



**KATALOG
MODELOVÝCH ŘEŠENÍ
BUDOV PŘI SPOTŘEBĚ
TEPLA**

STÚ - E, a.s.

Obsah

1. Úvod.	1
2. Soubory opatření podle druhů konstrukcí ke splnění vyhlášky.	1
2.1 Neprůsvitné konstrukce	1
2.1.1 Vnější stěny	1
2.1.1.1 Hlavní zásady zateplování.	1
2.1.1.2 Způsoby zateplování.	4
2.1.1.3 Materiály používané na zateplení.	6
2.1.1.4 Tloušťka tepelné izolace.	6
2.1.2 Střechy.	6
2.1.2.1 Hlavní zásady zateplování střech	6
2.1.2.2 Způsoby zateplování střech.	7
2.1.2.3 Materiály používané na zateplení.	8
2.1.3 Vnitřní konstrukce.	8
2.1.3.1 Zateplování vnitřních konstrukcí.	9
2.1.3.2 Materiály používané pro zateplení.	9
2.1.4 Otvorové výplně.	9
2.1.4.1 Snížení tepelných ztrát prostupem.	9
2.1.4.2 Výměna okna.	10
2.1.4.3 Snížení tepelných ztrát infiltrací.	11
2.1.4.4 Zajištění výměny vzduchu.	12
3. Katalogové listy typických budov a výpočetní postupy.	13
3.1 Výpočet podle vyhlášky 291/2001 Sb.	13
3.2 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	15
3.2.1 Výpočet E _{vp} a E _{vv} .	15
3.2.2 Výpočet E _{vz} .	15
3.2.3 Výpočet E _{zs} .	15
3.2.4 Hodnocení objektů podle měrné spotřeby tepelné energie.	16
3.3.1 Rodinný domek z přelomu století	17
3.3.1.1 Objemové řešení.	17
3.3.1.2 Varianty opatření.	17
3.3.1.3 Geometrie objektu.	18
3.3.1.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	18
3.3.1.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.	20
3.3.1.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	20
3.3.1.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.	23
3.3.2 Rodinný domek ze sedmdesátých let.	24
3.3.2.1 Objemové řešení.	24
3.3.2.2 Varianty opatření.	24
3.3.2.3 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	24
3.3.2.4 Geometrie objektu.	25
3.3.2.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.	26
3.3.2.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	27
3.3.2.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.	29
3.3.3 Rodinný domek nový nízkoenergetický - 1.	30
3.3.3.1 Objemové řešení.	30
3.3.3.2 Posuzované varianty.	31

3.3.3.3 Geometrie objektu.	31
3.3.3.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	31
3.3.3.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. ...	33
3.3.3.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	33
3.3.3.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.	35
3.3.4 Rodinný domek nový nízkoenergetický - 2.	37
3.3.4.1 Objemové řešení.	37
3.3.4.2 Posuzované varianty.	37
3.3.4.3 Geometrie objektu.	38
3.3.4.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	38
3.3.4.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. ...	40
3.3.4.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	40
3.3.4.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.	42
3.4.1 Bytový dům T - 02.	44
3.4.1.1 Objemové řešení.	44
3.4.1.2 Varianty opatření.	45
3.4.1.3 Geometrie objektu.	45
3.4.1.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	45
3.4.1.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. ...	47
3.4.1.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	48
3.4.2 Bytový dům - vyzdívaný skelet.	51
3.4.2.1 Objemové řešení.	51
3.4.2.2 Varianty opatření.	52
3.4.2.3 Geometrie objektu.	53
3.4.2.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	53
3.4.2.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. ...	56
3.4.2.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	57
3.4.3 Bytový dům - vyzdívaný skelet.	60
3.4.3.1 Objemové řešení.	60
3.4.3.2 Varianty opatření.	61
3.4.3.3 Geometrie objektu.	62
3.4.3.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	62
3.4.3.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. ...	64
3.4.3.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	64
3.4.1 Panelový řadový bytový dům B - 60.	68
3.4.1.1 Objemové řešení.	68
3.4.1.2 Varianty opatření.	68
3.4.1.3 Geometrie objektu.	69
3.4.1.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	69
3.4.1.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. ...	71
3.4.1.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	71
3.4.1.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.	73
3.4.2 Panelový bodový bytový dům T 06 B.	75
3.4.2.1 Objemové řešení.	75
3.4.2.2 Varianty opatření.	76
3.4.2.3 Geometrie objektu.	76
3.4.2.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	76
3.4.2.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. ...	78
3.4.2.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	78
3.4.2.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.	80
3.4.3 Panelový bodový bytový dům T 06 B - 13 NP.	82
3.4.3.1 Objemové řešení.	82
3.4.3.2 Varianty opatření.	83

3.4.3.3 Geometrie objektu.	83
3.4.3.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	83
3.4.3.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. . .	85
3.4.3.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	85
3.4.3.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.	87
3.6.1 Střední škola - zděná budova a montovaný skelet.	89
3.6.1.1 Objemové řešení.	89
3.6.1.2 Varianty opatření.	90
3.6.1.3 Geometrie objektu.	91
3.6.1.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	92
3.6.1.1 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. - zděná budova	94
3.6.1.2 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. - skelet.	95
3.6.1.3 Porovnání s výpočty podle českých technických norem - zděná budova.	96
3.6.1.4 Porovnání s výpočty podle českých technických norem - skelet.	98
3.6.2 Střední škola - skelet MS - 71.	102
3.6.2.1 Objemové řešení.	102
3.6.2.2 Varianty opatření.	103
3.6.2.3 Geometrie objektu.	104
3.6.2.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	104
3.6.2.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.	108
3.6.2.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	108
3.6.3 Základní škola - skelet KPÚ Brno.	112
3.6.3.1 Objemové řešení.	112
3.6.3.2 Varianty opatření.	113
3.6.3.3 Geometrie objektu.	114
3.6.3.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	114
3.6.3.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.	116
3.6.3.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	117
3.7.1 Budova muzea - vyzdívaný skelet.	120
3.7.1.1 Objemové řešení.	120
3.7.1.1 Varianty opatření.	121
3.7.1.1 Geometrie objektu.	122
3.7.1.2 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	122
3.7.1.3 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. . .	124
3.7.1.1 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	124
3.7.1 Administrativní budova - vyzdívaný monolitický skelet.	128
3.7.1.1 Objemové řešení.	128
3.7.1.2 Geometrie objektu.	129
3.7.1.3 Navrhovaná opatření.	130
3.7.1.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.	130
3.7.1.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. .	133
3.7.1.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.	133
4. Závěr.	137

1. Úvod.

Stavební řešení budovy rozhodujícím způsobem ovlivňuje spotřebu tepla na vytápění. Úpravy stavebních konstrukcí při energeticky vědomé modernizaci jsou základním souborem opatření, na který navazují soubory opatření ve vytápění a dalších technických zařízeních budovy.

Publikace je zpracována v návaznosti na zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a jeho prováděcí vyhlášku č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách. Kritériem ve vyhlášce je měrná spotřeba tepelné energie za otopné období v kWh/m³.a, která hodnotí budovu jako celek se zahrnutím vlivu objemového a geometrického řešení.

Cílem publikace je posouzení nutných opatření ve stavební konstrukci budovy pro splnění požadavků výše uvedené vyhlášky pro různé typy budov postavené v různých časových obdobích.

Posouzeno bylo několik rodinných domků - stávajících i nově projektovaných; panelové bytové domy postavené v různých stavebních soustavách a s různým objemovým řešením; bytové domy postavené tradiční technologií, školy a další vybrané občanské budovy.

V části Soubory opatření jsou popsána stavební opatření, která lze obecně použít jako energeticky úsporná u jednotlivých stavebních dílů. Konkrétní opatření na konkrétních objektech jsou popsána vždy u každého objektu v katalogové části.

Dále je v katalogové části kromě navrhovaných opatření u každého objektu vždy popis stávajícího stavu, výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb., výpočet podle českých technických norem a porovnání výsledků výpočtů.

2. SOUBORY OPATŘENÍ PODLE DRUHŮ KONSTRUKCÍ KE SPLNĚNÍ VYHLÁŠKY.

Při návrhu energeticky vědomé modernizace budovy jde vždy především o snížení tepelné ztráty stavebními konstrukcemi. Jedná se nejen o konstrukce, které jsou v přímém styku s vnějším prostředím, ale i o vnitřní konstrukce, které oddělují vytápěné prostory od nevytápěných. Dále je nutné brát v úvahu to, že na velikost tepelné ztráty a tedy i tepla, které musí být do budovy dodáno tepelným zdrojem má - kromě tepelně-izolačních schopností materiálů použitých na obvodový plášť - zásadní vliv i architektonické řešení objektu, ze kterého vychází poměr velikosti povrchu vnějších konstrukcí k objemu budovy. Čím nižší je tento poměr, tím nižší jsou tepelné ztráty. Kromě dispozičního řešení jej ovlivňuje i typ domu a jeho podlažnost, tvar, typ zástavby apod.

Dalším velmi podstatným prvkem je podíl zasklených částí objektu, protože součinitel prostupu tepla otvorových výplní je (zejména po zateplení budovy) několikanásobně vyšší, než součinitel prostupu tepla neprůsvitných konstrukcí.

Soubor opatření pro stavební konstrukce se tedy skládá vždy z kombinací opatření, navrhovaných pro jednotlivé stavební díly.

2.1 Neprůsvitné konstrukce

Nejúčinnějším opatřením z hlediska snížení tepelných ztrát neprůsvitnými konstrukcemi je jejich zateplení. Jde o opatření, která jsou sice finančně náročná, ale účinná. Aby byly tyto úpravy hospodárné, spolehlivé a trvanlivé, je nutné dodržet při jejich návrhu a provádění určité zásady.

2.1.1 Vnější stěny

2.1.1.1 Hlavní zásady zateplování.

⇒ V první řadě je třeba, aby dodatečné zateplení bylo navrženo a odborně posouzeno z hlediska tepelné techniky a statiky (způsob kotvení, přetížení apod.).

⇒ Posouzení nevyžadují jen nově navržená opatření, ale mělo by být zřejmé, v jakém stavu je budova z hlediska vlhkosti. Nejen zemní, ale i atmosférická vlhkost vedou k narušování stavby a zkracování její životnosti. Vzhledem k tomu, že voda podstatně zvyšuje tepelnou vodivost stavebních materiálů, dochází u vlhkých konstrukcí i k vyššímu úniku tepla. Provede-li se zateplení na vlhkou konstrukci a neodstraní-li se příčina vlhkosti, dojde k degradaci nejen stávajících konstrukcí, ale i nově provedené izolace.

⇒ **Zateplování by mělo být prováděno přednostně z vnější strany konstrukce.** Důvodů je několik:

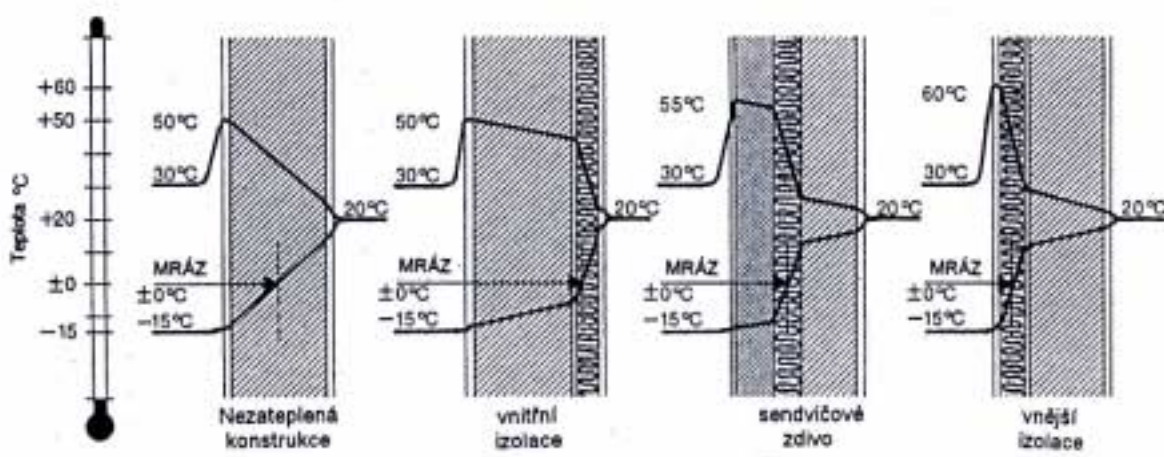
1. U vnitřního zateplení teplota na styku obvodové konstrukce a tepelné izolace velmi často klesá až pod teplotu rosného bodu a dochází ke kondenzaci.

Velmi zjednodušeně lze tento problém popsat následujícím způsobem. Je známo, že vzduch obsahuje vodní páru. Množství vodní páry, které může vzduch pojmout, se liší podle teploty vzduchu: čím vyšší teplota vzduchu, tím vyšší množství páry může obsahovat. Ale jen do určité dané hranice - do nasycení vodní parou. Jestliže dojde k nasycení vodní parou a teplota vzduchu se nezvyšuje, začne se vodní pára srážet - kondenzovat. Totéž se stane, sníží-li se teplota vzduchu, aniž se změnil obsah vlhkosti, nebo narazí-li teplý vzduch na studený povrch (např. orosení oken). K tomuto jevu dochází i uvnitř stavebních konstrukcí.

Vzhledem k tomu, že většina stavebních materiálů (kromě skla, kovů a některých dalších, zejména hydroizolačních látek) je víceméně porézní a tedy pro vodní páru propustná, přechází vodní pára, obsažená ve vzduchu z prostředí vyššího tlaku (tj. z vnitřku budovy) do prostředí s tlakem nižším. Schopnost materiálu propouštět větší nebo menší množství vodní páry vyjadřuje tzv. difúzní odpor materiálu.

Narazí-li prostupující pára uvnitř konstrukce na materiál s vysokým difúzním odporem nebo s nízkou teplotou, začne se srážet a vlhkost zůstává v konstrukci. Čím studenější povrch, tím více páry zkondenzuje. Během léta a části přechodných období se tato zkondenzovaná vlhkost odpařuje. Zda je zkondenzovaná a vypařená množství vlhkosti v rovnováze lze zjistit výpočtem roční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti. Jedná se o poměrně složitý výpočet, který musí provést odborník.

Na obrázku 2.1 je znázorněno porovnání průběhu teplot v konstrukci obvodové stěny v zimním a letním období pro různé polohy zateplení.



Obrázek 2.1 Průběhy teplot v obvodové stěně pro různé typy zateplení v zimním a letním období

Z obrázku je zřejmé, že u vnitřního zateplení dochází k posunutí kondenzační zóny směrem k vnitřnímu povrchu. To vede ke zvyšování okamžitého množství zkondenzované vlhkosti a zároveň k prodloužení období, po které pára v konstrukci kondenzuje. Její množství je pak

v celoročním průběhu větší a vzniká riziko, že se zkondenzovaná vodní pára nestačí ve zbývajících částech roku odpařit.

V případě, že je množství zkondenzované vlhkosti větší než množství vlhkosti vypařené, dochází nejen k degradaci tepelně technických vlastností stavebních materiálů, a tím ke zvyšování tepelných ztrát, ale i ke snižování hygienické a mechanické kvality konstrukcí, a tím ke zkrácování životnosti objektu.

Z těchto důvodů se při vnitřním zateplování používají tzv. parozábrany, umístěné u vnitřního povrchu. Jsou to obvykle fóliové materiály s vysokým difúzním odporem, které snižují množství vzdušné vlhkosti, které se dostává do konstrukce. Je třeba však upozornit na rizika tohoto řešení, která spočívají jak v náročnosti na kvalitu provedení této parozábrany, tak na možnost jejího snadného porušení prostupujícími předměty.

2. Dalším důvodem, který stojí proti vnitřnímu zateplení je nemožnost vytvoření souvislé obálky z tepelné izolace, která zmírňuje vliv tepelných mostů.

Je-li v konstrukci, která odděluje dva nestatečně vytápěné prostory, umístěn materiál s vyšší tepelnou vodivostí, dochází v tomto místě k vyššímu úniku tepla, a tím ke snížení povrchové teploty. Takováto místa se nazývají tepelné mosty. Jsou jimi například i spáry ve zdivu zaplněné maltou, neboť tepelná vodivost malty je obvykle vyšší, než tepelná vodivost cihel nebo tvárnic. Tepelnými mosty jsou též nadokenní překlady, které bývají železobetonové nebo výztužný věnec probíhající obvodovou zdí. Tepelné mosty vytvářejí i okenní rámy a křídla, dále všechny ocelové spony, závěsy, výztuže apod., které probíhají obvodovou konstrukcí od jednoho povrchu k druhému. U panelových budov jsou to všechny spáry a připojení panelů obvodového pláště k nosné konstrukci. U budov, jejichž nosnou konstrukcí je železobetonový skelet a obvodový plášť je řešen jako výplňový nebo částečně předsazený, jsou tepelnými mosty všechny prvky nosné konstrukce.

Jako tepelný most se také chovají všechna nároží, a to jak svislá (roh budovy), tak vodorovná (např. ukončení objektu s plochou střechou). V těchto případech je snížení povrchové teploty způsobeno tím, že vnější - ochlazená - plocha je větší, než plocha vnitřní - ohřívána. K tomu ještě přistupuje ta okolnost, že rychlost proudění vzduchu u vnitřního povrchu v koutech je nižší než u obvodových stěn v ploše, čímž se snižuje i přestup tepla z vnitřního prostředí místnosti do stěny právě v tomto kritickém místě.

To, že vnitřní zateplení způsobí snížení povrchové teploty na původní konstrukci, vede k posílení vlivu těchto tepelných mostů.

3. S nemožností vytvořit souvislou tepelně izolační obálku při zateplení z vnitřní strany je spojen i vznik nepříjemného namáhání nosných konstrukcí, způsobený rozdílem teplot mezi stropními konstrukcemi a konstrukcemi obvodových stěn.
4. Vnitřní zateplení také zhoršuje teplotní setrvačnost konstrukcí. Tzn. že tyto po přerušení vytápění rychleji chladnou, a tím je zhoršena tepelná stabilita místnosti. Tím, že vnitřní zateplení sníží akumulaci schopnosti původních stěn, není také možné plné využití tepelných zisků ze slunečního záření v přechodných obdobích roku.

Umístění dodatečné tepelné izolace z vnější strany zvyšuje tepelnou setrvačnost, neboť umožňuje využít akumulaci schopnosti konstrukcí, a tedy i vyrovnává kolísání teplot vnitřního vzduchu způsobené jak změnou teploty vnějšího vzduchu, tak přerušováním nebo tlumením vytápění.

5. Další nevýhodou vnitřního zateplení jsou nutné úpravy výstupů veškerých rozvodů technických zařízení, odsazení otopných těles apod.

⇒ Musí-li se z nějakého vážného důvodu provést zateplení ze strany interiéru, musí být použit tepelně izolační materiál s nízkým součinitelem difúze vodní páry, musí být **plnoplošně** přilepen

k zateplované stěně tak, aby nikde nevznikly vzduchové dutiny, musí být provedeno posouzení z hlediska roční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti a je nutné zvýšit difúzní odpor celé konstrukce použitím parozábrany umístěné k vnitřnímu povrchu zateplované konstrukce. Tato parozábrana musí být těsná nejen v ploše stěny, ale i po obvodu zateplení (ostění oken, ukončení u stropu, podlahy apod.).

- ⇒ Na dodatečné zateplení by měl být vždy použit zateplovací systém, který je certifikován jako celek akreditovanou zkušebnou. Provádět by jej měla odborná firma, která má od výrobce nebo dodavatele tohoto systému doklad o zaškolení pracovníků na jeho aplikaci.

2.1.1.2 Způsoby zateplování.

Zateplování vnějších stěn ze strany exteriéru lze podle použité technologie rozdělit na tři skupiny:

- ◆ Tepelně izolační omítky
- ◆ Zateplovací systémy s odvětranou vzduchovou mezerou
- ◆ Kontaktní zateplovací systémy

- ⇒ **Tepelně izolační omítky** - provádí se obvykle v tloušťce 30 až 70 mm v jedné nebo dvou vrstvách. Při tloušťkách větších než 40 - 50 mm je nutné provést vyztužení síťovinou nebo pletivem.

Výhody

- možnost aplikace na členitý povrch
- možnost provádění běžnými technologiemi

Nevýhody

- vzhledem k technologickému omezení tloušťky malá tepelně izolační účinnost
- pracná a tím i finančně náročná příprava podkladu a jeho velké zatížení
- omezení provádění povětrnostními podmínkami
- značná nasákavost, zejména u omítek na bázi expandovaného perlitu. Při použití nevhodné povrchové úpravy dochází vždy ke značným poruchám.

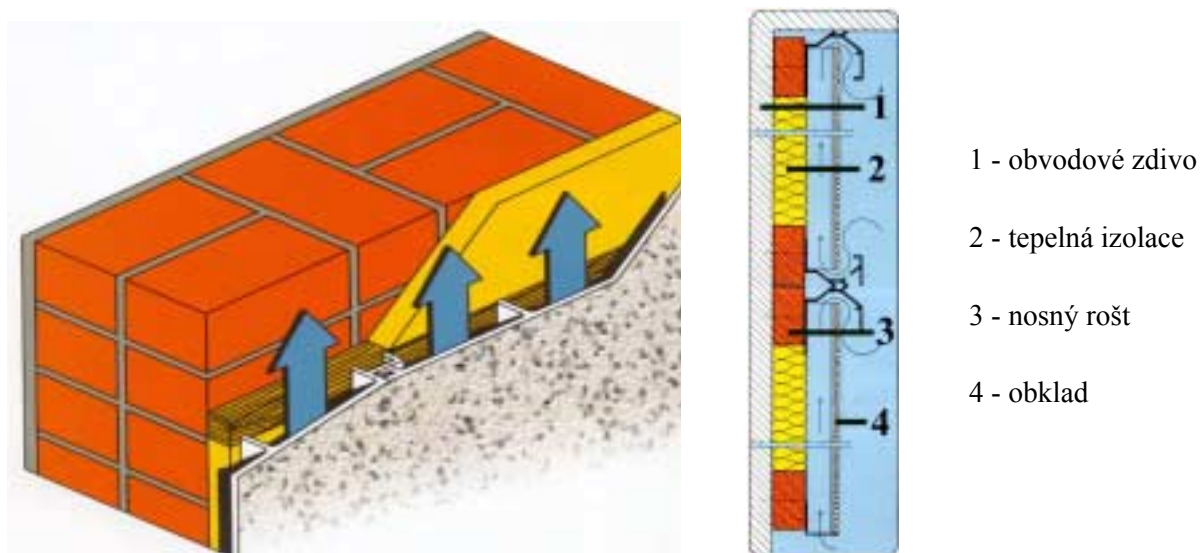
- ⇒ **Zateplovací systém s odvětranou vzduchovou mezerou** je možné provádět dvěma způsoby, lišícími se upevněním desek na stávající stěnu. Při prvním způsobu je vhodný tepelně izolační materiál vkládán do nosného roštu obkladu, který je kotven do stávající obvodové stěny. Mezi tepelnou izolací a obkladem je vytvořena odvětrávaná vzduchová mezera. Při druhém způsobu jsou tepelně izolační desky na původní konstrukci lepeny (a ev. kotveny hmoždinkami) a nosný rošt obkladu je kotven do obvodové stěny přes tepelnou izolaci.

Výhody

- možnost provádění i při nízkých teplotách
- odvětrání vlhkosti, která se do konstrukce dostává difúzí
- vhodnost aplikace i na objekty s narušeným vlhkostním režimem
- prostou změnou tloušťky tepelné izolace lze dosáhnout podstatné změny tepelně izolačních vlastností

Nevýhody

- zvýšené nároky na řešení stavebních detailů
- problematická realizace na členitých fasádách
- přerušení tepelné izolace nosným roštem nebo kotvicemi prvky roštu
- v některých případech nevyhovující architektonický vzhled a konečný estetický účinek

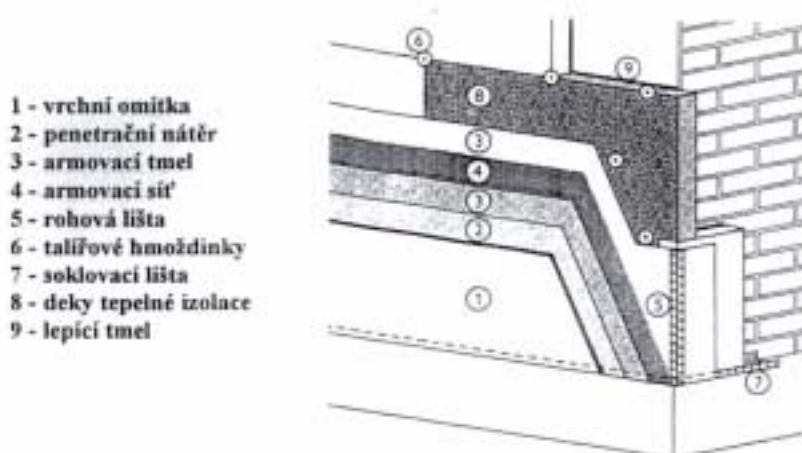


Obrázek 2.2 Vnější zateplení obkladem s odvětranou vzduchovou mezerou

⇒ **Kontaktní zateplovací systém** - tepelná izolace je kotvena mechanicky, lepením nebo kombinací obojího k vnější stěně a opatřena armovací vrstvou do které se vkládá výztužná tkanina. Konečná povrchová úprava je nejčastěji z tenkovrstvých omítek. Do této skupiny patří i zateplovací systémy, u kterých jsou desky tepelné izolace opatřeny už z výroby povrchovou úpravou.

- Výhody
- bezproblémové řešení detailů
 - dosažení atraktivního vzhledu objektu
 - prostou změnou tloušťky tepelné izolace lze dosáhnout podstatné změny tepelně izolačních vlastností
 - možnost osazení přesných replik zdobných fasádních prvků jako jsou např. různé profilované římsy, okenní šambrány apod.

- Nevýhody
- omezení provádění povětrnostními podmínkami
 - v případě použití nevhodné povrchové úpravy může v konstrukci docházet ke kondenzaci



Obrázek 2.3 Vnější zateplení kontaktním způsobem

2.1.1.3 Materiály používané na zateplení.

Vzhledem k tomu, že na zateplení vnějších obvodových stěn by měl být vždy použit zateplovací systém, který je certifikován jako celek akreditovanou zkušebnou a provádět by jej měla odborná firma, která má od výrobce nebo dodavatele tohoto systému doklad o zaškolení pracovníků na jeho aplikaci, jsou v této části uvedeny jen obecné informace o nejčastěji používaných materiálech.

Kontaktní obklady - pro tepelně izolační vrstvy kontaktních obkladů se nejčastěji používají výrobky z polystyrénu nebo minerálních vláken. Polystyrén se používá buď pěnový stabilizovaný samozhášivý popř. extrudovaný do těch částí zateplovacího systému, které přicházejí do styku se zemní vlhkostí. Z minerálních vláken se používají tuhé hydrofobizované desky. Ve většině případů se používají desky tepelné izolace bez povrchové úpravy, ale některé zateplovací systémy mají tepelnou izolaci jednostranně krytou dřevovláknitou cementem pojenou vrstvou.

Konečné povrchové úpravy jsou obvykle vytvořeny tenkovrstvými disperzními nebo minerálními omítkami, nanášenými na armovací vrstvy.

Obklady s odvětranou vzduchovou mezerou - v těchto zateplovacích systémech jsou jako tepelná izolace nejčastěji použity výrobky z minerálních vláken, ale mohou to být i tepelné izolace z polystyrénu, polyuretanu nebo celulózové izolace typu Climatizér Plus. Protože tepelná izolace není v přímém kontaktu s konečnou povrchovou úpravou a není tedy tolik namáhána jako tepelná izolace u kontaktních obkladů, nejsou na její vlastnosti kladeny tak přísné nároky.

Na obklady jsou používány pásy nebo desky z betonů, kovů nebo umělých hmot. Nosný rošt obkladu bývá dřevěný nebo kovový.

2.1.1.4 Tloušťka tepelné izolace.

Při určování minimální nutné tloušťky dodatečné tepelné izolace je nutné vycházet z požadavku na minimální hodnotu tepelného odporu (resp. maximální součinitele prostupu tepla) stanoveného v ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov. Norma předepisuje pro různé konstrukce a pro různé teplotní oblasti tři úrovně kritérií - hodnoty přípustné, požadované a doporučené. Nejnižší požadavek je hodnota přípustná, která platí pro rekonstrukce; pro nově projektované budovy platí hodnota požadovaná a hodnota doporučená je určená pro budovy s nízkou spotřebou energie.

Při určování **optimální** tloušťky dodatečného zateplení je třeba vzít v úvahu zejména cenu celého zateplení, která není přímo úměrná tloušťce vlastního tepelného izolantu. Cena je ovlivněna u vnějších zateplovacích systémů především konečnou povrchovou úpravou, opracováním detailů, ev. úpravou povrchu a dalšími souvisejícími náklady (lešení, nové oplechování apod.). U zateplení ze strany interiéru musíme kromě konečné povrchové úpravy a kotvicích prvků započítat do celkové ceny i náklady na úpravy technických zařízení, odsazení otopných těles apod. Tloušťka tepelné izolace, která bude optimální jak z hlediska technického řešení (např. odstranění vlivu tepelných mostů), tak z hlediska úspory energie, provozních nákladů (druh topného média a jeho cena) a reálné návratnosti investic, bude téměř vždy větší, než by vycházela pouze z požadavků dodržení maximální hodnoty součinitele prostupu tepla předepsaného v ČSN 73 0540.

2.1.2 Střechy.

Pro střechy platí, stejně jako pro vnější stěny, že nejúčinnějším opatřením je provedení zateplení a právě tak jako pro stěny platí, že se musí při jeho návrhu a provádění dodržet hlavní zásady.

2.1.2.1 Hlavní zásady zateplování střech

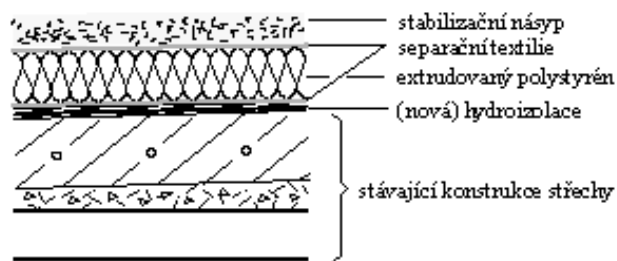
- ⇒ Nutnost odborného návrhu a posouzení z hlediska tepelně technického a statického platí stejně, jako v případě obvodových stěn.
- ⇒ Má-li se zateplovat plochá střecha, musí se nejprve zjistit, v jakém stavu je stávající konstrukce, hlavně z hlediska vlhkosti a zejména tehdy, jestliže do střechy někdy zatékalo nebo je-li ve skladbě umístěna parozábrana. Druhým velmi podstatným údajem je únosnost stropní konstrukce.

- ⇒ Základní podmínkou bezporuchové funkce zateplené šikmé střechy je zajištění dostatečného pohybu a výměny vzduchu pod vnitřním lícem krytiny. Protože skládané krytiny nejsou dokonale těsné a nebrání tedy v každém místě a v každé situaci pronikání srážkové vody, prachu a nečistot, což vede k degradaci nechráněných tepelně izolačních vrstev, umísťuje se pod laťování krytiny pojistná hydroizolační vrstva. Z hlediska degradace tepelné izolace není zanedbatelný ani problém kondenzace vlhkosti na spodním líci krytiny. Nemusí nutně jít jen o kondenzaci vlhkosti pronikající difúzí z interiéru, ale zejména u tvrdých krytin dochází k tzv. sekundární kondenzaci vlivem teplotních změn během dne. V závislosti na propustnosti vodní páry a průběhu teplot se větraná vzduchová vrstva navrhuje i pod tuto pojistnou hydroizolaci.
- ⇒ Vzhledem k tomu, že zateplení šikmé střechy je svým charakterem vlastně vnitřní zateplení, umísťuje se z důvodu zlepšení difúzních a vlhkostních poměrů k vnitřnímu líci tepelné izolace parozábrana.

2.1.2.2 Způsoby zateplování střech.

Způsob **zateplení ploché střechy** je závislý na množství vlhkosti ve stávající skladbě střechy, na únosnosti stropní konstrukce a na stavu hydroizolace. V případě, že je střecha z hlediska vlhkosti vyhovující a nosná část má rezervu, je rozhodující stav krytiny.

- ⇒ Je-li hydroizolace ve velmi dobrém stavu (například po rekonstrukci) a je potřeba zlepšit jen tepelně izolační vlastnosti střechy, je možné přidat na stávající hydroizolaci jen izolaci tepelnou z extrudovaného nenasáklivého polystyrénu a vytvořit tím tzv. "obrácenou střechu". Je to varianta poměrně finančně náročná, ale z hlediska tepelně vlhkostního je nejvýhodnější.



Obr. 2.4 Příklad střechy s obráceným pořadím vrstev

- ⇒ V případě, že hydroizolace není příliš porušená, lze provést na stávající střechu nástřik polyuretanové pěny, která pak plní funkci tepelné i vodotěsné izolace. I v tomto případě se v podstatě jedná o střechu s obráceným pořadím vrstev.
- ⇒ Je-li krytina ve špatném stavu, je nutné ji sejmut a provést hydroizolaci novou. Je opět možné vytvořit střechu o opačném pořadí vrstev nebo doplnit tepelnou izolaci o potřebnou tloušťku a na této přidané vrstvě vytvořit novou krytinu. Pokud byla původní střecha provedena jako bezspádová, je v tomto případě vhodné použít tepelnou izolaci ve tvaru klínů, které umožní spád vytvořit.
- ⇒ Je-li ve skladbě střechy příliš mnoho vlhkosti a nelze předpokládat její vyschnutí nebo nemá-li nosná část rezervu, je nutné skladbu střechy vyměnit.
- ⇒ Pro zateplení dvouplášťových střech platí s ohledem na stávající vlhkostní stav střechy a únosnost stropní konstrukce stejné podmínky jako pro střechy jednoplášťové. Možnost zvýšení tepelně izolační vrstvy dvouplášťových střech je závislá na výšce provětrávané vzduchové mezery a na materiálu horního pláště střechy.

Je-li větraná vzduchová mezera dostatečně vysoká, je možné např. nafoukat na stávající tepelnou izolaci v potřebné tloušťce přídavnou vrstvu např. ze zlomkové skelné vaty nebo celulózových izolací typu Climatizér nebo Ekovlna. Mezi touto vrstvou a horním pláštěm střechy musí zůstat vzduchová mezera vysoká minimálně 50 mm a musí být zachováno odvětrání střechy.

V případě, že vzduchová mezera dostatečně vysoká není a horní plášť střechy je dřevěný, je nutné sejmut horní plášť střechy a - dovoluje-li to výška atik - zvýšit podpory horního pláště nebo střechu předělat na jednoplášťovou.

Nevyskytují-li se ve skladbě střechy dřevěné prvky, je možné přidat tepelnou izolaci na horní plášť a vzduchovou mezeru uzavřít. Tyto úpravy dvouplášťových střech jsou ale závislé na konkrétní skladbě střechy a vyžadují velice důkladný rozbor stavu střechy z vlhkostního hlediska a pečlivý návrh a posouzení, zejména s ohledem na celoroční bilanci zkondenzované a vypařené vlhkosti.

Při **zateplování šikmé střechy** je umístění tepelné izolace možné v podstatě ve třech základních polohách vzhledem k nosné konstrukci krovu:

- ⇒ Umístění pod nosnou konstrukcí (tedy pod krokve) je konstrukčně nejjednodušší, ale zmenšuje užitný prostor.
- ⇒ Nad nosnou konstrukcí lze umístit tepelnou izolaci jen v případě provádění nové střechy nebo při její celkové rekonstrukci. Je to varianta finančně i konstrukčně velmi náročná, ale z hlediska tepelně izolačních vlastností nejvhodnější.
- ⇒ Nejčastějším případem bude pravděpodobně možnost uložení tepelné izolace mezi krokve. Konkrétní řešení je závislé na provedení střechy, ale v každém případě je nutné mít na zřeteli fakt, že pokud se u střechy s taškovou krytinou zaplní prostor mezi krokve na celou výšku a nezajistí se odvětrání a odvod kondenzující vlhkosti, může docházet k těžkým poruchám tepelné izolace a dřevěných prvků krovu. Protože se prvky nosné konstrukce chovají jako tepelné mosty a snižují účinnost přidané tepelné izolace, osazuje se v případě nedostatečné výšky krokví tepelná izolace v menší tloušťce i pod nosnou konstrukcí.

2.1.2.3 Materiály používané na zateplení.

Při zateplování plochých střech je nutné používat ze sortimentu jednotlivých tepelně izolačních výrobků vždy pouze ty prvky, které jsou pro izolace plochých střech určeny. Kromě zajištění nutných vlastností (dostatečná tuhost, rozměrová stabilita apod.) jsou často tyto prvky už kompletizovány hydroizolační vrstvou, což urychluje při rekonstrukci ochranu před povětrnostními vlivy.

Má-li být při zateplení vytvořena střecha o opačném pořadí vrstev je nutné použít na tepelně izolační vrstvu extrudovaný polystyrén, případně stříkanou polyuretanovou pěnu. Při provádění střechy s klasickým pořadím vrstev je jako tepelnou izolaci možné použít nepadavý stabilizovaný pěnový polystyrén, tuhé hydrofobizované desky z minerálních vláken nebo desky z polyuretanu. Klínové desky z polystyrénu nebo minerálních vláken jsou vhodné pro vytvoření dodatečného spádu přímo ve vrstvě tepelně izolační.

Pro izolace šikmých střech je možné použít opět pěnový stabilizovaný polystyrén se sníženou hořlavostí, desky nebo rohože z minerálních vláken, tuhé desky z polyuretanu či polystyrénové tvarovky Termodach, které se používají v případě ukládání tepelné izolace nad krokve.

2.1.3 Vnitřní konstrukce.

Do vnitřních konstrukcí, které se podílejí na tepelných ztrátách patří především stropy pod neobývaným podkrovím, stropy a podlahy nad nevytápěným podzemním nebo vstupním podlažím nebo podlahy na terénu a vnitřní stěny oddělující vytápěné a nevytápěné prostory.

Přestože se tyto konstrukce podílejí na celkových tepelných ztrátách domu menším dílem než konstrukce obvodové, patří jejich zateplení k opatření nejefektivnějším - tedy s nejrychlejší návratností. Je to dáno tím, že tyto konstrukce nejsou namáhány okolním prostředím tak extrémně jako obvodový plášť a tedy ani prováděná opatření nejsou tak finančně náročná, jako opatření na obvodových konstrukcích.

Jejich zateplení je výhodné nejen z hlediska snížení tepelných ztrát směrem do nevytápěného prostoru, ale vzhledem k tomu, že tyto konstrukce mají obvykle přímou návaznost na obvodový plášť, ovlivní jejich zateplení v mnoha případech příznivě i teplotu na povrchu tepelných mostů.

2.1.3.1 Zateplování vnitřních konstrukcí.

Dodatečnou tepelnou izolaci umístíme u vnitřních konstrukcí oddělujících prostory vytápěné od nevytápěných - stejně jako u obvodového pláště - vždy na stranu ochlazovanou. U podlah na terénu přichází zateplení obvykle v úvahu jen při vybourání stávajících podlahových vrstev.

Technologie zateplování jsou obdobné jako u obvodového pláště s tím rozdílem, že materiály nejsou vystaveny přímému působení povětrnostních vlivů, a proto na ně nejsou kladeny tak vysoké nároky.

2.1.3.2 Materiály používané pro zateplení.

Výběr konkrétního způsobu zateplení té které vnitřní konstrukce (zejména konečná povrchová úprava) se bude většinou řídit tím, do jakého prostoru bude umístěna. Z hlediska materiálu tepelně izolační vrstvy lze použít v podstatě všechny druhy tepelných izolací - pěnový polystyrén, polyuretan, minerální vlákna, tepelně izolační omítky i celulózové izolace. Rozhodující u těchto konstrukcí je požární odolnost, která je ovlivňována také způsobem zabudování materiálů.

Kromě tepelných izolací, u kterých tvoří povrchovou úpravu obklady ze sádkartonových desek nebo ze dřeva, jsou k dispozici tepelné izolace, opatřené z jedné nebo z obou stran různými povrchovými úpravami. Jsou to např. desky na zateplení stěn a stropů s vrchní vrstvou armované omítky nebo speciální malty, nebo desky s vrstvou z dřevité vlny a cementu, na které je možné provést klasickou omítku. Některé povrchové úpravy mohou být konečné - jako u různých podlahových desek s povrchovou úpravou dřevotřískou, korkem nebo dřevovláknitou deskou.

2.1.4 Otvorové výplně.

Při podstatném zlepšení součinitele prostupu tepla plných obvodových konstrukcí se přesouvá těžiště tepelných ztrát na otvorové výplně, zejména okna.

K tepelným ztrátám dochází u oken jednak prostupem a jednak infiltrací. Ztráty prostupem jsou závislé kromě klimatických podmínek na velikosti okna a jeho součiniteli prostupu tepla, který je dán především druhem zasklení ale i materiálem rámu. Ztráty infiltrací jsou dány okenními netěsnostmi.

2.1.4.1 Snížení tepelných ztrát prostupem.

Nejjednodušší způsob snížení tepelné ztráty prostupem je použití některého doplňkového zařízení, jako jsou žaluzie, rolety nebo okenice. Jejich nevýhoda však spočívá v tom, že snížení tepelné ztráty je poměrně malé a je zajištěno jen při uzavření těchto prvků.

Dalšími možnými opatřeními, která ale už působí nepřetržitě jsou opatření na snížení součinitele prostupu tepla zasklení. Jsou to např. tepelně izolační fólie, přídavná skla v různých rámečcích, výměna jednoho skla za sklo se selektivním povrchem nebo výměna jednoho skla za izolační dvojsklo.

Aplikace přídavného skla a výměna jednoho skla za dvojsklo jsou však úzce vázány na konstrukci okna, velikost okenního křídla a únosnost závěsů proto je vždy nutné únosnost závěsů prověřit.

Poslední možností je výměna celého okna za okno nové, zasklené izolačním dvojsklem.

Tepelně izolační fólie na sklo.

Aplikací odrazivé fólie se zlepšují izolační schopnosti prosklené plochy, čímž se sníží tepelné ztráty oknem. Součinitel prostupu tepla se sníží na cca $k = 2,2 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$. Fólie se lepí na vnitřní stranu okenní plochy. Termální fólie snižuje i v letních měsících průnik sluneční energie do místnosti.

Přídavné sklo v dřevěném rámu.

Toto řešení je vhodné pro dvojitá špaletová okna. Přídavný rám se připevňuje pevně na vnější stranu vnitřního křídla. Přídavné sklo v dřevěném rámu se doporučuje do maximální velikosti skla 600/1500 mm. Před aplikací přídavného skla je nutné posoudit stav stávajícího okenního rámu a únosnost závěsů.

Přídavné sklo s plastovou obvodovou lištou.

Toto řešení lze použít pro okna jednoduchá, zdvojená i dvojitá do velikosti křídel 600/1500 mm. Přídavné sklo se připevňuje pevně z vnitřní strany nebo mezi zdvojená křídla.

Přídavné sklo v hliníkovém rámečku.

Toto řešení je vhodné pro doplňkové zasklení zdvojených oken. Hliníkový rámeček je připevněn z vnější strany, sklo je fixováno pryžovým těsněním.

Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla je u zdvojeného okna se sklem v přídavném rámečku cca $1,9 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Výměna jednoho skla za sklo se selektivní povrchem.

Sklo se selektivním povrchem je sklo, které má na jedné straně nanесenu tzv. nízkoemisivní vrstvu, což je transparentní vrstva kovů a oxidů kovů. Účinnost této vrstvy spočívá ve schopnosti odrážet tepelné záření zpět do místnosti. Nanášeli se vrstva na sklo hned při výrobním procesu, jedná se o tzv. tvrdé pokovení. Tato skla se mohou použít i do zdvojených nebo dvojitých oken, ve kterých není nízkoemisivní vrstva chráněna před přímými účinky vzduchu a vlhkosti.

Nanášeli se vrstva na sklo dodatečně, jde o tzv. měkké pokovení a tato skla mohou být použita pouze do dvojskel.

Skla se osazují nízkoemisivní vrstvou do vzduchové dutiny. Po výměně jednoho skla za toto sklo se selektivním povrchem se sníží součinitel prostupu zdvojeného okna na $k = 2,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Výměna jednoho skla za dvojsklo.

Jednoduché sklo (u dvojitých a zdvojených oken) je možné nahradit izolačním dvojsklem jestliže to únosnost závěsů dovolí. Nová hodnota součinitele prostupu tepla **k** je pak závislá na součiniteli prostupu tepla přidaného dvojskla - viz část tepelně izolační vlastnosti izolačních dvojskel.

V případě použití "standardního" dvojskla (bez selektivní vrstvy a se vzduchovou mezerou vyplněnou vzduchem) je součinitel prostupu tepla zdvojeného okna cca $2,0 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, u okna dvojitého je to cca $1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

2.1.4.2 Výměna okna.

V současné době existuje na trhu široká nabídka sortimentu dřevěných i plastových oken, dodávaných na zakázku podle individuálních požadavků zákazníka. Vzhledem k tomu, že se v případě výměny oken jedná vždy o záležitost finančně velmi náročnou, měla by se do nových oken používat vždy skla se součinitelem prostupu tepla co nejnižším.

Tepelně-technické vlastnosti izolačních dvojskel.

Tepelně-technické vlastnosti dvojskel závisí na druhu skla, na plynu, kterým je vyplněna mezera mezi skly a na tloušťce této mezery. Obvykle je používána kombinace standardního skla Float tloušťky 4 mm a skla s nízkoemisivní vrstvou (viz část Výměna jednoho skla za sklo se selektivním povrchem). Mezera mezi skly bývá vyplněna suchým vzduchem nebo inertním plynem - nejčastěji se používá argon. Tloušťka této mezery bývá obvykle 12 až 16 mm.

Dnes vyráběná izolační dvojskla mohou být tvořena jen standardními skly s mezerou mezi skly vyplněnou suchým vzduchem - pak je součinitel prostupu tepla dvojskla cca $k = 2,9 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Pokud je mezera vyplněna argonem, pak součinitel prostupu tepla dvojskla je cca $k = 2,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Použije-li se na výrobu dvojskla sklo s tvrdým pokovením a výplní mezery mezi skly je vzduch, pak je součinitel prostupu tepla dvojskla cca $k = 1,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Při použití argonu je součinitel prostupu tepla dvojskla cca $k = 1,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Při použití skla s měkkým pokovením a vzduchem jako výplní mezery mezi skly je součinitel prostupu tepla dvojskla $k = 1,6 - 1,4 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$ podle složení nízkoemisivní vrstvy. Vyplnění mezery mezi skly argonem se sníží součinitel prostupu tepla na $k = 1,3 - 1,1 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$.

Tepelně-technické vlastnosti celého okna.

Při určování tepelně technických vlastností celého okna je nutné vzít v úvahu, že rámy okna součinitel prostupu tepla v některých případech změní. Tato změna závisí na materiálu, z kterého je rám okna vyroben a na velikosti okna - tedy na podílu rámu z celé plochy okna. Je-li izolační dvojsklo osazeno do okenního rámu se součinitelem prostupu tepla, který se blíží součiniteli prostupu tepla zasklení, je zhoršení součinitele prostupu tepla celého okna minimální a naopak.

Orientačně lze uvažovat se součiniteli prostupu tepla u okenních ráků podle následující tabulky.

Tabulka 2.1

Materiál a konstrukce rámu			k ve $\text{W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$
Dřevěný	jednoduchý	50 mm	1,9
		70 mm	1,5
	zdvojený		1,3
	dvojitý		1,0
Plastový	jednokomorový		2,5
	vícekomorový		1,7 - 2,2
Kovový	s přerušným tepelným mostem		2,5 - 4,0
	bez přerušného tepelného mostu		6,0

Budeme-li např. uvažovat okno s dřevěným jednoduchým rámem tloušťky 70 mm a tepelně izolační dvojskla uvedená v předchozí části, dostaneme pro okna o rozměru 1,5 m x 1,5 m hodnoty součinitele prostupu tepla podle následující tabulky.

Tabulka 2.2

Dvojsklo - typ	výplň	k_{skla} měřený ^{*)}	k_{skla} výpočtový ^{*)}	k_{okna}
sklo 2x standard	vzduch	2,9	3,3	2,9
	argon	2,6	3,0	2,6
standard + tvrdé pokovení	vzduch	1,8	2,1	2,0
	argon	1,5	1,7	1,7
standard + měkké pokovení 1	vzduch	1,6	1,8	1,8
	argon	1,3	1,5	1,6
standard + měkké pokovení 2	vzduch	1,4	1,6	1,6
	argon	1,1	1,3	1,4

^{*)} výpočtová hodnota je o 15 % vyšší než hodnota naměřená

2.1.4.3 Snížení tepelných ztrát infiltrací.

K tepelným ztrátám infiltrací dochází okenními netěsnostmi. Tímto pojmem rozumíme jednak netěsnost spáry pevné, tj. spáry mezi okenním rámem a konstrukcí obvodového pláště (ostění) a jednak netěsnost spáry pohyblivé, tj. spáry mezi rámem okna a rámem okenního křídla.

Pevná spára by měla být vzduchotěsná. Netěsnost v tomto místě se nejčastěji odstraňuje vypěněním PUR pěnou, která zároveň zmírňuje vliv tepelného mostu, který v místě osazení oken vzniká.

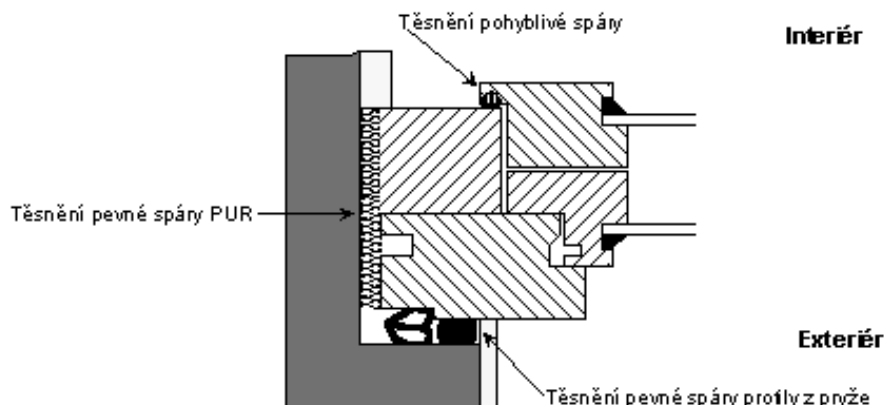
Netěsnosti pohyblivých spár mohou být způsobeny nadměrnou tloušťkou nátěrů, svěšenými závěsy oken, zkřížením okenních křídel a podobně. Méně častý je vznik netěsností z důvodů rozměrových odchylek.

Odstranění těchto netěsností lze realizovat odlišnými technologiemi. Nejčastěji je to tmelením nebo pomocí pásků, profilů, příp. kombinací obou způsobů.

Těsnění pohyblivých spár by mělo být vždy přednostně blíž vnitřnímu prostředí (tj. např. u dvojitého okna na vnitřních křídlech). Pokud dojde naopak k zatěsnění spáry na vnější straně a vnitřní spára se nechá nezatěsněná, může dojít k pronikání vnitřního teplého vzduchu do mezery mezi zdvojenými skly a k následné kondenzaci na vnějším skle.

Tepelná ztráta infiltrací je závislá zejména na součiniteli spárové průvzdušnosti, označovaném i_{LV} . U jednoduchých oken je tento součinitel $1,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$, u zdvojených $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$ a u dvojitých $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$. Dodatečným těsněním nebo použitím nových oken s celoobvodovým kováním a dokonalým těsněním spár je dosahováno hodnot 0,2 až $0,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$. To je sice výborné z hlediska snížení tepelných ztrát, ale nevhodné z hlediska hygienického. Pro zajištění přirozené výměny vzduchu v místnosti ve výši $0,5 \text{ h}^{-1}$ se uvádí u průměrného bytu o 200 m^3 maximální míra utěsnění oken ve výši $0,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$. Nedostatečné větrání je základem pro zvyšování vlhkosti v bytě a pro tvorbu alergogenních plísní.

Z hlediska snížení tepelných ztrát je tedy vhodné okna utěsnit, ale zároveň je nutné zajistit dostatečnou výměnu vzduch v obytném prostoru.



Obrázek 2.5 Příklad těsnění okna

2.1.4.4 Zajištění výměny vzduchu.

Jak už bylo řečeno v předchozí části, jsou v současné době na trhu zastoupena okna, která jsou téměř dokonale těsná. Jestliže tedy dojde k výměně oken za okna stará, která měla vysokou infiltraci a obyvatelé bytu si zachovají stejné návyky při intenzitě větrání, začne se zvyšovat vlhkost v bytě, což vede ke vzniku tepelně technických a hygienických problémů.

Jedna z možností, jak zajistit mírné větrání okny - jsou-li již nová a těsná okna osazena - je dílčí odstranění těsnění v horní části okenního křídla.

V případě, že se teprve o koupi nových oken uvažuje, je vhodné vybrat takový typ, který má mikroventilaci zajištěnou. V současné době je možné použít např. okna s celoobvodovým kováním, které umožňuje v určité poloze okenní kliky mírné odsazení okenního křídla od těsnění.

Další možností je osazení speciálního ventilačního prvku v horním rámu okna, který je otevírán či uzavírán mechanicky. Toto řešení je však obvykle možné jen u nových oken, protože rámy stávajících oken jsou ve většině případů příliš subtilní.

U oken s dvojskly může být ventilační prvek osazen jako nástavec na horní hranu sníženého dvojskla.

Dalším řešením je při volbě plastových oken vybrat taková, která mají profily rámu řešeny tak, že jsou z části propojeny a tím umožňují mírnou infiltraci.

3. KATALOGOVÉ LISTY TYPICKÝCH BUDOV A VÝPOČETNÍ POSTUPY.

V katalogové části jsou výpočtově posouzeny rodinné domky, bytové domy panelové i postavené tradiční technologií, školy a další vybrané objekty občanské vybavenosti. Typové budovy pro panelové bytové domy, kterých existuje široká škála byly vybírány tak, aby se navzájem lišily objemovým řešením a stavební soustavou.

U každého objektu je popis stávajícího stavu, navrhovaných opatření, základní údaje o geometrii budovy, posouzení objektu podle vyhlášky 291/2001 Sb. a pro možnost srovnání i výpočty dílčích hodnot podle českých technických norem s uvažováním konkrétních klimatických podmínek.

Navrhovaná energeticky úsporná opatření (tloušťky dodatečných tepelných izolací) vycházejí převážně z kritérií, která ČSN 73 0540 uvádí jako doporučená. Pouze v případě, že nebylo doporučené řešení technicky řešitelné, byly tloušťky tepelných izolací uvažovány menší.

3.1 Výpočet podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Podle § 8, odst. 2 platí, že budova je vyhovující z hlediska spotřeby tepla, je-li zjištěná hodnota měrné spotřeby tepla e_v nebo hodnota e_A rovná nebo nižší než hodnoty e_{vN} , e_{vA} uvedené v příloze č. 1 vyhlášky.

Tedy: $e_v \leq e_{vN}$

$$e_{vN} = 20,64 + 26,03 \cdot (A/V) \quad [\text{kWh/m}^3]$$

A/V je geometrická charakteristika budovy

kde A je celková plocha, kterou tvoří součet ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy
[m²]

V je objem budovy, stanovený jako objem vytápěné části budovy, na niž se vztahuje výpočet; objem zahrnuje všechny konstrukce tvořící hranici budovy, kromě lodžii a říms
[m³]

Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období se vypočte ze vztahu:

$$e_v = \frac{E_r}{V}$$

kde V je objem budovy [m³]

E_r je výsledná spotřeba tepelné energie za otopné období [kWh]

$$E_r = E_v - 0,9 \cdot (E_{zs} + E_{vz})$$

kde $E_v = E_{vp} + E_{vv}$ je spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období [kWh]

E_{vp} je spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí ztrát postupem [kWh]

E_{vv} je spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí ztrát větráním [kWh]

E_{zs} je tepelný zisk ze slunečního záření za otopné období [kWh]

E_{vz} je tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla za otopné období [kWh]

$$E_{vp} = h_1 \cdot [\Sigma A_j \cdot U_j + \Sigma A_o \cdot U_o \cdot b_o + \Sigma A_s \cdot U_s \cdot b_s + \Sigma A_z \cdot U_z \cdot b_z + \Sigma A_n \cdot U_n \cdot b_n + 0,1 \cdot A]$$

kde $h_1 = 5,81 \cdot (t_i - 3,8)$ je činitel zahrnující délku otopného období a průměrný rozdíl teplot mezi vnitřním prostředím a vnějším vzduchem [kh.K]

t_i je převažující výpočtová vnitřní teplota v budově [°C]

A je plocha všech uvažovaných ochlazovaných konstrukcí [m²]

A_j je plocha svislých stěnových konstrukcí a podlahy nad vnějším prostředím [m²]

A_n je plocha konstrukcí proti nevytápěným prostorům [m²]

A_o je plocha oken [m²]

A_s je plocha střechy [m²]

A_z je plocha konstrukcí přilehlých k zemině [m²]

U_j je součinitel prostupu tepla svislých stěnových konstrukcí a podlahy nad vnějším prostředím [W/m².K]

U_n je součinitel prostupu tepla konstrukcí proti nevytápěným prostorům [W/m².K]

U_o je součinitel prostupu tepla oken (dosazuje se hodnota normová, tj. bez přírážky 15%) [W/m².K]

U_s je součinitel prostupu tepla střechy [W/m².K]

U_z je součinitel prostupu tepla konstrukcí přilehlých k zemině [W/m².K]

b_n je činitel teplotní redukce konstrukcí proti nevytápěným prostorům [-]

b_o je činitel teplotní redukce pro výplně otvorů [-]

b_s je činitel teplotní redukce pro střechy [-]

b_z je činitel teplotní redukce konstrukcí přilehlých k zemině [-]

Poznámka: hodnoty činitelů teplotní redukce b jsou uvedeny v příloze č. 3 vyhlášky

$$E_{vv} = h_2 \cdot V$$

kde $h_2 = 0,81 \cdot (t_i - 3,8)$ je činitel zahrnující délku otopného období, průměrný rozdíl teplot mezi vnitřním prostředím a vnějším vzduchem, intenzitu výměny vzduchu $n = 0,5$ 1/h a tepelnou kapacitu vyměňovaného vzduchu [kWh/m³]

V je objem budovy [m³]

$$E_{zs} = 3 \cdot V \quad \text{kde } V \text{ je objem budovy}$$

$$E_{vz} = 6 \cdot V \quad \text{kde } V \text{ je objem budovy}$$

Podle § 6, odst. 1 se tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla a tepelné zisky ze slunečního záření mohou započítávat do tepelné bilance budovy jen tehdy, když je v budově instalována automatická dynamická regulace vytápěcího zařízení.

Dále platí:

Spotřeba tepla pro vytápění se stanoví v hranicích probíhajících na vnější straně konstrukcí, které vymezují vnější obálku vytápěné zóny budovy sestávající ze stěn, nejnižší podlahy a nejvyššího stropu nebo střechy a za podmínek nepřetržitého vytápění a větrání s intenzitou výměny vzduchu $n = 0,5$ 1/h.

Pro výpočty se používají vnější rozměry konstrukcí a u výplní otvorů skladebné rozměry.

Při stanovení spotřeby tepla pro vytápění a větrání se uvažují průměrné klimatické podmínky na území České republiky. Tomu odpovídá střední teplota venkovního vzduchu v průběhu otopného období +3,8 °C a počet dnů vytápění 242.

Zjištěnou spotřebu tepelné energie stanovené podle této vyhlášky lze použít též pro přibližné stanovení spotřeby tepelné energie E_{ro} v konkrétním otopném období charakterizovaném počtem denostupňů $(t_i - t_{es}) \cdot d$ podle vztahu:

$$E_{ro} = E_r \cdot \frac{(t_i - t_{es}) \cdot d}{D_x}$$

kde t_i	je převládající vnitřní teplota v daném období v budově	[°C]
t_{es}	je průměrná teplota venkovního vzduchu v daném otopném období	[°C]
d	je počet dnů vytápění v daném otopném období	[-]
D_x	je počet denostupňů uvažovaný při výpočtu spotřeby tepla podle této vyhlášky; při uplatnění výpočtové vnitřní teploty $t_i = 20$ °C je $D_x = 3920$. Při jiné vnitřní teplotě se použije hodnota stanovená ze vztahu: $D_x = 242 \cdot t_i - 920$.	

Spotřeba tepelné energie se vztahuje k otopnému období v roce, nezahrnuje spotřebu energie pro větrání nebo ke klimatizaci k udržování pohody prostředí v části roku mimo topné období.

3.2 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Protože vyhláška připouští kromě výše uvedených výpočetních vztahů pro E_{vp} , E_{vv} , E_{vz} a E_{zs} výpočty těchto hodnot podle příslušných českých technických norem (např. ČSN 73 0540, ČSN EN 832, ČSN 06 0210), jsou v publikaci uvedeny pro možnost srovnání i další hodnoty.

3.2.1 Výpočet E_{vp} a E_{vv} .

Spotřeby tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát prostupem a větráním jsou v této části uváděny ve třech úrovních:

1. vypočtené podle vyhlášky 291/2001 Sb.,
2. přepočtené z hodnot vypočtených podle vyhlášky na normové denostupně podle konkrétní lokality,
3. převzaté z energetického auditu STÚ-E a.s. (její výpočet vychází z ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov., ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění. a ČSN 38 3350 Zásobování teplem.

3.2.2 Výpočet E_{vz} .

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla není v českých technických normách uveden. Použity tedy byly postupy podle:

1. vyhlášky 291/2001 Sb.,
2. doporučení ČSN EN 832 kde je obecný výpočtový vztah, který vychází z průměrného výkonu vnitřních tepelných zisků ve vytápěných a nevytápěných prostorech, ale v poznámce pod tímto vztahem se uvádí, že hodnoty se budou obvykle stanovovat na národní úrovni a doporučuje se, pokud nejsou tyto hodnoty k dispozici, uvažovat vnitřní zisky ve výši 5 W/m² podlahové plochy vytápěného prostoru,
3. rakouského poradenského systému EBSYS, upraveného na české podmínky,
4. energetického auditu STÚ-E.

3.2.3 Výpočet E_{zs} .

Tepelné zisky ze slunečního záření jsou vypočteny podle:

1. vyhlášky 291/2001 Sb.,
2. ČSN 730542,
3. energetického auditu STÚ-E.

3.2.4 Hodnocení objektů podle měrné spotřeby tepelné energie.

Porovnání hodnocení objektů podle měrné spotřeby energie a z toho vyplývající nutná energeticky úsporná opatření je opět ve třech úrovních:

1. podle vyhlášky 291/2001 Sb.,
2. přepočtené z hodnot vypočtených podle vyhlášky na normové denostupně podle konkrétní lokality,
3. podle energetického auditu STÚ-E.

3.3.1 Rodinný domek z přelomu století

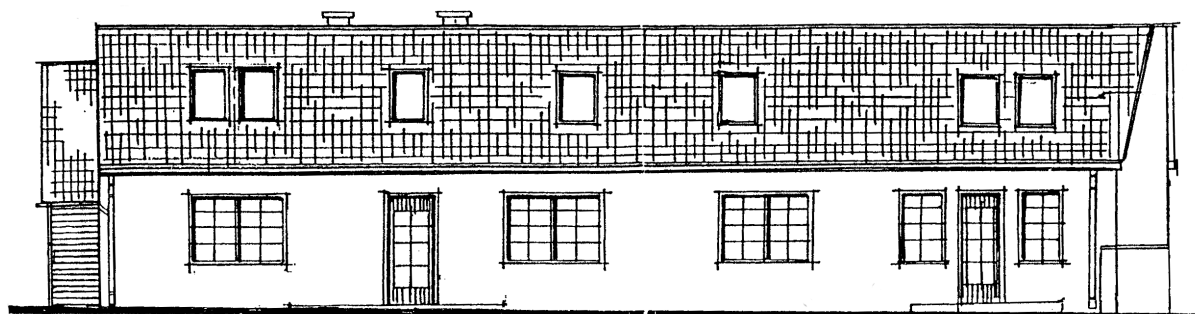
3.3.1.1 Objemové řešení.

Rodinný domek s mírně lichoběžníkovým tvarem půdorysu byl postaven na přelomu století. Domek je nepodsklepený, jednopodlažní s nevyužívaným půdním prostorem. Při modernizaci bude podkroví zatepleno a bude zde vybudován druhý byt.

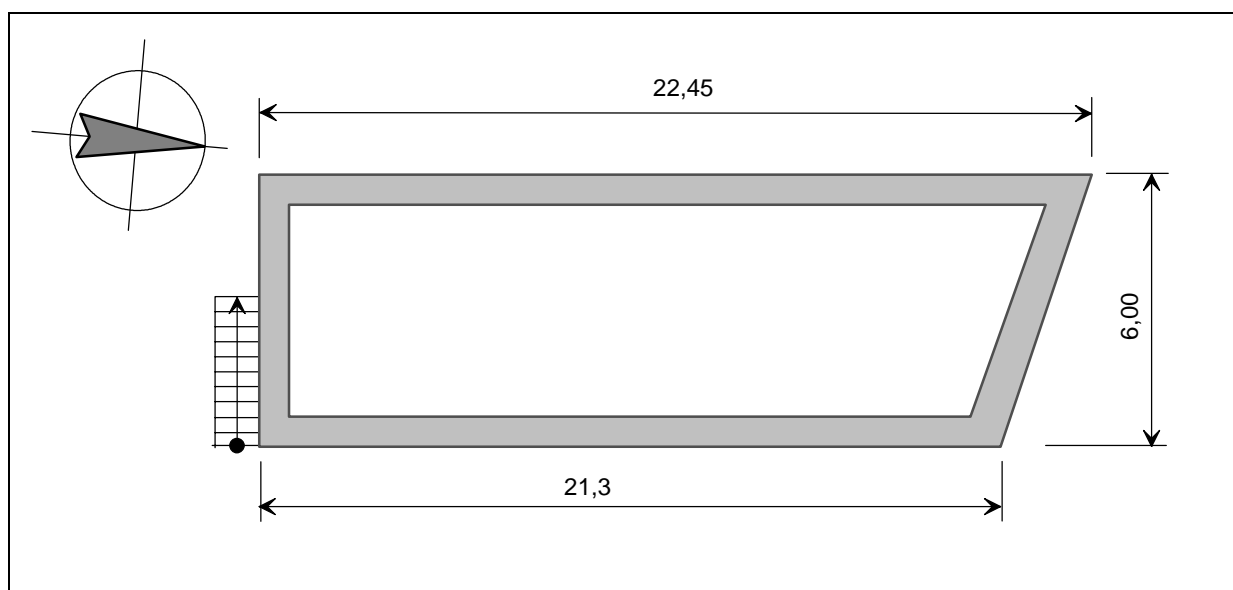
Okna obytných místností jsou orientována na východ.

Údaje o počtu bytů, plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 1. Stávající stav je dán 1. podlažím, 2. podlaží specifikuje rozšíření užité plochy domu.

Východní pohled je na obrázku 1. Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 2.



Obrázek 1.



Obrázek 2.

3.3.1.2 Varianty opatření.

Je navrženo zateplení všech vnějších stěn ze strany exteriéru, zateplení šikmé střechy, podlahy na terénu a výměna otvorových výplní.

Pro otvorové výplně jsou navržena tři různá opatření. Ve variantě I se předpokládá jejich výměna za okna zdvojená se zasklením běžným dvojsklem, ve variantě II a III je uvažováno izolační dvojsklo s různými součiniteli prostupu tepla.

Typ objektu	Rodinný domek z přelomu století
-------------	---------------------------------

3.3.1.3 Geometrie objektu.

Tabulka 1

Součinitelé prostupu tepla

PLOCHY BYTŮ A GEOMETRIE								
	struktura							
	počet bytů	počet místností	počet osob	obytná plocha POB -v m ² (součet ploch obytných místností v bytu)		vedlejší plocha PPb v m ² (součet ploch místností příslušenství bytu)		užitková plocha v m ²
počet domků			1 byt	celkem	1 byt	celkem	celkem	
1	1	1+2	3	75	75	20	20	95
	1	1+2	3	67	67	31	31	98
	0	1+kk	0	0	0	0	0	0
celkem	2		6		142,39		51	193
počet osob celkem		6		na 1 byt	3,0	průměrný byt		96,7
PLOCHY V m ²			PLOCHY V m ²		OBJEMY v m ³			
půdorysná plocha	131,9	geo- metrie	délka v m	22,0	celkem obestavěný		681,1	
			šířka v m	6,0	obestavěný 1. n.p. podlaží		369,3	
plocha bytů užitková PU	193,4	lodžie a balkóny	plocha lodžii a balkonů	0,0	obestavěný 2. n.p. podlaží		311,9	
zastavěná plocha všech podlaží s byty	263,8		zastavěná plocha 1. n.p.	131,9	obestavěný 3. n.p. podlaží		0,0	
			zastavěná plocha 2.n.p.	131,9	obestavěný 1. p.p. podlaží		0,0	
			zastavěná plocha 1.p.p. s bytem	0,0	vztažený k 1 bytu		340,6	
			zastavěná plocha 3.n.p. s bytem	0,0		stávající	nová	
Zastavěná plocha je součet zastavěných ploch v podlažích s byty. Je to plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí budovy bez balkonů a lodžii			zastavěná plocha všech podlaží	263,8	A [m ²]	419	544	
		konstrukční výška v m	2,8	V [m ³]	369	681		
		počet podlaží s byty	2,0	A/V	1,13	0,80		

3.3.1.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 2.

Vnější stěny

V přízemí jsou vyzděny ze smíšeného zdiva z cihel a pískovcového kamene. Tloušťka je 600 mm. V patře je zdivo cihelné, ze tří stran tloušťky 300 mm, jižní stěna má tloušťku 450 mm.

- ♦ *Opatření:* Obvodové stěny budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrenu v tloušťce 100 mm.

Otvorové výplně

Okna jsou dřevěná dvojitá, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$.

- ◆ *Opatření:* Ve variantě I je uvažována pouze výměna oken za tradiční zdvojená, provedení těsnění mezi rámem okna a rámem křídla a vyplnění spáry mezi rámem okna a stěnou polyuretanovou pěnou. Součinitel prostupu tepla je $k = 2,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Ve variantě II je navržena výměna oken za okna se součinitelem prostupu tepla $k = 1,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Varianta III předpokládá výměnu oken za okna nová se zaklením, které zajistí součinitel prostupu tepla maximálně $k = 1,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Střecha

Stávající střecha nad neobývanou půdou je sedlová s dřevěným krovem a taškovou krytinou, nezateplená.

- ◆ *Opatření:* Vzhledem k rozšíření užité plochy domu o plochu druhého nadzemního podlaží v podkroví bude konstrukce zateplena minerální vlnou o tloušťce 140 mm.

Vnitřní konstrukce

Ve stávajícím stavu tvoří vnitřní konstrukce trámový strop pod půdou a podlaha na terénu.

- ◆ *Opatření:* Stávající trámový strop izolován nebude, protože nad ním bude nově zřízený byt, vytápěný stejným zdrojem tepla. Nový strop nad bytem v podkroví bude mít tepelnou izolaci z minerálních vláken v tl. 150 mm. Do podlahy na terénu bude při její celkové rekonstrukci vloženo 50 mm pěnového polystyrénu.

Tabulka 2

Součinitelé prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla k (U) ve $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Smíšené zdivo z cihel a kamene tl. 600 mm	1,58	0,34	0,34	0,34
Zdivo z cihel pálených plných tl. 450 mm		0,33	0,33	0,33
Zdivo z cihel pálených plných tl. 300 mm		0,35	0,35	0,35
Strop pod půdou	0,44	0,30	0,30	0,30
Podlaha na terénu	1,54	0,77	0,77	0,77
Okna dvojitá	2,70	2,80	1,60	1,30
Šikmá střecha		0,30	0,30	0,30

3.3.1.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Stavební díl	Plocha stávající m ²	Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K			Plocha nová m ²	A.U.b							
		Stávající řešení	Varianta opatření			Stávající řešení	Varianta opatření						
			1.	2.			3.	1.	2.	3.			
Vnější stěny	600 mm	142,24	1,58	0,34	0,34	0,34	141,22	bj	1,00	224,74	48,01	48,01	48,01
		bj	1,00										
		bj	1,00										
	450 mm			0,33	0,33	0,33	14,16	bj	1,00		4,67	4,67	4,67
		bj	1,00										
		bj	1,00										
300 mm			0,35	0,35	0,35	80,18	bj	1,00		28,06	28,06	28,06	
	bj	1,00											
	bj	1,00											
Okna	14,28	2,35	2,44	1,39	1,13	23,48	bo	1,15	38,58	65,78	37,59	30,54	
							bo	1,15					
							bo	1,15					
Prosklené stěny vč. dveří							bo	1,15					
							bo	1,15					
							bo	1,15					
Sířecia			0,30	0,30	0,30	101,57	bs	1,00		30,47	30,47	30,47	
							bs	1,00					
							bs	1,00					
Vnitřní konstrukce	Podl. na terénu	131,25	1,54	0,77	0,77	0,77	131,25	bn	0,4	80,85	40,43	40,43	40,43
	Strop do půdy	131,25	0,44	0,30	0,30	0,30	52,27	bn	0,74	42,74	11,60	11,60	11,60
								bn					
Dilatace								bn					
								bn					
								bn					
ΣA		419,0					ΣA	544,1	ΣA.U.b	387	229	201	194
h1	kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>			20,00	°C	Evp	kWh	40 360	26 678	24 025	23 361
větráním	h2	kWh/m ³	13,1	V	m ³	369	stávající	Evv	kWh	4 845	8 938	8 938	8 938
						681	nový						
						podíl Evv na Ev		%		11%	25%	27%	28%
Tepelné zisky	z vnitřních zdrojů tepla						Evz	kWh	2 216	4 087	4 087	4 087	
	ze slunečního záření						Ezs	kWh	1 108	2 043	2 043	2 043	
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	42 214	30 099	27 445	26 782
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m ³ .a	114,3	44,2	40,3	39,3
Geometrie budovy	A		V			A/V							
	m ²		m ³			l/m							
	stávající	nová	stávající	nový	stávající	nový	stávající	nový					
	419	544	369	681	1,13	0,80							
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								e_{VN}	kWh/m ³ .a	50,2	41,4	41,4	41,4
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách								ne		ne	ano	ano	

3.3.1.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát E_{vp} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	40 360	26 678	24 025	23 361	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vpn}	37 488	24 780	22 315	21 699	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	93%	93%	93%	93%	
E_{vpEA}	37 703	20 632	17 794	17 143	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	93%	77%	74%	73%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	4 845	8 938	8 938	8 938	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	4 501	8 302	8 302	8 302	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	93%	93%	93%	93%	
E_{vvea}	3 494	8 070	8 070	8 070	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na $n=0,5$ hod-1)
	72%	90%	90%	90%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	2 216	4 087	4 087	4 087	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	2 066	3 913	3 913	3 913	Hodnoty podle ČSN EN 832 ($5W/m^2$) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	93%	96%	96%	96%	
E_{vzEBS}	1 326	2 652	2 652	2 652	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	60%	65%	65%	65%	
E_{vzeA}	692	1 154	1 154	1 154	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	31%	28%	28%	28%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	ΣQ	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den a byt	tepelné zisky od osvětlení na den a byt	tepelné zisky od spotřebičů na den a byt	tepelné zisky na den a byt celkem		Wh/den	kWh		
Wh	Wh	Wh	Wh					
2 940	1 161	4 170	8 271	2	16 541	3 788	70	2 652

OSOBY							
		Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob/byt	Tepelný zisk za den/byt	
		W	hod	Wh		Wh	
Činnost	Spánek	60	13	980	3,0	2940	
	Ležení	80					
	Sezení, čtení	100					
	Lehká práce	120					
OSVĚTLENÍ							
		Průměrná obytná plocha bytu	Osvětlená část bytu (cca 1/3)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den/byt	
		W/m2	m2	hod		Wh	
Žárovky		20,0	96,7	32	6	30%	1161
SPOTŘEBIČE				Spotřeba	Tepelný zisk za den		Zisk podle vybavení domácnosti
				kWh/den	%	Wh	Wh
Kombinace - chladnička + mraznička				1,5	100	1500	1500
Sporák				3,1	70	2200	2200
Pračka				2,0	10	200	200
Televize				0,2	100	170	170
Chladnička				0,5	100	500	
Mraznička				0,9	100	900	
Myčka na nádobí				1,6	25	400	
Sušička				2,0	10	200	
Stereo				0,1	100	100	100
Infrazářič/ventilátor				0,3	100	300	
CELKEM na byt						4170	

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	1 108	2 043	2 043	2 043	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	1 441	2 369	2 369	2 369	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	130%	116%	116%	116%	
E_{zsEA}	1 063	1 772	1 772	1 772	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	96%	87%	87%	87%	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
podle ČSN 73 0542				S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ
Plocha oken bez rámu podle světových stran	Okna 1	m ²	stávající	0	0	11,424	0	0
			nová	0	0	18,784	0	0
	Okna 2	m ²	stávající	0	0	0	0	0
			nová	0	0	0	0	0
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E_{gVO}	kWh/m ² .VO		77,02	416,99	211,23	348,32	103,65
Činitel využití slunečního záření	cmp	-		1	0,8	0,91	0,84	0,97
Tepelný zisk Q_{ok}	Okna 1	kWh	stávající	0	0	1 441	0	0
			nová	0	0	2 369	0	0
	Okna 2	kWh	stávající	0	0	0	0	0
			nová	0	0	0	0	0
	Okna 1	kWh	stávající	1 441			GJ/rok	5
			nová	2 369				9
	Okna 2	kWh	stávající	0			GJ/rok	0
			nová	0				0
	Celkem	kWh	stávající	1 441			GJ/rok	5
			nová	2 369				9
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73			Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c_n	0,9	
	T ₁	0,81	typ skel					
	T ₂	0,9	znečištění					
	T ₃	1	zastínění					

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	42 214	30 099	27 445	26 782	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	39 211	27 957	25 493	24 876	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	93%	93%	93%	93%	
E_{rEA}	39 616	26 068	23 230	22 579	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	94%	87%	85%	84%	

Typ objektu	Rodinný domek z přelomu století
-------------	---------------------------------

3.3.1.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
e_{VN}	50,2	41,4	41,4	41,4	Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e _v	114,3	44,2	40,3	39,3	Budova je vyhovující jen za předpokladu, že nová okna budou mít k = max. 1,6 W/m ² K
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e _{v0}	106,2	41,0	37,4	36,5	Budova je vyhovující i za předpokladu, že nová okna budou mít k = max. 2,8 W/m ² K
	93%	93%	93%	93%	
	ne	ano	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e _{VEA}	107,3	38,3	34,1	33,2	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy nová okna mají k = max. 2,8 W/m ² K.
	94%	87%	85%	84%	
	ne	ano	ano	ano	

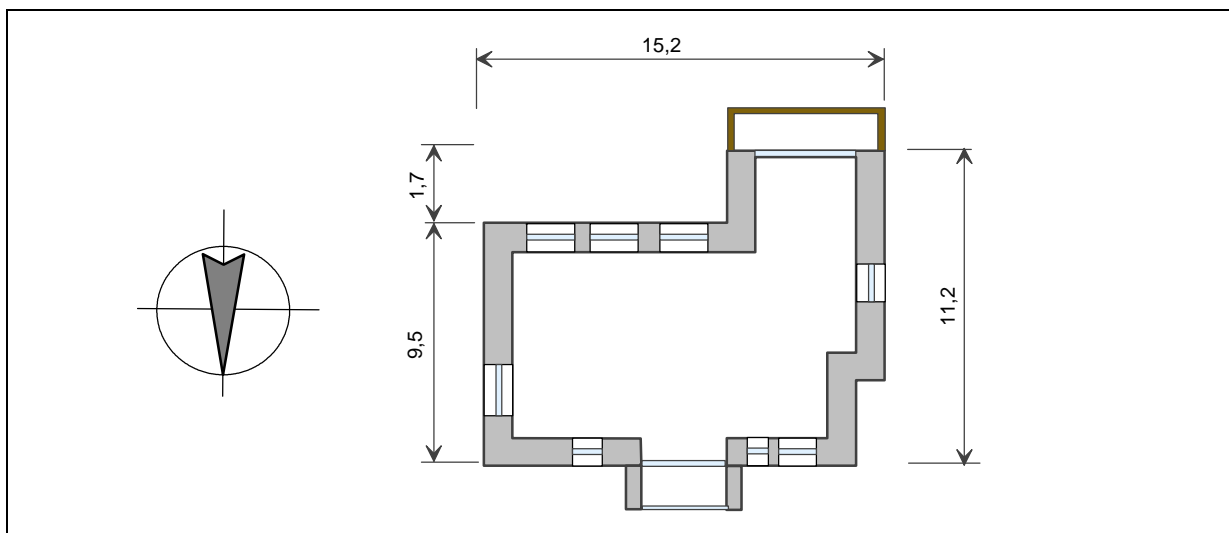
3.3.2 Rodinný domek ze sedmdesátých let.

3.3.2.1 Objemové řešení.

Rodinný domek má přibližně obdélníkový tvar půdorysu blížíící se čtvercovému tvaru. Je řešen jako podsklepený, s jedním nadzemním podlažím.

Údaje o počtu bytů, plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 1.

Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 1.



Obrázek 1.

3.3.2.2 Varianty opatření.

Je navrženo zateplení všech vnějších stěn ze strany exteriéru, zateplení střechy a stropu nad suterénem.

Pro otvorové výplně jsou navržena tři různá opatření. Ve variantě I se předpokládá pouze jejich utěsnění, ve variantě II je navrženo těsnění, repase a opatření na snížení součinitele prostupu tepla zasklení a ve variantě III je uvažováno s jejich výměnou.

3.3.2.3 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 2.

Vnější stěny

Jako podklad při posuzování objektu byla k dispozici původní výkresová dokumentace. Vnější stěny jsou dvojího druhu. Částečně byly použity calofrigové tvárnice oboustranně omítnuté a částečně škváro-betonové tvárnice v kombinaci s cihlami CDm.

- ◆ *Opatření:* Obvodové stěny budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu v tloušťce 100 mm.

Otvorové výplně

Okna jsou dřevěná dvojí, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$.

- ◆ *Opatření:* Ve variantě I je uvažováno pouze s provedením těsnění mezi rámem okna a rámem křídla a s vyplněním spáry mezi rámem okna a stěnou polyuretanovou pěnou.
Ve variantě II je navrženo snížení součinitele prostupu tepla na maximální hodnotu $k = 2,2 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$. To je možné buď přidáním výměnou jednoho skla za dvojsklo nebo výměnou vnitřního skla za sklo se selektivním povrchem.

Typ objektu	Rodinný domek ze sedmdesátých let
-------------	-----------------------------------

Varianta III předpokládá výměnu oken za okna nová se zasklením, které zajistí součinitel prostupu tepla maximálně $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Střecha

Podle původní výkresové dokumentace se jedná o střechu plochou dvouplášťovou s horním pláštěm dřevěným. Jako tepelná izolace je použita kombinace 40 mm skleněné vaty a 100 mm škvárobetonu a tepelně izolační podhledy s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu tl. 50 mm a povrchovou vrstvou z palubek.

- ♦ *Opatření:* Bude provedeno zateplení střechy tak aby byl její součinitel prostupu tepla maximálně $k = 0,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce tvoří stropy nad prvním podzemním podlažím. Ve skladbě stávajících podlah je vloženo 20 mm Fibrexu.

- ♦ *Opatření:* Stropy nad podzemním podlažím budou zaizolovány z ochlazované strany tepelnou izolací na bázi pěnového polystyrénu tloušťky 40 mm s nebo bez povrchové úpravy v závislosti na jejich umístění v dispozici objektu.

3.3.2.4 Geometrie objektu.

Tabulka 1

Součinitelé prostupu tepla

PLOCHY BYTŮ A GEOMETRIE								
	struktura							
	počet bytů	počet místností	počet osob	obytná plocha POB -v m ² (součet ploch obytných místností v bytu)		vedlejší plocha PPb v m ² (součet ploch místností příslušenství bytu)		užitková plocha v m ²
počet domků				1 byt	celkem	1 byt	celkem	celkem
1	1	1+5	4	86	86	34	34	120
celkem	1		4		86,36		34	120
počet osob celkem		4		na 1 byt	4,0	průměrný byt		120,1
PLOCHY V m ²			PLOCHY V m ²		OBJEMY v m ³			
půdorysná plocha	158,5	geo- metrie	délka v m	15,2	celkem obestavěný		475,5	
			šířka v m	11,2	obestavěný 1. n.p. podlaží		475,5	
plocha bytů užitková PU	120,1	lodžie a balkóny	plocha lodžií a balkonů	8,8	obestavěný 2. n.p. podlaží		0,0	
zastavěná plocha všech podlaží s byty	158,5		zastavěná plocha 1. n.p.	158,5	obestavěný 3. n.p. podlaží		0,0	
Zastavěná plocha je součet zastavěných ploch v podlažích s byty. Je to plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí budovy bez balkonů a lodžií			zastavěná plocha 2.n.p.	0,0	obestavěný 1. p.p. podlaží		0,0	
			zastavěná plocha 1.p.p. s bytem	0,0	vztažený k 1 bytu		475,5	
			zastavěná plocha 3.n.p. s bytem	0,0		stávající	nová	
		zastavěná plocha	zastavěná plocha všech podlaží	158,5	A [m ²]	419	544	
			konstrukční výška v m	3,0	V [m ³]	369	681	
			počet podlaží s byty	1,0	A/V	1,13	0,80	

Tabulka 2

Součinitele prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla $k (U)$ ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Vnější stěny	1,20	0,32	0,32	0,32
Plochá střecha	0,70	0,30	0,30	0,30
Strop nad sklepem	1,00	0,40	0,40	0,40
Okna zdvojená	2,80	2,80	2,20	1,60

3.3.2.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

		Stavební díl	Plocha stávající	Součinitel prostupu tepla U ve $W/m^2 \cdot K$			Plocha nová	A.U.b						
				Stávající řešení	Varianta opatření			Stávající řešení	Varianta opatření					
					1.	2.			3.	1.	2.	3.		
prostupem	Průčelí	Plná plocha	54,39	1,20	0,32	0,32	0,32	54,39	bj	1,00	65,27	17,40	17,40	17,40
			5,22	1,20	0,32	0,32	0,32	5,22	bj	1,00	6,26	1,67	1,67	1,67
	Šíty	Plná plocha	65,87	1,20	0,32	0,32	0,32	65,87	bj	1,00	79,04	21,08	21,08	21,08
			9,36	1,20	0,32	0,32	0,32	9,36	bj	1,00	11,23	3,00	3,00	3,00
	Otvorové výplně	Okna	31,23	2,44	2,44	1,91	1,39	31,23	bo	1,15	87,49	87,49	68,74	49,99
			8,64	4,52	4,52	2,44	2,44	8,64	bo	1,15	44,95	44,95	24,20	24,20
									bo	1,15				
	Sřechá	Prosklené stěny vč. dveří							bo	1,15				
									bo	1,15				
	Sřechá	Sřechá	120,11	0,70	0,30	0,30	0,30	120,11	bs	1,00	84,08	36,03	36,03	36,03
			6,60	3,50	3,50	3,50	3,50	6,60	bs	1,00	23,10	23,10	23,10	23,10
	Vnitřní konstrukce	Stěny							bn					
			6,38	1,30	1,30	1,30	1,30	6,38	bn					
									bn					
	Podlahy	Podlahy	120,11	1,00	0,40	0,40	0,40	120,11	bn	0,49	58,85	23,54	23,54	23,54
								bn						
		ΣA	427,9	ΣA			427,9	$\Sigma A.U.b$	460	258	219	200		
		$h1$	kh/K	94,1	převažující teplota		20,00	°C	Evp	kWh	47 350	28 336	24 618	22 854
Spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných z	větráním	$h2$	kWh/m3	13,1	V		m3	476 stávající	Evv	kWh	6 240	6 240	6 240	6 240
							476 nový							
				podíl Evv na Ev					%	12%	18%	20%	21%	
Tepelné zisky		z vnitřních zdrojů tepla						Evz	kWh	2 853	2 853	2 853	2 853	
		ze slunečního záření						Ezs	kWh	1 427	1 427	1 427	1 427	
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	49 738	30 724	27 006	25 242	
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m ³ ·a	104,6	64,6	56,8	53,1	
Geometrie budovy		A		V				A/V						
		m2		m3				l/m						
		stávající	nová	stávající		nový		stávající	nový					
		428	428	476		476		0,90	0,90					
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								e _{VN}	kWh/m3 a	44,1	44,1	44,1	44,1	
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách										ne	ne	ne	ne	

3.3.2.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	47 350	28 336	24 618	22 854	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vpp}	47 746	28 573	24 824	23 045	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	101%	101%	101%	101%	
E_{vpEA}	37 147	18 859	16 609	14 891	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	78%	67%	67%	65%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	6 240	6 240	6 240	6 240	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	6 292	6 292	6 292	6 292	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	101%	101%	101%	101%	
E_{vvEA}	6 577	4 970	4 970	4 970	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na $n=0,5$ hod ⁻¹)
	105%	80%	80%	80%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	2 853	2 853	2 853	2 853	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	2 529	2 529	2 529	2 529	Hodnoty podle ČSN EN 832 (5W/m ²) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	89%	89%	89%	89%	
E_{vzEBS}	1 628	1 628	1 628	1 628	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	57%	57%	57%	57%	
E_{vzEA}	369	615	615	615	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	13%	22%	22%	22%	

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	1 427	1 427	1 427	1 427	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	4 548	4 548	4 548	4 548	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	319%	319%	319%	319%	
E_{zsEA}	3 232	5 386	5 386	5 386	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	227%	378%	378%	378%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	ΣQ	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den a byt	tepelné zisky od osvětlení na den a byt	tepelné zisky od spotřebičů na den a byt	tepelné zisky na den a byt celkem		Wh	Wh/den	kWh	%
3 920	1 441	4 170	9 531	1	9 531	2 326	70	1 628

OSOBY									
Činnost	Spánek	Ležení	Sezení, čtení	Lehká práce	Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob/byt	Tepelný zisk za den/byt
					W	hod	Wh	Wh	Wh
					60	13	980	4,0	3920
				80					
				100					
				120					
OSVĚTLENÍ									
	Produkce tepla	Průměrná obytná plocha bytu	Osvětlená část bytu (cca 1/3)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den/byt			
	W/m2	m2	m2	hod		Wh			
Žárovky	20,0	120,1	40	6	30%	1441			
SPOTŘEBIČE				Spotřeba	Tepelný zisk za den		Zisk podle vybavení domácnosti		
				kWh/den	%	Wh	Wh		
Kombinace - chladnička + mraznička				1,5	100	1500	1500		
Sporák				3,1	70	2200	2200		
Pračka				2,0	10	200	200		
Televize				0,2	100	170	170		
Chladnička				0,5	100	500	0		
Mraznička				0,9	100	900	0		
Myčka na nádobí				1,6	25	400	0		
Sušička				2,0	10	200	0		
Stereo				0,1	100	100	100		
Infrazářič/ventilátor				0,3	100	300	0		
CELKEM na byt							4170		

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
podle ČSN 73 0542				S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ
Plocha oken bez rámců podle světových stran	Okna 1	m ²	stávající	3,96	18,288	2,736	0	0
	Okna 2	m ²	stávající	0	0	0	0	0
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E _{gvo}	kWh/m ² .VO		77,02	416,99	211,23	348,32	103,65
Činitel využití slunečního záření	cmp	-		1	0,8	0,91	0,84	0,97
Tepelný zisk Q _{ok}	Okna 1	kWh	stávající	200	4 003	345	0	0
	Okna 2	kWh	stávající	0	0	0	0	0
	Okna 1	kWh	stávající	4 548			GJ/rok	16
	Okna 2	kWh	stávající	0			GJ/rok	0
	Celkem	kWh	stávající	4 548			GJ/rok	16
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73			Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c _n	0,9	
	T ₁	0,81	typ skel					
	T ₂	0,9	znečištění					
	T ₃	1	zastínění					

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	49 738	30 724	27 006	25 242	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	50 154	30 981	27 232	25 453	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	101%	101%	101%	101%	
E_{rEA}	40 483	18 428	16 178	14 460	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	81%	60%	60%	57%	

3.3.2.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
e_{VN}	44,1	44,1	44,1	44,1	Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_v	104,6	64,6	56,8	53,1	Budova nevyhovuje ani po celkovém zateplení a výměně oken.
		100%	100%	100%	
	ne	ne	ne	ne	

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{v0}	105,5	65,2	57,3	53,5	Budova nevyhovuje ani po celkovém zateplení a výměně oken.
		101%	101%	101%	
	ne	ne	ne	ne	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	85,1	38,8	34,0	30,4	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy nová okna mají $k = \max. 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.
		81%	60%	60%	
	ne	ano	ano	ano	

Velmi rozdílné výsledky, které vycházejí při použití výpočetních vztahů z vyhlášky 291/2001 Sb. a při posouzení v energetickém auditu jsou dány především započítáním poměrně velkého nevytápěného zádveří, zaskleného jednoduchou kovovou prosklenou stěnou a zastřešeného nezateplenou střechou.

Pokud při posuzování podle vyhlášky dojde k odečtení stavebních konstrukcí zádveří, vyhoví rodinný domek už v první variantě - tj. při zateplení neprůsvitných konstrukcí.

Zádveří bylo započteno na žádost investora, který chtěl znát přínosy případných energeticky úsporných opatření. V energetickém auditu bylo počítáno s vnitřní teplotou $0 \text{ }^\circ\text{C}$, při posouzení podle vyhlášky byla v celé budově (a tedy i v zádveří) uvažována jedna teplota $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Ke stejnému výsledku dojde při posouzení podle vyhlášky snížíme-li vnitřní teplotu na cca $17,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie po odečtení zádveří.

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_v	72,9	41,2	38,1	34,9	Budova vyhovuje při zateplení neprůsvitných konstrukcí.
		100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Uváděné procento je vztaženo k původním hodnotám vypočteným podle vyhlášky.

3.3.3 Rodinný domek nový nízkoenergetický - 1.

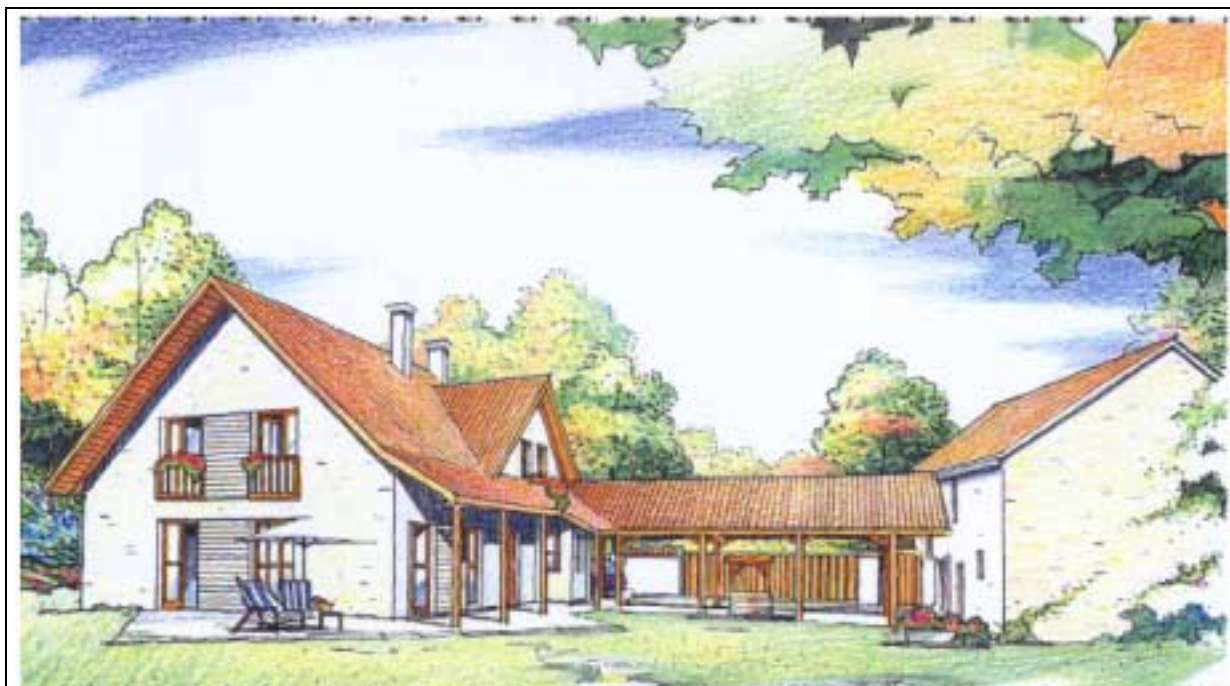
3.3.3.1 Objemové řešení.

Rodinný dům je navržen jako nepodsklepený dvoupodlažní na místě původního obytného stavení.

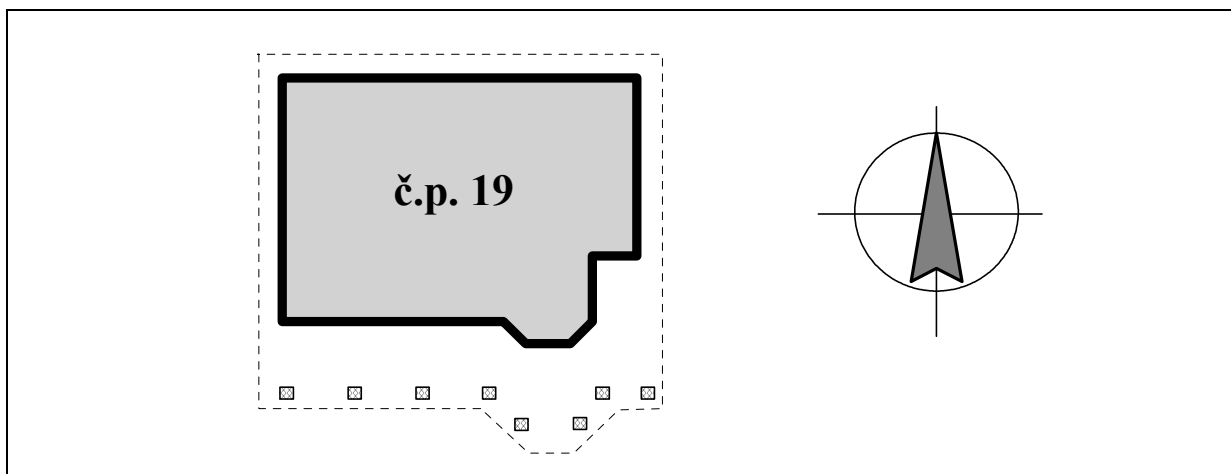
Dům má podlažně oddělené dvě bytové jednotky. Přízemní byt obsahuje tři místnosti, jídelnu, kuchyň, sociální zázemí a komunikační prostory. Podkroví je přístupné přes schodišťovou halu a obsahuje kuchyň s jídelnou, komoru, tři obytné pokoje a koupelnu. Jižně orientované místnosti jsou doplněny krytou verandou.

Údaje o počtu bytů, plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 1.

Axonometrie návrhu je na obrázku 1. Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 2.



Obrázek 1 - západní štít.



Obrázek 2.

Typ objektu	Rodinný domek nový nízkoenergetický - 1.
-------------	--

3.3.3.2 Posuzované varianty.

V energetickém auditu jsou posuzovány čtyři varianty řešení. Ve variantě, která je označena jako “stávající řešení”, mají jednotlivé stavební díly tepelně technické parametry, které ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov uvádí jako **požadované** pro nové budovy.

Ve variantách I až III splňují neprůsvitné konstrukce požadavky **doporučené** a dále se mezi sebou liší součinitelem prostupu tepla otvorových výplní.

3.3.3.3 Geometrie objektu.

Tabulka 1

Součinitelé prostupu tepla

PLOCHY BYTŮ A GEOMETRIE								
	struktura						užitková plocha v m ²	
	počet bytů	počet místností	počet osob	obytná plocha POB -v m ² (součet ploch obytných místností v bytu)		vedlejší plocha PPb v m ² (součet ploch místností příslušenství bytu)		
počet sekcí				1 byt	celkem	1 byt	celkem	celkem
	1	3+k	2	77	77	32	32	109
	1	3+k	3	103	103	24	24	127
celkem	2		5		179,40		57	236
počet osob celkem		5		na 1 byt	2,5	průměrný byt		118,0
PLOCHY V m ²			PLOCHY V m ²		OBJEMY V m ³			
půdorysná plocha	168,496	geo- metrie	délka v m	16	celkem obestavěný		911,3	
			šířka v m	10,75	obestavěný typického podlaží			
plocha bytů užitková PU	235,9	lodžie a balkóny	plocha lodžii typického podlaží		obestavěný objem vstupního podlaží		488,6	
zastavěná plocha všech podlaží s byty	594,3		plocha lodžii vstupního podlaží vč. zapuř. závětrí	0,0	obestavěný objem podkrovní		422,7	
			plocha lodžii všech typických podlaží	0,0	obestavěný všech podlaží s byty		911,3	
			plocha lodžii všech podlaží	0,0				
Zastavěná plocha je součet zastavěných ploch v podlažích s byty. Je to plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí budovy bez balkónů a lodžii		zastavěná plocha	zastavěná plocha podkrovní	172,0	velikost bytu v přízemí		283,2	
			zastavěná plocha vstupního podlaží s byty	171,66	velikost bytu v podkrovní		298,5	
			zastavěná plocha všech typických podlaží	422,7				
délka podkrovní v m		16	konstrukční výška přízemí v m	2,9	průměrná velikost bytu		291	
šířka podkrovní v m		10,75	průměrná konstrukční výška podkrovní v m	2,5				

3.3.3.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 2.

Vnější stěny

Podle projektové dokumentace jsou navrženy z cihel Protherm 44 P + D, vyzděné na lehkou maltu a omítnuté omítkou Porotherm - z vnější strany je typ omítky určen jako TO v tloušťce 30 mm, ze strany vnitřní je typ Universal v tloušťce 15 mm. Tepelný odpor této konstrukce je podle údajů výrobce $R = 3,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, součinitel prostupu tepla $k = 0,32 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Tyto tepelně technické parametry ale splňuje jen přesně vyzděná stěna při dodržení “technologické kázně” a bez uvažování vlivu překladů, svislých maltových spár, které vznikají při nutnosti zkrácení délky

cihly u rohů a koutů, osazení oken apod. Všechna tato místa se chovají jako tepelné mosty a způsobují zhoršení parametrů stěny v celé ploše. Bezpečnější z tepelně technického hlediska je použití tvárnic Porotherm o menší tloušťce a dodatečné zateplení kontaktním zateplovacím systémem. Při použití např. tvárnic Porotherm 30 P + D a s použitím dodatečné tepelné izolace ze stabilizovaného polystyrénu v tloušťce 100 mm je tepelný odpor $R = 3,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ a součinitel prostupu tepla $k = 0,27 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Otvorové výplně

V posuzované variantě, která je označena jako “stávající řešení” a ve variantě I je uvažováno použití zdvojených oken s běžným zasklením, daným součinitelem prostupu tepla $k = 2,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Ve variantě II jsou použita okna se zasklením, které zajistí součinitel prostupu tepla maximálně $k = 1,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Ve variantě III je součinitel prostupu tepla $k = 1,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. V tomto případě jsou uvažovány izolační okenice s vloženou tepelnou izolací a předpokládá se jejich použití na všech otvorových výplních každou noc po celou otopnou sezónu.

Střecha

Šikmé části střechy nad vytápěným prostorem jsou zaizolovány tepelnou izolací z minerálních vláken v tloušťce 140 mm.

Strop nad vnějším prostředím.

Je tvořen podlahou komory v podkroví. Zaizolování této konstrukce bude provedeno z vnější strany a to minerální vlnou v tloušťce 120 mm mezi latě. Zakrytí bude provedeno palubkovým podhledem. V konstrukci podlahy je započítána také izolace z desek Rockwool tloušťky 40 mm, která slouží jako izolace tepelná i hluková.

Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce tvoří podlaha na terénu ve vytápěných místnostech a strop pod půdou.

Podlaha na terénu bude mít tepelnou izolaci z desek Rockwool tloušťky 60 mm.

Na stropě pod půdou je stejně jako v šikmé střeše tepelná izolace z desek Rockwool tl. 160 mm.

Tabulka 2

Součinitelé prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla k (U) ve $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Vnější stěny	0,50	0,30	0,30	0,30
Otvorové výplně	2,80	2,80	1,60	1,00
Střecha	0,36	0,24	0,24	0,24
Strop nad vnějším prostředím	0,36	0,23	0,23	0,23
Podlaha na terénu	1,05	0,58	0,58	0,58
Strop pod půdou	0,39	0,24	0,24	0,24

3.3.3.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát	prostupem	Stavební díl	Plocha		Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K			Plocha		A.U.b								
			stávající	m ²	Stávající řešení	Varianta opatření			nová	m ²	Stávající řešení	Varianta opatření						
						1.	2.	3.				1.	2.	3.				
		Plná plocha		210,35	0,50	0,32	0,32	0,32	210,35	bj	1,00	105,18	66,26	66,26	66,26			
											bj	1,00						
												bj	1,00					
		Otvorové výplně	Okna 1		37,46	2,44	2,44	1,39	0,87	37,46	bo	1,15	104,94	104,94	59,97	37,48		
												bo	1,15					
													bo	1,15				
			Okna 2									bo	1,15					
													bo	1,15				
													bo	1,15				
		Střecha		81,24	0,36	0,24	0,24	0,24	81,24	bs	1,00	29,25	19,50	19,50	19,50			
											bs	1,00						
												bs	1,00					
		Vnitřní konstrukce	Stěny								bn							
												bn						
													bn					
Strop		101,93	0,39	0,24	0,24	0,24	101,93	bn	0,57	22,66	13,94	13,94	13,94					
									bn									
										bn								
Konstrukce na a pod terémem	Stěny								bz									
										bz								
											bz							
Podlahy		145,00	1,05	0,58	0,58	0,58	145,00	bz	0,4	60,90	33,64	33,64	33,64					
										bz								
										bz								
Podlaha do exteriéru		6,59	0,36	0,23	0,23	0,23	6,59	bj	1,00	2,37	1,52	1,52	1,52					
										bj	1,00							
										bj	1,00							
		ΣA	582,6				ΣA	582,6	ΣA.U.b	325	240	195	172					
	h1	kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>		20,00	°C	Evp	kWh	36 100	28 053	23 820	21 704					
větráním	h2	kWh/m ³	13,1	V	m ³	911	stávající 911 nový	Evv	kWh	11 958	11 958	11 958	11 958					
Tepelné zisky	z vnitřních zdrojů tepla						Evz	kWh	5 468	5 468	5 468	5 468						
	ze slunečního záření						Ezs	kWh	2 734	2 734	2 734	2 734						
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	40 677	32 630	28 397	26 280					
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m ³ .a	44,6	35,8	31,2	28,8					
Geometrie budovy	A		V			A/V												
	m ²		m ³			1/m												
	stávající	nová	stávající	nový	stávající	nový	stávající	nový										
	474	474	911	911	0,52	0,52												
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								e_{VN}	kWh/m ³ .a	34,2	34,2	34,2	34,2					
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách										ne	ne	ano	ano					

3.3.3.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp}.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	36 100	28 053	23 820	21 704	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vpn}	34 843	27 077	22 991	20 948	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	97%	97%	97%	97%	
E_{vpEA}	31 503	22 266	18 140	16 166	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	87%	79%	76%	74%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	11 958	11 958	11 958	11 958	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	11 542	11 542	11 542	11 542	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	97%	97%	97%	97%	
E_{vveA}	19 989	14 278	14 278	14 278	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na n=0,5 hod-1)
	167%	119%	119%	119%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	5 468	5 468	5 468	5 468	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	5 059	5 059	5 059	5 059	Hodnoty podle ČSN EN 832 (5W/m ²) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	93%	93%	93%	93%	
E_{vzEBS}	2 819	2 819	2 819	2 819	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	52%	52%	52%	52%	
E_{vzEA}	1 015	1 691	1 691	1 691	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	19%	31%	31%	31%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	ΣQ	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den a byt	tepelné zisky od osvětlení na den a byt	tepelné zisky od spotřebičů na den a byt	tepelné zisky na den a byt celkem		Wh/den	kWh		
Wh	Wh	Wh	Wh					
2 200	897	5 470	8 567	2	17 134	4 026	70	2 819

OSOBY							
		Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob/byt	Tepelný zisk za den/byt	
		W	hod	Wh		Wh	
Činnost	Spánek	60	12	880	2,5	2200	
	Ležení	80					
	Sezení, čtení	100					
	Lehká práce	120					
OSVĚTLENÍ							
		Průměrná obytná plocha bytu	Osvětlená část bytu (cca 1/3)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den/byt	
		W/m2	m2	hod		Wh	
Žárovky		20,0	89,7	30	6	25%	897
SPOTŘEBIČE				Spotřeba	Tepelný zisk za den		Zisk podle vybavení domácnosti
				kWh/den	%	Wh	Wh
Kombinace - chladnička + mraznička				1,5	100	1500	1500
Sporák s odsáváním par				3,1	70	2200	2200
Pračka				2,0	10	200	200
Televize				0,2	100	170	170
Chladnička				0,5	100	500	500
Mraznička				0,9	100	900	900
Myčka na nádobí				1,6	25	400	400
Sušička				2,0	10	200	200
Stereo				0,1	100	100	100
Infrazářič/ventilátor				0,3	100	300	300
CELKEM na byt						5470	

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	2 734	2 734	2 734	2 734	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	4 470	4 470	4 470	4 470	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	163%	163%	163%	163%	
E_{zsEA}	3 293	5 489	5 489	5 489	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	120%	201%	201%	201%	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM							
podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ
Plocha oken bez rámu podle světových stran	Okna 1	m ²	3,728	10,48	15,76	0	0
	Okna 2	m ²	0	0	0	0	0
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E_{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1	0,8	0,91	0,84	0,97
Tepelný zisk Q_{ok}	Okna 1	kWh	188	2 294	1 988	0	0
	Okna 2	kWh	0	0	0	0	0
	Okna 1	kWh	4 470			GJ/rok	16
	Okna 2	kWh	0			GJ/rok	0
	Celkem	kWh	4 470			GJ/rok	16
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73			Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c_n	0,9
	T_1	0,81	typ skel				
	T_2	0,9	znečištění				
	T_3	1	zastínění				

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	40 677	32 630	28 397	26 280	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	39 261	31 494	27 408	25 365	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	97%	97%	97%	97%	
E_{rEA}	47 615	30 082	25 956	23 982	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	117%	92%	91%	91%	

3.3.3.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
e_{vN}	34,2	34,2	34,2	34,2	Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_v	44,6	35,8	31,2	28,8	Budova je vyhovující jen za předpokladu, že nová okna budou mít $k = \max. 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Typ objektu	Rodinný domek nový nízkoenergetický - 1.
-------------	--

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{v0}	43,1	34,6	30,1	27,8	Budova je vyhovující jen za předpokladu, že nová okna budou mít k = max. 1,6 W/m ² K
	97%	97%	97%	97%	
	ne	ne	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	52,2	33,0	28,5	26,3	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy nová okna mají k = max. 2,8 W/m ² K.
	117%	92%	91%	91%	
	ne	ano	ano	ano	

Rozdílné výsledky, které vycházejí při použití výpočetních vztahů z vyhlášky 291/2001 Sb. a při posouzení v energetickém auditu jsou dány především rozdílem v tepelných ziscích ze slunečního záření.

3.3.4 Rodinný domek nový nízkoenergetický - 2.

3.3.4.1 Objemové řešení.

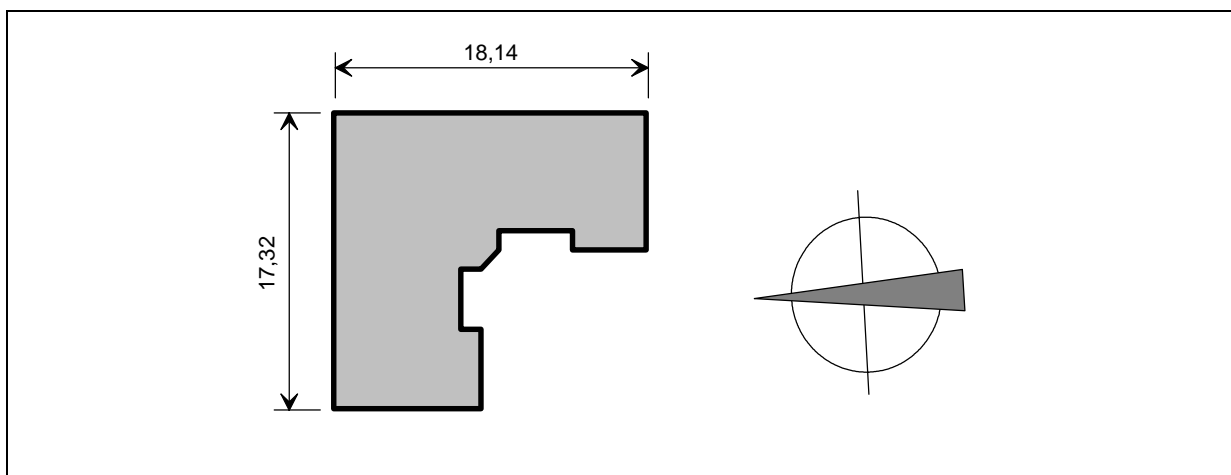
Částečně podsklepený rodinný domek o třech bytových jednotkách má jedno nadzemní podlaží a obytné podkroví. Půdorysně je navržen ve tvaru L, zastřešený sedlovou střechou s polovalbami nad štítovými stěnami.

Údaje o počtu bytů, plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 1.

Axonometrie návrhu je na obrázku 1 Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 2.



Obrázek 1.



Obrázek 2.

3.3.4.2 Posuzované varianty.

Jsou posuzovány čtyři varianty řešení. Ve variantě, která je označena jako “stávající řešení”, mají jednotlivé stavební díly tepelně technické parametry, které ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov uvádí jako **požadované** pro nové budovy.

První varianta opatření je v auditu navržena tak, aby konstrukce domku splňovaly požadavky na součinitele prostupu tepla podle hodnot, které ČSN 730540 **doporučuje** pro budovy s nízkou spotřebou

Typ objektu	Rodinný domek nový nízkoenergetický - 2
-------------	---

energie. Druhá varianta odpovídá projektu pro stavební povolení a varianta III. se od druhé liší předpokladem použití izolačních okenic.

3.3.4.3 Geometrie objektu.

Tabulka 1

PLOCHY BYTŮ A GEOMETRIE								
	struktura							
	počet bytů	počet místností	počet osob	obytná plocha POB -v m ² (součet ploch obytných místností v bytu)		vedlejší plocha PPb v m ² (součet ploch místností příslušenství bytu)		užitková plocha v m ²
				1 byt	celkem	1 byt	celkem	
	1	1+k	1	40,7	41	13,5	14	54
	1	2+k	2	74,9	75	23,9	24	99
	1	3+k	3	95,2	95	30,9	31	126
celkem	3		6		210,75		68	279
počet osob celkem		6		na 1 byt	2,0	průměrný byt		93,0
PLOCHY V m ²				PLOCHY V m ²		OBJEMY v m ³		
půdorysná plocha	182,7	geo- metrie	délka v m	18,1	celkem obestavěný		958,8	
			šířka v m	17,3	obestavěný patra		394,2	
plocha bytů užitková PU	279,0	lodžie a balkóny	plocha lodžii typického podlaží	0,0	obestavěný prostor přízemí		564,6	
zastavěná plocha všech podlaží s byty	331,6		plocha lodžii vstupního podlaží vč. zapuř. závětrí	0,0	obestavěný prostor suterénu		0,0	
			plocha lodžii typických podlaží	0,0	obestavěný všech podlaží s byty		958,8	
			plocha lodžii všech podlaží	0,0	vztažený k 1 bytu		247,4	
Zastavěná plocha je součet zastavěných ploch v podlažích s byty. Je to plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí budovy bez balkónů a lodžii		zastavěná plocha	zastavěná plocha přízemí	182,7				
			zastavěná plocha patra	148,9				
			zastavěná plocha suterénu	0,0				
délka části vstupního podlaží s byty v m	18,1		konstrukční výška v m	3,1	světla výška v m		2,7	
šířka části vstupního podlaží s byty v m	17,3		počet typických podlaží	1,0				

3.3.4.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 1.

Vnější stěny

Obvodové zdi jsou navrženy z keramzitbetonových tvárníc s polystyrénovým labyrintem FORTIS GT tloušťky 310 mm.

Otvorové výplně

V posuzované variantě, která je označena jako "stávající řešení" a ve variantě I je uvažováno použití zdvojených oken s běžným zasklením, daným součinitelem prostupu tepla $k = 2,9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Ve druhé variantě jsou uvažována okna a balónové dveře dřevěné ve standardu Eurooken, zasklené izolačním dvojsklem se součinitelem prostupu tepla $k = 1,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Ve variantě II jsou použita okna se zasklením, které zajistí součinitel prostupu tepla maximálně $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Ve variantě III je součinitel prostupu tepla $k = 0,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. V tomto případě jsou na oknech z varianty II. uvažovány izolační okenice s vloženou tepelnou izolací a předpokládá se jejich použití na všech otvorových výplních každou noc po celou otopnou sezónu.

Střecha

Šikmá sedlová střecha bude zaizolována střešními izolačními panely SIP 301, uloženými nad krokviemi. Tepelná izolace z pěnového polystyrénu v panelech SIP 301 má tloušťku 240 mm.

Plochá střecha - terasa.

Terasa nad obytným prostorem má navrženu tepelnou izolaci z pěnového polystyrénu v tloušťce 150 mm.

Podlaha na terénu.

Podlahy na terénu mají navrženu tepelnou izolaci z pěnového polystyrénu v tloušťce 100 mm.

Stěny pod terénem.

Stěny pod terénem jsou vyzděné z betonových tvárnic a zaizolované tepelnou izolací z extrudovaného polystyrénu v tloušťce 120 mm.

Tabulka 1

Součinitelé prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla $k (U)$ ve $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Obvodová stěna - průčelí	0,50	0,35	0,21	0,21
Obvodová stěna - štít	0,50	0,35	0,21	0,21
Okna, balkonové dveře	2,90	2,90	1,30	0,80
Střecha - šikmá	0,28	0,19	0,19	0,19
Střecha - plochá	0,24	0,19	0,19	0,19
Strop pod půdou	0,77	0,56	0,43	0,43
Strop nad suterénem	0,53	0,38	0,19	0,19
Podlaha na terénu	1,05	0,76	0,43	0,43
Stěny pod terénem	0,98	0,70	0,27	0,27

3.3.4.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát	prostupem	Stavební díl	Plocha stávající m ²	Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K			Plocha nová m ²			A.U.b					
				Stávající řešení	Varianta opatření					Stávající řešení	Varianta opatření				
					1.	2.					3.	1.	2.	3.	
	Průčelí Z+	obvodová stěna	128,31	0,50	0,35	0,21	0,21	128,31	bj	1,00	64,16	44,91	26,95	26,95	
									bj	1,00					
										bj	1,00				
										bj	1,00				
	Štíty J+S	obvodová stěna	108,29	0,50	0,35	0,21	0,21	108,29	bj	1,00	54,14	37,90	22,74	22,74	
		Plná plocha								bj	1,00				
										bj	1,00				
		Plocha jiná 1								bj	1,00				
	Otvorové výplně	okna a balk. dveř.	64,54	2,52	2,52	1,13	0,70	64,54	bo	1,15	187,26	187,26	83,94	51,66	
										bo	1,15				
										bo	1,15				
		Okna 2								bo	1,15				
	Střecha	mansarda+šikmá terasa	93,74	0,28	0,19	0,19	0,19	93,74	bs	1,00	26,25	17,81	17,81	17,81	
			26,94	0,24	0,19	0,19	0,19	26,94	bs	1,00	6,47	5,12	5,12	5,12	
										bs	1,00				
	Vnitřní konstrukce	strop do půdy	96,13	0,77	0,56	0,43	0,43	96,13	bn	0,57	42,19	30,69	23,56	23,56	
		strop nad suterén	76,00	0,53	0,38	0,19	0,19	76,00	bn	0,43	17,32	12,42	6,21	6,21	
										bn					
		Dilatace								bn					
	Konstrukce NA a POD terémem	Sěny	12,99	0,98	0,70	0,27	0,27	12,99	bz	0,57	7,26	5,18	2,00	2,00	
									bz						
									bz						
Podlahy		70,16	1,05	0,76	0,43	0,43	70,16	bz	0,4	29,47	21,33	12,07	12,07		
									bz						
									bz						
									bz						
	ΣA	677,1					ΣA	677,1	ΣA.U.b	435	363	200	168		
	h1	kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>			20,00	°C	Ev_p	kWh	47 270	40 503	25 235	22 196	
větráním	h2	kWh/m³	13,1	V			m³	959	stávající	Ev_v	kWh	12 581	12 581	12 581	12 581
								959	nový						
				podíl Ev_v na Ev				%			21%	24%	33%	36%	
Tepelné zisky	z vnitřních zdrojů tepla							Ev_z	kWh	5 753	5 753	5 753	5 753		
	ze slunečního záření							E_{zs}	kWh	2 876	2 876	2 876	2 876		
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	52 085	45 318	30 050	27 011		
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m³.a	54,3	47,3	31,3	28,2		
Geometrie budovy	A						V								
	m ²						m ³								
	stávající	nová					stávající	nový							
	677	677					959	959							
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								e_{VN}	kWh/m³.a	39,0	39,0	39,0	39,0		
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách										ne	ne	ano	ano		

3.3.4.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp}.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	47 270	40 503	25 235	22 196	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vpn}	50 140	42 962	26 767	23 544	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	106%	106%	106%	106%	
E_{vpEA}	43 542	39 144	26 261	23 200	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	92%	97%	104%	105%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	12 581	12 581	12 581	12 581	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	13 345	13 345	13 345	13 345	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	106%	106%	106%	106%	
E_{vvEA}	46 151	12 221	12 221	12 221	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na n=0,5 hod-1)
	367%	97%	97%	97%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	5 753	5 753	5 753	5 753	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	6 373	6 373	6 373	6 373	Hodnoty podle ČSN EN 832 (5W/m ²) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	111%	111%	111%	111%	
E_{vzEBS}	3 340	3 340	3 340	3 340	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	58%	58%	58%	58%	
E_{vzEA}	1 202	2 004	2 004	2 004	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	21%	35%	35%	35%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM									
Q1	Q2	Q3	ΣQ	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky	
tepelné zisky od osob na den a byt	tepelné zisky od osvětlení na den a byt	tepelné zisky od spotřebičů na den a byt	tepelné zisky na den a byt celkem		Wh/den	kWh			%
Wh	Wh	Wh	Wh						
420	422	5 470	6 312	3	18 935	4 771	70	3 340	
OSOBY									
		Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob/byt	Tepelný zisk za den/byt			
		W	hod	Wh		Wh			
Činnost	Spánek	60	6	280	2,0	420			
	Ležení	80							
	Sezení, čtení	100							
	Lehká práce	120							
OSVĚTLENÍ									
		Produkce tepla	Průměrná obytná plocha bytu	Osvětlená část bytu (cca 1/3)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den/byt		
		W/m2	m2	m2	hod		Wh		
Žárovky		10,0	70,3	23	6	30%	422		
SPOTŘEBIČE				Spotřeba	Tepelný zisk za den		Zisk podle vybavení domácnosti		
				kWh/den	%	Wh	Wh		
Kombinace - chladnička + mraznička				1,5	100	1500	1500		
Sporák s odsáváním par				3,1	70	2200	2200		
Pračka				2,0	10	200	200		
Televize				0,2	100	170	170		
Chladnička				0,5	100	500			
Mraznička				0,9	100	900	900		
Myčka na nádobí				1,6	25	400	400		
Sušička				2,0	10	200			
Stereo				0,1	100	100	100		
Infrazářič/ventilátor				0,3	100	300			
CELKEM na byt							5470		

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	2 876	2 876	2 876	2 876	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	6 828	6 828	6 828	6 828	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	237%	237%	237%	237%	
E_{zsEA}	3 021	5 035	5 035	5 035	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	105%	175%	175%	175%	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ	
Plocha oken bez rámu podle světových stran	Okna 1	m ²	9,42	11,092	31,12	0	0	
	Okna 2	m ²	0	0	0	0	0	
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E_{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65	
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1	0,8	0,91	0,84	0,97	
Tepelný zisk Q_{ok}	Okna 1	kWh	476	2 428	3 925	0	0	
	Okna 2	kWh	0	0	0	0	0	
	Okna 1	kWh	6 828				GJ/rok	25
	Okna 2	kWh	0				GJ/rok	0
	Celkem	kWh	6 828				GJ/rok	25
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73						
	T ₁	0,81						typ skel
	T ₂	0,9						znečištění
	T ₃	1						zastínění
			Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení		c_n	0,9		

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	52 085	45 318	30 050	27 011	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	55 247	48 069	31 874	28 651	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	106%	106%	106%	106%	
E_{rEA}	85 892	45 030	32 147	29 086	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	165%	99%	107%	108%	

3.3.4.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
e_{vN}	39,0	39,0	39,0	39,0	Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie
Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.					
e_v	54,3	47,3	31,3	28,2	Budova je vyhovující za předpokladu, že nová okna budou mít $k = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Typ objektu	Rodinný domek nový nízkoenergetický - 2
-------------	---

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{v0}	57,6	50,1	33,2	29,9	Budova je vyhovující za předpokladu, že nová okna budou mít k = 1,3 W/m ² K
	106%	106%	106%	106%	
	ne	ne	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	89,6	47,0	33,5	30,3	Budova je vyhovující za předpokladu, že nová okna budou mít k = 1,3 W/m ² K.
	165%	99%	107%	108%	
	ne	ne	ano	ano	

3.4.1 Bytový dům T - 02.

3.4.1.1 Objemové řešení.

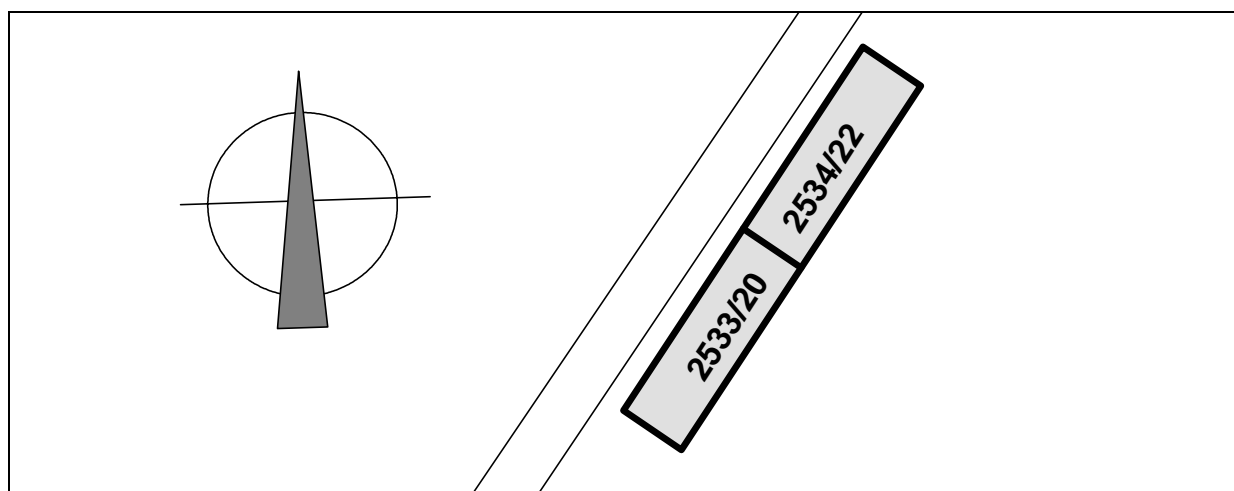
Řadový bytový dům o dvou sekcích byl postaven v 60. letech jako typový dům T 02 B. Tyto objekty jsou řešeny jako podélný dvoutrakt s hloubkou traktů 5 m. Svislé nosné konstrukce jsou na obvodu z kvádrů z cihel Cdm a ve střední zdi jsou pilíře z prostého betonu.

Dům má čtyři nadzemní podlaží s byty a jedno podzemní podlaží, ve kterém je umístěno domovní vybavení. Části suterénu (kočárkárny, sušárny a prádelna) jsou vytápěné. Údaje o počtu bytů, plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 2.

Fotografie objektu je na obrázku 1. Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 2.



Obrázek 1.



Obrázek 2.

3.4.1.2 Varianty opatření.

Z hlediska objemového řešení je navrženo zateplení všech vnějších stěn ze strany exteriéru objektu. U vnějších stěn podzemního podlaží, které jsou nad úrovní terénu, zateplování uvažováno nebylo z důvodů vytápění jen částí suterénu a problematického řešení detailu návaznosti zateplení na úroveň terénu. Zateplení stropu nad podzemním podlažím je uvažováno v celé ploše s výjimkou schodiště. Je to z toho důvodu, že místnosti zde umístěné se nevytápějí stále. U stěn v zádveři bylo uvažováno zateplení minerální vlnou a zateplení (polystyrénem nebo minerální vlnou) bylo uvažováno i u stěn v suterénu, oddělovacích vytápěných prostorů od nevytápěných. Stěny mezi byty a schodištěm zateplovány nebudou, neboť by došlo k zúžení průchozí šířky.

Na střeše bude provedena střešní nástavba.

Pro otvorové výplně jsou navržena tři různá opatření. Ve variantě I se předpokládá pouze jejich utěsnění, ve variantě II je navrženo těsnění, repase a opatření na snížení součinitele prostupu tepla zasklení a ve variantě III je uvažováno s jejich výměnou.

3.4.1.3 Geometrie objektu.

Tabulka 1

PLOCHY BYTŮ A GEOMETRIE											
počet sekcí	počet bytů		počet osob		obytná plocha POB -v m ² (součet ploch obytných místností v bytu)		vedlejší plocha PPb v m ² (součet ploch místností příslušenství bytu)		užitková plocha v m ²		
					1 byt	celkem	1 byt	celkem	celkem		
	8	2+k	16		43,99	352	7,96	64	415,60		
	8	2+k	16		43,42	347	7,76	62	409,42		
	8	2+k	16		43,94	352	7,96	64	415,20		
celkem	24		48			1050,80		189	1 240		
počet osob	celkem		48		na 1 byt	2,0	průměrný byt		51,7		
PLOCHY V m ²		PLOCHY V m ²				OBJEMY V m ³					
půdorysná plocha	393,8		geo- metrie	délka v m	35,00		celkem obestavěný		5 906,3		
				šířka v m	11,25		obestavěný typického podlaží		1 181,3		
plocha bytů užitková PU	1 240,2		lodžie a balkóny	plocha lodžii typického podlaží		obestavěný vstupního podlaží s byty		1 181,3			
zastavěná plocha všech podlaží s byty	1 968,8			plocha lodžii vstupního podlaží vč. zapuř. zádveří		obestavěný všech typických podlaží		4 725,0			
				plocha lodžii typických podlaží		0,0		obestavěný všech podlaží s byty		5 906,3	
				plocha lodžii všech podlaží		0,0		vztažený k 1 bytu		246,1	
Zastavěná plocha je součet zastavěných ploch v podlažích s byty. Je to plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí budovy bez balkónů a lodžii			zastavěná plocha	zastavěná plocha typického podlaží		393,8		světla výška v m		2,675	
				zastavěná plocha vstupního podlaží s byty		393,8		stávající		nová	
				zastavěná plocha všech typických podlaží		1 575,0		A [m ²]		1 898	
délka části vstupního podlaží s byty v m			35,00	konstrukční výška v m		3,0		V [m ³]		5 906	5 906
šířka části vstupního podlaží s byty v m			11,25	počet typických podlaží		4,0		A/V		0,32	0,32

3.4.1.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 1.

Vnější stěny

Obvodový plášť je vyzdívaný z cihel Cdm a opatřený březolitovou omítkou. Průčelí i štíty mají tloušťku 375 mm.

- ◆ *Opatření:* Všechny vnější stěny budou zatepleny ze strany exteriéru kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu nebo minerálních vláken v tloušťce 100 mm.

Otvorové výplně

Okna jsou dřevěná zdvojená, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$.

- ◆ *Opatření:* Ve variantě I je uvažováno pouze s provedením těsnění mezi rámem okna a rámem křídla a s vyplněním spáry mezi rámem okna a panelem polyuretanovou pěnou.

Ve variantě II je navrženo snížení součinitele prostupu tepla na maximální hodnotu $k=2,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. To je možné buď přidáním třetího skla v přídatném rámečku, nebo výměnou jednoho skla za dvojsklo nebo výměnou vnitřního skla za sklo se selektivním povrchem.

Varianta III předpokládá výměnu oken za okna nová se zasklením, které zajistí součinitel prostupu tepla maximálně $k = 1,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Střecha

Plochá jednoplášťová střecha s vnějším odvodněním má spádovou vrstvu ze škvárobetonu tloušťky 60 - 215 mm a tepelnou izolaci z pěnobetonu tl. 80 mm. Krytina je živičná.

- ◆ *Opatření:* Na střeše bude vybudována střešní nástavba..

Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce, kterými dochází k tepelným ztrátám tvoří stropy nad podzemním podlažím a stěny do schodiště.

Stropy jsou panelové, ze železobetonových dutinových panelů tloušťky 225 mm. Skladba podlah nebyla z dostupné dokumentace zřejmá, podle řezů měla tloušťku 100 mm a nášlapná vrstva je z vlysů, lepených do asfaltu. Jako tepelná izolace těchto podlah se v typových objektech v dané době používala škvára buď v kombinaci s pilinobetonem nebo s rohožemi Staple.

Nad garážemi je podle technické zprávy tepelná izolace (pravděpodobně z vnější strany) zesílena deskami heraklitu tloušťky 25 mm.

Stěny mezi byty a schodištěm jsou vyzděné z cihel Cdm v tloušťce 240 mm a oboustranně omítnuté.

- ◆ *Opatření:* Stropy nad podzemním podlažím budou zaizolovány z ochlazované strany tepelnou izolací na bázi pěnového polystyrénu nebo minerálních vláken tloušťky 60 mm s nebo bez povrchové úpravy v závislosti na jejich umístění v dispozici objektu.

U stěn mezi byty a schodištěm zateplování uvažováno nebylo, protože by došlo k zúžení minimální průchozí šířky.

U stropů nad garážemi vychází tloušťka dodatečného zateplení v případě nutnosti odstranění původně přidaného heraklitu na 80 mm.

Tabulka 2

Součinitelé prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla $k(U)$ ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
	Obvodové stěny vyzděné z cihel CDm tl. 375 mm	1,40	0,31	0,31
Střecha	1,14	0,00	0,00	0,00
Okna zdvojená	2,80	2,80	2,20	1,60
Strop nad suterénem	1,17	0,44	0,44	0,44
Strop nad garážemi	0,98	0,38	0,38	0,38
Vnitřní stěny vyzděné z cihel CDm tl.240 mm	1,66	1,66	1,66	1,66

3.4.1.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

			Součinitel prostupu tepla U ve $W/m^2 \cdot K$				A.U.b									
			Plocha stávající m ²	Stávající řešení	Varianta opatření			Plocha nová m ²		Stávající řešení	Varianta opatření					
					1.		2.				3.	1.	2.	3.		
Spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát	prostupem	Průběh	Plná plocha	586,41	1,40	0,31	0,31	0,31	586,41	bj	1,00	820,97	181,79	181,79	181,79	
				43,20	1,40	0,31	0,31	0,31	43,20	bj	1,00	60,48	13,39	13,39	13,39	
		Plocha jiná 2							bj	1,00						
									bj	1,00						
		Šíty	Plná plocha	250,16	1,40	0,31	0,31	0,31	250,16	bj	1,00	350,22	77,55	77,55	77,55	
										bj	1,00					
		Otvorové výplně	dř.zdvoj.	dř.zdvoj.	201,43	2,44	2,44	1,91	1,39	201,43	bo	1,15	564,29	564,29	443,37	322,45
				dř.zdvoj.							bo	1,15				
				dřevěné zdvoje	21,60	2,44	2,44	1,91	1,39	21,60	bo	1,15	60,51	60,51	47,54	34,58
											bo	1,15				
	dřevěné jednoty		7,20	4,09	4,09	2,44	2,44	7,20	bo	1,15	33,86	33,86	20,17	20,17		
									bo	1,15						
	Střecha			361,50	1,14				361,50	bs	1,00	412,11				
										bs	1,00					
				32,25	1,14				32,25	bs	1,00	36,77				
	Vnitřní konstrukce	Stěny		278,20	1,66	1,66	1,66	1,66	278,20	bn						
										bn						
			strop nad suteré	256,38	0,94	0,45	0,45	0,45	256,38	bn	0,4	96,40	46,15	46,15	46,15	
			strop nad garáží	68,25	0,88	0,38	0,38	0,38	68,25	bn	0,57	34,23	14,78	14,78	14,78	
		ΣA	2 106,6					ΣA	2 106,6	$\Sigma A.U.b$	2470	992	845	711		
	h1	kh/K	94,1	převažující teplota		20,00	°C	Ev _p	kWh	252 294	113 226	99 336	86 735			
větráním	h2	kWh/m ³	13,1	V	m ³	5 906	stávající	Ev _v	kWh	77 502	77 502	77 502	77 502			
						5 906	nový									
	podíl Ev _v na Ev								%		23%	41%	44%	47%		
Tepelné zisky	z vnitřních zdrojů tepla						Ev _z	kWh	35 438	35 438	35 438	35 438				
	ze slunečního záření						Ez _s	kWh	17 719	17 719	17 719	17 719				
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	281 955	142 887	128 997	116 396			
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m ³ .a	47,7	24,2	21,8	19,7			
Geometrie budovy	A				V				A/V							
	m ²				m ³				1/m							
	stávající	nová			stávající	nový			stávající	nový						
	1 898	1 898			5 906	5 906			0,32	0,32						
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								ev _N	kWh/m ³ .a	29,0	29,0	29,0	29,0			
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách								ne		ano	ano	ano				

3.4.1.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	252 294	113 226	99 336	86 735	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vppn}	227 354	102 033	89 517	78 161	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
E_{vpEA}	157 660	112 202	97 166	85 634	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	62%	99%	98%	99%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	77 502	77 502	77 502	77 502	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	69 841	69 841	69 841	69 841	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
E_{vvEA}	48 306	47 200	47 200	47 200	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na $n=0,5$ hod-1)
	62%	61%	61%	61%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	35 438	35 438	35 438	35 438	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	28 372	28 372	28 372	28 372	Hodnoty podle ČSN EN 832 ($5W/m^2$) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	80%	80%	80%	80%	
E_{vzEBS}	25 157	25 157	25 157	25 157	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	71%	71%	71%	71%	
E_{vzEA}	9 057	15 094	15 094	15 094	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	26%	43%	43%	43%	

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	17 719	17 719	17 719	17 719	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	25 087	25 087	25 087	25 087	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	142%	142%	142%	142%	
E_{zsEA}	20 036	33 393	33 393	33 393	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	113%	188%	188%	188%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	ΣQ	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den a byt	tepelné zisky od osvětlení na den a byt	tepelné zisky od spotřebičů na den a byt	tepelné zisky na den a byt celkem		Wh/den	kWh	%	kWh
Wh	Wh	Wh	Wh					
1 960	525	4 170	6 655	24	159 730	35 939	70	25 157

OSOBY						
Činnost	Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob/byt	Tepelný zisk za den/byt	
					W	Wh
Spánek	60	13	980	2,0	1960	
Ležení	80					
Sezení, čtení	100					
Lehká práce	120					
OSVĚTLENÍ						
	Produkce tepla	Průměrná obytná plocha bytu	Osvětlená část bytu (cca 1/3)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den/byt
	W/m ²	m ²	m ²	hod		Wh
Žárovky	20,0	43,8	15	6	30%	525
SPOTŘEBIČE		Spotřeba	Tepelný zisk za den		Zisk podle vybavení domácnosti	
		kWh/den	%	Wh	Wh	
Kombinace - chladnička + mraznička		1,5	100	1500	1500	
Sporák		3,1	70	2200	2200	
Pračka		2,0	10	200	200	
Televize		0,2	100	170	170	
Chladnička		0,5	100	500		
Mraznička		0,9	100	900		
Myčka na nádobí		1,6	25	400		
Sušička		2,0	10	200		
Stereo		0,1	100	100	100	
Infrazářič/ventilátor					4170	
CELKEM na byt						

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ	
Plocha oken bez rámu podle světových stran	Okna 1	m ²				105,69	72,74	
	Okna 2	m ²						
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E _{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65	
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97	
Tepelný zisk Q _{ok}	Okna 1	kWh				20 289	4 798	
	Okna 2	kWh						
	Okna 1	kWh	25 087				GJ/rok	90
	Okna 2	kWh					GJ/rok	
	Celkem	kWh	25 087				GJ/rok	90
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73	typ skel znečištění zastínění	Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c _n	0,9		
	T ₁	0,81						
	T ₂	0,9						
	T ₃	1						

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	281 955	142 887	128 997	116 396	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	254 083	128 763	116 246	104 890	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
E_{rEA}	179 783	115 763	100 727	89 195	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	64%	81%	78%	77%	

Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
e_{vN}	29,0	29,0	29,0	29,0	Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_v	47,7	24,2	21,8	19,7	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
		100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{v0}	43,0	21,8	19,7	17,8	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
		90%	90%	90%	
	ne	ano	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	30,4	19,6	17,1	15,1	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
		64%	81%	78%	
	ne	ano	ano	ano	

3.4.2 Bytový dům - vyzdíváný skelet.

3.4.2.1 Objemové řešení.

Koldům - kolektivní dům - byl vystavěn v 50. letech a ve své době patřil mezi moderní stavby. Byl navržen jako dům pro kolektivní bydlení. Vlastní byty měly sloužit k odpočinku, ostatní činnosti (stravování, zaopatření malých dětí, sportovní vyžití) měly být konány společně v prostorách centrální části. Celý objekt má nepravidelný půdorys souměrný podle příčné osy. Skládá se ze dvou zalomených samostatně stojících obytných křídel a střední budovy, která obě křídla spojuje. Ve 2. suterénu střední části je umístěna výměňková stanice, trafostanice a hlavní uzávěr vody.

Výstavba koldomu probíhala ve dvou etapách. Jako první bylo v roce 1952 dokončeno západní křídlo, které bylo provedeno jako ocelový skelet s vyzdíváním obvodovým pláštěm a železobetonovými stropy, v roce 1957 bylo uvedeno do provozu východní křídlo. Východní křídlo je železobetonový monolitický skelet.

Obytná křídla:

V šikmých částech jsou od 2. do 11. nadzemního podlaží situovány mezonetové byty 3+1 se vstupy z chodeb v sudých podlažích. V 1. a 12. nadzemním podlaží jsou byty 1+k a 2+k, v 1. suterénu šikmé části východního křídla jsou byty 1+k, ve 2. suterénu jsou sklepy. Šikmá část západního křídla má pouze jeden suterén, kde jsou sklepní prostory.

Kolmé části obou křídel jsou shodné, mají dva suterény a jedenáct nadzemních podlaží. V obou křídlech jsou ve druhých suterénech nebytové prostory, 1. suterény a 1. - 11. nadzemní podlaží jsou bytová.

Výpočtová část se týká jen jednoho - východního křídla.

Údaje o počtu bytů, plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 2.

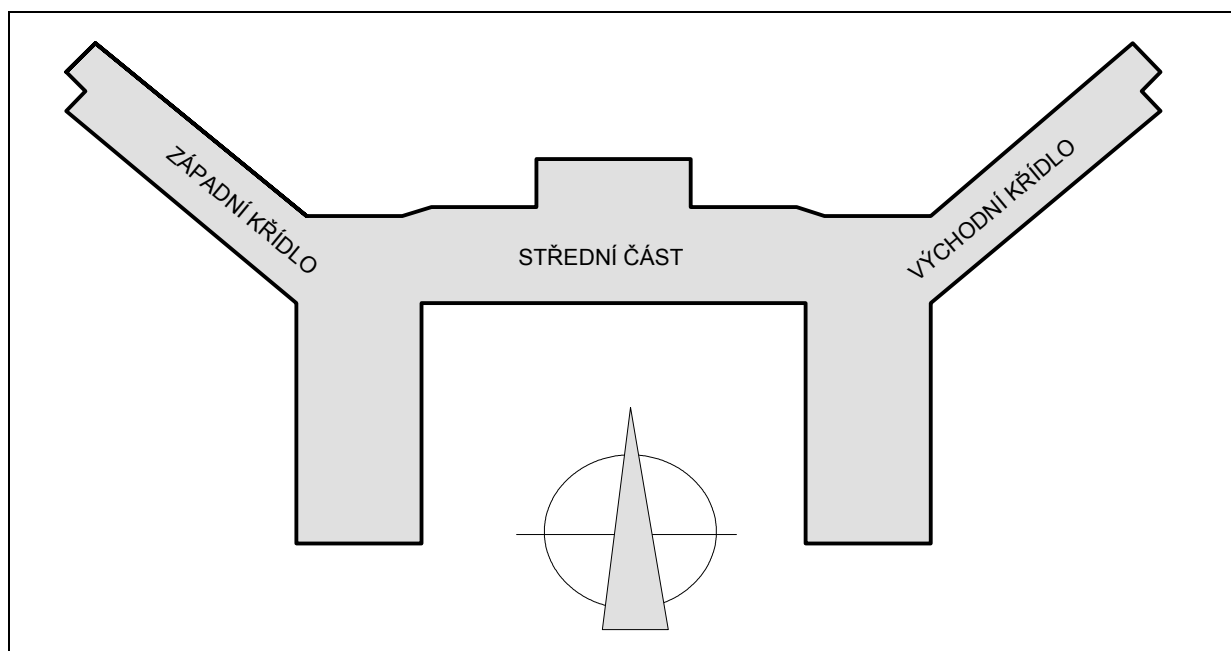
Fotografie východního křídla ze severu je na obrázku 1, uspořádání lodžii na východní straně téhož křídla je na obrázku 2. Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 3.



Obrázek 1.



Obrázek 2.



Obrázek 3.

3.4.2.2 Varianty opatření.

Na základě požadavků vlastníka objektu a památkového ústavu byl při návrhu úprav zachován původní vzhled stavby. Nedochází k dispozičním změnám ani k zásadním změnám v konstrukcích. Generální oprava se netýká střední části, která byla rekonstruována počátkem 90. let. Úpravy ve střední části budou prováděny pouze ve 2. suterénu, kde jsou napojovací místa energií.

Z hlediska objemového řešení je navrženo zateplení všech vnějších stěn ze strany exteriéru obou bytových křídel, úprava nebo výměna oken a ocelových výkladců, zateplení střech a obnovení funkce teras na kolmých částech.

Typ objektu	Bytový dům - vyzdívaný železobetonový skelet
-------------	--

V první variantě jsou posuzována opatření, navržená v projektu, ve variantách II a III jsou posuzována opatření navržená auditorem. Liší se opatřeními na otvorových výplních.

3.4.2.3 Geometrie objektu.

Tabulka 1

PLOCHY BYTŮ A GEOMETRIE								
počet sekcí	počet bytů	počet místností	počet osob	obytná plocha POB -v m ² (součet ploch obytných místností v bytu)		vedlejší plocha PPb v m ² (součet ploch místností příslušenství bytu)		užitková plocha v m ²
				1 byt	celkem	1 byt	celkem	celkem
	44	1+k	44	22	985	6	282	1 267
	1	2+kk	2	34	34	9	9	43
	88	2+k	264	39	3 445	12	1 013	4 458
	50	3+k	150	57	2 838	13	627	3 465
celkem	183		460		7302,37		1 931	9 233
počet osob celkem		460		na 1 byt	2,5	průměrný byt		50,5
PLOCHY V m ²		geo- metrie	PLOCHY V m ²		OBJEMY v m ³			
půdorysná plocha	1 210,8		délka v m	84,6	celkem obestavěný		46 482,5	
		šířka v m	14,3	obestavěný kolmé části s byty		21 439,3		
plocha bytů užitková PU	9 233,0	lodžie a balkóny	plocha lodžií typického podlaží	82,8	obestavěný šikmé části s byty		19 424,4	
zastavěná plocha všech podlaží s byty	14 415,3		plocha lodžií vstupního podlaží	38,2	obestavěný střední části s byty		5 618,8	
			plocha lodžií typických podlaží	566,8	obestavěný všech podlaží s byty		46 482,5	
			plocha lodžií všech podlaží	742,1	vztažený k 1 bytu		254,0	
Zastavěná plocha je součet zastavěných ploch v podlažích s byty. Je to plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí budovy bez balkónů a lodžií		zastavěná plocha	podlaží s byty kolmá část	6 650,7				
			podlaží s byty šikmá část	6 021,4		stávající	nová	
			podlaží s byty střední část	1 743,3	A [m ²]	13 435	13 434,7	
délka části vstupního podlaží s byty v m			konstrukční výška v m	3,2	V [m ³]	46 482	46 482	
šířka části vstupního podlaží s byty v m			počet podlaží	12,0	A/V	0,29	0,29	

3.4.2.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 1.

Vnější stěny

V žádné z technických zpráv není specifikován druh zdiva obvodových stěn. Pravděpodobně jde o zdivo z dutých cihel nebo tvárnic se součinitelem prostupu tepla, který odpovídá zdivu z plných pálených cihel tloušťky 450 mm.

- ♦ *Opatření:* Je navrženo zateplení kontaktním zateplovacím systémem. V 1. a 2. suterénu mají být použity jako tepelná izolace desky z minerálních vláken. Povrchová úprava má být jádrová omítka a keramický glazovaný obklad do obkladového tmelu. Do výšky 22,5 m bude použit jako tepelná izolace pěnový stabilizovaný polystyrén, a nad 22,5 m z požárních důvodů opět desky z minerálních vláken. V projektu je navržena tloušťka tepelné izolace 50 mm, ve variantách navržených auditorem je zvýšena na 100 mm.

Z hlediska ceny zateplovacího systému se jedná jen o zvýšení ceny za tepelnou izolaci, ostatní náklady (lepidla, povrchové vrstvy, oplechování, lešení apod.) zůstávají stejné jako v případě původně navržené tloušťky.

Otvorové výplně

Okna v bytech a na chodbách jsou dřevěná zdvojená, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$ a součinitelem prostupu tepla $k = 2,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. V prostoru hlavního schodiště v hale jsou jednoduše zasklená okna v ocelových rámech, mezipodesty jsou osvětleny kulatými okénky ze sklobetonu. Tato okénka jsou i v prostoru požárního schodiště šikmých křídel. Průběžné chodby v šikmých částech mají zasklení dřevěnými zdvojenými pásy oken, jejichž křídla jsou šoupací. Tato okna jsou ve špatném stavu, křídla jsou netěsná a části rámu jsou shnilé. V 1. nadzemním podlaží je tato chodba zasklena ocelovými výkladci s jednoduchým sklem.

Osvětlení chodby v 1. suterénu šikmé části východního křídla je zajišťováno zastropěním sklobetonovou deskou. V místě napojení sklobetonu na konstrukci budovy dochází k zatékání, navíc prostor chodby není nijak odvětrán, což vede ke kondenzaci vodních par na sklobetonové desce.

- ◆ *Opatření:* Ve variantách I a III je uvažováno s výměnou oken. Podle projektu mají být okna v bytech a průběžných chodbách v šikmých křídlech nahrazena okny plastovými s izolačním dvojsklem. Součinitel prostupu tepla $k = 2,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ve variantě I a $k = 1,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ve variantě III.

V 1. nadzemním podlaží bude prosklená stěna chodby nahrazena okny v hliníkových rámech s přerušným tepelným mostem. V centrální schodišťové chodbě budou ocelové výkladce nahrazeny okny v hliníkových rámech s přerušným tepelným mostem s izolačními dvojskly s horními větracími křídly. Součinitel prostupu tepla $k = 3,7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ve variantě I a $k = 1,9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ve variantě III.

Kulatá sklobetonová okénka budou nahrazena polykarbonátem. Ve štítu kolmé části budou vyměněny vstupní ocelové prosklené stěny a nahrazeny dřevěnými, balkónové stěny v nadzemních podlažích budou plastové s izolačním dvojsklem.

Ve variantě II je navrženo snížení součinitele prostupu tepla na maximální hodnotu $k = 2,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. To je možné buď přidáním třetího skla v přidavném rámečku, nebo výměnou jednoho skla za dvojsklo nebo výměnou vnitřního skla za sklo se selektivním povrchem.

Sklobetonový strop bude vybourán a nahrazen pultovou střechou s ocelovou nosnou konstrukcí a zasklením polykarbonátovými deskami Macrolon. Tato střecha bude napojena na konstrukci prosklené stěny 1. nadzemního podlaží v jedné třetině její výšky. Spodní díl stěny bude nezasklený, opatřený zábradlím a bude sloužit k odvětrání chodby 1. suterénu.

Střecha

V projektové dokumentaci nejsou skladby stávajících střech popsány. Podle zkušeností s obdobnými stavbami ze stejného období byl uvažován součinitel prostupu tepla $k = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

- ◆ *Opatření:* Plochá střecha nad šikmými částmi včetně spojovací haly s kolmými částmi bude zateplena deskami Orsil v celkové tloušťce 100 mm (spádové desky Orsil tl. 20 - 120 mm a desky Orsil tl. 80 mm). Ve 12. nadzemním podlaží kolmých částí bude obnovena funkce terasy. Původní vrstvy střechy budou odstraněny až na nosnou konstrukci a nahrazeny tzv. obrácenou střechou s tepelnou izolací deskami Krasten tl. 2x50 mm. Obdobným způsobem budou opraveny i lodžie.

Stropy nad vnějším prostředím

Vyskytují se v kolmých částech - pokoje nad lodžiami a v přízemí západního křídla. Konkrétní skladby nebyly v dostupné dokumentaci popsány. Sočinitel prostupu tepla byl opět odhadnut podle zkušeností s obdobnými stavbami ze stejného období.

- ◆ *Opatření:* Stropy lodžií budou zatepleny stejným způsobem jako vnější stěny.

Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce tvoří stropy nad prvním resp. druhým podzemním podlažím a stropy nad průběžnými chodbami šikmých částí objektu, stěny do chodeb a stěny do schodiště.

- ◆ *Opatření:* Stropy nad podzemním podlažím budou zaizolovány z ochlazované strany tepelnou izolací na bázi pěnového polystyrénu. V projektu je navržen lignopor tloušťky 30 mm (varianta I), ve variantách navržených auditorem byla tloušťka tepelné izolace zvýšena opět na 100 mm.

Tabulka 1

Součinitelé prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla $k (U)$ ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Vnější stěny	1,40	0,54	0,34	0,34
Střecha	1,20	0,30	0,30	0,30
Lodžie	1,20	0,23	0,23	0,23
Okna zdvojená	2,80	2,80	2,10	1,60
Okna jednoduchá	6,50	3,70	1,90	1,90
Podlaha nad vnějším prostředím	1,20	0,51	0,32	0,32
Vnitřní strop	1,30	0,81	0,37	0,37

3.4.2.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Stavební díl	Plocha stávající m ²	Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K				Plocha nová m ²			A.U.b				
		Stávající řešení	Varianta opatření						Stávající řešení	Varianta opatření			
			1.	2.	3.					1.	2.	3.	
Průčelí	Plná plocha	3768,81	1,40	0,54	0,34	0,34	3768,81	bj	1,00	5276,33	2035,16	1262,55	1262,55
		1265,22	1,40	0,54	0,34	0,34	1265,22	bj	1,00	1771,31	683,22	423,85	423,85
	Luxfery							bj	1,00				
		217,25	3,05	2,44	2,44	2,44	217,25	bj	1,15	661,53	608,60	608,60	608,60
	Plocha jiná 2							bj	1,00				
								bj	1,00				
Štupy	Plná plocha	1352,56	1,40	0,54	0,34	0,34	1352,56	bj	1,00	1893,58	730,38	453,11	453,11
		258,39	1,40	0,54	0,34	0,34	258,39	bj	1,00	361,75	139,53	86,56	86,56
	Plocha jiná 1							bj	1,00				
								bj	1,00				
Otvorové výplně	Okna 1	1763,70	2,44	2,44	1,83	1,39	1763,70	bo	1,15	4940,83	4940,83	3705,62	2823,33
		494,43	2,44	2,44	1,83	1,39	494,43	bo	1,15	1385,10	1385,10	1038,82	791,48
	Okna 2	7,29	5,66	3,22	1,65	1,65	7,29	bo	1,15	47,41	26,99	13,86	13,86
		320,62	5,66	3,22	1,65	1,65	320,62	bo	1,15	2085,07	1186,89	609,48	609,48
Stěcha	Lodžie-podl.	887,98	1,20	0,30	0,30	0,30	887,98	bs	1,00	1065,58	266,39	266,39	266,39
		670,93	1,20	0,23	0,23	0,23	670,93	bs	1,00	805,12	157,00	157,00	157,00
		236,72	1,20	0,30	0,30	0,30	236,72	bs	1,00	284,06	71,02	71,02	71,02
Vnitřní konstrukce	Stěny 70 mm							bn					
		1079,05	2,20	2,20	2,20	2,20	1079,05	bn					
	Stěny 300 mm do suterénu	1068,89	1,20	1,20	1,20	1,20	1068,89	bn					
		429,44	1,30	0,81	0,37	0,37	429,44	bn	0,43	240,06	149,57	68,32	68,32
Podl. do chodby	362,40	1,09	1,09	0,37	0,37	362,40	bn						
Konstrukce NA a POD terénem	Stěny							bz					
		184,10	1,40	1,40	1,40	1,40	184,10	bz	0,57	146,91	146,91	146,91	146,91
	Podlahy	523,75	1,09	1,09	1,09	1,09	523,75	bz	0,4	228,36	228,36	228,36	228,36
		193,87	1,78	1,78	1,78	1,78	193,87	bz	0,4	138,04	138,04	138,04	138,04
Podlaha do exteriéru		577,20	1,20	0,51	0,32	0,32	577,20	bj	1,00	692,64	294,37	184,70	184,70
								bj	1,00				
								bj	1,00				
	ΣA	15 662,6				ΣA	15 662,6	ΣA.U.b	22024	13188	9463	8334	
	h1	kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>		20,00	°C	Evp	kWh	2 220 330	1 388 733	1 038 114	931 791
větráním	h2	kWh/m ³	13,1	V		46 482	stávající	Evv	kWh	609 943	609 943	609 943	609 943
						46 482	nový						
								podíl Evv na Ev	%	22%	31%	37%	40%
Tepelné zisky	z vnitřních zdrojů tepla						Evz	kWh	278 895	278 895	278 895	278 895	
	ze slunečního záření						Ezs	kWh	139 447	139 447	139 447	139 447	
Spotřeba tepelné energie za otopné období							Er	kWh	2 453 765	1 622 168	1 271 549	1 165 226	
Měrná spotřeba tepelné energie							ev	kWh/m ³ .a	52,8	34,9	27,4	25,1	
Geometrie budovy	A						V		A/V				
	m ²						m ³		l/m				
	stávající	nová					stávající	nový	stávající	nový			
	13 435	13 435					46 482	46 482	0,29	0,29			
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie							ev_N	kWh/m ³ .a	28,2	28,2	28,2	28,2	
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách							ne		ne		ano	ano	

3.4.2.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	2 220 330	1 388 733	1 038 114	931 791	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vpn}	2 098 382	1 312 459	981 098	880 614	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{vpEA}	1 813 993	1 130 449	829 508	746 465	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	82%	81%	80%	80%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	609 943	609 943	609 943	609 943	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	576 443	576 443	576 443	576 443	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{vvEA}	434 761	358 334	358 334	358 334	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na $n=0,5$ hod-1)
	71%	59%	59%	59%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	278 895	278 895	278 895	278 895	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	204 174	204 174	204 174	204 174	Hodnoty podle ČSN EN 832 ($5W/m^2$) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	73%	73%	73%	73%	
E_{vzEBS}	177 342	177 342	177 342	177 342	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	64%	64%	64%	64%	
E_{vzEA}	63 843	106 405	106 405	106 405	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	23%	38%	38%	38%	

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	139 447	139 447	139 447	139 447	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	261 533	261 533	261 533	261 533	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	188%	188%	188%	188%	
E_{zsEA}	189 781	316 302	316 302	316 302	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	136%	227%	227%	227%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	ΣQ	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den a byt	tepelné zisky od osvětlení na den a byt	tepelné zisky od spotřebičů na den a byt	tepelné zisky na den a byt celkem		Wh/den	kWh	%	kWh
Wh	Wh	Wh	Wh					
2 463	718	2 760	5 942	183	1 087 323	253 346	70	177 342

OSOBY						
	Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob/byt	Tepelný zisk za den/byt	
			Wh		Wh	
Činnost	Spánek	60	13	980	2,5	2463
	Ležení	80				
	Sezení, čtení	100				
	Lehká práce	120				
OSVĚTLENÍ						
	Produkce tepla	Průměrná obytná plocha bytu	Osvětlená část bytu (cca 1/3)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den/byt
	W/m2	m2	m2	hod		Wh
Žárovky	20,0	39,9	20	6	30%	718
SPOTŘEBIČE						
		Spotřeba	Tepelný zisk za den		Zisk podle vybavení domácnosti	
		kWh/den	%	Wh	Wh	
Kombinace - chladnička + mraznička		1,7	100	1700	1700	
Sporák s odsavačem par		1,4	40	560	560	
Pračka		1,0	10	100	100	
Televize		0,3	100	300	300	
Chladnička		1,0	100	1000		
Mraznička		1,0	100	1000		
Myčka na nádobí		1,3	100	1300		
Sušička		1,6	25	400		
Stereo		1,0	10	100		
Infrazářič/ventilátor		0,1	100	100	100	
CELKEM na byt					2760	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM							
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ
Plocha oken bez rámtů podle světových stran	Okna 1	m ²	1631,23	1774,08			
	Okna 2	m ²					
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E _{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65
Činitel využití slunečního záření	c _{mp}	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97
Tepelný zisk Q _{ok}	Okna 1	kWh	82 431	388 292			
	Okna 2	kWh					
	Okna 1	kWh	470 723			GJ/rok	1 695
	Okna 2	kWh				GJ/rok	
	CELKEM	kWh	470 723			GJ/rok	1 695
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73		Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c _n	0,9	
	T ₁	0,81	typ skel				
	T ₂	0,9	znečištění				
	T ₃	1	zastínění				

Typ objektu	Bytový dům - vyzdívaný železobetonový skelet
-------------	--

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	2 453 765	1 622 168	1 271 549	1 165 226	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{r0}	2 318 996	1 533 073	1 201 711	1 101 228	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{rEA}	2 020 491	1 108 346	807 405	724 363	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	82%	68%	63%	62%	

Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie
		1.	2.	3.	
e_{VN}	28,2	28,2	28,2	28,2	

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_V	52,8	34,9	27,4	25,1	Budova vyhovuje pro variantu II., kdy dochází k zateplení neprůsvitných konstrukcí a snížení součinitele prostupu tepla okenvýměně oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{V0}	49,9	33,0	25,9	23,7	Budova vyhovuje pro variantu II., kdy dochází k zateplení neprůsvitných konstrukcí a snížení součinitele prostupu tepla okenvýměně oken.
	95%	95%	95%	95%	
	ne	ne	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	43,5	23,8	17,4	15,6	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
	82%	68%	63%	62%	
	ne	ano	ano	ano	

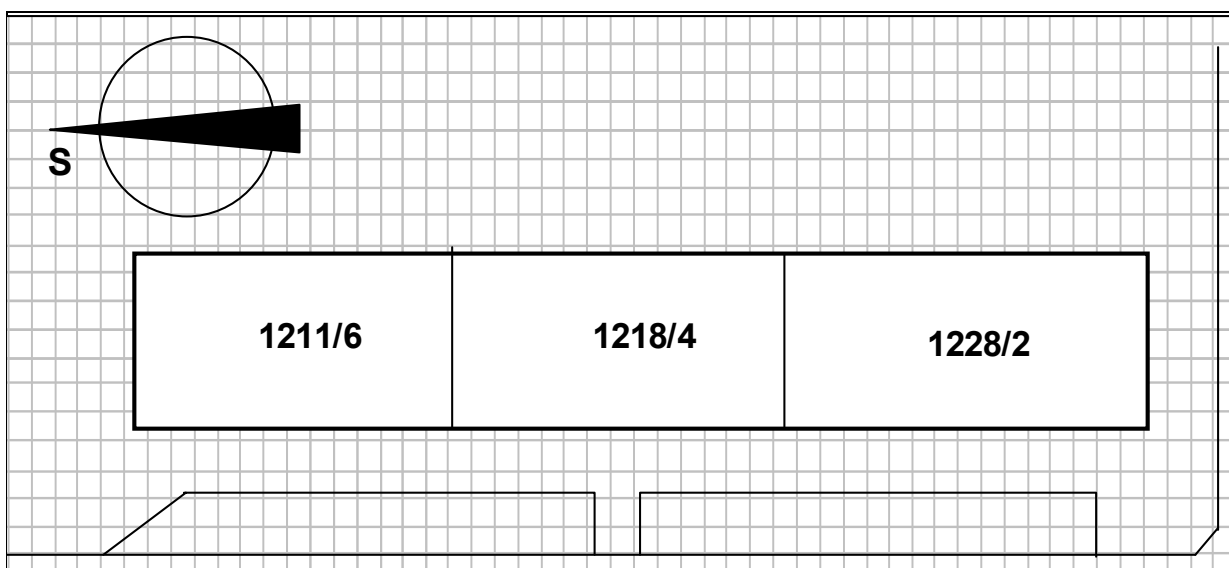
3.4.3 Bytový dům - vyzdívaný skelet.

3.4.3.1 Objemové řešení.

Řadový dům v Praze má jedno podzemní a pět nadzemních podlaží. Dům je tvořen třemi sekcemi, které jsou navzájem odděleny dilatačními spárami. První nadzemní podlaží je vstupní, v prvním podzemním podlaží je společné příslušenství bytů jako jsou sušárny, prádelny, sklepy apod.

Na obou průčelích i štítech jsou balkóny. Údaje o počtu bytů, plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 1.

Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 1, západní průčelí domu je na obrázku 1, východní průčelí je na obrázku 2.



Obrázek 1.



Obrázek 2.



Obrázek 3.

3.4.3.2 Varianty opatření.

Je navrženo zateplení všech vnějších stěn ze strany exteriéru té části objektu, ve které jsou umístěny byty. Vnější stěny podzemního podlaží, které jsou nad úrovní terénu zateplovány nebudou.

Plochá jednoplášťová střecha bude nahrazena střešní nástavbou, ve které budou umístěny další byty. Stěny mezi byty a schodištěm zateplovány nebudou, protože by u schodiště došlo k zúžení průchozí šířky.

Pro otvorové výplně jsou navržena tři různá opatření. Ve variantě I se předpokládá pouze jejich utěsnění, ve variantě II je navrženo těsnění, repase a opatření na snížení součinitele prostupu tepla zasklení a ve variantě III je uvažováno s jejich výměnou.

Luxfery ve schodištích budou podle požadavků investora vyměněny opět za luxfery, ale ve variantě II. a III je uvažována výměna okenních křidel.

Typ objektu	Bytový dům - vyzdívaný železobetonový skelet
-------------	--

3.4.3.3 Geometrie objektu.

Tabulka 1

PLOCHY BYTŮ A GEOMETRIE								
	struktura							
	počet bytů	počet místností	počet osob	obytná plocha POB -v m ² (součet ploch obytných místností v bytu)		vedlejší plocha PPb v m ² (součet ploch místností příslušenství bytu)		užitková plocha v m ²
počet sekcí				1 byt	celkem	1 byt	celkem	celkem
	12	1+kk	12	27	323	6	73	396
	24	3+k	96	62	1 490	18	426	1 917
celkem	42		132		2204,82		606	2 811
počet osob celkem		132		na 1 byt	3,1	průměrný byt		66,9
PLOCHY V m ²		PLOCHY V m ²			OBJEMY v m ³			
půdorysná plocha	718,3	geo- metrie	délka v m	65,3	celkem obestavěný		11 143,7	
			šířka v m	11,0	obestavěný typického podlaží		2 211,3	
plocha bytů užitková PU	2 810,7	lodžie a balkóny	plocha lodžii typického podlaží	27,3	obestavěný vstupního podlaží s byty		2 298,6	
zastavěná plocha všech podlaží s byty	3 482,4		plocha lodžii vstupního podlaží	0,0	obestavěný všech typických podlaží		8 845,2	
			plocha lodžii typických podlaží	109,1	obestavěný všech podlaží s byty		11 143,7	
			plocha lodžii všech podlaží	109,1	vztažený k 1 bytu		265,3	
Zastavěná plocha je součet zastavěných ploch v podlažích s byty. Je to plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí budovy bez balkónů a lodžii		zastavěná plocha	zastavěná plocha typického podlaží	691,0				
			zastavěná plocha vstupního podlaží s byty	718,3		stávající	nová	
			zastavěná plocha všech typických podlaží	2 073,1	A [m ²]	3 921	3 920,9	
			konstrukční výška v m	3,2	V [m ³]	11 144	11 144	
			počet n.p. podlaží s byty	5,0	A/V	0,35	0,35	

3.4.3.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 2.

Objekt byl postaven na přelomu čtyřicátých a padesátých let (výkresová dokumentace je z let 1947 až 1949). Nosnou část budovy tvoří monolitický železobetonový skelet, výplňové konstrukce jsou zděné.

Vnější stěny

Jako podklad při posuzování objektu byla k dispozici původní výkresová dokumentace ke střední sekci domů bez technické zprávy. Z výkresů je zřejmé, že se jedná o zdivo, ale není specifikován druh. Tloušťka stěn je v prvním nadzemním podlaží a v průčelí v místech modulů s jednostranně zapuštěnými balkóny 450 mm. Ostatní stěny mají podle výkresů tloušťku 300 mm. V místech, kde je na domech opadaná omítka je zřetelně vidět keramické zdivo. Podle výšky cihel nejde o cihly plné pálené, ale pravděpodobně byly použity cihly duté, které mají při tloušťce stěny 300 mm obdobné tepelné izolační schopnosti, jako stěny tloušťky 450 mm z plných pálených cihel.

- ♦ *Opatření:* Všechny vnější stěny budovy zatepleny ze strany exteriéru kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu v tloušťce 100 mm.

Otvorové výplně

Tvoří je dřevěná zdvojená okna, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$, luxfery ve schodištích a jednoduše zasklená okna v nich.

- ◆ **Opatření:** Ve variantě I je uvažováno pouze s provedením těsnění mezi rámem okna a rámem křídla a s vyplněním spáry mezi rámem okna a stěnou polyuretanovou pěnou.

Ve variantě II je u oken do bytů navrženo snížení součinitele prostupu tepla na maximální hodnotu $k = 2,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. To je možné buď přidáním výměnou jednoho skla za dvojsklo nebo výměnou vnitřního skla za sklo se selektivním povrchem. Dále je navržena výměna jednoduchých oken v luxferových stěnách za okna zdvojená nebo jednoduchá s dvojsklem se součinitelem prostupu tepla $k = 2,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Varianta III předpokládá výměnu oken v bytech za okna nová se zaklením, které zajistí součinitel prostupu tepla maximálně $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Pro jednoduchá okna ve schodištích platí stejná opatření jako ve variantě II.

Střecha

Podle původní výkresové dokumentace se jedná o střechu plochou. U vrstvy s označením tepelná izolace opět není specifikován materiál, ale vzhledem k tomu, že je na této vrstvě ještě vrstva škvárovápenobetonu, byl uvažován ve výpočtu násyp ze škváry.

- ◆ **Opatření:** Plochá střecha bude nahrazena střechou šikmou. V mezistřešním prostoru budou zřízeny byty.

Stropy nad vnějším prostředím

Tři střední moduly na západním průčelí jsou předsazené o 1 m. Podlahy obytných místností v druhém nadzemním podlaží v tomto arkýři jsou ochlazovány ze spodní strany. Podle výkresové dokumentace je skladba podlah v těchto místech shodná s podlahami v prvním nadzemním podlaží nad sklepy.

- ◆ **Opatření:** Tyto části domů budou zatepleny shodně s vnějšími stěnami tepelnou izolací z pěnového polystyrénu v tloušťce 100 mm.

Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce tvoří stropy nad prvním podzemním podlažím, stropy nad vstupy a stěny do schodiště. Podlahy na těchto stropěch v obytných místnostech mají nášlapnou vrstvu z vlýsek. Jako tepelná izolace je opět uvažován násyp škváry pod hrubou podlahou z prken.

Stěny do schodiště jsou opět cihelné, tloušťky 150 mm.

- ◆ **Opatření:** Stropy nad podzemním podlažím a vstupy budou zaizolovány z ochlazované strany tepelnou izolací na bázi pěnového polystyrénu tloušťky 40 mm s nebo bez povrchové úpravy v závislosti na jejich umístění v dispozici objektu. Stěny do schodiště zateplovány nebudou.

Tabulka 2

Součinitele prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla k (U) ve $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Vnější stěny	1,50	0,32	0,32	0,32
Střecha jednoplášťová	1,40	0,00	0,00	0,00
Podlaha nad sklepy	1,10	0,60	0,60	0,60
Strop nad vnějším prostředím	1,10	0,30	0,30	0,30
Okno zdvojené a balkónové dveře	2,80	2,80	2,20	1,60

3.4.3.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát	prostupem	Stavební díl		Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K			Plocha nová			A.U.b				
		Plocha stávající	Stávající řešení	Varianta opatření						Plocha stávající	Stávající řešení	Varianta opatření		
				m ²	1.	2.	3.	m ²	1.			2.	3.	
	Průčelí	Plná plocha	1439,32	1,50	0,32	0,32	0,32	1439,32	bj	1,00	2158,98	460,58	460,58	460,58
			34,31	1,50	0,32	0,32	0,32	34,31	bj	1,00	51,47	10,98	10,98	10,98
	Luxfery		5,28	2,61	2,61	2,61	2,61	5,28	bo	1,15	13,78	15,85	15,85	15,85
			105,07	2,61	2,61	2,61	2,61	105,07	bo	1,15	274,23	315,37	315,37	315,37
	Štupy	Plná plocha	392,62	1,50	0,32	0,32	0,32	392,62	bj	1,00	588,93	125,64	125,64	125,64
									bj	1,00				
	Otvorové výplně	Okna	522,96	2,44	2,44	1,91	1,39	522,96	bo	1,15	1465,02	1465,02	1151,09	837,15
									bo	1,15				
			3,84	4,52	4,52	2,44	2,44	3,84	bo	1,15	19,98	19,98	10,76	10,76
										bo	1,15			
	Proskené stěny vč. dveří								bo	1,15				
									bo	1,15				
			12,30	5,66	5,66	5,66	4,09	12,30	bo	1,15	79,99	79,99	79,99	57,84
	Síťevka		655,88	1,40				655,88	bs	1,00	918,23			
									bs	1,00				
			45,36	1,40				45,36	bs	1,00	63,50			
	Vnitřní konstrukce	Stěny	708,48	2,20	2,20	2,20	2,20	708,48	bn					
									bn					
		Podlahy	539,34	1,10	0,60	0,60	0,60	539,34	bn	0,43	255,11	139,15	139,15	139,15
			43,50	1,10	0,60	0,60	0,60	43,50	bn	0,43	20,58	11,22	11,22	11,22
Podlaha do exteriéru		42,30	1,10	0,30	0,30	0,30	42,30	bj	1,00	46,53	12,69	12,69	12,69	
								bj	1,00					
								bj	1,00					
	ΣA	5 257,3					ΣA	5 257,3	ΣA.U.b	5964	2665	2341	2005	
	h1	kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>		20,00 °C	Ev_p	kWh	610 866	300 277	269 861	238 228		
větráním		h2	kWh/m ³	13,1	V	m ³	11 144	stávající	Ev_v	kWh	146 228	146 228	146 228	146 228
							11 144	nový						
		podíl Ev_v na Ev						%		19%	33%	35%	38%	
Tepelné zisky		z vnitřních zdrojů tepla					Ev_z	kWh	66 862	66 862	66 862	66 862		
		ze slunečního záření					Ez_s	kWh	33 431	33 431	33 431	33 431		
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	666 830	356 240	325 825	294 192	
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m ³ .a	59,8	32,0	29,2	26,4	
Geometrie budovy	A					V				A/V				
	m ²					m ³				l/m				
	stávající	nová				stávající	nový			stávající	nový			
	3 921	3 921			11 144	11 144			0,35	0,35				
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								e_{VN}	kWh/m ³ .a	29,8	29,8	29,8	29,8	
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách										ne	ne	ano	ano	

3.4.3.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát **Ev_{vp}**.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
Ev_{vp}	610 866	300 277	269 861	238 228	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
Ev_{vpn}	550 481	270 594	243 185	214 679	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
Ev_{vpEA}	576 053	283 508	250 853	223 998	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	94%	94%	93%	94%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	146 228	146 228	146 228	146 228	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	131 773	131 773	131 773	131 773	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
E_{vveA}	105 538	102 930	102 930	102 930	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na n=0,5 hod-1)
	72%	70%	70%	70%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	66 862	66 862	66 862	66 862	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	59 530	59 530	59 530	59 530	Hodnoty podle ČSN EN 832 (5W/m ²) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	89%	89%	89%	89%	
E_{vzEBS}	52 126	52 126	52 126	52 126	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	78%	78%	78%	78%	
E_{vzEA}	14 288	23 814	23 814	23 814	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	21%	36%	36%	36%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	ΣQ	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den a byt	tepelné zisky od osvětlení na den a byt	tepelné zisky od spotřebičů na den a byt	tepelné zisky na den a byt celkem		Wh/den	kWh		
Wh	Wh	Wh	Wh					
3 080	630	4 170	7 880	42	330 958	74 466	70	52 126

OSOBY							
		Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob/byt	Tepelný zisk za den/byt	
		W	hod	Wh		Wh	
Činnost	Spánek	60	13	980	3,1	3080	
	Ležení	80					
	Sezení, čtení	100					
	Lehká práce	120					
OSVĚTLENÍ							
		Produkce tepla	Průměrná obytná plocha bytu	Osvětlená část bytu (cca 1/3)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	
		W/m2	m2	m2	hod	Wh	
Žárovky		20,0	52,5	17	6	30%	630
SPOTŘEBIČE				Spotřeba	Tepelný zisk za den		Zisk podle vybavení domácnosti
				kWh/den	%	Wh	Wh
Kombinace - chladnička + mraznička				1,5	100	1500	1500
Sporák s odsavačem par				3,1	70	2200	2200
Pračka				2,0	10	200	200
Televize				0,2	100	170	170
Chladnička				0,5	100	500	
Mraznička				0,5	100	500	
Myčka na nádobí				0,9	100	900	
Sušička				1,6	25	400	
Stereo				2,0	10	200	
Infrazářič/ventilátor				0,1	100	100	100
CELKEM na byt						4170	

Typ objektu	Bytový dům - vyzdívaný železobetonový skelet
-------------	--

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	33 431	33 431	33 431	33 431	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	54 984	54 984	54 984	54 984	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	164%	164%	164%	164%	
E_{zsEA}	40 160	66 933	66 933	66 933	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	120%	200%	200%	200%	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM							
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ
Plocha oken bez rámu podle světových stran	Okna 1	m ²	11,23	15,55	404,50		
	Okna 2	m ²					
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E_{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97
Tepelný zisk Q_{ok}	Okna 1	kWh	568	3 404	51 013		
	Okna 2	kWh	2	12	184		
	Okna 1	kWh	54 984			GJ/rok	198
	Okna 2	kWh	198			GJ/rok	1
	Celkem	kWh	55 182			GJ/rok	199
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73			Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c_n	0,9
	T ₁	0,81	typ skel				
	T ₂	0,9	znečištění				
	T ₃	1	zastínění				

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	666 830	356 240	325 825	294 192	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	600 912	321 025	293 616	265 110	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
E_{rEA}	632 587	304 766	272 111	245 256	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	95%	86%	84%	83%	

Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie
		1.	2.	3.	
e_{VN}	29,8	29,8	29,8	29,8	

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_v	59,8	32,0	29,2	26,4	Budova vyhovuje pro variantu II., kdy dochází k zateplení neprůsvitných konstrukcí a snížení součinitele prostupu tepla oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Typ objektu	Bytový dům - vyzdívaný železobetonový skelet
-------------	--

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{Vo}	53,9	28,8	26,3	23,8	Budova vyhovuje pro variantu II., kdy dochází k zateplení neprůsvitných konstrukcí a snížení součinitele prostupu tepla oken.
	90%	90%	90%	90%	
	ne	ano	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	56,8	27,3	24,4	22,0	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
	95%	86%	84%	83%	
	ne	ano	ano	ano	

3.4.1 Panelový řadový bytový dům B - 60.

3.4.1.1 Objemové řešení.

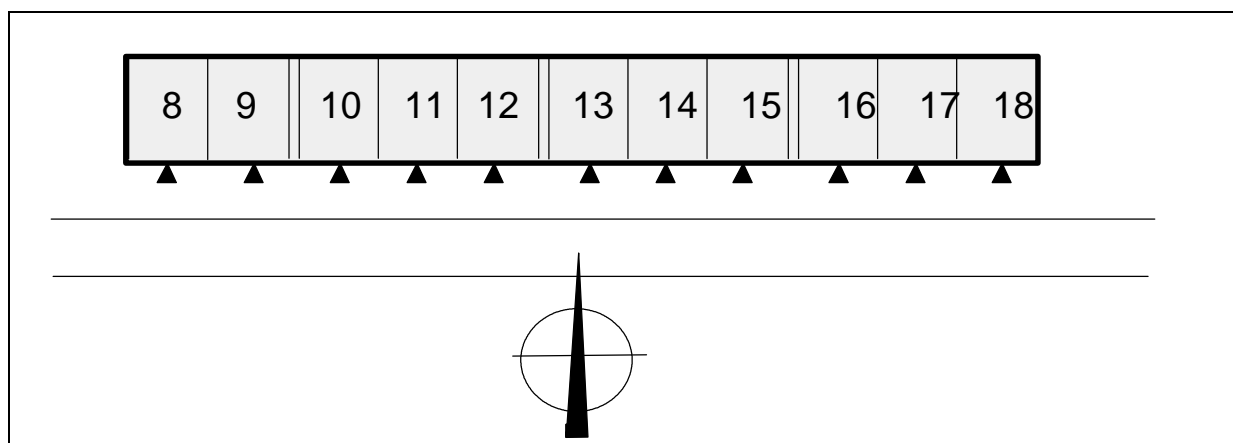
Řadový dům postavený ve stavební soustavě B 60 je tvořen jednou dvojsekcí a třemi trojsekcemi. Dům má devět nadzemních podlaží. První nadzemní podlaží je vstupní, se společným příslušenstvím bytů jako jsou sušárny, místnosti pro kola a kočárky, sklepy apod. Pod tímto podlažím je průchozí instalační kanál, kterým jsou vedeny všechny rozvody.

Na severním průčelí jsou zapuštěné vstupy a francouzská okna se zábradlím. Údaje o plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 1.

Fotografie objektu je na obrázku 1. Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 2.



Obrázek 1.



Obrázek 2.

3.4.1.2 Varianty opatření.

U neprůsvitných konstrukcí je ve všech variantách navrženo zateplení z ochlazované strany.

Pro otvorové výplně jsou navržena tři různá opatření. Ve variantě I se předpokládá pouze jejich utěsnění a repase, ve variantě II je navrženo těsnění, repase a opatření na snížení součinitele prostupu tepla zasklení a ve variantě III je uvažováno s jejich výměnou

Typ objektu	panelový řadový bytový dům B - 60
-------------	-----------------------------------

3.4.1.3 Geometrie objektu.

Tabulka 2

PLOCHY BYTŮ A GEOMETRIE							
	počet bytů		počet osob	obytná plocha POB -v m ² (součet ploch obytných místností v bytu)	vedlejší plocha PPb v m ² (součet ploch místností příslušenství bytu)	užitková plocha v m ²	
celkem	280		744	12 107	3 366	15 473	
počet osob celkem		744		na 1 byt 2,7	průměrný byt	55,3	
PLOCHY v m ²			PLOCHY v m ²		OBJEMY v m ³		
půdorysná plocha	2 323,0	geo- metrie	délka v m	213,3	celkem obestavěný		52 964,4
			šířka v m	10,9	obestavěný typického podlaží		6 620,6
plocha bytů užitková PU	15 472,6	lodžie a balkóny	plocha lodžii typického podlaží	0,0	obestavěný vstupního podlaží s byty		0,0
zastavěná plocha všech podlaží s byty	18 584,0		plocha lodžii vstupního podlaží vč. zapuř. závětrří	0,0	obestavěný všech typických podlaží		52 964,4
			plocha lodžii typických podlaží	0,0	obestavěný všech podlaží s byty		52 964,4
			plocha lodžii všech podlaží	0,0	vztažený k 1 bytu		189,2
Zastavěná plocha je součet zastavěných ploch v podlažích s byty. Je to plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí budovy bez balkónů a lodžii		zastavěná plocha	zastavěná plocha typického podlaží	2 323,0			
			zastavěná plocha vstupního podlaží s byty	0,0		stávající	nová
			zastavěná plocha všech typických podlaží	18 584,0	A [m ²]	14 789	14 789,5
délka části vstupního podlaží s byty v m			konstrukční výška v m	2,85	V [m ³]	52 964	52 964
šířka části vstupního podlaží s byty v m			počet typických podlaží	8,0	A/V	0,28	0,28

3.4.1.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 1.

Vnější stěny

Obvodový plášť je keramický. Ve štítech jsou celostěnové panely, průčelí mají plášť složený z keramických panelů parapetních a keramických meziokenních vložek. Tloušťka štítových a parapetních panelů je 270 mm, meziokenní vložky mají tloušťku 215 mm. Na štítech je dodatečné zateplení pěnovým polyuretanem v tloušťce cca 30 mm vkládaným do dřevěného roštu. Vnější obklad tvoří umělohmotné lamely. Z vnitřní strany mají štíty podle původní technické zprávy perlitovou omítku v tloušťce 20 až 40 mm.

- ♦ **Opatření:** Starý obklad ze štítů bude demontován a všechny vnější stěny budou zatepleny ze strany exteriéru kontaktním zateplovacím systémem. Jako tepelná izolace může být do výšky 22,5 m použit pěnový polystyrén, nad tuto výšku musí být z požárních důvodů použita minerální vlákna. Tloušťka tepelné izolace je navržena 100 mm.

Otvorové výplně

Okna jsou dřevěná zdvojená, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$.

- ♦ **Opatření:** Ve variantě I je uvažováno pouze s provedením těsnění mezi rámem okna a rámem křídla a s vyplněním spáry mezi rámem okna a panelem polyuretanovou pěnou. Ve variantě II je navrženo snížení součinitele prostupu tepla na maximální hodnotu $k = 2,2 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$. To je možné buď přidáním třetího skla v přidavném rámečku (nutno

prověřit závěsy s ohledem na jejich vyšší zatížení), nebo výměnou jednoho skla za dvoj-sklo (opět je nutné prověřit závěsy s ohledem na jejich vyšší zatížení), nebo výměnou vnitřního skla za sklo se selektivním povrchem a celkovou opravou okna, tzv. repasí oken.

Varianta III předpokládá výměnu oken za okna nová se zasklením, které zajistí součinitel prostupu tepla maximálně $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Budou užitá okna zabezpečující hygienické větrání místností, např. s mikroventilací.

Střecha

Plochá nevětraná jednoplášťová střecha má spádový podsyp z písku, tloušťky 30 až 160 mm. Tepelnou izolaci tvoří plynosilikátové tvárnice tloušťky 200 mm, na kterých je natavena živičná krytina.

- ♦ *Opatření:* Plochá střecha bude zateplena pěnovým polystyrénem nebo deskami z minerálních vláken v tloušťce 130 mm.

Strop nad vnějším prostředím

Dům má zapuštěné vstupy, takže část podlah bytů v druhém nadzemním podlaží je nad vnějším prostředím. V podlahách je vloženo podle původní dokumentace 40 mm polystyrénu a z vnější strany jsou zde sice tepelně-izolační podhledy, ale s nedostatečnou tloušťkou tepelné izolace - cca 20 mm polystyrénu.

- ♦ *Opatření:* Stávající podhled bude odstraněn a nahrazen zateplením s tepelnou izolací z minerálních vláken v tloušťce 100 mm.

Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce tvoří stropy nad prvním nadzemním podlažím a stěny do schodiště. Na stropních železobetonových panelech tloušťky 120 mm je podlaha o celkové tloušťce cca 60 mm s tepelnou izolací z desek Isoplat tloušťky 3x15 mm. Stěny do schodiště a do dilatace mají podle projektové dokumentace perlitovou omítku v tloušťce cca 30 mm.

- ♦ *Opatření:* Stropy nad podzemním podlažím budou zaizolovány z ochlazované strany tepelnou izolací na bázi pěnového polystyrénu nebo minerálních vláken tloušťky 70 mm s nebo bez povrchové úpravy v závislosti na jejich umístění v dispozici objektu. Přestože jsou v některých místnostech vstupního podlaží umístěna otopná tělesa je zateplení je navrženo nad celým podlažím. Důvodem je to, že se jedná o místnosti s občasným vytápěním jejichž užití může být v průběhu let měněno. Stěny do schodiště zateplovány nebudou, protože by došlo ke zmenšení průchozí šířky pod přípustnou hranici.

Tabulka 2

Součinitelé prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla k (U) ve $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Štít - zateplený keramický panel	0,63	0,33	0,33	0,33
Průčelí - parapetní keramický panel	1,38	0,33	0,33	0,33
Průčelí - keramické meziokenní vložky	1,60	0,25	0,25	0,25
Střecha	0,80	0,24	0,24	0,24
Strop nad vnějším prostředím	0,60	0,25	0,25	0,25
Okna zdvojená	2,80	2,80	2,20	1,60
Strop nad vstupním podlažím	1,00	0,39	0,39	0,39
Stěny do schodiště	1,90	1,90	1,90	1,90
Stěny do dilatace	1,90	1,90	1,90	1,90

3.4.1.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát	prostupem	Stavební díl		Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K			Plocha nová	A.U.b							
		Plocha stávající	Stávající řešení	Varianta opatření				Plocha nová	Stávající řešení	Varianta opatření					
				m ²	1.	2.	3.			m ²	1.	2.	3.		
včetně	Průčelí	Keram.panel	3692,32	1,38	0,33	0,33	0,33	3692,32	bj	1,00	5095,40	1200,00	1200,00	1200,00	
		Plná plocha							bj	1,00					
		Keram.panel	396,00	1,38	0,33	0,33	0,33	396,00	bj	1,00	546,48	128,70	128,70	128,70	
		MIV	1255,68	1,60	0,25	0,25	0,25	1255,68	bj	1,00	2009,09	311,41	311,41	311,41	
		MIV							bj	1,00					
		MIV	126,72	1,60	0,25	0,25	0,25	126,72	bj	1,00	202,75	31,43	31,43	31,43	
	Štíty	Zat. panel	497,12	0,63	0,33	0,33	0,33	497,12	bj	1,00	313,68	161,56	161,56	161,56	
		Plná plocha							bj	1,00					
									bj	1,00					
	Otvorové vyplně	Okna 1		3876,48	2,44	2,44	1,91	1,39	3876,48	bo	1,15	10859,57	10859,57	8532,52	6205,47
				380,16	2,44	2,44	1,91	1,39	380,16	bo	1,15	1064,98	1064,98	836,77	608,56
										bo	1,15				
	Střeška		2040,55	0,80	0,24	0,24	0,24	2040,55	bs	1,00	1632,44	489,73	489,73	489,73	
									bs	1,00					
			210,67	0,80	0,24	0,24	0,24	210,67	bs	1,00	168,54	50,56	50,56	50,56	
	Vnitřní konstrukce	Stěny							bn						
				3571,39	1,90	1,90	1,90	1,90	3571,39	bn					
		Podlahy		1977,98	1,00	0,39	0,39	0,39	1977,98	bn	0,57	1127,45	435,20	435,20	435,20
										bn					
				1456,92	1,90	1,90	1,90	1,90	1456,92	bn					
Dilatace								bn							
								bn							
								bn							
Podlaha do exteriéru		62,57	0,60	0,25	0,25	0,25	62,57	bj	1,00	37,54	15,89	15,89	15,89		
								bj	1,00						
								bj	1,00						
ΣA		19 544,6					ΣA	19 544,6	ΣA.U.b	23058	14749	12194	9639		
h1	kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>			20,00	°C	Evp	kWh	2 354 215	1 572 166	1 331 660	1 091 153		
h2	kWh/m ³	13,1	V			52 964	stávající	Evv	kWh	694 999	694 999	694 999	694 999		
			V			52 964	nový								
Tepelné zisky	z vnitřních zdrojů tepla							Evs	kWh	317 786	317 786	317 786	317 786		
	ze slunečního záření							Ezs	kWh	158 893	158 893	158 893	158 893		
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	2 620 202	1 838 153	1 597 647	1 357 141		
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m ³ .a	49,5	34,7	30,2	25,6		
Geometrie budovy	A		V		A/V										
	m ²		m ³		l/m										
	stávající	nová	stávající	nový	stávající	nový	0,28	0,28							
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								evN	kWh/m ³ .a	27,9	27,9	27,9	27,9		
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách										ne	ne	ne	ano		

3.4.1.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp}.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	2 341 141	1 572 166	1 331 660	1 091 153	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vpn}	2 216 917	1 488 745	1 261 000	1 033 256	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{vpEA}	2 246 999	1 443 088	1 179 346	963 740	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	96%	92%	89%	88%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv}.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	694 999	694 999	694 999	694 999	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvN}	658 121	658 121	658 121	658 121	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{vvEA}	786 715	601 798	601 798	601 798	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na n=0,5 hod-1)
	113%	87%	87%	87%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz}.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	317 786	317 786	317 786	317 786	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	337 049	337 049	337 049	337 049	Hodnoty podle ČSN EN 832 (5W/m ²) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	106%	106%	106%	106%	
E_{vzEBS}	331 621	331 621	331 621	331 621	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	104%	104%	104%	104%	
E_{vzEA}	119 383	198 972	198 972	198 972	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	38%	63%	63%	63%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	Σ Q	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den a byt	tepelné zisky od osvětlení na den a byt	tepelné zisky od spotřebičů na den a byt	tepelné zisky na den a byt celkem		Wh/den	kWh		
Wh	Wh	Wh	Wh	280	2 042 000	473 744	70	331 621
2 604	519	4 170	7 293					

OSOBY							
		Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob/byt	Tepelný zisk za den/byt	
		W	hod	Wh		Wh	
Činnost	Spánek	60	13	980	2,7	2604	
	Ležení	80					
	Sezení, čtení	100					
	Lehká práce	120					
OSVĚTLENÍ							
		Produkce tepla	Průměrná obytná plocha bytu	Osvětlená část bytu (cca 1/3)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	
		W/m2	m2	m2	hod	Wh	
Žárovky		20,0	43,2	14	6	30%	519
SPOTŘEBIČE				Spotřeba	Tepelný zisk za den		Zisk podle vybavení domácnosti
				kWh/den	%	Wh	Wh
Kombinace - chladnička + mraznička				1,5	100	1500	1500
Sporák				3,1	70	2200	2200
Pračka				2,0	10	200	200
Televize				0,2	100	170	170
Chladnička				0,5	100	500	
Mraznička				0,9	100	900	
Myčka na nádobí				1,6	25	400	
Sušička				2,0	10	200	
Stereo				0,1	100	100	100
Infrazářič/ventilátor				0,3	100	300	
CELKEM na byt						4170	

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	158 893	158 893	158 893	158 893	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	470 723	470 723	470 723	470 723	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	296%	296%	296%	296%	
E_{zsEA}	298 489	497 482	497 482	497 482	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	188%	313%	313%	313%	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ	
Plocha oken bez rámu podle světových stran	Okna 1	m ²	1631,23	1774,08	0,00	0,00	0,00	
	Okna 2	m ²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E_{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65	
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97	
Tepelný zisk Q_{ok}	Okna 1	kWh	82 431	388 292	0	0	0	
	Okna 2	kWh	297	1 398	0	0	0	
	Okna 1	kWh	470 723			GJ/rok	1 695	
	Okna 2	kWh	1 695			GJ/rok	6	
	Celkem	kWh	472 418			GJ/rok	1 701	
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73	Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c_n	0,9			
	T ₁	0,81						typ skel
	T ₂	0,9						znečištění
	T ₃	1						zastínění

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	2 607 128	1 838 153	1 597 647	1 357 141	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{r0}	2 468 790	1 740 619	1 512 874	1 285 129	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{rEA}	2 657 629	1 418 078	1 154 335	938 730	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	102%	77%	72%	69%	

3.4.1.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
e_{vN}	27,9	27,9	27,9	27,9	Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_v	49,2	34,7	30,2	25,6	Budova je vyhovující jen pro třetí variantu opatření kdy dochází k výměně oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ne	ano	

Typ objektu	panelový řadový bytový dům B - 60
-------------	-----------------------------------

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{vo}	46,6	32,9	28,6	24,3	Budova je vyhovující jen pro třetí variantu opatření kdy dochází k výměně oken.
	95%	95%	95%	95%	
	ne	ne	ne	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	50,2	26,8	21,8	17,7	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
	102%	77%	72%	69%	
	ne	ano	ano	ano	

3.4.2 Panelový bodový bytový dům T 06 B.

3.4.2.1 Objemové řešení.

Bodový bytový dům má jedno podzemní a čtyři nadzemní podlaží. Je postaven ve stavební soustavě T 06 B.

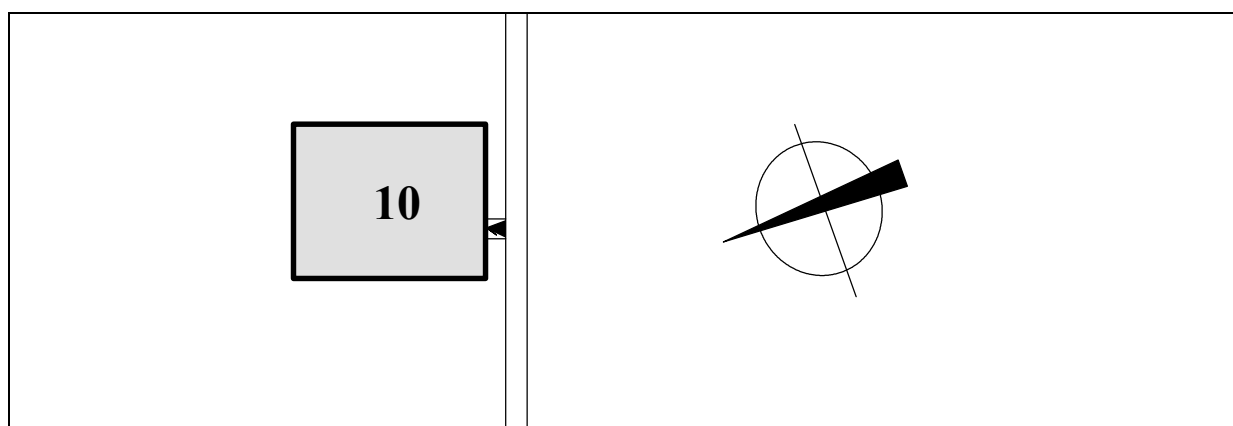
První nadzemní podlaží je vstupní, jsou zde umístěny čtyři bytové jednotky. V podzemním podlaží je společné příslušenství bytů.

Na obou průčelích jsou předsazené bytové lodžie. Údaje o počtu bytů, plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 1.

Na obrázku 1 je fotografie sousedního objektu, který je s posuzovaným stejný, ale má zateplené štíty. Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 2.



Obrázek 1.



Obrázek 2.

3.4.2.2 Varianty opatření.

Je navrženo zateplení všech vnějších stěn ze strany exteriéru s tloušťkou tepelné izolace 100 mm, zateplení stropů v prostoru závětrří a v nevytápěných prostorech pod byty.

Plochá jednoplášťová střecha bude zateplena pěnovým polystyrénem nebo deskami z minerálních vláken tl. 120 mm. Stěny mezi byty a schodištěm zateplovány nebudou, protože by u schodiště došlo k zúžení průchozí šířky.

Pro otvorové výplně jsou navržena tři různá opatření. Ve variantě I se předpokládá pouze jejich utěsnění, ve variantě II je navrženo těsnění oken a zasklení lodžii, u domu č. 8. Ve variantě III je navržena výměna vnitřního skla ve zdvojených oknech a balkónových dveří za sklo se selektivní vrstvou a zasklení lodžii.

3.4.2.3 Geometrie objektu.

Tabulka 1

PLOCHY BYTŮ A GEOMETRIE									
struktura									
		počet bytů	počet místností	počet osob	obytná plocha POB -v m ² (součet ploch obytných místností v bytu)		vedlejší plocha PPb v m ² (součet ploch místností příslušenství bytu)		užitková plocha v m ²
počet sekcí					1 byt	celkem	1 byt	celkem	celkem
		1	1+k	1	26,3	26	9,6	10	36
		1	2+k	2	36,5	37	9,6	10	46
		6	2+k	12	36,6	219	13,5	81	300
		8	3+k	24	56,9	455	13,5	108	563
celkem		16		39		737,09		208	945
počet osob celkem		39			na 1 byt	2,4	průměrný byt		59,1
PLOCHY V m ²		PLOCHY V m ²				OBJEMY v m ³			
půdorysná plocha		297,6		geo- metrie	délka v m	18,5	celkem obestavěný		3 325,3
					šířka v m	16,1	obestavěný typického podlaží		833,2
plocha bytů užitková PU		944,9		lodžie a balkóny	plocha lodžii typického podlaží	0,0	obestavěný vstupního podlaží s byty		825,7
zastavěná plocha všech podlaží s byty		1 187,6			plocha lodžii vstupního podlaží vč. zapuř. závětrří	2,7	obestavěný všech typických podlaží		2 499,6
					plocha lodžii typických podlaží	0,0	obestavěný všech podlaží s byty		3 325,3
Zastavěná plocha je součet zastavěných ploch v podlažích s byty. Je to plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí budovy bez balkónů a lodžii					plocha lodžii všech podlaží	2,7	vztažený k 1 bytu		207,8
				zastavěná plocha	zastavěná plocha typického podlaží	297,6			
					zastavěná plocha vstupního podlaží s byty	294,9	stávající		nová
					zastavěná plocha všech typických podlaží	892,7	A [m ²]	1 335	1 334,5
délka části vstupního podlaží s byty v m		18,46			konstrukční výška v m	2,8	V [m ³]	3 325	3 325
šířka části vstupního podlaží s byty v m		16,12			počet typických podlaží	3,0	A/V	0,40	0,40

3.4.2.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 2.

Vnější stěny

Obvodový plášť je tvořen celostěnovými keramickými panely. Na štítech i na průčelích mají panely v celé výšce tloušťku 300 mm.

- ◆ *Opatření:* Všechny vnější stěny budou zatepleny ze strany exteriéru kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací tl. 100 mm.

Otvorové výplně

Okna jsou dřevěná zdvojená, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$ a součinitelem prostupu tepla $k = 2,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Vstupní dveře jsou ocelové jednoduše zasklené.

- ◆ *Opatření:* Ve variantě I je uvažováno pouze s provedením těsnění mezi rámem okna a rámem křídla a s vyplněním spáry mezi rámem okna a panelem polyuretanovou pěnou.

Ve variantě II je navrženo těsnění oken a zasklení lodžii.

Ve variantě III je navrženo snížení součinitele prostupu tepla na maximální hodnotu $k = 2,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. To je možné buď přidáním třetího skla v přidavném rámečku (nutno prověřit závěsy s ohledem na jejich vyšší zatížení), nebo výměnou jednoho skla za dvojsklo (nutno prověřit závěsy s ohledem na jejich vyšší zatížení), nebo výměnou vnitřního skla za sklo se selektivním povrchem a celkovou opravou okna, tzv. repasí oken. Dále bude provedeno zasklení lodžii.

Střecha

Plochá nevětraná jednoplášťová střecha má spádový podsyp ze škváry. Tepelnou izolaci tvoří plynosilikátové tvárnice tloušťky 200 mm, na kterých je betonová mazanina a živičná krytina.

- ◆ *Opatření:* Plochá střecha bude zateplena pěnovým polystyrénem nebo deskami z minerálních vláken tloušťky 120 mm..

Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce tvoří stropy nad podzemním podlažím a stěny do schodiště. Stropní konstrukce je ze železobetonových panelů tl. 120 mm.

- ◆ *Opatření:* Stropy nad podzemním podlažím v té části, nad kterou jsou v 1. nadzemním podlaží byty, budou zaizolovány z ochlazené strany tepelnou izolací na bázi pěnového polystyrénu tloušťky 60 mm. Rovněž stropy v 1. nadzemním podlaží nad závětrím budou opatřeny tepelnou izolací tl. 100 mm. Stěny do schodiště zateplovány nebudou.

Tabulka 2

Součinitelé prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla k (U) ve $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Vnější stěny - průčelí i štíty	1,65	0,35	0,35	0,35
Střecha	0,69	0,24	0,24	0,24
Okna zdvojená	2,80	2,80	2,80	2,20
Strop nad 1. PP	1,00	0,42	0,42	0,42
Strop nad závětrím	0,52	0,35	0,35	0,35

3.4.2.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Stavební díl	Plocha stávající m2	Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K					Plocha nová m2			A.U.b				
		Stávající řešení	Varianta opatření			Stávající řešení				Varianta opatření				
			1.	2.	3.					1.	2.	3.		
Průčelí Celostěn.ker. panely	197,12	1,38	0,33	0,33	0,33	197,12	bj	1,00	272,03	65,05	65,05	65,05		
	5,60	1,38	0,33	0,33	0,33	5,60	bj	1,00	7,73	1,85	1,85	1,85		
	58,88	1,38	0,33	0,33	0,33	58,88	bj	1,00	81,25	19,43	19,43	19,43		
Šíty Celostěn.keram.panely	310,36	1,38	0,33	0,33	0,33	310,36	bj	1,00	428,30	102,42	102,42	102,42		
	1,20	1,38	1,38	1,38	1,38	1,20	bj	1,00	1,66	1,66	1,66	1,66		
							bj	1,00						
Otvorové výplně Dřevěná zdvojená okna	130,56	2,44	2,44	2,44	1,91	130,56	bo	1,15	365,75	365,75	365,75	287,38		
	43,20	2,44	2,44	2,44	1,91	43,20	bo	1,15	121,02	121,02	121,02	95,09		
	26,88	2,44	2,44	2,44	1,91	26,88	bo	1,15	75,30	75,30	75,30	59,17		
Vstupní dveře - ocelov.							bo	1,15						
	6,36	5,66	5,66	4,09	4,09	6,36	bo	1,15	41,36	41,36	29,91	29,91		
							bo	1,15						
Sítěcha	256,60	0,69	0,24	0,24	0,24	256,60	bs	1,00	177,05	61,58	61,58	61,58		
	20,59	0,69	0,24	0,24	0,24	20,59	bs	1,00	14,21	4,94	4,94	4,94		
Vnitřní konstrukce Stěny	204,86	1,24	1,24	1,24	1,24	204,86	bn							
	15,62	1,24	1,24	1,24	1,24	15,62	bn							
							bn							
Podlahy	7,27	0,35	0,35	0,35	0,35	7,27	bn							
	143,14	1,00	0,42	0,42	0,42	143,14	bn	0,57	81,59	34,27	34,27	34,27		
	120,15	1,00	1,00	1,00	1,00	120,15	bn							
Podlaha do exteriéru	2,70	0,52	0,35	0,35	0,35	2,70	bj	1,00	1,40	0,95	0,95	0,95		
							bj	1,00						
							bj	1,00						
ΣA		1 551,1				ΣA	1 551,1	ΣA.U.b	1669	896	884	764		
h1		kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>		20,00	°C	Evp	kWh	171 656	98 892	97 814	86 478	
h2		kWh/m3	13,1	V	m3	3 325	stávající	Evv	kWh	43 634	43 634	43 634	43 634	
						3 325	nový							
Tepelné zisky		z vnitřních zdrojů tepla							E vz	kWh	19 952	19 952	19 952	19 952
		ze slunečního záření							E zs	kWh	9 976	9 976	9 976	9 976
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	188 355	115 592	114 514	103 178	
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m ³ .a	56,6	34,8	34,4	31,0	
Geometrie budov		A		V		A/V								
		m2											m3	
		stávající	nová	stávající	nový	stávající	nový							
		1 335	1 335	3 325	3 325	0,40	0,40							
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								e_{VN}	kWh/m3.a	31,1	31,1	31,1	31,1	
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách										ne	ne	ne	ano	

3.4.2.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát E_{vp} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	171 656	98 892	97 814	86 478	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vpn}	162 548	93 645	92 624	81 889	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{vpEA}	148 973	77 825	68 539	59 791	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	87%	79%	70%	69%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv}.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	43 634	43 634	43 634	43 634	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvN}	41 319	41 319	41 319	41 319	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{vvEA}	38 229	36 141	36 141	36 141	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na n=0,5 hod-1)
	88%	83%	83%	83%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz}.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	19 952	19 952	19 952	19 952	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	20 521	20 521	20 521	20 521	Hodnoty podle ČSN EN 832 (5W/m ²) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	103%	103%	103%	103%	
E_{vzEBS}	17 845	17 845	17 845	17 845	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	89%	89%	89%	89%	
E_{vzEA}	6 424	10 707	10 707	10 707	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	32%	54%	54%	54%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM									
Q1	Q2	Q3	Σ Q	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky	
tepelné zisky od osob na den a byt	tepelné zisky od osvětlení na den a byt	tepelné zisky od spotřebičů na den a byt	tepelné zisky na den a byt celkem		Wh/den	kWh			%
Wh	Wh	Wh	Wh						
2 145	553	4 170	6 868	16	109 885	25 493	70	17 845	

OSOBY							
		Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob/byt	Tepelný zisk za den/byt	
		W	hod	Wh		Wh	
Činnost	Spánek	60	12	880	2,4	2145	
	Ležení	80					
	Sezení, čtení	100					
	Lehká práce	120					
OSVĚTLENÍ							
		Průměrná obytná plocha bytu	Osvětlená část bytu (cca 1/3)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den/byt	
		W/m2	m2	hod		Wh	
Žárovky		20,0	46,1	15	6	30%	553
SPOTŘEBIČE				Spotřeba	Tepelný zisk za den		Zisk podle vybavení domácnosti
				kWh/den	%	Wh	Wh
Kombinace - chladnička + mraznička				1,5	100	1500	1500
Sporák s odsáváním par				3,1	70	2200	2200
Pračka				2,0	10	200	200
Televize				0,2	100	170	170
Chladnička				0,5	100	500	
Mraznička				0,9	100	900	
Myčka na nádobí				1,6	25	400	
Sušička				2,0	10	200	
Stereo				0,1	100	100	100
Infrazářič/ventilátor				0,3	100	300	
CELKEM na byt							4170

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	9 976	9 976	9 976	9 976	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	20 991	20 991	20 991	20 991	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	210%	210%	210%	210%	
E_{zsEA}	15 329	25 548	25 548	25 548	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	154%	256%	256%	256%	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM							
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ
Plocha oken bez rámu podle světových stran	Okna 1	m ²	16,13	18,43	125,95		
	Okna 2	m ²	5,09				
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E_{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97
Tepelný zisk Q_{ok}	Okna 1	kWh	815	4 034	15 884		
	Okna 2	kWh	257				
	Okna 1	kWh	20 734			GJ/rok	75
	Okna 2	kWh	257			GJ/rok	1
	Celkem	kWh	20 991			GJ/rok	76
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73			Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c_n	0,9
	T ₁	0,81	typ skel				
	T ₂	0,9	znečištění				
	T ₃	1	zastínění				

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	188 355	115 592	114 514	103 178	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	178 361	109 459	108 438	97 703	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{rEA}	167 625	81 335	72 049	63 301	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	89%	70%	63%	61%	

3.4.2.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie
		1.	2.	3.	
e_{vN}	31,1	31,1	31,1	31,1	

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

	e_v	100%	100%	100%	100%	Budova je vyhovující jen pro třetí variantu opatření kdy dochází ke snížení součinitele prostupu oken.
	56,6	34,8	34,4	31,0		

Typ objektu	panelový bodový bytový dům - 4 NP T 06 B
-------------	--

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{v0}	53,6	32,9	32,6	29,4	Budova je vyhovující jen pro třetí variantu opatření kdy dochází ke snížení součinitele prostupu oken.
	95%	95%	95%	95%	
	ne	ne	ne	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	50,4	24,5	21,7	19,0	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
	89%	70%	63%	61%	
	ne	ano	ano	ano	

3.4.3 Panelový bodový bytový dům T 06 B - 13 NP.

3.4.3.1 Objemové řešení.

Bodový bytový dům má jedno podzemní, třináct nadzemních podlaží a jeden byt ateliérového typu umístěný ve čtrnáctém nadzemním podlaží. Panelové budovy jsou postaveny ve stavební soustavě T 06 B.

První nadzemní podlaží je vstupní, jsou zde umístěny kočárkárny a tři bytové jednotky. V podzemním podlaží je společné příslušenství bytů.

Na obou průčelích jsou předsazené bytové lodžie. Údaje o počtu bytů, plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 1.

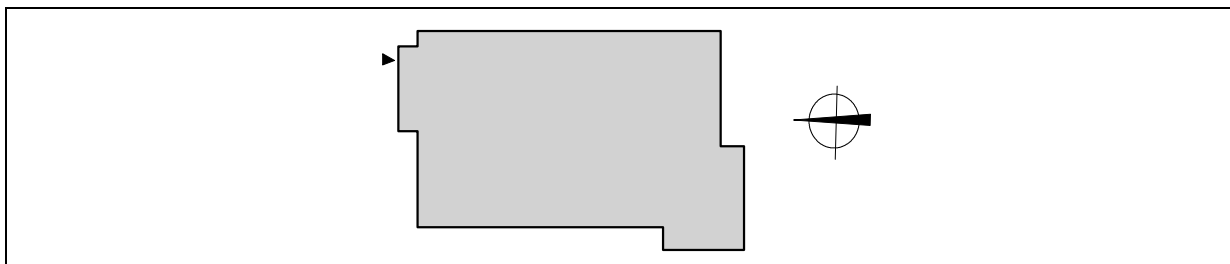
Na obrázku 1 je jižní pohled, na obrázku 2 západní. Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 3.



Obrázek 1.



Obrázek 2.



Obrázek 3.

Typ objektu	panelový bodový bytový dům - 13 NP T 06 B
-------------	---

3.4.3.2 Varianty opatření.

Je navrženo zateplení všech vnějších stěn ze strany exteriéru. Suterénní část je celá pod terémem.

Dále je navrženo zateplení stropů v podzemním a 1. nadzemním podlaží v nevytápěných prostorech pod byty.

Plochá jednoplašťová střecha bude zateplena pěnovým polystyrénem nebo deskami z minerálních vláken. Stěny mezi byty a schodištěm zateplovány nebudou, protože by u schodiště došlo k zúžení průchozí šířky.

Pro otvorové výplně jsou navržena tři různá opatření. Ve variantě I se předpokládá pouze jejich utěsnění, ve variantě II je navrženo těsnění, repase a opatření na snížení součinitele prostupu tepla zasklení a ve variantě III je uvažováno s jejich výměnou.

3.4.3.3 Geometrie objektu.

Tabulka 1

PLOCHY BYTŮ A GEOMETRIE								
počet sekcí	struktura							
	počet bytů	počet místností	počet osob	obytná plocha POB -v m ² (součet ploch obytných místností v bytu)		vedlejší plocha PPv v m ² (součet ploch místností příslušenství bytu)		užitková plocha v m ²
1				1 byt	celkem	1 byt	celkem	celkem
	24	1+kk	24	19	462	5	129	591
	25	1+k	25	31	763	10	256	1 019
	1	1+k	1	57	57	3	3	61
	1	2+k	2	37	37	11	11	49
	13	2+k	26	43	555	15	195	749
	12	3+k	36	57	680	17	205	886
celkem	76		114		2554,19		799	3 354
počet osob celkem		114		na 1 byt	1,5	průměrný byt		44,1
PLOCHY V m ²		geo- metrie		PLOCHY V m ²		OBJEMY v m ³		
půdorysná plocha	414,1		délka v m	25,8	celkem obestavěný		15 202,7	
			šířka v m	16,0	obestavěný typického podlaží		1 159,6	
plocha bytů užitková PU	3 353,6	lodžie a balkóny	plocha lodžii typického podlaží	0,0	obestavěný vstupního podlaží s byty		942,2	
zastavěná plocha všech podlaží s byty	5 489,6		plocha lodžii vstupního podlaží vč. zapuř. závětrí	0,0	obestavěný všech typických podlaží		13 915,4	
			plocha lodžii typických podlaží	0,0	obestavěný všech podlaží s byty		15 202,7	
			plocha lodžii všech podlaží	0,0	vztažený k 1 bytu		200,0	
Zastavěná plocha je součet zastavěných ploch v podlažích s byty. Je to plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí budovy bez balkónů a lodžii		zastavěná plocha	zastavěná plocha typického podlaží	414,1				
			zastavěná plocha vstupního podlaží s byty	414,1		stávající	nová	
			zastavěná plocha všech typických podlaží	5 075,5	A [m ²]	4 563	4 562,5	
délka části vstupního podlaží s byty v m	25,8	konstrukční výška v m	2,8	V [m ³]	15 203	15 203		
šířka části vstupního podlaží s byty v m	16,0	počet typických podlaží	12,0	A/V	0,30	0,30		

3.4.3.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 2.

Vnější stěny

Obvodový plášť je tvořen celostěnovými keramickými panely. Na štítech i na průčelích mají panely v celé výšce tloušťku 300 mm.

- ◆ *Opatření:* Všechny vnější stěny budou zatepleny ze strany exteriéru kontaktním zateplovacím systémem. Jako tepelná izolace může být do výšky 22,5 m použit pěnový polystyrén, nad tuto výšku musí být z požárních důvodů použita minerální vlákna. Tloušťka tepelné izolace je navržena 100 mm.

Otvorové výplně

Okna jsou dřevěná zdvojená, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$. V chodbách jsou ocelové zasklené stěny s jedním otevíravým křídlem, zčásti zasklené Copilitem.

- ◆ *Opatření:* Ve variantě I je uvažováno pouze s provedením těsnění mezi rámem okna a rámem křídla a s vyplněním spáry mezi rámem okna a panelem polyuretanovou pěnou.

Ve variantě II je navrženo snížení součinitele prostupu tepla na maximální hodnotu $k = 2,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. To je možné buď přidáním třetího skla v přídatném rámečku (nutno prověřit závěsy s ohledem na jejich vyšší zatížení), nebo výměnou jednoho skla za dvojsklo (nutno prověřit závěsy s ohledem na jejich vyšší zatížení), nebo výměnou vnitřního skla za sklo se selektivním povrchem a celkovou opravou okna, tzv. repasí oken.

Varianta III předpokládá výměnu oken za okna nová se zaklením, které zajistí součinitel prostupu tepla maximálně $k = 1,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Budou užitá okna zabezpečující hygienické větrání místností, např. s mikroventilací.

Střecha

Plochá nevětraná jednoplášťová střecha má spádový podsyp z písku, tloušťky 30 až 160 mm. Tepelnou izolaci tvoří plynosilikátové tvárnice tloušťky 200 mm, na kterých je natavena živičná krytina.

- ◆ *Opatření:* Plochá střecha bude zateplena pěnovým polystyrénem nebo deskami z minerálních vláken tloušťky 120 mm..

Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce tvoří stropy nad podzemním podlažím, prvním nadzemním podlažím a stěny do schodiště. Stropní konstrukce je z železobetonových panelů tl. 120 mm.

- ◆ *Opatření:* Stropy nad podzemním podlažím v té části, nad kterou jsou v 1. nadzemním podlaží byty, budou zaizolovány z ochlazované strany tepelnou izolací na bázi pěnového polystyrénu tloušťky 80 mm. Rovněž stropy v 1. nadzemním podlaží v nevytápěných prostorách nad kterými jsou byty budou opatřeny tepelnou izolací tl. 80 mm. Stěny do schodiště zateplovány nebudou.

Tabulka 2

Součinitel prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla k (U) ve $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Vnější stěny - průčelí i štíty	1,38	0,34	0,34	0,34
Střecha	0,76	0,25	0,25	0,25
Okna zdvojená	2,80	2,80	2,20	1,60
Strop nad 1. PP a 1. NP	1,20	0,38	0,38	0,38

3.4.3.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období ke krytí tepelným prostupem	Stavební díl	Plocha stávající m ²	Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K			Plocha nová m ²			A.U.b				
			Stávající řešení	Varianta opatření					Stávající řešení	Varianta opatření			
				1.	2.					3.	1.	2.	3.
prostupem	Plná plocha	1151,08	1,38	0,34	0,34	0,34	1151,08	bj	1,00	1588,49	385,61	385,61	385,61
		307,02	1,38	0,34	0,34	0,34	307,02	bj	1,00	423,69	102,85	102,85	102,85
	Plná plocha	718,38	1,38	0,34	0,34	0,34	718,38	bj	1,00	991,36	240,66	240,66	240,66
		290,35	1,38	0,34	0,34	0,34	290,35	bj	1,00	400,68	97,27	97,27	97,27
	Okna 1	600,48	2,44	2,44	1,91	1,39	600,48	bo	1,15	1682,18	1682,18	1321,72	961,25
		30,62	2,44	2,44	1,91	1,39	30,62	bo	1,15	85,78	85,78	67,40	49,02
	Okna 2	147,00					147,00	bo	1,15				
		32,76	3,31	3,31	3,31	3,31	32,76	bo	1,15	124,55	124,55	124,55	124,55
		499,62	0,76	0,25	0,25	0,25	499,62	bs	1,00	379,71	124,91	124,91	124,91
		86,64	0,76	0,25	0,25	0,25	86,64	bs	1,00	65,85	21,66	21,66	21,66
	Stěny	85,12	2,80	2,80	2,80	2,80	85,12	bn					
		257,86	2,30	2,30	2,30	2,30	257,86	bn					
Podlahy	96,74	1,20	0,38	0,38	0,38	96,74	bn						
	178,80	1,20	0,38	0,38	0,38	178,80	bn	0,49	105,13	33,29	33,29	33,29	
ΣA		4 482,5				ΣA	4 482,5	ΣA.U.b	5847	2899	2520	2141	
h1	kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>			20,00	°C	Evp	kWh	592 562	315 027	279 369	243 711
větráním	h2	kWh/m ³	13,1	V	m ³	15 203	stávající	Evv	kWh	199 490	199 490	199 490	199 490
							15 203	nový					
Tepelné zisky	z vnitřních zdrojů tepla						Evs	kWh	91 216	91 216	91 216	91 216	
	ze slunečního záření						Ezs	kWh	45 608	45 608	45 608	45 608	
Spotřeba tepelné energie za otopné období							Er	kWh	668 910	391 375	355 717	320 059	
Měrná spotřeba tepelné energie							ev	kWh/m ³ .a	44,0	25,7	23,4	21,1	
Geometrie budovy	A		V				A/V						
	m ²		m ³				l/m						
	stávající	nová	stávající		nový		stávající	nový					
	4 450	4 450	15 203		15 203				0,29	0,29			
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie							e_{VN}	kWh/m ³ .a	28,3	28,3	28,3	28,3	
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách									ne	ano	ano	ano	

3.4.3.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp}.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	592 562	315 027	279 369	243 711	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vp,n}	561 120	298 311	264 545	230 779	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{vp,EA}	516 321	264 473	227 393	195 767	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	87%	84%	81%	80%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	199 490	199 490	199 490	199 490	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	188 905	188 905	188 905	188 905	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{vvea}	134 125	130 438	130 438	130 438	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na n=0,5 hod-1)
	67%	65%	65%	65%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	91 216	91 216	91 216	91 216	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	71 109	71 109	71 109	71 109	Hodnoty podle ČSN EN 832 (5W/m ²) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	78%	78%	78%	78%	
E_{vzEBS}	72 737	72 737	72 737	72 737	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	80%	80%	80%	80%	
E_{vzeA}	26 185	43 642	43 642	43 642	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	29%	48%	48%	48%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM									
Q1	Q2	Q3	Σ Q	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky	
tepelné zisky od osob na den a byt	tepelné zisky od osvětlení na den a byt	tepelné zisky od spotřebičů na den a byt	tepelné zisky na den a byt celkem		Wh/den	kWh			%
Wh	Wh	Wh	Wh						
1 320	403	4 170	5 893	76	447 890	103 911	70	72 737	

OSOBY						
Činnost	Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob/byt	Tepelný zisk za den/byt	
					W	Wh
Spánek	60	12	880	1,5	1320	
Ležení	80					
Sezení, čtení	100					
Lehká práce	120					

OSVĚTLENÍ						
	Produkce tepla	Průměrná obytná plocha bytu	Osvětlená část bytu (cca 1/3)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den/byt
	W/m2	m2	m2	hod		Wh
Žárovky	20,0	33,6	11	6	30%	403

SPOTŘEBIČE				
	Spotřeba	Tepelný zisk za den		Zisk podle vybavení domácnosti
		kWh/den	%	Wh
Kombinace - chladnička + mraznička	1,5	100	1500	1500
Sporák	3,1	70	2200	2200
Pračka	2,0	10	200	200
Televize	0,2	100	170	170
Chladnička	0,5	100	500	
Mraznička	0,9	100	900	
Mýčka na nádobí	1,6	25	400	
Sušička	2,0	10	200	
Stereo	0,1	100	100	100
Infrazářič/ventilátor	0,3	100	300	
CELKEM na byt				4170

Typ objektu	panelový bodový bytový dům - 13 NP T 06 B
-------------	---

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	45 608	45 608	45 608	45 608	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	89 366	89 366	89 366	89 366	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	196%	196%	196%	196%	
E_{zsEA}	65 438	109 063	109 063	109 063	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	143%	239%	239%	239%	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM							
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ
Plocha oken bez rámu podle světových stran	Okna 1	m ²	24,19	89,86	390,83		
	Okna 2	m ²	61,15	61,15	21,50		
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E_{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97
Tepelný zisk Q_{ok}	Okna 1	kWh	1 222	19 667	49 290		
	Okna 2	kWh	3 090	13 384	2 712		
	Okna 1	kWh	70 179			GJ/rok	253
	Okna 2	kWh	19 186			GJ/rok	69
	Celkem	kWh	89 366			GJ/rok	322
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73			Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c_n	0,9
	T_1	0,81	typ skel				
	T_2	0,9	znečištění				
	T_3	1	zastínění				

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	668 910	391 375	355 717	320 059	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	633 417	370 608	336 842	303 076	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{rEA}	567 984	257 475	220 395	188 770	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	85%	66%	62%	59%	

3.4.3.7 Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie
		1.	2.	3.	
e_{vN}	28,3	28,3	28,3	28,3	

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_v	44,0	25,7	23,4	21,1	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Typ objektu	panelový bodový bytový dům - 13 NP T 06 B
-------------	---

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{V_0}	41,7	24,4	22,2	19,9	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
	95%	95%	95%	95%	
	ne	ano	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	37,4	16,9	14,5	12,4	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
	85%	66%	62%	59%	
	ne	ano	ano	ano	

3.6.1 Střední škola - zděná budova a montovaný skelet.

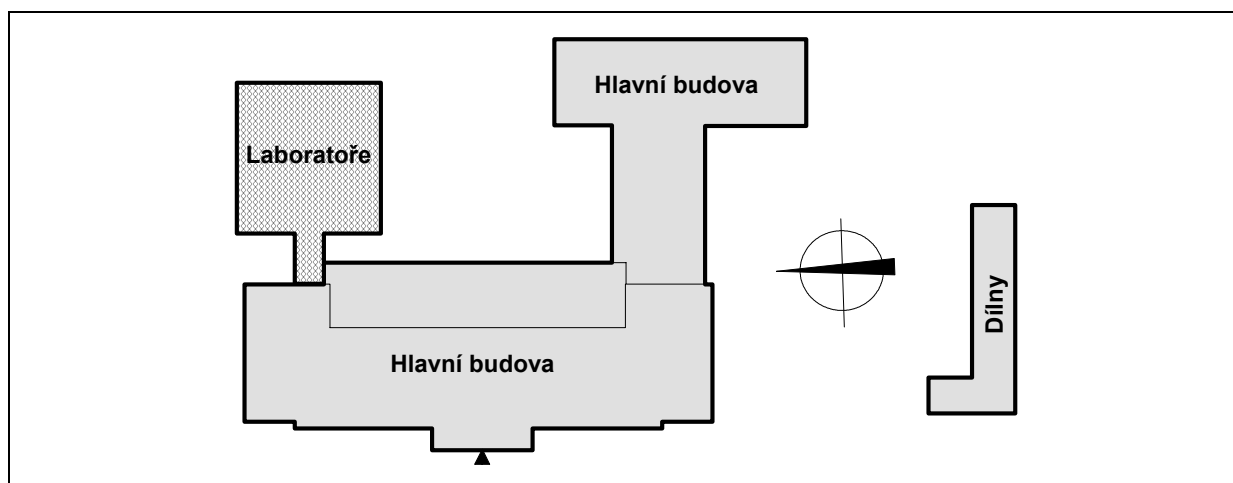
3.6.1.1 Objemové řešení.

Hlavní budova školy - zděná - byla postavena v roce 1958. V roce 1989 byla rozšířena o třípodlažní skeletovou přístavbu laboratoří a zděnou jednopodlažní budovu dílen. Celá škola má 25 tříd, 17 laboratoří a dílen. Hlavní budova má jedno podzemní a čtyři nadzemní podlaží, budova laboratoří je nepodsklepená se třemi nadzemními podlažími. V suterénu je kryt, předávací stanice, sklepy a sklady. V přízemí je jídelna s kuchyní, šatny, kanceláře a hospodářské místnosti. Zvláštním vchodem je přístupný byt školníka. V nadzemních podlažích jsou učebny, kabinety a sociální zařízení. V 1.nadzemním podlaží jsou 2 tělocvičny, šatny a dílny.

Údaje o plochách a objemech jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2.

Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 1, fotografie zděné budovy je na obrázku 2, fotografie skeletu na obrázku 3.

V publikaci je zařazeno hodnocení hlavní budovy a přístavby laboratoří.



Obrázek 1.



Obrázek 2.



Obrázek 3.

3.6.1.2 Varianty opatření.

- Varianta I.: zateplení všech neprůsvitných konstrukcí,
repase dřevěných zdvojených oken s novým těsněním a vypěnění spáry mezi rámem okna a stěnou polyuretanovou pěnou u oken dřevěných i kovových.
- Varianta II.: zateplení všech neprůsvitných konstrukcí,
repase dřevěných zdvojených oken a snížení součinitele prostupu tepla na hodnotu $k = 2,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ a výměna kovových oken ve skeletu za okna dřevěná nebo plastová se zasklením takovým, aby součinitel prostupu tepla okna byl $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.
- Varianta III.: zateplení všech neprůsvitných konstrukcí,
výměna dřevěných zdvojených oken za okna nová se zasklením takovým, aby součinitel prostupu tepla okna byl max. $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$,
výměna kovových zdvojených oken za okna nová se zasklením takovým, aby součinitel prostupu tepla okna byl max. $k = 1,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$,

Typ objektu	Střední škola - zděná budova a montovaný skelet
-------------	---

3.6.1.3 Geometrie objektu.

Tabulka 1

Stavební soustava:	tradiční zděná	Rok výstavby:	1958		
Počet žáků:	463	Počet zaměstnanců:	51		
Součtová tabulka ploch					
Základní plochy celkem	m ²	2 619,1	Podlaha na terénu	m ²	582,5
Plochy příslušenství celkem	m ²	789,6	Podlaha do nevytápěného suterénu	m ²	1 581,9
Plochy komunikací celkem	m ²	1 026,9	Střecha	m ²	2 199,8
Vedlejší plochy celkem	m ²	516,0	Zastavěná plocha	m ²	6 004,3
Plochy všech místností	m ²	4 951,6	Obestavěný prostor	m ³	22 239
orientační kontrola z geometrických základních rozměrů					
délka	0		plocha neprůsvitného pláště - původní	m ²	2993,0
šířka	0,0		plocha otvorových výplní - původní	m ²	970,3
výška	15,6		plocha střechy	m ²	2199,8
objem obestavěný	22 239		plocha podlahy	m ²	582,5
			PLOCHA A _n - původní	m ²	6 746
			OBJEM V _n	m ³	22 239
			A _n / V _n	m ⁻¹	0,30

Tabulka 2

Stavební soustava:	železobetonový skelet	Rok výstavby:	1989		
Počet žáků:	206	Počet zaměstnanců:	23		
Součtová tabulka ploch					
Základní plochy celkem	m ²	795,4	Podlaha na terénu	m ²	387,5
Plochy příslušenství celkem	m ²	36,3	Podlaha do nevytápěného suterénu	m ²	0,0
Plochy komunikací celkem	m ²	265,1	Střecha	m ²	432,9
Vedlejší plochy celkem	m ²	50,2	Zastavěná plocha	m ²	1 298,8
Plochy všech místností	m ²	1 146,9	Obestavěný prostor	m ³	4 676
orientační kontrola z geometrických základních rozměrů					
délka	21,32		plocha neprůsvitného pláště - původní	m ²	766,6
šířka	19,0		plocha otvorových výplní - původní	m ²	215,1
výška	10,8		plocha střechy	m ²	430,1
objem obestavěný	4 676		plocha podlahy	m ²	430,2
			PLOCHA A _n - původní	m ²	1 846
			OBJEM V _n	m ³	4 676
			A _n / V _n	m ⁻¹	0,39

3.6.1.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 3.

Vnější stěny

Hlavní budova je postavená tradiční technologií, obvodové stěny mají tři tloušťky 750 mm, 600 mm a 450 mm. Parapety jsou tl. 450 mm, meziokenní pilířky tl. 300 mm. Přístavba laboratoří má obvodový plášť z keramických panelů tl. 300 mm a vyzdívek z plynosilikátových tvárníc tl. 400 mm.

- ♦ *Opatření:* Všechny vnější stěny budou zatepleny ze strany exteriéru kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací pěnovým polystyrénem. Tloušťka tepelné izolace je navržena 100 mm.

Otvorové výplně

Okna hlavní budovy jsou dřevěná zdvojená, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$. V přístavbě laboratoří jsou ocelová zdvojená okna STAKO.

- ♦ *Opatření:* Ve variantě I je uvažováno s provedením celkové repase a utěsnění dřevěných oken mezi rámem okna a rámem křídla a s vyplněním spáry mezi rámem okna a stěnou polyuretanovou pěnou u oken dřevěných i kovových.

Ve variantě II je navrženo snížení součinitele prostupu tepla dřevěných oken na maximální hodnotu $k = 2,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. To je možné buď přidáním třetího skla v přidavném rámečku (nutno prověřit závěsy s ohledem na jejich vyšší zatížení), nebo výměnou jednoho skla za dvojsklo (nutno prověřit závěsy s ohledem na jejich vyšší zatížení), nebo výměnou vnitřního skla za sklo se selektivním povrchem a celkovou opravou okna, tzv. repasí oken. U kovových oken v přístavbě laboratoří je uvažováno s jejich výměnou za okna dřevěná nebo plastová s izolačními dvojskly se součinitelem prostupu tepla $k = 1,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Varianta III předpokládá výměnu oken dřevěných i kovových za okna nová se zasklením izolačním dvojsklem, které zajistí součinitel prostupu tepla maximálně $k = 1,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Budou užita okna zabezpečující hygienické větrání místností, např. s mikroventilací.

Střecha

Hlavní budova má zčásti dvouplášťovou a zčásti jednoplášťovou střechu. Nad přístavbou laboratoří je plochá nevětraná jednoplášťová střecha s izolací deskami Polsid o tl. 50 mm.

- ♦ *Opatření:* Plochá jednoplášťová střecha bude zateplena deskami z minerálních vláken tloušťky 140 mm. U dvouplášťové střechy je nutné provést průzkum konkrétní skladby střechy a výšky vzduchové mezery. Tepelně izolační vlastnosti střechy lze zvýšit přidáním tepelné izolace do této vzduchové mezery - např. nafoukáním zlomkové minerální vlny větracími otvory. Je ovšem nutné zachovat odvětrávání střechy.

Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce tvoří stropy nad nevytápěným suterénem a stěny mezi prostory, vytápěnými na různou teplotu. Hlavní budova má nad suterénem železobetonové stropy, nášlapné vrstvy podlah jsou v učebnách a na chodbách z PVC a v hygienických zařízeních z keramické dlažby. Vnitřní stěny jsou v obou budovách vyzdívané.

- ♦ *Opatření:* Stropy nad nevytápěným suterénem (hlavní budova) budou zatepleny pěnovým polystyrénem tl. 80 mm.

Tabulka 3

Součinitelé prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE		Součinitel prostupu tepla k (U)			
		ve W.m ⁻² .K ⁻¹			
		Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Hlavní budova	Vnější stěny - průčelí a štíty tl. 750 mm	0,9	0,3	0,3	0,3
	Vnější stěny - průčelí a štíty tl. 600 mm	1,1	0,3	0,3	0,3
	Vnější stěny - průčelí a štíty tl. 450 mm	1,4	0,3	0,3	0,3
	Vnější stěny - průčelí a štíty tl. 300 mm	1,9	0,3	0,3	0,3
	Střecha	0,9	0,2	0,2	0,2
	Okna zdvojená dřevěná	2,8	2,8	2,2	1,6
	Podlaha do suterénu	1,1	0,4	0,4	0,4
Laboratoře	Vnější stěny - průčelí - keramické panely tl. 300 mm	0,9	0,3	0,3	0,3
	Vnější stěny - průčelí - plynosil. tvárnice tl. 300 mm	1,8	0,4	0,4	0,4
	Vnější stěny - průčelí a štíty - plynosilikátové tvárnice tl. 400 mm	0,7	0,3	0,3	0,3
	Střecha	0,5	0,2	0,2	0,2
	Okna ocelová zdvojená	3,8	3,8	1,6	1,3

3.6.1.1 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. - zděná budova

Stavební díl	Plocha stávající m ²	Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K					Plocha nová m ²	A.U.b						
		Stávající řešení	Varianta opatření			Stávající řešení		Varianta opatření						
			1.	2.	3.			1.	2.	3.				
Průčelí	Plná plocha tl. 600 mm	463,57	1,11	0,31	0,31	0,31	463,57	bj	1,00	514,56	143,71	143,71	143,71	
		602,36	1,11	0,31	0,31	0,31	602,36	bj	1,00	668,62	186,73	186,73	186,73	
		56,27	0,91	0,30	0,30	0,30	56,27	bj	1,00	51,21	16,60	16,60	16,60	
	Plocha jiná 1- tl. 450 mm	422,18	1,40	0,34	0,34	0,34	422,18	bj	1,00	591,05	141,43	141,43	141,43	
		286,94	1,22	0,29	0,29	0,29	286,94	bj	1,00	349,49	83,63	83,63	83,63	
		27,72	1,40	0,34	0,34	0,34	27,72	bj	1,00	38,81	9,29	9,29	9,29	
	Plocha jiná 2 - tl. 300 mm	44,07	1,90	0,36	0,36	0,36	44,07	bj	1,00	83,73	15,73	15,73	15,73	
		20,66	1,65	0,31	0,31	0,31	20,66	bj	1,00	34,15	6,42	6,42	6,42	
		10,68	1,90	0,36	0,36	0,36	10,68	bj	1,00	20,29	3,81	3,81	3,81	
	Štíty	Plná plocha tl. 600 mm	212,00	1,11	0,31	0,31	0,31	212,00	bj	1,00	235,32	65,72	65,72	65,72
82,11			0,91	0,30	0,30	0,30	82,11	bj	1,00	74,72	24,22	24,22	24,22	
Plocha jiná 1- tl. 450 mm		252,65	1,40	0,34	0,34	0,34	252,65	bj	1,00	353,71	84,64	84,64	84,64	
		452,65	1,40	0,34	0,34	0,34	452,65	bj	1,00	633,71	151,64	151,64	151,64	
		21,74	1,40	0,34	0,34	0,34	21,74	bj	1,00	30,44	7,28	7,28	7,28	
Plocha jiná 2 - tl. 300 mm		32,04	1,90	0,36	0,36	0,36	32,04	bj	1,00	60,88	11,44	11,44	11,44	
		5,34	1,90	0,36	0,36	0,36	5,34	bj	1,00	10,15	1,91	1,91	1,91	
Otvorové výplně		Okna 1 - dřevěná zdvojená	515,83	2,44	2,44	1,87	1,13	515,83	bo	1,15	1445,05	1445,05	1109,59	670,91
			338,38	2,44	2,44	1,87	1,13	338,38	bo	1,15	947,94	947,94	727,88	440,11
	Dveře - ocelové jednoduché	100,43	2,44	2,44	1,87	1,13	100,43	bo	1,15	281,34	281,34	216,03	130,62	
		15,69	5,66	5,66	5,66	4,09	15,69	bo	1,15	102,04	102,04	102,04	73,78	
Střecha	777,53	0,90	0,23	0,23	0,23	777,53	bs	1,00	699,78	180,39	180,39	180,39		
	1422,30	0,90	0,23	0,23	0,23	1422,30	bs	1,00	1280,07	329,97	329,97	329,97		
							bs							
Vnitřní konstrukce	Stěny	1266,44	1,02	1,02	1,02	1,02	1266,44	bn						
								bn						
								bn						
	Podlahy	674,81	0,85	0,85	0,85	0,85	674,81	bn						
		920,71	1,05	0,36	0,36	0,36	920,71	bn	0,57	551,04	189,98	189,98	189,98	
		661,23	1,05	0,36	0,36	0,36	661,23	bn	0,57	395,75	136,44	136,44	136,44	
Konstrukce NA a POD terémem	Stěny							bz						
								bz						
	Podlahy	200,00	1,00	1,00	1,00	1,00	200,00	bz	0,40	80,00	80,00	80,00	80,00	
	382,50	1,00	1,00	1,00	1,00	382,50	bz	0,40	153,00	153,00	153,00	153,00		
								bz						
	ΣA	10 268,8				ΣA	10 268,8	ΣA.U.b	9687	4800	4180	3339		
	h1	kh/K	76,7	<i>převažující teplota</i>			17,00	°C	Ev_p	kWh	821 657	446 901	399 288	334 859
větráním	h2	kWh/m³	10,7	V	m³	22 239	stávající 22 239 nový	Ev_v	kWh	237 779	237 779	237 779	237 779	
Tepelné zisky	z vnitřních zdrojů tepla							Ev_z	kWh	133 434	133 434	133 434	133 434	
	ze slunečního záření							E_{zs}	kWh	66 717	66 717	66 717	66 717	
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	879 300	504 544	456 932	392 503	
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m³.a	39,5	22,7	20,5	17,6	
Geometrie budovy	A		V			A/V								
	m ²		m ³			l/m								
	stávající	nová	stávající		nový	stávající		nový						
	6 746	6 746	22 239		22 239	0,30		0,30						
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								e_{VN}	kWh/m³.a	28,5	28,5	28,5	28,5	
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách								ne	ano	ano	ano	ano		

3.6.1.2 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb. - skelet.

Stavební díl	Plocha stávající m ²	Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K					Plocha nová m ²			A.U.b			
		Stávající řešení	Varianta opatření			Stávající řešení				Varianta opatření			
			1.	2.	3.					1.	2.	3.	
Průčelí	Plná plocha panel tl. 300 mm	177,12	0,88	0,29	0,29	0,29	177,12	bj	1,00	155,69	51,90	51,90	51,90
		128,00	0,88	0,29	0,29	0,29	128,00	bj	1,00	112,51	37,50	37,50	37,50
	Zdivo tl. 300 mm z plynos.	30,24	1,78	0,35	0,35	0,35	30,24	bj	1,00	53,68	10,67	10,67	10,67
								bj	1,00				
								bj	1,00				
								bj	1,00				
Zdivo tl. 400 mm z plynos.	71,70	0,74	0,28	0,28	0,28	71,70	bj	1,00	53,20	19,79	19,79	19,79	
							bj	1,00					
Štíty	Zdivo tl. 400 mm z plynos.	337,26	0,74	0,28	0,28	0,28	337,26	bj	1,00	250,25	93,08	93,08	93,08
		22,25	0,74	0,28	0,28	0,28	22,25	bj	1,00	16,51	6,14	6,14	6,14
	Plocha jiná 1							bj	1,00				
								bj	1,00				
								bj	1,00				
	Plocha jiná 2- luxfery	14,80	3,00	3,00	3,00	3,00	14,80	bo	1,15	51,06	51,06	51,06	51,06
							bj	1,00					
Otvorové výplně	Okna 1 - ocelová zdvojená	181,44	3,31	3,31	1,39	1,13	181,44	bo	1,15	689,82	689,82	290,45	235,99
		6,84	3,31	3,31	1,39	1,13	6,84	bo	1,15	26,00	26,00	10,95	8,90
	Dveře - ocelové jednoduché							bo	1,15				
		11,97	5,66	5,66	1,39	1,13	11,97	bo	1,15	77,84	77,84	19,16	15,57
Střeška		328,33	0,48	0,22	0,22	0,22	328,33	bs	1,00	158,91	73,55	73,55	73,55
		101,77	0,48	0,22	0,22	0,22	101,77	bs	1,00	49,26	22,80	22,80	22,80
								bs					
Vnitřní konstrukce NA a POD terénem	Stěny	400,14	2,47	2,47	2,47	2,47	400,14	bn					
								bn					
								bn					
	Stěny							bz					
								bz					
	Podlahy	328,33	1,27	1,27	1,27	1,27	328,33	bz	0,40	167,32	167,32	167,32	167,32
101,84		1,27	1,27	1,27	1,27	101,84	bz	0,40	51,90	51,90	51,90	51,90	
							bz						
ΣA	2 242,0					ΣA	2 242,0	ΣA.U.b	1914	1379	906	846	
h1	kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>			20,00	°C	Evp	kWh	201 247	150 932	106 402	100 745
větráním	h2	kWh/m3	13,1	V	m3	4 676	stávající	Evv	kWh	61 355	61 355	61 355	61 355
						4 676	nový						
Tepelné zisky	z vnitřních zdrojů tepla						Evz	kWh	28 055	28 055	28 055	28 055	
	ze slunečního záření						Ezs	kWh	14 027	14 027	14 027	14 027	
Spotřeba tepelné energie za otopné období							Er	kWh	224 728	174 413	129 884	124 226	
Měrná spotřeba tepelné energie							ev	kWh/m³.a	48,1	37,3	27,8	26,6	
Geometrie budovy	A		V			A/V							
	m ²		m ³			l/m							
	stávající	nová	stávající		nový	stávající		nový					
	1 846	1 846	4 676		4 676	0,39		0,39					
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie							e_{VN}	kWh/m³.a	30,9	30,9	30,9	30,9	
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách							ne	ne	ano	ano	ano	ano	

3.6.1.3 Porovnání s výpočty podle českých technických norem - zděná budova.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	821 657	446 901	399 288	334 859	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvpn}	735 092	399 818	357 222	299 580	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	89%	89%	89%	89%	
E_{vvpEA}	782 849	396 683	340 806	277 746	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	95%	89%	85%	83%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	237 779	237 779	237 779	237 779	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvvn}	212 729	212 729	212 729	212 729	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	89%	89%	89%	89%	
E_{vvvEA}	152 505	152 505	152 505	152 505	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve všech variantách byl zohledněn požadavek na $n=0,5$ hod-1)
	64%	64%	64%	64%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	133 434	133 434	133 434	133 434	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	70 716	70 716	70 716	70 716	Hodnoty podle ČSN EN 832 ($5W/m^2$) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	53%	53%	53%	53%	
E_{vzEBS}	89 549	89 549	89 549	89 549	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	67%	67%	67%	67%	
E_{vzEA}	32 954	54 923	54 923	54 923	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	25%	41%	41%	41%	

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	66 717	66 717	66 717	66 717	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	105 113	105 113	105 113	105 113	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	158%	158%	158%	158%	
E_{zsEA}	54 585	90 974	90 974	90 974	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	82%	136%	136%	136%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu - zděná budova.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	Σ Q	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den	tepelné zisky od osvětlení na den	tepelné zisky od spotřebičů na den	tepelné zisky na den celkem		Wh/den	kWh	%	kWh
Wh	Wh	Wh	Wh					
493 714	74 851		568 565		568 565	127 927	70	89 549

OSOBY						
Činnost	Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob	Tepelný zisk za den	
					W	Wh
Sezení, čtení	100	8	960	514	493714	
Lehká práce	120					
Psaní na stro	150					
OSVĚTLENÍ						
Zdroj	Produkce tepla	Základní plochy celkem	Osvětlená část zákl. ploch (cca 1/2)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den
						Wh
Zářivky	15	4 436	2 218	3	75%	74 851
Žárovky	40	516	258	3	75%	23 219

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542 - zděná budova.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ	
Plocha oken bez rámu podle světových stran	Okna 1	m ²	248,51	271,57	243,63			
	Okna 2	m ²		8,71	3,84			
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E _{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65	
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97	
Tepelný zisk Q _{ok}	Okna 1	kWh	12 558	59 438	30 726			
	Okna 2	kWh		1 907	484			
	Okna 1	kWh	102 722				GJ/rok	370
	Okna 2	kWh	2 391				GJ/rok	9
	Celkem	kWh	105 113				GJ/rok	378
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73	Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c _n	0,9			
	T ₁	0,81						typ skel
	T ₂	0,9						znečištění
	T ₃	1						zastínění

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	879 300	504 544	456 932	392 503	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	786 663	451 389	408 792	351 151	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	89%	89%	89%	89%	
E_{rEA}	856 569	417 881	362 004	298 944	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	97%	83%	79%	76%	

Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
e_{VN}	28,5	28,5	28,5	28,5	Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_v	39,5	22,7	20,5	17,6	
	ne	ano	ano	ano	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{vo}	35,4	20,3	18,4	15,8	
	ne	ano	ano	ano	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	38,5	18,8	16,3	13,4	
	ne	ano	ano	ano	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.

3.6.1.4 Porovnání s výpočty podle českých technických norem - skelet.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	201 247	150 932	106 402	100 745	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vpn}	181 353	136 012	95 884	90 786	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
E_{vpEA}	169 548	122 837	85 683	80 916	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	84%	81%	81%	80%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	61 355	61 355	61 355	61 355	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	55 290	55 290	55 290	55 290	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
E_{vvea}	39 489	36 128	36 128	36 128	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na $n=0,5$ hod-1)
	64%	59%	59%	59%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	28 055	28 055	28 055	28 055	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	21 476	21 476	21 476	21 476	Hodnoty podle ČSN EN 832 ($5W/m^2$) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	77%	77%	77%	77%	
E_{vzebs}	28 835	28 835	28 835	28 835	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	103%	103%	103%	103%	
E_{vzea}	10 611	17 685	17 685	17 685	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	38%	63%	63%	63%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu - skelet.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	ΣQ	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den	tepelné zisky od osvětlení na den	tepelné zisky od spotřebičů na den	tepelné zisky na den celkem		Wh/den	kWh	%	kWh
Wh	Wh	Wh	Wh					
164 571	18 508		183 080		183 080	41 193	70	28 835

OSOBY						
	Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob	Tepelný zisk za den	
					W	Wh
Činnost	Sezení, čtení	100	6	229	164571	
	Lehká práce	120				
	Psaní na stro	150				
OSVĚTLENÍ						
	Produkce tepla	Osvětlené plochy celkem	Osvětlená část ploch (cca 1/2)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den
						Wh
	W/m2	m2	m2	hod		
Žárovky	15	1 097	548	3	75%	18 508
Žárovky	40	50	25	3	75%	2 257

Typ objektu	Střední škola - zděná budova a montovaný skelet
-------------	---

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	14 027	14 027	14 027	14 027	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	19 962	19 962	19 962	19 962	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	142%	142%	142%	142%	
E_{zsEA}	11 692	19 486	19 486	19 486	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	83%	139%	139%	139%	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542 - skelet.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM							
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ
Plocha oken bez rámců podle světových stran	Okna 1	m ²			150,62		
	Okna 2	m ²	3,19		6,38		
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E_{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97
Tepelný zisk Q_{ok}	Okna 1	kWh			18 996		
	Okna 2	kWh	161		805		
	Okna 1	kWh		18 996		GJ/rok	68
	Okna 2	kWh		966		GJ/rok	3
	Celkem	kWh		19 962		GJ/rok	72
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73		Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c_n	0,9	
	T_1	0,81	typ skel				
	T_2	0,9	znečištění				
	T_3	1	zastínění				

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	224 728	174 413	129 884	124 226	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	202 513	157 172	117 044	111 946	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
E_{rEA}	188 964	125 509	88 356	83 589	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	84%	72%	68%	67%	

Typ objektu	Střední škola - zděná budova a montovaný skelet
-------------	---

Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie
		1.	2.	3.	
e_{VN}	30,9	30,9	30,9	30,9	

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_V	48,1	37,3	27,8	26,6	Budova je vyhovující jen pro třetí variantu opatření kdy dochází k výměně oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{Vo}	43,3	33,6	25,0	23,9	Budova je vyhovující jen pro třetí variantu opatření kdy dochází k výměně oken.
	90%	90%	90%	90%	
	ne	ne	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	40,4	26,8	18,9	17,9	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
	84%	72%	68%	67%	
	ne	ano	ano	ano	

3.6.2 Střední škola - skelet MS - 71.

3.6.2.1 Objemové řešení.

Objekt Střední odborné školy a Středního odborného učiliště byl stavěn v několika etapách. Nejprve byl postaven šestipodlažní internát a stravovací objekt, následně - na přelomu sedmdesátých a osmdesátých let byla postavena tělocvična s přístavkem a v první polovině osmdesátých let byl dostavěn objekt s učebnami. Zároveň s prováděním projektu na dostavbu bylo rozhodnuto zvýšit přístavek u tělocvičny, která byla v té době ve výstavbě, o jedno podlaží oproti původnímu projektu.

Předmětem posouzení je tělocvična s přístavkem a “dostavba” učiliště.

Tělocvična má jedno nadzemní podlaží, přístavek a dostavba čtyři nadzemní podlaží. Nosnou konstrukci objektu tělocvičny tvoří ocelová konstrukce. Obvodový plášť je ze dvou třetin vyzdívaný, ve zbývající třetině je prosklená stěna se zděným parapetem a keramickým nadokenním panelem. Strop nad tělocvičnou tvoří prefabrikované železobetonové střešní panely.

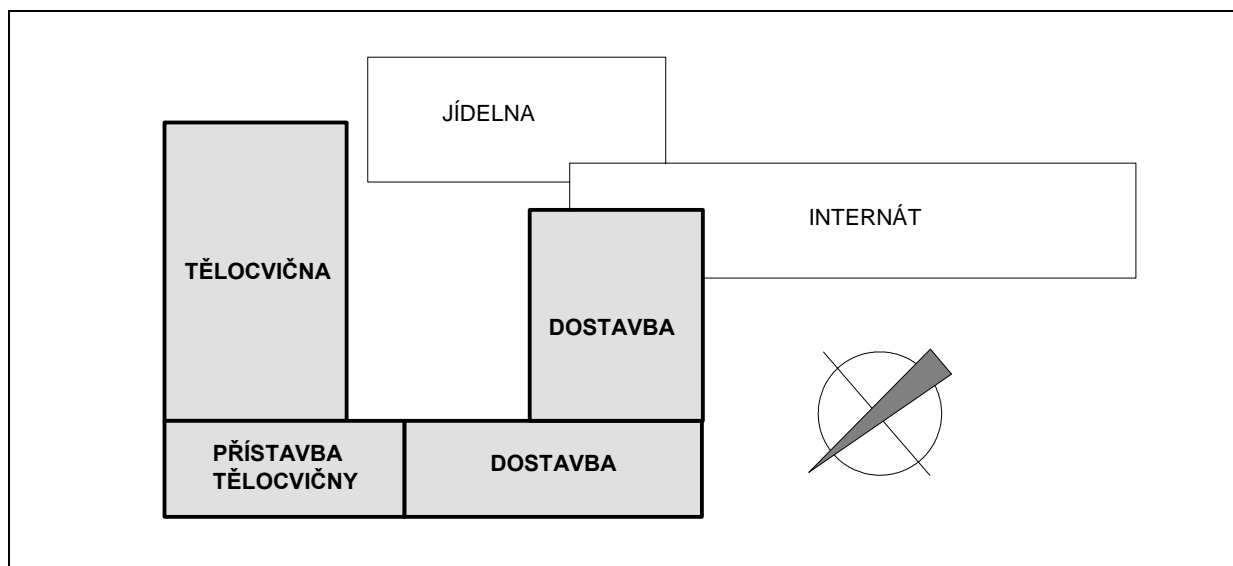
Objekt přístavku a dostavby má nosnou část z montovaného železobetonového skeletu MS 71 s deskovými skrytými průvlaky. Obvodové stěny tvoří částečně výplňové zdivo a částečně lehký obvodový plášť (tzv. boletické panely). Střechy jsou na celém objektu ploché.

Údaje o plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 1.

Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 1, pohled na západní roh budovy je na obrázku 2.



Obrázek 1.



Obrázek 2.

3.6.2.2 Varianty opatření.

- Varianta I.: odstranění boletických panelů, vyzdění neprůsvitných částí pláště z dutinového nebo pórobetonového zdiva a jeho zateplení kontaktním zateplovacím systémem,
zateplení kontaktním zateplovacím systémem stávajícího zdiva,
zateplení dvouplášťových střech,
zateplení stropů nad vnějším prostředím,
výměna dřevohliníkových a schodišťových oken za okna nová se součinitelem prostupu tepla $k = 2,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.
- Varianta II.: odstranění boletických panelů, vyzdění neprůsvitných částí pláště z dutinového nebo pórobetonového zdiva a jeho zateplení kontaktním zateplovacím systémem,
zateplení kontaktním zateplovacím systémem stávajícího zdiva,
zateplení dvouplášťových střech,
zateplení stropů nad vnějším prostředím,
výměna dřevohliníkových a schodišťových oken za okna nová se součinitelem prostupu tepla $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.
- Varianta III.: odstranění boletických panelů, vyzdění neprůsvitných částí pláště z dutinového nebo pórobetonového zdiva a jeho zateplení kontaktním zateplovacím systémem,
zateplení kontaktním zateplovacím systémem stávajícího zdiva,
zateplení všech plochých střech,
zateplení stropů nad vnějším prostředím,
výměna dřevohliníkových a schodišťových oken za okna nová se součinitelem prostupu tepla $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$,
výměna jednoho skla za sklo se selektivním povrchem u dřevěných zdvojených oken,
výměna ocelových oken v tělocvičně za okna nová, se součinitelem prostupu tepla $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Typ objektu	Střední škola - skelet MS - 71 s lehkým obvodovým pláštěm
-------------	---

3.6.2.3 Geometrie objektu.

Tabulka 1

Stavební soustava:	MS 71	Rok výstavby:	70.-80. léta		
Počet žáků:	300	Počet zaměstnanců:	40		
Součtová tabulka ploch					
Základní plochy celkem	m ²	2 273,0	Podlaha na terénu	m ²	1 283,5
Plochy příslušenství celkem	m ²	327,3	Podlaha do nevytápěného suterénu	m ²	0,0
Plochy komunikací celkem	m ²	1 033,3	Střeška	m ²	1 533,2
Vedlejší plochy celkem	m ²	248,2	Zastavěná plocha	m ²	4 400,2
Plochy všech místností	m ²	3 881,9	Obestavěný prostor	m ³	18 497
PODKLADY PRO VÝPOČET TEPELNÉ CHARAKTERISTIKY DLE ČSN 73 05 40					
orientační kontrola z geometrických základních rozměrů		plocha neprůsvitného pláště - původní		m ²	2140,9
		nový stav		m ²	2140,9
délka	25,7; 31,62; 30,8	plocha otvorových výplní - původní		m ²	848,1
		nový stav		m ²	848,1
šířka	9,6; 22,42; 18,8	plocha střešky		m ²	1531,5
		nový stav		m ²	1531,5
výška	14,4	plocha podlahy a stěn pod terémem		m ²	1338,0
		nový stav		m ²	1338,0
objem obestavěný	18 497	PLOCHA A _n - původní		m ²	5 189
		nový stav		m ²	5 189
		OBJEM V _n		m ³	18 497
		nový stav		m ³	18 497
		A _n / V _n		m ⁻¹	0,28
		nový stav		m ⁻¹	0,28

3.6.2.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 2.

Vnější stěny

Tělocvična: Obvodové stěny jsou vyzděny z cihel CDm v tloušťce 375 mm.

Přístavek: V přízemí jsou štítové obvodové stěny vyzděny z cihel Cdm a průčelní stěny z plynosilikátových tvárníc v tloušťce 300 mm. Část průčelí u průchodu do atria byla v nedávné době dozděna z pórobetonových tvárníc. V ostatních podlažích je obvodový plášť vytvořen z boletických panelů.

Dostavba: Přesná skladba vnějších stěn u dostavby není zcela zřejmá. Z projektové dokumentace byly k dispozici půdorysy z projektového úkolu, na kterých nebyly specifikovány konkrétní materiály a kóty byly pouze celkové. Řezy objektem, střeška, skladby podlah a některé detaily byly z prováděcího projektu. Před definitivním projektem na provedení úprav bude nutné provést sondy a zjistit konkrétní skladbu nebo se pokusit zajistit zbývající část (půdorysy a technickou zprávu) prováděcího projektu.

Podle dokumentace, která byla k dispozici a podle prohlídky na místě jsou štítové stěny a stěny v přízemí vyzdívané, pravděpodobně z plynosilikátových tvárníc tloušťky 300 mm. Průčelní stěny v ostatních podlažích jsou z boletických panelů, pravděpodobně stejné skladby jako na přístavku u tělocvičny. Protože byla ale tato část projektována a stavěna

v období těsně po revizi tepelně technických norem, byly parapety zesíleny o vyzdívkou - pravděpodobně z cihel CDM v tloušťce 115 mm.

♦ **Opatření:**

Tělocvična: Je navrženo zateplení z vnější strany kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací tloušťky 100 mm.

Přístavek: V podlažích s boletickými panely je ve všech variantách navrženo odstranění lehkého obvodového pláště, vyzdění parapetů z dutinového lehkého nebo pórobetonového zdiva a jeho zateplení z vnější strany kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací v tloušťce 100 mm.

U stěn v přízemí je navrženo zateplení z vnější strany kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací tloušťky 100 mm.

Dostavba: Navržená opatření jsou shodná s opatřeními na obvodových stěnách přístavku. Stávající dozdivky parapetů budou pravděpodobně využity, případně zesíleny v závislosti na konkrétním řešení v projektu.

Otvorové výplně

Tělocvična: Okna v tělocvičně jsou ocelová, se sdruženými křídly, zasklená dvěma skly.

Přístavek: Okna jsou dřevohliníková zdvojená a kovová zdvojená. Vstupní dveře jsou ocelové, jednoduše zasklené.

Dostavba: V přízemí jsou okna dřevěná zdvojená, z části vyměněná. Kovové, jednoduše zasklené výkladce v části navazující na přístavek u tělocvičny byly odstraněny a nahrazeny zdivem s menšími okny. Ve schodišti jsou okna kovová s dvojsklem, v boletických panelech jsou okna dřevohliníková.

♦ **Opatření:**

Tělocvična: Ve variantě III je navržena výměna oken za okna nová se součinitelem prostupu tepla $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Přístavek: Výměna oken je navržena ve všech variantách. Ve variantě I je uvažován součinitel prostupu tepla $k = 2,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, ve variantách II a II je $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Dostavba: Výměna oken je navržena opět ve všech variantách. Ve variantě I je uvažován součinitel prostupu tepla $k = 2,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, ve variantách II a II je $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. U oken dřevěných zdvojených je ve třetí variantě navržena výměna jednoho skla za sklo se selektivním povrchem.

Střecha

Tělocvična: Střecha je plochá, jednoplášťová s vnitřním odvodněním v rozích objektu. Nosná vrstva střechy je ze železobetonových střešních panelů tloušťky 250 mm uložených ve spádu. Panely jsou vyrovnány cementovým potěrem tloušťky 30 mm, na kterém je provedena živичná parozábrana z pásu Foalbit S a asfaltových nátěrů. Tepelná izolace je z desek Polsid tloušťky 50 mm, krytina je živичná.

Přístavek: Střecha je plochá, dvouplášťová, s horním pláštěm z keramických panelů. Tepelná izolace je z desek z minerální vlny v tloušťce 2 x 40 mm. Odvětrání střechy je příčné, mřížkami v atikových panelech.

Dostavba: Střecha je plochá dvouplášťová větraná, řešená stejným způsobem jako na přístavku, ale tloušťka tepelné izolace je 2 x 60 mm.

◆ *Opatření:*

Tělocvična: Zateplení jednoplášťové střechy nad tělocvičnou je navrženo jen ve třetí variantě, protože je problematické vzhledem k malé výšce atik. Byl uvažován nástřík polyuretanovou pěnou v tloušťce 30 mm.

Dalším možným řešením, ale finančně náročným, je odstranění celé skladby střechy a použití jiné tepelné izolace s nižším součinitelem tepelné vodivosti, než má polystyrén, který je ve skladbě střechy. Bylo by možné použít např. extrudovaný polystyrén nebo polyuretan.

Přístavek: Zateplení střechy je uvažováno ve všech variantách. Podle výkresové dokumentace je vzduchová mezera nad stávající tepelnou izolací dostatečně vysoká a bude po odstranění atikových panelů přístupná pro možné zvýšení tloušťky tepelné izolace. Uvažováno bylo 110 mm minerální vlny.

Další možnou variantou je přestavba dvouplášťové střechy na jednoplášťovou neobnovením větracích otvorů a doizolování střechy "shora".

Dostavba: Opatření jsou stejná jako u střechy nad přístavkem, ale tloušťka dodatečné tepelné izolace stačí 70 mm.

Pro všechny varianty opatření na plochých střechách platí, že by stávající skladby střech měly být posouzeny z hlediska vlhkosti.

Strop nad vnějším prostředím.

Je u objektu přístavku, nad průchodem do átria a nad vstupem. Průchod je sice uzavřen z obou stran prosklenými dveřmi, ale protože se jedná o dveře kovové s jednoduchým zasklením a netěsnými spárami, je nutné v tomto prostoru uvažovat teplotu jako ve vnějším prostředí. Ve skladbě podlahy nad průchodem je izolace z fibrexu, tloušťky 10 mm a v průchodu byl podle původní dokumentace podhled modřinových z prken, nad která byl vložen polystyrén v tloušťce 50 mm. V současné době je strop průchodu i nad vstupem omítnutý, ale lze předpokládat, že tepelná izolace v konstrukci zůstala.

◆ *Opatření:* Bylo uvažováno zateplení kontaktním zateplovacím systémem shodné skladby, jaký bude použit na vnějších stěnách.

Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce tvoří stěny a stropy, oddělující prostory vytápěné na různé vnitřní teploty. Stěny jsou vyzdívané z cihel Cdm a z plných pálených cihel, v podlahách je vložena izolace z fibrexu tloušťky 10 mm.

◆ *Opatření:* Nebyla žádná navrhována.

Konstrukce na terénu.

Tělocvična: Podlaha na terénu je dřevěná vícevrstvá. Na hydroizolaci jsou uloženy dřevěné podložky z prken tloušťky 24 mm, nad kterými je dvojitý rošt z prken opět tloušťky 24 mm. Stejnou tloušťku z prken má i hrubá podlaha, vytvořená nad těmito rošty. Na hrubé podlaze jsou přibity vlýsky tloušťky 19 mm.

Přístavek a dostavba: Podlahy na terénu mají nášlapné vrstvy z vlýsek, PVC a keramické dlažby. Ve skladbách je tepelná izolace z polystyrénu tloušťky 30 mm, u dostavby v některých vedlejších prostorech 20 mm. Celková tloušťka podlah je 100 mm.

◆ *Opatření:* Nebyla žádná navrhována.

Tabulka 2

Součinitelé prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla $k(U)$ ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Obvodová stěna CDm tl. 375 mm	1,40	0,31	0,31	0,31
Obvodová stěna plynosilikát tl. 300 mm	0,83	0,29	0,29	0,29
Obvodová stěna nové zdivo tl. 300 mm	0,42	0,21	0,21	0,21
Obvodová stěna - boletický panel	0,80	0,31	0,31	0,31
Obvodová stěna - boletický panel v TV	0,80	0,80	0,80	0,31
Obvodová stěna - parapety	0,70	0,30	0,30	0,30
Okna dřevěná zdvojená	2,80	2,80	2,80	2,20
Okna dřevohliníková zdvojená	2,80	2,80	1,60	1,30
Okna ocelová	3,80	3,80	3,80	1,60
Střecha nad tělocvičnou	0,63	0,63	0,63	0,41
Střecha nad přístavbou tělocvičny	0,53	0,22	0,22	0,22
Střecha nad dostavbou	0,38	0,22	0,22	0,22
Podlaha na terénu v tělocvičně	0,50	0,50	0,50	0,50
Podlaha na terénu v dostavbě a přístavku	0,91	0,91	0,91	0,91
Strop nad průchodem	0,42	0,21	0,21	0,21
Strop nad vstupem	0,42	0,21	0,21	0,21
Vnitřní stěny - příčky 100 mm	2,70	2,70	2,70	2,70
Vnitřní stěny CDm 250 mm	1,66	1,66	1,66	1,66
Vnitřní podlahy v přístavku	1,19	1,19	1,19	1,19
Vnitřní podlahy v dostavbě	1,19	1,19	1,19	1,19

3.6.2.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Stavební díl	Plocha stávající m ²	Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K					Plocha nová m ²			A.U.b				
		Stávající řešení	Varianta opatření			Stávající řešení				Varianta opatření				
			1.	2.	3.					1.	2.	3.		
sítěny	Boletický panel	488,15	0,80	0,31	0,31	0,31	488,15	bj	1,00	390,52	151,33	151,33	151,33	
	Boletický panel	156,90	0,80	0,31	0,31	0,31	156,90	bj	1,00	125,52	48,64	48,64	48,64	
	CDm 375	517,04	1,40	0,31	0,31	0,31	517,04	bj	1,00	723,86	160,28	160,28	160,28	
	Plynosilikát 300	270,47	0,83	0,29	0,29	0,29	270,47	bj	1,00	224,49	78,44	78,44	78,44	
	Plynosilikát 300	361,15	0,72	0,25	0,25	0,25	361,15	bo	1,15	299,90	104,79	104,79	104,79	
	Boletický panel v tě	25,92	0,80	0,80	0,80	0,31	25,92	bj	1,00	20,74	20,74	20,74	8,04	
	Parapety v dostavbě	108,54	0,70	0,30	0,30	0,30	108,54	bj	1,00	75,98	32,56	32,56	32,56	
	Parapety v dostavbě	11,73	0,61	0,26	0,26	0,26	11,73	bo	1,15	8,22	3,52	3,52	3,52	
	Nové zdivo	153,68	0,42	0,21	0,21	0,21	153,68	bj	1,00	64,55	32,27	32,27	32,27	
	otvorové výplně	Stako	3,24	3,31	3,31	3,31	1,39	3,24	bo	1,15	12,32	12,32	12,32	5,19
Stako		196,47	3,31	3,31	3,31	1,39	196,47	bo	1,15	746,96	746,96	746,96	314,51	
schodišťová okna		83,70	3,31	2,44	1,39	1,39	83,70	bo	1,15	318,22	234,48	133,99	133,99	
Okna Boletice		400,68	2,44	2,44	1,39	1,39	400,68	bo	1,15	1122,46	1122,46	641,41	641,41	
Okna dřevěná zdvoj		50,61	2,44	2,44	2,44	1,91	50,61	bo	1,15	141,78	141,78	141,78	111,40	
Sítěcha	Okna Boletice	113,40	2,44	2,44	1,39	1,39	113,40	bo	1,15	317,68	317,68	181,53	181,53	
	nad přístavkem	241,83	0,53	0,22	0,22	0,22	241,83	bs	1,00	128,17	53,20	53,20	53,20	
	nad dostavbou nad tělocvičnou	709,37	0,38	0,22	0,22	0,22	709,37	bs	1,00	269,56	156,06	156,06	156,06	
Vnitřní konstrukce	příčka 100 mm	631,13	2,70	2,70	2,70	2,70	631,13	bn						
								bn						
	CDm 250 mm	116,83	1,66	1,66	1,66	1,66	116,83	bn						
	podlahy v přístavku	46,02	1,19	1,19	1,19	1,19	46,02	bn						
	podlahy v dostavbě	120,96	1,19	1,19	1,19	1,19	120,96	bn						
KONSTRUKCE NA a POD terémem	Stěny							bz						
	podlaha v přístavku	469,37	0,91	0,91	0,91	0,91	469,37	bz	0,4	170,85	170,85	170,85	170,85	
	podlaha v přístavku	324,98	0,91	0,91	0,91	0,91	324,98	bz	0,4	118,29	118,29	118,29	118,29	
	podlaha v tělocvičně	543,60	0,50	0,50	0,50	0,50	543,60	bz	0,4	108,72	108,72	108,72	108,72	
ΣA	6 773,4					ΣA	6 773,4	ΣA.U.b	5774	4191	3473	2863		
h1	kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>			20,00	°C	Evp	kWh	607 254	458 226	390 675	333 223	
h2	kWh/m ³	13,1	V	m ³	18 497	stávající	18 497	nový	Evv	kWh	242 721	242 721	242 721	242 721
Tepelné zisky	z vnitřních zdrojů tepla						Ezv	kWh	110 984	110 984	110 984	110 984		
	ze slunečního záření						Ezs	kWh	55 492	55 492	55 492	55 492		
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	700 147	551 119	483 568	426 117	
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m ³ .a	37,9	29,8	26,1	23,0	
Geometrie budovy	A		V		A/V									
	m ²		m ³		l/m									
	stávající	nová	stávající	nový	stávající	nový								
										0,35	0,35			
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								e_{VN}	kWh/m ³ .a	29,8	29,8	29,8	29,8	
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách								ne	ano	ano	ano	ano		

3.6.2.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát **prostupem E_{vp}**.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	607 254	458 226	390 675	333 223	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vpn}	603 567	455 444	388 303	331 200	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	99%	99%	99%	99%	
E_{vpEA}	526 683	387 831	321 095	271 727	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	87%	85%	82%	82%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	242 721	242 721	242 721	242 721	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	241 248	241 248	241 248	241 248	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	99%	99%	99%	99%	
E_{vvEA}	153 656	153 656	153 656	153 656	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve všech variantách byl zohledněn požadavek na n=0,5 hod-1)
	63%	63%	63%	63%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	110 984	110 984	110 984	110 984	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	66 008	66 008	66 008	66 008	Hodnoty podle ČSN EN 832 ($5W/m^2$) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	59%	59%	59%	59%	
E_{vzEBS}	69 142	69 142	69 142	69 142	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	62%	62%	62%	62%	
E_{vzEA}	41 469	69 115	69 115	69 115	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	37%	62%	62%	62%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	ΣQ	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den	tepelné zisky od osvětlení na den	tepelné zisky od spotřebičů na den	tepelné zisky na den celkem		Wh/den	kWh	%	kWh
Wh	Wh	Wh	Wh					
493 714	74 851		568 565		568 565	127 927	70	89 549

OSOBY							
		Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob	Tepelný zisk za den	
		W	hod	Wh		Wh	
Činnost	Sezení, čtení	100	8	960	514	493714	
	Lehká práce	120					
	Psaní na stro	150					
OSVĚTLENÍ							
		Produkce tepla	Základní plochy celkem	Osvětlená část zákl. ploch (cca 1/2)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den
		W/m2	m2	m2	hod		Wh
Zářivky		15	4 436	2 218	3	75%	74 851
Žárovky		40	516	258	3	75%	23 219

Typ objektu	Střední škola - skelet MS - 71 s lehkým obvodovým pláštěm
-------------	---

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	55 492	55 492	55 492	55 492	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	57 639	57 639	57 639	57 639	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	104%	104%	104%	104%	
E_{zsEA}	37 227	62 044	62 044	62 044	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	67%	112%	112%	112%	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM							
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ
Plocha oken bez rámu podle světových stran	Okna 1	m ²				34,13	183,10
	Okna 2	m ²				203,21	
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E_{gVO}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97
Tepelný zisk Q_{ok}	Okna 1	kWh				6 551	12 078
	Okna 2	kWh				39 009	
	Okna 1	kWh	18 629			GJ/rok	67
	Okna 2	kWh	39 009			GJ/rok	140
	Celkem	kWh	57 639			GJ/rok	207
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73		Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení		c_n	0,9
	T ₁	0,81	typ skel				
	T ₂	0,9	znečištění				
	T ₃	1	zastínění				

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	700 147	551 119	483 568	426 117	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	695 897	547 773	480 632	423 530	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	99%	99%	99%	99%	
E_{rEA}	609 513	423 444	356 707	307 340	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	87%	77%	74%	72%	

Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
e_{VN}	29,8	29,8	29,8	29,8	Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie

Typ objektu	Střední škola - skelet MS - 71 s lehkým obvodovým pláštěm
-------------	---

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_v	37,9	29,8	26,1	23,0	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy kromě těsnění nejsou na otvorových výplních navrhována žádná opatření.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{v0}	37,6	29,6	26,0	22,9	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy kromě těsnění nejsou na otvorových výplních navrhována žádná opatření.
	99%	99%	99%	99%	
	ne	ano	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	33,0	22,9	19,3	16,6	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy kromě těsnění nejsou na otvorových výplních navrhována žádná opatření.
	87%	77%	74%	72%	
	ne	ano	ano	ano	

3.6.3 Základní škola - skelet KPÚ Brno.

3.6.3.1 Objemové řešení.

Základní škola se po dokončení v roce 1969 skládala ze tří pavilónů:

1. pavilón UVMV - učebny, vedení, mimoškolní výchova,
2. pavilón USU - učebny, speciální učebny,
3. pavilón TDS - tělovýchova, dílny, stravování.

Pavilóny jsou mezi sebou propojeny krytou nevytápěnou chodbou, oboustranně zasklenou, označenou jako pergola.

V roce 1971 byl zpracován projekt na přístavbu družiny, která byla umístěna na konec pergoly v návaznosti na pavilón USU a byla postavena v letech následujících v rámci akce Z.

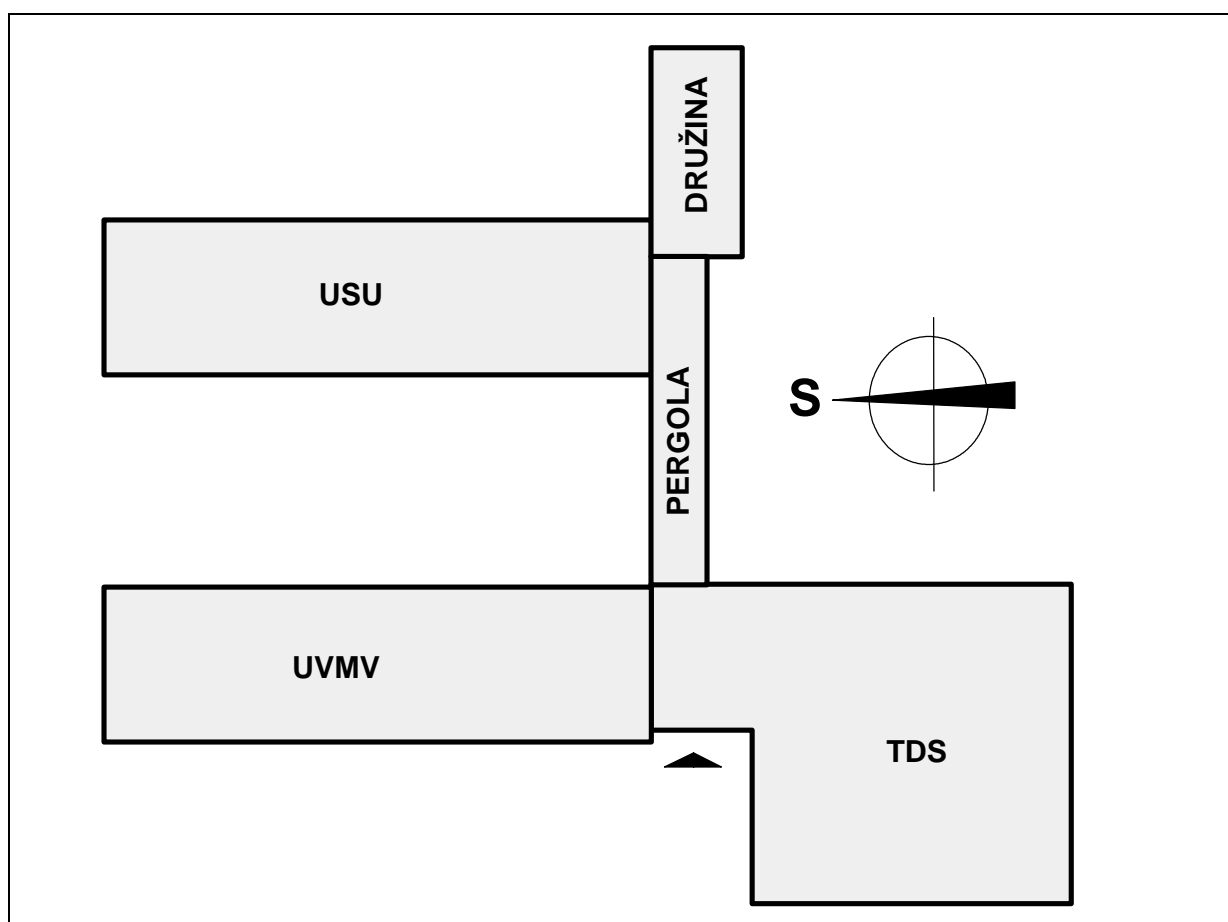
V roce 1997 byla na budově družiny provedena šikmá střecha a v prostoru "podkroví" byla zřízena nová učebna výtvarné výchovy.

Učebnové pavilóny USU a UVMV jsou dvoupodlažní, nepodsklepené. Pavilón TDS je částečně podsklepený, s výukovým bazénem v suterénu. Přístavba družiny měla původně suterén a jedno nadzemní podlaží.

Předmětem posouzení je pavilón UVMV.

Údaje o plochách a objemech jsou uvedeny v tabulce 1.

Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 1, pohled na západní průčelí pavilónu UVMV je na obrázku 2, na východní průčelí na obrázku 3.



Obrázek 1.



Obrázek 2.



Obrázek 3.

3.6.3.2 Varianty opatření.

Z hlediska stavebních konstrukcí jsou navržena následující opatření:

- ♦ zateplení všech vnějších stěn ze strany exteriéru,

Typ objektu	Základní škola - skelet KPÚ Brno
-------------	----------------------------------

- ♦ u meziokenních vložek bude odstraněno vnější sklo, k vnějšímu lici parapetních panelů budou vyzděny pilířky, které budou zatepleny shodně s ostatními konstrukcemi,
- ♦ zateplení ploché jednoplášťové střechy pěnovým polystyrénem nebo deskami z minerálních vláken,
- ♦ dřevěná zdvojená okna budou vyměněna,

3.6.3.3 Geometrie objektu.

Tabulka 1

Stavební soustava:	Žlb.skelet KPÚ Brno	Rok výstavby:	1967		
Počet žáků:	300	Počet zaměstnanců:	6		
Součtová tabulka ploch					
Základní plochy celkem	m ²	1 306,7	Podlaha na terénu	m ²	1 004,0
Plochy příslušenství celkem	m ²	168,1	Podlaha do nevytápěného suterénu	m ²	0,0
Plochy komunikací celkem	m ²	375,3	Střecha	m ²	1 005,4
Vedlejší plochy celkem	m ²	67,8	Zastavěná plocha	m ²	2 122,2
Plochy všech místností	m ²	1 918,0	Obestavěný prostor	m ³	7 056
PODKLADY PRO VÝPOČET TEPELNÉ CHARAKTERISTIKY DLE ČSN 73 05 40					
orientační kontrola z geometrických základních rozměrů		plocha neprůsvitného pláště - původní		m ²	695,4
		nový stav		m ²	677,9
délka	117,9	plocha otvorových výplní - původní		m ²	431,8
		nový stav		m ²	431,8
šířka	18	plocha střechy		m ²	1012,7
		nový stav		m ²	1012,7
výška	6,65	plocha podlahy		m ²	1012,7
		nový stav		m ²	1012,7
objem obestavěný	7 056	PLOCHA A _n - původní		m ²	2 646
		nový stav		m ²	2 629
		OBJEM V _n		m ³	7 056
		nový stav		m ³	7 056
		A _n / V _n		m ⁻¹	0,38
		nový stav		m ⁻¹	0,37

3.6.3.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 2.

Nosnou konstrukci tvoří celomontovaný železobetonový skelet se skrytými průvlaky, systém KPÚ Brno. Parapety na průčelích jsou vyzdívané z cihel CDKL, štíty z cihel CDm. Neprůsvitné části okenních pásů tvoří meziokenní vložky o tl. cca 80 mm. Střechy jsou ploché jednoplášťové. Okna jsou dřevěná zdvojená, málo udržovaná, se zvýšenou infiltrací.

Vnější stěny

Vnější stěny jsou vyzděny buď z cihel CDm (tloušťka zdiva 375 mm) nebo cihel CDKL (tloušťka zdiva 300 mm).

- ◆ *Opatření:* Vnější stěny budou zatepleny ze strany exteriéru kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací tloušťky 100 mm.

Meziokenní vložky.

Z vnější strany je dřevotřísková deska opatřená nátěrem, tepelná izolace je z polystyrénu tloušťky 25 mm, vzduchová mezera - podle výkresové dokumentace větraná a z vnější strany je sklo s drátěnou vložkou.

- ◆ *Opatření:* Je navrženo odstranění vnějšího skla, dozdění pilířků po vnější líc parapetů a aplikace stejného zateplovacího systému se stejnou tloušťkou tepelné izolace jako u parapetů.

Otvorové výplně

Okna jsou dřevěná zdvojená, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$.

- ◆ *Opatření:* Ve variantě I je uvažováno s výměnou oken, která již byla zahájena. Součinitel prostupu tepla nových oken $k = 2,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Ve variantě II je uvažován součinitel prostupu tepla nových oken $k = 1,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Varianta III předpokládá stejná opatření jako varianta II, ale nová okna budou zasklena izolačním dvojsklem, které zajistí součinitel prostupu tepla maximálně $k = 1,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Budou užita okna zabezpečující hygienické větrání místností, např. s mikroventilací.

Střecha

Plochá nevětraná jednoplášťová střecha nad učebnovými pavilóny má tepelnou izolaci z plynosilikátových desek tloušťky 150 mm

- ◆ *Opatření:* Stávající ploché střechy budou zatepleny deskami z minerálních vláken nebo pěnového polystyrénu tloušťky 140 mm.

Podlaha na terénu.

Podlahy na terénu mají nášlapné vrstvy ze Zlinolitu na mechové podložce v učebnách a na chodbách a z keramické dlažby v hygienických zařízeních. Ve skladbách podlah je vloženo 30 mm polystyrénu.

- ◆ *Opatření:* Nejsou navrhována.

Tabulka 2

Součinitele prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla k (U)			
	ve $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Parapetní zdivo z CDKL	1,32	0,33	0,33	0,33
Stěny z CDm	1,40	0,33	0,33	0,33
MIV	1,00	0,31	0,31	0,31
Střecha - 150 mm plynosilikát	0,78	0,23	0,23	0,23
Okna zdvojená dřevěná	2,80	2,80	1,60	1,30

3.6.3.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Stavební díl	Plocha stávající m2	Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K				Plocha nová m2	A.U.b							
		Stávající řešení	Varianta opatření				Stávající řešení	Varianta opatření						
			1.	2.	3.			1.	2.	3.	1.	2.	3.	
Průčelí	parapety tl. 300 mm	185,70	1,32	0,33	0,33	0,33	185,70	bj	1,00	245,12	61,28	61,28	61,28	
	parapety tl. 300 mm	131,66	1,32	0,33	0,33	0,33	131,66	bj	1,00	173,79	43,45	43,45	43,45	
	světlík nad střecho	59,70	1,32	1,32	1,32	0,30	59,70	bj						
								bj	1,00					
								bj	1,00					
	luxf. ve světl.	52,80	2,61	2,61	2,44	1,44	52,80	bo						
MIV	37,80	1,00	0,31	0,31	0,31	37,80	bj	1,00	37,80	11,72	11,72	11,72		
MIV	5,70	1,00	0,31	0,31	0,31	5,70	bj	1,00	5,70	1,77	1,77	1,77		
							bj	1,00						
Štíty	plná plocha tl. 375	117,27	1,40	0,33	0,33	0,33	117,27	bj	1,00	164,18	38,70	38,70	38,70	
	plná plocha tl. 375	29,20	1,40	0,33	0,33	0,33	29,20	bj	1,00	40,88	9,64	9,64	9,64	
	světlík nad střecho	75,60	1,32	1,32	1,32	1,30	75,60	bj						
Otvorové výplně	dř. zdvojená	279,54	2,44	2,44	1,39	1,13	279,54	bo	1,15	783,10	783,10	447,49	363,58	
	dř. zdvojená	101,88	2,44	2,44	1,39	1,13	101,88	bo	1,15	285,41	285,41	163,09	132,51	
								bo	1,15					
vstup. stěna								bo	1,15					
	50,33	1,25	1,25	1,25	1,25	50,33	bo	1,15	72,51	72,51	72,51	72,51		
							bo	1,15						
Střecha	jednoplášťová	625,50	0,78	0,23	0,23	0,23	625,50	bs	1,00	487,89	143,87	143,87	143,87	
	jednoplášťová nad světlíkem	229,68	0,78	0,23	0,23	0,23	229,68	bs	1,00	179,15	52,83	52,83	52,83	
		157,50	1,46	1,46	1,46	1,48	157,50	bo						
Vnitřní konstrukce	příčka	509,70	2,20	2,20	2,20	2,20	509,70	bn						
	štit do kotelny do pergoly	22,50	1,40	1,40	1,40	1,40	22,50	bn	0,14	4,41	4,41	4,41	4,41	
		22,50	1,25	1,25	1,25	1,25	22,50	bn	0,57	16,03	16,03	16,03	16,03	
	vnitřní strop do světl.	529,25	1,21	1,21	1,21	1,21	529,25	bn						
	100,50	4,20	4,20	2,30	2,30	100,50	bn	0,4	168,84	168,84	92,46	92,46		
							bn							
Konstrukce NA a POD terénem		436,50	0,90	0,90	0,90	0,90	436,50	bz	0,4	157,14	157,14	157,14	157,14	
		576,18	0,90	0,90	0,90	0,90	576,18	bz	0,4	207,42	207,42	207,42	207,42	
								bz						
ΣA	4 337,0					ΣA	4 337,0	ΣA.U.b	3029	2058	1524	1409		
h1	kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>			20,00	°C	Evp	kWh	325 952	234 534	184 243	173 468	
h2	kWh/m3	13,1	V	m3	7 056	stávající		Evv	kWh	92 593	92 593	92 593	92 593	
					7 056	nový								
Tepelné zisky	z vnitřních zdrojů tepla						Evs	kWh	42 338	42 338	42 338	42 338		
	ze slunečního záření						Ezs	kWh	21 169	21 169	21 169	21 169		
Spotřeba tepelné energie za otopné období							Er	kWh	361 389	269 971	219 680	208 905		
Měrná spotřeba tepelné energie							ev	kWh/m ³ .a	51,2	38,3	31,1	29,6		
Geometrie budovy	A		V				A/V							
	m2		m3				1/m							
	stávající	nová	stávající		nový		stávající	nový	stávající		nový			
	2 952	2 952	7 056		7 056				0,42		0,42			
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie							e_{VN}	kWh/m ³ .a	31,5	31,5	31,5	31,5		
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách							ne	ne	ano	ano	ano	ano		

3.6.3.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	325 952	234 534	184 243	173 468	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vpn}	310 378	223 328	175 440	165 179	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{vpEA}	312 012	224 172	175 311	162 101	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	96%	96%	95%	93%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	92 593	92 593	92 593	92 593	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	88 169	88 169	88 169	88 169	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{vvEA}	66 829	61 930	61 930	61 930	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve všech variantách byl zohledněn požadavek na $n=0,5$ hod-1)
	72%	67%	67%	67%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	42 338	42 338	42 338	42 338	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	35 908	35 908	35 908	35 908	Hodnoty podle ČSN EN 832 ($5W/m^2$) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	85%	85%	85%	85%	
E_{vzEBS}	49 657	49 657	49 657	49 657	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	117%	117%	117%	117%	
E_{vzEA}	17 954	29 924	29 924	29 924	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	42%	71%	71%	71%	

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	21 169	21 169	21 169	21 169	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	43 042	43 042	43 042	43 042	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	203%	203%	203%	203%	
E_{zsEA}	25 210	42 017	42 017	42 017	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	119%	198%	198%	198%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM									
Q1	Q2	Q3	Σ Q	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky	
tepelné zisky od osob na den	tepelné zisky od osvětlení na den	tepelné zisky od spotřebičů na den	tepelné zisky na den celkem		Wh	Wh/den	kWh	%	kWh
288 960	20 814		309 774			309 774	70 938	70	49 657

OSOBY								
Činnost	Sezení, čtení	Lehká práce	Psaní na stro	Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob	Tepelný zisk za den
				W	hod	Wh		Wh
				100	8	960	301,0	288960
				120				
				150				
OSVĚTLENÍ								
	Produkce tepla	Osvětlené plochy celkem	Osvětlená část ploch (cca 1/2)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den		
	W/m2	m2	m2	hod		Wh		
Zářivky	15	1 850	925	2	75%	20 814		
Žárovky	40	68	34	2	75%	2 035		

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM							
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ
Plocha oken bez rámu podle světových stran	Okna 1	m ²	2,88		302,26		
	Okna 2	m ²	3,98		36,29		
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E _{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97
Tepelný zisk Q _{ok}	Okna 1	kWh	146		38 119		
	Okna 2	kWh	201		4 576		
	Okna 1	kWh	38 265			GJ/rok	138
	Okna 2	kWh	4 777			GJ/rok	17
	Celkem	kWh	43 042			GJ/rok	155
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73	typ skel znečištění zastínění	Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c _n	0,9	
	T ₁	0,81					
	T ₂	0,9					
	T ₃	1					

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	361 389	269 971	219 680	208 905	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{rto}	344 121	257 071	209 184	198 923	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	95%	95%	95%	95%	
E_{rEA}	339 992	221 354	172 493	159 284	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	94%	82%	79%	76%	

Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
e_{VN}	31,5	31,5	31,5	31,5	Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e _v	51,2	38,3	31,1	29,6	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy kromě těsnění nejsou na otvorových výplních navrhována žádná opatření.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e _{vo}	48,8	36,4	29,6	28,2	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy kromě těsnění nejsou na otvorových výplních navrhována žádná opatření.
	95%	95%	95%	95%	
	ne	ne	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

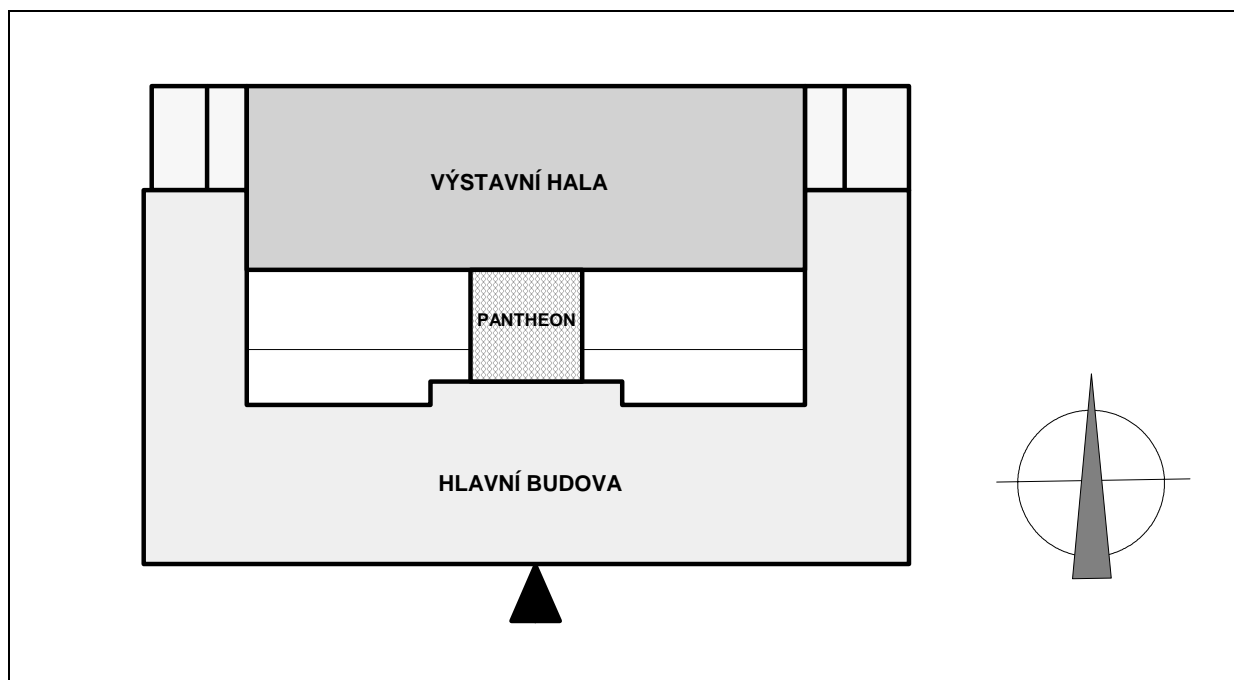
e _{VEA}	48,2	31,4	24,4	22,6	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy kromě těsnění nejsou na otvorových výplních navrhována žádná opatření.
	94%	82%	79%	76%	
	ne	ano	ano	ano	

3.7.1 Budova muzea - vyzdívaný skelet.

3.7.1.1 Objemové řešení.

Muzeum bylo stavěno v letech 1939 až 1941 jako kombinace vyzdívaného monolitického železobetonového a ocelového skeletu. Hlavní budova má tři suterény a čtyři nadzemní podlaží, výstavní hala je jednopodlažní. První suterén je částečně pod úrovní terénu, druhý a třetí suterén je pouze pod částí budovy.

Orientace ke světovým stranám je zřejmá z obrázku 1. Na obrázku 2 je fotografie části jižní fasády hlavní budovy, na obrázku 3 je západní fasáda a na obrázku 4 je průčelí severní.



Obrázek 1.



Obrázek 2.



Obrázek 3.



Obrázek 4.

3.7.1.1 Varianty opatření.

Varianta I.: Výměna dřevěných zdvojených oken za okna nová se zasklením izolačním dvojsklem, součinitel prostupu tepla okna $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$

zateplení plochých střech tepelnou izolací z polystyrénu nebo minerálních vláken tloušťky 140 mm.

Varianta II.: Výměna dřevěných zdvojených oken za okna nová se zasklením takovým, aby součinitel prostupu tepla okna $k = 1,1 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$

zateplení plochých střech tepelnou izolací z polystyrénu nebo minerálních vláken tloušťky 140 mm.

Varianta III.: Výměna dřevěných zdvojených oken za okna nová se zasklením takovým, aby součinitel prostupu tepla okna $k = 1,1 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$,

Typ objektu	Budova muzea - vyzdívaný skelet
-------------	---------------------------------

zateplení plochých střech tepelnou izolací z polystyrénu nebo minerálních vláken tloušťky 140 mm,

zateplení vnějších stěn vnějším zateplovacím systémem s tloušťkou tepelné izolace 100 mm.

3.7.1.1 Geometrie objektu.

Tabulka 2

Stavební soustava: skelet	Rok výstavby: 1939 - 41				
Počet návštěvníků: 600	Počet zaměstnanců: 126				
Součtová tabulka ploch					
Základní plochy celkem	m ²	12 851,4	Podlaha na terénu	m ²	3 345,2
Plochy příslušenství celkem	m ²	357,5	Podlaha do nevytápěného suterénu	m ²	2 422,5
Plochy komunikací celkem	m ²	3 042,4	Střecha	m ²	5 668,7
Vedlejší plochy celkem	m ²	1 997,4	Zastavěná plocha	m ²	22 973,3
Plochy všech místností	m ²	18 248,7	Obestavěný prostor	m ³	100 810
PODKLADY PRO VÝPOČET TEPELNÉ CHARAKTERISTIKY DLE ČSN 73 05 40					
orientační kontrola z geometrických základních rozměrů	plocha neprůsvitného pláště - původní		m ²	6724,3	
	nový stav		m ²	6724,3	
délka 96,4	plocha otvorových výplní - původní		m ²	2506,4	
	nový stav		m ²	2506,4	
šířka 60,00	plocha střechy		m ²	5700,9	
	nový stav		m ²	5700,9	
výška	plocha podlahy a stěn pod terénem		m ²	5906,4	
	nový stav		m ²	5906,4	
objem obestavěný 100 810	PLOCHA A _n - původní		m ²	17 885	
	nový stav		m ²	17 885	
	OBJEM V _n		m ³	100 810	
	nový stav		m ³	100 810	
	A _n / V _n		m ⁻¹	0,18	
	nový stav		m ⁻¹	0,18	

3.7.1.2 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 2.

K dispozici byla výkresová dokumentace ze tří časových období a bez technické zprávy. Materiály použité při stavbě byly specifikovány na výkresech jen velmi omezeně a proto byly odhadovány podle zkušeností.

Vnější stěny

Vnější stěny jsou vyzdívané převážně v tloušťce 300 mm, částečně v tloušťce 250 mm. Uliční fasády jsou v 1. až 3. patře obloženy kabřincovými pásky, v přízemí a části 1. suterénu nad terénem kamennými deskami. Ve dvorní části jsou částečně kabřincové obklady a částečně omítka. Na zdivo jsou použité převážně voštinové cihly (tloušťka 300 mm) a částečně (tloušťka 250 mm) pravděpodobně duté cihelné tvárnice nebo tvárnice z lehkých betonů.

- ◆ *Opatření:* Zateplení vnějších stěn je navrhováno ve třetí variantě opatření. Vzhledem k tomu, že budova je památkově chráněná, bylo by nutné použít zateplovací systémy, které zajistí stejný vzhled budovy. Na částech obvodového pláště s omítkou by bylo možné použít klasický vnější kontaktní zateplovací systém s omítkou, na částech s kabřincovým obkladem by bylo možné použít kontaktní zateplovací systém s povrchovou úpravou obkladem

keramickými pásky, u částí s obkladem velkorozměrovými kamennými deskami by bylo nutné použít zateplovací systém s provětrávanou mezerou a kamenným obkladem. Tloušťka tepelné izolace byla uvažována 100 mm.

Otvorové výplně

Okna jsou dřevěná zdvojená, s běžnou infiltrací danou součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$.

- ◆ *Opatření:* U otvorových výplní bylo vzhledem k jejich poměrně špatnému stavu uvažováno vždy s jejich výměnou. Jednotlivé varianty se liší součinitelem prostupu tepla nových konstrukcí. Za předpokladu, že by bylo nutné zachovat konstrukci rámu jako u zdvojených oken, bylo by nutné na tyto uvažované hodnoty součinitelů prostupu tepla použít zasklení z kombinace izolačního dvojskla a skla.

Střecha

Střechy jsou ploché s velmi mírným spádem. Na části z nich je krytina z asfaltovaných pásů, na hlavní budově je krytina z měkčeného PVC. Jako tepelná izolace střech je pravděpodobně použit termobeton.

Nad některými částmi objektu je spád střechy vytvořen ve skladbě střechy - pravděpodobně kombinací termobetonu a násypu, nad ocelovým skeletem je spád střechy vytvořen v nosné rovině střechy.

Část 1. suterénu a část přízemí ve dvoře jsou zastřešeny sklobetony.

- ◆ *Opatření:* Ve všech variantách je navrhováno zateplení plochých střech tepelnou izolací z polystyrenu nebo minerálních vláken v tloušťce 140 mm.

Vnitřní konstrukce

Vnitřní konstrukce, oddělující vytápěné prostory od nevytápěných jsou stropy nad 2. suterénem a prosklené části stropů nad výstavní halou a světlíky. Podlahy se liší nášlapnými vrstvami, ale jejich tloušťka je 120 mm a jako tepelná izolace byl podle dokumentace použit termobeton v tloušťkách 70 až 80 mm.

- ◆ *Opatření:* U těchto konstrukcí nebyla žádná opatření na snížení spotřeby energie navrhována.

Konstrukce na a pod terénem.

Stěny 1. suterénu, které jsou pod terénem jsou kombinací železobetonu a vnitřní přízdívky. Podlahy na terénu mají jako tepelnou izolaci opět použit termobeton.

- ◆ *Opatření:* U těchto konstrukcí nebyla žádná opatření na snížení spotřeby energie navrhována.

Tabulka 1

Součinitelé prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla $k (U)$			
	ve $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Obvodová stěna	1,50	1,50	1,50	0,32
Střecha plochá	1,21	0,23	0,23	0,23
Střecha - sklobetony	3,50	3,50	3,50	3,50
Podlaha na terénu	1,45	1,45	1,45	1,45
Podlaha nad 2. suterénem	1,85	1,85	1,85	1,85
Okna dřevěná zdvojená	2,80	1,60	1,10	1,10

3.7.1.3 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

Spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát	prostupem	Stavební díl	Plocha		Součinitel prostupu tepla U ve $W/m^2 \cdot K$			Plocha		A.U.b					
			stávající	m2	Stávající řešení	Varianta opatření			nová	m2	Stávající řešení	Varianta opatření			
						1.	2.	3.				1.	2.	3.	
Vnitřní konstrukce NA a POD terémem	Stěny	Plná plocha	994,73	1,50	1,50	1,50	0,32	994,73	bj	1,00	1491,10	1491,10	1491,10	318,31	
			2774,36	1,50	1,50	1,50	0,32	2774,36	bj	1,00	4158,77	4158,77	4158,77	887,80	
		vstupní dveře	78,60	1,50	1,50	1,50	0,32	78,60	bj	1,00	117,82	117,82	117,82	25,15	
			37,60	3,22	3,22	3,22	3,22	37,60	bo	1,15	139,19	139,19	139,19	139,19	
		vrata	67,80	6,09	6,09	6,09	6,09	67,80	bo	1,15	474,84	474,84	474,84	474,84	
									bj	1,00					
		Stěny	Plná plocha	1114,69	1,50	1,50	1,50	0,32	1114,69	bj	1,00	1670,92	1670,92	1670,92	356,70
				1761,91	1,50	1,50	1,50	0,32	1761,91	bj	1,00	2641,10	2641,10	2641,10	563,81
		Otvorové výplně	dřevěná zdvoj	739,59	2,44	1,39	0,96	0,96	739,59	bo	1,15	2071,89	1183,94	813,96	813,96
				1135,52	2,44	1,39	0,96	0,96	1135,52	bo	1,15	3181,05	1817,74	1249,70	1249,70
				32,40	2,44	1,39	0,96	0,96	32,40	bo	1,15	90,77	51,87	35,66	35,66
				137,51	2,44	1,39	0,96	0,96	137,51	bo	1,15	385,22	220,13	151,34	151,34
		dřevěná zdvoj	355,96	2,44	1,39	0,96	0,96	355,96	bo	1,15	997,19	569,82	391,75	391,75	
									bo	1,15					
		Střeška	sklobeton	2179,72	1,21	0,23	0,23	0,23	2179,72	bs	1,00	2637,46	501,34	501,34	501,34
				2136,82	1,21	0,23	0,23	0,23	2136,82	bs	1,00	2585,55	491,47	491,47	491,47
				379,60	3,05	3,05	3,05	3,05	379,60	bo	1,15	1329,26	1329,26	1329,26	1329,26
		Stropy zasklení	1800,12	1,85	1,85	1,85	1,85	1800,12	bn	0,43	1432,00	1432,00	1432,00	1432,00	
			622,33	1,85	1,85	1,85	1,85	622,33	bn	0,43	495,06	495,06	495,06	495,06	
			1004,80	4,00	4,00	4,00	4,00	1004,80	bn	0,74	2974,21	2974,21	2974,21	2974,21	
Stěny	15,33	1,50	1,50	1,50	1,50	15,33	bz	0,57	13,11	13,11	13,11	13,11			
	123,42	1,50	1,50	1,50	1,50	123,42	bz	0,66	122,19	122,19	122,19	122,19			
							bz								
							bz								
Podlahy	3345,21	1,45	1,45	1,45	1,45	3345,21	bz	0,4	1940,22	1940,22	1940,22	1940,22			
							bz								
ΣA			20 838,0				ΣA	20 838,0	$\Sigma A.U.b$	30949	23836	22635	14707		
h1			kh/K	76,7	převažující teplota		17,00	°C	Evp	kWh	2 533 344	1 987 847	1 895 733	1 287 724	
větráním	h2		kWh/m3	10,7	V	m3	100 810	stávající	Evv	kWh	1 077 859	1 077 859	1 077 859	1 077 859	
							100 810	nový							
Tepelné zisky		z vnitřních zdrojů tepla						Evz	kWh	604 859	604 859	604 859	604 859		
		ze slunečního záření						Ezs	kWh	302 430	302 430	302 430	302 430		
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	2 794 643	2 249 147	2 157 033	1 549 023		
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m ³ .a	27,7	22,3	21,4	15,4		
Geometrie budovy		A		V		A/V									
		m2		m3		l/m									
		stávající	nová	stávající	nový	stávající	nový								
		20 838	20 838	100 810	100 810										
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								e _{VN}	kWh/m3.a	26,0	26,0	26,0	26,0		
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách								ne	ano	ano	ano	ano			

3.7.1.1 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát E_{vp} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	2 533 344	1 987 847	1 895 733	1 287 724	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vpp}	2 266 447	1 778 420	1 696 011	1 152 057	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	89%	89%	89%	89%	
E_{vpEA}	2 279 924	1 702 449	1 613 826	1 011 502	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	90%	86%	85%	79%	

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	1 077 859	1 077 859	1 077 859	1 077 859	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	964 303	964 303	964 303	964 303	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	89%	89%	89%	89%	
E_{vvEA}	662 751	662 751	662 751	662 751	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve všech variantách byl zohledněn požadavek na n=0,5 hod-1)
	61%	61%	61%	61%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	604 859	604 859	604 859	604 859	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	346 989	346 989	346 989	346 989	Hodnoty podle ČSN EN 832 (5W/m ²) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	57%	57%	57%	57%	
E_{vzEBS}	174 223	174 223	174 223	174 223	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	29%	29%	29%	29%	
E_{vzEA}	82 328	137 214	137 214	137 214	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	14%	23%	23%	23%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	Σ Q	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den	tepelné zisky od osvětlení na den	tepelné zisky od spotřebičů na den	tepelné zisky na den celkem		Wh/den	kWh		
Wh	Wh	Wh	Wh		Wh/den	kWh	%	kWh
740 520	365 655		1 106 175		1 106 175	248 889	70	174 223

OSOBY						
Činnost	Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob	Tepelný zisk za den	
					W	Wh
Spánek	100	8,5	1020	726,0	740520	
Ležení	120					
Sezení, čtení	150					
Lehká práce						
OSVĚTLENÍ						
	Produkce tepla	Základní plochy celkem	Osvětlená část zák. ploch (cca 1/2)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den
	W/m2	m2	m2	hod		Wh
Zářivky	15	16 251	8 126	4	75%	365 655
Žárovky	40	1 997	999	4	75%	119 843

Typ objektu	Budova muzea - vyzdívaný skelet
-------------	---------------------------------

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	302 430	302 430	302 430	302 430	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	271 858	271 858	271 858	271 858	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	90%	90%	90%	90%	
E_{zsEA}	106 739	177 898	177 898	177 898	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	35%	59%	59%	59%	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ	
Plocha oken bez rámců podle světových stran	Okna 1	m ²	443,50	745,84	336,67			
	Okna 2	m ²	79,94		314,84			
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E_{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65	
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97	
Tepelný zisk Q_{ok}	Okna 1	kWh	22 411	163 242	42 459			
	Okna 2	kWh	4 039		39 706			
	Okna 1	kWh	228 112			GJ/rok	821	
	Okna 2	kWh	43 745			GJ/rok	157	
	Celkem	kWh	271 858			GJ/rok	979	
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73	Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c_n	0,9			
	T ₁	0,81						typ skel
	T ₂	0,9						znečištění
	T ₃	1						zastínění

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	2 794 643	2 249 147	2 157 033	1 549 023	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	2 500 217	2 012 190	1 929 781	1 385 828	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	89%	89%	89%	89%	
E_{rEA}	2 772 515	2 081 599	1 992 976	1 390 652	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	99%	93%	92%	90%	

Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
e_{VN}	26,0	26,0	26,0	26,0	Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie

Typ objektu	Budova muzea - vyzdívaný skelet
-------------	---------------------------------

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e_v	27,7	22,3	21,4	15,4	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází k výměně oken, ale nezateplují se neprůsvitné konstrukce.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e_{v0}	24,7	20,0	19,1	13,7	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází k výměně oken, ale nezateplují se neprůsvitné konstrukce.
	89%	89%	89%	89%	
	ano	ano	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e_{VEA}	27,5	20,6	19,8	13,8	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází k výměně oken, ale nezateplují se neprůsvitné konstrukce.
	99%	93%	92%	90%	
	ne	ano	ano	ano	

3.7.1 Administrativní budova - vyzdívaný monolitický skelet.

3.7.1.1 Objemové řešení.

Administrativní budova byla realizována v letech 1969 - 1977. Půdorysný tvar tvoří nerovnoramenné T, křídlo s hlavní orientací sever - jih má osm nadzemních a jedno podzemní podlaží, křídlo s orientací východ - západ má o jedno nadzemní podlaží méně. Na toto křídlo je připojena dvoupodlažní přístavba. Suterén přístavby je určen pro autoprovoz, v nadzemním podlaží jsou umístěny archivy, knihovny a sklady.

Jižní a severní průčelí objektu jsou na obrázcích 1 a 2, orientace ke světovým stranám je na obrázku 2.

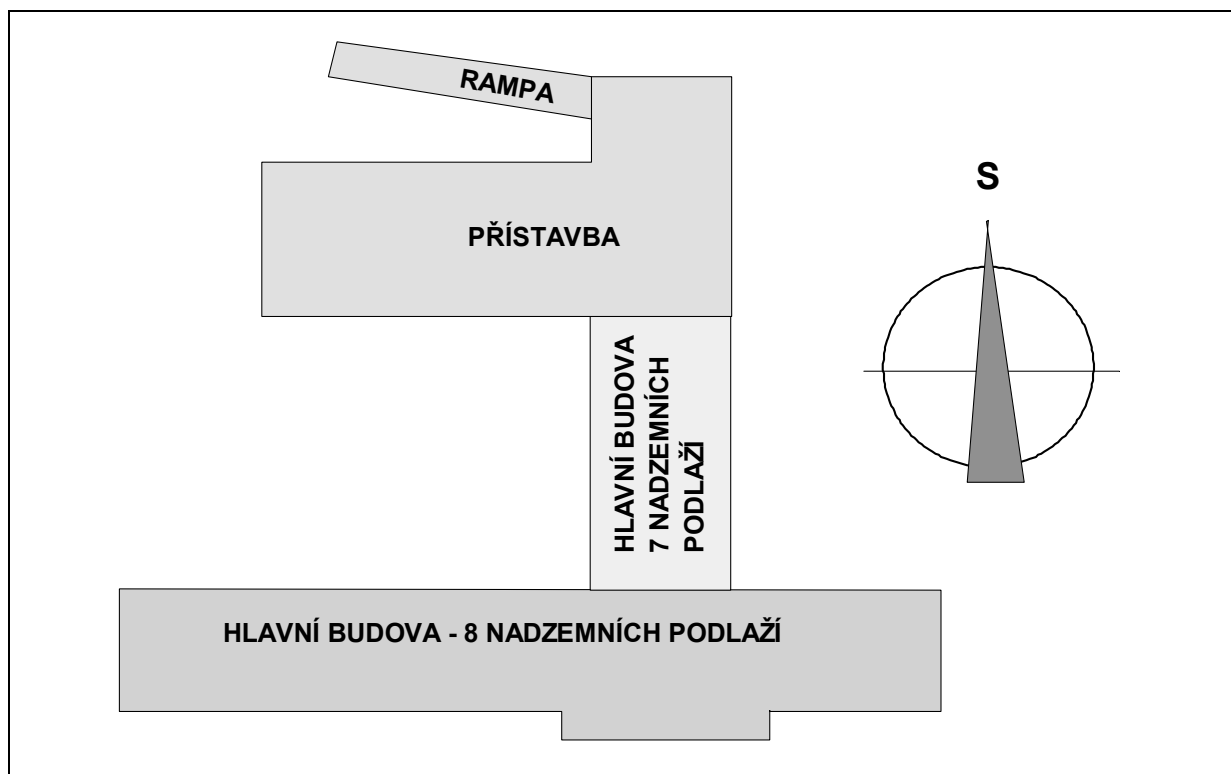


Obrázek 1.



Obrázek 2.

Typ objektu	Administrativní budova - vyzdívaný monolitický skelet
-------------	---



Obrázek 2.

3.7.1.2 Geometrie objektu.

Tabulka 1

Stavební soustava: Železobetonový skelet		Rok výstavby: 1969 - 77			
Součtová tabulka ploch					
Základní plochy celkem	m ²	7 080,0	Podlaha na terénu	m ²	983,4
Plochy příslušenství celkem	m ²	442,3	Podlaha do nevytápěného suterénu	m ²	0,0
Plochy komunikací celkem	m ²	3 707,2	Střeška	m ²	1 568,8
Vedlejší plochy celkem	m ²	1 518,5	Zastavěná plocha	m ²	14 865,3
Plochy všech místností	m ²	12 748,0	Obestavěný prostor	m ³	56 017
Plocha kanceláří	m ²	6 258,7			
PODKLADY PRO VÝPOČET TEPELNÉ CHARAKTERISTIKY DLE ČSN 73 05 40					
orientační kontrola z geometrických základních rozměrů			plocha neprůsvitného pláště	m ²	4545,0
délka	764,8		plocha otvorových výplní	m ²	4431,7
šířka	12,8		plocha střešky	m ²	1568,8
výška	27		plocha podlahy	m ²	1130,0
objem obestavěný	55 512		PLOCHA A _n	m ²	11 381
			OBJEM V _n	m ³	56 017
			A _n / V _n	m ⁻¹	0,20

3.7.1.3 Navrhovaná opatření.

Posouzení je provedeno jen pro hlavní budovu.

Jsou posuzovány tři varianty opatření na stavebních konstrukcích. Pro hlavní budovu je v 1. variantě řešení, které bylo navrženo v projektu ke stavebnímu povolení - tj. zateplení vnějších stěn a výměna oken a doporučené zateplení střechy. Ve 2. a 3. variantě jsou opatření navržena auditorem. Jde o obdobný soubor opatření, ale s jinými parametry. Varianta 3. se od druhé liší nižším součinitelem prostupu tepla zasklení.

3.7.1.4 Popis stavebních konstrukcí a navržených opatření.

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 2.

Nosnou konstrukci tvoří monolitický železobetonový skelet založený na monolitických patkách. Obě křídla jsou konstrukčně řešena jako jednotrakty (dispozičně jako trojtrakty) s podélnými rámy a napříč kladenými velkorozponovými žebírkovými stropními panely s rozponem 12 m. Pronik křídel má stropní desky monolitické. Objekt je zastřešen plochou střechou.

Vnější stěny

Parapety na průčelích i štítů jsou vyzděny z armaporitu v tloušťce 240 mm. Štítové stěny jsou z vnitřní strany opatřeny heraklitem tloušťky 50 mm.

- ♦ *Opatření:* Je navrženo zateplení kontaktním zateplovacím systémem. Do výšky úrovně soklu (0,6 m) bude použit jako tepelná izolace extrudovaný polystyrén, do 22,5 m polystyrén pěnový a nad 22,5 m z požárních důvodů desky z minerálních vláken. V projektu ke stavebnímu povolení je navržena tloušťka tepelné izolace 80 mm, ve variantách navržených auditorem je zvýšena na 100 mm.

Tloušťka tepelné izolace byla zvýšena jednak s ohledem na splnění požadavku na celkovou tepelnou charakteristiku budovy podle ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov (je splněn pouze tehdy, splňují-li jednotlivé stavební díly hodnoty tepelného odporu normou doporučeného) a s ohledem na to, že vyzdívaný obvodový plášť je řešen jako zapuštěný. To znamená, že v místech prvků nosné konstrukce (sloupy, průvlaky, stropní panely apod.) jsou jeho tepelně izolační schopnosti podstatně menší než v ploše stěn.

Z hlediska ceny zateplovacího systému se jedná jen o zvýšení ceny za tepelnou izolaci, ostatní náklady (lepidla, povrchové vrstvy, oplechování, lešení apod.) zůstávají stejné jako v případě původně navržené tloušťky.

Stejně zateplení je navrženo i na dozdívkách, jimiž se zmenšují některé okenní otvory (viz část Otvorové výplně).

Otvorové výplně

Přízemí: ocelohliníkové výkladce s větracími křídly. Zasklení je z části jednoduché a z části z dvojskel.

- ♦ *Opatření:* Výkladce budou nahrazeny hliníkovými s přerušeným tepelným mostem zasklené termálním dvojsklem se součinitelem prostupu tepla $k = 1,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

V přízemí v prostoru jídelny budou zvýšeny parapety nadezdívkou z bloků Porotherm na výšku 0,9 m, na štítech v přízemí budou parapety nadezděny stejným způsobem na výšku 0,6 m. Na severním průčelí bude odstraněno velkoplošné zasklení v prostoru bufetu. Stěna je zadržena Porothermem tl.250 mm a opatřena čtvercovými okny. Zateplení na dozdívkách je stejné jako u ostatních obvodových konstrukcí.

Schodiště: ocelohliníková jednoduše zasklená okna bez přerušného tepelného mostu s jedním otevíracím křídlem.

- ♦ *Opatření:* jsou navržena nová hliníková okna s přerušným tepelným mostem zasklená izolačním dvojsklem se součinitelem prostupu tepla $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$. Boční díly oken jsou pevné, střední díl je vyklápěcí.

Dále je navrženo zmenšení okenních otvorů vyzdáním parapetů a nadpraží. V projektu se předpokládá osazení ocelových ráků na konstrukci podest, které budou tvořit nosnou a ztužující konstrukci okna a výplňového zdiva. Zdivo parapetů z dutinových cihel tloušťky 65 mm do výšky cca 1 m bude opatřeno stejným zateplovacím systémem jako ostatní obvodové konstrukce.

Zmenšení okenních otvorů a výměna jednoduše zasklených oken přinese bezesporu výraznou úsporu tepla. Je ale nutné, posoudit navržené řešení detailu osazení okna na ocelový rám pomocí dvourozměrného teplotního pole aby na ocelovém rámu nedocházelo ke kondenzaci, což by mohlo vést k nepříjemným hygienickým i estetickým závadám.

1. - 8. nadzemní podlaží: ocelohliníková zdvojená okna bez přerušného tepelného mostu otočná kolem svislé osy s větracím křídlem.

- ♦ *Opatření:* stávající okna budou nahrazena okny plastovými s izolačním dvojsklem. Rámy oken jsou navrženy z tříkomorových profilů se součinitelem prostupu tepla $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$, zasklení je navrženo determinálním dvojsklem se součinitelem prostupu tepla $k = 1,6 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$. Z technologických důvodů nelze dodržet původní členění. Čtyři křídla jsou nahrazena dvěma tříkřídlovými okny. Okna jsou otevíravá a sklápěcí, v hygienických zařízeních jsou vyklápěcí.

Jižní arkýř: kompletně zasklený ocelohliníkovými okny s jednoduchým zasklením. Okna jsou neotevíravá, pouze v bočních stranách arkýře jsou větrací křídla.

- ♦ *Opatření:* původní zasklení je nahrazeno kompletizovaným obvodovým pláštěm - tzv. semistrukturální rámovou fasádou - tvořenou kombinací plných a prosklených ploch, které jsou z vnější strany pohledově stejné. Součinitel prostupu zasklení je navržen v rozmezí 1,3 až $1,6 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$. Neprůhledné výplně jsou sendvičové konstrukce s tepelnou izolací z minerálních vláken tloušťky min. 120 mm.

Dále je navrženo ve všech podlažích vyzdění koutů v místě styku jižního arkýře se základní plochou průčelí na celou výšku stěny z dutinových tvárníc Porotherm v tloušťce 250 mm. Zateplení nových stěn je opět shodné se zateplením ostatního obvodového pláště.

Střecha

Střecha je plochá jednoplášťová. V původní dokumentaci byl jako tepelná izolace uveden pěnový polystyrén, uložený na spádové vrstvě ze škvárobetonu. Živičná hydroizolace byla uložena na cementovém potěru, který byl proveden na tepelné izolaci. Při odběru sond bylo zjištěno, že ve skladbě polystyrén zcela chybí.

- ♦ *Opatření:* Vzhledem k tomu, že je střecha zcela bez tepelné izolace, bylo nutné pro variantu 2 (hodnoty uvedené v ČSN 73 0540 jako doporučené) navrhnout tepelnou izolaci z polystyrénu nebo minerálních vláken v tloušťce 160 mm. Projekt navrhuje pro střechu dodržení tepelného odporu požadovaného. Tomu odpovídá tloušťka dodatečné tepelné izolace 120 mm.

Typ objektu	Administrativní budova - vyzdívaný monolitický skelet
-------------	---

Strop nad vnějším prostředím.

Vyskytuje se jednak u arkýře a jednak nad průjezdem do dvora u napojení na přístavbu. Skladba těchto konstrukcí byla odhadnuta podle zvyklostí a požadavků tehdejší doby.

- ◆ *Opatření:* Je navrženo zateplení stejným způsobem, jako na vnějších stěnách.

Vnitřní konstrukce

Vzhledem k tomu, že jde ve většině případů jen o konstrukce oddělující prostory vytápěné na ne příliš odlišnou teplotu a nikoli o konstrukce oddělující prostory vytápěné od nevytápěných, nebyla žádná opatření navrhována.

Tabulka 2

Součinitelé prostupu tepla

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	Součinitel prostupu tepla k (U)			
	ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$			
	Stávající stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Vnější stěny - průčelí	1,10	0,40	0,30	0,30
Vnější stěny - štítů	1,00	0,40	0,30	0,30
Střecha	1,70	0,30	0,20	0,20
Okna zdvojená	3,80	1,60	1,60	1,30
Okna jednoduchá	6,50	1,90	1,90	1,90
Podlaha nad vnějším prostředím	1,20	0,40	0,30	0,30

3.7.1.5 Výpočet měrné spotřeby tepelné energie za otopné období podle vyhlášky 291/2001 Sb.

	Stavební díl	Plocha stávající m ²	Součinitel prostupu tepla U ve W/m ² .K			Plocha nová m ²			A.U.b						
			Stávající řešení	Varianta opatření					Stávající řešení	Varianta opatření					
				1.	2.					3.	1.	2.	3.		
Spotřeba tepelné energie pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát	Plná plocha	2267,51	1,14	0,37	0,32	0,32	2321,25	bj	1,00	2584,96	861,18	735,84	735,84		
		299,11	1,14	0,37	0,32	0,32	359,53	bj	1,00	340,99	133,38	113,97	113,97		
	Příčeli	Luxfery			0,36	0,36	0,36	188,40	bj	1,00		68,01	68,01	68,01	
			14,85	2,61	2,61	2,61	2,61	14,85	bo	1,15	44,57	44,57	44,57	44,57	
					0,36	0,36	0,36	174,94	bj	1,00		63,15	63,15	63,15	
	Plná stěna do suterénu (ang. dvorky)		166,41	1,14	1,14	1,14	1,14	166,35	bj	1,00	189,71	189,64	189,64	189,64	
									bj	1,00					
									bj	1,00					
	Šíty	Plná plocha	1488,29	1,00	0,36	0,31	0,31	1596,44	bj	1,00	1488,29	566,73	488,51	488,51	
										bj	1,00				
			117,73	1,00	0,36	0,31	0,31	129,12	bj	1,00	117,73	45,84	39,51	39,51	
	Otvorové výplně	zdvojená Okna sut. zdvojená	3209,92	3,31	1,39	1,39	1,13	2705,87	bo	1,15	12203,79	4331,56	4331,56	3519,39	
			33,00	3,31	3,31	3,31	3,31	33,00	bo	1,15	125,46	125,46	125,46	125,46	
		Okna 2 jednoduchá	127,93	3,31	1,39	1,39	1,13	82,49	bo	1,15	486,38	132,05	132,05	107,29	
			565,10	5,66	1,65	1,65	1,65	736,59	bo	1,15	3674,99	1400,22	1400,22	1400,22	
			495,74	5,66	1,65	1,65	1,65	217,39	bo	1,15	3223,92	413,25	413,25	413,25	
										bo	1,15				
	Síťechna	1243,82	1,69	0,31	0,23	0,23	1243,82	bs	1,00	2095,84	388,07	289,81	289,81		
		324,99	1,47	0,27	0,20	0,20	324,99	bs	1,00	476,42	88,22	65,88	65,88		
	Vnitřní konstrukce	Stěny	2628,72	1,90	1,90	1,90	1,90	2628,72	bn						
								bn							
								bn							
Konstrukce NA a POD terémem	Stěny	364,73	1,10	1,10	1,10	1,10	364,73	bz	0,57	228,69	228,68	228,68	228,68		
		176,82	1,10	1,10	1,10	1,10	176,82	bz	0,57	110,87	110,87	110,87	110,87		
	Podlahy	832,63	1,40	1,40	1,40	1,40	832,63	bz	0,4	466,27	466,27	466,27	466,27		
		297,37	1,40	1,40	1,40	1,40	297,37	bz	0,4	166,53	166,53	166,53	166,53		
ΣA		14 845,8				ΣA	14 852,8	ΣA.U.b	28255	9919	9559	8722			
h1		kh/K	94,1	<i>převažující teplota</i>		20,00	°C	Evp	kWh	2 799 119	1 073 390	1 039 485	960 711		
větráním		h2	kWh/m ³	13,1	V	m ³	56 017	stávající	Evv	kWh	735 055	735 055	735 055	735 055	
							56 017	nový							
Tepelné zisky		z vnitřních zdrojů tepla						Ezv	kWh	336 102	336 102	336 102	336 102		
		ze slunečního záření						Ezs	kWh	168 051	168 051	168 051	168 051		
Spotřeba tepelné energie za otopné období								Er	kWh	3 080 437	1 354 708	1 320 802	1 242 029		
Měrná spotřeba tepelné energie								ev	kWh/m ³ .a	55,0	24,2	23,6	22,2		
Geometrie budovy		A		V		A/V									
		m ²		m ³		l/m									
		stávající	nová	stávající	nový	stávající	nový								
		12 217	12 224	56 017	56 017	0,22	0,22								
Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie								e_{VN}	kWh/m ³ .a	26,3	26,3	26,3	26,3		
Budova vyhovuje požadavku vyhlášky č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách								ne	ano	ano	ano	ano			

3.7.1.6 Porovnání s výpočty podle českých technických norem.

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát **prostupem E_{vp}**.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vp}	2 799 119	1 073 390	1 039 485	960 711	Hodnoty vypočtené podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vp,n}	2 522 421	967 283	936 729	865 743	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
E_{vp,EA}	2 375 539	861 754	831 903	764 849	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	85%	80%	80%	80%	

Typ objektu	Administrativní budova - vyzdívaný monolitický skelet
-------------	---

Spotřeba tepla pro vytápění za otopné období ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vv}	735 055	735 055	735 055	735 055	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vvn}	662 394	662 394	662 394	662 394	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
E_{vvea}	564 429	316 756	316 756	316 756	Hodnoty podle energ. auditu STÚ-E (ve variantách opatření byl zohledněn požadavek na n=0,5 hod-1)
	77%	43%	43%	43%	

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů E_{vz} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{vz}	336 102	336 102	336 102	336 102	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{vz832}	191 160	191 160	191 160	191 160	Hodnoty podle ČSN EN 832 (5W/m ²) - je započítána pouze plocha obytných místností (viz tab.2)
	57%	57%	57%	57%	
E_{vzEBS}	120 566	120 566	120 566	120 566	Hodnoty podle EBSYSu s úpravou na české podmínky
	36%	36%	36%	36%	
E_{vzeA}	44 368	73 947	73 947	73 947	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	13%	22%	22%	22%	

Výpočet tepelných zisků z vnitřních zdrojů tepla podle EBSYSu.

VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
Q1	Q2	Q3	ΣQ	Počet bytů	Vnitřní tepelné zisky v budově celkem		Procento využití	Využitelné vnitřní tepelné zisky
tepelné zisky od osob na den	tepelné zisky od osvětlení na den	tepelné zisky od spotřebičů na den	tepelné zisky na den celkem		Wh	Wh/den	kWh	%
576 000	189 497		765 497		765 497	172 237	70	120 566

OSOBY						
Činnost	Výdej tepla	Doba pobytu	Tepelný zisk/osobu	Průměrný počet osob	Tepelný zisk za den	
					W	Wh
Sezení, čtení	100	8	960	600,0	576000	Wh
Lehká práce	120					
Psaní na stroji	150					
OSVĚTLENÍ						
Zdroj	Produkce tepla	Osvětlené plochy celkem	Osvětlená část ploch (cca 1/2)	Doba provozu	Procento osvětlenosti	Tepelný zisk za den
						Wh
Zářivky	15	11 229	5 615	3	75%	189 497
Žárovky	40	1 519	759	2	75%	45 555

Typ objektu	Administrativní budova - vyzdívaný monolitický skelet
-------------	---

Tepelné zisky ze slunečního záření E_{zs} .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_{zs}	168 051	168 051	168 051	168 051	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{zs42}	418 494	418 494	418 494	418 494	Hodnoty podle ČSN 73 0542
	249%	249%	249%	249%	
E_{zsEA}	216 494	360 823	360 823	360 823	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	129%	215%	215%	215%	

Výpočet tepelných zisků ze slunečního záření podle ČSN 73 0542.

VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY CELKEM								
výpočet podle ČSN 73 0542			S	J	V, Z	JV, JZ	SV, SZ	
Plocha oken bez ráků podle světových stran	Okna 1	m ²	864,48	824,61	568,01			
	Okna 2	m ²	151,78	408,78	202,62			
Globální sluneční záření za celé vytápěcí období	E_{gvo}	kWh/m ² .VO	77,02	416,99	211,23	348,32	103,65	
Činitel využití slunečního záření	cmp	-	1,00	0,80	0,91	0,84	0,97	
Tepelný zisk Q_{ok}	Okna 1	kWh	43 684	180 481	71 634			
	Okna 2	kWh	7 670	89 470	25 554			
	Okna 1	kWh	295 800				GJ/rok	1 065
	Okna 2	kWh	122 694				GJ/rok	442
	Celkem	kWh	418 494				GJ/rok	1 507
Celková propustnost slunečního záření zasklení	T	0,73		Činitel korekce úhlu dopadu slunečních paprsků na zasklení	c_n	0,9		
	T_1	0,81	typ skel					
	T_2	0,9	znečištění					
	T_3	1	zastínění					

Výsledná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období E_r .

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
E_r	3 080 437	1 354 708	1 320 802	1 242 029	Hodnoty podle vyhlášky 291
	100%	100%	100%	100%	
E_{ro}	2 775 929	1 220 792	1 190 238	1 119 252	Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality
	90%	90%	90%	90%	
E_{rEA}	2 705 192	787 218	757 366	690 313	Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E
	88%	58%	57%	56%	

Hodnocení měrné spotřeby tepelné energie.

	Stávající řešení	Varianta opatření			
		1.	2.	3.	
e_{VN}	26,3	26,3	26,3	26,3	Požadovaná měrná spotřeba tepelné energie

Typ objektu	Administrativní budova - vyzdíváný monolitický skelet
-------------	---

Hodnoty podle vyhlášky 291/2001 Sb.

e _v	55,0	24,2	23,6	22,2	Budova je vyhovující už pro první tj. projektové řešení.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Hodnoty přepočtené na normové denostupně podle konkrétní lokality

e _{v0}	49,6	21,8	21,2	20,0	Budova je vyhovující už pro první tj. projektové řešení.
	90%	90%	90%	90%	
	ne	ano	ano	ano	

Hodnoty podle energetického auditu STÚ-E

e _{VEA}	48,3	14,1	13,5	12,3	Budova je vyhovující už pro první tj. projektové řešení.
	88%	58%	57%	56%	
	ne	ano	ano	ano	

4. ZÁVĚR.

Publikace poskytuje informace o rozsahu opatření a jejich parametrech pro různé druhy budov tak, aby byl splněn požadavek vyhl. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách.

Je možno shrnout, že požadavky vyhlášky lze splnit běžně užívanými opatřeními pro energeticky vědomou modernizaci budov ve všech typech budov. Zároveň se prokazuje, že ve většině případů vyhláška usměrňuje návrh řešení budovy pro dosažení účinnosti i z hlediska dlouhodobého budoucího užití. To například dokumentuje nezbytná úprava otvorových výplní a zvýšení tepelného odporu neprůsvitných konstrukcí.

Dalším nezbytným předpokladem je návrh úpravy otopné soustavy a její regulace (případně koncepce u nové budovy), který umožní co nejvyšší využití tepelných zisků.

V dále uvedeném přehledu se dokumentuje splnění požadavku vyhlášky a podmínky.

Podrobné údaje o dílčích spotřebách tepla, parametrech a rozsahu opatření jsou zřejmé z katalogových listů jednotlivých budov.

Rodinný domek z přelomu století

e _v	114,3	44,2	40,3	39,3	Budova je vyhovující jen za předpokladu, že nová okna budou mít $k = \max. 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Rodinný domek ze sedmdesátých let

e _v	72,9	41,2	38,1	34,9	Budova nevyhovuje ani po celkovém zateplení a výměně oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Rodinný domek nový nízkoenergetický - 1

e _v	44,6	35,8	31,2	28,8	Budova je vyhovující jen za předpokladu, že nová okna budou mít $k = \max. 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Rodinný domek nový nízkoenergetický - 2

e _v	54,3	47,3	31,3	28,2	Budova je vyhovující za předpokladu, že nová okna budou mít $k = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Zděný bytový dům, typový dům T - 02

e _v	47,7	24,2	21,8	19,7	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Bytový dům - vyzdívaný železobetonový skelet - 1

e _v	52,8	34,9	27,4	25,1	Budova vyhovuje pro variantu II., kdy dochází k zateplení neprůsvitných konstrukcí a snížení součinitele prostupu tepla oknovýměně oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Bytový dům - vyzdívaný železobetonový skelet - 2

e _v	59,8	32,0	29,2	26,4	Budova vyhovuje pro variantu II., kdy dochází k zateplení neprůsvitných konstrukcí a snížení součinitele prostupu tepla oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Panelový řadový bytový dům B - 60

e _v	49,2	34,7	30,2	25,6	Budova je vyhovující jen pro třetí variantu opatření kdy dochází k výměně oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ne	ano	

Panelový bodový bytový dům - 4 NP T 06 B

e _v	56,6	34,8	34,4	31,0	Budova je vyhovující jen pro třetí variantu opatření kdy dochází ke snížení součinitele prostupu oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ne	ano	

Panelový bodový bytový dům - 13 NP T 06 B

e _v	44,0	25,7	23,4	21,1	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Střední škola - zděná budova

e _v	39,5	22,7	20,5	17,6	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází jen k zateplení neprůsvitných konstrukcí a těsnění spár oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Střední škola - montovaný skelet

e _v	48,1	37,3	27,8	26,6	Budova je vyhovující jen pro třetí variantu opatření kdy dochází k výměně oken.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Střední škola - skelet MS - 71 s lehkým obvodovým pláštěm

e _v	37,9	29,8	26,1	23,0	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy kromě těsnění nejsou na otvorových výplních navrhována žádná opatření
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Základní škola - skelet KPÚ Brno

e _v	51,2	38,3	31,1	29,6	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy kromě těsnění nejsou na otvorových výplních navrhována žádná opatření
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ne	ano	ano	

Budova muzea - vyzdívaný skelet

e _v	27,7	22,3	21,4	15,4	Budova je vyhovující už pro 1. variantu opatření kdy dochází k výměně oken, ale nezateplují se neprůsvitné konstrukce.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	

Administrativní budova - vyzdíváný monolitický skelet

e_v	55,0	24,2	23,6	22,2	Budova je vyhovující už pro první tj. projektové řešení.
	100%	100%	100%	100%	
	ne	ano	ano	ano	