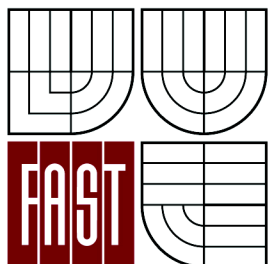


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ OBYTNÝCH BUDOV

ENERGY EVALUATION OF RESIDENTIAL BUILDINGS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. PAVEL FOJTŮ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. LUCIE HOŘÍNKOVÁ

BRNO 2013

Abstrakt :

Diplomová práce nabízí dvě úsporná opatření pro snížení energetické náročnosti bytového domu. K těmto opatřením patří zateplení obálky budovy, příprava teplé vody solárními kolektory a zpětné získávání tepla pomocí rekuperátoru. Tyto opatření by se měly pokusit přiblížit domu „s téměř nulovou spotřebou energie“.

Abstract:

This master thesis offers two cost-saving measures to reduce the energy consumption of a residential building. These measure include insulation of the building envelope, domestic hot water by solar collectors and heat recovery.

Klíčová slova:

Téměř nulová spotřeba energie, rekuperace, solární soustava, koncentrace oxidu uhličitého, vlhkost, energetická náročnost, energetické hodnocení.

Keywords:

Almost zero energy consumption, recovery, solar system, concentration of carbon dioxide, humidity, energy intensity, energy evaluation.

Bibliografická citace VŠKP

FOJTŮ, Pavel. *Energetické hodnocení obytných budov*. Brno, 2012. 112 s., 44 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Lucie Hořínková.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....
podpis autora
Pavel Fojtů

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

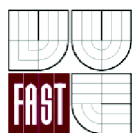
Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne

.....
podpis autora
Bc. PAVEL FOJTŮ

Poděkování:

Děkuji vedoucí mé diplomové práce Ing. Lucii Hořínkové za rady, připomínky a vedení mojí diplomové práce.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. PAVEL FOJTŮ
Název	Energetické hodnocení obytných budov
Vedoucí diplomové práce	Ing. Lucie Hořínková
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013
V Brně dne 31. 3. 2012	

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení.

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

- Aktuální technická řešení v praxi
- Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)
- Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)
- Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Posouzení technického řešení s využitím metod energetického auditu a aktuální legislativy

- Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově
- Posouzení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C. Experimentální řešení a zpracování výsledků

Experiment realizovaný v laboratoři nebo reálné budově postihující zadanou problematiku.

Předepsané přílohy

.....
Ing. Lucie Hořínková
Vedoucí diplomové práce

OBSAH

Úvod	6
A ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ	7
A. 1 Úvod – rekonstrukce panelových domů	8
A. 2 Energetická náročnost budov	8
A. 2. 1 Povinnost zpracování PENB	9
A. 3 Snížení energetické náročnosti – stavební konstrukce	10
A. 3. 1 Používané materiály na zateplení	10
A. 3. 2 Fasádní zateplovací systémy	13
A. 3. 3 Zateplení střechy	13
A. 3. 4 Zateplení stropu nad sklepem	14
A. 4 Snížení energetické náročnosti – výplně otvorů	15
A. 4. 1 Rám a zasklení okna	16
A. 4. 2 Přehřívání interiéru	17
A. 4. 3 Zasklení lodžie	18
A. 4. 4 Meziokenní izolační vložky	18
A. 5 Snížení energetické náročnosti – větrání a výměna vzduchu	19
A. 5. 1 Přírozené větrání	19
A. 5. 2 Centrální a decentrální podtlakové větrání	19
A. 5. 3 Centrální a decentrální rekuperace	20
A. 5. 4 Kompaktní jednotka	21
A. 5. 5 Řízené nucené větrání s elektrickou topnou spirálou	22
A. 6 Snížení energetické náročnosti – zdroj tepla	22
A. 6. 1 Plynová tepelná čerpadla	23
A. 6. 2 Elektrická tepelná čerpadla	23
A. 6. 3 Vlastní plynová kotelna	23
A. 6. 4 Mikrogenerace a kogenerace	24
A. 7 Snížení energetické náročnosti – měření a regulace	24
A. 7. 1 Poměrové měření tepla	25
A. 7. 2 Rozúčtování topných nákladů	26
A. 8 Snížení energetické náročnosti – teplá voda	27
A. 8. 1 Snižování spotřeby teplé vody	27

A. 8. 2	Distribuce teplé vody	28
A. 8. 3	Zdroje tepla pro přípravu TV	29
A. 9	Snížení energetické náročnosti – elektřina	30
A. 9. 1	Osvětlení	30
A. 9. 2	Fotovoltaika	31
A. 9. 3	Elektrospotřebiče	31
A. 10	Závěr	32
B	APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ	33
B. 1	Úvod – téměř nulová spotřeba energie	34
B. 2	Popis stávajícího objektu	34
B. 2. 1	Stavební řešení	34
B. 2. 2	Tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí	35
B. 2. 3	Energetické systémy	36
B. 2. 4	Užívání objektu	36
B. 2. 5	Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB	37
B. 3	Stavební konstrukce – stávající stav	38
B. 3. 1	Konstrukce vodorovné	38
B. 3. 1. 1	Podlaha na terénu	38
B. 3. 1. 2	Strop mezi sklepem a 1.NP	39
B. 3. 1. 3	Střešní plášť	39
B. 3. 1. 4	Strop nad vchodem	40
B. 3. 1. 5	Strop poslední lodžie	40
B. 3. 2	Konstrukce svislé	41
B. 3. 2. 1	Obvodová stěna	41
B. 3. 2. 2	Obvodová stěna (meziokenní panel)	42
B. 3. 2. 3	Stěna ve sklepě styk se zeminou	42
B. 3. 2. 4	Stěna vnitřní (sklep)	43
B. 3. 2. 5	Stěna lodžie (boční)	43
B. 3. 3	Konstrukce transparentní	44
B. 3. 4	Konstrukce v nevytápěném prostoru	44
B. 4	Stavební konstrukce – navržené opatření	45
B. 4. 1	Konstrukce vodorovné	45
B. 4. 1. 1	1. opatření – zateplení stropu mezi sklepem a 1.NP	45

B. 4. 1. 2	2. opatření – zateplení střešního pláště	46
B. 4. 1. 3	3. opatření – zateplení stropu nad vchodem	47
B. 4. 1. 4	4. opatření – zateplení stropu poslední lodžie	48
B. 4. 2	Konstrukce svislé	49
B. 4. 2. 1	5. opatření – zateplení obvodové stěny	49
B. 4. 2. 2	6. opatření – zateplení obvodové stěny (meziokenní panel)	50
B. 4. 2. 3	7. opatření – zateplení vnitřní stěny (sklep)	51
B. 4. 2. 4	8. opatření – zateplení stěny lodžie (boční)	52
B. 4. 3	9. opatření – příprava teplé vody solárními kolektory	53
B. 4. 3. 1	Obecné údaje o solární soustavě	53
B. 4. 3. 2	Popis solární soustavy	55
B. 4. 3. 3	Funkce solární soustavy	55
B. 4. 3. 4	Požadavky solární soustavy	56
B. 4. 3. 5	Regulace solární soustavy	56
B. 4. 3. 6	Náklady na pořízení solární soustavy	56
B. 4. 3. 7	Stanovení počtu solárních kolektorů	57
B. 4. 3. 8	Použité vztahy pro výpočet počtu solárních kolektorů	58
B. 4. 3. 9	Výpočet dimenzí solárního okruhu a návrh rezervy zásobníku	61
B. 4. 4	10. opatření – zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu rekuperačním výměníkem	62
B. 4. 4. 1	Popis zpětného získávání tepla	62
B. 4. 4. 2	Funkce zpětného získávání tepla	62
B. 4. 4. 3	Návrh vzduchotechnické jednotky a deskového rekuperátoru	63
B. 4. 4. 4	Náklady na pořízení vzduchotechnické jednotky s rekuperačním výměníkem	68
B. 4. 5	Hodnocení jednotlivých opatření	69
B. 5	Jednotlivé úsporné varianty	69
B. 5. 1	Popis 1. úsporné varianty	69
B. 5. 2	Popis 2. úsporné varianty	74
B. 6	Zhodnocení a výběr nejvhodnější varianty	77
B. 7	Závěr	77

C	EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	78
C. 1	Úvod – Vliv výměny oken na koncentraci CO ₂	79
C. 2	Kvalita vnitřního vzduchu	79
C. 2. 1	Tepelně-vlhkostní mikroklima	80
C. 2. 2	Mikrobiální mikroklima	80
C. 2. 3	Ionizační mikroklima	81
C. 2. 4	Aerosolové mikroklima	82
C. 2. 5	Odérové mikroklima	82
C. 2. 6	Toxické mikroklima	83
C. 3	Oxid uhličitý (CO ₂)	83
C. 3. 1	Základní charakteristika CO ₂	83
C. 3. 2	Použití oxidu uhličitého	83
C. 3. 3	Zdroje emisí	84
C. 3. 4	Dopady na životní prostředí	84
C. 4	Rizika nedostatečného větrání	84
C. 5	Množství přivodního větracího vzduchu	85
C. 6	Koncentrace CO ₂ a produkce vlhkosti v místnostech	86
C. 6. 1	Obývací pokoje a ložnice	86
C. 6. 2	Koupelny	86
C. 6. 3	Kuchyně	86
C. 7	Měření koncentrace oxidu uhličitého CO ₂	87
C. 7. 1	Proč měřit koncentraci CO ₂	87
C. 7. 2	Způsob větrání	87
C. 7. 3	Způsob měření koncentrace CO ₂	88
C. 7. 3. 1	NDIR čidla	88
C. 7. 3. 2	Elektrochemická čidla	89
C. 7. 3. 3	Elektroakustická čidla	89
C. 8	Vlastní měření koncentrace CO ₂	90
C. 8. 1	Popis měření	90
C. 8. 2	Provoz místnosti	91
C. 8. 3	Použité měřicí přístroje	92
C. 8. 3. 1	Sonda IAQ	92
C. 8. 3. 2	Multifunkční měřicí přístroj TESTO 435	92
C. 8. 4	Použité měřicí přístroje	93

C. 8. 4. 1	Měření č. 1	93
C. 8. 4. 2	Měření č. 2	96
C. 8. 4. 3	Měření č. 3	99
C. 8. 4. 4	Měření č. 4	101
C. 8. 4. 5	Měření č. 5	104
C. 9	Závěr	106
Závěr		107
Seznam použitých zdrojů		108
Seznam použitých zkratk a symbolů		111
Seznam příloh		112
Přílohy		113
Příloha č. 1:	Výpočet součinitele prostupu tepla stávajících konstrukcí	114
Příloha č. 2:	Výpočet součinitele prostupu tepla zateplených konstrukcí	128
Příloha č. 3:	Výpočet a dimenzování solární soustavy	139
Příloha č. 4:	Průkaz energetické náročnosti budovy – varianta č. 1	144
Příloha č. 5:	Průkaz energetické náročnosti budovy – varianta č. 2	145
Příloha č. 6:	Energetický štítek obálky budovy – stávající stav	146
Příloha č. 7:	Energetický štítek obálky budovy – varianta č. 1	150
Příloha č. 8:	Energetický štítek obálky budovy – varianta č. 2	154

ÚVOD

Všechny tři části diplomové práce jsou navzájem provázány s řešeným tématem. U posuzovaného objektu je snaha dosáhnout „téměř nulové spotřeby energie“. V první části diplomové práce popisují možná úsporná opatření, která by vedly právě k této „téměř nulové spotřebě energie“. Druhá část diplomové práce hodnotí stávající stav objektu a navrhuje dvě možné úsporné varianty, které by mohly vést k „téměř nulové spotřebě energie“. Třetí část diplomové práce se zabývá vlivem použitých opatření (zateplení fasády nebo výměna oken) na koncentraci CO₂ a vlhkosti v objektu.

A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

A. 1 ÚVOD - REKONSTRUKCE PANELOVÝCH DOMŮ

Tato část Diplomové práce pojednává o možných úsporách při rekonstrukci panelového domu. Jsou zde popsány jednotlivá opatření pro snížení energetické náročnosti budovy, a to opatření provedená na stavební konstrukci, výplni otvorů, větrání, zdroji tepla, regulaci, přípravu teplé vody a dodávky elektřiny.

V České republice je přibližně 1 200 000 bytů v panelových domech. Značná část z nich postavená v době, kdy energetické úspory byly teprve v začátcích. Do dnešního dne prošla nějakou formou rekonstrukce asi polovina z nich. Většinou však šlo o rekonstrukce částečné, nikoli komplexní. Starší způsoby rekonstrukce se obvykle zabývají pouze zateplením a výměnou oken. Někdy se dokonce z úsporných důvodů provádějí tato dvě základní opatření pouze na jednotlivých částech domu. Trend neúplných rekonstrukcí přetrvává až dodnes. Důsledkem je nedostatečné využití potenciálu energetických a finančních úspora pravděpodobné problémy v budoucnu se stavebními vadami. Starší panelový dům má potřebu tepla na vytápění přibližně od 80 do 180 kWh/m² za rok. Standardní současná rekonstrukce sníží potřebu tepla na vytápění na 30 – 65 kWh/m² za rok. [1]

A. 2 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

Do spotřeby budovy se zahrnuje spotřeba tepla na vytápění, větrání, přípravu teplé vody, osvětlení a chlazení. Nezahrnuje se zde však spotřeba elektřiny v domácnostech. U nových, případně rekonstruovaných budov se stanovuje budoucí energetická náročnost výpočtem. Výpočet obsahuje spoustu volitelných faktorů (spotřeba vody na osobu), které se mohou od reality značně lišit. Ještě horší je situace, kdy se výpočet provádí čistě formálně, aby se splnila zákonná povinnost. Výsledek takového hodnocení pak se skutečnou potřebou budovy moc nesouvisí. I správně zpracovaný průkaz energetické náročnosti budovy je třeba číst obezřetně, protože se zde klade důraz na spotřebu energie, nikoli na náklady na energii. Přitom cena různých energií (elektřina, plyn, teplo z teplárny apod.) se může výrazně lišit, takže při stejné spotřebě se liší i účty za energie. [1]

A. 2. 1 POVINNOST ZPRACOVÁNÍ PENB

Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) je povinen vlastník budovy, stavebník nebo společenství vlastníků doložit při prokazování obecných technických požadavků na výstavbu. Průkaz energetické náročnosti budovy nesmí být starší než 10 let a je povinnost ho přiložit k dokumentaci při:

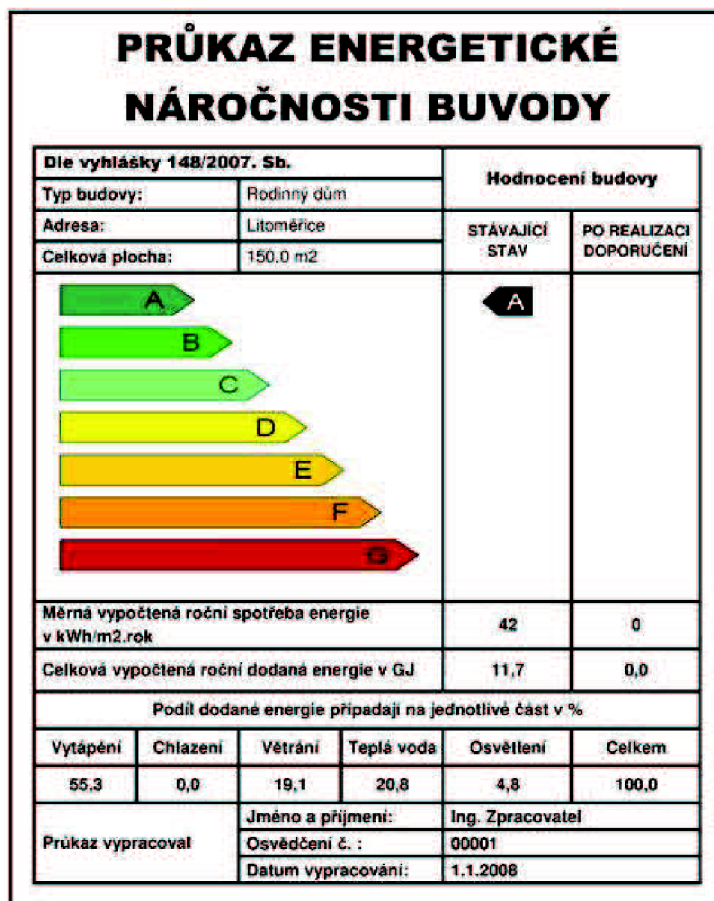
- výstavbě nových budov
- při větších změnách dokončených budov s celkovou podlahovou plochou nad 1 000 m², které ovlivňují jejich energetickou náročnost
- při prodeji nebo nájmu budov nebo jejich částí v případech, kdy pro tyto budovy nastala povinnost zpracovat průkaz podle předchozích bodů

Od 1. ledna 2013 vzniká také povinnost zpracování průkazu energetické náročnosti budov postupně i pro jiné budovy.

- od 1. ledna 2013 – při prodeji budovy nebo její ucelené části (byt) a při pronájmu budovy
- od 1. července 2013 – budovy užívané orgány veřejné moci (krajské, městské, obecní úřady, budovy soudu, policie, atd.) s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 500 m²
- od 1. ledna 2015 – stávající bytové domy nebo administrativní budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 1 500 m²
- od 1. července 2015 – budovy užívané orgány veřejné moci s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 250 m²
- od 1. ledna 2016 – při pronájmu ucelené části budovy (byt, nebytový prostor, komerční prostor) včetně družstevních bytů
- od 1. ledna 2017 – stávající bytové domy nebo administrativní budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 1 000 m²
- od 1. ledna 2019 – stávající bytové domy nebo administrativní budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou menší než 1 000 m²

Povinnost vystavit průkaz energetické náročnosti budovy na veřejně přístupném místě v budově mají provozovatelé budov využívaných pro účely školství, zdravotnictví, kultury,

obchodu, sportu, ubytovacích a stravovacích služeb, zákaznických středisek odvětví vodního hospodářství, energetiky, dopravy a telekomunikací a veřejné správy o celkové podlahové ploše nad 1 000 m². [2]



Obrázek č. 1: Průkaz energetické náročnosti budovy

A. 3 SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI - STAVEBNÍ KONSTRUKCE

A. 3. 1 POUŽÍVANÉ MATERIÁLY NA ZATEPLENÍ

Jako nejběžnější materiál pro zateplování panelových domů se využívá expandovaný pěnový polystyren, minerální vlna a extrudovaný polystyren.

EPS, XPS a minerální vlna:

Expandovaný pěnový polystyren (EPS) je nejběžnější materiál pro zateplování. Důvodem je hlavně jeho příznivá cena. Polystyren má na druhou stranu některé nevýhody, jako třeba nižší třídu reakce na oheň (E) oproti nehořlavé minerální vlně (A1) a vyšší difúzní odpor pro vodní páry. V případě požadavků na zvýšenou požární bezpečnost (u vyšších budov nebo z důvodu kondenzace vodní páry) je nutné přiklonit se k použití minerální vlny na zateplení fasády. Zde je třeba podotknout, že vlastní panel má mnohem vyšší difúzní odpor než polystyren. EPS je tudíž pro tepelnou izolaci panelových domů nanejvýš vhodný, protože celkový difúzní odpor směrem ven klesá. Difúzní odpor je vlastnost materiálu propouštět vodní páru. Čím je tloušťka materiálu větší, tím je difúzní odpor materiálu vyšší:

$$R_d = \frac{d}{\delta} \text{ [m/s]}$$

- d - tloušťka stavebního materiálu [m]
- δ - součinitel difúzní vodivosti materiálu [s]

Dalším materiálem je extrudovaný polystyren (XPS). Tento materiál se užívá pro izolaci oblasti soklu. Díky své struktuře s uzavřenými póry není totiž izolace náchylná k nasákavosti okolní vlhkosti. Určujícím faktorem volby materiálu zateplení jsou také požadavky na požární bezpečnost staveb. Z pohledu normy se požadavky vztahují k požární výšce zateplovaneho podlaží, a to zjednodušeně na tři pásma po výšce objektu. První pásmo do tzv. požární výšky 12,5 m je možné zvolit expandovaný pěnový polystyren, druhé pásmo do požární výšky 22,5 m je nutné minimálně kombinovat u nadokenních pásů s minerální vlnou a třetí pásmo nad požární výšku 22,5 m z minerální vlny je nutné aplikovat již celoplošně.

Šedý polystyren:

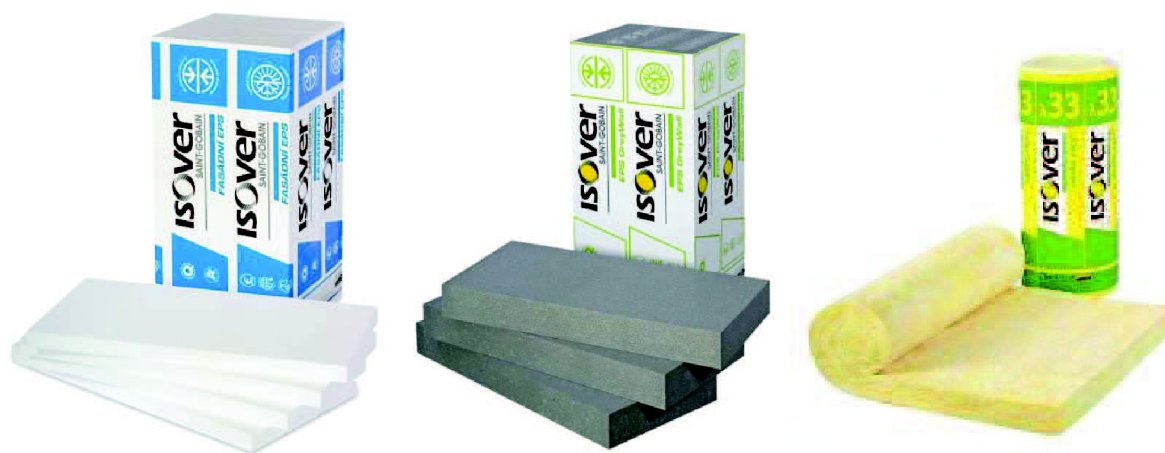
Inovací pěnového polystyrenu je tzv. šedý polystyren, který obsahuje grafit. Hlavní výhodou šedého polystyrenu jsou lepší tepelně-izolační vlastnosti (součinitel tepelné vodivosti 0,031 - 0,033 W·m⁻¹·K⁻¹) oproti EPS ($\lambda = 0,039 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$). Vhodně lze využít tento dražší materiál pro zateplení stěn lodžii, aby při menší tloušťce izolace nedocházelo k zužování hloubky lodžie.

Vakuová izolace:

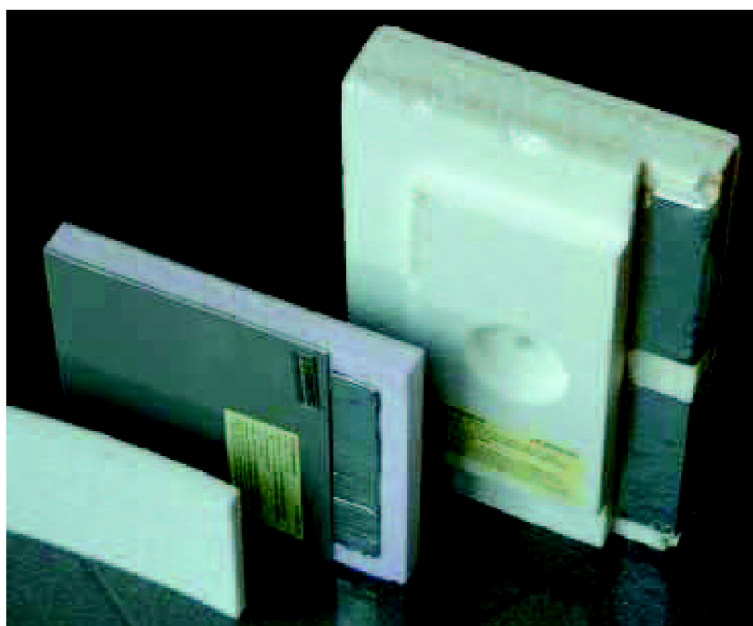
Vakuum v izolační desce zajišťuje téměř úplnou absenci přestupu tepla konvekcí, a tím posouvá izolační schopnost materiálu vysoce před standardní materiály. Součinitel tepelné vodivosti vakuových desek je $\lambda = 0,0047 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, při praktické aplikaci se kvůli systémovým tepelným mostům na okraji desky používá hodnota dvakrát horší. Vakuové izolační desky mohou do budoucna najít uplatnění v místech, kde jsou vysoké nároky na tepelně-izolační schopnosti a zároveň je k dispozici pouze malý prostor. Takové typické místo je například výstup na balkon či terasu, boky, nadpraží a parapet okenních otvorů nebo celoplošné řešení zateplení střechy. Nevýhody těchto panelů jsou dosti vysoká cena a složitá aplikace, protože panely se nemohou řezat nebo propichovat.

Desky z dřevitých vláken:

Tyto desky mají srovnatelné vlastnosti jako ostatní standardní materiály. Součinitel tepelné vodivosti je $0,042 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ a difúzní odpor $\mu = 5$. Dřevité desky jsou však oproti ostatním materiálům výrazně šetrnější k životnímu prostředí díky své přírodní bázi a malé ekologické stopě (ukládají v sobě CO_2). Problémem přírodních materiálů je to, že často obsahují množství nepřiznaných nepřirodních látek, jako např. polyethylenová vlákna jako pojivo, či chemické retardanty hoření. [1], [3]



Obrázek č. 2: Expandovaný pěnový polystyren, šedý polystyren, minerální vlna



Obrázek č. 3: Vakuová izolace [4]

A. 3. 2 FASÁDNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉMY

Nejrozšířenější a pro revitalizaci panelových domů v České republice jsou kontaktní zateplovací systémy známé pod zkratkou ETICS – External Thermal Insulating Composite Systems. Kotvy tohoto systému tvoří systematické tepelné mosty, navíc cena vzrůstá s navyšováním tloušťky kotveného izolantu. Tento problém řeší systém lepicích kotev. Některé příklady revitalizace panelových domů ukazují i jiné systémy než je kontaktní (lepené) zateplení. Lze se setkat s různými systémy obložení fasád, dvojitými fasádami s provětrávanou dutinou. Takovéto fasády nejsou energeticky o mnoho výhodnější, ale konstruují se zejména pro architektonické ztvárnění fasády. Provětrávané fasády mají i další výhody jako je lepší odolnost vůči klimatickým podmínkám, snazší opravitelnost, možnost instalace i za horšího počasí oproti lepenému zateplení. [1], [3]

A. 3. 3 ZATEPLENÍ STŘECH

Střecha má oproti fasádě navíc důležitou hydroizolační funkci. Sanování střechy se na rozdíl od fasády, provádí zejména za účelem opravy hydroizolační vrstvy, avšak bylo by

nevhodné nespojit opravu také se zateplením. Doporučený systém sanace střechy závisí na původních vlastnostech střechy, které jsou:

- typ střechy (jednoplášťová nebo dvouplášťová)
- tepelně-izolační parametry
- případné problémy s kondenzací vodních par ve střeše
- stav hydroizolační vrstvy
- statická únosnost střešního nosného panelu
- rozsah dřívějších sanací

Velmi častou formou sanace jednoplášťové střechy je tzv. střecha plus. Jde o kompletní ponechání původního souvrství spolu s přidáním nového souvrství tepelné izolace, krytiny a dalších materiálů. Obdobnou formou je sanace pomocí tzv. inverzní střechy plus. Jde opět o sanaci jednoplášťové střechy a ponechání původního souvrství. Na původní konstrukční skladbu však navazuje souvrství s obráceným pořadím vrstev (hydroizolace, tepelná izolace, zatížení). Tímto způsobem lze řešit problémy kondenzace vodních par nebo vytvořit pochozí střechu. Méně tradiční je způsob převedení jednoplášťové střechy na dvouplášťovou. Původní střecha je doplněna tepelnou izolací a nad ní je vystavěn nový plášť s provětrávanou dutinou. Pokud je původní střecha dvouplášťová v dřevěném provedení je zpravidla nejvhodnější horní plášť úplně odstranit a zkonstruovat zcela novou jednoplášťovou střechu. Posledním případem je sanace dvouplášťové střechy v železobetonovém provedení svrchního pláště. V tomto případě je velmi obtížné a nákladné demontovat horní plášť. Proto se provětrávaná dutina uzavře a střecha se dále sanuje metodou střecha plus nebo inverzní střecha plus. [1]

A. 3. 4 ZATEPLENÍ STROPU NAD SKLEPEM

Technické podlaží bývá často podceňováno z pohledu tepelných ztrát objektu. Původní stropní konstrukce nad nevytápěnými sklepy je zpravidla velmi nekvalitní z pohledu prostupu tepla. V suterénních prostorách nejsou extrémní venkovní teploty, ale po celé topné období je zde teplota 5 až 15 °C, případně nižší, když se v zimních měsících větrá. Zásadní je problém užívání bytů v prvním podlaží, protože spotřebují více tepla na vytápění než ostatní byty. Do komplexního spektra opatření patří také zateplení stropu nad suterénem, a to ze strany nevytápěných prostor. Nejjednodušší a levné řešení je pomocí podvěšeného deskového

podhledu. Zároveň s provedením izolace lze obnovit poškozené izolace teplotnosných rozvodných systémů umístěných v technickém podlaží. [1]

A. 4 SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI – VÝPLNĚ OTVORŮ

Po dobu výstavby panelových domů se u všech typů používala dřevěná zdvojená okna. Součinitel prostupu tepla těchto oken je 2,7 až 3,0 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Okna byla často nekvalitní a netěsná a způsobovala výrazné infiltrace. Postupem času se dodatečně instalovaly hliníkové těsnicí lišty, které však nefungovaly příliš dobře. Později obyvatelé bytů instalovali těsnění ze silikonových trubiček vkládaných do drážky dodatečně vyfrézované v okenním rámu.

Typ okna	U [$W/(m^2 \cdot K)$]
Zdvojené dřevěné okno s obyčejným zasklením dvěma skly	2,7 – 3,0
Jednoduché dřevěné nebo plastové okno s izolačním dvojsklem bez pokovení, plněné vzduchem	2,5 – 2,7
Jednoduché dřevěné nebo plastové okno s izolačním dvojsklem s pokovení, plněné vzduchem	1,8 – 2,0
Jednoduché dřevěné nebo plastové okno s izolačním dvojsklem s mezerou mezi skly plněnou argonem	1,5 – 1,9
Jednoduché dřevěné nebo plastové okno s izolačním dvojsklem s mezerou mezi skly plněnou argonem a s pokovením	1,1 – 1,6
Jednoduché dřevěné nebo plastové okno s izolačním trojsklem nebo dvojsklem a odrazivou fólií a s pokovením	0,6 – 0,9

Tabulka č. 1: Parametry oken s různým zasklením

Za poslední desetileté okna zaznamenala zásadní rozvoj. Vývojová centra výrobců se zaměřují na prostup tepla, vzduchotěsnost, odolnost proti hnanému dešti, kondenzaci vodních par a zvukovou izolaci. [1], [3]

A. 4.1 RÁM A ZASKLENÍ OKNA

Vývoj v tepelné propustnosti rámu okna se v minulosti soustředil na počet komor u plastových oken a u dřevěných na hloubku rámu. Plastová okna postupně narazila na hranici šesti komor, kdy následně už bylo neefektivní zvyšovat počet komor v rámu. V současné době se vývoj zaměřuje na rámy s vloženou tepelnou izolací u dřevěných oken. Konstrukce rámu plastových oken se snaží eliminovat nutnost kovových výztuží, které zásadně ovlivňují celkovou tepelnou vodivost rámu. Tyto rámy se provádějí se speciálních tvrdých plastů bez vyztužení kovem.

Zasklení má oproti rámu několik zásadních parametrů, které působí proti sobě a je nutné vždy důkladně zvážit jejich vzájemné poměrné zastoupení. Jedná se o tepelnou propustnost (součinitel prostupu tepla U_g), ale také propustnost pro solární zisky (celková propustnost slunečního záření g) a denní světlo (činitel světelné propustnosti τ). V poslední době se stále více aplikují izolační trojskla s výplní ušlechtilým plynem (argon nebo krypton) a povrchovým pokovením nebo dvojskla s vnitřním tepelným zrcadlem „Heat Mirror“. Kvalita zasklení je také ovlivněna zvoleným distančním rámečkem. Ten zajišťuje stabilitu dvojskla či trojskla, zároveň je však slabým místem tepelného mostu, který může působit problémy s povrchovou kondenzací na vnitřní straně zasklení. [1]

Typ zasklení	τ [-]	g [-]	U_g [W/(m ² ·K)]
Jednoduché zasklení	0,89	0,86	5,8
Dvojsklo čiré	0,80	0,76	2,9
Dvojsklo s pokovením	0,77	0,67	1,5
Dvojsklo s pokovením a Ar	0,77	0,62	1,1
Dvojsklo s pokovením a Kr	0,77	0,62	0,9
Trojsklo čiré	0,73	0,70	1,0
Trojsklo s pokovením	0,66	0,48	0,6
Dvojsklo + Heat Mirror, Ar	0,66	0,55	0,8
Dvojsklo + Heat Mirror, Kr	0,66	0,55	0,6

Tabulka č. 2: Parametry jednotlivých druhů zasklení



Obrázek č. 4: Plastový profil, hliníkový profil, dřevěný profil

A. 4. 2 PŘEHŘÍVÁNÍ INTERIÉRU

V letním období jsou tepelné zisky ze slunečního záření spíše nežádoucí. Způsobují přehřívání interiéru. Toto riziko je významné hlavně u oken orientovaných na jih, jihozápad a západ. Na východní okna tolik slunečního záření nedopadá, protože v dopoledních hodinách je v průměru vyšší oblačnost. Venkovní teploty jsou dopoledne nižší, takže přehřívání je menší. Stínění oken pomocí vnitřních žaluzií nebo závěsů je jen málo účinné, jelikož sluneční záření projde oknem dovnitř a zahřeje tyto stínící prvky, takže teplo se do interiéru stejně dostane. Pomocí lesklých hliníkových žaluzií se dá část záření odrazit zpět, avšak žaluzie nesmí být zaprášené, jinak je odrazivost malá. Účinné snížení vnitřních zisků je možné instalací zasklení s odrazivou vrstvou. Nejvhodnějším řešením je instalace předokenní rolety nebo žaluzie. Tyto prvky mohou snížit i pronikání hluku do bytu. Z tepelně-technického hlediska jsou však roletové nebo žaluziové boxy problematickým místem, které narušuje souvislou vrstvu tepelné izolace. [1]

A. 4. 3 ZASKLENÍ LODŽIE

V současné době tuto stavební úpravu lze velmi často pozorovat při revitalizaci panelových domů. Efekt této úpravy je však závislý na původním stavu objektu. Správná funkce zasklení může být ohrožena špatným užíváním. Tím může být nedostatečné větrání prostoru lodžie venkovním vzduchem nebo příliš intenzivní výměna vzduchu mezi užívanými místnostmi a lodžii. V takových případech dochází ke kondenzaci vodních par na zasklení a v extrémních případech až k namrzání kondenzátu. Dodatečným zasklením lodžie se zvýší teplota v prostoru této lodžie a zmírní se tepelné ztráty do exteriéru. Zasklená lodžie v podstatě funguje jako zimní zahrada. Pozitivní vliv vyšších teplot se projeví ve snížení tepelných ztrát konstrukcemi, ale i „předehřátím“ vzduchu potřebného k větrání. Na druhé straně však zasklení omezí solární tepelné zisky místností za lodžii. Zvýšení teploty na lodžii a tedy i potenciální úspora tepla pak budou značně závislé na intenzitě větrání. [1]

A. 4. 4 MEZIOKENNÍ IZOLAČNÍ VLOŽKY

Jsou to lehké neprůsvitné izolační dílce v pásu oken, jsou poměrně častou konstrukcí panelových domů. Meziokenní vložky se sanují dvěma základními principy. Pokud chceme instalovat nové meziokenní vložky, je nutné si uvědomit, že z pohledu prostupu tepla se nová konstrukce vztahuje k normovému požadavku na lehké obvodové konstrukce (souč. prostupu tepla $U = 0,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$). Zároveň musí konstrukce plnit další požadavky na požární odolnost, statické zakotvení do panelů, statickou podporu oknům, ochranu proti hluku z venkovního prostředí a další. Doporučují se prefabrikované systémy a ne systémy montované. Druhou možností je zazdít prostor původních meziokenních vložek, použitím plynosilikátových tvárnic, které jsou často podporou pro kontaktní zateplovací systém. U instalace je třeba zajistit kvalitní statické propojení zdiva s původní panelovou konstrukcí. [1]

A. 5 SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI – VĚTRÁNÍ A VÝMĚNA VZDUCHU

A. 5. 1 PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ

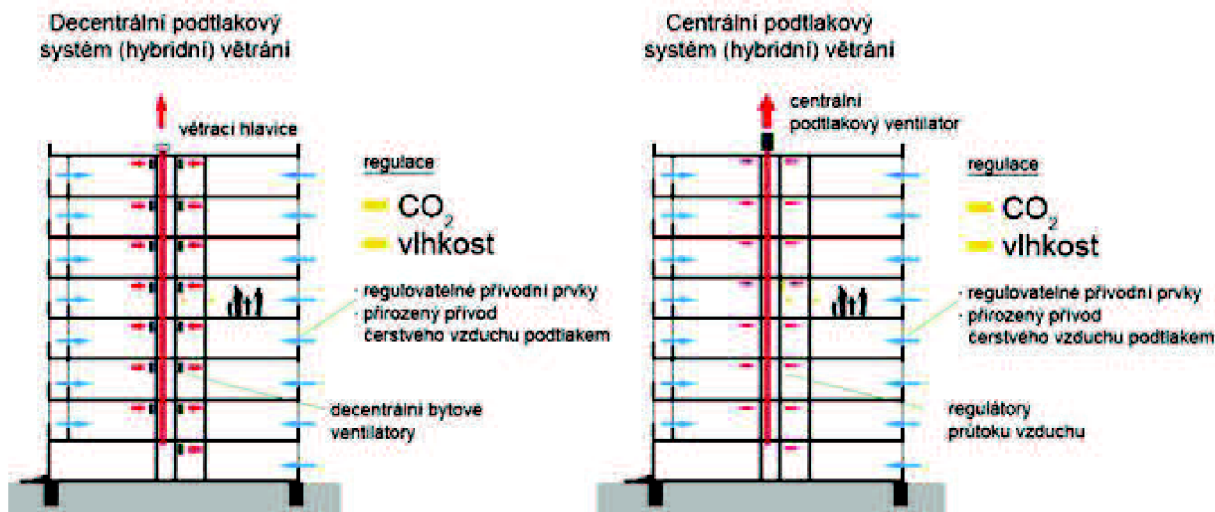
Přirozené větrání má dva základní způsoby:

- přirozenou infiltraci. Tento jev je potlačen výměnou starých oken za nová, které mají téměř nulovou infiltraci. Proto je potřeba zajistit přívod vzduchu do místnosti jiným způsobem.
- větrání oknem. Dochází k němu vlivem rozdílu hustot teplého a studeného vzduchu vně a uvnitř. Pro panelové domy jsou nejběžnější dva způsoby nárazové větrání (otevřeným oknem) nebo průběžné větrání („ventilačkou“).

Výhodou přirozeného větrání je, že nepotřebuje přívod energie na vlastní pohon. Nevýhodou je jeho značná závislost jak na vnějších klimatických podmínkách, tak na lidském faktoru. Často se tak stává, že je množství větracího vzduchu nedostatečné nebo přebytné. Dochází také k pronikání pachů a šíření hluku z venkovního prostředí. V každém případě přicházíme o teplo, kterým vytápíme, což zvyšuje tepelnou ztrátu během otopného období. [1], [3]

A. 5. 2 CENTRÁLNÍ A DECENTRÁLNÍ PODTLAKOVÉ VĚTRÁNÍ

Tento systém větrání je u panelových domů nejběžnější. Existuje několik variant podtlakového způsobu větrání. V prvním případě vytváří centrální ventilátor podtlak, který zamezí pronikání pachů mezi jednotlivými byty. V jednotlivých bytech jsou pak na vzduchotechnickém potrubí umístěné jednoduché vyústky, regulátory konstantního průtoku nebo individuální bytové ventilátory se zpětnou klapkou, které podtlaku napomáhají. V případě, kdy jsou v objektu pouze bytové ventilátory, hovoříme o decentrálním podtlakovém větrání. [1], [5]



Obrázek č. 5: Decentrální a centrální systém větrání

A. 5.3 CENTRÁLNÍ A DECENTRÁLNÍ REKUPERACE

Oproti předchozímu podtlakovému větrání se řadí větrání s rekuperací vzduchu do kategorie rovnotlakého větrání, při kterém se zpětně využívá odpadní teplo ze vzduchu. Obvykle se používá v individuálním (decentrálním) provedení pro jednotlivé byty, nicméně z hlediska investičních a provozních nákladů se jeví jako výhodnější centrální rekuperace. U decentrálních systémů je třeba instalovat decentrální rekuperační jednotku do podhledu v předsíni, v chodbě, v koupelně nebo na záchodě, kde překáží nejméně. Vzduch je přiváděn pomocí potrubí v podhledu kuchyně z fasády nebo centrálním stoupacím potrubím. V případě, kdy se využijí obě stoupačky v bytovém jádře pro přívod a odvod vzduchu, je nutné instalovat ve všech kuchyních cirkulační digestoře.

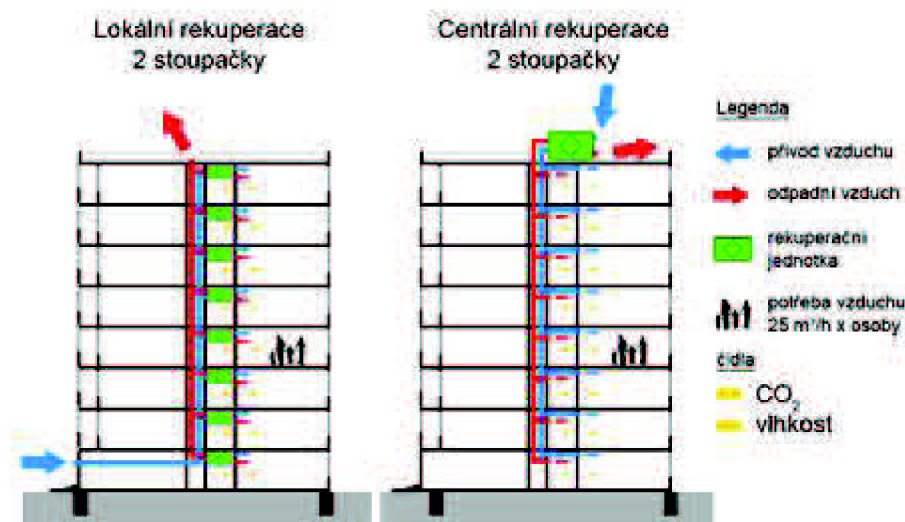
Centrální rekuperace má proti decentrálnímu řešení řadu výhod:

- rekuperační jednotka je pouze jedna a je umístěna ve společných prostorách. V tom případě je snadnější servis nebo výměna
- zdroj případného hluku a vibrací je mimo obytnou zónu
- přívod vzduchu je společný obvykle z přízemí, kde je umístěný v dostatečné výšce a zabezpečený hygienicky a proti poškození
- přívodní vzduch ve stoupacím potrubí je již přehřátý rekuperačním výměníkem nebo jej lze dohřát vodním nebo elektrickým ohříváčem vzduchu. Zároveň nehrozí promrzání

stoupaček, jako v případě nasávání chladného vzduchu společným potrubím pro decentrální systém.

- v jednotlivých bytech jsou stavební úpravy menší než u předešlého systému

Nevýhodou centrální rekuperace je především nižší účinnost rekuperace pohybující se kolem 70 % a složitější regulace přívodu vzduchu do jednotlivých větraných bytů. [5]



Obrázek č. 6: Decentrální a centrální rekuperace [6]

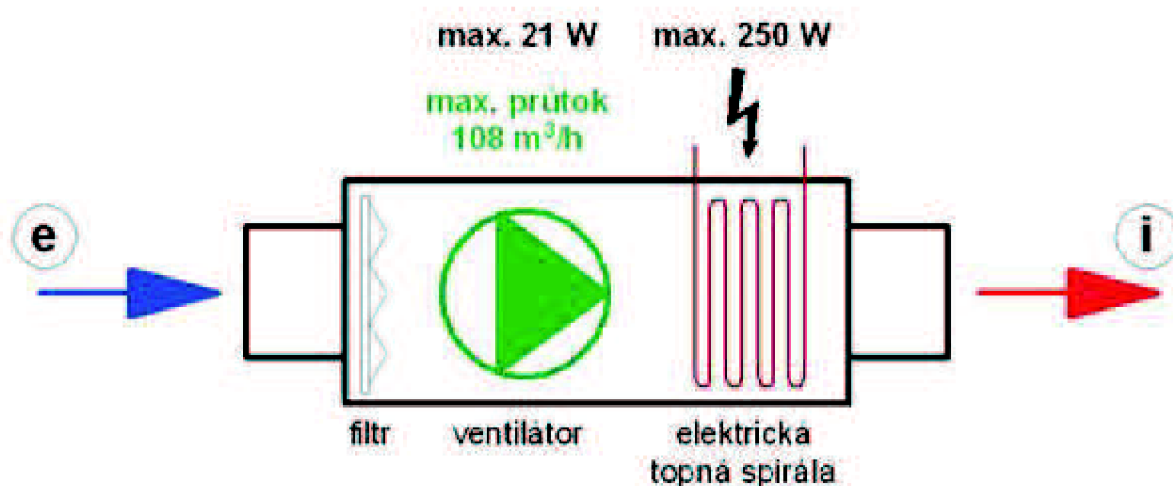
A. 5. 4 KOMPAKTNÍ JEDNOTKA

Tento decentrální systém tvoří rekuperační jednotka, tepelné čerpadlo a zásobník teplé vody. Tato jednotka řeší vedle větrání a přípravu teplé vody. Tepelné čerpadlo vzduch-voda odebírá teplo z odpadního vzduchu a ohřívá vodu v zásobníku. Systém je vhodný pouze pro objekty se dvěma vzduchotechnickými stoupačkami, které je nutno předem izolovat. Vzduch odváděný z jednotky má nízkou teplotu, na neizolovaném potrubí by kondensovala vlhkost.

[1]

A. 5.5 ŘÍZENÉ NUCENÉ VĚTRÁNÍ S ELEKTRICKOU TOPNOU SPIRÁLOU

System nuceného přetlakového větrání s elektrickou topnou spirálou se někdy objevuje jako alternativa, která řeší problém přivodu studeného vzduchu. Obvykle se jedná o běžnou ventilační jednotku doplněnou o 250 W elektrickou spirálu. Jednotka nasává venkovní vzduch z fasády, přehřeje jej topnou spirálou a systémem ventilace distribuuje vzduch do dílčích místností přetlakem. [1]



Obrázek č. 7: Systém řízeného nuceného větrání s elektrickou topnou spirálou

A. 6 SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI – ZDROJ TEPLA

V současné době je stále většina panelových domů napojena na centralizované zásobování teplem (CZT) a objekty jsou tak závislé na dodávce tepla z výtopen či tepláren. Hlavní výhodou CZT, zejména při spalování uhlí je vyšší účinnost, kvalitnější spalování a technologie čištění spalin ve srovnání s lokálními topeništi. Dalšími výhodami jsou bezpečnost dodávky a přesunutí zdroje znečištění mimo objekt či město. Rovněž rozptyl emisí je příznivější v porovnání s individuálním zdrojem tepla. Rekonstrukcí CZT na zemní plyn se výhoda vyšší účinnosti spalování snižuje, naopak nevýhoda ztrát v rozvodech vede k vyšším cenám tepla. [1]

A. 6. 1 PLYNOVÁ TEPELNÁ ČERPADLA

Plynová tepelná čerpadla vzduch-voda v zapojení s kondenzačními plynovými kotli se používají jako alternativa k elektrickým v případě, že není dostatečná kapacita přípojky. Na druhou stranu musí být dostatečná kapacita přípojky plynu. Jednotky se většinou umísťují na střechu na nosný rošt nebo do technického podlaží, zároveň je ovšem nutné řešit odtah spalin a přívod venkovního vzduchu. Oproti běžným tepelným čerpadlům s kompresorem poháněným elektrickým proudem mají plynová tepelná čerpadla nižší topný faktor, a to pouze 1,2 až 1,4, protože pracují na absorpčním principu. Tento rozdíl je ale dorovnán rozdílem ceny plynu a elektrické energie. [1], [3]

A. 6. 2 ELEKTRICKÁ TEPELNÁ ČERPADLA

Elektrická tepelná čerpadla se instalují v zapojení s elektrokotlem, který pokrývá špičky v tepelných ztrátách při nejnižších teplotách. U panelových domů se v praxi používají nejčastěji tepelná čerpadla vzduch-voda. V jejich okolí obvykle není pozemek, kde by bylo možno instalovat dostatečně velký zemní kolektor nebo hlubinný vrt pro odběr tepla ze země. Tato tepelná čerpadla vzduch-voda mají průměrný roční topný faktor kolem 2,7 (platí pro pohon elektrokotlem). Tepelná čerpadla se mohou obvykle v kaskádě umístit na střechu objektu, je ovšem nutné jednotky odhlučnit, aby kompresory nepůsobily rušivě na okolní objekty. Jinou možností je umístění tepelných čerpadel na předzahrádku panelového domu do kontejnerů nebo do technických místností, pokud vyhovují svoji velikostí. [1], [3]

A. 6. 3 VLASTNÍ PLYNOVÁ KOTELNA

Pokud je možné do panelového domu přivést dostatečnou přípojku zemního plynu, je možné jako zdroj tepla zvolit kotelnu s kaskádou kotlů na zemní plyn. Kondenzační kotle mají vyšší energetickou účinnost, protože využívají teplotu spalin. Jsou však dražší a, mají vysoké primární emise NO₂ a musí jim být přizpůsoben vytápěcí systém tak, aby teplota zpátečky byla nižší než teplota kondenzace spalin (asi 45-47 °C). Kotelna se opět umísťuje do

technického podlaží objektu a musí se pro ni vyřešit přívod čerstvého vzduchu a odtah spalin. Ten je nejčastěji veden po fasádě, výjimečně pak ve výtahové šachtě jako zvláštní požární úsek. Před výměnou zdroje se doporučuje nejdříve provést zateplení objektu a tím snížit tepelnou ztrátu a poté přesně dimenzovat zdroj tepla. Snížení tepelných ztrát objektu předpokládá přechod na nízkoteplotní systém vytápění, což umožní zachování stávající otopné soustavy. [1], [3]

A. 6. 4 MIKROGENERACE A KOGENERACE

Výhodou technologie společné výroby elektřiny a tepla (kogenerace), která se běžně používá ve velkých teplárnách, je vyšší účinnost využití primární energie. Kogenerační jednotku tvoří generátor pro výrobu elektřiny poháněný spalovacím motorem nebo spalovací turbínou. Odpadní teplo získané ze spalin, chladicí kapaliny a oleje motoru se využívá pro vytápění a přípravu teplé vody. Moderní technologie umožnily vytvoření velmi malých kompaktních jednotek, tzv. mikrogenerace, s elektrickým výkonem 2 až 10 kW a tepelným výkonem 30 až 50 kW. Jejich malý objem umožňuje instalaci ve sklepě nebo technickém podlaží bytového domu. Napojují se do elektrické sítě domu nebo přímo do rozvodné sítě a přes akumulární zásobník teplé vody na běžnou otopnou soustavu. Umožňují vyrábět elektřinu v případě potřeby a teplo jako vedlejší produkt nebo naopak. [1], [3]

A. 7 SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI – MĚŘENÍ A REGULACE

Po snížení celkové potřeby tepla na vytápění je žádoucí zachovat stávající otopnou soustavu. Je ovšem nutné snížit teplotní spád z původních obvyklých 90/70 °C na např. 70/50 °C a regulovat teplotu otopné vody (termickou kvalitativní regulací), ale také snížit průtok topného média (kvantitativní regulací). Teplotu otopné vody se doporučuje řídit ekvitemně, tedy na základě venkovní teploty. Osazením termostatických ventilů na otopná tělesa se sice využijí solární a vnitřní tepelné zisky, ale také dochází ke snižování průtoku otopné vody otopným tělesem a celkově otopnou soustavou. Proto je nutné vyměnit hlavní čerpadlo za čerpadlo, které reguluje průtok změnou otáček. Dále je nutné přihlédnout na

hydraulické vyvážení celé soustavy a osadit regulátory tlakové difference nebo regulátory průtoku otopné vody. [1]

A. 7.1 POMĚROVÉ MĚŘENÍ TEPLA

Skoro u většiny panelových domů je systém ústředního vytápění řešený tak, že jednotlivými byty prochází stoupačky, k nimž jsou připojeny radiátory. Důsledkem je to, že pro přesné měření spotřeby tepla v jednotlivých bytech by bylo nutno osadit kalorimetry na každém tělese. To by bylo velmi nákladné. Proto se spotřeba tepla měří „poměrovým měřením“, kdy je každý radiátor osazen indikátorem. Celková spotřeba tepla se měří obvykle v patě objektu pro celý dům a pak se rozpočítává podle údajů na indikátorech. Rozúčtování se provádí podle vyhlášky č. 372/2001 Sb. Jejím principem je snaha o spravedlivé rozdělení nákladů na vytápění mezi konečné spotřebitele. Každý byt tedy musí platit „základní složku“ nákladů na teplo (40 nebo 50 %). Tato složka se platí podle podlahové plochy. Teprve druhá část nákladů na teplo „spotřební složka“ (50 nebo 60 %), se rozúčtovává úměrně výši náměrů indikátorů s použitím korekcí a výpočtových metod. [1]



Obrázek č. 8: Indikátor topných nákladů

A. 7. 2 ROZÚČTOVÁNÍ TOPNÝCH NÁKLADŮ

V praxi se používají následující dva způsoby:

1) Rozúčtování topných nákladů dle poměrů velikosti podlahové plochy jednotlivých bytů (vyhláška č. 372/2001 Sb.). Tento způsob je možné použít v případě, že panelový dům není osazen poměrovými měřiči tepla.

Výhody:

- jednoduchost, vyúčtování si snadno udělá majitel domu
- nízké náklady na zpracování, na vyúčtování není třeba najímat externí firmu
- lépe respektuje dvousložkovou cenu dodavatele tepla

Nevýhody:

- nezohledňuje byty, které šetří tepelnou energií a ty, které plýtvají
- nemotivuje k šetrnému chování, uživatelé se spoléhají na průměr

2) Rozúčtování topných nákladů podle náměru poměrových měřidel instalovaných na jednotlivých otopných tělesech. V tomto případě se celkové spotřebované teplo v domě rozdělí na základní a spotřební složku viz předchozí odstavec (poměrové měření).

Výhody:

- měření motivuje obyvatele k šetrnému chování, úsporné vytápění snižuje náklady na vytápění

Nevýhody:

- nutnost pořídit poměrová měřidla na všechny otopná tělesa
- nutnost odečíst náměry z jednotlivých těles pokud není využit dálkový odečet
- poměrně složitý výpočet spotřeba tepla, který zpracovává externí firma
- pokud jsou v domě byty s malým náměrem, dochází k dalšímu zkreslení vlivem dvousložkové ceny tepla. [1]

A. 8 SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI – TEPLÁ VODA

A. 8. 1 SNIŽOVÁNÍ SPOTŘEBY TEPLÉ VODY

Teplá voda tvoří v nezatepleném panelovém domě asi 21 % z celkové spotřeby energie objektu. Čím více je objekt zateplen, tím vyšší je podíl energie potřebné na přípravu teplé vody. Cena teplé vody souvisí s použitým zdrojem tepla pro přípravu teplé vody. Nicméně na celkové náklady má vliv také její spotřeba, kterou ovlivňují obyvatelé sami.

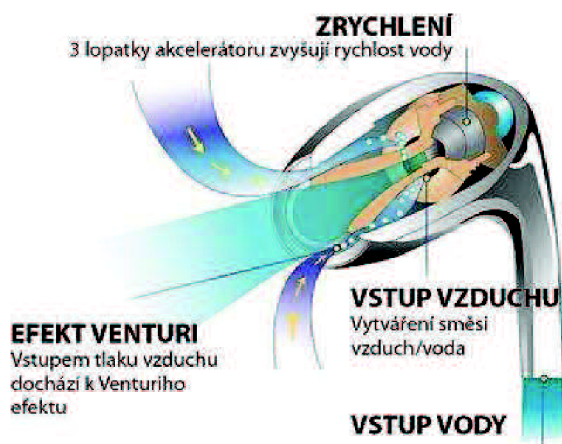
Odběrové místo	Spotřeba TV	Požadovaná teplota
Dřez	10 až 20 l	50 °C
Vana	130 až 180 l	40 °C
Sprcha	30 až 50 l	37 °C
Umyvadlo	10 až 15 l	37 °C
Mytí rukou	2 až 5 l	37 °C

Tabulka č. 3: Spotřeba a požadovaná teplota teplé vody

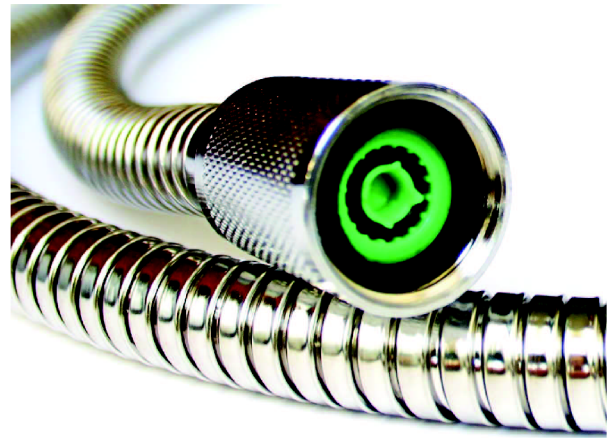
Náklady na teplou vodu lze na straně uživatele ovlivnit jejím množstvím a teplotou. Potřebu teplé vody snižuje instalace perlátorů u výtokových armatur nebo úsporných sprchových hadic. Požadovanou teplotu udržují termostatické baterie, které mají zároveň ochranu proti opaření. Perlátory směšují vodu se vzduchem, což zvětší objem proudu vody a zároveň díky zmenšení průtočného profilu zmenší její množství a zvýší rychlost proudění. Bublinky tvořené díky povrchovému napětí vody zvětšují její efektivní povrch a myjí lépe než voda bez nich. Perlátory je potřeba kontrolovat před usazením vodního kamene. Spotřebu teplé vody u vanové koupele nelze výrazně ovlivnit bez ztráty komfortu, protože je dána velikostí vany. [1], [7]



Obrázek č. 9: Termostatická baterie



Obrázek č. 10: Úsporná sprchová hlavice



Obrázek č. 11: Spořič vody

A. 8. 2 DISTRIBUCE TEPLÉ VODY

Teplá voda v rozvodech neustále chladne a je třeba ji dohřívát. Ve chvíli, kdy není teplá voda odebírána z žádného výtokového místa, slouží veškeré teplo dodané na přípravu teplé vody na pokrytí ztrát tepla v rozvodech. Cirkulační oběh teplé vody v rozvodech způsobuje značné ztráty tepla. Tuto ztrátu lze snížit následujícími opatřeními:

- minimalizací délky rozvodů teplé vody
- minimalizací délky cirkulačních rozvodů

- omezením tepelných ztrát rozvodů teplé vody a cirkulace pomocí tepelné izolace
- omezením běhu cirkulace na nezbytně nutnou dobu
- u dlouhých tras rozvodů teplé vody a cirkulace je nutné jejich hydraulické vyvážení

Další možností jak snižovat tepelné ztráty rozvodů je instalovat do každého bytu stanici s deskovým výměníkem. V bytové stanici se připravuje teplá voda průtočným způsobem pro všechna odběrová místa a pro všechna otopná tělesa. Regulátor ve stanici po dobu odběru teplé vody uzavírá okruh vytápění a 100 % je pro přípravu teplé vody. [1], [7]

A. 8. 3 ZDROJE TEPLA PRO PŘÍPRAVU TV

Použitím zdroje tepla, který bude co nejbližší místu odběru, snížíme ztráty v rozvodech na minimum. Zdroj tepla může být centrální pro celý objekt, který připravuje teplou vodu v centrálních zásobnících. Mezi centrální zdroje tepla patří tepelná čerpadla, solární kolektory a plynové kotle. Příprava teplé vody se může také decentralizovat a přenést do jednotlivých bytů, čímž zcela odpadají ztráty v cirkulačních rozvodech. Mezi lokální zdroje patří elektrické akumulární zásobníky, průtokové ohřívače a kompaktní jednotky se zabudovaným tepelným čerpadlem určené i pro větrání.

Lokální zdroje:

Lokální způsob přípravy teplé vody přímo v bytech může být řešen tak, že voda v koupelně je ohřívána v akumulárním zásobníku a v kuchyni pomocí průtokového ohřívače, který je co nejbližší dřezu. Lokálně lze připravovat teplou vodu pomocí kompaktní jednotky. Pro předeřtání vody je v této jednotce využíváno teplo z odpadního větracího vzduchu. Další výhodou lokální přípravy teplé vody je možnost využití levnějšího tarifu elektrické energie pro domácnosti.

Tepelná čerpadla:

Pro zachování centrální přípravy teplé vody pro celý objekt, lze jako zdroj zvolit plynovou kotelnu, tepelná čerpadla v zapojení s elektrokotli nebo kotli na zemní plyn. Tepelné čerpadlo vzduch-voda spotřebovává pro přípravu teplé vody o to méně elektrické energie, o kolik teplejší vzduch k čerpadlu přivádíme. V létě je tak spotřeba tepla pro přípravu teplé vody asi o 10 % nižší než v zimě.

Solární systémy:

Tento systém je pro panelové domy ekonomicky výhodný. Solární kolektory mohou sloužit jako zdroj části energie pro přípravu teplé vody, tím se sníží náklady na její přípravu a zvýší se energetická nezávislost domu. Výhodou tohoto systému je, že se jedná o obnovitelný zdroj energie, který snižuje negativní dopady výroby tepla na životní prostředí. Základním předpokladem pro návrh solárního systému je znalost spotřeby teplé vody během roku. Systém je třeba dimenzovat tak, aby v letních měsících přebytky energie neohrožovaly jeho funkci a aby snesl provoz bez odběru. [1]

A. 9 SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI – ELEKTRÍNA

A. 9.1 OSVĚTLENÍ

Umělé osvětlení musí splňovat požadavky na zrakovou pohodu a světelný výkon. Z hlediska energetických úspor je rozhodující používání účinných zdrojů světla. Světelný výkon je údaj důležitý pro stanovení úrovně osvětlení. Z hlediska porovnání účinnosti zdrojů a jejich energetické spotřeby je zřetelnější tzv. měrný světelný výkon. Například žárovka o příkonu 100 W má měrný světelný výkon 13 lm/W a kompaktní zářivka o příkonu 21 W dokonce 57 lm/W. V místnosti s trvalým pobytem osob je nutné použít zdroj s určitou kvalitou světla. Ta se vyjadřuje indexem podání barev, který by měl být vyšší než 80.

Druh prostoru nebo činnosti	Osvětlenost
Chodby	100 lx
Koupelny	200 lx
Kuchyně	500 lx
Jídelny	200 lx
Dětské pokoje	300 lx
Obývací pokoje	300 – 500 lx
Schodiště	150 lx
Psaní, čtení	500 lx

Kreslení	750 lx
Práce na počítači	300 – 500 lx

Tabulka č. 4: Požadavky na osvětlení [1]

A. 9. 2 FOTOVOLTAIKA

Na panelovém domě může být instalována fotovoltaická elektrárna. To odpovídá požadavku nezabírat jejich stavbou nové plochy. Tato elektrárna může zvýšit nezávislost a bezpečnost domu proti výpadku energie. Fotovoltaická elektrárna může být umístěná na střeše nebo na fasádě domu. Je třeba zajistit, aby nosné prvky fotovoltaických panelů nevytvářely tepelné mosty obalových konstrukcí. Také je potřeba vyřešit jejich odvětrávání, protože při oslunění roste jejich teplota a tím klesá účinnost. Z hlediska využitelné plochy pro instalaci panelů mají velký vliv stíněná místa od zástavby na střeše (od výtahových šachet, komunikačních zařízení antén mobilních operátorů, WiFi atd.). Zajímavou možností je instalování fotovoltaické střešní krytiny. Jde o hydroizolační fólii s pruhy amorfního křemíku. Výhodou je, že nezáleží na orientaci domu vůči světovým stranám a elektrárna není na domě vidět. Nevýhodou je, že pásy krytiny se nedají řezat podle potřeby. V místě napojení průduchů, větracích hlavic a podobně je třeba instalovat tvarovky, což krytinu prodražuje. [1]

A. 9. 3 ELEKTROSPOTŘEBIČE

Energetický štítek je dobrý nástroj pro úspory energie, ale i pro rychlé zjištění ostatních kvalit spotřebičů. Výhodou je, že nastavuje pro všechny výrobce stejné podmínky. Například od 1. července 2010 není možné prodávat lednice a mrazáky třídy B, C a horší. Od 1. července 2012 je pak omezen i prodej spotřebičů třídy A, z nichž zůstaly v prodeji jen ty nejúčinnější. Od poloviny roku 2014 budou na trhu EU dostupná chladicí zařízení energetické třídy A+. Od konce listopadu 2011 je zavedena povinnost používání štítků i pro televizory. [1]

A. 10 ZÁVĚR

Tato část podává informace o jednotlivých úsporných opatřeních, které můžeme provést při rekonstrukci panelového domu. Pro posuzovaný panelový dům ve druhé části Diplomové práce jsem zvolil opatření týkající se stavební konstrukce budovy, přípravy teplé vody a větrání s rekuperací.

B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ

B. 1 ÚVOD - TĚMĚŘ NULOVÁ SPOTŘEBA ENERGIE

Novela směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov, která byla schválena dne 19. května 2010, a vstoupila v platnost 31. května 2010, definuje povinnosti jednotlivých členských států Evropské unie. Cílem je do roku 2020 „přinutit“ členské státy Evropské unie, aby všechny budovy postavené od tohoto roku měly téměř nulovou spotřebu energie. Další cíle jsou: zavedení energetických standardů při rekonstrukci budov, motivace trhu rozšířením a zveřejňováním průkazů budov, zavedení pravidelných kontrol správné funkčnosti energetického vybavení budov a využití obnovitelných zdrojů v budovách.

Směrnice neposkytuje přesnou definici budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Evropská unie bude od členských států vyžadovat, aby spotřeba energie byla „velmi nízká“. Měrná roční potřeba tepla na vytápění by pro bytový dům měla být v rozsahu 0-15 kWh/m² podlahové plochy, pro rodinný dům 0-20 kWh/m² podlahové plochy. [8]

Navrhováním různých opatření pro snížení potřeby energie se budu snažit docílit toho, aby posuzovaný bytový dům měl téměř nulovou spotřebu energie. To znamená, že jeho měrná roční potřeba tepla na vytápění bude v rozmezí 0-15 kWh/m².

B. 2 POPIS STÁVAJÍCÍHO OBJEKTU

B. 2. 1 STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

Hodnocenou budovou je čtyřpodlažní bytový dům v Brně - Bystrci na ulici Vondrákova, č.p. 30-32. Objekt má půdorysný tvar obdélníku o rozměrech 29,19 x 11,19 m a jeho výška je 13,75 m. Bytový dům je podsklepen. Jeho součástí je 20 bytových jednotek. Jedná se o typ panelové soustavy T-06B. Hlavní vchod do budovy má severovýchodní orientaci. Na jihovýchodní straně částečně sousedí s jiným bytovým domem. Objekt byl postaven v roce 1975 a je z betonových panelů. Obvodové panely mají tloušťku 270 mm, meziokenní panely mají tloušťku 250 mm. Vnitřní stěny jsou 150 mm široké. Strop nad suterénem tvoří železobetonový panel tloušťky 175 mm. Podlaha ve sklepě je betonová.

Střecha je plochá jednoplášťová. Celková podlahová plocha obytných místností je 1 162 m² a objem obytných místností je 3 021 m³. (Výkres č. 1: Situace objektu)



Obrázek č. 12: Poloha objektů

B. 2. 2 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ

Většina stavebních materiálů používaných na obvodové konstrukce nevyhovuje současným požadavkům na tepelně technické vlastnosti, proto se používá pro zlepšení těchto vlastností zateplení tepelnou izolací. Pouze okna, sklepní okna a balkonové sestavy prošly rekonstrukcí a byly vyměněny za plastové s izolačním dvojsklem – s celkovým součinitelem prostupu tepla $U = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Tepelně technické vlastnosti se vyjadřují hodnotou součinitele prostupu tepla. Tato hodnota udává kolik tepla konstrukce propustí v jednom metru čtverečním plochy konstrukce při teplotním rozdílu jednoho kelvinu. Hodnota se označuje jako $U [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$. Čím je hodnota součinitele prostupu tepla nižší, tím má konstrukce lepší tepelně technické vlastnosti. Norma ČSN 730540 udává požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. [9]

Po provedení výpočtu v početním programu TEPLA 2010 (Příloha č.: 1) bylo zjištěno, že součinitele prostupu tepla nevyhovují normě ČSN 730540 – Tepelná ochrana budov, proto musí být navrženo opatření pro snížení těchto součinitelů (Příloha č.: 2). Varianta č. 1 zahrnuje tyto opatření: zateplení obvodových konstrukcí, zateplení stropu nad posledním obytným podlažím, zateplení vnitřních stěn v suterénu a zateplení stropu nad suterénem +

příprava teplé vody solárními kolektory. Varianta č. 2 zahrnuje tyto opatření: zateplení obvodových konstrukcí a zateplení stropu nad posledním obytným podlažím + příprava teplé vody solárními kolektory + zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu. Tyto varianty řeší část B 4.

B. 2. 3 ENERGETICKÉ SYSTÉMY

Vytápění je zajištěno centrálním zásobováním tepla z plynové kotelny. Teplá voda je dodávána také odtud.

Elektrická energie slouží umělému osvětlení bytových jednotek a společných prostor a pro napojení domácích spotřebičů.

Plyn se v objektu používá k vaření. Každá bytová jednotka je vybavena plynovým sporákem.

Z fakturačních údajů za roky 2008, 2009 a 2010, které poskytl investor je stanovena průměrná roční spotřeba tepla na vytápění 390,6 GJ a průměrná cena tohoto tepla je 217 784 Kč. Průměrná roční potřeba tepla na přípravu teplé vody 141,85 GJ a průměrná cena tohoto tepla je 77 983 Kč. Osvětlení společných prostor za rok je v průměru 0,524 MWh a cena je 5 777 Kč.

Energie/rok	2008	2009	2010
Spotřeba tepla na vytápění	389,41 GJ	389,88 GJ	392,51 GJ
Spotřeba tepla na přípravu TV	145,04 GJ	144,62 GJ	135,88 GJ
Spotřeba energie na osvětlení	0,694 MWh	0,421 MWh	0,458 MWh

Tabulka č. 5: Roční spotřeby energií za roky 2007, 2008 a 2009

B. 2. 4 UŽÍVÁNÍ OBJEKTU

Bytový dům se nachází v Brně – Bystrci. V objektu je 20 bytových jednotek, které obývá 60 osob. Délka otopného období je 232 dní, s průměrnou venkovní teplotou v tomto období 4°C. Brno má střední nadmořskou výšku 259 m n. m. Objekt je řešený jako jednozónový. Výměna vzduchu v budově byla uvažována 0,5 h⁻¹ v obytných místnostech a

v ostatních $0,35 \text{ h}^{-1}$. Objekt je využíván po dobu celého roku a systém vytápění je souvislý nepřerušovaný.

B. 2. 5 POTŘEBA ENERGIE PRO JEDNOTLIVÉ SYSTÉMY TZB

Roční potřeba tepla na vytápění byla pomocí výpočtového softwaru Excel (dle vyhl. 148/2007 Sb., zákon 406/2000 Sb. a zákon 177/2006 Sb.) stanovena $481,2 \text{ GJ}\cdot\text{rok}^{-1}$ neredukovaná a redukováná roční potřeba tepla na vytápění $326,6 \text{ GJ}\cdot\text{rok}^{-1}$. Potřeba tepla na přípravu teplé vody je $121 \text{ GJ}\cdot\text{rok}^{-1}$. Ostatní energie je $110 \text{ GJ}\cdot\text{rok}^{-1}$. Tepelné ztráty prostupem u výchozího stavu jsou $54,13 \text{ kW}$ a tepelné ztráty větráním $15,1 \text{ kW}$, což je celkem $69,23 \text{ kW}$. Měrná roční potřeba tepla na vytápění je 83 kWh/m^2 za rok, což znamená, že u výchozího stavu je požadovaná hodnota pro objekty s „téměř nulovou spotřebou energie“ překročena o 68 kWh/m^2 za rok. Dále u výchozího stavu je měrná roční potřeba tepla na přípravu teplé vody 32 kWh/m^2 za rok a měrná roční potřeba elektrické energie na osvětlení 17 kWh/m^2 .

ÚT				
Dodaná energie	367,233	GJ	Teplo	
Pomocná energie	0,670	GJ	Elektrická energie	
ÚT celkem	367,903	GJ		
Epa	83	kWh/m ² .rok-1		63%
TUV				
Dodaná energie	141,702	GJ	Teplo	
Pomocná energie	0,518	GJ	Elektrická energie	
TUV celkem	142,220	GJ		
Epa	32	kWh/m ² .rok-1		24%
VZT				
Dodaná energie	0,000	GJ	Teplo	
Pomocná energie	0,000	GJ	Elektrická energie	
VZT celkem	0,000	GJ		
Epa	0	kWh/m ² .rok-1		0%
Osvětlení				
Dodaná energie	75,402	GJ	Elektrická energie	
Osvětlení celkem	75,402	GJ	Elektrická energie	
Epa	17	kWh/m ² .rok-1		13%
Celkem EP	585,524	GJ		100%

Tabulka č. 6: Potřeba energie celkem pro výchozí stav

Varianta	Q_c	d	t_{im}	t_{es}	t_e	e_i	e_t	e_d	η	$E_{v(z)}^W$	$E_{v(z)}^J$
Výchozí stav	<i>W</i>	<i>den</i>	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	-	-	-	-	-	<i>MWh.rok₁</i>	<i>GJ.rok₁</i>
Potřeba tepla - neredukovaná	69 230	232	19,23	4	-12	0,9	0,8	1,0		133,7	481,2
Potřeba tepla - redukována										90,7	326,6
Solární zisky	16 673									10,7	38,3
Zisky z osvětlení	3770									13,1	47,3
Ostatní vnitřní zisky	4946,68									19,2	69,1
Zisky celkem	25 390								0,7	43,0	154,7

Tabulka č. 7: Energie na vytápění výchozí stav

Potřeba energie na provoz vzduchotechnických zařízení není nulová, jak je uvedeno v tabulce, s touto energií se neuvažuje. Nejsou známy parametry digestoří a ventilátorů na WC.

B. 3 STAVEBNÍ KONSTRUKCE – STÁVAJÍCÍ STAV

B. 3.1 KONSTRUKCE VODOROVNÉ

B. 3.1.1 PODLAHA NA TERÉNU

U konstrukce podlahy na terénu jsem uvažoval pouze vrstvu nad hydroizolací, protože vrstvy pod touto izolací mohou být navlhle od zeminy a mít výrazně odlišné tepelně-technické vlastnosti. Plocha této konstrukce je 46,69 m². Odděluje vytápěnou část sklepních prostor se schodištěm od zeminy.

Součinitel prostupu tepla této konstrukce je $U = 3,53 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota nevyhoví požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučené a požadované hodnoty součinitele prostupu tepla jsou výrazně nižší než hodnota vypočtená. $U_N = 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a $U_{dop} = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Betonová mazanina	0,15	1,23

Tabulka č. 8: Skladba konstrukce S9

B. 3.1.2 STROP MEZI SKLEPEM A 1.NP

Tato konstrukce odděluje vytápěnou zónu od nevytápěných sklepních prostor. Plocha této konstrukce je 279,95 m².

Součinitel prostupu tepla konstrukce S1 je $U = 2,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_{\text{N}} = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Nášlapná vrstva	0,01	0,17
Železobetonový panel	0,15	1,74
Omítka vápenocementová	0,015	0,99

Tabulka č. 9: Skladba konstrukce S1

B. 3.1.3 STŘEŠNÍ PLÁŠŤ

Tato konstrukce odděluje vytápěnou zónu od exteriéru. Plocha této konstrukce je 326,64 m².

Součinitel prostupu tepla konstrukce S2 je $U = 0,54 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_{\text{N}} = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,15	1,74
Keramzitbeton	0,12	0,56
A 400 H	0,0007	0,21
Pěnový polystyren	0,08	0,051
A 400 H	0,0007	0,21

Tabulka č. 10: Skladba konstrukce S2

B. 3.1.4 STROP NAD VCHODEM

Tato konstrukce odděluje vytápěnou zónu od exteriéru. Plocha této konstrukce je 10,275 m².

Součinitel prostupu tepla konstrukce S8 je $U = 3,71 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_N = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,13	1,74
Cementový potěr	0,02	1,16
Dlažba keramická	0,03	1,01

Tabulka č. 11: Skladba konstrukce S8

B. 3.1.5 STROP POSLEDNÍ LODŽIE

Tato konstrukce odděluje vytápěnou zónu od exteriéru. Plocha této konstrukce je 10,275 m².

Součinitel prostupu tepla konstrukce S7 je $U = 3,52 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_{\text{N}} = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Železobetonový panel	0,1	1,74
Omítka vápenocementová	0,025	0,99

Tabulka č. 12: Skladba konstrukce S7

B. 3.2 KONSTRUKCE SVISLÉ

B. 3.2.1 OBVODOVÁ STĚNA

Tato konstrukce odděluje vytápěnou část objektu od exteriéru. Skládá se z průčelí $264,378 \text{ m}^2$, štítu $161,778 \text{ m}^2$ a čelní stěny lodžie $30,55 \text{ m}^2$. Celkem $456,706 \text{ m}^2$.

Součinitel prostupu tepla konstrukce obvodových stěn je $U = 0,76 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_{\text{N}} = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,15	1,74
Pěnový polystyren	0,06	0,051
Železobetonový panel	0,06	1,74
Omítka vápenocementová	0,025	0,99

Tabulka č. 13: Skladba konstrukce S3

B. 3.2.2 OBVODOVÁ STĚNA (MEZIOKENNÍ PANEL)

Tato konstrukce odděluje vytápěnou část objektu od exteriéru. Plocha této konstrukce je 100,352 m².

Součinitel prostupu tepla konstrukce obvodových stěn je $U = 0,77 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_{\text{N}} = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,13	1,74
Pěnový polystyren	0,06	0,051
Železobetonový panel	0,06	1,74
Omítka vápenocementová	0,025	0,99

Tabulka č. 14: Skladba konstrukce S4

B. 3.2.3 STĚNA VE SKLEPĚ STYK SE ZEMINOU

Tato konstrukce odděluje vytápěnou část objektu od zeminy. Je uvažována pouze skladba od interiéru po hydroizolaci, protože materiál za ní by mohl být nasáklý vodou a jeho tepelně-technické vlastnosti by byly výrazně odlišné. Plocha této konstrukce je 10,575 m².

Součinitel prostupu tepla konstrukce stěn ve styku se zemínou je $U = 0,79 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_{\text{N}} = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,15	1,74
Pěnový polystyren	0,06	0,051
Železobetonový panel	0,06	1,74

Tabulka č. 15: Skladba konstrukce S10

B. 3.2.4 STĚNA VNITŘNÍ (SKLEP)

Tato konstrukce odděluje vytápěnou část objektu od nevytápěného suterénu. Plocha této konstrukce činí 91,044 m².

Součinitel prostupu tepla konstrukce obvodových stěn je $U = 2,76 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_N = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,15	1,74
Omítka vápenocementová	0,015	0,99

Tabulka č. 16: Skladba konstrukce S5

B. 3.2.5 STĚNA LODŽIE (BOČNÍ)

Tato konstrukce odděluje vytápěnou část objektu od exteriéru. Plocha této konstrukce činí 37,4 m².

Součinitel prostupu tepla konstrukce obvodových stěn je $U = 0,75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota nevyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_{\text{N}} = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,15	1,74
Pěnový polystyren	0,06	0,051
Zdivo z CPP	0,06	0,8
Omítka vápenocementová	0,025	0,99

Tabulka č. 17: Skladba konstrukce S6

B. 3.3 KONSTRUKCE TRANSPARENTNÍ

Okna, sklepní okna a balkonové sestavy jsou v objektu již zrekonstruovány. Součinitel prostupu tepla těchto konstrukcí je $U = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Vstupní dveře mají hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Plocha všech těchto konstrukcí je $231,5 \text{ m}^2$.

B. 3.4 KONSTRUKCE V NEVYTÁPĚNÉM PROSTORU

Konstrukce v nevytápěném prostoru jsou již popsány v odstavci B 3.1, B 3.2 a B 3.3. Plochy jednotlivých konstrukcí jsou rozděleny: podlaha na terénu $279,95 \text{ m}^2$, strop nad 1.PP $279,95 \text{ m}^2$, stěna vnitřní k 1.PP $91,044 \text{ m}^2$, okna $12,155 \text{ m}^2$, dveře $4,158 \text{ m}^2$, stěna (zemina) $85,1524 \text{ m}^2$ a stěny (exteriér) $90,9105 \text{ m}^2$.

B. 4 STAVEBNÍ KONSTRUKCE – NAVRŽENÉ OPATŘENÍ

B. 4.1 KONSTRUKCE VODOROVNÉ

B. 4.1.1 1. OPATŘENÍ – ZATEPLENÍ STROPU MEZI SKLEPEM A 1.NP

Tato konstrukce odděluje vytápěnou zónu od nevytápěných sklepních prostor. Plocha této konstrukce je 279,95 m². Na stávající konstrukci budou přichyceny desky z PUR pěny pomocí lepicí stěrky a potom na ně nanesena omítka. Zvolil jsem PUR pěnu pro izolaci stropu ze strany sklepních prostor, protože PUR pěna má lepší izolační vlastnosti než pěnový polystyren. Kvůli těmto lepším izolačním vlastnostem můžeme použít pro izolaci menší tloušťku PUR pěny a zbytečně tak nesnižujeme světlou výšku sklepních prostor.

Součinitel prostupu tepla stropu mezi sklepem a 1.NP je $U = 0,34 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Tato hodnota vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_N = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Snažil jsem se navrhnout opatření tak, abych součinitel prostupu tepla snížil pod doporučenou hodnotu a tím výrazněji omezil úniky tepla.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Nášlapná vrstva	0,01	0,17
Železobetonový panel	0,15	1,74
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Lepicí stěrka	0,003	0,8
System PUR izolace	0,06	0,023
Omítka vápenocementová	0,015	0,99

Tabulka č. 18: Skladba konstrukce S16

Požizovací cena:

Opatření	Plocha A [m ²]	Cena [Kč/ m ²]	Cena celkem
Zateplení PUR pěna 60 mm	279,95	920	257 554
Práce	279,95	250	69 990
Celkem	279,95	1 170	327 544

Tabulka č. 19: Pořizovací cena opatření č. 1

B. 4.1.2 2. OPATŘENÍ – ZATEPLENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ

Tato konstrukce odděluje vytápěnou zónu od exteriéru. Plocha této konstrukce je 326,64 m². Ze stávající konstrukce bude odstraněna lepenka A 400 H a na stávající pěnový polystyren bude rozložena minerální vlna MONROCK MAX E o tloušťce 240 mm. Na tuto izolaci budou přichyceny dva pásy fólie Profol G.

Součinitel prostupu tepla střešního pláště je $U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_N = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Snažil jsem se navrhnout opatření tak, abych součinitel prostupu tepla snížil pod doporučenou hodnotu a tím výrazněji omezil úniky tepla.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,15	1,74
Keramzitbeton	0,12	0,56
A 400 H	0,0007	0,21
Pěnový polystyren	0,08	0,051
MONROCK MAX E	0,24	0,039
Profol G	0,002	0,16
Profol G	0,002	0,16

Tabulka č. 20: Skladba konstrukce S14

Požizovací cena:

Opatření	Plocha A [m ²]	Cena [Kč/ m ²]	Cena celkem
Zateplení MONROCK MAX E 240 mm	326,64	1 450	473 628
Práce	326,64	250	81 660
Celkem	326,64	1 700	555 288

Tabulka č. 21: Pořizovací cena opatření č. 2

B. 4.1.3 3. OPATŘENÍ – ZATEPLENÍ STROPU NAD VCHODEM

Tato konstrukce odděluje vytápěnou zónu od exteriéru. Plocha této konstrukce je 10,275 m². Na stávající konstrukci bude ze strany interiéru přichycena lepicí stěrka izolace z PUR pěny o tloušťce 100 mm. Tato izolace bude použita kvůli svým dobrým tepelně izolačním vlastnostem, aby nedošlo ke zbytečnému snížení světlé výšky.

Součinitel prostupu tepla stropu nad vchodem je $U = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_N = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Snažil jsem se navrhnout opatření tak, abych součinitel prostupu tepla snížil pod požadovanou hodnotu a tím výrazněji omezil úniky tepla.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Systém PUR izolace	0,1	0,023
Lepicí stěrka	0,003	0,8
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,13	1,74
Cementový potěr	0,02	1,16
Dlažba keramická	0,03	1,01

Tabulka č. 22: Skladba konstrukce S20

Požizovací cena:

Opatření	Plocha A [m ²]	Cena [Kč/ m ²]	Cena celkem
Zateplení PUR pěna 100 mm	10,275	1 400	14 385
Práce	10,275	250	2 569
Celkem	10,275	1 650	16 954

Tabulka č. 23: Pořizovací cena opatření č. 3

B. 4.1.4 4. OPATŘENÍ – ZATEPLENÍ STROPU POSLEDNÍ LODŽIE

Tato konstrukce odděluje vytápěnou zónu od exteriéru. Plocha této konstrukce je 10,275 m². Na stávající konstrukci budou přichyceny izolační desky z PUR pěny pomocí lepicí stěrky. Na tuto izolaci bude nanesena, termo omítka a na ni jemná štuková omítka.

Součinitel prostupu tepla stropu poslední lodžie je $U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_N = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Snažil jsem se navrhnout opatření tak, abych součinitel prostupu tepla snížil pod požadovanou hodnotu a tím výrazněji omezil úniky tepla.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Železobetonový panel	0,1	1,74
Omítka vápenocementová	0,025	0,99
Lepicí stěrka	0,004	0,8
Systém PUR izolace	0,12	0,023
Termo omítka	0,02	0,1
Jemná štuková omítka	0,003	0,8

Tabulka č. 24: Skladba konstrukce S17

Požizovací cena:

Opatření	Plocha A [m ²]	Cena [Kč/ m ²]	Cena celkem
Zateplení PUR pěna 120 mm	10,275	1 640	16 851
Práce	10,275	250	2 569
Celkem	10,275	1 890	19 420

Tabulka č. 25: Pořizovací cena opatření č. 4

B. 4.2 KONSTRUKCE SVISLÉ**B. 4.2.1 5. OPATŘENÍ – ZATEPLENÍ OBVODOVÉ STĚNY**

Tato konstrukce odděluje vytápěnou část objektu od exteriéru. Skládá se z průčelí 264,378 m², štítu 161,778 m² a čelní stěny lodžie 30,55 m². Celkem 456,706 m². Na stávající konstrukci bude lepící stěrkou přichycen pěnový polystyren Rigips Grey Wall tloušťky 120 mm. Tento typ izolace byl použit, protože má lepší izolační vlastnosti než běžný pěnový polystyren a můžeme dosáhnout doporučených hodnot součinitele prostupu tepla.

Součinitel prostupu tepla konstrukce obvodových stěn je $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_N = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Snažil jsem se navrhnout opatření tak, abych součinitel prostupu tepla snížil pod doporučenou hodnotu a tím výrazněji omezil úniky tepla.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,15	1,74
Pěnový polystyren	0,06	0,051
Železobetonový panel	0,06	1,74
Omítka vápenocementová	0,025	0,99

Lepící stěrka	0,004	0,8
Rigips Grey Wall	0,12	0,03
Termo omítka	0,01	0,1
Jemná štuková omítka	0,003	0,8

Tabulka č. 26: Skladba konstrukce S11

Pořizovací cena:

Opatření	Plocha A [m²]	Cena [Kč/ m²]	Cena celkem
Zateplení Grey Wall 120 mm	456,706	330	150 713
Práce	456,706	800	365 375
Celkem	456,706	1 130	516 088

Tabulka č. 27: Pořizovací cena opatření č. 5

B. 4.2.2 6. OPATŘENÍ - ZATEPLENÍ OBVODOVÉ STĚNY (MEZIOKENNÍ PANEL)

Tato konstrukce odděluje vytápěnou část objektu od exteriéru. Plocha této konstrukce je 100,352 m². Na stávající konstrukci bude lepící stěrkou přichycen pěnový polystyren Rigips Grey Wall tloušťky 140 mm. Tento typ izolace byl použit, protože má lepší izolační vlastnosti než běžný pěnový polystyren a můžeme dosáhnout doporučených hodnot součinitele prostupu tepla. U meziokenních panelů je tloušťka polystyrenu o 20 mm větší, protože meziokenní panel je právě o 20 mm užší než panel standardní.

Součinitel prostupu tepla konstrukce obvodových stěn je $U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_N = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Snažil jsem se navrhnout opatření tak, abych součinitel prostupu tepla snížil pod doporučenou hodnotu a tím výrazněji omezil úniky tepla.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,13	1,74
Pěnový polystyren	0,06	0,051
Železobetonový panel	0,06	1,74
Omítka vápenocementová	0,025	0,99
Lepící stěrka	0,004	0,8
Rigips Grey Wall	0,14	0,03
Termo omítka	0,01	0,1
Jemná štuková omítka	0,003	0,8

Tabulka č. 28: Skladba konstrukce S12

Požizovací cena:

Opatření	Plocha A [m ²]	Cena [Kč/ m ²]	Cena celkem
Zateplení Grey Wall 140 mm	100,352	390	39 099
Práce	100,352	800	80 282
Celkem	100,352	1 190	119 381

Tabulka č. 29: Pořizovací cena opatření č. 6

B. 4.2.3 7. OPATŘENÍ - ZATEPLENÍ VNITŘNÍ STĚNY (SKLEP)

Tato konstrukce odděluje vytápěnou část objektu od nevytápěného suterénu. Plocha této konstrukce činí 91,044 m². Ke stávající konstrukci bude lepící stěrkou přichycena minerální vlna Isover Orsil Uni o tloušťce 100 mm a na ni pak nanesena vápenocementová omítka.

Součinitel prostupu tepla konstrukce obvodových stěn je $U = 0,37 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_{\text{N}} = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Snažil jsem se navrhnout opatření tak, abych součinitel prostupu tepla snížil pod doporučenou hodnotu a tím výrazněji omezil úniky tepla.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,15	1,74
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Lepící stěrka	0,003	0,8
Isover Orsil Uni	0,1	0,04
Omítka vápenocementová	0,015	0,99

Tabulka č. 30: Skladba konstrukce S18

Požizovací cena:

Opatření	Plocha A [m ²]	Cena [Kč/ m ²]	Cena celkem
Zateplení Isover Orsil Uni 100 mm	91,044	250	22 761
Práce	91,044	250	22 761
Celkem	91,044	500	45 522

Tabulka č. 31: Pořizovací cena opatření č. 7

B. 4.2.4 8. OPATŘENÍ – ZATEPLENÍ STĚNY LODŽIE (BOČNÍ)

Tato konstrukce odděluje vytápěnou část objektu od exteriéru. Plocha této konstrukce činí 37,4 m². Na stávající konstrukci budou přichyceny pomocí lepící stěrky izolační desky z PUR pěny o tloušťce 80 mm. Tato izolace byla použita, aby nedošlo ke snížení plochy lodžie. Má lepší izolační vlastnosti než ostatní izolace a tím je jich potřeba menší tloušťka.

Součinitel prostupu tepla konstrukce obvodových stěn je $U = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tato hodnota vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 05 40. Vyhoví pouze pro požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla, doporučenou hodnotu jen mírně překročí. Doporučená hodnota je $U_{\text{dop}} = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla je $U_{\text{N}} = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Snažil jsem se navrhnout opatření tak, abych součinitel prostupu tepla snížil pod doporučenou hodnotu a tím výrazněji omezil úniky tepla. U této konstrukce se to bohužel nepodařilo, ale je splněna podmínka požadovaná normou ČSN 73 05 40.

Skladba konstrukce:

Název vrstvy	Tloušťka vrstvy [m]	Souč. tepelné vodivosti [W/(m·K)]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99
Železobetonový panel	0,15	1,74
Pěnový polystyren	0,06	0,051
Zdivo z CPP	0,06	0,8
Omítka vápenocementová	0,025	0,99
Lepící stěrka	0,004	0,8
Systém PUR izolace	0,08	0,023
Termo omítka	0,01	0,1
Jemná štuková omítka	0,003	0,8

Tabulka č. 32: Skladba konstrukce S13

Požizovací cena:

Opatření	Plocha A [m ²]	Cena [Kč/ m ²]	Cena celkem
Zateplení PUR pěna 80 mm	37,4	1 160	43 384
Práce	37,4	800	29 920
Celkem	37,4	1 960	73 304

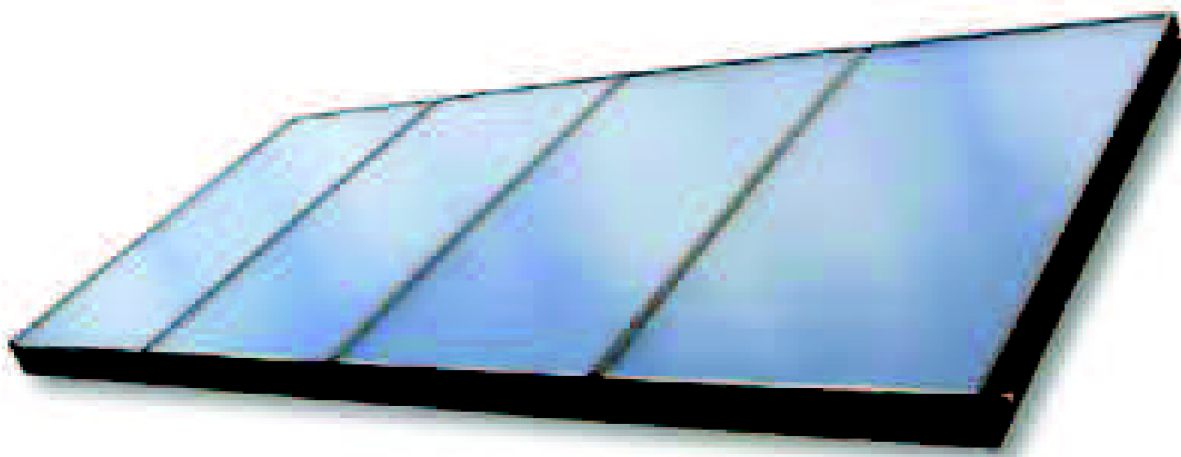
Tabulka č. 33: Pořizovací cena opatření č. 8

B. 4.3 9. OPATŘENÍ – PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY SOLÁRNÍMI KOLEKTORY

B. 4.3.1 OBECNÉ ÚDAJE O SOLÁRNÍ SOUSTAVĚ

Toto úsporné opatření umožní přípravu teplé vody pomocí solárních kolektorů. Od května do září energie ze solárních kolektorů pokryje celou přípravu teplé vody. Ve zbylých měsících solární kolektory budou vodu předehřívát a dohřev budou za pomoci stávajícího centrálního zásobování teplem. Solární panely budou umístěny na ploché střeše a budou orientovány na jihovýchodní stranu. Pokrytí roční potřeby tepla bude skoro 58%. Kolektorové

pole se bude skládat z 6 solárních kolektorů SUNTIME 2.4. Plocha apertury jednoho kolektoru je 7,36 m², objem teplotnosné kapaliny v kolektoru 4,4 l a průtok kolektorem 300 l/h. Typ solární soustavy je Drain-back. [10]



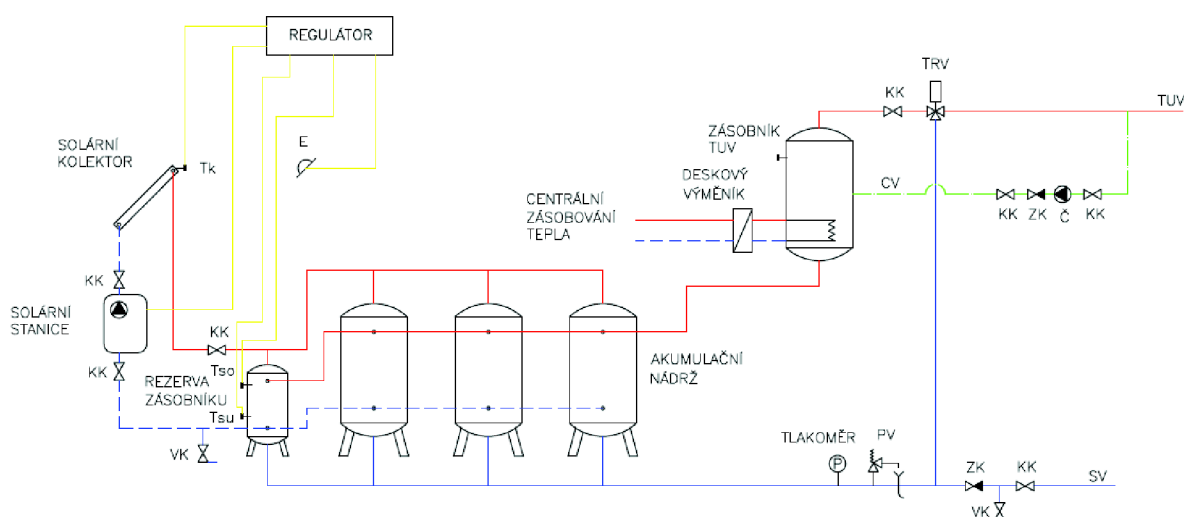
Obrázek č. 13: Solární kolektor SUNTIME 2.4

Plocha apertury	7,36 m ²
Absorpční plocha	7,32 m ²
Vnější rozměr	1895 mm x 4204 mm
Krycí sklo	solární 4 mm, bezpečnostní
Připojovací rozměr	Cu trubka Ø 22 mm
Tepelná izolace	minerální vata 30 mm + PUR 20 mm
Objem teplotnosné kapaliny	4,4 l
Hmotnost	157 kg
Povrch absorbéru	vysoceselektivní vrstva
Solární absorptivita	95 % ± 2 %
Emisivita při 100°C	4 % ± 2 %
Optická účinnost	80 %
Doporučená pracovní teplota	do 100°C
Maximální přetlak teplotnosné kapaliny	6 bar
Testovací tlak	10 bar
Doporučený průtok	160 – 480 l/h
Rám kolektoru	eloxovaný hliníkový profil
Stagnační teplota	203°C
Energetický zisk	3 200 – 4 800 kWh/rok

Tabulka č. 34: Technické data solárního kolektoru [11]

B. 4.3.2 POPIS SOLÁRNÍ SOUSTAVY

Při dosažení teplot vhodných pro předávání tepla se zapíná v kolektorovém okruhu čerpadlo, které plní okruh vodou. Ta se ohřeje a teče k vyrovnávacímu zásobníku. Neposkytne-li kolektorové pole dostatečné teplo, čerpadlo se vypne a veškerá voda odečte do vyrovnávacího zásobníku nebo do záchytné nádrže. Stejně tak pracuje soustava i v zimě. Při náběhu vysokých teplot v kolektorovém okruhu se oběhové čerpadlo vypne dříve, než může dojít ke vzniku páry, a okruh se vyprázdní. Pokud teploty v kolektorech umožní tvorbu páry, zůstává čerpadlo mimo provoz. U této soustavy nemusí být použity žádné zabezpečovací zařízení. [10]



Obrázek č. 14: Schéma zapojení solárních panelů

B. 4.3.3 FUNKCE SOLÁRNÍ SOUSTAVY

Poklesne-li teplota v kolektoru pod úroveň teploty ve spodní části zásobníku, regulátor odstaví oběhové čerpadlo. Voda z kolektorů a horní části potrubí kolektorového okruhu samospádem steče do rezervy zásobníku. V okamžiku, kdy teplota v kolektoru je vyšší než teplota ve spodní části zásobníku, regulátor oběhové čerpadlo sepne. To startuje při svých maximálních otáčkách, tlakem vody je vypuzen vzduch z kolektorů do prostoru v rezervě zásobníku. Po několika minutách regulátor přepne chod čerpadla na nižší otáčky. [10]

B. 4.3.4 POŽADAVKY SOLÁRNÍ SOUSTAVY

Rezerva zásobníku musí být umístěna pod úrovní nejnižší části slunečních kolektorů. Připojovací potrubí mezi rezervou případně mezi zásobníkem TUV a kolektory musí mít dostatečný spád pro odtok. Minimální průměr potrubí na kolektorovém okruhu musí být $d = 15$ mm pro zajištění plynulého odvodu vzduchu. Oběhové čerpadlo musí mít dostatečnou výtlačnou výšku. [10]

B. 4.3.5 REGULACE SOLÁRNÍ SOUSTAVY

Regulace této solární soustavy je podle rozdílu teplot. Čerpadlo kolektorového okruhu se zapíná, jakmile teplotní rozdíl mezi kolektorem a dolní částí zásobníku překročí stanovenou hodnotu. Vypíná se, jakmile teplotní rozdíl pod stanovenou hodnotu poklesne. Zpravidla je ještě nastavený minimální čas dobíhání chodu čerpadla po impulzu k vypnutí.

- Teplotní diference pro spínání 6 – 10 K
- Teplotní diference pro vypínání 3 – 4 K
- Minimální čas chodu čerpadla 3 – 5 minut

B. 4.3.6 NÁKLADY NA POŘÍZENÍ SOLÁRNÍ SOUSTAVY

Pořizovací cena:

Opatření	Počet kusů/m	Cena za kus	Cena celkem
Akumulační nádrž LTM 1000 l d 850 – 1V + nerez výměník DN 20	3	26 219	78 657
Solární kolektor SUNTIME 2.4	6	58 500	421 200
Kotvicí systém kolektorů	6	10 700	77 040
Připojovací prvky kolektoru	6	3 335	20 010
Solární čerpací stanice	1	15 214	15 214

Řídící jednotka	1	6 840	6 840
Akumulační nádoba PUFFER PSS 100	1	14 362	14 362
Měděné potrubí	128,5	27 470	27 470
Celkem	-	-	600 793

Tabulka č. 35: Pořizovací cena opatření č. 9

B. 4.3.7 STANOVENÍ POČTU SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ

Solární kolektory by měly co nejlépe pokrýt potřebu energie na přípravu teplé vody. Plně tuto potřebu pokryjí v letních měsících květen až září, ve zbylých měsících budou sloužit k přehřevu teplé vody a dohřev bude zajišťovat centrální zásobování teplem.

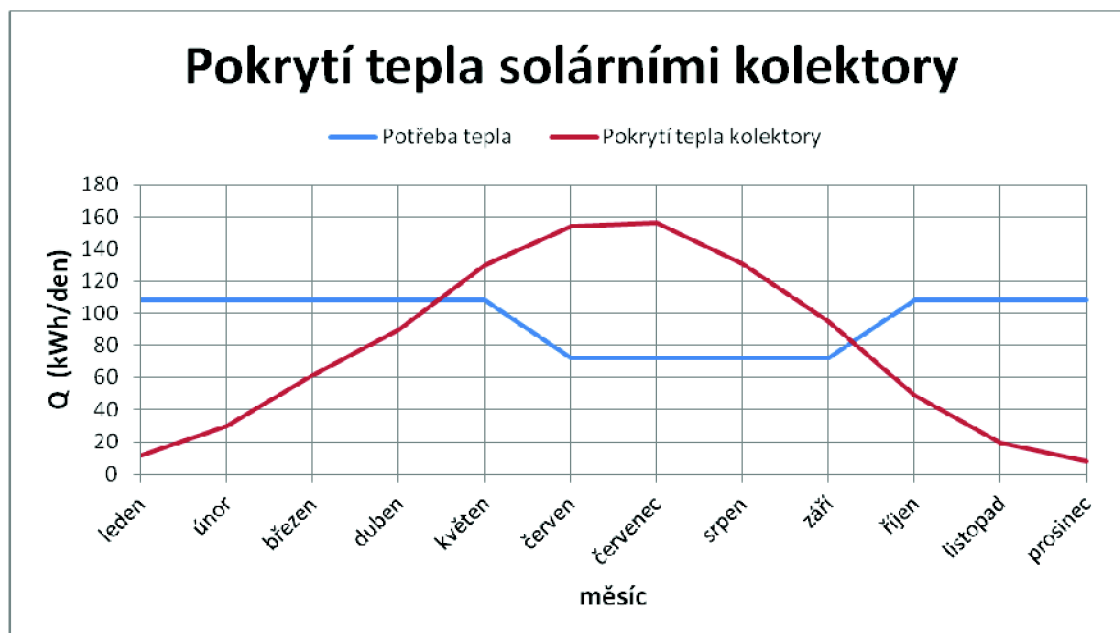
Vstupní údaje:

Dávka teplé vody na osobu V_{os} [m ³ /den]	0,03
Počet osob n [-]	60
Denní potřeba tepla $Q_{TV,den}$ [kWh/den]	108,1575
Denní potřeba tepla $Q_{TV,den,červen-září}$ [kWh/den]	72,105
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1 [W/ m ² ·K]	3,5
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2 [W/ m ² ·K]	0,006
Optická účinnost kolektoru η_0 [-]	0,8
Plocha apertury A [m ²]	7,36
Střední teplota t_m [°C]	40

Tabulka č. 36: Vstupní hodnoty pro výpočet počtu solárních kolektorů

Výpočet počtu solárních kolektorů (viz Příloha č. 3). Počet solárních kolektorů volím 6, aby nedocházelo ke zbytečnému přehřívání soustavy, v létě je potřeba teplé vody nižší. Uvažoval jsem, že je o 1/3 nižší než v zimě. Roční teoreticky využitelný tepelný zisk solárních kolektorů je 20 332,45 kWh/rok, přičemž skutečná potřeba je 35 079,08 kWh/rok, což je využití solárních kolektorů téměř z 58%. Skutečná aperturní plocha všech kolektorů je 44,16 m².

Pro akumulaci teplé vody je podle výpočtu potřeba objem 2 520 l. Navrhuji pořízení tří akumulací nádrží o objemu 1000 l.



Graf č. 1: Pokrytí tepla solárními kolektory

B. 4.3.8 POUŽITÉ VZTAHY PRO VÝPOČET POČTU SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ

Pro výpočet počtu solárních kolektorů jsem použil následující vztahy (viz Topenářská příručka 3).

Skutečná účinnost η :

$$1. \quad \eta = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{t_m - t_e}{G_{T, stř}} - a_2 \cdot \frac{(t_m - t_e)^2}{G_{T, stř}} \quad [-]$$

η_0 - optická účinnost solárního kolektoru [-]

a_1 - lineární součinitel tepelné ztráty solárního kolektoru [W/m²·K]

a_2 - kvadratický součinitel tepelné ztráty solárního kolektoru [W/m²·K]

t_m - střední teplota [°C]

- t_e - venkovní teplota pro jednotlivé měsíce [$^{\circ}\text{C}$]
 $G_{T,\text{stř}}$ - střední intenzita slunečního záření [W/m^2]

Denní potřeba tepla $Q_{TV,\text{den}}$:

$$2. \quad Q_{TV,\text{den}} = (1 + z) \cdot \frac{V_{os} \cdot n \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{TV} - t_{SV})}{3600000} \quad [\text{kWh}/\text{den}]$$

- z - ztráty tepla [-]; $z = 0,15$
 V_{os} - dávka teplé vody na osobu [m^3/den]
 n - počet osob [-]
 ρ - hustota vody [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]; $\rho = 1\,000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
 c - měrná tepelná kapacita vody [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]; $c = 4\,180 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
 t_{TV} - teplota teplé vody [$^{\circ}\text{C}$]; $t_{TV} = 55^{\circ}\text{C}$
 t_{SV} - teplota studené vody [$^{\circ}\text{C}$]; $t_{SV} = 10^{\circ}\text{C}$

Denní potřeba tepla $Q_{TV,\text{den},\text{červen-září}}$:

$$3. \quad Q_{TV,\text{den},\text{červen-září}} = \frac{2}{3} \cdot Q_{TV,\text{den}} \quad [\text{kWh}/\text{den}]$$

- $Q_{TV,\text{den}}$ - denní potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/den]

Skutečná denní dávka ozáření plochy $H_{T,\text{den}}$ pro azimutový úhel osluněné plochy $\gamma = \pm 45^{\circ}$, úhel sklonu osluněné plochy $\beta = 30^{\circ}$ a pro městskou oblast :

$$4. \quad H_{T,\text{den}} = \tau_r \cdot H_{T,\text{den},\text{teor}} + (1 - \tau_r) \cdot H_{T,\text{den},\text{dif}} \quad [\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{den}]$$

- τ_r - poměrná doba slunečního svitu [-]
 $H_{T,\text{den},\text{teor}}$ - teoretická možná denní dávka slunečního ozáření [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{den})$]
 $H_{T,\text{den},\text{dif}}$ - difúzní denní dávka slunečního ozáření [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{den})$]

Měrný tepelný zisk z kolektorů q_k :

$$5. \quad q_k = \eta_k \cdot H_{T,den} \quad [\text{kWh/m}^2 \cdot \text{den}]$$

η_k - skutečná účinnost solárního kolektoru [-]

$H_{T,den}$ - skutečná denní dávka slunečního ozáření [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{den})$]

Plocha solárních kolektorů A_k :

$$6. \quad A_k = \frac{Q_{TV,den}}{q_k} \quad [\text{m}^2]$$

$Q_{TV,den}$ - denní potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/den]

q_k - měrný tepelný zisk z kolektorů [$\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{den}$]

Počet kolektorů n_k :

$$7. \quad n_k = \frac{A_k}{A} \quad [-]$$

A_k - plocha solárních kolektorů [m^2]

A - plocha apertury [m^2]

Měsíční teoretický využitelný tepelný zisk Q_{teor} :

$$8. \quad Q_{teor} = q_k \cdot A_c \quad [\text{kWh}/\text{den}]$$

q_k - měrný tepelný zisk z kolektorů [$\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{den}$]

A_c - celková aperturní plocha všech solárních kolektorů [m^2]

Vyrobí jiný zdroj Q_j :

$$9. \quad Q_j = Q_{TV,den} - Q_{teor} \quad [\text{kWh}/\text{den}]$$

$Q_{TV,den}$ - denní potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/den]

Q_{teor} - měsíční teoretický tepelný zisk [kWh/den]

Velikost zásobníku teplé vody V_Z :

$$10. \quad V_Z = 1,4 \cdot V_{os} \cdot n \quad [\text{m}^3]$$

V_{os} - dávka teplé vody na osobu [m^3/den]

n - počet osob [-]

Využití solárních kolektorů η :

$$11. \quad \eta = \frac{\sum Q_{teor}}{Q_{TV,rok}} \cdot 100 \quad [\%]$$

Q_{teor} - měsíční teoretický tepelný zisk [kWh/den]

$Q_{TV,rok}$ - roční potřeba tepla [kWh/rok]

B. 4.3.9 VÝPOČET DIMENZÍ SOLÁRNÍHO OKRUHU A NÁVRH REZERVY ZÁSOBNÍKU

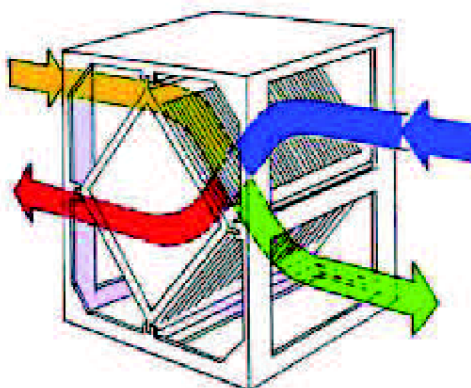
Návrhy dimenzí měděného potrubí (viz Příloha č. 3). Rezerva zásobníku, do které bude vtékat kapalina nacházející se v solárním okruhu, bude mít velikost 126 l. Vypočítá se součtem kapaliny v potrubí a v solárních kolektorech.

B. 4.4 10. OPATŘENÍ – ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA Z ODPADNÍHO VZDUCHU REKUPERAČNÍM VÝMĚNÍKEM

B. 4.4.1 POPIS ZPĚTNÉHO ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA

Zpětné získávání tepla je proces, při kterém se ze vzduchu, který se odvádí za určitým účelem z budovy, odebírá teplo a toto teplo se předává do vzduchu, který se do objektu přivádí, a jež nahrazuje odváděný vzduch.

Tím to opatřením se zvýší násobnost výměny vzduchu, doposud byla $0,35 \text{ h}^{-1}$ v nebytových prostorech a v obytných místnostech $0,5 \text{ h}^{-1}$. Použitím vzduchotechnické jednotky, která bude přivádět $1\,500 \text{ m}^3/\text{h}$ do prostoru o objemu $3\,021 \text{ m}^3$ se násobnost výměny vzduchu změni na $0,497 \text{ h}^{-1}$ ve všech typech místností.



Obrázek č.15: Zpětné získávání tepla – deskový rekuperátor [12]

B. 4.4.2 FUNKCE ZPĚTNÉHO ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA

Funkce zpětného získávání tepla v posuzovaném objektu bude spočívat v zajištění hygienické výměny vzduchu, aby nedocházelo vlivem neprůvzdušnosti stávajících nových oken k překračování koncentrace CO_2 . Dalším důvodem použití tohoto opatření je úspora

tepla na vytápění. Odpadní vzduch bude předávat v deskovém rekuperátoru své teplo čerstvému přiváděnému vzduchu.

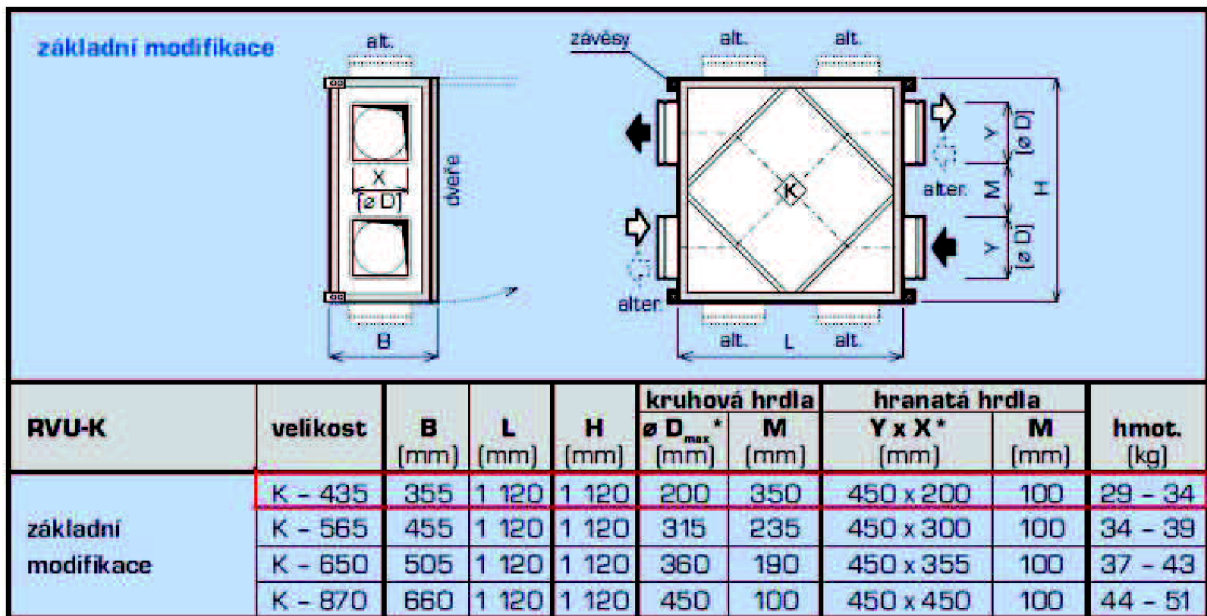
B. 4.4.3 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY A DESKOVÉHO REKUPERÁTORU

Provoz systému je ventilační a přetlakový. Množství přivodního vzduchu je voleno $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{os}^{-1}$ (Pettenkoferův nominativ), což je dostatečné množství pro odvod oxidu uhličitého vyprodukovaného lidmi v budově. Oxid uhličitý je převažující škodlivina vznikající v obytných prostorech. Produkci oxidu uhličitého v závislosti na výměně oken se budu zabývat více v části C.

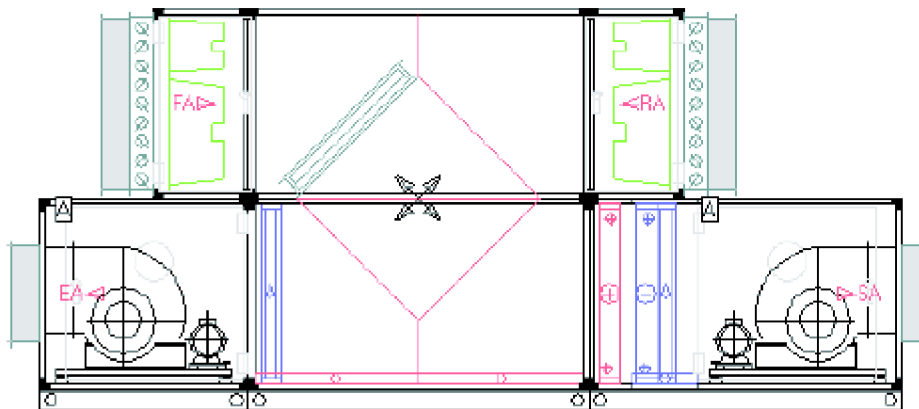
$$V = \frac{m}{\rho_{\max} - \rho} = \frac{19 \text{ l/h}}{(1200 - 350) \text{ ppm} \cdot 10^{-3}} = 22,4 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \text{ na osobu [15]}$$

- V - potřebné množství čerstvého vzduchu pro udržení nejvýše přípustné koncentrace CO_2 [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{os}^{-1}$]
- m - produkce CO_2 dýcháním – $19 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{os}^{-1}$ [$\text{l} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{os}^{-1}$]
- ρ_{\max} - maximální koncentrace v interiéru 1 200 ppm dle EN CR 1752 CEN pro třídu „C“ [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]
- ρ - koncentrace CO_2 ve venkovním přiváděném vzduchu 350 ppm [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]

V objektu bydlí 60 osob a z toho vyplývá, že množství přiváděného vzduchu je $1\,500 \text{ m}^3/\text{h}$. Množství odváděného vzduchu je $1\,350 \text{ m}^3/\text{h}$. Pro přívod a odvod tohoto vzduchu byla použita klimatizační jednotka SENATOR 25 KLM 02 a pro zpětné získávání tepla deskový rekuperátor RVU-K – 435.



Obrázek č. 16: Rozměrové schéma deskového rekuperátoru



Obrázek č. 17: Klimatizační jednotka SENATOR 25, přívodní a odvodní jednotka v provedení nad sebou s deskovým rekuperačním výměníkem [13]

Minimální průtok	720 m ³ /h
Maximální průtok pro 4 m/s	1 800 m ³ /h
Maximální průtok	2 250 m ³ /h
Průřez jednotky A x B	550 mm x 550 mm
Tloušťka panelu	25 mm
Součinitel prostupu tepla k	0,88 W/(m ² ·K)
Materiál izolace	polyuretanová pěna
Profil	pozinkovaný
Rohovník	plastový
Panel	galvanický pozinkovaný plech

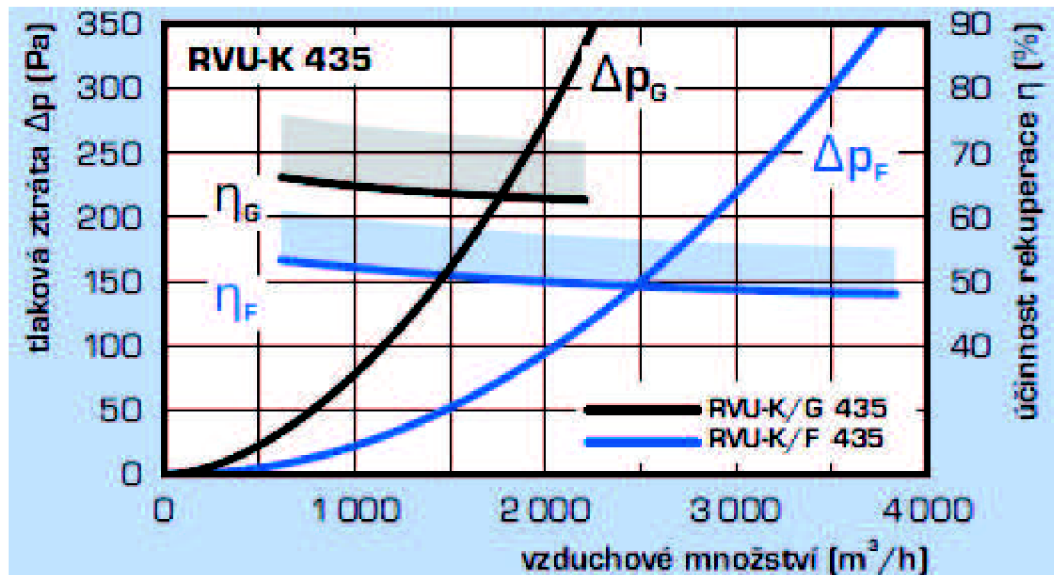
Tabulka č. 37: Parametry vzduchotechnické jednotky SENATOR 25 KLM 02

Vstupní hodnoty:

- Provoz systému je ventilační a přetlakový
- Objemový průtok přivodního vzduchu $V_p = V_e = 1500 \text{ m}^3$
- Objemový průtok odváděného vzduchu $V_o = 1350 \text{ m}^3$
- Teplota vnitřního vzduchu $t_i = 20^\circ\text{C}$
- Teplota přiváděného vzduchu $t_p = 21^\circ\text{C}$
- Teplota venkovního prostředí $t_e = -12^\circ\text{C}$
- Střední venkovní teplota za otopné období $t_{em} = 4^\circ\text{C}$

Návrh deskového výměníku:

Pro větrací jednotku SENATOR 25 KLM 02 s průtokem vzduchu $V_p = 1500 \text{ m}^3$ je volen deskový výměník RVU-K 435 v provedení k osazení do sestavy jednotky. Tepelná účinnost výměníku $\Psi = 50 \%$. Tlaková ztráta výměníku $\Delta p = 50 \text{ Pa}$.



Obrázek č. 18: Tabulka tlakových ztrát a účinnosti rekuperace v závislosti na množství vzduchu

Teplota recyklovaného vzduchu:

$$t_r = t_e + \Psi \cdot \frac{V_o}{V_p} \cdot (t_i - t_e) = -12 + 0,5 \cdot \frac{1350}{1500} \cdot (20 + 12) = 2,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- t_e - teplota venkovního vzduchu [$^\circ\text{C}$]
- Ψ - účinnost rekuperačního výměníku [-]
- V_o - množství odváděného vzduchu [m^3/h]
- V_p - množství přiváděného vzduchu [m^3/h]
- t_i - teplota interiéru [$^\circ\text{C}$]

Tepelné výkony:

a) tepelný výkon pro ohřev vzduchu bez ZZT

$$Q = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_e) = \frac{1500}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (21 + 12) = 16,16 \text{ kW}$$

- V_p - množství přiváděného vzduchu [m^3/h]
- ρ - objemová hmotnost vzduchu – 1,2 [kg/m^3]
- c - měrná tepelná kapacita vzduchu – 1 010 [$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$]
- t_p - teplota přiváděného vzduchu [$^\circ\text{C}$]
- t_e - teplota venkovního vzduchu [$^\circ\text{C}$]

b) tepelný výkon pro ohřev vzduchu se zařízením ZZT

$$Q = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_r) = \frac{1500}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (21 - 2,4) = 9,393 \text{ kW}$$

- V_p - množství přiváděného vzduchu [m^3/h]
 ρ - objemová hmotnost vzduchu – 1,2 [kg/m^3]
 c - měrná tepelná kapacita vzduchu – 1 010 [$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$]
 t_p - teplota přiváděného vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]
 t_e - teplota venkovního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]

Roční potřeba tepla:

- Počet větracích denostupňů (kdy bude v provozu ZZT)

$$D = d \cdot (t_i - t_{em}) = 232 \cdot (20 - 4) = 3712 \text{ d} \cdot \text{K}$$

- Počet provozních hodin denně $z = 24 \text{ h}$

- d - počet dnů otopného období – 232 [$^{\circ}\text{C}$]
 t_i - teplota interiéru [$^{\circ}\text{C}$]
 t_{em} - střední venkovní teplota za otopné období

a) roční potřeba tepla k ohřevu větracího vzduchu bez ZZT

$$Q_T = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot z \cdot D = \frac{1500}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot 24 \cdot 3712 = 44,99 \text{ MWh}\cdot\text{r}^{-1}$$

- V_p - množství přiváděného vzduchu [m^3/h]
 ρ - objemová hmotnost vzduchu – 1,2 [kg/m^3]
 c - měrná tepelná kapacita vzduchu – 1 010 [$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$]
 z - počet provozních hodin denně – 24 [h]
 D - počet větracích denostupňů [$\text{d}\cdot\text{K}$]

b) roční potřeba tepla k ohřevu větracího vzduchu se zařízením ZZT

$$Q_{ZZT} = \Psi \cdot V_p \cdot \rho \cdot c \cdot z \cdot D = 0,5 \cdot \frac{1500}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot 24 \cdot 3712 = 22,49 \text{ MWh} \cdot \text{r}^{-1}$$

- Ψ - účinnost deskového rekuperačního výměníku [-]
 ρ - objemová hmotnost vzduchu – 1,2 [kg/m³]
 c - měrná tepelná kapacita vzduchu – 1 010 [J/(kg·K)]
 z - počet provozních hodin denně – 24 [h]
 D - počet větracích denostupňů [d·K]

c) roční úspora tepla

$$Q = Q_T - Q_{ZZT} = 44,99 - 22,49 = 22,5 \text{ MWh} \cdot \text{r}^{-1}$$

- Q_T - roční potřeba tepla k ohřevu větracího vzduchu bez ZZT [MWh·r⁻¹]
 Q_{ZZT} - roční potřeba tepla k ohřevu větracího vzduchu se zařízením ZZT [MWh·r⁻¹]

B. 4.4.4 NÁKLADY NA POŘÍZENÍ VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY S REKUPERAČNÍM VÝMĚNÍKEM

Pořizovací cena:

Opatření	Počet kusů	Cena za kus	Cena celkem
Vzduchotechnická jednotka SENATOR 25 KLM 02 + rekuperační výměník + vzduchovody a výústě	-	550 000	550 000
Celkem	-	-	550 000

Tabulka č. 38: Pořizovací cena opatření č. 10

B. 4.5 HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ

Číslo opatření	Název opatření	Pořizovací náklady	Úspora			Prostá návratnost rok
			Kč	GJ/rok	%	
-	-	Kč	GJ/rok	%	Kč	rok
1	Strop mezi sklepem a 1.NP	327 544	53	8,5	30 491	11
2	Střešní plášť	555 288	25	4,0	14 403	39
3	Strop nad vchodem	16 954	7	1,1	3 930	4
4	Strop nad poslední lodžii	19 420	7	1,1	3 772	5
5	Obvodové stěny	516 088	49	7,9	28 194	18
6	Obvodové stěny (meziokenní)	119 381	11	1,8	6 525	18
7	Vnitřní stěny	45 522	24	3,8	13 735	3
8	Stěny lodžie (boční)	73 304	4	0,6	2 226	33
9	Příprava TV solárními kolektory	600 793	73	11,8	42 454	14
10	ZZT pomocí rekuperace	550 000	81	13,1	46 980	12

Tabulka č. 39: Hodnocení jednotlivých opatření

B. 5 JEDNOTLIVÉ ÚSPORNÉ VARIANTY

B. 5.1 POPIS 1. ÚSPORNÉ VARIANTA

První úsporná varianta obsahuje následující opatření:

- 1) Zateplení stropu mezi sklepem a 1.NP
- 2) Zateplení střešního pláště
- 3) Zateplení stropu nad vchodem
- 4) Zateplení stropu nad poslední lodžii
- 5) Zateplení obvodové stěny
- 6) Zateplení obvodové stěny (meziokenní panely)

- 7) Zateplení vnitřní stěny (sklep)
- 8) Zateplení lodžie (boční)
- 9) Příprava teplé vody solárními kolektory

Varianta	Pořizovací náklady	Úspora		Prostá návrtnost	Reálná návrtnost	NPV
		GJ/rok	Kč/rok	rok	rok	tis. Kč
-	Kč					
1.	2 274 293	187	108 170	21	34	-154

Tabulka č. 40: Hodnocení 1. varianty

Prostá doba návratnosti je nejjednodušší, nejméně vhodné, ale naopak často užívané ekonomické kritérium. Největší nevýhodou tohoto kritéria je, že zanedbává efekty po době návratnosti a zanedbává fakt, že peníze můžeme vložit do jiných investičních příležitostí.

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

- IN - investiční, jednorázové náklady na realizaci úspor
 CF - roční peněžní toky

Diskontovaná doba návratnosti je obdobné kritérium jako prostá doba návratnosti, ale s tím rozdílem, že není založena na prostém peněžním toku, nýbrž na peněžním toku diskontovaném. Diskont je uvažován 3 %.

$$T_{ds} = \frac{IN}{DCF} \qquad DCF = \frac{CF}{(1+r)^t}$$

- r - diskont
 t - rok, na kterém se diskont počítá

NPV, čistá současná hodnota je v dnešní době jedním z nejvhodnějších kritérií. Je v ní zahrnuta celá doba životnosti projektu, i možnost investování do jiného stejně rizikového projektu.

$$NPV = \sum_0^t \frac{CF}{(1+r)^t}$$

t - doba životnosti projektu

CF - diskontované peněžní toky v jednotlivých letech [14]

Roční potřeba tepla na vytápění první varianty byla pomocí výpočtového softwaru Excel (dle vyhl. 148/2007 Sb., zákon 406/2000 Sb. a zákon 177/2006 Sb.) stanovena 289,6 GJ·rok⁻¹ neredukovaná a redukována 160,7 GJ·rok⁻¹. Potřeba tepla na přípravu teplé vody je 121 GJ·rok⁻¹. Ostatní energie je 110 GJ·rok⁻¹. Tepelné ztráty prostupem u výchozího stavu jsou 26,56 kW a tepelné ztráty větráním 15,1 kW, což je celkem 41,66 kW. Měrná roční potřeba tepla na vytápění je 41 kWh/m² za rok, což znamená, že u první varianty je požadovaná hodnota pro objekty s „téměř nulovou spotřebou energie“ překročena o 26 kWh/m² za rok. Dále u první úsporné varianty je měrná roční potřeba tepla na přípravu teplé vody 16 kWh/m² za rok a měrná roční potřeba elektrické energie na osvětlení 17 kWh/m².

ÚT				
Dodaná energie	180,733	GJ	Teplo	
Pomocná energie	0,670	GJ	Elektrická energie	
ÚT celkem	181,402	GJ		
Epa	41	kWh/m2.rok-1		56%
TUV				
Dodaná energie	68,505	GJ	Teplo	
Pomocná energie	0,518	GJ	Elektrická energie	
TUV celkem	69,023	GJ		
Epa	16	kWh/m2.rok-1		21%
VZT				
Dodaná energie	0,000	GJ	Teplo	
Pomocná energie	0,000	GJ	Elektrická energie	
VZT celkem	0,000	GJ		
Epa	0	kWh/m2.rok-1		0%

Osvětlení				
Dodaná energie	75,402	GJ	Elektrická energie	
Osvětlení celkem	75,402	GJ	Elektrická energie	
Epa	17	kWh/m2.rok-1	23%	
Celkem EP	325,827	GJ	100%	

Tabulka č. 41: Potřeba energie celkem pro variantu č. 1

Varianta	Q_c	d	t_{im}	t_{es}	t_e	e_i	e_t	e_d	η	$E_{v(z)}^W$	$E_{v(z)}^J$
Varianta 1	<i>W</i>	<i>den</i>	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	-	-	-	-	-	<i>MWh.rok₁</i>	<i>GJ.rok₁</i>
Potřeba tepla - neredukovaná	41 668	232	19,23	4	-12	0,9	0,8	1,0		80,5	289,6
Potřeba tepla - redukována										44,6	160,7
Solární zisky	16 673									8,9	32,0
Zisky z osvětlení	3770,078									10,9	39,4
Ostatní vnitřní zisky	4946,68									16,0	57,6
Zisky celkem	25 390								0,58	35,8	128,9
Úspora (redukována)										46,1	165,8

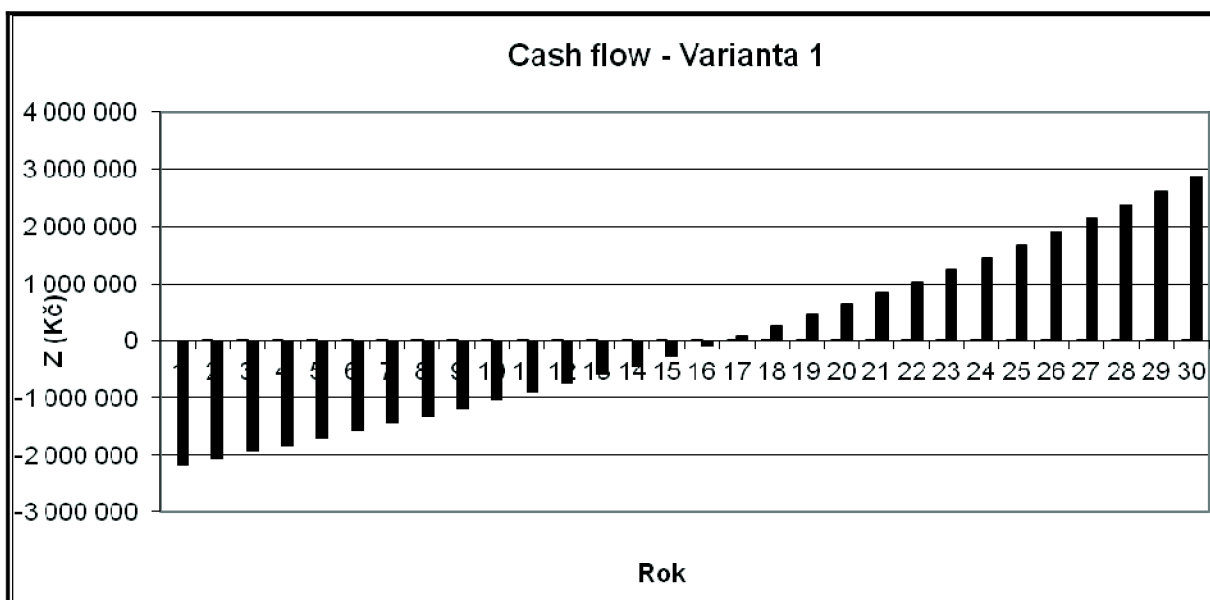
Tabulka č. 42: Energie vytápění varianta č. 1

Potřeba energie na provoz vzduchotechnických zařízení není nulová, jak je uvedeno v tabulce, s touto energií se neuvažuje. Nejsou známy parametry digestoří a ventilátorů na WC.

Rok	H	Z
<i>rok</i>	<i>Kč.rok⁻¹</i>	<i>Kč</i>
	Varianta 1	
	Investiční náklady (Kč)	2 274 293
	Úspora provozních nákladů (Kč.rok ⁻¹)	108 170
	Diskont (%)	3
1	108 170	-2 166 123
2	111 415	-2 054 708
3	114 758	-1 939 950
4	118 200	-1 821 750
5	121 746	-1 700 003
6	125 399	-1 574 605
7	129 161	-1 445 444
8	133 036	-1 312 408

9	137 027	-1 175 382
10	141 137	-1 034 244
11	145 372	-888 873
12	149 733	-739 140
13	154 225	-584 915
14	158 851	-426 064
15	163 617	-262 447
16	168 525	-93 922
17	173 581	79 660
18	178 789	258 448
19	184 152	442 601
20	189 677	632 277
21	195 367	827 645
22	201 228	1 028 873
23	207 265	1 236 138
24	213 483	1 449 621
25	219 887	1 669 508
26	226 484	1 895 993
27	233 279	2 129 271
28	240 277	2 369 548
29	247 485	2 617 033
30	254 910	2 871 943

Tabulka č. 43: Cash flow varianta č. 1



Graf č. 2: Průběh cash flow varianty č. 1

B. 5.2 POPIS 2. ÚSPORNÉ VARIANTA

Druhá úsporná varianta obsahuje následující opatření:

- 2) Zateplení střešního pláště
- 3) Zateplení stropu nad vchodem
- 4) Zateplení stropu nad poslední lodžii
- 5) Zateplení obvodové stěny
- 6) Zateplení obvodové stěny (meziokenní panely)
- 8) Zateplení lodžie (boční)
- 9) Příprava teplé vody solárními kolektory
- 10) Zpětné získávání tepla rekuperací

Varianta	Pořizovací náklady	Úspora		Prostá návratnost	Reálná návratnost	NPV
		GJ/rok	Kč/rok	rok	rok	tis. Kč
-	Kč					
2.	2 451 227	130	75 370	33	172	-1 019

Tabulka č. 44: Hodnocení 2. Varianty

Roční potřeba tepla na vytápění druhé varianty byla pomocí výpočtového softwaru Excel (dle vyhl. 148/2007 Sb., zákon 406/2000 Sb. a zákon 177/2006 Sb.) stanovena 349,4 GJ·rok⁻¹ neredukovaná a redukována roční potřeba tepla na vytápění 211,0 GJ·rok⁻¹. Potřeba tepla na přípravu teplé vody je 121 GJ·rok⁻¹. Ostatní energie je 110 GJ·rok⁻¹. Tepelné ztráty prostupem u druhé úsporné varianty jsou 34,65 kW a tepelné ztráty větráním 15,62 kW, což je celkem 50,27 kW. Měrná roční potřeba tepla na vytápění je 53 kWh/m² za rok, což znamená, že u druhé varianty je požadovaná hodnota pro objekty s „téměř nulovou spotřebou energie“ překročena o 38 kWh/m² za rok. Dále u druhé úsporné varianty je měrná roční potřeba tepla na přípravu teplé vody 32 kWh/m² za rok, měrná roční potřeba pomocné elektrické energie na provoz vzduchotechniky je 4 kWh/m² (dodaná energie je zahrnuta v energii na vytápění) a měrná roční potřeba elektrické energie na osvětlení 17 kWh/m².

ÚT				
Dodaná energie	237,284	GJ	Teplo	
Pomocná energie	0,670	GJ	Elektrická energie	
ÚT celkem	237,953	GJ		
Epa	53	kWh/m2.rok-1		50%
TUV				
Dodaná energie	141,702	GJ	Teplo	
Pomocná energie	0,518	GJ	Elektrická energie	
TUV celkem	142,220	GJ		
Epa	32	kWh/m2.rok-1		30%
VZT				
Dodaná energie	0,000	GJ	Teplo	
Pomocná energie	17,539	GJ	Elektrická energie	
VZT celkem	17,539	GJ		
Epa	4	kWh/m2.rok-1		4%
Osvětlení				
Dodaná energie	75,402	GJ	Elektrická energie	
Osvětlení celkem	75,402	GJ	Elektrická energie	
Epa	17	kWh/m2.rok-1		16%
Celkem EP	473,114	GJ		100%

Tabulka č. 45: Potřeba energie celkem varianta č. 2

Varianta	Q_c	d	t_{im}	t_{es}	t_e	e_i	e_t	e_d	η	$E_{v(z)}^W$	$E_{v(z)}^J$
	W	den	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	-	-	-	-	-	$MWh.rok_1$	$GJ.rok_1$
Potřeba tepla - neredukovaná	50 270	232	19,23	4	-12	0,9	0,8	1,0		97,1	349,4
redukována										58,6	211,0
Solární zisky	16 673									9,5	34,3
Zisky z osvětlení	3770,078									11,8	42,3
Ostatní vnitřní zisky	4946,68									17,2	61,8
Zisky celkem	25 390								0,62	38,5	138,4
Úspora (redukována)										32,1	115,6

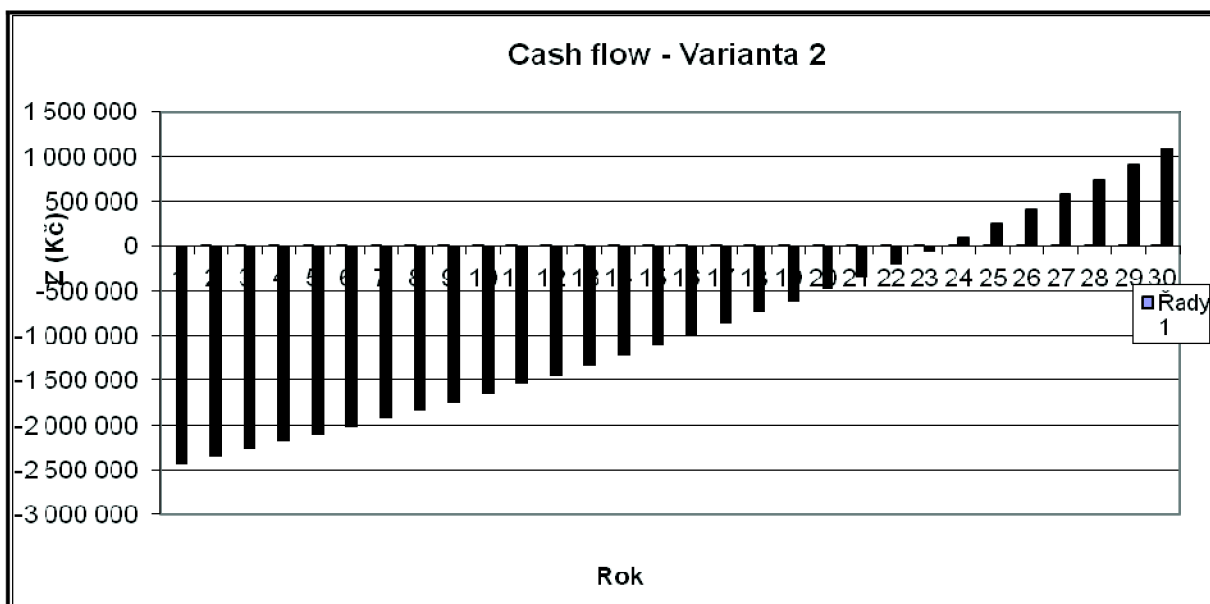
Tabulka č. 46: Energie vytápění varianta č. 2

Potřeba energie na provoz vzduchotechnických zařízení není nulová, jak je uvedeno v tabulce, s touto energií se neuvažuje. Nejsou známy parametry digestoří a ventilátorů na

WC. Zohledňuje se pouze pomocná energie u vzduchotechnických zařízení (ZZT) dodané energie se zohlední u energií na vytápění.

Rok	H	Z
<i>rok</i>	<i>Kč.rok⁻¹</i>	<i>Kč</i>
	Varianta 2	
	Investiční náklady (Kč)	2 496 749
	Úspora provozních nákladů (Kč.rok ⁻¹)	75 370
	Diskont (%)	3
1	75 370	-2 421 379
2	77 632	-2 343 747
3	79 961	-2 263 787
4	82 359	-2 181 427
5	84 830	-2 096 597
6	87 375	-2 009 222
7	89 996	-1 919 226
8	92 696	-1 826 530
9	95 477	-1 731 053
10	98 341	-1 632 711
11	101 292	-1 531 419
12	104 330	-1 427 089
13	107 460	-1 319 629
14	110 684	-1 208 945
15	114 005	-1 094 940
16	117 425	-977 515
17	120 947	-856 568
18	124 576	-731 992
19	128 313	-603 679
20	132 163	-471 516
21	136 127	-335 389
22	140 211	-195 177
23	144 418	-50 760
24	148 750	97 990
25	153 213	251 203
26	157 809	409 012
27	162 543	571 556
28	167 420	738 975
29	172 442	911 417
30	177 615	1 089 033

Tabulka č. 47: Cash flow varianta č. 2



Graf č. 3: Průběh cash flow varianty č. 2

B. 6 ZHODNOCENÍ A VÝBĚR NEJVHODNĚJŠÍ VARIANTY

Investorovi bych doporučil variantu č. 1, protože za investiční náklady přibližně 2 250 000 Kč je úspora o 57 GJ/rok vyšší než u varianty č. 2, jejíž pořizovací cena je přibližně 2 500 000 Kč. Vyjádřeno v penězích je to 32 800 Kč/rok. Také prostá návratnost je rychlejší u varianty č. 1 (21 let) než u varianty č. 2 (34 let). Dále i reálná návratnost je dřívější u první varianty (33 let), u druhé varianty je to 172 let.

B. 7 ZÁVĚR

Nepodařilo se, pomocí navržených opatření dosáhnout toho, aby bytový dům měl „téměř nulovou potřebu energie“. Bylo by nutné, dosáhnout měrné roční potřeby tepla na vytápění menší než 15 kWh/m², k čemuž se navrhované úsporné varianty ani nepřiblížili. A to když byly splněny přísnější požadavky na obvodové konstrukce (doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla). Požadované hodnoty U byly splněny u boční stěny lodžie, stropu nad vchodem a stropu poslední lodžie. U varianty č. 1 je měrná roční potřeba tepla na vytápění 41 kWh/m² a u varianty č. 2 je to 53 kWh/m².

C. EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

C. 1 ÚVOD - VLIV VÝMĚNY OKEN NA KONCENTRACI CO₂

Tato část Diplomové práce se zaměřuje na problém výskytu CO₂ v rekonstruovaných objektech. Dále se zde řeší experimentální měření koncentrace CO₂ v místnosti v bytovém domě.

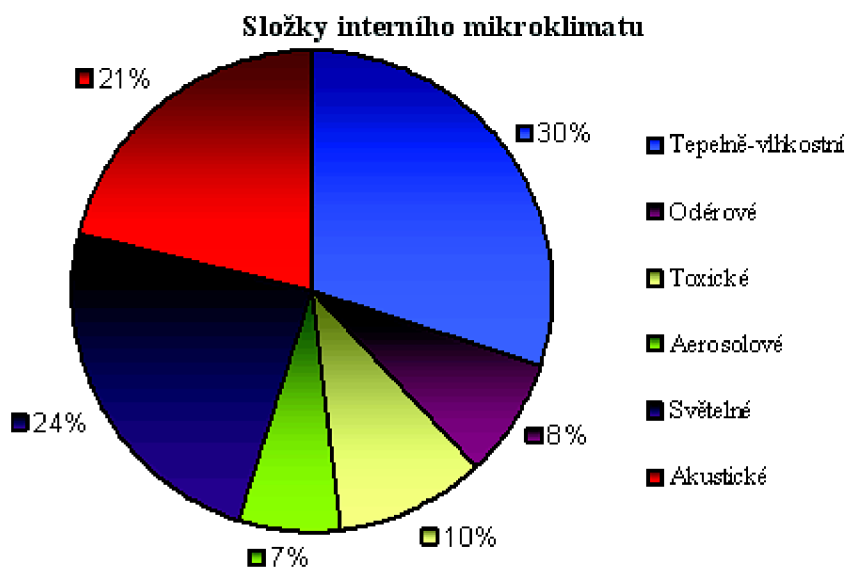
Při rekonstrukci panelových domů pozornost věnována především snižování tepelných ztrát prostupem, což v praxi znamená aplikaci kontaktních zateplovacích systémů a výměnu starých oken za nová. Průvzdušnost moderních oken je však velice nízká a pro běžné uživatele tak vzniká problém, jak zabezpečit dostatečný přívod čerstvého vzduchu. Při absenci účinného větrání se zvyšuje vlhkost vzniklá lidskou aktivitou, roste koncentrace CO₂ nad požadované hodnoty a kvalita vzduchu se rychle zhoršuje. Výměna vzduchu je však zároveň energeticky náročná, proto je potřeba hledat optimální řešení mezi hygienickými parametry a spotřebou energií, respektive její cenou. [16]

C. 2 KVALITA VNITŘNÍHO VZDUCHU

Složky vzduchového prostředí budov záměrně vytvářeného pro pobyt člověka v uzavřených prostorech lze podle obecně charakterizovat jako interní mikroklima:

- tepelně-vlhkostní
- mikrobiální
- ionizační
- aerosolové
- odérové
- toxické

Společným znakem všech výše uvedených složek vnitřního prostředí je vzduchové pole jejich existence a vzájemného ovlivnění.



Obrázek č. 19: Podíly jednotlivých složek na stavu interního mikroklimatu

C. 2.1 TEPELNĚ-VLHKOSTNÍ MIKROKLIMA

Patří k nejdůležitějším složkám pro zajištění vnitřního prostředí z hlediska zdraví a spokojenosti lidí, ale i ve vztahu k životnosti stavebních materiálů, budov, výrobních technologií, atp.

Mikroklimatické parametry (teplota, relativní vlhkost vzduchu a jeho proudění) spolu s teplotou okolních ploch ovlivňují stav tepelné pohody člověka. Pro její hodnocení používáme výslednou nebo operativní teplotu. Ne vždy je tepelná pohoda dosažitelná. V takových případech řešíme krátkodobě a dlouhodobě únosné doby práce při tepelné nebo chladové zátěži. [17]

C. 2.2 MIKROBIÁLNÍ MIKROKLIMA

Je vytvářeno mikroorganismy bakterií, virů, plísní a spor, pylů, které se vyskytují v interiéru budov, s přímými účinky na člověka. Vážným problémem se stávají alergické syndromy způsobené spory různých druhů, plísněmi a pylovými částicemi. Hlavními nositeli mikroorganismů jsou kapalné aerosoly a pevné aerosoly (prachy). Zvláště nebezpečné jsou pak bakterie tyčinkové – legionelly, vázané na kapalné aerosoly, způsobující až smrtelná zánětlivá onemocnění plic. Je nutné zabránit zvlhnutí usazeného prachu v uzavřených a těžko

přístupných vzduchovodech (pomocí zpětných klapek, garantovaného přetlaku) neboť zde hrozí výskyt virů i plísní s neomezenou životností. Kvalita mikrobiálního mikroklimatu se hodnotí podle únosné koncentrace mikrobů – pro obytná prostředí činí max. 200 až 500 mikrobů/m³, ve venkovním prostředí měst jsou koncentrace až 1 500 mikrobů/m³. Dosud nejúčinnějším způsobem, jak snížit mikrobiální koncentraci v budovách je dokonalé větrání, s přívodem kvalitního venkovního vzduchu, dále lze výhodně použít i deodoraci vzduchu proti hmyzu jako přenašeči mikrobů rozprašováním slabého roztoku oleje z himálajského cedru. [18]

C. 2.3 IONIZAČNÍ MIKROKLIMA

Je charakterizováno toky ionizujícího záření z přírodních radionuklidů, případně umělých zdrojů. V běžných podmínkách bytových a občanských staveb se jedná převážně o zdroje ionizujícího záření ze stavebních hmot, např. radioaktivních popílků s obsahem radia a emanaci radioaktivních plynů z podloží, případně ze stavebních hmot do interiéru budov. Hlavním představitelem je: radon 222 Rn, polonium 218 Po, olovo 214 Pb, bismut 214 Bi, polonium 214 Po a radon 220 Rn. Jednotkou pro objemovou aktivitu radioaktivních látek je 1 Bq/m³, což udává jeden průměrný rozpad za sekundu v 1 m³ látky, odborně se udává měrná aktivita pro 1 kg látky. Jako přípustné se u nás uvádějí hodnoty EOAR (ekvivalentní objemové aktivity radonu) v interiéru:

- pro stávající budovy 200 Bq/m³ vzduchu
- pro nové budovy 100 Bq/m³ vzduchu

Obecně se udává i hodnota podle USA normy ASHRAE 1981, což je 74 Bq/m³. Ve venkovním prostředí je hodnota EOAR 7 až 12 Bq/m³.

Jako ochrana nových i modernizovaných budov před účinky radonu se používá plynotěsná fólie pod základovou deskou, s dimenzí dle oblasti radonového rizika a použití certifikovaných stavebních hmot. [18]

C. 2.4 AEROSOLOVÉ MIKROKLIMA

Aerosoly se v ovzduší vyskytují ve formě buď pevných částic (prachů), nebo kapalných částic (mlhy). Pevné aerosoly jsou původu organického, anorganického, popřípadě smíšeného, s elektrickým nábojem kladným či záporným, s velikostí 0,1 až 100 mikrometrů, která zároveň limituje rychlost jejich gravitačního usazování v ovzduší v rozsahu 30 dnů až 4 sekund. Velikost částic menší než 10 mikrometrů je hranicí jejich respirability. Ve venkovním ovzduší velkoměst se spad prachu pohybuje v hodnotách až 1 100 t/km²/rok, při běžné koncentraci 1 až 3 mg/m³. V čistém horském prostředí se vyskytují koncentrace od 0,05 do 0,5 mg/m³. Domovní prach, zvláště biologické částice pod 1 mikrometr jsou hlavní příčinou postižení astmatem. Jako přípustná hodnota v běžných budovách se uvádí koncentrace inertních pevných aerosolů 10 mg/m³. [18]

C. 2.5 ODÉROVÉ MIKROKLIMA

Odéry jsou plynné složky ovzduší vnímané jako vůně nebo zápachy, produkované člověkem nebo jeho činností. Mimo běžné odéry (kouření, příprava jídel) se v interiéru vyskytují i styreny, formaldehydy, odparý z nátěrů. Z venkovního ovzduší do budov infiltruje řada dalších odérů, ve vnitřním prostředí pak vzniká při pobytu lidí hlavně CO₂ a tělesné pachy – antropotoxiny, které jsou indikátorem kvality vnitřního vzduchu. Jako kritériální a exaktně měřená hodnota se všeobecně udává koncentrace 0,10 % CO₂, pro odstranění pocitu vydýchaného vzduchu z produkce tělesných odérů pak 0,07 % CO₂, přičemž i podle standardu ASHRAE se připouští 20 % nespokojených respondentů s kvalitou interního ovzduší (1 000 ppm = 0,1 % = 1,8 mg/m³). Zásadním způsobem lze kvalitu odérového mikroklimatu v budovách ovlivnit pouze dostatečným přívodem čerstvého vzduchu, kdy jako základní a ve světě uznávaná hodnota intenzity větrání se udává 25 m³/h čerstvého vzduchu na jednu osobu pro odvedení běžných tělesných odérů. [18]

C. 2.6 TOXICKÉ MIKROKLIMA

Je vytvářeno toxickými plyny s patologickými účinky. Charakteristickými jsou zejména oxidy síry SO_x , oxidy dusíku NO_x , oxid uhelnatý CO , ozón O_3 , smog, formaldehyd atd. V interiéru budov je zdravotně nejzávažnějším plynem oxid uhelnatý vznikající hlavně nedokonalým spalováním fosilních paliv při nevyhovujícím přívodu vzduchu, nebo špatném odtahu, únikem svítiplynu a kouřením. Při dlouhodobé expozici může dojít až k chronické otravě s poruchami paměti a psychiky. Obdobně vzniká ve špatně nebo cirkulačně větraných kuchyních s plynovými sporáky koncentrace oxidu dusíku NO_2 až $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zatímco v jiných místnostech max. $30 \text{ mikrogramů}/\text{m}^3$. Oxid dusičitý má přitom prokazatelně karcinogenní účinky. Formaldehyd způsobuje ve vyšších koncentracích dráždění očí a sliznic, současně je i alergenem a potenciálním karcinogenem. [18]

C. 3 OXID UHLIČITÝ (CO_2)

C. 3.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA CO_2

Je to bezbarvý plyn bez zápachu. Při nadýchání ve větším množství působí štiplavě na sliznicích a vytváří kyselou chuť. To je způsobeno jeho rozpouštěním na vlhkých sliznicích a ve slinách za vzniku slabého roztoku kyseliny uhličitě. Při ochlazení na -78°C oxid uhličitý přechází do tuhého skupenství a vzniká bílá tuhá látka, tzv. suchý led. Kapalný může existovat jen za tlaku vyššího než přibližně 500 kPa (5 - ti násobek atmosférického tlaku). Jedná se o látku nepříliš reaktivní a nehořlavou. Je konečným stupněm oxidace uhlíku (organických látek) a výsledkem hoření za dostatečného přístupu kyslíku. Hustotou $1,98 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ je plynný oxid uhličitý zhruba 1,5 x těžší než vzduch. [19]

C. 3.2 POUŽITÍ OXIDU UHLIČITÉHO

Kapalný nebo tuhý oxid uhličitý je využíván v potravinářském průmyslu jako chladiivo zejména při přepravě mražených výrobků. Dále je využíván pro výrobu šumivých nápojů a

sodové vody. Oxid uhličitý je rovněž používán jako levný a nehořlavý stlačený plyn pro nafukování záchranných vest či člunů. Malé bombičky slouží jako zdroj hnacího plynu pro vzduchové zbraně na paintball i k domácí výrobě sifonu. Nehořlavost oxidu uhličitého se využívá u hasicích přístrojů plněných kapalným oxidem uhličitým. Z důvodu nízké ceny se využívá jako ochranná atmosféra při svařování kovů. Kapalným oxidem uhličitým je dobré rozpouštědlo pro řadu organických látek. [19]

C. 3.3 ZDROJE EMISÍ

Přírodním zdrojem emisí oxidu uhličitého je dýchání aerobních organismů, zatímco procesem vedoucím k jeho přirozenému úbytku je fotosyntéza a absorpce oceány. Tyto přírodní pochody působí protichůdně a výsledkem je v podstatě vyvážený stav. Mezi další procesy emitující oxid uhličitý patří požáry a vulkanická činnost.

Do koncentrace oxidu uhličitého a atmosféře zásadně přispívá člověk spalováním fosilních paliv, které představují velmi významný zdroj emisí. Ostatní antropogenní emise ve srovnání se spalováním jsou málo důležité. [19]

C. 3.4 DOPADY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Oxid uhličitý v atmosféře absorbuje infračervené záření zemského povrchu, které by jinak uniklo do vesmírného prostoru, a přispívá tak ke vzniku „skleníkového efektu“ a následně k oteplování planety. [19]

C. 4 RIZIKA NEDOSTATEČNÉHO VĚTRÁNÍ

Protože koncentraci CO₂ nejsme schopni našimi smysly vnímat, je osobní hodnocení kvality vzduchu velice nespolehlivé. Lidský organismus přestává koncentraci pachů vnímat po určité chvíli a naše čichové orgány se přizpůsobí prostředí, v němž se nacházíme. Určitě všichni znají situaci, když přijdou z venkovního prostředí a pocítují těžký vydýchaný vzduch,

ale po chvíli to přestáváme vnímat jako nepříjemnost. Avšak při určité koncentraci se vliv oxidu uhličitého projeví naší nesoustředěností, malátností a podobně. Při vyšších koncentracích se již naše únava zvyšuje a mohou se objevovat bolesti hlavy apod. [20]

Koncentrace CO ₂	Účinky na lidský organismus
330 – 370 ppm	-vnější prostředí
450 – 1 000 ppm	-dobrá úroveň, příjemný pocit
1 000 – 2 000 ppm	-pocit ospalosti a horšího vzduchu
2 000 – 5 000 ppm	-možné bolesti hlavy, nižší schopnost koncentrace, snížená pozornost
>5 000 ppm	-pocit těžkého vzduchu a nevolnosti, zvýšený tep
>15 000 ppm	-potíže s dýcháním
>30 000 ppm	-bolesti hlavy, závratě a nevolnost
>60 000 – 80 000 ppm	-letargie a ztráta vědomí

Tabulka č. 48: Vliv oxidu uhličitého na lidský organismus

C. 5 MNOŽSTVÍ PŘÍVODNÍHO VĚTRACÍHO VZDUCHU

V současné době u nás neexistuje závazný předpis pro větrání obytných prostředí. Pro výpočet energetické náročnosti budov se zpravidla udává hodnota 0,5 násobné výměny vzduchu za hodinu, ale díky vzduchotěsné obálce budovy této hodnoty není prakticky dosaženo. Ve vzduchotechnické praxi se zpravidla udává přívod vzduchu na osobu 30 až 50 m³/h. Měřením nebo výpočtem lze ukázat, že z hlediska kvality vnitřního prostředí se jeví jako nejdůležitější parametry pro sledování oxid uhličitý (CO₂) a vlhkost, sledované podle způsobu využití místnosti. [16]

C. 6 KONCENTRACE CO₂ A PRODUKCE VLHKOSTI V MÍSTNOSTECH

C. 6.1 OBÝVACÍ POKOJE A LOŽNICE

V obytných místnostech, jako jsou obývací pokoje, ložnice a dětské pokoje, kde jsou lidé nejvýznamnějším zdrojem škodlivin, je rozhodující kritérium vnitřního vzduchu koncentrace oxidu uhličitého, která se udává v jednotkách ppm. Pro pobyt osob je jeví jako přípustné z hlediska objemu přiváděného vzduchu dodržení koncentrace CO₂ 1 000 až 1 200 ppm, což lze zabezpečit větráním o intenzitě 22-29 m³ vzduchu za hodinu na osobu při koncentraci přívodního vzduchu 330-370 ppm. [16]

Parts per milion (ppm) je výraz z angličtiny a znamená jednu miliontinu z celku. 1% = 10 000 ppm.

C. 6.2 KOUPELNY

Zatímco v obytných místnostech, kde jsou nejvíce přítomné osoby, je hlavní veličinou koncentrace oxidu uhličitého, v koupelnách je rozhodující činitel činnost osob, tedy koupání a s ní spojená produkce vlhkosti. Při sprchování bývá absolutní koncentrace vlhkosti až 2 600 g·h⁻¹ a při koupání ve vaně 700 g·h⁻¹, tomu odpovídá přívod a následný odvod vzduchu 42 až 260 m³/h.

Množství odváděného vzduchu lze snížit použitím zástěn nebo sprchových koutů, po kterých zkondenzovaná voda steče zpět. [16]

C. 6.3 KUCHYNĚ

V kuchyních je zdrojem škodlivin hlavně vaření. Při vaření na elektrickém sporáku se produkuje pouze vlhkost a odéry 600 až 1 500 g·h⁻¹. V kuchyni s plynovým sporákem při

spalování plynu vzniká vlhkost a oxid uhličitý, zároveň je vlhkost produkována i vařením. [16]

C. 7 MĚŘENÍ KONCENTRACE OXIDU UHLIČITÉHO CO₂

C. 7.1 PROČ MĚŘIT KONCENTRACI CO₂

Koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu je vhodným indikátorem vydýchaného vzduchu ve vnitřním prostředí a velmi dobře koresponduje s počtem lidí pobývajících v místnosti. Složení vzduchu v zemské atmosféře vyjádřené v procentech je: 78 % dusíku, 21 % kyslíku, 0,4 % vodních par, 0,04 % oxidu uhličitého, zbytek tvoří vzácné plyny a další složky. Koncentrace CO₂ v přírodě je tedy 400 ppm. Vyšší koncentrace CO₂ ve venkovním prostředí se vyskytují v okolí dopravních tepen s vysokým provozem, v okolí průmyslových zón, spaloven apod. Procesem dýchání dochází ke změně vydechnutého kyslíku na oxid uhličitý, vydechnutý vzduch dospělého člověka obsahuje okolo 35 000 až 50 000 ppm CO₂ (což je asi 100 x vyšší koncentrace než ve venkovním vzduchu). [22]

C. 7.2 ZPŮSOB VĚTRÁNÍ

Současné technologie dovolují snadno a relativně levně měnit koncentraci CO₂ ve vzduchu a na základě získaných hodnot pak řídit ventilační systém tak, aby byla zajištěna požadovaná kvalita vzduchu a současně byla minimalizována energetická náročnost. Ventilační systémy mohou využívat naměřené hodnoty pro spojitě řízení svého výkonu a tak udržovat vnitřní koncentraci CO₂ pod požadovanou maximální hodnotou. [21]

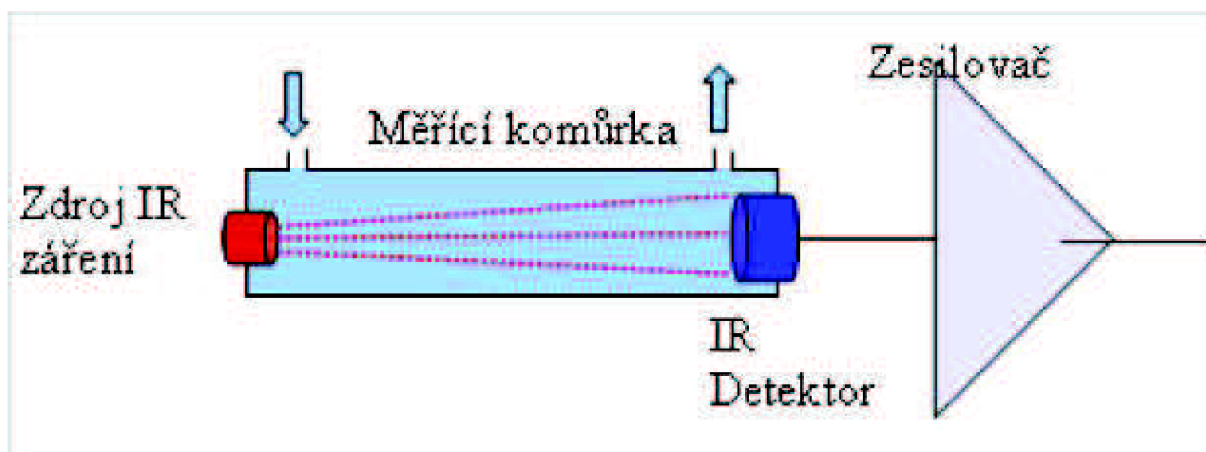
C. 7.3 ZPŮSOB MĚŘENÍ KONCENTRACE CO₂

Pro měření koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu se používá několik principů. Nejrozšířenější jsou čidla pracující na základě infračervené absorpční metody (tzv. metoda NDIR – Non-Dispersive InfraRed) a dále čidla pracující na elektrochemickém principu.

Čidla NDIR jsou přesnější, dlouhodobě stabilnější, měří koncentraci již od nulové hodnoty, ale jejich nevýhodou je vyšší cena. Elektrochemická čidla jsou naopak levnější a s poněkud nižší přesností, ale stále více než dostatečnou pro použití ve ventilační technice. Čidla pracující na elektrochemickém principu měří až od koncentrace cca 400 ppm, což vzhledem ke koncentraci ve venkovním prostředí, která je okolo 360 – 400 ppm, vůbec nevadí. Tato čidla obvykle mají autokalibrační funkci, která zajišťuje automatickou periodickou recalibraci čidla na čerstvý vzduch, čímž je eliminováno stárnutí čidla a je tím zajištěna dlouhodobá stabilita parametrů. [22]

C. 7.3.1 NDIR ČIDLA

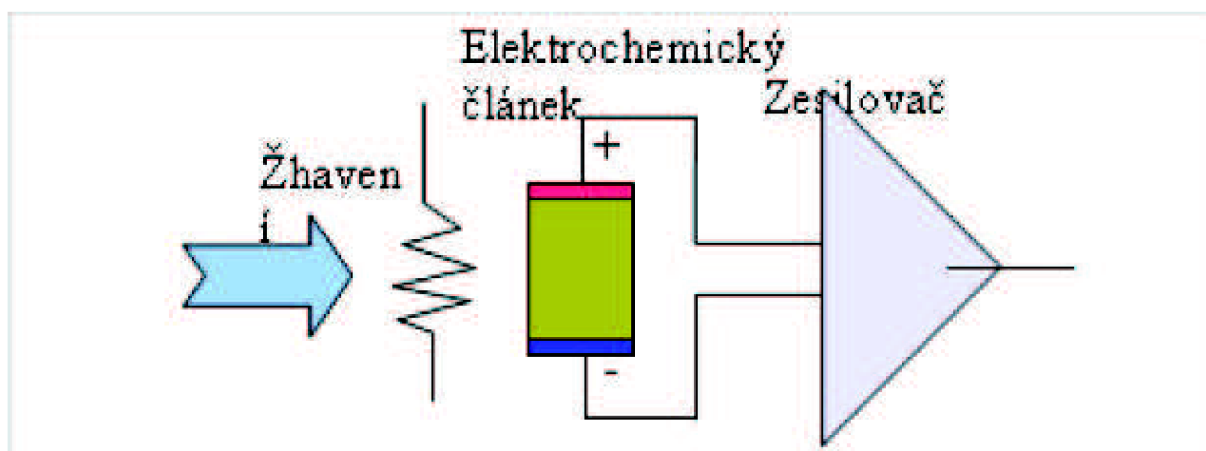
Tato čidla pracují na principu měření útlumu infračerveného záření ve vzduchu. Čidla se sestávají ze zdroje infračerveného záření, světlo-vodné trubice a infračerveného detektoru s příslušným filtrem. Signál z infračerveného detektoru se dále zesiluje a pak se pomocí další elektroniky vyhodnocuje útlum záření a na tomto základě se vypočítá aktuální koncentrace CO₂ ve vzduchu.



Obrázek č. 20: Schéma NDIR čidla [21]

C. 7.3.2 ELEKTROCHEMICKÁ ČIDLA

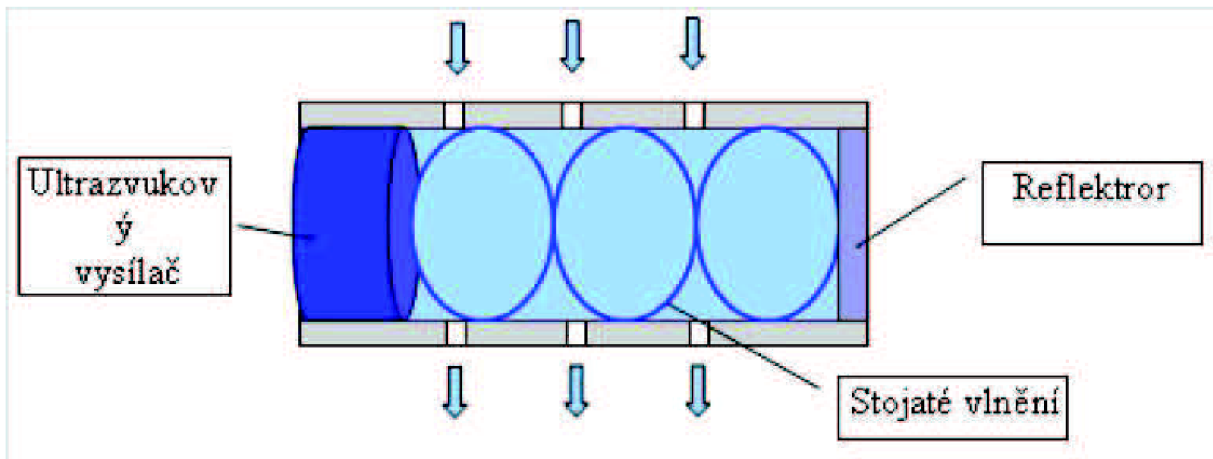
Tato čidla se obvykle sestávají z elektrochemického článku s tuhým elektrolytem. Tento článek je přídatným žhavením vyhříván na pracovní teplotu. Na elektrodách článku dochází k chemickým reakcím podobným jako v palivovém článku, kdy se spotřebovává kyslík a na elektrodách článku vzniká elektromotorická síla. Měřením této elektromotorické síly pomocí speciální elektroniky se pak zjišťuje koncentrace CO_2 ve vzduchu. Hlavní předností těchto čidel je vysoká citlivost a vynikající selektivita na oxid uhličitý.



Obrázek č. 21: Schéma elektrochemického čidla [21]

C. 7.3.3 ELEKTROAKUSTICKÁ ČIDLA

Elektroakustická čidla pracují na principu vyhodnocování změn kmitočtu ultrazvuku v mechanickém rezonátoru. Pomocí elektroniky se vyhodnocuje změna kmitočtu ultrazvukových vln, a na základě závislosti změny kmitočtu na koncentraci CO_2 ve vzduchu se určuje aktuální koncentrace CO_2 . Hlavní předností těchto čidel je dlouhodobá stabilita bez nutnosti recalibrace.

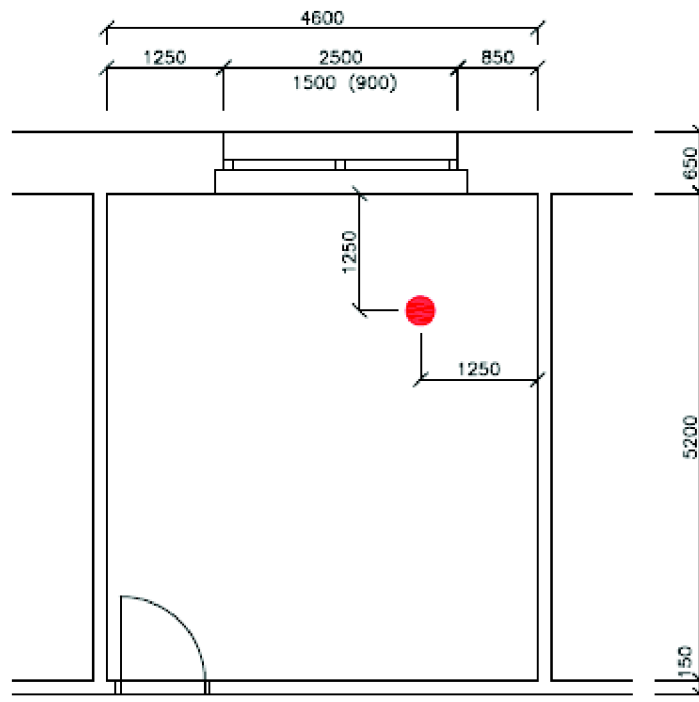


Obrázek č. 22: Schéma elektroakustického čidla [21]

C. 8 VLASTNÍ MĚŘENÍ KONCENTRACE CO₂

C. 8.1 POPIS MĚŘENÍ

Místnost, ve které se měřila koncentrace CO₂, se nachází v Brně na ulici Čápkova č.p. 20. Jedná se o bytový dům, který je zateplený a má vyměněné okna. Rozměry místnosti jsou 5,2 m x 4,6 m, což znamená, že podlahová plocha je 23,92 m². Světla výška je 2,7 m a objem místnosti je 64,584 m³. V místnosti se nachází jedno okno o rozměru 2,5 m x 1,5 m, které je orientováno na západ. Místnost se nachází v bytě 3+1, ve kterém byli čtyři osoby, z nichž dvě osoby užívají měřenou místnost. V měřené místnosti proběhlo měření koncentrace CO₂, vlhkosti a teploty ve dnech: 6. října, 22. října, 24. října, 25. října a 26. října. Pro tato měření byl použit multifunkční měřicí přístroj (TESTO 435) a sonda IAQ pro zjišťování kvality okolního vzduchu, měření CO₂, vlhkosti, teploty a absolutního tlaku.



Obrázek č. 23: Náčrt měřené místnosti

C. 8.2 PROVOZ MÍSTNOSTI

Během měření se v měřené místnosti pohybovaly dvě osoby, níž jedna byla v době od 9:00 do 18:00 nepřítomna a druhá osoba se v místnosti vyskytovala střídavě. Větrání místnosti probíhalo pomocí okna, které bylo otevřeno na ventilační provoz po většinu času i v nočních hodinách. Dále docházelo k mísení vzduchu z místnosti se vzduchem okolních pokojů důsledkem otevírání dveří a prouděním vzduchu pode dveřmi. V místnosti se po dobu měření téměř nevytápělo.

C. 8.3 POUŽITÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE

C. 8.3.1 SONDA IAQ

Měřená veličina	Rozsah	Přesnost
Teplota	0 °C až 50 °C	± 0,3 °C
Vlhkost	0 % až 100 %	± 2 %
Koncentrace CO ₂	0 ppm až 10 000 ppm	±50 ppm (<5 000 ppm, ±2% z nam. hodnoty) ±100 ppm (>5 001 ppm, ±3% z nam. hodnoty)
Absolutní tlak	600 hPa až 1 150 hPa	± 5 hPa

Tabulka č. 49: Měřicí rozsah a přesnost sondy IAQ



Obrázek č. 24: Sonda IAQ

C. 8.3.2 MULTIFUNKČNÍ MĚŘICÍ PŘÍSTROJ TESTO 435

V závislosti na měřené veličině musí být k přístroji připojena, případně zapnuta a nahlášena (rádiový přenos), správná sonda. Některé sondy potřebují nějaký čas po zapnutí na rozehrátí, až potom jsou připraveny k měření. Pro některé veličiny musí být správně zadány příslušné parametry používané pro výpočet, jinak nebudou výsledky měření korektní.

Přístroj nemá žádné napájení, funguje na tři tužkové baterie. Sonda IAQ se připojí do příslušného kanálu v měřicím přístroji. Po ukončení měření se data získají propojením

měřicího přístroje (TESTO 435) s počítačem pomocí USB kabelu. Následně se výsledky měření přenesou z přístroje do počítače pomocí programu Comfort Software X35.



Obrázek č. 25: Měřicí přístroj TESTO 435

C. 8.4 MĚŘENÍ KONCENTRACE CO₂, VLHKOSTI A TEPLoty

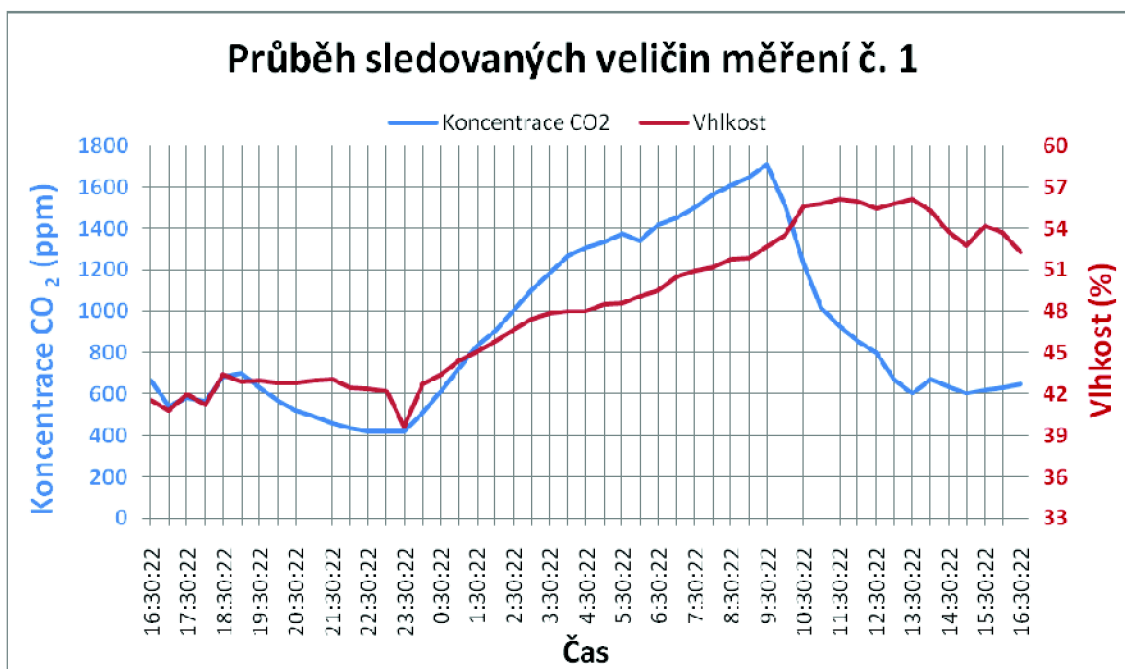
C. 8.4.1 MĚŘENÍ Č. 1

Začátek prvního měření byl dne 6. 10. 2012 v 16:30:22, konec měření 7. 10. 2012 v 16:30:22. Časový krok měření byl nastaven na 30 sekund. Aby následující tabulka a graf neobsahovaly příliš hodnot, tak u tohoto měření byly vybrány hodnoty s časovým krokem 30 minut.

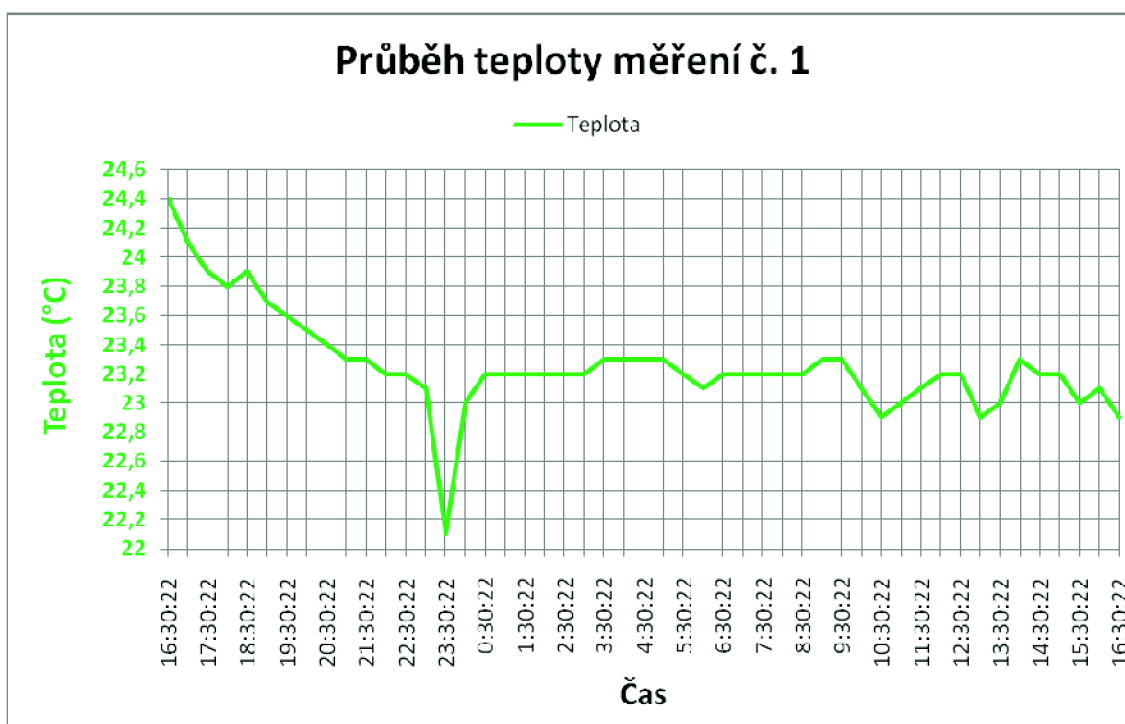
měření	datum	čas	[ppm] CO2	kPa	°C	%rH	kPa
1	6. 10. 2012	16:30:22	663	98,27	24,4	41,6	-0,007
61	6. 10. 2012	17:00:22	543	98,27	24,1	40,8	-0,007
121	6. 10. 2012	17:30:22	581	98,26	23,9	42	-0,007
181	6. 10. 2012	18:00:22	567	98,22	23,8	41,2	-0,007
241	6. 10. 2012	18:30:22	683	98,26	23,9	43,4	-0,007
301	6. 10. 2012	19:00:22	701	98,2	23,7	42,9	-0,007
361	6. 10. 2012	19:30:22	630	98,21	23,6	43	-0,007
421	6. 10. 2012	20:00:22	568	98,19	23,5	42,8	-0,007
481	6. 10. 2012	20:30:22	519	98,26	23,4	42,8	-0,007
541	6. 10. 2012	21:00:22	494	98,26	23,3	43	-0,007
601	6. 10. 2012	21:30:22	461	98,27	23,3	43,1	-0,007
661	6. 10. 2012	22:00:22	436	98,27	23,2	42,5	-0,007
721	6. 10. 2012	22:30:22	422	98,27	23,2	42,4	-0,007
781	6. 10. 2012	23:00:22	419	98,31	23,1	42,2	-0,007
841	6. 10. 2012	23:30:22	421	98,3	22,1	39,6	-0,007
901	7. 10. 2012	0:00:22	512	98,3	23	42,7	-0,007
961	7. 10. 2012	0:30:22	616	98,33	23,2	43,4	-0,007
1021	7. 10. 2012	1:00:22	724	98,39	23,2	44,4	-0,007
1081	7. 10. 2012	1:30:22	835	98,36	23,2	45,1	-0,007
1141	7. 10. 2012	2:00:22	903	98,33	23,2	45,8	-0,008
1201	7. 10. 2012	2:30:22	1008	98,29	23,2	46,7	-0,007
1261	7. 10. 2012	3:00:22	1102	98,27	23,2	47,4	-0,007
1321	7. 10. 2012	3:30:22	1186	98,27	23,3	47,8	-0,007
1381	7. 10. 2012	4:00:22	1267	98,27	23,3	48	-0,007
1441	7. 10. 2012	4:30:22	1306	98,27	23,3	48	-0,007
1501	7. 10. 2012	5:00:22	1335	98,27	23,3	48,5	-0,007
1561	7. 10. 2012	5:30:22	1375	98,27	23,2	48,6	-0,007
1621	7. 10. 2012	6:00:22	1343	98,26	23,1	49,1	-0,008
1681	7. 10. 2012	6:30:22	1421	98,16	23,2	49,5	-0,007
1741	7. 10. 2012	7:00:22	1455	98,21	23,2	50,5	-0,007
1801	7. 10. 2012	7:30:22	1503	98,18	23,2	50,9	-0,007
1861	7. 10. 2012	8:00:22	1563	98,15	23,2	51,2	-0,007
1921	7. 10. 2012	8:30:22	1609	98,14	23,2	51,8	-0,007
1981	7. 10. 2012	9:00:22	1646	98,13	23,3	51,9	-0,007
2041	7. 10. 2012	9:30:22	1712	98,13	23,3	52,7	-0,007
2101	7. 10. 2012	10:00:22	1508	98,13	23,1	53,5	-0,007
2161	7. 10. 2012	10:30:22	1230	98,12	22,9	55,6	-0,007
2221	7. 10. 2012	11:00:22	1018	98,06	23	55,8	-0,007
2281	7. 10. 2012	11:30:22	928	98	23,1	56,1	-0,007
2341	7. 10. 2012	12:00:22	854	97,99	23,2	56	-0,007
2401	7. 10. 2012	12:30:22	797	97,99	23,2	55,5	-0,007
2461	7. 10. 2012	13:00:22	674	97,92	22,9	55,8	-0,007
2521	7. 10. 2012	13:30:22	605	97,86	23	56,1	-0,007
2581	7. 10. 2012	14:00:22	673	97,99	23,3	55,3	-0,007

2641	7. 10. 2012	14:30:22	636	98,13	23,2	53,8	-0,007
2701	7. 10. 2012	15:00:22	605	98,15	23,2	52,8	-0,007
2761	7. 10. 2012	15:30:22	620	98,13	23	54,2	-0,007
2821	7. 10. 2012	16:00:22	632	98,27	23,1	53,7	-0,007
2881	7. 10. 2012	16:30:22	648	98,37	22,9	52,3	-0,007

Tabulka č. 50: Měření č. 1 – měřené veličiny (koncentrace CO₂, vlhkost a teplota)



Graf č. 4: Měření č. 1 – závislost koncentrace CO₂ a vlhkosti na čase



Graf č. 5: Měření č. 1 – závislost teploty na čase

Koncentrace CO₂ se začíná prudce zvyšovat okolo 23:30, kdy obě osoby užívající místnost jdou spát a jsou v této místnosti až do rána. V 9:30 se zase začíná koncentrace oxidu uhličitého rázně klesat z důvodu pohybu osob po celém bytě a tím dochází k promísení vzduchu s okolními místnostmi. Také je tento pokles koncentrace CO₂ zapříčiněn otevřením oken. U tohoto měření nelze posoudit vliv výměny oken na koncentraci CO₂, protože není k dispozici identická místnost, která by byla se starými okny a se stejným profilem užívání. Ale předpokládám, pokud by tato identická místnost byla k dispozici koncentrace CO₂ by byla mnohem nižší, protože by docházelo k větší výměně vzduchu infiltrací.

Vlhkost je v čase od 16:30 do 23:30 prakticky konstantní, následně stoupá až do ukončení měření vlivem dýchání osob nacházejících se v místnosti.

Teplota místnosti od 16:30 klesá důsledkem západu Slunce a otevřené ventilace. Pak od 23:30 stoupá, protože ventilace je zavřená a následně se až do konce měření drží prakticky na stejné hodnotě.

	Koncentrace CO₂	Vlhkost	Teplota
Maximum	1 712 ppm	56,1 %	24,4 °C
Minimum	419 ppm	39,6 %	22,1 °C

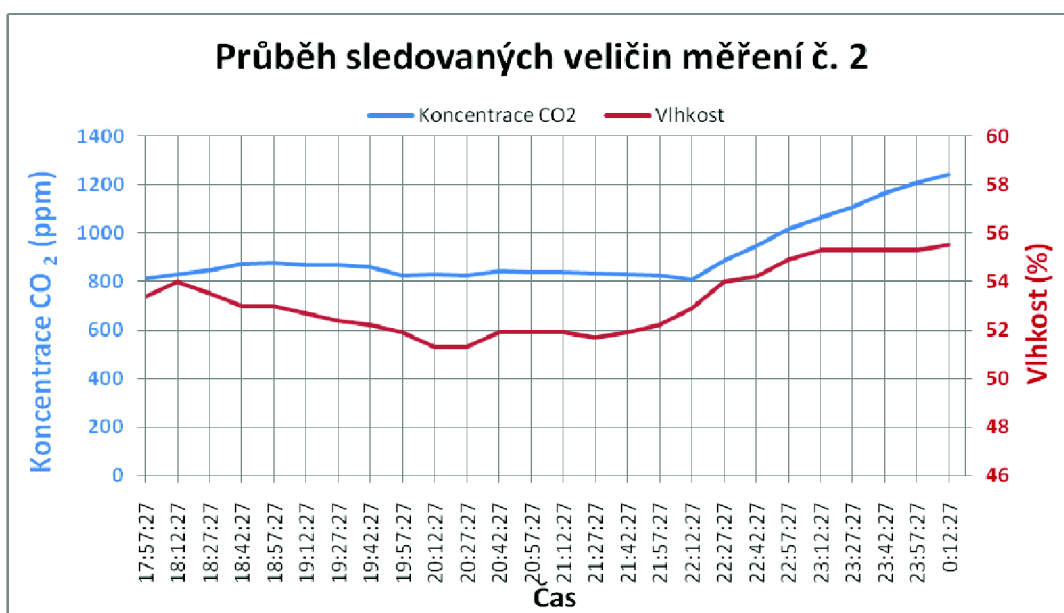
Tabulka č. 51: Měření č. 1 – maximální a minimální naměřené hodnoty

C. 8.4.2 MĚŘENÍ Č. 2

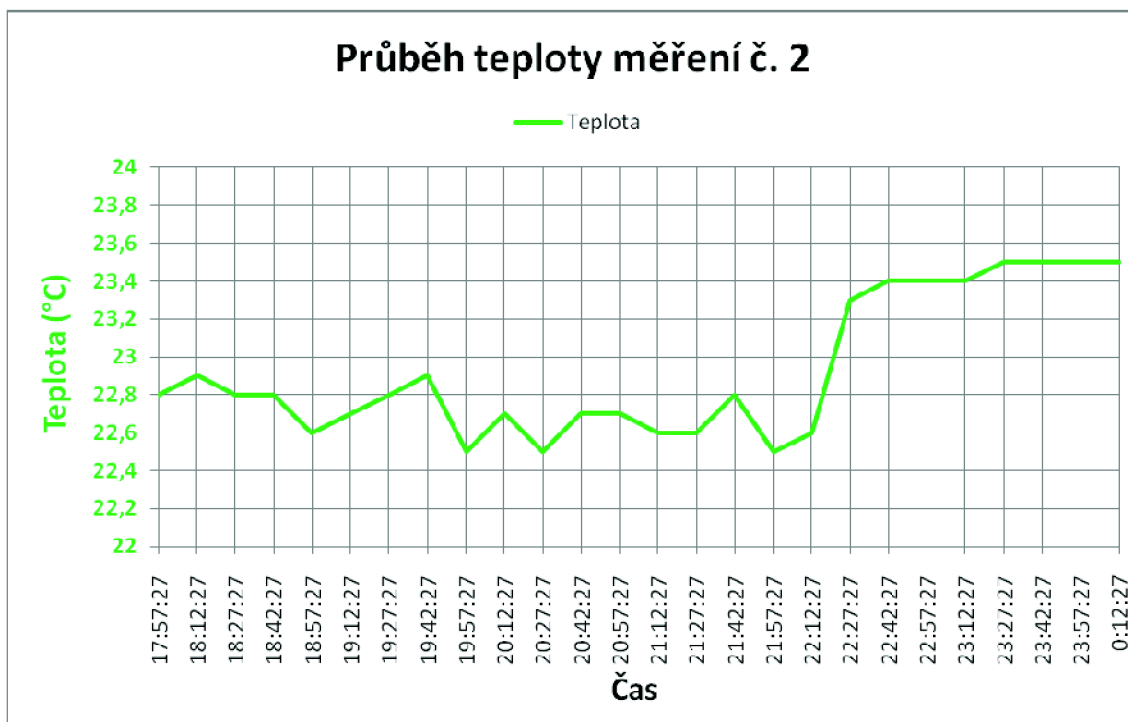
Začátek prvního měření byl dne 21. 10. 2012 v 17:57:27, konec měření 22. 10. 2012 v 0:13:27. Časový krok měření byl nastaven na 30 sekund. Aby následující tabulka a graf neobsahovaly příliš hodnot, tak u tohoto měření byly vybrány hodnoty s časovým krokem 15 minut. Měření netrvalo celý den jako předchozí kvůli nedostatečné kapacitě baterií.

měření	datum	čas	[ppm] CO ₂	kPa	°C	%rF	kPa
1	21. 10. 2012	17:57:27	811	98,95	22,8	53,4	-0,007
31	21. 10. 2012	18:12:27	832	98,95	22,9	54	-0,007
61	21. 10. 2012	18:27:27	846	98,95	22,8	53,5	-0,007
91	21. 10. 2012	18:42:27	874	98,96	22,8	53	-0,007
121	21. 10. 2012	18:57:27	880	98,97	22,6	53	-0,007
151	21. 10. 2012	19:12:27	869	99,01	22,7	52,7	-0,007
181	21. 10. 2012	19:27:27	871	99,01	22,8	52,4	-0,007
211	21. 10. 2012	19:42:27	861	99,07	22,9	52,2	-0,007
241	21. 10. 2012	19:57:27	826	99,08	22,5	51,9	-0,007
271	21. 10. 2012	20:12:27	832	99,08	22,7	51,3	-0,007
301	21. 10. 2012	20:27:27	824	99,08	22,5	51,3	-0,007
331	21. 10. 2012	20:42:27	842	99,08	22,7	51,9	-0,007
361	21. 10. 2012	20:57:27	837	99,08	22,7	51,9	-0,007
391	21. 10. 2012	21:12:27	841	99,08	22,6	51,9	-0,007
421	21. 10. 2012	21:27:27	835	99,08	22,6	51,7	-0,007
451	21. 10. 2012	21:42:27	832	99,08	22,8	51,9	-0,007
481	21. 10. 2012	21:57:27	826	99,08	22,5	52,2	-0,007
511	21. 10. 2012	22:12:27	809	99,08	22,6	52,9	-0,007
541	21. 10. 2012	22:27:27	888	99,08	23,3	54	-0,007
571	21. 10. 2012	22:42:27	947	99,08	23,4	54,2	-0,007
601	21. 10. 2012	22:57:27	1018	99,08	23,4	54,9	-0,007
631	21. 10. 2012	23:12:27	1063	99,08	23,4	55,3	-0,007
661	21. 10. 2012	23:27:27	1109	99,08	23,5	55,3	-0,007
691	21. 10. 2012	23:42:27	1165	99,08	23,5	55,3	-0,007
721	21. 10. 2012	23:57:27	1209	99,08	23,5	55,3	-0,007
751	22. 10. 2012	0:12:27	1243	99,08	23,5	55,5	-0,007

Tabulka č. 52: Měření č. 2 – měřené veličiny (koncentrace CO₂, vlhkost a teplota)



Graf č. 6: Měření č. 2 – závislost koncentrace CO₂ a vlhkosti na čase



Graf č. 7: Měření č. 2 – závislost teploty na čase

Koncentrace CO_2 se začíná zvyšovat okolo 22:12, kdy obě osoby užívající místnost jdou spát a jsou v této místnosti až do rána. Měření končí v čase 0:12, proto se nedá pozorovat další zvyšování koncentrace oxidu uhličitého. U tohoto měření nelze posoudit vliv výměny oken na koncentraci CO_2 , protože není k dispozici identická místnost, která by byla se starými okny a se stejným profilem užívání. Ale předpokládám, pokud by tato identická místnost byla k dispozici koncentrace CO_2 by byla mnohem nižší, protože by docházelo k větší výměně vzduchu infiltrací.

Vlhkost má návaznost na koncentraci CO_2 . Když začne narůstat koncentrace oxidu uhličitého, narůstá i vlhkost v místnosti. Příčinou tohoto jevu je dýchání osob, které dýcháním emitují oxid uhličitý a tím i vlhkost.

Teplota místnosti od počátku měření do 22:12 střídavě klesá a narůstá. Od 22:12 začíná strmě narůstat a poté zůstává prakticky neměnná.

	Koncentrace CO_2	Vlhkost	Teplota
Maximum	1 243 ppm	55,5 %	23,5 °C
Minimum	809 ppm	51,3 %	22,5 °C

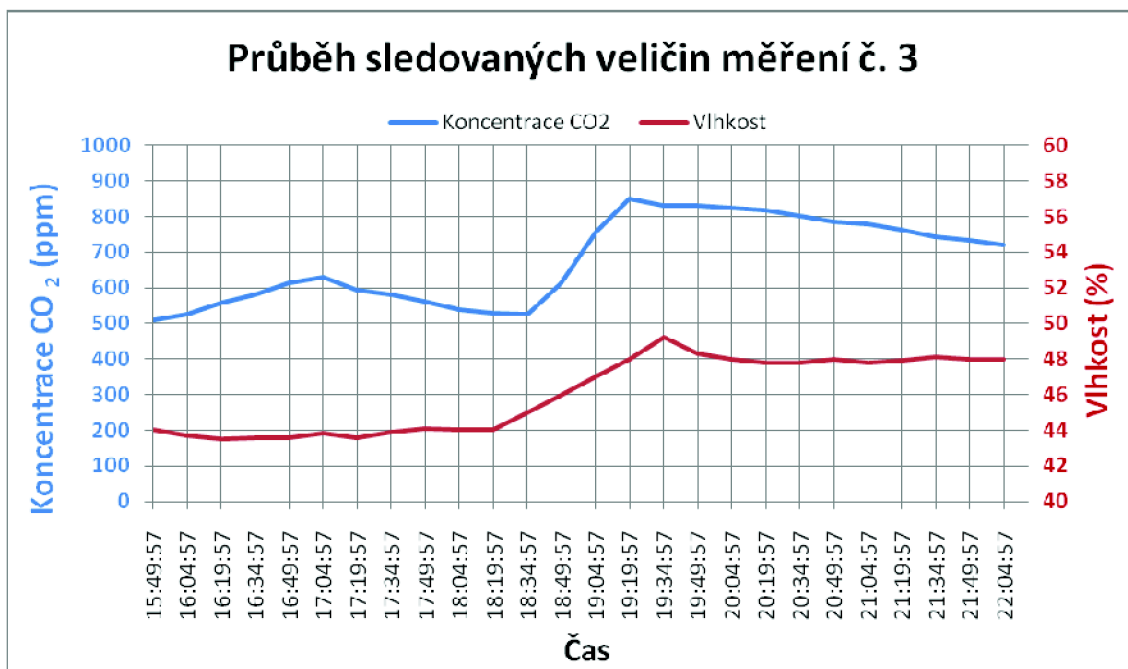
Tabulka č. 53: Měření č. 2 – maximální a minimální naměřené hodnoty

C. 8.4.3 MĚŘENÍ Č. 3

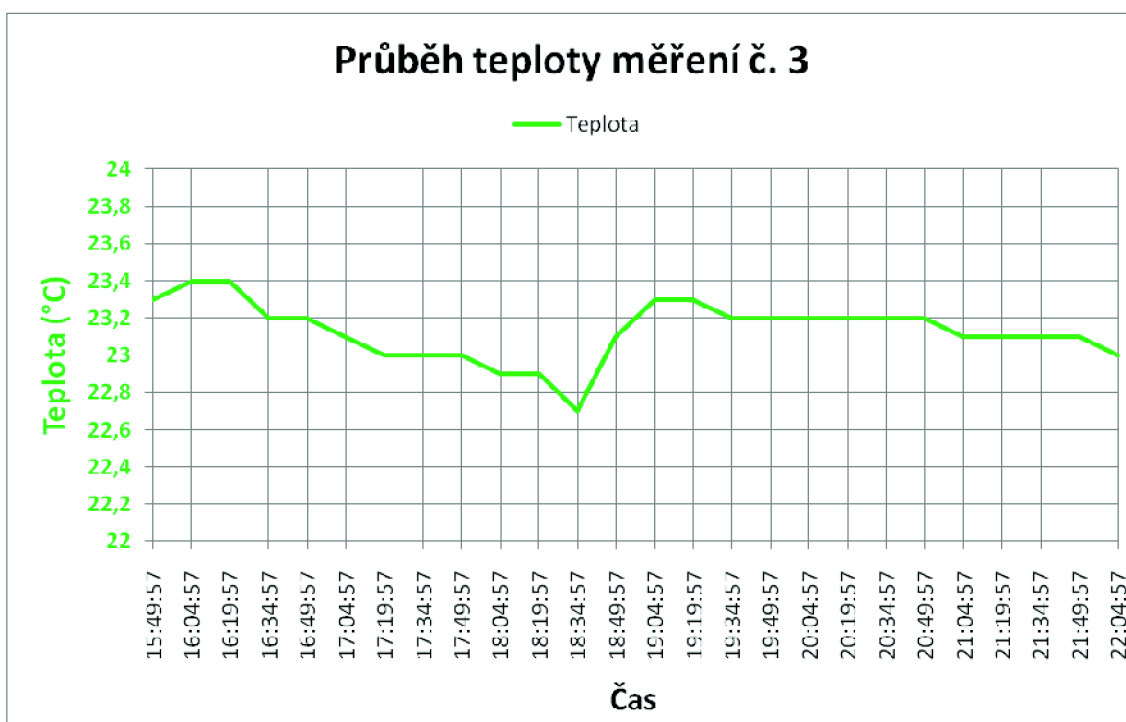
Začátek prvního měření byl dne 24. 10. 2012 v 15:49:57, konec měření 24. 10. 2012 v 22:09:27. Časový krok měření byl nastaven na 30 sekund. Aby následující tabulka a graf neobsahovaly příliš hodnot, tak u tohoto měření byly vybrány hodnoty s časovým krokem 15 minut. Měření netrvalo celý den jako předchozí kvůli nedostatečné kapacitě baterií.

měření	datum	čas	[ppm] CO ₂	kPa	°C	%rF	kPa
1	24. 10. 2012	15:49:57	509	98,79	23,3	44	-0,008
31	24. 10. 2012	16:04:57	526	98,81	23,4	43,7	-0,007
61	24. 10. 2012	16:19:57	559	98,78	23,4	43,5	-0,007
91	24. 10. 2012	16:34:57	580	98,75	23,2	43,6	-0,007
121	24. 10. 2012	16:49:57	614	98,73	23,2	43,6	-0,007
151	24. 10. 2012	17:04:57	628	98,71	23,1	43,8	-0,007
181	24. 10. 2012	17:19:57	593	98,73	23	43,6	-0,007
211	24. 10. 2012	17:34:57	580	98,76	23	43,9	-0,007
241	24. 10. 2012	17:49:57	561	98,78	23	44,1	-0,007
271	24. 10. 2012	18:04:57	540	98,77	22,9	44	-0,007
301	24. 10. 2012	18:19:57	530	98,77	22,9	44	-0,007
331	24. 10. 2012	18:34:57	526	98,78	22,7	45	-0,007
361	24. 10. 2012	18:49:57	613	98,78	23,1	46	-0,007
391	24. 10. 2012	19:04:57	756	98,75	23,3	47	-0,007
421	24. 10. 2012	19:19:57	849	98,78	23,3	48	-0,007
451	24. 10. 2012	19:34:57	832	98,75	23,2	49,2	-0,007
481	24. 10. 2012	19:49:57	829	98,71	23,2	48,3	-0,007
511	24. 10. 2012	20:04:57	824	98,7	23,2	48	-0,007
541	24. 10. 2012	20:19:57	819	98,73	23,2	47,8	-0,007
571	24. 10. 2012	20:34:57	801	98,74	23,2	47,8	-0,007
601	24. 10. 2012	20:49:57	786	98,76	23,2	48	-0,007
631	24. 10. 2012	21:04:57	777	98,74	23,1	47,8	-0,007
661	24. 10. 2012	21:19:57	762	98,72	23,1	47,9	-0,007
691	24. 10. 2012	21:34:57	743	98,73	23,1	48,1	-0,007
721	24. 10. 2012	21:49:57	733	98,76	23,1	48	-0,007
751	24. 10. 2012	22:04:57	721	98,72	23	48	-0,007

Tabulka č. 54: Měření č. 3 – měřené veličiny (koncentrace CO₂, vlhkost a teplota)



Graf č. 8: Měření č. 3 – závislost koncentrace CO₂ a vlhkosti na čase



Graf č. 9: Měření č. 3 – závislost teploty na čase

Koncentrace CO₂ se začíná zvyšovat okolo 18:35, kdy obě osoby užívající místnost, pak od 19:20 koncentrace klesá nejspíš v důsledku opuštění obytné místnosti. Měření končí v čase 22:05, proto se nedá pozorovat do kdy koncentrace CO₂ klesá a následným příchodem osob se zvyšuje. U tohoto měření nelze posoudit vliv výměny oken na koncentraci CO₂, protože není k dispozici identická místnost, která by byla se starými okny a se stejným profilem užívání.

Ale předpokládám, pokud by tato identická místnost byla k dispozici koncentrace CO₂ by byla mnohem nižší, protože by docházelo k větší výměně vzduchu infiltrací.

Vlhkost má obdobnou návaznost na koncentraci CO₂ jako u předchozího měření. Když začne narůstat koncentrace oxidu uhličitého, narůstá i vlhkost v místnosti. Příčinou tohoto jevu je dýchání osob, které dýcháním emitují oxid uhličitý a tím i vlhkost.

Teplota místnosti od počátku měření do 18:35 mírně klesá. Od 18:35 narůstá až do odchodu osob z místnosti, poté opět mírně klesá.

	Koncentrace CO ₂	Vlhkost	Teplota
Maximum	849 ppm	49,2 %	23,4 °C
Minimum	509 ppm	43,5 %	22,7 °C

Tabulka č. 55: Měření č. 3 – maximální a minimální naměřené hodnoty

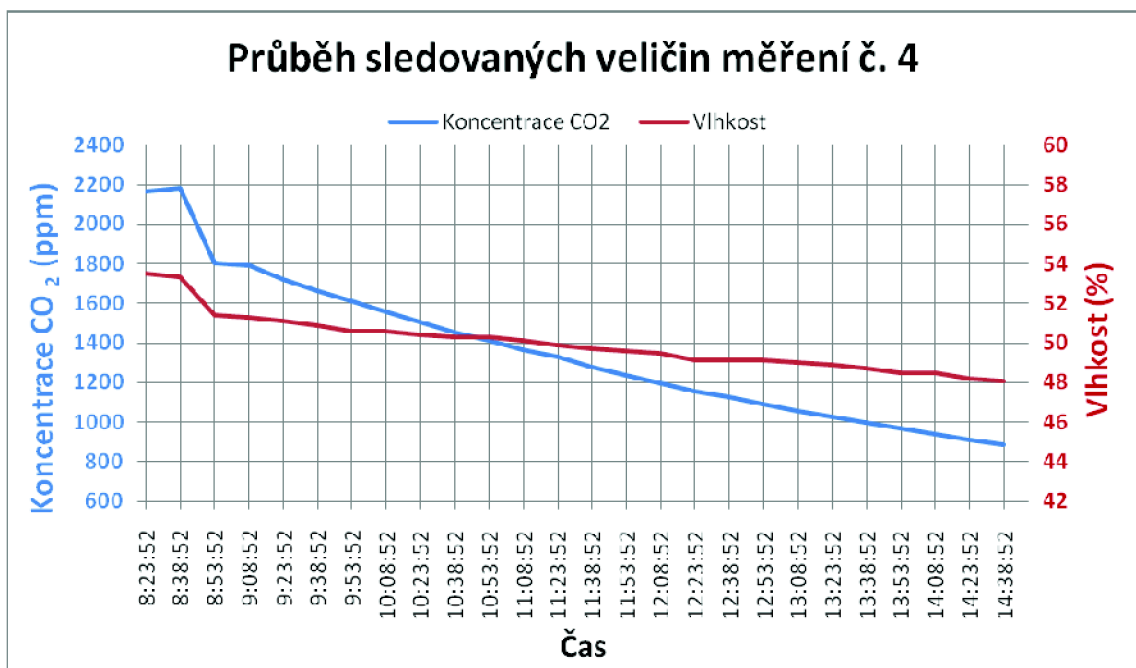
C. 8.4.4 MĚŘENÍ Č. 4

Začátek prvního měření byl dne 25. 10. 2012 v 8:23:52, konec měření 25. 10. 2012 v 14:41:22. Časový krok měření byl nastaven na 30 sekund. Aby následující tabulka a graf neobsahovaly příliš hodnot, tak u tohoto měření byly vybrány hodnoty s časovým krokem 15 minut. Měření netrvalo celý den jako předchozí kvůli nedostatečné kapacitě baterií.

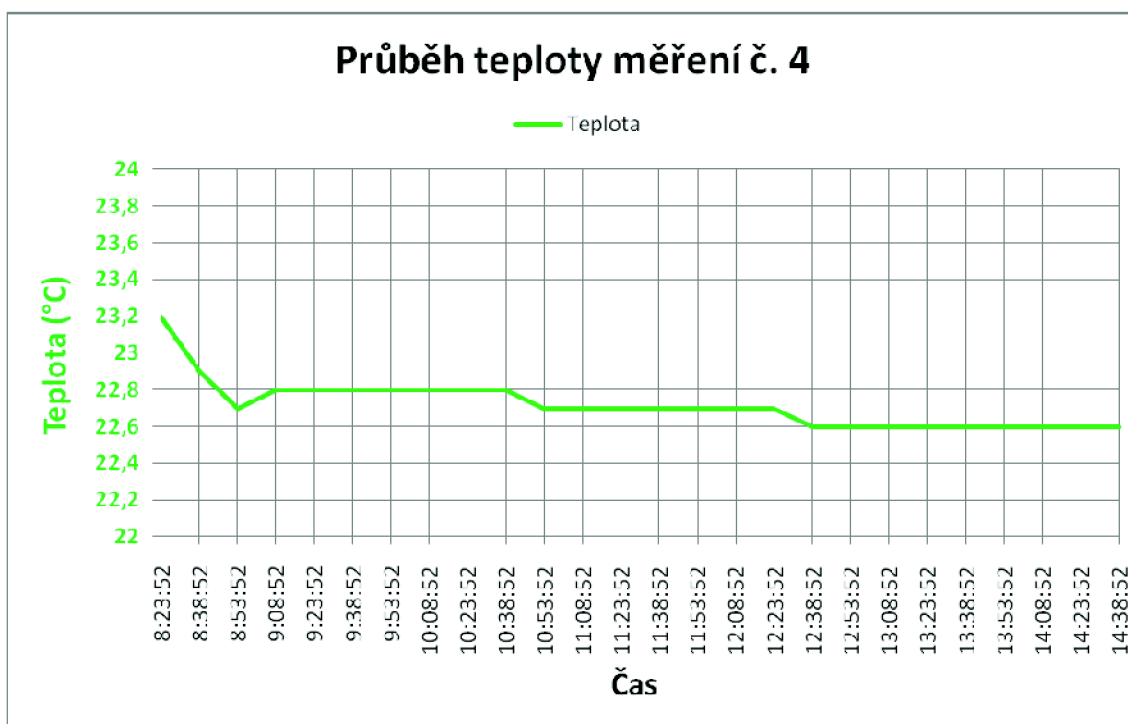
měření	datum	čas	[ppm] CO ₂	kPa	°C	%rF	kPa
1	25. 10. 2012	8:23:52	2163	98,4	23,2	53,5	-0,007
31	25. 10. 2012	8:38:52	2181	98,4	22,9	53,3	-0,007
61	25. 10. 2012	8:53:52	1804	98,4	22,7	51,4	-0,007
91	25. 10. 2012	9:08:52	1793	98,4	22,8	51,3	-0,007
121	25. 10. 2012	9:23:52	1724	98,4	22,8	51,1	-0,007
151	25. 10. 2012	9:38:52	1662	98,4	22,8	50,9	-0,007
181	25. 10. 2012	9:53:52	1613	98,4	22,8	50,6	-0,007
211	25. 10. 2012	10:08:52	1556	98,4	22,8	50,6	-0,007
241	25. 10. 2012	10:23:52	1506	98,4	22,8	50,4	-0,007
271	25. 10. 2012	10:38:52	1455	98,4	22,8	50,3	-0,007
301	25. 10. 2012	10:53:52	1414	98,4	22,7	50,3	-0,007
331	25. 10. 2012	11:08:52	1363	98,4	22,7	50,1	-0,007
361	25. 10. 2012	11:23:52	1329	98,36	22,7	49,9	-0,007
391	25. 10. 2012	11:38:52	1278	98,29	22,7	49,7	-0,007
421	25. 10. 2012	11:53:52	1239	98,28	22,7	49,6	-0,007

451	25. 10. 2012	12:08:52	1195	98,27	22,7	49,5	-0,007
481	25. 10. 2012	12:23:52	1155	98,27	22,7	49,1	-0,007
511	25. 10. 2012	12:38:52	1123	98,27	22,6	49,1	-0,007
541	25. 10. 2012	12:53:52	1088	98,27	22,6	49,1	-0,007
571	25. 10. 2012	13:08:52	1054	98,27	22,6	49	-0,007
601	25. 10. 2012	13:23:52	1028	98,26	22,6	48,9	-0,007
631	25. 10. 2012	13:38:52	997	98,26	22,6	48,7	-0,007
661	25. 10. 2012	13:53:52	968	98,21	22,6	48,5	-0,007
691	25. 10. 2012	14:08:52	940	98,14	22,6	48,5	-0,007
721	25. 10. 2012	14:23:52	908	98,13	22,6	48,2	-0,007
751	25. 10. 2012	14:38:52	885	98,13	22,6	48,1	-0,007

Tabulka č. 56: Měření č. 4 – měřené veličiny (koncentrace CO₂, vlhkost a teplota)



Graf č. 10: Měření č. 4 – závislost koncentrace CO₂ a vlhkosti na čase



Graf č. 11: Měření č. 4 – závislost teploty na čase

Koncentrace CO₂ je nad obvyklou mezi 1 200 ppm, protože se jedná o ranní hodiny a po spánku dvou osob v měřené místnosti je vzduch vydýchaný. Postupně během zbývajících hodin se koncentrace CO₂ snižuje, protože byla otevřena okna. U tohoto měření nelze posoudit vliv výměny oken na koncentraci CO₂, protože není k dispozici identická místnost, která by byla se starými okny a se stejným profilem užívání. Ale předpokládám, pokud by tato identická místnost byla k dispozici koncentrace CO₂ by byla mnohem nižší, protože by docházelo k větší výměně vzduchu infiltrací.

Vlhkost má stejný průběh po zadýchání místnosti osobami je vlhkost velká a postupně se během dne snižuje.

Teplota v místnosti od počátku měření mírně klesá až do konce měření.

	Koncentrace CO ₂	Vlhkost	Teplota
Maximum	2 181 ppm	53,5 %	23,2 °C
Minimum	908 ppm	48,1 %	22,6 °C

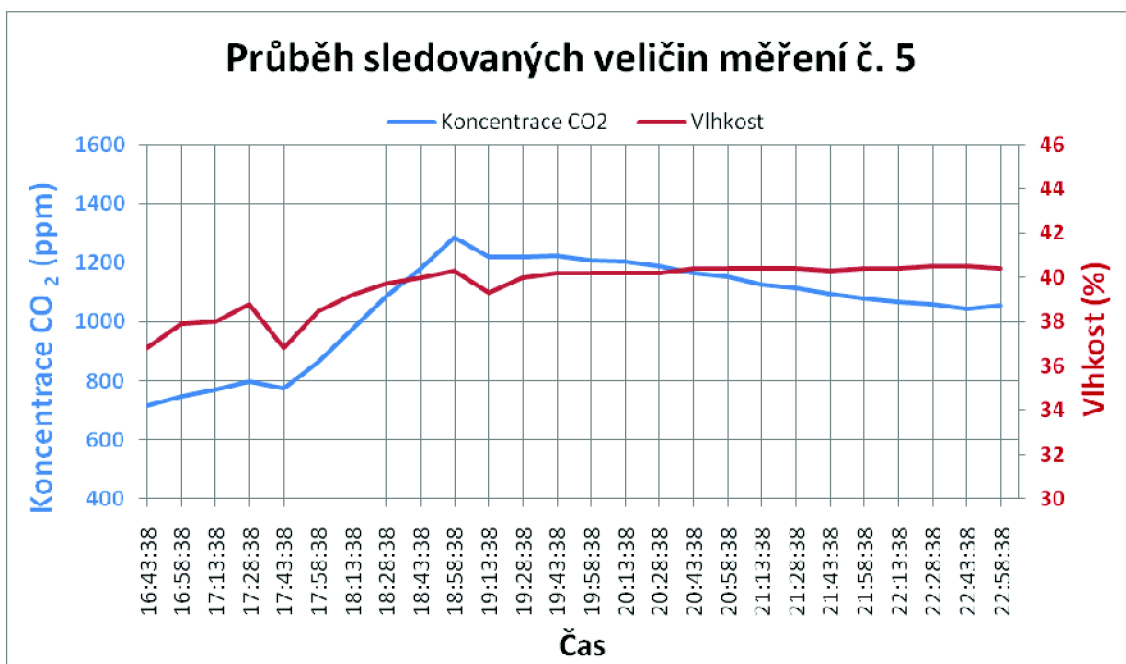
Tabulka č. 57: Měření č. 4 – maximální a minimální naměřené hodnoty

C. 8.4.5 MĚŘENÍ Č. 5

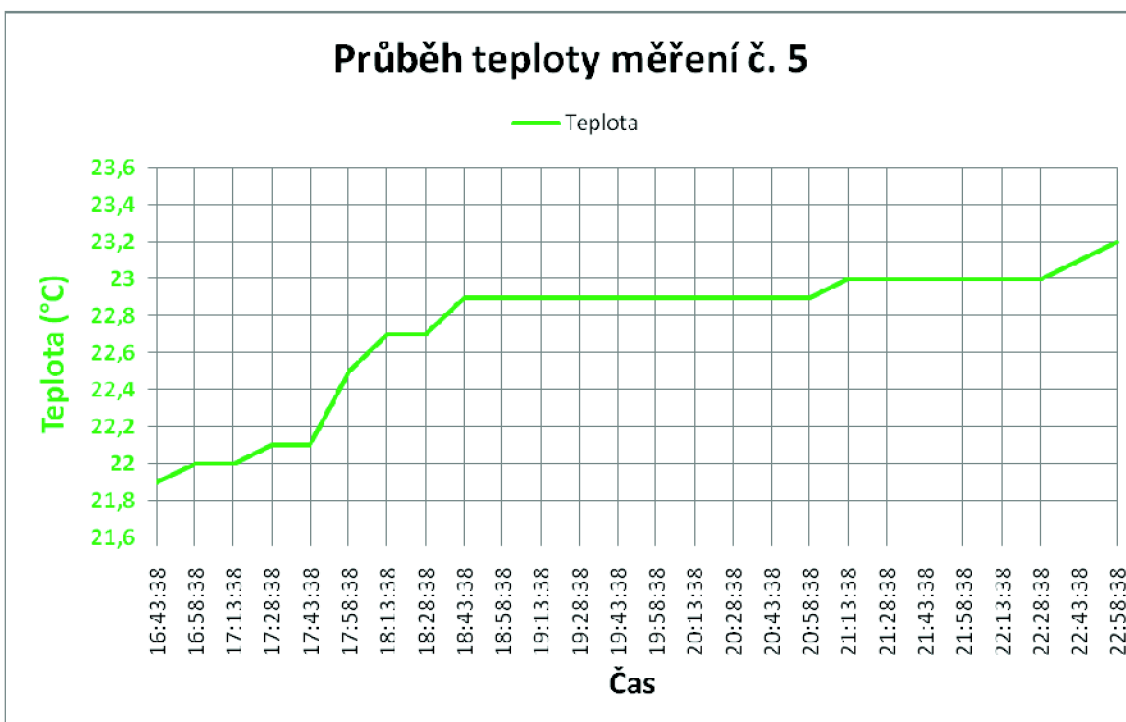
Začátek prvního měření byl dne 26. 10. 2012 v 16:43:38, konec měření 26. 10. 2012 v 23:04:38. Časový krok měření byl nastaven na 30 sekund. Aby následující tabulka a graf neobsahovaly příliš hodnot, tak u tohoto měření byly vybrány hodnoty s časovým krokem 15 minut. Měření netrvalo celý den jako předchozí kvůli nedostatečné kapacitě baterií.

měření	datum	čas	[ppm] CO2	kPa	°C	%rF	kPa
1	26. 10. 2012	16:43:38	716	97,86	21,9	36,8	-0,007
31	26. 10. 2012	16:58:38	748	97,84	22	37,9	-0,007
61	26. 10. 2012	17:13:38	769	97,8	22	38	-0,007
91	26. 10. 2012	17:28:38	797	97,73	22,1	38,8	-0,007
121	26. 10. 2012	17:43:38	775	97,72	22,1	36,8	-0,007
151	26. 10. 2012	17:58:38	865	97,72	22,5	38,5	-0,007
181	26. 10. 2012	18:13:38	972	97,72	22,7	39,2	-0,007
211	26. 10. 2012	18:28:38	1086	97,72	22,7	39,7	-0,007
241	26. 10. 2012	18:43:38	1182	97,72	22,9	40	-0,007
271	26. 10. 2012	18:58:38	1285	97,72	22,9	40,3	-0,007
301	26. 10. 2012	19:13:38	1220	97,69	22,9	39,3	-0,007
331	26. 10. 2012	19:28:38	1221	97,65	22,9	40	-0,007
361	26. 10. 2012	19:43:38	1224	97,58	22,9	40,2	-0,007
391	26. 10. 2012	19:58:38	1209	97,58	22,9	40,2	-0,007
421	26. 10. 2012	20:13:38	1203	97,57	22,9	40,2	-0,007
451	26. 10. 2012	20:28:38	1188	97,47	22,9	40,2	-0,007
481	26. 10. 2012	20:43:38	1165	97,45	22,9	40,4	-0,007
511	26. 10. 2012	20:58:38	1151	97,45	22,9	40,4	-0,007
541	26. 10. 2012	21:13:38	1126	97,44	23	40,4	-0,007
571	26. 10. 2012	21:28:38	1115	97,38	23	40,4	-0,007
601	26. 10. 2012	21:43:38	1094	97,32	23	40,3	-0,007
631	26. 10. 2012	21:58:38	1079	97,31	23	40,4	-0,007
661	26. 10. 2012	22:13:38	1067	97,31	23	40,4	-0,007
691	26. 10. 2012	22:28:38	1060	97,2	23	40,5	-0,007
721	26. 10. 2012	22:43:38	1043	97,18	23,1	40,5	-0,007
751	26. 10. 2012	22:58:38	1054	97,18	23,2	40,4	-0,007

Tabulka č. 58: Měření č. 5 – měřené veličiny (koncentrace CO₂, vlhkost a teplota)



Graf č. 12: Měření č. 5 – závislost koncentrace CO₂ a vlhkosti na čase



Graf č. 13: Měření č. 5 – závislost teploty na čase

Koncentrace CO₂ od začátku měření do 19 hodiny stoupá, jelikož do místnosti přicházejí postupně obě osoby. Po 19 hodině koncentrace oxidu uhličitého mírně klesá, a to vlivem větrání nebo osoby místnost opustili a koncentrace se snižuje postupným smícháváním vzduchu z okolních místností. U tohoto měření nelze posoudit vliv výměny oken na koncentraci CO₂, protože není k dispozici identická místnost, která by byla se starými okny a

se stejným profilem užívání. Ale předpokládám, pokud by tato identická místnost byla k dispozici koncentrace CO₂ by byla mnohem nižší, protože by docházelo k větší výměně vzduchu infiltrací.

Vlhkost má převážně stoupající charakter ale nedosahuje ani zdaleka takových hodnot jako u měření č. 4, protože tam se jedná o ranní hodiny, kdy osoby strávili v obytné místnosti celý čas.

Teplota v místnosti narůstá skokově od počátku měření až do času 18:44, kdy ji můžeme označit za takměř konstantní.

	Koncentrace CO₂	Vlhkost	Teplota
Maximum	1 285 ppm	40,5 %	23,2 °C
Minimum	716 ppm	36,8 %	21,9 °C

Tabulka č. 59: Měření č. 5 – maximální a minimální naměřené hodnoty

C.9 ZÁVĚR

Z měření bylo vyzorováno, že koncentrace CO₂ v místnosti překročí hodnotu 1 200 ppm jen v pozdních nočních a ranních hodinách. Je tomu tak, protože během dne byla místnost větraná a výskyt osob v této místnosti byl jen náhodný. V noci a k ránu kdy je místnost nejvíce používaná dosáhla koncentrace CO₂ i vlhkost nejvyšších hodnot. Ale na základě tohoto měření se nedá usuzovat, zda má výměna oken vliv na koncentraci CO₂. Aby vliv výměny oken byl prokazatelný, museli bychom provést měření ve srovnatelné místnosti se srovnatelným provozem.

ZÁVĚR

Jako nejvhodnější variantu úsporných opatření jsem zvolil, první variantu, protože úspora tepla je vyšší než u druhé varianty, a také prostá a reálná návratnost je nižší než u druhé varianty úsporných opatření. Ale z pohledu čisté současné hodnoty (NPV) obě varianty vycházejí prodělečně. První varianta úsporných opatření obsahuje zateplení stropu nad technickým podlažím, střešního pláště, stropu nad vchodem, stropu nad poslední lodžii, obvodových stěn, vnitřní stěny, boční stěny lodžie a přípravu teplé vody pomocí solárních kolektorů. Navržením těchto úsporných opatření se bohužel nedokázala snížit energetická náročnost budovy natolik, aby se dosáhlo „téměř nulové spotřeba energie“. Pro tento standard by bylo nutné dosáhnout měrné roční potřeby tepla na vytápění menší než 15 kWh/m^2 za rok. Přičemž u první varianty je to 41 kWh/m^2 za rok a u druhé, která doporučena nebyla je to více.

V místnosti, ve které byla měřena koncentrace CO_2 a vlhkosti, nebyl prokázán vliv výměny oken na koncentraci CO_2 a vlhkosti. Ale lze s jistotou tvrdit, že v měřené místnosti, která se nachází v rekonstruovaném objektu s vyměněnými okny, by byla koncentrace oxidu uhličitého a vlhkosti menší, kdyby tento objekt nebyl rekonstruován a s původními okny. Průvzdušnost starších oken je mnohem větší než oken moderních, které mají průvzdušnost skoro nulovou. Vliv výměny oken by byl mnohem lépe prokazatelný, pokud bych měl k dispozici podobnou místnost se stejným profilem užívání.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] BERANOVSKÝ, Jiří, Karel SRDEČNÝ a Petr VOGEL. *Pasivní panelák? A to myslíte vážně?*. Praha: EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie, 2011, 136 s. ISBN 978-80-87333-07-5.
- [2] Energetický audit: Průkaz energetické náročnosti budovy. *Energetické průkazy* [online]. 2008-2012 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.energeticke-prukazy.cz/energeticky-prukaz.php>
- [3] Rekonstrukce panelových domů v nízkoenergetickém standardu. *EKOWATT* [online]. 2011 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: http://ekowatt.cz/upload/185e8ebf18feb4362c73f87f56e58606/EkoWATT_rekonstrukce_PD_screen.pdf
- [4] Designové pasivní domy v praxi. *TZB-info* [online]. 2012 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/8411-designove-pasivni-domy-v-praxi>
- [5] Větrání. *EKOWATT* [online]. 2011 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: http://www.ekowatt.cz/obrazky/publikace/Katalog_ospornych_opatreni/Katalogovy_list_vetrani.pdf
- [6] Systémy větrání obytných budov. *TZB-info* [online]. 2011 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>
- [7] Teplá voda. *EKOWATT* [online]. 2011 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: http://www.ekowatt.cz/obrazky/publikace/Katalog_ospornych_opatreni/Katalogovy_list_tepla_voda.pdf
- [8] Domy s téměř nulovou spotřebou energie povinně od roku 2020. *Stavebnictví 3000* [online]. 2011 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/domy-s-nulovou-spotrebou-energie-povinne-od-2020/>

- [9] Tepelně technické vlastnosti konstrukcí. *EKOWATT* [online]. 2010 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://panelovedomy.ekowatt.cz/stavebni-opatreni/62-tepelne-technicke-vlastnosti-konstrukci>
- [10] Solární soustavy - teorie a schémata (II). *TZB-info* [online]. 2005 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2641-solarni-soustavy-teorie-a-schemata-ii>
- [11] Velkoplošný solární kolektor SUNTIME 2.4. *Propuls* [online]. 2009 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.propuls.cz/solarni-kolektor-2-4.html>
- [12] Zpětné získávání tepla a větrání objektů. *TZB-info* [online]. 2010 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/rekuperace-tepla/6325-zpetne-ziskavani-tepla-a-vetrani-objektu>
- [13] Hlavní katalog. *Janka Engineering* [online]. 2010 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://janka.cz/articles/0/97/102/profil-janka-cz.pdf>
- [14] Výpočtová pomůcka EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST INVESTIC (II). In: *TZB-info* [online]. 2005 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2786-vypoctova-pomucka-ekonomicka-efektivnost-investic-ii>
- [15] Bytové větrání ve vztahu k produkci CO₂, vlhkosti a škodlivin (II). *TZB-info* [online]. 2006 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3042-bytove-vetrani-ve-vztahu-k-produkci-co2-vlhkosti-a-skodlivin-ii>
- [16] Větrání panelových domů - opatření a jejich limity. *TZB-info* [online]. 2010 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6181-vetrani-panelovych-domu-opatreni-a-jejich-limity>
- [17] Tepelně-vlhkostní mikroklima. *Státní zdravotní ústav* [online]. 2007 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/tepelne-vlhkostni-mikroklima>
- [18] Mikroklima pasivních domů. *TZB-info* [online]. 2011 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitni-prostredi/8144-mikroklima-pasivnich-domu>

[19] Oxid uhličitý. *Integrovaný registr znečištění* [online]. 2009 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: http://www.irz.cz/repository/latky/oxid_uhlicity.pdf

[20] Oxid uhličitý - utajený nepřítel. *TZB-info* [online]. 2011 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/7132-oxid-uhlicity-utajeny-nepritel>

[21] Pracujete ve zdravém prostředí?. In: *TZB-info* [online]. 2009 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/5827-pracujete-ve-zdravem-prostredi>

[22] Větrání řízené skutečnou potřebou. *Odborný portál pro profesionály v oblasti stavebnictví* [online]. 2010 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: http://www.asb-portal.cz/?article_print=2241

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

PENB	-	průkaz energetické náročnosti budovy
EPS	-	expandovaný pěnový polystyren
XPS	-	extrudovaný pěnový polystyren
ETICS	-	External Thermal Insulating Composite Systems
CZT	-	centralizované zásobování teplem
TV	-	teplá voda
TUV	-	teplá užitková voda
PUR	-	polyuretan
ppm	-	parts per milion
ZZT	-	zpětné získávání tepla
ASHRAE	-	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
NDIR	-	Non Dispersive InfraRed
IAQ	-	Indoor Air Quality

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1 - Výpočet součinitele prostupu tepla stávajících konstrukcí
- Příloha č. 2 - Výpočet součinitele prostupu tepla zateplených konstrukcí
- Příloha č. 3 - Výpočet a dimenzování solární soustavy
- Příloha č. 4 - Průkaz energetické náročnosti budovy – varianta č. 1
- Příloha č. 5 - Průkaz energetické náročnosti budovy – varianta č. 2
- Příloha č. 6 - Energetický štítek obálky budovy – stávající stav
- Příloha č. 7 - Energetický štítek obálky budovy – varianta č. 1
- Příloha č. 8 - Energetický štítek obálky budovy – varianta č. 2
- Příloha č. 9 - Výkresová dokumentace: a) celková situace stavby
b) půdorys 1PP
c) půdorys 1NP
d) půdorys 2NP – 4NP
e) půdorys střechy
f) řez A-A', řez B-B'
g) pohled severovýchodní
h) pohled jihozápadní
i) pohled severozápadní
j) schéma zapojení solární soustavy
k) rozmístění solárních kolektorů
l) půdorys strojovny

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA Č. 1: VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA STÁVAJÍCÍCH KONSTRUKCÍ

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S1: Strop mezi sklepem a 1.NP**
Zpracovatel : Pavel Fojtů
Zakázka :
Datum : 2.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop - tepelný tok shora
Korekce součinitele prostupu dU : 0.100 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Podlahové lino	0.0100	0.1700	1400.0	1200.0	1000.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.17 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.17 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.17 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : 0.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 80.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.14 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 2.099 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 2.12 / 2.15 / 2.20 / 2.30 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou
přirážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 8.0E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce N_y* : 10.5
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 6.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 11.20 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$:

0.509

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
tepl.[C]:	11.9	8.4	3.3	2.4
p [Pa]:	1453	814	507	488
p,sat [Pa]:	1392	1102	772	725

Při venkovní návrhové teplotě dochází k povrchové kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
	levá [m]	pravá	
1	0.0000	0.0021	2.912E-0005

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$:

23.237 kg/m²,rok

Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$:

353.069 kg/m²,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Pozn.: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí vnější teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S2: Střešní plášť**

Zpracovatel : Pavel Fojtů

Zakázka :

Datum : 2.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce :

Strop, střecha - tepelný tok zdola

Korekce součinitele prostupu dU :

0.050 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Keramzitbeton	0.1200	0.5600	880.0	1100.0	11.0	0.0000
4	A 400 H	0.0007	0.2100	1470.0	900.0	3150.0	0.0000
5	Pěnový polysty	0.0800	0.0510	1270.0	10.0	40.0	0.0000
6	A 400 H	0.0007	0.2100	1470.0	900.0	3150.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Teplotní odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi :	0.10 m ² K/W
Teplotní odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse :	0.04 m ² K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R :	1.70 m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.542 W/m ² K
Součinitel prostupu zabudované kce U _k :	0.56 / 0.59 / 0.64 / 0.74 W/m ² K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.	
Difuzní odpor konstrukce ZpT :	7.4E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* :	134.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi* :	9.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	19.99 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f _i Rsi,p :	0.946

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	20.2	19.9	18.3	14.4	14.4	-14.2	-14.3
p [Pa]:	1453	1427	976	852	646	345	138
p,sat [Pa]:	2363	2323	2106	1643	1636	177	176

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.3657	0.3657	1.809E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Mc,a:	0.052 kg/m ² ,rok
Množství vypařitelné vodní páry Mev,a:	0.834 kg/m ² ,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Tepllo 2010

Název úlohy : **S3: Obvodová stěna**
Zpracovatel : Pavel Fojtů
Zakázka :
Datum : 2.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.100 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Pěnový polysty	0.0600	0.0510	1270.0	10.0	40.0	0.0000
4	Železobeton 3	0.0600	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
5	Omítka vápenoc	0.0250	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Teplný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.13 m²K/W
Teplný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 1.14 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.763 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.78 / 0.81 / 0.86 / 0.96 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 5.3E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 72.5
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 10.0 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 18.33 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_iRsi,p : 0.901

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	18.8	18.4	16.3	-12.6	-13.4	-14.0
p [Pa]:	1453	1415	777	457	202	138
p,sat [Pa]:	2170	2120	1855	206	191	180

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
	levá	pravá	
1	0.2250	0.2250	2.766E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 0.100 kg/m2,rok

Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 0.865 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S4: Obvodová stěna - meziokenní panely**
 Zpracovatel : Pavel Fojtů
 Zakázka :
 Datum : 3.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.100 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1300	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Pěnový polysty	0.0600	0.0510	1270.0	10.0	40.0	0.0000
4	Železobeton 3	0.0600	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
5	Omítka vápenoc	0.0250	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.13 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -15.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 22.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	1.13 m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.768 W/m ² K
Součinitel prostupu zabudované kce U _{kc} :	0.79 / 0.82 / 0.87 / 0.97 W/m ² K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.	
Difuzní odpor konstrukce Z _{pT} :	4.9E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* :	61.6
Fázový posun teplotního kmitu Psi* :	9.5 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T _{si,p} :	18.30 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f _{Rsi,p} :	0.900

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	18.8	18.4	16.6	-12.5	-13.4	-14.0
p [Pa]:	1453	1413	821	479	206	138
p,sat [Pa]:	2167	2117	1884	207	191	180

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.2050	0.2050	3.074E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M _{c,a} :	0.120 kg/m ² ,rok
Množství vypařitelné vodní páry M _{ev,a} :	0.872 kg/m ² ,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy :	S5: Stěna vnitřní - sklep
Zpracovatel :	Pavel Fojtů
Zakázka :	
Datum :	3.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.100 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.13 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.13 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 0.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 80.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.10 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 2.756 W/m2K
Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 2.78 / 2.81 / 2.86 / 2.96 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.
Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.9E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 7.9
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 6.2 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 14.12 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.642

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
tepl.[C]:	14.4	13.5	8.5	7.6
p [Pa]:	1453	1402	540	488
p,sat [Pa]:	1640	1548	1108	1043

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry Gd : 3.594E-0008 kg/m2s

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S6: Stěna lodžie - boční**
Zpracovatel : Pavel Fojtů
Zakázka :
Datum : 3.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.100 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Pěnový polysty	0.0600	0.0510	1270.0	10.0	40.0	0.0000
4	Zdivo CP 1	0.0600	0.8000	900.0	1700.0	8.5	0.0000
5	Omítka vápenoc	0.0250	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Teplotní odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.13 m2K/W
Teplotní odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 1.17 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.746 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.77 / 0.80 / 0.85 / 0.95 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 4.5E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 66.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 9.5 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.41 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{i,Rsi,p} : 0.903

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	18.9	18.5	16.5	-11.6	-13.4	-14.0
p [Pa]:	1453	1409	664	291	212	138
p,sat [Pa]:	2182	2133	1873	224	190	180

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
	levá	pravá	
1	0.2250	0.2250	1.552E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 0.014 kg/m2,rok

Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 2.256 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S7: Strop poslední lodžie**
Zpracovatel : Pavel Fojtů
Zakázka :
Datum : 3.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop - tepelný tok shora
Korekce součinitele prostupu dU : 0.100 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Železobeton 3	0.1000	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0.0250	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.17 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.17 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	0.07 m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	3.516 W/m ² K
Součinitel prostupu zabudované kce U _k :	3.54 / 3.57 / 3.62 / 3.72 W/m ² K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.	
Difuzní odpor konstrukce Z _{pT} :	2.0E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* :	2.6
Fázový posun teplotního kmitu Psi* :	3.9 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T _{si,p} :	-0.12 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f _{Rsi,p} :	0.402

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	e
tepl.[C]:	0.5	-6.8	-9.9
p [Pa]:	1453	308	138
p,sat [Pa]:	634	345	261

Při venkovní návrhové teplotě dochází k povrchové kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.0000	0.0015	3.241E-0006

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M _{c,a} :	25.449 kg/m ² ,rok
Množství vypařitelné vodní páry M _{ev,a} :	257.785 kg/m ² ,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy :	S8: Podlaha na lodžii
Zpracovatel :	Pavel Fojtů
Zakázka :	
Datum :	3.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.100 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1300	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Potěr cementov	0.0200	1.1600	840.0	2000.0	19.0	0.0000
4	Dlažba keramic	0.0300	1.0100	840.0	2000.0	200.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.10 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.13 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 3.713 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 3.73 / 3.76 / 3.81 / 3.91 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 5.8E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 5.3
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 5.5 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 8.26 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.629

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	8.6	6.6	-3.4	-5.7	-9.7
p [Pa]:	1453	1419	913	867	138
p,sat [Pa]:	1119	975	461	378	267

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá	[m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
1	0.0000		0.1297	3.555E-0005
2	0.1650		0.1650	2.190E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Mc,a : 7.275 kg/m2,rok
Množství vypařitelné vodní páry Mev,a : 0.662 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S9: Podlaha na terénu**
Zpracovatel : Pavel Fojtů
Zakázka :
Datum : 3.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop - tepelný tok shora
Korekce součinitele prostupu dU : 0.100 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Betonová mazan	0.1500	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.17 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.17 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.00 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.11 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 3.524 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 3.54 / 3.57 / 3.62 / 3.72 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.3E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce N_{y*} : 2.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 3.5 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 2.57 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.475

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	e
tepl.[C]:	3.1	-10.5
p [Pa]:	1453	138
p,sat [Pa]:	760	247

Při venkovní návrhové teplotě dochází k povrchové kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice levá [m]	kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
1	0.0000	0.0522	7.683E-0006

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 7.654 kg/m2,rok

Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 52.002 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S10: Stěna ve sklepě - styk se zemínou**

Zpracovatel : Pavel Fojtů

Zakázka :

Datum : 3.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.100 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Pěnový polysty	0.0600	0.0510	1270.0	10.0	40.0	0.0000
4	Železobeton 3	0.0600	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.13 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.00 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 1.13 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.793 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.81 / 0.84 / 0.89 / 0.99 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 5.0E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 51.6
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 7.5 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.30 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.900

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	18.8	18.4	16.2	-13.1	-14.0
p [Pa]:	1453	1413	742	407	138
p,sat [Pa]:	2163	2112	1844	195	181

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
	levá	pravá	
1	0.2250	0.2250	2.767E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M_{c,a}: 0.089 kg/m²,rok

Množství vypařitelné vodní páry M_{ev,a}: 1.030 kg/m²,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

PŘÍLOHA Č. 2: VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA ZATEPLENÝCH KONSTRUKCÍ

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplu 2010

Název úlohy : **S11: Obvodová stěna-zateplená**
Zpracovatel : Pavel Fojtů
Zakázka :
Datum : 2.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Pěnový polysty	0.0600	0.0510	1270.0	10.0	40.0	0.0000
4	Železobeton 3	0.0600	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
5	Omítka vápenoc	0.0250	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
6	Baumit lep. st	0.0040	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
7	Rigips GreyWal	0.1200	0.0300	1270.0	17.0	30.0	0.0000
8	Baumit termo o	0.0100	0.1000	850.0	220.0	8.0	0.0000
9	Baumit jemná š	0.0030	0.8000	850.0	1600.0	12.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepebný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.13 m²K/W
Tepebný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepebný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepebný odpor konstrukce R : 4.88 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.198 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.22 / 0.25 / 0.30 / 0.40 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou
přirážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 7.3E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 3061.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 13.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 21.05 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.974

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	e
tepl.[C]:	21.1	21.0	20.5	12.7	12.5	12.3	12.3	-14.1	-14.7	-14.7
p [Pa]:	1453	1426	969	740	557	512	493	149	142	138
p,sat [Pa]:	2508	2492	2407	1470	1449	1433	1430	180	169	169

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry Gd : 1.906E-0008 kg/m2s

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S12: Obvodová stěna-meziokenní panely-zateplená**
Zpracovatel : Pavel Fojtů
Zakázka :
Datum : 2.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1300	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Pěnový polysty	0.0600	0.0510	1270.0	10.0	40.0	0.0000
4	Železobeton 3	0.0600	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
5	Omítka vápenoc	0.0250	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
6	Baumit lep. st	0.0040	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
7	Rigips GreyWal	0.1400	0.0300	1270.0	17.0	30.0	0.0000
8	Baumit termo o	0.0100	0.1000	850.0	220.0	8.0	0.0000
9	Baumit jemná š	0.0030	0.8000	850.0	1600.0	12.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Teplotný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi :	0.13 m ² K/W
Teplotný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse :	0.04 m ² K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH _i :	55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Teplotný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotný odpor konstrukce R :	5.40 m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.179 W/m ² K
Součinitel prostupu zabudované kce U _{k,c} :	0.20 / 0.23 / 0.28 / 0.38 W/m ² K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.	
Difuzní odpor konstrukce Z _{pT} :	7.3E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* :	3023.9
Fázový posun teplotního kmitu Psi* :	13.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T _{si,p} :	21.14 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f _{i,Rsi,p} :	0.977

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	e
tepl.[C]:	21.2	21.1	20.7	13.8	13.6	13.4	13.4	-14.2	-14.7	-14.8
p [Pa]:	1453	1426	1028	799	615	570	551	149	142	138
p,sat [Pa]:	2521	2508	2441	1573	1553	1538	1535	178	169	168

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 1.912E-0008 kg/m²s

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S13: Stěna lodžie - boční-zateplená**
 Zpracovatel : Pavel Fojtů
 Zakázka :
 Datum : 3.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Pěnový polysty	0.0600	0.0510	1270.0	10.0	40.0	0.0000
4	Zdivo CP 1	0.0600	0.8000	900.0	1700.0	8.5	0.0000
5	Omítka vápenoc	0.0250	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
6	Baumit lep. st	0.0040	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
7	Systém PUR	0.0800	0.0230	800.0	40.0	30.0	0.0000
8	Baumit termo o	0.0100	0.1000	850.0	220.0	8.0	0.0000
9	Baumit jemná š	0.0030	0.8000	850.0	1600.0	12.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepeľný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.13 m2K/W
 Tepeľný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 22.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepeľný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepeľný odpor konstrukce R : 4.49 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.215 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 W/m2K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 5.9E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* : 1898.2
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 13.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 20.97 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_i,Rsi,p : 0.972

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	e
tepl.[C]:	21.1	21.0	20.3	11.9	11.3	11.1	11.1	-14.0	-14.7	-14.7
p [Pa]:	1453	1420	856	573	513	458	434	152	143	138
p,sat [Pa]:	2495	2479	2386	1389	1340	1324	1321	181	170	169

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 2.351E-0008 kg/m2s

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S14: Střešní plášť-zateplený**
Zpracovatel : Pavel Fojtů
Zakázka :
Datum : 2.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Keramzitbeton	0.1200	0.5600	880.0	1100.0	11.0	0.0000
4	A 400 H	0.0007	0.2100	1470.0	900.0	3150.0	0.0000
5	Pěnový polysty	0.0800	0.0510	1270.0	10.0	40.0	0.0000
6	MONROCK MAX E	0.2400	0.0390	1270.0	20.0	70.0	0.0000
7	Profol G	0.0020	0.1600	960.0	1400.0	20000.0	0.0000
8	Profol G	0.0020	0.1600	960.0	1400.0	20000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.10 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.91 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.142 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 5.8E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_{y^*} : 679.3
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_{si^*} : 12.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 21.48 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.986

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
 (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	e
tepl.[C]:	21.5	21.5	21.1	20.1	20.1	13.0	-14.7	-14.8	-14.8
p [Pa]:	1453	1450	1392	1376	1349	1310	1107	623	138
p,sat [Pa]:	2571	2560	2500	2355	2353	1501	169	168	168

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
	levá	pravá	
1	0.5413	0.6057	9.244E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 0.083 kg/m2,rok
 Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 0.054 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 15.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S16: Strop mezi sklepem a 1.NP-zateplený (PUR)**
 Zpracovatel : Pavel Fojtů
 Zakázka :
 Datum : 2.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop - tepelný tok shora
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Podlahové lino	0.0100	0.1700	1400.0	1200.0	1000.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
4	Baumit lep. st	0.0030	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
5	Systém PUR	0.0600	0.0230	840.0	40.0	1.0	0.0000
6	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.17 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi :	0.17 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.17 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse :	0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te :	0.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	80.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	2.60 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.340 W/m2K
Součinitel prostupu zabudované kce U _{k,c} :	0.36 / 0.39 / 0.44 / 0.54 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.	
Difuzní odpor konstrukce ZpT :	8.3E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* :	145.7
Fázový posun teplotního kmitu Psi* :	8.7 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	20.67 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f _i ,Rsi,p :	0.940

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:							
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	20.8	20.3	19.7	19.6	19.5	0.4	0.3
p [Pa]:	1453	834	537	519	510	506	488
p _{sat} [Pa]:	2448	2384	2292	2276	2273	629	624

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 1.238E-0008 kg/m2s

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S17: Strop poslední lodžie-zateplený**
Zpracovatel : Pavel Fojtů
Zakázka :
Datum : 3.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop - tepelný tok shora
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Železobeton 3	0.1000	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0.0250	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
3	Baumit lep. st	0.0040	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
4	PUR systém	0.1200	0.0230	800.0	40.0	1.0	0.0000
5	Baumit termo o	0.0200	0.1000	850.0	220.0	8.0	0.0000
6	Baumit jemná š	0.0030	0.8000	850.0	1600.0	12.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.17 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.92 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.195 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.21 / 0.24 / 0.29 / 0.39 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.2E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 144.8
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 7.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 20.77 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.967

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	20.9	20.5	20.4	20.3	-13.4	-14.7	-14.7
p [Pa]:	1453	449	300	238	200	150	138
p,sat [Pa]:	2470	2414	2390	2385	190	169	169

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny [m]		Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
	levá	pravá	
1	0.2490	0.2490	1.008E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 0.006 kg/m2,rok
Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 10.381 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S18: Stěna vnitřní - sklep-zateplená**
Zpracovatel : Pavel Fojtů
Zakázka :
Datum : 3.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
4	Baumit lep. st	0.0030	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
5	Isover Orsil U	0.1000	0.0400	840.0	40.0	1.0	0.0000
6	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.13 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.13 m2K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : 0.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 22.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 80.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 2.48 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.365 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.39 / 0.42 / 0.47 / 0.57 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 3.1E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 123.7
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 8.4 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 20.96 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.953

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	21.0	20.9	20.2	20.1	20.1	1.1	1.0
p [Pa]:	1453	1407	622	576	551	535	488
p,sat [Pa]:	2487	2470	2372	2355	2351	661	656

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 3.268E-0008 kg/m²s

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2010

Název úlohy : **S20: Podlaha na lodžii-zateplená (PUR)**
Zpracovatel : Pavel Fojtů
Zakázka :
Datum : 3.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Systém PUR	0.1000	0.0230	800.0	40.0	1.0	0.0000
3	Baumit lep. st	0.0030	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
4	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
5	Železobeton 3	0.1300	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
6	Potěr cementov	0.0200	1.1600	840.0	2000.0	19.0	0.0000
7	Dlažba keramic	0.0300	1.0100	840.0	2000.0	200.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi :	0.10 m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse :	0.04 m ² K/W

Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	4.11 m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.235 W/m ² K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.26 / 0.29 / 0.34 / 0.44 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT :	6.0E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* :	162.7
Fázový posun teplotního kmitu Psi* :	8.0 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	21.13 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f _i Rsi,p :	0.976

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
tepl.[C]:	21.2	21.1	-13.6	-13.6	-13.7	-14.3	-14.4	-14.7
p [Pa]:	1453	1420	1409	1391	1358	877	833	138
p,sat [Pa]:	2517	2498	188	188	185	176	173	170

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
	levá	pravá	
1	0.1150	0.1150	6.561E-0007
2	0.1330	0.1330	2.902E-0010

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Mc,a:	6.383 kg/m ² ,rok
Množství vypařitelné vodní páry Mev,a:	3.068 kg/m ² ,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 15.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

PŘÍLOHA Č. 3: VÝPOČET A DIMENZOVÁNÍ SOLÁRNÍ SOUSTAVY

měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
$G_{T, stř}$ (W/m ²)	298	373	453	491	514	520	512	493	456	389	313	270
t_e (°C)	1,7	2,8	7	12	17,2	20,2	22,1	21,8	18,5	13,1	7,7	3,5
η_k (-)	0,320633	0,428678	0,530609	0,590827	0,638679	0,662207	0,673882	0,66676	0,62890	0,546808	0,418819	0,297246
%	32,06331	42,86782	53,06093	59,08269	63,86789	66,22072	67,38819	66,67598	62,88958	54,68081	41,88187	29,72463
Počet dní	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Potřeba tepla na každý měsíc	3352,883	3028,41	3352,883	3244,725	3352,883	2163,15	2235,255	2235,255	2163,15	3352,883	3244,725	3352,883
$Q_{TV, den}$ (kWh/den)	108,1575	108,1575	108,1575	108,1575	108,1575	72,105	72,105	72,105	72,105	108,1575	108,1575	108,1575
$H_{T, den, teor}$ (kWh/m ² ·den)	2,51	3,66	5,33	6,68	7,84	8,36	8,01	7,02	5,67	4,1	2,78	2,14
$H_{T, den, dif}$ (kWh/m ² ·den)	0,47	0,66	0,99	1,36	1,63	1,76	1,74	1,51	1,18	0,82	0,55	0,42
τ_r (-)	0,18	0,31	0,38	0,39	0,48	0,53	0,56	0,53	0,5	0,37	0,23	0,12
$H_{T, den}$ (kWh/m ² ·den)	0,8372	1,59	2,6392	3,4348	4,6108	5,258	5,2512	4,4303	3,425	2,0336	1,0629	0,6264
q_k (kWh/m ² ·den)	0,268434	0,681598	1,400384	2,029372	2,944821	3,481886	3,538689	2,953946	2,15397	1,111989	0,445162	0,186195
A_k (m ²)	402,9202	158,6822	77,23417	53,29604	36,72804	20,70861	20,37619	24,40972	33,47542	97,26491	242,9619	580,8827

Počet kolektorů	54,7446	21,561	10,49377	7,24131	4,99022	2,813669	2,7685	3,316539	4,54829	13,21534	33,01113	78,92428
------------------------	---------	--------	----------	---------	---------	----------	--------	----------	---------	----------	----------	----------

Volím	6
--------------	---

Skuteční aperturní plocha	44,16
----------------------------------	-------

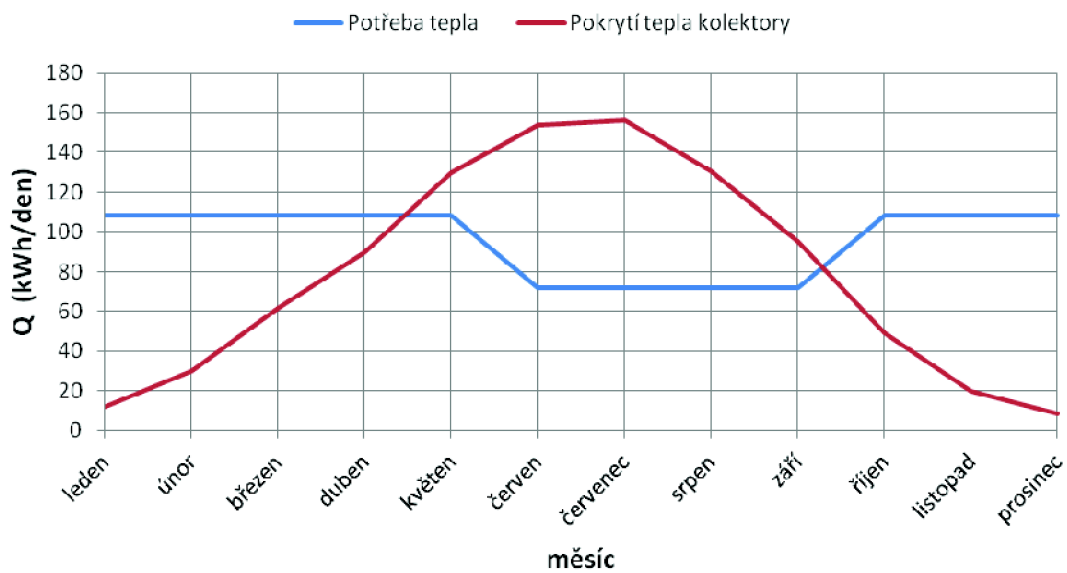
Měsíční teoretický využitelný tepelný zisk (kWh/den)	11,8541	30,0994	61,84096	89,6171	130,043	153,76	156,2685	130,4462	95,11924	49,10543	19,65837	8,222375
Vyrobí jiný zdroj (kWh/den)	96,3035	78,0581	46,31654	18,54042	-21,8858	-81,6551	-84,1635	-58,3412	-23,0142	59,05207	88,49913	99,93513

Velikost zásobníku TV (m³)	2,52	=	2520	l
--	------	---	------	---

Navrhuji	3 x Akumulační nádrž LMT 1000 1V s výměníkem
-----------------	--

Dávka TV na osobu	0,03	m ³
Počet osob	60	-
Q_{TV,den}	108,1575	kWh/den
Q_{TV,den,červen-září}	72,105	kWh/den
a₁	3,5	-
a₂	0,006	-
t_m	40	°C
η₀	0,8	-
p	0,05	-
Plocha apertury	7,36	m ²

Pokrytí tepla solárními kolektory



Dimenzování přívod - Měď (Cu)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Úsek	Průtočné množství q (l/h)	Délka useku l (m)	Průměr potrubí d (mm)	v (m/s)	R (Pa/m)	$R \cdot l$	$\sum \zeta$ (-)	Z (Pa)	$R \cdot l + Z$ (Pa)
1	300	3,006	22x1	0,27	54	162,324	2,5	53	215,324
2	300	5,604	22x1	0,27	54	302,616	3	107	409,616
3	600	5,37	22x1	0,53	182,4	979,488	2	275	1254,488
4	300	0,991	22x1	0,27	54	53,514	0	0	53,514
5	900	3,211	22x1	0,8	388,4	1247,152	2	626	1873,152
6	300	5,604	22x1	0,27	54	302,616	3	107	409,616
7	1200	2,4	28x1,5	0,68	217,7	522,48	2,5	565	1087,48
8	300	0,991	22x1	0,27	54	53,514	0	0	53,514
9	1500	2,015	28x1,5	0,85	328,8	662,532	2,5	883	1545,532
10	300	5,604	22x1	0,27	54	302,616	3	107	409,616
11	1800	17	35x1,5	0,62	135,1	2296,7	8,5	1598	3894,7

Dimenzování odvod - Měď (Cu)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Úsek	Průtočné množství q (l/h)	Délka useku l (m)	Průměr potrubí d (mm)	v (m/s)	R (Pa/m)	$R \cdot l$	$\Sigma \zeta$ (-)	Z (Pa)	$R \cdot l + Z$ (Pa)
1'	300	2,014	22x1	0,27	54	108,756	2,5	53	161,756
2'	300	6,196	22x1	0,27	54	334,584	3	107	441,584
3'	600	5,57	22x1	0,53	182,4	1015,968	2	275	1290,968
4'	300	0,2	22x1	0,27	54	10,8	0	0	10,8
5'	900	3,015	22x1	0,8	388,4	1171,026	2	626	1797,026
6'	300	6,196	22x1	0,27	54	334,584	3	107	441,584
7'	1200	2,6	28x1,5	0,68	217,7	566,02	2,5	565	1131,02
8'	300	0,2	22x1	0,27	54	10,8	0	0	10,8
9'	1500	1,815	28x1,5	0,85	328,8	596,772	2,5	883	1479,772
10'	300	6,196	22x1	0,27	54	334,584	3	107	441,584
11'	1800	17	35x1,5	0,62	135,1	2296,7	8,5	1598	3894,7

**PŘÍLOHA Č. 4: PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI
BUDOVY – VARIANTA Č. 1**

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Typ budovy, místní označení: Bytový dům Adresa budovy: Vondrákova 30-32, Brno-Bystrc			Hodnocení Budovy	
Celková podlahová plocha $A_c = 1\,162\text{ m}^2$			stávající	navrhovaný
<p>Velmi úsporná</p> <p>Mimořádně ne hospodárná</p>				
KLASIFIKACE				
Měrná roční vypočtená spotřeba energie EP_A [kWh·m ⁻² ·rok ⁻¹]			132	73
Celková vypočtená roční dodaná energie EP [GJ·rok ⁻¹]			586	326
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
56 %	0 %	0 %	21 %	23 %
Platnost štítku do		10. 12. 2012		
Štítek vypracoval		Pavel Fojtů		

**PŘÍLOHA Č. 5: PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI
BUDOVY – VARIANTA Č. 2**

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Typ budovy, místní označení: Bytový dům Adresa budovy: Vondrákova 30-32, Brno-Bystrc			Hodnocení Budovy	
Celková podlahová plocha $A_c = 1\,162\text{ m}^2$			stávající	navrhovaný
<p>Velmi úsporná</p> <p>Mimořádně neekonomická</p>				
KLASIFIKACE				
Měrná roční vypočtená spotřeba energie EP_A [kWh·m ⁻² ·rok ⁻¹]			132	106
Celková vypočtená roční dodaná energie EP [GJ·rok ⁻¹]			586	473
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
50 %	0 %	4 %	30 %	16 %
Platnost štítku do		10. 12. 2012		
Štítek vypracoval		Pavel Fojtů		

PŘÍLOHA Č. 6: ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY – VÝCHOZÍ STAV

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Bytový dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Brno-Bystrc, Vondrákova 30-32,
Katastrální území a katastrální číslo	....., č.kat.....
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	.....
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	.....
Adresa	.....
Telefon / e-mail/.....

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	3 942 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1 601,35 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,406
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	19,23 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-12 °C

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U (požadovaná hodnota) [W/(m ² K)]	Re- dukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W.K ⁻¹]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W.K ⁻¹]
Podlaha na terénu	46,69	0,45	0,11	2,311	46,69	3,53	0,11	18,130
Strop nad 1. PP	279,95	0,60	0,62	104,141	279,95	2,10	0,62	364,495
Střešní plášť	326,64	0,24	1,00	78,394	326,64	0,54	1,00	176,386
Strop nad vchodem	10,275	0,24	1,00	2,466	10,275	3,71	1,00	38,120
Strop nad lodžii	10,275	0,24	1,00	2,466	10,275	3,52	1,00	36,168
Stěna obvodová	426,156	0,30	1,00	127,847	426,156	0,76	1,00	323,879

Stěna obvodová (meziokenní panel)	100,352	0,30	1,00	30,106	100,352	0,77	1,00	77,271
Stěna k terénu	10,575	0,45	0,54	2,570	10,575	0,79	0,54	4,511
Stěna vnitřní	91,044	0,60	0,62	33,868	91,044	2,76	0,62	155,794
Lodžie boční	37,4	0,30	1,00	11,220	37,4	0,75	1,00	28,050
Lodžie čelní	30,55	0,30	1,00	9,165	30,55	0,76	1,00	23,218
Okna	126,72	1,5	1,00	190,080	126,72	1,4	1,00	177,408
Vstupní dveře	16,692	1,7	1,00	28,376	16,692	1,7	1,00	28,376
Balkonová sestava	88,055	1,5	1,00	132,083	88,055	1,4	1,00	123,277
Celkem	1 601,35			755,093	1 601,35			1 575,083
Tepelné vazby		0,02		32,027		0,10		160,135
Celková měrná ztráta prostupem tepla				787,120				1 735,218
Průměrný součinitel prostupu tepla		$U_{em,rc} = \frac{\sum(U_{N,i} \cdot A_i \cdot b_j)}{\sum A_i} + 0,02$, nejvýše však $0,5 = 755,093/1 601,35 + 0,02 = 0,492$		požadovaná hodnota: 0,492	$U_{em} = 1 575,083/1 601,35 = 0,984$		0,984	Nevyhovuje požadované hodnotě
		$U_{em,rc} = U_{em,rq} \cdot 0,75 =$ $= 0,492 \cdot 0,75 =$ $= 0,369$		doporučená: 0,369				
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C				$U_{em} / U_{em,rq}$ $=$ $0,984/0,492$ $= 2$	Třída F – Velmi nevhodná			

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² ·K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel C/
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	⇔ 0,5
B	$0,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,8 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	
C	$0,8 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	Vyhovující	⇔ 0,8
D	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,rq}$	Nevyhovující	⇔ 1,0
E	$1,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,rq}$	Nehospodárná	⇔ 1,5
F	$2,0 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi nevhodná	⇔ 2,0
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Mimořádně nevhodná	⇔ 2,5

Klasifikace :

Datum vystavení energetického štítku: 10 / 12 / 2012

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Pavel Fojtů

Adresa zpracovatele: Palackého 1510 Napajedla

IČO: -

Zpracoval: jméno, příjmení, titul, kvalifikace zpracovatele

Podpis:.....

Tento protokol a energetický štítek odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy, místní označení: Bytový dům

Adresa budovy: Vondrákova 30-32, Brno-Bystrc

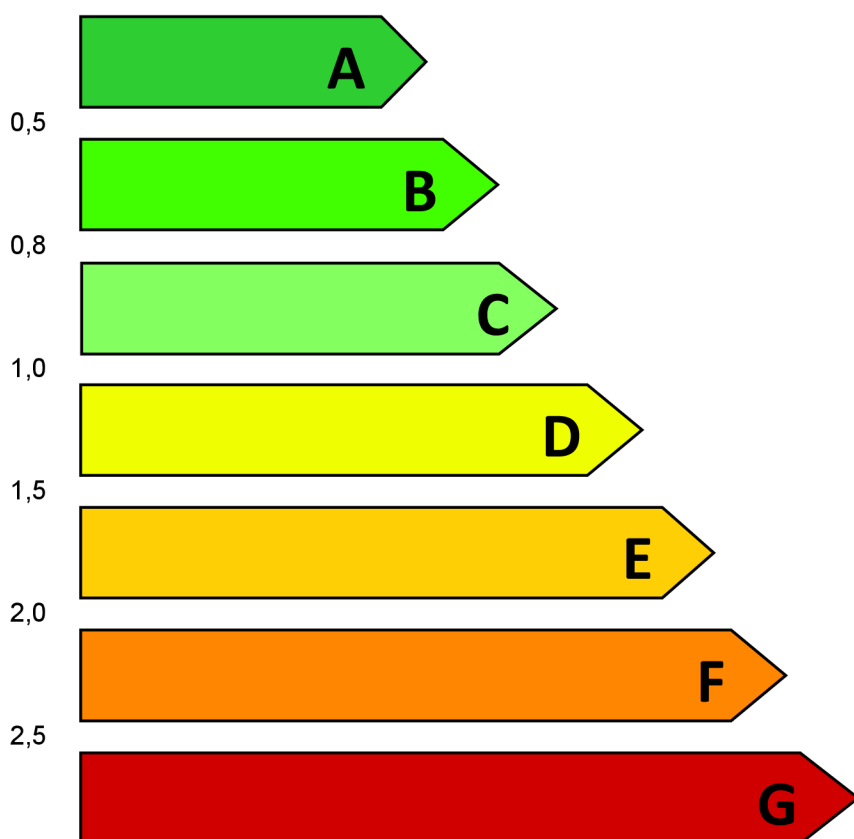
Hodnocení obálky
Budovy

Celková podlahová plocha $A_c = 1\,162\text{ m}^2$

stávající

doporučení

CI Velmi úsporná



Mimořádně neekonomická

KLASIFIKACE

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy

U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$

$U_{em} = H_T / A$

0,984

Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy
podle ČSN 73 0540-2

$U_{em,rq}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$

0,492

Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}

CI	0,50	0,80	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,246	0,394	0,492	0,492	0,738	0,984	1,23

Platnost štítku do

10. 12. 2022

Štítek vypracoval

Pavel Fojtů

PŘÍLOHA Č. 7: ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY – VARIANTA Č. 1

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Bytový dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Brno-Bystrc, Vondrákova 30-32,
Katastrální území a katastrální číslo	....., č.kat.....
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	.....
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	.....
Adresa	.....
Telefon / e-mail/.....

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	3 942 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1 601,35 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,406
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	19,23 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-12 °C

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U (požadovaná hodnota) [W/(m ² K)]	Re- dukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W.K ⁻¹]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W.K ⁻¹]
Podlaha na terénu	46,69	0,45	0,11	2,311	46,69	3,53	0,11	18,130
Strop nad 1. PP	279,95	0,60	0,62	104,141	279,95	0,34	0,62	59,013
Střešní plášť	326,64	0,24	1,00	78,394	326,64	0,14	1,00	45,730
Strop nad vchodem	10,275	0,24	1,00	2,466	10,275	0,24	1,00	2,466
Strop nad lodžii	10,275	0,24	1,00	2,466	10,275	0,19	1,00	1,952

Stěna obvodová	426,156	0,30	1,00	127,847	426,156	0,20	1,00	85,231
Stěna obvodová (meziokenní panel)	100,352	0,30	1,00	30,106	100,352	0,18	1,00	18,063
Stěna k terénu	10,575	0,45	0,54	2,570	10,575	0,79	0,54	4,511
Stěna vnitřní	91,044	0,60	0,62	33,868	91,044	0,37	0,62	20,885
Lodžie boční	37,4	0,30	1,00	11,220	37,4	0,21	1,00	7,754
Lodžie čelní	30,55	0,30	1,00	9,165	30,55	0,20	1,00	6,110
Okna	126,72	1,5	1,00	190,080	126,72	1,4	1,00	177,408
Vstupní dveře	16,692	1,7	1,00	28,376	16,692	1,7	1,00	28,376
Balkonová sestava	88,055	1,5	1,00	132,083	88,055	1,4	1,00	123,277
Celkem	1 601,35			755,093	1 601,35			598,906
Tepelné vazby		0,02		32,027		0,05		80,068
Celková měrná ztráta prostupem tepla				787,120				678,974
Průměrný součinitel prostupu tepla	$U_{em,rc} = \frac{\sum(U_{N,i} \cdot A_i \cdot b_j)}{\sum A_i + 0,02}$, nejvýše však 0,5 = $755,093 / (1 601,35 + 0,02) = 0,492$ $U_{em,rc} = U_{em,rq} \cdot 0,75 = 0,492 \cdot 0,75 = 0,369$			požadovaná hodnota: 0,492 doporučená: 0,369	$U_{em} = 598,906 / 1 601,35 = \mathbf{0,374}$			0,374 Vyhovuje požadované hodnotě
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C				$U_{em} / U_{em,rq} = 0,374 / 0,492 = 0,76$	Třída B – Úsporná			

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² ·K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel C/
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	⇔ 0,5 ⇔ 0,8 ⇔ 1,0 ⇔ 1,5 ⇔ 2,0 ⇔ 2,5
B	$0,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,8 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	
C	$0,8 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	Vyhovující	
D	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,rq}$	Nevyhovující	
E	$1,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,rq}$	Nehospodárná	
F	$2,0 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi nevhovující	
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Mimořádně nevhovující	

Klasifikace :

Datum vystavení energetického štítku: 10 / 12 / 2012

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Pavel Fojtů

Adresa zpracovatele: Palackého 1510 Napajedla

IČO: -

Zpracoval: jméno, příjmení, titul, kvalifikace zpracovatele

Podpis:.....

Tento protokol a energetický štítek odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy, místní označení: Bytový dům

Adresa budovy: Vondrákova 30-32, Brno-Bystrc

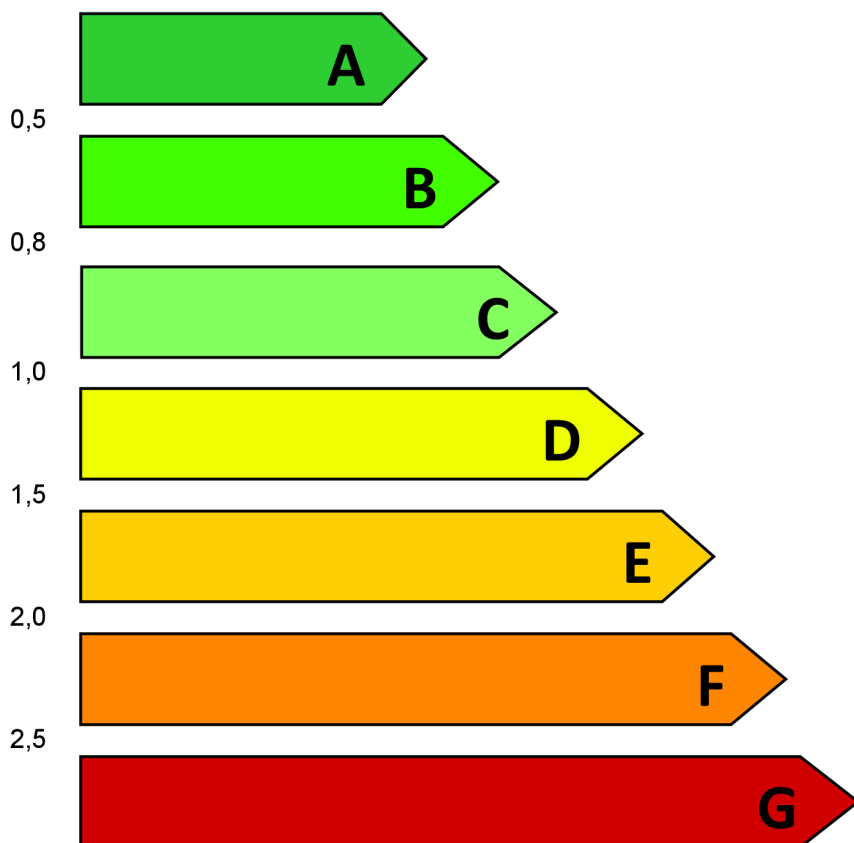
Hodnocení obálky
Budovy

Celková podlahová plocha $A_c = 1\,162\text{ m}^2$

stávající

doporučení

Cl Velmi úsporná



B

C

Mimořádně nevhodná

KLASIFIKACE

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy
 U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{em} = H_T / A$

0,374

Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy
podle ČSN 73 0540-2
 $U_{em,rq}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$

0,492

Klasifikační ukazatele Cl a jim odpovídající hodnoty U_{em}

Cl	0,50	0,80	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,246	0,394	0,492	0,492	0,738	0,984	1,23

Platnost štítku do 10. 12. 2022

Štítek vypracoval Pavel Fojtů

PŘÍLOHA Č. 8: ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY – VARIANTA Č. 2

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Bytový dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Brno-Bystrc, Vondrákova 30-32,
Katastrální území a katastrální číslo	....., č.kat.....
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	.....
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	.....
Adresa	.....
Telefon / e-mail/.....

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	3 942 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1 601,35 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,406
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	19,23 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-12 °C

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U (požadovaná hodnota) [W/(m ² K)]	Re- dukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W.K ⁻¹]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W.K ⁻¹]
Podlaha na terénu	46,69	0,45	0,11	2,311	46,69	3,53	0,11	18,130
Strop nad 1. PP	279,95	0,60	0,62	104,141	279,95	2,10	0,62	364,495
Střešní plášť	326,64	0,24	1,00	78,394	326,64	0,14	1,00	45,730
Strop nad vchodem	10,275	0,24	1,00	2,466	10,275	0,24	1,00	2,466
Strop nad lodžií	10,275	0,24	1,00	2,466	10,275	0,19	1,00	1,952
Stěna obvodová	426,156	0,30	1,00	127,847	426,156	0,20	1,00	85,231
Stěna obvodová	100,352	0,30	1,00	30,106	100,352	0,18	1,00	18,063

(meziokenní panel)								
Stěna k terénu	10,575	0,45	0,54	2,570	10,575	0,79	0,54	4,511
Stěna vnitřní	91,044	0,60	0,62	33,868	91,044	2,76	0,62	155,794
Lodžie boční	37,4	0,30	1,00	11,220	37,4	0,21	1,00	7,754
Lodžie čelní	30,55	0,30	1,00	9,165	30,55	0,20	1,00	6,110
Okna	126,72	1,5	1,00	190,080	126,72	1,4	1,00	177,408
Vstupní dveře	16,692	1,7	1,00	28,376	16,692	1,7	1,00	28,376
Balkonová sestava	88,055	1,5	1,00	132,083	88,055	1,4	1,00	123,277
Celkem	1 601,35			755,093	1 601,35			1 039,297
Tepelné vazby		0,02		32,027		0,05		80,068
Celková měrná ztráta prostupem tepla				787,120				1 119,365
Průměrný součinitel prostupu tepla	$U_{em,rc} = \frac{\sum (U_{N,i} \cdot A_i \cdot b_j)}{\sum A_i} + 0,02$, nejvýše však 0,5 = 755,093/1 601,35 + 0,02 = 0,492 $U_{em,rc} = U_{em,rq} \cdot 0,75 =$ $= 0,492 \cdot 0,75 =$ $= 0,369$		požadovaná hodnota: 0,492 doporučená: 0,369	$U_{em} = 1\,039,297 / 1\,601,35 = \mathbf{0,649}$	0,649 Nevyhovuje požadované hodnotě			
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C				$U_{em} / U_{em,rq}$ = 0,649/0,492 = 1,32	Třída D – Nevhovující			

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² ·K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel C/
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	⇔ 0,5 ⇔ 0,8 ⇔ 1,0 ⇔ 1,5 ⇔ 2,0 ⇔ 2,5
B	$0,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,8 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	
C	$0,8 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	Vyhovující	
D	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,rq}$	Nevyhovující	
E	$1,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,rq}$	Nehospodárná	
F	$2,0 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi nehospodárná	
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Mimořádně nehospodárná	

Klasifikace :

Datum vystavení energetického štítku: 10 / 12 / 2012

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Pavel Fojtů

Adresa zpracovatele: Palackého 1510 Napajedla

IČO: -

Zpracoval: jméno, příjmení, titul, kvalifikace zpracovatele

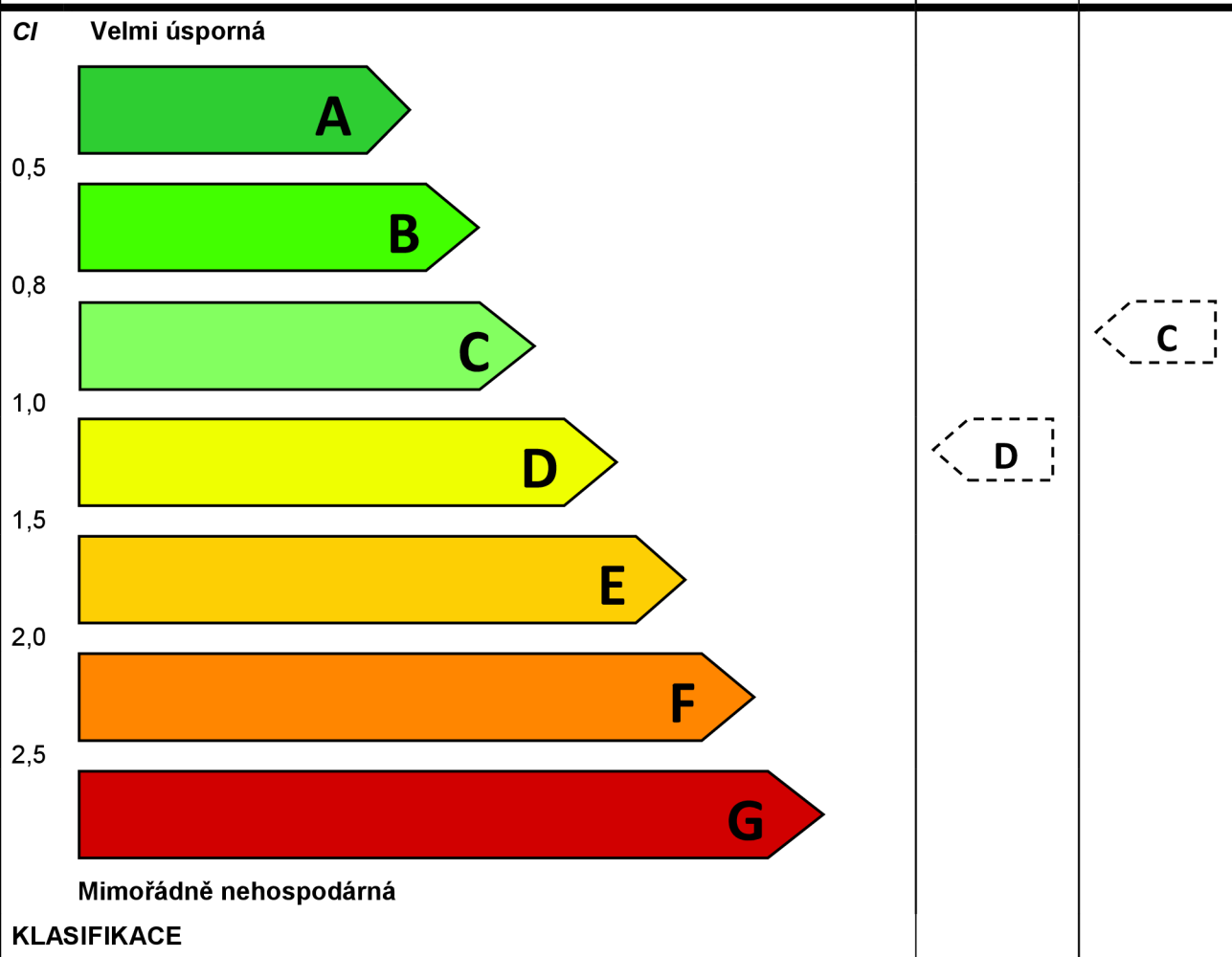
Podpis:.....

Tento protokol a energetický štítek odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy, místní označení: Bytový dům	Hodnocení obálky Budovy	
Adresa budovy: Vondrákova 30-32, Brno-Bystrc		

Celková podlahová plocha $A_c = 1\,162\text{ m}^2$	stávající	doporučení
--	-----------	------------



Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{em} = H_T / A$	0,649	
--	--------------	--

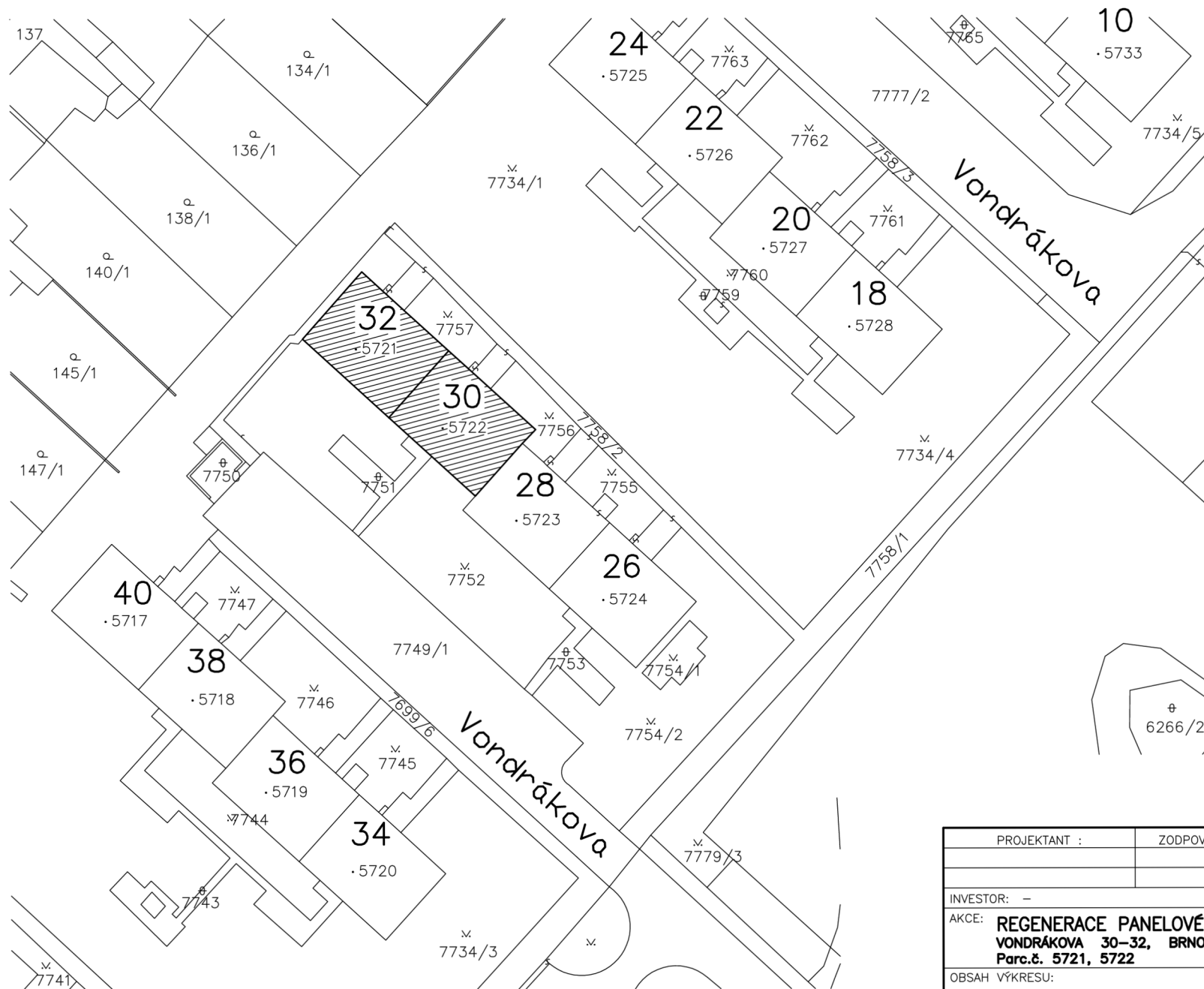
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,rq}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$	0,492	
--	--------------	--

Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}							
CI	0,50	0,80	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,246	0,394	0,492	0,492	0,738	0,984	1,23

Platnost štítku do	10. 12. 2022
--------------------	--------------

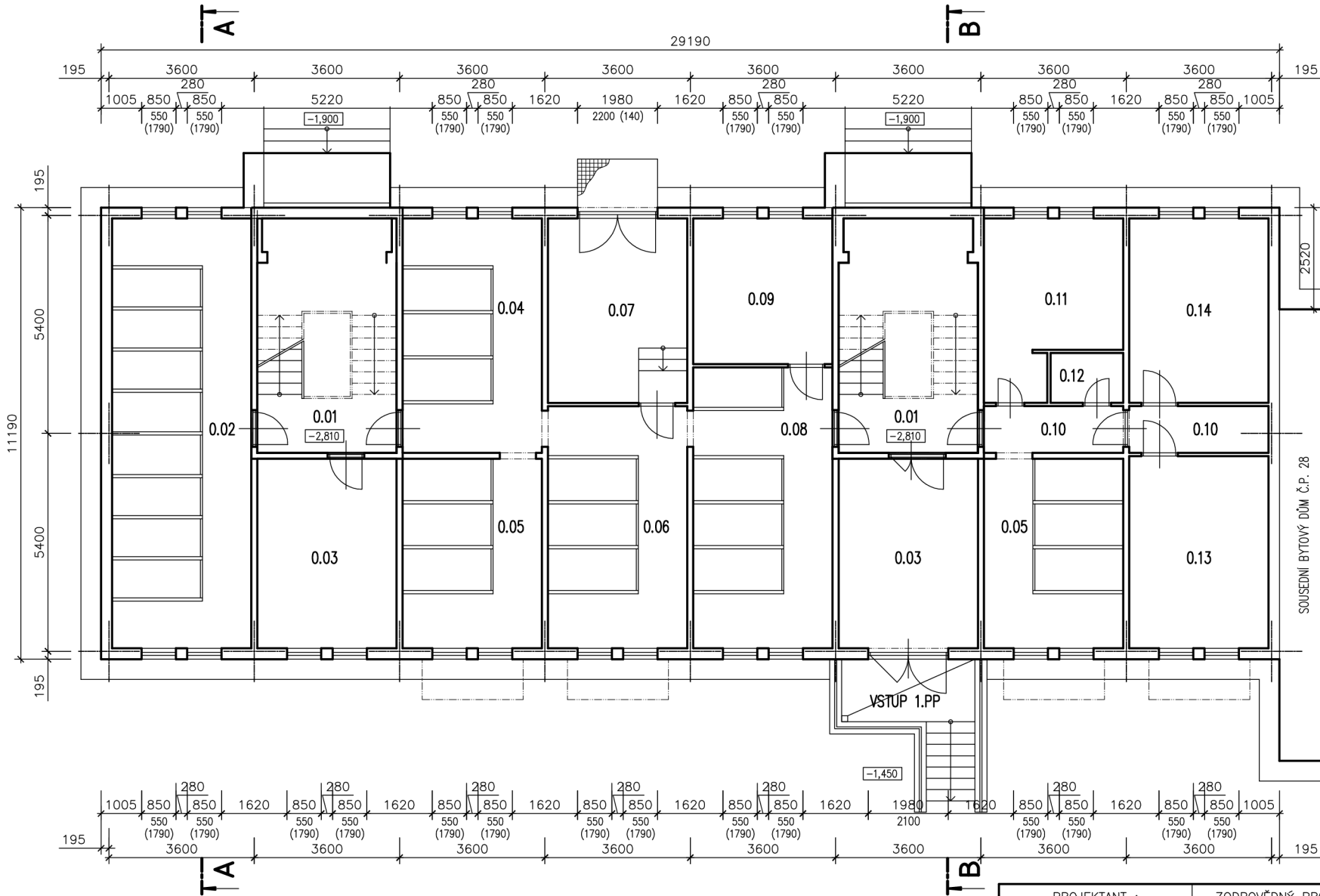
Štítek vypracoval	Pavel Fojtů
-------------------	-------------

CELKOVÁ SITUACE STAVBY



PROJEKTANT :	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
INVESTOR: -		FORMÁT:	2A4
AKCE: REGENERACE PANELOVÉHO DOMU VONDŘÁKOVA 30-32, BRNO-Bystrc Parc.č. 5721, 5722		DATUM:	12/2010
		STUPEŇ:	DSŘ + ZÚ
		MĚŘÍTKO:	1:500
OBSAH VÝKRESU:		PARÉ:	Č. VÝKRESU:
CELKOVÁ SITUACE STAVBY			01

PŮDORYS 1.PP



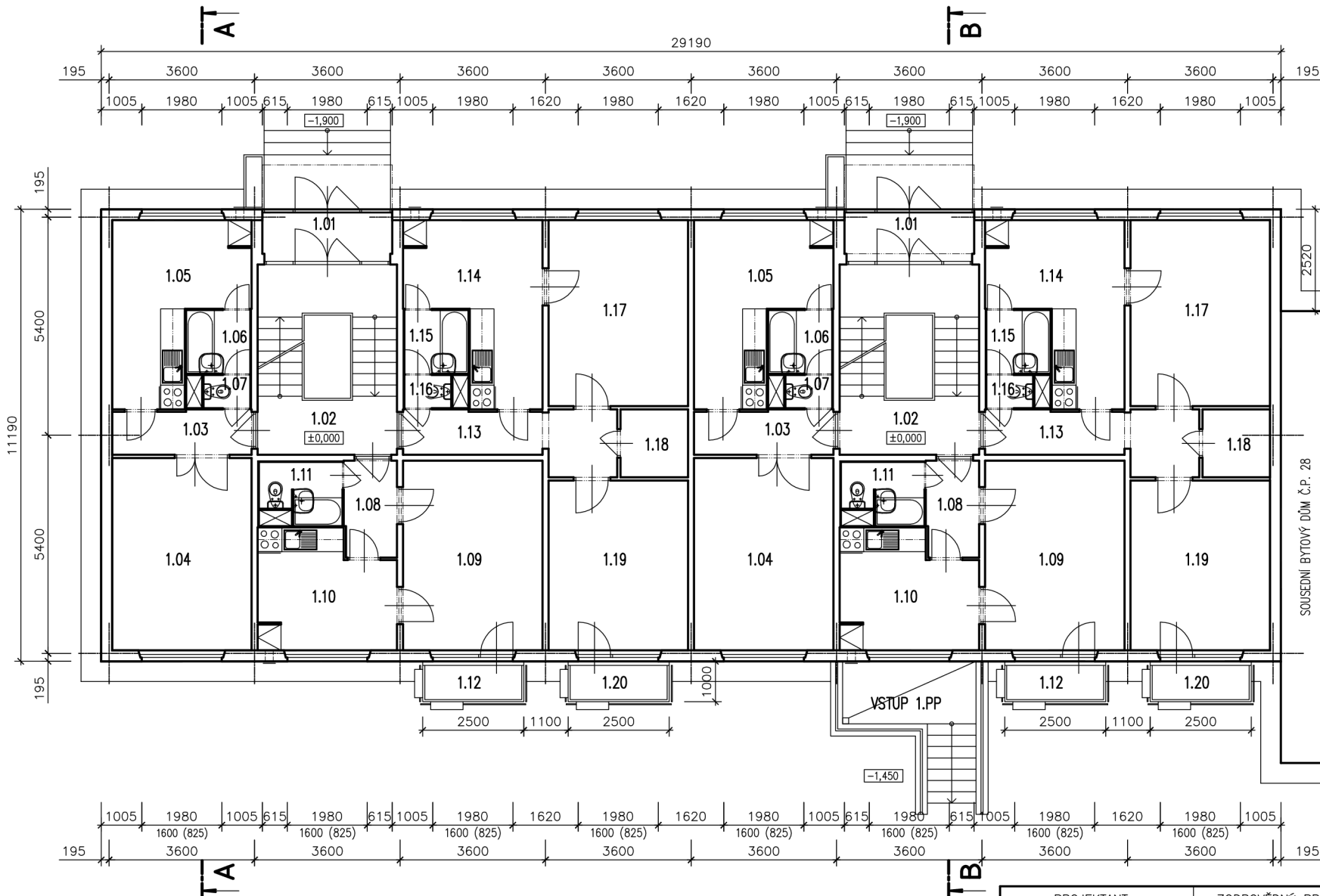
LEGENDA MÍSTNOSTÍ:

MÍSTNOST Č.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA /m ² /
0.01	SCHODIŠTĚ	36,7
0.02	SKLEPY	19,7
0.03	KOČÁRKÁRNA	16,2
0.04	SKLEPY	20,1
0.05	SKLEPY	16,2
0.06	SKLEPY	20,7
0.07	VODOVODNÍ SESTAVA	15,8
0.08	SKLEPY	24,0
0.09	SUŠÁRNA	12,5
0.10	CHODBA	4,0
0.11	SUŠÁRNA	13,3
0.12	OKLID	2,2
0.13	SUŠÁRNA	16,4
0.14	MANDL	15,8



PROJEKTANT :	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
INVESTOR: SVJ domu Vondrákova 14,16, 63500 Brno	FORMÁT:	2A4	
AKCE: REGENERACE PANELOVÉHO DOMU VONDÁKOVA 30-32, BRNO-Bystrc Parc.č. 5721, 5722	DATUM:	12/2010	
	STUPEŇ:	DSŘ + ZÚ	
	MĚŘÍTKO:	1:100	
OBSAH VÝKRESU: PŮDORYS 1.PP - stávající stav	PARÉ:	Č. VÝKRESU:	02

PŮDORYS 1.NP

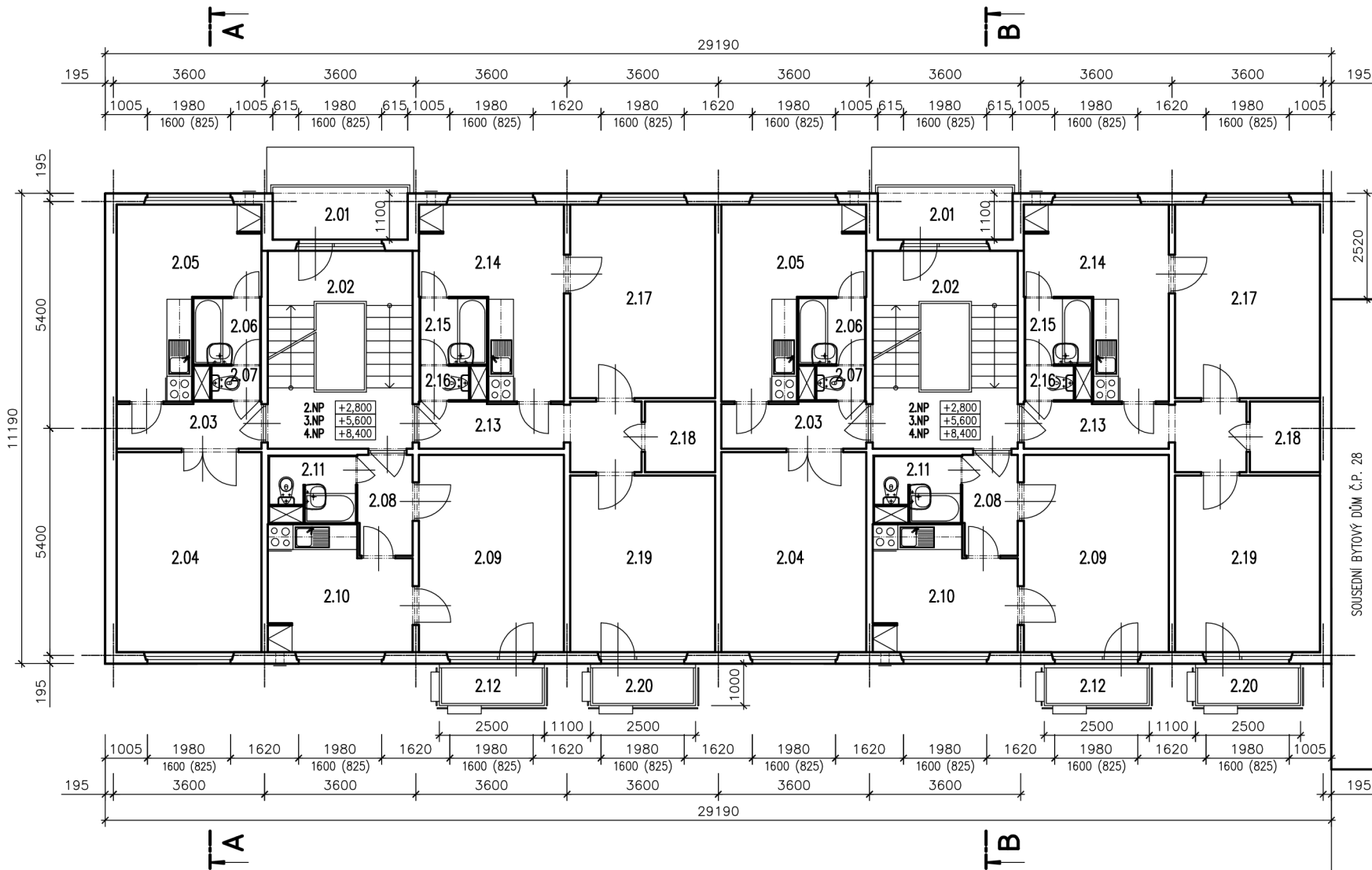


LEGENDA MÍSTNOSTÍ:

MÍSTNOST Č.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA /m ² /
1.01	VSTUP	3,9
1.02	SCHODIŠTĚ	16,3
1.03	PŘEDSÍŇ	3,8
1.04	POKOJ	16,5
1.05	KUCHYŇ	12,0
1.06	KOUPELNA	2,5
1.07	WC	1,0
1.08	PŘEDSÍŇ	3,2
1.09	POKOJ	16,2
1.10	KUCHYŇ	9,4
1.11	KOUPELNA + WC	2,9
1.12	LODŽIE	2,5
1.13	PŘEDSÍŇ	6,8
1.14	KUCHYŇ	12,0
1.15	KOUPELNA	2,5
1.16	WC	1,0
1.17	POKOJ	15,9
1.18	ŠATNA	2,8
1.19	POKOJ	14,5
1.20	LODŽIE	2,5

PROJEKTANT :	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
ING. PETER LIŠKA	ING. HONOMICHL		
INVESTOR: SVJ domu Vondrákova 14,16, 63500 Brno	FORMÁT:	2A4	
AKCE: REGENERACE PANELOVÉHO DOMU VONDRÁKOVA 30-32, BRNO-Bystrc Parc.č. 5721, 5722	DATUM:	12/2010	
	STUPEŇ:	DSŘ + ZÚ	
	MĚŘÍTKO:	1:100	
OBSAH VÝKRESU:	PARÉ:	Č. VÝKRESU:	
PŮDORYS 1.NP - stávající stav		03	

PŮDORYS 2.NP - 4.NP



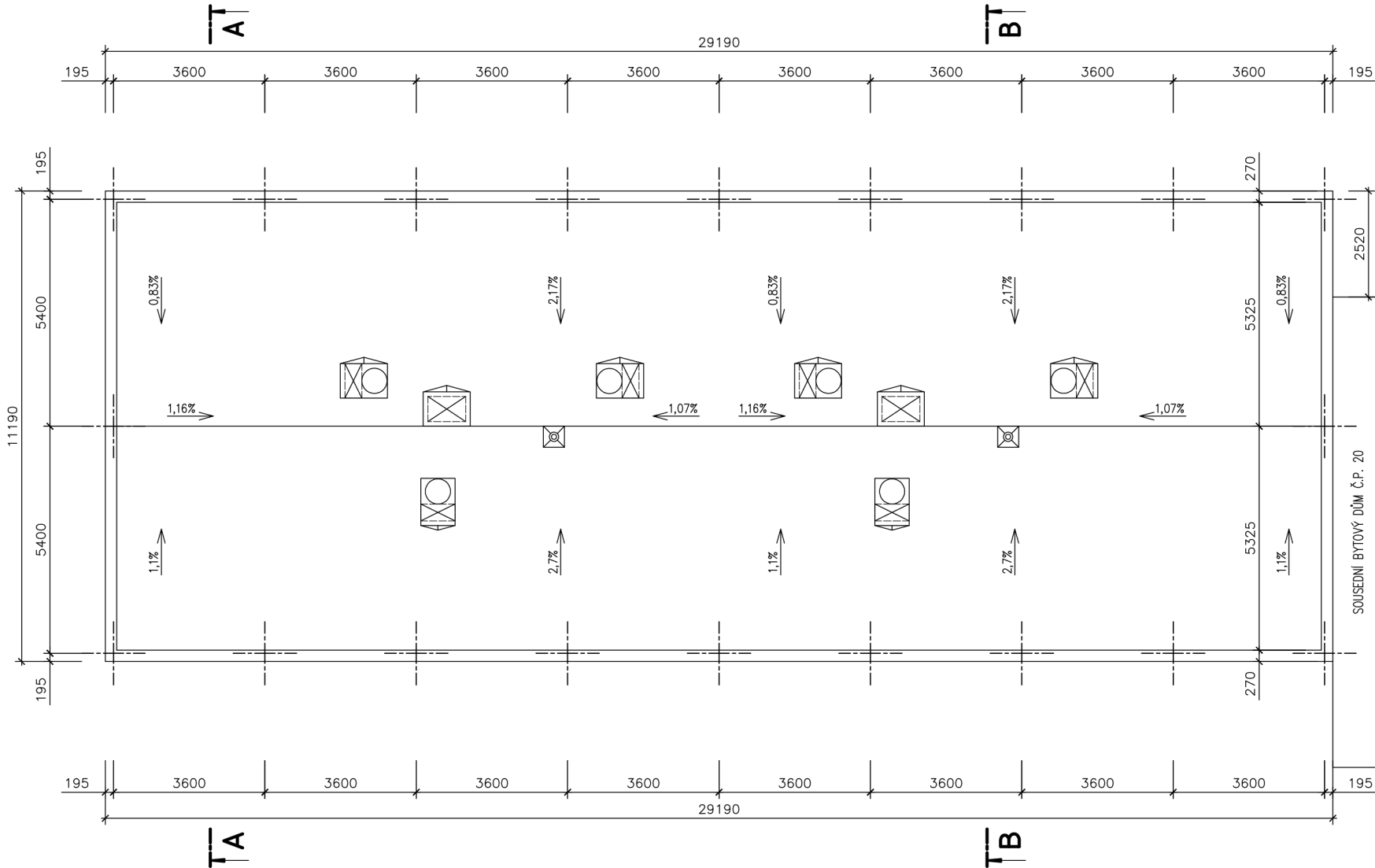
LEGENDA MÍSTNOSTÍ:

MÍSTNOST Č.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA /m ² /
2.01	LODŽIE	3,9
2.02	SCHODIŠŤE	16,3
2.03	PŘEDSÍŇ	3,8
2.04	POKOJ	16,5
2.05	KUCHYŇ	12,0
2.06	KOUPELNA	2,5
2.07	WC	1,0
2.08	PŘEDSÍŇ	3,2
2.09	POKOJ	16,2
2.10	KUCHYŇ	9,4
2.11	KOUPELNA + WC	2,9
2.12	LODŽIE	2,5
2.13	PŘEDSÍŇ	6,8
2.14	KUCHYŇ	12,0
2.15	KOUPELNA	2,5
2.16	WC	1,0
2.17	POKOJ	15,9
2.18	ŠATNA	2,8
2.19	POKOJ	14,5
2.20	LODŽIE	2,5



PROJEKTANT :	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
INVESTOR: SVJ domu Vondrákova 14,16, 63500 Brno		FORMÁT:	2A4
AKCE: REGENERACE PANELOVÉHO DOMU VONDÁKOVA 30-32, BRNO-Bystrc Parc.č. 5721, 5722		DATUM:	12/2010
OBSAH VÝKRESU:		STUPEŇ:	DSŘ + ZÚ
PŮDORYS 2NP - stávající stav		MĚŘÍTKO:	1:100
		PARÉ:	Č. VÝKRESU: 04

PŮDORYS STŘECHY

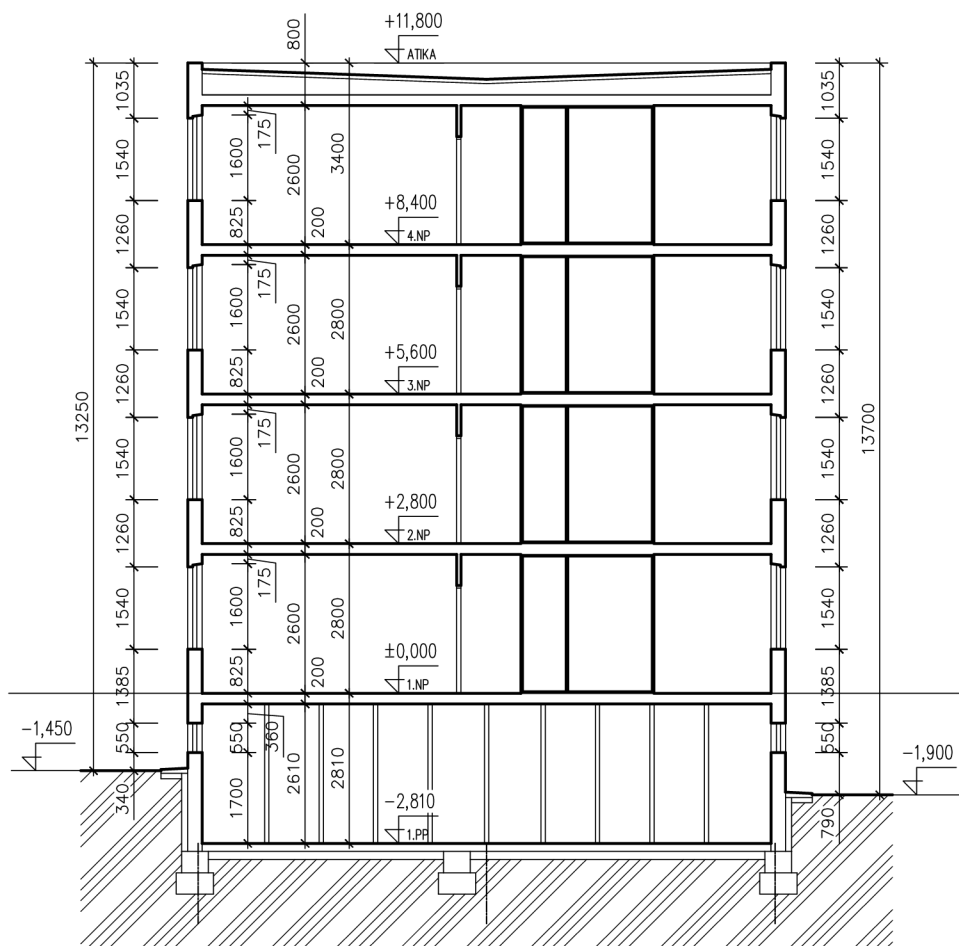


SOUSEDNÍ BYTOVÝ DŮM Č.P. 20

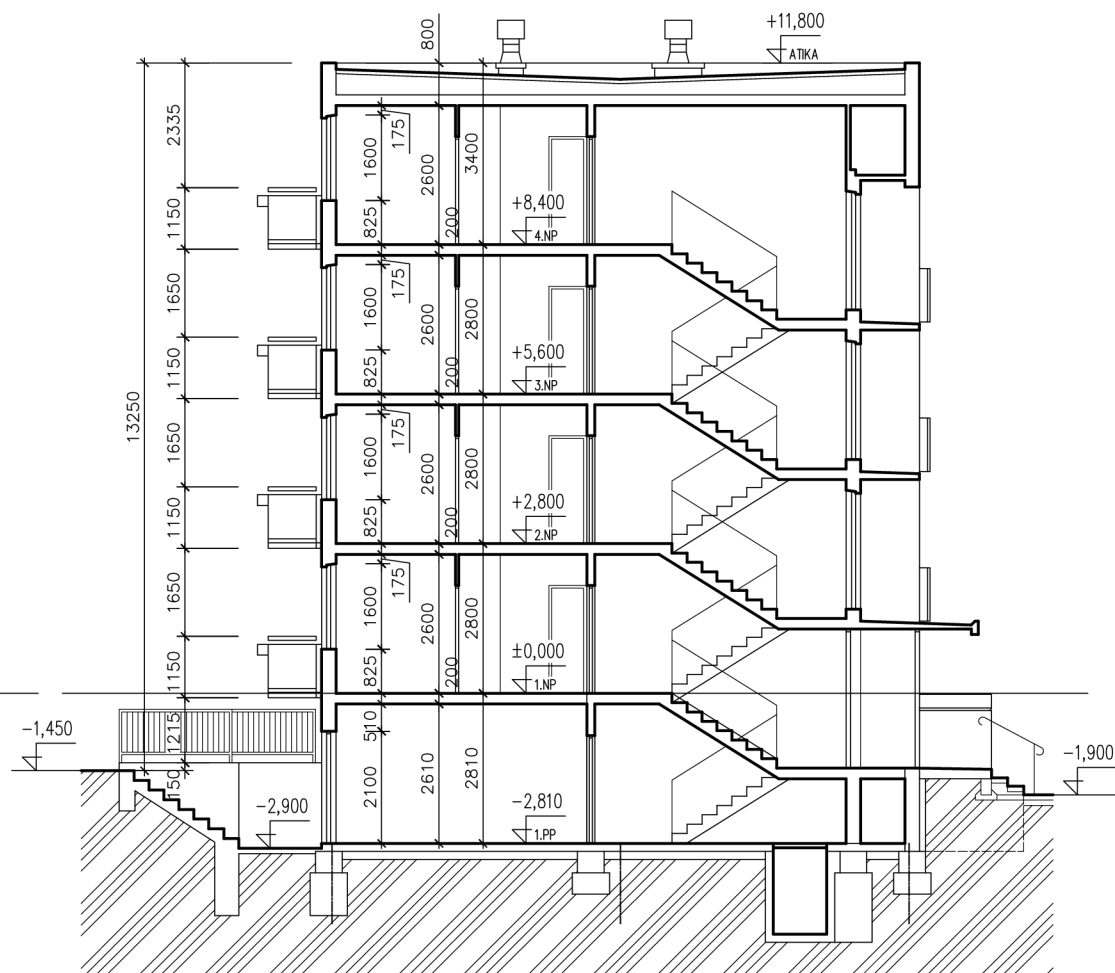


PROJEKTANT :	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
INVESTOR: SVJ domu Vondrákova 14,16, 63500 Brno		FORMÁT:	2A4
AKCE: REGENERACE PANELOVÉHO DOMU VONDRÁKOVA 30-32, BRNO-Bystrc Parc.č. 5721, 5722		DATUM:	12/2010
OBSAH VÝKRESU:		STUPEŇ:	DSŘ + ZŮ
PŮDORYS STŘECHY – stávající stav		MĚRÍTKO:	1:100
		PARÉ:	Č. VÝKRESU: 05

ŘEZY A-A', B-B'



ŘEZ A-A



ŘEZ B-B

PROJEKTANT :	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
INVESTOR: SVJ domu Vondrákova 14,16, 63500 Brno		FORMÁT:	2A4
AKCE: REGENERACE PANELOVÉHO DOMU VONDÁKOVA 30-32, BRNO-Bystrc Parc.č. 5721, 5722		DATUM:	12/2010
OBSAH VÝKRESU:		STUPEŇ:	DSŘ + ZÚ
ŘEZY A-A, B-B - stávající stav		MĚŘÍTKO:	1:100
		PARÉ:	Č. VÝKRESU: 06

POHLED SEVEROVÝCHODNÍ



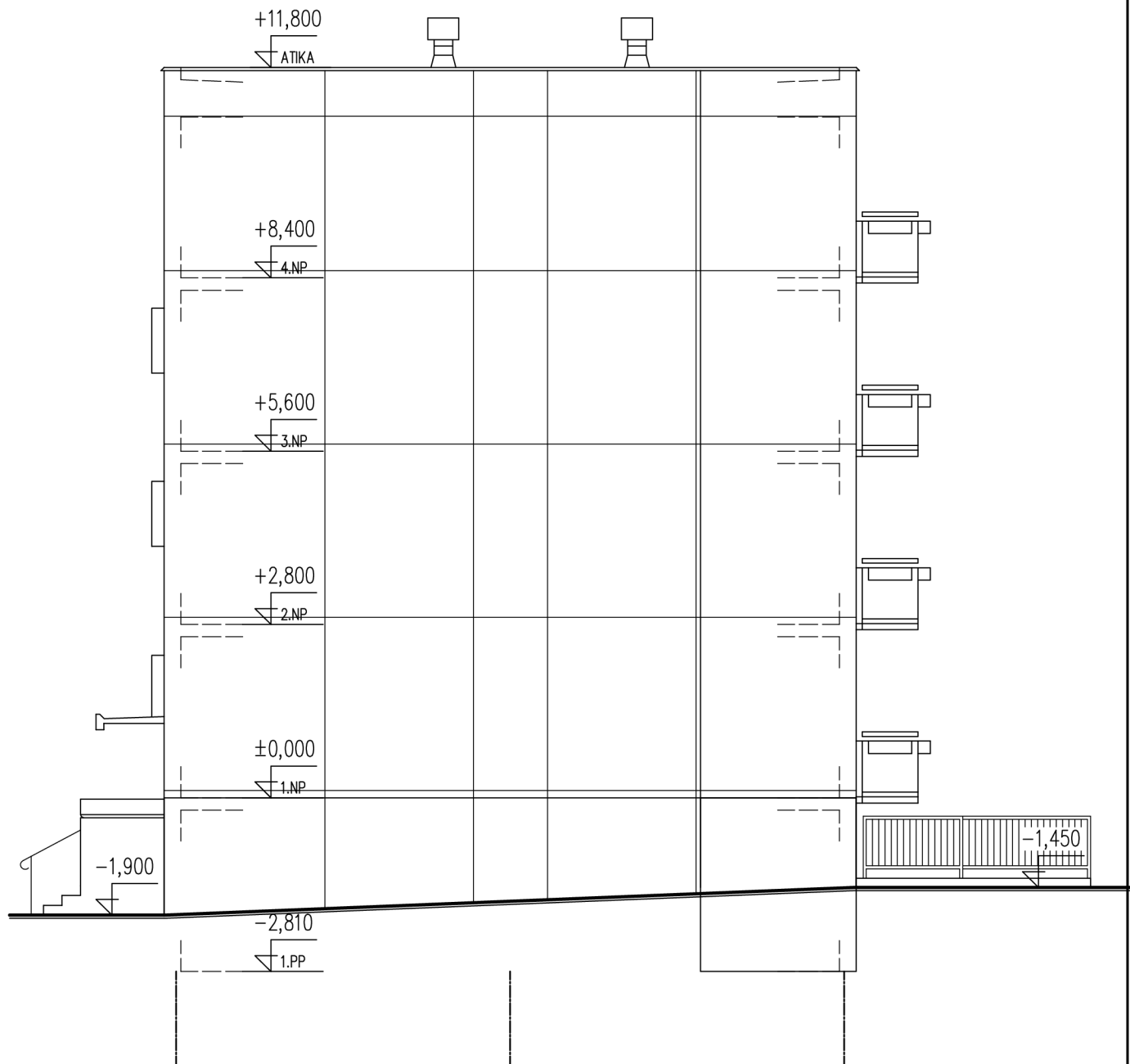
PROJEKTANT :	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
INVESTOR: SVJ domu Vondrákova 14,16, 63500 Brno		FORMÁT:	2A4
AKCE: REGENERACE PANELOVÉHO DOMU VONDRÁKOVA 30-32, BRNO-Bystřec Parc.č. 5721, 5722		DATUM:	12/2010
OBSAH VÝKRESU:		STUPEŇ:	DSŘ + ZÚ
POHLED SEVEROVÝCHODNÍ – stávající stav		MĚŘÍTKO:	1:100
		PARÉ:	Č. VÝKRESU: 07

POHLED JIHOZÁPADNÍ



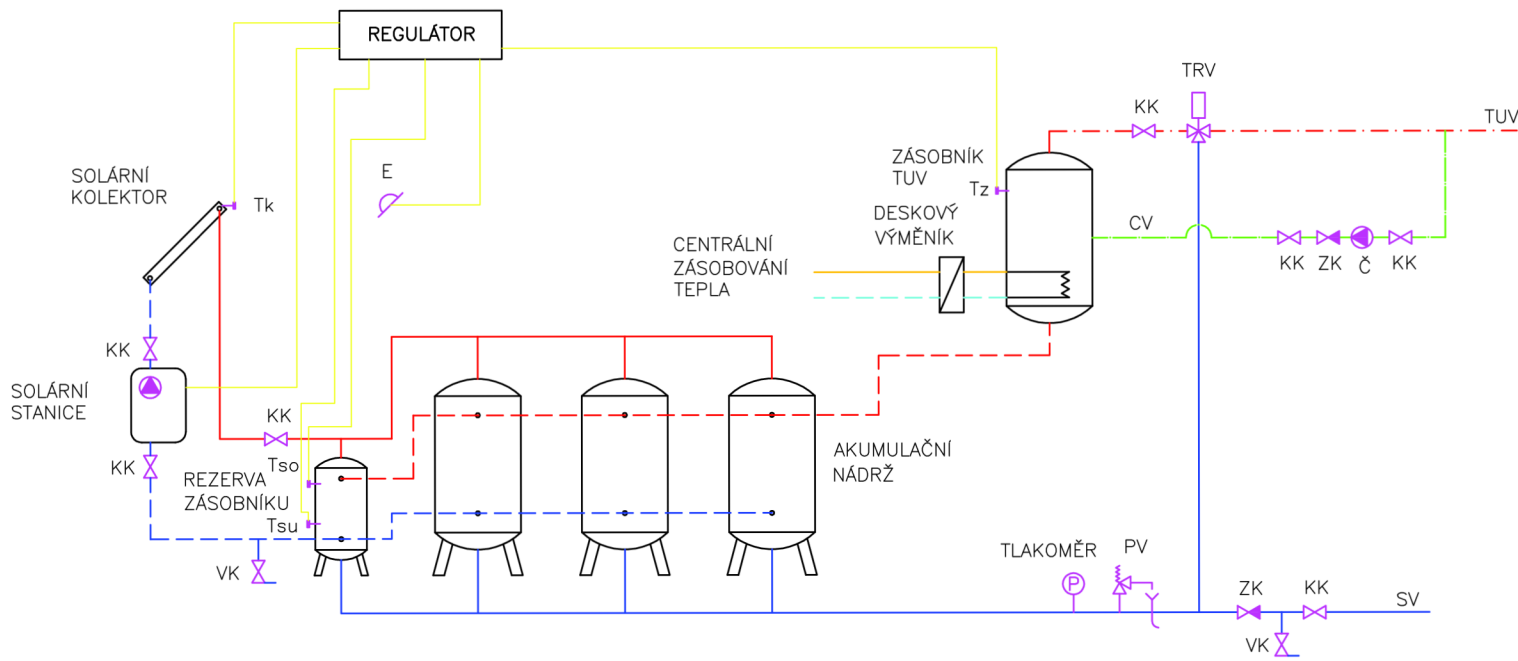
PROJEKTANT :	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
INVESTOR: SVJ domu Vondrákova 14,16, 63500 Brno		FORMÁT:	2A4
AKCE: REGENERACE PANELOVÉHO DOMU VONDŘÁKOVA 30-32, BRNO-Bystrc Parc.č. 5721, 5722		DATUM:	12/2010
OBSAH VÝKRESU:		STUPEŇ:	DSŘ + ZŮ
POHLED JIHOZÁPADNÍ – stávající stav		MĚŘÍTKO:	1:100
		PARÉ:	Č. VÝKRESU: 08

POHLED SEVEROZÁPADNÍ



PROJEKTANT :	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
INVESTOR: SVJ domu Vondrákova 14,16, 63500 Brno	FORMÁT:	1A4	
AKCE: REGENERACE PANELOVÉHO DOMU VONDRÁKOVA 30-32, BRNO-Bystrc Parc.č. 5721, 5722	DATUM:	12/2010	
	STUPEŇ:	DSŘ + ZÚ	
	MĚŘÍTKO:	1:100	
OBSAH VÝKRESU: POHLED SEVEROZÁPADNÍ – stávající stav	PARÉ:	Č. VÝKRESU: 09	

SCHÉMA ZAPOJENÍ



LEGENDA ZNAČEK

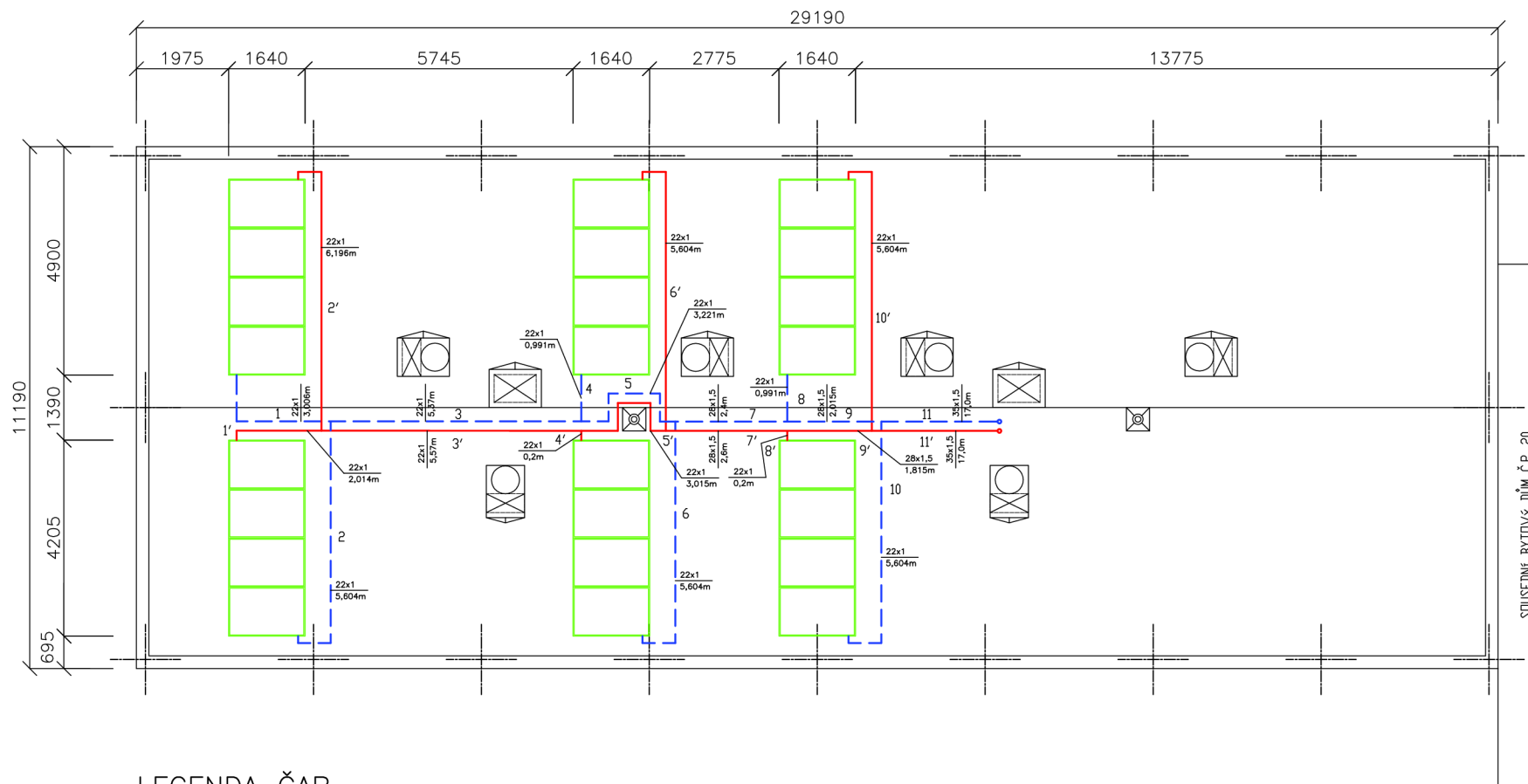
OZN.	POPIS
KK	KULOVÝ KOHOUT
ZK	ZPĚTNÁ KLAPKA
Č	ČERPADLO
TRV	TERMO-REGULAČNÍ VENTIL
PV	POJISTNÝ VENTIL
VK	VYPOUŠTĚCÍ VENTIL
P	TLAKOMĚR
E	ČIDLO EXTERIÉRU
Tk	ČIDLO TEPLoty KOLEKTORU
Tsu	ČIDLO TEPLoty DOLNÍ ČÁSTI ZÁSOBNÍKU
Tso	ČIDLO TEPLoty HORNÍ ČÁSTI ZÁSOBNÍKU
SV	STUDENÁ VODA
CV	CIRKULAČNÍ VODA
TUV	TEPLOTNĚ UPRAVENÁ VODA
Tz	ČIDLO TEPLoty ZÁSOBNÍKU

LEGENDA ČAR

- PŘÍVOD STUDENÉ VODY Z VODOVODU
- POTRUBÍ S TEPLOTNĚ UPRAVENOU VODOU
- POTRUBÍ CIRKULAČNÍ
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ DO KOLEKTORU
- ODVODNÍ POTRUBÍ Z KOLEKTORU
- ODVODNÍ POTRUBÍ CZT
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ CZT
- PROPOJENÍ S REGULÁTOREM

VYPRACOVAL	VEDOUCÍ PRÁCE	VEDOUCÍ ÚSTAVU	VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ		
FOJTŮ PAVEL	ing. LUCIE HOŘINKOVÁ	doc. ing. JIŘÍ HIRŠ,CSc.	FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV TZB		
POZNÁMKY					
PŘEDMĚT	DIPLOMOVÁ PRÁCE			FORMÁT	A3
STAVBA	BYTOVÝ DŮM, ULICE VONDRÁKOVA			DÁTUM	30.1.2013
OBSAH	SCHÉMA ZAPOJENÍ	SEMESTR	ZIMNÍ		
		MĚŘÍTKO	Č.VÝKRESU 10		

ROZMÍSTĚNÍ SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ



LEGENDA ČAR

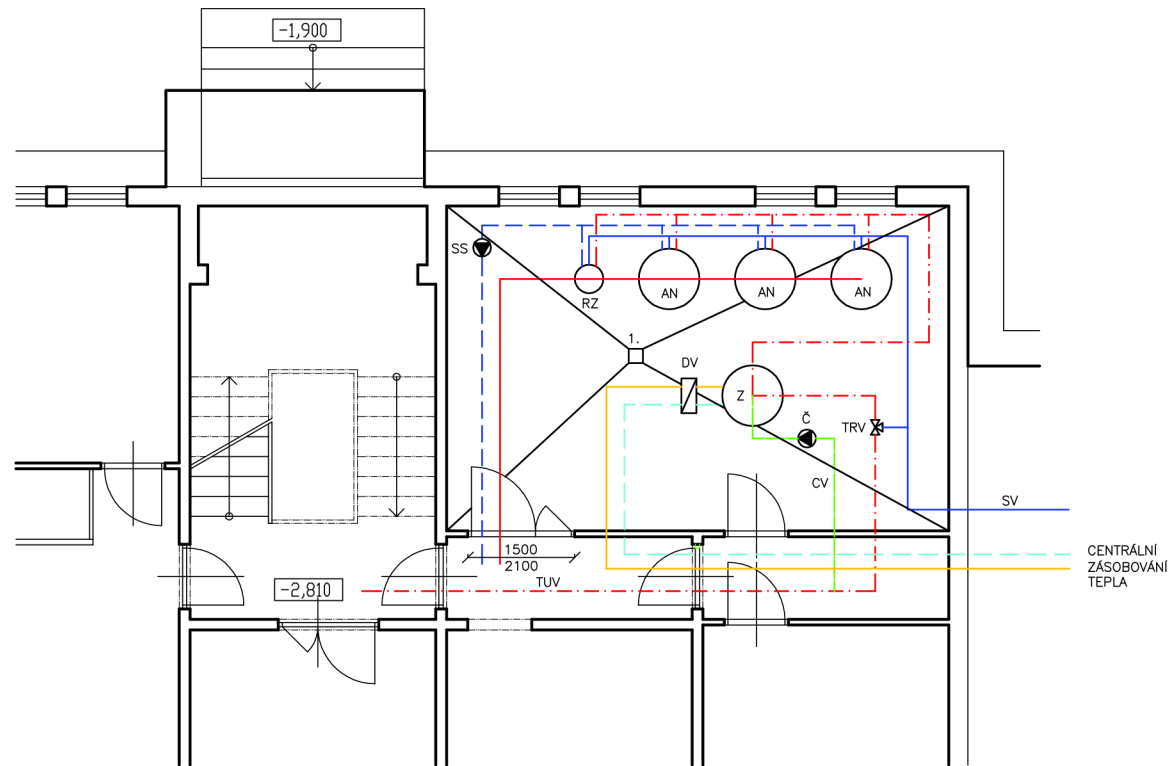
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ DO KOLEKTORU
- ODVODNÍ POTRUBÍ Z KOLEKTORU

poznámky:

- solární kolektory SUNTIME 2.4
- kotvení do stropní konstrukce
- úhel sklonu osluněné plochy 30°
- materiál potrubí: měď

VYPRACOVAL	VEDOUCÍ PRÁCE	VEDOUCÍ ÚSTAVU	VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ	
FOJTŮ PAVEL	ing. LUCIE HOŘINKOVÁ	doc. ing. JIŘÍ HIRŠ,CSc.	FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV TZB	
POZNÁMKY			FORMÁT	A3
PŘEDMĚT	DIPLOMOVÁ PRÁCE		DATUM	30.1.2013
STAVBA	BYTOVÝ DŮM, ULICE VONDRÁKOVA		ST.SKUPINA	C2TZB2
OBSAH	ROZMÍSTĚNÍ SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ		SEMESTR	ZIMNÍ
	MĚŘITKO	1:100	Č.VÝKRESU	11

PŮDORYS STROJOVNY



LEGENDA ČAR

- PŘÍVOD STUDENÉ VODY Z VODOVODU
- - - POTRUBÍ S TEPLOTNĚ UPRAVENOU VODOU
- POTRUBÍ CÍRKULAČNÍ
- - - PŘÍVODNÍ POTRUBÍ DO KOLEKTORU
- ODVODNÍ POTRUBÍ Z KOLEKTORU
- - - ODVODNÍ POTRUBÍ CZT
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ CZT

LEGENDA ZNAČEK

OZN.	POPIS
AN	AKUMULAČNÍ NÁDOBA
RZ	REZERVA ZÁSOBNÍKU
Č	ČERPADLO
SS	SOLÁRNÍ STANICE
DV	DESKOVÝ VÝMĚNÍK
Z	ZÁSOBNÍK
TRV	TERMO-REGULAČNÍ VENTIL
1.	PODLAHOVÁ VPUŠŤ
SV	STUDENÁ VODA
CV	CÍRKULAČNÍ VODA
TUV	TEPLOTNĚ UPRAVENÁ VODA

poznámky:

- potrubí vedeno pod stropem
- materiál potrubí: měď

VYPRACOVAL	VEDOUCÍ PRÁCE	VEDOUCÍ ÚSTAVU	VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ	
FOJTŮ PAVEL	ing. LUCIE HOŘINKOVÁ	doc. ing. JIŘÍ HIRŠ,CSc.	FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV TZB	
POZNÁMKY			FORMÁT	A3
PŘEDMĚT	DIPLOMOVÁ PRÁCE		DATUM	30.1.2013
STAVBA	BYTOVÝ DŮM, ULICE VONDRÁKOVA		ST.SKUPINA	C2TZB2
OBSAH	PŮDORYS STROJOVNY		SEMESTR	ZIMNÍ
			MĚŘITKO	Č.VÝKRESU
			1:75	12