

Energetický audit

Dílčí zpráva

Pavilon “B”

Černá Pole, Zemědělská 810/3, 613 00



Energetický specialista: Ing. Bruno Vallance

Číslo oprávnění MPO: 093

Evidenční číslo MPO: 76 994.1

OBSAH

1. Identifikační údaje	5
1.1. Zadavatel energetického auditu	5
1.2. Vlastník předmětu energetického auditu	5
1.3. Zpracovatel energetického auditu	5
1.4. Předmět energetického auditu a účel zpracování	5
2. Popis stávajícího stavu	6
2.1. Popis předmětu energetického auditu	6
a. Charakteristika hlavních činností předmětu energetického auditu	6
b. Charakteristika běžného provozního využití předmětu energetického auditu v posledních třech letech	6
c. Popis technických zařízení, systémů a budov, které jsou předmětem energetického auditu	6
d. Situační plán	6
2.2. Údaje o energetických vstupech za předchozí 3 roky (náklady v aktuálních cenách vč. DPH)	7
2.3. Základní údaje o energetických vstupech do předmětu energetického auditu	8
2.4. Popis systémů TZB - stávající stav	9
2.5. Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie	9
2.6. Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie	9
2.7. Klimatická data	9
3. Vyhodnocení stávajícího stavu předmětu energetického auditu	10
3.1. Zdroje energie	10
3.2. Rozvody	10
3.3. Otopná soustava	11
3.5. Osvětlení	11
3.6. Chlazení	11
3.7. Technologie	11
3.8. Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budov	11
a. Otvorové výplně	11
b. Střešní a stropní konstrukce	11
c. Stěnové konstrukce	12
d. Podlahové konstrukce	12
e. Vnější konstrukce nevytápěných prostor	12
f. Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí	13
3.9. Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření s energií	14
3.10. Výchozí roční energetická bilance	14
4. Posouzení variant	15
4.1. Varianta 1	15
4.2. Varianta 2	16
4.3. Celková energetická bilance	17
a. Roční úspory energie po realizaci jednotlivých variant	17
b. Upravená energetická bilance pro jednotlivé varianty	17
5. Ekologické vyhodnocení	18
5.1. Výpočet emisí CO ₂	18
5.2. Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek	16
6. Ekonomické vyhodnocení	19
6.1. Náklady na realizaci jednotlivých variant	19
6.2. Průměrné roční provozní náklady jednotlivých variant	19

7. Vybraná optimální varianta	20
8. Závěrečné stanovisko	20
8.1. Popis optimální varianty	20
8.2. Roční úspory energie po realizaci optimální varianty	22
8.3. Náklady na realizaci optimální varianty	22
8.4. Průměrné roční provozní náklady v případě realizace optimální varianty	22
8.5. Upravená energetická bilance pro optimální variantu	22
8.6. Ekonomické a ekologické vyjádření pro optimální variantu	22
8.7. Popis okrajových podmínek pro optimální variantu	23

Přílohy:

Příloha č. 1 - Situační plán

Příloha č. 2 - Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 0540-2 (2011)

Příloha č. 3 - Protokol výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy a výpočtu referenční hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla konstrukcí pro výchozí stav

Příloha č. 4 - Protokol výpočtů součinitelů prostupu tepla konstrukcí pro výchozí stav

Příloha č. 5 - Protokol výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy a výpočtu referenční hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla konstrukcí pro návrhový stav

Příloha č. 6 - Protokol výpočtů součinitelů prostupu tepla konstrukcí pro návrhový stav

Použité zkratky:

CZT - centrální zásobování teplem

ČSN - Česká státní norma

DPH - daň z přidané hodnoty

el. - elektrický

chl. - chladící

IRR - vnitřní výnosové procento

KVET - kombinovaná výroba elektřiny a tepla

k.ú. - katastrální území

LTO - lehké topné oleje

MPO - Ministerstvo průmyslu a obchodu

NP - nadzemní podlaží

NPV - čistá současná hodnota

OZE - obnovitelné zdroje energie

parc. č. - parcelní číslo

PP - podzemní podlaží

tep. - tepelný

tl. - tloušťka

Ts - prostá doba návratnosti

Tsd - reálná doba návratnosti

TTO - těžké topné oleje

TUV - teplá užitková voda

TZB - technická zařízení budov

ÚT - ústřední topení

1. Identifikační údaje

1.1. Zadavatel energetického auditu

Mendelova univerzita v Brně
Zemědělská 1665/1
Brno - Černá Pole
61300

IČ: 62156489

Zastoupena: prof. RNDr. Ladislav Havel, CSc.
rektor

Tel: 545 131 111
E-mail: info@mendelu.cz

1.2. Vlastník předmětu energetického auditu

Mendelova univerzita v Brně
Zemědělská 1665/1
Brno - Černá Pole
61300

IČ: 62156489

Zastoupena: prof. RNDr. Ladislav Havel, CSc.
rektor

Tel: 545 131 111
E-mail: info@mendelu.cz

1.3. Zpracovatel energetického auditu

oekoplan Czech Republic s.r.o.
Brno, Rašínova 103/2, 602 00 Brno – střed

IČ: 253 31 299

Energetický specialista:	Ing. Bruno Marie-Pascal Vallance
Rodné číslo:	600424/2090
Oprávnění k výkonu odborné činnosti:	093
Datum vydání:	14.8.2002
Datum posledního průběžného vzdělávání:	10.2.2017

1.4. Předmět energetického auditu a účel zpracování

Předmětem dílčí zprávy energetického auditu je Pavilon "B". Objekt se nachází na adrese Zemědělská 810/3, Černá Pole, 61300 a leží v katastrálním území Černá Pole na parcele 2/1. Vlastníkem objektu je Mendelova univerzita v Brně.

Cílem energetického auditu je najít opatření, která povedou ke snížení celkové energetické náročnosti budovy a zároveň budou vzhledem k předpokládaným úsporám ekonomicky výhodná.

2. Popis stávajícího stavu

Všechny údaje uvedené v tomto energetickém auditu byly získány ze stávající projektové dokumentace nebo místním šetřením.

2.1. Popis předmětu energetického auditu

a. Charakteristika hlavních činností předmětu energetického auditu

Předmětným objektem je šestipodlažní podsklepená budova v Brně – Černých Polích. Stavba slouží jako budova pro vzdělávání a nachází se v ní Lesnická a dřevařská fakulta. Budova je součástí kampusu Mendelovy univerzity v Brně. Budova má tvar písmena L. Konstruktivně se jedná o stavbu vyzděnou z cihel plných pálených o tloušťce 850 a 500 mm s železobetonovými stropy. Ve vytápěné části se nachází učebny, auly a kanceláře. Fasáda objektu je zdobená a členěná římsami. Přízemní část je obložena kamenným obkladem, ostatní podlaží jsou opatřena fasádním nátěrem. V obvodovém plášti se nachází dřevěná okna s izolačními dvojskly. Střecha nad objektem je valbová.

b. Charakteristika běžného provozního využití předmětu energetického auditu v posledních třech letech

Budova poskytuje kompletní zázemí svým uživatelům. Slouží především pro studijní účely. Nachází se zde učebny, posluchárny a kanceláře. Budova je v provozu dle vyučovacích hodin Po – Pá a se sníženým provozem o víkendech.

c. Popis technických zařízení, systémů a budov, které jsou předmětem energetického auditu

Předmětem energetického auditu je budova Mendelovy univerzity v Brně nacházející se v městské části Černá Pole. Budova má šest nadzemních podlaží a je podsklepena. Slouží účelům lesnické a dřevařské fakulty. Budova je zděná z cihel plných pálených. Vnější obvodové stěny ani střešní konstrukce nejsou zateplené. Podlahy jsou v typické skladbě odpovídající době výstavby - nezateplené. Okna jsou dřevěná s izolačním dvojsklem.

Vytápění objektu je zajištěno dálkový teplem. Ohřev TUV je zajištěn dálkovým teplem přes nepřímotopný zásobník o objemu 800l. Dalším zdrojem pro ohřev TUV je elektrický kotel o výkonu 24 kW napojený na tentýž nepřímotopný zásobník. Lokálně je TUV ohřívána elektrickými průtokovými ohříváči o výkonech 8 kW. Kotelna se nachází v suterénu objektu.

d. Situační plán

viz příloha č.2

2.2. Údaje o energetických vstupech za předchozí 3 roky (náklady v aktuálních cenách vč. DPH)

Pro rok: 2013								
Vstupy paliv a energie				Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v Kč
Elektrina	Cena vč. DPH	1943	Kč/MWh	MWh	343,8	3,6	343,8	668 003
Teplo	Cena vč. DPH	533,6	Kč/GJ	GJ	4 301,7	1,0	1 194,9	2 295 387
Zemní plyn				MWh				
Jiné plyny				MWh				
Hnědé uhlí				t				
Černé uhlí				t				
Koks				t				
Jiná pevná paliva				t				
TTO				t				
LTO				t				
Nafta				t				
Druhotné zdroje				GJ				
Obnovitelné zdroje				GJ				
Jiná paliva				GJ				
Celkem vstupy paliv a energie							1 538,7	2 963 391
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)							0,0	0
Celkem spotřeba paliv a energie							1 538,7	2 963 391

Pro rok: 2014								
Vstupy paliv a energie				Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v Kč
Elektrina	Cena vč. DPH	1943	Kč/MWh	MWh	346,6	3,6	346,6	673 444
Teplo	Cena vč. DPH	533,6	Kč/MWh	GJ	3 287,3	1,0	913,1	1 754 103
Zemní plyn				MWh				
Jiné plyny				MWh				
Hnědé uhlí				t				
Černé uhlí				t				
Koks				t				
Jiná pevná paliva				t				
TTO				t				
LTO				t				
Nafta				t				
Druhotné zdroje				GJ				
Obnovitelné zdroje				GJ				
Jiná paliva				GJ				
Celkem vstupy paliv a energie							1 259,7	2 427 547
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)							0,0	0
Celkem spotřeba paliv a energie							1 259,7	2 427 547

Pro rok: 2015								
Vstupy paliv a energie				Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v Kč
Elektrina	Cena vč. DPH	1943	Kč/MWh	MWh	338,1	3,6	338,1	656 928
Teplo	Cena vč. DPH	533,6	Kč/MWh	GJ	3 718,8	1,0	1 033,0	1 984 352
Zemní plyn				MWh				
Jiné plyny				MWh				
Hnědé uhlí				t				
Černé uhlí				t				
Koks				t				
Jiná pevná paliva				t				
TTO				t				
LTO				t				
Nafta				t				
Druhotné zdroje				GJ				
Obnovitelné zdroje				GJ				
Jiná paliva				GJ				
Celkem vstupy paliv a energie							1 371,1	2 641 280
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)							0,0	0
Celkem spotřeba paliv a energie							1 371,1	2 641 280

2.3. Základní údaje o energetických vstupech do předmětu energetického auditu

Objekt má podružné měření všech spotřebovaných energií.

Základní údaje o energetických vstupech jsou zobrazeny na úrovni podružného měření tepla.

Soupis základních údajů o energetických vstupech (aritmetický průměr spotřeb a nákladů uvedených v bodu 2.2)

Pro rok: před realizací projektu								
Vstupy paliv a energie			Jednotka	Množství	Výhřevnost	Přepočet	Roční náklady	
					GJ/jednotku	na MWh	v Kč	
Elektřina	Cena vč. DPH	1943 Kč/MWh	MWh	342,8	3,6	342,8	666 125	
Teplo	Cena vč. DPH	533,6 Kč/MWh	GJ	3 769,3	1,0	1 047,0	2 011 281	
Zemní plyn			MWh					
Jiné plyny			MWh					
Hnědé uhlí			t					
Černé uhlí			t					
Koks			t					
Jiná pevná paliva			t					
TTO			t					
LTO			t					
Nafta			t					
Druhotné zdroje			GJ					
Obnovitelné zdroje			GJ					
Jiná paliva			GJ					
Celkem vstupy paliv a energie						1 389,9	2 677 406	
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)								
Celkem spotřeba paliv a energie						1 389,9	2 677 406	

Pozn.: Náklady na elektrickou energii a palivo byly přepočteny na současně platné ceny k zajištění porovnatelnosti hodnoty úspor vyplývajících z projektu.

Objekt je připojen na vnitropodnikovou síť elektřiny a tepla.

2.4. Popis systémů TZB - stávající stav

Vytápění je teplovodní. Zdrojem ohřevu topné a teplé užitkové vody je dvoutrubková přípojka na CZT s podílem OZE < 50% o výkonu 700 kW. Otopná soustava je dvoutrubková s nuceným oběhem vody a standardním teplotním spádem pro radiátory. Vstupní teplota vody do otopné soustavy je regulována ekvitermně. Otopná tělesa jsou opatřena termostatickými ventily. Větrání je přirozené. Pro zabezpečení vnitřní pohody v letním období je v části objektu využit chladicí výkon (3,5 kW) split jednotek a (52 kW) multisplit jednotek. K ohřevu TUV slouží nepřímotopný zásobník o objemu 800 l napojený na dvoutrubkovou přípojku na CZT s podílem OZE < 50% a na elektrický kotel. K ohřevu TUV slouží také 36 elektrických průtokových ohřivačů o celkovém výkonu 288 kW. Rozvody TUV jsou s cirkulací. Na spotřebě elektrické energie pro osvětlení se podílí výhradně zářivky, převážně s klasickým předřadníkem.

2.5. Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie

Před realizací projektu			
ř.	Ukazatel	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje [z tabulky v bod. 2.6) – (ř.3x3,6 + ř.7):ř.12]	%	95,7%
2	Roční účinnost výroby elektrické energie [z tabulky v bod. 2.6) – (ř.3x3,6):ř.6]	%	
3	Roční účinnost výroby tepla [z tabulky v bod. 2.6) – ř.7:ř.11]	%	95,7%
4	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny [z tabulky v bod. 2.6) – ř.6:ř.13]	GJ/MWh	
5	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla [z tabulky v bod. 2.6) – ř.11:ř.7]	GJ/GJ	1,045
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [z tabulky v bod. 2.6) – ř.3:ř.1]	hod	
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [z tabulky v bod. 2.6) – (ř.7:3,6):ř.2]	hod	117

2.6. Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie

ř.	Ukazatel	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW	0,312
3	Výroba elektřiny	MWh	0
4	Prodej elektřiny	MWh	0
5	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny	MWh	0
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	GJ/r	0
7	Výroba tepla	GJ/r	131
8	Dodávka tepla (stejná jako výroba, jelikož není prodej tepla)	GJ/r	131
9	Prodej tepla	GJ/r	0
10	Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	GJ/r	0
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	GJ/r	137
12	Spotřeba energie v palivu celkem (stejná jako ř.11, jelikož není výroba elektřiny)	GJ/r	137

2.7. Klimatická data

Vnitřní prostředí:	Vnitřní výpočtová teplota	20	Relativní vlhkost (50%)	7,3 g/kg
Vnější prostředí:	Venkovní výpočtová teplota	-15	Průměrná vlhkost	5,6 g/kg

3. Vyhodnocení stávajícího stavu předmětu energetického auditu

3.1. Zdroje energie

Zdroje tepla mají lepší účinnost než je stanoveno vyhláškou o energetické náročnosti budov pro nové zdroje.

3.2. Rozvody

V objektu jsou následující páteřní rozvody tepla a TUV. V tabulce je uveden podíl objektu na odběru z dotyčného rozvodu. Spotřeba objektu je zatížena ztrátami rozvodu alikvotními jeho podíly na odběru.

Objekt/ Podíl	Druh	Délka [m]	Průměr [mm]	Kapacita [kW]	Provedení	Stáří	Technický stav	Izolace	
								[mm]	Stav
100%	TUV	250			ve vytápěném prostoru		Dobrý		Zachovalý
83%	ÚT	207			exteriér/v kanálech		Dobrý	70	Vyhovující
47%	ÚT	132			exteriér/v kanálech		Dobrý	100	Vyhovující

3.3. Otopná soustava

Závažné problémy (nefunkčnost) soustava ÚT nevykazuje. Otopná soustava je regulována termostatickými ventily.

3.4. Příprava teplé vody

Spotřeba TUV není naměřena. Byla tedy odhadnuta tak, aby odpovídala přiměřenému podílu na celkové spotřebě vody objektu.

Počet provozních dní	257 dny
Předpokládaná denní spotřeba teplé vody	728 l/den
Předpokládaná roční spotřeba teplé vody	187,1 m ³ /rok
Měrná potřeba tepla na ohřev vody z 10°C na 55°C	188,4 MJ/m ³
Roční potřeba tepla na přípravu TUV	35,2 GJ/rok
Objem zásobníku	800 l
Ztráty v zásobníku a v rozvodech TUV	152,0 GJ/rok
Roční potřeba tepla na přípravu TUV vč. ztrát v rozvodech	187,2 GJ/rok
Účinnost výroby teplé vody	94,8 %
Roční spotřeba energie na přípravu TUV	197,5 GJ/rok

Měrná spotřeba energie na přípravu TUV - 1,06 GJ/m³ - je velmi vysoká kvůli ztrátám v rozvodech (pozn. účinnost výroby je před distribucí TUV a není tedy snížena těmito ztrátami).

3.5. Osvětlení

Na spotřebě elektrické energie pro osvětlení se podílí výhradně zářivky, převážně s klasickým předřadníkem. Osvětlovací systém je tedy poměrně úsporný.

3.6. Chlazení

Velké tepelné ztráty chlazené části objektu mají zásadní vliv na stávající poměrně nízkou energetickou náročnost systému chlazení.

3.7. Technologie

Objekt má významnou technologickou spotřebu elektrické energie. Mimo technické systémy budov je elektřina spotřebovávána pro běžnou kancelářskou techniku. Celková technologická spotřeba elektřiny činí cca 150 MWh.

3.8. Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budov

a. Otvorové výplně

Svislá okna jsou dřevěná. Svislá okna jsou s izolačním dvojsklem plněným argonem.

b. Střešní a stropní konstrukce

Konstrukce střechy nad vytápěným prostorem (1.NP) bez dodatečného zateplení. Konstrukce stropu pod nevytápěným prostorem (půda) bez dodatečného zateplení.

c. Stěnové konstrukce

Vnitřní příčky jsou tvořeny z plných pálených cihel o tl. 150 mm. Vnější stěny (S,Z) jsou tvořeny z plných pálených cihel o tl. 500 mm bez dodatečného zateplení. Vnější stěny (J,V) jsou tvořeny z plných pálených cihel o tl. 850 mm bez dodatečného zateplení.

d. Podlahové konstrukce

Konstrukce podlahy nad terénem bez dodatečného zateplení. Konstrukce podlahy nad nevytáp. suterénem bez dodatečného zateplení.

e. Vnější konstrukce nevytápěných prostor

Stěny pod zeminou nevytápěného suterénu (suterén, J) jsou tvořeny z plných pálených cihel o tl. 500 mm bez dodatečného zateplení. Stěny pod zeminou nevytápěného suterénu (suterén, S) jsou tvořeny z plných pálených cihel o tl. 850 mm bez dodatečného zateplení. Podlaha nad zeminou nevytápěného suterénu bez dodatečného zateplení. Konstrukce střechy nevytápěného prostoru (půda) bez dodatečného zateplení. Vnější stěny nevytápěného prostoru (půda) jsou tvořeny z plných pálených cihel o tl. 500 mm bez dodatečného zateplení.

3.9. Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření s energií

Organizace disponuje systémem EBI firmy Honeywell, který mj. slouží k řízení vytápění, větrání a klimatizace. Externí firma je prověřena, aby optimalizovala chod jednotlivých systémů.

Organizace bere v úvahu veškeré příležitosti pro snižování energetické náročnosti budovy při navrhování nového, změněného nebo renovovaného zařízení, vybavení, systémů a procesů s významným vlivem na energetickou náročnost objektu.

3.10. Výchozí roční energetická bilance

Přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

Hodnocené období				2013	2014	2015	DDP30	ř.
Roční spotřeba energie pro vytápění		GJ/rok		4 244	3 230	3 661	4 286	1
z toho tepla z okolního prostředí pro tepelná čerpadla		GJ/rok					0	2
Počet denostupňů °D pro průměrnou vnitřní teplotu, DNS[rok]				3 525	2 936	3 158	3 712	3
Podíl denostupňů k dlouhodobému klimatickému normálu DDP30 *)				95,0%	79,1%	85,1%	100%	4
Roční spotřeba energie pro vytápění přepočtená na dlouhodobý klimatický průměr	ř.1/ř.4	Celková spotřeba	GJ/rok	4 469	4 083	4 304	4 286	5
	ř.2/ř.4	Energie z okolního prostředí	GJ/rok	0	0	0	0	6
	ř.5+ř.6	Celková spotřeba bez energie z okolního prostředí	GJ/rok	4 469	4 083	4 304	4 286	7
	ř.7/3,6		MWh/rok	1 241	1 134	1 196	1 190	8

*) : DNS[rok]/DDP30

Výchozí roční energetická bilance je zobrazena na úrovni zdrojů.

Před realizací projektu		Energie		Náklady
ř.	Ukazatel	GJ	MWh	tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	5 639	1 566	3 016
2	Změna zásob paliv	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1+ř.2)	5 639	1 566	3 016
4	Prodej energie cizím	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	5 639	1 566	3 016
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	331	92	177
	z toho, v rozvodech	325	90	174
7	na vytápění (z ř.5)	4 203	1 168	2 243
8	na chlazení (z ř.5)	3	1	2
9	na přípravu teplé vody(z ř.5)	39	11	21
10	na větrání (z ř.5)	0	0	0
11	na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0	0	0
12	na osvětlení (z ř.5)	540	150	292
13	na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	523	145	282

4. Posouzení variant

4.1. Varianta 1

a. Systém dodávek energií

U varianty 1 nedojde ke změně systému dodávek energií.

b. Technické systémy budov

Instalací úsporných koncových zařízení lze ušetřit cca 75 m³ vody ročně, z toho zhruba polovinu ve formě TUV.

c. Zateplení obvodového zdiva, výměna oken a zateplení střechy objektu

Následující tabulka znázorňuje návrh zateplení vybraných konstrukcí. U všech ostatních konstrukcí se může potenciál úspor při současných cenových relacích považovat za vyčerpaný.

Konstrukce	Způsob zateplení
230,6 m ² , střecha nad vytápěným prostorem/1.NP	210 mm ($\lambda_D=0,039$ W/m.K) z EPS $\lambda_D = 0.039$ [W/m.k]
2 146,0 m ² , strop pod nevytápěným prostorem/půda	240 mm ($\lambda_D=0,039$ W/m.K) z MV $\lambda_D \leq 0039$ [W/m.K]
4 458,5 m ² , vnější stěna/S,Z	40 mm ($\lambda_D=0,048$ W/m.K) dřevovláknitými deskami pro vnitřní zateplení UdiN RECO (nosná deska na vnitřní straně) 80 mm ($\lambda_D=0,038$ W/m.K) dřevovláknitými deskami pro vnitřní zateplení UdiIN RECO (flexibilní část k podkladu)
3 329,9 m ² , vnější stěna/J,V	40 mm ($\lambda_D=0,048$ W/m.K) dřevovláknitými deskami pro vnitřní zateplení UdiN RECO (nosná deska na vnitřní straně) 80 mm ($\lambda_D=0,038$ W/m.K) dřevovláknitými deskami pro vnitřní zateplení UdiIN RECO (flexibilní část k podkladu)
359,6 m ² , podlaha nad nevytáp. suterénem	80 mm ($\lambda_D=0,039$ W/m.K) z EPS $\lambda_D = 0.039$ [W/m.k]
71,1 m ² , nová svislá okna	Součinitel pr. tepla pro ref. rozměry: 1,04 W/m ² .K; propustnost světla: 0,48

4.2. Varianta 2

a. Systém dodávek energií

Plynová kogenerační jednotka (2 ks) o celkovém tepelném výkonu 1184 kW a elektrickém výkonu 1000 kW slouží vedle CZT jako nový zdroj tepla a elektřiny. K ukládání přebytečného tepla a jeho následnému využití slouží akumulární nádrž o objemu 100000 l.

Následující tabulka znázorňuje přidané (počet kladný) nebo zrušené (počet záporný) zdroje. Pod podílem je uveden podíl objektu na odběru z dotyčného zdroje. Je-li zdroj zrušen je v závorkách uveden podíl objektu na odběr ve výchozím stavu. V ekonomickém vyhodnocení je rozpočet daného objektu zatížen částí investice do nového zdroje alikvotní jeho podílu.

Zdroj	Výkon [kW]		chladicí	elektrický	podíl
	počet	tepelný			
plynová kogenerační jednotka	2	1184		1000	11%

b. Technické systémy budov

Návrh je stejný jako u varianty 1.

c. Zateplení obvodového zdiva, výměna oken a zateplení střechy objektu

Návrh je stejný jako u varianty 1.

4.3 Celková energetická bilance

a. Roční úspory energie po realizaci jednotlivých variant

Roční úspora energie činí 837 MWh, t.j. 53,4%, pro variantu 1 a 778,8 MWh, t.j. 49,7%, pro variantu 2.

Úspora je vypočtena jako rozdíl konečných spotřeb paliv a energie v objektu pro stavy před a po realizaci projektu (ř.5 energetické bilance pro jednotlivé varianty). Úspory jsou ve variantě 2 nižší než ve variantě 1 kvůli nově vznikajícím ztrátám ve výrobě tepla a el. energie kogeneračními jednotkami.

Náklady na energie jsou ve variantě 2 však nižší než ve variantě 1, jelikož kogenerační jednotky vyrábí teplo a elektrickou energii ze zemního plynu, který je levnější energie než dálkové teplo a elektřina ze sítě. Tato výhoda je částečně kompenzována zdražením nakupované elektřiny z důvodu nižšího využití rezervovaných kapacit u distributora. Podstatná finanční výhoda kogenerace je zelený bonus dle § 6 zákona 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie, ve výši 1.560 Kč za kWh vyrobené elektřiny, který se projevuje mimo energetické bilance jako navýšení tržeb (viz tabulka 6.2).

b. Upravená energetická bilance pro jednotlivé varianty

Varianta I		Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
ř.	Ukazatel	GJ	MWh	Kč	GJ	MWh	Kč
1	Vstupy paliv a energie	5 639	1 566	3 016 430	2 626	729	1 408 598
2	Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	5 639	1 566	3 016 430	2 626	729	1 408 598
4	Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	5 639	1 566	3 016 430	2 626	729	1 408 598
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	331	92	177 404	205	57	110 031
	z toho, v rozvodech	325	90	174 205	199	55	107 074
7	na vytápění (z ř.5)	4 203	1 168	2 242 915	1 321	367	704 790
8	na chlazení (z ř.5)	3	1	1 627	6	2	3 107
9	na přípravu teplé vody(z ř.5)	39	11	20 775	32	9	16 960
10	na větrání (z ř.5)	0	0	0	0	0	0
11	na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0	0	0	0	0	0
12	na osvětlení (z ř.5)	540	150	291 532	540	150	291 532
13	na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	523	145	282 177	523	145	282 177

Varianta II		Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
ř.	Ukazatel	GJ	MWh	Kč	GJ	MWh	Kč
1	Vstupy paliv a energie	5 639	1 566	3 016 430	2 830	786	874 644
2	Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	5 639	1 566	3 016 430	2 830	786	874 644
4	Prodej energie cizím	0	0	0	-5	-1	1 348
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	5 639	1 566	3 016 430	2 835	788	875 992
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	331	92	177 404	414	115	131 342
	z toho v rozvodech	325	90	174 205	183	51	63 042
7	na vytápění (z ř.5)	4 203	1 168	2 242 915	1 321	367	395 262
8	na chlazení (z ř.5)	3	1	1 627	6	2	1 822
9	na přípravu teplé vody(z ř.5)	39	11	20 775	31	9	11 083
10	na větrání (z ř.5)	0	0	0	0	0	0
11	na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0	0	0	0	0	0
12	na osvětlení (z ř.5)	540	150	291 532	540	150	170 985
13	na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	523	145	282 177	523	145	165 498

Pod položkou prodej energie cizím je uvedena spotřeba části přebytku kogenerované elektřiny při výrobě tepla pro některé objekty.

5. Ekologické vyhodnocení

K vyhodnocení ekologických přínosů projektu byly pro dálkové teplo použity následující emisní faktory pro výrobu tepla společností Teplárny Brno.

Znečišťující látka	Tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
Měrný tok [g/MWh]	2,1	2,0	169,2	33,8	200 000

Zdroj: <http://www.teplarny.cz/upload/1426776684.pdf>

U elektřiny jsou použity následující faktory.

Znečišťující látka	CO ₂	NH ₃	VOC	CO	NO _x	SO ₂	TZL	PM _{2,5}
Měrný tok [g/MWh]	1 011 600	0	2,49	86,21	567,64	841,24	36,8	22,08

Srovnání jednotlivých variant je uvedeno v následujících tabulkách.

5.1. Výpočet emisí CO₂

Znečišťující látka [t/rok]	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
CO ₂	591,5	421,8	-169,7	299,9	-291,7

5.2. Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek

Znečišťující látka [t/rok]	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
SO ₂	0,291	0,287	-0,004	0,124	-0,167
NO _x	0,402	0,259	-0,143	0,212	-0,189
NH ₃	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,032
VOC	0,001	0,001	0,000	0,005	0,005
Tuhé látky	0,015	0,013	-0,002	0,007	-0,008
PM ₁₀	0,008	0,008	0,000	0,005	-0,003
PM _{2,5}	0,005	0,005	0,000	0,004	-0,001
Sekundární PM _{2,5}	0,114	0,103	-0,011	0,051	-0,062

6. Ekonomické vyhodnocení

6.1. Náklady na realizaci jednotlivých variant

Následující tabulka shrnuje náklady na realizaci jednotlivých variant.

v tis. Kč	s DPH	Varianta I	Varianta II
Náklady na přípravu projektu		0	0
Náklady při výrobě energie		0	3 800
	OZE KVET Ostatní		3 800
Náklady při distribuci energie (vč. přípojky)		0	0
	Rozvody tepla Ostatní		
Náklady při spotřebě energie		30 926	30 926
	Budovy – úprava obálky Budovy – technické systémy Technologie Ostatní	30 915 11	30 915 11
CELKEM		30 926	34 725

6.2. Průměrné roční provozní náklady jednotlivých variant

Průměrné roční provozní náklady na energii jednotlivých variant jsou uvedeny v tabulkách v bodu 4.3 a činí v souhrnu 1 409 tis. Kč, resp. 875 tis. Kč.

Realizace jednotlivých variant přinese změnu ostatních provozních nákladů ve výši 6, resp. -62 tis. Kč.

6.3. Výsledky ekonomického vyhodnocení

Reálná doba návratnosti (Tsd), čistá současná hodnota (NPV) a vnitřní výnosové procento (IRR) byly vypočteny pro nízkou diskontní sazbu ve výši 2 %. Čistá současná hodnota (NPV), vnitřní výnosové procento (IRR) byly vypočteny na dobu 20ti let.

Parametr	Jednotka	Varianta I	Varianta II
Investiční výdaje projektu	Kč	30 925 523	34 725 030
z toho investice do zdroje energie a technických systémů	Kč	10 890	3 810 397
Změna nákladů na energii	Kč	-1 607 833	-2 141 787
Změna ostatních provozních nákladů	Kč	-6 000	62 462
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	0	0
Změna ostatních provozních nákladů - vodné a stočné	Kč	-6 000	-6 000
Změna nákladů na emise a odpady, servis	Kč	0	68 462
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady, zelený bonus)	Kč	0	489 982
Přínosy projektu celkem	Kč	1 613 833	2 569 306
Doba hodnocení	roky	20	20
Roční růst cen energie	%	3	3
Diskont	%	2	2
Ts – prostá doba návratnosti	roky	19,2	13,5
Tsd – reálná doba návratnosti	roky	18,0	13,0
NPV – čistá současná hodnota	tis. Kč	3 846	20 634
IRR – vnitřní výnosové procento	%	3,1	6,8

7. Vybraná optimální varianta

Energetický audit prokázal možnost realizace úsporných opatření s podstatným snížením stávajících provozních nákladů, přitom varianta II představuje optimální kombinaci opatření.

Varianta II byla vybrána, jelikož z pohledu celého areálu vykazuje nejvyšší čistou současnou hodnotou (NPV) všech peněžních toků souvisejících s investičním projektem (viz tabulka v bodu 6.3 souhrnné zprávy a příloha č.4 vyhlášky 480/2012 Sb.).

Vybrana varianta je popsána v bodu 8.1.

8. Závěrečné stanovisko

8.1. Popis optimální varianty

Obálka budovy:

Konstrukce	Způsob zateplení
230,6 m ² , střecha nad vytápěným prostorem/1.NP	210 mm ($\lambda_D=0,039$ W/m.K) z EPS $\lambda_D = 0.039$ [W/m.k]
2 146,0 m ² , strop pod nevytápěným prostorem/půda	240 mm ($\lambda_D=0,039$ W/m.K) z MV $\lambda_D \leq 0039$ [W/m.K]
4 458,5 m ² , vnější stěna/S,Z	40 mm ($\lambda_D=0,048$ W/m.K) dřevovláknitými deskami pro vnitřní zateplení UdiN RECO (nosná deska na vnitřní straně) 80 mm ($\lambda_D=0,038$ W/m.K) dřevovláknitými deskami pro vnitřní zateplení UdiIN RECO (flexibilní část k podkladu)
3 329,9 m ² , vnější stěna/J,V	40 mm ($\lambda_D=0,048$ W/m.K) dřevovláknitými deskami pro vnitřní zateplení UdiN RECO (nosná deska na vnitřní straně) 80 mm ($\lambda_D=0,038$ W/m.K) dřevovláknitými deskami pro vnitřní zateplení UdiIN RECO (flexibilní část k podkladu)
359,6 m ² , podlaha nad nevytáp. suterénem	80 mm ($\lambda_D=0,039$ W/m.K) z EPS $\lambda_D = 0.039$ [W/m.k]
71,1 m ² , nová svislá okna	Součinitel pr. tepla pro ref. rozměry: 1,04 W/m ² .K; propustnost světla: 0,48

Technické systémy budov:

Instalací úsporných koncových zařízení lze ušetřit cca 75 m³ vody ročně, z toho zhruba polovinu ve formě TUV.

Změna systému dodávek energií:

Plynová kogenerační jednotka (2 ks) o celkovém tepelném výkonu 1184 kW a elektrickém výkonu 1000 kW slouží vedle CZT jako nový zdroj tepla a elektřiny. K ukládání přebytečného tepla a jeho následnému využití slouží akumulární nádrž o objemu 100000 l.

Následující tabulka znázorňuje přidané (počet kladný) nebo zrušené (počet záporný) zdroje ve vybrané variantě. Pod podílem je uveden podíl objektu na odběru z dotyčného zdroje. Je-li zdroj zrušen je v závorkách uveden podíl objektu na odběr ve výchozím stavu. V ekonomickém vyhodnocení je rozpočet daného objektu zatížen částí investice do nového zdroje alikvotní jeho podílu.

Zdroj	Výkon [kW]		chladicí	elektrický	podíl
	počet	tepelný			
plynová kogenerační jednotka	2	1184		1000	11%

8.2. Roční úspory energie po realizaci optimální varianty

Roční úspory energie po realizaci optimální varianty činí 779 MWh/rok, t.j. 49,7 %.

8.3. Náklady na realizaci optimální varianty

Náklady na realizaci optimální varianty činí 34 725 tis. Kč/rok.

8.4. Průměrné roční provozní náklady v případě realizace optimální varianty

Průměrné roční provozní náklady se v případě realizace optimální varianty sníží o 2 569 tis. Kč/rok.

8.5. Upravená energetická bilance pro optimální variantu

Po realizaci optimální varianty		Energie		Náklady
ř.	Ukazatel	GJ	MWh	tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	2 830	786	875
2	Změna zásob paliv	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1+ř.2)	2 830	786	875
4	Prodej energie cizím	-5	-1	1
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	2 835	788	876
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	414	115	131
7	na vytápění (z ř.5)	1 321	367	395
8	na chlazení (z ř.5)	6	2	2
9	na přípravu teplé vody(z ř.5)	31	9	11
10	na větrání (z ř.5)	0	0	0
11	na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0	0	0
12	na osvětlení (z ř.5)	540	150	171
13	na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	523	145	165

8.6. Ekonomické a ekologické vyjádření pro optimální variantu

Vybraná varianta má dobrý ekonomický přínos.

Vybraná varianta přináší podstatné snížení emisí CO₂.

8.7. Popis okrajových podmínek pro optimální variantu

Závazné výstupy jsou formulovány pro následující referenční podmínky:

Název teplotní oblasti:	Brno
Venkovní výpočtová teplota:	-15
Průměrná venkovní teplota:	4
Počet dní topného období:	232

EA byl proveden podle úplného znění zákona č. 406/2006 Sb., o hospodaření energií, §9, odst. 1 energetický audit, a v souladu s Vyhláškou 480/2012Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku a to tak, že obsahuje všechny požadované údaje podle §3 a §4.

V Brně, 26. květen 2017

Ing. Bruno Vallance
Číslo oprávnění MPO: 093



Příloha č. 1

Situační plán



Příloha č. 2

Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 0540-2 (2011)

Stanovení prostupu tepla obálkou

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budov:

Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy:

Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy:

$$U_{em} = HT / A = 1,14 \text{ W/m}^2.K$$

$$U_{em, N} = HT_{ref} / A = 0,43 \text{ W/m}^2.K$$

$$U_{em, rec} = 0,75 \cdot U_{em, N} = 0,33 \text{ W/m}^2.K$$

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² .K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em, N}$	Velmi úsporná	0,22
B	$0,5 \cdot U_{em, N} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em, N}$	Úsporná	0,33
C	$0,75 \cdot U_{em, N} < U_{em} \leq U_{em, N}$	Vyhovující	0,43
D	$U_{em, N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em, N}$	Nevyhovující	0,65
E	$1,5 \cdot U_{em, N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em, N}$	Nehospodárná	0,87
F	$2,0 \cdot U_{em, N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em, N}$	Velmi nehospodárná	1,09
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em, N}$	Mimořádně nehospodárná	

Klasifikace obálky budovy	G
---------------------------	----------

Datum vystavení energetického štítku: den / měsíc / rok:

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

Adresa zpracovatele:

IČO: 253 31 299

Zpracoval:

26. květen 2017

oekoplan Czech Republic s.r.o.

Rašínova 2, 602 00 Brno

253 31 299

Ing. Bruno Vallance

Podpis:

Protokol k energetickému štítku obálky budovy – Stav po rekonstrukci

Identifikační údaje

Druh stavby	Administrativní, vzdělávací zařízení
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Černá Pole, Zemědělská 810/3, 613 00
Katastrální území a katastrální číslo	Černá Pole, 2/1
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Mendelova univerzita v Brně
IČ	62156489
Adresa	Brno - Černá Pole, Zemědělská 1665/1, 613 00
Telefon / e-mail	545 135 060 /

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	[m ³]	55 931
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	[m ²]	14 246
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,25
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	[°C]	19,4
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	[°C]	-15

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

hod.: údaj pro hodnocenou budovu

ref.: údaj pro referenční budovu

Pzn: u oken je s hvězdičkou uvedena vypočtená hodnota pro okno s referenčními rozměry 1,23x1,48 m, na které se požadavek vztahuje

Název konstrukce/jednotky	Plocha A _j [m ²]	Vypočtená hodnota U _j [W/(m ² K)]	Doporučená hodnota urec,j [W/(m ² K)]	Referenční hodnota U _{N,rq,j} [W/(m ² K)]	Činitel teplotní redukce b _j		Měrná ztráta prostupem tepla H _{T,j}	
					akt.	ref.	akt.	ref.
1. střecha nad vytápěným prostorem /1.NP	230,6	0,169	0,16	0,240	1,00	1,00	39,0	55,3
2. strop pod nevytápěným prostorem /půda	2 146,0	0,161	0,16	0,240	1,00	1,00	346,5	515,0
3. vnější stěna /S,Z	4 458,5	0,297	0,25	0,300	1,00	1,00	1 323,9	1 337,6
4. vnější stěna /J,V	3 329,9	0,266	0,25	0,300	1,00	1,00	886,8	999,0
5. podlaha nad terénem	2 016,9	1,460	0,3	0,450	0,18	0,40	527,6	362,8
6. podlaha nad nevytáp. suterénem	359,6	0,361	0,4	0,600	0,76	0,67	98,4	143,9
7. okna/dřevo/dvojsklo	1 610,1	1,28/1,32*	1,2	1,500	1,00	1,00	2 067,3	2 415,2
8. okna/dřevo/heat mirror	71,2	1,01/1,04*	1,2	1,500	1,00	1,00	71,6	106,8
9. dveře/vchodové	22,8	1,700	1,2	1,700	1,00	1,00	38,8	38,8
10. přírážka na vliv tepelných vazeb		0,117		0,020			1 664,5	284,9
Celkem:	A = 14 245,7				HT, HT,ref = 7 064,2		6 259,3	

Konstrukce nesplňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2.

Stanovení prostupu tepla obálkou

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy:

Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy:

Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy:

$$U_{em} = HT / A = 0,50 \text{ W/m}^2.K$$

$$U_{em, N} = HT_{ref} / A = 0,43 \text{ W/m}^2.K$$

$$U_{em, rec} = 0,75 \cdot U_{em, N} = 0,33 \text{ W/m}^2.K$$

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy $U_{em} [W/(m^2.K)]$	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em, N}$	Velmi úsporná	0,22
B	$0,5 \cdot U_{em, N} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em, N}$	Úsporná	0,33
C	$0,75 \cdot U_{em, N} < U_{em} \leq U_{em, N}$	Vyhovující	0,43
D	$U_{em, N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em, N}$	Nevyhovující	0,65
E	$1,5 \cdot U_{em, N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em, N}$	Nehospodárná	0,87
F	$2,0 \cdot U_{em, N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em, N}$	Velmi nehospodárná	1,09
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em, N}$	Mimořádně nehospodárná	

Klasifikace obálky budovy	D
---------------------------	----------

Datum vystavení energetického štítku: den / měsíc / rok:

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

Adresa zpracovatele:

IČO: 253 31 299

Zpracoval:

26. květen 2017

oekoplan Czech Republic s.r.o.

Rašínova 2, 602 00 Brno

253 31 299

Ing. Bruno Vallance

Podpis:

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy: Administrativní, vzdělávací zařízení					Hodnocení obálky budovy	
Adresa: Černá Pole, Zemědělská 810/3, 613 00						
Celková podlahová plocha: 11 359 m ²					stávající	doporučení
<p>Velmi úsporná</p> <p>Mimořádně ne hospodárná</p>					0,50	1,14
KLASIFIKACE					G	D
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budov, $U_{em} = H_T/A$ ve W/m ² .K					1,14	0,50
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy podle ČSN 73 0540-2, $U_{em, N}$ ve W/m ² .K					0,43	0,43
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}^*						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,22	0,33	0,43	0,65	0,87	1,09
Platnost štítku do		25. květen 2022				
Štítek vypracoval		Ing. Bruno Vallance				

*) : Hodnoty před/po rekonstrukci

Příloha č. 3

Protokol výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy a výpočtu referenční hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla konstrukcí pro výchozí stav

Protokol výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy:

STAV PŘED REKONSTRUKCÍ

[14,26,27]

hod.: údaj pro hodnocenou budovu; ref.: údaj pro referenční budovu

Pzn: u oken a dveří je s hvězdičkou uvedena vypočtená hodnota pro otvorovou výplň s referenčními rozměry, na kterou se požadavek vztahuje

Název konstrukce/jednotky	Plocha A_j [m²]	Vypočtená hodnota U_j [W/(m²K)]	Doporučená hodnota urec,j [W/(m²K)]	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$ [W/(m²K)]	Činitel teplotní redukce b_i		Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$	
					hod.	ref.	hod.	ref.
					[-]		[W/K]	[W/K]
1. střecha nad vytápěným prostorem /1.NP	230,6	1,439	0,160	0,240	1,00	1,00	331,8	55,3
2. strop pod nevytápěným prostorem /půda	2146,0	1,669	0,160	0,240	1,00	1,00	3582,1	515,0
3. vnější stěna /S,Z	4458,5	1,253	0,250	0,300	1,00	1,00	5586,8	1337,6
4. vnější stěna /J,V	3329,9	0,814	0,250	0,300	1,00	1,00	2709,4	999,0
5. podlaha nad terénem	2016,9	1,460	0,300	0,450	0,18	0,40	527,6	362,8
6. podlaha nad nevytáp. suterénem	359,6	1,277	0,400	0,600	0,47	0,67	216,1	143,9
7. okna/dřevo/dvojsklo	1681,3	1,28/1,32*	1,200	1,500	1,00	1,00	2160,1	2521,9
8. dveře/vchodové	22,8	1,70/1,70*	1,200	1,700	1,00	1,00	38,8	38,8
9. přírážka na vliv tepelných vazeb		0,076		0,020			1078,3	284,9
Celkem:	A = 14245,7				HT, HT,ref =		16230,9	6259,3

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budov:

$$U_{em} = HT / A \quad 1,14 \text{ W/m}^2 \cdot K \quad [28]$$

Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy:

$$U_{em, N} = HTref / A \quad 0,44 \text{ W/m}^2 \cdot K \quad [29]$$

Na str.1 protokolu výpočtu součinitelů prostupu tepla konstrukcí jsou uvedeny parametry U_g , U_f a psi jednotlivých typů oken a výpočet součinitele prostupu tepla pro referenční rozměry. Pro starší okna (dvojitá, zdvojená, jednoduchá) jsou použity hodnoty pro celé okno dle ČSN 73 0540-3 – Příloha D.

V Brně, 26. květen 2017



Ing. Bruno Vallance
Číslo oprávnění MPO: 093

Výpočet tepelných toků stavebními prvky v tepelném styku se zemínou dle ČSN EN ISO 13370

2,00	[W/m.K]	λ	:	tepelná vodivost nepromrzlé zeminy
0,17	[m².K/W]	R_{sif}	:	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně podlahy
0,13	[m².K/W]	$R_{si,w}$:	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně stěn
0,04	[m².K/W]	R_{se}	:	odpor při přestupu tepla na vnější straně

[16]

Podlaha nad terénem, příp. stěny přilehlé k zemině:

podlahová plocha přilehlá k zemině
 exponovaný obvod podlahy
 charakteristický rozměr podlahy
 hloubka podlahy přilehlé k zemině pod úrovní okolního terénu
 tloušťka stěn přilehlých k zemině na úrovni terénu
 tepelný odpor podlahy přilehlé k zemině
 tepelný odpor stěn přilehlých k zemině
 ekvivalentní tloušťka podlahy $w + \lambda \cdot (R_{si,f} + R_f + R_{se})$
 ekv.součin.pr.tepla podlahy $dt < B'$: $2\lambda \ln(\pi B' / (dt + 0,5z) + 1) / (\pi B' + dt + 0,5z)$
 ekvivalentní tloušťka stěny $\lambda \cdot (R_{si,w} + R_w + R_{se})$
 ekv.součin.pr.tepla stěn $2 \cdot \lambda (1 + 0,5 \cdot dt / (dt + z)) \cdot \ln(z / dw + 1) / \pi z$
 lineární činitel prostupu tepla vlivem okrajové izolace: $-\lambda / \pi \cdot [\ln(x \cdot D / dt + 1) - \ln(x \cdot D / (dt + dn \cdot (\lambda / \lambda_n - 1))) + 1]$, svislá $x=2$, vod. $x=1$
 Tepelný tok přes podlahu a stěny vytápěného prostoru přilehlých k zemině
 z toho: přes podlahu
 přes stěny

Budova:	Hodnocená	Referenční
Podlaží:	1.NP	1.NP
A [m²]	2016,9	2016,9
P [m]	279,2	279,2
B' [m]	14,4	14,4
z [m]	0,0	0,0
w [m]	0,675	0,675
R_f [m².K/W]	0,515	2,052
R_w [m².K/W]	-	-
dt [m]	2,12	5,20
U_{br} [W/m².K]	0,262	0,18
dw [m]	-	-
U_{bw} [W/m².K]	-	-
[W/m.K]	0,0000	-
[W/K]	527,6	362,8
[W/K]	527,6	362,8
[W/K]	-	-

[16.d]

Podlahy nad nevytápěným suterénem/přízemím

plocha podlahy nad nevytápěným suterénem/přízemím
 hloubka podlahy suterénu pod úrovní okolního terénu
 výška povrchu podlahy nad úrovní okolního terénu
 celková tloušťka obvodových stěn suterénu pod úrovní terénu
 součinitel prostupu tepla podlahy (mezi interiérem a suterénem)
 tepelný odpor podlahy suterénu
 součinitel prostupu tepla suterénních stěn nad úrovní terénu
 tepelný odpor suterénních stěn pod úrovní terénu
 podlahová plocha suterénu přilehlá k zemině
 exponovaný obvod podlahy
 charakteristický rozměr podlahy suterénu
 intenzita větrání v suterénu
 vzduchový objem suterénu
 tepelné ztráty přes jiné konstrukce suterénu (okna, příp. zastřešení)
 ekvivalentní tloušťka stěny $\lambda \cdot (R_{si,w} + R_w + R_{se})$
 ekv.součin.pr.tepla stěn $2 \cdot \lambda (1 + 0,5 \cdot dt / (dt + z)) \cdot \ln(z / dw + 1) / (\pi z)$
 ekvivalentní tloušťka podlahy $w + \lambda \cdot (R_{si,f} + R_f + R_{se})$
 ekv.součin.pr.tepla podlahy $dt < B'$: $2\lambda \ln(\pi B' / (dt + 0,5z) + 1) / (\pi B' + dt + 0,5z)$
 $1/U_f + A / (A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} + h \cdot P \cdot U_w + Host + 0,33 \cdot n \cdot V)$
 Ekv. součinitel prostupu tepla podlahy nad nevytápěným suterénem
 Tepelný tok přes podlahu nad nevytápěným suterénem

Budova:	Hodnocená	Referenční
Prostor:	suterén	suterén
Ap [m]	359,640	359,640
z [m]	20,942	20,942
h [m]	0,153	0,153
w [m]	0,425	0,425
U_f [W/m².K]	1,277	0,600
R_f [m².K/W]	0,560	1,006
U_w [W/m².K]	0,000	0,750
R_w [m².K/W]	0,866	1,006
A [m²]	359,640	359,640
P [m]	77,350	77,350
B' [m]	9,299	9,299
n [1/h]	0,300	0,300
V [m³]	1042,990	1042,990
Host [W/K]	15,671	41,440
dw [m]	2,071	2,353
U_{bw} [W/m².K]	0,153	0,148
dt [m]	1,965	2,858
U_{bf} [W/m².K]	0,116	0,109
$1/U$ [m².K/W]	1,665	2,499
U [W/m².K]	0,601	0,400
[W/K]	216,1	143,9

Stěny přilehlých k nevytápěnému suterénu/přízemí

průměrná teplota v nevytápěném suterénu
 teplota vytápěného prostoru přilehlého k nevytápěnému suterénu
 průměrná venkovní teplota
 činitel teplotní redukce stěn přilehlých k nevytápěnému suterénu

Budova:	Hodnocená	Referenční
Prostor:	suterén	suterén
T_s [°C]	12,4	9,3
$\theta_{i,s}$ [°C]	20	20
$\theta_{e,m}$ [°C]	4	4
b [-]	0,47	0,67

$$b = (\theta_{is} - T_s) / ((\theta_{is} - \theta_{e,m}))$$

Tepelný tok prostupem nevytápěnými prostoryA[m²]; u [W/(m².K)]; H_{iu} , H_{ue} a H_{ie} [W/K]

Nevytápěné prostory	Půda					
Budova	Hodnocená		Ref.			
Red.činitel a tepelný tok nevytáp. prostorem	1	Hie	3583	1	515	
Rozhraní vytáp. a nevytáp. prostoru	A	u	H _{iu}	u	H _{iu}	
strop pod nevytápěným prostorem	2146	1,669	3583	0,24	515	
stěna přilehlá k nevytáp. prostoru	0	0	0	0	0	
podlaha nad nevytáp. prostorem	0	0	0	0	0	
okna	0	0	0	0	0	
dveře/vrata	0	0	0	0	0	
Rozhraní nevytápěného a exteriéru	A	u	H _{ue}	A	H _{ue}	
nevytáp. prostor/strop, střecha	3154	2,961	9339	2,961	9339	
nevytáp. prostor/vnější stěna	364,1	1,253	456	1,253	456	
nevytáp. prostor/stěna pod terénem	0	0	0	0	0	
nevytáp. prostor/podlaha nad zeminou	0	0	0	0	0	
nevytáp. prostor/podlaha.n.venk.prost.	0	0	0	0	0	
okna	0	0	0	0	0	
dveře/vrata	0	0	0	0	0	
Objem [m³] a násobnost výměny [h⁻¹] vzduchu	8463	∞	∞	∞	∞	

[15.a]

[15.h,i]

[15.d,f]

[15.e,g]

[15.b,c]

Příloha č. 4

Protokol výpočtů součinitelů prostupu tepla konstrukcí pro výchozí stav

Protokol výpočtu součinitelů prostupu tepla konstrukcí

STAV PŘED REKONSTRUKCÍ

Výpočet proveden dle ČSN EN ISO 10 077, ČSN 73 0540-4:2005 a ČSN EN ISO 6946:2008

Použitý software: vlastní aplikace v OpenOffice

V Brně, 26. květen 2017

Konstrukce, kde nejsou započteny přírázky na součinitele prostupu tepla pro zhoršující vlivy opakované se vyskytující tepelné vodivějších konstrukčních a dalších prvků, jsou:
 - buď konstrukce obsahující tepelné mosty, kde jejich vliv je přesně započten (zejména konstrukce obsahující nesourodé vrstvy);
 - anebo konstrukce neobsahující tepelné mosty (např. podlahy nad terénem, **zateplení pomocí lepicích kotev**)

Zpracovatel: Ing. Bruno Vallance
 Číslo oprávnění MPO: 093



Označení	Otvorové výplně	u [W/m².K]	u_L [W/m².K]	u_g [W/m².K]	ψ_g [W/m.K]
O1	Svislá	1,32 ¹	1,4	1,1	0,051
D1	vchodové	1,7			

hodnota pro referenční rozměry: ¹⁾: 1,23x1,48m

vnitřní stropní konstrukce		10414,8 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 1,555 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,10 m².K/W Rse: 0,10 m².K/W R: 0,443 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. dřevo/prkno		20	0,18	0,111	
2.1. 90%: vzduchová mezera/uzavřená, tepelný tok vodorovně/> 25 mm < 300 mm		210	1,167/1,208	↓	
2.2. 10%: beton/železobeton		210	1,580/1,208	0,174	
3. beton/železobeton		250	1,58	0,158	
střecha nad vytápěným prostorem (1.NP)		230,6 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 1,439 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,10 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 0,555 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. beton/železobeton		250	1,58	0,158	
2.1. 80%: sypké materiály/škvára		100	0,270/0,252	↓	
2.2. 20%: dřevo/krokv		100	0,180/0,252	0,397	
3. kov/plech		5	56	0	
strop pod nevytápěným prostorem (půda)		2146 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 1,669 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,10 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 0,459 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. dřevo/prkno		20	0,18	0,111	
2.1. 90%: vzduchová mezera/uzavřená, tepelný tok vodorovně/> 25 mm < 300 mm		210	1,167/1,105	↓	
2.2. 10%: beton/struskobeton/-		210	0,550/1,105	0,19	
3. beton/železobeton		250	1,58	0,158	
vnitřní příčka		6500 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 2,232 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,13 m².K/W R: 0,192 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. cihly/plné, pálené		150	0,78	0,192	
vnější stěna (S,Z)		4458,5 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 1,253 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 0,641 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. cihly/plné, pálené		500	0,78	0,641	
vnější stěna (J,V)		3329,9 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 0,814 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 1,09 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. cihly/plné, pálené		850	0,78	1,09	
podlaha nad terénem		2016,9 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 1,460 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,17 m².K/W Rse: 0,00 m².K/W R: 0,56 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. podlaha/neznámá/_1964-1979		100	0,179	0,56	
podlaha nad nevytáp. suterénem		359,6 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 1,277 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,17 m².K/W Rse: 0,17 m².K/W R: 0,443 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. beton/železobeton		250	1,58	0,158	
2.1. 90%: vzduchová mezera/uzavřená, tepelný tok vodorovně/> 25 mm < 300 mm		210	1,167/1,208	↓	
2.2. 10%: beton/železobeton		210	1,580/1,208	0,174	
3. dřevo/prkno		20	0,18	0,111	
nevytáp. suterén/stěna pod terénem (suterén, J)		1472,2 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 1,317 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,00 m².K/W R: 0,641 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. cihly/plné, pálené		500	0,78	0,641	
nevytáp. suterén/stěna pod terénem (suterén, S)		147,6 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 0,840 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,00 m².K/W R: 1,09 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. cihly/plné, pálené		850	0,78	1,09	
nevytáp. suterén/podlaha nad zemí		359,6 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 1,460 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,17 m².K/W Rse: 0,00 m².K/W R: 0,56 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. podlaha/neznámá/_1964-1979		100	0,179	0,56	
nevytápěný prostor/střecha (půda)		3153,9 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 2,961 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,10 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 0,2 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. střešní krytina/s podkladem pod taškami (bednění, lepenka apd.)/bednění, lepenka apd.		30	0,15	0,2	
nevytáp. prostor/vnější stěna (půda)		364,1 m²	$\lambda u / \lambda_{eq}$	R	λD
U: 1,253 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 0,641 m².K/W		tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
1. cihly/plné, pálené		500	0,78	0,64	

Příloha č. 5

Protokol výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy a výpočtu referenční hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla konstrukcí pro návrhový stav

Protokol výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy:

STAV PO REKONSTRUKCI

[14,26,27]

hod.: údaj pro hodnocenou budovu; ref.: údaj pro referenční budovu
 **: Pro pamákové chráněné konstrukce je cílová hodnota UN,20

Pzn: u oken a dveří je s hvězdičkou uvedena hodnota pro vyměněnou otvorovou výplň s referenčními rozměry, na kterou se požadavek vztahuje

Název konstrukce/jednotky ("!" označuje pozměněnou konstrukci)	Plocha A_j [m ²]	Vypočtená hodnota U_j [W/(m ² K)]	Cílová hodnota $U_{rec,20}$ [W/(m ² K)]	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$ [W/(m ² K)]	Činitel teplotní redukce b_j		Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$	
					hod.	ref.	hod.	ref.
1! střecha nad vytápěným prostorem /1.NP	230,6	0,169	0,240	0,240	1,00	1,00	38,96	55,3
2! strop pod nevytápěným prostorem /půda	2146,0	0,161	0,240	0,240	1,00	1,00	346,45	515,0
3! vnější stěna /S,Z	4458,5	0,297	0,300	0,300	1,00	1,00	1323,88	1337,6
4! vnější stěna /J,V	3329,9	0,266	0,300	0,300	1,00	1,00	886,78	999,0
5. podlaha nad terénem	2016,9	1,460	0,450	0,450	0,18	0,40	527,60	362,8
6! podlaha nad nevytáp. suterénem	359,6	0,361	0,600	0,600	0,76	0,67	98,41	143,9
7. okna/dřevo/dvojsklo	1610,1	1,28/1,32*	1,500	1,500	1,00	1,00	2067,33	2415,2
8! okna/dřevo/heat mirror	71,2	1,01/1,04*	1,500	1,500	1,00	1,00	71,55	106,8
9. dveře/vchodové	22,8	1,70/1,70*	1,700	1,700	1,00	1,00	38,80	38,8
10. přírážka na vliv tepelných vazeb		0,117		0,020			1664,48	284,9
Celkem:	A = 14245,7				HT, HT,ref =		7064,2	6259,3

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budov:

$$U_{em} = HT / A = 0,50 \text{ W/m}^2 \cdot K = 1,14 * U_{em,R} \quad [28]$$

Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy:

$$U_{em,N} = HT_{ref} / A \quad 0,44 \text{ W/m}^2 \cdot K \quad [29]$$

Na str.1 protokolu výpočtu součinitelů prostupu tepla konstrukcí jsou uvedeny parametry U_g , U_f a psi jednotlivých typů oken a výpočet součinitele prostupu tepla pro referenční rozměry. Pro starší okna (dvojitá, zdvojená, jednoduchá) jsou použity hodnoty pro celé okno dle ČSN 73 0540-3 – Příloha D.

V Brně, 26. květen 2017



Ing. Bruno Vallance
 Číslo oprávnění MPO: 093

Výpočet tepelných toků stavebními prvky v tepelném styku se zemínou dle ČSN EN ISO 13370

2,00	[W/m.K]	λ	:	tepelná vodivost nepromrzlé zeminy
0,17	[m².K/W]	$R_{si,f}$:	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně podlahy
0,13	[m².K/W]	$R_{si,w}$:	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně stěn
0,04	[m².K/W]	R_{se}	:	odpor při přestupu tepla na vnější straně

[16]

Podlaha nad terénem, příp. stěny přilehlé k zemině:

podlahová plocha přilehlá k zemině
 exponovaný obvod podlahy
 charakteristický rozměr podlahy
 hloubka podlahy přilehlé k zemině pod úrovní okolního terénu
 tloušťka stěn přilehlých k zemině na úrovni terénu
 tepelný odpor podlahy přilehlé k zemině
 tepelný odpor stěn přilehlých k zemině
 ekvivalentní tloušťka podlahy
 ekv.součin.pr.tepla podlahy $dt < B'$: $2\lambda \ln(\pi B' / (dt + 0,5z) + 1) / (\pi B' + dt + 0,5z)$
 ekvivalentní tloušťka stěny
 ekv.součin.pr.tepla stěn $2 \cdot \lambda (1 + 0,5 \cdot dt / (dt + z)) \cdot \ln(z / dw + 1) / \pi z$
 lineární činitel prostupu tepla vlivem okrajové izolace: $-\lambda / \pi$
 $[\ln(x \cdot D / dt + 1) - \ln(x \cdot D / (dt + dn \cdot (\lambda / \lambda_n - 1)) + 1)]$, svislá $x=2$, vod. $x=1$
 Tepelný tok přes podlahu a stěny vytápěného prostoru přilehlých k zemině
 z toho: přes podlahu
 přes stěny

	Budova:	Hodnocená	Referenční
	Podlaží:	1.NP	1.NP
A	[m²]	2016,9	2016,9
P	[m]	279,2	279,2
B'	[m]	14,4	14,4
z	[m]	0,0	0,0
w	[m]	0,675	0,675
R_f	[m².K/W]	0,515	2,052
R_w	[m².K/W]	-	-
dt	[m]	2,12	5,20
U_{br}	[W/m².K]	0,262	0,18
dw	[m]	-	-
U_{bw}	[W/m².K]	-	-
	[W/m.K]	0,0000	-
	[W/K]	527,6	362,8
	[W/K]	527,6	362,8
	[W/K]	-	-

[16.d]

Podlahy nad nevytápěným suterénem/přízemím

plocha podlahy nad nevytápěným suterénem/přízemím
 hloubka podlahy suterénu pod úrovní okolního terénu
 výška povrchu podlahy nad úrovní okolního terénu
 celková tloušťka obvodových stěn suterénu pod úrovní terénu
 součinitel prostupu tepla podlahy (mezi interiérem a suterénem)
 tepelný odpor podlahy suterénu
 součinitel prostupu tepla suterénních stěn nad úrovní terénu
 tepelný odpor suterénních stěn pod úrovní terénu
 podlahová plocha suterénu přilehlá k zemině
 exponovaný obvod podlahy
 charakteristický rozměr podlahy suterénu
 intenzita větrání v suterénu
 vzduchový objem suterénu
 tepelné ztráty přes jiné konstrukce suterénu (okna, příp. zastřešení)
 ekvivalentní tloušťka stěny $\lambda \cdot (R_{si,w} + R_w + R_{se})$
 ekv.součin.pr.tepla stěn $2 \cdot \lambda (1 + 0,5 \cdot dt / (dt + z)) \cdot \ln(z / dw + 1) / (\pi z)$
 ekvivalentní tloušťka podlahy $w + \lambda \cdot (R_{si,f} + R_f + R_{se})$
 ekv.součin.pr.tepla podlahy $dt < B'$: $2\lambda \ln(\pi B' / (dt + 0,5z) + 1) / (\pi B' + dt + 0,5z)$
 $1 / U_f + A / (A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} + h \cdot P \cdot U_w + Host + 0,33 \cdot n \cdot V)$
 Ekv. součinitel prostupu tepla podlahy nad nevytápěným suterénem
 Tepelný tok přes podlahu nad nevytápěným suterénem

	Budova:	Hodnocená	Referenční
	Prostor:	suterén	suterén
Ap	[m]	359,640	359,640
z	[m]	20,942	20,942
h	[m]	0,153	0,153
w	[m]	0,425	0,425
U_f	[W/m².K]	0,361	0,600
R_f	[m².K/W]	0,560	1,006
U_w	[W/m².K]	0,000	0,750
R_w	[m².K/W]	0,866	1,006
A	[m²]	359,640	359,640
P	[m]	77,350	77,350
B'	[m]	9,299	9,299
n	[1/h]	0,300	0,300
V	[m³]	1042,990	1042,990
Host	[W/K]	15,671	41,440
dw	[m]	2,071	2,353
U_{bw}	[W/m².K]	0,153	0,148
dt	[m]	1,965	2,858
U_{bf}	[W/m².K]	0,116	0,109
$1/U$	[m².K/W]	3,654	2,499
U	[W/m².K]	0,274	0,400
	[W/K]	98,4	143,9

Stěny přilehlých k nevytápěnému suterénu/přízemí

průměrná teplota v nevytápěném suterénu
 teplota vytápěného prostoru přilehlého k nevytápěnému suterénu
 průměrná venkovní teplota
 činitel teplotní redukce stěn přilehlých k nevytápěnému suterénu

	Budova:	Hodnocená	Referenční
	Prostor:	suterén	suterén
Ts	[°C]	7,8	9,3
$\theta_{i,s}$	[°C]	20	20
$\theta_{e,m}$	[°C]	4	4
b	[-]	0,76	0,67
$b = (\theta_{is} - T_s) / ((\theta_{is} - \theta_{e,m}))$			

Tepelný tok prostupem nevytápěnými prostory

A[m²]; u[W/(m².K)]; Hiu, Hue a Hie [W/K]

	Půda								
Nevytápěné prostory									
Budova	Hodnocená	Ref.							
Red.činitel a tepelný tok nevytáp. prostorem	1	Hie	346	1	515,0				
Rozhraní vytáp. a nevytáp. prostoru	A	u	Hiu	u	Hiu				
strop pod nevytápěným prostorem	2146	0,161	346	0,24	515				
stěna přilehlá k nevytáp. prostoru	0	0	0	0	0				
podlaha nad nevytáp. prostorem	0	0	0	0	0				
okna	0	0	0	0	0				
dveře/vrata	0	0	0	0	0				
Rozhraní nevytápěného a exteriéru	A	u	Hue	u	Hue				
nevytáp. prostor/strop, střeška	3154	2,961	9339	2,961	9339				
nevytáp. prostor/vnější stěna	364,1	1,253	456	1,253	456				
nevytáp. prostor/stěna pod terénem	0	0	0	0	0				
nevytáp. prostor/podlaha nad zemínou	0	0	0	0	0				
nevytáp. prostor/podlaha.n.venk.prost.	0	0	0	0	0				
okna	0	0	0	0	0				
dveře/vrata	0	0	0	0	0				
Objem [m³] a násobnost výměny [h⁻¹] vzduchu	8463	∞	∞	∞	∞				

[15.a]

[15.h,i]

[15.d,f]

[15.e,g]

[15.b,c]

Příloha č. 6

Protokol výpočtů součinitelů prostupu tepla konstrukcí pro návrhový stav

Protokol výpočtu součinitelů prostupu tepla konstrukcí

STAV PO REKONSTRUKCI

Výpočet proveden dle ČSN EN ISO 10 077, ČSN 73 0540-4:2005 a ČSN EN ISO 6946:2008

Použitý software: vlastní aplikace v OpenOffice

V Brně, 26. květen 2017

Konstrukce, kde nejsou započteny přírázky na součinitele prostupu tepla pro zhoršující vlivy opakované se vyskytující tepelné vodivějších konstrukčních a dalších prvků, jsou:
- buď konstrukce obsahující tepelné mosty, kde jejich vliv je přesně započten (zejména konstrukce obsahující nesourodné vrstvy);
- anebo konstrukce neobsahující tepelné mosty (např. podlahy nad terénem, **zateplení pomocí lepicích kotev**)

Zpracovatel: Ing. Bruno Vallance
Číslo oprávnění MPO: 093



Označení	Otvorové výplně		u [W/m².K]	u_L [W/m².K]	u_g [W/m².K]	ψ [W/m.K]
O1	Svislá	Dřevo/Dvojsklo/Argon/	1,32 ¹	1,4	1,1	0,051
O2	Svislá	Dřevo/Heat mirror/Argon/	1,04 ¹	1,4	0,6	0,075
D1	vchodové	Dřevo/	1,7			

¹): 1,23x1,48m

vnitřní stropní konstrukce

U: 1,555 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,10 m².K/W Rse: 0,10 m².K/W R: 0,443 m².K/W

1. dřevo/prkno

2.1. 90%: vzduchová mezera/uzavřená, tepelný tok vodorovně/> 25 mm < 300 mm

2.2. 10%: beton/železobeton

3. beton/železobeton

10414,8 m²	$\lambda u/\lambda_{eq}$	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
20	0,18	0,111	
210	1,167/1,208	↓	
210	1,580/1,208	0,174	
250	1,58	0,158	

střecha nad vytápěným prostorem (1.NP)

U: 0,169 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,10 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 5,779 m².K/W

1. beton/železobeton

2.1. 80%: sypké materiály/škvára

2.2. 20%: dřevo/krokv

3. kov/plech

4. polystyrén/pěnový (eps, pps)/ $\lambda D = 0.039$ [W/m.k]

230,6 m²	$\lambda u/\lambda_{eq}$	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
250	1,58	0,158	
100	0,270/0,252	↓	
100	0,180/0,252	0,397	
5	56	0	
210	0,04	5,224	0,039

strop pod nevytápěným prostorem (půda)

U: 0,161 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,10 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 6,054 m².K/W

1. dřevo/prkno

2.1. 90%: vzduchová mezera/uzavřená, tepelný tok vodorovně/> 25 mm < 300 mm

2.2. 10%: beton/struskobeton/-

3. beton/železobeton

4. minerální vlna/ $\lambda D \leq 0039$ [W/m.K]

2146 m²	$\lambda u/\lambda_{eq}$	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
20	0,18	0,111	
210	1,167/1,105	↓	
210	0,550/1,105	0,19	
250	1,58	0,158	
240	0,043	5,594	0,039

vnitřní příčka

U: 2,232 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,13 m².K/W R: 0,192 m².K/W

1. cihly/plné, pálené

6500 m²	$\lambda u/\lambda_{eq}$	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
150	0,78	0,192	

vnější stěna (S,Z)

U: 0,297 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 3,441 m².K/W

1. deskové materiály/dřevovláknité /pro vnitřní zateplení UdiN RECO (nosná deska na vnitřní stru

2. deskové materiály/dřevovláknité /pro vnitřní zateplení UdiN RECO (flexibilní část k podkladu)

3. cihly/plné, pálené

4458,5 m²	$\lambda u/\lambda_{eq}$	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
40	0,05	0,8	0,048
80	0,04	2	0,038
500	0,78	0,641	

vnější stěna (J,V)

U: 0,266 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 3,89 m².K/W

1. deskové materiály/dřevovláknité /pro vnitřní zateplení UdiN RECO (nosná deska na vnitřní stru

2. deskové materiály/dřevovláknité /pro vnitřní zateplení UdiN RECO (flexibilní část k podkladu)

3. cihly/plné, pálené

3329,9 m²	$\lambda u/\lambda_{eq}$	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
40	0,05	0,8	0,048
80	0,04	2	0,038
850	0,78	1,09	

podlaha nad terénem

U: 1,460 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,17 m².K/W Rse: 0,00 m².K/W R: 0,56 m².K/W

1. podlaha/neznámá/_1964-1979

2016,9 m²	$\lambda u/\lambda_{eq}$	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
100	0,179	0,56	

podlaha nad nevytáp. suterénem

U: 0,361 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,17 m².K/W Rse: 0,17 m².K/W R: 2,433 m².K/W

1. beton/železobeton

2.1. 90%: vzduchová mezera/uzavřená, tepelný tok vodorovně/> 25 mm < 300 mm

2.2. 10%: beton/železobeton

3. dřevo/prkno

4. polystyrén/pěnový (eps, pps)/ $\lambda D = 0.039$ [W/m.k]

359,6 m²	$\lambda u/\lambda_{eq}$	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
250	1,58	0,158	
210	1,167/1,208	↓	
210	1,580/1,208	0,174	
20	0,18	0,111	
80	0,04	1,99	0,039

nevytáp. suterén/stěna pod terénem (suterén, J)

U: 1,317 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,00 m².K/W R: 0,641 m².K/W

1. cihly/plné, pálené

1472,2 m²	$\lambda u/\lambda_{eq}$	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
500	0,78	0,641	

nevytáp. suterén/stěna pod terénem (suterén, S)

U: 0,840 W/m².K Δu : 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,00 m².K/W R: 1,09 m².K/W

1. cihly/plné, pálené

147,6 m²	$\lambda u/\lambda_{eq}$	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
850	0,78	1,09	

nevytáp. suterén/podlaha nad zemínou

U: 1,460 W/m².K Δu : 0 W/m².K Rsi: 0,17 m².K/W Rse: 0,00 m².K/W R: 0,56 m².K/W

1. podlaha/neznámá/_1964-1979

359,6 m²	$\lambda u/\lambda_{eq}$	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m².K/W]	[W/m.K]
100	0,179	0,56	

nevytápěný prostor/střecha (půda)

U: 2,961 W/m².K Δu: 0,02 W/m².K Rsi: 0,10 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 0,2 m².K/W
1. střešní krytina/s podkladem pod taškami (bednění, lepenka apd.)/bednění, lepenka apd.

3153,9 m ²	λu/λeq	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m ² .K/W]	[W/m.K]
30	0,15	0,2	

nevytáp. prostor/vnější stěna (půda)

U: 1,253 W/m².K Δu: 0,02 W/m².K Rsi: 0,13 m².K/W Rse: 0,04 m².K/W R: 0,641 m².K/W
1. cihly/plně, pálené

364,1 m ²	λu/λeq	R	λD
tl. [mm]	[W/m.K]	[m ² .K/W]	[W/m.K]
500	0,78	0,64	