytápění se účinnosti zdroje tepla na vytápění $\eta_{gen;H;c;i}$ viz Tabulka 6, poměr mezi tepelným výkonem a příkonem zdroje tepla na bázi tepelného čerpadla $COP_{gen;H;c;i} = 1$ a účinnost regulace zdroje energie $\eta_{gen;H;ctrl;i} = 0,97$. Spotřeba energie rozvodného otopného systému se určí při účinnosti rozvodného systému $\eta_{distr;H;s} = 0,98$ a tepelné energii dodané VZT jednotkami $Q_{H;AHU;n} = 0$. Pro výpočet spotřeby energie na vytápění je účinnost sdílení tepla systému $\eta_{em;H;s} = 0,98$.

Tabulka 6: Hodnoty účinnosti zdroje tepla na vytápění

<i>jmenovitý výkon P_n</i>	<i>$\eta_{gen;H;c;i}$</i>
do 0,4 MW	0,80
0,41 - 0,5 MW	0,85
0,51 - 3 MW	0,86
3,1 - 6 MW	0,87
6,1 - 20 MW	0,90
20,1 - 50 MW	0,92
nad 50 MW	0,93

Dodaná energie na chlazení je vypočtena při poměru mezi chladícím výkonem a příkonem zdroje chladu $COP_{gen;C;c;i} = 4,5$. Spotřeba energie chladícího rozvodného systému se určí při účinnosti rozvodného systému $\eta_{distr;C;s} = 0,98$ a chladící a odvlhčovací energií dodanou VZT jednotkami $Q_{C;AHU;n} = 0$. Pro výpočet spotřeby energie na chlazení je účinnost sdílení chladu systému $\eta_{em;H;s} = 0,98$.

Dodaná energie na zvlhčování je vypočtena při účinnosti zdroje zvlhčování $\eta_{\text{gen;Hum;c;i}} = 0,95$. Spotřeba energie zvlhčovacího rozvodného systému se určí při účinnosti rozvodu zvlhčovacím systémem $\eta_{\text{distr;Hum;s}} = 0,98$.

Dodaná energie na přípravu teplé vody je vypočtena při účinnosti systému přípravy teplé vody $\eta_{\text{gen;DHW;c;i}} = 0,95$ a koeficientu provozu zdroje tepla na bázi tepelného čerpadla $\text{COP}_{\text{gen;H;c,i}} = 1$. Pro výpočet spotřeby energie rozvodného systému přípravy teplé vody je účinnost rozvodného systému přípravy teplé vody $\eta_{\text{distr;DHW;s}} = 0,55$ a příspěvek solárních kolektorů k dodávce teplé vody $Q_{\text{SC;distr;DHW;sc;n}} = 0$. Při výpočtu spotřeby energie pro přípravu teplé vody je účinnost výtoku systému dodávky teplé vody $\eta_{\text{em;DHW}} = 0,80$. Potřeba energie v teplé vodě se vypočte při teplota teplé vody ve zdroji přípravy $\theta_{\text{DHW;h}} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a průměrné roční teplotě studené vody $\theta_{\text{DHW;c}} = 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Výpočet spotřeby pomocné energie na vytápění se provede s váhovým činitelem regulace čerpadel otopného systému $f_{\text{c;H}} = 0,54$. Spotřeba pomocné energie na chlazení se vypočte při váhovém činiteli regulace čerpadel chladicího systému $f_{\text{c;C}} = 0,54$. Pro výpočet spotřeby pomocné energie na přípravu teplé vody je váhový činitel regulace čerpadel systému teplé vody $f_{\text{c;DHW}} = 0,54$. Spotřeba pomocné energie na mechanické větrání je vypočtena při váhovém činiteli regulace pohonu ventilátorů větracího systému $f_{\text{c;vent}} = 0,68$.

Zisk energie z fotovoltaických článků se nezapočítává (tzn. roční výroba elektřiny z fotovoltaických článků $Q_{\text{fuel;PV;E}} = 0$). Spotřeba a výroba energie z KVET se rovněž nezapočítává (tzn. roční dodaná energie pro KVET $Q_{\text{fuel;CHP;H;c}} = 0$ a roční množství vyrobené elektřiny z KVET $Q_{\text{E;CHP}} = 0$).

2.3 Benchmarky energetické náročnosti budov

Z hlediska energetické náročnosti budov můžeme stávající objekty rozdělit do obecně definovaných skupin viz Tabulka 7.

Tabulka 7: Benchmarky energetické náročnosti různých typů budov

Typ budovy	Vytápění	Celková spotřeba
	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$
Pasivní	15	42
Nízkoenergetická	50	130
Běžná novostavba (průměr)	115	170
Starší budova (průměr)	221	280

Zdroj: STAVIEL, Srpen 2006

Pro nové metodiky bude energetická náročnost vyjádřena pomocí Průkazu energetické náročnosti.

Obrázek 5: Průkaz energetické náročnosti

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY					
Typ budovy, místní označení				Hodnocení budovy	
Adresa budovy				stávající	doporučení
VELMI ÚSPORNÁ					
0,30	A				
0,60	B				X,YZ
1,00	C			X,YZ	
1,50	D				
2,00	E				
3,00	F				
	G				
MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ					
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ				XY	XY
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ²				XY	XY
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	
XY%	XY%	XY%	XY%	XY%	
Platnost průkazu		DD.MM.RRRR			
Průkaz vypracoval		Jméno a příjmení			
		Osvědčení č. XY			

Energetická náročnost budovy EP

$$EP = Q_{\text{fuel}}$$

Vypočtená celková roční
dodaná energie

$$Rr_q = Q_{\text{fuel},r_q}$$

Požadovaná energetická
náročnost

$$Rs = Q_{\text{fuel},s}$$

Stávající energetická náročnost

Klasifikační ukazatel CI se stanoví

- je-li $EP \leq Rr_q$, pak $CI = EP / Rr_q$,
- je-li $EP > Rr_q$ a $EP \leq Rs$,
 $CI = 1 + (EP - Rr_q) / (Rs - Rr_q)$,
- je-li $EP > Rs$, pak $CI = 1 + EP / Rs$

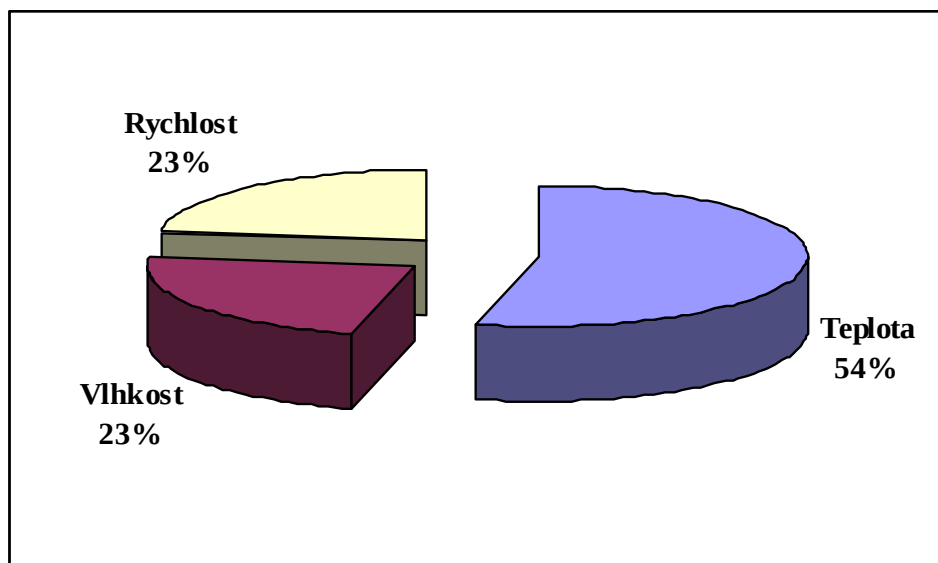
Pro nové hodnocení energetické náročnosti budov byl na základě metodiky vypracován národní softwarový nástroj, který obsahuje hodnoty pro standardizované užívání jednotlivých zón v objektech. Tyto hodnoty podle nového způsobu hodnocení energetické náročnosti budov jsou uvedeny viz Příloha.

2.4 Zajištění požadovaného mikroklimatu v budovách

Při stále rostoucí životní úrovni obyvatelstva České republiky a zemí EU se zvyšují i požadavky na kvalitu vzduchu v interiéru budov. Tento požadavek často bývá v rozporu s požadavkem na snížení provozní energetické náročnosti. Proto je nutné provádět novou výstavbu a rekonstrukce stávajících budov tak, aby byly dodrženy aktuální požadavky na vnitřní prostředí a při tom byla zachována nízká spotřeba energie.

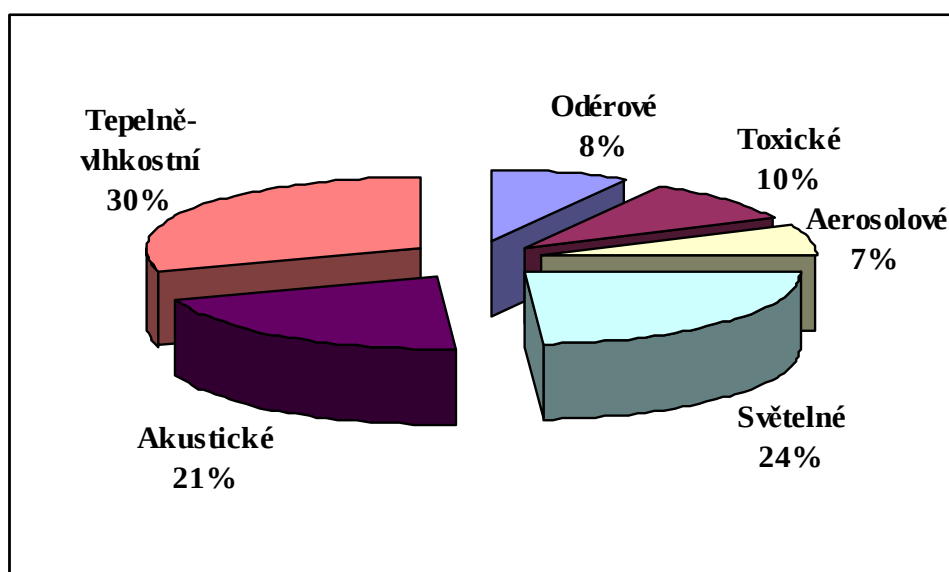
Podíly vlivu jednotlivých složek na stavu interního mikroklimatu jsou patrné viz Obrázek 6: a Obrázek 7:

Obrázek 6: Průměrné podíly jednotlivých složek na stavu interního mikroklimatu



Zdroj: Energetický informační server - www.energ.cz

Obrázek 7: Podíly teploty, vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu na tepelně vlhkostním mikroklimatu



Zdroj: Energetický informační server - www.energ.cz

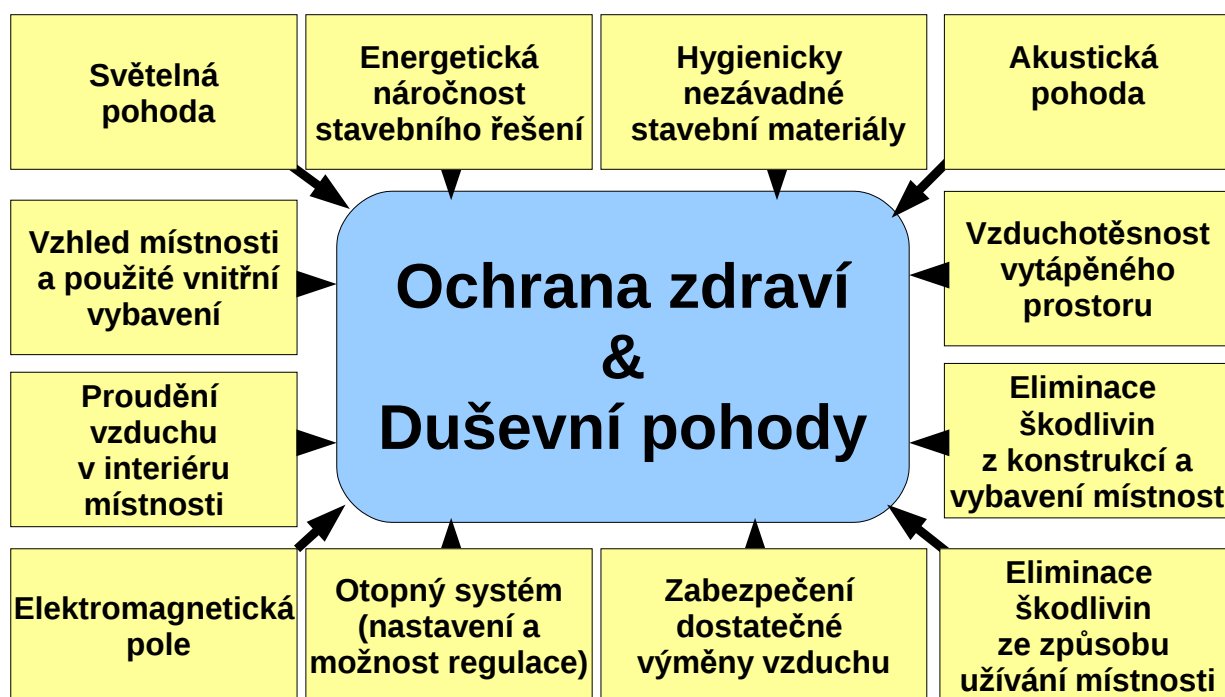
2.4.1 Ochrana zdraví a duševní pohody

S ohledem na zdraví a duševní pohodu je nutno naplánovat opatření během užívací fáze tak, aby byla zajištěna zejména:

- Výměna vzduchu / přiváděné množství vzduchu z exteriéru;
- Mikrobiologická a chemická kvalita vzduchu;

- Požadovaná a běžně dosahovaná teplota;
- Rychlost výměny vzduchu;
- Vlhkost vzduchu v interiéru;
- Akustika a dosahovaná hladina hluku v místnosti či budově;
- Estetické hledisko;
- Užití materiálů;
- Barevné schéma (vliv na psychiku člověka).

Obrázek 8: Faktory ovlivňující zdraví a duševní pohodu



Zdroj: Indikátory definované během jednání „Building for Sustainability Round Table“ BVMBS v Konsens. Základní rozdělení vychází z ekologických, ekonomických a sociálně kulturního hodnocení.

Největší podíl spotřeby provozní energie na dosažení požadovaných parametrů vnitřního prostředí je u stávajících budov závislý na vnitřní teplotě a spotřebě energie na vytápění během zimního období. V posledních letech a požadavcích na teplotu v interiéru narůstá spotřeba energie také v letních měsících. Proto je při nové výstavbě a rekonstrukci stávajících budov vhodné navrhnout taková opatření, která zabrání přehřívání interiéru v letním období a naopak v zimním období pomohou maximálně využít pasivních solární zisku a dalších interních tepelných zisků. Klimatizace a chladicí jednotky by pro dosažení požadované teploty v letním období měly být použity pouze v krajním případě (např. při nadměrné vnější hlukové zátěži).

2.4.2 Znečištění ve stávající budově

Jakékoliv zjištění znečišťující látky musí být posouzeno s ohledem na uživatele (vliv na hygienické požadavky vnitřního prostředí).

Pokud jsou znečišťující látky v budově zjištěny, musí být vyčíslena a zhodnocena výše nákladů na demolici a likvidaci těchto prvků, konstrukcí či celé budovy. Odstranění zjištěných škodlivin musí být provedeno v co nejkratším termínu.

2.4.3 Bezemisní nebo nízkoemisní stavební materiály

Pro dosažení požadované kvality vnitřního ovzduší je nutná volba stavebních materiálů, u kterých nebude docházet k uvolňování škodlivých látek. Přijatelnost jednotlivých druhů emisí (prchavé organické látky, prach, vláknité látky), jejich hladin koncentrací a expoziční doby se stanoví zvlášť případ od případu.

Při identifikaci škodlivých látek v ovzduší v interiéru budovy je nutné zohlednit nejen požadavky na stavební materiály, ale také vliv čistících prostředků povrchů objektu během užívání.

2.4.4 Světelná pohoda

Požadavky na umělé osvětlení interiéru jsou definovány v technické normě ČSN EN 12 464-1 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – část 1: Vnitřní pracovní prostory. Podle nové metodiky hodnocení energetické náročnosti budov je umělé osvětlení jednou zhodnocených částí.

U kancelářských objektů, hotelů, škol, areálů nemocnic či průmyslových hal může spotřeba energie na osvětlení činit vyšší procento nežli je tomu například v bytových budovách. Proto je při udržitelném návrhu budov vhodné zajistit maximální využití složky přírodního denního osvětlení.

Denní osvětlení a oslunění budov

Základní požadavky na denní osvětlení

Uplatnění požadavků na denní osvětlení budov se provádí na různých úrovních a z různých hledisek, kam se řadí zejména:

- hlediska právní,
- hlediska hygienická (zachování zdravých životních podmínek),
- hlediska urbanisticko-architektonická (vytvoření systémových vazeb typu „člověk – světlo – prostředí“),
- hlediska funkční (vytvoření vhodných podmínek pro daný účel využití prostorů budov),

- hlediska energetická (využití přírodní formy sluneční energie k osvětlování při současném omezení nežádoucích vlivů na vnitřní prostředí aj.).

Všechna tato hlediska se uplatňují společně a jejich řešením je vyhovující denní osvětlení budov. Podle záměru využití budov se váha jednotlivých hledisek mění, nesmí však být na úkor hygienických a právních hledisek.

Základní vlastnosti

V osvětlovaném prostoru nebo v jeho části může být osvětlení navrženo buď jako boční, horní nebo kombinované.

Boční osvětlení

Boční osvětlení se vyznačuje tím, že:

- osvětlovací otvory jsou osazeny v obvodové stěně osvětlovaného prostoru,
- při přibližně vodorovném směru pohledu jsou osvětlovací otvory v některém směru dominantním svítícím prvkem,
- světlo dopadá na většinu vodorovné srovnávací roviny převážně z boku – pod úhlem menším než 45°,
- osvětlenost vodorovné srovnávací roviny klesá se vzdáleností od osvětlovacích otvorů,
- vertikální složka osvětlenosti je relativně vysoká, ve větší vzdálenosti od osvětlovacích otvorů může být vyšší než složka horizontální,
- osvětlovací otvory umožňují výhled do exteriéru při přibližně vodorovném směru pohledu.

Některé z uvedených vlastností se nemusí vyskytovat v každém případě, eventuálně se mohou projevit jen částečně nebo na omezené části plochy.

Boční osvětlení může být:

- jednostranné,
- vícestranné,
- dvoustranné (bilaterální) – okna jsou v protilehlých stěnách nebo ve stěnách dotýkajících se v rozích prostoru,
- mnohostranné (multilaterální) – trojstranné, čtyřstranné,
- sekundární – světlo prostupuje vnitřními osvětlovacími otvory ze sousední místnosti.

Horní osvětlení

Horní osvětlení se obvykle vyznačuje následujícími vlastnostmi:

- osvětlovací otvory jsou umístěny ve stropu osvětlovaného prostoru,
- při pohledu vodorovným směrem zasahují osvětlovací otvory jen částečně do zorného pole, a to převážně shora,

- světlo dopadá na většinu vodorovné srovnávací roviny převážně shora,
- rovnoměrnost osvětlení srovnávací roviny je závislá na velikosti a vzájemné vzdálenosti světlíků a může kolísat ve značném rozsahu,
- vertikální složka osvětlenosti je většinou nízká,
- výhled do exteriéru je značně omezený.

Kombinované osvětlení

Za kombinované osvětlení se označuje takový systém osvětlení, který má současně některé vlastnosti bočního i horního osvětlení. Je možné sem zařadit i takové způsoby osvětlení, které se nedají jednoznačně označit jako boční nebo horní osvětlení, např.:

- osvětlení prostoru nebo jeho části současně okny i světlíky,
- osvětlení prostoru s relativně malou světlou výškou asymetricky umístěným světlíkem, takže oblohové světlo na většinu osvětlované plochy dopadá z boku,
- prostor s velkou světlou výškou osvětlený bočními osvětlovacími otvory (okny) s vysokým parapetem, takže světlo dopadá na srovnávací rovinu převážně shora,
- osvětlení podkrovních místností oknem v šikmé části střechy atd.

Účinnost osvětlení

Všeobecný pojem účinnost osvětlení, v odborné literatuře často používaný bez přesnější definice, zahrnuje více dílčích pojmů. Hodnoty účinnosti se používají k vzájemnému porovnávání různých systémů osvětlení nebo při výpočtu osvětlení tokovými činnostními metodami.

Účinnost osvětlovacího otvoru

Je to poměr velikosti světelného toku vycházejícího z výstupní roviny osvětlovacího otvoru a světelného toku dopadajícího na vstupní rovinu osvětlovacího otvoru. Ztráty světla při jeho průchodu osvětlovacím otvorem jsou způsobeny cloněním částmi otvoru (ostění, záklenek, součásti regulačního systému apod.) a vlastnosti zasklení včetně ztrát. Z praktických důvodů se často účinnost osvětlovacího otvoru udává bez vlivu činitele prostupu ztrát, který se při výpočtu osvětlení určuje samostatně.

Zlepšení šíření denního a umělého osvětlení napomáhají také barvy a reflexivní povrchy interiéru. Barevné odstíny a dobrá světelná pohoda v interiéru je jedním z důležitých faktorů při hodnocení duševní pohody.

Tabulka 8: Činitelé odrazu světla běžných povrchů (ČSN 73 0580-1)

Druh povrchu	Činitel odrazu světla p
Povrch konstrukce bílý	0,75 až 0,80
krémový, béžový	0,60 až 0,70
•světle žlutý	0,60 až 0,70
tmavě žlutý	0,50 až 0,60
světle červený	0,40 až 0,50
tmavě červený	0,15 až 0,30
světle zelený	0,45 až 0,65
tmavě zelený	0,05 až 0,20
světle modrý	0,40 až 0,60
tmavě modrý	0,05 až 0,20
hnědý	0,12 až 0,25
světle šedý	0,40 až 0,60
tmavě šedý	0,15 až 0,20
černý	0,01 až 0,03
cihla (červená, pálená hlína)	0,25
písek světlý	0,50
sádra bílá	0,80 až 0,92
mramor bílý	0,55 až 0,80
žula	0,40 až 0,50
dřevo světlé	0,30 až 0,50
tmavé	0,10 až 0,25
zeleň, tráva	0,05 až 0,10
živičný povrch	0,10
betonová dlažba	0,30
zemina	0,08 až 0,20
ocel	0,28
hliník eloxovaný nebo leštěný	0,75 až 0,85
zrcadlo skleněné (zrcadloový odraz)	0,80 až 0,90
okno s čirým sklem (z vnější strany)	0,10
s čirým sklem a bílou záclonou	0,30 až 0,40
sníh	0,75 až 0,80

Legislativa v oblasti světelné techniky

Problematika denního osvětlení, proslunění a oslunění budov je zahrnuta v právních předpisech (zákony, vyhlášky, nařízení vlády apod.) a technických normách. Právní předpisy stanoví závazné rámcové požadavky týkající se ochrany zdraví a bezpečnosti osob a ochrany životního prostředí. Těchto předpisů vycházejí požadavky hygienické služby a stavebních úřadů kladené na investory, projektanty, případně zaměstnavatele. Právní předpisy mohou obsahovat zezávazňující odvolání na normová ustanovení. Technické normy rozvádějí rámcové požadavky

právních předpisů v podrobném technickém řešení, obsahují technické specifikace, kriteria, směrnice nebo definice s cílem dosáhnout optimálního řešení daného problému.

Zákon č. 22/1997 Sb. „O technických požadavcích na výrobky“ (nahrazuje zákon č. 142/1991 Sb. „O československých technických normách“ – zrušený v r. 1996) a jeho novela vyjádřená zákonem č. 71/2000 Sb. Nově vymezuje postavení ČSN v soustavě předpisů České republiky.

Závaznost norem byla tímto zákonem definitivně ukončena k 31.12.1999. To znamená, že ČSN jsou od 1.1.2000 nadále platné avšak nejsou obecně závazné (viz § 4 zákona č. 71/2000 Sb.), mají tedy dobrovolný charakter. Povinnost jejich dodržení ovšem může vyplynout z jiných předpisů. K tomuto zákonu se vztahují Nařízení vlády č. 178/1997 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky a NV č. 178/2001 Sb. Obsahují nařízení, že „Stavba musí být navržena a postavena takovým způsobem, aby neohrožovala hygienu zdraví jejich uživatelů nebo sousedů“, tedy nařízení velmi nekonkrétní, ale v pozdějším nařízení roku 2001 je již definován pojem „normová hodnota“ tzn. odkaz na platné normy: „Normová hodnota je konkrétní technický požadavek v příslušné technické normě ČSN, jehož dodržení považuje konkrétní ustanovení z nařízení vlády či vyhlášky za splnění stanovených požadavků.“

Pozn.: Tento pojem je definován rovněž ve vyhlášce Ministerstva pro místní rozvoj ČR (MMR) č. 137/1998 Sb.

Problematika denního osvětlení, oslunění a proslunění je ošetřena v normách nadřazených zákonech a prováděcích nařízení vlády nebo vyhlášek. Jsou to především:

Zákon o veřejném zdraví č. 258/2000 Sb. Jeho prováděcí vyhlášky jsou:

- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví České republiky (MZd) č. 106/2001 Sb. „O hygienických požadavcích na zotavovací akce pro děti“
- Vyhláška MZd č. 107/2001 Sb. „O hygienických požadavcích na stravovací služby“
- Vyhláška MZd č. 108/2001 Sb. „Požadavky na prostory a provoz škol, předškolních zařízení a některých školských zařízení“
- Zákon o bezpečnosti práce č. 155/2000 Sb., kterým se mění zákoník práce č. 65/1965 Sb.
- Zákon o územním plánování a stavebním řádu č. 50/1976 Sb. Ve znění zákona č. 83/1998 Sb. A jeho prováděcí vyhlášky:
- Vyhláška MMR č. 132/1998 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona
- Vyhláška MMR č. 137/1998 Sb. „O obecných technických požadavcích na výstavbu“.

K vyhlášce 137/1998 patří vyhláška hlavního města Prahy č. 26/1999 Sb. „O obecných technických požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze“ ve znění nařízení hl. m. Prahy č. 7/2001 Sb. hl. města Prahy.

Vyskytující se odvolání na normové hodnoty v uvedených zákonech nebo prováděcích vyhláškách Ministerstva pro místní rozvoj či Ministerstva zdravotnictví zezávazňují příslušná

ustanovení těchto norem. Tak například vyhláška MMR č. 137/1998 Sb. vytyčuje rozsah platnosti pro zpracování územně plánovací dokumentace při navrhování, povolování, provádění, kolaudaci a užívání staveb. Definuje pojmy týkající se různých druhů budov a jejich interiérů (např. bytový dům, byt, obytná místnost apod.). Dále stanoví obecné požadavky na bezpečnost a užitné vlastnosti staveb. Zde jsou uvedeny odkazy na ČSN týkající se denního osvětlení a proslunění obytných a pobytových místností. Tím jsou zezávazněna příslušná ustanovení ČSN 73 0580-1, -2, -3, -4 a ČSN 73 4301.

V posledních letech probíhá zvýšenou intenzitou přejímání evropských a mezinárodních norem a z toho plyne potřeba změn v národních normách a hygienických vyhláškách. Orientovat se v současné právní a technické dokumentaci je často nesnadné, ale pro projektanty, pracovníky hygieny a investory zcela zásadní. Proto je zde uváděn základní přehled, který však s postupem času jistě dozná dalších doplnění a změn. Nezbyvá než tyto změny sledovat.

2.4.5 Akustická pohoda

Dosažení akustické pohody v interiéru budovy hraje hlavně ve městských lokalitách významnou roli. V březnu roku 2006 došlo k vydání nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Toto nařízení zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství a upravuje.

- Hygienické limity hluku a vibrací pro místo určené nebo obvyklé pro výkon činnosti zaměstnanců (dále jen "pracoviště"), minimální rozsah opatření k ochraně zdraví zaměstnanců a hodnocení rizik hluku a vibrací pro pracoviště;
- Hygienické limity hluku pro chráněný vnitřní prostor staveb, chráněný venkovní prostor staveb a chráněný venkovní prostor;
- Hygienické limity vibrací pro chráněný vnitřní prostor staveb;
- Způsob měření a hodnocení hluku a vibrací pro denní a noční dobu.

Toto nařízení se nevztahuje na:

- Hluk z užívání bytu;
- Hluk a vibrace způsobené prováděním a nácvikem hasebních, záchranných a likvidačních prací, jakož i bezpečnostních a vojenských akcí;
- Akustické výstražné signály související s bezpečnostními opatřeními a záchranou lidského života, zdraví a majetku.

Hlavní zásady projektování a realizace uzavřených prostorů pro kulturní, školní a veřejné účely jsou uvedeny v normě ČSN 73 0527, která vstoupila v platnost na počátku dubna roku 2005. Mezi výraznější změny v nově vydané normě patří změna přístupu k době dozvuku v některých školních prostorech, kde doposud stačil širokopásmový obklad stropu a nyní se vyžaduje doba dozvuku.

2.5 Rekonstrukce stávajících budov

2.5.1 Cíle pro strategii údržby a modernizace

Pro zajištění minimální spotřeby provozní energie je třeba klást zvláštní důraz na strategickou fázi plánování, užívání a údržbu s ohledem na životní cyklus budovy a jednotlivých stavebních materiálů. Vhodné je využití stavebních materiálů s vyšším stupněm recyklovatelnosti či materiálů, které je možné opětovně využít při modernizaci či výstavbě nového objektu. Tímto způsobem může být výrazným způsobem snížena vstupní investice. Zohledněny by neměla být pouze stávající energetická náročnost, hlavní důraz by měl být kladen na stav jednotlivých stavebních prvků, konstrukcí a technického zařízení. V této kapitole je tato tematika pod uvedena pod pojmem „Strategie údržby, užívání a modernizace“. Cílem takovéto strategie je zabezpečit a zlepšit kvalitu bytového fondu na základě užívání a údržby, zvláště:

- Zlepšit kvalitu plánování pro uživatele a hospodaření s objektem;
- Minimalizaci výdajů a zátěže narůstající vlivem překročení životnosti konstrukcí;
- Zajistit, že budova a nemovitý majetek bude vhodný pro užívání a zachová si dostatečnou hodnotu;
- Vyvarovat se nedostatečné údržby. Tzn. zabezpečit pravidelné inspekce, servisní prohlídky a údržbu;
- Kontinuálně zabezpečovat snižování energetické náročnosti;
- Připravit a zajistit financování pro realizaci opatření (údržba, snižování energetické náročnosti atd.).
- Zajistit synergický efekt „balíkem“ navržených opatření;
- Snížit riziko defektů, poškození budovy a jejího technického zařízení, zanedbáním výše uvedených opatření;
- Umožnit kontinuální užívání či zajistit změnu užívání nemovitosti a budov.
- Strategie údržby, užívání a modernizace by měla být navržena, realizována a kontinuálně prováděna správcem budovy (či majiteli objektu).

2.5.2 Opatření na stavebních konstrukcích

Před rekonstrukcí obvodového pláště budovy je třeba zhodnotit možnost proveditelnosti navrženého opatření na stavebních konstrukcích a z hlediska ekonomických a ekologických hledisek z dlouhodobého kontextu.

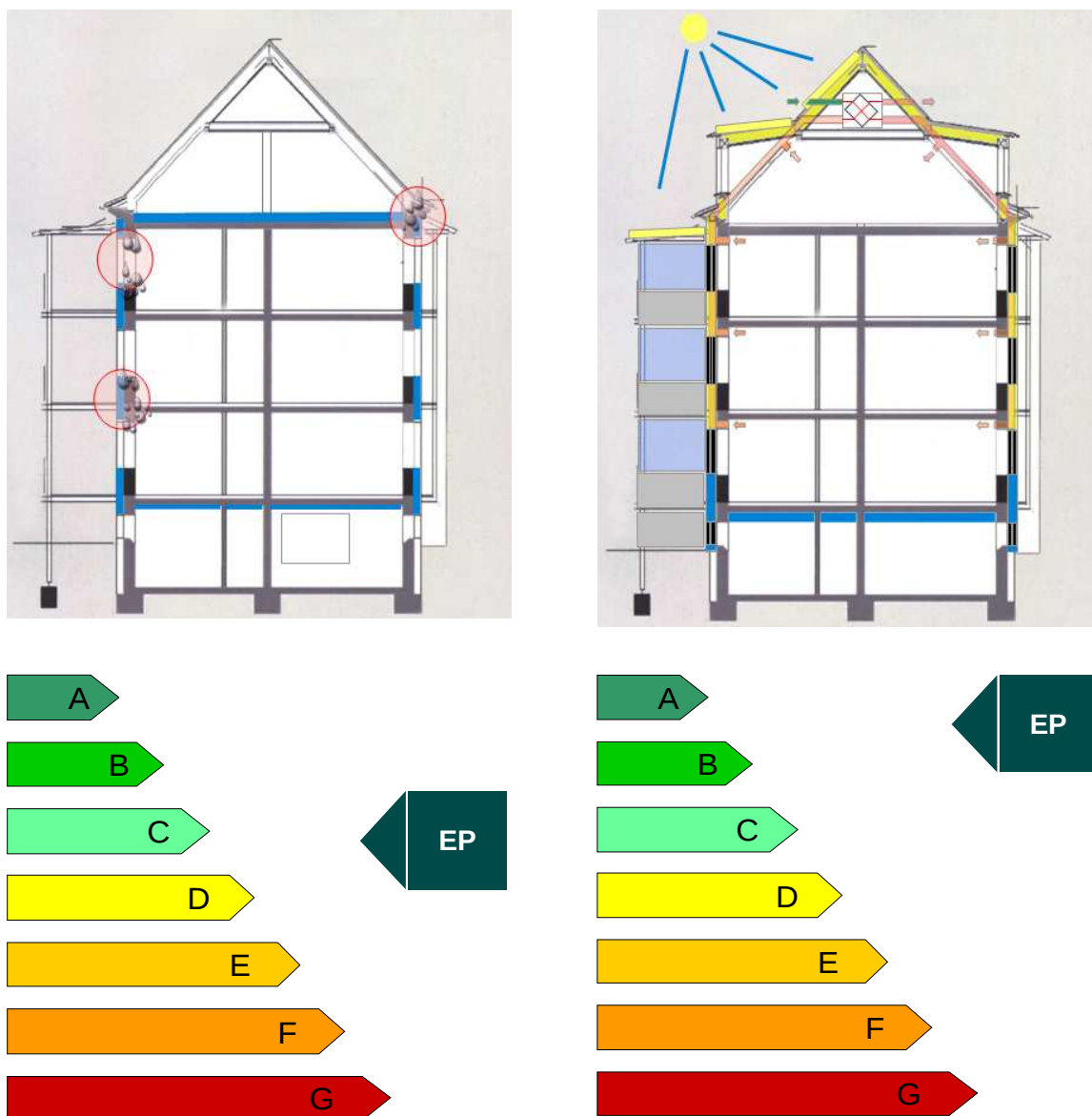
Na základě rozhodnutí o dalším užívání objektu a stanovení jeho životnosti dojde k návrhu opatření na ochlazovaných prvcích a konstrukcích.

- Zateplení stropu či střešního pláště nad posledním vytápěným podlažím;
- Zateplení neprůsvitných konstrukcí obvodového pláště;

- Výměně otvorových výplní;
- Zateplení stropu nad nevytápěným suterénem.

Kromě opatření vedoucí ke zlepšení tepelně technických vlastností plochy je nutné zhodnocení lokálních míst, kde dochází ke vzniku tepelných mostů. Důležité jsou také hlediska požární ochrany a hlukové izolace.

Obrázek 9: Tradiční obnova vs. možná budoucí obnova bytového fondu (ANNEX 50)



Zdroj: Projekt zapsaný do programu IEA - ANNEX 50 – Prefabricated retrofit of Buildings

3. STAVEBNÍ MATERIÁLY

3.1 Kriteria a specifikace stavebních materiálů

Kriteria a specifikace stavebních materiálů z udržitelného hlediska jsou převážně uvedeny a rozvinuty v zahraničních publikacích. Údaje v těchto publikacích se často liší v závislosti na období vydání, prioritách a možnostech jednotlivých zemí, ve kterých byly dané studie provedeny. Nelze tedy tyto údaje „slepě“ převést do našich zeměpisných a klimatických podmínek.

Materiály se v závislosti na moderních technologiích vyvíjejí v každém průmyslovém sektoru. V době, kdy hovoříme o nedostatku energie a snižování těžby neobnovitelných zdrojů je důležité rozumět možnostem současných technologií a jejich využití ve stavebním sektoru.

Informace o stávajících materiálech je třeba hodnotit kontinuálně. Příkladem mohou být materiály (např. azbestocementové desky či škvárobetonové tvárnice), které byly dříve hodnoceny jako zdravotně nezávadné pro lidský organizmus. V současnosti jsou z dlouhodobého hlediska definovány jako škodlivé. Určité změny mohou a často vznikají na základě politických rozhodnutí a lobbyistických skupin.

Návrh budovy a použitých materiálů by proto měl splňovat soudobé parametry odvozené z posledních vědeckých poznatků a legislativy státu.

3.1.1 Svázaná „šedá“ energie

Svázaná neboli šedá energie je spojena s výrobou, dopravou, recyklací, znovu užitím a likvidací materiálů. Při výběru stavebních materiálů by mělo docházet k maximálnímu využití materiálů dostupných v dané lokalitě, materiálů s vyšším stupněm recyklace, znovu využití materiálů, které mají vyšší potřebou energie na výrobu.

U budov s vysokou potřebou energie na vytápění, ohřev teplé vody, osvětlení atd. tvoří svázaná energie poměrně zanedbatelnou část z hlediska celkového energetického hodnocení objektu.

U budov s nízkou potřebou energie je podíl svázané energie vyšší a již ho nelze uvažovat jako zanedbatelný. A proto je třeba hledat vhodná řešení pro celkové snížení potřeby energie ve stavebním sektoru a budovách jako celku.

Šedá energie je zahrnuta v každém stavebním materiálu. Hodnoty energetické náročnosti na výrobu se liší podle časového období, použité technologie, dostupnosti lokálních zdrojů atd.

Mezi země, které pravidelně zveřejňují spotřebu energie na výrobu stavebních materiálů jsou Kanada, Austrálie a Nový Zéland. Na základě těchto podkladů např. na Novém Zélandu došlo k ovlivnění trhu se stavebními materiálu a využívání materiálů s nižším podílem šedé energie.

Pro názornost uvádíme porovnání energetické náročnosti stavebních materiálů a vývoj hodnot šedé energie Nového Zélandu.

Tabulka 9: Porovnání hodnot šedé energie, 1983 to 1996 (Nový Zéland)

Materiál	Jednot	Baird & Chan (1983)	Alcorn (1996)	Změna %
Úhrnem	MJ/kg	0,30	0,10	- 66,7
Hliník – Čistý	MJ/kg	129,50	191,00	47,5
Hliník – Stlačený	MJ/kg	145,00	201,00	38,6
Hliník – Folie	MJ/kg	154,00	204,00	32,5
Hliník – Plech	MJ/kg	145,00	199,00	37,2
Mosaz	MJ/kg	49,30	62,00	25,8
Cement	MJ/kg	8,98	7,80	-13,1
Cementová malta	MJ/m ³	5 980,00	3 200,00	-46,5
Beton – Prefabrikovaný	MJ/m ³	4 780,00	4 700,00	-1,7
Beton – Mix 17,5 MPa	MJ/m ³	3 840,00	2 350,00	-38,8
Měď	MJ/kg	45,90	70,60	53,8
Sklo	MJ/kg	31,50	15,90	-49,5
Izolace – Skelná vlákna	MJ/kg	150,00	30,30	-79,8
Olovo	MJ/kg	25,20	35,10	39,3
Barviva – Obecně	MJ/m ²	15,00	6,50	-56,7
Barviva – Ředitelné ředidlem	MJ/m ²	12,00	6,10	-49,2
Barviva – Ředitelné vodou	MJ/m ²	7,50	7,40	-1,3
Sádrokarton	MJ/m ³	5 000,00	5 890,00	17,8
Plasty – Polyethylen	MJ/kg	112,00	103,00	-8,0
Plasty – Polypropylen	MJ/kg	175,00	64,00	-63,4
Plasty – Polystyren	MJ/kg	100,00	117,00	17,0
Plasty – PVC	MJ/kg	96,00	70,00	-27,1
Syntetická guma	MJ/kg	148,00	110,00	-25,7
Písek	MJ/kg	0,04	0,10	150,0
Profilovaná ocel – Recyklovaná	MJ/kg	59,00	8,90	-84,9
Válcované dráty – Recyklovaná ocel	MJ/kg	35,00	12,50	-64,3
Ocel – Obecně	MJ/kg	35,00	32,00	-8,6
Ocel – Galvanizovaná	MJ/kg	37,00	34,80	-5,9
Dřevo – Sušené – Hrubě opracované	MJ/m ³	848,00	165,00	-80,5
Dřevo – Sušené – Opracované	MJ/m ³	4 692,00	638,00	-86,4
Dřevo – Dřevotřísková deska	MJ/m ³	20 626,00	13 310,00	-35,5
Dřevo – Lepená konstrukce	MJ/m ³	4 500,00	2 530,00	-43,8
Dřevo – Dřevotříska	MJ/m ³	12 892,00	5 694,00	-55,8
Dřevo – Dýha	MJ/m ³	9 439,00	5 720,00	-39,4

Zdroj: The energy embodied in building materials – updated New Zealand coefficients and their significance

Rozdíly koeficientů v jednotlivých letech jsou dosti rozdílné a odpovídají postupnému vývoji hodnotící analýzy a vývoji technologie. Přesto však na základě zveřejněných údajů lze definovat

materiály, jejichž výroba je v lokálních podmínkách Nového Zélandu energeticky náročná či nikoliv.

V zemích Evropské Unie tyto údaje nejsou snadno dostupné. I zde však můžeme nalézt země, které preferují stavební materiály a jejich využití na základě jejich vlivu na životní prostředí.

3.1.2 Biodiversita

Úmluva o biodiverzitě byla přijata v roce 1992 v Rio de Janeiro. Definice je následovná.

Biodiversita (biologická rozmanitost) znamená variabilitu všech žijících organismů včetně, mezi jiným, suchozemských, mořských a jiných vodních ekosystémů a ekologických komplexů, jejichž jsou součástí, zahrnuje diversitu v rámci druhů, mezi druhy i diversitu ekosystémů.

V rámci EU byly vlivy biodiversity stanoveny ve Směrnici k 79/409/EHS k ochraně volně žijících ptáků a Směrnici 92/43/EHS k ochraně přírodních stanovišť, planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů.

Udržitelná výstavba by měla eliminovat veškeré stavební materiály, které mají nepříznivý dopad na:

- Znečištění životního prostředí a dopadů na živočišné druhy;
- Znečištění půdy a/nebo mikroklimatu.

3.1.3 Obnovitelné materiály

Při plánování a předprojektčních úvahách je třeba zohlednit účel, dobu a způsob užívání objektu. Po zohlednění vstupních údajů připravované realizace je třeba tam, kde je to možné zajistit:

- Preferenci a maximální využití obnovitelných materiálů, materiálů s vysokým stupněm recyklace;
- Minimalizaci užití materiálů z neobnovitelných zdrojů.

3.1.4 Trvanlivost/Recyklace/Odpad

Při projektování staveb udržitelného konceptu je třeba zohlednit:

- Další možné užití demontovaných dílů a stavebních materiálů;
- Užití malých, lehce přepravovaných dílů;
- Používání odstranitelných připevněných dílů (šrouby, nýty) raději nežli pevně spojených dílů;
- Používání homogenních materiálů raději nežli kompozit;
- Používání vrstvených namísto lepených dílů.

3.2 Hlavní typy materiálů používaných ve výstavbě

3.2.1 Kámen

Kámen jako jeden z nejstarších stavebních materiálů se v moderním stavitelství používá v omezené míře. Jeho hlavní využití je v současné době převážně pro dekorační účely reprezentativních prostor, dláždění svahů, opěrné zdi apod.

3.2.2 Beton

Beton je jako stavební materiál využíván již po několik století. Jako univerzální (nosné železobetonové skelety až lehké izolační betony) stavební materiál je velmi oblíben pro své technické vlastnosti a možnost dosažení téměř jakéhokoli tvaru (estetického vzhledu) konstrukce. Také z hlediska trvanlivosti konstrukcí a objemových změn, lze vlastnosti betonu hodnotit jako dobré. Výhodou tohoto kompozitního stavebního materiálu může být např. znovu využití recyklovaných prvků či příměsí jako je např. popílek (více na <http://www.cideas.cz/index.php?menu=clanky&okno=clanky>). Nevýhodou betonu zůstává těžba neobnovitelných zdrojů (písek, štěrk, vápenec atd.), poměrně vysoká energetická náročnost na výrobu, demolici a likvidaci stavebních konstrukcí.

U betonových konstrukcí (dlouhé životnosti) by se architekti a projektanti měli před zpracováním projektu ujistit, že navržená konstrukce je optimalizována z hlediska potřebných dimenzí a využití vhodných komponent (recyklovaný materiál jako část skladby konstrukce či přísada betonové směsi).

3.2.3 Kovy

Energetická náročnost výroby stavebních materiálů na bázi kovů je v porovnání s dalšími materiály poměrně vysoká. Proto je třeba zajistit optimalizaci dimenzí navržených konstrukcí a zvolit nejvhodnější materiál (ocel, zinek, hliník, měď atd.) pro dané užití, který zajistí možnost využití prvků či konstrukcí z dlouhodobého hlediska. Další nevýhodou je těžba neobnovitelných materiálových zdrojů. Obě tyto nevýhody lze částečně eliminovat výrobou nových prvků a konstrukcí z recyklovaných surovin (dochází ke snížení energetické náročnosti a využití odpadu).

Proto je třeba kovy v maximální míře recyklovat a tím značně snížit jejich energetický obsah. Např. hliník z recyklovaného materiálu má až o třetinu menší energetický obsah než hliník primárně vyroben z přírodních zdrojů.

3.2.4 Cihlářské výrobky

Cihlářské výrobky se vyrábějí z červené nebo bílé cihlářské hlíny se značným podílem ostřiv. Poměr míšení je dán požadovanou tvárností a povoleným smrštěním při výpalu. Po vysušení se cihlářské výrobky pálí na 900-1200 °C. Nejběžnějšími výrobky jsou cihly, střešní krytina,

dlaždice a další. Barva cihel je dána jednak druhem hlíny, jednak způsobem pálení. Červeně zbarvené cihly pocházejí s hlíny s vyšším, obsahem sloučenin železa (nad 2%) a byly páleny v oxidační atmosféře. Hnědé cihly pocházejí z téhož materiálu, ale byly páleny v redukční atmosféře. Cihly z hlíny s vysokým obsahem železa (7-10%) pálené v redukční atmosféře mají barvu zelenavou až modravou a cihly s obsahem sloučenin manganu jsou černé.

Rozvoj výroby cihlářského zboží zaznamenaly civilizace vzniklé v oblastech s nedostatkem stavebního kamene. Známým příkladem jsou mezopotamské kultury, jejichž obrovské stavby jsou postaveny takřka výhradně z cihel. Cihly byly také oblíbeným stavebním materiálem Římanů, snad i proto že vyhovovaly jejich modernímu smyslu pro typizaci. Zdomácněly po celé romanizované Evropě. Ve středověku byly běžné taškami kryté střechy a cihly byly hlavním stavebním materiálem v Nizozemí, Pobaltí a v Británii.

Cihlářské výrobky mají dnes velmi široké uplatnění. Můžeme je rozdělit na zdicí materiál (cihly plné, příčně nebo svisle děrované, voštinky, příčkovky a cihly kanalizační). Dále jsou to pálené komínovky, krytina, stropnice (hurdisky), drenážní trubky a ostatní zboží (dlaždice, antuka, cihelná drť).

Z hlediska udržitelnosti nejsou cihlářské výrobky ideálním představitelem. Jejich výroba a doprava je energeticky poměrně náročná vzhledem k vysokým teplotám výpalu a vyšší objemové hmotnosti. Jejich znovu využití je obtížné a velmi pracné a recyklovatelnost relativně omezená. Lze je rozdrtit na kamenivo, ale i to s sebou nese další potřebu energie.

3.2.5 Dřevo

Dřevo může být právem považováno za stavební materiál, který je vhodné používat v širším měřítku, nežli je tomu doposud. Dřevo je jako surovina obnovitelný zdroj. Výroba (růst), zpracování a likvidace mají minimální dopad na životního prostředí. Mezi evropskými státy je naše země na 12. místě v zalesněném území, na 4. místě pokud zásoby dřeva vztáhneme na 1 ha. Přestože lesy v České republice pokrývají více jak třetinu území, není dřevo jako stavební materiál využíván v takovém měřítku, jako je tomu v dalších zemích EU. Česká republika má dostatečné zdroje dřeva a není nucena investovat nadbytečné finanční prostředky do jeho importu a energie potřebné k dopravě na místo určení tak, jak tomu je například v Británii, které je nucena dřevo dovážet ze států severní Evropy a Ameriky. Přestože ostrovní země nemá dostatek vlastních zdrojů této suroviny, k jejímu využití ve stavebním sektoru dochází ve větším měřítku nežli tomu je u nás.

Podíl staveb na bázi dřeva ve vybraných zemích Evropského kontinentu:

- | | |
|------------------------|-------------------|
| • Česká republika | – přibližně 2 %, |
| • Německo | – přibližně 7 %, |
| • Rakousko a Švýcarsko | – přibližně 10 %, |
| • Anglie, Wales | – přibližně 15 % |

- Skotsko – přibližně 50 %
- Finsko, Norsko a Dánsko – více než 60 %,

Nadměrná zátěž lesního hospodářství může mít negativní dopad na životní prostředí, například redukcí absorpce CO₂ a ničení živočišných a rostlinných druhů. Naopak rozvoj a plánovaná těžba (výsadba nových dřevin) může zlepšit naše životní prostředí. Pro zajištění vhodného rozvoje lesního hospodářství, stejně jako kvality dřeva a dřevních produktů by mělo být prokázáno certifikátem prokazující původ, kvalitu dřeva atd. Lesní certifikaci např. provádí nadnárodní organizace FSC (Forest Stewardship Council - <http://www.czechfsc.cz/>)

3.2.6 Sklo

Sklo může být považováno za materiál, který má ve stavebním sektoru v kontextu udržitelného rozvoje své místo. Energetická spotřeba na výrobu skleněné tabule o 1 m² je v porovnání s dalšími stavebními materiály relativně vysoká. Proto je při orientaci skleněných konstrukcí, stejně jako způsobu jejich osazení do neprůsvitných konstrukcí třeba zohlednit funkci a dobu užívání, kterou skleněná tabule bude plnit během své životnosti. Vysoká energetická náročnost potřebná k výrobě může být eliminována správným využitím a přínosy, které otvorové výplně zabezpečí (pasivní solární zisky, zabezpečení přírodního osvětlení atd.).

3.2.7 Tepelné izolace

Tepelně izolační materiály lze rozdělit do skupiny podle tvaru a podle materiálové báze:

Podle tvaru a struktury:

- Vlákнитé – výrobky na bázi minerálních vláken, kamenné vlny, ovčí vlny, konopí, atd.;
- Tvarované – deskové výrobky na bázi pěnových plastů a tuhých kompozitů na bázi vláken;
- Sypké – zrnité materiály.

Podle materiálové báze:

- Anorganické látky – minerální a kamenná vlna, pěnové sklo, expandovaný perlit apod.;
- Organické látky – lehčené plasty (polystyren, polyuretan, polyethylén, apod.), korek, dřevitá hmota, konopí, len, ovčí vlna atd.;
- Kombinované látky – např. pěnový polystyren nalepený na aglomerované dřevo.

Bavlna

Bavlna je izolace přírodního původu, z obnovitelných zdrojů. Do Evropy se dováží hlavně z třetího světa. Při pěstování bavlny se používají pesticidy. V současné době se v ČR izolace z bavlny nevyrábí a na tuzemském trhu je špatně dostupná.).

Možnosti/využití:

- Možná alternativa k izolacím z ropy;
- Nelze kompostovat, důvodem je vysoký obsah boraxu.

Expandovaný perlit

Vulkanické sklo (perlit) má zřetelnou kuličkovitou strukturou, barva je šedá, modravě šedá. Vulkanické sklo je základní surovinou k výrobě expandovaného perlitu, který se dále používá pro tepelné izolace i jako přísada lehkého betonu s lepšími tepelně technickými vlastnostmi.

Možnosti/využití:

- Tepelná izolace;
- Příklad lehkého betonu s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi.
- Lze použít i pro zlepšení kvality těžkých půd v zahradnictví.

Expandovaná slída

Slída pochází z přírodních zdrojů, avšak transportní řetězec je dlouhý (tzn. vyšší podíl svázané energie). Je možné ji nahradit dalšími materiály jako např. perlitem. V současné době se v ČR izolace z expandované slídy nevyrábí a na tuzemském trhu je špatně dostupná.

Možnosti/využití:

- Lze skládkovat jako inertní materiál.
- Užit jako násypnou izolaci.

Pěnový polystyrén - PPS, expandovaný polystyren – EPS

Polystyren (PS) je vyráběn na bázi styrenu, který je za normální teploty kapalný, dobře polymeruje v bloku nebo suspenzi. Vzniklý polymer je tvrdý a křehký. Samotný polystyren má velký sklon ke vzniku korozních trhlin za napětí, zejména při styku s povrchově aktivními látkami, benzíny, tuky a alkoholy. To často jeho použití omezuje.

Expandovaný polystyren (EPS) je nejběžnější hmotou pěnového charakteru používanou v současném stavebnictví. Standardní expandovaný polystyren je hořlavý (stupeň hořlavosti C3 dle ČSN 73 0823), přísadou retardéru hoření se připravuje samozhášivý polystyren (stupeň hořlavosti C1). Polystyren lze krátkodobě vystavit teplotě až 200 °C a je možné ho lepit horkým asfaltem. EPS však nesnáší styk s dehty a řadou organických rozpouštědel. K lepení se používají především prstovitá disperzní lepidla a rovněž cementová lepidla dodávaná v podobě suchých směsí.

Nevýhodou EPS jsou „velké“ objemové změny. Smršťování, které je vyvoláno především únikem zbytků nadouvadla může dosáhnout až 4 %.

V současné době je EPS nejčastěji využívaná izolace s výbornými tepelně izolačními vlastnostmi i nízkou cenou. Vyrábí se z neobnovitelného zdroje - ropy. Teoreticky je recyklace možná, v praxi se drcený odpadní polystyren používá pro výrobu lehčených betonů. Tuto formu znovu využití však nelze pokládat za opakovatelnou, jde o nevratnou degradaci.

Možnosti/využití:

- Nepoužívat na vlhké zdivo.
- Vyhnout se použití v interiéru.
- Vyhýbat se použití v místech s trvalou vlhkostí.

Extrudovaný polystyrén - XPS

Materiál s velmi širokými možnostmi použití, vyznačuje se relativně vyšší cenou. Jedna z mála izolací vhodných do míst s trvale vysokou vlhkostí. Lze nahradit poměrně nákladnějším řešením, tepelnou izolací z pěnového skla.

Extrudovaný polystyren (XPS) je oproti EPS mechanicky odolnější. XPS má uzavřenou strukturu a relativně vysokou pevnost v tlaku.

Možnosti/využití:

- Používat pro izolaci tzv. obrácených střech
- Používat v místech s trvalou vlhkostí

Len

Len se pěstuje bez použití umělých hnojiv, jde o domácí surovinu. Výroba izolace představuje možnost využití stonku při pěstování lnu na semeno.

Možnosti/využití:

- Nekompostovat kvůli obsahu boraxu.
- Lze použít jako alternativu k montážním polyuretanovým pěním (PUR).

Skelná a minerální vata

Skelná a minerální vata jsou velmi podobné produkty. Složení skelné vaty je 65% křemitého písku, 15% sody, 8% dolomitu, boraxu, živce a vápence, přidává se rovněž malý podíl odpadového skla. Minerální vata se vyrábí převážně z vyvřelých hornin - vulkanického diabasů, čediče a dolomitu. nehořlavá, opakovatelně použitelná izolace, lze bez problémů skládkovat.

Možnosti/využití:

- Použít tam, kde je nutno, aby izolace odolávala hlodavcům.
- Rohože jsou vhodné pro izolování podkroví, stropů a potrubí, desky pro izolaci stěn.
- Při práci je nutno používat ochranné pomůcky.

Dřevovláknité izolační desky

Izolace přírodního původu z obnovitelného zdroje. Často se využívá odpadní dřevo. Využívají se i pro hlukovou izolaci. Tuhé desky lze použít i jako konstrukční materiál.

Možnosti/využití:

- Desky pojené formaldehydovými pryskyřicemi nebo upravené bitumenem nepoužívat ve vnitřních prostorech.
- Lze použít i jako zvukovou izolaci.
- Pečlivě vybírat ze široké škály výrobků podle účelu použití (odolnost proti ohni, vodě, tepelná nebo zvuková izolace atd.).

Lehké panely z dřevité vlny

Izolace přírodního původu z obnovitelného zdroje. Nemají příliš dobré izolační vlastnosti. Používají se spíše jako stavební materiál (nosič omítky, bednění aj.) Oproti jiným izolacím mají schopnost akumulace tepla. Lze užít pro vnitřní izolace.

Možnosti/využití:

- Kombinovat s jinými tepelnými izolacemi.
- Vyhnout se tradičnímu použití pro izolování tepelných mostů.

Kokosové vlákno

Surovina pochází z přírodních zdrojů, do Evropy se dováží. Obtížněji se zpracovává. V současné době se v ČR izolace z kokosových vláken nevyrábí a na tuzemském trhu je špatně dostupná.

Možnosti/využití:

- Nekompostovat výrobky, které obsahují borax.

Korek

Surovina pochází z přírodních obnovitelných zdrojů. Výrobní proces nezatěžuje životní prostředí příliš. Izolaci z korku lze považovat za ekologicky šetrný výrobek. Cena je poměrně vysoká.

Možnosti/využití:

- Přírodní materiál, lze kompostovat.
- Horší tepelně technické vlastnosti oproti polystyrenu, minerální, kamenné vlně atd.
- Lze užít pro vnitřní izolace.

Polyuretany - PUR

Polyuretany dosahují velmi dobrých tepelně technických vlastností. Jejich nespornou výhodou je snadná příprava trvale pružných materiálů s dobrou vlastností adheze. Nevýhodou některých produktů je vyšší citlivost na působení vlhkosti a UV záření.

Polyuretany jsou typickým produktem tzv. tvrdé chemie. Dříve bylo při výrobě polyuretanu využíváno vlastností freonů, v současnosti jsou freony z výroby odstraněny.

Možnosti/využití:

- Velmi dobré izolační vlastnosti;
- Problematická likvidace;
- Relativně vysoká cena;
- Zátěž životního prostředí při výrobě.

Ovčí vlna

Ovčí vlna je přirozeně pružná, po stlačení se opět roztáhne do volného prostoru. Vhodné jsou její vlastnosti s ohledem na redukci vlhkosti v interiéru objektu. Hlavní přednost vlny je její příznivá produkce pro přírodu a možný rozvoj horských oblastí.

Možnosti/využití:

- Uvážit původ z přírodních surovin, bez problémů lze skládkovat, někdy lze kompostovat.
- Dávat přednost tuzemské vlně, protože izolace z tuzemské vlny představuje možnost, jak udržet ovce v krajině a zajistit práci v podhorských a horských oblastech.
- Použití umožňuje vyrovnávat vlhkost v izolovaných místnostech.

Sláma

Jedná se o další alternativní materiál na bázi přírodního původu, tzn. obnovitelných zdrojů. Sláma je obvykle lisována do izolačních balíků, další variantou je její volné vkládání do bednění. Dodatečné úpravy nejsou při výrobě obvyklé a proto lze bez problémů lze recyklovat.

Možnosti/využití:

- Uvážit úsporu energie při výrobě a dopravě;
- Používat ve specifických případech;
- Výhodná cena.

Papírové vložky (celulóza)

Výroba je založena na znovu využití starého novinového papíru. Jedná se tedy o zhodnocení odpadu. Pro výrobu izolace, dobrých tepelně technických vlastností, je při využití současně dostupných technologií třeba poměrně vysoké energetické náročnosti.

Možnosti/využití:

- Zhodnocení původu izolace a možnost opětovného použití;
- Možnost instalace svépomocí.
- Druhotné využití jako zvukovou izolaci.
- Nevhodné pro místa s vyšší vlhkostí.
- Nelze kompostovat.

Pěnové sklo

Tepelná izolace přírodního původu má velice dobré tepelně technické vlastnosti, odolnost proti vlhkosti a pevnost v tlaku. Izolační materiál lze bez problémů skládkovat jako inertní materiál. Její opětovné použití není praktické, nevýhodou je také vyšší cena.

Možnosti/využití:

- Vhodné využití je u konstrukcí zatížených vysokým tlakem tam, kde není dostatečná únosnost extrudovaného polystyrenu.
- Používat jako izolaci odolnou proti vodě a vlhkosti.

3.3 Materiály vs. udržitelnost stavebního sektoru

Zvyšující se náklady spojované se skládkováním odpadů vede k tlaku na využívání materiálů s možností opětovného využití či vyšším stupněm recyklace po ukončení životnosti konstrukcí, prvků a stavebních materiálů. V současnosti jsou v některých zemích EU platné zákony a pravidla pro skládkování stavebních materiálů. Např. v Dánsku odpady, které mohou být recyklovány či spáleny (jako součást procesu výroby energie), je zakázáno ukládat na skládkách odpadů. Skladování odpadů je zpoplatněno a výše poplatků odpovídá stupnici odpadů jednotlivých materiálů na životní prostředí. Výše poplatků za skladování těchto materiálů patří mezi nejvyšší v odpadovém hospodářství této severské země. Většina konstrukcí je proto při demolici oddělena a roztržena na znovuvyužitelné, recyklovatelné a materiály určené k likvidaci a skládkování tak, aby k recyklaci a znovu užívání docházelo v maximální možné míře. Dánské správní orgány vykazují přes 90% využití recyklace odpadu.

3.4 Budoucí rozvoj

Koncepce a projekty nových budov by měly zohlednit možnost obnovy a dosažení aktuálně požadovaných parametrů za možnosti využití materiálů odpovídající prvkům udržitelnosti.

Přehled některých vhodných materiálů a technik, které jsou v současnosti nebo se předpokládá s jejich dostupností v blízké budoucnosti:

- Aerogely a ultralehké materiály, které obsahují až 99% vzduchu a jsou výbornými izolanty;
- Povrchová úprava, která mění tepelné vlastnosti při vyšších teplotách, např. se stávající více reflektivními;
- Sklobeton, jež lze posuzovat jak z hlediska propustnosti světla tak z hlediska struktury materiálu;
- Izolační beton – beton se zlepšenými tepelně izolačními vlastnostmi;
- Zasklení, které odráží světlo směrem ke stropu a zpět do místnosti tak, že využívá maximum denního osvětlení (difúzní a odražená složka);

- Recyklované materiály – např. sklo může být použito jako součást betonu;
- Moderní, úsporné fotovoltaické články (na bázi křemíku či bez něj);
- Energeticky úsporné osvětlení, široké spektrum svítivých diod;
- Materiály nízkou potřebou svázané energie;
- Další materiály, dostupné také z ekonomického hlediska již v blízké budoucnosti.

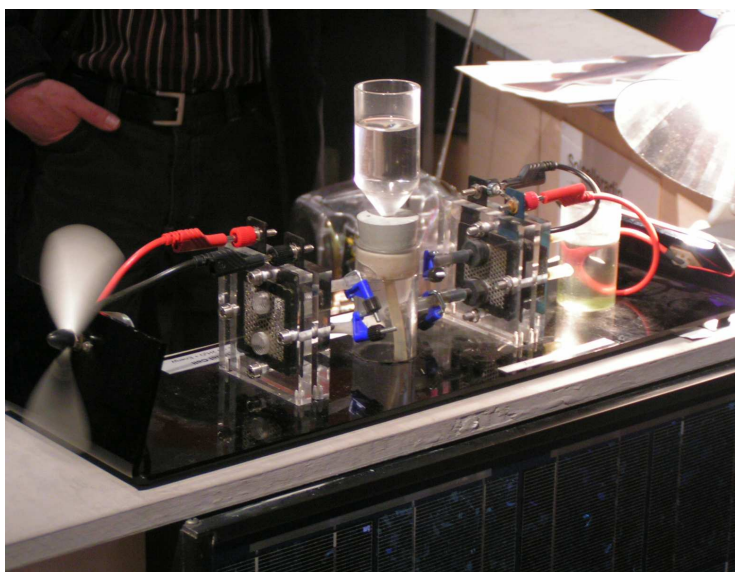
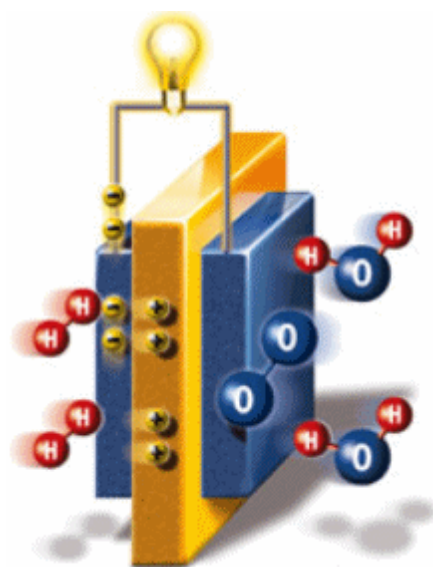
EU prostřednictvím pravidel výstavby (produktová deklarace výrobků) a evropských ekologických značek stále hledá způsob jak dosáhnout shody týkající se likvidace produktů s ohledem na životního prostředí.

Stále větší tlak bude vyvíjen na novou výstavbu a modernizaci stávajících budov s cílem snížení energetické náročnosti a širšího využití obnovitelných zdrojů energie. Podobný přístup bude pravděpodobně stále častěji zohledňován i u dalších přírodních zdrojů (např. hospodaření s vodou).

Mnoho technologií, které byly dříve považovány za neobvyklé (jako například fotovoltaické panely nebo biomasa), se stává životaschopnými vzhledem k snižování jejich pořizovacích nákladů, zvyšující se účinnosti a k zvyšujícímu se povědomí široké veřejnosti o probíhajících klimatických změnách a potřebě ochrany životního prostředí.

V průběhu příštích 20 až 30 let bychom mohli nalézt běžně dostupné cesty k využití vodíku vyrobeného z obnovitelných zdrojů energie. Například se předpokládá, že v budoucnu bude vodík skladován ve formě stlačeného plynu ve speciálních nádobách. Palivové články, které slouží k přímé přeměně chemické energie na stejnosměrný elektrický proud. Spolu s ním se využívá při reakci vzniklá tepelná energie. Základem principu palivového článku jsou elektrochemické procesy. Při chemické reakci vstupních látek se chemická energie přeměňuje na elektrickou energii. Palivové články pracují na rozdíl od galvanických článků v kontinuálním režimu díky plynulé dodávce paliva k anodě a okysličovačce ke katodě. Základním typem je vodíko-kyslíkový palivový článek, jehož podstatou je slučování vodíku a kyslíku za přítomnosti katalyzátoru (např. hydroxid draselný) za vzniku elektrické a tepelné energie, kde odpadem je čistá vodní pára. Princip přeměny chemické energie na energii elektrickou je znázorněn na obrázku. Jsou zde však zřejmá rizika, která sebou použití vodíku přináší a která nejsou v současnosti zodpovězena na tolik, aby mohlo dojít k instalacím této technologie v širším měřítku. Vodík je v každém případě označován jako čistý a obnovitelný plyn a je považován za jeden z možných zdrojů energie budoucnosti.

Obrázek 10: Schéma/model palivového článku



4. NÁVRH A PROJEKTOVÁNÍ STAVEB

Udržitelný návrh a koncept budovy se netýká pouze stavebních materiálů a konstrukcí. Při moderním návrhu a rekonstrukci stávajících budov je třeba zohlednit také technické zařízení budov. V této kapitole přinášíme postupy směřující ke snížení energetické náročnosti a snížení produkce emisí škodlivin ve stavebním sektoru.

4.1 Přístup k návrhu projektů

Pro přípravu návrhu nových budov a renovaci existujících budov by projektanti měli přihlédnout k otázkám:

- Snížení poptávky po energii a materiálech;
- Využití obnovitelných zdrojů energie;
- Minimalizace potřeby klimatizace bytových i nebytových prostor.

Projektanti budov by měli znát způsoby jak postavit budovu, která se v budoucnu adaptuje a přizpůsobí užití nových technologií. Tvar a orientace staveb by měly dovolit užívání sluneční a větrné energie a to jak v současnosti, tak i v blízké budoucnosti. Využití budovy by mělo být přizpůsobeno okolnímu terénu a projektanti by měli umět rozhodnout o vhodnosti použití dostupných zdrojů.

4.2 Používané standardy

Tepelná izolace, kvalita otvorových konstrukcí, vytápění, chlazení, větrání, osvětlení a složení stavebních konstrukcí budovy jako takové představuje dohromady dynamický celek, který určuje celkovou energetickou náročnost budovy. Stavební normativní a legislativní předpisy určují základní požadavky na energetickou náročnost budovy, ovšem vhodně navržené stavby právě v porovnání s typickými navrhovanými podle standardů dosahují nižší spotřeby energie až o 30 – 50 %.

4.3 Zajištění pohody v budovách

Trvale udržitelné stavby musí být komfortní stavby. Tři základní oblasti komfortu (pohody), které musí být zajištěny jsou: tepelná, vizuální a akustická.

4.4 Tepelná pohoda

Budovy by měly být projektovány tak, aby jejich tepelná pohoda mohla být udržována po celé období užívání (po celý rok). Doporučený rozsah teplot je mezi 18 – 21°C v zimním období a mezi 27 – 28°C v letním období. V určitých výjimkách lze akceptovat překročení teploty 28°C v letním období, ale pouze na pár hodin.

Projektanti by měli uvažovat kvalitu vzduchu stejně s tepelnou pohodou a tím zajistit pocit čerstvého vzduchu v budově. Objem vzduchu je pak vyžadován v daleko větším množství, než pro pouhé dýchání. Tato rezerva by měla být vytvořena pro odvod tepelných přebytků v budově nashromážděných během letního období. Vnitřní kvalita vzduchu bude zřejmě lepší tam, kde jsou koncentrace venkovních znečišťujících látek menší, např. v důsledku sníženého dopravního provozu.

4.5 Vizuální pohoda

Denní světlo poskytuje uživatelům budov cenné spojení s venkovním prostředím a proto, kde je to možné, měl by projektant navrhnout budovu tak, aby využívala maximum slunečního světla. Neboť kontakt s vnějším prostředím pomáhá zvýšit vnitřní pohodu, která pak přináší ekonomický přínos vlivem zvýšeného výkonu a produktivity až o 30%.

Hlavním důvodem využívání slunečního světla je snížení energetické spotřeby a to mezi 10% až 30%. Pravidlem je, že prosklené severní plochy by měly být minimalizovány a prosklené plochy orientované na severozápad a severovýchod rozšířeny, ačkoli toto řešení lze použít pouze tam, kde hlavním předmětem je zachovat tepelnou pohodu. Tam, kde není ze stavebního hlediska možno umístit otvorové výplně např. na chodbách či v mezipatrech, může být denní světlo přivedeno tzv. světlovody.

Také oslnění může být příčinou tepelné a vizuální nepohody a mělo by být kontrolováno pomocí rozptylu světla nebo pomocí mechanických prostředků jakou jsou např. okenní rolety.

Tabulka 10: Světlovody přírodního osvětlení (obytné, obchodní, administrativní a výrobní prostory)





Zdroj: Lightway.cz .

4.6 Akustická (zvuková) pohoda

Nejvíce hluku ve městech je produkováno dopravou (silnice, železnice, letecká doprava), ale dalšími zdroji mohou být např. stavby a jiné aktivity. Vysoká úroveň venkovního hluku má potom přímý dopad na větrací systémy, které jsou používány v budovách. Projektanti musí zvážit, jak navrhnout větrání přirozeným nebo nuceným větráním a zároveň zabránit nechtěnému pronikání vnějšího hluku. Toto je specifický problém, který závisí na správném umístění nasávacích otvorů a použití tlumičů.

4.7 Obvodový plášť budov a stavební prvky

Budovy by měly být navrhovány tak, aby jejich jednotlivé součásti byly ve společné harmonii a tvořili celek, který je v souladu s principy udržitelného stavění.

Izolace obvodového pláště při jeho výstavbě by měla být o 20 - 25% lepší, než uvádí standardní stavební předpisy, z důvodu snížení tepelných ztrát. Projektanti by také měli technicky doložit, jak později dále vylepšit tepelnou izolaci budovy. Tyto plány by měly být začleněny do provozního plánu a do plánu údržby.

Některé budovy mají vysoké vnitřní tepelné zisky a to v části provozní doby nebo po celou dobu užívání. Projektanti by měli zvážit celkovou spotřebu energie a zajistit patřičnou tepelnou izolaci pro minimalizaci celkové roční spotřeby energie. Obvodový plášť by měl být dobře utěsněn a otestován tlakovou zkouškou. Toto má dvě hlavní výhody: snížení tepelných ztrát větráním a lepší kontrolu pohybu vzduchu v budově.

Otvorové výplně jsou hlavním zdrojem tepelných ztrát a proto by měly být navrženy s nejvyšším stupněm energetické účinnosti tak, aby součinitel prostupu tepla U dosahoval hodnot nejvýše $1,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Otvorové výplně a střešní světlíky by měly být umístěny tak, aby jimi prošlo maximum slunečního světla a tím snižovaly potřebu umělého osvětlení. Efektivní způsob snížení tepelných ztrát průhlednými konstrukcemi během noci jsou např. izolované okenice.

Projektanti by vždy měli považovat za důležité i složení střechy. Zde mohou být umístěny fotovoltaické nebo solární panely a vyrábět tak energii, nebo to mohou být „zelené“ střechy s porostem. Ty pak shromažďují vlhkost, která zvyšuje izolační vlastnosti a dochází tak ke snížení nákladů na energii.

4.8 Větrání a klimatizace

Přirozené větrání je nejvíce úsporné z hlediska energetického i z hlediska nákladů na instalaci a mělo by být použito v budovách všude, kde je možnost. Tento druh větrání snižuje náklady na energii potřebnou pro mechanické systémy, provoz VZT jednotek a rozsáhlé klimatizačními systémy, což vede ke značné redukci nákladů. Někdy naopak používání mechanického větrání může nabídnout výhody efektivnějšího užití energie, jako je využití odpadního tepla přes systémy zpětného získávání tepla (ZZT). Projektanti by proto měli pohlížet na úspory energie budovy jako celku.

Pokud je to možné, měly by být budovy navrhovány bez potřeby klimatizace, nebo pouze s minimálním požadavkem. Toto může být zajištěno vhodným řízením solárních zisků, přirozeným větráním (s minimální mechanickou asistencí) a s využitím tepelné akumulace budovy. V noci je budova chladným vzduchem provětrávána, což napomáhá ochlazovat vnitřní prostory. Kde to dovoluje bezpečnost, je možné chladicího efektu dosahovat otevíráním otvorových výplní během noci.

Pokud je hladina externího hluku příliš vysoká, je často velmi obtížné řešit užití přirozeného větrání v budově, který narušuje akustickou pohodu prostředí. Požadavek na chlazení je pak možno řešit využitím chladicího efektu země ve spojení s tepelným čerpadlem.

4.9 Vytápění a příprava teplé vody

Prvním kritickým krokem při návrhu systému vytápění a přípravy teplé vody je snížení celkové spotřeby energie.

U vytápění lze úspor dosahovat vysokou úrovní tepelné izolace, dobře izolovaným pláštěm budovy, správnou orientací budovy a využitím pasivních solárních zisků. U spotřeby teplé vody lze snížení dosáhnout instalací nízkoenergetických zařízení jako jsou myčka nádobí, přednostní využití sprchy před vanou, apod. Kotle s vysokou účinností včetně kondenzačních by měly být navrhovány v každém případě.

4.10 Osvětlení

Ačkoli denního světla by mělo být využíváno všude, kde je to jen možné, všechny budovy mohou vyžadovat potřebu umělého osvětlení. Jak v noci, tak během dne tam, kde je dosahována malá intenzita osvětlení. Správný výběr druhu osvětlení a zajištění efektivního užívání může poskytovat vysoké energetické úspory a s tím spojené náklady na energii.

Projektanti by měli volit vždy nejúspornější osvětlení podle jednotky světelného výkonu (lumen) na jednotku příkonu (watt). Vyšší hodnota znamená vyšší účinnost světelného zdroje.

Porovnání úspor energie, průměrnou životnost a barevné ztvárnění hlavních typů svítidel viz Tabulka 11:.

Tabulka 11: Svítidla – umělé osvětlení

Typ svítidla		Typické použití	Účinnost	Životnost	Podání barev
			(Lu/W)	(hod.)	
S wolframovým vláknem		Standardní žárovka	8 – 12	1 000	Výborné
Halogenová, wolframová		Osvětlení přístrojů	12 – 24	2 – 4 000	Výborné
Kompaktní fluorescenční		Typické úsporné svítidlo	50 – 85	5 – 10 000	Dobré
Trubkové fluorescenční		Typické pro kanceláře	65 – 100	5 – 15 000	Výborné - dobré
Vysokotlaké sodíkové		Venkovní svítidla	65 – 140	14 – 30 000	Dobré - špatné
Metal - halogenové		Nákupní střediska	70 – 100	6 – 13 000	Výborné - střední

Pořizovací náklady nízkoenergetických systémů osvětlení jsou sice vyšší než u běžných svítidel, ale na druhé straně provozní náklady jsou u běžně používaných svítidel mnohem vyšší. Běžná svítidla mají také větší frekvenci výměny, což dále navyšuje náklady. Dlouhé životnosti u úsporných svítidel lze také využít v místech s těžší dostupností, jako jsou vysoké stropy či schodiště.

Je třeba brát také v úvahu barvu, materiál, tvar svítidla a odrazivost. Např. bílá barva zdiva zvyšuje odrazivost, tedy efektivitu osvětlení.

Každý projektant by měl mít na paměti, že se během životního cyklu může efektivita osvětlení snížit až o 5 až 30%. Důvodem je například usazování prachu.

5. SPOTŘEBA VODY V BUDOVĚ

V globálním měřítku je pro potřeby lidstva snadno dostupné pouze 0,003% pitné vody. Stavební sektor a budovy jsou však silně závislé na dodávce vody a mají zcela zásadní vliv jednak z hlediska kvantity, ale také kvality vody dostupné v okolí.

Spotřeba vody může být u administrativních a obytných budov snížena až o 50 % kombinací vhodného návrhu systému vodovodního potrubí, strojního zařízení, usazením do krajiny a společenským působením.

Tato kapitola se věnuje spotřebě pitné vody v budovách se zřetelem na zásobování, užití, recyklaci a následné odvedení již použité vody.

5.1 Rozdělení spotřeby pitné vody v budovách

V celku je spotřeba vody závislá hlavně na typu a užití budovy. Mezi největší spotřebitele vody patří nemocnice, školy, hotely a obytné budovy. I když se průměrná spotřeba vody na osobu např. v domácnostech v posledních několika letech stále snižuje (to je způsobeno spíše vlivem vzrůstající ceny vody), existuje zde stále technický potenciál pro realizaci úspor.

Z následujících údajů vyplývá, že nejvýznamnější spotřeba pitné vody v budovách připadá na použití na toaletách a na hygienickou spotřebu a to ve všech typech budov. V domácnostech tato spotřeba tvoří skoro 70% celkové spotřeby vody (viz. 5.2) a v administrativních budovách dokonce přes 90% (viz. Obrázek 12:).

Tabulka 12: Průměrná spotřeba vody v pražských domácnostech v letech 1990 – 2005

Rok	1990	1993	1995	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Denní spotřeba vody litrů/os.	209	172	157	142	143	138	135	137	131	126

5.2 Úspory vody a řízení spotřeby

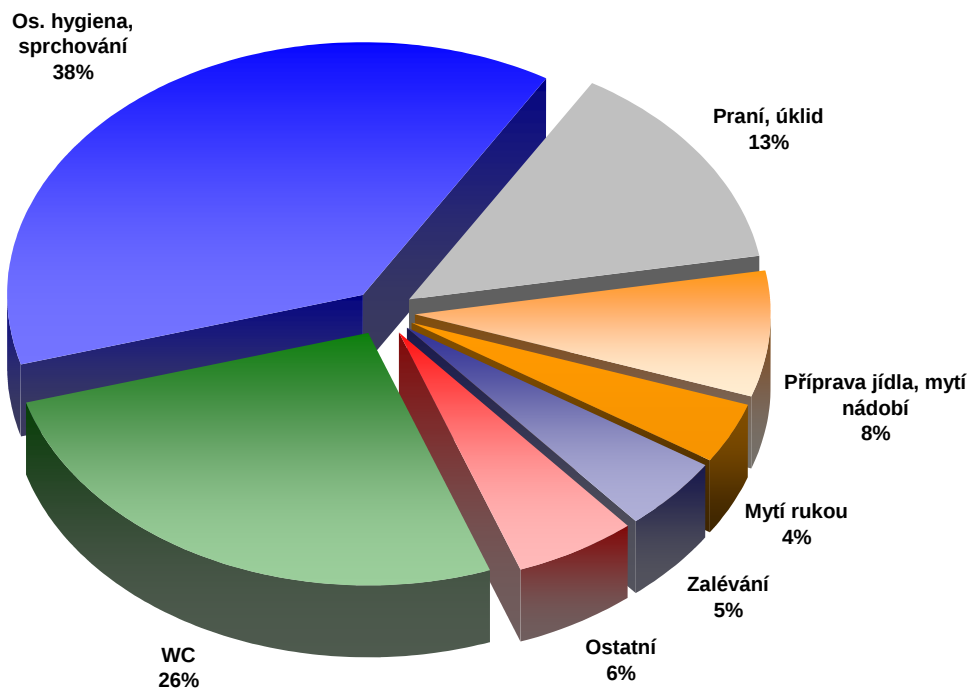
5.2.1 Vodovodní baterie a spotřebiče vody

Při instalaci nových vodovodních baterií je pro snížení spotřeby vody třeba myslet na vybavení výtoku baterií přídatnými výtokovými nastavci např. perlátory nebo regulátory průtoku.

Vodovodní baterie s elektronickými senzory nebo časovými spínači zabraňují plýtvání vodou na místech, kde může vinou uživatelů docházet k neuzavírání kohoutků např. v komerčních nebo veřejných budovách a hlavně ve školách a sportovních zařízeních.

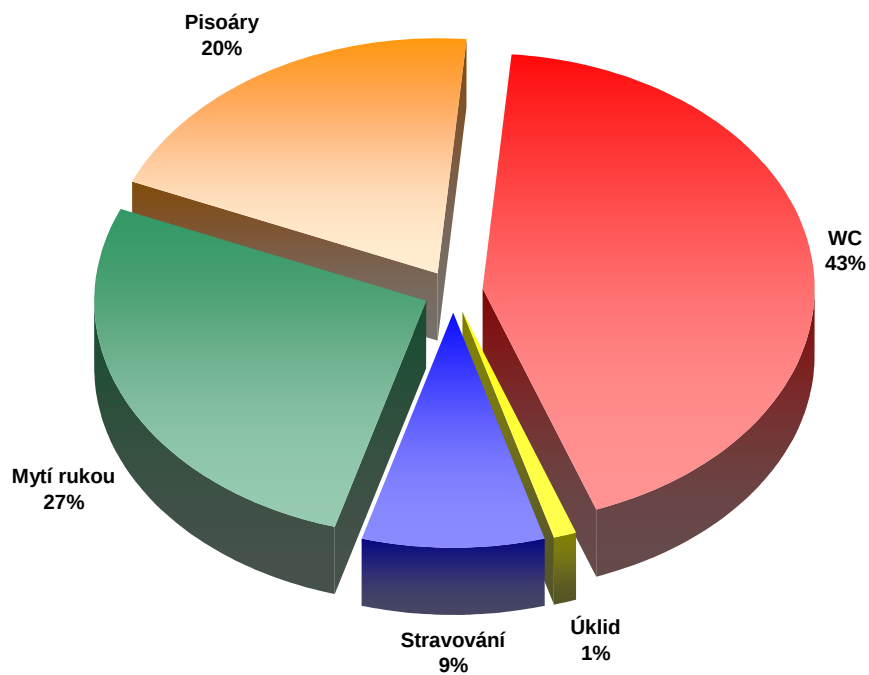
Sprchová hlavice vybavená regulátorem průtoku je dalším příslušenstvím, které dokáže značně snížit spotřebu vody s velmi malou počáteční investicí.

Obrázek 11: Spotřeba vody v pražských domácnostech při různých činnostech



Zdroj: www.pvk.cz

Obrázek 12: Spotřeba vody v administrativní budově při různých činnostech



Zdroj: : Sustainable Design Guide

Pokud na výtoky baterií nebo na sprchové hlavice nemohou být dodatečně namontovány úsporné prvky jak je popsáno výše, je zde možnost instalace tlakových regulátorů. Tlakové regulátory na potrubí teplé vody zajišťují konstantní tlak nezávisle na průtoku oproti regulátorům průtoku, které zajišťují konstantní průtok do armatury převážně nezávisle na tlaku.

Spotřebiče jako např. pračky nebo myčky nádobí mohou být mezi sebou porovnávány pomocí energetického štítku spotřebiče a následně vybrány takové spotřebiče, které zajišťují minimální spotřebu energie a vody.

5.2.2 Toalety a pisoáry

Snížení spotřeby vody na toaletách a v pisoárech představuje největší příležitost pro úspory vody v administrativních a vzdělávacích budovách. Maximální množství vody na splachování by nemělo překročit 6 litrů u starších typů toalet s jedinou nádržkou. U nových typů s dvojitým režimem splachování by poměr mezi malou a velkou nádržkou na splachování neměl být větší než 6:4. V současnosti už existují toalety, které požadují pouze 4 litry na plné a 2 litry vody na poloviční spláchnutí.

Při rekonstrukcích budov, kde není přímá náhrada starších typů toalet z ekonomického hlediska výhodná, se spotřeba splachovací vody může snížit použitím jednoduchého opatření - snížením množství napouštěné vody do nádržky posunutím snímače hladiny a tím omezit množství vody napouštěné do nádržky.

5.2.3 Údržba

Pravidelná údržba systémů rozvodů a spotřeby vody v budově je základem, pokud nechceme, aby nám úspory protekly netěsnostmi potrubí nebo z důvodu špatné funkce výtokových baterií. Dokonce malá netěsnost u vodovodního kohoutku nebo příruby může způsobit značné ztráty, pokud není okamžitě opravena. Např. kapání kohoutku o frekvenci 2 kapky za sekundu, způsobí ztrátu 9,5 m³ vody za rok, což přibližně 230 Kč/rok (Cena byla vypočtena na základě aritmetického průměru pro ČR - 23,94 Kč/m³, která vyplývá z realizační ceny pro v rok 2005 - vodného a stočného).

Skryté úniky vody lze nejlépe zjistit kontrolním odečtem vodoměru přes noc nebo během víkendu, kdy není budova užívána. Další zařízení, které automaticky zjišťuje únik vody je užitečné zpravidla pouze pro správu více budov. Hlavním přínosem tohoto monitorování je prevence škod způsobených prasklým potrubím na nepřístupných místech budovy nebo v budovách neužívaných.

5.3 Získávání a recyklace vody

Zavádění opatření pro úsporu vody v budovách a využívání možných alternativních vodních zdrojů vede ke snížení spotřeby na úpravu energeticky náročné a drahé vody z vodovodního

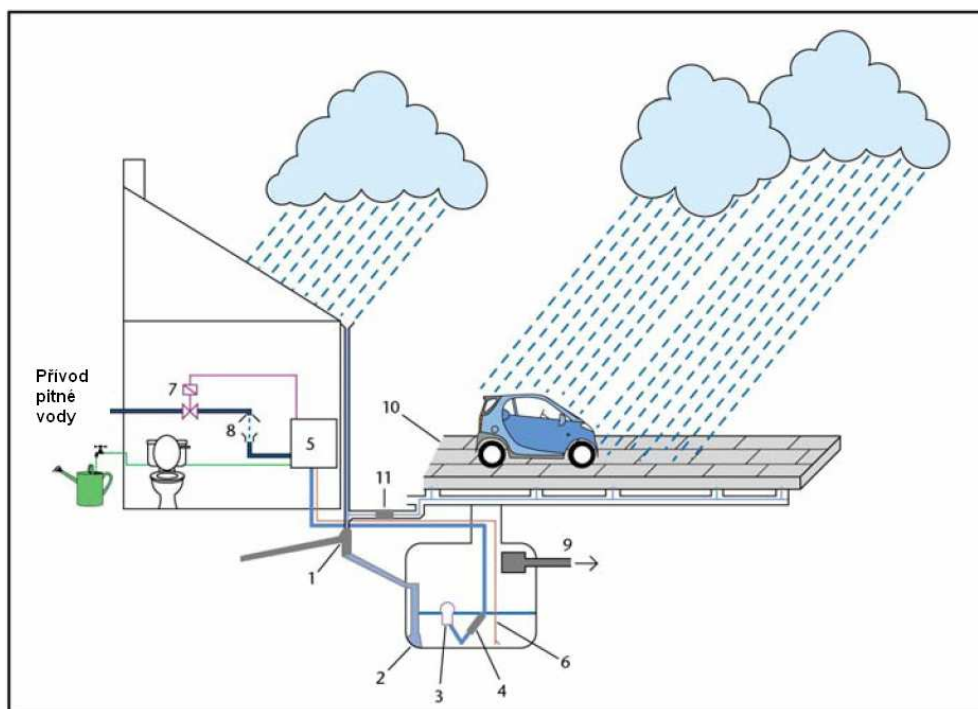
řádu. Důkladným zhodnocením požadavků na kvalitu vody pro různé užití v budově lze velmi často část spotřeby vody nahradit vodou dešťovou nebo odpadní.

5.3.1 Dešťová voda

Sběr a použití dešťové vody může značně snížit spotřebu vody z vodovodního řádu. Dešťová voda může být použita pro splachování na WC, zalévání nebo pro doplňování plaveckých bazénů (vždy přes bazénovou čistírnu vody). Další možnosti využití nepitné vody v budovách je také možné, ale zdravotní nezávadnost je vždy na prvním místě.

Typický systém sběru a využití dešťové vody (viz. obr.) se skládá ze sběrné plochy (nejčastěji střecha nebo zpevněné plochy), filtrace, flotace a usazování s následným čerpáním vody do hlavní zásobníkové nádrže nebo rovnou ke spotřebě.

Obrázek 13: Typický systém sběru a využití dešťové vody



1, 2 – hrubý a jemný filtr, 3 – nasávací filtr, 4 – čerpadlo, 5 – řídicí jednotka, 6 – čidlo výšky hladiny, 7 – přepínací ventil, 8 - vzduchová mezera pro zamezení průtoku dešťové vody do vodovodního potrubí, 9 – přepouštěcí ventil, 10 – propustná zpevněná plocha, 11 – olejový filtr.

Zásobníková nádrž by měla být umístěna na chladném a temném místě (kvůli zabránění růstu bakterií v létě a poškození mrazem v zimě), nejlépe v suterénu budovy nebo v zemi. Cena zásobníkové nádrže je obvykle nejdražší částí celého systému, proto je důležité, aby nedošlo k jejímu předimenzování.

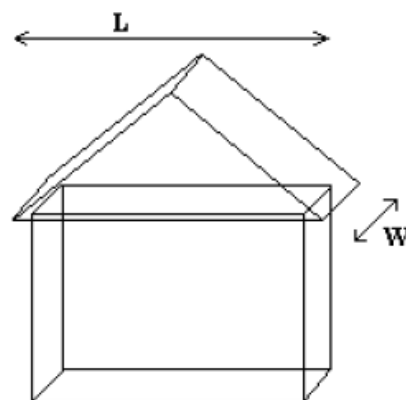
Plocha střechy použité ke sběru dešťové vody a potřeba vody v budově jsou parametry, které mají vliv na velikost zásobníkové nádrže, dimenze potrubí a typ regulace, ale také na ekonomičnost provozu.

Ideální velikost zásobníkové nádrže pro použití v rodinných domech lze jednoduše odvodit podle sběrné plochy, odtokového součinitele, účinnosti filtru a ročního úhrnu srážek takto:

Velikost nádrže (litry) = sběrná plocha x odtokový součinitel x účinnost filtru x roční srážky x 0,05;

Sběrná plocha

Plocha střechy je délka (L) v metrech krát její šířka (W) v metrech. Obrázek ukazuje rozměry nutné pro stanovení plochy v m².



Odtokový součinitel

Je velmi obtížné zachytit každou kapku deště a dopravit ji do zásobníkové nádrže. Lehký déšť pouze smočí střechu a pak se odpaří. Silný déšť přeteče zásobníkovou nádrží a je odveden do země. Následující tabulka ukazuje odtokové součinitele pro různé typy střech.

Tabulka 13: Odtokový součinitel

Typ střechy	Odtokový součinitel
Sedlová střecha	0,75 – 0,9
Plochá střecha – hladké tašky	0,5
Plochá střecha – šterková vrstva	0,4 – 0,5

Účinnost filtru

Množství zachycené vody také závisí na účinnosti filtrů. Ne všechna voda z okapů bude odvedena do nádrže. Většina výrobců uvádí účinnost 90%, tedy číslo 0,9 je vstupem do výpočtu.

Roční úhrn srážek

Uvádí se roční množství srážek v mm na posuzovaném území.

V případě optimalizačního výpočtu pro velké systémy zachycování a užívání dešťové vody je nutno provést detailnější výpočet celého systému.

Prostá doba návratnosti pro velké systémy sběru dešťové vody může být v rozmezí 3 – 15 let, pro menší objekty ovšem až kolem 50 let.

Typickým použitím dešťové vody je její doplňování pro splachování na toaletách hlavně u venkovských domácností, ve školních a sportovních zařízeních.

5.3.2 Odpadní voda

Odpadní voda z umyvadel, van a sprch tvoří kolem 30% odpadní vody, kterou produkuje průměrná domácnost. Použitím této odpadní vody pro splachování toalet se může uspořit až 35% vody dodané z vodovodního řádu.

Projekty využití odpadní vody u velkých budov můžou zahrnovat např. recyklaci vody z chladících systémů nebo z plaveckých bazénů. Zvláštní pozornost musí být věnována návrhu systému pro využití odpadní vody, hlavně v případě, pokud bude odpadní voda skladována a to ze zdravotních důvodů. Potom je na systému vyžadována filtrace, biologické čištění vody nebo její chlorování. Odpadní voda by neměla být skladována na dobu delší než 48 hodin, jinak začne mimo jiné zapáchat.

5.4 Udržitelné řízení spotřeby vody

Protože zásobování vodou a odvod odpadní vody v budovách je převážně skrytý proces, lidé mají sklon brát dodávku vody jako dar.

Osazení podružných vodoměrů ve všech nových a rekonstruovaných budovách povede uživatele k větší zodpovědnosti za spotřebu vody. Toto je nejlepší tam, kde jsou jasně stanoveny cíle spotřeby vody a uživatelé jsou informováni o dosažené úspoře a s tím spojených úsporách na nákladech.

Lidé by měli být poučeni o úsporách vody pomocí seminářů, propagačních letáků a umístěním informačních nápisů v místech s největší spotřebou vody, jako jsou umývárny, kuchyně a toalety. Osvěta je pro úspory vody zásadní, a proto by měla začínat už ve školách.

6. KONTROLNÍ SEZNAM JAKO PRŮVODCE UDRŽITELNÉHO NÁVRHU BUDOVY

Tabulka 14: Kontrolní seznam - stavební materiály

Číslo položky	Činnost	Splnění
Hodnocení životního cyklu		
1	Zhodnotit u všech materiálů od těžby, výroby, použití, demolice až po likvidace za využití současné techniky a jejich dopad na životní prostředí během hodnocení životního cyklu.	
2	Zhodnotit energetickou náročnost budovy, užití vody a odpadového hospodářství..	
3	Zhodnotit využití analýzy celoživotního cyklu ve spojení s hodnocením životního cyklu.	
Specifikační kritéria materiálů		
1	Zhodnocení poskytnutí informací k materiálům a jejich dopadu na životní prostředí. Kde je to možné, porovnejte je s nezávislými zdroji.	
2	Zvážit náklady a energetickou náročnosti na dopravu, znovupoužití/faktory opětovného použití (používejte místní produkty, kde je to možné).	
3	Snaha se o maximální využití produktů recyklovaných materiálů, které obsahují minimum vázané energie.	
4	Snaha se o volbu z dlouhodobého hlediska bezpečné varianty s ohledem na životní prostředí	
5	Zabezpečit, aby materiály měly nízký dopad na biodiverzitu přírody.	
6	Snaha o návrh s minimálním využitím neobnovitelných materiálů.	
7	Užití optimalizované dimenze nosných konstrukcí a „snadno“ odstranitelných materiálů, konstrukcí (obklady, vnitřní vybavení budovy).	
11	Použití vrstvených namísto lepených komponent.	
Nevhodné materiály		
1	Eliminovat či maximálně omezit použití materiálů, které jsou známé svou škodlivostí lidskému zdraví nebo životnímu prostředí.	

2	<i>Omezit užití materiálů z PVC.</i>	
3	<i>Omezit užití materiálů obsahujících fosfor.</i>	
4	<i>Omezit užití materiálů obsahujících izokyanáty jako např. polyuretan.</i>	
5	<i>Omezit užití materiálů z olova, zinku atd.</i>	
6	<i>Omezit užití barev ropného základu.</i>	
7	<i>Omezit užití konzervačních látek na ropném základu.</i>	
8	<i>Omezit užití dřeva impregnovaného ochrannou směsí mědi, chromu a arzenu.</i>	
9	<i>Omezit užití chemické hydroizolační vrstvy.</i>	
10	<i>Omezit užití MDF (dřevovláknitých) desek, které obsahují formaldehyd.</i>	
Údržba		
1	<i>Zajistit údržbu na základě celého životního cyklu budovy a jejího vývoje.</i>	
2	<i>Zajistit dlouhodobé plány údržby již na začátku projektové činnosti.</i>	
3	<i>Návrh provést tak, aby údržba vyžadovala co nejméně materiálu, přepravy, energie a vytvářela minimum odpadu.</i>	
4	<i>Při rekonstrukci zajistit náhradu „neudržitelných“ materiálů „udržitelnými“, tam kde je to možné.</i>	
5	<i>Znovu využít odstranitelné a znovupoužitelné upevňovací prvky, kde je to možné.</i>	
6	<i>K údržbě a čištění využít pouze materiály, které nejsou škodlivé lidskému zdraví nebo životnímu prostředí.</i>	
7	<i>Ujistit se o tom, že jsou dostupné informace a pokyny pro správce/uživatele budovy pro všechny materiály užívané k údržbě</i>	
Demolice/Odstraňování		
1	<i>Pokud považujete demolici za nutnou, je třeba zajistit nejprve odstranění materiálů a konstrukcí, které mohou být znovu využity případně škodlivé (skládování, odborná likvidace).</i>	
2	<i>Pokud považujete demolici za nutnou, je třeba zajistit znovu využít nejdražší části.</i>	

3	<i>Zajistit odstraňování budovy v opačném směru než byla stavěna.</i>	
4	<i>Zajistit třídění a oddělení všech materiálů na místě.</i>	
5	<i>Zajistit využití a recyklaci takového množství materiálu, kolik je možné.</i>	
Ovlivnění výběru materiálů z hlediska udržitelnosti		
1	<i>Oddělení výstavby a demolice se promarní možnost znovu využití a recyklace materiálů.</i>	
2	<i>Úvaha o skládce jako o poslední variantě.</i>	
3	<i>Zainteresování uživatele budovy na dosahování vyšších cílů v recyklaci a znovu užití. A zjištění zpětné vazby.</i>	
4	<i>Zkontrolujte, zda jste dostatečně informováni o systémech ekologického hodnocení a využíváte je k výběru vhodných materiálů z hlediska udržitelnosti.</i>	
Budoucí vývoj		
1	<i>Návrh budovy tak, aby měla co největší potenciál pro budoucí zlepšení v materiálech (např. zajistit snadno odstranitelné součásti, vrstvené materiály místo lepení atd.)</i>	
2	<i>Zvážit využití aerogelu jako tepelné izolace.</i>	
3	<i>Zvážit využití maleb, se změnou tepelně technických vlastností.</i>	
4	<i>Zvážit využití transparentních betonů.</i>	
5	<i>Zvážit využití izolačního betonu.</i>	
6	<i>Zvážit využití zasklení s vlastností odrazu světla na strop a odtud do místnosti tak, aby došlo k maximálnímu využití denního osvětlení.</i>	
7	<i>Zvážit využití betonu s recyklovaným sklem, plasty atd.</i>	
8	<i>Zvážit použití nejúčinnější typy osvětlovacích soustav, které jsou v současnosti dostupné, včetně širokého spektra LED diod.</i>	
9	<i>Zvážit použití nejúčinnější v současnosti dostupné typy skladování materiálů pro energii (např. biomasa, bioplyn, vodík atd.)</i>	

Tabulka 15: Kontrolní seznam – užití energie v budovách

Seznam opatření pro dosažení nízké energetické náročnosti budovy		
1	Pro nové budovy použít přísnější standardy, než jsou běžně požadovány.	
2	Navrhovat budovy pro tepelnou pohodu, 19-21°C v zimě, 27-28°C v létě	
3	Zajistit dobrou kvalitu vzduchu v interiéru.	
4	Zajistit maximální využití denního světla pomocí otvorových výplní a střešních světlíků, zvážit velikost a vhodné umístění oken	
5	Zajistit přirozený a rozmanitý výhled z budovy	
6	Zajistit minimální prosklené plochy sousedící s vytápěným interiérem na severní fasádě a maximalizovat zasklené plochy na SZ a SV fasádě objektu, vše v souladu s bezpečností..	
7	Zajistit kontrolu oslunění, případně zajistit jeho rozptýlení či instalaci okenních rolet	
8	Zajistit vizuální pohodu pro uživatele počítačů v administrativních budovách, aby nedocházelo k ozařování obrazovky slunečním zářením a k nepříjemným odrazům denního světla.	
9	Zvážit instalaci světlovodů na místa jako jsou schodiště a tam, kde není možnost přirozeného denního osvětlení	
10	Při výstavbě použít tepelnou izolaci, která překračuje stanovené požadavky přibližně o 20 až 25%.	
11	Zajistit kontrolu těsnosti vytápěného prostoru a test tlakovou zkouškou (metoda: „blow-door“)	
12	Součinitel prostupu tepla otvorových výplní byl nižší či alespoň roven hodnotě doporučené hodnotě (ČSN 73 0540:2)	
13	Vhodně zajistit návrh velikosti otvorových výplní vůči světovým stranám tak, aby maximálním způsobem byly využity složky denního osvětlení a solárních pasivních zisků..	
14	Zhodnotit instalaci izolačních stěn/okenic pro snížení tepelných ztrát oken během noci.	
15	Zajistit zhodnocení využitelnosti obnovitelných zdrojů energie	
16	Zhodnotit vhodnost užití "zelené střechy" pro zvýšení tepelné izolace	
17	Zhodnotit využití přirozeného větrání s použitím pouze minimálního mechanického větrání.	
18	Zajistit minimální potřebu klimatizace budovy či úplně vyloučit. A zajistit návrh systémů přirozeného větrání, kontrolou pasivních solárních zisků a využití jejich využití do tepelné akumulace budovy.	

Seznam opatření pro dosažení nízké energetické náročnosti budovy		
19	Zajistit užití energeticky úsporných zdrojů tepelné energie, např. plynových kondenzačních kotlů.	
20	Zajistit použití energeticky úsporného osvětlení (vhodně dle jejich požadavku a funkce).	
21	Plnění pravidelných plánů údržby a čištění osvětlení.	
22	Plnění plánu výměny svítidel, pokud se blíží konec životnosti svítidla, nebo není vyhovující z hlediska energetické náročnosti.	
23	Zajistit použití reflexivních povrchů zdiva vnitřních prostor pro zvýšení úspor osvětlení.	
24	Zajistit instalaci vhodných kontrolních prostředků pro tlumení nebo vypnutí světel (dle vhodnosti závislé na užívání objektu).	
25	Zajistit označení každého vypínače (srozumitelně a jasně, administrativní, prodejní atd. prostory).	
26	Zajistit modernizaci jako příležitost ke snížení úspor energie a se zhodnocením vhodných technologií, které jsou ekonomicky dostupné	
27	Zajistit dobré tepelně technické vlastnosti ochlazovaných konstrukcí tepelnou izolací z materiálů s minimálním dopadem na životní prostředí.	
28	Zajistit výměnu neúsporného osvětlení	
29	Zhodnocení instalace přepínače tlumených světel a časové spínače dle vhodnosti použití	
30	Pokusit se o nahrazení klimatizačních jednotek vhodným způsobem chlazení, např. využití nočního chlazení	

Tabulka 16: Kontrolní seznam spotřeby vody

Seznam opatření pro dosažení nízké energetické náročnosti budovy		
1	Zajistit posouzení potřeby vody v počátcích návrhu budovy	
2	Zajistit měření vody a posouzení osazení podružného měření u rozsáhlých projektů	
3	Zajistit, aby všechny nové budovy měly osazeny měřiče spotřeby vody	
4	Zajistit provádění pravidelných měření a vyhodnocování spotřeby vody.	
5	Zhodnotit použití rozprašovačů a perlátorů na výtokových armaturách.	
6	Zhodnotit použití regulace výtoků, jako jsou elektronické senzory a stop ventily.	
7	Zhodnocení vhodnosti použití úsporných sprchových hlavice.	
8	Zajistit úsporné nebo dvojité splachovací nádrže u WC a zajistit informovanost lidí o správném způsobu užívání WC.	
9	Zvážit použití suchých typů pisoárů pro nové a rekonstruované budovy	
10	Zajistit plán údržby vodovodních soustav a nakládání s vodou v budově.	
11	Zhodnotit využití dešťové vody na splachování, zalévání a doplňování plaveckých bazénů.	
12	Zajistit oddělené systémy pro pitnou vodu a dešťovou vodu. Jasné odlišení/označení systémů potrubí.	
13	Zhodnotit použití odpadní vody	
14	Zajistit čištění nádob odpadní vody (minimálně 1x za 48 hodin)	

7. PŘÍLOHA - STANDARTNÍ UŽÍVÁNÍ BUDOVY

zóna			1	2	3	4
číslo			1	2	3	4
název zóny, charakteristika			Rodinné domy - Normový byt	Rodinné domy - Nevytápěné místnosti	Bytový dům - Normový byt	Bytový dům - Společné prostory, technické podlaží
obecné						
typ zóny	-	-	obytná	neobytná	obytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	0	0	0	0
konec provozu zóny	-	hod.	24	24	24	24
provozní doba užívání zóny	$t_{use,h}$	h	24	24	24	24
roční užívání budovy počet provozních dní	$t_{use,d}$	d	365	365	365	365
vytápění						
vytápění ano (1) / ne (2)		-	1	2	1	1
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,H}$	°C	21	16	21	18
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	18	16	18	16
provozní doba vytápění objektu	$t_{H,h}$	h/d	24	0	24	24
chlazení						
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,C}$	°C	26	30	26	30
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	30	30	30	30
provozní doba chlazení objektu	$t_{C,h}$	h/d	24	0	24	24
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	$T_{supp,n}$	°C	21	30	21	30
větrání						
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,k}$	m ³ /h/mj.	50	0	50	4
měrná jednotka	-	mj.	osoby	osoby	osoby	m ² podl. plochy
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp,n}$	°C	21	18	21	18
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,d}$	1/h	0,5	0,5	0,5	0,5
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp,n}$	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	$t_{V,mech,h}$	h/d	24	24	24	24
tepelné zisky						
osoby	q_{OCC}	W/m ²	3,0	0,0	3,0	0,0
časový podíl přítomnosti osob	f_{OPP}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
pomocné energie	q_{APP}	W/m ²	3	0	3	0
časový podíl doby provozu	f_{APP}	-	0,20	0,20	0,20	0,20
provozní hodiny						
doba využití denního světla za rok	t_D	h	3000	3000	3000	3000
doba využití bez denního světla za rok	t_N	h	2000	2000	2000	2000
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W_{light}	kWh/m ²	0,90	0,13	0,90	0,18
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	27	0	27	0

zóna						
číslo			5	6	7	8
název zóny, charakteristika			Bytový dům - Nevytápěné místnosti	Administrativ- ní budovy - kancelářské prostory	Administrativ- ní budovy - zasedací místnosti	Administrativ- ní budovy - speciální prostory, serverovny
obecné						
typ zóny	-	-	neobytná	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	0	7	7	0
konec provozu zóny	-	hod.	24	18	18	24
provozní doba užívání zóny	$t_{use,h}$	h	24	11	11	24
roční užívání budovy počet provozních dní	$t_{use,d}$	d	365	257	257	365
vytápění						
vytápění ano (1) / ne (2)		-	2	1	1	1
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,H}$	°C	16	20	20	20
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	16	16	16	20
provozní doba vytápění objektu	$t_{i,H,h}$	h/d	0	11	11	24
chlazení						
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,C}$	°C	30	26	26	26
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	30	30	30	26
provozní doba chlazení objektu	$t_{i,C,h}$	h/d	0	11	11	24
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	$T_{supp;n}$	°C	30	21	21	21
větrání						
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,k}$	m ³ /h/mj.	2	50	60	5
měrná jednotka	-	mj.	m ² podl. plochy	osoby	osoby	m ² podl. plochy
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	16	20	20	20
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,d}$	1/h	0,5	1,0	2,0	0,5
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	$t_{v,mech,h}$	h/d	24	11	11	24
tepelné zisky						
osoby	q_{OCC}	W/m ²	0,0	5,3	30,0	0,0
časový podíl přítomnosti osob	f_{OPP}	-	1,00	0,46	0,46	1,00
pomocné energie	q_{APP}	W/m ²	0	15	15	50
časový podíl doby provozu	f_{APP}	-	0,20	0,20	0,20	0,20
provozní hodiny						
doba využití denního světla za rok	t_D	h	3000	2250	2250	2250
doba využití bez denního světla za rok	t_N	h	2000	250	250	250
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W_{light}	kWh/m ²	0,18	23,90	29,00	46,20
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	0	15	3	0

zóna						
číslo			9	10	11	12
název zóny, charakteristika			Administrativní budovy - Schodiště, chodby, komunikace	Administrativní budovy - Sklady, archivy	Administrativní budovy - Garáže	Vzdělávací budovy - Učebny, kabinety
obecné						
typ zóny	-	-	neobytná	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	7	7	0	8
konec provozu zóny	-	hod.	18	18	24	16
provozní doba užívání zóny	$t_{use,h}$	h	11	11	24	8
roční užívání budovy počet provozních dní	$t_{use,d}$	d	257	257	257	207
vytápění						
vytápění ano (1) / ne (2)		-	1	1	2	1
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,H}$	°C	20	20	10	21
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	16	16	10	16
provozní doba vytápění objektu	$t_{i,H,h}$	h/d	11	11	0	8
chlazení						
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,C}$	°C	26	26	30	26
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	30	30	30	30
provozní doba chlazení objektu	$t_{i,C,h}$	h/d	11	11	0	8
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	$T_{supp,n}$	°C	21	21	30	21
větrání						
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,k}$	m ³ /h/mj.	3	4	16,7	25
měrná jednotka	-	mj.	m ² podl. plochy	m ² podl. plochy	m ² podl. plochy	osoby
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp,n}$	°C	20	20	12	21
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,d}$	1/h	0,5	0,3	2,0	1,0
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp,n}$	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	$t_{V,mech,h}$	h/d	11	11	24	8
tepelné zisky						
osoby	q_{OCC}	W/m ²	2,0	2,0	0,0	7,5
časový podíl přítomnosti osob	f_{OPP}	-	0,46	0,46	1,00	0,33
pomocné energie	q_{APP}	W/m ²	2	2	0	5
časový podíl doby provozu	f_{APP}	-	0,20	0,20	0,20	0,15
provozní hodiny						
doba využití denního světla za rok	t_D	h	2250	2250	0	1800
doba využití bez denního světla za rok	t_N	h	250	250	2500	200
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W_{light}	kWh/m ²	10,60	6,00	7,00	10,00
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	35	35	0	8

zóna						
číslo			13	14	15	16
název zóny, charakteristika			Vzdělávací budovy - Posluchárny	Vzdělávací budovy - chodby, komunikace	Vzdělávací budovy - tělocvičny, sportoviště	Vzdělávací budovy - Kuchyně, přípravný jídel
obecné						
typ zóny	-	-	neobytná	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	8	8	8	7
konec provozu zóny	-	hod.	16	16	20	15
provozní doba užívání zóny	t _{use,h}	h	8	8	12	8
roční užívání budovy počet provozních dní	t _{use,d}	d	207	207	207	207
vytápění						
vytápění ano (1) / ne (2)		-	1	1	1	1
vnitřní výpočtová teplota	θ _{i,H}	°C	21	20	18	20
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	θ _{i,C}	°C	16	16	15	16
provozní doba vytápění objektu	t _{H,h}	h/d	8	8	12	8
chlazení						
vnitřní výpočtová teplota	θ _{i,C}	°C	26	26	26	26
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	θ _{i,C}	°C	30	30	30	30
provozní doba chlazení objektu	t _{C,h}	h/d	8	8	12	8
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	T _{supp;n}	°C	21	21	21	21
větrání						
minimální tok větracího vzduchu	V _{V,k}	m ³ /h/mj.	50	3	20	70
měrná jednotka	-	mj.	osoby	m ² podl. plochy	osoby	osoby
průměrná teplota přiváděného vzduchu	T _{supp;n}	°C	21	20	18	20
minimální tok větracího vzduchu	V _{V,d}	1/h	1,0	0,5	0,5	2,0
průměrná teplota přiváděného vzduchu	T _{supp;n}	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	t _{v,mech,h}	h/d	8	8	12	8
tepelné zisky						
osoby	q _{OCC}	W/m ²	18,0	2,0	9,0	15,0
časový podíl přítomnosti osob	f _{OPP}	-	0,33	0,33	0,50	0,33
pomocné energie	q _{APP}	W/m ²	5	2	4	20
časový podíl doby provozu	f _{APP}	-	0,15	0,15	0,25	0,25
provozní hodiny						
doba využití denního světla za rok	t _D	h	1800	1800	2000	1250
doba využití bez denního světla za rok	t _N	h	200	200	2000	1250
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W _{light}	kWh/m ²	26,40	11,00	30,00	8,00
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	4	35	10	10

zóna						
číslo			17	18	19	20
název zóny, charakteristika			Vzdělávací budovy - Satny	Zdravotnická zařízení - pokoje pro pacienty	Zdravotnická zařízení - ordinace	Zdravotnická zařízení - chodby, čekárny
obecné						
typ zóny	-	-	neobytná	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	8	0	7	7
konec provozu zóny	-	hod.	16	24	16	16
provozní doba užívání zóny	$t_{use,h}$	h	8	24	9	9
roční užívání budovy počet provozních dní	$t_{use,d}$	d	207	365	257	257
vytápění						
vytápění ano (1) / ne (2)		-	1	1	1	1
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,H}$	°C	20	22	22	20
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	16	22	18	18
provozní doba vytápění objektu	$t_{i,H,h}$	h/d	8	24	9	9
chlazení						
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,C}$	°C	30	26	26	26
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	30	30	30	30
provozní doba chlazení objektu	$t_{i,C,h}$	h/d	8	24	9	9
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	$T_{supp,n}$	°C	0	21	21	21
větrání						
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,k}$	m ³ /h/mj.	25	50	60	30
měrná jednotka	-	mj.	osoby	osoby	osoby	osoby
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp,n}$	°C	20	22	22	20
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,d}$	1/h	0,5	1,0	1,0	0,5
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp,n}$	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	$t_{V,mech,h}$	h/d	8	24	9	9
tepelné zisky						
osoby	q_{OCC}	W/m ²	7,5	7,5	16,0	13,0
časový podíl přítomnosti osob	f_{OPP}	-	0,33	1,00	0,38	0,38
pomocné energie	q_{APP}	W/m ²	4	8	15	2
časový podíl doby provozu	f_{APP}	-	0,25	0,50	0,20	0,20
provozní hodiny						
doba využití denního světla za rok	t_D	h	1800	3000	3000	3000
doba využití bez denního světla za rok	t_N	h	200	2000	2000	2000
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W_{light}	kWh/m ²	2,50	14,00	38,00	27,00
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	7	8	5	6

zóna						
číslo			21	22	23	24
název zóny, charakteristika			Zdravotnická zařízení - sály	Zdravotnická zařízení - Kuchyňská zařízení	Zdravotnická zařízení - nevytápěné prostory	Zdravotnická zařízení - garáže
obecné						
typ zóny	-	-	neobytná	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	0	6	0	0
konec provozu zóny	-	hod.	24	19	24	24
provozní doba užívání zóny	$t_{use,h}$	h	24	13	24	24
roční užívání budovy počet provozních dní	$t_{use,d}$	d	365	365	365	365
vytápění						
vytápění ano (1) / ne (2)		-	1	1	2	2
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,H}$	°C	22	20	16	10
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	18	16	16	10
provozní doba vytápění objektu	$t_{i,H,h}$	h/d	24	13	0	0
chlazení						
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,C}$	°C	22	26	30	30
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	28	30	30	30
provozní doba chlazení objektu	$t_{i,C,h}$	h/d	24	13	0	0
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	$T_{supp;n}$	°C	18	21	30	30
větrání						
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,k}$	m ³ /h/mj.	96,5	70	2	16,7
měrná jednotka	-	mj.	m ² podl. plochy	osoby	m ² podl. plochy	m ² podl. plochy
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	22	20	16	12
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,d}$	1/h	20,0	2,0	0,3	2,0
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	$t_{V,mech,h}$	h/d	24	13	24	24
tepelné zisky						
osoby	q_{OCC}	W/m ²	20,0	15,0	0,0	0,0
časový podíl přítomnosti osob	f_{OPP}	-	1,00	0,54	1,00	1,00
pomocné energie	q_{APP}	W/m ²	35	20	0	0
časový podíl doby provozu	f_{APP}	-	0,20	0,25	0,20	0,20
provozní hodiny						
doba využití denního světla za rok	t_D	h	0	1250	3000	0
doba využití bez denního světla za rok	t_N	h	5000	1250	2000	5000
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W_{light}	kWh/m ²	171,00	43,47	11,00	11,00
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	6	10	0	0

zóna						
číslo			25	26	27	28
název zóny, charakteristika			Hotely a restaurace - Ubytovací prostory	Hotely a restaurace - Chodby, komunikace	Hotely a restaurace - Restaurace, stavovací prostory	Hotely a restaurace - Kuchyně
obecné						
typ zóny	-	-	obytná	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	16	0	10	10
konec provozu zóny	-	hod.	10	24	24	24
provozní doba užívání zóny	t _{use,h}	h	18	24	14	14
roční užívání budovy počet provozních dní	t _{use,d}	d	365	365	317	317
vytápění						
vytápění ano (1) / ne (2)		-	1	1	1	1
vnitřní výpočtová teplota	θ _{i,H}	°C	21	20	21	20
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	θ _{i,C}	°C	18	20	18	16
provozní doba vytápění objektu	t _{i,H,h}	h/d	18	24	14	14
chlazení						
vnitřní výpočtová teplota	θ _{i,C}	°C	26	26	26	26
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	θ _{i,C}	°C	30	30	30	30
provozní doba chlazení objektu	t _{i,C,h}	h/d	18	24	14	14
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	T _{supp;n}	°C	21	21	21	21
větrání						
minimální tok větracího vzduchu	V _{V,k}	m ³ /h/mj.	50	3	60	70
měrná jednotka	-	mj.	osoby	m ² podl. plochy	osoby	osoby
průměrná teplota přiváděného vzduchu	T _{supp;n}	°C	21	20	21	20
minimální tok větracího vzduchu	V _{V,d}	1/h	0,5	0,5	2,0	2,0
průměrná teplota přiváděného vzduchu	T _{supp;n}	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	t _{V,mech,h}	h/d	15	24	14	14
tepelné zisky						
osoby	q _{OCC}	W/m ²	3,0	2,0	11,0	15,0
časový podíl přítomnosti osob	f _{OPP}	-	0,75	1,00	0,58	0,58
pomocné energie	q _{APP}	W/m ²	4	4	10	20
časový podíl doby provozu	f _{APP}	-	0,50	0,50	0,25	0,25
provozní hodiny						
doba využití denního světla za rok	t _D	h	3000	3000	1250	1250
doba využití bez denního světla za rok	t _N	h	2000	2000	1250	1250
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W _{light}	kWh/m ²	3,70	55,00	16,60	38,20
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	27	40	7	10

zóna						
číslo			29	30	31	32
název zóny, charakteristika			Hotely a restaurace - Nevytápěné prostory	Hotely a restaurace - Sklady potravin	Hotely a restaurace - Sklady ostatní	Hotely a restaurace - Garáže
obecné						
typ zóny	-	-	neobytná	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	10	0	0	0
konec provozu zóny	-	hod.	24	24	24	24
provozní doba užívání zóny	t _{use,h}	h	14	24	24	24
roční užívání budovy počet provozních dní	t _{use,d}	d	317	365	365	365
vytápění						
vytápění ano (1) / ne (2)		-	2	2	2	2
vnitřní výpočtová teplota	θ _{i,H}	℃	16	10	15	10
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	θ _{i,C}	℃	16	10	15	10
provozní doba vytápění objektu	t _{H,h}	h/d	0	0	0	0
chlazení						
vnitřní výpočtová teplota	θ _{i,C}	℃	30	26	30	30
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	θ _{i,C}	℃	30	26	30	30
provozní doba chlazení objektu	t _{C,h}	h/d	0	24	0	0
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	T _{supp;n}	℃	30	21	30	30
větrání						
minimální tok větracího vzduchu	V _{V,k}	m ³ /h/mj.	2	10	10	16,7
měrná jednotka	-	mj.	m ² podl. plochy	m ² podl. plochy	m ² podl. plochy	m ² podl. plochy
průměrná teplota přiváděného vzduchu	T _{supp;n}	℃	16	10	16	12
minimální tok větracího vzduchu	V _{V,d}	1/h	0,3	1,0	1,0	2,0
průměrná teplota přiváděného vzduchu	T _{supp;n}	℃	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	t _{V,mech,h}	h/d	14	24	24	24
tepelné zisky						
osoby	q _{OCC}	W/m ²	0,0	2,0	2,0	0,0
časový podíl přítomnosti osob	f _{OPP}	-	0,58	1,00	1,00	1,00
pomocné energie	q _{APP}	W/m ²	0	2	0	0
časový podíl doby provozu	f _{APP}	-	0,25	0,25	0,25	0,25
provozní hodiny						
doba využití denního světla za rok	t _D	h	3000	3000	3000	0
doba využití bez denního světla za rok	t _N	h	2000	2000	2000	5000
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W _{light}	kWh/m ²	9,00	9,00	9,00	11,00
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	0	40	40	0

zóna						
číslo			33	34	35	36
název zóny, charakteristika			Sportovní zařízení - Sportovní plochy	Sportovní zařízení - Hlediště	Sportovní zařízení - Šatny	Sportovní zařízení - Chodby, komunikace
obecné						
typ zóny	-	-	neobytná	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	8	18	8	8
konec provozu zóny	-	hod.	23	23	23	23
provozní doba užívání zóny	$t_{use,h}$	h	15	5	15	15
roční užívání budovy počet provozních dní	$t_{use,d}$	d	325	317	325	325
vytápění						
vytápění ano (1) / ne (2)		-	1	1	1	1
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,H}$	°C	18	18	20	20
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	16	16	16	16
provozní doba vytápění objektu	$t_{i,H,h}$	h/d	15	5	15	15
chlazení						
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,C}$	°C	26	26	30	26
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	30	30	30	30
provozní doba chlazení objektu	$t_{i,C,h}$	h/d	15	5	15	15
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	$T_{supp;n}$	°C	21	21	30	21
větrání						
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,k}$	m ³ /h/mj.	120	70	30	3
měrná jednotka	-	mj.	osoby	osoby	osoby	m ² podl. plochy
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	18	18	20	20
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,d}$	1/h	0,5	1,0	1,0	0,5
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	$t_{v,mech,h}$	h/d	15	5	15	15
tepelné zisky						
osoby	q_{OCC}	W/m ²	18,0	80,0	8,5	2,0
časový podíl přítomnosti osob	f_{OPP}	-	0,63	0,21	0,63	0,63
pomocné energie	q_{APP}	W/m ²	0	0	4	2
časový podíl doby provozu	f_{APP}	-	0,25	0,25	0,25	0,25
provozní hodiny						
doba využití denního světla za rok	t_D	h	2000	2000	2000	2000
doba využití bez denního světla za rok	t_N	h	2000	2000	2000	2000
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W_{light}	kWh/m ²	33,60	10,00	40,80	15,00
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	10	1	8	40

zóna					
číslo			37	38	39
název zóny, charakteristika			Sportovní zařízení - Nevytápěné místnosti, technické místnosti	Sportovní zařízení - Garáže	Budovy pro obchodní účely - Prodejní plochy
obecné					
typ zóny	-	-	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	8	8	8
konec provozu zóny	-	hod.	23	23	20
provozní doba užívání zóny	$t_{use,h}$	h	15	15	12
roční užívání budovy počet provozních dní	$t_{use,d}$	d	325	325	325
vytápění					
vytápění ano (1) / ne (2)		-	2	2	1
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,H}$	°C	16	10	21
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	16	10	16
provozní doba vytápění objektu	$t_{i,H,h}$	h/d	0	0	12
chlazení					
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,C}$	°C	30	30	26
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	30	30	30
provozní doba chlazení objektu	$t_{i,C,h}$	h/d	0	0	12
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	$T_{supp;n}$	°C	30	30	21
větrání					
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,k}$	m ³ /h/mj.	2	16,7	60
měrná jednotka	-	mj.	m ² podl. plochy	m ² podl. plochy	osoby
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	16	12	21
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,d}$	1/h	0,3	2,0	3,0
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	$t_{V,mech,h}$	h/d	15	15	12
tepelné zisky					
osoby	q_{OCC}	W/m ²	0,0	0,0	23,0
časový podíl přítomnosti osob	f_{OPP}	-	0,63	0,63	0,50
pomocné energie	q_{APP}	W/m ²	0	0	10
časový podíl doby provozu	f_{APP}	-	0,25	0,25	0,25
provozní hodiny					
doba využití denního světla za rok	t_D	h	2000	0	3000
doba využití bez denního světla za rok	t_N	h	2000	4000	2000
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W_{light}	kWh/m ²	9,00	11,00	82,60
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	0	0	3

zóna						
číslo			40	41	42	43
název zóny, charakteristika			Budovy pro obchodní účely - Šatny, sociální zázemí	Budovy pro obchodní účely - Sklady	Budovy pro obchodní účely - Sklady potravin	Budovy pro obchodní účely - Nevytápěné prostory
obecné						
typ zóny	-	-	neobytná	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	8	0	0	8
konec provozu zóny	-	hod.	20	24	24	20
provozní doba užívání zóny	$t_{use,h}$	h	12	24	24	12
roční užívání budovy počet provozních dní	$t_{use,d}$	d	325	365	365	325
vytápění						
vytápění ano (1) / ne (2)		-	1	2	2	2
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,H}$	°C	20	15	10	16
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	16	15	10	16
provozní doba vytápění objektu	$t_{i,H,h}$	h/d	12	0	0	0
chlazení						
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,C}$	°C	30	30	26	30
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	30	30	26	30
provozní doba chlazení objektu	$t_{i,C,h}$	h/d	12	0	24	0
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	$T_{supp;n}$	°C	30	30	21	30
větrání						
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,k}$	m ³ /h/mj.	30	10	10	2
měrná jednotka	-	mj.	osoby	m ² podl. plochy	m ² podl. plochy	m ² podl. plochy
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	20	18	10	16
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,d}$	1/h	0,5	1,0	1,0	0,3
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	$t_{v,mech,h}$	h/d	12	24	24	12
tepelné zisky						
osoby	q_{OCC}	W/m ²	5,0	2,0	5,0	0,0
časový podíl přítomnosti osob	f_{OPP}	-	0,50	1,00	1,00	0,50
pomocné energie	q_{APP}	W/m ²	4	2	2	0
časový podíl doby provozu	f_{APP}	-	0,25	0,25	0,25	0,25
provozní hodiny						
doba využití denního světla za rok	t_D	h	3000	3000	3000	3000
doba využití bez denního světla za rok	t_N	h	2000	2000	2000	2000
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W_{light}	kWh/m ²	34,00	39,70	11,00	6,10
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	16	40	16	0

zóna					
číslo			44	45	46
název zóny, charakteristika			Budovy pro obchodní účely - Garáže	Ostatní budovy - Divadla, kina - hlediště	Ostatní budovy - Divadla, kina - Jevišťe
obecné					
typ zóny	-	-	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	8	19	13
konec provozu zóny	-	hod.	20	23	23
provozní doba užívání zóny	$t_{use,h}$	h	12	4	10
roční užívání budovy počet provozních dní	$t_{use,d}$	d	325	250	250
vytápění					
vytápění ano (1) / ne (2)		-	2	1	1
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,H}$	°C	10	21	21
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	10	18	18
provozní doba vytápění objektu	$t_{i,H,h}$	h/d	0	4	10
chlazení					
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,C}$	°C	30	26	26
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	30	30	30
provozní doba chlazení objektu	$t_{i,C,h}$	h/d	0	4	10
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	$T_{supp;n}$	°C	30	21	21
větrání					
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,k}$	m ³ /h/mj.	16,7	60	80
měrná jednotka	-	mj.	m ² podl. plochy	osoby	osoby
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	12	21	21
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,d}$	1/h	2,0	1,0	1,5
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp;n}$	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	$t_{V,mech,h}$	h/d	12	4	10
tepelné zisky					
osoby	q_{OCC}	W/m ²	0,0	25,0	18,0
časový podíl přítomnosti osob	f_{OPP}	-	0,50	0,17	0,42
pomocné energie	q_{APP}	W/m ²	0	0	4
časový podíl doby provozu	f_{APP}	-	0,25	0,20	0,20
provozní hodiny					
doba využití denního světla za rok	t_D	h	0	0	0
doba využití bez denního světla za rok	t_N	h	5000	1000	2500
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W_{light}	kWh/m ²	11,00	10,00	18,00
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	0	3	5

zóna					
číslo			47	48	49
název zóny, charakteristika			Ostatní budovy - Divadla, kina - Technické prostory vyt./chlaz	Ostatní budovy - Divadla, kina - Technické prostory nevytápěné	Obecná nevytápěná zóna
obecné					
typ zóny	-	-	neobytná	neobytná	neobytná
začátek provozu zóny	-	hod.	10	10	0
konec provozu zóny	-	hod.	23	23	24
provozní doba užívání zóny	$t_{use,h}$	h	13	13	24
roční užívání budovy počet provozních dní	$t_{use,d}$	d	250	250	365
vytápění					
vytápění ano (1) / ne (2)		-	1	2	2
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,H}$	°C	20	16	klima data
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	18	16	klima data
provozní doba vytápění objektu	$t_{H,h}$	h/d	13	0	0
chlazení					
vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{i,C}$	°C	26	30	30
vnitřní výpočtová teplota mimo provozní dobu	$\theta_{i,C}$	°C	30	30	30
provozní doba chlazení objektu	$t_{C,h}$	h/d	13	0	0
teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	$T_{supp,n}$	°C	21	30	30
větrání					
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,k}$	m ³ /h/mj.	15	2	2
měrná jednotka	-	mj.	m ² podl. plochy	m ² podl. plochy	m ² podl. plochy
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp,n}$	°C	20	16	klima data
minimální tok větracího vzduchu	$V_{V,d}$	1/h	2,0	0,3	0,0
průměrná teplota přiváděného vzduchu	$T_{supp,n}$	°C	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat	stanovení z klim. dat
doba provozu větracího zařízení	$t_{V,mech,h}$	h/d	13	13	24
tepelné zisky					
osoby	q_{OCC}	W/m ²	8,0	0,0	0,0
časový podíl přítomnosti osob	f_{OPP}	-	0,54	0,54	1,00
pomocné energie	q_{APP}	W/m ²	10	0	0
časový podíl doby provozu	f_{APP}	-	0,20	0,20	1,00
provozní hodiny					
doba využití denního světla za rok	t_D	h	1750	1750	0
doba využití bez denního světla za rok	t_N	h	1500	1500	0
měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	W_{light}	kWh/m ²	10,00	9,00	0,00
m ² podlahové plochy na osobu		m ² /os	10	0	0

LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] Guideline on Sustainable Building for Building Stock - The Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development
- [2] Sustainable Design Guide – The city of Edinburgh Council
- [3] Sustainable Building and Construction – UNEP Industry and Environment
- [4] Denní osvětlení a oslunění budov - Petr Rybář, František Šesták, Marie Juklová, Jozef Hraška, Jiří Vaverka
- [5] STEP - síť ekologických poraden – Ing. Karel Srdečný
- [6] Obnovitelné zdroje energie v roce 2005, MPO ČR, 2006
- [7] Nízkoenergetické domy, Principy a příklady - Jan Tywoniak - Grada Publishing
- [8] Biologické principy ochrany přírody – syllabus přednášek 2003

UDRŽITELNÝ NÁVRH A REKONSTRUKCE BUDOV

Autoři:

Ing. Jan Pejter, *ENVIROS, s.r.o.*

Ing. Tomáš Vanický, *ENVIROS, s.r.o.*

Petr Sopoliga, *ENVIROS, s.r.o.*

Marta Sedláčková, *ENVIROS, s.r.o.*

Vydala: Česká energetická agentura v roce 2006

Publikace je určena pro poradenskou činnost a byla zpracována s podporou ČEA