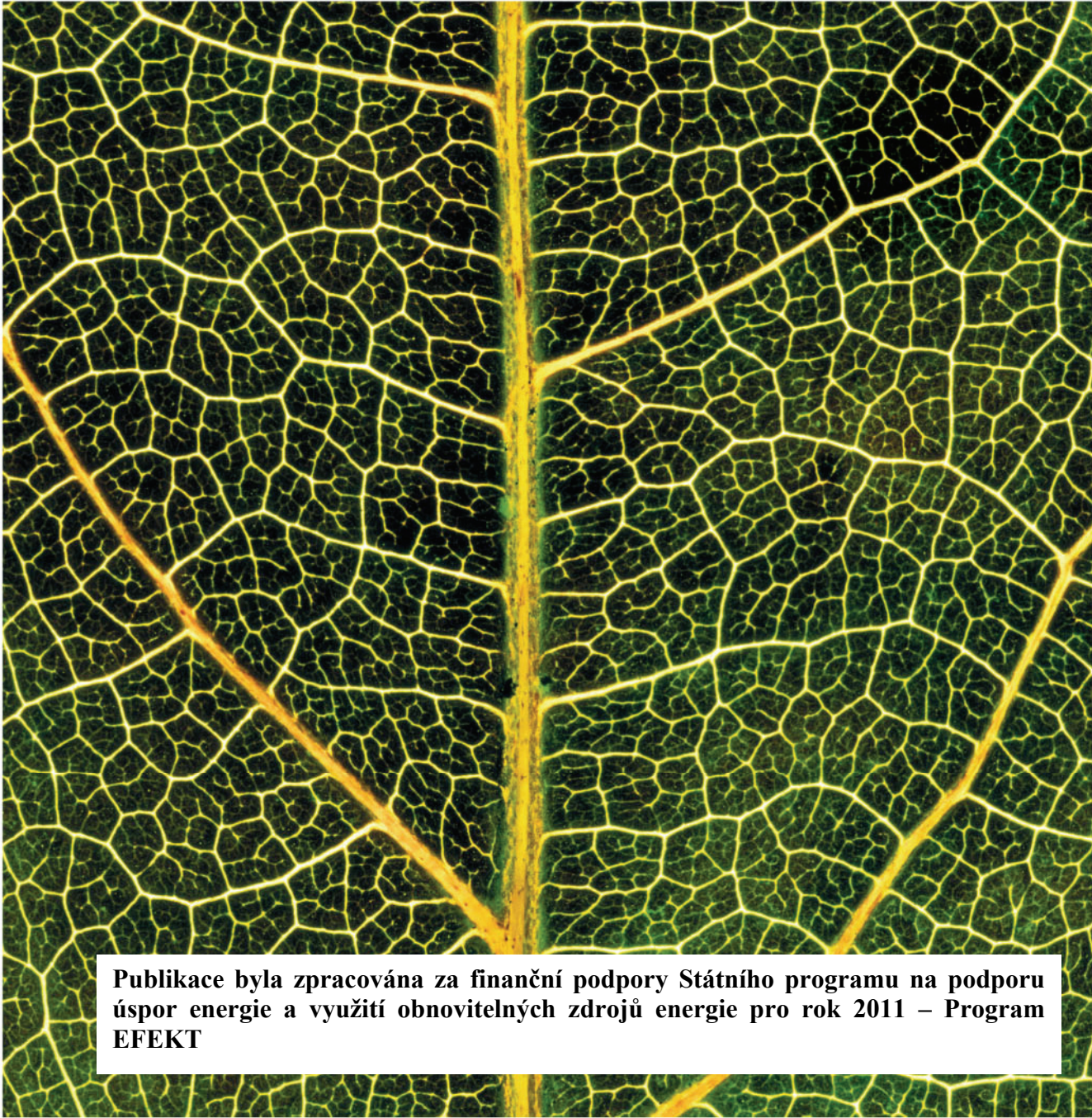


BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU POTŘEBOU ENERGIE

prosinec
2011



Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2011 – Program EFEKT

ARCADIS Project Management s.r.o.
Na Strži 1702/65
140 62 Praha
Telefon: +420 296 330 111
www.arcadispm.cz

Kontaktní osoba: Alena Horáková, aho@arcadispm.cz

BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU POTŘEBOU ENERGIE

ARCADIS Project Management, s.r.o.

Název: **BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU POTŘEBOU ENERGIE**

ARCADIS PROJECT MANAGEMENT, s.r.o.

Na Strži 1702/65 25, 140 62 Praha 4

zodpovědný řešitel : **ing. Karel MRÁZEK**

spolupráce:
ing. Alena HORÁKOVÁ
Kateřina MARKOVÁ

tel.: +420 296 330 144; +420 602 451 548

fax.: +420 224 236 313

e mail: aho@arcadispm.cz

oponent:

Ing. František PLECHÁČ

Publikace obsahuje rozbor vymezení parametrů „Budov s téměř nulovou potřebou energie“ podle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU zpracované do české legislativy. Jsou analyzovány možnosti dosažení očekávané úrovně potřeby primární energie při požadavku na využití obnovitelných energií a optimální rovnováhy mezi investicemi a náklady na energii uspořené během životního cyklu budovy.

V publikaci jsou témata:

- užití OZE – sluneční energie, biomasy, fotovoltaiky, šedé vody včetně technologií podporující užití, jako jsou reverzibilní chladicí jednotky v občanských budovách (OB), TČ na jiný pohon než elektrický v integrovaných soustavách (OB), apod.
- rozbor vhodných řešení funkčních dílů stavebních i soustav TZB a vymezení jejich navrhování a řešení pro budovy s téměř nulovou potřebou energie při uvažování kritériální hodnoty měrné potřeby primární energie v kWh/m² za rok a požadavku užití obnovitelné energie
- uvedení zahraničních příkladů řešení s rozбором využitelnosti užitých opatření, jako jsou řešení větrání budov ve švýcarském programu Minergie, návrh a provedení bytových domů i budov OB energy plus v sídelním útvaru
- formulování hlavních zásad nZEB (nearly Zero Energy Building), parametrů řešení a možných výstupů pro rodinný dům a administrativní budovu. Porovnání s dosažitelnými tuzemskými řešeními.

Publikace obsahuje:

- Úvod
- Vybrané pojmy, definice a označení.
- Specifikace OZE včetně technologií podporujících jejich užití.
- Specifikace stavebního řešení a energeticky účinných soustav TZB a jejich prvků
- Příklady zahraničních řešení a využitelnost užitých opatření
- Parametrické vymezení budovy s téměř nulovou potřebou energie nZEB.

Publikace má 140 stránek a je prezentována v tištěné formě a elektronicky jako *.pdf.

Publikace je určena pro energetické auditory, poradenská střediska EKIS, energetické konzultanty a experty, státní a místní správu, projektanty a podnikatele.

prosinec 2011

OBSAH

stránka

1	ÚVOD	1
2	VYBRANÉ POJMY, DEFINICE A OZNAČENÍ	3
3	SPECIFIKACE OZE VČETNĚ TECHNOLOGIÍ PODPORUJÍCÍ JEJICH UŽITÍ.....	9
3.1	SLUNEČNÍ ENERGIE	9
3.1.1	Návrh slunečních kolektorů podle metody docenta Cihelky.....	12
3.1.2	Kritéria výběru slunečních kolektorů.....	14
3.1.3	Solární soustavy.....	15
3.1.3.1	Volba typu kolektorů.....	15
3.1.3.1.1	Umístění a upevnění kolektorů.....	16
3.1.3.2	Kolektory a mezní teplota	17
3.1.3.3	Zabezpečovací zařízení	17
3.1.3.4	Vzdálenost řad kolektorů.....	18
3.1.3.5	Rozmístění a upevnění kolektorů	18
3.1.3.6	Zásobní nádrže	21
3.1.4	Možná degradace užití SE.....	21
3.2	FOTOVOLTAIKA.....	22
3.3	VYUŽITÍ BIOMASY	24
3.3.1	Přehled biomasy:	24
3.3.2	Orientační kvantifikace dodávky biomasy.....	24
3.3.3	Koncepce zásobování obce palivem:.....	26
3.3.4	Zdroje tepla pro tepelné výkony do cca 90 kW.....	28
3.3.5	Zdroje tepla pro tepelné výkony nad cca 90 kW.....	28
3.3.6	Přínos pro životní prostředí	29
3.3.7	Faktory, které degradují přínosy užití biomasy.....	29
3.4	TEPELNÁ ČERPADLA	29
3.4.1	Ekonomie	32
3.4.2	Základní parametry TČ.....	33
3.4.2.1	Teploty	33
3.4.2.2	Hodnoty pro topný výkon a topný faktor tepelných čerpadel s elektrickým pohonem.....	34
3.4.2.2.1	Topný výkon	34
3.4.2.2.2	Topný faktor.....	34
3.5	ŠEDÁ VODA.....	39
4	SPECIFIKACE STAVEBNÍHO ŘEŠENÍ A ENERGETICKY ÚČINNÝCH SOUSTAV TZB A JEJICH PRVKŮ	40
4.1	STAVEBNÍ ŘEŠENÍ	42
4.1.1	Vliv otvorových výplní.....	43
4.2	VYTÁPĚNÍ.....	45
4.2.1	Certifikace otopné soustavy	47
4.2.1.1	Část sdílení tepla	47
4.2.1.2	Část rozvody tepla.....	48
4.2.1.3	Část akumulace tepla.....	49
4.2.1.4	Část zdroje tepla.....	49
4.2.2	Funkční díly otopné soustavy.....	51
4.2.2.1	Rozvody a otopné plochy	51
4.2.2.1.1	Rozvody.....	51
4.2.2.1.2	Tendence ve vývoji rozvodů tepla v objektu.....	51
4.2.2.1.3	Otopné plochy	51
4.2.2.1.4	Tendence ve vývoji otopných ploch.....	52
4.2.2.2	Akumulace	52
4.2.2.3	Kotelny	52
4.2.2.3.1	Kotle na tuhá paliva	52
4.2.2.3.2	Plynové kotle	54
4.2.2.4	Úpravný parametrů v objektu – domovní předávací stanice (DPS).....	57
4.2.2.4.1	Vývojová tendence a zařízení pro budovy s téměř nulovou potřebou energie	58
4.2.2.5	Degradující činitelé při dosažení energetické účinnosti otopné soustavy	59
4.3	PŘÍPRAVA TV.....	59
4.3.1	Certifikace ohřevu TV.....	60

4.3.2	Přehled stávajících parametrů.....	60
4.3.3	Tendence vývoje ohřevu vody.....	61
4.4	VĚTRÁNÍ.....	61
4.4.1	Obecné požadavky na větrání a stav větrání.....	62
4.4.1.1	Oděrové mikroklima.....	63
4.4.1.2	Tepelně vlhkostní mikroklima.....	64
4.4.2	Navrhování množství větracího vzduchu v bytových domech.....	66
4.4.2.1	Všeobecné požadavky na všechny typy větracích systémů.....	66
4.4.2.2	Nucené větrání (s ventilátory pro přívod i odvod).....	66
4.4.3	Navrhování množství větracího vzduchu v občanských budovách.....	68
4.4.4	Větrací zařízení.....	71
4.4.4.1	Panelové bytové domy.....	73
4.4.4.2	Bytové domy postavené v tradiční technologii.....	73
4.4.4.3	Rodinné domy.....	73
4.4.4.4	Občanské budovy.....	73
4.4.4.5	Větrací zařízení s využití tepla z odváděného vzduchu.....	74
4.4.4.6	Příklad nuceného větrání v bytovém domě.....	75
4.4.5	Závěry.....	77
4.5	CHLAZENÍ.....	78
4.6	ŘÍDICÍ SYSTÉMY, REGULACE A MĚŘENÍ.....	80
4.6.1	Trídění regulačních systémů.....	80
4.6.2	Funkční charakteristiky regulace.....	80
4.6.3	Energetické manažerství.....	84
4.6.3.1	Provedení energetického manažerství.....	85
4.6.4	Intelligence budov.....	89
4.6.4.1	Předpoklady pro zavádění inteligence v budovách s téměř nulovou potřebou energie.....	89
4.6.4.2	Projektování, programování, oživování.....	91
4.6.4.3	Systémy inteligence budov.....	95
4.6.4.4	Příklady realizací.....	97
4.6.4.4.1	Bytový dům panelový.....	97
4.6.4.4.2	Byt v tradiční zástavbě – nízkoenergetická modernizace.....	101
4.6.4.4.3	Nový rodinný dům.....	103
4.6.4.4.4	Občanské budovy.....	104
4.7	ELEKTRICKÉ ROZVODY A UMĚLÉ OSVĚTLENÍ.....	104
4.7.1	Požadavky na umělé osvětlení.....	105
4.7.2	Výběr svítidel pro osvětlení interiérů.....	106
4.7.2.1	Základní vlastnosti svítidel.....	106
4.7.2.2	Rozložení světelného toku svítidla do prostoru – typ osvětlovací soustavy.....	106
4.7.2.3	Světelné zdroje.....	107
4.7.2.4	Energetický štítek pro světelné zdroje.....	110
4.7.2.5	Potřeba energie pro umělé osvětlení a možné úspory.....	111
4.7.2.5.1	Informativní hodnoty LENI.....	111
4.7.2.5.2	Osvětlení prostorů a elektrické rozvody.....	112
4.7.3	Možná úspora elektřiny v budově a požadavky na elektrické rozvody.....	112
5	PŘÍKLADY ZAHRANIČNÍCH ŘEŠENÍ A VYUŽITELNOST UŽITÝCH OPATŘENÍ.....	114
5.1	PŘÍKLADY ŘEŠENÍ VE ŠVÝCARSKÉM PROGRAMU MINERGIE.....	114
5.2	BUDOVY ENERGY PLUS V SÍDELNÍM ÚTVARU VE FREIBURGU.....	118
5.2.1	Popis.....	119
5.2.1.1	Tepelná izolace stěn.....	120
5.2.1.2	Větrání.....	121
5.2.1.3	Instalační modul.....	123
5.2.1.4	Sluneční loď – smíšená občanská vybavenost s bydlením.....	125
5.2.1.5	Energetická bilance a závěry.....	127
6	PARAMETRICKÉ VYMEZENÍ BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU POTŘEBOU ENERGIE NZEB ²¹	128
6.1	ZÁSADY PRO NAVRHOVÁNÍ NZEB.....	128
6.1.1	Navrhované zásady nZEB a přístupy k zavedení.....	128
6.1.2	Simulace referenční budov pro stanovení parametrů.....	129
6.1.2.1	Společné hodnoty pro referenční budovy k simulaci.....	132
6.1.3	Simulace a výstupy pro RD.....	134
6.1.4	Simulace a výstupy pro AB.....	135
6.1.5	Hodnocení výsledků simulace.....	136
6.1.5.1	Rodinné domy.....	136

6.1.5.2	Administrativní budovy.....	137
6.2	ČESKÉ BUDOVY A NZEB.....	137
6.2.1	Bytový dům vícepodlažní.....	137
6.2.2	Rodinný dům.....	139

1 ÚVOD

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov zavedla pojem budov s téměř nulovou potřebou energie.

„Budovou s téměř nulovou potřebou energie“ je budova, jejíž energetická náročnost je velmi nízká. Téměř nulová či nízká potřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí;

Navrhuje se zvýšení počtu budov, které nejenže splňují současné minimální požadavky na energetickou náročnost, ale jsou i energeticky účinnější, a to rozšířením budov s téměř nulovou potřebou energie.

Požaduje se, aby:

- a) do 31. prosince 2020 všechny nové budovy byly budovami s téměř nulovou potřebou energie a
- b) po dni 31. prosince 2018 nové budovy užívané a vlastněné orgány veřejné moci byly budovami s téměř nulovou potřebou energie.

Pro zvýšení počtu budov s téměř nulovou potřebou energie se mohou opatření a jejich parametry odlišovat v závislosti na užití budovy. Vypracují se postupy k transformaci budov na budovy s téměř nulovou potřebou energie.

Praktické uplatňování budov s téměř nulovou spotřebou energie bude zohledňovat celostátní, regionální nebo místní podmínky a číselným ukazatelem bude potřeba primární energie vyjádřená v kWh/m² za rok.

Jsou-li náklady a přínosy během ekonomického životního cyklu budovy negativní, neuplatní se v odůvodněných případech požadavky vedoucí k budově s téměř nulovou potřebou energie.

V publikaci jsou témata:

- užití OZE – sluneční energie, biomasy, fotovoltaiky, šedé vody včetně technologií užití podporující, jako jsou reverzibilní chladicí jednotky v občanských budovách (OB), TČ v integrovaných soustavách (OB), apod.
- rozbor vhodných řešení funkčních dílů stavebních i soustav TZB a vymezení jejich navrhování a řešení pro budovy s téměř nulovou potřebou energie při uvažování kritériální hodnoty měrné potřeby primární energie v kWh/m² za rok a požadavku užití obnovitelné energie
- uvedení zahraničních příkladů řešení s rozбором využitelnosti užitých opatření, jako jsou řešení větrání budov ve švýcarském programu Minergie, návrh a provedení bytových domů i budovy OB energy plus v sídelním útvaru
- formulování hlavních zásad nZEB²¹, parametrů řešení a možných výstupů pro rodinný dům a administrativní budovu. Porovnání s dosažitelnými tuzemskými řešeními.

Publikace obsahuje:

- Úvod
- Vybrané pojmy, definice a označení.

- Specifikace OZE včetně technologií podporujících jejich užití.
- Specifikace stavebního řešení a energeticky účinných soustav TZB a jejich prvků
- Příklady zahraničních řešení a využitelnost užitých opatření
- Parametrické vymezení budovy s téměř nulovou potřebou energie nZEB.

Vhodná řešení jsou označena ☺.

2 VYBRANÉ POJMY, DEFINICE A OZNAČENÍ

Uvádí se základní pojmy, definice a označení užitá v této publikaci.

definice	obsah definice
celková ztráta tepla soustavy	součet ztrát tepla technického zařízení včetně využitelných ztrát tepla zařízení
celkový činitel prvotní energie	neobnovitelná a obnovitelná prvotní energie dělená dodanou energií, kdy prvotní energie je požadována pro zásobování jednotkou dodané energie při uvažování energie potřebné pro těžbu, zpracování, skladování, dopravu, výrobu, přeměnu, rozvod a další operace nutné pro dodání do budovy, ve které se dodaná energie užije Poznámka. Celkový energetický činitel je vždy vyšší než 1
CO₂ emisní součinitel	množství CO ₂ vypuštěné do ovzduší na jednotku dodané energie. Poznámka. Může zahrnout ekvivalent emisí jiných skleníkových plynů, např. metanu)
činitel energetické přeměny nebo koeficient energetické přeměny	činitel ¹ nebo koeficient užitý k vyjádření energetického obsahu různými způsoby (např. prvotní energií, CO ₂ emisemi)
dílní části technické soustavy	část technické soustavy budovy, která má specifické funkce (např. výrobu tepla, rozvod tepla, sdílení tepla)
dodaná energie	energetický obsah, vyjádřený na nositele energie, dodaná do soustav TZB hranicí systému, k zajištění uvažované užití (např. vytápění, chlazení, větrání, přípravu TV, osvětlení, přístroje) nebo k výrobě elektřiny. Poznámka. Pro aktivní sluneční a větrné soustavy dopadající sluneční energie nebo kinetická energie větru tvoří část energetické bilance budovy. Na národní úrovni se stanoví, zda-li obnovitelná energie vyrobená na místě je částí dodané energie. Dodaná energie se může vypočítat pro stanovené užití nebo se měří.
elektrická energie z rozvodné sítě	energie dodaná do budovy z veřejného rozvodu elektřiny
energetická náročnost budovy	vypočtené nebo měřené množství dodané a vydané energie skutečně užitá nebo odhadnuté pro pokrytí různých potřeb při standardizovaném užití budovy, které může zahrnovat užití energie pro vytápění, chlazení, přípravu TV a osvětlení
energetické ohodnocení	hodnocení energetické náročnosti budovy spočívající na vypočítaném nebo měřeném užití nositelů energie (paliv)
energetický ukazatel	energetické hodnocení dělené upravovanou plochou
energetický zdroj	zdroj, z kterého může vytěžena, získána nebo obnovena užitná energie buď přímo nebo procesem přeměny nebo změny Poznámka. Příkladem jsou ropná a plynová pole, uhelné doly, slunce, les, apod.

¹ Poznámky: Koeficient – hodnota má rozměry, činitel – hodnota je bezrozměrná

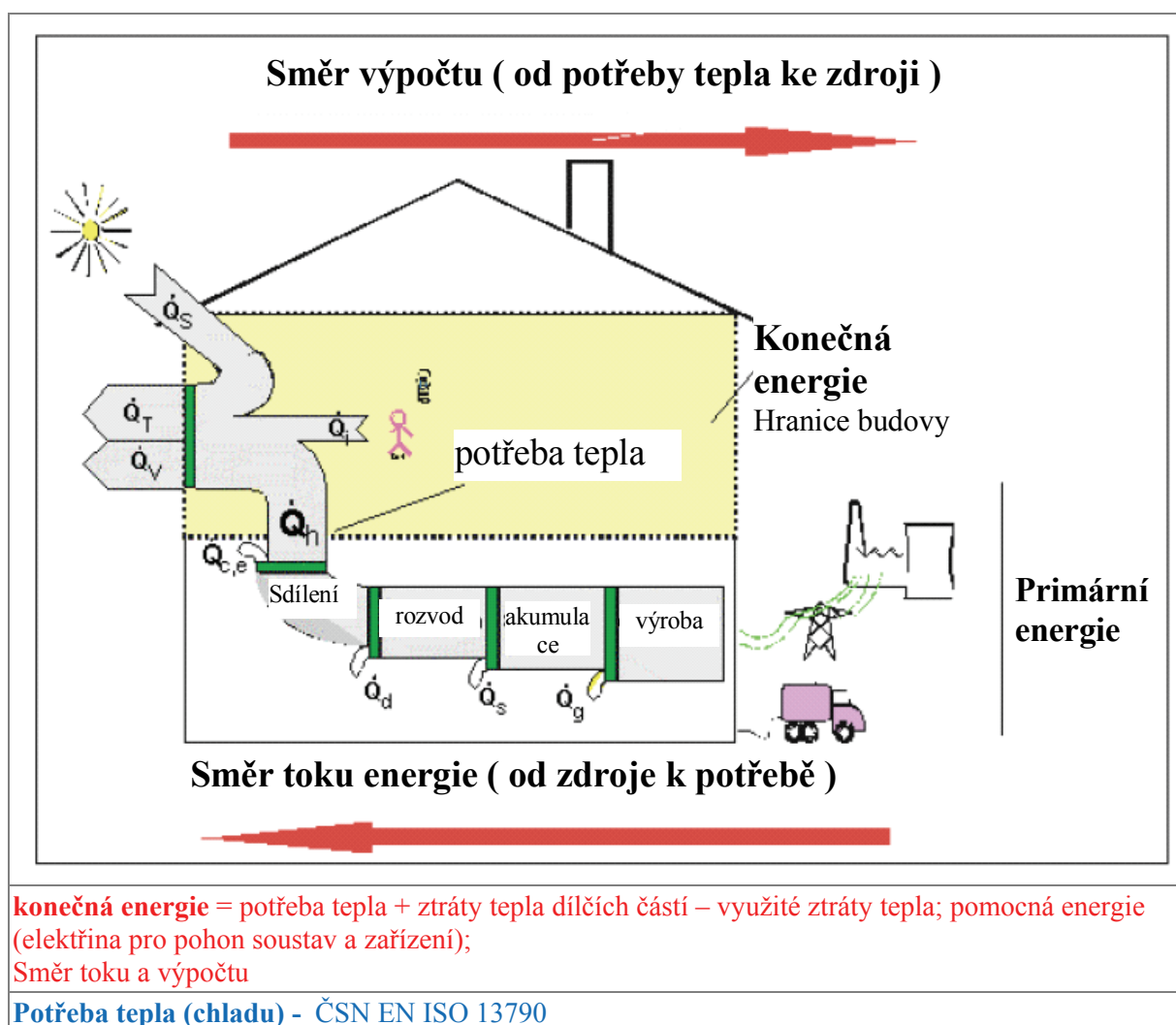
definice	obsah definice
horní výhřevnost, spalné teplo	množství tepla uvolněné při spálení jednotky paliva se vzduchem, které shoří úplně při konstantním tlaku 101 320 Pa a při ochlazení spalin na teplotu okolí. Poznámka. Toto množství zahrnuje latentní teplo zkondenzované vodní páry obsažené v palivu a vodní páry vzniklé spálením vodíku obsaženého v palivu Podle ISO 13602-2 horní výhřevnost se upřednostňuje před výhřevností Výhřevnost nezahrnuje latentní teplo kondenzace
kondenzační kotel	kotel konstruovaný k využívání latentního tepla uvolňovaného při kondenzaci vodní páry ve spalinách; kotel musí umožňovat odvedení kondenzátu v kapalném stavu z výměníku tepla přes odváděč kondenzátu. Poznámka. Kotle, které nejsou takto konstruovány nebo nemají prostředky pro odvádění kondenzátu v kapalném stavu, se nazývají „standardní“ (bez kondenzace).
kondenzační kotel na kapalném palivo	kotel konstruovaný k využívání latentního tepla uvolňovaného při kondenzaci vodní páry ve spalinách v kapalném stavu [ČSN EN 15034:2006]
kotel	zařízení spalující plynná, kapalná nebo pevná paliva navržené pro výrobu horké vody pro vytápění; může (ale nemusí) být navrženo také pro ohřev teplé vody
kotel s dvoupolohovým řízením	kotel, který není způsobilý měnit rychlost spalování paliva a přitom udržovat nepřetržitý provoz hořáku; patří sem kotle s alternativními rychlostmi hoření nastavenými pouze jednou v okamžiku instalace, nazývané jako kotle se členem k seřízení tepelného příkonu
kotel s vícestupňovým řízením	kotel, který je způsobilý postupně měnit rychlost spalování paliva a přitom udržovat nepřetržitý provoz hořáku
kotel se spojitým řízením	kotel, který je způsobilý průběžně (od nastaveného minima po nastavené maximum) měnit rychlost spalování paliva a přitom udržovat nepřetržitý provoz hořáku
krok výpočtu	jednotlivý časový interval pro výpočet potřeb a užití energie. Poznámka. Typickým časovým intervalem je jedna hodina, jeden měsíc nebo jedno topné a/nebo chladicí období, provozní režim a časový úsek
neobnovitelná energie	energie ze zdroje, který se vyčerpá těžbou (např. fosilní paliva)
neobnovitelný činitel prvotní energie	podíl neobnovitelné prvotní energie a dodané energie, kdy neobnovitelná prvotní energie zahrnuje neobnovitelnou energii pro těžbu, zpracování, skladování, dopravu, výrobu, přeměnu, dopravu a rozvod a další operace nutné pro dodání do budovy, ve které se dodaná energie užije. Poznámka. Neobnovitelný činitel prvotní energie může být menší než jednotka, užije-li se obnovitelná energie
neupravovaný prostor	Místnost nebo ohraničení, které nejsou částí upravovaného prostoru
nízkoteplotní kotel	standardní kotel konstruovaný jako nízkoteplotní kotel a zkoušený jako nízkoteplotní kotel, jak je předepsáno ve směrnici Rady 92/42/EEC o účinnosti kotlů

definice	obsah definice
nositel energie	látko nebo jev, který se může využít k získání mechanické práce nebo tepla, nebo k chemickým nebo fyzikálním procesům Poznámka. Energetický obsah paliva udává jejich horní výhřevnost ²
nová budova	<i>pro počítané hodnocení budovy</i> : budova je projektovaná nebo ve výstavbě <i>pro měřené hodnocení budovy</i> : budova je nedávno dostavěná se spolehlivým záznamem užití energie
obnovitelná energie OZE	energie ze zdrojů, které nejsou vyčerpány těžbou, jako je sluneční energie, (tepelná a fotovoltaická), vítr, vodní pohon, biomasa Poznámka. V ISO 13602-1 je obnovitelná energie definovaná jako „přírodní zdroj, pro který podíl vytvoření přírodního zdroje k výstupu tohoto zdroje z přírody do technické oblasti je rovný nebo větší než 1“
obnovitelná energie vyrobená v budově	energie vyrobená technickými soustavami budovy přímo spojenými s budovou využívající energetické obnovitelné zdroje
obsazená zóna	část upravované zóny, ve které běžně pobývají lidé a kde je třeba zajistit pohodu prostředí Definice obsazené zóny závisí na geometrii a užití místnosti a je stanovena případ od případu. Zpravidla jde o výraz užívaný pouze pro prostor určený pro pobyt lidí a je definován jako objem vzduchu určený svislými a vodorovnými rovinami. Svislé roviny jsou zpravidla rovnoběžné se stěnami místnosti. Zpravidla je také omezena světlá výška
pomocná energie	elektrická energie užitá technickými soustavami budovy jako jsou vytápění, chlazení, větrání, příprava TV k podpoře přeměny energie k zajištění energetických potřeb. Poznámka. Zahrnuje energii pro ventilátory, čerpadla, regulaci, apod. Elektrina pro větrací soustavu k dopravě vzduchu a využití tepla se neuvažuje jako pomocná energie, ale jako energie užitá pro větrání
prvotní energie	energie, která nebyla přeměněna nebo změněna Poznámka. Prvotní energie zahrnuje neobnovitelnou i obnovitelnou energii. Jestliže se uvažují obě, může se nazývat celková prvotní energie Pro budovu je to energie užitá k získání energie dodané do budovy. Počítá se z dodaného a vydaného (exportovaného) množství nositelů energie při užití činitele přeměny
spalné teplo	množství tepla uvolněné úplným spalováním (objemové nebo hmotnostní) jednotky paliva za přítomnosti kyslíku při konstantním tlaku rovnajícím se 101 320 Pa, přičemž spaliny jsou převedeny na teploty okolního prostředí. Poznámka. Toto množství zahrnuje latentní kondenzační teplo jakékoli vodní páry obsažené v palivu a vodní páry vzniklé spalováním jakéhokoli vodíku obsaženého v palivu. Podle ISO 13602-2 [5] má spalné teplo přednost před výhřevností. Výhřevnost nebere v úvahu latentní kondenzační teplo.
stávající budova	<i>pro počítané hodnocení budovy</i> : budova je postavená <i>pro měřené hodnocení budovy</i> : budova, pro kterou údaje o zhodnocení užití energie jsou známy nebo mohou být měřeny

² Poznámky: Gross calorific value – spalné teplo nebo horní výhřevnost

definice	obsah definice
technická soustava budovy	technické zařízení pro vytápění chlazení, větrání, přípravu TV, osvětlení a výrobu elektřiny sestávající z dílčích částí Poznámka. Technická soustava budovy může příslušet jednomu nebo více technickým zařízením v budově (např. vytápěcí soustavě, soustavě vytápění a přípravy TV) Výroba elektřiny může zahrnout kogeneraci a fotovoltaickou soustavu
technická zařízení budovy (TZB)	sestávají ze soustav TZB a zařízení k zajištění pohody prostředí TV, osvětlení a další služby pro budovu
tepelná soustava	soustava TZB, zahrnující vytápěcí soustavu a soustavu přípravy TV
tepelná zóna	část vytápěného prostoru s danou (nastavenou) teplotou, ve kterém se předpokládají zanedbatelné prostorové změny vnitřní teploty
ztráta tepla soustavy	ztráta tepla z technického zařízení budovy pro vytápění, chlazení, přípravu teplé vody, zvlhčování, zbavování vlhkosti, větrání nebo osvětlování, jakož i jiných aplikací, které nepřispívají k užitečnému výkonu soustavy. Poznámka. Tepelná energie obnovená přímo v dílčí části se nepovažuje za tepelnou ztrátu soustavy, nýbrž za regeneraci (odpadního) tepla, a je takto pojednána i v souvisící normě na danou soustavu
tepelné zisky	teplo vyrobené uvnitř budovy nebo vstupující do upravovaného prostoru z jiných zdrojů tepla než jsou soustavy TZB (např. vytápění, chlazení, příprava TV) Poznámka. Zahrnují se vnitřní tepelné zisky a sluneční tepelné zisky. Poklesy způsobené odvodem tepla z budovy se zahrnují jako zisky se záporným znaménkem. Oproti dopravě tepla ze zdroje tepla (nebo poklesu) není hnací silou pro tepelný tok rozdíl teplot mezi teplotou uvažovaného prostoru a teplotou zdroje Pro letní období tepelné zisky s kladnou hodnotou tvoří mimořádné tepelné zatížení prostoru
účinnost rozvodu	podíl mezi energetickou potřebou na výstupu z části rozvodu a energetickou potřebou na vstupu do části rozvodu při uvažování tepelné ztráty a pomocné energie této části
účinnost sdílení (výdeje) tepla	podíl mezi energetickou potřebou na výstupu z části sdílení (potřeba energie) a energetickou potřebou na vstupu do části sdílení při uvažování tepelné ztráty (např. neideální sdílení způsobené nerovnoměrným rozdělením teplot a neideální místní regulace). Účinnost zahrnuje pomocnou energii této části.
účinnost výroby (zdroje) tepla	podíl mezi energetickou potřebou na výstupu z části výroby a energetickou potřebou na vstupu do části výroby (užití energie) při uvažování tepelné ztráty. Účinnost zahrnuje pomocnou energii této části.
upravovaná plocha	podlahová plocha upravovaného prostoru s vyloučením neobytných sklepů nebo neobytných částí prostoru, zahrnující podlahovou plochu ve všech podlažích. Poznámka. Definice je zpřesněna národními předpisy. Může se užívat vnitřních, převážně vnitřních nebo vnějších rozměrů. To vede k různým plochám téže budovy. Některé soustavy, jako je umělé osvětlení nebo větrání se vyskytnou v plochách nezahrnutých v této definici (např. garáže, spod.). Upravená plocha se může uvažovat jako užitná plocha zmíněná v člancích 5, 6 a 7 EPBD, není-li jinak definována v národních předpisech

definice	obsah definice
užití energie pro větrání	elektrická energie pro větrací soustavu k dopravě vzduchu a zpětné využití tepla (nezahrnuje se energetický vstup pro předehřev vzduchu) a energetický vstup pro zvlhčování
užití energie pro vytápění, chlazení nebo přípravu TV	energetický vstup pro soustavy vytápění, chlazení, nebo přípravy TV k zajištění energetické potřeby vytápění, chlazení (včetně odvlhčování) nebo přípravy TV Poznámka. Zajišťuje-li soustava TZB několik soustav (např. vytápění a přípravu TV), může být obtížné rozdělení užití energie pro každou soustavu. Může být udána jako kombinované množství (např. potřeba energie pro vytápění a přípravu TV)
venkovní teplota	teplota venkovního vzduchu. Poznámka. Pro provádění výpočtů prostupu tepla se teplota sálání venkovního prostředí údajně rovná teplotě venkovního vzduchu; dlouhovělný přenos do vzdušného prostoru se vypočítá odděleně. Měření teploty venkovního vzduchu je definováno v EN ISO 15927-1 Tepelně vlhkostní chování budov – Výpočet a uvádění klimatických dat – Část 1: Měsíční průměry jednotlivých meteorologických prvků.
větrání	proces dodávky a odvodu vzduchu přirozeným nebo nuceným způsobem do nebo z prostoru
vydaná (exportovaná) energie	energie, vyjádřená nositelem energie, dodaná technickým zařízením budovy systémovou hranicí budovy a užitá vně systémové hranice Poznámka. Vydaná energie se může určovat podle výroby (např. kogenerace, fotovoltaika) tak, aby se mohly uplatnit různé činitele pro její vážení Vydaná energie se vypočítá nebo změří
výhřevnost	hodnota spalného tepla bez latentního kondenzačního tepla vodní páry ve spalínách při teplotě okolního prostředí
využitá ztráta tepla soustavy	část obnovitelné ztráty tepla soustavy, která byla obnovena (znovu získána) buď ke snížení potřeby energie k vytápění nebo chlazení, nebo k požadovanému užití energie soustavou k vytápění nebo chlazení
využitelná ztráta tepla soustavy	část ztráty tepla soustavy, která může být využita (znovu získána) buď ke snížení potřeby energie k vytápění nebo chlazení, nebo k užití energie soustavou k vytápění nebo chlazení
zpětné využití tepla	teplo vyrobené v soustavách TZB nebo vzniklé užitím budovy (např. příprava TV), které se přímo užije v dotčené soustavě ke snížení přiváděného (na vstupu) tepla, a které by jinak bylo zmařeno (např. předehřev spalovacího vzduchu ve výměníku kouřových spalín)



OBRÁZEK 2-1

ENERGETICKÁ CERTIFIKACE BUDOVY

3 SPECIFIKACE OZE VČETNĚ TECHNOLOGIÍ PODPORUJÍCÍ JEJICH UŽITÍ

Obnovitelné zdroje energie (OZE) k využití pro provoz budovy s téměř nulovou potřebou energie jsou:

☺ **Sluneční energie**

- pasivní, aktivní a kombinované využití pro vytápění a přípravu TV
- fotovoltaika- pro výrobu elektřiny

☺ **Teplo prostředí** – vzduchu, vody, půdy, technologické – TČ – pro výrobu tepla

☺ **Biomasa** – pro výrobu tepla

☺ **Geotermální** – pro výrobu tepla

☺ **Odpady** – pro výrobu tepla

☺ **Plyny** - skládkový, z čistíren vody a bioplyny (anaerobní) - pro výrobu tepla

☺ **Větrná a vodní energie** – pro výrobu elektřiny.

Současný stav poznání a praktických realizací prokazuje, že pořadí využívání OZE v budoucnosti jeví následující:

- sluneční energie (SE) pro přípravu TV. Největším kladem SE je všeobecná dostupnost, nezanechává odpady a dovede připravit TV na stejnou nebo o něco nižší teplotu, než je pro sociální účely potřeba. Výborným příkladem je realizace v BD Orlová
- teplo prostředí pro tepelná čerpadla pro vytápění a přípravu TV a reverzibilní chladicí jednotky. Pro vytápění se uplatní se v integrovaných zařízeních u budov tepelně izolovaných na hodnoty cca $U=0,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ a při úsilí o energetickou třídu A spolu se sluneční energií pro TV. Také u většiny akumulací tepla ze sluneční energie (tepla prostředí).
- biomasa pro vytápění a přípravu TV. Užití pro lokální i ústřední vytápění a přípravu TV
- výroba elektřiny fotovoltaickými články se nedoporučuje s ohledem na poměr přínos uživateli /vynaložené náklady. Dalším důvodem je i nejistota opatření způsobená vysoce dotovanou cenou vykupované energie. Je na posledním místě v hierarchii opatření

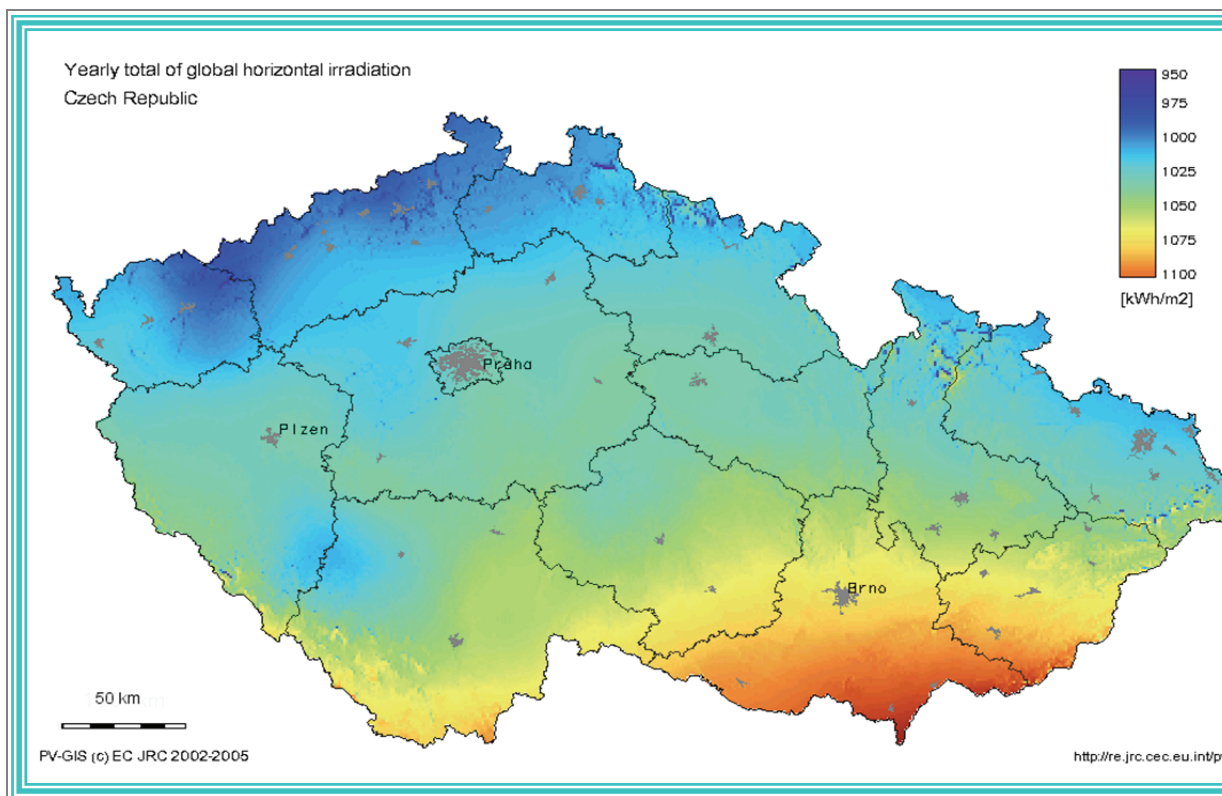
Při rozhodování o každé realizaci zařízení pro využití OZE se zjistí, zda nelze finanční prostředky investovat do energetických opatření lépe, tj. snížit nejprve energetickou náročnost objektu tradičními způsoby s dlouhodobou životností (energie pro vytápění, větrání, TV). Rozhodující je velikost investice na získanou (uspořenou) kWh jakýmkoliv způsobem, a to při zvážení opakovanosti při obnově zařízení v období prodloužení životnosti budovy. Dodrží se požadavek nákladově optimálních úrovní energetické náročnosti budov.

3.1 SLUNEČNÍ ENERGIE

Slunce, jehož povrchová teplota je přibližně 6 000 K, vyzařuje do kosmického prostoru paprsky. Z toho jsou pro přenos energie významné paprsky o vlnové délce 0,2 až 3,0 μm . Na hranici atmosféry Země je intenzita slunečního záření 1 340 až 1 390 $\text{W}\cdot\text{m}^2$ (v průměru 1 360 $\text{W}\cdot\text{m}^2$), to je tzv. sluneční konstanta.

Průchodem paprsků atmosférou se intenzita slunečního záření zmenšuje; dochází jednak k rozptylu paprsků odrazem o molekuly plynů a částičky prachu ve vzduchu, jednak k absorpci

záření víceatomovými plyny (vodní párou H_2O , oxidem uhličitým CO_2 a ozónem O_3) obsaženými ve vzduchu. Mírou tohoto zmenšení intenzity slunečního záření je tzv. součinitel znečištění (zakalení) atmosféry Z , který závisí na obsahu příměsí ve vzduchu a na atmosférickém tlaku (na nadmořské výšce).



OBRÁZEK 3-1

ROČNÍ INTENZITA SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ V kWh/m^2

Na venkově, kde je čistý vzduch, je součinitel Z menší než ve městech se značnou koncentrací exhalací. Také s přibývajícím nadmořskou výškou se součinitel Z zmenšuje. Nejmenší hodnoty byly zjištěny na vrcholcích velehor ($Z = 2$), největší, naopak v průmyslových městech ($Z = 5$ až 6 , krátkodobě až 8). Za normálních okolností lze počítat s průměrnými hodnotami

$Z = 3$ pro venkov bez průmyslových exhalací,

$Z = 4$ pro města s průmyslovými exhalacemi.

Z obrázků 3-1 a 3-2 je zřejmé, že v ploše republiky se intenzity slunečního záření mění v malém rozmezí od 950 do $1100 kWh/m^2$ a je možno použít společnou hodnotu pro celou republiku.

Možnosti využití sluneční energie jsou:

Pasivní (popisuje ČSN EN ISO 13790) – bioklimatické přístřeší, apod.

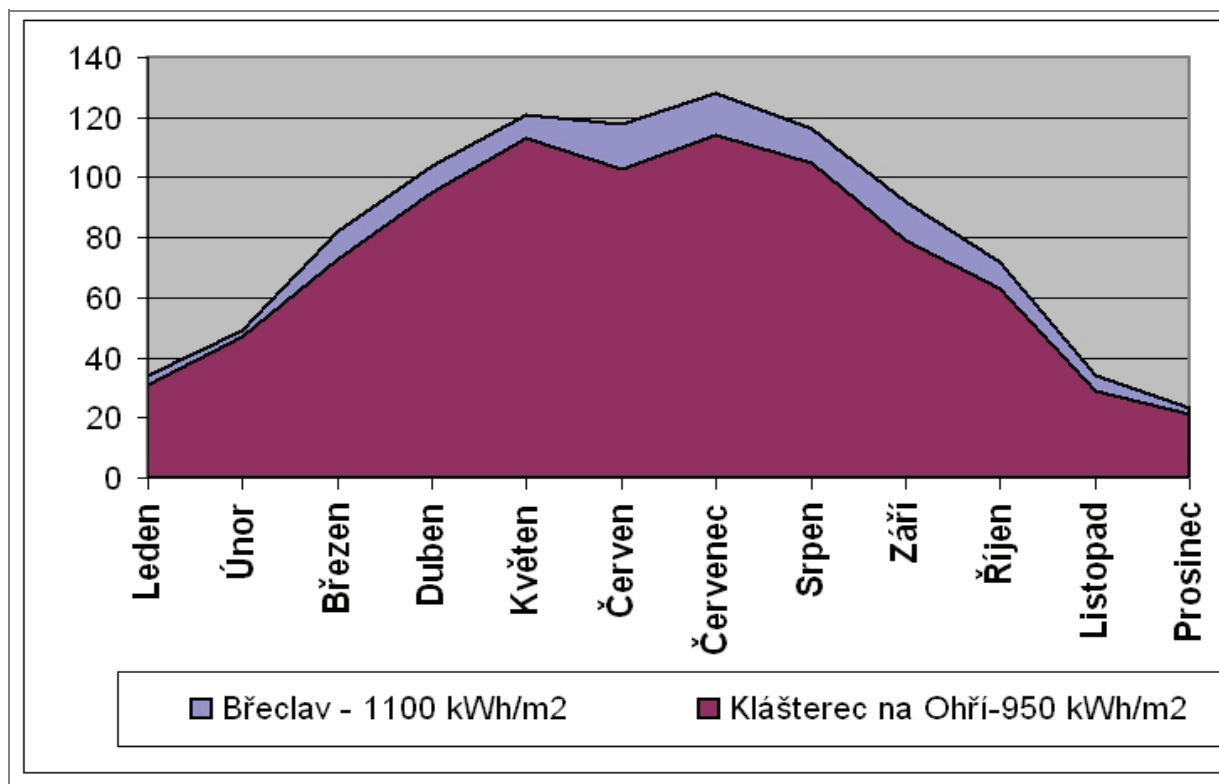
- ☐ otvorové výplně - vždy
- ☐ zasklené verandy, zimní zahrady, zasklené lodžie
- ☐ Trombeho stěna a jiné akumulární konstrukce a materiály (půda, voda, apod.)

Aktivní

- ☐ sluneční okruhy

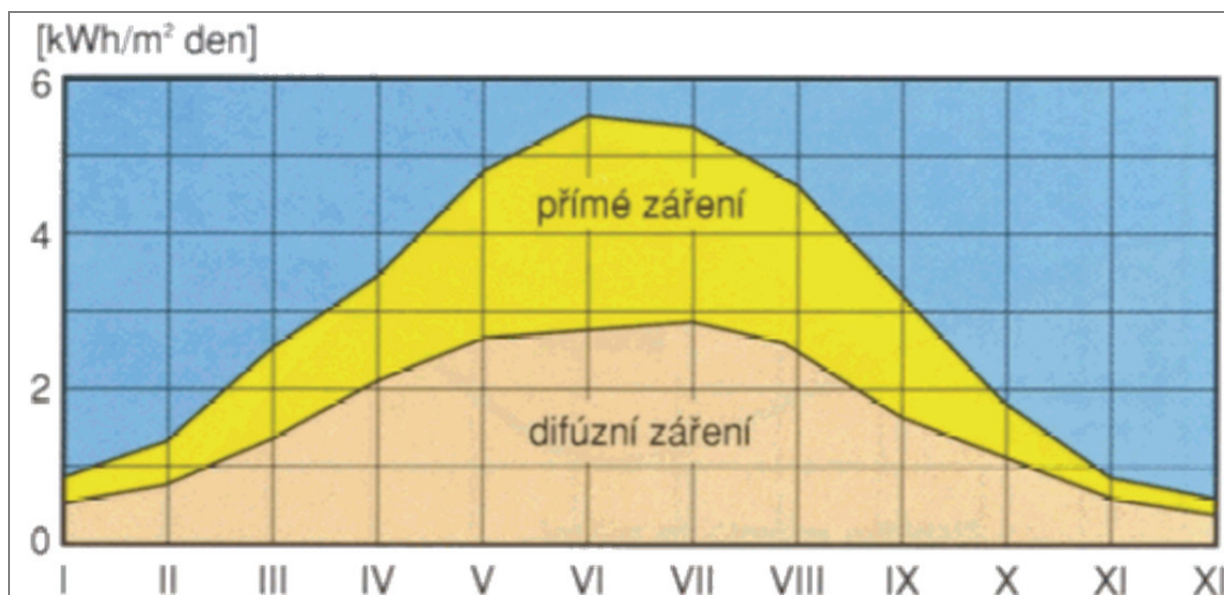
Kombinované

- ☐ Sluneční okruh a akumulace do zásobníku z vody, kamene
- ☐ Sluneční okruh integrovaný se speciálním kotlem na plyn kondenzačním, TČ, apod.



OBRÁZEK 3-2 MĚSÍČNÍ INTENZITY SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ V kWh/m²

Sluneční záření má tři složky: přímé záření, difúzní záření a odražené záření. Na obrázku 3-3 jsou zobrazeny přímá a difúzní složka a je důležité, že difúzní složka není zanedbatelná.



OBRÁZEK 3-3 STRUKTURA SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Skutečná energie dopadající za měsíc $Q_{S,m\acute{e}s}$ na různě skloněné plochy orientované na jih pro Prahu je v tabulce 3-1. V této části uvádíme hodnoty a postupy definované docentem Cihel-

kou, které se minimálně liší od metodiky uvedené v příslušné TNI. Za celý rok dopadá nejvíce energie na plochu skloněnou pod úhlem $\alpha = 45^\circ$.

$$Q_{IV-IX} = 930,4 \text{ kW.h.m}^{-2} \quad (74,3 \%)$$

$$Q_{X-III} = 321,4 \text{ kW.h.m}^{-2} \quad (25,7\%)$$

Pro plochy skloněné pod úhlem $\alpha = 30^\circ$ vycházejí přibližně stejné hodnoty $Q_{S, \text{měs}}$ a $Q_{S, \text{rok}}$ jako pro plochu skloněnou pod úhlem $\alpha = 45^\circ$. Pro zimní období je výhodnější úhel sklonu $\alpha = 60^\circ$ až 90° . V našich podmínkách se zcela dobře vystačí s pevnými slunečními kolektory, jejichž úhel sklonu je trvale nastaven na $\alpha = 30^\circ$ až 45° .

TABULKA 3-1 PRŮMĚRNÁ SLUNEČNÍ ENERGIE DOPADAJÍCÍ ZA MĚSÍC PRO SKLON 0° AŽ 90°

Měsíc	Průměrná energie dopadající za měsíc $Q_{S, \text{měs}}$ (kW.h.m ⁻²) při úhlu sklonu osluněné plochy α						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
I.	22,6	27,3	31,6	33,8	35,3	36,0	35,7
II.	38,4	47,3	53,5	57,7	59,9	60,2	57,1
III.	81,8	93,3	101,4	104,5	102,6	98,6	89,9
IV.	110,4	120,9	127,5	129,0	120,3	107,7	91,5
V.	152,8	164,9	172,2	170,2	149,7	124,0	93,9
VI.	167,7	177,3	181,2	176,4	158,1	126,0	92,4
VII.	161,8	174,5	182,3	180,1	157,8	130,2	97,7
VIII.	131,8	144,8	152,8	154,4	143,8	127,4	106,3
IX.	92,1	106,2	116,1	120,3	117,9	113,1	102,0
X.	45,3	57,0	65,4	70,4	73,8	74,1	69,8
XI.	21,9	26,4	30,6	32,7	34,2	34,8	34,5
XII.	15,8	18,9	21,1	22,3	23,3	22,6	22,3
celkem za rok	1 042,4	1 158,8	1 235,6	1 251,8	1 176,7	1 054,7	893,1

3.1.1 Návrh slunečních kolektorů podle metody docenta Cihelky

Vnější povrch krycích skel je osluněnou plochu, na niž dopadá energie slunečního záření. Krycí skla dopadající energii zčásti odrážejí zpět do okolí, z větší části ji propouštějí k absorpční ploše. Označí-li se poměrná reflexní schopnost krycích skel r a měrný tepelný tok dopadajícího záření q_s (W.m⁻²), prochází krycími skly k absorpční ploše měrný tepelný tok $q_s \cdot (1 - r)$. Měrný tepelný tok q_s je totožný s intenzitou celkového slunečního záření $I = I_p + I_d$ při jasné obloze, popř. s intenzitou difúzního záření I_d při zatažené obloze.

Absorpční plocha pohlcuje dopadající energii a tím se zahřívá na určitou teplotu. Současně je však také ochlazována okolním vzduchem. Měrný tepelný tok zachycený absorberem q_A vyplývá z rovnice tepelné rovnováhy (3-1)

$$(1 - r) \cdot q_s = q_A + k_1 \cdot (\theta_A - \theta_{e, \text{sol}}) + k_2 \cdot (\theta_A - \theta_{e, \text{sol}}) \quad (\text{kWh/m}^2) \quad (3-1)$$

kde

k_1 je součinitel prostupu tepla vrstvou na přední straně absorbéru (na straně se skly) ve $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

k_2 součinitel prostupu tepla vrstvou na zadní straně absorbéru (na straně s tepelnou izolací) ve $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

θ_A střední teplota absorpční plochy (tekutiny proudící absorbérem) ve $^{\circ}\text{C}$

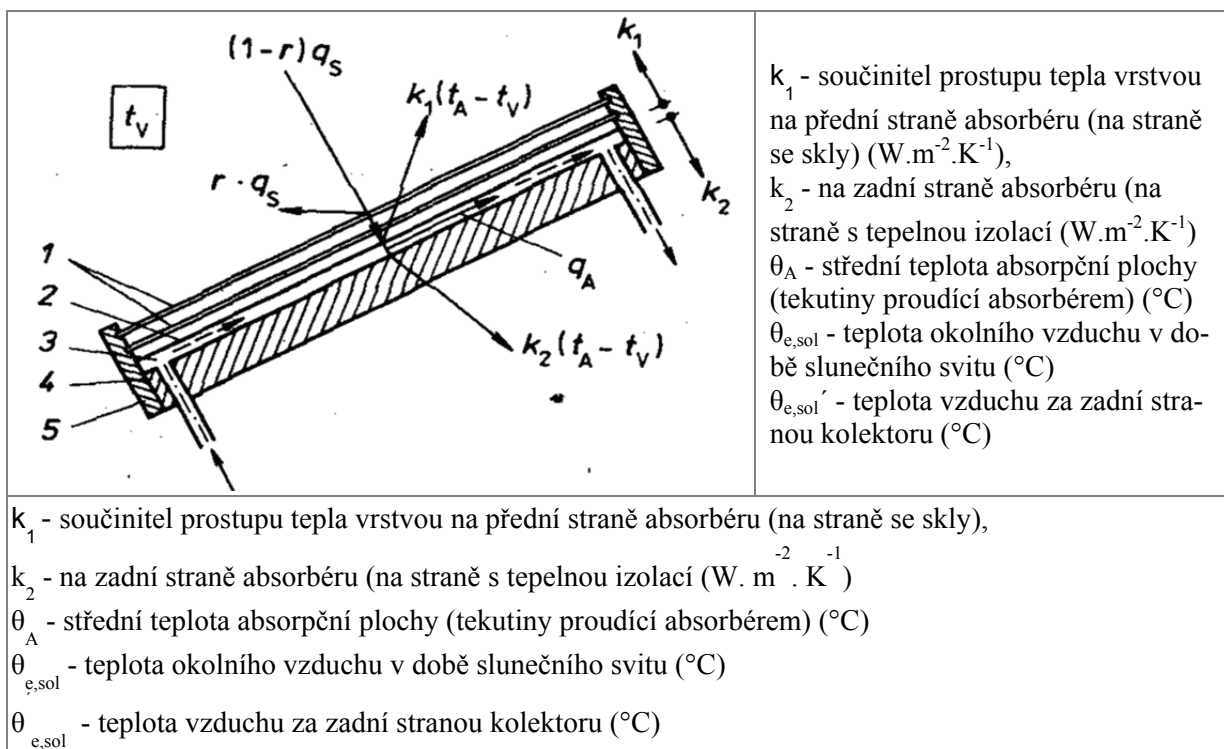
$\theta_{e,\text{sol}}$ teplota okolního vzduchu v době slunečního svitu ve $^{\circ}\text{C}$

$\theta'_{e,\text{sol}}$ teplota vzduchu za zadní stranou kolektoru ve $^{\circ}\text{C}$

r poměrná reflexní schopnost krycích skel; $r = 0,10$ až $0,15$ při dokonale čistých sklech; $r = 0,15$ až $0,20$ při mírně znečištěných sklech

Poměrná reflexní schopnost r krycích skel závisí na počtu krycích skel – pro dvě krycí skla je výsledná reflexní schopnost přibližně dvojnásobná ($0,25$) než u absorbérů s jedním krycím sklem ($0,15$).

$k = k_1 + k_2$ závisí na konstrukci a umístění absorbérů – 6 pro kolektory s jedním sklem a 4 pro kolektory se dvěma skly.



OBRÁZEK 3-4

SCHÉMA SLUNEČNÍHO SBĚRAČE

q_s - měrný tepelný tok dopadajícího záření, tj. intenzita slunečního záření $I_{\text{stř}}$ (W.m^{-2}).

Výpočet účinnosti η_A je podle rovnice 3-2

$$\eta_A = \frac{q_A}{q_s} = (1-r) - \frac{(k_1 + k_2) \cdot (\theta_A - \theta_e)}{q_s} \quad (-) \quad (3-2)$$

kdy

pro dvě krycí skla s reflexní schopností 0,25

$$\eta_A = 0,75 - \frac{4 \cdot (\theta_A - \theta_{e,sol})}{q_s} (-) \quad (3-2a)$$

pro jedno krycí sklo s reflexní schopností 0,15

$$\eta_A = 0,85 - \frac{6 \cdot (\theta_A - \theta_{e,sol})}{q_s} (-) \quad (3-2b)$$

Energie zachycená plochou absorberu $Q_{A,mes}$ se stanoví podle rovnice (3-3)

$$Q_{A,mes} = \eta_A \cdot Q_{S,mes} = \eta_A \cdot n \cdot [\bar{\tau} \cdot Q_{S,den,teor} + (1 - \bar{\tau}) \cdot Q_{D,den}] \quad (kWh/m^2) \quad (3-3)$$

Pro jednotlivé měsíce z tabelované $Q_{S,měs}$ s orientací na jih a sklonem $45^\circ C$ a $\theta_{A,sol} = 40^\circ C$ jsou hodnoty v tabulce

TABULKA 3-2

 ENERGIE ZACHYCENÁ PLOCHOU ABSORBÉRU $Q_{A,MES}$

Měsíc	počet dnů	Průměrná venkovní teplota	Sřediní teplota v době slunečního svitu	Průměrná energie dopadající za měsíc	rozdíl teplot absorpční plochy a venkovní teploty	Sřediní intenzita slunečního záření	Účinnost absorberu	Energie zachycená plochou 1 m ² absorberu
		θ_e	$\theta_{e,sol}$	$Q_{S,měs}$	$\theta_{A,sol} - \theta_{e,sol}$	$I_{stř} = q_s$	η_A	$Q_{A,měs}$
		°C	°C	kWh/m ²	K	W/m ²	-	kWh/m ²
leden	31,0	-0,9	2,2	33,8	37,8	412	0,30	10,12
únor	28,0	0,7	3,4	57,7	36,6	490	0,40	23,19
březen	31,0	4,6	6,5	104,5	33,5	558	0,49	51,18
duben	30,0	9,2	12,1	129,0	27,9	580	0,56	72,42
květen	31,0	14,2	16,6	170,2	23,4	600	0,62	104,84
červen	30,0	17,5	20,6	176,4	19,4	590	0,65	115,14
červenec	31,0	19,0	22,5	180,1	17,5	600	0,68	121,57
srpen	31,0	18,5	22,6	154,4	17,4	580	0,67	103,45
září	30,0	14,8	19,4	120,3	20,6	558	0,63	75,61
říjen	31,0	9,7	13,8	70,4	26,2	490	0,53	37,25
listopad	30,0	4,3	7,3	32,7	32,7	412	0,37	12,22
prosinec	31,0	0,9	3,5	22,3	36,5	344	0,21	4,76
Celkem za rok	365,0			1251,8				731,75

3.1.2 Kritéria výběru slunečních kolektorů

Pro výběr slunečního kolektoru jsou důležitá kritéria

- 1) energetická účinnost
- 2) cena
- 3) životnost
- 4) uživatelské podmínky.

3.1.3 Solární soustavy

- a) Solární kolektory – kolektorová pole
- b) Solární okruh - primární okruh propojuje kolektory měděným potrubím s hnací jednotkou a zásobníkem teplé vody. V potrubí proudí teplotně nemrzoucí kapalina, která zajišťuje celoroční provoz, při teplotě -32°C začíná mít kapalina emulzní konzistenci
- c) Hnací jednotka soustavy s regulací a čidly - diferenciální elektronická regulace spíná oběhové čerpadlo solárního systému, pokud je teplota teplotního média v kolektorech vyšší než teplota vody v zásobníku. Teplota je zjišťována teplotními čidly. Dále je do soustavy zapojen pojistný ventil a expanzní nádoba, neboť okruh je pod tlakem
- d) Zásobníky pro přípravu TV a její akumulaci - teplá voda je připravována v solárním předřazeném zásobníku a v případě nedostatku slunečního záření je dohřívána v klasickém ohřívači teplem z CZT (PS) nebo z kotle.

Roční zisk SE je závislý na základních vstupních podmínkách:

- zeměpisné orientace a sklonu kolektoru
- průměrné teplotě ohřívání kapaliny
- průměrné teplotě vzduchu v době slunečního svitu
- intenzitě slunečního záření dopadající na kolektor
- počtu hodin přímého slunečního svitu za rok
- zeměpisné lokality (čisté nebo znečištěné ovzduší)
- nadmořské výšce území
- možnému stínění přírodními nebo umělými překážkami
- technické koncepci soustavy
- pravidelnosti odběru TV

Podle tepelného výkonu kolektorů se kolektory dělí na pět základních skupin (pořadí 5 má výkon nejvyšší)

- 1) absorbér bez zasklení
- 2) zasklený neselektivní kolektor
- 3) zasklený selektivní kolektor
- 4) plochý vakuový kolektor
- 5) trubicový vakuový kolektor

3.1.3.1 Volba *typu kolektorů*

Kolektory volíme při uvažování okrajových podmínek:

- ☛ rozboru spotřeby TV
- ☛ pro vyšší teploty pro celoroční provoz typ 2
- ☛ pro přednostní větší zisk tepla od podzimu do jara kolektory typu 3

- ☛ pro vyšší teploty média a vyšší výkony kolektorů – typ 4 a 5, (cenově dražší). Použití vakuumových kolektorů např. pouze pro letní provoz je ekonomicky nevýhodné
- ☛ cena jednotlivých typů kolektorů není v relaci s jejich výkonem.

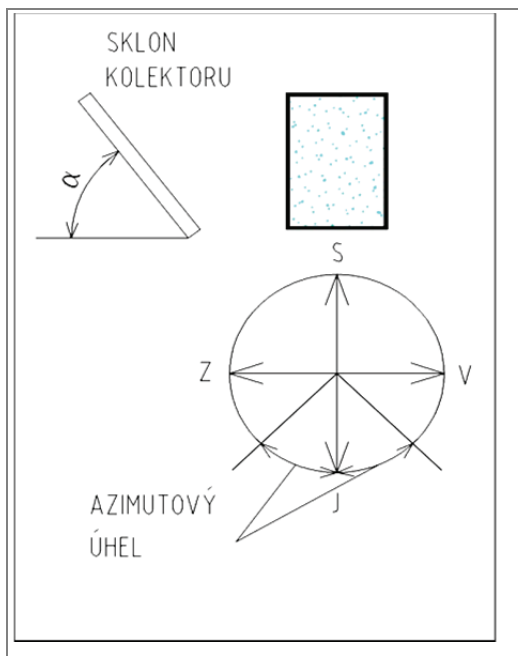
Účinnost celé soustavy se pohybuje podle typu kolektoru mezi 50 – 60 %. Vyšší je při ohřevu vody na nižší teplotu.

Životnost kolektorů byla dříve krátká, u kovových kolektorů 10 – 15 let. Vývojem koncepcí i výběrem materiálů vzrostla na **20 – 25** let, někteří výrobci uvádějí již 35 let. Výsledkem tak dlouhé životnosti je použití kaleného skla, barevných kovů (náhrada železa) i použití tepelné izolace absorbérů, která extrémní teplotou neuvolňuje látky, které by kondenzovaly na vnitřní straně zasklení a snižovaly jeho propustnost. Dále by měly mít teplotní odolnost a vysokou životnost i všechny těsnicí materiály, které by měly být navíc zalištovány a chráněny před degradací způsobenou přímým působením UV záření.

Kolektory je nutné po zimě omýt, zvláště tam, kde se topí uhlím a komín je na střeše poblíž kolektorů. Je nutné použít saponát, protože déšť mastné saze sám nesmyje.

V technických aplikacích většiny solárních soustav považujeme za nejvhodnější orientaci kolektoru nasměrování jižním směrem (azimutový úhel je 0°). Při výběru umístění solárního panelu mezi plochou orientovanou jihozápadně a plochou jihovýchodní, pak volíme plochy orientované jihozápadně. Nevhodnou orientaci plochy lze pro dosažení dostatečného výkonu kompenzovat zvětšením absorpční plochy kolektorů.

Optimální odklon kolektoru a od vodorovné roviny pro celoroční užívání je cca $40 - 45^\circ$. Pro sezónní systémy pro letní provoz je vhodné volit úhel odklonu menší.



OBRÁZEK 3-5 SKLON A ORIENTACE KOLEKTORU

3.1.3.1.1 Umístění a upevnění kolektorů

Budovy s plochou střechou zpravidla nemají problémy s jižní orientací kolektorů. Novým problémem je zatížení střešní konstrukce a ochrana před zatékáním. Existuje dvojí řešení vyžadující statické posouzení:

- betonové bloky dostatečné hmotnosti pod každým kolektorem (tahová reakce od větru) s omezením, že již nebude přístup pro opravu pláště pod bloky
- roznášecí ocelová konstrukce nejčastěji mezi obvodovými zdmi (nosné atiky) s dostatečnou výškou nad střešním pláštěm pro jeho budoucí údržbu a opravy. Nad nosnými vnitřními stěnami v objektu je možné provést mezipodpory. Nosná konstrukce celou investici značně prodražuje.

Proti poškození asfaltové krytiny obsluhou v letním období se na tuto krytinu pokládají (lepí) např. gumové pásy odolné proti UV záření, betonové dlaždice nebo se navrhují obslužné lávky (pororošty) na ocelové konstrukci před každou kolektorovou řadou. Tyto lávky investici také prodražují.

Doposud žádná norma nebo předpis nevyžadují u plochých střech možnou rezervu pro budoucí instalaci slunečních kolektorů. Nejedná se ani tak o statické přetížení, jako zabezpečení reakcí od větru proudícího na kolektory buď zepředu (přetížení) nebo zezadu (tahová reakce). Účinek větru roste s výškou nad terénem. Proto se např. vyrábějí nosné konstrukce kolektorů do 5 m nad terénem, do 20 m nad terénem a podpory pro výše umístěné kolektory již musí atypicky posoudit a řešit statik. U kolektorů na vícepodlažních budovách je nutné počítat s ochlazujícím účinkem větru – řeší se např. zvýšenými atikami. Ochranné zábradlí po obvodu střechy by mělo být samozřejmostí.

Jiným problémem jsou ventilační šachty, strojovny výtahů, výlezy na střechu, apod. Zvláště strojovny vrhají celodenní pohybující se stín a tím je část střechy pro další kolektory nevyužitelná.

3.1.3.2 Kolektory a mezní teplota

Kolektor je „tepelný stroj“, se ztrátami tepla přes skříň a sklo do okolí. Jeho užitečný výkon je funkcí střední teploty absorberu, teploty okolí a intenzity dopadajícího slunečního záření. Pokud se z něho přestane teplo odebírat, a takových případů je mnoho:

- výpadek elektrického proudu pro čerpadlo nebo porucha čerpadla nebo porucha MaR
- zavzdušnění potrubí nebo únik kapaliny

solární ohřívač již nemůže žádnou tepelnou energii přijmout. Dojde k takovému růstu maximální teploty, až se výdej tepelných ztrát vyrovná s příjmem sluneční energie.

Vzhledem ke stále dokonalejším kolektorům tato tzv. extrémní teplota roste:

- u plochých kolektorů se spektrálně selektivní vrstvou až na 190°C
- u vakuových kolektorů se stejnou vrstvou až na 270°C.

Následkem je var kapaliny, únik přes pojišťovací ventil do zásobní nádoby, likvidaci jejich užitečných vlastností, roztečení umělohmotné tepelné izolace potrubí poblíž kolektorů, atd.

Dříve docházelo k přerušení činnosti solární soustavy, a proto se do soustavy zahrnovalo ruční dočerpávání vyteklé kapaliny; v současné době se problém řeší kolektory a pojistným ventilem nastavenými na 0,6 MPa a zvýšeným objemem expanzní nádoby. Při správně navržené soustavě by uživatel neměl výpadek proudu vůbec zaznamenat.

3.1.3.3 Zabezpečovací zařízení

Soustavy jsou jištěny proti poškození z přehřátí primárního okruhu pojistným zařízením. Teplota zásobníku je hlídána pod kritickou teplotou havarijní funkcí regulace nebo např. zónovým ventilem pro odpouštění teplé vody.

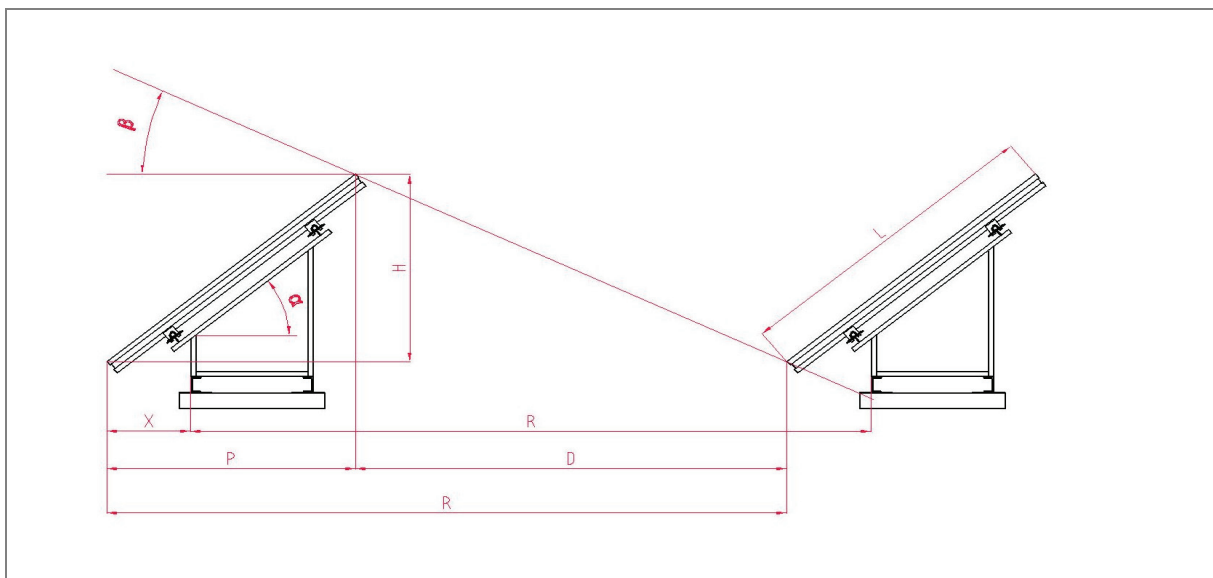
Velikost expanzní nádoby by měla být navržena tak, že ani při klidové teplotě kolektorů by neměla unikat nemrznoucí směs pojistným ventilem. Pojistný ventil zajišťuje havarijní funkci, chrání systém před vzrůstem tlaku nad hodnotu otevíracího přetlaku. Expanzní nádrž by měla mít dostatečný objem tak, aby byla schopna pojmout objem kolektorů; její objem by neměl být nižší než 60 % celkového objemu soustavy.

Počet kolektorů je třeba zvolit dle spotřeby vody a to tak, aby v letním období nedocházelo k výrazným přebytkům tepla. Dle zkušeností společnosti doporučují orientačně 1m² kolektorové plochy pro ohřev 50 l (jižní orientace, sklon cca 40 – 45°) teplé vody denně v letním období. Nenahrazuje bilanční výpočet okruhu.

Tento empirický vztah lze korigovat po dalším posouzení realizace. Je-li zaručen dostatečný odběr tepla v letních měsících, lze zvýšit velikost kolektorové plochy.

3.1.3.4 Vzdálenost řad kolektorů

Je nutné zajistit, aby nedocházelo ke vzájemnému zastínění kolektorových aktivních ploch kolektory umístěnými v předních řadách. Proto je při instalaci nutné dodržet mezi sousedními řadami dostatečný odstup. Pro návrh rozestupu R , je třeba znát úhel slunce β , sklon kolektorů a velikost kolektoru L .



OBRÁZEK 3-6

VZDÁLENOST ŘAD KOLEKTORŮ

Obvykle se připustí zastínění kolektorů v prosinci a lednu, pak je úhel $\beta=23^\circ$,

sklon kolektorů $\alpha=40-45^\circ$,

$L = 1580 \text{ mm}$

Výpočet

$R = 3570 \text{ mm}$

3.1.3.5 Rozmístění a upevnění kolektorů

Kolektory jsou ve stojatém provedení zapojovány do kolektorových polí v maximálním počtu 5 kusů.

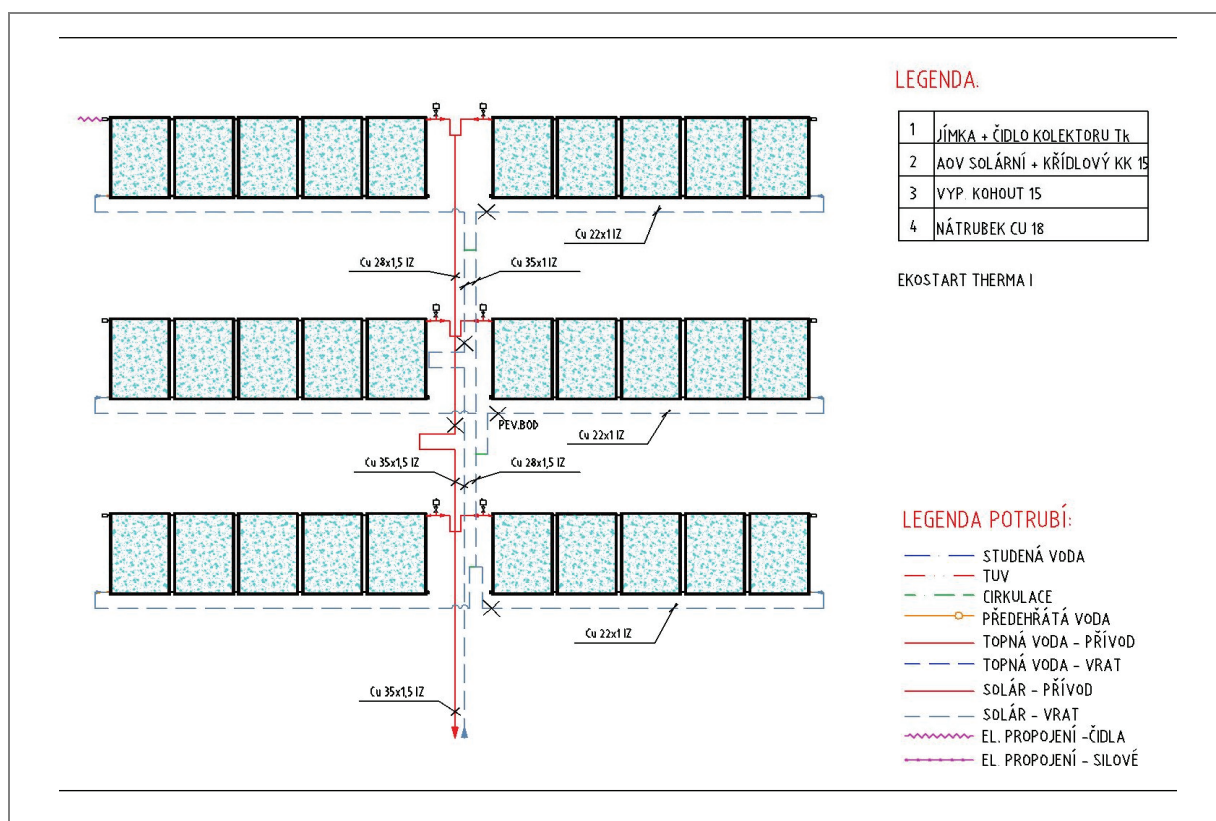
V ležatém provedení je vhodné zapojit do kolektorového pole maximálně 3 kusy.

Uchycení se provádí trojúhelníkovými a podélnými nosníky (popř. podkladovou konstrukcí).

Nosníky se upevňují k betonovým PZD deskám. Posoudí se staticky zatížení nosné konstrukce střechy. Konstrukce s kolektory musí být bezpečně zajištěna proti převržení, zpravidla ovětrováním zadní plochy kolektorů.

Pokud není použita podkladová konstrukce a nosníky jsou upevněny k PZD deskám, pak lze k jejich ukotvení využít ocelová lanka. Ukotvení se provádí ze zadní strany kolektorů (zpravidla severní strana).

U skloněných (sedlových) střech se upřednostní zabudování kolektorů do střešní konstrukce. Zpravidla dodavatelé krytiny mají technologii uspokojivě vyvinutou.



OBRÁZEK 3-7

ZAPOJENÍ KOLEKTORU



OBRÁZEK 3-8

SKLON A ORIENTACE KOLEKTORU, NOSNÁ KONSTRUKCE, UPEVNĚNÍ



OBRÁZEK 3-9

SKLON A ORIENTACE KOLEKTORU, UMÍSTĚNÍ NA
ŠKOLNÍ BUDOVĚ



OBRÁZEK 3-10

SKLON A ORIENTACE KOLEKTORU, NOSNÁ KONSTRUKCE, UPEVNĚNÍ

3.1.3.6 Zásobní nádrže

Ukázka možné instalace zásobních nádrží; pro ohřev sluneční energií a dohřev teplem z CZT nebo z kotle



OBRÁZEK 3-11

ZÁSOBNÍ NÁDRŽE

Návrh akumulace tepla pro sluneční okruh je v kapitole 6.

3.1.4 Možná degradace užití SE

Aktivní a kombinované využití sluneční energie v budovách v současných podmínkách je vhodné a vyžaduje vytvoření předpokladů:

- ☺ pro přípravu TV, zejména v RD kolektory o ploše cca 4,5 m². Náklady na zařízení včetně slunečního okruhu jsou cca 140 tis. Kč. Příklad je v kapitole 6
- ☺ pro přípravu TV v bytových domech zejména panelových s plochou střechou. Příklad je v kapitole 6
- ☺ pro přípravu TV v občanských budovách po zvážení okrajových podmínek a při integrovaném projektovém řešení spolu se zdrojem tepla a stávajícím zařízením pro přípravu TV
- ☺ vhodné užití zařízení, a to zejména v letních měsících. Je rozhodujícím pro efektivnost zařízení
- ☺ plně automatický provoz, snadnou údržbu a přijatelnou obsluhu a cenovou dostupnost
- ☺ zpracování nezávislého projektu (ne podle projektu dodavatele zařízení).
- ☺ je třeba zvažovat faktory, které by mohly degradovat užití sluneční energie:
 - při instalaci kolektorů vhodnou konstrukci s ohledem na jejich stabilitu, neporušení střechy (zejména ploché) a vytvoření předpokladu pro opravy plochých střech

s takovou konstrukcí. Tato konstrukce může podstatně prodražit zařízení a při údržbě i jeho provoz

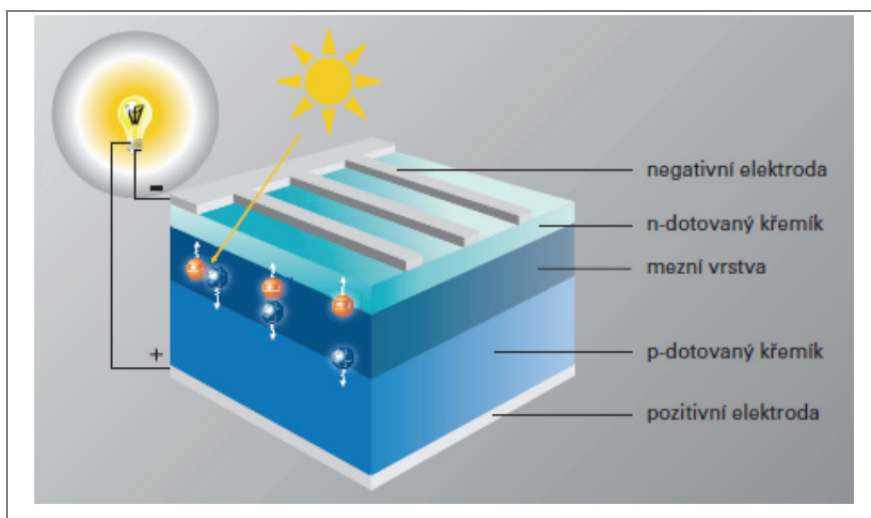
- integraci kolektorů do šikmých střech tak, jak ji nabízejí někteří výrobci krytin
- co nejvíce omezovat možné zdroje tepelných ztrát slunečním okruhem. Proto snižovat a co nejnižší vzdálenost spojení slunečních kolektorů a zásobníků a potrubí dokonale tepelně izolovat
- malou vhodnost užití sluneční energie pro vytápění.

3.2 FOTOVOLTAIKA

Mezi moderní zdroje elektřiny patří i fotovoltaické články. Energetická účinnost přeměny slunečního záření na elektrickou energii je u současných hromadně vyráběných solárních článků 14 až 17 % (v laboratorních podmínkách se dosahuje až 28 %).

Základní výkonovou charakteristikou fotovoltaických článků je jejich jmenovitý výkon udávaný ve Watt-peak [Wp]. Na výkon článků má vliv intenzita ozáření současně s jejich teplotou. Se zvyšující se intenzitou ozáření článků stoupá úměrně množství generovaného proudu, výkon však nestoupá proporciálně, protože změna napětí není přímo úměrná změně intenzity ozáření.

Fotovoltaický solární článek je velmi pevný, ale značně křehký, proto je nutné jej zapouzdřit do pevnějšího obalu, který jej ochrání před vnějšími vlivy a poškozením. Panel musí zajistit hermetické zapouzdření solárních článků, musí zajišťovat dostatečnou mechanickou a povětrnostní odolnost (např. vůči silnému větru či krupobití). Panely jsou instalovány zpravidla na jižní (JV až JZ) střechy a fasády budov.



OBRÁZEK 3-12

FUNKCE SOLÁRNÍHO ČLÁNKU ³

Fotovoltaický zdroj (PV zdroj) se sestává z fotovoltaických polí (sestažené z fotovoltaických článků). Fotovoltaický měnič (PV měnič) je zařízení měnící stejnosměrné napětí dodávané z PV zdroje na střídavé napětí (AC). Poněvadž výstupní napětí z tohoto PV měniče neodpovídá síťovému napětí (AC 400/230 V) je za něj řazen transformátor. Z důvodů rovnoměrnosti do-

dávky (a případně i dodávka elektřiny v době bez osvitů PV zdroje), zapojuje se před PV měnič ještě akumulátorová baterie zajišťující rovnoměrnost dodávky elektřiny.

Fotovoltaické systémy se dělí podle způsobu využití vyrobeného elektrického proudu na:

³ Poznámka: Přebráno z podkladů společnosti Viessmann, fotovoltaické systémy.

- autonomní (lokální) fotovoltaické systémy (grid-off), kdy je elektrický proud vyprodukovaný solárními články ukládán přes regulátor napětí do akumulátoru a následně bezprostředně spotřebováván místními spotřebiči,
- fotovoltaické systémy napojené na veřejnou rozvodnou síť (grid-on), kdy je vyprodukovaný stejnosměrný elektrický proud přeměněn střídačem na střídavý proud 230V, 50 Hz a dodáván do veřejné rozvodné sítě. Typickým prvkem těchto systémů je proto vedle střídače i výstupní měřicí zařízení umístěné za střídačem před rozvodnou deskou.

Výroba elektřiny a dodávka do sítě sestává z výroby stejnosměrného proudu v článku, změny stejnosměrného proudu v měniči na střídavý a dodávky do rozvodné sítě.

Dopadne-li světlo na fotovoltaické články, uvolňují se elektrony (obrázek 3-12). Na elektrických kontaktech se shromažďují pozitivní popř. negativní nosiče nábojů, čímž vzniká stejnosměrné napětí.

Jeden čtvereční metr solárního modulu s monokrystalickými články má výkon 110 WP (špičkový výkon) při standardním osvětlení 1000 W/m^2 a slunečním spektru AM 1,5. Ze solárního panelu s touto plochou je možné během jednoho roku získat 70 - 100 kWh elektrické energie. Průměrné hodnoty elektrické energie [Wh/den], kterou lze získat ke spotřebě během jednoho dne ze solárního panelu s výkonem 110 WP dle měsíců jsou v následující tabulce⁴:

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Wh/den	80	138	213	302	383	390	408	360	265	179	83	60

Funkci solárních panelů v pořadí důležitosti ovlivňují:

- a) směrová orientace (optimální azimut $180 \pm 10^\circ$)
- b) úhel sklonu FV panelů (celoročně 45° , při možnosti přenastavení – 60° pro zimní provoz, 35° pro letní provoz)
- c) vlastní konstrukce FV panelů („barva“ článků, texturace povrchu)
- d) kvalita návrhu a provedení FV systému (profesionální zkušenosti s instalacemi)
- e) umístění v terénu (stínění okolními objekty či stromy)
- f) znečištění FV systému.

Užití této technologie nepříznivě ovlivňuje poměrně nízká průměrná roční intenzita slunečního záření, omezená průměrná roční doba slunečního svitu, velké kolísání intenzity záření v průběhu roku, vysoké investiční náklady, životnost (20 let) v poměru k ceně a potřeba záložního zdroje elektřiny.

Celková návratnost fotovoltaického systému napojeného na síť je závislá na dlouhodobém zachování relativně vysoké nákupní ceny za elektřinu vyrobenou těmito systémy. Přitom s ohledem na množství projektů, které jsou ověřovací a převážně dotované, je málo zkušeností pro podporu hromadného rozšíření. V současnosti s ohledem na cenu těchto zařízení a jeho technické možnosti nelze předpokládat okamžité hospodárné využití v běžné praxi, které by nahradilo napájení z distribuční sítě.

⁴ Poznámka: Zdrojem jsou podklady společnosti Ekowatt

Zařízení při současných podmínkách nevyhoví požadavku optimální ekonomické energetické náročnosti a spíše splňuje okrajovou podmínku Směrnice: Jsou-li náklady a přínosy během ekonomického životního cyklu budovy negativní, neuplatní se v odůvodněných případech požadavky vedoucí k budově s téměř nulovou potřebou energie.

Na druhé straně nelze dobře prognózovat možný pokles pořizovacích nákladů kvalitního provedení fotovoltaického systému k roku 2018 či 2020 a vývoj ceny elektrické energie. Proto je třeba ověřovat řešení s fotovoltaikou jednak pro:

- rychlé snížení ceny zařízení
- pro optimální integraci zařízení do budovy s téměř nulovou potřebou energie.

3.3 VYUŽITÍ BIOMASY

Krajina kolem nás nám poskytuje každoročně velké množství biomasy a jde jen o to, abychom se naučili veškerou tuto hmotu využít nejen k obživě, pro průmysl, ale i k získání paliva a to buď pro přímé spalování, nebo různé výroby bioplynu, nebo k výrobě extraktů použitelných i pro spalovací motory. Využitím veškeré biomasy můžeme podstatným způsobem zlepšit životní prostředí. Nejenže se podpoří hospodaření v krajině a ekonomický tok v regionu, ale biomasa, která roste okolo nás, v případě, že ji necháme ležet v přírodě, ztlu. Tlením vznikají uhlovodíky, které unikají do ovzduší a narušují jej. Řízeným spalováním vznikne pouze CO₂, které další dorůstající biomasa spotřebuje. Takže, z takového pohledu, se opravdu jedná o neekologičtější energii, kterou můžeme získat.

3.3.1 Přehled biomasy:

- 1) dřevo, polena, štěpka vyrobená z odpadu při těžbě, při čištění okolí silnic, tratí a koridorů pod elektrickým vedením. Nezanedbatelný zdrojem je štěpka z keřů v krajině.
- 2) obilí. Může se jednat o méně kvalitní obilí, které nespĺňuje parametry potravinářského, nebo krmného obilí, nebo cíleně pěstované obilí pro energetiku. Patří sem i kukuřice.
- 3) sláma. Jedná se o slámu, která není využitelná v zemědělství. Argument, že zaoráním slámy se zlepší půda je sporný. Dlouhodobé zaorávání slámy není z agrotechnického hlediska dobré a půdu spíše devastuje. Naopak popel z biomasy je pro půdu jednoznačným přínosem.
- 4) seno. Se senem je počítáno pouze v granulované podobě, ale s využitím dotací na sklizeň trvalých travních porostů jde o perspektivní palivo
- 5) energetické rostliny. Sem dnes patří hlavně krmný šťovík, ale i další rostliny. Tento obor je v samých začátcích výzkumu, ale využití zemědělské půdy pro výrobu energie poskytuje jistotu produkce, tak jak ji poskytuje v oblasti potravin, nebo technických plodin a proto je zde veliký prostor pro další vývoj.
- 6) zemědělské odpady. Jedná se hlavně o odpady z čističek osiva, travního semene a obilí, nebo odpadu od živočišné výroby včetně hnoje.

3.3.2 Orientační kvantifikace dodávky biomasy

Množství biomasy:

- 1) na jeden rodinný dům stačí biomasa z cca 1,5 ha půdy (6 až 8 tun)
- 2) pro vesnici se 100 domy, postačí pro získání biomasy pro vytápění celé vesnice cca 150 ha půdy. Z historie má v našich podmínkách vesnice se 100 domy cca 1000 ha zeměděl-

ské půdy, lesy (ostatní půda není počítána). Jedná o využití cca 15 % půdy pro energetické účely, což v dnešní době nadprodukce zemědělské výroby je přínos. Pro „výrobce paliva“ to znamená potencionální trh s ročním objemem obchodu za cca 1,5 mil korun. (pokud bereme, že za pohodlné vytápění je ochoten člověk dát cca 15 000 Kč za sezónu).

Palivo pro automatický provoz

Výkony do 90 kW

- 1) dřevní a travní pelety o průměru 6 – 8 mm, obilní přebytky (zrno) - pšenice, ječmen, oves, kukuřice.
- 2) kusové dřevo - délka 50 cm, Ø do 10 cm, jednotlivé kusy do Ø 20 cm, dřevní brikety, štěpka, piliny (palivo do 20% vlhkosti)

Výkony od 90 kW a více

- 1) dřevní štěpka 30 x 30 x 60 mm
- 2) zelená dřevní štěpka 30 x 30 x 60 mm
- 3) piliny
- 4) sláma – řezanka 3 až 5 cm
- 5) energetické byliny – řezanka 3 až 5 cm
- 6) alternativní pelety, dřevěné pelety
- 7) Výkony od 600 kW a více
- 8) sláma – balíky 120 x 80 x 2500 cm
- 9) obilná, řepková
- 10) energetické byliny – balíky 120 x 80 x 2500 cm
- 11) energetický šťovík, kostřeva rákosovitá.

Toto rozdělení se může překrývat, jak je zřejmé z přehledu přiřazení vhodnosti paliva a výkonu zdroje.

Palivo	Pro topidla o výkonu od – do kW	Poznámka
Polena	0 - 150	výkon 150 kW již vyžaduje cca 45 kg paliva za hodinu, to znamená u vytápění bytových prostor 450 kg polen denně. U vyšších výkonů je ruční manipulace již náročná, tudíž topení poleny neekonomické z hlediska náročnosti na obsluhu
Dřevěné brikety	0 – 75	jsou pohodlné, ale relativně drahé, velice vhodné do lokálních krbových topidel, kde spotřeba za sezónu je cca 3 až 4 t.
Dřevěné pelety	0 – 90	nad 90 kW se již vyplatí dávkování a silo na štěpky nebo piliny, což je levnější palivo nežli pelety. Poměr potřebné energie na dopravu paliva je k výkonu kotle přijatelný.
Alternativní pelety a obilí	10 – 250	nejsou vhodné pro velmi nízké výkony, mají nižší schopnost regulace výkonu, horní mez výkonu kotle je dále určována aktuální cenou pelet v místě

Palivo	Pro topidla o výkonu od – do kW	Poznámka
Štěpky a piliny	90 a výš	pod 90 kW je pořizovací cena sila a dopravních cest vysoká, vysoká je také cena el. energie, která je zapotřebí pro dopravu paliva ze zásobníku do kotle, proto jsou realizace kotle na štěpku pod 90 kW výkonu řídké.
Sláma	700 a výš	pro výkony pod 700 kW je cena zařízení a energetická náročnost dopravy slámy do kotle vysoká

Orientační ceny zdrojů tepla podle výkonu a paliva:

Objekt	Výkon – palivo	Pořizovací cena topidla Cena instalace topidla	Poznámka
Malé domky, popřípadě byty	do 16 kW polena, dřevěné brikety	do 40 000 do 15 000	jedná se o krbová kamínka Golemek s možností napojením na otopnou soustavu – radiátory
Rodinné domy	do 25 kW polena, dřevěné brikety	35 000 až 55 000 Do 25 000	zplynující kotle. Cena se mění podle provedení (nerezové provedení, výkonná regulace apod.)
Bytovky a malé provozovny	do 45 kW polena dřevěné brikety	45 000 až 65 000 do 30 000	
Rodinné domy	do 25 kW pelety, obilí	cca 80 000 do 25 000	jedná se o automatický kotel s elektrickým zapalováním a možností dálkového ovládání.
Objekty občanské vybavenosti a sídelní útvar	do 90 kW – štěpka, pelety	650 000 instalace v ceně	při použití slámy u výkonů nad 600 kW je nárůst ceny o cca 500 000 Kč (rozdrůžovadlo a zásobní dráha). Cena je za kompletní dodávku i s montáží technologie, bez stavebních úprav. Cena se mění podle konkrétního projektu.
	do 200 kW – štěpka, pelety	750 000 instalace v ceně	
	do 350 kW – štěpka, pelety	cca 1 500 000 instalace v ceně	
	do 600 kW – štěpka, sláma	cca 1 700 000 instalace v ceně	
	do 900 kW – štěpka, sláma	cca 2 100 000 instalace v ceně	
	do 1800 kW - štěpka	cca 3 100 000 instalace v ceně	

3.3.3 Koncepce zásobování obce palivem:

Pro provedení zodpovědné studie proveditelnosti vytápění obce je zapotřebí zajistit:

- Rozbor zdrojů paliva, jak je uvedeno výše a nebát se přemýšlet o veškeré biomase
- Ujasnit si, kdo bude tuto činnost obstarávat. Zemědělský podnik, obec, společnost pro tuto činnost založená, jiný subjekt.
- Neopomenout výrobu polen, posoudit potřebnou technologii pro jejich výrobu. Štípačky, skladování, manipulace a prodej. Z předchozího vidíme, že se jedná o veliký díl zdroje pa-

liva. I ve vyspělých zemích jako Švýcarsko, Švédsko, Bavorsko vidíme v lese daleko větší výrobu polen, nežli je zatím u nás. Zde je opravdu veliký prostor pro podnikání.

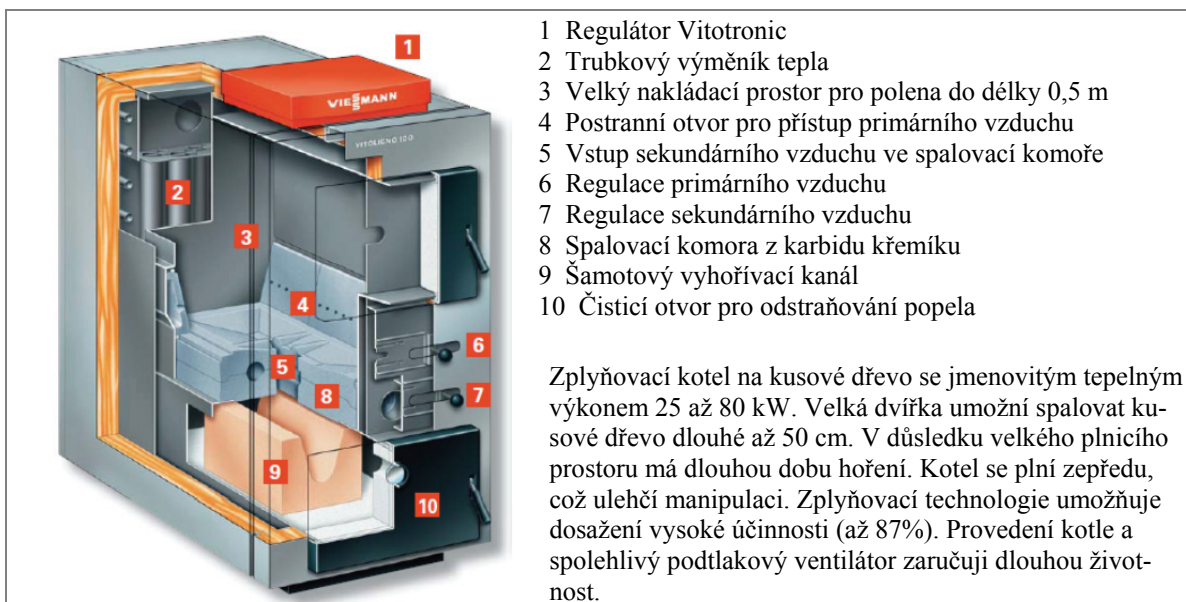
- d) Vybudovat systém štěpkování, ať již u zpracovatelského průmyslu, tak i při těžbě dřeva, nebo při údržbě krajiny a lesa. Tato činnost je u nás také v začátcích.
- e) Rozšířit možnost vybudování briketáren, nebo peletáren.

Pro sídelní útvar či obec se uplatní vytápění:

- 1) bytů a malých objektů krbovými kamny, kombinovanými s akumulční nádrží s možností využití nočního proudu. Tato kombinace poskytuje vysoké pohodlí, ale i rozumnou cenu za vytápění
- 2) větších budov kotli na polena, nebo peletami, popřípadě kaskádami těchto kotlů. Je vhodné kombinované vytápění s jinou energií, ať již plynem, olejem, nebo akumulací s nočním proudem.
- 3) seskupení budov, centra obcí nebo velkých budov z okrskové kotelny s rozvody z předizolovaného potrubí. Tyto kotelny jsou na více druhů paliva, např. biomasu + plyn, biomasa + olej.

Doporučuje se u okrskové kotelny vybudovat prodejní sklad paliva, ať již polen, briket, pelet, nebo jiného paliva, pro zvýšení jistoty i pohodlí jednotlivých uživatelů tohoto systém zásobování teplem.

Systém nabízí možnost od velice levného vytápění až po velice pohodlné vytápění prakticky každému uživateli bez ohledu, zda je možné k tomuto objektu vést rozvody, nebo ne. Vzdálené nebo jinak nepřístupné objekty mohou využít tento způsob zásobování teplem.



OBRÁZEK 3-13 KOTEL NA KUSOVÉ DŘEVO VITOLIGNO 100-S S JMENOVITÝM VÝKONEM 25 AŽ 80 KW.⁵

Je zřejmé, že se jedná o zcela nové pojetí získání energie pro obec, a sídelní útvary. Diskuze o procentním podílu jsou v současné době sporné, neboť celý program je v začátcích a tak jako

⁵ Poznámka: Převzato z podkladů společnosti Viesmann

před 100 lety výnos obilí nad 15 tun z hektaru byl utopíí, tak dnes se zdá utopíí získat 30 tun paliva z hektaru, ale je jisté, že se to podaří a umožní zvýšit procentní podíl.

3.3.4 Zdroje tepla pro tepelné výkony do cca 90 kW

Zdroji tepla o malých tepelných výkonech jsou automatické teplovodní kotle. Kotle mají automatický provoz, výbornou regulovatelnost, moderním elektronickým regulátorem, který řídí dávkování paliva a reguluje otáčky ventilátoru.

Kotel splňuje nejpřísnější emisní požadavky evropských norem. Díky velké ploše spalinového výměníku kotel dosahuje mimořádně vysoké účinnosti 92,7 %.

Obsluha je komfortní, není třeba roztápět - kotel je vybaven samočinným horkovzdušným roztápěním nebo lze nastavit libovolně dlouhý stáložárný provoz.

Ke komfortu obsluhy přispívá i rozměrná násypka. Doplnovat palivo tedy stačí jednou za 2 – 3 dny.

Spalování probíhá ve speciálním hořáku se samočinným roštováním, které umožňuje spalování paliv s vyšší spékavostí popela. Přísun paliva z násypky do hořáku zajišťuje šnekový podavač. Přívod spalovacího vzduchu zajišťuje přetlakový ventilátor.

3.3.5 Zdroje tepla pro tepelné výkony nad cca 90 kW

Jako příklad řešení zdrojů tepla s tepelným výkonem nad 90 kW jsou kotle GOLEM. Jejich sestavy v kotelnách se uplatní pro:

- centrální zásobování teplem (dále CZT) sídelních útvarů, např. obydlí v obci
- vytápění budov bytových i občasných, jako jsou školy, obecní úřady, budovy pro zdravotnictví, budovy pro průmysl, atd.

Kotle

Kotel je sestaven z podávacího šneku paliva, hořáku, dohořivací komory, výměníku, odtahového ventilátoru, odlučovače s filtrem a odpopelňovacího zařízení. K příslušenství patří elektrický rozvaděč (ovládání celé technologie) a hydraulická jednotka na pohon roštu ve skladu paliva. Celý proces spalování je řízen regulací. Palivo je do hořáku podáváno šnekem, který má protipožární ochranu proti proniknutí ohně do sila. V hořáku je palivo posunováno podavačem, a proto lze bez potíží spalovat i kůru nebo odpad znečištěný prachem a zeminou, který se spéká. Odpopelňování je automatické do připraveného kontejneru.

Zásobník paliva - silo

Sila mají pohyblivé dno, které zabraňuje klenbování paliva a zaručuje jeho rovnoměrnou dávku. Silo může být umístěno na stávající podlaze, zapuštěno pod zem nebo mít podobu nadzemní věže.

Kotelny

Kotelny VERNER GOLEM o jmenovitém výkonu od 90 kW do 2 500 kW (v kaskádě do 10 000 kW) jsou určeny k ohřevu topné vody pro stávající vytápění a přípravu teplé vody nebo k výrobě páry. Jsou určeny ke spalování dřevní hmoty ve formě pilin o vlhkosti maximálně 35% a dřevní štěpky nebo zelené lesní štěpky o vlhkosti maximálně 50% a rozměrech do 30 x 30 x 60 mm. Při použití stabilizačního paliva (peleta) se maximální hodnoty vlhkosti navyšují o 10%. Spalování další biomasy (seno, sláma) je nutno konzultovat s výrobcem, maximální vlhkost však nesmí překročit 20%. Jejich konstrukce umožňuje bezproblémové spalování i spékavých materiálů, jako je kůra a některé druhy slámy, tj. paliv, které tvoří škváru.

Kotle mají automatické podávání paliva ze sila, jehož velikost závisí na provozních a stavebních podmínkách a může být navrženo pro denní až po několikaměsíční zásobu paliva. Kotle jsou konstruovány jako předtopeniště s výměníkem, což umožňuje postavit toto předtopeniště před stávající kotel (VSB, ČKD, Slatina apod.), a tím ušetřit investiční náklady na rekonstrukci stávající kotelny. Jsou vybaveny automatickou regulací výkonu a celého procesu spalování. Dále jsou vybaveny automatickým zapalováním a automatickým odpopelněním, takže potřeba zásahu obsluhy je minimální. Je vyžadován pouze občasný dozor. Provozní a poruchová hlášení jsou obsluze kotelny hlášena přes mobilní telefon.

Kotelny jsou dodávány kompletní, tj. od mechanických částí sila až po dopravu popela a čištění spalin a na vodní straně s primárním (kotlovým) okruhem, zajišťujícím minimální teplotu vratné vody. Tento okruh je ukončen hydraulickou výhybkou, která vyrovnává hydraulické disproporce mezi vodním okruhem zdroje a topnou soustavou, na kterou je kotel připojen.

3.3.6 Přínos pro životní prostředí

V porovnání s tradičními topeništi, není ve spalinách přítomen pevný úlet a spaliny neobsahují oxid siřičitý. Unikající oxid uhličitý má při spalování biomasy tzv. nulovou bilanci, což znamená, že v dalším roce biomasa spotřebuje ke svému růstu stejné množství zmíněného plynu, jako uniklo při jejím spalování. Další velký přínos je v možnosti eliminace vzniku odpadu ze spalovacího procesu. Na základě rozborů popela se zaměřením na zjištění obsahu minerálních látek a přítomnosti těžkých kovů, popel lze vyvézt např. na pole, kde ho zemědělci využívají jako pomocnou komponentu ke hnojení.

3.3.7 Faktory, které degradují přínosy užití biomasy.

Degradující faktory užití biomasy nespočívají v dosažení úspory energie vůči jiným energiím, ale v zachování co nejvyšší provozní účinnosti, dostupnosti vhodného paliva za konkurenceschopnou cenu a zachování komfortního užití.

Z těchto hledisek se mohou vyskytnout degradující faktory:

- bude-li koncepčně chybně plánován trvale udržitelný zdroj biomasy s důrazem na místní výrobu. Tento faktor je zesílen současným nepříznivým trendem částečného přechodu od zemního plynu na pevná paliva nebo zpomalením zavádění plynofikace z cenových důvodů a pravděpodobným vytvořením nedostatku palivového dříví
- bude-li vytápění realizováno bez projektu zahrnujícího související vlivy v budově či zásobovaném sídelním útvaru, a to od zdroje biomasy, skladby kotlů v kotelně i s ohledem na jiná paliva, provoz kotelny a užití popela
- nebude-li použita špičková technologie umožňující co nejvyšší provozní účinnost vytápění a udržení užitečných parametrů po dobu ekonomické životnosti zařízení (kotle, podavače a zásobníku paliva).

3.4 TEPELNÁ ČERPADLA

Tepečná čerpadla (dále TČ) pro účely této studie jsou s elektrickým pohonem, plynovým pohonem nebo absorpcí. Liší se zdrojem tepla ze vzduchu, země, spodní vody, prostředí.

Základním faktorem rozhodujícím o nasazení TČ zejména vyšších výkonů je dostupnost vhodného zdroje nízkopotenciálního tepla. Zatímco u malých objektů dostupnost zdroje NPT nepředstavuje většinou problém, u velkých objektů bude vždy limitujícím činitelem.

Mezní hranice nasazení TČ je cca 5 až 7 kW tepelného výkonu. Nižší tepelné výkony je lépe pokrýt např. elektrickým přímotopným vytápěním. Pro konečné rozhodnutí je nutný komplexní rozbor budovy a TZB energetickým auditem s ekonomickým hodnocením.

Pro budovy s téměř nulovou potřebou energie je rozhodující parametr **měrné potřeby primární energie**. U TČ poháněných elektrickou energií je konverzní činitel 3. To znamená, že TČ s elektrickým pohonem je pro tento účel orientačně vhodný, umožní-li zhodnocení nízkoteplotního tepla na teplotu vyšší s hodnotou vyšší než 3, tedy velmi orientačně $COP^{Chyba! Zdrojka není definována.} > 3$.

Jiná situace je u TČ s plynovým pohonem (konverzní činitel 1,1) a absorpčních, je-li vhodný zdroj tepla nebo je nasazena kogenerační jednotka a TČ je reverzibilní pro chlazení v letním provozu.

TČ se uplatní zejména v integrovaných soustavách, kdy se využije odpadní teplo nebo se zvyšuje teplota nízkopotenciálního tepla.

Příkladem může být kombinace slunečního okruhu a TČ, kdy se zvyšuje teplota předeřháté TV sluneční energií, ohřev tzv. šedé vody ze zdravotní instalace např. v hotelech a ve specifických případech využití tepla z odváděného vzduchu větracích zařízení se zpětným využitím tepla, apod.

TČ zpravidla vyžaduje další zdroj tepla. Vhodné z hlediska nízké potřeby energie jsou:

- kondenzační kotle. TV je připravována přednostně tepelným čerpadlem např. ze šedé vody. Zapojení je možné rozšiřovat o další zařízení (jednotku VZT, apod.)
- sluneční okruh s kolektory ke zvýšení teploty při odběru ze zásobníku
- elektrický dohřev, který je buď ve výbavě TČ a řízen jeho regulací, nebo umístěn v zásobní (vyrovnávací) nádrži.

Tepelné čerpadlo musí být doplněno **vyrovnávací nádobou** pro snížení počtu cyklů taktování.

☺ Technika TČ vyžaduje u budov s téměř nulovou potřebou energie v přípravě i vlastním provozu:

- zateplení budovy na pasivní úroveň
- modernizaci nebo úpravu tepelné izolace rozvodu a cirkulace TV
- modernizaci nebo úpravu rozvodů tepla s otopnou plochou na nízkoteplotní plochu. Není u zateplených konstrukcí nezbytná velkoplošná otopná plocha
- u TČ vzduch – voda pečlivou instalaci výparníkové části a její údržbu pro trvalé dodržení nízké hlukové úrovně. Bude-li výparníková část osazena mimo budovu, chrání se proti odcizení
- zvažování, že cena vlastního TČ se navýší minimálně o 20% zařízeními nezbytnými pro bezporuchový chod TČ (vyrovnávací nádrž, čerpadla, armatury, regulace, rozvody, apod.)
- vhodné užití budovy pro co nejvyšší využití výroby tepla v TČ. K tomu se zpracuje návod k užití jednotky či budovy
- pečlivou údržbu a opravy zařízení.

Nejvíce se uplatní jako zdroje pro výrobu tepla tepelná čerpadla pro přípravu teplé vody a případně vytápění včetně regulace:

- tepelná čerpadla s parním kompresorovým cyklem (VCC) s elektrickým pohonem
- tepelná čerpadla s parním kompresorovým cyklem s pohonem spalovacím motorem
- tepelná čerpadla s parním absorpčním cyklem (VAC) s tepelným pohonem

s využitím kombinací zdroje tepla a odvodu tepla, jak je uvedeno v tabulce 3-3.

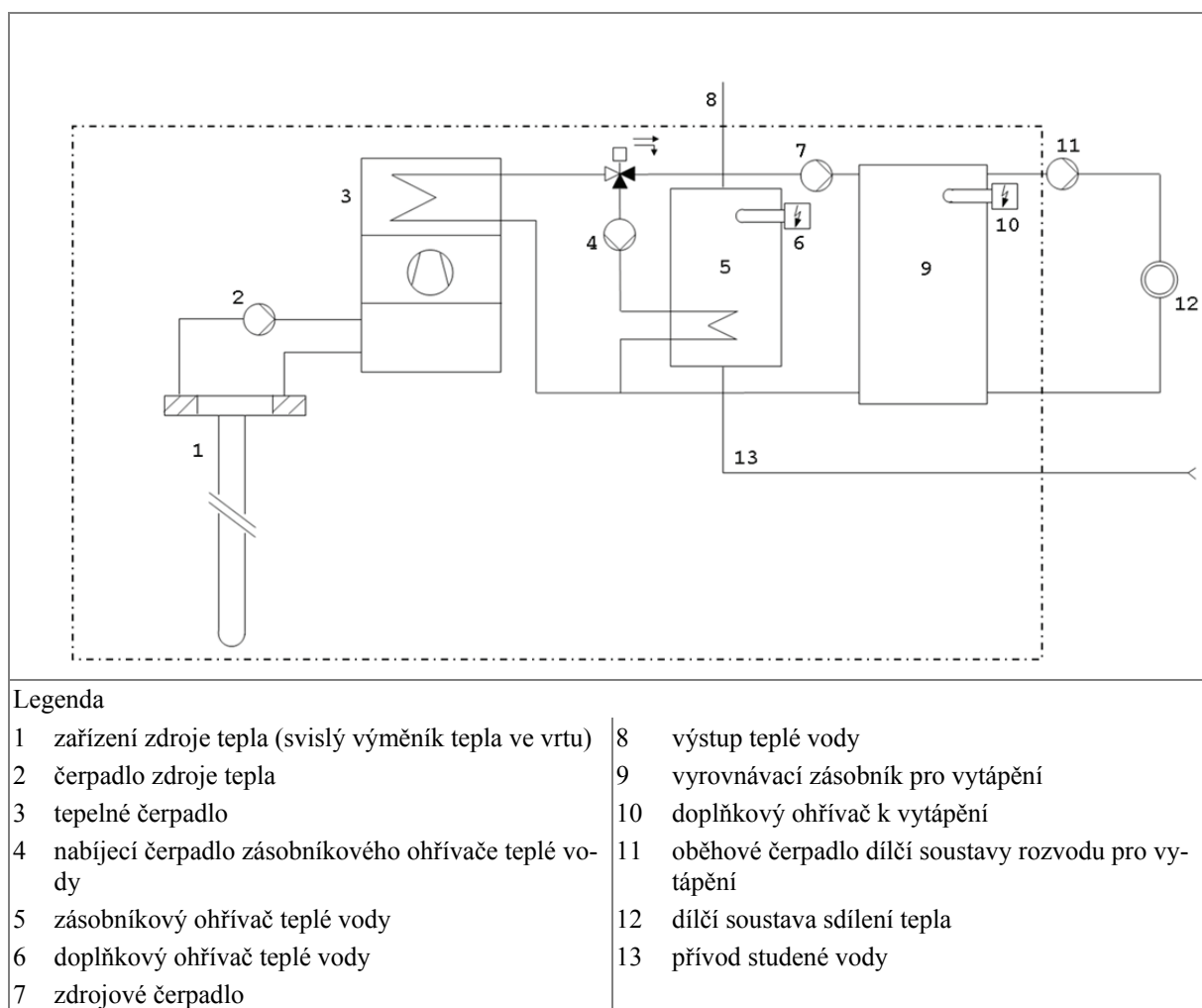
TABULKA 3-3 ZDROJE TEPLA

Zdroj tepla
Venkovní vzduch
Odpadní vzduch
Nepřímý podzemní zdroj s rozvodem solanky
Nepřímý podzemní zdroj s rozvodem vody
Přímý podzemní zdroj (přímá expanze (DX))
Povrchová voda
Podzemní voda

Návrh a metoda výpočtu bere v úvahu dále uvedené fyzikální aspekty, které mají vliv na sezónní topný faktor a tudíž i na požadovanou dodávku energie pro pokrytí potřeby tepla dílčích soustav rozvodu:

- typ konfigurace tepelného zdroje (např. monovalentní, bivalentní)
- druh tepelného čerpadla (energie pohonu (např. elektrická energie, palivo), termodynamický oběh (VCC, VAC))
- kombinace zdroje tepla a odvodu tepla (např. země-voda, vzduch-vzduch)
- potřeba energie dílčí soustavy (soustav) rozvodu pro vytápění a přípravu teplé vody
- účinky kolísání teploty zdroje tepla a zařízení odvodu tepla na topný výkon a COP podle normového zkoušení výrobku
- účinky regulace kompresoru při provozu při částečném zatížení (zapnuto-vypnuto, postupné zatěžování, jednotky s proměnnými otáčkami), pokud se projevují v topném výkonu a v COP v souladu s normovým zkoušením, nebo pokud existují další výsledky zkoušek pro provoz při částečném zatížení
- dodávku pomocné energie potřebné pro provoz dílčí soustavy pro výrobu tepla, který není zohledněn při normovém zkoušení topného výkonu a COP
- ztráty tepla soustavy vlivem zařízení pro vytápění nebo akumulaci teplé vody, včetně přípojovacího potrubí
- umístění dílčí soustavy pro výrobu tepla.

Na obrázku 3-14 je uvedena systémová hranice pro návrh a výpočet energetické náročnosti podle ČSN EN 15316-4-2 pro TČ země-voda.



OBRÁZEK 3-14

SYSTÉMOVÁ HRANICE DÍLČÍ SOUSTAVY VÝROBY

3.4.1 Ekonomie

Moderní tepelné čerpadlo voda-vzduch v provedení "twins" (dva kompresory v jednotce) umožňuje i při teplotách $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ teoreticky monovalentní funkci s poměrně vysokým topným faktorem⁷ (1,5). Principem jsou dvě jednotky, které při nízkých teplotách pracují střídavě a zajišťují poměrně účinné odmrazování výparníkové části. Tato TČ jsou vybaveny dodatkovým elektrickým dohřevem 8 kW pro případ potřeby. Výparníková část se může umístit jak v budově, tak i vně budovy.

Volba TČ z výkonové řady neovlivní přímo úměrně cenu zařízení. Cena TČ se nemění lineárně s jeho tepelným výkonem, ale pouze nepatrně:

tepelný výkon v kW	poměr výkonů	cena v Kč	poměr cen
8,0	39,8%	272 000	81,7%
11,6	57,7%	293 000	88,0%
12,5	62,2%	297 000	89,2%
20,1	100,0%	333 000	100,0%

Např. řada TČ voda-vzduch se v rozsahu tepelných výkonů 8 kW až 20,1 kW mění pouze v rozsahu 18,3 %, přičemž tepelný výkon se mění v rozsahu 60,2 %. Je zřejmé, že malá TČ má horší ekonomickou návratnost.

Z obdobných analýz je zřejmé, že měrná cena malých TČ sledované typové řady je až 2 x větší než velkých TČ. Ve stejném poměru se proto zvýší návratnost pořizovacích nákladů TČ malých výkonů.

Naopak v budovách, jejichž energetická náročnost je klasifikována jako „velmi až mimořádně úsporná“ je ekonomický efekt TČ (poměřovaný návratností či celkovou cenou) podstatně menší.

Zatím co měrná úspora energie (dosažená jednotkovým výkonem TČ) se s výkonem TČ v podstatě nemění, měrná cena (za jednotkový výkon TČ) roste se snižujícím se výkonem TČ, často velice významně. Tak je tomu i u sledované typové řady TČ „vzduch-voda“. S poklesem potřeby tepla a tepelné ztráty se zmenšuje potřebný výkon TČ a dosažená úspora je proto investičně náročnější.

3.4.2 Základní parametry TČ

Vzhledem k tomu, že pro budovy s téměř nulovou potřebou energie je z důvodů

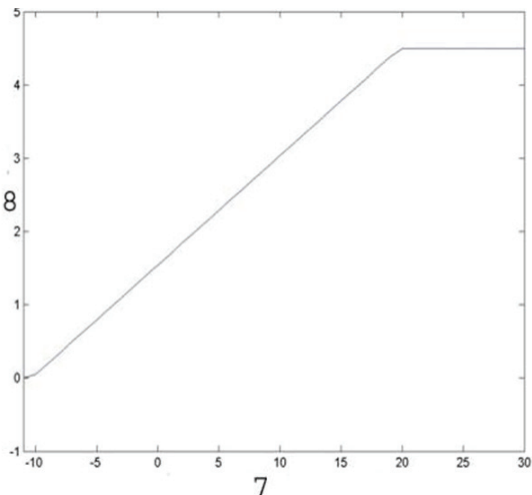
- ☛ měrné primární energie i
- ☛ celkové ceny v ekonomickém hodnocení

třeba navrhovat užití TČ obezřetně, uvádíme obecné charakteristické hodnoty potřebné pro hodnocení TČ.

3.4.2.1 Teploty

TABULKA 3-4

TEPLOTY ZDROJŮ TEPLA

TČ	teplota zdroje
venkovní vzduch-voda	teplota venkovního vzduchu
odpadní vzduch-voda	vnitřní návrhová teplota prostoru
spodní voda-voda	teplota spodní vody se uvažuje konstantní po celý rok a příklad hodnoty teploty podzemní vody je 10 °C
solanka-voda	teplota v průběhu otopného období se mění v závislosti na teplotě venkovního vzduchu  7 teplota venkovního vzduchu ve °C 8 teplota solanky ve °C

3.4.2.2 *Hodnoty pro topný výkon a topný faktor tepelných čerpadel s elektrickým pohonem*

Uvedené charakteristiky jsou příklady hodnot. Při provádění výpočtu se musí věnovat pozornost užití – jako vstupu – údajů z normového zkoušení podle EN 14511. Nejsou-li k dispozici žádné údaje ze zkoušek, mohou být pro výpočet použity příslušné údaje od výrobců.

3.4.2.2.1 Topný výkon

Relativní topný výkon je poměr topného výkonu a referenčního topného výkonu, např. u normového bodu hodnocení podle EN 14511, pro tepelná čerpadla

- vzduch-voda A7/W35⁶
- solanka-voda B0/W35
- voda-voda W10/W35.

Hodnoty jsou na obrázcích 3-15 až 3-17.

Norma EN 255-2 byla v roce 2004 nahrazena normou EN 14511, v níž byly zavedeny odlišné zkušební podmínky. V současné době je k dispozici jen málo měření podle EN 14511, a tudíž jsou jako příklad uvedeny hodnoty podle EN 255-2. Proto je na dále uvedených obrázcích stanoven referenční bod T1 podle předchozí normy EN 255-2, který odpovídá A7/W50, B0/W50 a W10/W50.

3.4.2.2.2 Topný faktor

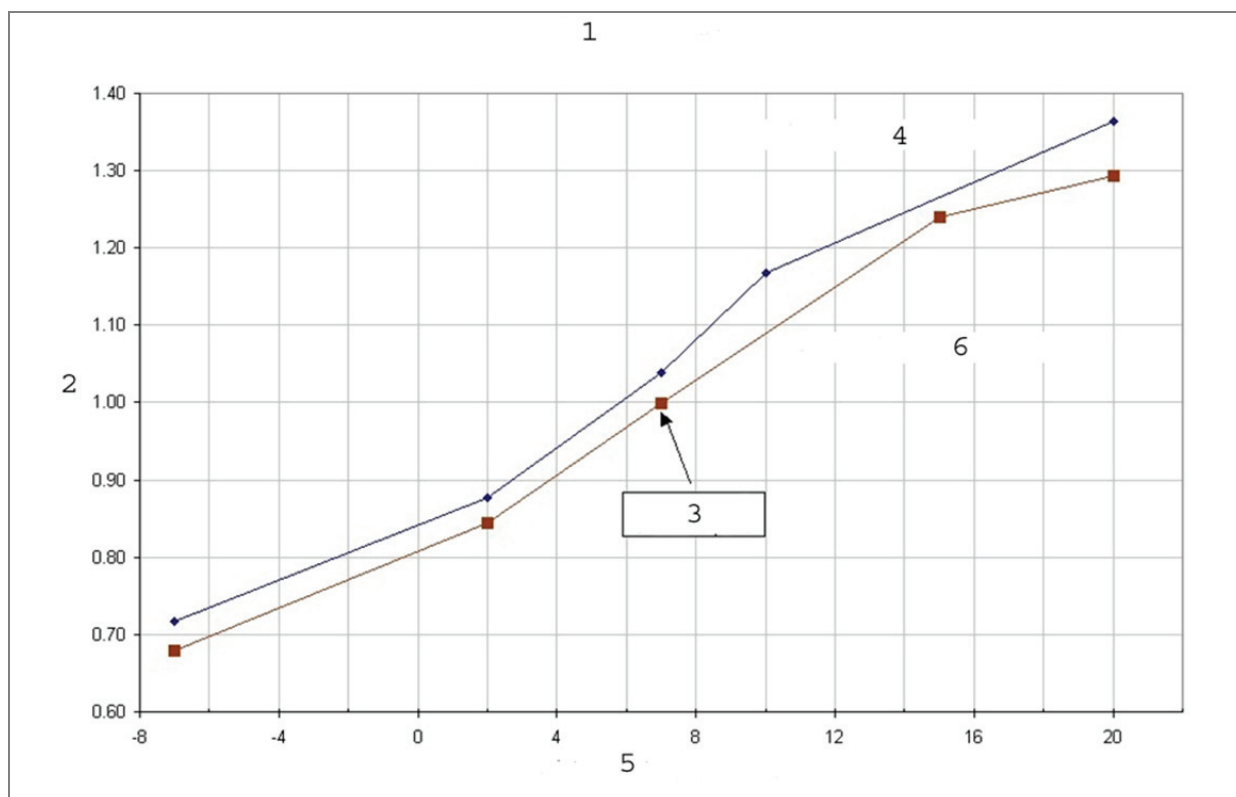
Topný faktor COP⁷ vyjadřuje poměr topného výkonu k užitému příkonu jednotky. Jeho hodnoty jsou na obrázcích v 3-18.

Hovoříme-li o topném faktoru jako ukazateli energetického efektu TČ, musíme si uvědomit „dvě strany“ topného faktoru. Význam topného faktoru dokumentuje topný faktor celé vytápěcí soustavy, tj. poměr získaného tepla ku přivedené energii.

Množství hnací energie je nepřímo úměrné topnému faktoru; úspora energie neroste úměrně s topným faktorem, narůstá relativně pomalu, s růstem topného faktoru se nárůst úspory zpomaluje (závislost není lineární, ale hyperbolická); proto dvojnásobný topný faktor nezajistí dvojnásobnou úsporu spotřeby energie pro danou potřebu tepla, např. pro vytápění. Taková úloha je v praxi standardní.

⁶ Poznámka: V mezinárodně používaných zkratkách pro TČ znamenají: A – vzduch, W – voda B – solanka, DX – přímé sdílení tepla mezi zemí a chladičem

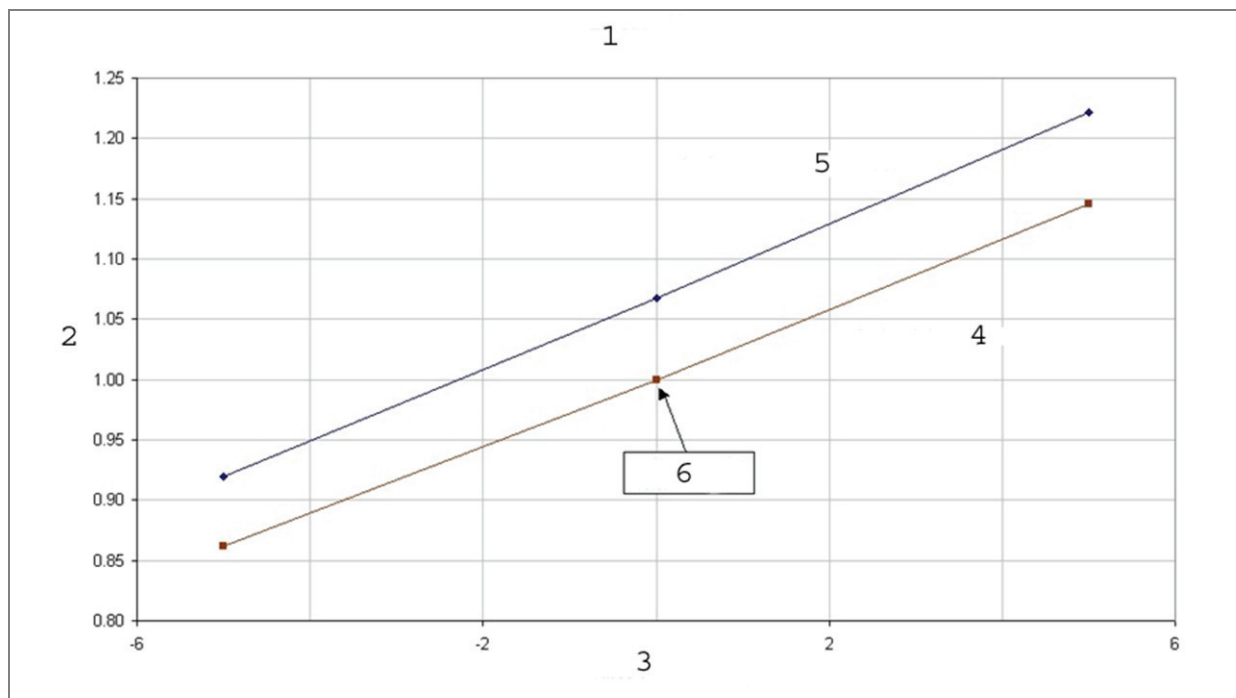
⁷ Poznámka: Činitel náročnosti je doslovným překladem anglického originálu a vystihuje požadavek hodnocení energetické náročnosti. Obdobný přístup je u hodnocení chlazení. Francouzi užívají „coefficient de performance“. Německá verze užívá výraz „Leistungszahl“, které německé společnosti do české praxe převádějí jako výkonové číslo. Z důvodů tradičního užití v české technické praxi se ponechává pojem topný faktor.



Relativní topný výkon A/W tepelných čerpadel (vzduch-voda)

Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Výstupní teplota odvodu tepla	
		35 °C	
1 tepelné čerpadlo vzduch-voda s elektrickým pohonem			
2 relativní topný výkon	-7 °C	0,72	-7 °C
3 topný výkon referenčního bodu (A7/W35)	2 °C	0,88	2 °C
4 výstupní teplota odvodu tepla: 40 °C	7 °C	1,04	7 °C
5 vstupní teplota zdroje tepla [°C]	10 °C	1,17	10 °C
6 výstupní teplota odvodu tepla: 50 °C	15 °C	–	15 °C
	20 °C	1,36	20 °C

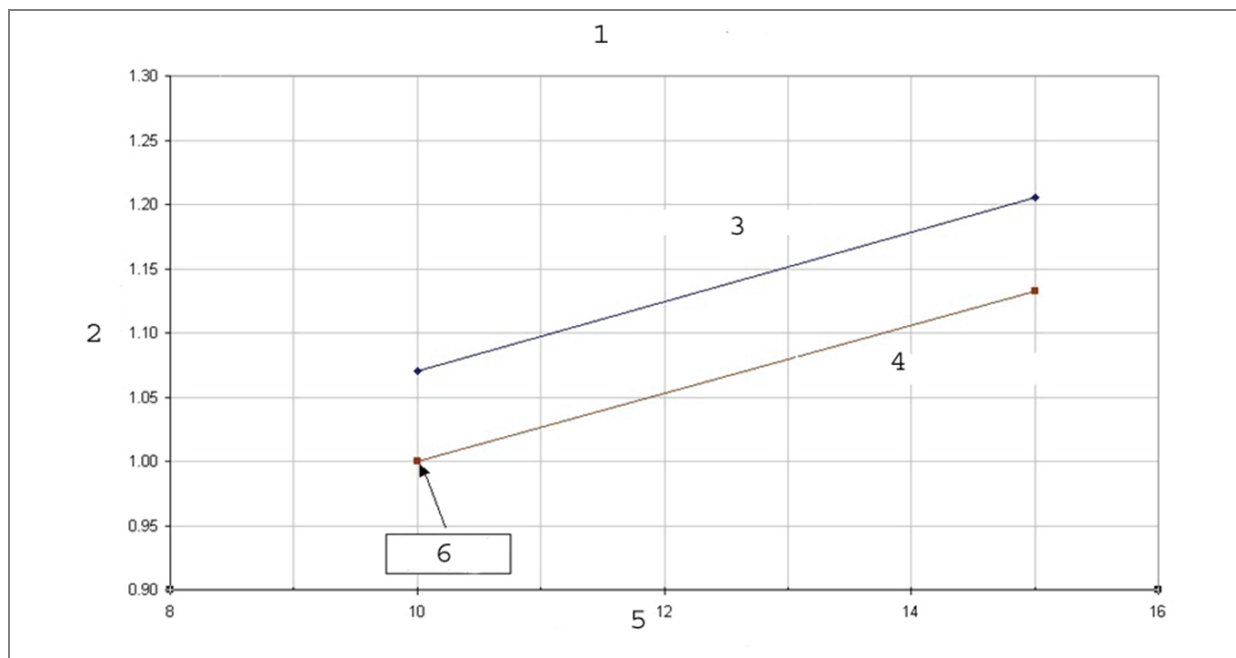
OBRÁZEK 3-15 PRŮMĚRNÝ TOPNÝ VÝKON TEPELNÝCH ČERPADEL VZDUCH-VODA PROTI TEPLITÁM ZDROJE A ODVODU TEPLA (REFERENČNÍ BOD T1 PODLE EN 255-2)



Relativní topný výkon A/W tepelných čerpadel (solanka-voda)

Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Výstupní teplota odvodu tepla	
		35 °C	50 °C
1 tepelné čerpadlo solanka-voda s elektrickým pohonem			
2 relativní topný výkon	-5 °C	0,92	-5 °C
3 vstupní teplota zdroje tepla [°C]	0 °C	1,07	0 °C
4 výstupní teplota odvodu tepla: 50 °C	5 °C	1,22	5 °C
5 výstupní teplota odvodu tepla: 35 °C			
6 topný výkon referenčního bodu			

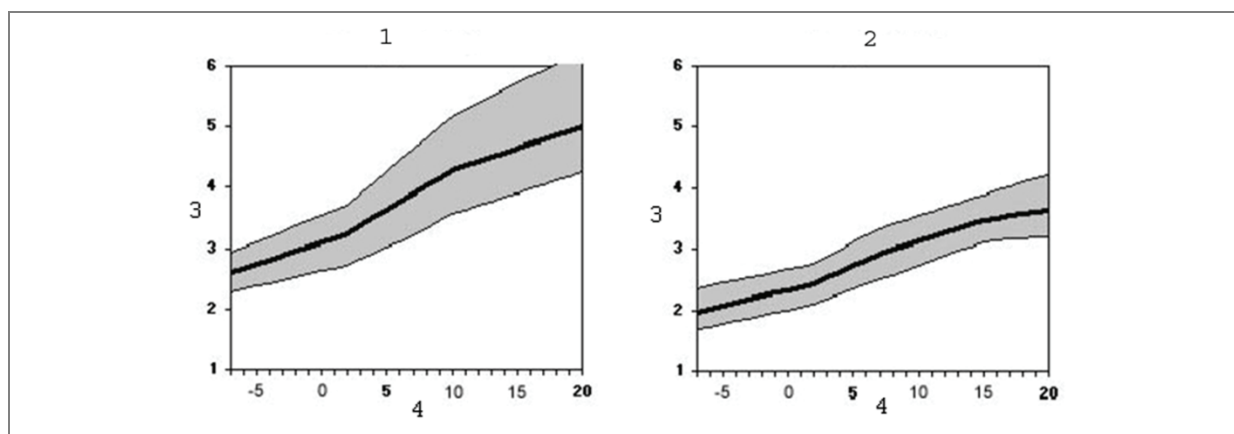
OBRÁZEK 3-16 PRŮMĚRNÝ TOPNÝ VÝKON TEPELNÝCH ČERPADEL SOLANKA-VODA S ELEKTRICKÝM POHONEM PROTI TEPLOTÁM ZDROJE TEPLA A ODVODU TEPLA (REFERENČNÍ BOD T1 PODLE EN 255-2)



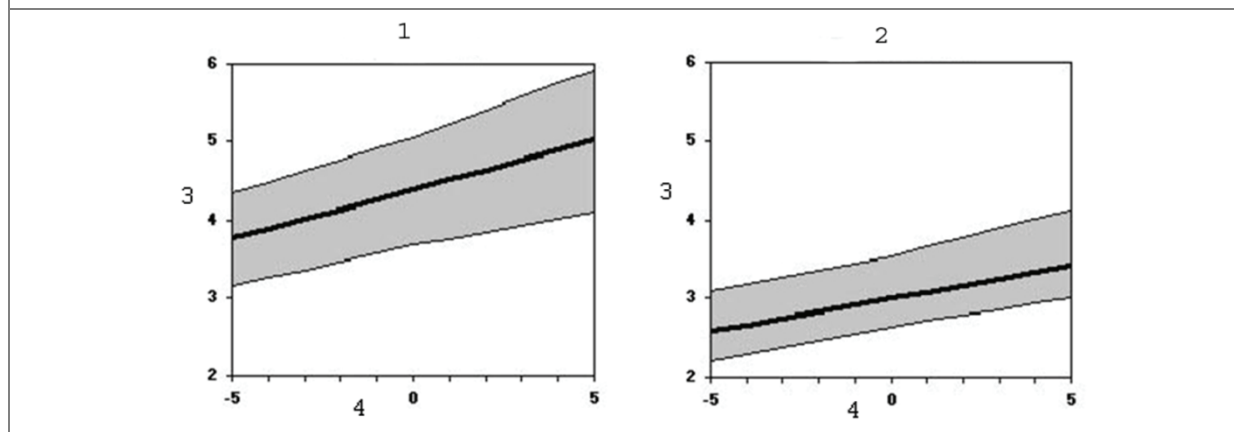
Relativní topný výkon A/W tepelných čerpadel (voda-voda)

Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Výstupní teplota odvodu tepla	
		35 °C	50 °C
1 tepelná čerpadla voda-voda s elektrickým pohonem			
2 relativní topný výkon	10 °C	1,07	10 °C
3 výstupní teplota odvodu tepla: 35 °C	15 °C	1,22	15 °C
4 výstupní teplota odvodu tepla: 50 °C			
5 vstupní teplota zdroje tepla [°C]			
6 referenční bod topného výkonu			

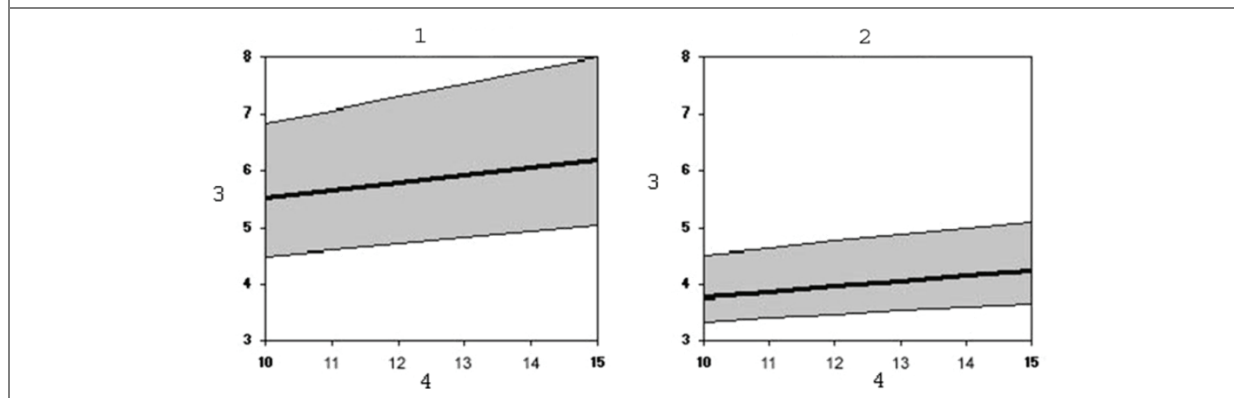
OBRÁZEK 3-17 PRŮMĚRNÝ TOPNÝ VÝKON TEPELNÝCH ČERPADEL SOLANKA-VODA S ELEKTRICKÝM POHONEM PROTI TEPLITÁM ZDROJE TEPLA A ODVODU TEPLA (REFERENČNÍ BOD T1 PODLE EN 255-2)



vzduch - voda



solanka - voda



voda - voda

Legenda

1 teplota odvodu tepla $\theta_{sk} = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$

3 COP

2 teplota odvodu tepla $\theta_{sk} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$

4 teplota zdroje tepla

OBRÁZEK 3-18

HODNOTY COP TEPELNÝCH ČERPADEL S ELEKTRICKÝM POHONEM PROTI
TEPLOTÁM ZDROJE TEPLA (ČERNÁ ČÁRA – PRŮMĚRNÉ HODNOTY, ŠEDÁ
PLOCHA – PÁSMO ROZPTYLU HODNOT)

3.5 ŠEDÁ VODA

Užití tzv. šedé vody je ve vhodných budovách (např. hotely) výborným opatřením ve spolupráci s TČ pro snížení energetické náročnosti a měrné primární energie.

Šedá voda pochází z hygieny – mytí, sprchování a koupání.

Její využití **pouze pro energetické účely** vyžaduje

- úpravu zdravotních rozvodů. Musí být dvoje kanalizační potrubí - jedno na černou vodu (s fekáliemi) a druhé na šedou vodu
- filtraci
- akumulaci v dostatečně dimenzovaných zásobnících šedé vody
- zapojení jako zdroje tepla do TČ.

Uplatní se TČ voda-voda převážně pro přípravu TV.

4 SPECIFIKACE STAVEBNÍHO ŘEŠENÍ A ENERGETICKY ÚČINNÝCH SOUSTAV TZB A JEJICH PRVKŮ

Účelem této kapitoly je vyjádřit požadavky a parametry na stavební řešení a soustavy TZB umožňující návrh budovy s téměř nulovou potřebou energie.

TABULKA 4-1 POŽADAVKY NA KONCEPCI BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU POTŘEBOU ENERGIE A OPATŘENÍ K JEJICH NAPLNĚNÍ

stavební část/činnost	stavební funkční díl	vliv na energetickou spotřebu	poznámka
architektonicko dispoziční řešení	—	úspora energie (tzv. pasivní opatření nenákladové): ✓ objemově kompaktním návrhem ✓ pečlivě vyváženými otvorovými výplněmi z hlediska zisků a ztrát ✓ tzv. bioklimatickým přístupem při nejvyšším využití tzv. pasivních a aktivních tepelných zisků	jsou i jiné požadavky, které opravňují porušení zásad, např. etapovou (v závislosti na růstu rodiny) výstavbu RD v průběhu času, apod.
stavební konstrukce	obvodová neprůsvitná konstrukce	snížení tepelné ztráty prostupem a zvýšení vnitřní povrchové teploty	součinitel prostupu tepla $U = 0,2 \text{ až } 0,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
	střecha		
	otvorové výplně	snížení tepelné ztráty prostupem a větráním	- součinitel prostupu tepla $U = 1,7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ a nižší - zváží se užití tepelně izolovaných žaluzií, okenic
	vybrané vnitřní konstrukce	snížení tepelné ztráty prostupem	zateplit podle teplot přilehlých prostorů/zeminy
TZB	vytápění	snížení spotřeby tepla na vytápění: ✓ časově přesnou dodávkou tepla do jednotlivých prostorů ✓ vyregulováním rozvodů tepla ✓ využitím tepelných zisků vnitřních a od oslunění	- vlastnosti otopné soustavy souladné s akumulacími vlastnostmi stavební konstrukce pro co nejvyšší využití tepelných zisků - ústřední a místní regulace

TABULKA 4-1

POŽADAVKY NA KONCEPCI BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU POTŘEBOU ENERGIE A OPATŘENÍ K JEJICH NAPLNĚNÍ

stavební část/činnost		stavební funkční díl	vliv na energetickou spotřebu	poznámka
		větrání	snížení spotřeby tepla na ohřev vzduchu	- využití tepla z odváděného vzduchu - časově řízené větrání hygienicky opodstatněné - odstranění škodlivin z budovy v co nejvyšší míře - užití frekvenčních měničů u elmotorů nad 1 kW
		chlazení a vlhčení	snížení potřeby energie	- co nejvyšší omezení s ohledem na funkčnost budovy - užití energeticky účinné technologie
TZB		elektrické rozvody a spotřebiče	snížení potřeby energie: - u umělého osvětlení - užití energeticky účinných spotřebičů (štítkovaných) - organizačními opatřeními	- u osvětlení - návrhem (sdružené), - úspornými zdroji - řízeními
		integrace soustav TZB a využití ne-tradičních technologií	snížení spotřeby energie optimalizací funkce TZB s ohledem na požadovanou funkci budovy	- vzájemná součinnost soustav - užití akumulace tepla a případně jeho přečerpávání - užití obnovitelných energií
		regulace a měření	nadřazený řídicí systém	- regulační zařízení u jednotlivých soustav TZB - optimalizace funkční a energetická jednotlivých regulací řídicím systémem
		vertikální doprava	snížení spotřeby energie vhodným řídicím (sběrným) systémem a časovou optimalizací chodu výtahů s ohledem na jejich nosnost a provoz v budově	řídicí systém
provoz budovy	řízení provozu	TZB v závislosti na časovém snímku funkce budovy a bezporuchovém provozu	řídicí systém pro: ✓ zajištění funkce budovy ✓ zajištění bezpečnosti provozu soustav TZB ✓ zajištění trvání projektových parametrů spotřeby energie po dobu životnosti budovy	- regulace a řízení soustav TZB - kontrola soustav TZB - užití energetického manažerství
	údržba opravy	udržení funkčnosti a parametrů po dobu životnosti	zachování funkčnosti budovy a udržení projektovaných parametrů po dobu životnosti budovy	- řídicí systém - energetické manažerství

4.1 STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

Stavební funkční díly ovlivňující potřebu tepla:

- obvodové neprůsvitné konstrukce
- otvorové výplně
- střechy
- vodorovné neprůsvitné konstrukce nad venkovním prostředím
- vybrané vnitřní konstrukce

jsou většinou dobře pojednané a jejich návrh v úrovni potřebné pro budovy s téměř nulovou potřebou energie nečiní obtíže.

V tabulce 4-2 jsou uvedeny hodnoty součinitele prostupu tepla z ČSN 73 0540-2, platné od 1. 11. 2011.

☺ Limitní hodnoty, které se použijí pro budovy s téměř nulovou potřebou energie, jsou silně zarámovány. Jedná se o hodnoty pro pasivní domy.

Tabulka 4-2 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla		
	[W/(m ² .K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlé k zemině ^{b),d)}	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině ^{d)}	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ^{a)}	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2	0,8 až 0,6

Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 ⁷⁾	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1 ⁷⁾	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$, v m ² /m ² , kde A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m ² ; A _w plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m ² .	$f_w < 0,5$ $f_w > 0,5$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$ $0,7 + 0,6 \cdot f_w$	$0,2 + f_w$ $0,15 + 0,85 \cdot f_w$
Kovový rám výplně otvoru	-	1,8	1,0
Nekovový rám výplně otvoru ^{c)}	-	1,3	0,9 - 0,7
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,8	1,2
POZNÁMKY ^{a)} Nemusi se vždy jednat o teplosměnnou plochu, ovšem s ohledem na postup výstavby a možné změny způsobu užívání se zajišťuje tepelná ochrana na uvedené úrovni ^{b)} V případě podlahového a stěnového vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla započítávají pouze vrstvy od roviny, ve které je umístěno vytápění, směrem do exteriéru. ^{c)} Platí i pro rámy využívající kombinace materiálů, včetně kovových, jako jsou například dřevo-hliníkové rámy. ^{d)} Odpovídá výpočtu součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-4 (tj. bez vlivu zeminy), nikoli výslednému působení podle ČSN EN ISO 13370.			

4.1.1 Vliv otvorových výplní

Otvorové výplně jsou jednak příčinou tepelných ztrát, jednak zdrojem vnějších tepelných zisků, jejichž využitá část se počítá do tepelné bilance budovy. Jejich bilance se počítá podle ČSN EN ISO 13790.

Pro hodnocení využitelných slunečních (vnějších) zisků se stanoví tepelný tok ze slunečních zisků v závislosti na efektivních sběrných plochách příslušných stavebních prvků a korekcích na zastínění slunečního záření vnějšími překážkami.

Mezi sběrné plochy patří zasklení (včetně jakýchkoli integrovaných nebo přidaných stínících zařízení), obvodové neprůhledné prvky, vnitřní stěny a podlahy zimních zahrad a stěny za transparentními výplněmi nebo průhlednou tepelnou izolací. Vlastnosti závisí na klimaticky, časově a místně závislých vlivech, jako je poloha slunce a poměr mezi přímým a difúzním slunečním zářením. Vlastnosti prvků se obecně mění v čase, jak po hodinách, tak i v průběhu roku.

Tepelné zisky vznikající jako důsledek sluneční radiace obvykle dostupné v dané lokalitě jsou závislé na orientaci sběrných ploch, trvalého a pohyblivého stínění, prostupnosti a pohltivosti slunečního záření a na vlastnostech charakterizujících přenos tepla sběrných ploch. Koeficient

zahrnující vlastnosti a plochu sběrného povrchu (včetně vlivu stínění) se nazývá efektivní sběrná plocha. Uplatňuje se měsíční metoda.

Pro zjednodušení práce jsou převzaty z DIN V 18599-2 některé hodnoty zohledňující metodiku ČSN EN ISO 13 790 pro stanovení clonění otvorových výplní, a to v tabulce 4-3. Typické hodnoty $g_{gl,n}$ jsou uvedeny v tabulce.

TABULKA 4-3 CELKOVÁ PROPUSTNOST SLUNEČNÍ ENERGIE ZASKLENÍM PRO RŮZNÁ CLONĚNÍ PROTI SLUNEČNÍMU ZÁŘENÍ $G_{GL,N,SH}$

Druh zasklení	hodnoty, bez ochrany proti slunečnímu záření			Venkovní sluneční clony						Vnitřní sluneční clony						
				venkovní žaluzie				svíslé markýzy (předokenní plátěné clony)		vnitřní žaluzie				textilní roleta		folie
				nastavení 10°		nastavení 45°				nastavení 10°		nastavení 45°				
				bílé	tma-vošedé	bílé	tma-vošedé	bílé	šedé	bílé	svět-lešedé	bílé	svět-lešedé	bílé	šedé	bílé
	U_w	U_g	$g_{gl,n}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
jednoduché	4,5	5,7	0,87	0,07	0,13	0,15	0,14	0,22	0,18	0,30	0,40	0,38	0,46	0,25	0,52	0,26
dvojsklo	2,5	2,9	0,78	0,06	0,10	0,12	0,10	0,20	0,14	0,34	0,43	0,40	0,47	0,29	0,51	0,30
trojsklo		2,0	0,7	0,05	0,07	0,11	0,08	0,18	0,11	0,35	0,43	0,40	0,47	0,31	0,50	0,32
vícevrstvé izolační - 2		1,7	0,72	0,05	0,07	0,11	0,07	0,18	0,11	0,35	0,44	0,41	0,48	0,30	0,51	0,32
vícevrstvé izolační - 2		1,4	0,67	0,04	0,06	0,10	0,06	0,17	0,10	0,35	0,43	0,40	0,47	0,31	0,49	0,32
vícevrstvé izolační - 2		1,2	0,65	0,04	0,05	0,10	0,06	0,16	0,09	0,35	0,43	0,40	0,46	0,31	0,48	0,32
vícevrstvé izolační - 3		0,8	0,5	0,03	0,04	0,07	0,04	0,13	0,07	0,32	0,37	0,35	0,39	0,30	0,40	0,31
vícevrstvé izolační - 3		0,6	0,5	0,03	0,03	0,07	0,03	0,12	0,06	0,33	0,37	0,36	0,39	0,30	0,40	0,31
zasklení s ochranou proti SZ - 2		1,3	0,48	0,02	0,02	0,06	0,02	0,11	0,05	0,32	0,37	0,35	0,39	0,30	0,39	0,31
zasklení s ochranou proti SZ - 2		1,2	0,37	0,03	0,05	0,07	0,05	0,11	0,07	0,27	0,29	0,29	0,30	0,26	0,31	0,26
zasklení s ochranou proti SZ - 2		1,2	0,25	0,03	0,05	0,06	0,05	0,09	0,07	0,20	0,21	0,21	0,22	0,20	0,22	0,20

U_w součinitel prostupu otvorové výplně ($W/m^2.K$) hodnoty jsou orientační, přesné hodnoty jsou v národních normách, např. v ČSN 73 0540-3

U_g součinitel prostupu zasklení ($W/m^2.K$) – viz ČSN 73 0540-3, tabulka D.6, D.3.1

$g_{gl,n}$ celková propustnost sluneční energie zasklením pro záření dopadající kolmo k povrchu bez sluneční clony

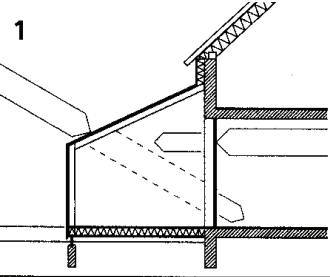
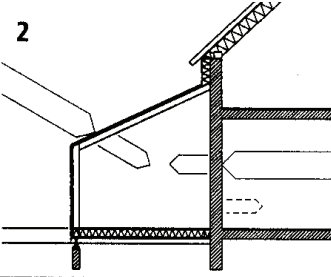
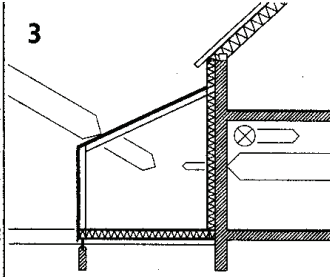
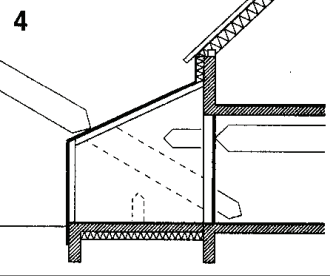
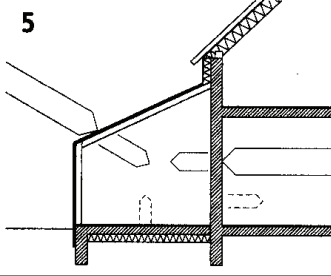
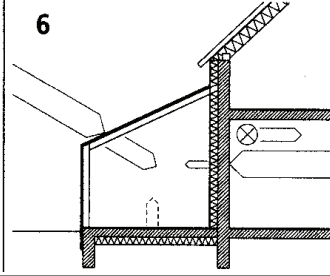
$g_{gl,n,sh}$ celková propustnost sluneční energie zasklením pro záření dopadající kolmo k povrchu se sluneční clonou

$g_{gl,sh} = F_w \cdot g_{gl,n,sh} = 0,9 \cdot g_{gl,n,sh}$

V dvou sloupcích (2) a (3) jsou hodnoty U pro výpočet měrné tepelné ztráty H_w . Od sloupce (5) jsou hodnoty uvažující různé druhy clonění otvorových výplní.

☺ Silně jsou orámovány hodnoty pro budovy s téměř nulovou potřebou energie.

- ☺ Velmi účinným prvkem snižující potřebu tepla na vytápění jsou u RD a nízkopodlažní výstavby verandy. Jejich schématický přehled je na obrázku 4-1. Postup výpočtu energetických přínosů je v ČSN EN ISO 13790.

konstrukce ↓ a vlastnosti → verandy	visuální a tepelné spojení, tepelný tok z domu do verandy	tepelná vazba na konstrukci budovy; stěna působí jako akumulátor; zasklení verandy částečně nahrazuje tepelnou izolaci akumulční obvodové stěny	tepelné oddělení verandy a domu; tepelné zisky se využijí pouze řízeným odvodem tepla (ventilátor)
vyšší vnitřní teplota a rychlejší ohřev způsobený izolovanou podlahou; teplá podlaha (vhodné pro pobyt)			
akumulační hmota v podlaze k dosažení tepelné rovnováhy ve verandě (vhodné pro květiny)			

OBRAZEK 4-1 MOŽNÁ ŘEŠENÍ ZASKLENÝCH VERAND V RD A NÍZKOPODLAŽNÍ ZÁSTAVBĚ ¹⁶

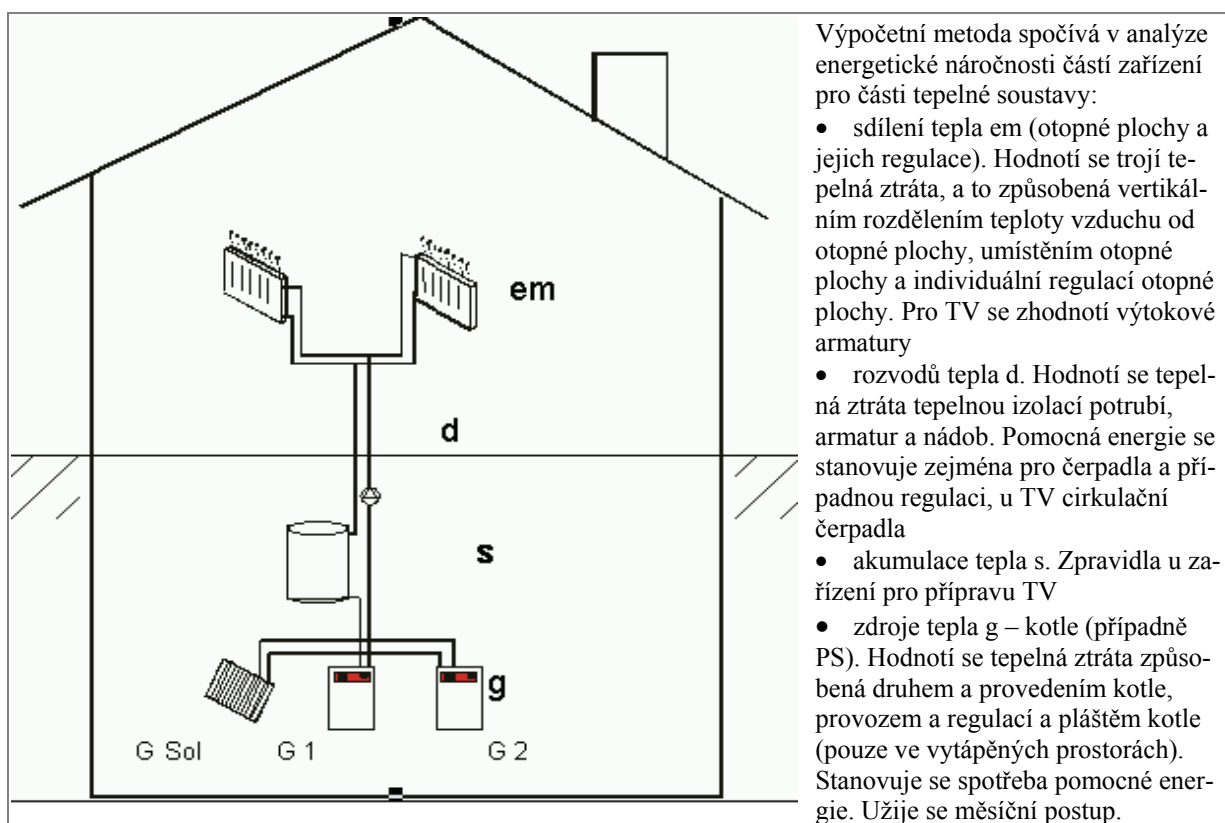
- ☺ Obdobným prvkem jako verandy jsou zasklené lodžie. Pro velmi orientační ocenění je možné počítat pro výpočet tepelné ztráty v ploše verandy namísto teploty venkovní oblasti (např. Praha -12) teplotu ve verandě cca 0 až 5 °C. Jediným problémem je užití zasklených lodžií v otopné sezóně, kdy nutkají k rozšíření vytápěné plochy o plochu verand. Nicméně je nutno je užívat jako venkovní plochu, tedy trvale zavírat dveře.

4.2 VYTÁPĚNÍ

Otopná soustava se sestává z dílčích částí:

- **části zdroje** tepla –kotle, slunečního okruhu, TČ, domovní předávací stanice (DPS)) s ústřední regulací
- **části akumulace** tepla žádné. Tato dílčí část se vyskytovala výjimečně, ale s rozvojem kotlů na biomasu a TČ bude nezbytná
- **části rozvodu tepla** – potrubí, nádoby, armatury a jejich tepelná izolace, čerpadla, případně regulační uzle pro regulaci teploty otopné vody v jednotlivých větvích rozvodu
- **části sdílení tepla** otopnou plochu s individuální regulací, volba otopné plochy a její umístění.

Schematicky jsou dílčí části zřejmé z obrázku 4-2. V obrázku jsou stručně popsány základní vlastnosti dílčích částí ovlivňující energetickou účinnost.



Výpočetní metoda spočívá v analýze energetické náročnosti částí zařízení pro části tepelné soustavy:

- sdílení tepla em (otopné plochy a jejich regulace). Hodnotí se trojí tepelná ztráta, a to způsobená vertikálním rozdělením teploty vzduchu od otopné plochy, umístěním otopné plochy a individuální regulací otopné plochy. Pro TV se zhodnotí výtokové armatury
- rozvodů tepla d. Hodnotí se tepelná ztráta tepelnou izolací potrubí, armatur a nádob. Pomocná energie se stanovuje zejména pro čerpadla a případnou regulaci, u TV cirkulační čerpadla
- akumulace tepla s. Zpravidla u zařízení pro přípravu TV
- zdroje tepla g – kotle (případně PS). Hodnotí se tepelná ztráta způsobená druhem a provedením kotle, provozem a regulací a pláštěm kotle (pouze ve vytápěných prostorách). Stanovuje se spotřeba pomocné energie. Užije se měsíční postup.

OBRÁZEK 4-2

STRUKTURA SOUSTAVY TZB

Otopná soustava z hlediska energetické náročnosti (zdroj tepla a rozvody s otopnou plochou) musí odpovídat legislativním požadavkům, ČSN, zejména:

☺ zákonu č. 406/2006 Sb.⁸,

☺ vyhlášce č. 193/2007 Sb.⁹, a to

- max. teplotou přívodní otopné vody do 75°C
- oběhovými čerpadly s regulací otáček
- ústřední automatickou regulací
- předepsanou úrovní tepelné izolace potrubí, armatur a nádob vnitřních rozvodů
- vybavením rozvodů armaturami umožňujícími seřízení průtoku teplotnosné látky v rozvodu a kontrolu seřízení (protokol)
- místní regulací otopných ploch
- zahrnutím tepelných zisků z neizolovaných potrubí ve vytápěných místnostech do tepelného výkonu otopné plochy.

☺ vyhlášce č. 194/2007 Sb.¹⁰, a to

⁸ Poznámka: Zákon č. 406/2006 Sb., o hospodaření energií v úplném znění a prováděcí vyhlášky

⁹ Poznámka: Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu

- pravidlům pro vytápění, době a teplotám vytápění
 - regulaci vytápění ústřední případně zónové, individuální automatické pro využití vnitřních a vnějších tepelných zisků a regulaci tlakové difference
 - měření spotřeby tepla pro vytápění (nezbytné pro zavedení energetického manažerství).
- ☺ Jsou uvedeny **minimální legislativní požadavky**. Při realizaci budovy s téměř nulovou potřebou energie tyto požadavky **musí být překročeny až do úrovně požadavku optimální úrovně** energetické náročnosti. Platí to zejména pro tepelné izolace potrubí, nádob a armatur, teploty přívodu topné vody pro plynový kondenzační kotel (55/45°C) nebo TČ (45/35 u deskových těles a 35/25 u podlahového vytápění), IRC systém individuální regulace.

4.2.1 Certifikace otopné soustavy

4.2.1.1 Část sdílení tepla

V části sdílení tepla, kterou tvoří otopná plocha, jsou tepelné ztráty způsobeny:

- regulací (individuální) otopné plochy. Vyjádříme-li je účinností regulace, jsou v rozsahu od 80% u ručního ovládání (s ústřední regulací teploty otopné vody podle venkovní teploty) po 93% u automatické regulace TRV nebo 96% ventily s termopohony či jinak ovládanými ventily. Tento vysoký rozsah tepelné ztráty je třeba pečlivě zvažovat, protože základní výpočet potřeby tepla Q_H podle ČSN EN ISO 13790 zahrnuje téměř 100 % využití tepelných zisků a v této části se potřeba stává reálnou
- rozvrstvením teploty vzduchu po svislici. U běžných těles v bytových domech (čládkových či deskových) a při světlé výšce obytných prostorů do 4 m příliš neovlivňují tepelnou ztrátu, vliv je u velkoplošných otopných ploch. U teplotního spádu 70/55 °C s průměrnou střední teplotou se uvažuje účinnost 93%, u tradičního spádu 90/70°C nižší 88%. Další vliv má umístění otopné plochy. U běžných řešení v domech s otopným tělesem pod oknem je vliv vyjádřen účinností 95% oproti umístění na vnitřní stěně 87%.
- zvláštními vlastnostmi venkovních stavebních dílů, a to u velkoplošných otopných ploch ve stavebním dílu a jeho tepelné izolaci omezující únik tepla. I když se u budov vyskytují omezeně, je dobré při uvažování o jejich užití zvažovat účinnost v rozmezí 90% až 98,5%.

Celková účinnost části otopných ploch v budovách se pohybuje u tradičních řešení s ručním ovládáním a ústřední regulací kolem 75% (již by se neměly vyskytovat), u modernizovaných budov s ústřední i místní regulací kolem 88 %. To dobře odpovídá zjištěným údajům o využití tepelných zisků po instalaci místní regulace zjištěné v EA kvalifikovaným porovnáním faktur za teplo před a po instalaci.

Další energetickou ztrátou je případná potřeba elektrické energie u otopných ploch. Jedná se např. o konvektory s nuceným sdílením tepla ventilátory, pohon ventilů, apod.

Postup výpočtu je v ČSN EN 15316-2-1.

¹⁰ Poznámka: Vyhláška č. 194/2007 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu TV a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov zařízeními regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům

- ☺ U budov s téměř nulovou potřebou energií se užije účinná ústřední regulace a individuální regulace zapojená systémem IRC do řídicího systému.

4.2.1.2 Část rozvody tepla

Tepelné ztráty v rozvodech jsou způsobeny úrovní tepelné izolace potrubí, armatur a nádob. V nevytápěných prostorách musí být co nejvíce omezeny, ve vytápěných zahrnuty (zejména u zateplených budov) do tepelné bilance na vytápění.

Úroveň tepelné izolace uvádí ČSN EN 12828¹¹ a vyhláška č. 193/2007 Sb.⁹

Izolace armatur a přírub se provádí jako snímatelná. Izolace se nepožaduje u armatur, kde by to ohrožovalo jejich funkci nebo podstatně ztěžovalo manipulaci s nimi.

Minimální tloušťka tepelné izolace armatur se volí stejná jako u potrubí téhož jmenovitého průměru.

Pro tepelné izolace rozvodů se použije materiál mající součinitel tepelné vodivosti λ u rozvodů menší nebo roven 0,045 W/m.K a u vnitřních rozvodů menší nebo roven 0,040 W/m.K. U rozvodů se tloušťka tepelné izolace stanoví výpočtem tak, aby součinitel prostupu tepla vztažený na jednotku délky potrubí U byl menší nebo roven jak hodnoty uvedené v tabulce.

Určující minimální hodnoty součinitelů prostupu tepla vztažených na jednotku délky u vnitřních rozvodů jsou

DN	10 až 15	20 až 32	40 až 65	80 až 125	150 až 200
U (W/mK)	0,15	0,18	0,27	0,34	0,40

Pro certifikaci budovy se rozvody člení na 3 skupiny:

- vodorovné mezi zdrojem tepla (PS či regulačním uzlem) a svislými stoupacími potrubími. Jsou zpravidla v nevytápěných prostorách a z nich uniklé teplo nelze užít v tepelné bilanci budovy. Je třeba jim věnovat mimořádnou pozornost při návrhu tepelné izolace a jejím provedení a údržbě. To se vztahuje také na armatury (značí se L_V)
- svislé a v některých řešeních i vodorovné. Jsou ve vytápěném prostoru, vedené na venkovních stěnách (někdy i vnitřních). Je v nich trvalá cirkulace topné látky. Tepelné přírůsky se uvažují v teplené bilanci. Rozvody se značí L_S .
- připojovací zpravidla uzavíratelná potrubí od svislého (omezeně vodorovného) potrubí k otopným plochám. Jsou ve vytápěných prostorách a mohou se uvažovat v tepelné bilanci prostoru. Značí se L_A .

Podle vyhlášky č. 193/2007 Sb.⁹ se tepelná energie předávaná do vytápěného prostoru z neizolovaného potrubí považuje za trvalý tepelný zisk, který se uvažuje při návrhu tepelného výkonu otopných těles.

Tepelné ztráty v nevytápěných prostorách (zpravidla 1. PP technické podlaží se u stávajících budov) se pohybují v rozsahu 8 až 15 % podle kvality provedení a opotřebení. Po modernizaci se sníží na 3 až 8%.

¹¹ Poznámka: ČSN EN 12828 je zavedená evropská norma Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav

Pomocná energie se spotřebovává jako elektřina na pohon čerpadel v regulačních uzlech na vstupu do domu a velmi málo na pohony regulačních armatur.

Rozlišuje se kvalita čerpadel s důrazem na jejich energetickou úspornost. Rozlišují se tři druhy čerpadel podle možnosti změny tlaku:

neregulovatelná, které se vyskytují ve stávajících realizacích a mající nevhodný provoz. V budovách s téměř nulovou potřebou energie se nenavrhnou

s konstantním tlakovým rozdílem

regulovatelná s proměnným tlakovým rozdílem. Jsou hospodárná a umožňují optimální řešení regulace tlakové difference při instalaci individuální regulace. Uplatní se v budovách s téměř nulovou potřebou energie.

Poměr ročních potřeb elektrické energie mezi prvním a třetím typem čerpadel je cca 60 až 70 %. Proto i při vyšší ceně je třeba navrhovat a provozovat tzv. elektronicky řízená inteligentní čerpadla.

Postup výpočtu je v ČSN EN 15316-2-3.

Proto také vyhláška č. 193/2007 Sb.⁹ požaduje užít v otopných soustavách se jmenovitým tepelným výkonem nad 50 kW oběhová čerpadla s automatickou plynulou nebo alespoň třístupňovou regulací otáček.

U rozvodu tepelné energie a vnitřního rozvodu vytápění¹² se seřizují průtoky tak, aby odpovídaly projektovaným jmenovitým průtokům s maximální odchylkou ± 15 %. Seřízení průtoků se prokazuje měřením v jednotlivých větvích otopné soustavy. Měření se provádí při uvádění do provozu, po odstranění závažných provozních závad, při nedostatečném zásobování nebo přetápění u některého odběratele či spotřebitele a při změnách zařízení, které ovlivňují tlakové poměry v síti, zejména při připojení nových a odstavení stávajících odběratelů či spotřebitelů. Protokol o měření a nastavení průtoků zůstává trvale uložen u provozovatele rozvodu či vnitřního rozvodu.

4.2.1.3 Část akumulace tepla

Tepelné ztráty v nádobách jsou způsobeny úrovní tepelné izolace nádob, případně potrubí a armatur. V nevytápěných prostorách musí být co nejvíce omezeny. Postup výpočtu je např. v ČSN EN 15316-4-7.

4.2.1.4 Část zdroje tepla

Pro posuzování hospodárnosti budovy se uvažují klasické kotle tradiční do roku 1978, kotle instalované v rozmezí let 1978 až 1994 a nové kotle po roce 1994. Dále se kotle rozlišují na kotle na tuhá paliva (nové s automatickým provozem), standardní speciální plynové a na biomasu, nízkoteplotní buď speciální plynové, průtočné (s tepelným výkonem do cca 24 kW) nebo kondenzační.

Pro takto členěné skupiny kotlů jsou dostupné podklady pro výpočet jejich tepelné ztráty při provozu. Základem výpočtu tepelné ztráty a tedy i hospodárnosti provozu kotlů je stanovení stupně zatížení kotlů. Výkon kotlů je stanoven tak, že stupeň zatížení je vždy $\beta_{h,i} \leq 1$.

¹² Poznámka: Platí také pro rozvody teplé vody přívodní a cirkulační

Zpravidla se kotle zapínají postupně podle potřebného tepelného výkonu daného průměrným tepelným výkonem dodávaným do rozvodů (úměrného $\dot{Q}_h$ pro danou venkovní teplotu a výkonu pro přípravu TV).

Je-li počet kotlů i (nebo jejich regulovatelných částí), jmenovitý výkon jednotlivých kotlů se postupně v řadě podle regulačního zařízení přičítá ke kotli i . Pokud po každém stupni součet výkonů kotlů nedosáhne potřeby, jsou kotle 100 % zatíženy. Teprve když sumace postupně připojovaných dílčích výkonů kotlů převyší potřebu, nachází se kotel, jehož výkon byl jako poslední připojen, v oblasti částečného zatížení. Pro tento n -tý kotel se stanoví zatížení kotle $\beta_{h,n}$.

$$\beta_{h,n} = \frac{\dot{Q}_{d,in} - \sum \dot{Q}_{N,n-1}}{\dot{Q}_{N,n}}$$

kde:

$\beta_{h,n}$	je stupeň zatížení kotlů	-
$\dot{Q}_{d,in}$	průměrný tepelný výkon dodávaný do rozvodů, který závisí na potřebě tepla Q_h , pro danou venkovní teplotu, jmenovitém výkonu kotlů, provozní době a dalších činitelích	kW
$\dot{Q}_{N,n}$	jmenovitý výkon n -tého kotle	kW

Při posuzování hospodárnosti kotelny se uvažuje 100% zatížení kotlů a dílčí zatížení kotlů s rozhraním 30%. Dále se uvažuje ztrátový tepelný výkon v pohotovostním stavu kotle. Tepelná ztráta se stanovuje po měsících součtem tepelných ztrátových výkonů v daném měsíci a počtu provozních hodin v měsíci. Výpočet se provede na podkladě ztrátového tepelného výkonu při 100% zatížení, dílčím zatížení (hranice 30%) a ztrátového tepelného výkonu v pohotovostním stavu. Pro výpočet jsou kromě provozní doby nutné účinnosti kotlů při 100 % zatížení $\eta_{k,100\%}$ (účinnost kotle při jmenovitém výkonu), 30% zatížení $\eta_{k,pl}$ (účinnost kotle při částečném výkonu) a poměr $f_{\frac{H_s}{H_i}}$ mezi hodnotami spalného tepla a výhřevnosti paliv pro zemní plyn 1,11.

Významná je také změna teploty topné vody. Pro vytápění s nuceným oběhem vody se volí teplota vody na vstupu do otopného tělesa **do 75 °C**. Pro vytápění s přirozeným oběhem otopné vody se volí teplota teplotonosné látky na vstupu do otopného tělesa maximálně 90 °C.

Obdobný, ale podstatně jednodušší postup výpočtu tepelné ztráty je v případě domovní předávací stanice. Tepelná ztráta je velmi nízká, v našem případě $Q_{h,g,DS}$ je 2,2 MWh/rok pro původní provedení DPS a 1,2 pro nové provedení.

Je nutné také stanovit potřebu elektrické energie, tzv. pomocnou energii. U kotelny se opět vychází z principu měsíčního výpočtu podle tepelného zatížení kotlů. Potřeba pomocné energie se snížila z 24,5 MWh/rok u stávajícího stavu na 8,3 MWh/rok u nejvíce zateplené budovy.

Obdobně u domovních předávacích stanic, kde je potřeba zanedbatelná, v případě instalace ekvitermní regulace otopné vody je roční potřeba cca 0,120 MWh/rok.

4.2.2 Funkční díly otopné soustavy

4.2.2.1 Rozvody a otopné plochy

4.2.2.1.1 Rozvody

V objektech převládají vertikální (stoupačkové) protiproudé volně vedené potrubní rozvody se spodním ležatým protiproudým nebo souproutým (tichelmanským) rozvodem. Spodní rozvod je veden pod stropem podzemního podlaží (PP). Na stoupačky jsou jednostranně i oboustranně napojena otopná tělesa. Paty stoupaček jsou již vybaveny páry kulových i vypouštěcích kohoutů.

Většinou se používaly uzavřené teplovodní dvoutrubkové vytápěcí soustavy s nuceným oběhem o výpočtových teplotách oběhové vody nejčastěji 92,5/67,5 někdy i 90/70 °C.

V odběrných místech vytápěcích soustav jsou osazeny fakturační měřiče tepla a v případě osazení termostatických radiátorových ventilů (TRV) také regulátory tlakového rozdílu. Ty mají zajistit, aby během všech provozních stavů nepřestoupily tlakové rozdíly na TRV hodnotu 15 kPa.

TABULKA 4-4

PARAMETRY ROZVODŮ

		stávající	nové
výpočtová vnitřní teplota	°C	20	20
výpočtová venkovní teplota	C	-12	-12
výpočtové teploty oběhové vody	°C	92,5/67,5; 90/70	55/45; 35/25
výpočtový tepelný výkon do	kW/byt	6	3
nejvyšší dovolený přetlak do	kPa	600	600
tlaková ztráta objektů do	kPa	30	30

4.2.2.1.2 Tendence ve vývoji rozvodů tepla v objektu

Rozvody tepla v objektu s bytovými vytápěcími soustavami budou sestávat z rozvodů mimo byty a z rozvodů v bytech.

Potrubní rozvody tepla mimo byty budou vyvedeny z odběrného místa objektu ležatým a následně vertikálním potrubím (stoupačkou). V jednotlivých nadzemních podlažích budou na stoupačku napojena odběrná místa bytů nebo MRU s hlavními uzávěry a s fakturačními měřiči tepla. Zařízení místního odběrného místa bude zabudováno ve skřínce na chodbě podobně jako elektroměry.

Bytové rozvody budou horizontální dvoutrubkové či jednotrubkové. U dvoutrubkových rozvodů může být použit i způsob, při kterém je každé otopné těleso připojeno na kompaktní rozdělovač a sběrač samostatným vedením (tzv. paprskový rozvod). Vícevrstvé trubky jsou k jednotlivým otopným tělesům vedeny v podlaze, kde nesmí být spoje trubek.

4.2.2.1.3 Otopné plochy

Dosud převládají litinová článková otopná tělesa o rozměrech 50/160 a 500/110. V novějších objektech byla již osazena ocelová desková tělesa, nejčastěji dvojítá o výškách 500 a 600 mm. Otopná tělesa byla na rozvod připojena pomocí rohových i přímých radiátorových kohoutů o DN 10 a 15 někdy i 20, v současné době v důsledku legislativy jsou vybavena termostatickými radiátorovými ventily s přednastavením jmenovitého průtoku.

Během osazování TRV do stávajících vytápěcích soustav v bytových domech byly často osazeny současně indikátory vytápěcích nákladů, které umožní provést rozdělení nákladů na vytápění na jednotlivé byty objektu.

4.2.2.1.4 Tendence ve vývoji otopných ploch

V této oblasti vývoj nebude pokračovat používáním nových otopných těles, ta jsou již na hranici svých možností. Pouze bude využívána podrobná metodika dimenzování otopných těles, která lépe zohledňuje funkci tělesa ve vytápěném prostoru a zejména pod oknem a nové teplotní spády s podstatně nižší vstupní teplotou.

Otopná tělesa vytápěcích soustav budou vybavována regulačními ventily s TR hlavicemi, s termopohonem nebo s elektrickými pohony. Ventily s termopohonem nebo elektrickým pohonem budou napojeny na programovatelný řídicí systém (IRC), který bude schopen udržovat v každé místnosti individuálně požadovanou vnitřní teplotu v požadovaných dobách a to velice přesně s regulačními odchylkami $\pm 0,5$ K. Tím bude maximálně potlačeno přetápění místností. Bude docházet k dalšímu využívání tepelných zisků v místnostech a k úsporám tepla na vytápění.

4.2.2.2 Akumulace

Doporučuje se rozšířit okruh kotle na tuhá paliva a biomasu o

- akumulační zásobníkové zařízení při s ručním přikládáním paliva a
- zásobníkové zařízení pro vyrovnání zatížení u kotlů se samočinnou dodávkou paliva

jestliže vztah mezi jmenovitým tepelným výkonem kotle $\Phi_{\text{gnr,nom}}$ a výpočtovým tepelným zatížením $P_{\text{bg,nom}}$ je větší než 1,5.

Hlavním cílem akumulačního zásobníkového zařízení pro kotel je

akumulovat teplo mezi provozními cykly

zlepšit tepelnou pohodu uživatele.

Dalším cílem je, stejně jako v případě zásobníkového zařízení pro vyrovnání zatížení, zlepšit provozní podmínky s ohledem na tepelnou účinnost, jakož i dopad na životní prostředí.

Akumulační zásobníkové zařízení sestává z dále uvedených součástí:

akumulačního zásobníku

rozvodného potrubí mezi kotlem a akumulačním zásobníkem, včetně oběhového čerpadla regulačního zařízení.

Cílem zásobníkového zařízení pro vyrovnání zatížení u kotlů je zlepšit provozní podmínky s ohledem na tepelnou účinnost a znečištění životního prostředí tím, že se

- zkrátí cykly „spuštění – vypnutí“ během provozu kotlů se samočinnou dodávkou paliva
- prodlouží minimální doba provozu mezi jeho začátkem a koncem.

Zásobníkové zařízení pro vyrovnání zatížení sestává z podobných součástí jako akumulační zásobníkové zařízení, avšak dimenzování zásobníku je zcela odlišné.

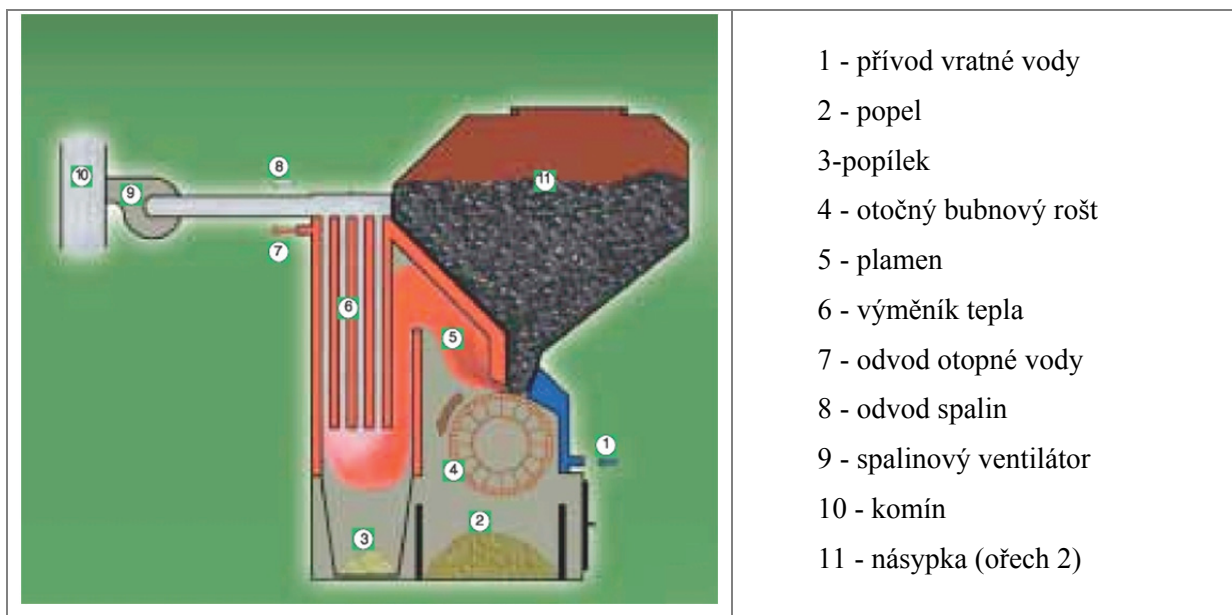
Zjišťuje se ztráta tepla z nádrží.

4.2.2.3 Kotelny

4.2.2.3.1 Kotle na tuhá paliva

Od 90. let minulého století se uplatňují automatické kotle na tuhá paliva. Tím se změnily podmínky pro modernizaci stávajících kotlen s tradičními kotli.

Instalují se automatické kotle na hnědé uhlí s občasnou obsluhou, vysokou účinností a regulací. Umožňují instalaci individuální regulace a uzavřený rozvod vody s tlakovými expanzními nádobami.



Obrázek 4-5

Schématický řez automatickým kotlem na tuhá paliva

Používáním nových efektivních technologií spalování hnědého uhlí dochází k výrazně nižšímu zatížení životního prostředí. Produkce emisí škodlivin (hlavně CO, NO_x a tuhých látek) je u kotlů nové generace v jednotlivých režimech několikanásobně nižší v porovnání s klasickými odhořivacími kotli. Při stoupajících cenách zemního plynu hnědé uhlí umožňuje energeticky účinnou modernizaci.

Při navrhování tepelného výkonu kotlů je nutné **nepředimenzovat** zdroj.

Schéma automatického kotle je na obrázku 3-1¹³. Jedná se o moderní automatický kotel na tuhá paliva s občasnou obsluhou. Plocha otáčivého roštu je poměrně malá a tím se podstatně liší od předchozích typů kotlů. Uhlí se při hoření postupně automaticky posouvá z násypky na rošt. Spalování probíhá vždy za dostatečného a řízeného přívodu vzduchu. Spalování řídí automatická regulace kotle a topný výkon je utlumován postupně. Během topné sezóny obsluha provádí pouze občasnou obsluhu a kontrolu jednou za den při plném výkonu a jednou za tři dny při sníženém výkonu. Doplní palivo a vybere popel. Účinnost kotlů je cca 80 %. Regulace výkonu kotle je v rozsahu 10—100 %. Vývod spalín z kotle je kouřovodem s kouřovým ventilátorem.

Na výstupu otopné vody bude instalována armatura pro ekvitermní regulaci směřováním a ochranu proti nízkoteplotní korozi. Na přívodu otopné vody je instalováno regulovatelné čerpadlo, filtr a armatury. Rozvod otopné vody je uzavřený s tlakovou expanzní nádobou.

Pro budovy s nulovou potřebou energie nedoporučujeme použít kotle na tuhá paliva z důvodů:

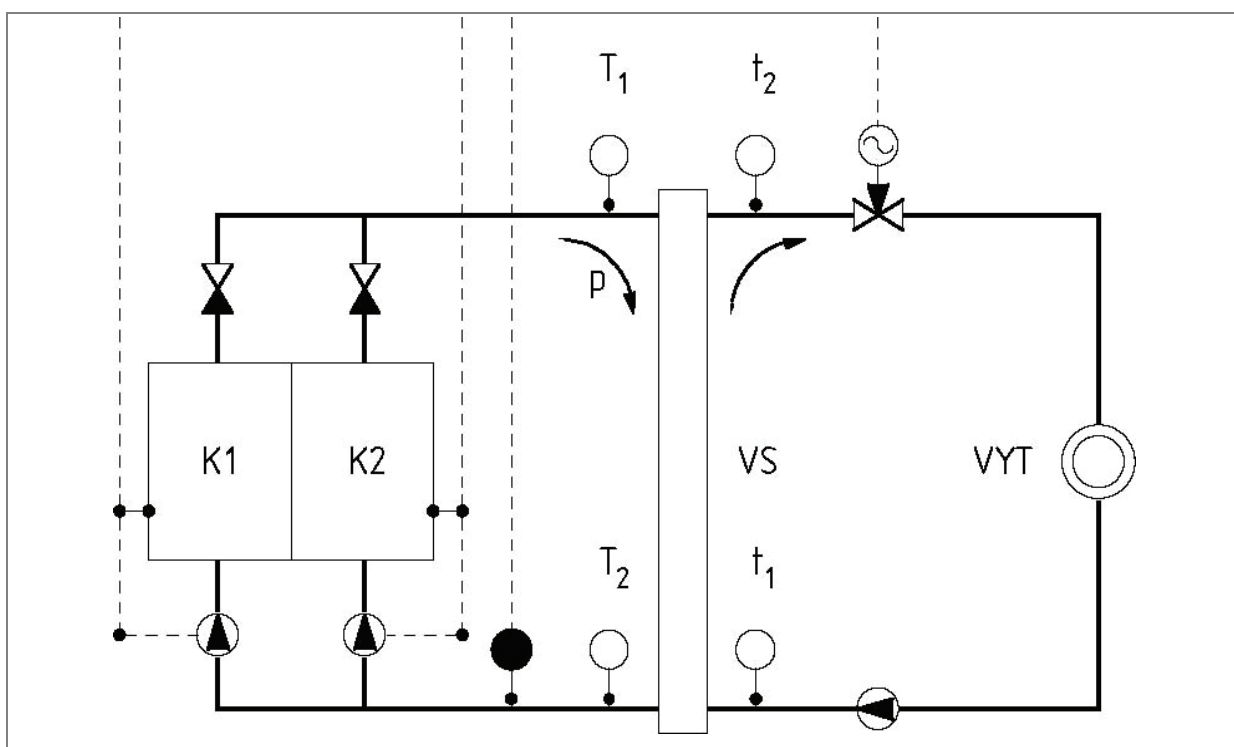
¹³ Poznámka: Jako schématický příklad je použit kotel Ekoefekt z dokumentace společnosti Ekoefekt, a.s.

- omezení účinnosti i u neúčinnějších provedení
 - zatížení primární energie konverzním činitelem v rozmezí 1,1-1,2.
- ☺ **Namísto kotlů na tuhá paliva se v místech, kde není dostupný jiný druh energie, navrhnou kotel na biomasu. Dostupností se míní také nedostatečný elektrický příkon pro připojení TČ.**

4.2.2.3.2 Plynové kotle

V současné době jsou v provozu teplovodní plynové kotelny vybavené jednak ocelovými plynovými kotli nebo litinovými článkovými kotli s atmosférickými hořáky nebo vířivými hořáky s plynulou regulací.

V kotelně bývají 2 až 4 kotle napojené na společnou spalínovou cestu.



Obrázek 4-6

Schéma zapojení kotelny s vyrovnávacími spojkami, které rozdělují soustavu na kotlový a tělesový okruh.

Řízení tepelného výkonu kotelny je ústřední regulací ekvitermním regulátorem a směšovací armaturou. Při ekvitermním řízení je tepelný výkon kotelny regulován podle teploty výstupní vody z kotlů v závislosti na venkovní teplotě. Tato závislost v grafické formě je známa jako topné křivky. Je-li více kotlů (výjimku tvoří kondenzační), užije se kaskádová regulace postupného připojování a odpojování kotlů podle tepelného zatížení.

Kotelny jsou vybaveny vyrovnávacími spojkami, které rozdělují soustavu na kotlový a na tělesový okruh. Oba okruhy jsou vybaveny oběhovými čerpadly. Spojka zajišťuje stabilizaci průtoku v kotlovém okruhu, na který pak nepůsobí změny průtoku v tělesovém okruhu při činnosti regulačních armatur. V obou okruzích musí být pro výpočtový stav zajištěny potřebné shodné průtoky. Na hrdlech vyrovnávací spojky mají být osazeny 4 teploměry, které slouží pro seřízení průtoků v okruzích škrcením na některé armatuře.

Vlastnosti kotlen v blízké budoucnosti vycházejí z energetického požadavku zajistit, aby dosahovaná roční provozní účinnost koteln byla blízká účinnosti kotlů. Další zvyšování účinnosti kotlů je již velmi omezeno. Proto musí být:

- všechny kotle vybaveny zařízením, které umožňuje automaticky odstavovat kotle od vodní a vzduchové či spalinové cesty; sníží se tak tepelné ztráty kotlů, které jsou ve stavu rezervy a v pohotovostním klidu,
- odděleny kotle pro vytápění od kotlů pro ohřev vody,
- použity nízkoteplotní kotle a zajištěn jejich nízkoteplotní provoz,
- použity kondenzační kotle a zajištěn jejich kondenzační provoz.

Řízení tepelného výkonu pro vytápění se musí provádět přímo na kotlích a to kvalitativně podle venkovní teploty s následnou změnou teplot přívodní a zpětné vody. Řídicí systém má umožňovat řízení tepelného výkonu alespoň dvou kotlů se spojitými hořáky v závislosti na venkovní teplotě a nastavení denního časového programu trvání normální a snížené topné křivky. V nadstavbě tohoto provedení mají být obsaženy funkce:

- řízení směšovačů několika zón podle vnitřní teploty v referenčním prostoru zóny s nastavením denního časového programu trvání normální a snížené vnitřní teploty a s adaptabilní funkcí zóny,
- nebo totéž řízení ale podle venkovní teploty.

Řízení tepelného výkonu pro ohřev vody se musí také provádět přímo na kotlích a to udržováním teploty přívodní vody na konstantní hodnotě 60-75 °C. Tím se omezí tepelné ztráty kotlů v základním běhu a v pohotovostním běhu sdílením tepla do koteln a ztráty tepla spaliny do okolí větším vychlazením spalin.

Dodávka tepla pro ohřev vody se děje většinou za konstantního výkonu kotle, s konstantním průtokem ohřívací vody a s nízkou konstantní teplotou přívodní ohřívací vody, která má být max. 65 °C. Důvodem je ochrana deskového výměníku před vznikem tvrdých úsad na teplosměnné ploše výměníku na straně teplé vody.

4.2.2.3.2.1 Nízkoteplotní kotle

Nízkoteplotní kotle jsou certifikované kotle, které se provozují s plynulou regulací topné vody počínaje 35 až 40°C při zvažování možné kondenzace vodní páry ze spalin.

U nízkoteplotních kotlů se teplota kotlové vody automaticky přizpůsobuje aktuální venkovní teplotě. Nízkoteplotní kotel se provozuje s plynulou teplotou kotlové vody, jejíž spodní hranice může být 35-40°C. Výrazně se sníží tepelné ztráty povrchem kotle, ztráty vychlazením a spaliny.

Např. společnost Dietrich používá kotlové těleso z eutektické litiny s vysokou odolností, která umožňuje provoz s nízkou teplotou zpětné vody a minimální teplotou kotlové vody 30°C. Provoz je řízen ekvitermně. Účinnosti jsou cca 84% (Hs) / 93% (Hi)

4.2.2.3.2.2 Kondenzační kotle

Kondenzační kotle podstatně zvyšují využití energie obsažené v zemním plynu. Kondenzační kotle využívají latentní (skryté) teplo. Teplo, které lze získat z úplné kondenzace, tj. při ochlazení spalin na referenční teplotu 25 °C, má hodnotu 11 % z tepla spalného.

Návrh musí zajistit nejnižší teplotu zpětné vody:

- volbou nejnižších jmenovitých teplot vytápěcí nebo ohřívací vody,

- vhodným hydraulickým zapojením celé tepelné soustavy,
- vhodným řízením tepelného výkonu a hydraulických poměrů.

V tepelných soustavách nesmí být použity prvky, které zvyšují teplotu zpětné vody. Jedná se zejména o přepouštěcí armatury a čtyřcestné směšovače.

Řízení tepelného výkonu kotle musí být ekvitermické. Pokud je v kotelně více kondenzačních kotlů, musí být provozovány současně a ne postupně (kaskádově).

Při použití regulačních armatur, které pracují na principu škrcení průtoku, např. termostatických radiátorových ventilů nebo přímých či trojcestných regulačních armatur, bude průtok proměnný. Potom je vhodné použít řízené oběhové čerpadlo s proměnnými otáčkami. Vliv škrcení průtoku regulačními armaturami na zvýšení okamžité účinnosti kondenzačních kotlů je velice příznivý, neboť teplota zpětné vody se značně snižuje.

Z výhřevnosti se stanovuje účinnost spalovacího zařízení. U kondenzační techniky byl zaveden takzvaný normovaný stupeň využití, který nabývá hodnot nad 100 % a v komerčních prospektech bývá často pro zjednodušení označován jako účinnost s hodnotou vyšší než 100 %.

Aby se však mohlo provést porovnání konvenčních a kondenzačních kotlů, stanovuje se činitel normovaného stupně využití u kondenzačních kotlů jako podíl spalného tepla a výhřevnosti. V certifikaci se označuje činitel $f_{HS/HI}$ a pro zemní plyn má hodnotu 1,11.

U kondenzačního kotle v otopné soustavě se jmenovitým spádem 75/60 °C činí normovaný stupeň využití 104 %. Normovaný stupeň využití zahrnuje všechny ztráty kotle, které jsou závislé na teplotě topné vody a zatížení kotle. Kdybychom však počítali účinnost kondenzačního kotle ze spalného tepla, dojdeme korektním fyzikálním postupem na hodnotu účinnosti (označené také "absolutní") 94 %, u nízkoteplotního kotle 84,5 % a u účinného standardního kotle 83 %. Důležitý je rozdíl cca 10% účinnosti mezi kondenzačním kotlem a běžným kotlem. Prakticky uvažujeme cca 7 %.

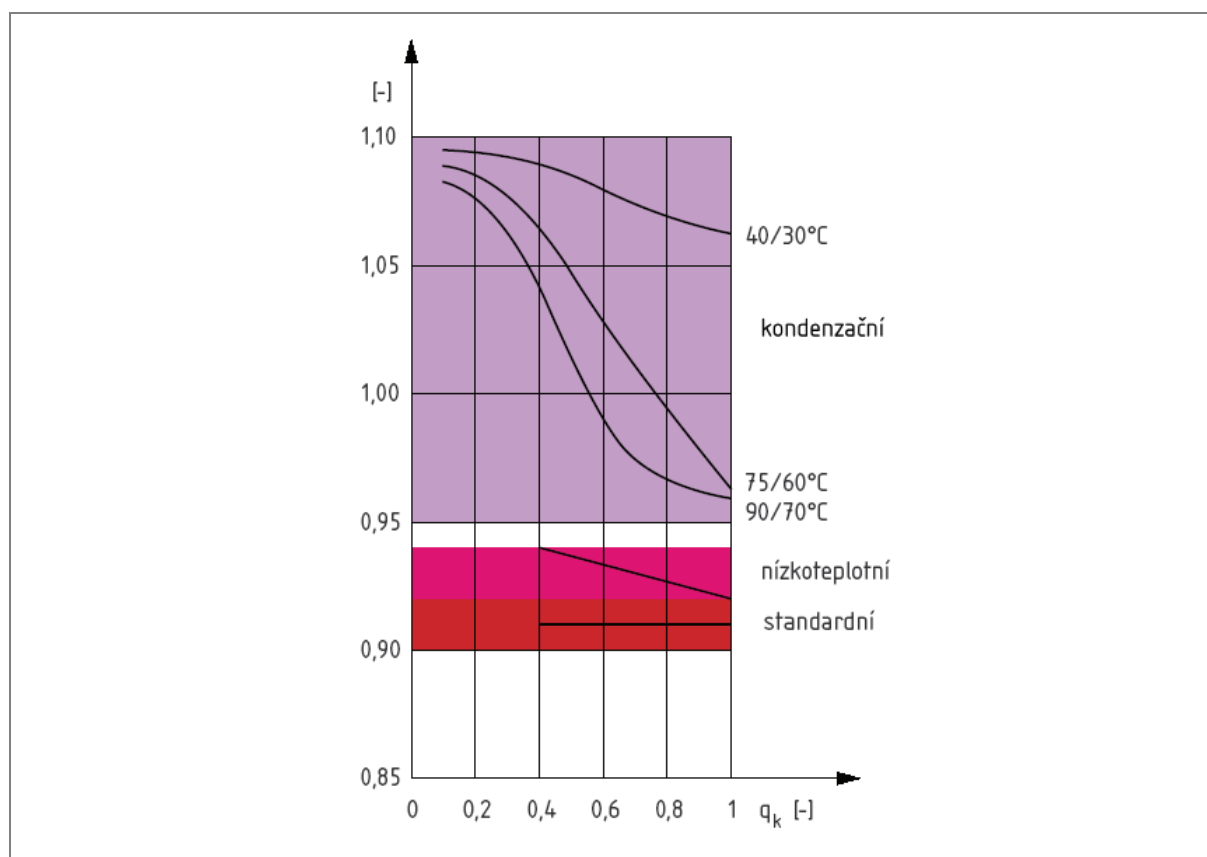
Řízení směšovacího poměru vychází z konstrukčního řešení kotle a jeho seřízení.

Teplotu vratné vody ovlivňuje vlastní otopná soustava a to:

- teplotním spádem topné vody
- hydraulickým zapojením a seřízením
- způsobem provozu a regulace

Ideální jsou systémy, u kterých je teplota vratné vody po celé topné období, to je i při nejnižších venkovních teplotách, o 5 °C nižší než skutečná teplota rosného bodu spalín. Při návrhu otopné soustavy s konvenčními tělesy lze u kotlů pracujících s minimálním přebytkem vzduchu (přímým řízením směšovacího poměru) a spojitě řízeným výkonem v rozsahu 20 – 100 %, garantovat plné využití kondenzace až do spádu 70/50 °C. Kondenzační techniku lze v našich klimatických podmínkách v bytových domech efektivně využívat i u soustav s vyššími teplotami topné vody. V určitém časovém období – při velmi nízkých venkovních teplotách bude teplota vratné vody překračovat rosný bod spalín, k využití tepla z kondenzace nedojde a normovaný stupeň využití kotle se sníží. Otopné soustavy se spádem 75/60 °C pracují v kondenzačním režimu až po dobu 85 % topné sezóny.

Z uvedeného vyplývá, že energeticky úspěšný provoz kondenzačního kotle je závislý na tom, zda bude dosaženo nízkých hodnot 3 veličin. Součinitele přebytku vzduchu λ , teploty spalín a teploty zpátečky.



OBRÁZEK 4-7

ZÁVISLOST ÚČINNOSTI KOTLŮ NA ZATÍŽENÍ

4.2.2.4 Úpravný parametrů v objektu – domovní předávací stanice (DPS)

Pokud jsou zdroje tepla mimo zásobovaný objekt, jsou propojeny s odběrnými místy objektů primárními a následně sekundárními rozvody tepla. Primární rozvody se vyznačují vysokými parametry teplonosné látky (teploty až 150 °C, tlak 2,5 MPa). Těmito dvourubkovými rozvody se vede teplo určené pro vytápění, pro ohřev vody, případně i vzduchu.

Rozhraními mezi primárními a sekundárními rozvody jsou úpravné parametry. Nejčastěji jsou to předávací stanice buď se zařízením ohřevu vody (centrální ohřev vody) nebo bez zařízení ohřevu vody (decentrální ohřev vody v objektech či v bytech). Jsou buď okružkové, nebo výjimečně domovní. Sekundární rozvody se vyznačují nižšími parametry teplonosné látky (teploty až 110 °C, tlak 0,6 MPa).

Z předávacích stanic je sekundární stranou vyvedeno teplo a teplá voda dvěma způsoby:

- ➡ společně, kdy je teplo určené vytápění a pro ohřev vody vedeno pouze 1 párem potrubí (tzv. dvourubkový způsob),
- ➡ odděleně, kdy je teplo určené pro vytápění vedeno 1 párem potrubí, teplá voda s cirkulací dalším párem potrubí (tzv. čtyřrubkový způsob).

U prvního způsobu je na sekundárních rozvodech osazeno směšovací a ohřívací zařízení, které je umístěno do vytápěného objektu za odběrné místo. Směšovací zařízení sestává z trojcestného regulačního směšovače s el. pohonem ovládaným regulátorem a z oběhového čerpadla. Tímto zařízením pro domovní centrální regulaci se řídí teplota přírodní vytápěcí vody v závislosti na vnější teplotě (tzv. ekvitemní regulace).

U druhého způsobu jsou oba páry sekundárních rozvodů zaústěny přímo do odběrného místa, které má každý vytápěný objekt. Vytápěcí soustava je vybavena okřskovou centrální ekvitermní regulací.

Při nasazování regulační techniky a zejména TRV do stávajících soustav bude v těchto soustavách proměnný průtok. Do soustav s proměnným průtokem patří řízená čerpadla.

☺ Tento způsob zásobování teplem budov (CZT) je z hlediska pojednávaného tématu významný tam, kde je teplárenský (kogenerační) zdroj. V tomto případě se snižuje z důvodu účinnosti kombinované výroby tepla a elektřiny primární činitel na 0,7 (podmínkou je alespoň 70 % dodávky z kogenerace v průběhu roku).

4.2.2.4.1 Vývojová tendence a zařízení pro budovy s téměř nulovou potřebou energie

Předpokládaný vývoj úpraven parametrů v objektech se může ubírat směrem, kdy budou dodávána kompaktní zařízení, která budou vybavena řídicím systémem s vyšší úrovní programu a budou zabírat minimální prostor. Zásadní směr vývoje se ale bude týkat provádění bytových vytápěcích soustav s úpravami parametrů s ohřevem vody přímo v bytě.

Při nasazování regulační techniky a zejména TRV do stávajících soustav bude v těchto soustavách proměnný průtok. Do soustav s proměnným průtokem patří řízená čerpadla.

Vývoj vytápěcích soustav bude směřovat k používání bytových/MRU vytápěcích soustav. Rozumí se tím:

f) u bytových budov uplatnění předávací stanice (BPS), která zahrnuje:

- směšovací armatury pro ekvitermní regulaci vytápění
- deskový výměník na přípravu TV
- oběhové čerpadlo s elektronickou regulací otáček
- trojcestný ventil s pohonem pro 100 % upřednostnění přípravy TV před vytápěním
- měření odebraného tepla
- armatury
- elektronickou řídicí jednotku
- prvky regulačního okruhu
- regulační zařízení pro uživatelské ovládání bytové stanice
- kvalitní místní regulaci vnitřní teploty a s ní související odpovídající regulace.

Předpokládá se ekvitermní předregulace v kotelně.

Pro občanské budovy se předpokládá zařízení MRU (měřící a regulační uzel). Vytvoří ho seskupení vytápěných prostorů a místností dané tepelným výkonem na vytápění (např. 100 kW) s měřením dodávaného tepla a regulací teploty otopné vody. Zahrne:

- směšovací armatury pro ekvitermní regulaci vytápění
- individuální regulaci IRC systémem
- měření odebraného tepla
- individuální měření spotřeby tepla.

K výhodám tohoto způsobu patří to, že teplo pro vytápění a ohřev vody je do bytu dodáváno společně párem potrubí a snadno se měří fakturačním měřičem tepla. U rozvodů teplé vody a cirkulace, které dříve procházely celým objektem, odpadne cirkulační potrubí a rozvod teplé vody se zkrátí na několik metrů. Značně se sníží ztráty tepla při distribuci teplé vody.

4.2.2.5 Degradující činitele při dosažení energetické účinnosti otopné soustavy

Hlavní a převažující závadou a vlivem snižujícím energetickou účinnost soustavy byla hydraulická a tepelná nestabilita převažujících vertikálních dvoutrubkových soustav. Zapříčiňovala:

- přetápění nebo nedostatečné vytápění, které je jedním z faktorů pro vznik plísní
- negativní postoj uživatelů k energeticky vědomému provozu budovy.

Po modernizaci zavedením individuální regulace je při správném seřízení rozvodů a provozu vytápění byla závada odstraněna.

Dalšími omezeními pro dosažení energeticky účinného řešení a provozu jsou:

- modernizace otopných soustav bez projektu
- neprovádění topných zkoušek podle předpisu (např. ČSN)
- naprosto nedostatečná údržba
- chybějící/nedostatečné izolace potrubí v nevytápěných prostorách
- umožnění manipulace s regulačními prvky neodborníkům (stoupačky, atd.)
- modernizace otopných soustav jednotlivých budov bez přihlédnutí k parametrům tepelné sítě CZT
- mizivě znalosti o energetickém manažerství při provozu budovy a ochota jej vykonávat.

Samostatným opatřením je tzv. energetické manažerství, které je nástrojem pro trvalé sledování spotřeby tepla na vytápění a přípravu TV a spotřeby studené vody a rychlou nápravu poruchových stavů k udržení parametrů díla po dobu ekonomické životnosti. Další jeho význam spočívá v informovanosti uživatelů a jejich motivaci. Je s ním spojené měření spotřeby, ať již absolutní nebo poměrové, nejlépe obojí. Je popsáno v kapitole 10.

4.3 PŘÍPRAVA TV

Zařízení ohřevu vody, které je umístěno v objektu, je vždy součástí domovní kotelny nebo úpravní parametrů. Ohřev vody se v kotelnách provádí převážně zásobníkovým způsobem, v úpravních parametrech (DPS nebo kompaktním zařízením pro decentralizovanou přípravu TV a vyrovnávací nádrží) průtočným způsobem.

Zásobníkové zařízení sestává ze zásobníkového ohříváče, ve kterém je teplota teplé vody udržována na konstantní hodnotě regulačním ventilem s el. pohonem, který škrtí průtok ohřívací vody do ohříváče.

Zařízení pro průtočný ohřev je použito v případech, kdy je objekt napojen na vnější tepelnou síť. Zařízení sestává z deskového výměníku tepla, do kterého je dodávané teplo řízeno regulačním ventilem s el. pohonem, který škrtí průtok ohřívací vody do výměníku v závislosti na teplotě teplé vody vystupující z výměníku a vyrovnávací nádrže.

Rozvod teplé vody je vždy doprovázen rozvodem cirkulační vody. Cirkulaci je zajištěna okamžitá dodávka teplé vody do všech zařizovacích předmětů a výtokových armatur. Obě

rozvodná potrubí jsou v objektech provedena z pozinkovaných závitových trubek, nově již z plastových trubek. Spotřeba teplé vody je v jednotlivých bytech většinou měřena vodoměry.

4.3.1 Certifikace ohřevu TV

Princip certifikace je obdobný jako u vytápění. Návrh opatření musí zahrnout legislativní požadavky:

- ☛ zákona č. 406/2006 Sb.⁸, o hospodaření energií v úplném znění a prováděcích vyhlášek
- ☛ vyhlášky č. 193/2007 Sb.⁹, a to
 - předepsanou úroveň tepelné izolace přívodního a cirkulačního potrubí, armatur a nádob
 - oběhová čerpadla s regulací otáček
 - ústřední automatickou regulaci
 - vybavení rozvodů armaturami umožňujícími seřízení průtoku teplotnosné látky v rozvodu a kontrolu seřízení (protokol).
- ☛ vyhlášky č. 194/2007 Sb.,¹⁰ a to
 - pravidla pro dodávku TV, dobu (přerušení dodávky v době neprovozování prostor) a teploty u výtoku 45 až 60 °C s výjimkou krátkodobého poklesu ve špičkách)
 - regulaci přípravy TV ústřední teploty TV a požadovaného přetlaku k dodávce TV.
 - měření spotřeby TV (nezbytné pro zavedení energetického manažerství).

Soustavy přípravy TV se pro ocenění členění na části:

- sdílení tepla (výtokové armatury). Hodnotí se tepelná ztráta výtokem. Zahrnují se také úspory energie po instalaci úsporných armatur (např. pákových s úsporou vody 20 %)
- rozvody tepla. Hodnotí se tepelná ztráta tepelnou izolací potrubí, armatur a nádob. Elektřina se stanovuje zejména pro čerpadla a případnou regulaci. Zvláštní pozornost se věnuje regulaci cirkulačního čerpadla a případnému omezovači průtoku podle teploty v nejvzdálenějším místě.
- akumulaci tepla. Pokud se vyskytuje vyrovnávací zásobník, hodnotí se jeho tepelné ztráty.
- zdroje tepla - kotle. Jsou obsaženy v hodnocení vytápění.

4.3.2 Přehled stávajících parametrů

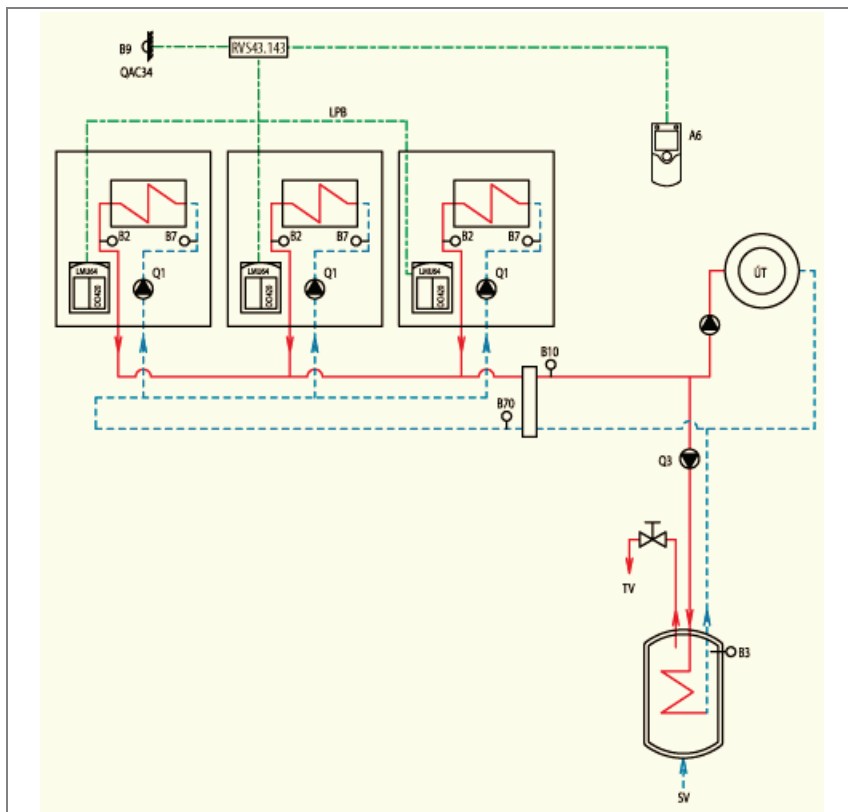
TABULKA 4-5

PARAMETRY ROZVODŮ

		stávající	nové
výpočtová teplota teplé vody	°C	55	55
přípustná teplota teplé vody	°C	45 - 60	45 - 60
přípustná teplota teplé vody v odběrové špičce (krátkodobě)	°C	40	40
výpočtová teplota cirkulační vody	°C	45	45
nejvyšší dovolený přetlak	kPa	600	600

4.3.3 Tendence vývoje ohřevu vody

Hlavní zásadou moderního řešení ohřevu vody je ohřev vody teplotnosnou látkou o nízké teplotě. Platí to jak pro průtočný ohřev, tak pro ohřev zásobníkový.



OBRÁZEK 4-8

SCHÉMA ZAPOJENÍ KASKÁDY KONDENZAČNÍCH KOTLŮ S EXTERNÍM ZÁSOBNÍKEM TV A JEDNÍM TOPNÝM OKRUHEM¹⁴

Průtočný ohřev vody je možno použít v případě dostatečného tepelného výkonu. Mezi hlavní výhody patří malý prostor potřebný pro osazení ohříváče, nižší pořizovací náklady a okamžitá, téměř nevycerpateľná dodávka teplé vody.

Zařízení zásobníkového ohřevu vody má být sestaveno z deskového ohříváče, propojeného se zásobníkem teplé vody. Při tomto řešení se jednak lépe využívá objem zásobníku, jednak se dosahuje značné vychlazení ohřívací vody. To je důležité pro ohřev vody kondenzačními kotly.

Úspory tepla na ohřátí a na distribuci teplé vody je možno dosáhnout třemi způsoby.

Snížením výpočtové i skutečné provozní teploty teplé vody z 55 na 45 °C a zlepšením kvality tepelných izolací na rozvodech teplé a cirkulační vody a regulací cirkulačního čerpadla podle teploty chlazení a času.

Další úspora tepla na ohřátí a na distribuci teplé vody může vzniknout osazením úsporných pákových výtokových armatur s omezeným průtokem a termostatických armatur.

Na obrázku 4-8 je příklad energeticky účinného zapojení kondenzačních kotlů s vyrovnávacími spojkami oddělujícími okruh vytápění a okruh přípravy TV od kotlového okruhu.

4.4 VĚTRÁNÍ

Větrání bytů a prostorů se člení

- přirozené
- nucené s
 - odvodem vzduchu bez využití tepla

¹⁴ Poznámka: Je použita dokumentace společnosti Procom Bohemia - Geminex

- odvodem a přívodem vzduchu bez nebo s využitím tepla z odváděného vzduchu

Hlavním požadavkem na větrání je řádné provětrání bytu zajišťující odvod škodlivin a přívod dostatečného množství kvalitního venkovního vzduchu, při dodržení optimálních teplot vnitřního vzduchu, přípustných hodnot hluku a vyloučení obtěžujících proudů chladného vzduchu. To vše by mělo fungovat s minimálními nároky na spotřebu energií.

Požadavky na hygienu

- vlhkostní mikroklima
- oděrové mikroklima

Požadavky na energetickou náročnost pro certifikaci

- výměna vzduchu $0,5 \text{ h}^{-1}$ při přirozeném větrání a $0,4 \text{ h}^{-1}$ při nuceném větrání.

Z důvodů značné závislosti intenzity větrání na povětrnostních podmínkách, zejména na síle a směru větru, rozdílu venkovní a vnitřní teploty vzduchu i barometrickém tlaku, kdy za určitých podmínek dochází k selhání soustavy a nerovnoměrnosti větrání v zimním období, nejsou soustavy založené na přirozené výměně vzduchu vhodné pro použití zejména ve vícepodlažních budovách.

☺ V budovách téměř nulovou potřebou energie se užije nucené větrání s využitím tepla z odváděného vzduchu.

4.4.1 Obecné požadavky na větrání a stav větrání

Dosažení pohody prostředí v bytě a prostoru je základní podmínkou spokojeného a zdravého užívání bytu a prostoru. Pohoda prostředí je souborem mnoha faktorů, působících na jeho uživatele. Je to především tepelně vlhkostní pohoda, kvalita vnitřního ovzduší, akustická pohoda a světelná pohoda. Tyto faktory, kromě světelné pohody, jsou přímo či nepřímo ovlivněny funkcí větrání, samozřejmě v součinnosti s vytápěním a v závislosti na kvalitě tepelně-technických vlastností stavební konstrukce budovy. Dalšími faktory pohody prostředí, které však nejsou ovlivnitelné funkcí větrání, jsou např. vhodná dispozice bytu a prostoru, kvalita stavebního provedení bytu i budovy a jejich vybavení, okolí domu, apod.

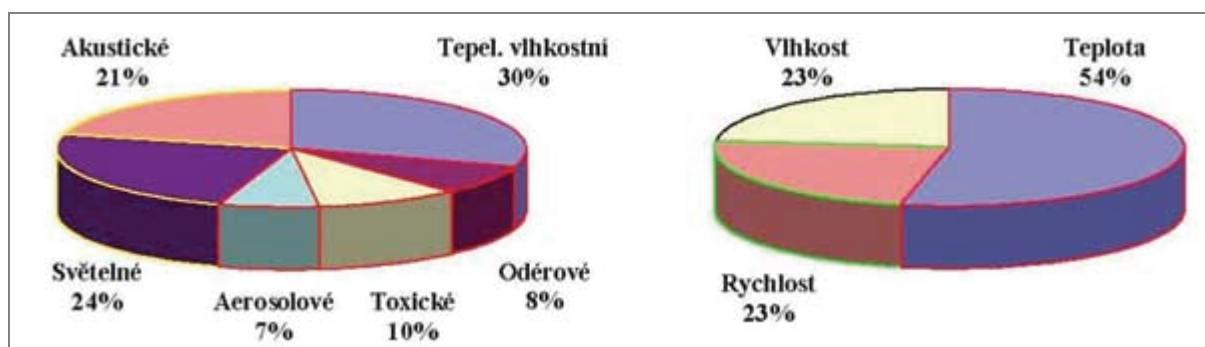
V tabulce 4-6 je uveden přehled mikroklimatu v prostoru a budově¹⁵.

TABULKA 4-6

PŘEHLED MIKROKLIMATU

Zdroj	Přenosový děj	Mikroklima	Typické veličiny
A	tepelný tok – sálání, proudění	tepelné	tepelný tok, teploty
B	látkový tok – proudění látek	vlhkostní, aerosolové, oděrové, mikrobiální	látkový tok, koncentrace
C	akustický tok – vlnění	akustické	výkon, hladiny, útlumy
D	světelný tok – záření	světelné	světelný a tepelný tok
E	látkový tok – emise	elektroiontové	koncentrace
F	percepce – subjektivní	estetické, psychické	individuální vjemy
M	monitorování veličin IM		

¹⁵ Poznámka: Dále uvedený text o interním mikroklimatu – IM je zpracován podle dokumentace publikované Ing. Günterem Gebauerem, CSc., Stav vnitřního prostředí budov



OBRÁZEK 4-9

PODÍLY SLOŽEK VNITŘNÍHO MIKROKLIMATU

4.4.1.1 Odérové mikroklima

Částí interního mikroklimatu – IM je složka prostředí tvořená plynnými složkami v ovzduší, tzv. odéry a jejich toky, jež lidé vnímají jako pach či vůně a ovlivňující jejich celkový stav. Odéry tvoří anorganické nebo organické látky produkované člověkem jeho činností, event. uvolňované ze stavebních konstrukcí, nábytku, zařízení apod. V prostorách s pobytem osob je převažujícím odérem CO_2 . Jeho přípustná koncentrace v pobytových místnostech vychází z hygienických podmínek. Pettenkoferovo kritérium udává pro optimální koncentraci CO_2 ve výši $1000 \text{ ppm} = 1800 \mu\text{g m}^{-3} = 0,1 \%$, nutný přívod vnějšího vzduchu tzv. dávky $25 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ na osobu.

ASHRAE Standard 62-1989 udává hodnotu $27 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ pro neadaptované osoby a pro adaptované osoby pak $9 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ na osobu.

Hodnota $25 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ na osobu je základní pro návrh soustav TZB. Se zvýšením počtu osob v interiéru roste koncentrace CO_2 , tato skutečnost vyžaduje „inteligentní“ regulaci zejména soustavy vzduchotechniky tak, aby průtok vzduchu odpovídal okamžitému obsazení prostoru lidmi a vytvořily se podmínky pro úspory provozních nákladů. K uvedené hodnotě přívodu čerstvého vzduchu je nutno přihlížet u budov zejména k pobytu osob a bez vzduchotechniky.

TABULKA 4-7

Škála koncentrací CO_2	
Objem %	Účinek
0,038	přirozená koncentrace ve vzduchu (volná krajina)
0,07	koncentrace ve vzduchu uvnitř města
0,1	směrná hodnota podle Pettenkofera pro vnitřní čerstvý vzduch
0,15	hygienická směrná hodnota pro čerstvý vzduch (podle DIN 1946-2)
0,3	MIK – Wert při níž nejsou zdravotní výhrady při trvalém pobytu
0,5	MAK hraniční hodnota pro denní vystavení po dobu 8 hodin
1,5	nárůst objemu dýchaného vzduchu o více než 40 %
4,0	vydýchaný vzduch při výdechu
5,0	výskyt bolesti hlavy, závratí a bezvědomí
8,0	bezvědomí, smrt po 30 – 60 minutách

4.4.1.2 Tepelně vlhkostní mikroklima

Složka prostředí s dominantním vlivem na stav vnitřního prostředí projevující se působením tepla a vodní páry z vnitřních i vnějších zdrojů. V budovách s pobytem osob je zásadní produkce tepla osob. Přenos tepla mezi uživateli a vnitřním okolím ovlivňuje i přestup tepla, jenž závisí na rychlosti proudění vzduchu. Klasickým a tradičním faktorem hodnocení stavu tepelně vlhkostního mikroklimatu budov je tepelná pohoda. Formuje ji teplota vzduchu, teplota okolních ploch, rychlost proudění vzduchu v oblasti pobytu člověka, vlhkost vzduchu, tepelné izolační vlastnosti oděvu, tělesná aktivita člověka. Tepelná pohoda nepostihuje další složky (oděrovou, aerosolovou, mikrobiální, akustickou, atd.) určující kvalitu vnitřního prostředí. Tepelná pohoda je tudíž faktorem, kterým nelze postihnout stav prostředí komplexně, nýbrž jen jeho tepelně vlhkostní složku. V tabulce 4-8 jsou uvedeny příklady vývinu vlhkosti v prostoru z vnitřních zdrojů.

TABULKA 4-8 VÝVIN VLHKOSTI V PROSTORÁCH¹⁶

zdroj	činnost	množství v g/h
Lidé	lehká činnost	30 - 600
	středně těžká práce	120 - 200
	těžká práce	200 - 300
Koupelna	vanová koupel	700
	sprehování	2600
Kuchyně	vaření a příprava jídla	600 - 1500
	průměr den	100
Pokojevé květiny a zeleň	např. fialky	5 - 10
	kapradí	7 - 15
	fikovník středně velký	10 - 20
Sušení prádla; plnění 4,5 kg	odstředěné	50 - 200
	úplně mokré	100 - 500

Z výše uvedeného vyplývá, že hlavním požadavkem na větrání je řádné provětrání prostoru zajišťující odvod škodlivin a přívod dostatečného množství kvalitního venkovního vzduchu, při dodržení optimálních teplot vnitřního vzduchu, přípustných hodnot hluku a vyloučení obtěžujících proudů chladného vzduchu. To vše by mělo fungovat s minimálními nároky na spotřebu energií.

V současné době neexistuje u nás předpis, který by jednoznačně určoval hodnotu intenzity výměny vzduchu resp.

hodnotu objemového průtoku venkovního vzduchu pro jednotlivé místnosti bytu či celý byt z hygienického hlediska. Bytového větrání se obecně platné předpisy dotýkají vesměs pouze okrajově.

Nejkonkrétnější je „Vyhláška ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu“. Kromě obecných požadavků je v § 37, odst. (3) uveden požadavek na výplně otvorů z hlediska neprůzvučnosti a současně je zde stanoveno, že otvorová výplň má umožnit výměnu vzduchu minimálně jednou za hodinu ve všech obytných a pobytových místnostech.

Větrání řeší ČSN 730540-2, Tepelná ochrana budov - Část 2. Pro obytné a obdobné budovy leží požadovaná intenzita výměny vzduchu, přepočítaná z minimálních množství potřebného čerstvého vzduchu obvykle mezi hodnotami $n_N = 0,3 \text{ h}^{-1}$ až $n_N = 0,6 \text{ h}^{-1}$. Požadavek zajišťuje

¹⁶ Poznámka: Německý zdroj, publikace Vom Altbau zum Niedrigenergie + Passivhaus, I. Gabriel, H. Laderer, Ökobuch, 2008

nízkou potřebu energie větráním budov, při splnění hygienických a provozních požadavků užívané místnosti podle zvláštních předpisů.

V ČSN 060210 „Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění“ byl požadavek minimální intenzity výměny vzduchu $0,5h^{-1}$, obdobně i v jejím nástupci ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu.

V tabulce 4-9 Jsou uvedené průměrné doby větrání bytu při užití různých způsobů přirozeného větrání.

TABULKA 4-9 JSOU UVEDENÉ PRŮMĚRNÉ DOBY VĚTRÁNÍ BYTU PŘI UŽITÍ RŮZNÝCH ZPŮSOBŮ PŘIROZENÉHO VĚTRÁNÍ

Způsob větrání		výměna vzduchu	doba otevření pro jednonásobnou výměnu
		1/h	minuty
	otvorové výplně těsné	0,1 - 0,3	
	netěsná obálka budovy (střed)	až 2,0	
	regulovatelné spáry v otvorových výplních (dávkované větrání)	0,2 - 0,8	75 - 300
vyklápěcí otvorové výplně	s příčným větráním	0,8 - 0,25	24 - 75
	bez příčného větrání	2 - 4	15 - 30
otvorové výplně zcela otevřené	s příčným větráním	9 - 15	4 - 7
	bez příčného větrání	> 20	až 3

V tabulce 4-10 jsou požadavky na výměnu vzduchu nebo objemový průtok odváděné ho vzduchu podle některých zahraničních předpisů. V tabulce 4-11 jsou uvedeny bývalé požadavky na větrání bytů bytovými jádry nuceným odvodem vzduchu.

TABULKA 4-10 POŽADAVKY NA VÝMĚNU VZDUCHU NEBO OBJEMOVÝ PRŮTOK ODVÁDĚNÉ HO VZDUCHU PODLE NĚKTERÝCH ZAHRANIČNÍCH PŘEDPISŮ

Předpis	Místnosti v bytech						
	Obytné místnosti	Kuchyně	Kuchyň-ské niky	Koupelny	WC	Prádelny sušárny v bytě	nejmenší přívod
	m^3h^{-1}						
DIN 18017 (Německo)	-	-	-	60	30	-	
VDI 2088 (Německo)	$1-1,5 h^{-1}$	80-200	50	60	30	-	
DIN 1946/6 (Německo)	-	40-200	40	40	20	-	
	-	60		40	20		120
SBN (bahco)	$2,2-0,04 A m^2$	80/200	60	60	40	40	
V.M.C. (Francie)	$\leq 18m^2 \ 30$ $\geq 18m^2 \ 60$	60-120	45-90	30-60	30	0-30	
NEN (Holandsko)	70-150	$\leq 10m^2 \ 75$ $\geq 10m^2 \ 100$	50-100	50	25	50	
A – celková podlahová plocha bytu				německá legislativa doporučuje přívod čerstvého vzduchu 30 m ³ /osobu, tj. pro 4 osoby v bytě 120			

Požadavky byly splněny u starších konstrukcí oken za cenu vyšších tepelných ztrát infiltrací, které musely být kryty otopnou soustavou, zároveň však bylo zajištěno trvalé provětrání bytů.

Při instalaci těsných oken s prakticky nulovou infiltrací je trvalé větrání přirozenou infiltrací prakticky nulové a infiltrace, vynucená provozem nuceného podtlakového větracího systému minimální. V dotčených bytech dochází potom ke zvýšeným koncentracím škodlivin, zejména vlhkosti, a k následným problémům hygienickým i škodám na stavebních konstrukcích

TABULKA 4-11 MNOŽSTVÍ ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU BYTOVÝM JÁDREM PB

Odvětrávaný prostor	výpočtová hodnota výkonů $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	dovolený rozsah výkonů $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
záchod	25	20 až 30
koupelna	75	60 až 80
kuchyně	100	80 až 100
bytové jádro celkem	200	160 až 220

4.4.2 Navrhování množství větracího vzduchu v bytových domech

Navrhování množství vzduchu pro větrání bytových domů - parametry – řeší nově ČSN EN 15 665 z listopadu 2009, překladem zavedená - 2011 Větrání budov — Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov

4.4.2.1 Všeobecné požadavky na všechny typy větracích systémů

Redukovaný provozní režim je v případě, že v obytném prostoru nejsou přítomni lidé. Minimální výměna vzduchu je $0,2 \text{ h}^{-1}$.

Zvýšený průtok vzduchu v každé obytné místnosti, v ložnici a kuchyni musí být umožněn, např. otevíráním oken.

Dimenzování větracího systému je založeno na obvyklé přítomnosti osob (běžná hodnota).

4.4.2.2 Nucené větrání (s ventilátory pro přívod i odvod)

Uvažuje se nucené větrání (s ventilátory pro odvod i přívod vzduchu). V tabulce 4-12 je popis nuceného větrání, v tabulce 4-13 příklad hodnot průtoku vzduchu pro větrání.

TABULKA 4-12 POPIS NUCENÉHO VĚTRÁNÍ

Odvod	Přívod	Režim	Minimální celkový průtok vzduchu	Infiltrace	Přenos vzduchu
Nucený	Nucený	Trvalý	Ano	Ano	Ano

TABULKA 4-13 POPIS NUCENÉHO VĚTRÁNÍ

Místnost nebo zóna	Průtok vzduchu (normální) v l/s	Průtok vzduchu (zvýšený) v l/s
Kuchyně	11,1	16,7
Koupelna	11,1	16,7
WC	5,6	8,3
Obývací pokoj	8,3	12,5

Ložnice	8,3	12,5
Ložnice se dvěma osobami	8,3 - 11,1	12,5 - 16,7
Celý obytný prostor	Viz tabulku 4-14 a tabulku 4-15	1,5 násobek normální hodnoty

Průtoky vzduchu jsou určovány ve čtyřech krocích. Při běžném obsazení lidmi se předpokládá, že větrací zařízení běží celý den (24 hodin) ve stejném režimu (běžný stav).

a) Krok 1: Minimální průtok přiváděného vzduchu pro celý obytný prostor. Hodnota závisí na uspořádání obytného prostoru. Minimální průtok přiváděného vzduchu pro celý dům je definován ve dvou tabulkách. V tabulce 4-14 jsou uvedeny hodnoty pro obytný prostor bez pokoje v průběžném směru protékajícího vzduchu. V tabulce 4-15 jsou uvedeny hodnoty pro obytný prostor s pokojem v průběžném směru protékajícího vzduchu.

TABULKA 4-14 MINIMÁLNÍ PRŮTOK PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU PRO OBYTNÉ PROSTORY BEZ POKOJE V PRŮBĚŽNÉM SMĚRU PROTÉKAJÍCÍHO VZDUCHU

Počet místností ^a	Obsazenost (osoby) ^b	Celkový průtok přiváděného vzduchu	
		l/s	m ³ /h
1	1	10,0	36,0
2	1	16,7	60,1
	2	19,4	69,8
3	2	25,0	90,0
	3	27,8	100,1
4	3	33,3	119,9
	4	37,5	135,0
5	4	41,7	150,1
	5	47,2	169,9

^a Počet místností zahrnuje obývací pokoje a ložnice

^b „Obsazenost (osoby)” znamená předpokládanou obsazenost lidmi

1 ložnice
2 koupelna, WC
3 chodba

4 obývací pokoj
5 kuchyně

TABULKA 4-15- MINIMÁLNÍ MNOŽSTVÍ PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU PRO VŠECHNY OBYTNÉ BUDOVY S POKOJEM V PRŮBĚŽNÉM SMĚRU PROTÉKAJÍCÍHO VZDUCHU

Počet místností ^a	Obsazenost (osoby) ^b	Celkový průtok přiváděného vzduchu	
		l/s	m ³ /h
2	1	11,1	40,0
	2	16,7	60,1
3	2	19,4	69,8
	3	25,0	90,0
4	3	27,8	100,1

	4	31,9	114,8	
5	4	36,1	130,0	
	5	38,9	140,0	
^a Počet místností zahrnuje obývací pokoj a ložnice ^b „Obsazenost (osoby)” znamená předpokládanou obsazenost lidmi				1 ložnice 2 koupelna, WC 3 obývací pokoj

Krok 2: Minimální množství celkového odváděného vzduchu. Sečtou se minimální průtoky odváděného vzduchu ze všech místností s výskytem vlhkosti (kuchyně, koupelna, WC). Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4-16.

TABULKA 4-16- NÁVRHOVÉ PRŮTOKY VZDUCHU PRO PODTLAKOVÉ VĚTRACÍ SYSTÉMY

Místnost nebo zóna	Průtok vzduchu (normální) v l/s	Průtok vzduchu (zvýšený) v l/s
Kuchyně	11,1	16,7
Koupelna	11,1	16,7
WC	5,6	8,3
Obývací pokoj	8,3	12,5
Ložnice	8,3	12,5
Celý obytný prostor	-	-

Krok 3: Návrhový celkový průtok vzduchu

Z kroků 1 a 2 se volí vyšší.

Krok 4: Určení průtoků vzduchu jednotlivých místností, Celkové množství pro obytný prostor pro přívod i odvod vzduchu musí být rozděleno do jednotlivých místností. Okrajové podmínky průtoku přiváděného vzduchu:

- minimální množství pro obývací místnosti a ložnice: 8,3 l/s
- maximální hodnota pro ložnici se dvěma osobami: 11,1 l/s.
- odváděný průtok vzduchu má minimální hodnoty dle tabulky 4-16.

4.4.3 Navrhování množství větracího vzduchu v občanských budovách

Navrhování množství vzduchu pro větrání občanských budov řeší ČSN EN 15251 zavedená překladem v únoru 2011 - Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky

Norma rozlišuje pro větrání podle vývinu škodlivin v budově:

- budovy s velmi nízkým znečištěním vnitřního prostředí. Jsou to budovy, ve kterých je kladen mimořádný důraz na výběr materiálů s nízkou emisí škodlivin a činnosti, při

kterých vzniká emise škodlivých látek, jsou zakázány a žádné zdroje znečištění (jako tabákový kouř, apod.) se v budově nikdy nevyskytnou

- budovy s nízkým znečištěním vnitřního prostředí. Budovy, ve kterých je kladen důraz na výběr materiálů s nízkou emisí škodlivin a činnosti, při kterých vzniká emise škodlivých látek, jsou zakázány
- budovy s významným znečištěním vnitřního prostředí. Stávající, nebo nové budovy, kde není kladen důraz na výběr materiálu s nízkou emisí škodlivin a činnosti, při kterých vzniká emise škodlivých látek, nejsou zakázány

Budova s nízkým nebo velmi nízkým znečištěním vnitřního prostředí, je taková budova, kdy většina stavebních materiálů používaných pro dokončovací interiérové povrchy splňuje národní nebo mezinárodní kritéria pro nízko nebo velmi nízko znečišťující látky.

Jsou zavedeny pro rozlišení požadavků na větrání tzv. kategorie. Stručný popis kategorií je uveden v tabulce 4-17.

TABULKA 4-17

POPIS VHODNÉHO POUŽITÍ KATEGORIÍ

Kategorie	Popis
I	Vysoká úroveň očekávání, doporučená pro prostory obsazené velmi citlivými osobami s křehkým zdravím, se zvláštními požadavky, jako jsou např. postižení, nemocní, velmi malé děti a starší osoby
II	Běžná úroveň očekávání by měla být použita pro nové budovy a rekonstrukce
III	Přijatelná, střední úroveň očekávání použitelná pro stávající budovy
IV	Hodnoty mimo kritéria pro výše uvedené kategorie. Tato kategorie může být přípustná pouze pro omezenou část roku

Norma definuje pojem **řízené větrání podle potřeby** jako větrací soustavu, kdy je průtok větracího vzduchu regulován na základě kvality vzduchu, vlhkosti, obsazenosti nebo jiného ukazatele potřeby větrání

Celkový průtok větracího vzduchu pro místnost se vypočítá z následující rovnice

$$q_{\text{tot}} = n \cdot q_p + A \cdot q_b \quad (\text{l/s}) \quad (4-1)$$

kde

q_{tot} je celkový průtok větracího vzduchu do místnosti, l/s

n návrhový počet osob v místnosti, -

q_p průtok větracího vzduchu na osobu, l/(s.osobu)

A podlahová plocha místnosti, m²

q_b průtok větracího vzduchu pro emise z budovy, l/(s m²).

TABULKA 4-17 HONOTY JEDNOTKOVÉHO MNOŽSTVÍ VZDUCHU PRO VÝPOČET

kategorie	množství vzduchu na osobu $q_{v,p}$		množství vzduchu s ohledem na znečištění škodlivinami v budově $q_{v,b}$					
			Budovy s velmi nízkým znečištěním vnitřního prostředí		Budovy s nízkým znečištěním vnitřního prostředí		Budovy s významným znečištěním vnitřního prostředí	
	l/(s/os)	m ³ /(h/os)	l/(s/m ²)	m ³ /(h/m ²)	l/(s/m ²)	m ³ /(h/m ²)	l/(s/m ²)	m ³ /(h/m ²)
I	10,0	36,0	0,50	1,80	1,00	3,60	2,00	7,20
II	7,0	25,2	0,35	1,26	0,70	2,52	1,40	5,04
III	4,0	14,4	0,30	0,72	0,40	1,44	0,80	2,88

Celkový průtok větracího vzduchu pro občanské budovy se vypočítá na základě uvedených hodnot podle rovnice (4-1) s obsazeností uvedenou v tabulce 4-18. Hodnoty uvedené v tabulce jsou založeny na dokonalém promísení vzduchu v místnosti (koncentrace znečišťujících látek je stejná v odváděném vzduchu i v zóně pobytu). Průtoky větracího vzduchu mohou být upraveny podle účinnosti větrání, pokud distribuce vzduchu nezajišťuje dokonale promísení a může být spolehlivě prokázána. Požadované větrání při povoleném kouření je založeno na předpokladu, že 20 % uživatelů jsou kuřáci a kouří 1,2 cigarety za hodinu. Pro vyšší míru kouření by průtoky vzduchu měly být úměrně navýšeny. Hodnoty průtoku větracího vzduchu při povoleném kouření se zakládají na udržení komfortu nikoliv na zdravotních kritériích.

TABULKA 4-18 OBČANSKÉ BUDOVY – PODKLADY PRO VÝPOČET MNOŽSTVÍ VZDUCHU

Typ budovy nebo prostoru	Kategorie	Podlahová plocha v m ² /osobu	q_p	q_b	q_{tot}	q_b	q_{tot}	q_b	q_{tot}	Přídavek na kouření
			l/(s.osoba)	l/(s.m ²) pro budovy s velmi nízkým znečištěním vnitřního prostředí		l/(s.m ²) pro budovy s nízkým znečištěním vnitřního prostředí		l/(s.m ²) pro budovy s výrazným znečištěním vnitřního prostředí		l/(s.m ²)
Jednotlivé kanceláře	I	10	1,0	0,5	1,5	1,0	2,0	2,0	3,0	0,7
	II	10	0,7	0,3	1,0	0,7	1,4	1,4	2,1	0,5
	III	10	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	0,8	1,2	0,3
Velkoplošná kancelář	I	15	0,7	0,5	1,2	1,0	1,7	2,0	2,7	0,7
	II	15	0,5	0,3	0,8	0,7	1,2	1,4	1,9	0,5
	III	15	0,3	0,2	0,5	0,4	0,7	0,8	1,1	0,3
Konferenční místnost	I	2,0	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	5,0
	II	2,0	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	3,6
	III	2,0	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	2,0
Posluchárna	I	0,75	15	0,5	15,5	1,0	16	2,0	17	
	II	0,75	10,5	0,3	10,8	0,7	11,2	1,4	11,9	
	III	0,75	6,0	0,2	0,8	0,4	6,4	0,8	6,8	
Restaurace	I	1,5	7,0	0,5	7,5	1,0	8,0	2,0	9,0	
	II	1,5	4,9	0,3	5,2	0,7	5,6	1,4	6,3	5,0
	III	1,5	2,8	0,2	3,0	0,4	3,2	0,8	3,6	2,8

TABULKA 4-18 OBČANSKÉ BUDOVY – PODKLADY PRO VÝPOČET MNOŽSTVÍ VZDUCHU

Typ budovy nebo prostoru	Kategorie	Podlahová plocha v m ² /osobu	q _p	q _b	q _{tot}	q _b	q _{tot}	q _b	q _{tot}	Přídavek na kouření
			l/(s.osoba)	l/(s.m ²) pro budovy s velmi nízkým znečištěním vnitřního pro- středí	l/(s.m ²) pro budovy s nízkým znečiš- těním vnitřního prostředí	l/(s.m ²) pro budovy s výrazným zne- čištěním vnitř- ního prostředí	l/(s.m ²)			
Učebna	I	2,0	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	
	II	2,0	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	
	III	2,0	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	
Školka	I	2,0	6,0	0,5	6,5	1,0	7,0	2,0	8,0	
	II	2,0	4,2	0,3	4,5	0,7	4,9	1,4	5,8	
	III	2,0	2,4	0,2	2,6	0,4	2,8	0,8	3,2	
Obchodní dům	I	7,0	2,1	1,0	3,1	2,0	4,1	3,0	5,1	
	II	7,0	1,5	0,7	2,2	1,4	2,9	2,1	3,6	
	III	7,0	0,9	0,4	1,3	0,8	1,7	1,2	2,1	

TABULKA 4-19 OBČANSKÉ BUDOVY – PODKLADY PRO VÝPOČET MNOŽSTVÍ VZDUCHU

Typ budovy nebo prostoru	Kategorie	Podlahová plocha v m ² /osobu	q _p	q _b	q _{tot}	q _b	q _{tot}	q _b	q _{tot}	Přídavek na kouření
			l/(s.osoba)	l/(s.m ²) pro budovy s velmi nízkým znečištěním vnitřního pro- středí	l/(s.m ²) pro budovy s nízkým znečiš- těním vnitřního prostředí	l/(s.m ²) pro budovy s výrazným zne- čištěním vnitř- ního prostředí	l/(s.m ²)			
Restaurace	I	1,5	7,0	0,5	7,5	1,0	8,0	2,0	9,0	
	II	1,5	4,9	0,3	5,2	0,7	5,6	1,4	6,3	5,0
	III	1,5	2,8	0,2	3,0	0,4	3,2	0,8	3,6	2,8
Učebna	I	2,0	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	
	II	2,0	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	
	III	2,0	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	
Školka	I	2,0	6,0	0,5	6,5	1,0	7,0	2,0	8,0	
	II	2,0	4,2	0,3	4,5	0,7	4,9	1,4	5,8	
	III	2,0	2,4	0,2	2,6	0,4	2,8	0,8	3,2	
Obchodní dům	I	7,0	2,1	1,0	3,1	2,0	4,1	3,0	5,1	
	II	7,0	1,5	0,7	2,2	1,4	2,9	2,1	3,6	
	III	7,0	0,9	0,4	1,3	0,8	1,7	1,2	2,1	

4.4.4 Větrací zařízení

Soustavy větrání budov se podle principu výměny vzduchu dělí na přirozené a nucené. Z důvodů značné závislosti intenzity větrání na povětrnostních podmínkách, zejména na síle a směru větru, rozdílu venkovní a vnitřní teploty vzduchu i barometrickém tlaku, kdy za určitých podmínek dochází k selhání systému a nerovnoměrnosti větrání v zimním období, **nej-**

sou soustavy založené na přirozené výměně vzduchu vhodné pro použití zejména ve vícepodlažních budovách.

Z tabulky je zřejmé, jak se zvyšujícím stupněm tepelné izolace mění poměr tepelné ztráty prostupem a větráním u bytového domu s 96 byty.

		referenční	stávající	var. 1	var. 2	var. 3	var. 4	var. 5	var. 6
celkem tepelná ztráta Φ									
prostupem Φ_T	kW	45,5	101,5	50,7	47,6	44,2	41,8	25,6	24,3
větráním Φ_V	kW	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3
celková Φ	kW	76	132	81	78	75	72	56	55
poměr Φ_V/Φ_T	%	67%	30%	60%	64%	69%	73%	118%	125%

Je zřejmé, že bude-li tepelná ztráta prostupem rovna tepelné ztrátě větráním nebo nižší, je z více důvodů nutná instalace řízeného nuceného větrání s využitím tepla z odváděného vzduchu (ZZT).

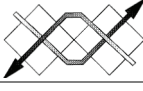
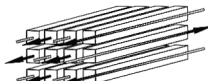
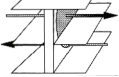
Hlavní důvody jsou:

- hygienické, a to spolehlivě dodat do místnosti množství větracího vzduchu nutného pro dodržení kvality oděrového mikroklimatu i pro odvod vlhkosti a hlavně udržení požadované optimální vlhkosti v obytném prostoru prakticky celoročně.
- energetické, a to zajistit optimální regulaci dodávky tepla na vytápění při proměnných požadavcích na potřebu tepla pro větrání.

V porovnání se stavem řízeného větrání bez ZZT se uspoří cca 60 až 80 (90%) tepla nutného pro ohřev přiváděného vzduchu (vztaženo k potřebě tepla odvozené z tepelné ztráty větráním).

V tabulce 4-20 jsou zařízení pro zpětné využití tepla, účinnosti a charakteristiky.

TABULKA 4-20 ZAŘÍZENÍ PRO ZPĚTNÉ VYUŽITÍ TEPLA Z ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU (ZZT)

druh	schéma funkce	účinnost v %	poznámka
křížový deskový výměník		60 – 80	střední účinnost, malá tlaková ztráta, kompaktní provedení, příznivé připojení
2 deskové výměníky zapojené v sérii		70 – 80	vyšší účinnost při vyšší tlakové ztrátě, příznivé připojení
protiproudý deskový výměník		80 – 90	dobrá účinnost při vyhovující tlakové ztrátě, vyšší potřeba místa, nákladná provedení
protiproudý kanálový výměník		85 – 95	nejvyšší účinnost, relativně vysoká tepelná ztráta, vyšší potřeba místa
rotační výměník		75 - 85	risiko přenosu hluku, nízká tlaková ztráta

4.4.4.1 Panelové bytové domy

Bytové jednotky panelových obytných domů jsou větrány podtlakově, pomocí větracího systému bytových jader (BJ). Základním principem tohoto systému je nucený odvod vzduchu z míst hlavního vzniku škodlivin, tj. kuchyně, koupelny a WC. Tento odvod je zajišťován buď malými ventilátory a odsavači kuchyňských par, umístěnými ve výše uvedených místnostech nebo centrálními nástřešními ventilátory či jednotkami. Náhrada odvedeného vzduchu je přirozenou infiltrací okenními spárami, zvýšenou pod tlakem, vyvolaným odsávacími ventilátory.

Byla instalována bytová jádra počínaje BJ-2 až po bytové jádro BJ-10M

Celkově lze tyto větrací systémy hodnotit takto:

- z hlediska koncepce, účinnosti a rozsahu větrání jsou systémy BJ B-2, 3 a 4 zcela nevyhovující
- systémy BJ B-6,7,9 a 10 vyhovují současným požadavkům, pokud jejich instalace není spojena s instalací těsných oken a jsou udržována
- nedostatečné je odvětrání kuchyní, neboť výkony použitých odsavačů ($100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) jsou příliš nízké, zejména při použití plynových sporáků
- všechny výše uvedené soustavy neřeší trvalou minimální výměnu při instalaci těsných oken

Větrací soustavy neumožňují ani po rekonstrukci tzv. řízené větrání s využitím tepla z odváděného vzduchu.

4.4.4.2 Bytové domy postavené v tradiční technologii

Starší domy jsou převážně větrány přirozeným způsobem, tj. obytné místnosti a kuchyně okny, záchody a koupelny okny nebo větracími otvory dle dispozice do fasády nebo světlíků. V novější výstavbě, s koupelnami a záchody uvnitř dispozice, jsou použity nucené podtlakové systémy, většinou s malými odvodními ventilátory a kuchyně jsou opatřeny odsavači par. Obecné problémy s nedostatečným provětráním bytů v souvislosti s použitím těsných oken jsou obdobné jako u domů panelových. Některé luxusní byty jsou dnes vybaveny od počátku či dodatečně chlazením obytných místností jednotkami systému Split či Multisplit, někdy s funkcí tepelného čerpadla pro doplňkové vytápění. Tato zařízení pracují pouze s cirkulačním vzduchem, neřeší tedy problém větrání dotčených místností, ale udržují maximální teplotu vnitřního vzduchu.

4.4.4.3 Rodinné domy

Užijí se malé větrací jednotky, vybavené všemi požadovanými funkcemi. Tyto jednotky se umísťují zpravidla v podkroví a zajišťují nucený odvod i přívod vzduchu a jeho úpravu, tj. filtraci, ohřev včetně ZZT, vlastní dopravu, a útlum hluku. Vlastní distribuce vzduchu probíhá tak, že přívod je do obytných místností a odvod je z kuchyně a sanitárního centra bytu.

4.4.4.4 Občanské budovy

Obecně by se, pro zajištění celoroční pohody prostředí, spočívající zejména v trvalém zajištění předepsané výměny vzduchu a dodržení vhodné teploty vnitřního vzduchu mělo přejít na nucené teplovzdušné větrání s chlazením a vlhčením. Pro snížení nákladů na energie je nutno zajistit vyšší tepelně-technickou kvalitu obvodového pláště budovy i tvorových výplní včetně

stínících prvků a použitím prvků pro zpětné získávání tepla ve vlastních vzduchotechnických jednotkách.

Toto řešení je třeba u budov sladit s co nejvyšším využitím přirozeného větrání a omezit je na místnosti, ve kterých je nucené větrání nezbytné.

☺ Vždy se použijí ventilátory s regulovatelnými otáčkami a pečlivě se dodrží časové denní provozní snímky.

4.4.4.5 Větrací zařízení s využitím tepla z odváděného vzduchu

Je možno použít zařízení:

- a) rovnotlaké individuální větrání s nuceným přívodem vzduchu a zpětným využitím tepla (ZZT)
- b) rovnotlaké centrální větrání s nuceným přívodem vzduchu a zpětným využitím tepla (ZZT)

ad a) Tato varianta představuje kvalitativně vyšší komfort větrání s nuceným přívodem upraveného venkovního vzduchu (filtrace, predehřev ZZT a dohřev). V každém bytu je instalována bytová větrací jednotka, umístěná pod stropem kuchyně, zajišťující odvod vzduchu z kuchyně, koupelny a WC a přívod vzduchu do obytných místností. Jednotka obsahuje přívodní a odvodní ventilátor, výměník ZZT, elektrický dohříváč, filtry venkovního a odváděného vzduchu a zařízení automatické regulace. Nasávání venkovního vzduchu je buď z fasády, nebo se přivádí potrubím v šachtě BJ, výfuk odpadního vzduchu na střechu. Rozvody vzduchu jsou uvažovány pomocí plastového potrubního systému pod stropem místností.

Výhodou je vysoký komfort a kvalitní provětrání bytu, nevýhodou je vysoká investiční náročnost a vyšší požadavky na stavební úpravy. Odhadovaná cena vzduchotechniky (včetně úpravy přívodu a odvodu vzduchu v šachtě BJ na střechu) pro tuto variantu je cca 60.000 až 90 000 Kč/byt.

Roční spotřeba el. energie na pohon ventilátorů je 0,26 – 0,50 MWh/byt podle provozu bytu. Dosažitelná úspora tepla na byt využitím tepla je 3 GJ/rok.byt.

ad b) Soustava s nuceným přívodem i odvodem vzduchu, který zajišťuje kompaktní větrací jednotka, umístěná na střeše budovy. Tato jednotka může být společná pro jeden či více sloupců nad sebou umístěných bytů.

Centrální větrací jednotka je v provedení pro venkovní instalaci a skládá se z deskového výměníku ZZT s obtokem pro letní provoz, filtrů venkovního a odváděného vzduchu, přívodního a odvodního ventilátoru s regulovatelnými otáčkami, regulačních a uzavíracích klapek, tlumičů hluku a zařízení měření a regulace, které řídí vlastní provoz jednotky v týdenním režimu, automaticky odmrazuje výměník ZZT a reguluje (omezuje) teplotu přiváděného vzduchu.

Venkovní vzduch je nasáván přes protidešťovou žaluzii, uzavírací klapku a filtr do výměníku ZZT, ve kterém odebírá část tepla odpadnímu vzduchu a tím je predehříván. Jednotka může být vybavena i teplovodním dohříváčem přiváděného vzduchu, ale pak dochází ke ztrátám tepla v přívodních vzduchovodech a není možná individuální regulace teploty přiváděného vzduchu. Proto je vhodnější instalace bytových elektrických dohříváčů, která navíc umožňuje platit skutečnou vlastní spotřebu energie. Z jednotky je vzduch dopravován pomocí přívodního ventilátoru vodorovnými nástřešními vzduchovody s tepelnou izolací

do svislých vzduchovodů v instalačních šachtách. Bytový horizontální rozvod je řešen stejně jako u zařízení individuálních.

Odváděný vzduch proudí z obytných místností větracími otvory s mřížkami, umístěnými v příčkách nebo dveřích, případně podříznutými dveřmi k odvodním elementům, tj. k odsavači par v kuchyni a odsávacím ventilům či vyústkám v koupelně a WC. Odtamtud je veden svislými vzduchovody, umístěnými v instalační šachtě a izolovanými nástřešními rozvody zpět do jednotky, kde ve výměníku ZZT předává část svého tepla venkovnímu vzduchu, a nakonec je přes uzavírací klapku a protidešťovou žaluzii vyfukován do atmosféry.

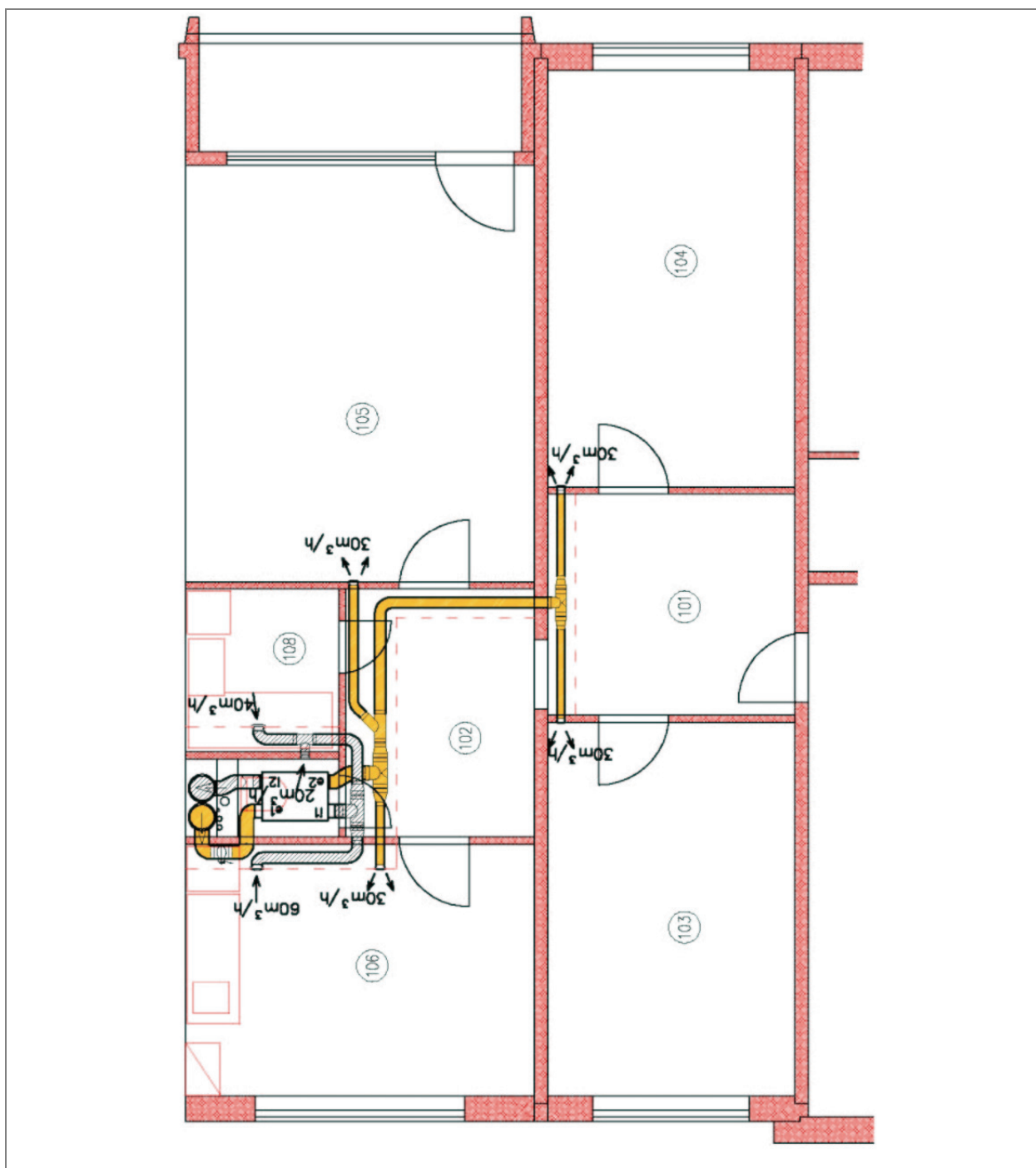
Zařízení je koncipováno pro trvalý nepřetržitý provoz, řízený mikroprocesory, s útlumem výkonu v noci a případně dopoledne, což je možno naprogramovat v rámci týdenního programu. Hlavní výhodou těchto zařízení je stabilita výkonu a schopnost zajištění komfortního a ekonomického větrání při zcela utěsněných oknech a to i pro trvalé větrání s vysokou intenzitou výměny vzduchu. Hlavní nevýhodou je nárok na další svislý vzduchovod přiváděného vzduchu, značná investiční i provozní náročnost (vyplývá z nepřetržitého provozu) a nemožnost splnění individuálních požadavků na větrání jednotlivých bytů a v době užití hluk převyšující požadavky na noční provoz, což ale platí obecně pro všechny centrální systémy.

Výhodou je vysoký komfort a kvalitní provětrání bytu, nevýhodou je vysoká investiční náročnost, vyšší požadavky na stavební úpravy a omezení provozu v bytových budovách zpravidla od 22 do 7 hodin. Odhadovaná cena vzduchotechniky pro tuto variantu je cca 80.000 Kč/byt.

Pro zařízení se ZZT se uvažuje s trvalým provozem, s 50% útlumem mimo špičku, uvažovanou 6 h denně.

4.4.4.6 Příklad nuceného větrání v bytovém domě

Příklad řešení řízeného větrání panelového bytového domu o 8 NP zpracovala ATREA pod vedením Ing. a Morávka, CSc., ředitele společnosti ATREA, s.r.o. Je na obr. 4-10.



OBRÁZEK 4-10

SCHÉMA ŘÍZENÉHO VĚTRÁNÍ S VYUŽITÍM TEPLA Z DOVÁDĚNÉHO VZDUCHU STANDARDNÍHO BYTU VE STAVEBNÍ SOUSTAVĚ L+N

Pro řešení větrání v panelové budově je užito rovnotlaké individuální větrání s nuceným příívodem vzduchu a zpětným využitím tepla (ZZT). Tato varianta představuje kvalitativně vyšší komfort větrání s nuceným příívodem upraveného venkovního vzduchu (filtrace, předeřhřev ZZT a dohřev). V každém bytu je instalována bytová větrací jednotka, umístěná pod stropem kuchyně, zajišťující odvod vzduchu z kuchyně, koupelny a WC a příívod vzduchu do obytných místností. Jednotka obsahuje příívod-ní a odvodní ventilátor, výměník ZZT, elektrický dohříváč, filtry venkovního a odváděného vzduchu a zařízení automatické regulace. Nasávání venkovního vzduchu je z fasády, výfuk odpadního vzduchu na střechu. Rozvody vzduchu jsou uvažovány pomocí plastového potrubního systému pod stropem místností.

Výhodou je vysoký komfort a kvalitní provětrání bytu, nevýhodou je vysoká investiční náročnost a vyšší požadavky na stavební úpravy. Nezbytnou je celková rekonstrukce bytových jader a jejich šachet.

Pro zhodnocení řízeného větrání předpokládáme vytápěný prostor 170 m^3 , kterému odpovídá byt o užitkové ploše $65,4 \text{ m}^2$. Pro klimatické podmínky vyjádřené počtem denostupňů 3 420 a trvalém hygienickém minimálním větrání s výměnou $0,5 \text{ l/h}$ je roční spotřeba tepla na ohřev vzduchu $4,1 \text{ GJ}$. Tato spotřeba tepla je zahrnuta ve vytápění. Řízené větrání s využitím tepla z odváděného vzduchu uspoří cca 3 GJ na tento byt. Rozbor je proveden pro tzv. hygienické minimum a výpočet potřeby tepla podle ČSN EN ISO 13790. Ve skutečnosti, zejména při komfortním řízeném větrání, jsou v některých místnostech a časových obdobích výměny vyšší (např. 1 l/h apod.). Nepovažuji proto za praktické specifikovat jakékoli úspory tepla z řízeného větrání, neboť ty jsou odvislé od instalovaného zařízení a způsobu užití bytu. Řízené větrání však umožní nezvyšovat spotřebu tepla na vytápění při rozumném užití bytu.

4.4.5 Závěry

V nárocích na větrání, zejména na intenzitu výměny vzduchu, jsou v podstatě protichůdné požadavky hygienické a energeticko-ekonomické. Je tedy nutno dojít ke kompromisnímu řešení, kdy budou splněny hygienické požadavky při minimálních investičních a provozních nákladech a to zejména v hromadné bytové výstavbě.

V evropské certifikaci se u starších zařízení ZZT uvažuje využití tepla 60% , u moderních zařízení 80% . Efektivnost realizací zařízení ZZT mohou v praxi snižovat, případně i degradovat:

- a) chybné předpoklady o skutečné době využití ZZT v provozu
 - b) chybná koncepce projektů VZT
 - c) podcenění výpočtu ekonomické efektivnosti nasazení ZZT (s ohledem na budoucí nárůst cen všech energií!)
 - d) nezaučení obsluhy celé soustavy VZT
 - e) absence provozních řádů
 - f) vysoké pořizovací náklady (což je ovšem široce rozšířený a mylný předpoklad, neboť při stále vyšších cenách energií klesá již doba návratnosti zvýšených nákladů na běžné systémy ZZT)
 - g) údržba
 - h) nízká informovanost investorů, architektů a uživatelů o skutečných provozních nákladech na provoz VZT zařízení a potenciálu možných úspor při nasazení ZZT, případně dalších environmentálních důsledcích
 - i) uplatňovaný systém developerské výstavby, kdy možné provozní náklady dodavatele stavby vůbec nezajímají a hlavním smyslem zůstává pouze jejich max. zisk při prodeji levnějších (a tím neekonomických) VZT zařízení.
- ☺ Soustavy nuceného větrání se ZZT jsou pro moderní zcela utěsněné bytové a občanské budovy nepostradatelné jak z hlediska zajištění tepelně-vlhkostního a oděrového mikroklimatu (hlediska hygienického), tak pro zajištění podmínek funkce stavby (ochrana konstrukcí před poškozením vlhkostí, škodlivinami, plísněmi, atd.)
- ☺ Budovy s téměř nulovou potřebou energie budou vždy vybaveny nuceným větráním s účinným zařízením ZZT.

- ☉ Teplovzdušné větrání je vynikajícím prvkem dělené otopné soustavy, kryjícím pružně okamžitě potřeby tepla a umožňující využití tepelných zisků. Oproti funkčně obdobné skladbě „klasická setrvačná otopná plocha a přímotopná elektrická topidla“ se toto řešení jeví ekonomicky i funkčně přijatelnější. Tato úvahu platí i pro bytové domy.

4.5 CHLAZENÍ

Nutnost vybavit budovu chladicím zařízením pro zařízení techniky prostředí je vyvolána (vynucena) následujícími důvody:

- hygienickými požadavky na vnitřní prostředí budov. Z místností se odvede tepelná zátěž z vnějšího prostředí (oslunění, venkovní teplota) i tepelná zátěž vnitřní (od osob, osvětlení, technologických spotřebičů atd.).
- požadavky na vysoký komfort vnitřního prostředí. Uživatelský požadavek na vysoký komfort v bytových jednotkách, rodinných domech, v půdních vestavbách, prostorách občanské vybavenosti.

Chlazení prostorů je třeba co nejvíce omezovat vhodnými architektonicko dispozičními a stavebními řešeními. Pokud je nezbytné u menších místností, ověř se ekonomická výhodnost užití reverzních tepelných čerpadel.

Pro řešení projektu bude chlazení prvkem, který z energetického hlediska a míry využití primární energie je nutno omezovat na skutečně nezbytné aplikace.

Norma ČSN 73 0540-2 uvádí:

- a) využije se některý ze systémů nízkoenergetického chlazení v kombinaci s vhodnou chladicí soustavou. Jedná se především o chlazení:
- venkovním nočním vzduchem v kombinaci s akumulací hmotou budovy, tzv. noční větrání
 - s využitím chladu zemského polomasivu (přímé chlazení vzduchu, příprava chladicí vody)
 - adiabatické – odnímání tepla odpařováním vody (přímé chlazení vzduchu, příprava chladicí vody)
 - radiační – sáláním vůči obloze (příprava chladicí vody).

U zdrojů chladu využívajících vzduch jako teponosnou látku je nutné zvážit potřebu pomocné elektrické energie na provoz.

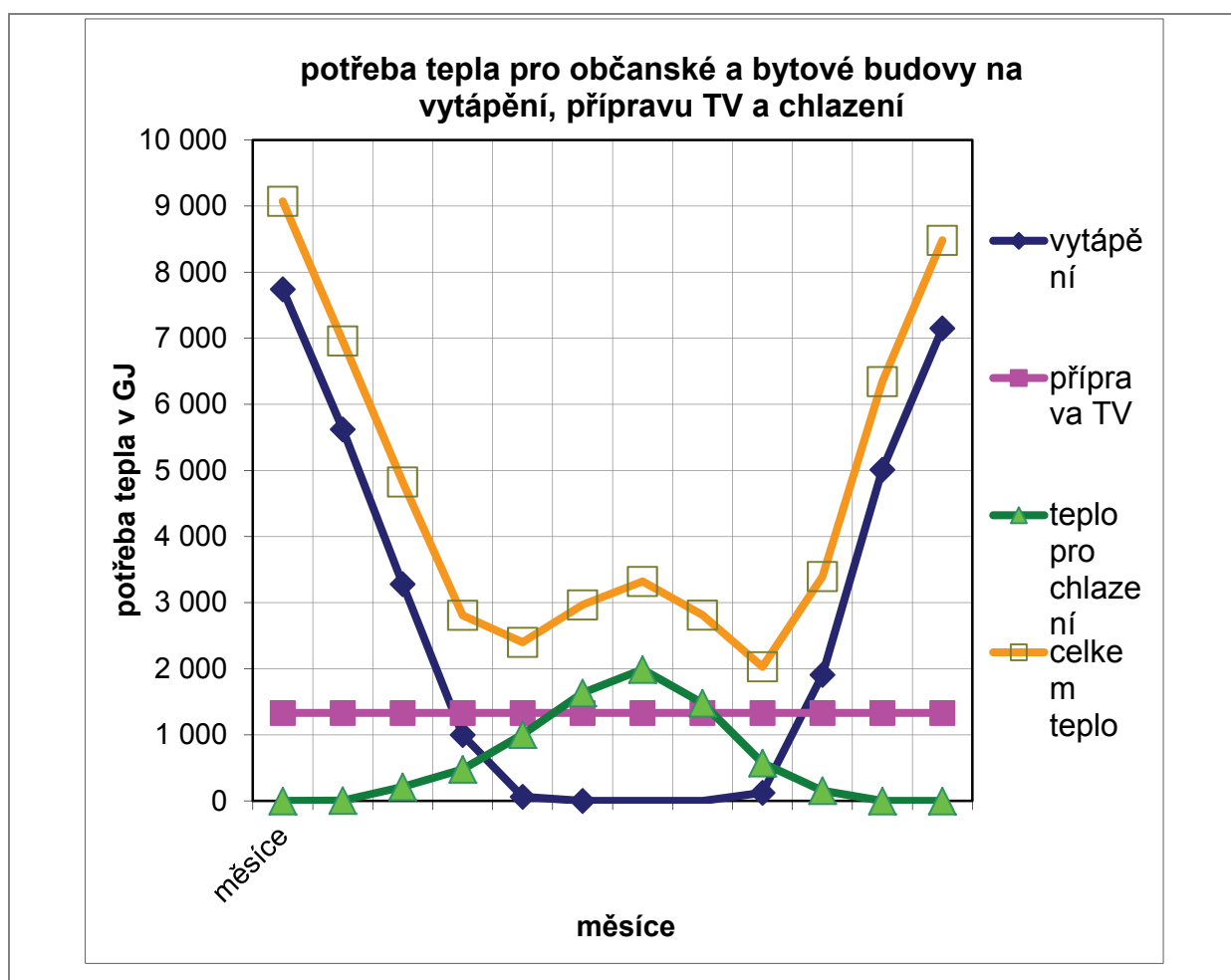
Doporučuje se využití sorpčních (absorpčních, adsorpčních) chladicích jednotek poháněných zdroji tepla s nízkým dopadem na potřebu primární energie (solární kolektory, kotle na biomasu, zemní plyn).

Doporučuje se volit zdroje chladu s vysokým COP, s regulací výkonu a optimalizací provozu při částečném výkonu.

Zdroje chladu musí být vhodně navrženy se zohledněním nesoučasnosti tepelných zátěží a akumulace tepla v budově.

Kondenzátory chladicích zařízení se doporučuje umisťovat do míst, která nejsou ovlivněna vysokou teplotou okolního vzduchu (přímým slunečním zářením, vysokou rovnocennou sluneční teplotou, apod.).

- ☺ Bytové budovy s nulovou potřebou energie budou navrženy tak, aby nebylo potřeba instalovat chladicí zařízení v tomto případě split jednotky. Znamená to přiměřenou dispozici, orientaci, akumulační vlastnosti stavební konstrukce, clonění otvorových výplní, regulaci nejlépe s užitím řídicího systému.
- ☺ Občanské budovy s nulovou potřebou energie v maximální míře využijí přiměřenou dispozici, orientaci, akumulační vlastnosti stavební konstrukce, clonění otvorových výplní, regulaci s užitím řídicího systému. Chladicí jednotky (CHJ) budou reverzibilní s funkcí tepelného čerpadla (TČ). Pozornost se věnuje spotřebičům pomocné energie (čerpadla, chladicí věže) zejména tam, kde je instalován okruh chladné vody
- ☺ Pro občanské budovy se uplatní trigenerace s instalací absorpčních chladicích jednotek. Příklad řešení pro sídelní útvar s občanskými budovami a zásobováním z kogeneračního zdroje je na obrázku 4-11. Absorpční chladicí jednotky spotřebují část tepla, které v ostatních měsících vyžaduje vytápění.

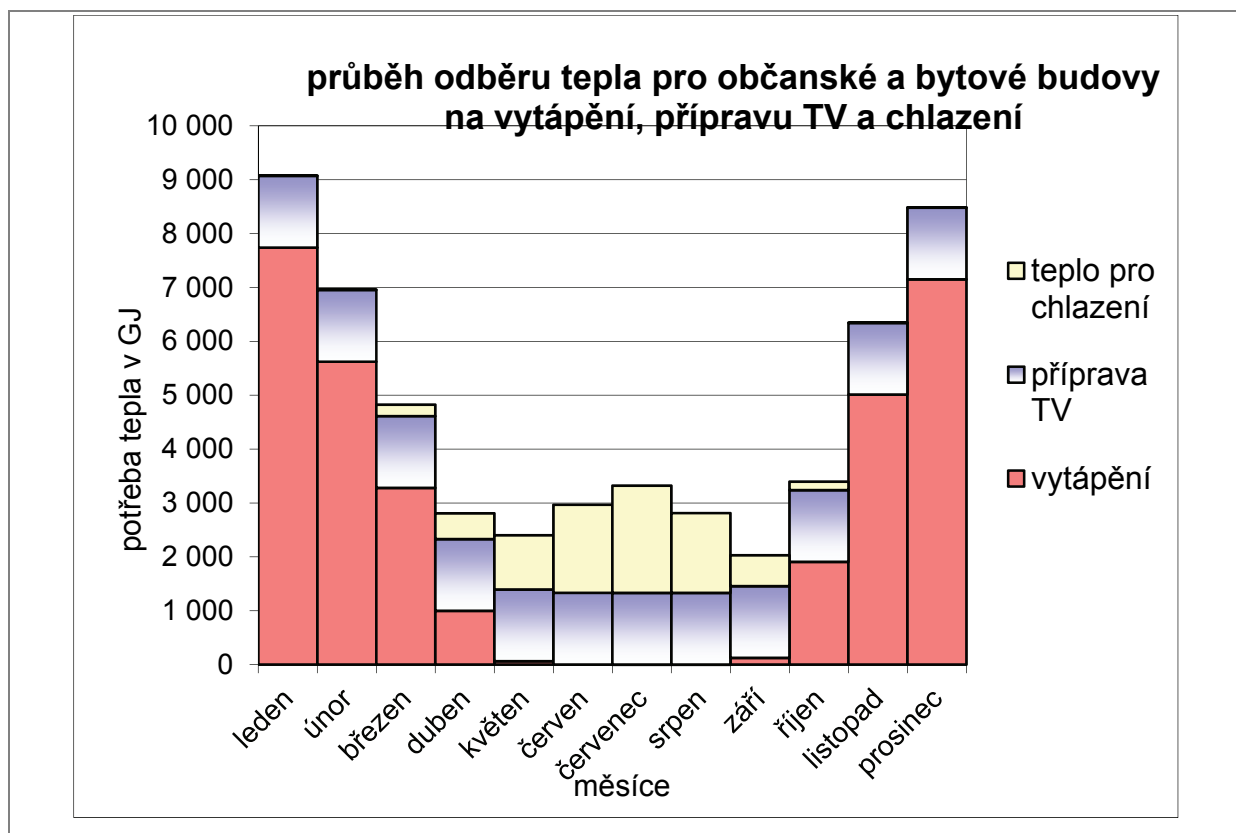


OBRÁZEK 4-11

PŘEHLED POTŘEB TEPLA VČETNĚ CHLAZENÍ V ČASOVÉM MĚSÍČNÍM ROZLIŠENÍ

- ☺ Na obrázku 4-11 a 4-12 jsou měsíční potřeby a odběry tepla v sídelním útvaru sestávajícím z bytových a občanských budov. Příprava TV v občanských budovách je individuální elektrickou energií, v bytových domech ústřední v bytových předávacích stanicích. Jsou instalovány 2 kogenerační jednotky s celkovým tepelným výkonem 1 386 kW. Užití tri-

generace vede ke snížení měrné potřeby primární energie v porovnání s elektrickými kompresorovými CHJ.



OBRÁZEK 4-12

PRŮBĚH ODBĚRU TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ, PŘÍPRAVU TV A CHLAZENÍ

4.6 ŘÍDICÍ SYSTÉMY, REGULACE A MĚŘENÍ

4.6.1 Třídění regulačních systémů

Regulace se skládá z počtu prvků a navrhování spočívá především v rozhodnutí, které kombinace prvků se užijí. Podle způsobu regulace tepelné soustavy a výkonnosti regulačního zařízení, je definice třídění stanovena následujícím způsobem.

Norma ČSN EN 12828 definuje tři různé úrovně způsobů regulování otopných soustav:

Místní regulace (L)

Teplo přiváděné do vytápěné místnosti je regulováno.

Zónová regulace (Z)

Je regulováno teplo dodávané do zóny.

Ústřední regulace (C)

Teplo dodávané do celé budovy je regulováno ústředním systémem.

4.6.2 Funkční charakteristiky regulace

Pro každou úroveň požadavků tepelné soustavy jsou definovány čtyři funkční charakteristiky regulace:

Ruční (M)

Dodávka tepla do vytápěných prostor je regulována ručně ovládaným zařízením;

Automatická (A)

Vhodný systém nebo zařízení automaticky reguluje dodávku tepla do vytápěných prostor;

Časově závislá funkce (T)

Přívod tepla k budově je ve zvlášť určených časových úsecích přerušován nebo redukován (např. noční snížení).

Optimalizovaná časově závislá funkce (O)

Dodávka tepla do vytápěného prostoru je přerušena nebo omezena ve zvlášť určených časových úsecích. Obnovení dodávky tepla je optimalizováno podle různých kritérií, včetně snížení spotřeby energie.

Kombinace režimů (způsobů) regulování otopných soustav a funkčních charakteristik regulace obecně popisuje tabulka 4-21.

TABULKA 4-21

TABULKA TRÍDĚNÍ REGULAČNÍCH SYSTÉMŮ

Režimy (způsoby) regulování otopných soustav	Funkční charakteristiky regulace			
	ruční ovládání	automatická	časově závislá funkce	optimalizovaná časově závislá funkce
místní				
zónová				
ústřední				

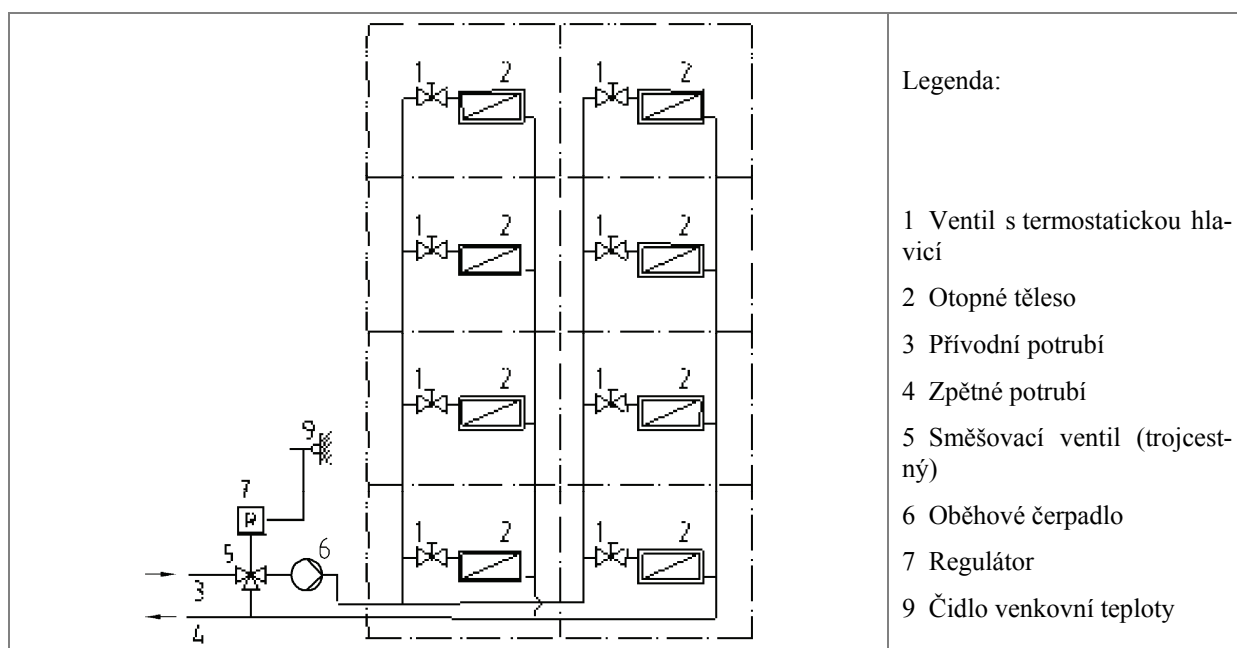
☺ Tabulka je pomocná a používá se k zapsání druhu a funkční charakteristiky regulačního systému.

Dále uvedené regulační systémy jsou základní pro plné využití dynamických vlastností budovy i soustavy. Místní automatická regulace a ústřední automatická regulace je popsána v tabulce 4-22 a na obr. 4-21.

TABULKA 4-22

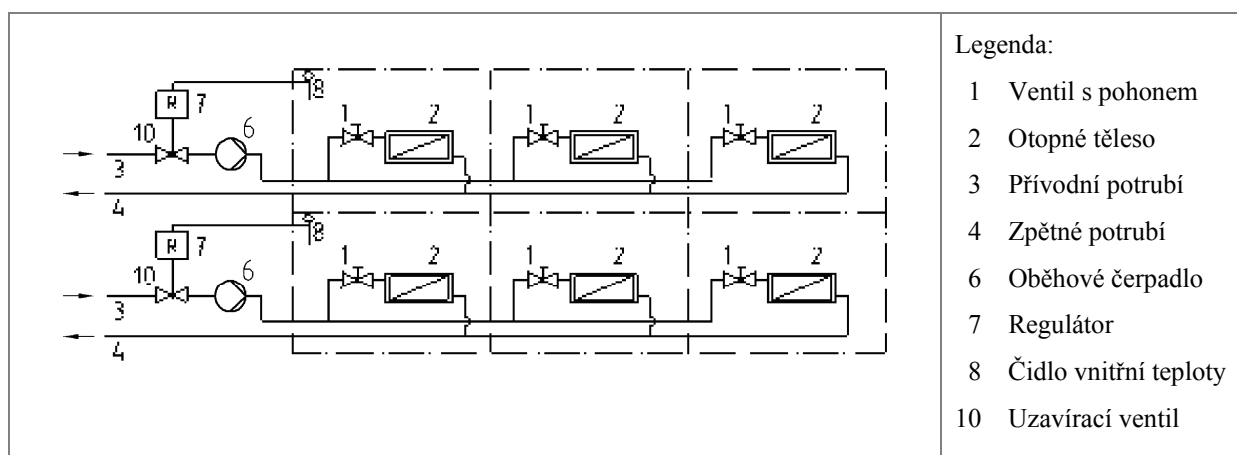
TABULKA TRÍDĚNÍ REGULAČNÍCH SYSTÉMŮ

Režimy (způsoby) regulování otopných soustav	Funkční charakteristiky regulace			
	ruční ovládání	automatická	časově závislá funkce	optimalizovaná časově závislá funkce
místní		XXXXX		
zónová				
ústřední		XXXXX		



OBRÁZEK 4-13 REGULAČNÍ SYSTÉM PRO REGULACI VNITŘNÍ TEPLoty S VENKOVNÍM ČIDLEM, S MÍSTNÍM AUTOMATICKÝM REGULOVÁNÍM A ÚSTŘEDNÍ REGULACÍ VE VÍCEPDLAŽNÍ BUDOVĚ

☺ Vyšším stupněm regulace je místní automatická regulace a ústřední automatická regulace. Je plně slučitelná s řídicím systémem a základem pro inteligenci budov v části vytápění. Jako akční člen individuální regulace je termopohon nebo servopohon. Popis je v tab. 4-23 a schéma na obr. 4-15



OBRÁZEK 4-15 REGULAČNÍ SYSTÉM PRO REGULACI VNITŘNÍ TEPLoty S MÍSTNÍM AUTOMATICKÝM REGULOVÁNÍM A AUTOMATICKOU ZÓNOVOU REGULACÍ V DVOUPDLAŽNÍ OBCHODNÍ BUDOVĚ

TABULKA 4-23

TABULKA TŘÍDĚNÍ REGULAČNÍCH SYSTÉMŮ

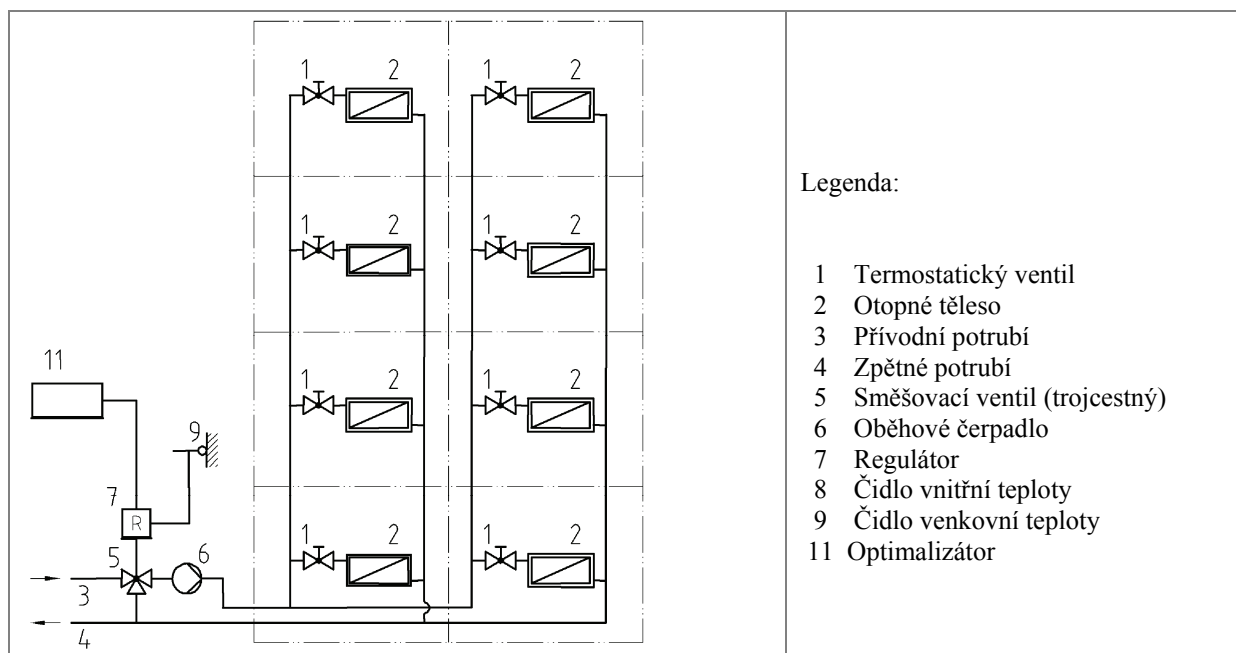
Režimy (způsoby) regulování otopných soustav	Funkční charakteristiky regulace			
	ruční ovládání	automatická	časově závislá funkce	optimalizovaná časově závislá funkce
místní		XXXXX		
zónová		XXXXX		
ústřední				

☺ Místní automatická regulace a ústřední automatická regulace s optimalizací se uplatní tam, kde optimalizaci neprovádí řídicí systém. Optimalizace funkce vytápění je nezbytná pro využití dynamickým vlastností stavební konstrukce a vytápěcí soustavy. Popis je v tab. 4-16, schéma na obr. 4-24.

TABULKA 4-24

TABULKA TŘÍDĚNÍ REGULAČNÍCH SYSTÉMŮ

Režimy (způsoby) regulování otopných soustav	Funkční charakteristiky regulace			
	ruční ovládání	automatická	časově závislá funkce	optimalizovaná časově závislá funkce
místní		XXXXX		
zónová				
ústřední		XXXXX		XXXXX



OBRÁZEK 4-16

REGULAČNÍ SYSTÉM PRO REGULACI VNITŘNÍ TEPLoty S VENKOVNÍM ČIDLEM, MÍSTNÍM AUTOMATICKÝM REGULOVÁNÍM A AUTOMATICKOU REGULACÍ S OPTIMALIZAČNÍM PROGRAMEM VE VÍCEPDLAŽNÍ ADMINISTATIVNÍ BUDOVĚ

Výše uvedená schémata regulačních systémů jsou základem k návrhu soustav TZB. Jsou aplikována do řídicího systému, který definuje a řídí jednotlivé parametry, především vnitřní teplotu. Zapojení označená © jsou vhodná/nezbytná pro budovy s téměř nulovou potřebou energie.

Integrovaní částí každého budoucího řídicího systému musí být energetické manažerství.

Účinnost řídicího systému a regulace není vhodným pojmem. Např. u neseřízené soustavy bez individuální regulace musíme přetápět s ohledem na nerovnoměrný teplotní gradient po svislici. Tedy dodáme více tepla/energie (cca o 4 až 15 %) než u seřízené soustavy s ústřední regulací. Proto je vhodné užití metody stanovení energetické náročnosti.

Užití řídicího systému s energetickým manažerstvím a odpovídající regulace při souladném řešení dynamických vlastností otopné soustavy a stavební části budovy vytváří potenciál úspory konečné energie 10 až 40 % podle druhu budovy a jejího užití oproti stávajícím řešením bez řídicího systému, s ústřední regulací. V případě korektní činnosti individuální regulace se tento potenciál sníží cca na polovinu.

4.6.3 Energetické manažerství

Energetické manažerství je velmi významné opatření k dosažení úspory energie či k jejímu zachování nebo ochraně. Úspory se dosáhnou:

- ⇒ trvalým sledováním provozu a projektovaných provozních parametrů, zejména potřeby a spotřeby energie,
- ⇒ pravidelným vyhodnocováním naměřené spotřeby energie a projektované potřeby a analyzováním získaného rozdílu v potřebě a spotřebě,
- ⇒ přijímáním opatření k odstranění rozdílu ve spotřebě a potřebě k co netrvalejšímu dosažení projektované nebo nižší potřeby,
- ⇒ motivací uživatelů a provozovatelů trvalým zveřejňováním zjištěných hodnot a vhodnou interpretací dosažitelných úspor při provozu budovy.

Energetické manažerství je opatření spočívající v pravidelné registraci a vyhodnocování parametrů určujících spotřebu energie. Po vyhodnocení a porovnání skutečného režimu s projektovaným se vyhodnotí příčiny difference ve spotřebě energie a provede údržba k docílení požadovaného stavu. Manažerská činnost je zaměřena na trvalé udržení stabilizovaného provozního stavu. Energetický manažer musí trvale ovlivňovat uživatele a vést ho k energeticky vědomému jednání.

Rozlišují se tři stupně manažerského přístupu definované vybavením a funkcí (obr. 4-17):

Stupeň I. „hlava-tužka-papír“ je aplikovatelný ve všech budovách. Pro vytápění vyžaduje instalaci měření tepla nebo množství energie pro budovu nebo obhospodařovanou část, měření vnitřní a vnější teploty a měření teploty otopného média. Dále zpracovaný postup činnosti, který by měl být dodán spolu s EA. Nákup/získání průměrných měsíčních teplot venkovního vzduchu.

Tento typ je investičně velmi málo náročný a vytváří předpoklady pro aktivní účast ústřední a místní správy v programu úspory energie. Je realizovatelný ve všech budovách. Experty je ceněn jako velmi laciné a účinné opatření. Užije se především pro malé budovy, jako jsou RD.

Musí být veden manažerský deník s periodickými zápisy o spotřebě tepla a energie, o jejich vyhodnocení a o operativních zásadách k nápravě stavu.

Stupeň II. druhý, vyšší stupeň je užití vhodného programu a PC k vyhodnocování provozních stavů srovnáváním skutečných a správných (projektových a naprogramovaných) hodnot potřeby tepla. Nutné je měřidlo tepla/energie se záznamem naměřených hodnot a přenosem do PC a snímání okamžité venkovní teploty. Podle topné křivky získané v EA a naprogramované do PC se programem stanovuje potřeba tepla úměrná venkovním teplotám, koriguje podle oslunění a porovnává s naměřenými hodnotami. Tento postup byl ověřen pro bytové domy a byl účinný.

Stupeň III. je nejdokonalejší a nejdražší investičně i provozně. **Je to užití vhodného programu a PC** pro porovnávání správných a skutečných provozních hodnot. Využijeme-li tohoto zařízení pro řízení provozu budovy, vytváříme základ tzv. "inteligentní budovy. Tato metoda se označuje anglicky BMS (Building Management System).

☺ *Energetické manažerství je zcela zásadní opatření pro nové i stávající budovy, které je možno realizovat samostatně - projeví se energeticky vědomým provozem; lépe však u stávajících budov v rámci systémové energeticky vědomé opravy. Je alfou a omegou pro dosažení garantovaných úspor energie po dobu hospodárné životnosti opatření a je nezbytné pro provoz budov s téměř nulovou potřebou energie.*

4.6.3.1 Provedení energetického manažerství

Energetické manažerství II. stupně je neúčinnější. Jeho schéma je na obr. 4-18. Zapojíme-li ho do řídicího systému, získáme manažerství III. stupně se zpětnou vazbou na korekce soustav a systémů a jejich diagnostiku.

Na obr. 4-19 je schéma energetického manažerství realizovaného pro bytovou budovu.

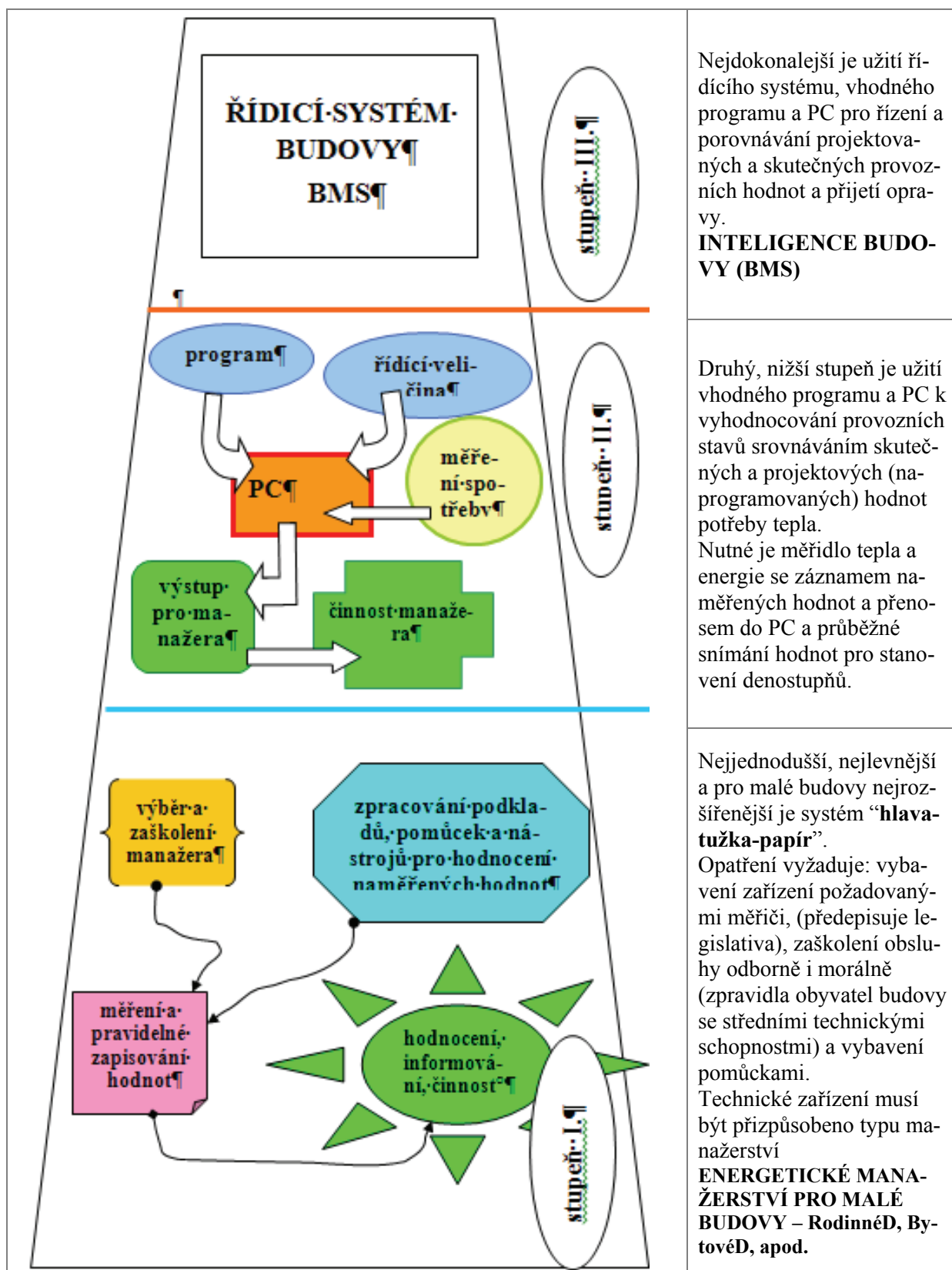
Metoda vždy využívá existujících zařízení. Instalují se nebo využijí měřidla fakturovaného tepla s hlavicí pro dálkový přenos údajů - spotřeby tepla, teplot, množství ve stanovených časových intervalech. Instaluje se měřič spotřeby tepla pro přípravu TV. Doplní se vodoměr s hlavicí pro dálkový přenos spotřeby studené vody. U plynových kotlen se instaluje plynoměr s datovým výstupem.

Je uplatněn program definující tepelný model budovy (EA), tj. závislost okamžitých tepelných ztrát na okamžité venkovní teplotě. Tento program je uložen v PC a řízen venkovní teplotou. Program integruje okamžité tepelné ztráty, vyhodnocuje tepelné zisky a poskytuje informaci o správné potřebě tepla ve vybraných časových úsecích. Dojde-li k výrazné odchylce spotřeby tepla (naměřená) od předpokládané potřeby, program upozorní manažera. Tak je možné eliminovat nevhodný provoz již po jednom týdnu a ne po zhodnocení otopné sezóny jako doposud. Zároveň manažer může průběžně informovat uživatele o nákladech na vytápění a TV. Manažerství je vhodné spojit s agendou správy budov.

Je-li instalovaný řídicí systém, zpravidla umožní bezproblémové zavedení manažerství.

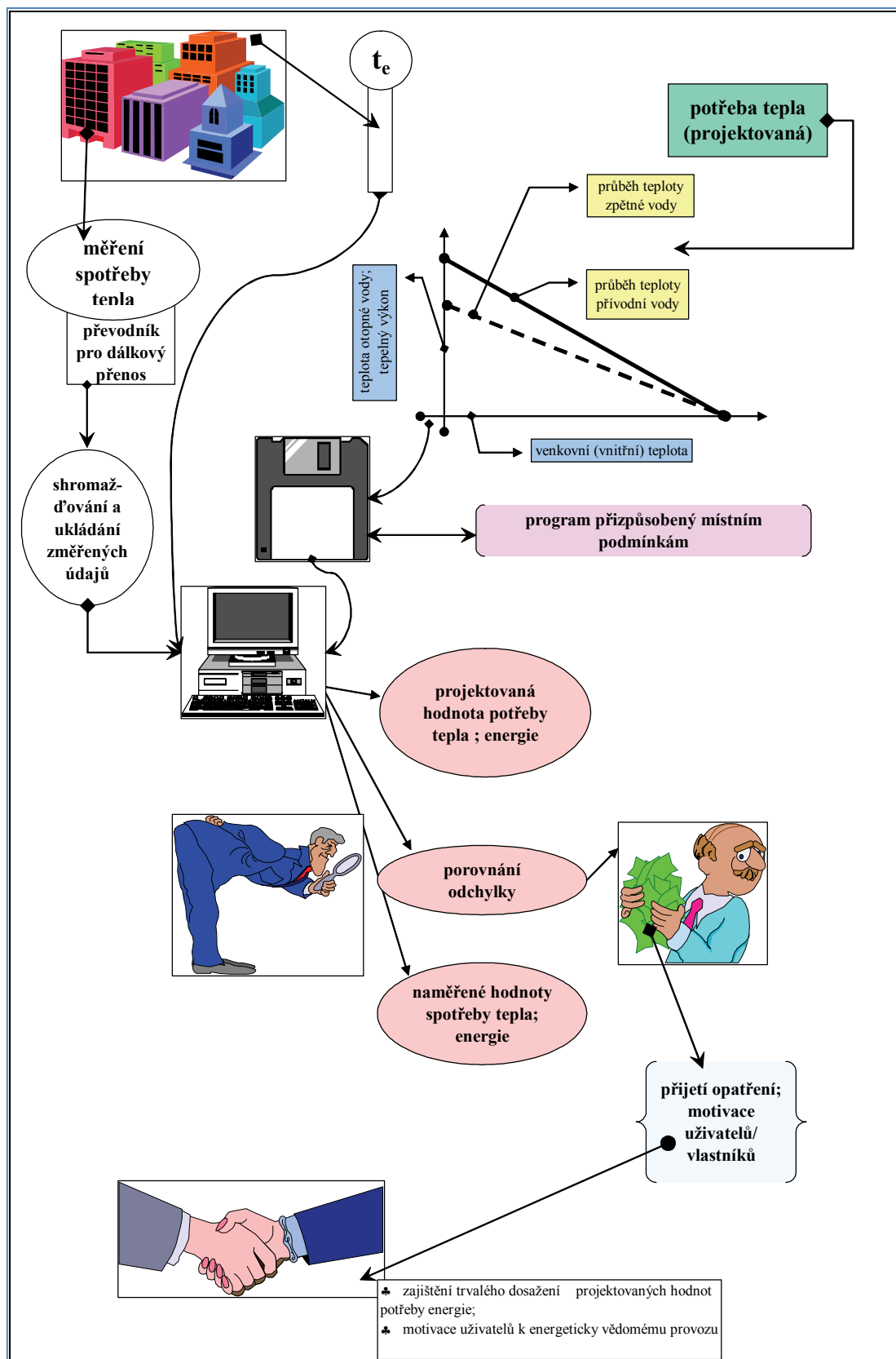
Provede se:

- Instalace měřiče s datovým výstupem nebo doplnění hlavic s datovým výstupem pro vyrobené teplo a měření spotřeby tepla v definovaných funkčních částech (zónách) budovy. Výstupem budou spotřeby tepla, množství a teploty.
- Instalace vodoměru s výstupem dat a jeho zapojení.
- Instalace plynoměru (u plynových kotlen) s datovým výstupem.
- Instalace drátové/bezdrátové komunikace.
- Úprava programu pro porovnání a vyhodnocování teoretické a skutečné spotřeby tepla.



OBRÁZEK 4-17

PŘEHLED ZPŮSOBŮ ENERGETICKÉHO MANAŽERSTVÍ



OBRÁZEK 4-18

SCHEMA ENERGETICKÉ MANAŽERSTVÍ II. STUPNĚ

ENERGETICKÉ MANAŽERSTVÍ

BYTOVÝ DŮM

Otopná soustava:

- ♦ **plynová kotelna;** rozvod s otopnými tělesy, ústřední a místní regulace, uživatelské návyky

Příprava teplé vody:

- ♦ ústřední, rozvody, regulace, výtoková místa, uživatelské návyky

Umělé osvětlení

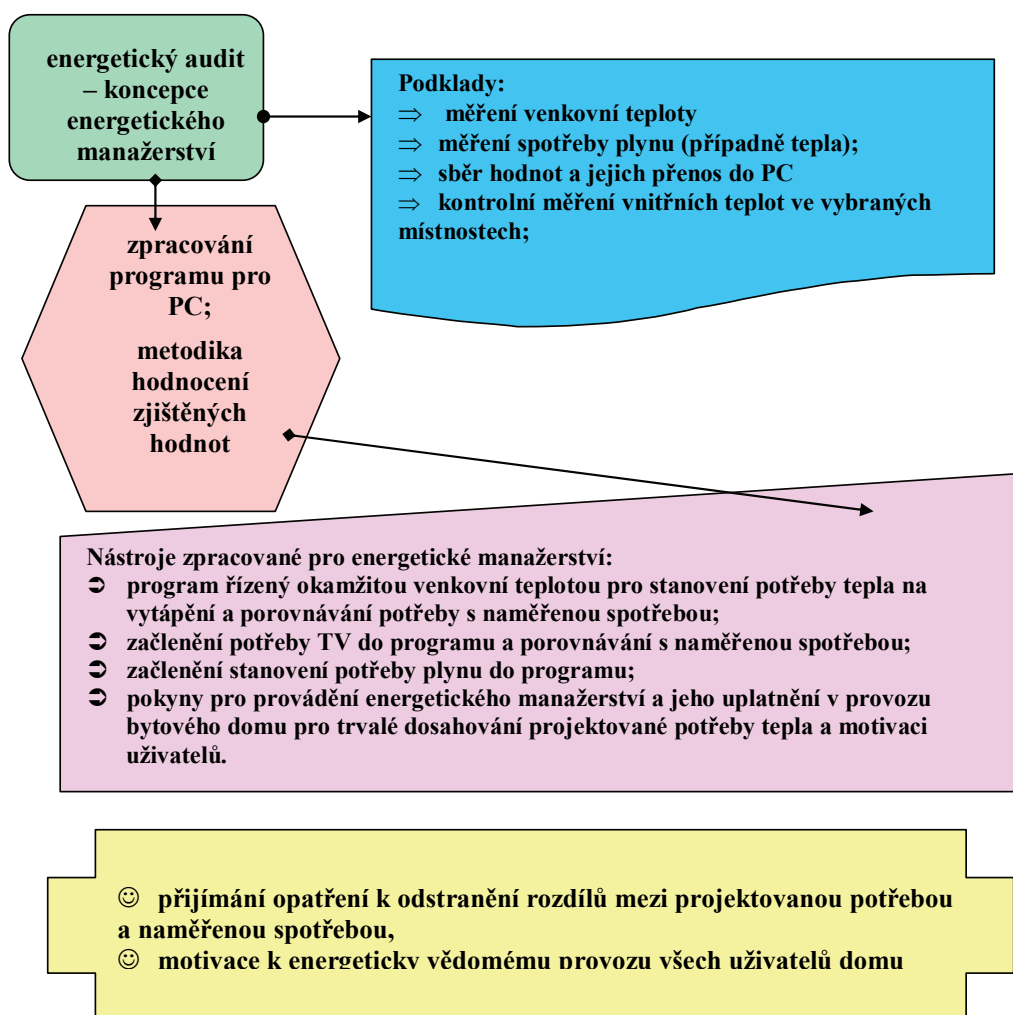
- ♦ svítidla a světelné zdroje, jejich regulace, uživatelské návyky

Spotřebiče

- ♦ volba (štítkování), umístění, uživatelské návyky

Metoda:

II. stupeň „manažer a PC“. Vedení manažerského deníku.



OBRÁZEK 4-19

PROVEDENÍ ENERGETICKÉHO MANAŽERSTVÍ II. STUPNĚ V BYTOVÉM VÍCEPDLAŽNÍM DOMU

- ☺ Budova s téměř nulovou potřebou energie nemá bez energetického manažerství smysl a energetické manažerství je plně funkční pouze v systému inteligentní budovy. Dále podporuje inteligenci i bariéra technická a funkční/uživatelská u zařízení TZB omezující plné

využití potenciálu možného snížení potřeby energie a plnohodnotné funkčnosti TZB v těchto budovách.

4.6.4 Intelligence budov

Intelligence budovy se v širším rozsahu poprvé objevila před více než 25 lety při řešení opatření zejména v občanských (administrativních) budovách v návaznosti na tzv. první energetickou krizi. Komplexnost technických řešení měla natolik provázané funkční vztahy, že je bylo nezbytné řešit kvalitní regulací a řízením. Požadavek trvalého udržení projektovaných parametrů s důrazem na trvale nízkou spotřebu energie po dobu životnosti budovy a bezchybnou, časově a funkčně variabilní funkci technických zařízení vedla k uplatnění energetického manažerství (sledování spotřeby energie a zavedení ruční/automatické zpětné vazby) na docílení projektovaného stavu při poruchových stavech projevujících se podstatnou odchylkou od projektové spotřeby energie. Velmi pěkným případem realizace té doby byla administrativní budova v Kanadě využívající průhlednou gelovou tepelně izolační fasádu (německý patent), akumulaci tepla od oslunění fasády do betonové vrstvy fasády za transparentní izolací, akumulaci do zbývajících konstrukcí a dalších technických úsporných zařízení. Tyto komplikované soustavy technických zařízení vyžadovaly vhodný řídicí systém. Do něho se postupně zapojila bezpečnost budovy, vertikální doprava lidí a věcí, umělé osvětlení, požární ochrana. Tento řídicí systém vyžadoval vhodný program. Počátkem 90. let pouze několik málo výrobců regulační techniky jako anglický Satchwell, dále Johnsson, Honeywell, Sauter, atd. zvládlo tuto technologii.

Ve Francii se technologie intelligence objevila pod názvem Domotique v návaznosti na Minitel, v anglosaských zemích obecně po názvem smart building. Je nutné si uvědomit, že tato technologie vyžadující kvalitní řídicí systém s programem se trvale uplatňovala u velkých a složitých občanských staveb s vysokými investičními náklady. Bylo velmi obtížné přenést tuto technologii do běžných často se vyskytujících druhů občanských a bytových budov, a to z důvodů vysokých investičních nákladů. Jedním z prvních pokusů v rámci demonstrací podporovaných státními prostředky ve Velké Británii byla realizace firmy Satchwell pro skupinu školních budov. V tomto projektu se sledovalo především snížení nákladů na řídicí systém ještě únosným zjednodušením systému.

Je nutné hledat přístup k zavádění intelligence v bytových domech a vybraných občanských budovách s téměř nulovou potřebou a vytvářet podmínky pro hospodárné vynaložení investice. Je nutné vytvářet podmínky při realizaci stavební konstrukce a TZB s ohledem na životnost budovy a její funkčnost při rozvoji elektroniky a jí vybavených spotřebičů, optimálně vysoké spotřebě energie na provoz budovy a zabezpečení dalších potřebných funkcí budovy.

4.6.4.1 Předpoklady pro zavádění intelligence v budovách s téměř nulovou potřebou energie

- ☺ Předpoklady pro inteligenci je třeba vytvořit při stavbě budovy, jejíž životnost je cca 50 až 100 let. Je nutné investora informovat o této technologii a doporučit mu základní realizaci vymezenou vším, co je uloženo uvnitř stavební konstrukce a odhadnout možné spotřebiče a zařízení, které budou postupně zapojeny do systému intelligence.

Na příkladu rodinného domu je možné předvést, co intelligence přinese uživateli okamžitě a co postupně. K tomu si vymezíme základní funkce a jim odpovídající zařízení v systému intelligence a tzv. nadstavbu s ohledem na budoucí postupné zavedení dalších zařízení.

TABULKA 4-25

INTELIGENCE BUDOVY

	časové období	TZB	zvláštní funkce	zvláštní vybavení	předpoklad
1.	v 1. etapě, tj. okamžitě při výstavbě	systém intelligence	ovládání: ✓ místní na PC ✓ dálkové např. mobilem	program	✓ PC ✓ odpovídající program ✓ instalace rozvodů
2.		vytápění:	ovládání: ✓ časové ✓ ústřední ✓ teplotní místní nadřazené ústřední/zónové regulaci ✓ teplotní zónové	✓ regulace zdroje tepla s výstupem do řídicího systému a jeho slučitelnost ✓ termohlavice u ventilu ✓ prostorový termostat s místním i ústředním ovládáním	✓ definice rozhraní pro připojení zařízení ✓ ústřední regulace termostatů
3.		příprava TV	ovládání časové ohřevu TV a případně cirkulace	slučitelnost regulace zařízení	definice rozhraní pro připojení zařízení
4.		umělé osvětlení	ovládání skupin svítidel vně a uvnitř budovy	✓ čidlo na osvětlení ✓ vytvoření okruhů umělého osvětlení ✓ regulaci světelných zdrojů zapnuto – vypnuto případně plynulou	definice rozhraní pro připojení zařízení
5.	v 1. etapě, tj. okamžitě při výstavbě	bezpečnost	ochrana proti vloupání ochrana proti požáru ochrana proti zamrznutí kontakt pro lékařskou pomoc vytváření dojmu přítomnosti při neobývání domu (osvětlením)	✓ čidla a jejich umístění ✓ okruh svítidel ✓ komunikační zařízení	vymezení míry: ✓ ochrany ✓ komunikace
6.		telefonické spojení s domem	zjištění stavu ochrany zjištění osvětlení zjištění vnitřní teploty atd.		
7.	v 2. průběžné etapě	připojení audiovizuálních zařízení	distribuce do místností ovládání zařízení	✓ domácí kino ✓ audio zařízení ✓ video zařízení	definice rozhraní pro připojení zařízení rozmístění
8.		připojení spotřebičů s elektronickým vlastním řízením	programování provozu a funkce úspora energie	✓ chladničky a mrazničky ✓ spotřebiče na vaření ✓ pračky a sušičky atd.	definice rozhraní pro připojení zařízení rozmístění
9.		proměnný odpor otvorené výplně	automatický provoz podstatné snížení úspory energie	✓ tepelně izolační venkovní žaluzie ✓ okenice	definice rozhraní pro připojení zařízení cena zařízení 2 až 4 tisíce na 1 m ²

10.		zavlažovací systém zahrady	automatický provoz úspora vody a energie		definice rozhraní pro připojení zařízení rozmístění
11.		apod. podle vývoje techniky a cen	předpokládat několik zařízení		předpokládat rozhraní

Tyto rozvahy jsou významné a vyžadují kvalitní provedení projektu soustav TZB včetně elektrických rozvodů spolu s projektem inteligence.

Na podkladě specifikace a ceny se investor může rozhodnout o rozsahu 1. etapy. Nejnižší rozsah inteligence např. pro řízení otopné soustavy s termopohony na ventilech otopných těles lze inteligenci pořídit za cca 50 až 100 tis. Kč. Cenový odhad střední úrovně inteligence zahrnující vytápění, osvětlení a bezpečnost v RD je cca 250 až 350 tisíc Kč. Plný rozsah inteligence (nezahrnující optická vlákna pro ústřední televizi, domácí kino, atd., který uvádí projekt je cca 600 až 900 tis. Kč.

Při investičních nákladech RD v řádu 2 až 5 miliónů je cena přípravy na inteligenci v rozsahu 50 až 150 tisíc Kč únosná.

4.6.4.2 Projektování, programování, oživování

Teprve v roce 2000 bylo dosaženo konvergenční dohody, jejímž účelem je sloučení jednotlivých, v Evropě používaných decentralizovaných systémů do jediného. Za tím účelem byla vytvořena nová mezinárodní asociace KONNEX. Všechny výrobky, které jsou vytvořeny a ověřeny pro použití v systémech s evropskou instalační sběrnici jsou nyní označovány nejen logem EIB, ale i logem KNX. Následným vytvořením nového programovacího software byla zajištěna přímá generační návaznost a zachována možnost rozšiřování starších systémových instalací o nové prvky, při využití vyšší verze software.

Sběrnice Konnex bus, zkráceně KNX, sdružuje a využívá patnáctileté zkušenosti tři existujících technologií sběrnic EIB (Instabus), BatiBUS a EHS (European Homa System), a vytváří tak nový, otevřený standard pro všechny aplikace z oblasti automatizace budov. Zakladatelem a vlastníkem technologie KNX je asociace Konnex.

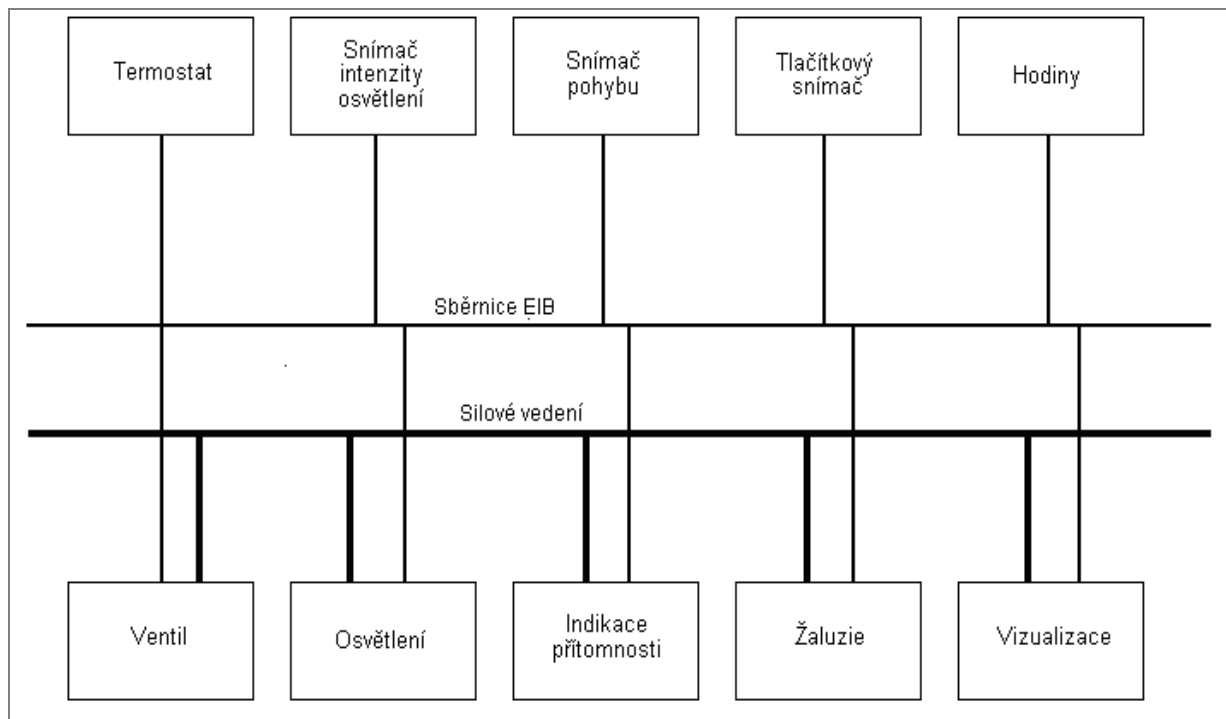
Současné řídicí systémy vycházejí ze standardu **KNX**. Také používáme zkratky **EIB** nebo **LON** ve spojení s termínem **sběrnice**.

Sběrnice (anglicky bus), viz obrázek 4-27, umožňuje přenos informačních dat mezi jednotlivými prvky řídicího systému. Propojuje např. vypínač přes naprogramovatelný řídicí prvek (např. počítač) s ovládaným přístrojem (kotelna, chladicí jednotka, osvětlením místnosti, apod.). Většinou se signály k řízení přístrojů přenášejí po kabelech, variantou je bezdrátový přenos. Pro sjednocení rozličných řešení různých výrobců umožnění zapojení různých zařízení do systému se dohodl jednotný systém sběrnic.

Jedním z nich je EIB, který zavedlo sdružení vedoucích firem v oblasti elektroinstalací v Evropě European Instalation Bus Association (EIBA). Jde o decentralizovaný instalační řídicí systém pro zařízení budov, umožňující měření, regulaci, zapínání a vypínání, hlídání a kontrolu strojů, přístrojů a zařízení v budovách. Sdružení EIBA a velcí světoví výrobci následně založili asociaci KNXA (Konnex-Association) a zavedli standard KNX. Někteří výrobci označují svoje výrobky KNX/EIB nebo jen KNX. Jde o propracovanější verzi, která je ale zpětně kompatibilní se staršími výrobky označenými EIB. Bezdrátová řešení je označováno KNX RF.

V USA je rozšířen jiný standard sběrnice systému LON (Local Operating Network).

Rozšíření inteligence v budovách nastalo po zpracování jednotných požadavků na informační sběrnici KNX/EIB, na přístroje po ní komunikující a s tím související vytvoření potřebného software použitelného pro projektování i ožívování celé instalace (obrázek 4-26). Ke dvoužilové instalační sběrnici jsou připojeny snímače i akční členy, bez ohledu na jakékoliv pořadí či příslušnost k určitým silovým obvodům.



OBRÁZEK 4-26 ZJEDNODUŠENÉ SCHÉMA ZAPOJENÍ KNX/EIB SYSTÉMOVÉ ELEKTRICKÉ INSTALACE

Pro komunikaci sběrnicí se uplatní:

- kabel (KNX TP). Komunikace je kabelem – sběrnicí, která je hierarchicky strukturovaná v liniích a oblastech
- elektrický rozvod (KNX PL): Komunikace stávajícím elektrickým rozvodem
- užití bezdrátového přenosu (KNX RF)
- IP/Ethernet (KNX IP). Toto nejrozšířenější komunikační medium se uplatní specifikováním KNXnet/IP adresy.

Systém KNX je uznáván jako evropský (ČSN EN 50090-2-1, 2 a ČSN EN 13321-1, 2¹⁷) i světový (ISO/IEC 14543-3) standard. Technologie je založena na vzájemné komunikaci jednotlivých přístrojů, propojených sdělovacím kabelem. Struktura sítě se skládá ze 3 úrovní. Nejvýše je centrální linie s 15 hlavními liniemi (střední úroveň). Na každou z nich je napojeno dalších 15 linií (spodní úroveň). Každá linie má vlastní napájení a lze na ni připojit až 64

¹⁷ Poznámka: ČSN EN 50090-2-1 (2) Elektronické systémy pro byty a budovy (HBES) - Část 2-1: Přehled systému – stavba; Část 2-2: Přehled systému - Všeobecné technické požadavky; ČSN EN 13321-1 (2) Otevřená datová komunikace v automatizaci, řízení a správě budov - Bytový a domovní elektronický systém - Část 1: Požadavky na výrobky a systém; Část 2: Komunikace KNXnet/IP

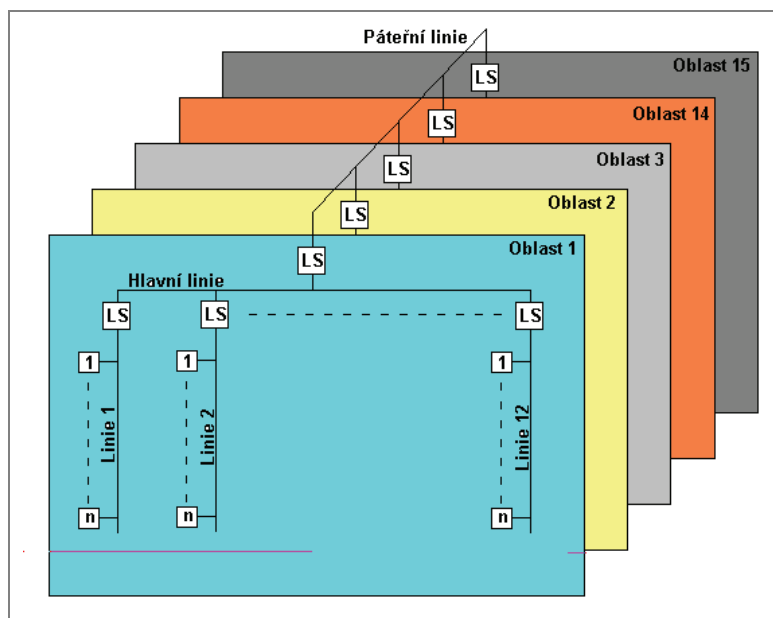
zařízení. Ta jsou rozdělena na snímače - ovládací prvky, čidla různých veličin - a na akční členy, které provádějí požadované funkce. „Intelligence“ je uložena v jednotlivých přístrojích a systém KNX se plynule přizpůsobuje rozsahu instalace i požadovaným funkcím.

Systém KNX/EIB sdružuje jednotlivé řídicí a zabezpečovací systémy do jednoho systému při zachování možnosti samostatného provozu jednotlivých částí (byť i elementárních), umožňuje využít jednotlivé prvky pro různé úlohy, jednoduchou diagnostiku systému, monitorování objektu apod.

Systém KNX/EIB řídí teploty v jednotlivých místnostech a regulace je adresná, reaguje okamžitě a neovlivňuje další prostory objektu (pokud není požadováno). Je možno elegantně řešit i protichůdné úkoly, jako např. při otevření okna v zimě běžná termostatická hlavice vytápění otevírá, neboť se okolí ochlazuje. i- bus KNX/EIB rozpozná pomocí okenních kontaktů (jinak využitých pro ochranu objektu), že je otevřené okno a po definované době ventil uvádí vytápění do stavu protimrazové ochrany.

Systém obsahuje nástroje, které mohou řídit celé spektrum elementárních funkcí a přiřazovat jim vzájemné vazby. Příkladem může být ovládání chodu žaluzií. Obě funkce mohou být provozovány samostatně, avšak při určitých podmínkách je vhodné, aby se vzájemně doplňovaly – např. žaluzie se automaticky zatáhnou při určité intenzitě slunečního svitu.

Signály a provozní stavy je možné číst, vyhodnocovat, upravovat a provádět potřebné řídicí zásahy, a to bez nároků na zvláštní vedení k příslušným účastníkům systému. Přístroje jsou vybaveny vlastní inteligencí a řeší své lokální úkoly. Do systému jsou pak včleněna i zařízení, která vykonávají úlohy týkající se systému jako celku. Není potřeba žádného nadřazeného systému, pouze je-li vhodné, je možno použít PC pro centrální řízení, sledování provozních stavů, vykonávání korekčních zásahů apod.



OBRÁZEK 4-27 TOPOLOGICKÉ ČLENĚNÍ SYSTÉMOVÉ KNX/EIB INSTALACE

V systémech s instalační sběrnici lze spolehlivě řídit jednotlivé funkce využívané při provozu budovy podle předem nastaveného časového nebo jiného programu, ale i v závislosti na aktuálních údajích snímačů různých fyzikálních veličin. Možné je operativní ruční ovládání. Systém dovoluje:

- ovládání soustav vytápění, přípravy TV, větrání, zařízení pro vlhčení a chlazení,
- ovládání osvětlení,
- optimalizaci spotřeby v celém objektu,
- ovládání různých elektric-

kých spotřebičů,

- ovládání žaluzií, markýz nebo rolet,
- dálkovou signalizaci,

- činnost střežení objektu a samočinného hlášení o vniku nepovolaných osob,
- operativní ovládání i pomocí telefonu, či internetu,
- protokolování událostí,
- vizualizaci,
- centrální ovládání vybraných funkcí,
- vytváření scén (např. světelných),
- různé další funkce podle požadavků uživatelů.

Aby nemohlo dojít k zahlcení systému současně přenášenými informacemi, struktura telegramů je vytvořena tak, aby ostatní účastníci nezahajovali vysílání, dokud není ukončen přenos jedné zprávy. Přitom způsob vytváření příkazů připouští vysílání telegramů s vyšší prioritou. V takovém případě se přerušuje vysílání méně důležitých informací a je dokončeno až po ukončení přenosu prioritních příkazů. Topologická výstavba celého systému připouští vložit do systému až 46 080 programovatelných prvků, dovolí tedy vytvořit jediný instalační systém pro řízení všech funkcí v prakticky libovolně rozsáhlé budově. Ale je možné jej využít i pro rozsahem zcela nepatrné instalace, či jejich části, např. pro řízení jen některých nadstandardních funkcí (scény, centrální funkce, protokolování). Základní topologickou jednotkou je linie. Linie může být vytvořena s jedním společným napájecím zdrojem a potom může obsahovat nejvýše 64 programovatelných připojení. Linii ale lze vytvořit až ze čtyř takovýchto samostatně napájených větví, potom na ní může být umístěno až 256 programovatelných prvků, včetně potřebných liniových spojek, zabezpečujících komunikaci.

Celý systém je důsledně decentralizovaný. Používané přístroje v něm je možné rozdělit do následujících základních skupin:

- snímače,
- akční členy,
- systémové přístroje a příslušenství,
- vizualizační, komunikační a logické prvky.

Všechny přístroje jsou připojeny ke sběrnici přes již zmíněnou sběrníkovou spojku. Ta obsahuje mikroprocesorovou jednotku a paměti pro ukládání potřebných aplikačních programů a všech potřebných informací nutných pro vykonání vydávaných příkazů, včetně informací o způsobu odesílání zpětných hlášení o uskutečnění akce. Přístroje jsou v různých konstrukčních variantách. Velmi často (především u akčních členů a řady dalších přístrojů) je sběrníková spojka integrální součástí přístroje (konstrukční provedení pro montáž do rozváděčů, pro zapuštěnou či nástěnnou montáž atd.). U značné části snímačů, konkrétně u snímačů používaných v pevných elektrických instalacích namísto obvyklých zapuštěných elektroinstalačních přístrojů, je výhodnější rozdělit kompletní přístroj na dvě části. Prvou z nich je sběrníková spojka opatřená rozhraním (desetipólovým konektorem). K jedinému typu spojky je pak možné připojovat libovolný počet typů aplikačních modulů, tedy vlastních snímačů. Vždy ale jeden aplikační modul k jedné sběrníkové spojkě.

Pro projektování a programování, stejně jako při oživování a servisních pracích systémových elektrických instalací využívajících sběrnici KNX se využívá práce s PC (zpravidla notebooky). Vytváří se nejdříve základní projekt (v souladu s tradičním projektem zpracovaným softwarem např. AUTO CAD) a to v programovém prostředí ETS (EIBA Tool Software), do

něhož se vkládá knihovna aplikačních softwarů na konkrétní výrobky – firemní softwary od těch výrobců, jejichž snímače, akční členy a další přístroje budou použity.

Mezinárodní asociace KONNEX nově zařadila do distribuce software ETS3.

4.6.4.3 Systémy inteligence budov

Rozlišují se základní, standardní a vyšší funkce.

Standardní úroveň vybavení má zavedeny funkce ze základní úrovně (zajištění a sledování energeticky úsporného chodu objektu a základní bezpečnostní prvky), které jsou doplněny o další prvky, viz následující tabulka.

TABULKA 4-28 SYSTÉM INTELIGENCE BUDOVY – STANDARDNÍ FUNKCE

Standardní funkce prvků inteligence budov pro bydlení		
A	Vytápění a příprava TV	ovládání dle zadaných kritérií, sledování funkce
		sledování okamžité a celkové spotřeby včetně finančních nákladů
		hlášení zásahů mimo nastavený rámec
		blokace vytápění v případě otevřených oken
		omezování teplot dle výskytu osob a časového harmonogramu
		sledování chodu tepelného zdroje
B	Odběr elektřiny	sledování okamžité a celkové spotřeby včetně finančních nákladů, snímání z fakturačních i podružných elektroměrů
		řízení odběru (odpojováním spotřebičů se setrvačností – mrazničky, ledničky a s možným odkladem úkonu – myčky nádobí, pračky) v návaznosti na výši tarifu a případné omezení odběru v případě nedostatečnosti možnosti zásobování; blokování časově nežádoucích spotřebičů
C	Bezpečnost	sledování úniku bezpečnost a zdraví ohrožujících látek, signalizace poruchových stavů, zajištění jednoduchých úkonů vstup do domu/bytu, napojení na bezpečnostní službu
D	Výtah (výtahy)	sledování funkce, základní řízení provozu, spotřeba elektřiny
E	Řízení umělého osvětlení	umělé osvětlení je ve vybraných prostorách objektu řízeno dle potřeby (scénáře) nebo/a v závislosti na přítomnosti osob v místnosti
F	Vykonávání dozoru	v návaznosti na instalovaná čidla pro účely A, B a C, případně jednotlivě doplněná
G	Předání informací	jednosměrné předávání smluvených signálů na pevnou/mobilní telefonní linku
H	Vnější osvětlení	ovládání vnějšího osvětlení na základě úrovně osvětlenosti denním světlem a časovým harmonogramem, v případě potřeby doplněno pohybovým čidlem

Vyšší úroveň vybavení zavádí funkce ze standardní úrovně, které jsou doplněny o další prvky, viz následující tabulka. Rozdílné potřeby administrativních budov mohou si vyžádat další požadavky.

TABULKA 4-29 SYSTÉM INTELIGENCE BUDOVY – VYŠŠÍ FUNKCE

Vyšší funkce prvků inteligence administrativních budov		
A	Vytápění a příprava TV	ovládání dle zadaných kritérií, sledování funkce
		sledování okamžité a celkové spotřeby včetně finančních nákladů
		hlášení zásahů mimo nastavený rámec

		blokáce vytápění v případě otevřených oken omezování teplot dle výskytu osob a časového harmonogramu sledování chodu tepelného zdroje
B	VZT, chlazení, vlhčení	ovládání zařízení dle zadaných kritérií, sledování funkce sledování chodu zařízení, spotřeba energie, možnost jejího programového řízení s možností manuálního centrálního zásahu
C	Odběr elektřiny	sledování důležitých parametrů při velkoodběru a jejich řízení sledování okamžité a celkové spotřeby včetně finančních nákladů řízení odběru (odpojováním spotřebičů se setrvačností – mrazničky, ledničky a s možným odkladem úkonu – myčky nádobí, pračky) v návaznosti na výši tarifu a případné omezení odběru v případě nedostatečnosti možnosti zásobování; blokování časově nežádoucích spotřebičů, s možností manuálního zásahu
D	Bezpečnost	Sledování úniku bezpečnost a zdraví ohrožujících látek, signalizace poruchových stavů, zajištění jednoduchých úkonů Požární ochrana
E	Řízení umělého osvětlení	Umělé osvětlení ve vybraných prostorách objektu dle potřeby (scénáře) nebo/a v závislosti na přítomnosti osob v místnosti, s možností manuálního zásahu
F	Vykonávání dozoru	V návaznosti na instalovaná čidla pro účely A, B a C, případně jednotlivě doplněná
G	Předání informací	Jednosměrné předávání smluvených signálů na pevnou/mobilní telefonní linku
H	Vnější osvětlení	Ovládání vnějšího osvětlení na základě úrovně osvětlenosti denním světlem a časovým harmonogramem, v případě potřeby doplněno pohybovým čidlem
I	Ovládání žaluzií	Ovládání žaluzií dle oslunění, síly větru, vnější a vnitřní teploty, časového harmonogramu s možností manuálního zásahu
J	Ovládání stahovatelných markýz	Ovládání markýz dle oslunění, síly větru, časového harmonogramu s možností manuálního zásahu
K	Sledování garáže	Registrace otevřených garážových vrat a případná registrace výjezdu/vjezdu vozů
L	Únik vody	Registrace úniku vody (například u automatických praček) a případný automatický zásah
M	Sledování parametrů a ovládání vnějších doplňkových zařízení a objektů	Sledování požadovaných parametrů a ovládání požadovaných funkcí u vnějších doplňkových zařízení (bazénů, kropení trávníků, záhonů) a objektů (skleníky, atd.)
N	Výskyt osob	Sledování výskytu a pohybu osob ve vybraném prostoru
O	Samostatný zásah	Povolání smluvené zásahové/pracovní čety
P	Zajištění schůdnosti/sjízdnosti vybraných přístupových komunikací	Zajištění schůdnosti/sjízdnosti vybraných přístupových komunikací v zimních měsících odstraněním náledí elektrickým ohřevem - ovládání dle vnější teploty, časového harmonogramu, s možností manuálního zásahu

Q	Sledování parametrů a ovládání vnějších doplňkových zařízení a objektů	Sledování požadovaných parametrů a ovládání požadovaných funkcí u vnějších doplňkových zařízení (reklamních panelů, kropení trávníků, záhonů) a objektů (stánky, atd.)
---	--	--

4.6.4.4 Příklady realizací

Uvažují se, s ohledem na investiční náklady, dva způsoby. První je jednoduchý, laciný a omezuje se na regulaci vytápění, elektrický zabezpečovací systém (EVS) a energetické manažerství. Druhý způsob plně naplňuje současné požadavky na inteligenci.

4.6.4.4.1 Bytový dům panelový

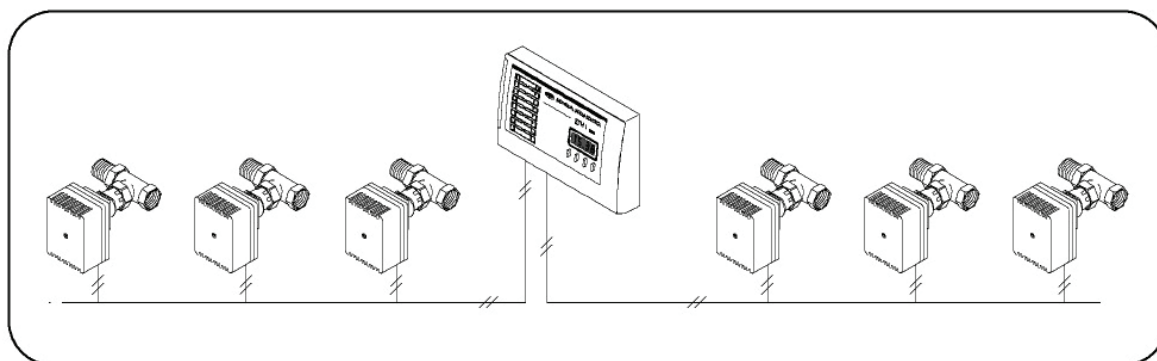
Návrhy byly provedeny v roce 2006 pro panelový dům ve stavební soustavě L&N, o 4 NP, s 48 byty ve třech velikostech a jejich průměrné užitné ploše 44,7 m². Zvažovalo se nízkoenergetické řešení po energeticky vědomé modernizaci.

Uvažoval se zdroj tepla:

- domovní předávací stanice DPS v odběrném místě
- kotelna s plynovými kondenzačními kotli.

Projekty zpracovala společnost Bossys, s.r.o. pracující s výrokovou základnou ABB.

4.6.4.4.1.1 Malá inteligence



≡ symbol pro označení dvou vodičové sběrnice

OBRÁZEK 4-21 ZÁKLADNÍ ZAPOJENÍ - TEPLOVODNÍ VYTÁPĚNÍ (16 ADRES: 1+8 NA LEVÉ VĚTVI, 1+8 NA PRAVÉ VĚTVI; MAX. 3 HLAVICE NA JEDNÉ ADRESE):

IRC systém ETATHERM (obdobný je TRASCO nebo BMR z Rychnova nad Kněžnou) je určený k individuální regulaci vytápění jednotlivých místností podle uživatelských programů vytápění (volně sestavitelných uživatelem). Je použitelný pro teplovodní otopné soustavy. Základním rysem regulační soupravy je systém adres (příslušejících zpravidla jednotlivým místnostem, příp. zónám) a dvou vodičové sběrnice. ETATHERM s malým napětím. Po ní komunikuje řídicí jednotka s adresovanými koncovými členy (obsahujícími prostorová tepelná čidla) a poskytuje jim rovněž napájení. Na jedné adrese může být připojeno i několik koncových členů. Koncovými členy soupravy jsou obecně:

- a) elektronické hlavice s termopohonem proporcionálně ovládající ventily otopných těles teplovodního vytápění,

- b) koncové moduly ovládající desky paměťových relé spínajících/odpínajících elektrická topidla (konvektory, sálavé panely, podlahové vytápění, akumulární kamna atd.),
- c) speciální členy (s odlišným rozsahem teplot, koncový modul s venkovním čidlem, koncový modul-spínač, atd.).

V řídicí jednotce si uživatel naprogramuje teplotní režimy jednotlivých místností. Pro každou místnost a každý den v týdnu je možno sestavit program sestávající až z osmi různých časových úseků s různými teplotami. Časové úseky je možné nastavovat s rozlišením 15 minut a teploty s rozlišením 1°C v rozsahu 6 ÷ 35°C. K dispozici jsou i jiné režimy (operativní změny, udržovací režimy pro zimní dovolenou atd.).

Řídicí jednotka opakovaně (v cyklu 4 minut) vysílá na koncové členy (elektronické hlavice nebo koncové moduly) informace o aktuálních teplotách. Koncový člen tuto informaci přijme, srovná ji s údajem vlastního čidla prostorové teploty (které je součástí hlavice, ale může být také montováno odděleně) a podle vyhodnocené odchylky rozhodne o regulačním zásahu, který případně vzápětí provede. Jedná o plynulé přivírání či otevírání radiátorového ventilu. Po dalších čtyřech minutách přichází z řídicí jednotky ke koncovému členu aktualizovaná (pokud nedošlo ke změně programu tak stejná) požadovaná teplota a celý děj se opakuje.

Řídicí jednotka může též vysláním speciálního dotazu zjistit skutečnou teplotu na dané adrese a zobrazit ji na displeji, případně využít k jiným činnostem.

U tohoto systému předpokládáme při hromadné aplikaci v domě náklady cca 45 000 Kč na byt (včetně rozvodů).



OBRÁZEK 4-22

ŘÍDICÍ JEDNOTKA

4.6.4.4.1.2 Plná inteligence

Silnoproudé rozvody

Silnoproudá instalace řeší:

- instalační rozváděče RB pro typy bytů I, II a IV
- vnitřní kabelové trasy
- návrh vnitřní světelné a zásuvkové instalace
- systémové rozvody KNX - EIB

- rozvody pro žaluzie

Systémová instalace KNX/EIB

Do systému ovládání a řízení jsou začleněny tyto technologie:

- ústřední regulace vytápění
- řízení vytápění IRC (po jednotlivých místnostech)
- ovládání rolet (žaluzií)
- osvětlení vnitřní/vnější
- energetické manažerství (měření)
- EZS.

Projekt řeší zavedení řídicího systému KNX/EIB pro ovládání vybrané technologie objektu.

Obecný popis systému:

Počet prvků na jedné linii:	max. 64
Počet linií na oblasti:	až 15
Počet oblastí:	až 12
Max. vzdálenost prvku od zdroje:	350m
Max. délka linie:	1000m
Sběrnice:	twistovaný stíněný kabel - JYSTY 2x2x0,8 nebo YCYM 2x2x0,8
Napájení sběrnice:	24 V DC
Přenosová rychlost	9 600 bit/s

Sběrnice KNX/EIB je protažena po celém bytě tak, aby bylo možno na kterémkoli místě v budoucnu připojit nová zařízení KNX/EIB.

Akční členy (výkonné prvky) jsou umístěny v rozvaděči, prvky pro řízení vytápění budou umístěny poblíž otopných těles v instalačních krabicích KU68 kam jsou staženy i příslušné magnetické okenní kontakty.

Pro ovládání zařízení jsou uvažovány tlačítkové senzory ve standardu TRITON a dále pak pohybové senzory EIB a snímače přítomnosti. Tyto senzory jsou umístěny na sběrnicevých spojkách. Sběrnicevých spojky, na kterých jsou umístěna tlačítka a PIR senzory jsou umístěny do instalačních krabic KO 68.

Ovládání vytápění

Řízení vytápění je projektováno pro teplovodní otopnou soustavu s ústřední regulací v DPS a individuální regulací na otopných tělesech. Výkonné členy jsou umístěny do instalačních krabic u otopných těles.

Průtok topného media je řízen elektropohony na základě informace z jednotlivých prostorových termostátů a informace z okenních magnetických kontaktů. Okenní magnetické kontakty jsou jednak pro omezení vytápění, jednak jako plášťová ochrana do systému EZS.

Ventilátory na sociálních zařízeních jsou spouštěny se světly se zpožděním a se zpožděním budou vypínány (bylo upřesněno a přeprogramováno dle požadavků uživatelů).

Ovládání osvětlení

Osvětlovací tělesa jsou ovládána prostřednictvím vícenásobných akčních členů umístěných v rozvaděčích.

Světla na chodbě a WC jsou spínána automaticky dle informace z pohybových senzorů. Na-programování této funkce respektuje i příspěvek denního světla (sdružené osvětlení). Pohybové senzory jsou vybaveny světelným senzorem, který blokuje spínání světel.

V koupelnách jsou do systému napojeny odsávací ventilátory. V programové fázi bylo určeno, zda tyto ventilátory jsou spínány současně se světly (s časovým posunem) nebo zcela separátně prostřednictvím tlačítkových senzorů.

Ovladače jsou propojeny datovou sběrnicí a ovládají osvětlení, rolety a vytápění.

Kompletní vypnutí všech světel bude realizováno prostřednictvím EZS po její aktivaci.



OBRÁZEK 4-23

SAMOČINNÝ PROVOZ ŽALUZII VE SPOLUPRÁCI S NASTAVENÍM STÁLÉ OSVĚTLENOSTI

Rolety/žaluzie

V projektu je uvažováno s ovládáním elektromotorických rolet. Fungování rolet/žaluzií bude programově spojeno s ostatními technologiemi tzn., bude využívána funkce „autoshading“. Tato funkce pomáhá k udržování pohody prostředí v místnostech automatickým zatažením rolet/žaluzií při překročení nastavené vnitřní teploty. V systému je osazen řídicí modul určující dále dle období, vnitřní teploty a oslunění, zda naopak nebude teplo od oslunění využito k vytápění.

Ostatní silnoproudé a slaboproudé rozvody

Silnoproudé rozvody jsou řešeny v souladu s potřebami rozvodů KNX/EIB. Zásuvkové vývody byly sloučeny do vícenásobných rámečků společně s datovými a TV+R zásuvkami.

Slaboproudé rozvody jsou řešeny jako strukturovaná kabeláž PC a telefonních rozvodů.

Provedení systémové instalace umožňuje dálkový odpočet spotřeby energií, případně přenos chybových hlášení. Je samozřejmé, že bude nutné použít měřící zařízení vybavená převodníkem pro standard KNX/EIB, případně s pulsním výstupem.

4.6.4.4.2 Byt v tradiční zástavbě – nízkoenergetická modernizace

4.6.4.4.2.1 Malá inteligence

Řešení je obdobné věcně i cenově, jako u bytů v panelovém domu.

4.6.4.4.2.2 Plná inteligence

Uvádíme realizovaný projekt inteligence pro modernizace bytu ve stávající tradiční výstavbě z 30. let o velikosti cca 120 m².

Zdrojem tepla je kondenzační plynový kotel Geminox zejména pro jeho vynikající regulační vlastnosti v širokém rozmezí a nízkém tepelném výkonu (nízkoenergetická modernizace a příprava TV). Dalším zdrojem tepla je TČ, kterým je reverzibilní chladicí jednotka s rozvodem chladného/teplého vzduchu.

Pro dosažení optimální provozní účinnosti je regulována ve zdroji tepla teplota otopné vody na co nejnížší možnou hodnotu podle venkovní teploty a s korekcí na referenční vnitřní teplotu. Místní regulace je termoelektrickými ovládacími hlavicemi 230 V AC/DC, umožňujícími individuální řízení provozu jednotlivých místností ovládaním zařízení TRITON zahrnujícími v sobě mikropínač, snímač, display, termostat.

V rámci silnoproudé instalace byly navrženy a realizovány:

- instalační bytový rozváděč
- vnitřní kabelové trasy
- návrh vnitřní světelné a zásuvkové instalace
- systémové rozvody EIB
- rozvody pro žaluzie
- EZS rozvody.

Systémová instalace i-bus KNX/EIB zahrnuje tyto technologie:

- 4) řízení vytápění ústřední
- 5) řízení vytápění IRC (po jednotlivých místnostech)
- 6) řízení chlazení (po jednotlivých místnostech)
- 7) příprava TV
- 8) osvětlení vnitřní/vnější
- 9) ovládání rolet (žaluzií)
- 10) EZS
- 11) energetické manažerství a měření
- 12) vizualizační a ovládací funkce.

Systém je řešen pomocí dvou linií, které jsou vedeny celým domem a propojují všechny použité prvky KNX/EIB tak, aby bylo možno na kterémkoli místě v budoucnu připojit nová zařízení KNX/EIB. Pro napojení PC s vizualizačním a ovládacím software bude rozhraní RS 232.

Akční členy (výkonné prvky) jsou umístěny v rozvodnici RB. Systémové prvky jsou umístěny rovněž v rozvodnici RB.

Pro ovládání zařízení jsou uvažovány tlačítkové senzory ve standardu TRITON a dále pak pohybové senzory EIB, snímače přítomnosti, binární vstupy a analogový vstup pro řízení vytápění.

Ovládání vytápění

Řízení vytápění je v souladu s navrženou ústřední regulací kondenzačního kotle a individuální regulací místností systémem IRC. Výkonné členy jsou umístěny do rozvodnice RB. V místech, kde je teplota běžně udržována na určité konstantní úrovni (WC, komory, zádveří apod.) a není příliš účelné měnit teplotní režim jsou osazeny klasické termostatické hlavice.

V jednotlivých pokojích jsou instalována otopná desková tělesa. Dodávka tepla je řízena elektropohony na základě informace z jednotlivých prostorových termostatů a informace z okenních magnetických kontaktů. Okenní magnetické kontakty umožňují jednak omezení vytápění, jednak jako plášťová ochrana do systému EZS.

Ventilátory na sociálních zařízeních jsou spouštěny se světly se zpožděním a jsou se zpožděním vypínány (upřesnilo se a přeprogramovalo dle požadavků uživatelů).

Ovládání osvětlení

Osvětlovací tělesa jsou ovládána prostřednictvím vícenásobných akčních členů umístěných v rozvaděčích. Světla jsou ovládána senzory standardu TRITON (jedno, troj a pětinasobné). Senzory TRITON (vyjma jednonásobných a trojnásobných s termostatem) mají implementovány přijímače dálkového ovládání, které kopírují spínací program tlačítka. Při ožívání systému bylo stanoveno uživatelem, které senzory budou plnit funkci přijímače dálkového ovládání.

Světla na chodbách a schodech jsou spínána automaticky dle informace z pohybových senzorů. Naprogramování této funkce bude respektovat i příspěvek denního světla. Pohybové senzory jsou vybaveny světelným senzorem, který blokuje spínání světel.

V koupelně a sprše jsou do systému napojeny odsávací ventilátory. V programové fázi bylo určeno, zda tyto ventilátory jsou spínány současně se světly (s časovým posunem) nebo zcela separátně prostřednictvím tlačítkových senzorů.

Scénický provoz je jak pomocí tlačítek TRITON (jejich uložení), tak pomocí vizualizace na PC.

Pro snímání úrovně venkovního osvětlení je umístěn příslušný senzor se třemi programovatelnými prahovými hodnotami.

Ovládání osvětlení a počty světelných okruhů vychází z navrhovaného členění a předpokládaných typů světelných zdrojů. Osvětlení je ovládáno pomocí KNX/EIB ovladačů s možností dálkového ovládání a programování světelných scén.

V prostorách jako jsou chodby, předsíně apod. je uvažováno s pohybovými senzory, které současně budou vstupními členy pro elektronický zabezpečovací systém. V hale je světlo stmívatelné pro odstupňování režimů den/noc. Je možné programově upravit hodnotu osvětlení v závislosti na denní/noční hodině.

Ovladače jsou propojeny datovou sběrnicí a ovládají osvětlení, rolety a vytápění.

Kompletní vypnutí všech světel je prostřednictvím EZS po její aktivaci.

EZS

Pro elektronické zabezpečení objektu byl navržen sběrníkový systém s centrálou DIGIPLEX. Prostřednictvím I/O modulů jsou informace předávány mezi systémy EZS a KNX/EIB. Takto vznikne integrovaný systém tak, aby byl platný z hlediska zabezpečení pro pojišťovnu a kompatibilní pro napojení na dispečink bezpečnostní služby. Hlášení EZS bude přenášeno na dispečink místní hlídací služby telefonní linkou. Systém EZS je možno rozdělit až do osmi samostatných zón. Všechny prostory jsou chráněny magnetickými kontakty, pohybovými a akustickými tříštivými senzory.

Pro zvýšení bezpečnosti se vytvořil simulační program v rámci vizualizace KNX/EIB. Simulace přítomnosti bude fungovat tak, aby nebylo možné dosledovat pravidelnost.

Clonění tvorových výplní

Je navrženo ovládání elektromotorických rolet. Fungování rolet/žaluzií je programově spojeno s ostatními technologiemi, tzn., je využívána funkce „autoshading“. Tato funkce pomáhá ke snížení spotřeby energie na chlazení udržováním vnitřní teploty v místnostech automatickým zatažením rolet/žaluzií při překročení nastavené teploty a při oslunění.

Vizualizace

Pro komplexní uživatelský přístup je užít ovládací a vizualizační software provozovaný buď na standardním PC, v tomto případě však je uplatněno programovatelné zařízení s dotykovým displayem. Zde se získá přehled o celém systému, okamžitých stavech a zároveň měnit a přizpůsobovat určitá nastavení, realizovat simulaci přítomnosti osob apod. V obývacím pokoji je instalován LCD dotykový display pro seřizování a vizualizaci.

Scénický provoz

Scénický provoz není omezen pouze na osvětlení, ale je možné do scén začlenit i ostatní technologie - rolety, venkovní osvětlení apod. Tento provoz dále bude provozován v režimu simulace přítomnosti osob a to takovým způsobem, aby se jednotlivé děje neopakovaly s odpovídající pravidelností.

Ovladače a systémové prvky

Jako ovladače jsou uvažovány tlačítkové senzory standardu TRITON a to jedno až pětinasobné. Tyto ovladače - s výjimkou jednonásobného a trojnásobného s termostatem - mají implementovány IR přijímače dálkového ovládání, které kopírují jejich naprogramování. Jednotlivé senzory jsou použitelné v závislosti na naprogramování pro ovládání různých technologií.

Ostatní silnoproudé a slaboproudé rozvody

Silnoproudé rozvody jsou řešeny v souladu s potřebami rozvodů EIB. Rozvody energií budou distribuovány z rozvodnice RB. Zásuvkové vývody budou slučovány do vícenásobných rámečků společně s datovými a TV+R zásuvkami. Slaboproudé rozvody jsou řešeny jako strukturovaná kabeláž PC a telefonních rozvodů.

Investiční náklady

Náklady na realizaci jsou cca 250 000 Kč.

4.6.4.4.3 Nový rodinný dům

4.6.4.4.3.1 Malá inteligence

Řešení je obdobné jako u bytových domů. Investiční náklady jsou podle velikosti RD a počtu funkcí od 50 000 do 120 000 Kč.

4.6.4.4.3.2 Plná inteligence

Na podkladě zpracovaného projektu pro nízkoenergetický RD s TČ uvádím, že věcná náplň řídicího systému je obdobná jako u modernizovaného bytu ve stávající výstavbě. Navíc se uvažovala funkce audio/video a připojení spotřebičů – funkce bílé zboží. Slaboproudé rozvody byly řešeny jako strukturovaná kabeláž PC a telefonních rozvodů.

Z projektu se realizovala základní část tak, aby bylo možno postupně připojovat další zařízení a funkce.

Celkové náklady na úplné provedení dvougeneračního RD byly 500 000 až 700 000 Kč.

4.6.4.4.4 Občanské budovy

Z této oblasti se získaly zkušenosti zejména u školních budov, hotelů a administrativních budov při provádění energetických (EA) a technických (ET) auditů.

U školních budov při jejich modernizaci se s úspěchem používá tzv. „malá“ inteligence především pro individuální regulaci vytápění místností IRC systémem a energetické manažerství. Zejména úspěšné především podstatným snížením spotřeby paliv a energie jsou školy, kde energetického manažera provozuje jako svého koníčka učitel školy či ředitel.

U administrativních budov a hotelů jsou řídicí systémy nezbytností a zpravidla jsou doplněny patřičným programem podporujícím provoz budovy (hotelový program apod.). Bez jejich užití s uplatněním IRC pro vytápění a komplexního pojetí řízení chlazení včetně clon tvorových výplní není možné optimálně provozovat budovu. Převážná část instalovaných řídicích systémů trpí nedostatky způsobenými jejich nepatřičným uvedením do provozu, nedokonalou údržbou a nedostatečně odborným užitím. Naopak v méně případech, kdy řídicí systémy jsou pečlivě provozovány a využívány, je energetická spotřeba příznivá a funkčnost zařízení odpovídá deklarovaným hodnotám (zejména vlhčení a chlazení vzduchu).

4.7 ELEKTRICKÉ ROZVODY A UMĚLÉ OSVĚTLENÍ

Pro vybavení budov elektrickými spotřebiči se užijí tzv. energetické štítky spotřebičů, a to pro:

- Energetické štítky – chladničky, mrazničky a jejich kombinace
 - Energetické štítky – zdroje světla
 - Energetické štítky – pračky
 - Energetické štítky – bubnové sušičky prádla
 - Energetické štítky – kombinované pračky se sušičkou
 - Energetické štítky – myčky nádobí
 - Energetické štítky - klimatizační jednotky
 - Energetické štítky – elektrické trouby
 - Energetické štítky – televizní přijímače – platné od 30. 11. 2011 a částečně od 30. 3. 2012.
- ☺ Pro budovy s téměř nulovou potřebou energie se užijí spotřebiče ve třídě energetické účinnosti A, u elektrických chladniček, mrazniček a jejich kombinace třídy energetické účinnosti A+ nebo A++.

4.7.1 Požadavky na umělé osvětlení

Základní požadavky na umělé osvětlení na komunikacích bytových domů a v bytech jsou uvedeny v následující tabulce 4-30. Je třeba si uvědomit, že osazování svítidel v bytech je zcela v kompetenci uživatele bytu.

TABULKA 4-30

 NEJNÍŽŠÍ POŽADOVANÉ HODNOTY $\bar{E}_m$, U_{GRL} a R_a

Prostor		Udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	Index osl-nění UGR_L	Index po-dání barev R_a	Výška vodorovné srovnávací roviny nad podlahou (m)
1	Domovní dvory, atria	10	-	-	0
2	Domovní, méně frekventované komunikace	20	25	60	0
3	Vnitřní části domovních vstupů, vstupy do výtahů u objektů s malou frekvencí	30	25	60	0
4	Na místě se jménem uživatele bytu, na zvonkovém tablu a na vstupu do bytu	30	-	-	-
5	Celkové osvětlení obytné místnosti (které se ještě doplňuje místním osvětlením)	50	22	80	0.85
6	Komunikace v bytě	75	22	80	0
7	Obytné kuchyně, šatny, spíže	100	22	80	0.85
8	Sušárny, úschovny kočárků a kol	100	28	60	0,85
9	Domovní, frekventované komunikace včetně vnitřních částí vstupů a vstupy do výtahu - zvýšený pohyb v objektu nebydlících osob	100	25	60	0
10	Domovní prádelny	150	25	80	0.85
11	Koupelny, WC	200	22	80	0.85
12	Domácí dílny, místnost pro domácí práce, mandl	300	22	80	0.85
13	Kuchyňská pracovní linka, varná deska sporáku	300	22	90	-

Poznámka:

Uvedená výška vodorovné srovnávací roviny nad podlahou musí být upravena, je-li činnost vykonávána v jiné výšce (například nižší stoly pro děti a podobně).

Uživatelé bytů si v rozhodující většině případů zřizují, udržují a užívají celkové i místní osvětlení obytných místností sami podle vlastní úvahy. Pro svítidla celkového osvětlení jsou zpravidla podle projektu rozmístěny vývody světelného obvodu, pro místní osvětlení se využívají zásuvky. Osvětlení ostatních prostorů bytu (příslušenství, hygienická zařízení atd.) se navrhuje v projektu. Podobně je tomu u domovních komunikací a dalších společných prostorů. U uživatelů bytů není možné předpokládat odborné znalosti o umělém osvětlení ani možnost jejich seznámení s normou a respektování jejich ustanovení při realizaci umělého osvětlení.

4.7.2 Výběr svítidel pro osvětlení interiérů

4.7.2.1 Základní vlastnosti svítidel

Svítidlo tvoří základní prvek osvětlovací soustavy. Jeho hlavní funkce jsou:

- úprava prostorového rozložení světelného toku
- upevnění a ochrana světelných zdrojů před nepříznivými účinky okolního prostředí
- napájení světelných zdrojů elektřinou.

Vhodná konstrukce svítidel a jejich správné umístění jsou hlavními prostředky ke snížení jasů světelných zdrojů v určitých směrech a k odstranění nebezpečí oslnění. Kromě zmíněných světelně-technických požadavků musí svítidla:

- umožňovat jednoduchou montáž a údržbu
- být dostatečně trvanlivá a funkčně spolehlivá
- vyhovovat z hlediska ochrany před nebezpečným dotykovým napětím, ochrany před dotykem, vniknutím cizích předmětů či vody
- odolávat dalším namáháním a nepříznivým vlivům prostředí.

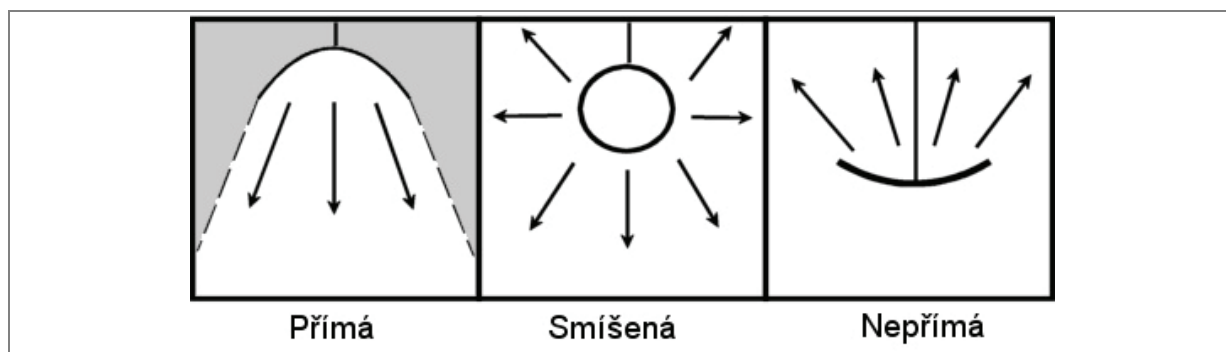
Svítidla musí respektovat také estetické požadavky a požadavek maximální hospodárnosti, tj. ztráty světla ve svítidle by měly být co nejmenší.

Vlastnosti svítidel se ověřují ve zkušebnách a označují se značkou EC (dříve ESČ). Na svítidle (např. na připevněném štítku) musí být kromě certifikační značky zkušebny uvedeno označení výrobce, jmenovité napětí, nejvyšší teplota okolí, je-li jiná než 25°C, způsob ochrany před dotykem, stupeň krytí, je-li jiný než IP 20, typové číslo výrobce, jmenovitý příkon světelného zdroje a další údaje.

4.7.2.2 Rozložení světelného toku svítidla do prostoru – typ osvětlovací soustavy

Holý světelný zdroj svítí obvykle všemi směry. Funkcí svítidla je „usměrnit“ světlo pouze do vhodných směrů, tím se jednak světlo lépe využije, jednak se zabráni nežádoucímu oslnění.

Rozložení světelného toku svítidla do prostoru určuje také výsledný typ osvětlovací soustavy. Podle toho, kam směřuje většina světla vycházejícího ze svítidla, dělíme osvětlovací soustavy na tři základní typy - přímé, smíšené a nepřímé viz obr. 4-24.



OBRÁZEK 4-24

TYPY OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV

Převažující směr vyzařování svítidla také určuje, do jaké míry bude daná osvětlovací soustava využívat odrazu světla. Při každém odrazu od osvětlovaného povrchu se samozřejmě část

světla pohltí, proto bude přímá osvětlovací soustava, která odrazu světla využívá nejméně, také nejúspornější.

Srovnání přímé a nepřímé osvětlovací soustavy uvádí tabulka 4-31. Vlastnosti smíšené osvětlovací soustavy budou uprostřed mezi oběma krajními možnostmi.

TABULKA 4-31

POROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV

Vlastnost	Přímá osvětlovací soustava	Nepřímá osvětlovací soustava
Účinnost	vysoká	Nízká
Náklady na osvětlení	nízké	vysoké
Rovnoměrnost osvětlení	nízká, ostré stíny	vysoká
Oslnění	hrozí (především odrazem na lesklých stolech)	vyloučeno

☺ Je třeba upozornit na souvislost volby typu osvětlovací soustavy a odrazných vlastností povrchů v daném prostoru. Je-li odrazivost povrchů dobrá (viz činitel odrazu), stoupne v případě použití nepřímé osvětlovací soustavy potřebný příkon relativně málo. Naopak v případě tmavých povrchů v interiéru je třeba při přechodu z přímé osvětlovací soustavy na nepřímou zvýšit za jinak stejných podmínek příkon světelných zdrojů, potřebný pro dosažení stejné průměrné osvětlenosti, více než čtyřnásobně – viz tabulka 4-32.

TABULKA 4-32

ZVÝŠENÍ POTŘEBNÉHO PŘÍKONU NEPŘÍMÉ OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY OPROTI PŘÍMÉ V ZÁVISLOSTI NA ODRAZIVOSTI POVRCHŮ

Odrazivost povrchu stěn a stropu	více než 50 % světlé	30 – 50 % střední	méně než 30 % tmavé
Potřebný příkon * (příkon přímé osvětlovací soustavy = 100 %)	161 %	257 %	409 %
*Odvozeno pro místnost 6 x 6 m s výškou stropu 2,85 m			

Zejména v případě úzkých místností s vysokým stropem můžeme zvýšit účinnost osvětlovací soustavy zavěšením svítidel pod strop. Čím níže totiž svítidlo umístíme, tím větší část jeho světelného toku bude dopadat na podlahu místnosti přímo, tedy bez ztrát při odrazech od zdí a stropu¹⁸. Snižováním výšky zavěšení se ovšem svítidlo dostává stále více do zorného pole obyvatel a může způsobovat oslnění.

4.7.2.3 Světelné zdroje

Umělý světelný zdroj je zařízení určené k přeměně některého druhu energie na světlo. Světelné zdroje jsou základním prvkem osvětlovacích soustav.

¹⁸ Poznámka: Neplatí pro nepřímé osvětlovací soustavy.

Žárovky

Žárovky patří mezi teplotní světelné zdroje, principem jejich funkce je ohřátí vláknů na takovou teplotu, při které začíná svítit. Žárovky rozdělujeme na standardní, reflektorové a halogenové. U standardních žárovek se na světlo přemění jen 3 - 5 % spotřebované energie, zbytek je většinou ztrátové teplo. Reflektorové žárovky se používají pro místní zvýraznění, tedy jako světelný akcent. Halogenové žárovky ve srovnání se standardní žárovkou vykazují v průměru dvojnásobnou životnost. Mají přibližně o 15 % vyšší měrný výkon a světlo s vyšší teplotou chromatičnosti.

Tento druh zdroje se v budově s téměř nulovou potřebou nepoužije.

Zářivky

Zářivky ve srovnání se standardní žárovkou spotřebují pro vyprodukování stejného množství světla jen asi 15-25% elektřiny. Výhodou zářivek je také jejich nízká povrchová teplota svítící části zdroje ve srovnání se žárovkami. Život zářivek je ve srovnání s běžnou žárovkou 3 až 16 krát delší. Nevýhodou oproti klasickým žárovkám je pomalejší náběh na plný výkon a nutnost předřadníku.

Moderní variantou jsou zářivky kompaktní s integrovanými předřadníky. Elektronický předřadník a zářivka tvoří jeden celek. Vyrábějí se v nejrůznějších tvarech (viz obr. 4-) jak s klasickým žárovkovým závitem E27, tak s „miňonkovým“ závitem E14 a lze je proto bez dalších úprav přímo našroubovat do objímek stávajících svítidel. Problémem může být větší rozměr svítící části zdroje, která se do svítidla nemusí vejít.

Kompaktní zářivky se skládají z vlastní zářivkové trubice a elektronického předřadníku umístěného v plastové základně. Trubice, kterých je většinou několik, mají tvar "U", případně jsou stočené do spirály. Tak jako u lineárních zářivek je vnitřní stěna trubice pokryta luminoforem, trubice je plněna malým množstvím rtuti a inertním plynem. Kompaktní zářivka je opatřena patičkou s Edisonovým závitem stejně jako žárovka.

Mívají delší životnost – od 6000 do 16 000 hodin. Výrobci uvádějí, že kompaktní zářivky mají přibližně o 80 % menší spotřebu energie oproti klasické žárovce při stejném světelném toku. Měrný výkon kompaktních zářivek se pohybuje od 50 lm/W do 100 lm/W.

Teplota chromatičnosti bývá u kompaktních zářivek nejčastěji 2700 K, což odpovídá klasické žárovce. Tato barva se označuje jako „Interna“ nebo také „teple bílá“. Vyrábějí se i kompaktní zářivky s teplotou chromatičnosti 3000 K až 6500 K. Hodnotě 3000 K odpovídá označení 830, slovně většinou také „teple bílá“. Pro barvu 4000 K se užívá označení 840 nebo slovy „studená bílá“. Nejstudenější světlo s hodnotou 6500 K, s označením 965 se většinou slovně označuje jako denní bílá. Rovněž se vyrábějí kompaktní zářivky speciální, obdobně jako běžné zářivky.

Starší typy se vyznačovaly prodlevou mezi zapnutím a startem v délce až několika sekund. U moderních kompaktních zářivek je start téměř okamžitý, ale náběh na plný světelný výkon chvíli trvá. Jsou-li vybaveny elektronickými předřadníky, pracují při frekvenci desítek kHz, díky tomu se u nich nesetkáváme se stroboskopickým efektem (blikáním za chodu).

LED žárovky

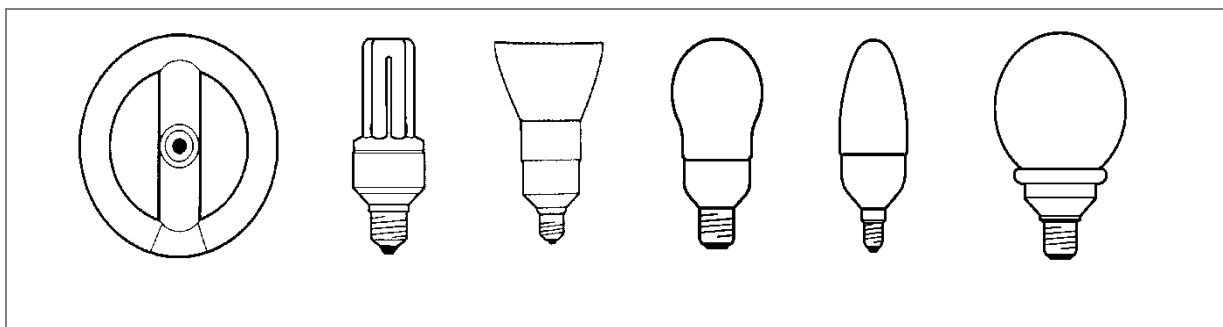
LED žárovky jsou světelné zdroje, kde zdrojem světla jsou moderní LED diody, což je zvláštní typ diody, obsahující polovodičové materiály, převádějící elektrickou energii přímo na světlo. Hlavní výhodou LED zdrojů je energetická nenáročnost – až 80% úspory energie ve srovnání se standardními žárovkami. Dále je to dlouhá životnost LED žárovek – 45000 hodin, což je ve srovnání s klasickou žárovkou 45 x delší a 25x delší než tradiční halogenová žárovka. Další

výhodou LED žárovek je čisté ledové nebo příjemné teplé světlo. LED žárovka nevydává žádné teplo, UV nebo infračervené záření v paprsku. LED žárovky se také vyznačují jednoduchou instalací, jsou vyráběny se standardními paticemi E27. Náklady na pořízení moderních LED žárovek jsou zatím vysoké, lze předpokládat jejich rychlý pokles.

Neduhy jako blikání, rezonance nebo tmavnutí okrajů u LED zářivek nejsou oproti klasickým zářivkám. Také teplota barvy může být volitelná mezi teplou bílou (kolem 3000K) vhodná do obývacích místností, dále přírodní bílá (4000-5000K) a studená bílá (6000-7000K) vhodnější zase do kanceláří a občanské vybavenosti.

V březnu 2009 přijala Evropská komise doporučení o regulaci světelných zdrojů, které se používají v domácnostech. Od roku 2009 do roku 2012 budou postupně staženy neefektivní klasické žárovky a budou nahrazovány efektivnějšími halogenovými žárovkami a kompaktními zářivkami.

Také halogenových žárovek se týká směrnice o ekodesignu a související nařízení Evropské komise. Od září 2009 má být zakázán prodej halogenových žárovek s příkonem nad 80 W, pokud nebudou mít energetickou třídu alespoň C.



OBRÁZEK 4-25 TVARY KOMPAKTNÍCH ZÁŘIVEK S INTEGROVANÝM PŘEDŘADNÍKEM

Mají sníženou citlivost vůči častému zapínání a necitlivost vůči změnám napájecího napětí zpravidla v rozmezí 190 až 250 voltů. Nevytvářejí nebezpečný stroboskopický efekt. Kompaktní zářivky s integrovaným předřadníkem nelze až na výjimky výslovně uvedené výrobcem bez poškození stmívat.

TAB. 4-33 ORIENTAČNÍ PŘEHLED PARAMETRŮ VYBRANÝCH SVĚTELNÝCH ZDROJŮ

Světelný zdroj		Typový příkon zdroje	Příkon včetně předřadníku ^{a)}	Světelný tok	Měrný výkon ^{b)}	Životnost zdroje	Index podání barev	Teplota chromatičnosti
		(W)	(W)	(lm)	(lm/W)	(h)	R _a	T _c (K)
žárovka klasická na síťové napětí		25	X	220	8,8	1 000	100	2 500 až 3 000
		40	X	420	10,5			
		60	X	720	12,0			
		75	X	940	12,5			
		100	X	1 360	13,6			
		200	X	3 100	15,5			
žárovka halogenová na síťové	s vnější baňkou a paticí E 27	60	X	840	14,0	2 000 až 4 000	100	2 900
		100	X	1 600	16,0			
		150	X	2 550	17,0			

TAB. 4-33 ORIENTAČNÍ PŘEHLED PARAMETRŮ VYBRANÝCH SVĚTELNÝCH ZDROJŮ

Světelný zdroj		Typový příkon zdroje	Příkon včetně předřadníku ^{a)}	Světelný tok	Měrný výkon ^{b)}	Životnost zdroje	Index podání barev	Teplota chromatičnosti
napětí		(W)	(W)	(lm)	(lm/W)	(h)	R _a	T _c (K)
napětí	dvoupaticová	100	X	1 650	16,5	2 000	100	3 000
		200	X	3 200	16,0			
		1 000	X	22 000	22,0			
zářivka dvoupaticová – lineární, luminfor třípásmový	Ø 26 mm s klasickým předřadníkem	18	30	1 350	45,0	10 000	> 80	2 700 až 6 500
		36	46	3350	72,8			
		58	71	5200	73,2			
	Ø 26 mm s elektronickým předřadníkem ^{c)}	18	19,5	1 300	66,7	16 000		
		36	36	3 200	88,9			
		58	55 ³⁾	5 000	90,9			
	Ø 16 mm s elektronickým předřadníkem	21	23,5	2 100	89,4	16 000		
		28	30,5	2 900	95,1			
		35	38,0	3 650	96,1			
zářivka jednopaticová kompaktní s vestavěným elektronickým předřadníkem, patice E 27		7	7	400	57,1	3 000 až 15 000	> 80	2 700 až 6 500
		11	11	600	54,5			
		15	15	900	60,0			
		20	20	1 200	60,0			
		23	23	1 500	65,2			

^{a)} X znamená, že daný světelný zdroj nevyžaduje předřadník

^{b)} Měrný výkon je u zdrojů vyžadujících předřadník vypočten z příkonu včetně předřadníku.

^{c)} Elektronický předřadník s vysokou frekvencí zvyšuje účinnost zářivky o cca 15 % a navíc má velmi nízké vlastní ztráty. Může se proto stát (jako v tomto případě), že příkon zářivky včetně předřadníku je dokonce nižší, než typový příkon zářivky.

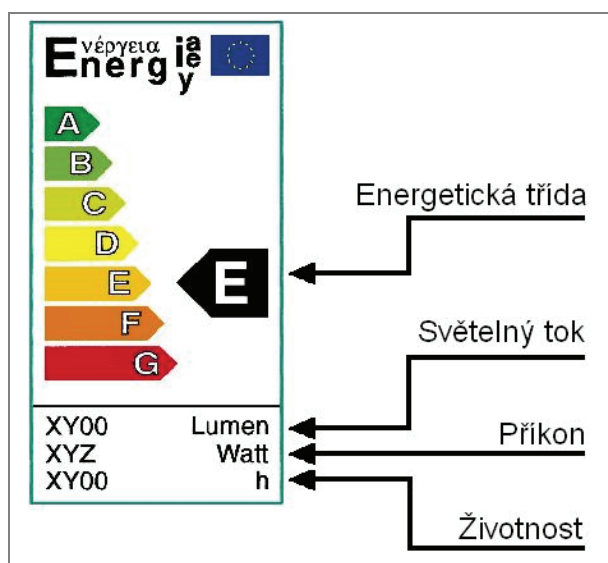
4.7.2.4 Energetický štítek pro světelné zdroje

Tento štítek udává zařazení světelného zdroje do jedné ze sedmi tříd energetické účinnosti. Písmeno A přitom znamená „velmi účinné“ a písmeno G „velmi málo účinné“.

Příklady této klasifikace jsou:

- zářivky a energeticky úsporné světelné zdroje: třídy A a B,
- halogenové žárovky: převážně ve třídách C a D,
- žárovky: převážně ve třídách E a F.

☺ Pro budovy s téměř nulovou potřebou energie se použijí přímé osvětlovací soustavy. Světelné zdroje jsou kompaktní zářivky a LED žárovky. Při výběru se užije štítkování – energetická třída A.



OBRÁZEK 4-26 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK PRO SVĚTELNÉ ZDROJE

4.7.2.5 Potřeba energie pro umělé osvětlení a možné úspory

Vzhledem k tomu, že stanovení měrné potřeby energie na umělé osvětlení není normově publikováno, uvádíme základní informace podporující standardní přístup. V publikaci POSTUP PODLE EN PRO EA A EP PRO BUDOVY V ČÁSTI UMĚLÉ A DENNÍ OSVĚTLENÍ zpracované STÚ-E, a.s. (ing. Dvořáček) pro ČEA v *. pdf umístěném na serveru MPO-efekt.cz – energetické poradenství EKIS – publikace jsou hodnoty pro hodnocení občanských budov a další informace o umělém osvětlení.

4.7.2.5.1 Informativní hodnoty LENI

Pro zjednodušené určení spotřeby energie byly stanoveny informativní výchozí hodnoty LENI. S ohledem na zavádění tohoto postupu je nutno předpokládat, že uvedené koeficienty se budou upřesňovat jednak se zaváděním nových svítidel a světelných zdrojů a dále s poznatky z aplikací stanovení hodnoty numerického indikátoru energie pro osvětlení (LENI).

TABULKA 4-34 INFORMATIVNÍ HODNOTY LENI PRO OBYTNÉ DOMY

Zóna 1	Normovaný byt – 200 m ³		LENI	317 kWh/rok
	Plocha ¹⁹	71,50 m ²		
	Světlá výška	2,80 m		
Zóna 2	Společné prostory, technické podlaží (nevytápěné plochy nad i pod povrchem) vztažené k jednomu podlaží		LENI	68,38 kWh/rok, podlaží
	Světlá výška	2,80 m		

Poznámky:

- ČSN EN 15193-3 nezahrnuje bytové domy do objektů, které by mohly být dle této normy hodnoceny.
- Objekty bytových domů s větší plochou bytů (než normovaného bytu - 71,5 m² do 150 m²) avšak shodné světlé výšky lze posuzovat hodnotou LENI upravenou procentuálně dle poměru posuzovaného bytu k normovanému bytu.
- Pokud jsou v objektu podzemní společné garáže, hodnotí se jako v administrativních budovách.

TABULKA 4-35 INFORMATIVNÍ HODNOTY LENI PRO OBYTNÉ DOMY

Zóna 1	Normovaný byt – 200 m ³		LENI	320 kWh/rok
	Plocha	71,50 m ²		
	Světlá výška	2,80 m		
Zóna 2	Zázemí (nevytápěné plochy nad i pod povrchem)		LENI	45 kWh/rok

¹⁹ Poznámka: Průměrná užitná plocha bytu podle ČSÚ je 60,93 m² a obestavěný prostor 170 m³. Normovaný byt není totožný s průměrným bytem. Vzhledem k definici zón se objem počítá z užitné plochy bytu.

TABULKA 4-35 INFORMATIVNÍ HODNOTY LENI PRO OBYTNÉ DOMY

	Světlá výška	2,00 – 2,80 m		
<i>Poznámky:</i> <i>návrh EN 15193-3 nezahrnuje rodinné domy do objektů, které by mohly být dle této normy hodnoceny. Objekty rodinných domů s větší plochou bytu (než normovaného bytu - 71,5 m² do 150 m²) avšak shodné světlé výšky lze posuzovat hodnotou LENI upravenou procentuálně dle poměru posuzovaného bytu k normovanému bytu. Stejně lze hodnotit i zónu 2.</i>				

4.7.2.5.2 Osvětlení prostorů a elektrické rozvody

Při úvaze o nahrazení stávajících svítidel (světelných zdrojů – žárovek) mimo celkovou opravu/rekonstrukci umělého osvětlení na komunikacích se zjistí, zda existuje prostá návratnost této investice do cca 10 let. Není-li, je vhodné záměnu uskutečnit až při celkové rekonstrukci umělého osvětlení společných prostor. Výměnou žárovkových svítidel za svítidla s úspornými světelnými zdroji lze dosáhnout či se maximálně přiblížit požadované osvětlenosti (20 lx), bez zásadního zásahu do stávajících rozvodů.

U objektů v nichž jsou užita svítidla, která vyhoví prostorově pro montáž kompaktních světelných zdrojů s patičí E 27 s příkonem cca 23 W a je předpoklad, že se nebudou přehřívat a nejsou ohroženy zcizením, lze snížit náklady na výměnu na cca 200,- Kč (cenu značkového kompaktního zdroje).

Dalším opatřením ke snížení energetické náročnosti je i užití automatických spínačů pro ovládání osvětlení na komunikacích v domě reagujících na výskyt osoby ve sledovaném prostoru a již nevyhovující osvětlenost denním světlem.

Vyšší možností snížení spotřeby elektřiny na umělé osvětlení společných komunikací by bylo užití svítidel s elektronickým předřadníkem.

4.7.3 Možná úspora elektřiny v budově a požadavky na elektrické rozvody

Úspory elektřiny v bytech u běžně užívaných spotřebičů lze bez omezení komfortu dosáhnout využitím štítkovaných spotřebičů s hodnotu A++, A+, A a B. S ohledem na postupný rozvoj dalších elektrických spotřebičů (klimatizační jednotky atd.) lze předpokládat, že pomocí štítkovaných spotřebičů dojde spíše k omezení nárůstu spotřeby v domácnostech.

Základní podmínky a možnosti úspor elektřiny na umělé osvětlení uvádí tabulka 4-1.

TABULKA 4-36 MOŽNOSTI ÚSPORY ELEKTŘINY VE STÁVAJÍCÍCH BYTOVÝCH DOMECH

Parametr	hodnota	veličina	Poznámka
Požadovaná osvětlenost na komunikacích bytových domů $\bar{E}_m$	20	lx	ČSN 73 4301 (dříve ČSN 36 0452)
Průměrná osvětlenost na komunikacích bytových domů $\bar{E}_m$	15 ÷ 18	lx	Typové i atypické objekty vybudované do roku 1990
Náklad na prostou záměnu žárovky 60W za kompaktní zdroj s patičí E 27 o příkonu cca 23 W	200	Kč	Podmínkou je vhodnost stávajících svítidel pro montáž kompaktních zdrojů
Prostá návratnost při náhradě žárovky kompaktním světelným zdrojem u objektů s průměrným využitím denního světla na domovních komunikacích	5	roků	Objekt s výtahem, komunikace bez denního světla (například bodový dům T 06B, 12 NP)
Cena nového svítidla s kompaktním zářivkovým světelným zdrojem, včetně montáže	400	Kč	Svítidlo se světelným zdrojem o příkonu cca 25 – 28 W, patice G

TABULKA 4-36 MOŽNOSTI ÚSPORY ELEKTRINY VE STÁVAJÍCÍCH BYTOVÝCH DOMECH

Parametr	hodnota	veličina	Poznámka
že na stávající světelné rozvody			
Možná úspora elektřiny na osvětlení při využití úsporných světelných zdrojů oproti žárovkám	50	%	
Možná úspora elektřiny na osvětlení při využití spínačů reagujících na výskyt osoby a nedostatečnost denního světla	20	%	
Cena spínačů reagujících na výskyt osoby a nedostatečnost denního světla	1 500	Kč	

Elektrický rozvod a zároveň i jakákoliv elektrická zařízení musí především splňovat požadavky na:

- bezpečnost osob, užitných zvířat a majetku – toto se bude odvíjet v úrovni materiálové základny využívané jak pro elektroinstalaci, tak pro elektrické spotřebiče, a dále masivním používáním elektrických přístrojů reagujících na relativně nižší chybové proudy
- provozní spolehlivost (v daném prostředí, při způsobu provozu a vlivu prostředí) – k tomuto účelu probíhá i nasazování prvků inteligence budovy
- přehlednost rozvodu umožňující rychlou lokalizaci a odstranění případných poruch – toto se stává s ohledem na stále vyšší komplikovanost rozvodů zásadní otázkou především v uchovávání a stále doplňování dokumentace stávajících rozvodů, k tomuto spěje i evropská normalizace, neboť nové evropské normy (a harmonizační dokumenty) začínají ve své normativní části vyžadovat minimální požadavky na rozsah dokumentace a v některých případech i předepisují, kde má být tato dokumentace uložena
- snadnou přizpůsobivost rozvodu při požadovaném přemísťování elektrických zařízení a strojů – tato v souvislosti s předpokládanými možnostmi změn dispozičního řešení ať již v bytech či prostor objektů občanského vybavení a administrativních budov
- hospodárnost rozvodu v investičních i provozních nákladech, zde je nutno zdůraznit především úlohu inteligence budov na optimalizaci spotřeby energie, tak jak je popsáno v možnostech využití těchto systémů; v této práci zvoleného EIB; zde dále narůstá úloha výběru spotřebičů podle jejich celkové spotřeby elektřiny (promítnuté například do systému „štitkování“ vybraných elektrických spotřebičů.

Dalším, důležitým postulátem pro projektování budov je, že musí být pamatováno na stavební úpravy nutné pro hospodárné provedení elektrických rozvodů a zároveň by již mělo být jednoznačně stanoveno, jaká jsou možná využití jednotlivých prostor stavby.

U projektu elektrických rozvodů v budovách se musí vycházet ze zařízeníových plánů. Jejich absence vede k nedorozuměním a k nežádoucím způsobům připojování elektrických spotřebičů.

5 PŘÍKLADY ZAHRANIČNÍCH ŘEŠENÍ A VYUŽITELNOST UŽITÝCH OPATŘENÍ.

V současné době nejsou téměř žádné realizační dokumentace k budovám s téměř nulovou potřebou energie.

První dostupnou studií se stala publikace z listopadu 2011 zpracovaná společností Buildings Performance Institute Europe (BPIE) ve spolupráci s Ecofys Germany GmbH a Danish Building Research Institute (SBI). Z této publikace, neboť nebyl dostupný jiný evropský názor na pojetí budov s téměř nulovou potřebou energie, je zpracována závěrečná kapitola 6.

V této kapitole jsou uvedeny příklady pojetí řízeného větrání ve švýcarském programu Minergie a koncept plus energy budov v německém Freiburgu.

5.1 PŘÍKLADY ŘEŠENÍ VE ŠVÝCARSKÉM PROGRAMU MINERGIE

Švýcarský program Minergie prosazuje velmi systémově výstavbu a modernizaci budov pro dosažení nízké a velmi nízké potřeby energie.

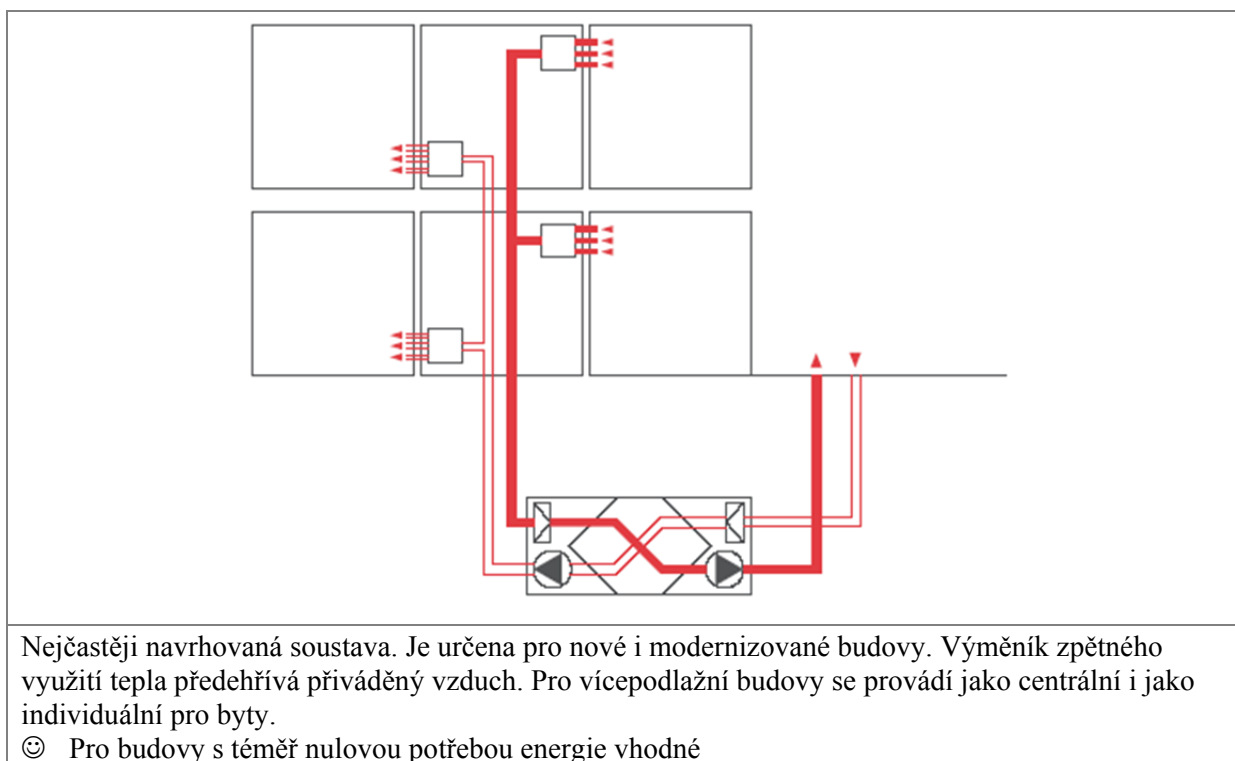
Jedním z klíčových prvků programu je řešení větrání jak z aspektů hygienických, tak i energetických. Uvádíme 6 větracích soustav, které program doporučuje pro větrání bytových a občanských budov a projektově i realizačně podporuje. U každé soustavy je uvedeno, je-li vhodná pro budovy s téměř nulovou potřebou energie.

Tento program uvádíme i z toho důvodu, že v projektu budou užita doporučovaná řešení jako jedny z referenčních řešení.

Větrací soustavy podle programu Minergie musí splňovat požadavky na:

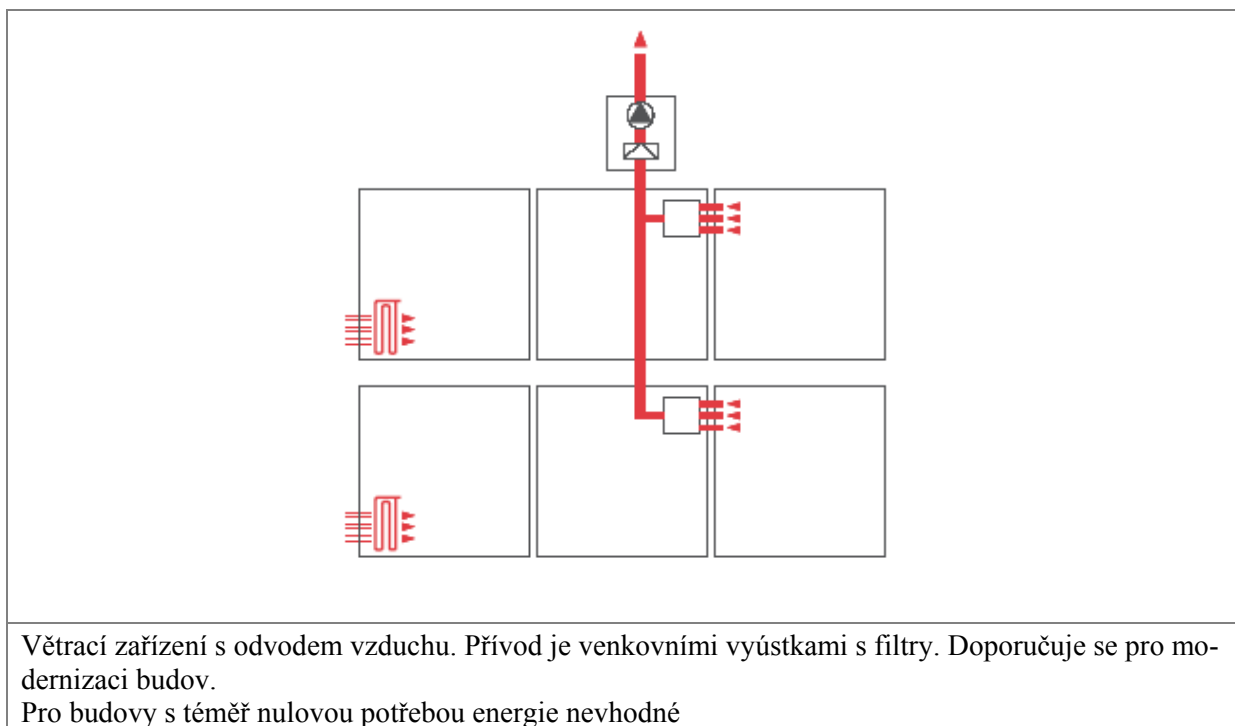
- hygienickou výměnu vzduchu
- kvalitu vzduchu (filtrace)
- tepelnou pohodu (zamezení průvanu a ochlazování místnosti)
- ochranu proti hluku
- energetickou potřebu (omezení tepelné ztráty větráním na minimum. Teplo z odváděného vzduchu se užije k předehřevu přiváděného vzduchu nebo předehřevu teplé vody)
- obsluhu (automatický provoz s časovou a provozní individuální regulací. 2 až 4 x za rok jsou vyměňovány filtry)
- provedení (části větrací soustavy jsou navrženy pro trvalý provoz).

Jak bylo uvedeno, přednostně se sledují hygienická hlediska a následně energetická. Pro budovy s téměř nulovou potřebou energie obě dvě kritéria musí být v rovnováze. Z ukázek plyne, že jen dvě zařízení pro řízené větrání vyhovují tomuto požadavku.



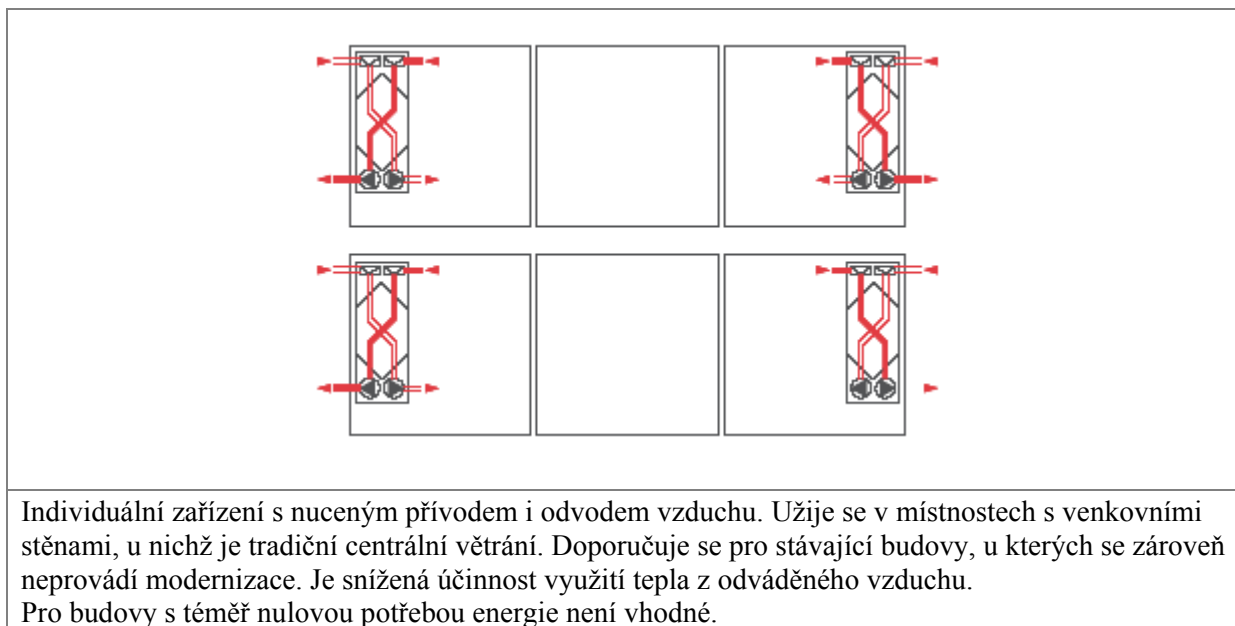
OBRÁZEK 5-1

KOMFORTNÍ VĚTRÁNÍ S VYUŽITÍM TEPLA



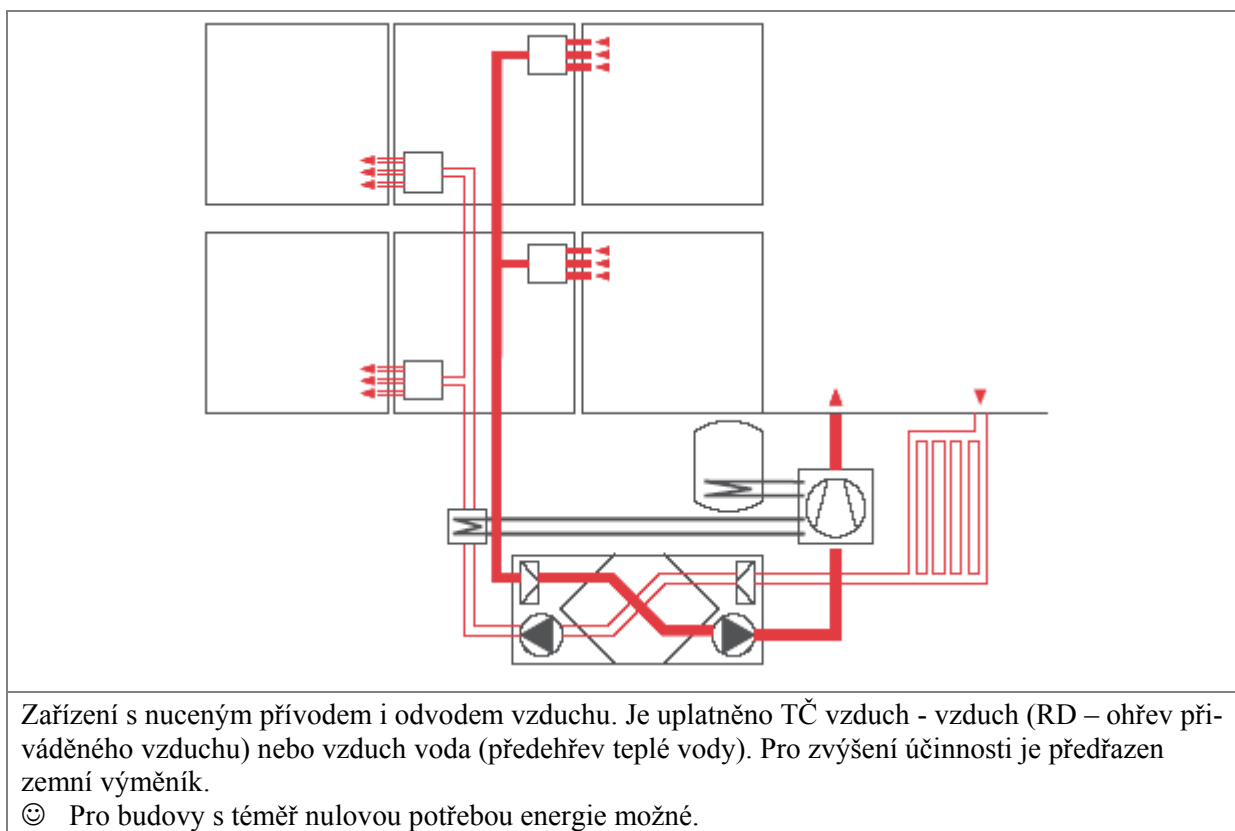
OBRÁZEK 5-2

NUCENÝ ODVOD VZDUCHU, PŘÍVOD VENKOVNÍMI VÝÚSTKAMI



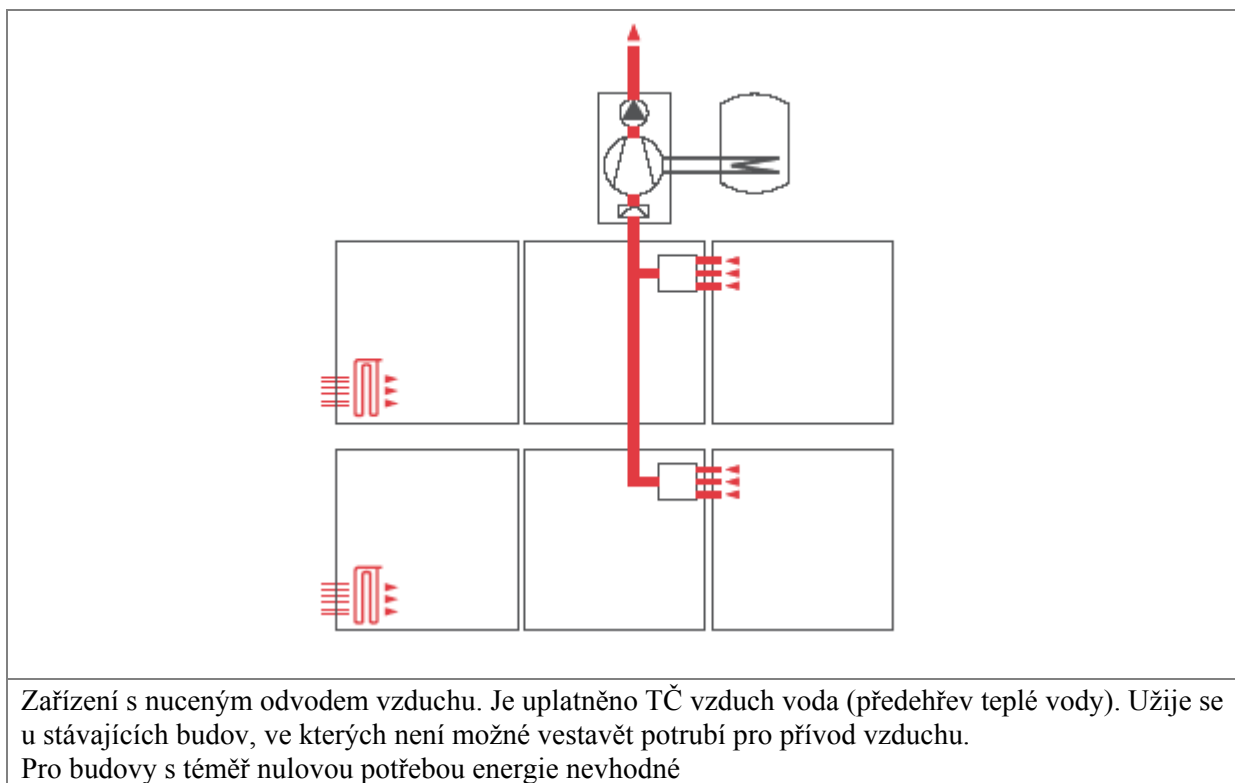
OBRÁZEK 5-3

KOMFORTNÍ VĚTRÁNÍ JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ S VYUŽITÍM TEPLA



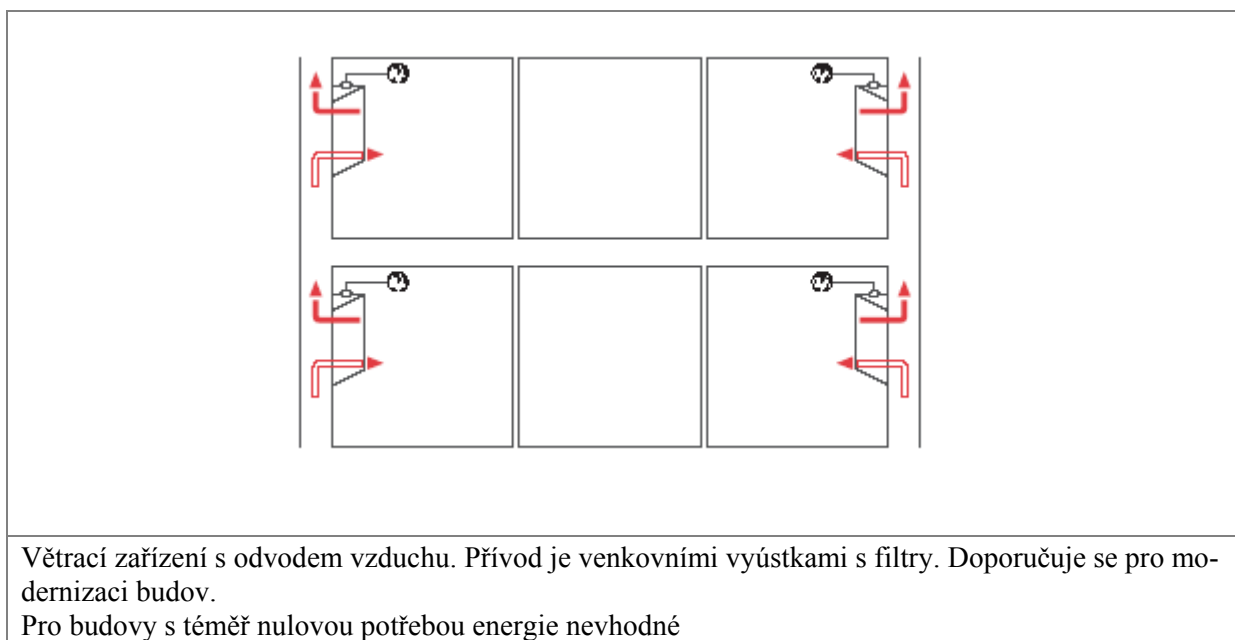
OBRÁZEK 5-4

KOMFORTNÍ VĚTRÁNÍ S VYUŽITÍM TEPLA A TEPELNÝM ČERPADLEM



OBRÁZEK 5-5

VĚTRÁNÍ S NUCENÝM ODVODEM VZDUCHU A S TEPELNÝM ČERPADLEM



OBRÁZEK 5-6

AUTOMATICKÉ OKENNÍ VĚTRÁNÍ

5.2 BUDOVY ENERGY PLUS V SÍDELNÍM ÚTVARU VE FREIBURGU

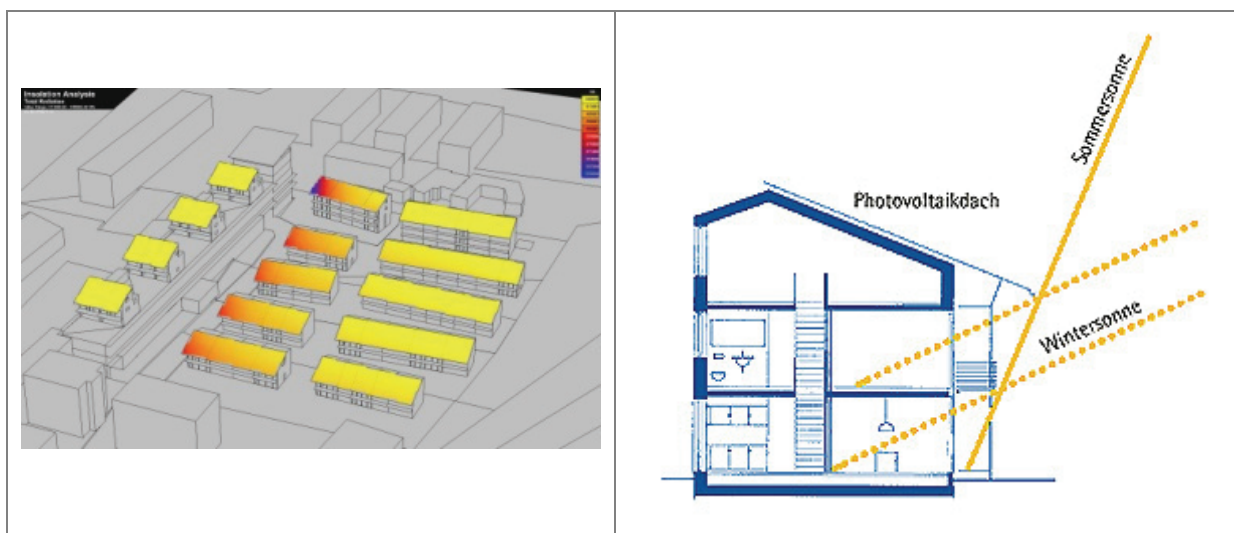
Sluneční sídelní útvar nazvaný sluneční loď navrhla společnost Büro Rolf Disch, Solar Architektur z Freiburgu. Byl postaven od roku 1999 do 2008 v německém Freiburgu za podpory státu. Je pilotním projektem SRN pro další obce.

Dále uvedené fotografie a text jsou převzaty z publikací této společnosti.

Při koncepci sídelního útvaru a bytových a občanských budov se uplatnily parametry pasivních budov a využití obnovitelných energií. Bylo tedy předzvěstí budov s téměř nulovou potřebou energie.

Budova se pojímá jako energetické dílo, jehož cílem je hospodařit se získanou energií a udržet ji v budově. Zdůraznily se při návrhu přístupy a vlastnosti:

- **tepelná izolace utěsněné budovy** v co nejvyšší úrovni a nové technologii
- **vysoké využití akumulačních vlastností** tím, že konstrukce stěn, stropů a podlah jsou v bezprostředním kontaktu s vnitřním prostředím. Tak se vytvořily podmínky pro co nejvyšší akumulaci tepla a jeho užití v bilanci vytápění. Naopak v létě se účinkem nočního ochlazení konstrukce chová opačně a ochlazuje vzduch
- **užití stavebních materiálů, které nevyvíjejí žádné škodliviny, tedy tzv. čistých**
- **latentní akumulátor tepla.** V příčkách horního patra je doplňkový „akumulátor chladu“. Latentní akumulátor mění stav při teplotách 23 – 26°C z pevného skupenství na kapalné. Změna skupenství odnímá okolí teplo, a tudíž chladí, aniž by byla potřebná další energie
- **střecha jako sluneční elektrárna.** Energie se vyrábí na vlastní střeše. Na šikmých střechách jsou instalovány fotovoltaické panely a tvoří konstrukci střech. Moderní solární technika se kombinuje s tradičním přístupem přesahu střech jako clony proti letnímu slunečnímu záření. V zimě naopak sluneční záření proniká hluboko do místností (obrázek 5-7)



OBRÁZEK 5-7

SCHÉMA SÍDELNÍHO ÚTVARU A NÁVRH FOTOVOLTAICKÉ STŘECHY UMOŽŇUJÍCÍ PŘESAHEM CLONĚNÍ V LÉTĚ A HLUBOKÉ OSLUNĚNÍ V ZIMĚ

- **pasivní využití tepla ze slunečního záření.** Obvodové stěny jsou zaskleny speciálními otvorovými výplněmi na celou výšku podlaží. Jsou silně izolované s $U=0,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, zároveň umožní vysoký průnik světla do místností. V létě je sluneční záření cloněno přesa-

hem střechy a okenními clonami (žaluziemi), v zimě vniká sluneční záření hluboko do místností. A díky přeměně délky vln záření (skleníkový efekt) je zachyceno v místnosti a akumulováno do stavební konstrukce

- **větrací soustava.** Větrací soustava umožňuje trvalý přívod čerstvého vzduchu bez tepelné ztráty. Zařízení zpětného využití tepla je jednoduché a vysoce účinné. V době chlazení se mohou ručně otevřít nahoře v místnosti umístěné klapky, které v průběhu noci chladí přívodem chladnějšího venkovního vzduchu prostor.



OBRÁZEK 5-8

SÍDELNÍ ÚTVAR – OBČANSKÁ A BYTOVÁ VYBAVENOST

5.2.1 Popis

Sídelní útvar bytových a občanských budov, projektovaný a postavená v letech 1999 až 2008.

Bytovou část obývanou 170 osobami tvoří:

59 třípodlažních rodinných domů o celkové ploše 8 110 m² (196 m², 146 m², 130 m², 123 m², 117 m²).

Občanskou vybavenost tvoří obchodní prostory a kancelářské prostory v budově „Solární loď“.

Koncept budov vychází z konceptu pasivních budov. Je uplatněna vysoká úroveň zateplení budov:

- trojitě zasklení s izolovanými rámy a $U=0,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- neprůsvitná obvodová konstrukce s $U=0,1 \text{ až } 0,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- řízené větrání se zpětným využitím tepla.

Teplu je z CZT se zdrojem tepla okrskovou kotelnou na odpadové dříví. Původní záměr kogenerační jednotky na dřevo nebyl úspěšný a nesplnil původní očekávání.

Je instalováno 3 150 m² PV článků integrovaných do návrhu budovy a zapojených do elektrické sítě.

Nejsou potřebné decentralizované sluneční kolektory z důvodu dostupnosti CZT.



OBRÁZEK 5-9

SÍDELNÍ ÚTVAR – OBČANSKÁ A BYTOVÁ VYBAVENOST

5.2.1.1 Tepelná izolace stěn.

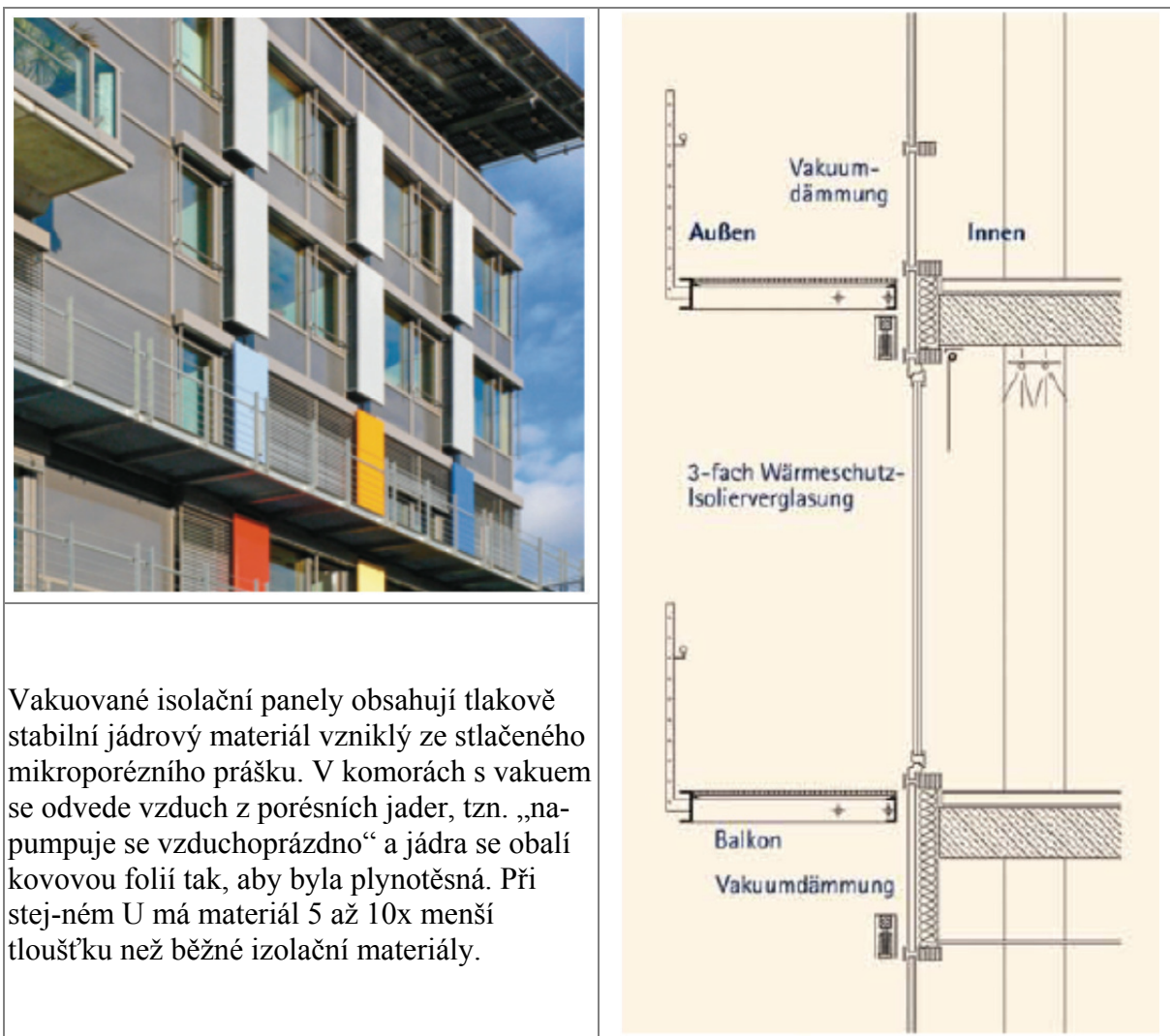
Betonové desky a stropní konstrukce jsou masivně provedeny a mají patřičné akumulární schopnosti. Fasáda je lehká z dřevěné konstrukce. Jsou v ní použité nové vakuové panely s vysokou tepelně izolační schopností. Toto nově vyvinuté tepelně a hlukově působící řešení bylo optimálně vloženo do dřevěné rámové konstrukce a dosáhlo se vynikajících tepelně izolačních vlastností u velmi tenkých prvků o tloušťce 5 cm.

Pro odpovídající tepelně izolační účinek by bylo potřeba cca 30 cm minerální vlny. Ve slunečním domě je zabudováno cca 1 000 m² vakuovaných panelů.

Vakuované panely se počínají ve stavebnictví úspěšně používat a poskytují dobrou alternativu k tradičním izolačním materiálům.

Opatření k využití hmotnosti stavební konstrukce a budov spočívá v užití pohledových betonových desek bez jejich zakrytí, aby se neomezila akumulární schopnost:

- v zimě působí jako akumulátor tepla
- v létě pohlcuje přirozené noční ochlazení větráním. Není potřeba technické chlazení chladicími zařízeními. Ve srovnatelné kancelářské budově se předpokládá měrná potřeba cca 30 kWh/m² rok.



Vakuované isolační panely obsahují tlakově stabilní jádrový materiál vzniklý ze stlačeného mikroporézního prášku. V komorách s vakuem se odvede vzduch z porézních jader, tzn. „napumpuje se vzduchoprázdno“ a jádra se obalí kovovou folií tak, aby byla plynotěsná. Při stejném U má materiál 5 až 10x menší tloušťku než běžné izolační materiály.

OBRÁZEK 5-10

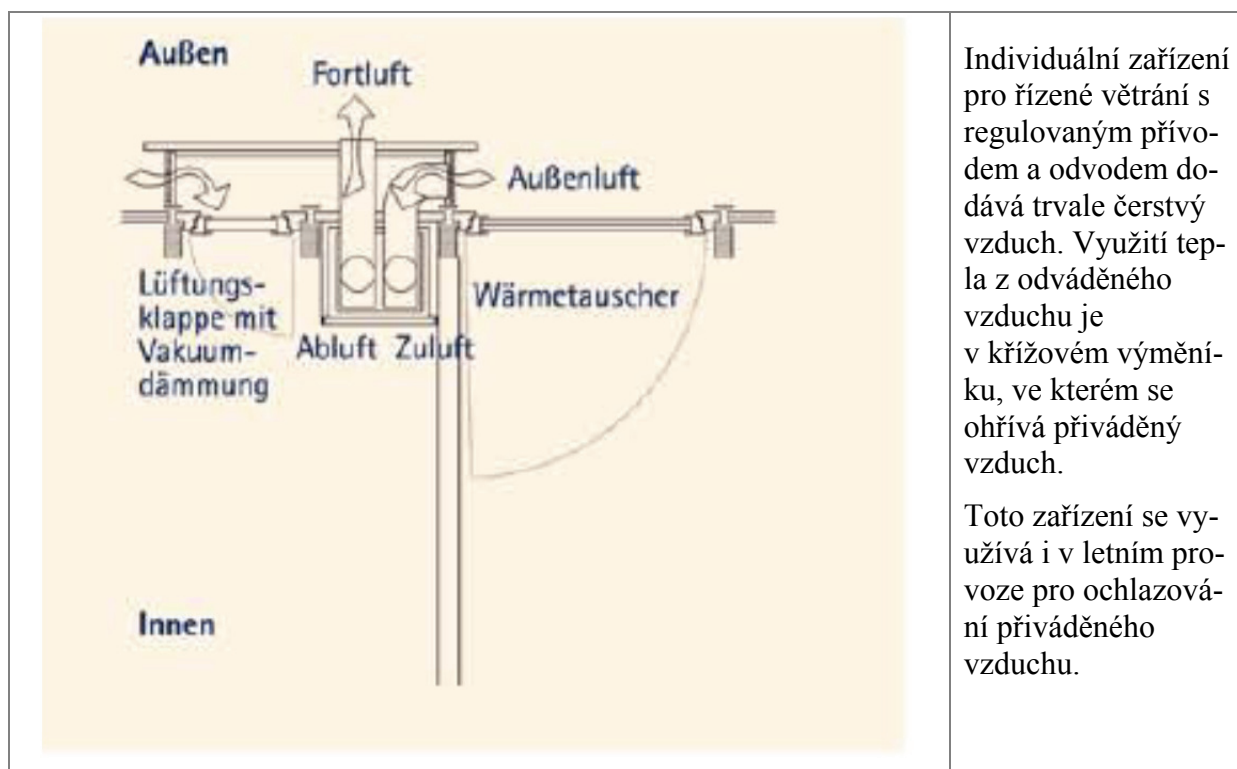
ŘEZ OBVODOVÝM PLÁŠTĚM S VAKUOVANÝMI ISOLAČNÍMI PANELE

5.2.1.2 Větrání

Individuální zařízení pro řízené větrání s regulovaným přívodem a odvodem dodává trvale čerstvý vzduch. Využití tepla z odváděného vzduchu je v křížovém výměníku, ve kterém se ohřívá přiváděný vzduch. Toto zařízení se využívá i v letním provozu pro ochlazování přiváděného vzduchu.

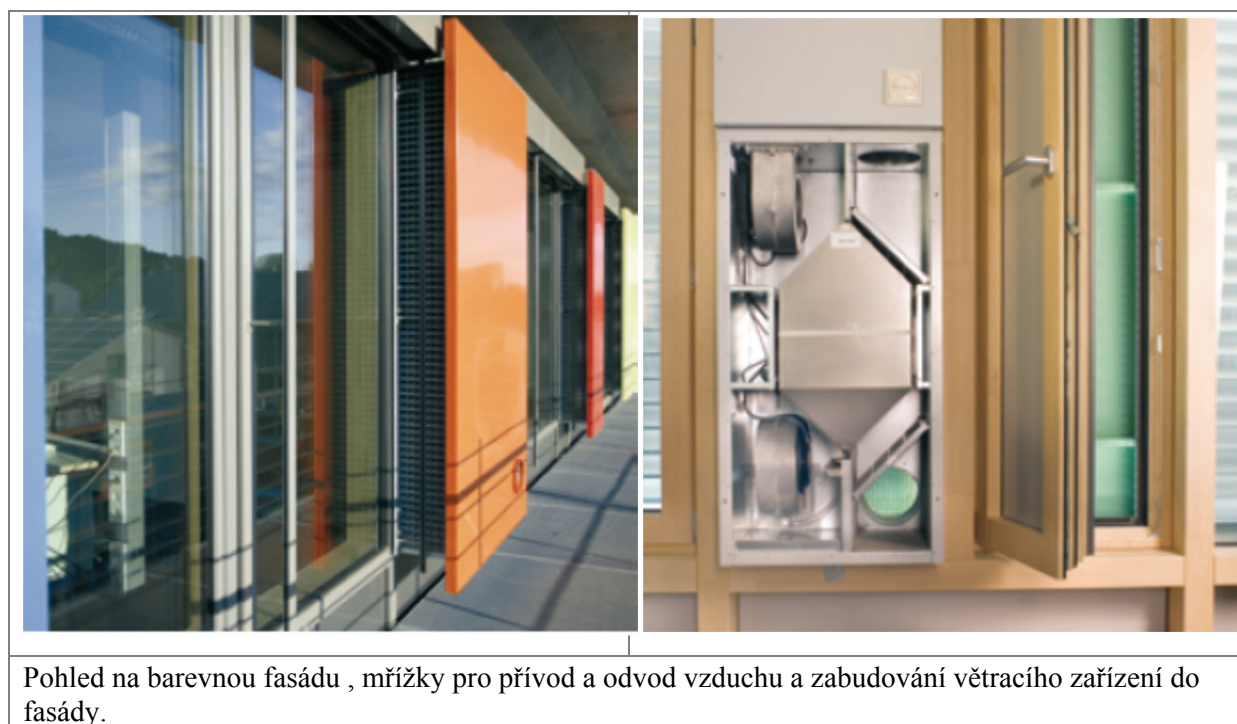
Decentralizované větrací zařízení umožňuje krátkou potrubní síť a menší rychlosti vzduchu. Tak se sníží ztráty dopravou. V zařízení se užívají účinné elektronicky řízené elektromotory ventilátorů. Nezbytná je individuální regulace větrání s časovým nastavením, která přináší srovnatelnou výhodu oproti ústřednímu větrání.

Půdorysy návrhů by měly umožňovat příčné větrání pro dosažení účinného vychlazení v letním provozu v noci.



OBRÁZEK 5-11

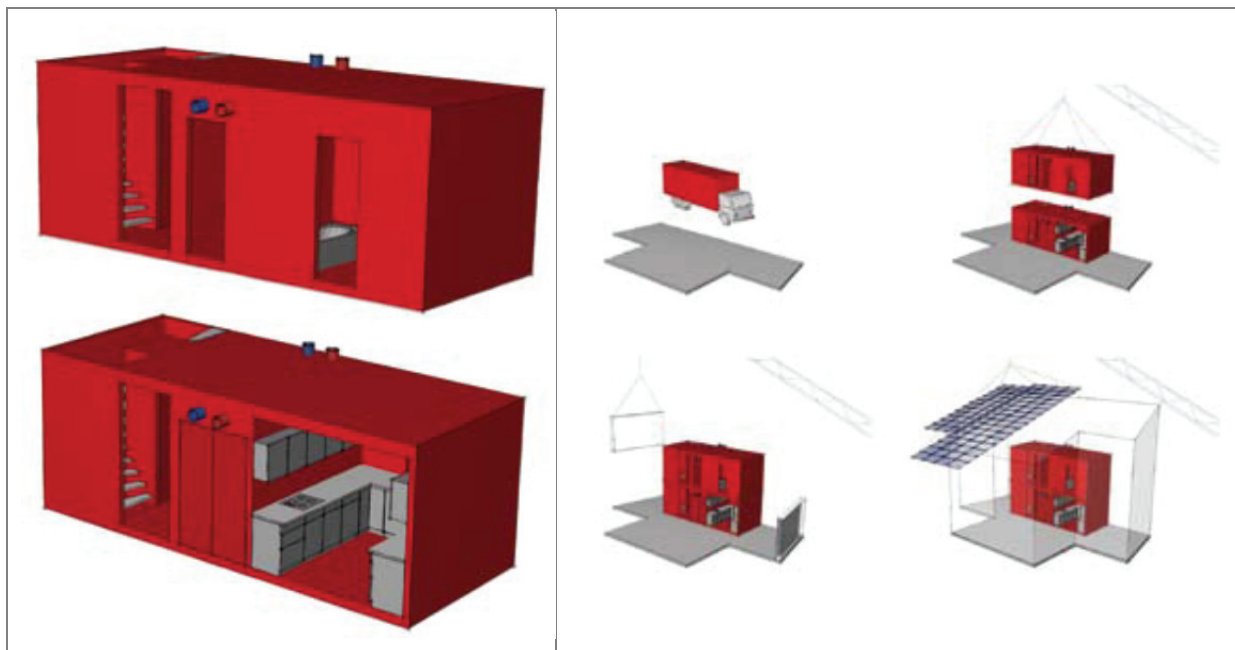
KOMFORTNÍ VĚTRÁNÍ S VYUŽITÍM TEPLA



OBRÁZEK 5-12

ZAŘÁZENÍ PRO VĚTRÁNÍ S VYUŽITÍM TEPLA

5.2.1.3 Instalační modul



Instalační modul je průmyslový výrobek, který se osadí jako prefabrikát do stavby. Zahrnuje připojení bytu/jednotky ke zdravotním instalacím a elektrickému rozvodu, část slunečního okruhu, je-li nebo zařízení pro fotovoltaiku, zařízení pro připojení topné vody a instalaci rozvodů, akumulátor, větrací zařízení s využitím tepla, regulaci a měření. Dále instalace kuchyně, koupelny a WC. Z obrázku je zřejmé koncepční provedení i možný způsob montáže. Předpokládají se úspory nákladů, času obdobně jako kdysi při zavádění prefabrikace u panelových domů v Čechách.

OBRÁZEK 5-13

INSTALAČNÍ MODUL



OBRÁZEK 5-14

SÍDELNÍ ÚTVAR – RODINNÉ DOMY S FOTOVOLTAICKÝMI STŘECHAMI



125 m dlouhý objekt je branou do „slunečního“ sídelního útvaru. Třípodlažní domy s obchody a kancelářemi. Konstrukce je betonová, na ploché střeše jsou 4 bytové třípodlažní domy s 9 byty se severně orientovanými terasami. Střešní zahrady jsou přístupné z kanceláří schodišti a výtahy ve věžích, a jsou chráněny proti větru a hluku tři metry vysokou skleněnou stěnou orientovanou na západ. Fotovoltaické články jsou zabudované v desce nad šikmou střechou a jsou klíčovým prvkem energetické koncepce a návrhu budovy.

OBRÁZEK 5-15

OBČANKÁ VYBAVENOST S BYTOVÝMI DOMY



OBRÁZEK 5-16

POHLED NA DŮM SLUNEČNÍ LOŽ A RODINNÉ DOMY. NA STŘECHÁCH JSOU FOTOVOLTAICKÉ ČLÁNKY

5.2.1.4 Sluneční loď – smíšená občanská vybavenost s bydlením





OBRÁZEK 5-19

SÍDELNÍ ÚTVAR – POHLEDY A DETAILS ŘEŠENÍ



OBRÁZEK 5-20

NÁVRH VÍCEPDLAŽNÍ BUDOVY

5.2.1.5 Energetická bilance a závěry

Budovy v sídelním útvaru vykazují měrnou potřebu celkové primární energie 36 kWh/m².rok²⁰.

V tabulce 5-1 jsou uvedeny množství dodané a vyrobené energie a měrné potřeby konečné energie. Z tabulky plyne, že tak příznivé hodnoty měrné primární energie nejen pro bytové, ale i pro občanské budovy se dosáhlo s užitím vyrobené elektřiny na místě fotovoltaicky.

TABULKA 5-1

HODNOCENÍ

	specifikace	množství	potřeba	měrná potřeba	potřeba	měrná potřeba
	palivo a energie	kWh	MJ	MJ/m ²	kWh	kWh/m ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
dodaná energie	elektřina	171 000	615 600	76,00	171 000	21,11
	biomasa	202 000	727 200	89,60	202 000	24,89
výroba energie na místě z obnovitelných zdrojů	fotovoltaika	318 000	1 144 800	141,00	318 000	39,17
	elektřina z biomasy	15 000	54 000	6,66	15 000	1,85
	teplo z biomasy	202 000	727 200	89,60	202 000	24,89
roční energetická potřeba pro budovy	dodaná (nakoupená)		1 342 800,0		373 000	46,0
	z obnovitelných zdrojů		1 926 000,0		535 000	65,9
	celkem dodaná a vyrobená energie		3 268 800		908 000	

Z příkladu sídelního útvaru plyne pro dosažení velmi nízké potřeby energie a v užití pro budovy s téměř nulovou potřebou:

- v projektu se objevily přístupy sice známé, ale v české praxi pomalu prosazované. Zejména se jedná o koncepci návrhu budovy s užitím stavebních funkčních dílů pro snížení energetické náročnosti a o nové technologie (zateplení, apod.). Májí-li se k roku 2020 realizovat budovy s téměř nulovou potřebou, je nezbytné začít s demonstračním ověřováním vhodných projektů a technologií (viz. Freiburg 1999-2008)
- klíčovou roli hraje řízené větrání s využitím tepla a jeho energetická náročnost
- chlazení musí být omezeno na chlazení větráním v noci. K tomu je nezbytný odpovídající návrh budovy a stavební konstrukce s patřičnými akumulacími vlastnostmi a dispozicí podlaží
- je nezbytná individualizace odběru energie a s ní související vhodná optimalizace regulace, případně řízení soustav TZB a clonění otvorových výplní
- jako zdroje tepla musí převažovat zdroje na obnovitelné energie.

²⁰ Poznámka: Zpracoval Wuppertaler Instituts für Bauphysik und Gebäudetechnik

6 PARAMETRICKÉ VYMEZENÍ BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU POTŘEBOU ENERGIE nZEB²¹

Názory na parametry a provedení nZEB nejsou z časových důvodů precizovány a postupně vznikají. Pro potřeby studie byly podle metodického rámce Nařízení posouzeny RD, vícepodlažní bytový dům a částečně škola a administrativní budova (AB), podle českých hodnot. Výsledky jsou v závěru kapitoly.

V listopadu byla publikována první publikace zpracovaná společností Buildings Performance Institute Europe (BPIE) ve spolupráci s Ecofys Germany GmbH a Danish Building Research Institute (SBI). Její výstupy jsou zajímavé a vzhledem ke zpracovatelům seriózní. Proto jsme uvedli některé výstupy, které podpoří další práce.

6.1 ZÁSADY PRO NAVRHOVÁNÍ nZEB

6.1.1 Navrhované zásady nZEB²¹ a přístupy k zavedení

PRVNÍ nZEB ZÁSADA	DRUHÁ nZEB ZÁSADA	TŘETÍ nZEB ZÁSADA
Potřeba energie musí být zřetelně definována hranice energetického toku pro provoz budovy, který určuje energetickou kvalitu energetické potřeby s jasným pokynem, jak ocenit související hodnoty	Podíl obnovitelné energie musí být zřetelně definována hranice energetického toku pro provoz budovy, kde podíl obnovitelné energie se počítá nebo měří s jasným pokynem, jak ocenit tento podíl	Primární energie a emise CO₂ musí být zřetelně definována hranice energetického toku pro provoz budovy, kde se stanovuje potřeba primární energie a CO ₂ s jasným pokynem, jak ocenit související hodnoty
Přístup k zavedení: tato hranice musí být energetickou potřebou budovy, např. sumace potřeby tepla, chladu a elektřiny pro chlazení, vytápění, přípravu TV a umělé osvětlení (pouze pro občanské budovy). Musí také zahrnout ztráty rozvodem a akumulací v budově Dodatek: potřeba elektřiny od spotřebičů (zástrčkových) a jiných zařízení v budově (výtahy, požární bezpečnost, osvětlení, apod. se mohou také zahrnout do definice nZEB jako doplňující indikativní pevná hodnota (podobný přístup se uplatňuje u přípravy TV ve většině zemí)	Přístup k zavedení: může být souhrn energetických potřeb a ztrát tepla v soustavách, např. celková dodaná energie do budovy aktivními soustavami včetně pomocné energie pro čerpadla, ventilátory, apod. Uvažovaný podíl obnovitelné energie je veškerá energie vyrobená v obnovitelných zdrojích v místě (včetně obnovitelného podílu TČ), vedle nebo jinde a dodávaná do budovy. Musí se zamezit dvojímu započítání	Přístup k zavedení: potřeba primární energie a CO ₂ emise vztažené k celkové energii dodané do budovy aktivními soustavami Bude-li vyrobeno více obnovitelné energie než je množství energie užitá v posuzovaném období, národní směrnice stanoví vykazování jejího exportu.

²¹ Poznámka nZEB je zkratka z angličtiny „nearly Zero-Energy Buildings“ a znamená budovy s téměř nulovou potřebou energie.

PRVNÍ nZEB ZÁSADA	DRUHÁ nZEB ZÁSADA	TŘETÍ nZEB ZÁSADA
Vývody z první nZEB zásady: Hranice potřeby energie musí se definovat hranice maximálně dovolené energetické potřeby	Vývody z druhé nZEB zásady: Hranice podílu obnovitelné energie musí se definovat hranice minimálního podílu obnovitelné energie	Vývody z třetí nZEB zásady: Hranice CO₂ emisí v primární energii musí se definovat hranice potřeby primární energie a CO ₂ emisí
Přístup k zavedení: pro definování hranice se doporučuje jistá volnost rozsahu, definovaného: horní limit (maximální dovolené množství) se určí pro různé budovy užitím zásad pro nákladovou optimalizaci podle článku 5 EPBD spodní limit rozsahu se stanoví užitím nejlepší technologie v té době dostupné na trhu	Přístup k zavedení: podíl obnovitelné energie považovaný za významný se musí postupně zvyšovat v letech 2021 až 2050. Počátek se stanoví podle optimálního provedení, které je vzorkem, co se může dosáhnout v hospodárném nákladovém cyklu. Rozumný rozsah se jeví mezi 50% až 90% (nebo 100 %).	Přístup k zavedení: CO ₂ emise budovy vztažené k požadované energii se doporučují nižší než 3 kg CO ₂ /(m ² .rok). EPBD prosazuje primární energii jako indikátor energetické náročnosti budov. Budovy sledují dlouhodobé cíle EU do roku 2050 a snížení CO ₂ úzce souvisí se snížením energetické potřeby a dekarbonizací. V důsledku toho je zavedení indikátoru CO ₂ emisí budov (spojeného s indikátorem primární energie pro energetickou potřebu) jedinou cestou k zajištění soudržnosti mezi dlouhodobými environmentálními a energetickými cíli EU.

6.1.2 Simulace referenční budov pro stanovení parametrů

Byly zvoleny lokality:

- Dánko – Kodaň pro chladné klima – srovnatelné s českými podmínkami
- SRN – Stuttgart – průměrné klima.

Jako referenční budovy byly vybrány izolovaný RD a administrativní budova. Jejich popis a základní hodnoty jsou v tabulce 6-1 a 6-2

Rodinný dům (RD) je přízemní, obdélníkového půdorysu, se sedlovou střechou. Orientovaný delší stěnou sever – jih.

Základní vlastnosti jsou v tabulce 6-1. Hodnoty U a další charakteristické parametry jsou v tabulce 6-6. Společné hodnoty jsou v tabulkách 6-3 až 6-5.

Administrativní budova (AB) je čtyřpodlažní, půdorys je obdélníkový, orientace delší stranou je jih – sever.

Základní vlastnosti jsou v tabulce 6-2. Hodnoty U a další charakteristické parametry jsou v tabulce 6-7. Společné hodnoty jsou v tabulkách 6-3 až 6-5.

Výsledky simulace provedením energetického certifikátu jsou pro RD v tabulkách 6-8 až 6-11.

Pro AB jsou v tabulkách 6-12 až 6-15.

TABULKA 6-1

REFERENČNÍ BUDOVA – RD IZOLOVANÝ

Popis budovy	RD izolovaný má obytnou místnost, 4 ložnice, kuchyni, komoru a dvě koupelny		
geometrie bu- dovy	vnější rozměry	18,77 x 7,97	m
	zastavěná plocha	149,6	m ²
	užitná plocha	129,0	m ²
	výška místnosti světlá	2,7	m ²
stavební funkční díly	obvodová stěna orientovaná na jih	36,2	m ²
	plocha otvorových výplní	14,5	m ²
	obvodová stěna orientovaná na sever	39,1	m ²
	plocha otvorových výplní	11,6	m ²
	obvodová stěna orientovaná na východ	17,2	m ²
	plocha otvorových výplní	4,3	m ²
	obvodová stěna orientovaná na západ	18,9	m ²
	plocha otvorových výplní	2,6	m ²
	celková plocha obvodových plášťů	111,4	m ²
	plocha otvorových výplní	33,0	m ²
vytápění	vytápěcí soustava s otopnými tělesy		
	nastavení teploty: minimální noční pokles mezi 23 and 6 nejvyšší	20 °C 18 °C 26 °C	
	větrání	různé soustavy uvažované při simulaci	
vnitřní tepelné zisky (roční průměr)	pro lidi pro zařízení (včetně umělého osvětlení)	1,5 3,5	W/m ²
	uvažují se hodinové profily pro každou zónu při simulaci		
teplá voda TV	užití TV	250 l/m ² /os/rok při 55°C	
	zásobní nádrž	155 l, ztráta tepla 2,2 W/K, zásob- ní nádrž a potrubí jsou ve vytápě- ném prostoru	
	sluneční kolektor	3 m ² , vakuované trubice, zabudo- vané kolektory, jižní orientace, 20°sklon, plné oslunění (bez za- krytí)	

TABULKA 6-2

REFERENČNÍ BUDOVA – AB – 4 NP

popis budovy	budova má celkovou zastavěnou plochu 1653 m2. Je 4 podlažní, s nevytápěným podzemním podlažím. Na každém podlaží jsou dvě velkoprostorové kanceláře (zóny Z3 a Z4) s jedna konferenční místnost (zóna Z2). Na každém podlaží je 24 pracovních míst, celkem 96.			
geometrie budovy	vnější rozměry		25.2 x 16.4	m
	zastavěná plocha		1653	m ²
	užitná plocha			m ²
	výška kanceláře světlá		2.8 m	m
	výška konferenční místnosti světlá		(zavěšený strop)	m
	výška podlaží	bez prostoru pro větrací potrubí	2,5	m
stavební funkční díly	jižní obvodová stěna	venkovní obvodová stěna	178	m ²
		otvorové výplně	182	m ²
	severní obvodová stěna	venkovní obvodová stěna	178	m ²
		otvorové výplně	182	m ²
	východní obvodová stěna	venkovní obvodová stěna	230	m ²
		otvorové výplně	0	m ²
	západní obvodová stěna	venkovní obvodová stěna	0*	m ²
		otvorové výplně	0*	m ²
	celkem	venkovní obvodová stěna	586	m ²
		otvorové výplně	364	m ²
okna jsou na severní a jižní fasádě mají venkovní automatické clonění (činitel clonění 0,2) *poznámka: budova je spojena s jinou				
vytápění	ústřední vytápěcí soustava s otopnými tělesy			
	nastavení teploty: minimální noční pokles mezi 23 and 6 h nejvyšší	20 °C 18 °C 26 °C		
využití tepla	výměník tepla je spojen bypasem v létě, vystoupí-li teplota nad 23 °C			
větrání	konstantní průtok vzduchu od 6 do 20 h. Během léta se v noci přirozeně větrá, jakmile je vnitřní teplota nižší než venkovní a vnitřní teplota je vyšší než 23°C. Výměna vzduchu je 1,2 l/s/m ² v kancelářích a konferenčních místnostech. Infiltrace je 0,07 l/s/m ² ve vytápěném prostoru. Jsou to uspokojivé hodnoty, i když ne tak dobré, jako u pasivních budov			
vnitřní tepelné zisky (roční průměr)	pro lidi pro zařízení (včetně umělého osvětlení)	100 W/ pracovní místo 150 W/pracovní místo během dne 1,0 W/m ² v průběhu noci		
	průměrná přítomnost a činitel využití v průběhu 9 h pracovní doby je 0,75. Pro model se předpokládá reálné rozprostření s nižším užitím v časných hodinách a pozdních večerních hodinách tak jako polední přestávka			
teplá voda TV	předpokládá se velmi nízká potřeba TV. Předpokládá se decentralizovaná příprava elektrickými průtočnými ohříváči		2	kWh/m ² /rok

6.1.2.1 Společné hodnoty pro referenční budovy k simulaci

TABULKA 6-3 PŘEHLED UVAŽOVANÝCH VYTÁPĚCÍCH A CHLADÍCÍCH SOUSTAV

	účinnost vytápění/chlazení	účinnost přípravy TV
	(roční vážený průměr)	
(1)	(2)	(3)
TČ se zdrojem tepla vzduch (SEER)	3,5-4,1*	3,6 – 4,3*
TČ se zdrojem tepla solanka (SEER)	4,6- 5,4*	3,6 – 4,2*
kotel na biomasu	0,90	0,90
plynový kondenzační kotel	1,00	0,90
CZT	0,95	0,95
plynová (mikro) kogenerace	0,63/0,32**	0,63/0,32**
(mikro) kogenerace na biomasu	0,63/0,32**	0,63/0,32**
(multi-)split chladicí jednotky pro bytové budovy (COP)	3,50	3,50
ústřední chladicí soustava pro administrativní budovy	5,00	5,00
* samostatně počítaný, převážně závislý na venkovních teplotách, předpokládá se současný na trhu dostupný výrobek		
** výroba tepla/elektřiny		

TABULKA 6-4

OBECNÉ PŘEDPOKLADY

	mimo místo, elektřina ze "zeleného" rozvodu	mimo místo, elektřina z rozvodu	zemní plyn	biomasa	CZT	na místě elektřina *
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
CO ₂ činitel** [kg/kWh]	0,252	0,000	0,202	0,000	0,107	0,000
podíl obnovitelných *** [%]	35,000	100,000	0,000	100,000	54,000	100,000
primární energetický činitel*** [-]	2,000	0,000	1,100	0,200	0,610	0,000
* pro účely simulace se uvažují fotovoltaika (PV) a mikro-CHP (CHP je kombinovaná výroba tepla a elektřiny). Předpokládá se, že CHP se provozuje jako neúčinný kotel na vytápění, který vyrobí 100 % "zelené" elektřiny a může se užít pro kompenzaci obnovitelné energie, emisí CO ₂ a primární energie						
** existují velké rozdíly mezi státy v hodnotě CO ₂ činitele pro elektřinu a CZT z důvodů různého nixu paliva. Pro zjednodušení zavedla EU-27 průměr. Pro CO ₂ činitele se předpokládají hodnoty pro roky 2011 až 2040 a uvažuje se trvalý pokles - 90% k roku 2050.						
*** podíly obnovitelných energií a primární energetický činitel pro elektřinu jsou vypočítány jako průměr 2011 až 2040. Ostatní primární energetičtí činitelé se převzali z evropské metodiky s výpočtovým německým postupem.						

TABULKA 6-5 MÍSTNÍ MĚRNÁ VÝROBA ELEKTRINY Z
PV SOUSTAVY NA KWP

Kodaň	820	kWh/kWp
Stuttgart	890	kWh/kWp
Poznámka: zdroj http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php		

TABULKA 6-6

HODNOTY PRO RD

	Kodaň	Stuttgart
(1)	(2)	(3)
U - otvorových výplní (průměrné) [W/(m²K)]	0,80	0,80
SHCG*-zasklení	0,51	0,51
U-stěn [W/(m²K)]	0,12	0,12
U-podlahy [W/(m²K)]	0,08	0,08
výměna vzduchu (průměrná)* [1/h]	0,43	0,43
účinnost využití tepla [%]	85,00	85,00
specifický výkon ventilátoru [W/m³]	0,25	0,25
špičkový tepelný výkon [kW]	4,70	3,80
přívod do dětského a obývacího pokoje, odvod z kuchyně a koupelen		
*Poznámka: SHCG – znamená Solar Heat Gain Coefficient – podíl solárního záření prošlého zasklením vyjádřený v %. Čím je tento činitel nižší, tím méně slunečního záření prošlo a tím je větší schopnost clonění. Vyjadřuje se buď pro zasklení, nebo pro celou výplň. Je nahrazován činitelem SC jako standardním indikátorem schopnosti clonění otvorové výplně.		

TABULKA 6-7

HODNOTY PRO AB

	Kodaň	Stuttgart
(1)	(2)	(3)
U - otvorových výplní (průměrné) [W/(m²K)]	0,74	0,81
SHCG-zasklení	0,51	0,51
U-stěn [W/(m²K)]	0,17	0,20
U-podlahy [W/(m²K)]	0,28	0,34
specifický výkon ventilátoru [W/m³]	0,43	0,43
účinnost využití tepla [%]	85	80
osvětlení kanceláří *	7,50	7,50
špičkový tepelný výkon [kW]	60,00	51,00
obecně osvětlení (nezávislé dvě řady) při přítomnosti a základní požadavek		

6.1.3 Simulace a výstupy pro RD

TABULKA 6-8 RD - POTŘEBA ENERGIE, ZTRÁTY TEPLA PŘI PŘÍPRAVĚ TV, SLUNEČNÍ ZISKY - KODAŇ

měrná potřeba tepla pro vytápění	26,90	kWh/(m²a)
měrná potřeba tepla pro přípravu TV	14,10	kWh/(m²a)
měrné ztráty tepla pro přípravu TV	7,10	kWh/(m²a)
měrná potřeba tepla pro přípravu TV krytá sluneční energií	-6,70	kWh/(m²a)
měrná potřeba chladu pro chlazení	0,20	kWh/(m²a)
měrná potřeba energie pro spotřebiče	30,00	kWh/(m²a)
celková potřeba tepla včetně ztrát tepla + pomocná energie (větrání a čerpadla)	51,70	kWh/(m²a)
celková potřeba tepla včetně ztrát tepla + pomocná energie (větrání a čerpadla)+měrná potřeba energie pro spotřebiče	81,70	kWh/(m²a)

TABULKA 6-9 RD - POTŘEBA ENERGIE, ZTRÁTY TEPLA PŘI PŘÍPRAVĚ TV, SLUNEČNÍ ZISKY - STUTTGART

měrná potřeba tepla pro vytápění	22,00	kWh/(m²a)
měrná potřeba tepla pro přípravu TV	13,50	kWh/(m²a)
měrné ztráty tepla pro přípravu TV	7,10	kWh/(m²a)
měrná potřeba tepla pro přípravu TV krytá sluneční energií	-7,24	kWh/(m²a)
měrná potřeba chladu pro chlazení	0,30	kWh/(m²a)
měrná potřeba energie pro spotřebiče	30,00	kWh/(m²a)
celková potřeba tepla včetně ztrát tepla + pomocná energie (větrání a čerpadla)	46,30	kWh/(m²a)
celková potřeba tepla včetně ztrát tepla + pomocná energie (větrání a čerpadla)+měrná potřeba energie pro spotřebiče	76,30	kWh/(m²a)

TABULKA 6-10 RD - KONEČNÁ POTŘEBA ENERGIE PRO RŮZNÉ ZDROJE TEPLA - KODAŇ

kWh/(m²a)	TČ se zdrojem tepla solanka	TČ se zdrojem tepla vzduch	kotel na biomasu	plynový kotel	CZT	mikro CHP* (plyn)	mikro CHP* (biomasa)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
vytápění	7,50	5,80	29,90	26,90	28,30	42,70	42,70
příprava TV	4,00	4,00	16,10	16,10	15,30	23,00	23,00
chlazení	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
větrání	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
pomocná energie	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
* předpokládá se CHP jako jediný zdroj tepla bez špičkového kotle							

TABULKA 6-11 RD - KONEČNÁ POTŘEBA ENERGIE PRO RŮZNÉ ZDROJE TEPLA - STUTTGART

kWh/(m²a)	TČ se zdrojem tepla solanka	TČ se zdrojem tepla vzduch	kotel na biomasu	plynový kotel	CZT	mikro CHP* (plyn)	mikro CHP* (biomasa)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
vytápění	6,30	4,40	24,50	22,00	23,20	35,00	35,00
příprava TV	3,60	3,50	14,80	14,80	14,10	21,20	21,20
chlazení	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
větrání	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
pomocná energie	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
* předpokládá se CHP jako jediný zdroj tepla bez špičkového kotle							

6.1.4 Simulace a výstupy pro AB

TABULKA 6-12 AB - POTŘEBA ENERGIE, ZTRÁTY TEPLA PŘI PŘÍPRAVĚ TV, SLUNEČNÍ ZISKY - KODAŇ

měrná potřeba tepla pro vytápění	11,7	kWh/(m²a)
měrná potřeba tepla pro přípravu TV	2,1	kWh/(m²a)
měrná potřeba tepla pro umělé osvětlení	8,2	kWh/(m²a)
měrná potřeba chladu pro chlazení	0,3	kWh/(m²a)
měrná potřeba energie pro spotřebiče	20,9	kWh/(m²a)
celková potřeba tepla včetně ztrát tepla + pomocná energie (větrání a čerpadla)	29,7	kWh/(m²a)
celková potřeba tepla včetně ztrát tepla + pomocná energie (větrání a čerpadla)+měrná potřeba energie pro spotřebiče	50,6	kWh/(m²a)

TABULKA 6-13 AB - KONEČNÁ POTŘEBA ENERGIE PRO RŮZNÉ ZDROJE TEPLA - KODAŇ

kWh/(m²a)	TČ se zdrojem tepla solanka	TČ se zdrojem tepla vzduch	kotel na biomasu	plynový kotel	CZT	mikro CHP* (plyn)	mikro CHP* (biomasa)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
vytápění	3,3	2,5	13,0	11,7	12,3	18,6	18,6
příprava TV	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
chlazení	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
větrání	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
chlazení	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
pomocná energie	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
* předpokládá se CHP jako jediný zdroj tepla bez špičkového kotle							

TABULKA 6-14 POTŘEBA ENERGIE, ZTRÁTY TEPLA PŘI PŘÍPRAVĚ TV, SLUNEČNÍ ZISKY - STUTTGART

měrná potřeba tepla pro vytápění	9,7	kWh/(m²a)
měrná potřeba tepla pro přípravu TV	2,0	kWh/(m²a)
měrná potřeba tepla pro umělé osvětlení	7,3	kWh/(m²a)
měrná potřeba chladu pro chlazení	1,2	kWh/(m²a)
měrná potřeba energie pro spotřebiče	20,9	kWh/(m²a)
celková potřeba tepla včetně ztrát tepla + pomocná energie (větrání a čerpadla)	27,6	kWh/(m²a)
celková potřeba tepla včetně ztrát tepla + pomocná energie (větrání a čerpadla)+měrná potřeba energie pro spotřebiče	48,5	kWh/(m²a)

TABULKA 6-15 KONEČNÁ POTŘEBA ENERGIE PRO RŮZNÉ ZDROJE TEPLA - STUTTGART

kWh/(m²a)	TČ se zdrojem tepla solanka	TČ se zdrojem tepla vzduch	kotel na biomasu	plynový kotel	CZT	mikro CHP* (plyn)	mikro CHP* (biomasa)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
vytápění	2,7	2,0	10,8	9,7	10,2	15,4	15,4
příprava TV	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
chlazení	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
větrání	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
chlazení	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
pomocná energie	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

* předpokládá se CHP jako jediný zdroj tepla bez špičkového kotle

6.1.5 Hodnocení výsledků simulace

Budovy jsou výborně utěsněné a tepelně izolované, mají účinné větrací soustavy, malý podíl ztrát tepla. Zkoumá se podíl obnovitelných energií a CO₂.

6.1.5.1 Rodinné domy

Hlavní závěry:

- Je možné dosáhnout, i když podíl tepla je v energetické bilanci vysoký, 90% podíl obnovitelné energie užitím 100 % dodávky tepla ze zdroje na biomasu (kotel, CHP).
- Řešení s TČ snadno dosáhne 50% obnovitelného podílu. Užije-li se doplňková dodávka zelené elektřiny nebo fotovoltaika 2 kWp, toto řešení může dosáhnout až 100% podíl.
- CZT závisí na obnovitelném podílu. 50% podíl není dostačující.
- Řešení se zdroji na fosilní paliva umožňuje obtížně dosáhnout 50% podílu obnovitelných energií. Tento zdroj není řešením při uvažování potřeby zařízení v bilanci a vede

k vysokému podílu obnovitelných energií (90%). Těto úrovně by se dosáhlo užitím zelené energie.

6.1.5.2 Administrativní budovy

Hlavní závěry

- Biomasa a řešení s TČ dosáhnou 50% podíl obnovitelné energie
- Administrativní budovy mají relativně vyšší podíl elektrické energie než bytové budovy. Tudíž zelená elektřina je velmi žádoucí pro všechny varianty – s výjimkou variant s fosilními zdroji – pro dosažení 90% podílu obvykle i při zahrnutí spotřebičů. Vzhledem k prostorovým omezením je fotovoltaika méně efektivní.

6.2 ČESKÉ BUDOVY A nZEB

Uvádíme výstupy z provedené certifikace EA a podle metodického rámce pro hospodárnou optimalizaci účinnosti opatření.

Z provedených 8 variant uvádíme 4 energeticky nejúčinnější.

6.2.1 Bytový dům vícepodlažní

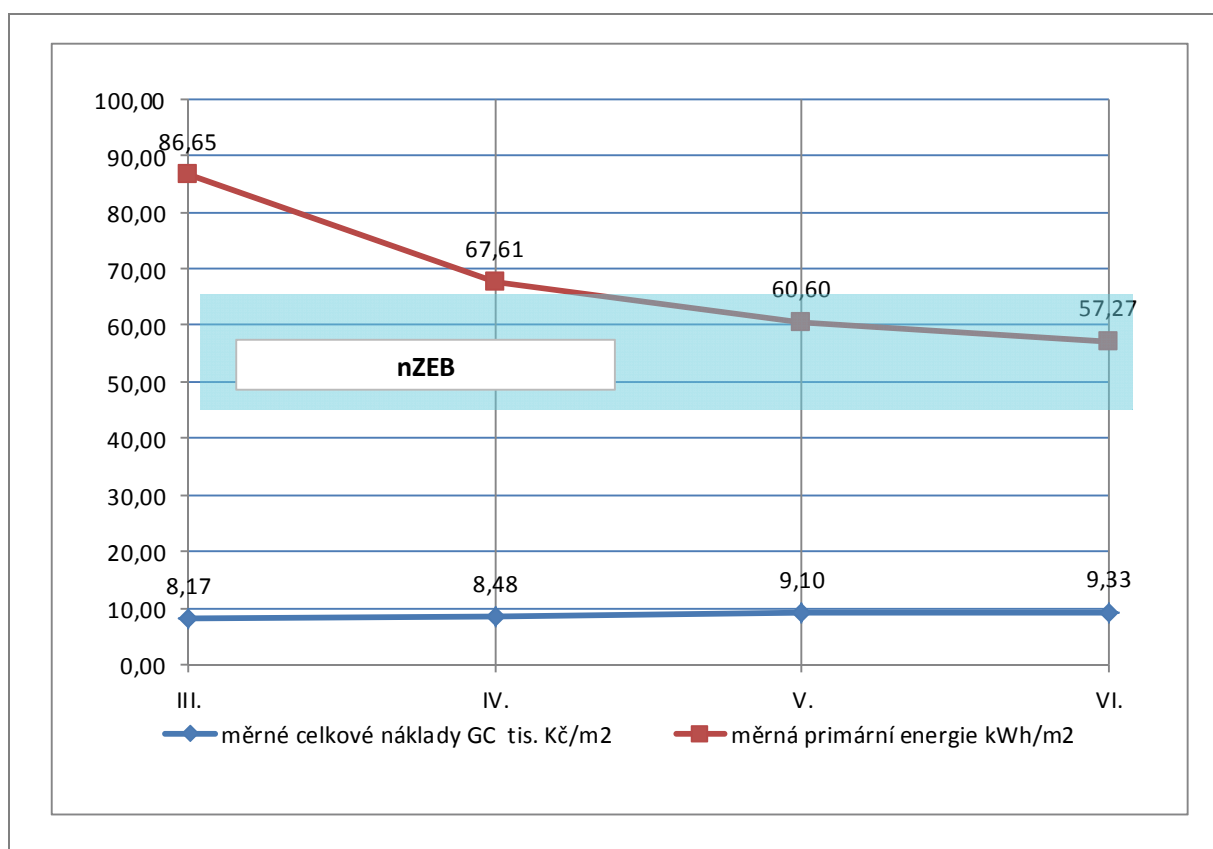
TABULKA 6-15

OPATŘENÍ PRO BYTOVÝ DŮM O 8 NP Ss L&N

	Opatření	označení jednotka	soubor opatření			
			III.	IV.	V.	VI.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
stavební konstrukce budovy	tepelná izolace střechy	U (W/m ² K)	0,16	0,16	0,14	0,14
	tepelná izolace stěn	U (W/m ² K)	0,21	0,19	0,18	0,12
	otvorové výplně	U (W/m ² K)	1,54	1,20	0,70	0,60
	podíl otvorových výplní	%	29,00	29,00	29,00	29,00
	vybrané vnitřní konstrukce	U (W/m ² K)	0,40	0,40	0,29	0,20
vytápění	vytápěcí soustava		plynová kotelna (DK) s kondenzačními kotli	plynová kotelna (DK) s kondenzačními kotli	plynová kotelna (DK) s kondenzačními kotli	plynová kotelna (DK) s kondenzačními kotli
	regulace a řízení			IRC	IRC	IRC
	OZE		pasivní	pasivní	pasivní	pasivní
příprava TV	soustava přípravy TV		účinná s DK s kondenzačními kotli a cirkulací	účinná s DK s kondenzačními kotli a cirkulací	účinná s DK s kondenzačními kotli a cirkulací	účinná s DK s kondenzačními kotli a cirkulací
	regulace a řízení		teplotní regulace cirkulace	teplotní regulace cirkulace	teplotní regulace cirkulace	teplotní regulace cirkulace
	OZE			sluneční okruh	sluneční okruh	sluneční okruh
větrání	větrací soustava		řízené větrání s využitím tepla	řízené větrání s využitím tepla	řízené větrání s využitím tepla	řízené větrání s využitím tepla
chlazení	chladicí soustava		ne	ne	ne	ne

osvětlení	prostory	společné	úsporné	úsporné	úsporné	úsporné
		byty	úsporné	úsporné	úsporné	úsporné
	řídící systém					
	energetické manažerství		EM	EM	EM	EM

Hodnoty k posouzení bytového domu	soubor opatření	III.	IV.	V.	VI.
měrné celkové náklady G_C	tis. Kč/m ²	8,17	8,48	9,10	9,33
měrná primární energie	kWh/m ²	86,65	67,61	60,60	57,27



OBRÁZEK 6-1

BYTOVÝ DŮM O 8 NP Ss L&N – MĚRNÁ POTŘEBA PRIMÁRNÍ ENERGIE, CELKOVÁ CENA G_C

V českých podmínkách se pro vícepodlažní stávající zateplený a opravený dům dosáhne hodnoty měrné primární energie v rozmezí 45 až 65 kWh/m².rok.

Užití obnovitelných energií nedosáhne 50%. Uplatní se pro přípravu TV (cca 40% konečné potřeby pro přípravu TV).

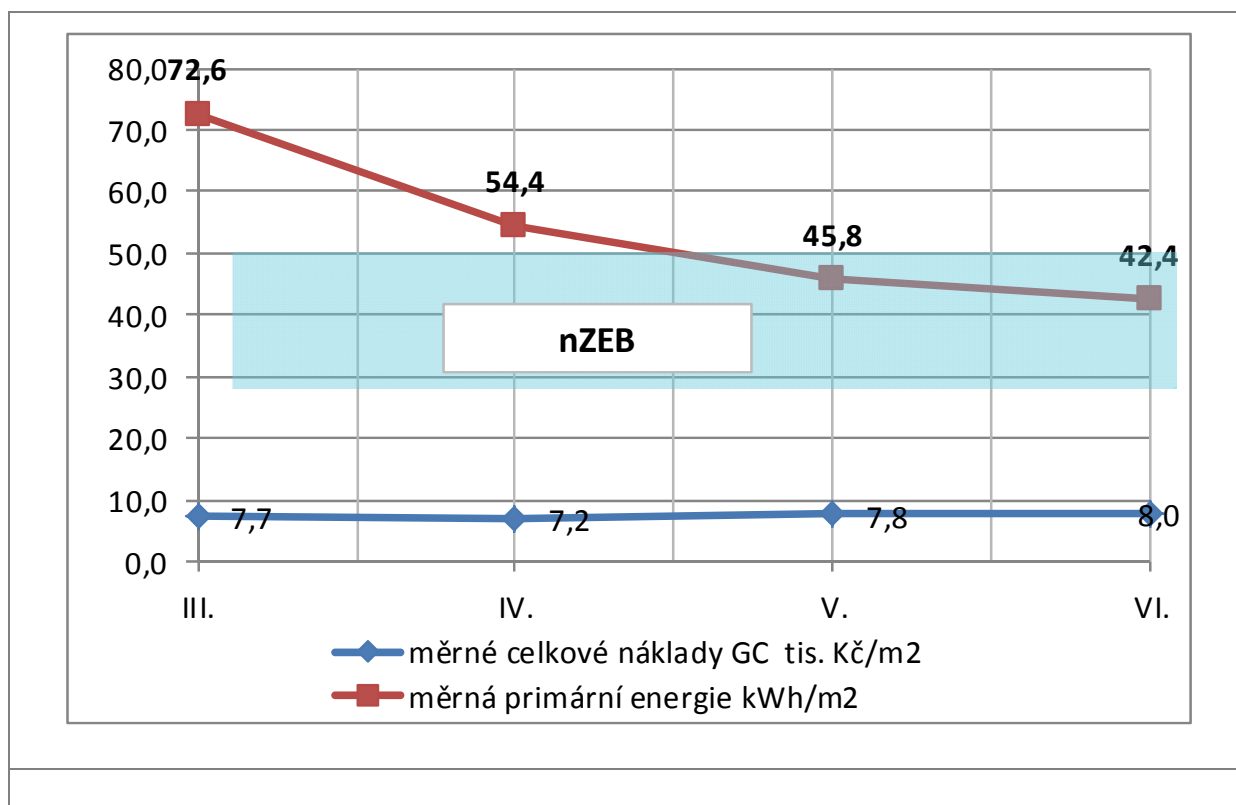
6.2.2 Rodinný dům

TABULKA 6-16

OPATŘENÍ PRO RODINNÝ DŮM

	Opatření	označení jednotka	soubor opatření			
			III.	IV.	V.	VI.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
stavební konstrukce budovy	tepelná izolace stropu pod půdou	U (W/m ² K)	0,15	0,15	0,10	0,10
	tepelná izolace stěn	U (W/m ² K)	0,20	0,20	0,18	0,12
	otvorové výplně	U (W/m ² K)	0,70	0,62	0,60	0,60/0,26
		popis				isolovaná okenice
	podíl otvorových výplní	%	16,00	16,00	16,00	16,00
vytápění	podlaha na terénu	U (W/m ² K)	0,20	0,20	0,14	0,14
	vytápěcí soustava		plynový kotel kondenzační	plynový kotel kondenzační	plynový kotel kondenzační	plynový kotel kondenzační
		regulace a řízení	IRC	IRC	IRC	IRC
příprava TV		OZE	pasivní	pasivní	pasivní	pasivní
	soustava přípravy TV		účinná s kondenzačním kotlem a cirkulací	účinná s kondenzačním kotlem a cirkulací	účinná s kondenzačním kotlem a cirkulací	účinná s kondenzačním kotlem a cirkulací
		regulace a řízení	teplotní regulace cirkulace	teplotní regulace cirkulace	teplotní regulace cirkulace	teplotní regulace cirkulace
větrání		OZE	sluneční okruh	sluneční okruh	sluneční okruh	sluneční okruh
	větrací soustava		řízené větrání s využitím tepla	řízené větrání s využitím tepla	řízené větrání s využitím tepla	řízené větrání s využitím tepla
umělé osvětlení	prostory	vedlejší	úsporné	úsporné	úsporné	úsporné
		obytné	úsporné	úsporné	úsporné	úsporné
R+M řídicí s.	řídící systém		malá inteligence	malá inteligence	malá inteligence	malá inteligence
	energetické manažerství		EM	EM	EM	EM

Hodnoty k posouzení RD	soubor opatření	III.	IV.	V.	VI.
měrné celkové náklady G _C	tis. Kč/m ²	7,7	7,2	7,8	8,0
měrná primární energie	kWh/m ²	72,6	54,4	45,8	42,4



OBRÁZEK 6-2 RODINNÝ DŮM – MĚRNÁ POTŘEBA PRIMÁRNÍ ENERGIE, CELKOVÁ CENA G_C
V českých podmínkách se pro nový RD dosáhne hodnoty měrné primární energie v rozmezí 30 až 50 kWh/m².rok.

Užití obnovitelných energií nedosáhne 50%. Uplatní se pro přípravu TV (cca 50% konečné potřeby pro přípravu TV). Kotel na fosilní palivo, v tomto případě plyn, nesplní požadavek podílu 50% a více.

Mělo-li by se dosáhnout více než 50% podílu obnovitelných energií, bylo by potřeba užít kotel na biomasu. V tomto závěru se shodujeme s obecnými závěry.