



**ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.**

Energetická agentura Zlínského kraje, o.p.s.

Energetická efektivita a úspory

Ing. Libor Dubčák
RNDr. Věra Miklasová
Ing. Petr Pobořil
Ing. Jan Vidomus

V rámci projektu

„Energetická efektivita v souvislostech vzdělávání“

Tato publikace vznikla jako studijní materiál pro vzdělávací program Energetická efektivita a úspory, akreditovaného u MŠMT ČR pod č. j. 25089/2010-25-565 v rámci projektu Energetická efektivita v souvislostech vzdělávání, který je financován v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky

Obsah

Obsah	2
1 Úvod a vysvětlení základních pojmů	4
1.1 Aktuality z EU	4
2 Energie a její zdroje pro dané oblasti využití	5
2.1 Zdroje	5
2.1.1 Využití obnovitelných zdrojů	5
2.2 Efektivita výroby energie	6
2.2.1 Stanovení efektivit	6
2.2.2 Shrnutí EROEI	7
2.2.3 Příklad využití paliv a jejich zpracování	8
2.3 Přeměny energie	8
2.4 Transport energie	9
3 Popis energetických distribučních soustav	10
3.1 Plynárenská soustava	10
3.1.1 Tranzitní soustava	10
3.1.2 Vnitrostátní soustava	11
3.1.3 Struktura Českého plynárenského trhu	11
3.1.4 Skladování plynu	11
3.1.5 Distribuce plynu – cesta ke spotřebiteli	11
3.2 Elektrická energie	12
3.2.1 Výroba	12
3.2.2 Přenos	13
3.2.3 Distribuce	14
3.2.4 Spotřeba	14
3.3 Centrální zásobování teplem	14
3.3.1 Základní rozdělení distribučních soustav tepla	14
3.3.2 Zdroje tepla	15
3.3.3 Tepelné sítě	15
4 Energetická náročnost budov	16
4.1 Právní rámec	16
4.2 Přenos tepla	16
4.2.1 Kondukce (vedení)	16
4.2.2 Konvekce (proudění):	17
4.2.3 Radiace (tepelné záření, sálání)	17
4.3 Stavební konstrukce	18
4.3.1 Tepelné mosty	18
4.3.2 Okna	18
4.4 Způsoby vytápění	18
4.4.1 Plynové vytápění	19
4.4.2 Vytápění propanem nebo směsí propanu a butanu	20
4.4.3 Vytápění topným olejem	20
4.4.4 Elektrická energie	21
4.4.5 Akumulační vytápění	21
4.4.6 Ústřední elektrické vytápění	21
4.4.7 Vytápění uhlím nebo koksem	21
4.4.8 Vytápění dálkovým teplem	22
4.4.9 Vytápění biomasou	22
4.4.10 Teplovodní kotle na peletky	22
4.4.11 Vytápění tepelným čerpadlem	22

4.5	Větrání – výměna vzduchu	24
4.6	Volba zdroje	24
5	Legislativa	25
5.1	Průkaz energetické náročnosti budovy	26
5.2	Energetický štítek obálky budovy	27
5.3	Výsledky a porovnání průkazu se štítkem	29
6	Nízkoenergetické domy	29
6.1	Definice, rozdělení a právní předpisy	29
6.1.1	Současný vývoj v Evropě a v České republice	30
6.1.2	Norma ČSN 73 0540 popisuje pasivní dům následovně:	30
6.2	Projektování a stavění	31
6.3	Stavební konstrukce – tepelné mosty	34
6.4	Těsnost stavby	34
6.5	Výplně otvorů	35
6.6	Rekuperace tepla	36
6.7	Chlazení budovy	37
6.8	Úsporné spotřebiče	37
7	Energetický management	37
7.1	Co to je Energetický management	37
7.2	Nástroje energetického managementu	38
7.3	Systém managementu hospodaření s energiemi EN 16001	38
7.4	Oblasti aplikace energetického managementu	39
7.5	Přínosy energetického managementu	39
7.6	Přehled činností spojených s výkonem EM	39
7.7	Monitoring a targeting	40
7.7.1	Principy	40
7.7.2	Výhody provozování M&T	40
7.7.3	Příprava a provozování M&T	41
7.8	Energetický management v praxi	41
7.9	Inteligentní budova anebo Facility Management	42
8	Hospodaření s energií v domácnosti i ve velké organizaci	42
8.1	Hospodaření s energií v domácnostech	42
8.1.1	Pasivní opatření	42
8.1.2	Aktivní opatření	43
8.2	Hospodaření s energií ve velkých organizacích	43
8.2.1	Nevýrobní organizace	43
8.2.2	Nákupní a skladovací objekty (mimo výše uvedená opatření ještě):	44
8.2.3	Výrobní organizace (mimo výše uvedená opatření ještě):	44
8.2.4	Zemědělské a lesnické společnosti	44
8.2.5	Situace ve Zlínském kraji v oblasti biomasy	45
9	Možnosti financování úsporných opatření a jejich ekonomická návratnost	45
9.1	Možnosti financování - Zelená úsporám	45
9.2	Operační program životního prostředí	46
9.2.1	Prioritní osa 2	47
9.2.2	Prioritní osa 3	47
9.3	Ekonomická návratnost	48
9.3.1	Prostá návratnost	48
9.3.2	Podrobné ekonomické vyhodnocení	49
	Seznam použitých zkratk a jednotek	50
	Seznam použitých zdrojů	51
	Příklady	52

1 Úvod a vysvětlení základních pojmů

Energetická efektivita je pojem, který nám určuje množství energie dodané pro činnosti spojené s využíváním jakékoliv energie nutné k životu lidí. Vzhledem k omezeným zdrojům je nutné ji využívat hospodárně. Energetická efektivita se nevztahuje na jednotlivé spotřebiče, ale na celý proces, kde při spotřebě primární energie vzniká další, např. tepelná, kterou k celkovému zvýšení energetické efektivity využíváme v dalším procesu spotřeby energie.

Energetická efektivita úzce souvisí s úsporami energie a normativy pro stanovení energetické náročnosti na stavby, výroby, motorová vozidla, dopravu atd. Energetickou efektivitu je nutno chápat jako komplex opatření jak aktivních, tak pasivních, které je nutno propojit do systému. Velkou roli zde sehrává i ekonomická návratnost včetně nákladů na likvidaci zařízení, která budou použita v energetické soustavě, po skončení jejich životnosti. Energetickou efektivitu je nutné posuzovat i z hlediska recyklace; využití již dříve vyprodukovaných výrobků k výrobě základních surovin a materiálů pro další spotřebu.

Například pyrolytickým zpracováním odpadu jsme schopni z pyrolytického plynu získat vodík vhodný třeba jako palivo do spalovacích motorů, obdobným zpracováním pneumatik jsme schopni získat ropné látky vhodné pro další použití. Energetická efektivita je fenomén, který ovlivňuje veškerou lidskou činnost; hospodářství jednotlivých států a jejich uskupení v celku jako je EU, která si stanovila za cíl snížit spotřebu energií do roku 2020 o 20 %.

1.1 Aktuality z EU

Komise chystá závazné cíle pro energetické úspory pro každý členský stát.

- Evropská komise hodlá členským státům stanovit závazné plány na zvýšení energetické účinnosti, píše se v přepracovaném návrhu „Akčního plánu pro energetickou účinnost“, jehož návrh unikl z Komise ještě před jeho oficiálním zveřejněním, které chystá Komise v říjnu 2010.
- Návrh s názvem „7 opatření pro 2 milióny nových pracovních míst“ zjednodušuje „[Akční plán pro energetickou účinnost z roku 2006](#)“ a zaměřuje se jen na několik vybraných kritérií účinnosti. Evropské unii se za současného stavu těžko podaří splnit cíle na zvýšení energetické účinnosti o 20 % do roku 2020.
- Součástí „Akčního plánu“ je stanovení povinných energetických úspor pro jednotlivé členské státy v takové výši, aby bylo možné splnit zatím nezávazný cíl EU. V uniklém dokumentu zatím není specifikováno, zda by měl být každému členskému státu stanoven absolutní limit spotřeby pro rok 2020, nebo zda budou povinné energetické úspory určeny jako podíl plánované spotřeby energie jednotlivých států.
- Jedno z opatření se zaměřuje na energetickou účinnost budov. Komise navrhuje, aby bylo do roku 2020 renovováno 15 milionů budov. Jejich zateplení, instalace kvalitních oken a vybavení energeticky úsporným zařízením by mělo Evropě ušetřit 66 milionů tun CO₂, přičemž by mohlo být vytvořeno přímo 300 tisíc a nepřímo 1,1 miliónu pracovních míst ročně.
- Návrh nepočítá s vyčleněním peněz, pouze se odkazuje na podporu Evropské investiční banky (EIB) a Evropské banky pro obnovu a rozvoj (EBRD). Uvádí, že finance by musely pocházet z „Finančního rámce příštího období“ a pro počáteční fázi do roku 2013 by mohly být použity také nevyužité prostředky určené na evropský „Plán hospodářské obnovy“.
- Evropská komise navíc členské státy vybízí k vytvoření „Národních fondů pro energetickou účinnost“ a k využití příjmů z obchodu s emisními povolenkami k podpoře zlepšování energetické účinnosti budov.

V plánu je zahrnut i energetický sektor, který chce Komise bez ohledu na již existující obchodování s emisními povolenkami ke snižování spotřeby energie stimulovat ještě dalšími

prostředky. Z plánu je naopak vynechána oblast dopravy, kterou se Evropská unie hodlá zabývat odděleně. Bílá kniha s konkrétními cíli pro dopravní sektor by měla být předložena příští rok.

Komise se chystá předložit nový Akční plán během roku 2010, avšak podle jiných zdrojů je toto nepravděpodobné a očekává se, že dojde ke zpoždění.

2 Energie a její zdroje pro dané oblasti využití

V následujících kapitolách se představí jednotlivé zdroje energie, jejich efektivitu a jakým způsobem se energie dá přeměňovat.

2.1 Zdroje

Rozdělení energie podle zdroje:

- sluneční energie
- vodní energie
- větrná energie
- geotermální energie
- energie mořských vln
- parní energie
- svalová energie
- světelná energie
- energie ohně

Energii rozdělujeme také do dvou základních skupin:

- neobnovitelná
- obnovitelná

Za **neobnovitelný zdroj** energie je považován zdroj energie, jehož vyčerpání se předpokládá v horizontu maximálně stovek let, ale jeho případné obnovení by trvalo mnohonásobně déle, pokud by to bylo možné.

Typickými zástupci neobnovitelných zdrojů energie jsou především fosilní paliva:

- uhlí
- ropa
- zemní plyn
- rašelina
- hořlavé písky a hořlavé břidlice
- jaderná energie může být zařazena jak mezi obnovitelné, tak mezi neobnovitelné zdroje, souvisí to s možností využití vyhořelého paliva, a to pro nevojenské účely.

Obnovitelný zdroj energie je takový, v jehož čerpání lze teoreticky pokračovat další tisíce až miliardy let. Obnovitelný zdroj energie je označení některých vybraných, na Zemi přístupných forem energie, získané primárně především z jaderných přeměn v nitru Slunce. Dalšími zdroji jsou teplo zemského nitra a setrvačnost soustavy Země-Měsíc. Lidstvo je čerpá ve formách např. sluneční záření, větrné energie, vodní energie, energie přílivu, geotermální energie, biomasy a další.

Energetický zákon č. 458/2000 Sb. v současném znění (2006) tyto zdroje definuje jako obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu

2.1.1 Využití obnovitelných zdrojů

V roce 2006 pocházelo asi 18 % celosvětově vyprodukované energie ze zdrojů, označovaných jako obnovitelné. Většina z toho (13 % celkové spotřeby) pochází z tradiční

biomasy (především pálení dřeva). Vodní energie, poskytující 3 % celkové spotřeby primární energie, byla druhý největší obnovitelný zdroj. Moderní technologie, využívající geotermální energie, větrná energie, sluneční energie a oceánská energie dohromady poskytovaly asi 0,8 % z celkové výroby.

Investování do obnovitelné energie si vyžádalo náklady ve výši z 80 miliard amerických dolarů v roce 2005 a v následujícím roce náklady ve výši 100 miliard amerických dolarů v roce 2006.

V březnu roku 2007 se představitelé Evropské unie dohodli, že v roce 2020 má být 20 % energie členských států vyráběno z obnovitelných zdrojů, aby se omezily emise oxidu uhličitého, který je považován za původce globálního oteplování.

Obnovitelné zdroje energie jsou podporovány různými dotacemi nebo zvýhodněnými výkupními cenami energie. V České republice je elektřina z obnovitelných zdrojů podporována garantovanými výhodnými výkupními cenami nebo formou tzv. zelených bonusů. Z těchto dvou variant může každý vlastník elektrárny, která využívá obnovitelné zdroje energie, volit.

2.2 Efektivita výroby energie

2.2.1 Stanovení efektivity

Stanovení EROEI je kriticky důležitá pro budoucnost ekonomiky i celé společnosti. Je třeba připustit skutečnost, že fosilní zdroje ropa, zemní plyn, uhlí budou vyčerpány a budeme muset hospodařit s těmi zdroji, které budou k dispozici.

Kriteria hodnocení

Dnes se ve světě všeobecně používá poměrová jednota EROEI (nebo jen EROI) - Energy Returne(d) on (Energy) Invested. Je stanovena poměrem výstup/vstup.

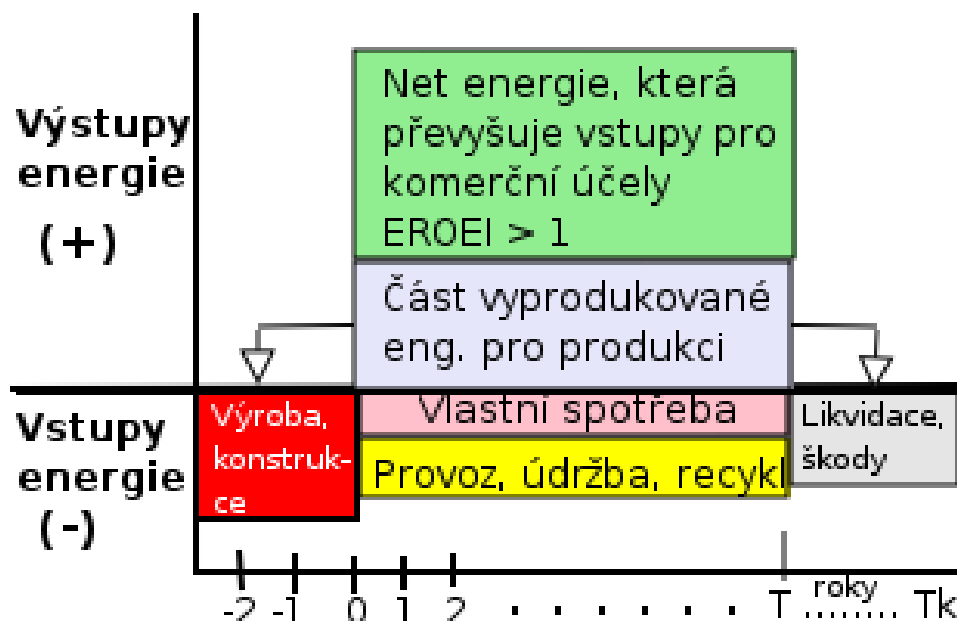
- Když je $EROEI < 1$, tak je transformace energie ztrátová,
- když je $EROEI > 1$ transformace je zisková,
- pokud je $EROEI = 1$ je možná pouze jednoduchá reprodukce tzn. co vyrobím, to spotřebuji na produkci.

Např.

- Výstup = 120, vstup = 80, $EROEI = 120/80 = 1,50$ - transformace je zisková 150 %.
- Výstup = 80, vstup = 120, $EROEI = 80/120 = 0,67$ - transformace je ztrátová 67% a není schopná provozu.
- Výstup = 100, vstup = 100, $EROEI = 1$ - transformace nepřináší další energii pro komerční využití, zásobuje sama sebe.

Pro kvantitativní vyjádření čisté (net) energie neboli přebytku energie se počítá hrubá vyprodukovaná energie minus energie vynaložená při produkčním procesu (výstup - vstup), tedy bilance je kladná nebo záporná.

Zjednodušeně: EROEI je poměr, kdežto bilance je množství energie dodané do systému, které mělo cenu a bylo zapláceno.



Obrázek 1: Životní cyklus energetického zdroje

V části vstupy energie je zobrazena energie potřebná pro produkci. Červený obdelník zahrnuje předprodukční fázi – tedy konstrukci, výrobu a další spotřebu na přípravu. V provozní - střední části je to vlastní spotřeba + provoz, údržba, recyklace. V pravém čtverečku je likvidace zdroje, likvidace škod. V části Výstupy energie se část vyprodukované energie vrací do produkce a to, co převyšuje krytí produkčních nákladů (zelená barva) je skutečný přínos pro komerční účely. Pokud se zelený čtvereček nevyskytne vůbec, cyklus je rovnovážný nebo ztrátový a musí být doplněn z jiného zdroje, jinak se proces zastaví.

Na spodní ose je čas od předprodukční fáze do konce životnosti zdroje (roky).

Princip stanovení EROEI

Základním principem je představit si model příslušného zdroje energie, ve kterém jsou všechny vstupní zdroje energeticky zajištěny vyprodukovanou výstupní energií právě tímto zdrojem. Tímto jsme vyloučili jakékoliv další zdroje a zároveň jsme přijali skutečnost, že výstupní energie se musí podílet na všech energetických vstupech.

Časový vývoj EROI a porovnání energetické mohutnosti

Obecně má EROEI proměnlivý průběh podle toho, jak se měnily zejména vstupní náročnosti. U každého zdroje bude průběh rozdílný.

2.2.2 Shrnutí EROEI

Jaká hodnota EROEI biopaliv je přijatelná pro rozvoj ekonomiky?

Na základě skutečností uvedených v odstavcích 1 až 5 je zcela bezvýznamné, jestli se EROEI pohybuje kolem hodnoty 1. Každopádně to nepostačuje k energetickému krytí náhrady benzínu s minimálním $EROEI=5$. Rozdíl $5-1=4$ by se musel odebrat z jiného druhu energie, v případě benzínu by to znamenalo další snížení jeho EROEI a tím i nárůst cen. Tedy s přibývajícím podílem bioetanolu se budou zvyšovat ceny benzínu, kromě zvyšování způsobené snižováním EROEI ropy na které jsou závislé, případně působením tržních vlivů.

2.2.3 Příklad využití paliv a jejich zpracování

Uhlí	2 500 000 t	250 vlaků po 100 vagonech	- 10 950 000 t CO ₂ - 219 000 t SO ₂ - 29 000 t NO ₂
Ropa	11 000 000 barelů 1 barel = 159 l	11 obřích tankerů	
Štěpení	28 t UO ₂	1,5 vagonu	28 t radioaktivního odpadu
Sluneční energie	1 000 MW sluneční energie	20 km ² kolektorů	+ regulace 7 500 CO ₂
Fúze	180 kg deuteria 270 kg tritia	1 nákladní auto	410 kg využitelného helia

Tabulka 1: Rozdělení množství paliv podle zdrojů

Z tabulky vyplývá, že budoucnost energetiky je v energii jádra. V současné době je kvalita a bezpečnost elektráren na velmi vysoké úrovni.

2.3 Přeměny energie

Druhy energie uvedené v části 2.1 existují v přírodě nezávisle na vůli člověka. S hospodářským růstem a s ním spojeným požadavkem na “větší pohodlí” požaduje člověk energii ve vhodné podobě. Zajištění tepelné pohody v obytných místnostech v dnešní době se podstatně liší od zajištění tepelné pohody v jeskyních neandrtálců. Proto začal člověk postupem doby do některých přeměn energie vědomě zasahovat a využívat je ve svůj prospěch.

Jaderná energie

- Slučováním jader lehkých atomů (např. vodíku)
- Štěpením jader velmi těžkých atomů (např. uranu)

Tepelná energie

- působením slunečního záření
- hořením (chemickým slučováním atomů kyslíku a uhlíku při vysokých teplotách)
- chemickým slučováním atomů kyslíku a vodíku při působení katalyzátorů
- srážkami atomových jader nebo jejich částí
- třením
- radioaktivním rozpadem

Elektrická energie

- chemickým slučováním atomů různých prvků
- otáčením kovových smyček v magnetickém poli
- působením slunečního záření na určité chemické sloučeniny
- teplotním rozdílem
- magnetohydrodynamickým jevem
- třením

Jaké jsou rozdíly mezi druhy energie?

Nejvýznamnější srovnávací hodnotou je hustota toku energie na jednotku plochy, na níž dochází k přeměně energie primární v energii jinou.

Za energie primární považujeme následující energie: tepelnou z uhlí, jadernou, větrnou a vodní, sluneční záření a biomasu. Vzhledem k tomu, že uvedený parametr by bylo dosti obtížné srozumitelně popsat pro jednotlivé druhy energií, bude pro názornost myslím postačující porovnat, jakou zastavěnou plochu by zaujímala elektrárna o elektrickém výkonu 1 000 MW.

Transport energie

- uhelná, resp. jaderná elektrárna $0,36 \text{ km}^2$
- sluneční články s účinností 10 % $86,00 \text{ km}^2$
- soustava větrných elektráren $100,00 \text{ km}^2$
- plantáže biomasy $5\,750,00 \text{ km}^2$
- Nebyla porovnávána elektrárna vodní. Je to z toho důvodu, že výše uvedené kritérium pro tento druh přeměny primární energie použít nelze, příslušná plocha totiž závisí na hloubce vodní nádrže, rozdílu hladin a průtoku zdroje vody.

Které druhy energie člověk nejčastěji využívá?

Pohybovou energii větru k pohánění

- rotorů turbín větrných elektráren;
- rotorů větrných mlýnů;
- rotorů čerpadel vody.

Polohovou energii vody k pohánění

- rotorů vodních mlýnů;
- rotorů turbín vodních elektráren.

Jadernou energii

- jadernou energii ze štěpení jader uranu přeměňující se postupně na energii tepelnou a elektrickou.

Tepelnou energii

- z hoření fosilních paliv, z jaderné energie nebo ze slunečního záření buď k vytápění obydlí, k přeměně na energii elektrickou, nebo k výrobě různého zboží.
- elektrickou energii
- z tepelné energie (v uhelných, jaderných nebo plynových elektrárnách) nebo z větrných a vodních elektráren, nebo z chemických článků (baterie) k opětovné přeměně na tepelnou energii, nebo k výrobě a dopravě.

Závěry:

Z uvedené přehledu energie vyplývá, pro jaké účely je možné a reálné ten či onen druh primární energie využít. Jaderné a uhelné elektrárny pro základní zatížení. Vodní elektrárny pro špičkové zatížení. Alternativní zdroje (slunce, vítr, biomasa) pro zásobování elektrickou energií lokálního významu. Bohužel většina dospělých zapomněla na to, co se učili ve fyzice o zachování energie a hrdě hovoří či píšou o výrobě elektřiny či tepla; přitom zcela zapomínají na ztráty provázející každou další přeměnu. Omyl, že energie se “vyrábí” vede k dalšímu omylu, že jakýkoliv druh takto “vyrobené” energie lze bez problémů nahradit jiným způsobem.

2.4 Transport energie

Každý druh energie je vázán na určitého nositele (médium), kterým mohou být:

- tuhé látky
- kapalné látky
- plynné látky
- pole (záření)

Energetický systém je soubor prvků -energetických zařízení - a vazeb mezi nimi.

Tento systém slouží k uskutečňování energetických procesů a je určený k zásobování odběratelů různými formami energie.

Energetický dopravní systém jako podsystém (subsystém) energetického systému je souhrnem všech technických zařízení sloužících k dopravě energie různými formami.

Energetické subsystémy:

- 1/ systém těžby, zpracování, dopravy a spotřeby tuhých paliv
- 2/ systém těžby, dopravy, zpracování a spotřeby kapalných paliv
- 3/ systém těžby (výroby) plyných paliv, jeho dopravu, skladování a spotřebu
- 4/ elektroenergetický systém - tj. výrobu, přenos, distribuci a spotřebu elektřiny
- 5/ systém centralizovaného zásobování teplem, tj. výrobu tepla ve výtopnách, teplárnách a elektrárnách s odběrem tepla, jeho přenos napáječi, rozvod tepelnými sítěmi a jeho spotřebu.

Hlavní technické druhy dopravy jsou:

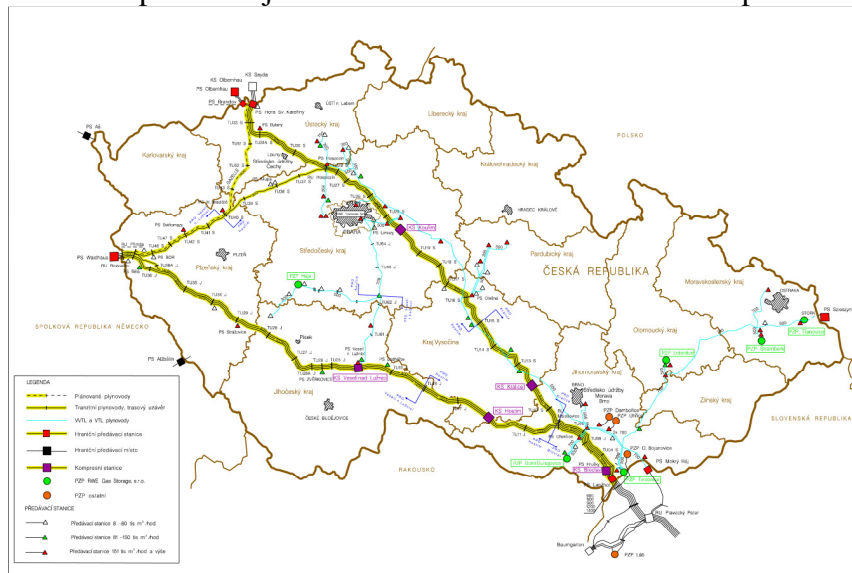
- železniční doprava (vlaková)
- silniční doprava (automobilová)
- vodní doprava (námořní a říční)
- potrubní doprava
- pásová a lanopásová doprava
- doprava elektrické energie po vedení
- manipulační a překládací stroje (jeřáby).

3 Popis energetických distribučních soustav

Distribuční energetickou soustavu lze obecně charakterizovat jako dopravu energií, tepla nebo paliv od zdroje až k odběratelům. Tepelná energie se ke konečnému spotřebiteli může dostat z různých zdrojů a různými cestami. Neobnovitelnými zdroji energie rozumíme paliva vytvořená v dávnověku.

3.1 Plynárenská soustava

Je vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přepravu, distribuci a uskladnění plynu. Cílem je zásobování odběratelů zemního plynu v České republice a přeprava zemního plynu z nalezišť na ruské Sibiři přes Ukrajinu a Slovensko do zemí střední a západní Evropy.



Obrázek 2: Schéma plynárenské soustavy

3.1.1 Tranzitní soustava

Soustava tranzitních plynovodů zajišťuje mezinárodní přepravu zemního plynu pro zahraniční obchodní partnery a současně přepravu zemního plynu pro zásobování ČR. Je tvořena plynovody v celkové délce 2 460 km s jmenovitými průměry od DN 800 do DN 1400 a s jmenovitými tlaky 6,1 MPa a 7,35 MPa.

3.1.2 Vnitrostátní soustava

Soustava vnitrostátních plynovodů je propojena s tranzitními plynovody vnitrostátními předávacími stanicemi. Je tvořena plynovody o celkové délce 1 189 km s jmenovitými průměry potrubí DN 80 až DN 700 a jmenovitými tlaky 4 MPa, 5,5 MPa a 6,1 MPa, z nichž cca 85% je vybudováno pro jmenovitý tlak 6,1 MPa.

3.1.3 Struktura Českého plynárenského trhu

Řídící společností v České republice je společnost **RWE Transgas**, jejíž hlavními obchodními aktivitami jsou dovoz zemního plynu a obchod se zemním plynem.

Provozovatelem přepravní plynárenské soustavy v České republice je NET4GAS. Seznam všech držitelů licencí lze najít na stránkách www.eru.cz. Většina zemního plynu je dovážena z Ruska, zbytek z Norska. Česká republika je důležitou spojnici mezi nalezišti zemního plynu v Rusku a západní Evropou, a to prostřednictvím tranzitního plynovodu. Tím je tranzitováno denně asi 120 mil. m³ plynu a pro domácí potřeby přepravováno asi 30 mil. m³ plynu. Roční spotřeba zemního plynu v ČR se v posledních letech pohybuje okolo hranice 9,5 miliard m³ ročně.

3.1.4 Skladování plynu

V posledních letech roste rychle využití zemního plynu pro vytápění. Tím se zvyšuje rozdíl mezi zimní a letní spotřebou. Značně nerovnoměrná spotřeba plynu v průběhu roku si tak vyžaduje využívání podzemních zásobníků plynu (PZP) pro uskladnění nadbytečného plynu. Podzemní zásobníky zemního plynu skupiny RWE v České republice spravuje od května 2007 společnost RWE Gas Storage.

3.1.5 Distribuce plynu – cesta ke spotřebiteli

Dopravu plynu k zákazníkům umožňují plynárenská zařízení, jejichž spolehlivý a bezpečný provoz zajišťují plynárenské společnosti. K těmto zařízením patří zejména tranzitní, přepravní a distribuční plynovody, předávací, kompresní a regulační stanice, podzemní zásobníky plynu a řada dalších provozních a bezpečnostních prvků. Konečnou dodávku plynu zákazníkům v regionech ČR zajišťují regionální plynárenské distribuční společnosti

Dálková přeprava

Dálková přeprava zemního plynu je díky vzdálenostem mezi místem těžby a místem konečné spotřeby ekonomicky nejnáročnějším článkem dopravy plynu. Zemní plyn je možné přepravovat dvěma základními způsoby - potrubím nebo ve formě zkapalněného plynu v tankerech.

- **potrubní přeprava**
- **přeprava tankery**

Vnitrostátní přeprava

Ze systému dálkové přepravy se zemní plyn přes předávací stanice dostává do systému vnitrostátní přepravy. Součástí předávacích stanic jsou i regulační stanice, kterými se snižuje tlak plynu na hodnoty, pod kterými jsou v jednotlivých zemích vnitrostátní plynovodní systémy provozovány.

Vnitrostátní přepravní soustavou (převážně vysokotlaké plynovody s tlakem přes 4 MPa) je zemní plyn dopravován k jednotlivým přímým odběratelům (t.j. odběratelům, kteří odebírají zemní plyn přímo z vysokotlaké přepravní sítě) nebo do distribučních soustav v jednotlivých regionech, plynofikovaných městech a obcích.

Distribuce plynu v regionech, městech, obcích

Systémem vysokotlakých plynovodů (převážně s tlakem do 4 MPa) je zemní plyn dopravován v regionech k některým přímým průmyslovým zákazníkům a do jednotlivých plynofikovaných obcí. Zde se nejprve v regulačních stanicích sníží tlak plynu. Rozvody po obcích mohou být buď nízkotlaké (tlak plynu je vyhovující pro provoz plynových spotřebičů a nemusí se proto dále upravovat) nebo středotlaké. V případě středotlakých rozvodů mají jednotlivé objekty vlastní regulátory, kterými se upravuje tlak plynu na hodnotu nutnou pro bezproblémový provoz spotřebičů. Výhodou středotlakých rozvodů je zejména větší kapacita sítí.

Rozdělení plynovodů podle tlaků

- velmi vysokotlaké (VVTL) > 4,0 až 10,0 MPa
- vysokotlaké (VTL) > 0,4 až 4,0 MPa
- středotlaké (STL) > 0,005 až 0,4 MPa
- nízkotlaké (NTL) do 0,005 MPa

Zvyšování tlaku plynu do sítě se provádí v kompresorových stanicích, koncovými zařízeními dálkových plynovodů jsou regulační stanice (předávací), na které jsou napojeny distribuční soustavy – místní sítě. Na těch pak jsou v určitých zásobovacích oblastech rozmístěny regulační stanice sloužící pro rozvod plynu pod středním tlakem. Tento tlak plynu je potom regulován přímo v místě spotřeby (domovní regulátory nebo regulační zařízení v průmyslových závodech). V městských rozvodech bývá dopravován STL respektive NTL plyn.

3.2 Elektrická energie

Příroda překypuje různými druhy energií, ale elektrickou energii zde v prakticky využitelné formě nenalezneme. Člověk ji proto musí získávat přeměnou jiných druhů energie – mechanické, tepelné, světelné nebo také využitím chemických procesů. K výrobě elektrické energie z energie mechanické slouží generátory. K získávání elektrické energie jinými způsoby se využívají různé mokré a suché články, akumulátory, termočlánky, fotočlánky apod. Dnes si život bez elektrické energie nedokážeme vůbec představit. Abychom ji mohli všeobecně využívat v domácnostech, továrnách, školách, ústavech nebo nemocnicích, potřebujeme ji nejen vyrobit, ale k odběratelům i dopravit. K tomu slouží celá řada rozvodných a přenosových zařízení.

První, kdo se rozhodl vyrábět elektrickou energii ve velkém a pomocí kabelů ji rozvádět a prodávat továrnám, úřadům i domácnostem byl americký vynálezce a podnikatel Tomáš Alva Edison. V Čechách se první elektrárna s výrobou střídavého proudu roztočila na přelomu 19. a 20. století v pražských Holešovicích.

3.2.1 Výroba

Základem pro výrobu elektrické energie jsou přírodní zdroje energie: uhlí, ropa, plyn, uran, voda, ale také třeba sluneční záření a vítr. Na druhu přírodního zdroje a na místě, odkud se získává, závisí cena vyrobené elektrické energie. Způsob těžby a zpracování těchto základních zdrojů pro výrobu elektrické energie ovlivňuje i životní prostředí.

Jaderná energetika - Pro perspektivu jaderné energetiky hovoří i dostatek surovin pro výrobu paliva. Světové zásoby ekonomicky dostupných jaderných paliv mohou bez recyklace paliva vystačit na 40 - 85 let a pokud by se nasadily rychlé reaktory, pak by s recyklací mohly vystačit na 2,5 tisíce let. Zásoby lithia pro další generaci fúzních reaktorů by vystačily dokonce na 46 milionů let. V ČR jsou v provozu dvě jaderné elektrárny. Elektrárna Temelín (JETE) je umístěna v jižních Čechách a v provozu je od roku 2000. Elektrárna Dukovany (JEDU) je situována na jižní Moravě a v provozu je již od roku 1985.

Obnovitelné energie - Ve výrobě elektrické energie mají své nezastupitelné místo i obnovitelné zdroje. Z hlediska výroby elektrické energie sice nehrají rozhodující roli, jejich význam však spočívá v šetrném přístupu k životnímu prostředí a eventuelním možnostem budoucího využití ve větším rozsahu. Do roku 2020 plánuje energetická Skupina ČEZ investovat do rozvoje těchto

zdrojů energie celkem 30 miliard korun. Z toho zhruba 20 miliard korun přijde na výstavbu nových větrných elektráren.

Voda - Významné zdroje ekologické elektřiny se soustřeďují převážně na tocích řek Vltavy, Labe, Dyje a Moravy.

Vítr - Vítr vzniká v atmosféře na základě rozdílu atmosférických tlaků v důsledku nerovnoměrného ohřívání Země.

Slunce - Využití energie slunečního záření patří k nejčistším a nejšetrnějším způsobům výroby elektřiny.

Biomasa - Významným obnovitelným zdrojem energie je biomasa, v níž je uložena sluneční energie.

Bioplyn - Fermentace bioplynu s vysokým obsahem metanu se dá využít jako palivo k výrobě elektřiny.

Geotermální energie - Její původ sahá do samých počátků Země. Vzniká mj. rozpadem radioaktivních látek v zemské kůře.

Uhelné elektrárny - V České republice se uhelné elektrárny Skupiny ČEZ podílejí na výrobě elektrické energie přibližně polovinou. Základní princip je založen na přeměně energie tepelné na mechanickou a mechanické na elektrickou.

Paroplynové elektrárny - Paroplynový cyklus je jednou z variant kombinovaných oběhů, ve kterých dochází k vícenásobnému využití tepla z paliva. Paroplynová výroba elektřiny je snahou o maximálně účinnou výrobu elektřiny zajištěnou součinností dvou tepelných oběhů, parního a plynového.

3.2.2 Přenos

Přenos elektrické energie v ČR je řešena sítí elektrického vedení. Délka linky o napětí 400 kV dosahuje přes 3 000 km a síť vedení 220 kV měří kolem 2 000 km. Elektrická vedení mohou být konstruována v různém provedení. Tato vedení se liší především způsobem izolace: venkovní vedení, kabelové, zapouzdřené s plynovou izolací či kryogenní, využívající supravodivosti některých látek. Volbu správného typu vedení kromě řady faktorů ovlivňují také urbanisté. Často se pak musí ustoupit od lacinějších venkovních rozvodů k podstatně dražším způsobům přenosu, například kabelovým.

Venkovní vedení

Venkovní vedení musí čelit nepřízní počasí – větru, námrazám či bouřkám. Jako vodiče se proto používají jednoduché kulaté bronzové vodiče do průřezu 25 mm² nebo lana. Soustředná lana mají v ose duši, drát a určitý počet drátů stejného průřezu, které duši obklopují. Kombinovaná lana se skládají z různých drátů. Běžná jsou ocelohliníková lana Al-Fe. Vodiče jsou na stožárech upevněny pomocí izolátorů. Jako materiál se používá porcelán, v poslední době často i sklo. V krajině nejviditelnějším zařízením rozvodné sítě jsou vysoké stožáry.

Z velmi vysokého napětí je třeba elektrickou energii transformovat na napětí nižší. Tento proces se odehrává v transformačních stanicích, které tvoří spojovací článek mezi přenosovou a distribuční soustavou. Hlavní distribuční sítě mají převážně napětí 11 kV, další úroveň tvoří sítě 22 kV.

Kabely

Kabelová vedení se používají v obytných aglomeracích, v areálech průmyslových závodů a v budovách. Podle počtu žil jsou kabely jednožilové, trojžilové, čtyřžilové a vícežilové. Jednožilové se používají zejména v silových obvodech vysokého a velmi vysokého napětí, kde lze ze tří kabelů vytvořit trojfázovou skupinu s oddělenými fázemi. Trojžilové kabely se používají převážně u vysokého napětí, podobně jako čtyřžilové, u nichž je navíc vyveden nulový vodič. Podle materiálů, ze kterých jsou vyrobeny, se kabely dělí na měděné, používané pro řídicí obvody nízkého napětí a u silových kabelů velmi vysokého napětí, a kabely hliníkové, používané v silových obvodech vysokého a nízkého napětí.

3.2.3 Distribuce

Držitelem licence na distribuci elektřiny a ve smyslu energetického zákona č. 458/2000 Sb. a provozovatelem distribuční soustavy je společnost ČEZ Distribuce, a. s. Společnost působí na území devíti krajů a to Plzeňského, Karlovarského, Ústeckého, Středočeského, Libereckého, Královéhradeckého, Pardubického, Olomouckého a Moravskoslezského. Hlavním posláním společnosti je distribuce elektrické energie fyzickým a právnickým osobám a stále zvyšování kvality a spolehlivosti dodávky všem odběratelům.

V prvních letech 20. století našeho století nebyla rozvodná síť zdaleka tak hustá, jako je nyní. Postupně se ale stavěly výkonnější elektrárny, které se začaly propojovat elektrickými vedeními do spolupracujících soustav. S tím, jak rostla výroba elektrické energie a postupovala elektrifikace, začaly se po druhé světové válce vzájemně propojovat i sítě jednotlivých států. Dělo se tak po celém světě.

Síť elektrického vedení má u nás dvojí úkol. Za prvé je to propojení všech velkých vodních, tepelných a jaderných elektráren a přeprava velkých energetických výkonů přenosovou soustavou o napětí 400 kV, 220 kV do napájecích uzlů a za druhé přeprava elektrické energie po ztransformování na nižší napětí 110 kV nebo 22 kV distribuční soustavou k odběratelům, tedy do továren a měst. Tam pak distribuční transformační stanice sníží napětí na 3 x 400/230 V – což je napětí, které již běžně používáme.

3.2.4 Spotřeba

Na místě spotřeby se obvykle nachází:

- Domácnosti
- Firmy a podnikatelé
- Velkoodběratelé

3.3 Centrální zásobování teplem

V soustavách dálkového zásobování teplem (označovaného také jako centralizované zásobování teplem, dále jen CZT) je tepelná energie potřebná pro vytápění, pro ohřev teplé užitkové vody, pro provoz vzduchotechnických a dalších technologických zařízení dodávána z jediného centrálního zdroje tepla společného pro několik budov, pro areál průmyslového podniku, sídliště nebo i pro celá města. Z hlediska životního prostředí a z hlediska energetického a ekonomického je v případě sídlišť a měst CZT výhodné. Ve srovnání s menšími zdroji tepla:

- zmenšuje znečišťování ovzduší, neboť velké zdroje jsou většinou vzdáleny od sídliště a jsou vybaveny přesnou regulací spalování a účinnými odlučovači popílku. Jejich vysoký komín umožňuje lepší rozptyl plyných exhalací
- umožňuje spalování méně hodnotného hnědého uhlí, kterého je zatím v České republice relativní dostatek. Zdroje tepla pracují s lepší účinností a většinou jde o kombinovanou výrobu elektřiny a tepla. Teplárenství je proto věnována stále pozornost, neboť jeho výhody jsou nesporné

Na druhé straně však CZT představuje vysoké pořizovací náklady na zdroje a především na dopravu tepla, proto se tato zařízení budují v oblastech s velkou tepelnou hustotou, tj. s velkou tepelnou potřebou vztahenou na plochu oblasti. U teplárenských soustav je důležitý i požadavek pokud možno rovnoměrného celoročního vytížení zdroje (tj. odběr tepla i v letním období).

3.3.1 Základní rozdělení distribučních soustav tepla

Podle primární teplotonosné látky se soustavy dělí na:

- **Vodní** - při malém výkonu teplovodní, při větším horkovodní
- **Parní** - používá se středotlaká i vysokotlaká pára, sytá nebo mírně přehřátá

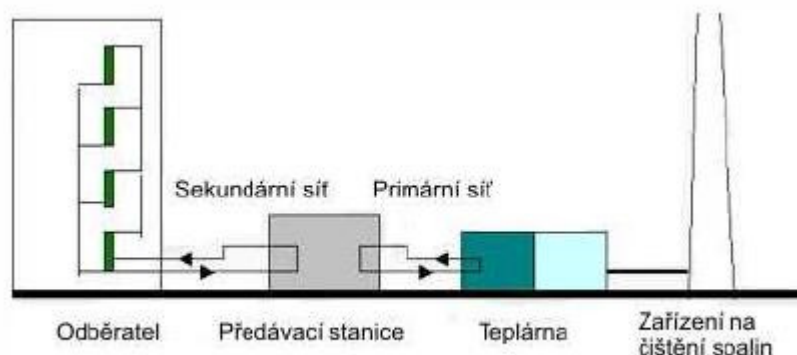
3.3.2 Zdroje tepla

Zdrojem tepelné energie (tepla) nazýváme zařízení, ve kterém se transformuje dodávaná energie na tepelnou energii potřebnou k vytápění, k provozu vzduchotechnických zařízení, k ohřevu teplé užitkové vody nebo k jinému technologickému procesu. Zjednodušeně se někdy uvádí, že jde o výrobu tepla. Primární zdroje tepla pro dálkové – centralizované zásobování teplem mají logicky větší výkon než zdroje tepla určené pro jedinou budovu.

- **Bloková kotelna** - Je zdroj tepla pro více budov, zpravidla s nízkotlakými kotli, který může být umístěn i v jedné z budov a dodává teplo bez předávacích stanic.
- **Výtopna** - Je samostatně umístěný zdroj tepla s nízkotlakými nebo horkovodními kotli zásobující teplem obytné budovy a další zařízení, ve kterých jsou předávací stanice. Jedná-li se o výtopnu pro průmyslový závod nebo jiné technologické zařízení s potřebou páry, může tento zdroj vyrábět jak páru tak i otopnou vodu.
- **Teplárny** - V teplárnách se vyrábí teplo a zároveň elektrická energie - KVET
- **Jaderné teplárny a elektrárny** - Se od klasických tepelných zařízení liší v tom, že parní kotel je nahrazen parogenerátorem vyhřívaným chladicí vodou reaktoru.
- **Spalovny** - Tento typ získávání tepla z nevyužitých odpadů je možnou alternativou do blízké budoucnosti a názory na tuto problematiku se zatím dost liší.

3.3.3 Tepelné sítě

Tepelnou síť se rozumí komplex objektů a zařízení pro dopravu tepla ze zdroje k odběratelům.



Obrázek 3: Schéma tepelné sítě

Rozdělení tepelných sítí

- dvoutrubkové (nejběžnější), s přívodním a vratným potrubím popř. s parním a kondenzátním potrubím
- třítrubkové (parní síť se zvláštním potrubím pro léto, a zvláštním pro zimu a společným kondenzátním potrubím)
- čtyřtrubkové (zpravidla souběžné vedení otopné vody a teplé vody)

Stavební provedení tepelných sítí

- podzemní (moderně se řeší bezkanálovým způsobem, u starších se setkáváme s potrubím uloženým v kanálech)
- nadzemní (vedení jsou uložena na vysokých nebo nízkých sloupech)

Potrubí a související zařízení

- trubky (ocelové nebo trubky z mědi nebo plastu)
- armatury (uzavírací, vypouštěcí, odvzdušňovací)
- uložení (pevné body, kluzná uložení umožňující dilataci potrubí)
- kompenzátory (umožňují kompenzaci – teplotní dilataci potrubí)

4 Energetická náročnost budov

4.1 Právní rámec

V rámci Evropského společenství je v současné době jednou z hlavních několika priorit komplexní úspora energie v mnoha odvětvích. Jedním z odvětví, kde lze dosáhnout významných úspor energie za přijatelné vložené náklady, je komplexní snížení provozní energetické náročnosti budov a také zvýšení energetické účinnosti budov. V případě budov by tohoto mělo být dosaženo pomocí směrnice 2002/91/EC, o energetické náročnosti budov, která stanovuje základní rámec pro dosažení úspor v tomto segmentu. Jedním ze základních bodů je požadavek na jednotné stanovení hodnoty energetické náročnosti budov, dále jen „ENB“, a jejího dodržování při výstavbě nových budov, resp. změně budov stávajících.

Prováděcím dokument požadavku směrnice 2002/91/EC o energetické náročnosti budov představuje vyhláška č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov - v platnosti od 1. července 2007. Vyhláška provádí obecný požadavek článku 7 směrnice 2002/91/EC EPBD (certifikace budov) a článku 3 směrnice 2002/91/EC EPBD (metoda výpočtu energetické náročnosti budovy), viz obr. Cílem článku 3 směrnice EPBD je podpořit snižování energetické náročnosti budov odlišně podle vnějších klimatických podmínek, případně místních podmínek, požadavků na vnitřní prostředí a koncepčního řešení budovy prostřednictvím stanovení mezní hranice spotřeby energie, která bude stanovena prostřednictvím vyjádření energetické náročnosti budovy, dále jen „ENB“.

V právním systému České republiky (dále ČR) je směrnice zapracována do novely zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a to vloženým § 6a „Energetická náročnost budov“. Zákon byl novelizován prostřednictvím zákona č. 177/2006 Sb., který vešel v platnost 1. 7. 2006. Plné znění novelizovaného zákona je publikováno ve sbírce zákonů pod č. 406/2006 Sb. K provedení § 6a Energetická náročnost budov tohoto zákona je určena vyhláška č. 148/2007 Sb. s účinností od 1. 7. 2007, která ruší vyhlášku č. 291/2001 Sb., stanovující podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách, a která nemá od 1. 6. 2007 oporu v zákoně. V souhrnu tedy jde o dvě právní normy:

zákon č. 406/2006 Sb., který obsahuje úplné znění zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 359/2003 Sb., zákonem č. 694/2004 Sb., zákonem č. 180/2005 Sb. a zákonem č. 177/2006 Sb., související prováděcí vyhlášky k tomuto zákonu, jmenovitě vyhlášku č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov.

Vyhláška č. 148/2007 Sb.

stanoví požadavky, porovnávací ukazatele a výpočtovou metodu energetické náročnosti budov, obsah průkazu energetické náročnosti budov a způsob jeho zpracování. Vyhláška uvádí některé základní okrajové podmínky výpočtu, nastiňuje rámcově princip výpočtu s odkazem na existující, či připravované normy. Projektová dokumentace pro ohlašované stavby uvedené v § 104 a stavební řízení podle § 109 zákona č. 183/2006 Sb., územním plánování a stavebním řádu v rozsahu vyhlášky č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, bude v části B Souhrnná technická zpráva obsahovat podle § 6a zákona č. 177/2006 Sb. splnění požadavků na energetickou náročnost budov a stanovení celkové energetické náročnosti budovy podle vyhlášky č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov.

4.2 Přenos tepla

4.2.1 Kondukce (vedení)

Teplo je vlastně energie neuspořádaného, chaotického pohybu částic (atomů, molekul). Dotýkají-li se dvě tělesa, pak po určité době dojde k tomu, že částice teplejšího tělesa předají energii svého kmitavého pohybu částicím tělesa chladnějšího a teplota obou těles se vyrovná. Jak dobře hmota vede teplo je vyjádřeno veličinou nazvanou součinitel tepelné vodivosti.

Hodnota součinitele tepelné vodivosti představuje množství tepla, které projde za jednotku času krychlí o hraně 1 m při teplotním rozdílu 1 °C. Čím je hodnota nižší, tím daný materiál hůře vede teplo, tj. tím má vyšší izolační schopnost.

4.2.2 Konvekce (proudění):

Přenos tepla ze stěny do kapaliny či plynu je charakterizován veličinou nazývanou součinitel přestupu tepla. Hodnota součinitele přestupu tepla se rovná množství tepla, které projde 1 m² plochy stěny za 1 sekundu; čím je vyšší, tím více tepla se přenesou. Hodnota součinitele přestupu tepla závisí nejen na tom jaká látka teplo do stěny přenáší (kapalina, plyn), ale i na rychlosti jejího pohybu. Ve výpočtech tepelných ztrát se nejčastěji setkáme s přestupem tepla ze vzduchu do stěny při přirozené konvekci. Na vnitřním povrchu stěny se bere obvykle hodnota 8,0 W/m².K. Na vnější straně stěny je hodnota vyšší, a to 23,0 W/m².K

4.2.3 Radiace (tepelné záření, sálání)

Tepelné sálání je druh přenosu tepla, při kterém je teplo přenášeno elektromagnetickými vlnami. Narozdíl od vedení nebo proudění tepla se sáláním může teplo přenášet i ve vakuu a to mezi dvěma povrchy s rozdílnou teplotou (s rostoucí teplotou se sálání výrazně zvyšuje). Měřítkem sálavosti (intenzity vyzařování) materiálu je emisivita ε . Nejvyšší emisivitu má absolutně černé těleso ($\varepsilon = 1$). Hrubozrné a tmavé povrchy se této hodnotě budou přibližovat (např. kaučukové izolace $\varepsilon = 0,95$, izolace z minerální vlny bez opláštění $\varepsilon = 0,94$), naopak povrchy lesklé budou mít emisivitu nízkou (např. hliníková leštěná fólie má $\varepsilon = 0,05$). Při návrhu je nutné pamatovat na to, že zaprášením se u lesklých povrchů emisivita podstatným způsobem zvyšuje.

Množství unikajícího tepla závisí na rozdílu teplot Δt [°C], na ploše stěny A [m²] a konečně na součiniteli prostupu tepla U [W/m².K], který souvisí s vlastnostmi stěny. Pro jeho výpočet použijeme další vzorec: $U = 1 / (R_{si} + R + R_{se})$ [W/m².K], kde R_{si} a R_{se} jsou odpory při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně stěny a R je tepelný odpor stěny. Pokud se stěna skládá z více vrstev s různými hodnotami součinitele tepelné vodivosti a různými tloušťkami pak $U = 1 / (R_{si} + \Sigma r_i + R_{se})$. Symbol Σ znamená SUMA tj. součet tepelných odporů jednotlivých vrstev. Hodnoty R_{si} a R_{se} závisejí na směru tepelného toku:

Směr toku tepla	nahoru	vodorovně	dolů
R_{si} [m ² .K/W]	0,10	0,13	0,17
R_{se} [m ² .K/W]	0,04	0,04	0,04

Tabulka 2: Parametry R_{se} a R_{si}

Tepelný odpor stěny respektive jednotlivé její vrstvy: $R = \delta / \lambda$ [m².K/W], kde δ [m] je tloušťka stěny a λ [W/m.K] je součinitel tepelné vodivosti. Hodnota R je tím větší, čím je stěna (vrstva) silnější a čím je tepelná vodivost materiálu menší. V tabulce jsou hodnoty tepelného odporu a součinitele přestupu tepla pro některé typické stavební konstrukce.

Každá stavební konstrukce musí splňovat celou řadu požadavků; hlavním z nich je i požadavek na maximální hodnotu součinitele prostupu tepla U respektive tepelného odporu R . Důležitý parametr je povrchová teplota konstrukce; pokud je příliš nízká, pak při pobytu v blízkosti stěny máme pocit chladu a navíc hrozí nebezpečí kondenzace vlhkosti na stěně

Konstrukce		ČSN 73 0540 UN [W/K.m ²]	
		požadovaná hodnota	doporučená hodnota
Střechy ploché a šikmé se sklonem do 45°		0,24	0,16
Podlahy nad venkovním prostorem			
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)		0,3	0,2
Venkovní stěny	lehké	0,3	0,2
Střechy se sklonem nad 45°	těžké		
Podlaha a stěna přilehlá k zemině ve vzdálenosti menší než 1 m od rozhraní zeminy a vnějšího vzduchu		0,38	0,25
Podlaha a stěna přilehlá k zemině ve vzdálenosti větší než 1 m od rozhraní zeminy a vnějšího vzduchu		0,45	0,3
Okna svislá		1,7	1,2
Okna střešní		1,5	1,4

Tabulka 3: Požadavky z normy ČSN 730540-2

4.3 Stavební konstrukce

4.3.1 Tepelné mosty

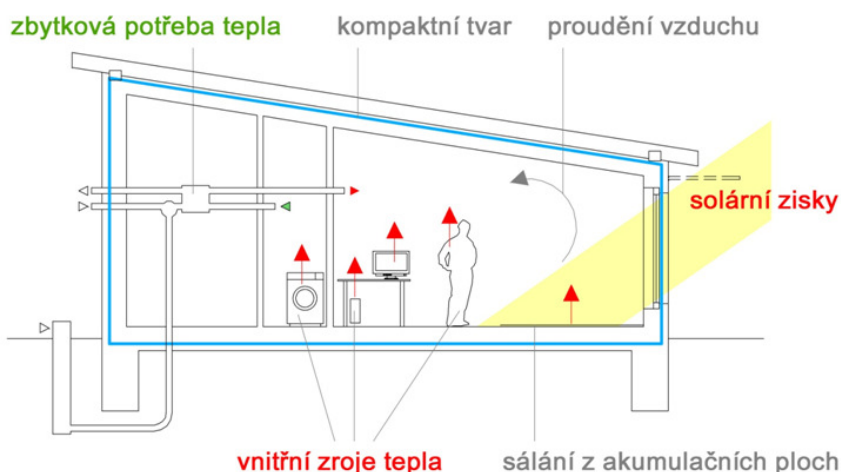
Tepelný most v konstrukci je místo, které je místo z hlediska prostupu tepla je nějak zeslabené. To se projevuje snížením povrchové teploty v místě tepelného mostu.

4.3.2 Okna

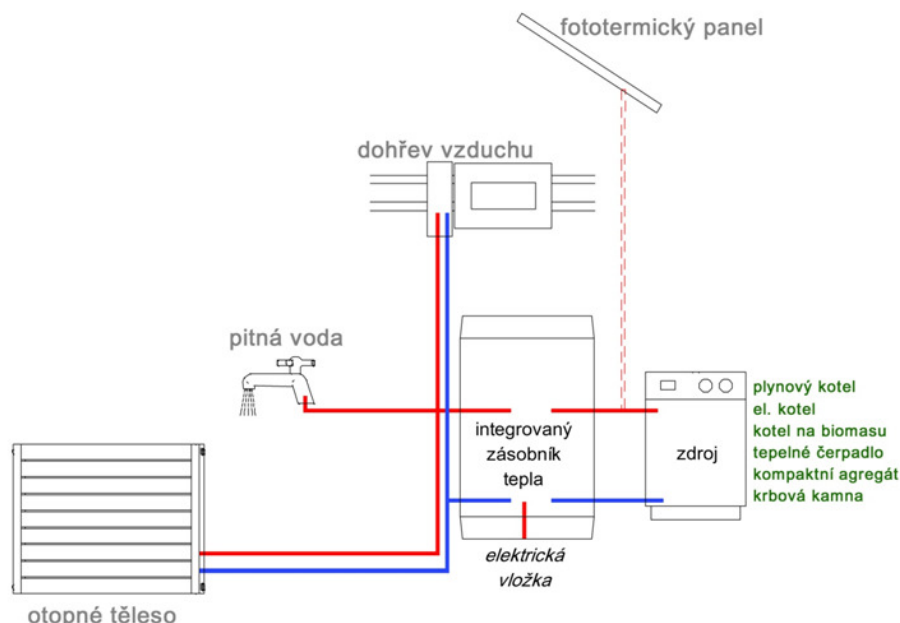
Tepelné vlastnosti oken

Výrobci a dodavatelé udávají pro určité okno přímo výsledný součinitel prostupu tepla U [W/(m².K)], který zohledňuje všechny výše uvedené způsoby přenosu tepla. Současná norma požaduje jako minimum hodnotu $U = 1,70$ W/(m².K) a doporučuje **$U = 1,20$ W/(m².K)**. Je tím myšlena hodnota celého okna včetně rámu, nikoli pouze skla v okně.

4.4 Způsoby vytápění



Obrázek 4: Vnitřní nepřímé zdroje tepla



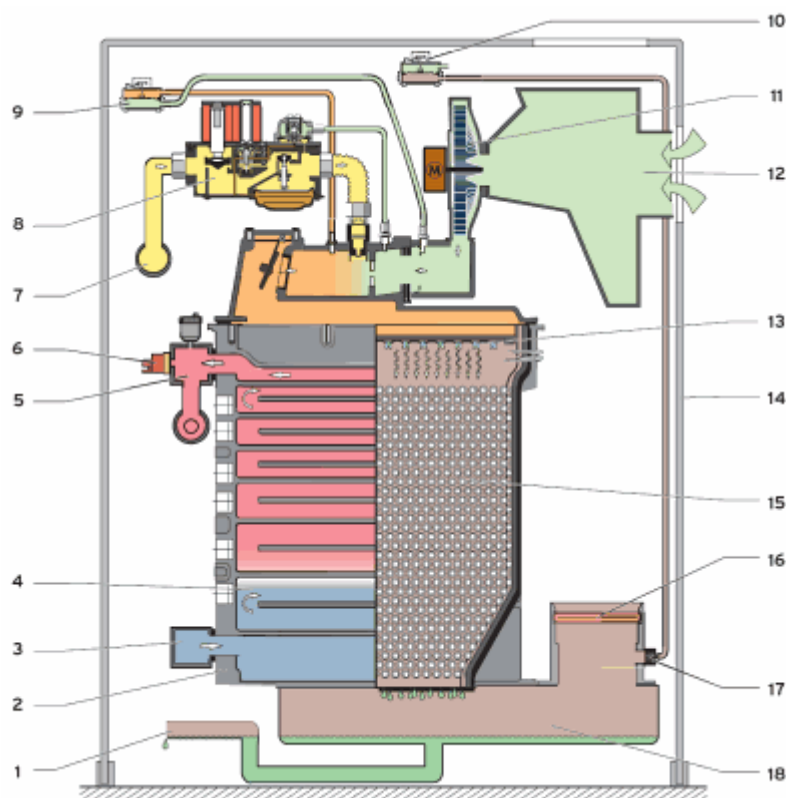
Obrázek 5: Ukázka moderního vytápěcího systému

4.4.1 Plynové vytápění

Výhodou zemního plynu je dobrá účinnost spalování, snadná regulace výkonu a minimální produkce škodlivých emisí. Zemní plyn je také poměrně perspektivní fosilní palivo, protože má nejmenší emise CO_2 na kWh tepla a ložiska zemního plynu vydrží déle než ložiska ropy.

- **Lokální plynové vytápění** - Lokální topidla slouží k vytápění jednotlivých místností, ve kterých jsou nainstalována. Jsou vyráběna ve dvojím provedení. Jednak klasický typ (s otevřenou konstrukcí), který je připojený na komínový průduch nebo topidla s uzavřeným spalovacím okruhem tzv. podokenní provedení.
- **Světlé zářiče** - Mají povrchovou teplotu nad $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ (zpravidla kolem $900\text{ }^{\circ}\text{C}$) a vydávají tedy kromě infračerveného záření i světelné záření.
- **Tmavé zářiče** - S teplotou pod $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ (zpravidla kolem $200\text{ }^{\circ}\text{C}$) jsou z hlediska tepelného komfortu a požární bezpečnosti výhodnější. (více viz <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=905>).
- **Plynové kotle pro plynové ústřední vytápění**
- **Teplovodní plynové kotle:**

Podle způsobu provedení lze kotle dělit na stacionární, umístěné na podlaze (zpravidla ve sklepě) a na závěsné, umístěné na stěně (v koupelně, na chodbě atd.). Závěsné kotle jsou lehčí a menší. Vylepšenou verzí jsou takzvané kondenzační plynové kotle. Při spalování zemního plynu se totiž kromě oxidu uhličitého uvolňuje značné množství vodní páry (metan obsahuje v molekule 4 atomy vodíku, které se oxidují na vodu). Vodní pára má vysoké výparné (a tedy i kondenzační teplo). Pokud spaliny vystupující z kotle ochladíme pod rosný bod, vodní pára z větší části zkondenzuje a toto kondenzační teplo se využije. Základní podmínkou pro kondenzaci je ale poměrně nízká teplota vratné topné vody (pod $50\text{ }^{\circ}\text{C}$).



Obrázek 6: Schéma stacionárního kondenzačního kotle, 1 Odtok kondenzátu, 2 Výměník 3 Rozdělovač – zpátečka 4 Průtok topné vody 5 Rozdělovač - výstup topné vody 6 Tlakový spínač 7 Vstup zemního plynu 8 Plynová armatura 9 Manostat tlaku vzduchu 10 Manostat spalín 11 Ventilátor 12 Přívod vzduchu 13 Hořák 14 Opláštění 15 Teplosměnná kondenzační plocha 16 Odvod spalín 17 Měřící místo 18 Sběrač kondenzátu

4.4.2 Vytápění propanem nebo směsí propanu a butanu

Použití topných olejů a zkapalněných plynů vyžaduje další zařízení (zásobník paliva). Nejen z těchto důvodů je vytápění lehkými topnými oleji méně časté. K vytápění (kde není k dispozici rozvod zemního plynu), lze použít zkapalněný propan nebo směs s butanem (propan - butan). Nadzemní zásobníky: Jsou používány především tam, kde je dostatek prostoru. Je třeba rovněž přihlídnout k okolí, neboť instalace zásobníku není krátkodobá záležitost. Nadzemní zásobníky mají obvykle válcovitý tvar, instalují se na betonový základ a musí být uzemněny. Podzemní zásobníky. Potřebují ke své instalaci méně prostoru. Jsou vizuálně i ekologicky přijatelnější pro životní prostředí. Více informací lze nalézt na stránkách dodavatelů zkapalněných topných plynů např. <http://www.flaga.cz/> nebo <http://www.primagas.cz/>.

4.4.3 Vytápění topným olejem

K vytápění se používají různé ropné frakce, které se souhrnně označují jako topné oleje. Zpravidla je dělíme podle viskozity a těkavosti (bodu varu) do několika kategorií:

- Těžký topný olej
- Lehký topný olej
- Extra lehký topný olej.

Jako palivo je lehký topný olej trochu levnější než propan a dražší než zemní plyn nebo elektřina. V Německu a Rakousku jsou kotle na topný olej rozšířeny více než u nás v důsledku vyšších cen elektřiny a zemního plynu.

4.4.4 Elektrická energie

Elektrické vytápění objektů patří mezi nejkomfortnější druhy vytápění z pohledu instalace otopné soustavy a její obsluhy. Je však velmi nákladné ve srovnání s ostatními zdroji. Důvodem je drahé výrobní zařízení a malá účinnost výroby z hlediska spotřeby primárního paliva (v tepelné elektrárně se přibližně 1/3 energie obsažené v palivu přemění na elektřinu, zbytek odchází neúčinně do chladicích věží). Topení elektřinou by tedy mělo být vyhrazeno jen pro ty domy, které mají malé tepelné ztráty nebo v nich nelze použít jiný, výhodnější zdroj energie.

- Přímotopné vytápění
- Lokální topidla přímotopná
- Konvektory - jsou jednoduchá elektrická topná tělesa k upevnění na stěnu, která odevzdávají teplo do vzduchu převážně konvekci
- Sálavé panely - předávají teplo převážně radiací (sáláním).
- Topné kabely - se používají pro podlahové vytápění a ukládají se zpravidla do betonové, zespodu tepelně izolované podlahy.
- Topné fólie - jsou vyrobeny z materiálu o velkém odporu, s výkony kolem 60 W/m^2 , které se umísťují do stropu nebo pod sádkartonové desky na stěny.
- Infrazářiče - přenášejí teplo téměř výlučně radiací, mají malé rozměry a používají se převážně do koupelen nebo jako pomocné vytápění. Dnes jsou oblíbené halogenové zářiče.

4.4.5 Akumulační vytápění

Akumulační kamna jsou elektrická topná tělesa umístěna v keramické akumulaci hmotě a jejich příkon je zvolen tak, že se za 8 hodin nahřejí na maximální teplotu. Hybridní akumulaci kamna mají i přímotopnou část a mohou tedy mít o něco menší rozměry.

4.4.6 Ústřední elektrické vytápění

- **Elektrokotel** - jde vlastně o elektrickou topnou vložku, která je spolu s termostatem a oběhovým čerpadlem umístěna v malé kompaktní jednotce a zapojena do rozvodu.
- **Akumulační nádrže** - zde se využívá nejlevnějšího elektrického tarifu pro domácnosti D26 (D25) a teplo se akumuluje do nádrží s vodou spojených do okruhu ústředního vytápění. tarifu.

4.4.7 Vytápění uhlím nebo koksem

Tuhá fosilní paliva

Mezi fosilní paliva se řadí uhlí, ropa a zemní plyn. Z fosilních paliv se získává elektrická energie, teplo, světlo a pohonné paliva. Používáním (produktů) těchto paliv se však nemůžeme ubránit znečišťování životního prostředí, hlavně ovzduší, skleníkovému efektu, znečišťování řek, moří a oceánů. Ceny za tyto paliva se budou vzhledem k neobnovitelnosti zdroje (uhlí - cca 300 mil. let, ropa - cca 200 mil. let) dramaticky dále zvyšovat. Hnědé uhlí je v současné době nejlevnější palivo. Z hlediska účinnosti, komfortu vytápění a znečištění vzduchu je to ale nejhorší možný zdroj tepla.

Lokální topidla na uhlí

- **Klasická kamna** - Jsou určena pro spalování dřeva, uhlí a briket.
- **Sporáky na dřevo a uhlí** - jejich výhodou je možnost vaření
- **Krbová kamna** - používají se tam, kde se žádá viditelný oheň a současně malé rozměry a rozumná účinnost, kterou otevřený krb zpravidla při stejné ceně neposkytne.

- **Kotle na uhlí nebo koks pro ústřední vytápění** - V minulosti to byl převažující způsob vytápění; později mnoho lidí přešlo na vytápění zemním plynem, nebo na použití elektrických přímotopů.
- **Klasické kotle na hnědé uhlí** - Používají systém spodního odhořívání paliva, které je v násypce. Výkon se reguluje přívodem sekundárního vzduchu pod rošt (otevíráním dvířek) a v zadní části topeniště se přimíchává do plamene sekundární vzduch, který zajišťuje spalování těkavých složek uvolněných z uhlí a oxidu uhelnatého vzniklého ve vrstvě žhavého uhlí.
- **Zplyňovací kotle** - Rozšířené jsou např. zplyňovací kotle na uhlí a dřevo firmy ATMOS, Viadrus, Verner, Hoval, Gunmatic s výkonovým rozsahem 14 – 48 kW. Kotle s automatickým přikládáním: jde o poměrně novou a docela zajímavou konstrukci; uhlí je pomocí šnekového podavače přesouváno ze zásobníku do spalovací komory, kde odhořívá na jakémsi talíři a vzniklý popel odpadá na okrajích.

4.4.8 Vytápění dálkovým teplem

Teplo pro vytápění se bere z výtopny nebo teplárny, případně se v některých lokalitách používá odpadní teplo z elektrárny. Ve výtopně je produkováno pouze teplo, v teplárně navíc i elektřina. Z hlediska vlivu na životní prostředí je teplárna nejlepší způsob, jak využívat problematická fosilní paliva.

4.4.9 Vytápění biomasou

Biomasa je hmota organického původu, v souvislosti s energetikou jde nejčastěji o dřevní odpad, slámu a jiné zemědělské zbytky včetně exkrementů užitkových zvířat. Rozlišujeme biomasu suchou (dřevní odpad) a morkou (tekuté a pevné výkaly promísené s vodou). Základní technologie zpracování se dělí na suché procesy (termochemická přeměna) jako je spalování, zplyňování a pyrolýza a procesy mokré (biochemická přeměna), které zahrnují anaerobní vyhnívání (methanové kvašení), lihové kvašení a výrobu biovodíku. Zvláštní podskupinu potom tvoří lisování olejů a jejich následná úprava, což je v podstatě mechanicko-chemická přeměna (např. výroba bionafty a přírodních maziv). V rodinných domech pracují kotle na spalování biomasy obvykle tak, že se palivo nejprve zplyňuje a teprve potom se plyn spaluje. Takový systém umožňuje velmi dobrou regulaci srovnatelnou s plynovými kotli.

- **Lokální topidla na dřevo** - Všechna kamna a krby uvedené v části o spalování uhlí se zpravidla dají používat na spalování dřeva. Dřevo však hoří delším plamenem než uhlí a topidla jsou jinak konstruována.
- **Krby a krbové vložky** - používají se tam, kde je estetické působení primární a vytápění spíše sekundární.
- **Kachlová kamna** - jejich hlavní výhodou je velká akumulace tepla v hmotě kamen a malá povrchová teplota, při které nedochází k pálení prachu na povrchu.

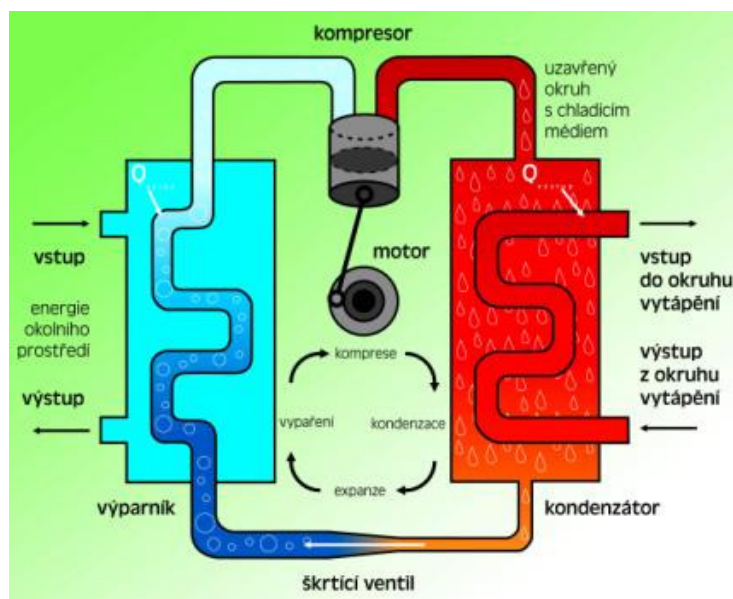
4.4.10 Teplovodní kotle na peletky

Problém s přípravou dřeva a částečně i se skladovacím prostorem řeší peletky. Komfort je srovnatelný s vytápěním plynem nebo lehkým topným olejem. To je patrně spolu s cenou a přínosem pro životní prostředí jeden z důvodů, proč jsou tak oblíbené v Rakousku, kde nahrazují právě topný olej.

4.4.11 Vytápění tepelným čerpadlem

Tepelné čerpadlo je zařízení, které dokáže odebírat teplo z chladnějšího tělesa (ze země, vody či vzduchu) a přenášet jej na těleso teplejší (topná voda, vzduch v domě). K takovému přenosu tepla je nutné dodat nějakou energii.

V praxi se setkáme téměř výlučně s tepelnými čerpadly s kompresorem poháněným elektrickým motorem. V zásadě jde o mírně upravený chladicí stroj.



Obrázek 7: Schéma energetických toků v tepelném čerpadle

Základní části tepelného čerpadla jsou:

- kompresor - stlačuje chladivo a zvyšuje jeho teplotu
- kondenzátor - tepelný výměník, kde chladivo kondenzuje a odevzdává teplo do topného systému
- výparník - zde se chladivo odpařuje a odebírá teplo z okolí
- regulační systém
- pomocné vytápění pro přitápění

Na tepelné čerpadlo se tedy lze dívat jako na chladničku, která ochlazuje vnější prostředí v okolí domu a dodává teplo dovnitř. Účinnost tohoto procesu se posuzuje pomocí takzvaného topného faktoru - ten udává kolik kWh tepla je vneseno do topného systému na každou kWh spotřebované elektrické energie. Pokud chceme dosáhnout velký topný faktor, musíme teplo brát z co nejteplejšího zdroje (např. odpadní teplo z větracího vzduchu nebo teplo z podzemní vody) a používat topný systém s co nejnižší teplotou (např. podlahové nebo teplovzdušné vytápění). Obvykle se topný faktor pohybuje mezi 2 až 4. V období nejnižších teplot (nejvyšší potřebné teploty topné vody) se zpravidla přitápí elektrickým topným tělesem (přímotopným kotlem). Je to tzv. bivalentní zdroj tepla.

Tepelné čerpadlo země (zemní kolektor) - voda

Zdrojem tepla je zemina v hloubce 1,5 až 2,0 m, z níž je teplo odebíráno pomocí plastových trubek, kterými protéká vhodný nemrznoucí roztok. Vzhledem k malé tepelné vodivosti zeminy je pro vytápění běžného rodinného domu potřebná plocha pozemku cca přes 200 m². Na 1 kW výkonu tepelného čerpadla je potřeba 10 až 30 m² plochy pozemku podle typu zeminy.

Výhodou tohoto tepelného zdroje je jeho univerzálnost, nižší cena a poměrně příznivý chod teplot a tím i dobrý topný faktor. Nevýhodou je nutnost kopání na poměrně velké ploše pozemku; to lze tolerovat při stavbě domu, dodatečně to již bývá obtížnější.

Tepelné čerpadlo země (zemní vrt) - voda

Tam kde není možné položit zemní kolektor, se svazek trubek uloží do hlubokého vrtu. Výhodou je vyšší a rovnoměrnější teplota, než v případě zemního kolektoru pod povrchem (v hloubce pod asi 10 m je už prakticky neměnná teplota rovna průměrné roční teplotě, což je v našich podmínkách přibližně 8 °C). Podle tepelné vodivosti podloží je hloubka vrtu pro běžný rodinný dům 50 - 120 m. Používá se i několik vrtů paralelně spojených. Na 1 kW výkonu tepelného čerpadla je potřeba 12 až 18 m hloubky vrtu podle geologických podmínek. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady a složitější stavební řízení, neboť je třeba získat i souhlas k vrtným pracím.

Tepelné čerpadlo vzduch – voda

Vzduch je velmi univerzální zdroj tepla, který má ovšem několik zásadních nevýhod. Jednak je teplota venkovního vzduchu v období kdy potřebujeme nejvíce tepla na vytápění velmi nízká a dále se značně mění jeho teplota a vlhkost během roku. Výhodou je nižší pořizovací cena, snadná a rychlá instalace. Nevýhodou je nižší topný faktor v oblastech s nižšími průměrnými venkovními teplotami, určitá hlučnost (venkovní jednotka má pomaloběžný ventilátor) a pokles výkonu při nízkých venkovních teplotách. Při teplotách kolem 0 °C a při plusových teplotách (převážná většina topného období) se tento typ vyrovná ostatním a nebo je dokonce lepší (má vyšší topný faktor).

Tepelné čerpadlo odpadní vzduch - voda

Tepelné čerpadlo odebírá teplo z vypouštěného vnitřního vzduchu z budovy (v rámci rekuperační větrací jednotky) a předává ho do topné vody.

4.5 Větrání – výměna vzduchu

V místnostech musí být zajištěna minimální výměna vzduchu, protože je nutno zabránit nahromadění škodlivých látek uvnitř domu. Vzhledem k tomu, že vzduch uvnitř je v topném období teplejší než vzduch venku, dochází při výměně vzduchu k určité ztrátě tepla. Lze říci, že v dobře tepelně izolovaných domech může být ztráta větráním jednou z nejvýznamnějších tepelných ztrát. Jak velká je tato ztráta, závisí jednak na tom, kolik vzduchu vyměňujeme a také na tom, jakým způsobem se výměna děje. Například zda získáme nazpět část tepla z odcházejícího vzduchu nebo zda máme možnost nějak venkovní vzduch předeřhát, aniž by to zvýšilo spotřebu tepla.

Požadavky na množství vyměňovaného vzduchu

Větrání obytných budov u nás není ošetřeno žádným předpisem (na rozdíl od pracovišť, škol atd.). Obecně se zde větrání navrhuje tak, aby se buď splnil požadavek intenzity výměny vzduchu 0,3 až 0,6 h⁻¹, nebo aby přívod čerstvého vzduchu byl 15 až 30 m³/h na osobu (v místnostech s vyšší aktivitou osob, např. ve fitness místnostech má být přívod vzduchu 25 až 50 m³/h).

Způsoby výměny vzduchu (větrání)

- Přirozené větrání
- Nucené větrání
- Větrání s rekuperací (tj. se zpětným využitím) tepla
- Předeřhrev nasávaného vzduchu v zemním výměníku

4.6 Volba zdroje

Z ekonomického hlediska

Při komplexním posouzení je třeba hodnotit součet investičních a provozních nákladů, přitom je užitečné kalkulovat i s možnými změnami provozních nákladů po dobu životnosti. Investičně bývají nejvýhodnější jednoduchá zařízení na spalování tuhých paliv. Zde je však nutné připočítat vedle průběžně narůstajících nákladů na palivo také zvyšující se náklady na likvidaci pevných odpadů, na dopravu a skladování paliva. Je také nutno zahrnout úvahy o zavedení ekologické daně, což spalování tuhých paliv znevýhodní oproti jiným ekologicky čistším zdrojům energie. Zařízení vázané na síťové dodávky energií jako jsou plyn a elektřina jsou investičně poměrně přijatelné, hrozbou je zde ale pravděpodobný nárůst cen fosilních energií a riziko ekologické daně v budoucnosti. Tento problém je výrazně eliminován v případě využití tepelného čerpadla, jeho instalace je ovšem finančně náročnější.

Výhodou solárních systémů je, že provoz těchto zařízení je zcela zdarma (energie pro pohon oběhových čerpadel je zanedbatelná). Investice je tak postupně umořena ziskem energie, za kterou se nemusí platit a správně navržené a provozované solární systémy se pak stávají ekonomicky výhodnými zařízeními. Zařízení na spalování biomasy je nutné hodnotit velmi individuálně ve vztahu k lokální dostupnosti paliva a předpokladu jeho stabilní ceny. Z hlediska celkových nákladů na životní cyklus tepelného zdroje jsou v současnosti ve většině případů nejvýhodnější tepelná čerpadla. Nevýhoda tepelného čerpadla je však nepřetržitá dodávka elektrické energie. V budoucnosti může být poměr opačný vzhledem k nárůstu cen energie na pohon tepelného čerpadla. Kdy (a jestli) se tak stane, by v dnešní době bylo pouhou spekulací. Těžko předpověditelný vývoj cen lze očekávat i u použitých technologií - větší produkce vyšších výrobních sérií mohou cenu snižovat, proti tomu bude působit narůstající zájem investorů a vyšší vstupní náklady výrobců (surovin y i energie).

Z ekologického hlediska

Z hlediska ekologické přijatelnosti je nejvýhodnější využívat solární systémy pro ohřev teplé vody v kombinaci s využitím tepelných čerpadel. Zařízení na spalování biomasy je možné hodnotit ekologicky neutrálně (spalováním vzniká stejné množství plyných emisí, jaké se z přírody odstranilo v procesu růstu). Dlouhodobě není akceptovatelné využíváním fosilních paliv ve všech jejich formách (uhlí, topné oleje, zemní plyn a elektrická energie z nich vyrobená). Tyto zdroje jsou navíc omezené a jejich spalováním přicházíme o cenné suroviny pro průmysl. Je pravděpodobné, že v budoucnu budou tyto suroviny daňově znevýhodňované (spotřební daň, „ekologické daně“). Z hlediska budoucnosti se pozornost ubírá hlavně na rozvoj tepelných čerpadel a získávání sluneční energie. Energie získávaná štěpením atomu a energie ze spalování vodíku jsou z hlediska vytápění hudbou daleké budoucnosti.

5 Legislativa

Energetickou náročností budov se zabývá směrnice evropského parlamentu a rady 2002/91/ES ze dne 16. prosince 2002. V České je tato směrnice o energetické náročnosti budov zavedena zákonem 177/2006 Sb., kterým se mění zákon 406/2000 Sb. O hospodaření energií.

Průkaz energetické náročnosti budovy je podle novely energetického zákona od 1. 1. 2009 povinnou součástí technické dokumentace. Energetický průkaz vyjadřuje graficky i protokolem energetickou náročnost budovy. Výsledkem je celková roční spotřeba energie budovy (na vytápění, ohřev teplé vody, osvětlení, větrání, chlazení atd.) vyjádřená v kWh na 1 m² celkové podlahové plochy budovy.

Energetický štítek obálky budovy je grafickým vyjádřením pouze stavebně-energetických vlastností konstrukcí domu. Výsledkem je hodnocení prostupu tepla obálkou budovy pomocí průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} . Energetický štítek klasifikuje budovy do sedmi kategorií A-G od velmi úsporných (A) až po mimořádně ne hospodárné (G).

Závazným právním předpisem v posuzování energetické náročnosti budov je **Vyhláška č. 148/2007 Sb.** Tato vyhláška zpracovává příslušný předpis Evropských společenství a stanoví:

- požadavky na energetickou náročnost budov, porovnávací ukazatele a výpočtovou metodu stanovení energetické náročnosti budov,
- obsah průkazu energetické náročnosti budov a způsob jeho zpracování včetně využití již zpracovaných energetických auditů,
- rozsah přezkušování osob z podrobností vypracování energetického průkazu budov.

5.1 Průkaz energetické náročnosti budovy

Nový pohled na spotřebu energie nejen v domácnostech přináší evropská legislativa. Od 1. ledna 2009 bude muset mít každý dům povinně tzv. Průkaz energetické náročnosti budovy (dále jen PENB). Tato povinnost je definována zákonem 406/2000 Sb., o hospodaření energií, v pozdějším znění z roku 2006. A dále prováděcí vyhláškou. 148/2007 Sb, o energetické náročnosti budov.

V těchto případech je PENB vyžadován:

- při výstavbě nových budov
- při větších změnách dokončených budov s celkovou podlahovou plochou nad 1000 m², které ovlivňují jejich energetickou náročnost. (Větší změnou dokončené budovy je taková změna, která probíhá na více než 25 % celkové plochy obvodového pláště budovy, nebo taková změna technických zařízení budovy s energetickými účinky, kde výchozí součet ovlivněných spotřeb energií je vyšší než 25 % celkové spotřeby energie).
- při prodeji nebo nájmu budov nebo jejich částí v případech, kdy pro tyto budovy nastala povinnost zpracovat průkaz energetické náročnosti podle předchozích odstavců

Co vyjadřuje PENB:

Průkaz vyjadřuje graficky a protokolem energetickou náročnost budovy. Při jeho vypracování je třeba provést všechny předepsané výpočty, (například kolik energie „uniká“ stavebními konstrukcemi, kolik jí bude dům potřebovat na vytápění, kolik na ohřev teplé vody, na větrání, na osvětlení, případně chlazení, na provoz elektrických spotřebičů atd.) Výsledkem je celková roční spotřeba energie budovy vyjádřená v kWh na 1 m² celkové podlahové plochy. **Za vyhovující jsou považovány budovy v kategoriích A-C.**

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Typ budovy, místní označení Adresa budovy Celková podlahová plocha:			Hodnocení budovy	
			stávající stav	po realizaci doporučení
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m²rok			XY	XY
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			XY	XY
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
%	%	%	%	%
Doba platnosti průkazu				
Průkaz vypracoval			Jméno a příjmení Osvědčení č.	

Obrázek 8: Průkaz energetické náročnosti budovy dle vyhl. 148/2007 Sb.

Pozor na záměnu Průkazu energetické náročnosti budovy a Energetického štítku obálky budovy - graficky jsou si velmi podobné!

Slovní vyjádření tříd energetické náročnosti budov:

Třída energetické náročnosti budovy	Slovní vyjádření energetické náročnosti budovy
A	Mimořádně úsporná
B	Úsporná
C	Vyhovující
D	Nevyhovující
E	Nehospodárná
F	Velmi nehospodárná
G	Mimořádně nehospodárná

Tabulka 4: Slovní vyjádření energetické náročnosti

5.2 Energetický štítek obálky budovy

Již několik let existuje „Energetický štítek obálky budovy“ (dále jen ESOB), který by měl být i součástí stavební projektové dokumentace. Z grafické části, vyčteme údaje o tom, jak dobře izolují stěny domu a další konstrukce. Dům je zařazen do tříd A až G na základě průměrného součinitele prostupu tepla. Novostavba by rozhodně neměla být horší než „C“ jinak by ani neměla dostat stavební povolení! U nízkoenergetického domu lze čekat, že díky důkladnějším izolacím bude dům v kategorii B (ale i dům třídy „C“ může být nízkoenergetický). Požadavky na kategorii A jsou natolik náročné, že se s nimi zatím setkáme jen výjimečně; na druhou stranu a zejména díky stále kvalitnějším materiálům a oknům může těchto domů přibývat.

Co vyjadřuje EŠOB

Energetický štítek obálky budovy je grafickým vyjádřením tepelně-technických vlastností obvodových konstrukcí domu.

Hodnotí tedy tyto konstrukce:

- okna
- vnější stěny budovy
- vchody
- střechu
- podlahy nad nevytápěným prostorem

Součástí energetického štítku je také protokol, který popisuje tepelné parametry pláště budovy. Energetický štítek obálky budovy podle revidované technické normy ČSN 73 0540-2, platné od května 2007, zjednodušuje hodnocení prostupu tepla obálkou budovy pomocí průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} ve $W \cdot m^{-2} K^{-1}$, který se vypočte pro každou budovu a je dále srovnáván s požadovaným průměrným součinitelem prostupu tepla daným normou. Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} , se podle ČSN 73 0540-2 vypočítá dle vztahu:

$$U_{em} = H_T / A$$

kde H_T je měrná ztráta prostupem tepla, ve W/K , stanovená pro vytápěnou zónu budovy jednoduchým postupem podle předpisu upřesněného v ČSN 73 0540-2 a A je plocha obálky budovy v m^2 . Pro všechny obytné budovy s převládající teplotou $t_{in} = 20\text{ }^{\circ}C$ se požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N,rq}$ ve $W/(m^2 K)$, stanoví v závislosti na faktoru tvaru budovy A/V , v m^2/m^3 . Praktickým důvodem zavedení „štítkování“ budov je snaha o co nejnížší potřebu energie na vytápění. Štítek vyjadřuje velikost tepelné ztráty prostupem tepla obálkou budovy.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy, místní označení Adresa budovy				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_{c=}$ m^2				stávající doporučení		
Ci	Velmi úsporná					
0,3						
0,6						CI_Y
1,0				CI_X		
1,5						
2,0						
2,5						
Mimořádně nevhodná						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 K)$ $U_{em} = H_T / A$				X	Y	
Klasifikační ukazatele C_i a jim odpovídající hodnoty pro U_{em} $A/V = m^2/m^3$						
C_i	0,30	0,60	(0,75)	1,00	1,50	2,00 2,50
U_{em}						
Platnost štítku do		Datum				
Štítek vypracoval		Jméno a příjmení				
		Klasifikace				

Obrázek 9: Energetický štítek obálky budovy
dle ČSN 73 0540:2007

Pozor na záměnu Energetického štítku obálky budovy a Průkazu energetické náročnosti budovy – graficky jsou si velmi podobné!

Kromě grafické části s barevnou stupnicí obsahuje štítek i dvou až třístránkový protokol, kde jsou uvedeny další parametry domu.

5.3 Výsledky a porovnání průkazu se štítkem

Grafickou podobu i obsah štítku předepisuje norma ČSN 73 0540, ve znění z dubna 2007. Je nanejvýš důležité uvědomit si, že štítek se týká jen stavební části domu. To, jak je dům postaven, samozřejmě velmi ovlivňuje spotřebu tepla na vytápění, ale není to jediný faktor. Roli hraje i způsob vytápění a zejména větrání, konečné náklady ovlivňuje i cena paliva. Konstrukce domu je však důležitá i proto, že ji v případě potřeby nevyměníme tak snadno, jako kotel nebo větrací zařízení.

Z energetického štítku obálky budovy bohužel nevyčteme, zda je dům nízkoenergetický nebo ne. Oproti průkazu energetické náročnosti budovy zde však není velký prostor pro kreativní způsoby výpočtu, takže budovy jsou podle štítku vzájemně dobře porovnatelné a štítek dává poměrně objektivní informaci o kvalitě budovy – tepelných odporech a součinitelích prostupu tepla. Čím větší je tepelný odpor konstrukcí, tím menší je součinitel prostupu tepla s čímž souvisí menší tepelné ztráty budovy a menší spotřeba tepla a paliva na vytápění.

6 Nízkoenergetické domy

Životní úroveň roste a s ní je i spojena stále větší poptávka po energii. To logicky umožňuje jejím výrobcům a distributorům trvale navyšovat ceny. Tento trend se nezastaví. Jistě nikdo z nás nechce omezovat svoje pohodlí. Naopak, tlak na zvyšování tepelné pohody je patrný. Jestliže tedy chceme, aby nám v zimě bylo teplo, a letní vedra jsme snášeli bez zdravotních komplikací, je nutné změnit styl myšlení. Taková změna vyžaduje seznámit se i s jinými možnostmi, jak dosáhnout komfortu a přitom neplatit více, než je nezbytně nutné.

6.1 Definice, rozdělení a právní předpisy

Pasivní dům (z německého Passivhaus) někdy používán i termín i termín energeticky pasivní dům, česká zkratka EPD, je stavba, která splňuje dobrovolná, ale přísná kritéria energetických úspor při provozu domu. Koncepce pasivního domu není architektonický styl nebo stavební systém, ale způsob navržení navrhování a projektování novostaveb nebo rekonstrukcí pro minimální spotřebu energií.

Z pohledu spotřeby energie je nízkoenergetický dům stavba, která má spotřebu energie na vytápění v rozmezí 15 - 50 kWh/m² za rok. Dosahuje se toho kvalitním návrhem a provedením stavebních postupů především bez tepelných mostů. Izolační schopnosti objektu jsou dimenzovány podle doporučených hodnot normy ČSN 73 0540 "Tepelná ochrana budov". Cirkulace vzduchu je řízená a zpravidla využívá i rekuperaci tepla.

V zahraniční literatuře je také možné najít termín nulový dům (dům s nulovou potřebou energie). Těchto parametrů však většinou není dosaženo pomocí výrazného zlepšení tepelné izolace, ale např. navýšením plochy fotovoltaických panelů. Za nulové domy jsou považovány domy již s potřebu tepla menší než 5 kWh/(m²a).

Dalším navýšením vnějších tepelných zisků je možné dosáhnout i takového stavu, kdy je možné kompletně pokrýt potřebu domu a ještě dodávat elektrickou energii nebo teplo do rozvodné sítě. Zde je používán termín plusový dům s přebytkem tepla v zahraničí Energie-plus.

6.1.1 Současný vývoj v Evropě a v České republice

Pasivní domy prožívají v poslední době v Evropě obrovský boom. V Rakousku a Německu již mají pasivní domy výrazný podíl na počtu novostaveb. Každým rokem se počet pasivních domů zdvojnásobuje. Významný podíl mají také rekonstrukce staveb s použitím prvků pasivních domů. V obou zemích lze pasivní domy certifikovat u Passivhaus Institutu. Pro udělení certifikátu je třeba po ukončení stavby doložit výpočet provedený programem Passivhaus Projektierung Paket (PHPP), projektovou dokumentaci, technické informace včetně produktových listů použitých stavebních prvků a materiálů a protokol měření neprůvzdušnosti. Certifikát je v některých spolkových zemích nezbytný pro přiznání dotace nebo jiné finanční podpory. I u nás se dostávají do popředí zájmu nejen investorů a nadšenců, ale konečně také i výrobců materiálů, architektů, projektantů a velkých stavebních firem.

6.1.2 Norma ČSN 73 0540 popisuje pasivní dům následovně:

"Pasivní domy jsou budovy s roční měrnou potřebou tepla na vytápění nepřesahující 15 kWh/(m²a). Takto nízkou energetickou potřebu budovy lze krýt bez použití obvyklé otopné soustavy, pouze se systémem nuceného větrání obsahujícím účinné zpětné získávání tepla z odváděného vzduchu (rekuperací) a malé zařízení pro dohřev vzduchu v období velmi nízkých venkovních teplot. Navíc musí být dosaženo návrhových teplot vnitřního vzduchu po provozní přestávce v přiměřené (a v projektové dokumentaci uvedené) době. Současně nemá u těchto budov celkové množství primární energie spojené s provozem budovy (vytápění, ohřev TUV a el. energie pro spotřebiče) překračovat hodnotu 120 kWh/(m²a).

domy běžné ve 70.-80. letech	současná novostavba	nízkoenergetický dům	pasivní dům	nulový dům, dům
charakteristika				
zastaralá otopná soustava, zdroj tepla je velkým zdrojem emisí; větrá se pouhým otevřením oken, nezateplené, špatně izolující konstrukce, přetápí se	klasické vytápění pomocí plynového kotle o vysokém výkonu, větrání otevřením okna, konstrukce na úrovni požadavků normy	otopná soustava o nižším výkonu, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce, řízené větrání	pouze teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla, vynikající parametry tepelné izolace, velmi těsné konstrukce	parametry min. na úrovni pasivního domu, velká plocha fotovoltaických panelů a fototermický systém
potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² a)]				
většinou nad 200	80 - 140	méně než 50	méně než 15	méně než 5

Tabulka 5: Srovnání charakteristik domů dle energetické náročnosti

Energeticky aktivní dům:

Energeticky aktivní dům je schopen vyrábět energii ve větší míře, než sám spotřebuje. Rozdíl oproti nulovému nebo pasivnímu domu jsou **zisky energie**, které jsou vyšší než dům potřebuje na vytápění. V praxi to znamená, že je co největší plocha střechy pokryta fotovoltaickými články na výrobu elektřiny a solárními články pro ohřev teplé vody.

V domě je nainstalován **rekuperátor**, který se v zimním období stará o řízené větrání s minimálními ztrátami tepla. Vytápí se teplým vzduchem. K jeho dohřevu stejně jako k přípravě teplé vody může sloužit **tepelné čerpadlo**. Konstrukce domu včetně masivního zateplení je podobná jako u pasivního domu. Měly by se také vhodně využít solární zisky dopadajícího slunečního záření prosklenými částmi domu. Energeticky aktivní dům má stejnou konstrukci

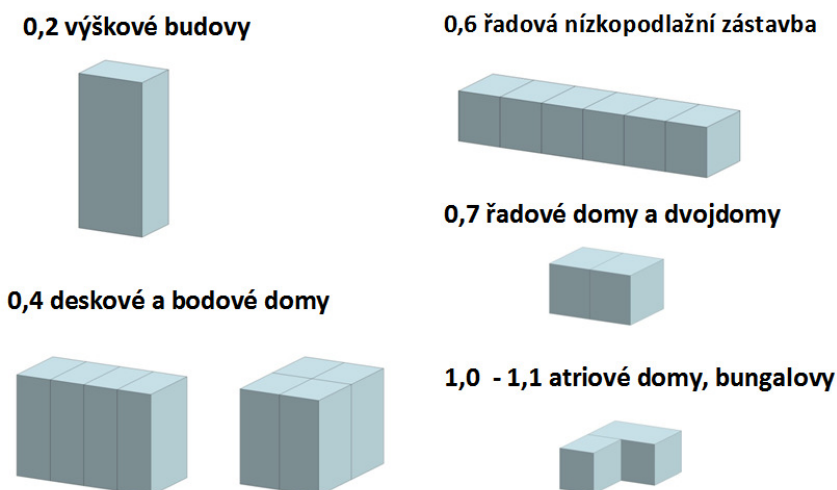
jako pasivní nebo nulový dům ale je díky vhodným podmínkám a výrobě vlastní **energie z obnovitelných zdrojů** (elektřiny a teplé vody) energeticky soběstačný a vyrábí **energetické přebytky**.

6.2 Projektování a stavění

Již při projektu pasivního domu je nutné dodržovat určitá doporučení, která musí mít architekt a specialisté jednotlivých profesí na paměti již od začátku. Navrhnout dům pro dosažení standardu domu pasivního, při dodržení kvalitní architektury

Základní pravidla pro návrh:

- Dobrý architektonický návrh budovy nejen co se týče tvaru, ale i začlenění do okolí, natočení vůči světovým stranám, vnitřní dispozice místností, množství a velikosti oken a jejich stínění
- Stanovení velikostí budovy přiměřené účelu, vhodného tvaru
- Konstrukční řešení, kvalitní zateplení
- Důsledné odstraňování tepelných mostů ve stavebních konstrukcích
- Kvalitní provedení těsné stavby
- Kvalitní okna s trojsklem a nejlépe i se zatepleným rámem okna
- Vysoce účinné větrání s rekuperací tepla zároveň s teplovzdušným vytápěním
- Volba konstrukčního řešení – dřevostavba, nebo masivní konstrukce
- Dobrý architektonický návrh



Obrázek 10: Vliv tvaru budovy na spotřebu

Důležitým faktorem je správné umístění stavby na pozemku. Ideální situování je u severní a východní hranice parcely, tak aby jižní a případně i západní průčelí bylo plně přístupno solárním ziskům. Dispozice je tepelně zónována ve vztahu ke světovým stranám. Obytné místnosti jsou orientovány na osluněné strany, vstupní partie, komunikace, šatny a úložné prostory na stranu odvrácenou.

Ideálně navržený a umístěný pasivní dům by měl mít:

- kompaktní, málo členitý tvar
- hlavní fasádu otočenou na jih případně na jihovýchod nebo jihozápad,
- největší plochu oken na jižní, nejmenší na severní straně,
- solární zisky nezastíněny okolní zástavbou nebo terénem,
- letní stínění proti přehřívání interiéru,
- místnosti umístěné s ohledem na světové strany, vzduchotechniku a vytápění,
- kompaktnost a objemová přiměřenost, dispozice.

Velikost domu je klíčový parametr, který předurčí spokojenost jeho obyvatel i výslednou spotřebu energií. Zbytečně předimenzovaný dům má velké nároky pořizovací náklady i celkovou spotřebu energie. K tomu je třeba si dobře ujasnit všechny požadované funkce domu, možnost uspořádání a flexibilitu, případně vícegenerační soužití. Z hlediska kompaktnosti stavby je výhodnější více-patrová varianta. V poslední době se však zvýšila poptávka po malých jednopatrových domech pro seniory nebo mladé rodiny. Tato řešení jsou rozumná, pokud se půdorysná plocha domu vejde do 120 až 140 m². U větších ploch je pak dosažení standardu pasivního domu problematické.

Pasivní domy je samozřejmě možné realizovat i jako podsklepené. Spojuje se s tím ovšem řada technických i energetických komplikací a stavba se tím zpravidla prodražuje. V případě návrhu sklepu je nutno dodržet několik zásad: tepelně oddělit konstrukce s vyloučením tepelných mostů (podobně jako u základů) a vstup navrhovat mimo vytápěnou část domu (samostatný vstup zvenku nebo z nevytápěného zádveří, které musí být tepelně odděleno od vytápěné zóny).

Zónování - uspořádání dle potřeb na vytápění

Základní rozdělení prostor v objektu je na vytápěné a nevytápěné, které většinou vychází z logicky a funkčně oddělených celků, jako sklep, podkroví, garáž a obytné či jiné prostory. Vytápěnou a nevytápěnou zónu je nutné důkladně tepelně oddělit, a promyšlená volba konstrukcí zde značně usnadňuje řešení detailů. Ve vytápěném prostoru dochází k dalšímu členění, dle účelu místností, provozního režimu a následné regulace vytápění. Nejen u pasivních domů se obytné místnosti umísťují k osluněné straně, od jihovýchodu po jihozápad s teplotami kolem 20 °C, ložnice k východu až jihovýchodu, s provozní teplotou 18 °C. Koupelny s teplotou 24 °C patří mezi nejteplejší místnosti v domě, a je vhodnější je umístit do teplejší části objektu. Komunikační a skladové prostory se umísťují spíše na severní stranu objektu, případně do nevytápěné části. Takové uspořádání umožní lepší využití prostorů i s ohledem na přirozené osvětlení místností a využívání solárních zisků okny. Kromě energetických úspor, může optimální zónování přinést uživatelům i zdravotní výhody.

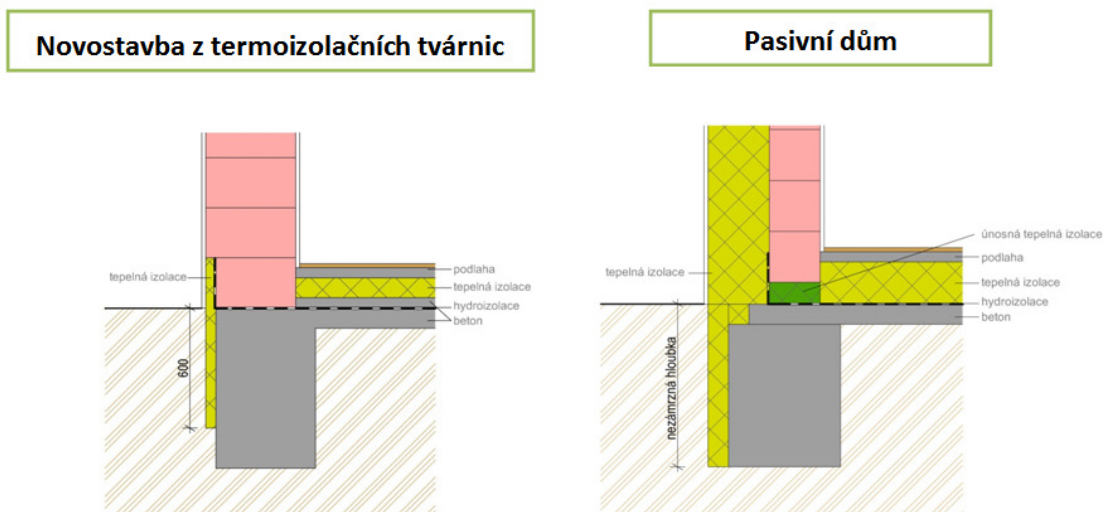
Administrativní budovy a podobné objekty si vyžadují částečně odlišný přístup při návrhu teplotního zónování. Z důvodu rizika letního přehřívání je možné umístit kanceláře na místa bez přímého slunečního záření s jižním přesvětlením přes komunikační a oddychové prostory. Solární zisky v zimním období jsou pak využívány pomocí systému větrání, který je rovnoměrně rozvádí po objektu. Při navrhování je ovšem nutno brát ohled na dostatek denního osvětlení a jeho pozitivního vlivu na psychiku a výkonnost. To je možné ověřit i výpočtově pomocí programů simulujících i případné letní přehřívání a použití stínících prvků.

Tvar střechy

Pasivní domy lze postavit v podstatě s jakýmkoli typem střechy. Na střechy klademe v pasivních domech obdobné požadavky jako na obvodové stěny a obvykle postačí běžné konstrukce, kde zvětšíme tloušťku izolace. Problémem může být příliš členitá střecha – narůstá ochlazovaná plocha a vznikají problematické detaily. Také použití střešních oken může komplikovat návrh pasivního domu. Výhodnější jsou však střechy s malým sklonem 0,5-20,0 °, ať už střechy ploché, pultové nebo sedlové. Vytvářejí menší ochlazovanou plochu a jsou i levnější (méně izolace, krytiny) a konstrukčně jednodušší. Mírný sklon střech se současně nabízí pro použití zelených vegetačních střech (optimálně bezúdržbových). Zpomalují odtok vody z krajiny a tím přispívají k jejímu ochlazení - vhodné do přehřátých měst. Toto řešení současně prodlužuje životnost střešního pláště.

Základy

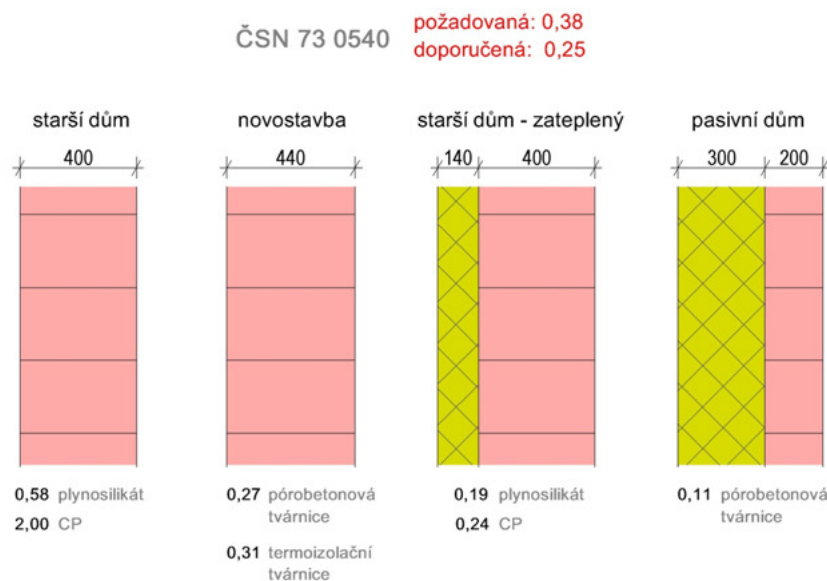
Základové konstrukce pasivních domů se od běžných staveb liší kvalitní tepelnou izolací (v EPD už nemůžeme zanedbat tepelnou ztrátu přechodem skrz podlahu) a důsledným vyloučením tepelných mostů – i za cenu složitějších detailů či použití náročnějších materiálů jako pěnové sklo či extrudovaný polystyrén.



Obrázek 11: Detail základů

Konstrukční řešení

Nízká spotřeba energie pasivních domů není zabezpečena jenom výrazně tlustší izolací, ale také kvalitními okny a rekuperací odpadního vzduchu. Výslednou energetickou náročnost a chování budovy ovlivní (kromě zásad pro architektonický návrh) zejména:

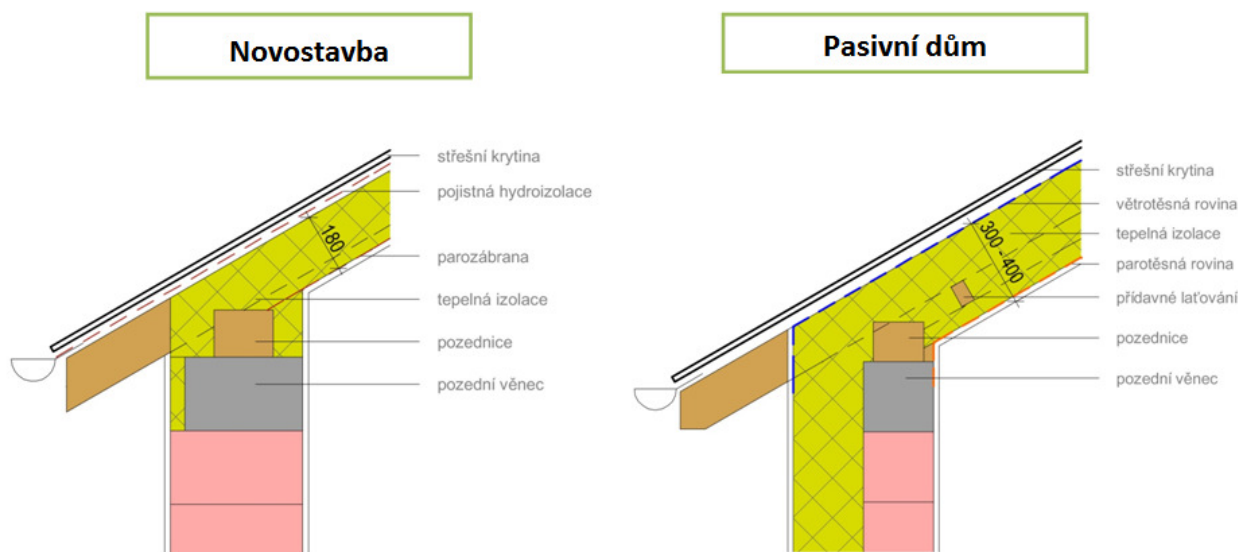
Obrázek 12: Konstrukční řešení U ($W/(m^2K)$)

Pro pasivní domy jsou nejvhodnější konstrukce, které dokáží zabezpečit dostatečnou izolační schopnost při co nejmenší tloušťce stěn. Obecně je lze rozdělit na těžké - masivní a lehké - převážně dřevostavby. Volba konstrukčního materiálu bývá do značné míry ovlivněna náklady na stavbu, nebo přímo užitnými vlastnostmi či jinými výhodami daného typu konstrukce.

Všechny neprůhledné obvodové konstrukce by měly být izolovány tak, aby součinitel prostupu tepla U byl nižší než $0,15 W/(m^2K)$. U konstrukcí střechy je lépe dosáhnout i hodnot ještě nižších $0,12 W/(m^2K)$.

Zkušenosti s realizací pasivních domů prokázaly, že je možné bez větších problémů používat běžně dostupné tepelné izolace (minerální a skelné vlny, PPS, apod.). V závislosti na použitém materiálu jsou tloušťky izolací 200 - 400 mm, v budoucnu lze očekávat dostupné materiály s nižšími hodnotami tepelné vodivosti (např. vakuové izolace).

Střecha



Obrázek 13: Detail střechy

6.3 Stavební konstrukce – tepelné mosty

Tepelný most v konstrukci, které je místo z hlediska prostupu tepla nějak zeslabené. To se projevuje snížením povrchové teploty v místě tepelného mostu.

Při návrhu pasivního domu je třeba vyvarovat se tepelných mostů dodržením základních pravidel:

- pokud možno nepřerušovat izolační vrstvu
- při přerušení tepelné izolace používat materiály s nízkým součinitelem tepelné vodivosti
- spáry v izolační vrstvě překrýt další vrstvou
- návrh konstrukcí vhodných geometrických tvarů (oblouk, tupý úhel)
- při výpočtu je rozhodujícím ukazatelem lineární součinitel prostupu tepla tepelného mostu ψ

Mezi nejčastěji se vyskytující lineární tepelné mosty v konstrukci patří napojení vnější svislé stěny na další konstrukci (základ, výplň otvoru, balkon), střecha navazující na výplň otvoru (střešní okno, světlík). Mezi bodové tepelné vazby (jiné označení pro tepelný most) patří průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly) vnější stěnou, podhledem nebo střechou.

Geometrickým mostem je pak každá změna průběhu konstrukce, kde je ochlazovaná plocha větší než vytápěná. Například se jedná o rohy místnosti.

6.4 Těsnost stavby

Pasivní domy jsou podle možnosti konvekčně těsněny, ale difuzně otevřené. V odborně postavených pasivních domech není vysoká vlhkost. Neprodyšnost lze dokázat zkouškou Blower-door-test. Při provádění této zkoušky hotová hrubá stavba bude vystavena přetlaku a podtlaku 50 Pa a měřen průtok vzduchu m^3/h , který je zapotřebí pro zachování tlaků.

Těsnící práce je třeba provádět dokud koeficient výměny vzduchu „n“ nezůstane pod 0,6 (t.j. poměr průtoku vzduchu k objemu budovy). Jinak úniky jsou příliš velké a větrací zařízení se zabudovaným výměníkem tepla pro rekuperaci nemůže účinně pracovat. Konvekčně izolované obaly v oblasti sádkartonování se skládají z difuzní folie nebo stavební lepenky. V oblasti vnějších stěn nových budov ze zdiva je to vnitřní omítka se vzduchotěsnými pouzdry pro zásuvky, spínače, krabice atd. anebo vzduchotěsně upravená pouzdra. Také ostatní provádění (potrubí, vedení atd.) musíme samostatně utěsnit. Stejný dopad jako špatně utěsněné konstrukční detaily má mikroventilace oken, kterou výrobci prezentují jako technologickou inovaci. Funguje

ale stejně jako pootevřené okno. Je to však bohužel jediný způsob, jak zabránit plísni v utěsněné budově bez dostatečného větrání.

Zajištění vzduchotěsnosti

Netěsnostmi, které bychom nechali v obálce domu, proudí nejen drahocenné teplo, ale také vlhkost. To může způsobovat velké problémy. Hrozí její šíření v konstrukcích a vznik plísní. Opatření pro eliminaci vzduchotěsnosti:

- volba poučeného projektanta
- využití těsnících materiálů
- důkladný stavební dozor
- měření netěsností pomocí tzv. blowerdoor testu

U masivních staveb, z cihel nebo betonu, není zajištění vzduchotěsnosti velký problém. Stačí pohlídat, aby byla na všech stěnách vrstva omítky. I tady ale musí být důkladně zkontrolováno utěsnění oken. Pouhé vyplnění spáry PUR pěnou u pasivního domu nestačí. Místa styků různých konstrukcí, nejen oken, je vhodné přelepit těsnící páskou nebo fólií. U dřevostaveb plní funkci vzduchotěsnící vrstvy fólie, která musí být po celé ploše stěny. Stejnou službu udělají také desky z lisovaných třísek, tzv. OSB. Naopak za vzduchotěsné určitě nemůžeme považovat sádkartonové podhledy, do kterých jsou vyvrtané prostupy pro elektrické instalace.

6.5 Výplně otvorů

Tepelné ztráty výplněmi otvorů musí být také velmi nízké. Nezbytné je použití zasklení s velmi nízkou hodnotou součinitele prostupu tepla U_g , které ovšem umožní dostatečné tepelné zisky. Současně musí být omezeny tepelné mosty v místě osazení skla do rámu a osazení okna do stěny. Požadavky:

- Zasklení $U_g < 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 - okno standardní velikosti (1230x1480 mm) $U_w < 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 - osazené okno $U_{w,eff} < 0,85 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- $U_{w,eff}$ - součinitele prostupu tepla U okna včetně rámu v zabudovaném stavu

Co je důležité u oken pro pasivní domy?

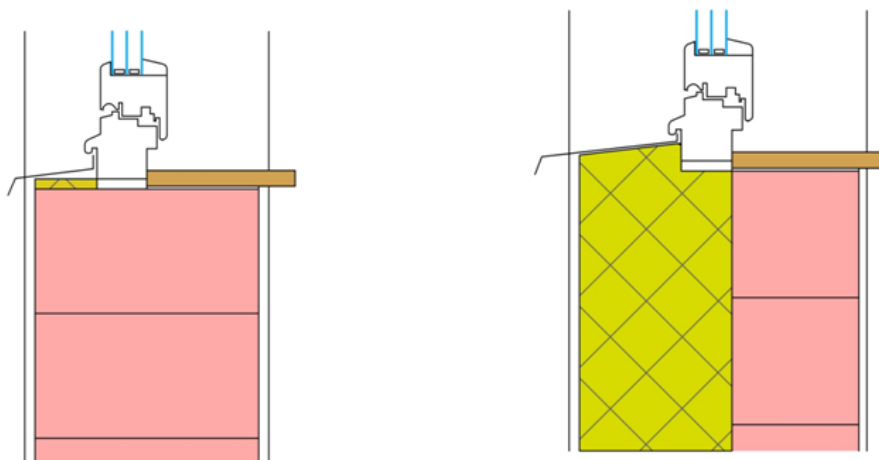
- kvalitní zaklení pomocí trojskla
- správný návrh velikosti a umístění okna
- dobře izolovaný rám okna
- propustnost slunečního záření
- správné umístění okna při montáži
- zastínění pro letní období

Orientace oken ke světovým stranám je velmi důležitá. Nejvýhodnější je umístit obytné místnosti velkými zasklenými plochami na jižní stranu domu..

Velký vliv na vlastnosti okna má jeho umístění a kvalita práce při montáži. Pokud je okno zabudováno běžným způsobem, tzn. do úrovně zdiva, výrazně se zhoršují jeho vlastnosti. **Okna se proto usazují do vrstvy tepelné izolace.** Správnou montáží se tak vyhneme riziku vzniku plísní a zbytečným úniku tepla.

Novostavba

Pasivní dům

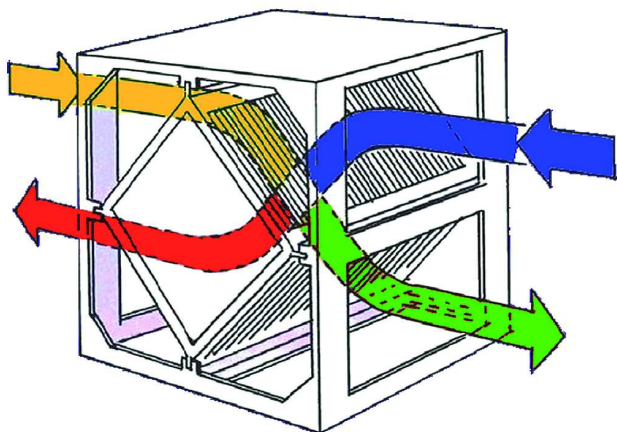


Obrázek 14: Ukázka vhodného uložení okenního rámu

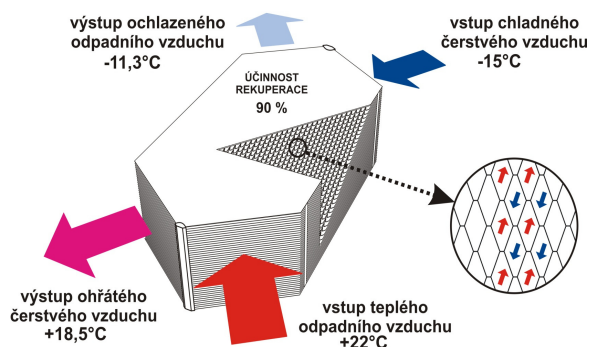
6.6 Rekuperace tepla

Vlhkost v objektech s ohledem na řízené větrání

Během zimního období klesá množství vody (vodních par) ve venkovním prostředí. Ohřátím vzduchu v rekuperátoru se sníží relativní vlhkost na nízkou hodnotu. Z hygienického hlediska je minimální únosnou hranicí 30 % relativní vlhkosti. Řešením je využít přirozeného zvlhčování. Vhodným zdrojem jsou například pokojové rostliny nebo aktivní zvlhčování. Poslední možností jsou rekuperátory se zpětným získáváním vlhkosti.



Funkční schéma protiproudového rekuperačního výměníku



Obrázek 15: Schéma rekuperační jednotky,

Řešení radonové zátěže ve vnitřním mikroklimatu – řízené větrání

Radon je plyn, který při dlouhodobém působení je plynem nebezpečným a zdraví škodlivým. Jakožto radioaktivní nuklid je původcem rakovinných onemocnění, zejména rakoviny plic. Radon je plyn, který má přirozenou schopnost unikat z prostředí s vyšší hustotou (geologické podloží, půdy do prostředí vzduchu. Objemová aktivita ve volném prostředí je v řádu jednotek Bq/m³. Pokud ovšem postavíme unikajícímu radonu překážku např. základovou desku objektu. Začne se radon pod touto deskou hromadit a jeho koncentrace v půdě je mnohem vyšší. Koncentrace radonu nejsou během roku konstantní. V letním období jsou objemové aktivity na nižší úrovni než v zimě. Radon se během dnů, kdy je země nasycena vodou kumuluje více. Navíc v zimním období vzniká v budovách tzv. komínový efekt. Přirozené teplotní vrstvení zapříčiňuje vytváření mírného podtlaku v nejnižším podlaží a v důsledku toho dochází k nasávání radonu do objektu. Nápravná pasivní opatření u starších objektů vychází z možnosti

utěsnit všechny netěsnosti v konstrukci přilehlé podlaží. Je nutné se soustředit i na netěsnosti kolem prostupů inženýrských sítí. V omezené míře je možné provést pasivní opatření aplikací protiradonových folií. Jednoznačně lze však prohlásit, že větrání objektu ve vyšší intenzitě než je obvyklé je zaručený způsob, jak se vypořádat s problematikou radonu. Řízené větrání dává dobrý předpoklad k odvedení škodlivin mimo objekt a tím pádem snížit koncentraci radonu. Je naprosto nevhodné používat podtlakové větrání. Vytvoření podtlaku je spojeno s nasáváním většího množství radonu z podlaží. Z hlediska odvádění radonu je vhodným způsobem řízené přetlakové větrání. Zvýšení intenzity větrání je provázeno vyšší energetickou náročností v zimních měsících na pokrytí energetických ztrát. Řízené větrání s rekuperací tepla umožňuje řádné provětrání objektu. Získaným benefitem je snížení popřípadě eliminování tepelných ztrát větráním.

6.7 Chlazení budovy

Při snaze zabezpečit optimální solární zisky, se mnohdy dostávají budovy do rizika letního přehřívání. Jak mu nejlépe předejít? V první řadě je nutné optimalizovat velikost a umístění prosklených ploch. Asi nejproblematictější jsou celoprosklené budovy, u kterých je velice složité, a někdy až prakticky nemožné, optimální zregulování otopné a chladicí soustavy. V nejhorších případech si takové stavby, na zabezpečení požadavků uživatelů, vyžadují současné chlazení na jedné straně budovy a vytápění na straně druhé.

Správně navržené stínící prvky taky napomáhají ke snižování chladicí zátěže. Horizontální stínící prvky se navrhují s dostatečným přesahem, aby letní slunce, které dopadá pod úhlem 60 až 70° nesvítilo přímo do místností. Tyto prvky mohou současně plnit funkci předsazené terasy nebo balkonu. Další možností je umístění venkovních žaluzií, rolet nebo okenic s dostatečnou nastavitelností, případně automatickým provozem.

6.8 Úsporné spotřebiče

Použitím úsporných spotřebičů můžeme snížit spotřebu elektřiny až o polovinu. Samozřejmostí jsou u pasivního domu zařízení s energetickou třídou A, A+.

Na co dát pozor:

- nejdůležitější je výběr vhodných spotřebičů (spotřebiče s třídou účinnosti A a lepší)
- použití úsporných zářivek na osvětlení (úspora 70 - 80 %)
- při plánování dávat pozor na zařízení, která neustále spotřebovávají elektřinu (i když v malém množství) - domovní telefon, bezdrátový telefon, spotřebiče v Stand-by režimu
- v případě efektivního zdroje tepla na ohřev vody připojení myčky nádobí a pračky na přívod teplé vody - snižuje spotřebu elektřiny na ohřev vody ve spotřebiči

7 Energetický management

7.1 Co to je Energetický management

V oblasti energetiky jsou zásadní prioritou energetické úspory. Rychlý ekonomický růst ČR v období 2000 až do současnosti byl hlavním faktorem, který vedl k růstu spotřeby primárních zdrojů energie, konečné spotřeby energie a spotřeby elektřiny. Podstatným problémem, který mj. zmiňuje tzv. „Pačesova komise“ ve své zprávě z roku 2008, kde posuzuje energetické potřeby České republiky v dlouhodobém časovém horizontu, je vysoká energetická náročnost českého hospodářství. Velmi významným způsobem se na spotřebě energie podílí sektor průmyslu - spotřebovává v současnosti v České republice cca 41 % konečné spotřeby energie. Rozdíl ve výdajích za energii přitom může být i při nepatrné změně poměrně znatelný. Např. zvýšíme-li teplotu vytápěného objektu o jeden stupeň, zvýšíme tím zároveň roční náklady až o 6 %. I malé zásahy organizačního charakteru mohou v konečném důsledku přinést úspory energie v řádu procent stávající spotřeby. A při vědomé obnově či modernizaci stávajícího

strojového parku či instalovaných technických zařízení budov, mimo jiné s cílem snížit energetickou náročnost, je potenciál úspor ještě výraznější.

Energetický Management (dále EM) patří k základním stavebním kamenům v oblasti šetrného a hospodárného nakládání s energiemi. Je možné ho definovat jako soubor nástrojů a opatření uplatňovaných pro vědomé řízení procesů v energetice s využitím energeticko – ekonomického potenciálu v jednotlivých oblastech. Obecně lze říci, že EM má dva základní cíle, a to optimalizovat oblasti:

- spotřeby energie (zlepšování tepelně technických vlastností budov, efektivnější provoz, využití obnovitelných zdrojů apod.)
- výroby a dodávky energie (jedná se o co nejefektivnější a nejspolehlivější výrobu nebo dodávku energií a médií).

7.2 Nástroje energetického managementu

- Nástroj plánovací - územní plánování, energetické generely, akční plány
- Nástroj analytický - energetický audit, energetický průkaz (passport), energetický štítek, energetický certifikát
- Nástroj technický - rámcový a detailní monitoring spotřeby energie
- Nástroj statistický - energetická statistika
- Nástroj legislativní:
 - zákon o hospodaření energií č. 406/2000 Sb.
 - energetický zákon č. 458/2000 Sb.
 - zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů č. 180/2005
 - zákon o ochraně ovzduší č. 86/2002
 - zákon o podmínkách obchodování s emisními povolenkami č. 695/2004 včetně pozměňujících zákonů a prováděcích vyhlášek
 - Systém managementu hospodaření s energiemi EN 16001

7.3 Systém managementu hospodaření s energiemi EN 16001

Cílem této evropské normy je pomoci organizacím při vytváření systémů managementu a procesů nezbytných pro zvyšování energetické účinnosti. To by mělo vést ke snižování nákladů a emisí skleníkových plynů prostřednictvím systémového přístupu k managementu energií. Norma specifikuje požadavky na systém energetického managementu tak, aby bylo organizacím umožněno vytváření takových nástrojů a cílů, které berou v úvahu legislativní požadavky a informace týkající se významných energetických aspektů. Norma je určena pro všechny druhy a velikosti organizací, bez ohledu na jejich geografické, kulturní a společenské podmínky, tzn. že ji můžeme aplikovat jak v těžkém průmyslu, tak třeba v pohostinství nebo ve státní správě.

Norma EN 16001 je členěna do kapitol, přičemž jejich struktura je obdobná jako v normě ČSN EN ISO 14001. Proto pro organizace, které mají zavedený systém environmentálního managementu, představuje tato skutečnost podstatné zjednodušení při její implementaci. Zároveň však může být norma v organizaci zavedena i samostatně s jinými systémy managementů a může být použita také pro účely certifikace.

7.4 Oblasti aplikace energetického managementu

- Energetické náklady se přímo nebo nepřímo promítají do celkových nákladů měst, obcí i firem a to zejména v oblastech:
- Městské energetické služby - dodávka vody a její odvod, veřejné osvětlení, dodávka energie.
- Městská a příměstská doprava - napájecí a rozvodné systémy trakčních vedení, městské a příměstské hromadné dopravy, vozidla a mechanismy služeb a správy komunikací, vozidla svozu odpadu.
- Areály budovy - školské, kulturní, lázeňské, sportovní, zdravotnické a sociální, obytné budovy
- Technický potenciál - jedná se o využití možných energetických rezerv s využitím technicky realizovatelných opatření např. zateplení budov, instalace technických zařízení pro využití vnitřních a vnějších tepelných zisků, realizace izolace systémů přenášejících tepelnou energii, instalace úsporných osvětlovacích zdrojů, odůvodnitelné a přínosné aplikace obnovitelných a netradičních zdrojů. Energetický audit většinou navrhuje všechna dostupná technická opatření. V praxi se však předpokládá realizace pouze ekonomicky efektivních opatření (pokud se nejedná o havarijní stavy, opravy či výměnu technicky nebo ekonomicky dožitých zařízení).
- Ekonomický potenciál - promítnutí snížení spotřeby energie po realizaci technických a organizačních opatření do ekonomických parametrů např. hrubá a čistá doba návratnosti vynaložených finančních prostředků, vnitřní výnosové procento a čistá současná hodnota při předem zvolené době ekonomické nebo technické životnosti technického opatření
- Potenciál organizačních opatření - monitorování provozních stavů, periodická analýza energetických dat, uzavírání a periodické upřesňování obchodních smluv s dodavateli energií podle aktuálních energetických potřeb, motivace řídicího a výkonného personálu, optimalizace provozní doby maximálním využitím prostor zásobovaných energií a zavedení energeticky útlumových režimů v nevyužívaných prostorách a další opatření vyplývající z každodenní energeticky hospodárné soustavné činnosti provozovatele budov.

7.5 Přínosy energetického managementu

Energie a vody - snížení spotřeby energie, nižší spotřeba vody, optimalizace nákupních nákladů energie a vody, snížení nákladů na následnou údržbu budov a TZB, zvýšení spolehlivosti provozu, prodloužení doby životnosti budov i TZB, využití místních zdrojů a pracovních sil, poskytování efektivnějších kvalitnějších služeb

- Environmentálních vlivů (vlivy na životní prostředí) - snížení emisí skleníkových plynů, snížení emisí škodlivin, snížení emisních poplatků

7.6 Přehled činností spojených s výkonem EM

- správa smluv a příslušných dokladů
- zpracování a předávání předepsaných technických výkazů dotčeným stranám dle obchodních podmínek a platné legislativy ČR
- každoroční příprava a projednání smluv na dodávky a distribuci médií
- plánování, vyhodnocování a sjednávání dodávek médií s dodavateli
- provádění hlavních odečtů a vyhodnocování skutečných hodnot se sjednanými
- kontrola dodavatelských faktur
- energetické řízení provozu objektu dle vyhlášených regulačních stupňů a v souladu s regulačním plánem
- poradenská činnost

- reporting - měsíční a roční zpracování výkazů a diagramů o spotřebě energií, statistické, objemové a cenové vyhodnocování, optimalizační opatření

7.7 Monitoring a targeting

Monitoring a targeting (dále jen M&T) lze přeložit jako monitorování a řízení spotřeby energie. Monitoring a targeting je stěžejní nástroj energetického managementu při provádění energetické analýzy a kontrole dosažených výsledků. M&T je ve své podstatě zúčtovací metodou, která umožňuje sledovat skutečnou účinnost využití energií u zúčtovacích středisek podniku. Sledování reálné účinnosti jde u jednotlivých středisek na takovou úroveň detailu, která umožňuje přenést odpovědnost za efektivní využívání energií na ty, kdo ji mohou ve výrobě reálně ovlivnit. Prosté zavedení M&T a související identifikace a realizace bez nákladových a nízko nákladových opatření umožňuje stálé zlepšování účinnosti užití energie.

7.7.1 Principy

Využívání technik řízení pro regulaci spotřeby a nákladů na energii je známo jako energetická kontrola a zaměření na cílové hodnoty (Energy Monitoring and Targeting, M&T). Monitoring je v rámci M&T založen nejen na důsledném a pravidelném sledování spotřeb nositelů energie (elektřina, teplo, stlačený vzduch, atd.), ale i na současném sledování faktorů, které tyto spotřeby ovlivňují (například spotřeby surovin, meziproductů, objemu výroby, vnější teploty apod.). Následný targeting (řízení spotřeby energie) představuje analýzu údajů z hlediska předpokládané spotřeby energie a následnou identifikaci, realizaci a sledování efektů úsporných opatření.

Princip M&T nespočívá v technickém řešení, i když je obvykle nutné doplnění podružných měřících zařízení pro sledování spotřeb energií a faktorů, které je v jednotlivých místech ovlivňují: obecně jde o metodu řízení, která se soustředí na zavedení efektivního informačního systému a na integraci energetického managementu do existujícího systému řízení. Podstatou M&T je právě zapojení pracovníků podniku do stálého zlepšování účinnosti využívání energií. Metoda M&T byla původně vyvinuta pro řízení spotřeby energie. Lze ji ale také charakterizovat jako nástroj pro odhalení odchylky od předepsaného způsobu provozu. To znamená, že M&T může být aplikován i v jiných oblastech, než je samotná kontrola spotřeby energie, např. pro potřeby vyhodnocování znečišťování životního prostředí. Tuto metodiku lze aplikovat na jakoukoli pomocnou látku nebo energii, jejíž spotřebu lze kontrolovat a pro níž lze stanovit normy spotřeby a cílové hodnoty spotřeby, tedy i na studenou pitnou vodu, dodávku chladu a materiálové toky.

7.7.2 Výhody provozování M&T

- Úspory na nákladech za energii - hlavní motivace pro M&T. Typické úspory nákladů činí 5-15 % z celkových nákladů za energii, ale mohou dosáhnout až 25 %. Jako důsledek úspor energie se snižují emise oxidu uhličitého a ostatních činitelů znečištění ovzduší.
- Zlepšená kalkulace výrobků a finanční plánování - výstupy z M&T umožňují kvantifikovat vztahy mezi výkonem a náklady na energii, takže lze přesně určit, kolik energie se vkládá do jednotky výroby a vytvořit plán rozpočtu na energii odvozovaný od množství plánované výroby.
- Lepší preventivní údržba - údaje z M&T jsou často užitečné pro programy preventivní údržby.
- Zamezení plýtvání - zásady M&T lze lehce rozšířit na jiné provozní problémy jako je odpad a odstávky zařízení, čímž lze tvořit úspory, které ještě převáží úspory energie.

7.7.3 Příprava a provozování M&T

Realizace M&T v energetice výrobní společnosti nebo budov vyžaduje:

- instalaci měření energie na nižších stupních a další měření, např. měření hodin provozu (zařízení), měření proměnných "výroby", venkovní teploty (počet denostupňů pro vytápění nebo spotřebu chladu), atd.
- zavedení postupů pro sběr dat – ruční odečty nebo automatický sběr dat
- zřízení energeticky zúčtovacích středisek (EZS)
- opatření programového vybavení pro analýzu dat – specializovaný analytický software.

M&T je výkonná metoda, která při použití ve velké organizaci může vytvořit významné úspory na nákladech. Tyto úspory se obvykle dosahují dodržováním základních postupů a tím, že se dbá, aby nedocházelo k exemplárním případům plýtvání. Pro účinnost M&T je však důležité, aby se na M&T pohlíželo v rámci organizace jako na problém s vysokou prioritou. Proto je také nezbytné zařídit, aby se pravidelná hlášení o nákladech na energii stala součástí informačního systému vedení.

7.8 Energetický management v praxi

Praktické využití energetického managementu v té nejjednodušší formě vlastně znamená aktivizaci činností mající vliv na optimalizaci spotřeb energií a následné úspory finančních prostředků.

Rozlišují se tři stupně manažerského přístupu :

- **Stupeň 1 – hlava – tužka – papír**

Tento typ je investičně velmi málo náročný a vytváří předpoklady pro aktivní účast v programu úspor energie. Je realizovatelný ve všech objektech a předpokládá pravidelné opisy stavů všech druhů energií, vedení deníku o jejich vyhodnocování a operativních zásazích k nápravě stavu. Vyžaduje zaškolenou obsluhu a to jak odborně, tak i morálně. Patří k beznákladovým resp. nízkonákladovým opatřením v oblasti úspor energie. Je to nejjednodušší a nejlevnější způsob a také v zahraničí je tento způsob ceněn jako velmi laciné a účinné opatření.

- **Stupeň 2 – vyšší stupeň předpokládající využití výpočetní techniky – PC**

Tento typ již předpokládá využití PC a vhodných programů sloužících k vyhodnocování provozních stavů srovnáváním skutečných a naprogramovaných (požadovaných) hodnot spotřeb energií.

- **Stupeň 3 – využití PC k řízení provozu budovy**

Tento typ je nejdokonalejší, ale je provozně i investičně nejnáročnější. Předpokládá využití tohoto zařízení k řízení energetického hospodářství objektu. Použití tohoto zařízení vytváří základ energeticky inteligentních budov.

Energetické manažerství je tedy zcela zásadní opatření, které se projeví energeticky vědomým provozem a dává předpoklad pro systémovou energeticky vědomou modernizaci. Minimálně nejjednodušší stupeň „hlava-tužka-papír“ by měl být pravidlem především v budovách a organizacích, financovaných z veřejných rozpočtů.

7.9 Inteligentní budova anebo Facility Management

Pojem inteligentní budova (dále jen IB) -ustálená a přijímaná definice tohoto pojmu dosud neexistuje, v zásadě však platí, že inteligentní budova:

- je taková budova, která je schopná se přizpůsobit změnám ve způsobech jejího užívání a změnám životního stylu jejích obyvatel a nepřestává jim sloužit a vytvářet příjemné a odpovídající prostředí
- kombinuje inovace technologického i organizačního charakteru s lokálními i centrálními principy automatizovaného řízení tak, aby se maximalizovala rychlost návratu investic do budovy vložených
- je budovou plně vybavenou automatizační, informační a komunikační technikou, která slouží jednak přímo svým obyvatelům, jednak pro vytváření příjemného prostředí pro ně

Facility Management představuje velmi široký okruh služeb a procesů, které jsou nutné realizovat při správě a údržbě objektů. Jednou z významných oblastí je řízení služeb dodávek energií. Ve středu zájmu každého managementu jsou úspory prostředků za energie se zachováním plného rozsahu provozu objektů, jehož lze dosáhnout využitím vhodných SW nástrojů, které pomohou k přesnější alokaci nákladů a k přesnému určení "odběratelů" jednotlivých energií. Energetický management dnes představuje nedílnou součást komplexní správy objektů a podpůrných činností organizací a institucí spadajících pod pojem Facility Management.

8 Hospodaření s energií v domácnosti i ve velké organizaci

8.1 Hospodaření s energií v domácnostech

Aktivní a pasivní opatření jsou vzhledem k cílům a rozsahu provázána. Musíme je tedy posuzovat jako celek; chování lidí je ovlivněno snahou o úspory a vede je k dalším (pasivním) opatřením.

8.1.1 Pasivní opatření

- Výstavba nových rodinných domů za použití všech poznatků o vývoji stavebních materiálů a hmot. Použití technických zařízení, jako například kotle s vysokou účinností, solární kolektory, zařízení pro akumulaci přebytečné tepelné energie, přístroje s nejlepší energetickou účinností, fotovoltaické články. Při zpracování projektů je nutné posoudit dostupnost zdrojů energie, umístění stavby a podobně.
- Rekonstrukce a opravy stávajících RD s cílem snížení energetických nákladů na provoz domu. Je nutno vždy posoudit použitý technologický postup pro danou konstrukci, aby nedošlo k negativním efektům, jako například srážení vodních par v konstrukci, přetížení stávající konstrukce a její následná deformace atd.
- Osazení objektu úspornými žárovkami, zářivkami, LED diodami atd. včetně regulace doby osvětlení spojovacích prostor, chodeb a průchozích prostor. Je nutné dodržet hygienu osvětlení, aby nedocházelo k poškození zraku.
- Při rekonstrukci i novostavbě je nutno použít moderní regulaci s propojením všech zdrojů energie k vytvoření tepelné pohody s minimálními výkyvy a tím i minimálními náklady na provoz.
- Důsledné používání bílé techniky s minimálními náklady na provoz.

- Veškerá opatření jsou ohraničena ekonomickými možnostmi jednotlivých uživatelů. Ceny jsou mnohdy přemrštěné a ekonomická návratnost je sporná. Například cena úsporné žárovky se pohybuje v cenové relaci okolo 200 Kč a LED žárovky je asi 600 Kč.

Orientační přehled náhrad za klasickou žárovku						
Klasická žárovka (W)	15	25	40	60	75	100
Halogenová žárovka (W)	-	18	28	42	51	70
Kompaktní zářivka (W)	4-5	5-7	8-10	14-15	18	23
LED žárovka (W)	3-4	6-7	7-8			

Tabulka 6: Přehled náhrad za klasickou žárovku

Kvalitativní srovnání dostupných zdrojů osvětlení nejen pro domácnosti				
Typ osvětlení	Příkon (W)	Životnost (h)	Pořizovací cena (Kč)	Úspora energie (%)
Klasická žárovka	40	1000	10	0
Halogenová žárovka	28	2000	40-80	30
Halogenová žárovka	20	3000	180	50
Úsporná zářivka	9-10	6000-20000	60-250	75
LED žárovka	7-8	25000-45000	400-900	80

Tabulka 7: Kvalitativní srovnání světelných zdrojů

8.1.2 Aktivní opatření

souvisí s chováním lidí, například:

- zbytečně nepřetápět své domácnosti,
- důsledně vypínat elektrické spotřebiče, jejichž provoz není nutný (zbytečné svícení, pohotovostní režim přístrojů a podobně),
- omezit zbytečné jízdy poloprázdnými auty, šetrná jízda s ohledem na spotřebu paliva,
- protékání vody (vadné kohoutky, splachovače WC).

8.2 Hospodaření s energií ve velkých organizacích

Organizace můžeme rozdělit do několika skupin a tím i specifikovat možnosti úspor včetně stanovení energetické náročnosti. Zde je nutné zpracování energetického auditu před a po úpravách, abychom mohli hodnotit efektivnost komplexu uplatněných opatření.

Společným prvkem pro všechny organizace je využití regulačních technologií a centrálních systémů řízení spotřeby energie pro potřeby organizací.

8.2.1 Nevýrobní organizace

jako například vládní a ministerské objekty, školy, nemocnice, domovy pro seniory, města a vesnice, atd. Zde jsou možnosti zejména v těchto oblastech:

- Zateplení objektů, výměna výplní otvorů nejenom z tepelného hlediska, ale i z pohledu délky osvětlení.
- Výměna zdroje tepla s vyšší účinností (moderní deskové radiátory za staré litinové, staré neefektivní kotle za moderní s možností použití alternativních paliv atd.).
- Využití solárních kolektorů pro ohřev teplé užitkové vody, které umožňují úsporu až 80 % elektrické energie.
- Využití fotovoltaických článků pro výrobu elektrické energie pro potřeby objektu.

- Snížení ztrát při přenosu topného média při centrálním vytápění dodatečnou tepelnou izolací teplovodu nebo parovodu nebo náhrada centrální kotelny za kotelny pro jednotlivé objekty.
- Regulace osvětlení měst, vesnic, historických a jiných objektů z pohledu nutnosti intenzity osvětlení vzhledem k času, roční době a svitu měsíce. K docílení potřebného stavu je nutný regulační systém, který v závislosti na přirozeném osvětlení bude spínat potřebný počet venkovních zdrojů světla a regulovat jejich výkon.
- Regulace dopravy a efektivní využití hromadné dopravy, zejména v centrech měst.
- Efektivní využití hromadné dopravy pro přesun obyvatel do zaměstnání; za účinné podpory státu zlepšit dopravní obslužnost, která omezí neekonomickou přepravu osobními automobily. Cílem těchto opatření je především úspora pohonných hmot, ale i parkovací místa, čistota ovzduší a hluchost hrají svou roli.

8.2.2 Nákupní a skladovací objekty (mimo výše uvedená opatření ještě):

- Důsledné využití odpadního tepla z mrazících boxů pro ohřev vzduchu při klimatizaci prodejních prostor.
- Použití nízkoenergetických zdrojů světla.
- Organizace dopravy a přesuny zboží.

8.2.3 Výrobní organizace (mimo výše uvedená opatření ještě):

- Výměna zastaralého ručního nářadí a strojního vybavení za nové nebo výměna nových typů pohonných jednotek.
- Důsledné organizování výrobního procesu s minimálními nároky na manipulaci s polotovary a výrobkem.
- Využití odpadního tepla z pohonných jednotek, chladicích kapalin a olejů k ohřevu TUV nebo vzduchu.
- Opatření vchodů do hal ventilátory, aby se zabránilo nadměrnému ochlazování vnitřních prostor, kde to bude možné použít systému dvou uzávěr (vrat) pro vstup do hal.
- Vzhledem k velkým střešním plochám důsledně využít fotovoltaické články a solární kolektory.
- Kusovou přepravu materiálu nahradit v případě možnosti dopravníky k zefektivnění dopravy a snížení energetických nároků na přepravu.
- Vytvoření možností pro dopravu pracovníků prostředky hromadné dopravy na pracoviště, aby došlo k omezení používání soukromých vozidel.
- Důslednou organizací výroby omezit skladování materiálu s cílem snížit náklady na skladování (prostory, osvětlení, vytápění atd.).
- Propojení výrobních celků tak, aby přeprava byla vytížena a nedocházelo k jízdám s nevytíženými nebo prázdnými vozidly.

8.2.4 Zemědělské a lesnické společnosti

- Efektivní využití všech zdrojů, které jsou k dispozici, jako například kejda, zbytková fytomasa, dřevní hmota- biomasa, rychle rostoucí dřeviny pěstované na nevyužitých plochách pro zemědělskou výrobu.
- Osazení všech vhodných střech fotovoltaickými články a solárními kolektory s využitím vyrobené (elektrické i tepelné) energie pro vlastní provoz, případně přebytky prodávat do distribučních sítí (elektřina, teplo)
- Budovat bioplynové stanice či společně s obcemi systémy centrálního vytápění obcí.

8.2.5 Situace ve Zlínském kraji v oblasti biomasy

Města a obce, které využívají potenciálu biomasy ve Zlínském kraji:

- Město Zlín – Spoluspalování biomasy v městské teplárně ve fluidním kotli
- Město Otrokovice - Soustředí se zejména na navýšení spoluspalování biomasy (současný podíl 1,3 %, potenciál až 10 %)
- Město Slavičín – využití spalování biomasy(kotel 1,6 MW) v městské kotelně a připravuje výstavbu dalšího kotle na biomasu
- Město Brumov-Bylnice – 2 MW a 1 MW kotel na dřevní štěpku v centrální kotelně
- Obec Roštín – 4 MW na spalování slámy z místních polí
- Obec Hostětín – 732 kW kotel na spalování biomasy (štěpka)
- Obec Valašská Bystřice - Systém obsahuje přes 3 km rozvodů, 65 předávacích stanic, kotelnu o výkonu 1,5 MW. Obec nakupuje piliny z místního dřevařského závodu .

Kotelny na biomasu jsou provozně levnější než zdroje na fosilní paliva, podporují místní zaměstnanost, finanční prostředky z nákupu paliva a dodávku tepla zůstávají přímo v regionu, tudíž podporují jeho ekonomickou stabilitu. Tyto kotelny jsou rovněž přínosem pro energetickou soběstačnost a nezávislost regionu.

9 Možnosti financování úsporných opatření a jejich ekonomická návratnost

Následující kapitoly se budou zabývat možnostmi získat dotaci na provedení ekologicky úsporných opatření, což je především zateplování a také výměna zdroje a instalace solárně termických systémů

9.1 Možnosti financování - Zelená úsporám

Program Zelená úsporám je zaměřen na podporu instalací zdrojů na vytápění s využitím obnovitelných zdrojů energie, ale také investic do energetických úspor při rekonstrukcích i v novostavbách. V Programu bude podporováno kvalitní zateplování rodinných domů a bytových domů, náhrada neekologického vytápění za nízkoemisní zdroje na biomasu a účinná tepelná čerpadla, instalace těchto zdrojů do nízkoenergetických novostaveb a také výstavba v pasivním energetickém standardu.

Česká republika získala na tento Program finanční prostředky prodejem tzv. emisních kreditů Kjótského protokolu o snižování emisí skleníkových plynů. Celková očekávaná alokace Programu je až 25 miliard korun.

Podmínkou pro získání dotace je splnění podmínek programu a dokončení realizace opatření po 1. dubnu 2009.

Základní členění Programu Zelená úsporám

Program je členěn do tří základních oblastí podpory:

A. Úspora energie na vytápění

- A.1. Celkové zateplení
- A.2. Dílčí zateplení

B. Výstavba v pasivním energetickém standardu

C. Využití obnovitelných zdrojů energie pro vytápění a přípravu teplé vody

- C.1. Výměna neekologického vytápění za nízkoemisní zdroje na biomasu a účinná tepelná čerpadla
- C.2. Instalace nízkoemisních zdrojů na biomasu a účinných tepelných čerpadel do novostaveb
- C.3. Instalace solárně-termických kolektorů

D. Dotační bonus za vybrané kombinace opatření - některé kombinace opatření jsou zvýhodněny dotačním bonusem (pouze při současném podání žádosti a maximálně jednou pro daný objekt i při využití více z uvedených kombinací)

9.2 Operační program životního prostředí

Operační program Životní prostředí nabízí v letech 2007 - 2013 z Fondu soudržnosti a Evropského fondu pro regionální rozvoj téměř 5 miliard euro. Objemem financí - 18,4 % všech prostředků určených z fondů EU pro ČR - se jedná o druhý největší český operační program.

Cílem operačního programu je ochrana a zlepšování **kvality životního prostředí jako základního principu trvale udržitelného rozvoje**. Kvalitní životní prostředí je základem zdraví lidí a přispívá ke zvyšování atraktivity České republiky pro život, práci a investice, a podporuje tak naši celkovou konkurenceschopnost.

Operační program Životní prostředí, který připravil Státní fond životního prostředí a Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s Evropskou komisí, přináší České republice prostředky na podporu konkrétních projektů v sedmi oblastech:

- Prioritní osa 1 - Zlepšování vodohospodářské infrastruktury a snižování rizika povodní. Podporuje projekty, které směřují ke zlepšení stavu povrchových a podzemních vod, zlepšení jakosti a dodávek pitné vody a snižování rizika povodní.
- Prioritní osa 2 - Zlepšování kvality ovzduší a snižování emisí. Podporuje projekty, které jsou zaměřeny na zlepšení nebo udržení kvality ovzduší a omezení emisí základních znečišťujících látek do ovzduší s důrazem na využití nových, šetrných způsobů výroby energie včetně obnovitelných zdrojů energie a energetických úspor.
- Prioritní osa 3 - Udržitelné využívání zdrojů energie. Podporuje projekty zaměřené na udržitelné využívání zdrojů energie, zejména obnovitelných zdrojů energie, a prosazování úspor energie. Dlouhodobým cílem programu je zvýšení využití obnovitelných zdrojů energie při výrobě elektřiny a tepla a efektivnější využití odpadního tepla.
- Prioritní osa 4 - Zkvalitnění nakládání s odpady a odstraňování starých ekologických zátěží. Podporuje projekty, které se zaměřují na zkvalitnění nakládání s odpady, snížení produkce odpadů nevhodných pro další zpracování a odstraňování starých ekologických zátěží.
- Prioritní osa 5 - Omezování průmyslového znečištění a environmentálních rizik. Nabízí podporu formou dotací projektům zaměřeným na omezování průmyslového znečištění a s ním souvisejících rizik pro životní prostředí s důrazem na prevenci a výzkum v oblasti znečišťujících látek a jejich monitorování.
- Prioritní osa 6 - Zlepšování stavu přírody a krajiny. Podporuje projekty, které přispívají ke zpomalení či zastavení poklesu biodiverzity, ochraně ohrožených druhů rostlin a živočichů, zajištění ekologické stability krajiny a podporují vznik a zachování přírodních prvků v osídlených oblastech.
- Prioritní osa 7 - Rozvoj infrastruktury pro environmentální vzdělávání, poradenství a osvětu. Nabízí podporu při budování široké sítě center environmentálního vzdělávání a informačních center zaměřených na ochranu životního prostředí ve všech krajích České

republiky a na zabezpečení kvalitních odborných materiálů pro environmentální vzdělávání, včetně internetových řešení či naučných stezek.

Žadatelem o přidělení příspěvku na ekologické projekty se může stát téměř každý. Program je otevřen obcím a městům, organizacím státní správy a samosprávy, výzkumným a vědeckým ústavům, právníkům a fyzickým osobám i neziskovým organizacím.

Dotace může dosahovat až 90 % z celkových způsobilých výdajů na projekt. U všech projektů je podmínkou veřejné spolufinancování. Příjemci mohou čerpat finanční podporu již v průběhu realizace projektu na vystavené a dodavatelům neuhrazené faktury. Podpora je poskytována rovněž na přípravu projektu i žádosti.

9.2.1 Prioritní osa 2

Zlepšení kvality ovzduší

- Pořízení nízkoemisního spalovacího zdroje (např. kotle) nejlepší emisní třídy.
- Nově budované rozvody tepla včetně centrálního zdroje.
- Rozšíření stávajících středotlakých plynovodů.

Omezování prašnosti

- Výsadba a regenerace izolační zeleně oddělující obytnou zástavbu od průmyslových staveb či komerčních areálů nebo frekventovaných dopravních koridorů.

Omezování emisí

- Rekonstrukce spalovacích zdrojů pro snížení nebo instalace dodatečných zařízení pro zachyt emisí oxidů dusíku, oxidů síry nebo prachových částic.
- Rekonstrukce nespalovacích zdrojů pro snížení nebo instalace dodatečných zařízení pro zachyt emisí oxidů dusíku nebo prachových částic vypouštěných do ovzduší.
- Opatření vedoucí ke snížení emisí čpavku a těkavých organických látek do ovzduší.
- Rekonstrukce a úpravy zvláště velkých spalovacích stacionárních zdrojů za účelem snížení emisí zejména oxidů dusíku a síry, prachových částic a současně vytvoření nových kapacit na spoluspalování odpadu.
- Rekonstrukce a úpravy velkých nespalovacích stacionárních zdrojů za účelem snížení nebo instalace dodatečných zařízení pro zachyt emisí oxidů dusíku nebo prachových částic a současně zvýšení stávajících nebo vytvoření nových kapacit na spoluspalování odpadu.

9.2.2 Prioritní osa 3

Výroba tepla

- Výstavba a rekonstrukce lokálních i centrálních zdrojů tepla využívajících obnovitelné zdroje energie pro vytápění, chlazení a ohřev teplé vody.

Výroba elektřiny

- Výstavba a rekonstrukce větrných a malých vodních elektráren.
- Výstavba geotermálních elektráren a elektráren spalujících biomasu (pevnou, plynou nebo kapalnou).

Kombinovaná výroba elektrické energie a tepla

- Instalace kogeneračních zařízení spalujících bioplyn, skládkový a kalový plyn, bioplynové stanice.
- Instalace kogeneračních zařízení využívajících pevnou biomasu.
- Kombinovaná výroba elektřiny a tepla z geotermální energie.

Realizace úspor energie

- Snižování spotřeby energie zlepšením tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budov.

Využívání odpadního tepla

- Aplikace technologií na využití odpadního tepla

9.3 Ekonomická návratnost

V následujících kapitolách se více seznámíme s ekonomickými ukazateli, které ovlivňují investice do zateplování

9.3.1 Prostá návratnost

Jde o zcela základní parametr, který se zjistí poměrně snadno, a slouží k rychlému rozhodnutí, zda se opatřením vůbec podrobněji zabývat. Je-li návratnost delší než doba životnosti, je jasné, že vynaložené peníze se nám nikdy nevrátí.

Životnost zateplení stěn či střechy je 30 až 40 roků, přičemž venkovní fasádu musíme během této doby udržovat stejně jako jakoukoli jinou (nátěry, opravy drobných poškození). Kvalitní dřevěná a plastová okna by rovněž měla vydržet 30 roků.

Životnost kotlů a dalších prvků ústředního vytápění je 15 až 30 let, armatury, čerpadla a regulace mají životnost okolo 8 roků. Pro každé opatření je tedy doba návratnosti jiná.

Pro výpočet návratnosti potřebujeme znát tři parametry:

Náklady na úsporné opatření: Obvykle se skládají z fixní a variabilní části. Fixní část tvoří náklady, bez nichž není opatření proveditelné (u zateplení např. cena projektu, pronájem lešení, fasádní hmoty a barvy). Variabilní náklady se mění podle kvality a efektivity opatření (u zateplení např. náklady na různě silný izolant a práci spojenou s jeho instalací).

Výši budoucích úspor energie

Cenu ušetřené energie: Někdy se i cena energie skládá ze dvou částí, například u elektřiny je nutno platit stále platby bez ohledu na spotřebované množství. Případný růst ceny v budoucnu se u prosté návratnosti neuvažuje.

$$\text{Návratnost} = \text{náklady} / (\text{úspora energie} \times \text{cena energie}).$$

Výstupem jednoduchého ekonomického hodnocení je prostá návratnost investice. Je-li delší než životnost opatření, vložené prostředky se nám nikdy nevrátí, takže bude lépe nedělat vůbec nic, respektive počkat až se změní stav (zvýšení cen energie, dožití otopného systému, nutná rekonstrukce vnějších omítek).

Podrobné ekonomické hodnocení zvažuje ještě změnu ceny energií v budoucích letech, inflaci, cenu peněz a způsob financování. Je důležité zejména pro podnikatelské záměry (například když

je potřeba znát, zda energetické úspory postačí ke splácení bankovního úvěru). Je-li prostá návratnost příznivá, je třeba investici vyhodnotit podrobněji.

9.3.2 Podrobné ekonomické vyhodnocení

Nejdůležitějším výsledkem ekonomického hodnocení je tok hotovosti (Cash Flow). Každý rok může být jiný. Říká nám, kolik peněz budeme v každém roce získávat díky úsporným opatřením a jsme-li třeba schopni z energetických úspor splácet úvěr. Tok hotovosti během určité doby (tedy minimálně doby návratnosti investice) se obvykle vyjadřuje grafem.

Pro podrobnější hodnocení je třeba znát ještě:

Cenu peněz neboli diskont. Vyjadřuje, jakou cenu pro nás mají naše vlastní peníze. Diskont vyjadřuje, o co přijdeme tím, že peníze vložíme právě do této investice a ne jinam. Například termínovaný vklad v bance nám zhodnotí peníze ve výši 2 až 10 %, zatímco třeba podnikatel dokáže zhodnotit peníze několikanásobně. Přinese-li tedy koruna investovaná do zateplení ročně 10 %, musíme od této úspory odečíst diskont, třeba 2 %, o která přijdeme tím, že jsme peníze nenechali na účtu v bance.

Diskont je velmi individuální záležitost, která ekonomiku investice ovlivňuje zásadním způsobem.

Růst (pokles) cen energií. Odhadnout růst cen různých energií po dobu 20 až 40 roků (což je životnost úsporných opatření) je velmi nesnadný úkol. Nadsazený odhad růstu cen vede k tomu, že ekonomické vyhodnocení vychází velmi příznivě. I když ušetříme každý rok stejné množství energie, vlivem rostoucích cen to bude stále více peněz. Bude-li skutečný růst cen nižší, než jsme čekali, nebo dojde k poklesu ceny, může se úsporné opatření ukázat jako málo ziskové, nebo dokonce ztrátové. Proto je lépe uvažovat spíše s pomalejším zdražováním – pokud náš odhad nevyjde, budeme odměněni vyššími úsporami peněz. V současnosti se dá předpokládat průměrný meziroční růst cen energií cca o 2 až 4 % ročně.

Inflace. Ta nás zajímá jak kvůli diskontu, tak kvůli růstu cen energie. Budou-li se energie zdražovat jen o inflaci, ve skutečnosti bude energie stále stejně drahá. Diskont bude vždy vyšší než inflace – chceme, aby naše peníze přinejmenším neubývaly. V posledních 10 letech se inflace pohybovala od 10 do 2 %.

Všechny tři výše uvedené parametry se mohou během doby hodnocení měnit různým tempem, většina ekonomických modelů však uvažuje tyto parametry neměnné během celé doby hodnocení (tzv. výpočet ve stálých cenách).

Způsob financování. Výrazně ovlivňuje cenu peněz. Pokud si peníze na investici půjčíme, budeme muset splácet úroky i vlastní půjčku. Může se stát, že úspory (výnos investice) nebude stačit na pokrytí splátek, takže půjčku budeme muset splácet z jiných zdrojů, nebo se do investování vůbec nepustíme.

Výsledky podrobného ekonomického hodnocení jsou zejména:

Skutečná (diskontovaná) doba návratnosti. Zohledňuje cenu peněz v průběhu let (koruna získaná za deset let bude mít jinou hodnotu než dnes). Je vždy delší než prostá návratnost. Je-li delší než životnost opatření, nemá smysl ho provádět.

Vnitřní výnosové procento. Vyjadřuje, jaký zisk nám investice přinese. Lze jej srovnat s úrokem v bance. Čím je vyšší, tím bude investice výhodnější.

Tok hotovosti (Cash Flow). Ukazuje, kolik prostředků budeme mít v jednotlivých letech k dispozici. To může být důležité například tehdy, chceme-li úsporná opatření financovat z půjčky. Nejlépe se vyjadřuje grafem.

Diskontovaný tok hotovosti je snížen o diskont. Lépe vypovídá o budoucí skutečnosti, protože zohledňuje, že koruna získaná za několik let bude mít jinou hodnotu než dnes. Např. budeme-li první rok ve ztrátě (peníze vložíme do zateplení), budeme v příštích letech zvolna vydělávat na úsporách, takže ztráta se bude snižovat, po jejím zahlazení už budeme trvale v zisku.

Seznam použitých zkratk a jednotek

λ	Součinitel tepelné vodivosti – jednotka W/(m.K)
°C	Stupně celsia
A/V	Objemový faktor tvaru budovy
BD	Bytový dům
CASTOR	Jeden z experimentálních tokamaků
CO ₂	Oxid Uhličitý
CZT	Centrální zásobování teplem
ČEPS	Česká přenosová soustava (společnost, která ji provozuje)
ČEZ	Česká energetická společnost
ČSN	Česká státní norma
EM	Energetický management
ENB	Energetická náročnost budovy
EPD	Energeticky pasivní dům
EROEI	Energy returned on energy investment
ERU	Energetický regulační úřad
ESOB	Energetický štítek obálky budovy
EU	Evropská Unie
GJ	Gigajoule
H _T	Měrná ztráta prostupem tepla – jednotka W/K
IB	Inteligentní budova
JE	Jaderná elektrárna
kg	Kilogram
kV	Kilovolt
KVET	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla
kW	Kilowatt
LED	Light Emitting Diode – světlo emitující dioda
MJ	Megajoule
MPa	Megapascal
MW	Megawatt
MWh	Megawatthodina, 1 MWh = 3,6 GJ
NED	Nízkoenergetický dům
NO _x	Oxidy dusíku
OSB deska	Oriented Strand Board – jsou plošně lisované desky z orientovaných velkoplošných třísek
PENB	Průkaz energetické náročnosti budov
PRE	Pražská energetická společnost
PUR	Polyuretan (jeden z izolačních materiálů)
R	Tepelný odpor – jednotka (m ² .K)/W
RD	Rodinný dům
SO ₂	Oxid siřičitý
TUV	Teplá užitková voda, dnes již pouze TV
TZB	Technická zařízení budov
U	Součinitel prostupu tepla – jednotka W/(m ² .K)
U _d	Celkový součinitel prostupu tepla dveří
U _g	Součinitel prostupu tepla skla okna nebo dveří
U _w	Celkový součinitel prostupu tepla okna
VZT	Vzduchotechnika
ZVT	Zemní výměník tepla

Seznam použitých zdrojů

- <http://aplikace.mvcr.cz>
- <http://www.euractiv.cz/>
- <http://www.alternativni-zdroje.cz>
- V tomto článku je použit překlad textu z článku Renewable energy na anglické Wikipedii.
- Wikimedia Commons nabízí obrázky, zvuky či videa k tématu „Obnovitelný zdroj energie“
- VLK, Vladimír: Obnovitelné zdroje energie. Biom.cz online. 2009-03-25 [cit. 2009-05-16]. Dostupné z WWW: <[4]>. ISSN: 1801-2655.
- INFORMACE O POTENCIÁLU OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE V ČR - Výsledky projektu ministerstva životního prostředí VaV/320/10/03 "Zpracování prognózy využívání obnovitelných zdrojů energie v ČR do roku 2050". Asociace pro využití obnovitelných zdrojů energie. Spolupráce: CZ Biom, ÚFA, CityPlan, spol. s r.o., SEVEN, o.p.s.
- Články na biom.cz (Biom je nevládní nezisková a profesní organizace, která podporuje rozvoj využívání biomasy jako obnovitelné suroviny)
- Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice , společnost ČEZ
- Obnovitelné zdroje energie proti přírodě Stanislav Mihulka, rozbor článku Jesse Ausubel z newyorské Rockefeller University proti využívání obnovitelných zdrojů
- Obnovitelné zdroje energie Projekt i-EKIS
- Buchta J., Burišín M.: Plynová zařízení v budovách. Praha, Agentura ČSTZ, s.r.o. 2007
- Encyklopedie energetiky. ČEZ, 2003
- www.cez.cz
- Štěchovský J.: Vytápění pro střední školy se studijním oborem Technická zařízení budov. Praha 2005, Sobotáles
- Brož K.: Zásobování teplem. Praha 2002, vydavatelství ČVUT
- ČSN 73 0540-2
- www.eazk.cz
- www.energetika.cz
- www.zelenausporam.cz
- <http://hestia.energetika.cz/>
- EN 16001:2009 – Energy management systems - Requirements with guidance for use. The European Committee for Standardization (CEN). 2009
- www.tzb.fs.cvut.cz
- www.tzb-info.cz
- www.ekowatt.cz
- www.kotrbaty.cz
- www.cs.wikipedia.org
- http://amper.ped.muni.cz/jenik/passiv/zlin_2008/standardy.htm
- Katalogový list firmy ATREA
- <http://www.infoenergie.cz>
- Zdroj: EN 16001:2009 – Energy management systems - Requirements with guidance for use. The European Committee for Standardization (CEN). 2009
- Hnutí Duha: Potenciál úspor energie v obytných a administrativních budovách do roku 2050, Praha, 2007
- <http://www.mzp.cz/>

Příklady

1. Základní předpoklady pro projekt na likvidaci komunálního odpadu.

(projekt byl zpracováván pro likvidaci odpadů v oblasti o velikosti bývalého průměrného okresu)

- Instalace dvou adiabatických reaktorů s kapacitou 2 x 15.000 tun komunálního odpadu.
- Hodinová kapacita každého reaktoru 2 tuny/hodinu.
- Tepelný výkon z jednoho reaktoru je 5 MW za hodinu.
- Výhřevnost 1 kilogramu vyprodukovaného plynu je asi 3,4MJ/kg.
- (5MWh = 18 000 MJ)

Celkové množství plynu z jednoho zařízení za jednu hodinu je $18\,000/3,4 = 5300$ kg.

Teplota plynu je max. 150°C

Tabulka základních hodnot pro parní kotel a dva reaktory:

Veličina	Jednotka	Hodnota
Výhřevnost plynu	MJ/kg	3,4
Množství plynu	kg/h	10 600
Teplota plynu	°C	max. 150
Tlak plynu	MPa	cca 0,1
Celkový tepelný výkon	MW	10

- V případě, že nebudeme spalovat plyn, ale budeme jej čistit, dostáváme dehty, ropné látky atd. a vodík, který je považován za palivo budoucnosti.
- Další zpracovatelné látky jsme schopni separovat z popela, železa, barevných kovů atd.
- Popel po zkouškách na toxicitu můžeme využít jako plnivo do stavebních materiálů.
- Na podobném zařízení na likvidaci pneumatik jsme schopni získávat ropné látky, vhodné pro další výrobu.

Cílem těchto opatření by mělo být:

- dosažení úspor přírodních zdrojů,
- snížení energetické náročnosti ve výrobě,
- snížení nákladů na skládkování odpadů, který je nevhodný pro další recyklaci.

Spočítejte kolik rodinných domů lze vytápět takovouto kotelnou, jestliže jeden dům potřebuje přibližně tepelný výkon 20-30 kW?

Odpověď: Až 500 domů.

2. Zjednodušený příklad na vyhotovení ESOB

a) Zadání:

LOKALITA / UMÍSTĚNÍ OBJEKTU

Město / obec / lokalita	ZELENÁ ÚSPORÁM ?
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e	-15 °C
Délka otopného období d	243 dní
Průměrná venkovní teplota v otopném období θ_{em}	5.1 °C

CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in} obvyklá teplota v interiéru se uvažuje 20 °C	20 °C
Objem budovy V vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje nevytápěné podkrovní, garáž, sklepy, lodžie, římsy, atiky a základy	600 m ³
Celková plocha A součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy (automaticky, z níže zadaných konstrukcí)	446 m ²
Celková podlahová plocha A_g podlahová plocha všech podlaží budovy vymezená vnitřním lícem obvodových stěn (bez neobyvatelných sklepů a oddělených nevytápěných prostor)	200 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0.74 m ⁻¹
Trvalý tepelný zisk H_+ Obvyklý tepelný zisk zahrnuje teplo od spotřebičů (cca 100 W/byt), teplo od lidí (70 W/os.) apod.	380 W
Solární tepelné zisky H_{s+} <input checked="" type="radio"/> Použít velice přibližný výpočet dle vyhlášky č. 291/2001 Sb <input type="radio"/> Zadat vlastní hodnotu vypočtenou ve specializovaném programu	1620 kWh / rok

b) Ochlazované konstrukce objektu / zateplení, výměna oken

Konstrukce	Součinitel prostupe tepla před zateplením U_i [W/m ² K]	Tloušťka zateplení d [mm] ? / nová okna U_i [W/m ² K]	Plocha A_i [m ²]	Činitel teplotní redukce b_i [-] ?		Měrná ztráta prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ [W/K]	
				Před úpravami	Po úpravách	Před úpravami	Po úpravách
Stěna 1	1.40	160 mm	204	1.00	1.00	285.6	43.3
Stěna 2		mm		1.00	1.00	0	0
Podlaha na terénu	0.4	mm		0.40	0.40	0	0
Podlaha nad sklepem (sklep je celý pod terénem)	1	100 mm	100	0.45	0.45	45	12.9
Podlaha nad sklepem (sklep částečně nad terénem)		mm		0.65	0.65	0	0
Střecha	2.20	200 mm	100	1.00	1.00	220	18.3
Strop pod půdou		mm		0.80	0.95	0	0
Okna - typ 1	2.35	1.1	38	1.00	1.00	89.3	41.8
Okna - typ 2				1.00	1.00	0	0
Vstupní dveře	3.5	1.1	4	1.00	1.00	14	4.4
Jiná konstrukce - typ 1		?		1.00	1.00	0	0
Jiná konstrukce - typ 2		?		1.00	1.00	0	0

c) Větrání

Intenzita větrání s původními okny n_1

obvyklá intenzita větrání u těsných staveb (novostaveb) je 0.4 h⁻¹, u netěsných staveb může být 1 i více

0.4 h⁻¹

Intenzita větrání s novými okny n_2

obvyklá intenzita větrání u těsných staveb (novostaveb) je 0.4 h⁻¹, u netěsných staveb může být 1 i více

0.4 h⁻¹

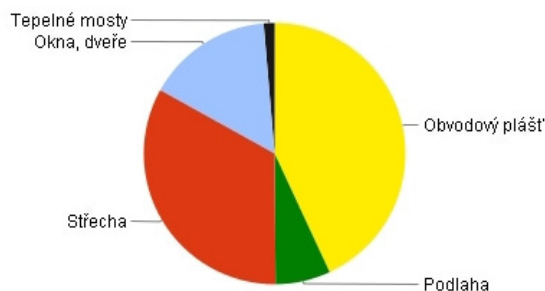
Účinnost nově zabudovaného systému rekuperace tepla η_{rek}

zadejte deklarovanou účinnost (ve výpočtu bude snížena o 10 %)

--- bez rekuperace ---

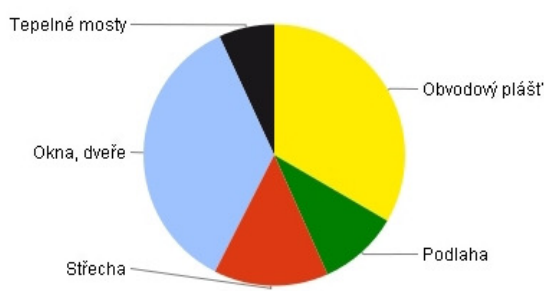
d) Stavebně – technické hodnocení

Tepelné ztráty jednotlivými konstrukcemi - před zateplením



Typ konstrukce (větrání)	Tepelná ztráta [W]
Obvodový plášť	9996
Podlaha	1575
Střecha	7700
Okna, dveře	3616
Jiné konstrukce	0
Tepelné mosty	312
Větrání	3033
--- Celkem ---	26232

Tepelné ztráty jednotlivými konstrukcemi - po zateplení



Typ konstrukce (větrání)	Tepelná ztráta [W]
Obvodový plášť	1515
Podlaha	450
Střecha	642
Okna, dveře	1617
Jiné konstrukce	0
Tepelné mosty	312
Větrání	3033
--- Celkem ---	7569

e) Výsledky

ROČNÍ POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ

Stav objektu	Měrná potřeba energie
Před úpravami (před zateplením)	264.7 kWh/m ²
Po úpravách (po zateplení)	67.8 kWh/m ²

ZELENÁ ÚSPORÁM - VÝŠE PODPORY PRO

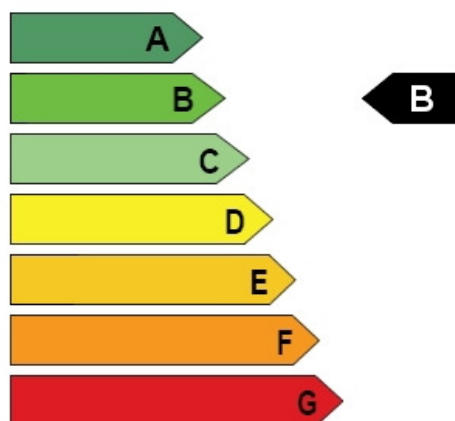
RODINNÉ DOMY

Úspora: 74%

Máte nárok na dotaci v rámci části programu A.1 - celkové zateplení.

Dotace ve vašem případě činí 1550 Kč/m² podlahové plochy, to je 310000 Kč.Pro získání vyšší dotace musíte dosáhnout minimální potřeby tepla na vytápění 40 kWh/m².

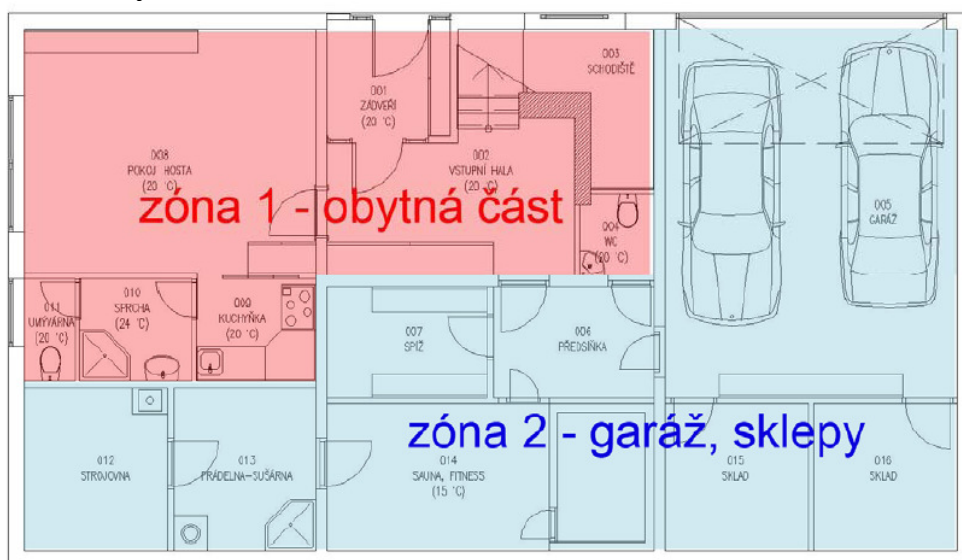
ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY



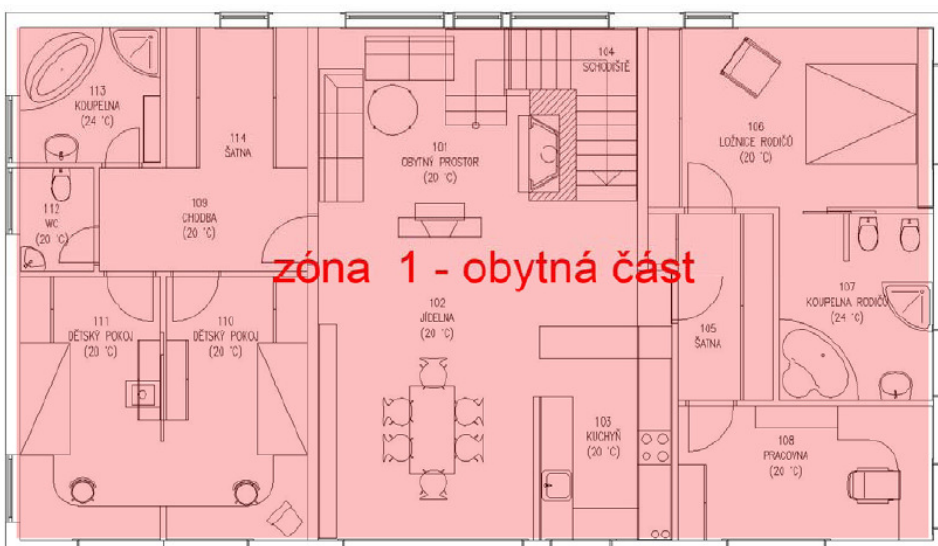
3. Zjednodušený příklad na vyhotovení průkazu ENB

a) Půdorysy

Půdorys suterénu



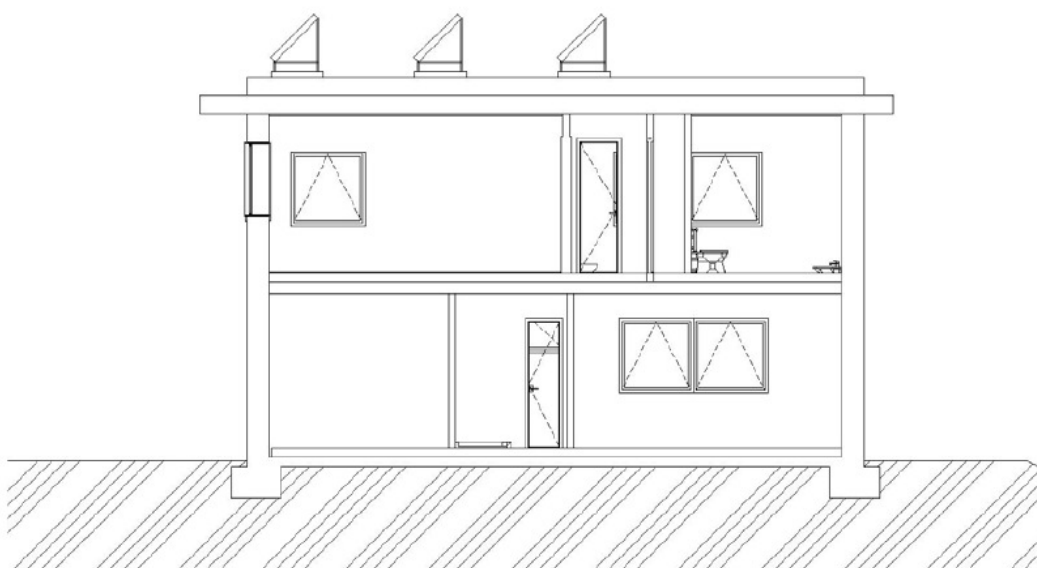
Půdorys 1. NP



Označení	Název	Standardizovaný profil	Plocha m^2	Objem m^3
Zóna 1	Obytná část	Rodinné domy – normový byt	212,3	530,75
Zóna 2	Garáž, sklepy	Rodinný dům – částečně vytápěné místnosti	91	227,5
Celkem			303,3	758,25

Tab. - základní popis zón objektu

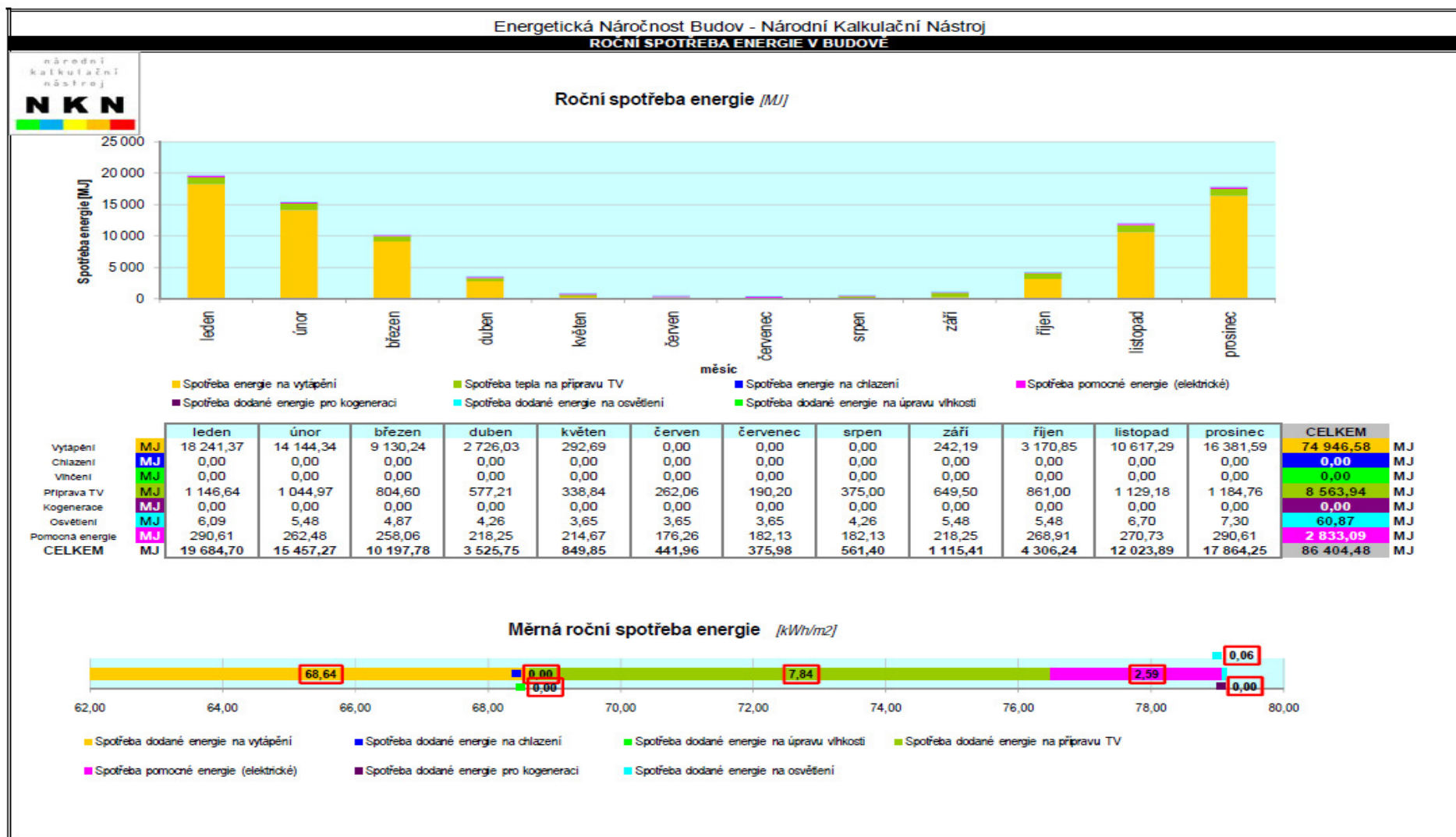
b) Řez domem



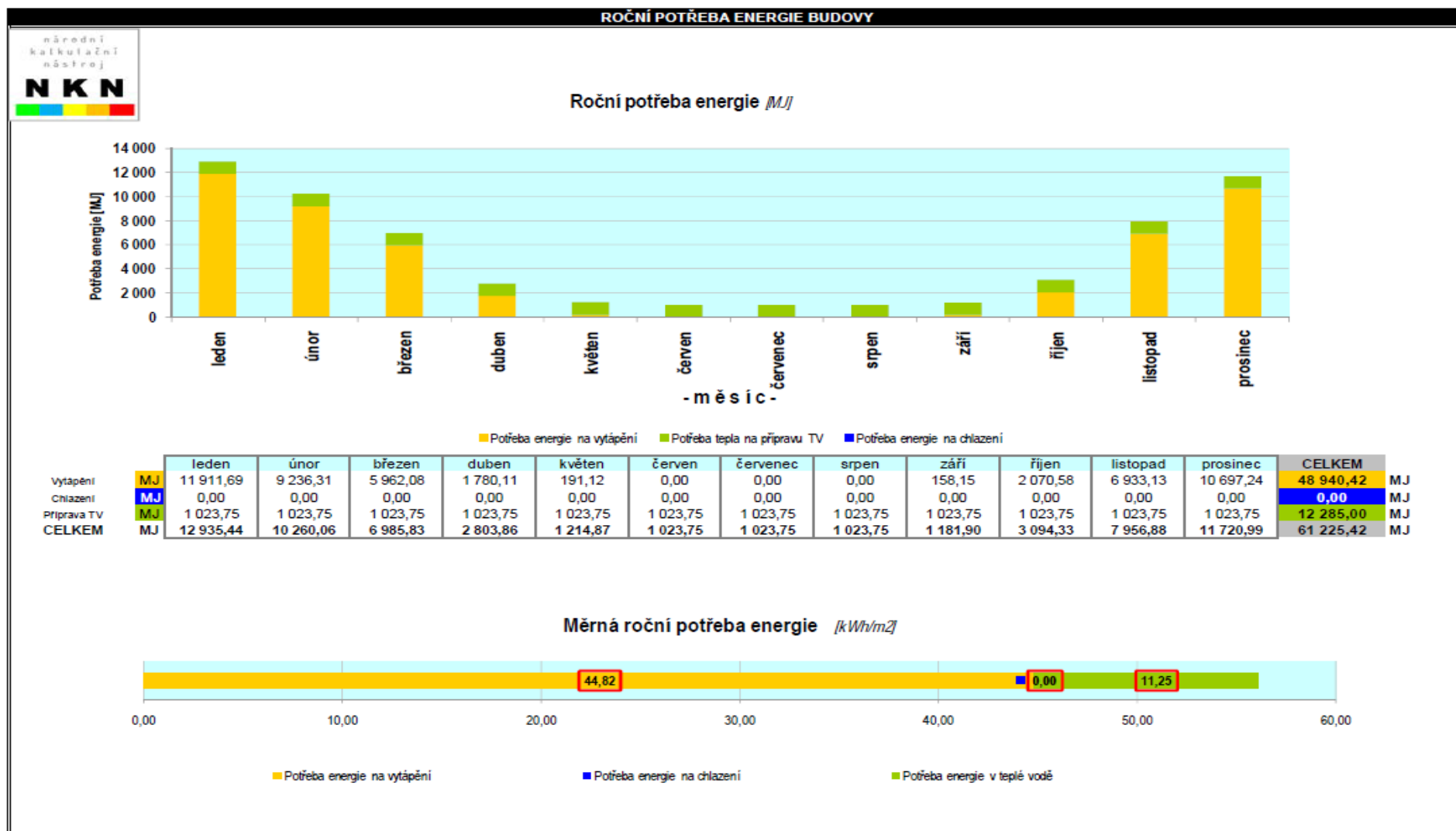
c) Stavební konstrukce budovy

číslo kce	typ konstrukce	orientace	plocha (stěna bez otvorů)	součinitel průstupu tepla	Propustnost slunečního záření průsvětlné části prvku	Sousedící prostředí	Číselník teplotní redukce (podle ČSN 73 0540-2)
-	-	-	-	U	g		
-	-	-	m^2	$[W/m^2K]$	-		
1NP	Zóna 1 - obytná část						
1	Obvodová stěna	S	26,56	0,18	0	Ext	1
2	Obvodová stěna	Z	12,72	0,18	0	Ext	1
3	Vnitřní stěna	S	40,405	0,35	0	Zóna 2	0,29
4	Podlaha	H	59,3	0,25	0	Zemina	0,4
5	Dveře - vstupní	S	2	2,2	0	Ext	1,15
6	Okno	Z	3,6	1,2	0,7	Ext	1,15
7	Dveře - vnitřní	-	3,2	3	0	Zóna 2	0,29
2NP	Zóna 1 - obytná část						
8	Obvodová stěna	S	34,095	0,18	0	Ext	1
9	Obvodová stěna	Z	21,555	0,18	0	Ext	1
10	Obvodová stěna	J	31,395	0,18	0	Ext	1
11	Obvodová stěna	V	21,195	0,18	0	Ext	1
12	Střecha	H	153,45	0,15	0	Ext	1
13	Podlaha 1	H	91	0,25	0	Zóna 2	0,29
14	Okno	S	7,98	1,2	0,7	Ext	1,15
15	Okno	Z	2,16	1,2	0,7	Ext	1,15
16	Okno	J	10,68	1,2	0,7	Ext	1,15
17	Okno	V	2,52	1,2	0,7	Ext	1,15
	Zóna 2 - garáž, technické zázemí						
18	Obvodová stěna	Z	7,65	0,18	0	Ext	1
19	Obvodová stěna	J	42,075	0,18	0	Ext	1
20	Obvodová stěna	V	24,225	0,18	0	Ext	1
21	Obvodová stěna	S	1,98	0,18	0	Ext	1
22	Podlaha	H	91	0,25	0	Zemina	0,4
23	Vrata - garáž	S	11,28	2,5	0	Ext	0,66

d) Roční spotřeba energie v budově



e) Roční potřeba energie budovy



f) Výstupní protokoly – výběr

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy

(1) Protokol

a) Identifikační údaje budovy

Adresa budovy (místo, ulice, číslo, PSČ):	Ulice 11 111 00 Město
Účel budovy:	Rodinný dům
Kód obce:	111
Kód katastrálního území:	1111
Parcelní číslo:	111/11
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník:	Karel Novák
Adresa:	Ulice 11 111 00 Město
IČ:	-
Tel./e-mail:	novkar@emali.cz
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel:	Karel Novák
Adresa:	Ulice 11 111 00 Město
IČ:	-
Tel./e-mail:	novkar@emali.cz
<input checked="" type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Změna stávající budovy
<input type="checkbox"/> Umístění na veřejném místě podle § 6a, odst. 6 zákona 408/2000 Sb.	

b) Typ budovy

<input checked="" type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Hotel a restaurace
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Nemocnice	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Sportovní zařízení	<input type="checkbox"/> Budova pro velkoobchod a maloobchod	
<input type="checkbox"/> Jiný druh budovy - připojte jaký:		

c) Užití energie v budově

1. Stručný popis energetického a technického zařízení budovy

Zdrojem tepla je plynový kotel o výkonu 20 kW (např. nejčastěji v provedení turbo), který zajišťuje vytápění objektu a ohřev teplé vody. Ohřev teplé vody je řešen v zásobníku teplé vody o objemu 250 l, který je doplňkově napojen na solární soustavu umístěnou na střeše objektu. Solární systém je sestaven ze 5ks solárních kolektorů se selektivním absorberem v trvalém sklonu 45° a jižní orientace. Otopná soustava se předpokládá jako běžná teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem s teplotním spádem 55/45 °C. Na otopnou soustavu jsou napojena ocelová desková otopná tělesa typu ventilkompakt se spodním připojením opatřená termostatickou hlavici s předpokladem jejího správného umístění. Větrání obytné části objektu je zajištěno přirozeně a je závislé přímo na uživateli objektu. Pouze větrání hygienického zázemí a kuchyňského koutu je zajištěno nuceně pomocí odtahového ventilátoru, resp. přímého odvodu par pomocí digestoře. Osvětlení objektu je řešeno v souladu s hygienickými požadavky a není znám příkon osvětlovací soustavy.

2. Druhy energie užívané v budově

<input checked="" type="checkbox"/> Elektrická energie	<input type="checkbox"/> Tepelná energie	<input checked="" type="checkbox"/> Zemní plyn
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	<input type="checkbox"/> Koks
<input type="checkbox"/> TTO	<input type="checkbox"/> LTO	<input type="checkbox"/> Nafta
<input type="checkbox"/> Jiné plyny	<input type="checkbox"/> Druhotná energie	<input type="checkbox"/> Biomasa
<input checked="" type="checkbox"/> Ostatní obnovitelné zdroje - připojte jaké:		Energie slunce - solární kolektory
<input type="checkbox"/> Jiná paliva - připojte jaká:		-

3. Hodnocená dílčí energetická náročnost budovy EP

<input checked="" type="checkbox"/> Vytápění (EP _H)	<input checked="" type="checkbox"/> Příprava teplé vody (EP _{DHW})
<input type="checkbox"/> Chlazení (EP _C)	<input checked="" type="checkbox"/> Osvětlení (EP _{Light})
<input type="checkbox"/> Mechanické větrání (vč. zvlhčování) (EP _{AuxFans})	

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy

d) Technické údaje budovy

1. Stručný popis budovy

Rodinný dům se nachází na okraji Prahy, dům je jednoduchého geometrického tvaru, je určen pro jednu rodinu, má jedno nadzemní podlaží a konvenční dispozici - příloha. Stavebně je objekt řešen tradičně pomocí zděné konstrukce z tepelně izolačních cihel s monolitickými stropy a plochou střechou. Objekt je dodatečně zateplen pomocí kontaktního zateplovacího systému. Součinitel prostupu tepla U ($W\ m^{-2}\ K^{-1}$) jednotlivých konstrukcí splňuje požadavky na vlastnosti stavby dle ČSN 73 0540:2002 - 2.

2. Geometrická charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné budovy (m^3)	758,25
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy (m^2)	581,28
Celková podlahová plocha budovy A_{gross} (m^2)	303,3
Faktor tvaru budovy A/V (-)	0,77

3. Klimatické údaje a vnitřní výpočtová teplota

Klimatické oblasti dle ČSN 730540 - 3	klimatická oblast OBLAST II
Průměrná vnitřní výpočtová teplota v otopném období (provozní režim) θ_i ($^{\circ}C$)	18,5
Průměrná vnitřní výpočtová teplota v období chlazení (provozní režim) θ_i ($^{\circ}C$)	26,0

4. Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A (m^2)	Součinitel prostupu tepla U (W/m^2K)	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla HT (W/K)
1 Obvodová stěna	26,56	0,18	4,78
2 Obvodová stěna	26,56	0,18	4,78
3 Vnitřní stěna	40,41	0,35	14,14
4 Podlaha	59,30	0,25	14,83
5 Dveře - vstupní	2,00	2,20	4,40
6 Okno	3,60	1,20	4,32
7 Dveře - vnitřní	3,20	3,00	9,60
8 Obvodová stěna	34,10	0,18	6,14
9 Obvodová stěna	21,55	0,18	3,88
10 Obvodová stěna	31,40	0,18	5,65
11 Obvodová stěna	21,20	0,18	3,82
12 Střecha	153,45	0,15	23,02
13 Podlaha 1	91,00	0,25	22,75
14 Okno	7,98	1,20	9,58
15 Okno	2,16	1,20	2,59
16 Okno	10,68	1,20	12,82
17 Okno	2,52	1,20	3,02
18 Obvodová stěna	7,65	0,18	1,38
19 Obvodová stěna	42,08	0,18	7,57
20 Obvodová stěna	24,23	0,18	4,36
21 Obvodová stěna	1,98	0,18	0,36

6. Vytápění

	Dvoutrubková soustava s nuceným oběhem		
Otopný systém budovy - popis otopné soustavy			
Stav tepelné izolace rozvodů otopné soustavy	dobrý, odpovídající stavu a stáří		
Převažující regulace otopné soustavy	Ekvitermní regulace plynového kotle		
Rozdělení otopných větví podle orientace budovy	<input checked="" type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne	
Zdroj tepla č. 1			
Typ zdroje energie / jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla (kW)	plynový kotel - typ TURBO		
Průměrná roční účinnost zdroje energie (%)	<input type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření	<input checked="" type="checkbox"/> Odhad
Regulace zdroje energie	Automatická		
Údržba zdroje energie	<input type="checkbox"/> Pravidelná	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná smluvní	
	<input type="checkbox"/> Není		

7. Dílčí hodnocení energetické náročnosti vytápění

	Bilanční
Dodaná energie na vytápění $Q_{tuel,H}$ (GJ/rok)	74,95
Spotřeba pomocné energie na vytápění $Q_{aux,H}$ (GJ/rok)	0,69
Energetická náročnost vytápění $EPH = Q_{tuel,H} + Q_{aux,H}$ (GJ/rok)	75,64
Měrná spotřeba energie na vytápění $E_{PH,A}$ (kWh/(m ² .rok))	68,64

12. Dílčí hodnocení energetické náročnosti přípravy teplé vody

	Bilanční
Dodaná energie na přípravu TV $Q_{tuel,DHW}$ (GJ/rok)	8,56
Spotřeba pomocné energie na přípravu TV $Q_{aux,DHW}$ (GJ/rok)	2,14
Energetická náročnost přípravy TV $EP_{DHW} = Q_{tuel,DHW} + Q_{aux,DHW}$ (GJ/rok)	10,71
Měrná spotřeba energie na přípravu TV vztažená na celkovou podlahovou plochu $EP_{DHW,A}$ (kWh/m ² .rok))	7,84

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy

13. Osvětlení








Typy osvětlovacích soustav	
Celkový elektrický příkon osvětlení budovy (W)	Není zadáno

14. Dílčí hodnocení energetické náročnosti osvětlení

	Bilanční
Dodaná energie na osvětlení $Q_{tuel,Light,E}$ (GJ/rok)	0,06
Energetická náročnost osvětlení $EP_{Light} = Q_{tuel,Light,E}$ (GJ/rok)	0,06
Měrná spotřeba energie na osvětlení vztažená na celkovou podlahovou plochu $EP_{Light,A}$ (kWh/(m ² .rok))	0,06

15. Ukazatel celkové energetické náročnosti budovy

	Bilanční
Energetická náročnost budovy EP (GJ/rok)	86,40
Maximální energetická náročnost referenční budovy R_{rq} (kWh/m ²)	142,00
Minimální energetická náročnost referenční budovy R_{rq} (kWh/m ²)	98,00
Třída energetické náročnosti hodnocené budovy	B
Slovní vyjádření třídy energetické náročnosti hodnocené budovy	Úsporná
Měrná spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu (kWh/m ²)	79,13

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY					
Rodinný dům Ulice 11 111 00 Město		Hodnocení budovy			
		stávající stav		po realizaci doporučení	
Celková podlahová plocha:		303,3 m ²			
kWh/m ² VELMI ÚSPORNÁ		kWh/m ²	třída EN	kWh/m ²	třída EN
0					
50					
51		79,1	B		
97					
98					
142					
143					
191					
192					
240					
241					
286					
286					
> 286					
MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ					
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok		79,13			
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ		86,40			
Podíl dodané energie připadající na:					
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	Celkem
88%	0%	0%	12%	0%	100%
Doba platnosti průkazu		2. leden 2019			
Průkaz vypracoval		Ing. Miroslav Urban			
		Osvědčení č.:		11111	

průkaz ENB je zpracován pomocí výpočetního nástroje NKN v. 2.03
splňuje požadavky §6a zákona 406/2000 Sb. v pozdějších znění a vyhlášky 148/2007 Sb.

Energetická efektivita a úspory

Ing. Libor Dubčák
RNDr. Věra Miklasová
Ing. Petr Pobořil
Ing. Jan Vidomus

Energetická agentura Zlínského kraje, o.p.s. děkuje za cennou spolupráci všem spoluautorům a
dále partnerům projektu

Střední průmyslová škola Uherský Brod,
Střední průmyslová škola stavební Valašské Meziříčí,
Střední průmyslová škola Zlín,

za poskytnutí odborné podpory k tématu energetická efektivita a úspory.

Tato publikace vznikla jako studijní materiál pro vzdělávací program Energetická efektivita a
úspory, akreditovaného u MŠMT ČR pod č. j. 25089/2010-25-565 v rámci projektu Energetická
efektivita v souvislostech vzdělávání, který je financován v rámci Operačního programu
Vzdělávání pro konkurenceschopnost.

Studijní materiály jsou k dispozici v elektronické podobě na stránkách projektu:
<http://www.eazk.cz/rubrika/dvpp/>

Vydala Energetická agentura Zlínského kraje, o.p.s.
Třída Tomáše Bati 21
761 90 Zlín
Ve Zlíně v roce 2011