


EN projekt s.r.o.

Energetický audit
Univerzitní 
Areál Západočeské univerzity

Univerzitní 8, 306 14 Plzeň

Zpracoval :

EN projekt s.r.o.
Železniční 34-326,00 Plzeň
tel. 377002336

č. zakázky: 031 01

Auditor :

Ing. Bouda Jirí

Č. oprávnění MPO :

104

prosinec 2003



Protokol energetického auditu

1. Identifikační údaje

Zadavatel auditu: Západočeská univerzita
Univerzitní 8, 306 14 Plzeň
odpovědný zástupce: Ing. Martin Král
tel. : 377 631 060
fax : 377 631 002
E-mail : kvestor@rek.zcu.cz
IČO: 49777513

Zpracovatel auditu: EN projekt s.r.o
Železniční 34
326 00 Plzeň
IČO: 25217852
tel. 377 002 335
auditor: Ing. Jiří Bouda
č. oprávnění MPO: 104
zpracovatel tech. a bilanční části: Ing. Jiří Rott, Ing. Petr Kropáček

Předmět energetického auditu:

Areál Západočeské univerzity
Univerzitní ulice, 306 14 Plzeň

2. Popis výchozího stavu

2.1. Základní údaje o předmětu EA

Předmětem energetického auditu je areál Západočeské univerzity v Univerzitní ulici v Plzni. Výstavba areálu byla zahájena ve 2. polovině 80. let minulého století. V roce 1990 byly uvedeny do provozu první pavilony strojní fakulty včetně objektu, kde je umístěna výměňková stanice a trafostanice. V následujících letech byl vybudován objekt menzy a tělovýchovy. V roce 1994 byl

dokončen objekt dílen, který v současné době slouží především jako laboratoře. Nejnovějšími objekty jsou rektorát (1996), informační centrum (1997) a knihovna (2001).

V areálu se dále nachází nově vybudovaný komplex budov elektrofakulty, který bude předmětem samostatného energetického auditu.

Všechny budovy posuzované v tomto auditu kromě rektorátu, menzy a objektu tělovýchovy jsou vzájemně propojené, buď na sebe přímo navazují, nebo jsou spojeny krčky. Schematické rozčlenění areálu je znázorněno na situačním plánu (příloha 1).

Nosná konstrukce většiny budov je tvořena železobetonovým skeletem. Obvodové konstrukce jsou převážně z panelů. Stropní konstrukce jsou ze železobetonových panelů. Všechny budovy kromě knihovny a informačního centra mají plochou střechu. Otvorové výplně tvoří převážně zdvojená kovová okna a dveře.

Vytápění celé posuzované části areálu je zajišťováno z jedné výměňkové stanice umístěné na severovýchodě.

Seznam budov a jejich účel

č. budovy v EA	označení dle ZČU	účel
1	UD	laboratoře a dílny
2	UL1	halové laboratoře
3	K3	spojovací krček K3 a chodba do poslucháren
4	UL2	laboratorní objekt
5	UF	fyzikální pavilon
6	UP	posluchárny
7	UV	vstupní objekt
8	UK	katedry
8a	K1	spojovací krček K1
8b	K2	spojovací krček K2
9	UU	objekt výuky
10	UI	informační centrum
11	UB	knihovna
12	UR	87 rektorát
13	UM	94 menza
14	UT	100 tělovýchova

Za účelem přehlednosti parametrů jednotlivých budov v areálu a navržených úsporných opatření byly objekty posuzovány jednotlivě od výpočtu tepelných ztrát až po vyhodnocení ekonomické.

Základním materiálem pro zpracování energetického auditu byla dokumentace původního stavu budov. Tato nebyla kompletní. Proto k upřesnění stávajícího stavu byly využity zejména informace zjištěné při fyzické prohlídce, při které byla rovněž pořízena fotodokumentace. Další informace poskytlí pracovníci školy zodpovědní za řízení a obsluhu energetického hospodářství areálu.

Ke zjištění skutečnosti ve spotřebě tepla a elektrické energie v posledních 3 letech byly využity údaje z faktur viz. tab. 2.1. a - d.

Provozní režim areálu odpovídá obvyklému charakteru v obdobných školních zařízeních. Objekt tělovýchovy je využíván i mimo vyučování organizacemi v pracovní dny i o víkendech. V budovách, které jsou předmětem tohoto auditu se nachází 626 zaměstnanců a 3016 žáků.

2.2. Základní údaje o energetických vstupech do předmětu EA

Soupis základních údajů o energetických vstupech (elektrická energie a teplo) je uveden v tabulce 2.2. Jsou zde hodnoty ročních energetických vstupů před vypracováním energetického auditu, resp. před realizací projektu.

Elektrická energie je odebírána ze sítě Západočeské energetiky a.s. Fakturační měření spotřeby je instalováno ve třech odběrných místech:

- | | |
|--|---------------|
| 1. všechny budovy kromě rektorátu, menzy a tělovýchovy | tab. č. 2.1.c |
| 2. rektorát a tělovýchova | tab. č. 2.1.d |
| 3. menza | tab. č. 2.1.b |

Teplo je odebíráno ze SCZT Plzeňské teplárenské a.s. Topná voda a TUV je dodávána do budov v areálu z výměňkové stanice, která je majetkem ZČU a je umístěna v samostatné budově. Odtud je teplo vedeno do směšovacích stanic, které jsou umístěny především v suterénních místnostech budov areálu.

2.3. Vlastní energetické zdroje

V krytu CO je instalován záložní zdroj elektrické energie - synchronní trojfázový dieselaagregát ZSE Praha o výkonu 75 kVA/60 kW.

V servrovně je záložní zdroj UPS s dobou zálohování max. 15 minut.

Fakturace tepla

tab. 2.1.a

odběr tepla - ZČU						
měsíc/rok	2000		2001		2002	
	[GJ]	Kč	[GJ]	Kč	[GJ]	Kč
leden	3 548	630 293	4 007	776 896	4 197	872 077
únor	3 029	567 642	2 953	572 577	2 529	523 335
březen	2 519	478 786	2 663	516 025	2 746	558 581
duben	1 247	244 375	1 927	374 172	2 032	414 628
květen	301	59 434	410	81 945	390	80 230
červen	275	61 632	255	52 775	160	33 155
červenec	261	60 350	198	38 424	198	40 615
srpen	254	50 841	220	43 190	153	31 531
září	440	87 123	813	163 416	921	187 232
říjen	1 471	274 552	1 267	269 794	2 151	440 558
listopad	2 485	462 783	2 836	557 265	2 865	590 644
prosinec	2 896	583 439	3 556	699 022	3 516	719 240
celkem [GJ/rok]	18 726	3 561 250	21 105	4 145 501	21 858	4 491 826

Průměr za 3 roky:

20 563 GJ/rok

Současná cena 1GJ vč. DPH:

205,50 Kč

Pozn.: S ohledem na rostoucí trend spotřeby tepla je v dalších výpočtech uvažována spotřeba roku 2002.

Fakturace el. energie

tab. 2.1.b

Spotřeba el. energie - menza ZČU, Univerzitní						
měsíc/rok	spotřeba [kWh]					
	2000		2001		2002	
	VT	NT	VT	NT	VT	NT
leden	8698	976	9942	1168	10097	1102
únor	12291	1400	11655	1134	12853	1097
březen	15803	1552	14613	1333	16723	1282
duben	14912	1721	14106	1454	15080	1210
květen	14634	2151	13233	1780	13485	1613
červen	11498	2080	12099	1499	13460	1578
červenec	9718	1883	9014	1764	10910	1629
srpen	4176	1704	5690	1652	4249	1348
září	7625	1815	9343	1407	11772	1508
říjen	13329	3751	16510	1548	17544	1533
listopad	14677	1464	14387	1296	16390	1403
prosinec	14410	1326	13529	1216	16871	1369
celkem [kWh/rok]	163594		161372		176106	
sazba	B4b		B4b		B4b	
celkem [Kč/rok]	858956		842095		916861	

Průměr za 3 roky:

167 024 kWh/rok

Současná průměrná cena vč. DPH:

5,21 Kč/kWh

Elektrická energie

tab. 2.1.c

Spotřeba el. energie - ZČU (celý areál kromě objektů UR, UM a UT)						
měsíc/rok	spotřeba [kWh]					
	2000		2001		2002	
	kWh	Kč	kWh	Kč	kWh	Kč
leden	134271	264145	144292	331453	153333	375027
únor	127570	308518	124094	314405	154460	379653
březen	138701	338676	136983	333314	165756	405217
duben	118213	229164	129761	240786	149195	275884
květen	105870	198604	120363	219437	138047	253572
červen	99823	201360	108853	204313	133840	245746
červenec	83596	165499	109856	207902	125075	229970
srpen	80156	156411	79134	198226	106529	199582
září	95768	204028	129144	258792	129201	259547
říjen	135309	329900	159620	382212	170836	409200
listopad	133108	313449	158446	384481	171503	414061
prosinec	149098	353882	175040	415819	181363	438039
celkem	1401483	3063636	1575586	3491140	1779138	3885498
sazba	B4b		B2b		B2b	

Průměr za 3 roky:
Současná průměrná cena vč. DPH:

1 585 402 kWh/rok
2,18 Kč/kWh

tab. 2.1.d

Spotřeba el. energie - ZČU (objekty UR a UT)						
měsíc/rok	spotřeba [kWh]					
	2001		2002		2003	
	VT	NT	VT	NT	VT	NT
leden	14 347	1 691	15 328	1 888	14993	1764
únor	14 848	1 518	16 053	1 548	15770	1623
březen	16 523	1 591	17 212	1 653	16995	1754
duben	15 163	1 485	14 290	1 577	14512	1736
květen	10 533	1 124	10 956	1 402	11146	1586
červen	8 654	885	8 458	1 224	8763	1288
červenec	5 837	882	6 864	1 211	7226	1194
srpen	5 722	983	6 087	1 231	5637	1179
září	10 481	1 057	10 358	1 359	9603	1155
říjen	16 387	1 228	17 422	2 010	16403	1603
listopad	17 486	1 439	18 299	1 773	18690	1718
prosinec	18 627	1 824	19 000	1 807	19077	1805
celkem [kWh/rok]	170 315		179 010		177220	
sazba	B5a		B5a		B5a	
celkem [Kč/rok]	466 965		489 787		439 744	

Průměr za 3 roky:
Současná průměrná cena vč. DPH:

175 515 kWh/rok
2,48 Kč/kWh

Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech

tab. 2.2.

Pro rok: před realizací projektu (hodnoty dle fakturace a výpočtů)						
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ / jednotku	Přepočet na GJ	Roční náklady v Kč (vč. DPH)	Podíl nákladů v %
Nákup el. energie	MWh	2 134	3,6	7 683	5 292 146	54,09
Nákup tepla	GJ	21 858	—	21 858	4 491 826	45,91
Zemní plyn	m ³	0,0	0,034	0,0	0	0,00
Hnědé uhlí	t	0,0	—	0,0	0	0,00
Černé uhlí	t	0,0	—	0,0	0	0,00
Koks	t	0,0	—	0,0	0	0,00
Jiná pevná paliva	t	0,0	—	0,0	0	0,00
TTO	t	0,0	—	0,0	0	0,00
LTO	t	0,0	—	0,0	0	0,00
PRO VYTÁPĚNÍ A TUV	t	0,0	—	0,0	0	0,00
Jiné plyny	tis.m3	0,0	—	0,0	0	0,00
Druhotná energie	GJ	0,0	—	0,0	0	0,00
Obnovitelné zdroje	GJ (MWh)	0,0	—	0,0	0	0,00
Jiná paliva	GJ	0,0	—	0,0	0	0,00
Celkem vstupy paliv a energie				29 541	9 783 972	100,00
Celkem spotřeba paliv a energie				29 541	9 783 972	100,00
Prodej energie cizím				0,0	0	0,00
Konečná spotřeba paliv a energie v areálu				29 541	9 783 972	100,00
Ztráty ve VS a rozvodech				1 646	338 308	3,46
Spotřeba energie na vytápění, TUV a VZT				20 212	4 153 518	42,45
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy				7 683	5 292 146	54,09

Ceny energií jsou na úrovni roku 2002 a jsou včetně DPH.

Základní tvar energetické bilance

tab. 2.3.

Ukazatel	Energie	Náklady
	GJ/r	tis. Kč/r
Vstupy paliv a energie	29 541	9 784
Změna zásob paliv	0	0
Spotřeba paliv a energie	29 541	9 784
Prodej energie cizím	0	0
Konečná spotřeba paliv a energie v areálu	29 541	9 784
Ztráty v rozvodech	1 646	338
Spotřeba energie na vytápění, TUV a VZT	20 212	4 154
Spotřeba energie na technol. a ostatní procesy	7 683	5 292

2.4. Výměníková stanice

Všechny objekty, které jsou předmětem tohoto energetického auditu jsou zásobovány z jedné výměňkové stanice, která byla uvedena do provozu v roce 1990 a je součástí energetického centra. Výměníková stanice je bezobslužná s dálkovým řízením a monitoringem z centrálního dispečinku energetických zdrojů ZČU.

Jmenovitý výkon VS na sekundární straně:

ohřev topné vody pro ÚT 5348 kW

ohřev TUV (třístupňový) 1276 kW

Pro ohřev topné vody se využívá baterie výměníků SVT 300. Ohřev TUV je třístupňový:

předehřev - baterie výměníků SVT 300

ohřev ve stojatých bojlerech OVS Z1, á 10 m³

rychloohřev - baterie výměníků SVT 300

Cirkulace topné vody je zajišťována dvěma odstředivými jednostupňovými čerpadly

$Q_{\max} = 125 \text{ l/s}$, $Y = 285 \text{ J/kg}$, $P = 55 \text{ kW}_{el}$

Motory čerpadel ÚT jsou řízeny frekvenčními měniči Danfoss VLT 3575. Otáčky čerpadel se plynule mění v závislosti na okamžité tepelné potřebě připojených objektů.

Parametry sekundární tepelné sítě:

jmenovitý teplotní spád: léto 80/50 °C

zima max. 105/70 °C

Pro TUV jsou instalována dvě odstředivá jednostupňová čerpadla SIGMA - META 25. Cirkulace TUV není časově řízena.

2.5. Rozvody tepla

Hlavní sekundární rozvody z výměňkové stanice jsou provedeny kolektorovým a kanálovým systémem. V kolektoru o rozměrech 240 x 240 cm jsou kromě rozvodů tepla a TUV dále vedeny rozvody studené vody, el. energie a chladu. Odbočka kolektoru k rektorátu má rozměry 240 x 180 cm.

Otopné systémy v budovách jsou teplovodní nízkotlaké s nuceným oběhem topné vody. Teplota topné vody přivedené do rozdělovačů v budovách je ekvitermě regulována centrálně pro celý areál z výměňkové stanice. Nastavení ekvitermní regulace se provádí v centrálním dispečinku.

Na hlavní rozvody tepla jsou napojeny směšovací stanice. Jejich umístění je schematicky

znázorněno na výkresu - příloha č. 1.

Cirkulace topné vody je zajištěna čerpadly z výměňkové stanice.

Regulace množství topné vody je prováděna řízením oběhových čerpadel ve výměňkové stanici.

Všechny rozvody ÚT jsou provedeny ocelovým potrubím. Rozvody topné vody jsou zachovalé. Tepelné izolace rozvodů tepla a TUV jsou ve velmi dobrém stavu.

2.6. Rozvody elektrické energie

Pro napájení posuzované části reálu slouží tři transformační stanice 22/0,4 kV. Jedna (TR1) je umístěna ve společném objektu s výměňkovou stanicí, druhá (TR2) je v samostatném objektu u menzy, třetí (TR3) v objektu č.1 (UD - dílny a laboratoře) - viz. příloha 2.

V transformační stanici TR1 jsou instalovány tři transformátory:

T1 - 630 kVA výr. BEZ / typ aTO374/22

T2 - 630 kVA výr. BEZ / typ aTO374/22

T3 - 630 kVA výr. BEZ / typ aTO374/22

Transformátory jsou provozovány tak, že současně jsou v provozu pouze dva.

Rozvaděč trafo 1a2 VZ 67 je složený z deseti polí, jištění nn strany 2x AR 1000 A.

Rozvaděč trafo 3 je složený ze čtyř polí, jištění nn strany TERASAKI 1000 A.

Z rozvodny jsou napojeny jednotlivé pavilony, přičemž jejich napájení je vždy minimálně zdvojené. Každý kabel má v rozvodně svoje jištění nožovými pojistkami.

V transformační stanici TR3, která je napojena na TR1, jsou instalovány tři transformátory. Dva transformátory 630 kVA zajišťují napájení objektů UD a UL1. Jeden transformátor je určen pro laboratoře vn. Pro objekt UD je instalován rozvaděč se šesti polí, z nichž každé je dimenzováno pro přenos výkonu cca 100 kW. Z tohoto rozvaděče jsou napojeny významné spotřebiče, např. aerodynamický tunel, turbína, pece apod.

2.7. Spotřebiče elektrické energie

Rozhodujícími spotřebiči elektrické energie jsou počítače, server, kompresory pro výrobu chladu, osvětlení a spotřebiče pro přípravu stravy v menze. Svítidla jsou v prostorách s vyšším využitím převážně zářivková. V prostorách s menším využitím (soc. zařízení) jsou svítidla žárovková.

Spotřebiče elektrické energie

tab. 2.4.

Skupina	Druh	Počet kusů	Celkový instal. výkon	Roční spotřeba
			kW	kWh/r
osvětlení	veškeré osvětlení v areálu		396	356 400
spotřebiče v menze			480	142 000
chlazení	strojovna chlazení		120	420 000
vzduchotechnika a klimatizace, VS			285	513 000
zařízení v laboratořích			520	31 200
výpočetní technika			180	288 000
servery			30	210 000
ostatní spotřebiče			0	173 400
Celkem			2 011	2 134 000

2.8. Spotřebiče tepla

Rozhodujícími spotřebiči tepla jsou otopné systémy budov. V budovách jsou instalována převážně litinová otopná tělesa.

Bilance potřeb tepla jednotlivých budov:

<u>č. budovy</u>	<u>označení</u>	<u>Potřeba tepla [kW]</u>
1	UD	193
2	UL1	154
3	K3	119
4	UL2	303
5	UF	350
6	UP	176
7	UV	236
8	UK	230
8a	K1	98
8b	K2	101
9	UU	434
10	UI	196
11	UB	243
12	UR	189
13	UM	155
14	UT	244

Ohřev TUV je zajišťován ve výměňkové stanici. Odtud je TUV rozvedena do jednotlivých budov areálu univerzity.

Dalším významným spotřebičem tepla je **vzduchotechnika**.

2.9. Vzduchotechnika

Většina budov v areálu univerzity je vybavena vzduchotechnickým **zařízením**. Některé z nich jsou opatřeny **zařízením** pro zpětné získávání tepla. Jedná se zejména o jednotky většího výkonu, kde je současně vyšší doba jejich využití (např. posluchárna, knihovna). U některých dalších vzduchotechnických jednotek by rekuperace tepla byla technicky obtížně řešitelná, popř. její využití relativně nízké. Přehled **vzduchotechnických** jednotek je v příloze č.3.

Soustava zařízení vzduchotechniky č. 1 – 3 pracuje pouze s čerstvým **vzduchem**. Toto **zařízení** je ovládáno programově, bez možnosti ručního zásahu. Zabezpečení zařízení je provedeno ve standardní verzi, tj. protimrazová ochrana **ohříváče** na vodě i na vzduchu.

Zařízení č. 4 přivádí vzduch do prostoru chodeb. Zařízení č. 7 tento **vzduch** odsává přes spojovací krček K3 (s částečnou pomocí zařízení č. 3). Dále jsou v tomto prostoru ještě dvě jednotky – zařízení č. 5 odvětrává místnost akumulátorů a zařízení č. 6, které slouží k větrání a chlazení zesilovací stanice rozhlasu po drátě.

Zařízení č. 8, které určeno pro posluchárnu P 200, pracuje s rekuperačním **výměníkem** pro zpětné získávání tepla. Na přívodu je **rekuperační** výměník opatřen ochozem s **uzavírací** klapkou a směšovací klapkou v místě zaústění ochozu do přímého potrubí. Toto zařízení je ovládáno programově s možností ručního zásahu.

Zařízení č. 9 je určené pro posluchárnu P 100. Skládá se z jednotky KDK 040 (V1), která **nasává** vzduch z prostoru posluchárny a po ohřátí ho tam zpět vrací, a z jednotky KDKL 020 (V2), která slouží jako odtahová jednotka. Odvedený vzduch se do prostoru posluchárny nasaje netěsnostmi dveří a oken, nebo přímo otevřením oken v posluchárně. Zařízení V1 je ovládáno programově s možností ručního zásahu dvojtlačítkem z prostoru posluchárny.

Zařízení č. 10 je zcela shodné se zařízením č. 9, neboť se jedná o **stejný** typ **posluchárny**.

Zařízení č. 11 se funkčně shoduje se zařízením č. 8 (včetně **rekuperace**, ovládání a zabezpečení). Přívodní a odvodní jednotka má však menší výkon.

Zařízení č. 12 a 13 má společný přívod **vzduchu** jednotkou KDK 080. **Odvod** vzduchu je zajišťován jednotkou KDK 040 přes **rekuperační** výměník a jednotkou RNE 400 přes soc. zařízení. Zařízení jsou ovládána programově bez možnosti ručního zásahu, ale s možností **samostatného**

programového časového spínání zařízení č. 13.

Zařízení č. 14 odsává vzduch ze skladu **bufetu** a z místnosti noční strážní služby. Uvedení a odstavení zařízení se provádí ručně.

Zařízení č. 15 se funkčně shoduje se zařízením č. 8 (včetně rekuperace, ovládání a zabezpečení). Přívodní a odvodní jednotka má však menší výkon.

Zařízení č. 16 je vybaveno směšovací klapkou pro nastavení možnosti cirkulace **vzduchu**. Je ovládáno programově s možností ručního zásahu dvojtlačítkem ze zasedací místnosti.

Zařízení č. 17 pracuje pouze s čerstvým **vzduchem**. Na vstupu je umístěna **uzavírací klapka**.

Zařízení č. 18 slouží pro větrání **soc. zařízení** a je vybaveno samostatně programovým časovým spínáním.

Zařízení č. 19 je ovládáno programově s možností ručního zásahu.

Zařízení č. 19a se uvede do provozu současně se spuštěním mycího stroje.

Zařízení č. 20 pracuje pouze s čerstvým vzduchem. Je ovládáno programově **bez** možnosti ručního zásahu do provozu zařízení.

2.10. Chlazení

Zdrojem chladu je kompresorové chlazení umístěné v budově výměňkové **stanice**. Jsou instalovány dvě chladicí jednotky, typ OMEGA LC 501 (příkon 50 kW) a LC 201 (příkon 35 kW) Přípojka chladicí vody je vedena v kolektoru. Oběh vody je zajištěn čerpadly Grundfos **osazenými** v centrálním zdroji.

Rozhodujícím spotřebičem chladu v areálu jsou **servery**, které jsou umístěny v **budově 10** (Informační centrum).

Letní bilance místnosti serverů je následující:

servery	30 000 W
osvětlení	1 680 W
venkovní tepelná zátěž	2 250 W

Pro dochlazování místnosti serverů je instalováno sedm klimatizačních **jednotek** GEKO 393, velikost 7. Šest jednotek je osazeno pod stropem, jedna pod podlahou. Jednotky **pracují** pouze s oběhovým vzduchem a mají třístupňový provoz ventilátoru. Jsou sestaveny do dvou samostatných regulačních okruhů (3 + 4). **Každý** okruh je vybaven mikroprocesorovým regulátorem MCR 3102. Regulace chladicího výkonu je prováděna dvěma způsoby:

- počtem provozovaných klimatizačních **jednotek**
- změnou otáček ventilátoru u jednotlivých klimatizačních jednotek

Regulace chladicího výkonu na straně vody není prováděna.

Technické parametry zařízení:

Jmenovitý chladicí výkon jednotky	5 900 W
Chladicí médium - voda	6/12 °C
Průtok chladicí vody	5,9 m ³ /hod
Maximální objemový průtok vzduchu	1 330 m ³ /hod
Vstupní teplota vzduchu	22 °C
Výstupní teplota vzduchu	12,9 °C
Celkový chladicí výkon všech jednotek (7 ks)	41,3 kW
Příkon elektromotorů (7 ks)	1,127 kW

2.11. Měření a regulace

V suterénu budovy kateder (UK) je umístěn dispečink, na který je napojena většina hlavních zařízení pro vytápění a vzduchotechniku umístěných v objektech Západočeské univerzity.

Pro řídicí systém je využit průmyslový regulátor TRONIC 2008C, který má vhodné vlastnosti pro kontrolu a řízení procesů. Typickými příklady jeho uplatnění je řízení malých plynových kotelen, optimalizace vytápění budov, řízení výměňkových stanic a řízení vzduchotechnických a klimatizačních jednotek.

V dispečinku jsou soustředěna tři operátorská stanoviště vybavená osobními počítači. Na operátorské stanoviště I jsou napojeny kotelny, které jsou umístěny na různých místech mimo areál a nejsou tedy předmětem tohoto auditu. Dále je na toto stanoviště napojena výměňková stanice pro areál.

Na operátorské stanoviště II jsou napojena vzduchotechnická zařízení. Na operátorské stanoviště III jsou napojeny směšovací stanice.

Objekty směšovacích stanic

P – posluchárny

U – učebny

K – katedry

M – menza

L – laboratoře

TV – tělovýchova

H – halové laboratoře

Řídící stanice T2008M těchto zařízení jsou spojeny s operátorským stanovištěm II prostřednictvím sériové sběrnice.

Objekty vzduchotechniky

K – katedry

L – laboratoře

P8 – posluchárna 108

P2 – posluchárna 102

P4 – posluchárna 104

TV – studio

P – chodba posluchárny

Z1 – zasedací místnost 1.NP

Z2 – zasedací místnost 2.NP

M1 – menza 1

M2 – menza 2

T – tělovýchova

CO – kryt CO

H – halové laboratoře

3. Zhodnocení výchozího stavu

Pro posouzení stávajícího stavu tepelně izolačních vlastností budov byl proveden výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou. Parametry jednotlivých konstrukcí jsou v tabulkách č.1. příslušných budov. V tabulkách jsou u jednotlivých budov hodnoty součinitele prostupu tepla při variantním návrhu opatření pro stavební konstrukce. Výpočet ročních spotřeb tepla je proveden denostupňovou metodou.

Plášť většiny budov byly stavěny s tepelně technickými vlastnostmi odpovídajícími době, kdy k výstavbě došlo. Současným požadavkům ČSN 73 0540 – 2 (tepelná ochrana budov) většina konstrukce plášťů budov v areálu nevyhovuje. Pro ilustraci je uvedena tabulka požadovaných hodnot.

Některé komponenty pláště budov	součinitel prostupu tepla U [Wm ⁻² K ⁻¹]	
	požadovaná	doporučená
	Obvodová stěna budovy	0,38
Okna	2,0	1,4
Podlaha na terénu	0,6	0,4
Strop pod nevytápěným prostorem	0,6	0,4

Protože převážná část energie je spotřebovávána pro vytápění, byl jako důležitý ukazatel proveden výpočet měrné spotřeby tepla - e_{VN} podle vyhlášky 291/2001 Sb. Výsledky výpočtu měrné spotřeby tepla - e_{VN} jsou uvedeny pro jednotlivé budovy v tabulce č. 3.

Energetická bilance – potřeba tepla na vytápění a TUV pro stávající stav a navržené řešení je v tabulce 2.

3.1. Kontrola stávajících údajů energetické bilance

- U energií byla provedena kontrola jejich nakupovaných množství na základě předložení příslušných dokladů.
- Prodej tepla pro organizace a firmy není prováděn.
- Ztráty v rozvodech tepla jsou uvažovány pouze na rozvodech vedených nevytápěnými prostory a na rozvodech tepla v kolektorech. Zařízení ve výměňkové stanici nemá dostatečnou izolaci a jsou zde proto nadměrné ztráty tepla. Izolace hlavních rozvodů v areálu jsou na dobré úrovni a v dobrém stavu.
- Ve výpočtu spotřeby tepla na vytápění budov jsou zohledněny činitele, které mají vliv na roční spotřebu tepla (nesoučasnost výpočtových hodnot, regulace, přetápění, snížení vnitřní teploty).
- Tepelně technické parametry budov jsou dány výpočtem měrné spotřeby tepla. Při současném stavu nesplňuje většina budov areálu univerzity požadované hodnoty ve smyslu vyhlášky č. 291/2001 Sb. Rovněž některé prvky plášťů budov nevyhovují požadavkům ČSN 730540.

Na základě výpočtu tepelných ztrát a roční spotřeby tepla budovy bylo provedeno odladění ve vztahu na skutečnou spotřebu. Přitom bylo přihlédnuto k poznatkům zjištěným při prohlídce objektu (stav jednotlivých konstrukčních prvků, stav zařízení pro vytápění včetně regulace). Dále

byly využity informace o způsobu provozu získané od obsluhy zařízení.

Výměnková stanice je vybavena převážně původním zařízením, které má z pohledu současných technických možností vyšší energetickou náročnost. Tato spočívá nejen v plochách, kde vznikají vyšší tepelné ztráty, ale i v kvalitě a tloušťkách tepelných izolací. Tloušťky izolací zařízení VS převážně neodpovídají požadavkům vyhlášky 151/2001 Sb.

Zařízení ve výměnkové stanici vykazuje opotřebení, které je přiměřené jejímu stáří. Projevuje se koroze pláště výměníků a zásobníků TUV, netěsnosti potrubí. Vyskytuje se zvýšená poruchovost regulačních armatur. Zvýšené opotřebení je patrné také u oběhových čerpadel.

Hlavním nedostatkem v otopných systémech budov je omezená možnost individuální regulace přímo na otopných tělesech. Značný počet těchto ventilů (termostatických i s ručním ovládním) má omezenou funkčnost, jsou poškozené nebo jsou odcizené termostatické hlavice. Na mnoha místech je také obtížný nebo zcela vyloučený přístup k těmto ovládacím prvkům. Je to způsobeno zejména kryty na otopných tělesech bez příslušného otvoru (na chodbách, malých posluchárnách, u těles umístěných pod okny v podlaze apod.).

Většina elektrických spotřebičů je na velmi dobré technické úrovni.

4. Návrh opatření ke snížení spotřeby energie

Na základě posouzení stávajícího stavu, zejména parametrů stavebních konstrukcí, byla v návaznosti na zjištěný potenciál úspor energie navržena následující opatření vedoucí k jeho využití.

4.1. Beznákladová opatření

Tato opatření mají zpravidla charakter organizační a dosažené výsledky jsou závislé na přístupu všech uživatelů posuzovaného předmětu auditu. Pro tento případ lze doporučit následující opatření, z nichž některá je možno realizovat okamžitě :

- vést personál k hospodárnému využití energie (přiměřené větrání, řádné uzavírání oken)
- maximální využívání stávající regulační techniky pro vytápění s ohledem na dobu skutečného využití příslušných prostor (jedná se zejména o individuální regulaci na otopných tělesech v jednotlivých místnostech).

4.2. Nízkonákladová opatření

Tato opatření zahrnují omezování energetických ztrát zejména formou menších investic a běžné údržby. Navrhujeme tato opatření :

- zpřístupnění a oprava, popř. výměna ventilů otopných těles
- výměna stávajících nefunkčních termostatických ventilů a instalace TRV na další otopná tělesa, jak je uvedeno v návrhu opatření u jednotlivých budov
- doplnění izolací zařízení ve VS
- časové řízení cirkulace TUV

Při hromadné výměně ventilů je nutno v jednotlivých budovách provést hydraulický výpočet otopného systému a po instalaci zajistit řádné nastavení druhé regulace.

4.3. Vysokonákladová opatření

a/ Teplo:

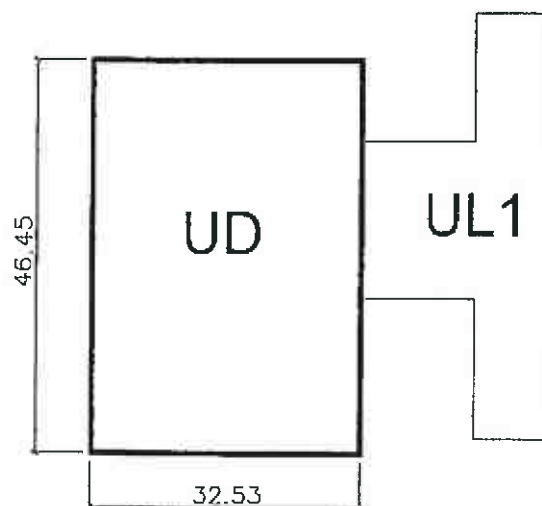
Tato opatření se týkají především stavebních konstrukcí. Jsou dále podrobně specifikována u jednotlivých budov, kde v tabulce č. 1 lze současně vysledovat jejich vliv na hodnotu součinitele prostupu tepla. Vysokonákladová opatření na stavebních konstrukcích jsou zahrnuta do varianty II.

Jako další opatření byla zvažována výměna zařízení ve výměňkové stanici. Předpokládá se, že stávající dožívající zařízení by bylo nahrazeno novým se špičkovými parametry. Úspory energií by měli přinést zejména deskové výměníky tepla, nový způsob přípravy TUV, nová oběhová čerpadla s regulací otáček a nové izolace o větších tloušťkách. Kromě toho by bylo docíleno úspory prostoru.

b/ El. energie:

Při obnově výpočetní techniky volit nákup úspornějších zobrazovacích jednotek, tzn. LCD monitory oproti klasickým CRT (snížení spotřeby cca o 60 %). Toto opatření není zahrnuto v žádné variantě, je vhodné jej realizovat postupně až při dožití současné výpočetní techniky.

Budova č. 1 – UD



Jedná se o halu, která byla postavena v roce 1994. Původně měla sloužit jako univerzitní dílny. V současné době je téměř celý objekt využíván jako laboratoře. Budova je převážně jednopodlažní, nepodsklepená. Je rozdělena na dvě části. Přibližně jedna čtvrtina je využívána jako laboratoře vysokého napětí, kde je malá část dvoupodlažní. Tato část je určena pro výuku a kanceláře.

Nosnou konstrukci objektu tvoří železobetonový skelet. Obvodové konstrukce jsou částečně z panelů. Převážnou část obvodového pláště tvoří otvorové výplně - okna s izolačním dvojsklem v hliníkovém rámu. Vrata do haly jsou oboustranně kovová, uvnitř opatřená vláknitou izolací. Podlahy jsou betonové.

Střecha je plochá, jednoplášťová. Ve střeše jsou světlíky s jednoduchým drátosklem. Pod světlíky v laboratoři vysokého napětí jsou v úrovni střechy z důvodu zatemňování osazeny plechy, které jsou cca z 1/3 odsunovací.

Objekt je zásobován teplem z výměňkové stanice. Napojení je řešeno teplovodní přípojkou zavedenou do vstupní části laboratoře vysokého napětí, kde je umístěna směšovací stanice.

V objektu jsou instalována litinová článková otopná tělesa, která zajišťují vytápění po většinu topného období. Dále jsou zde teplovodní vytápěcí jednotky SAHARA, které jsou využívána v menším rozsahu.

Řízení provozu vytápění v objektu je ruční bez vazby na dispečink.

Elektrická energie v objektu je využívána na osvětlení místností a pro zařízení laboratoře. Elektrické spotřebiče v laboratořích mají poměrně vysoké příkony, ale jejich roční využití je malé.

Navržená opatření

- Var. I - úprava vrat za účelem snížení spárové provzdušnosti

- Var. II - opatření varianty I
 - výměna kovových oken za plastová s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní
 - výměna světlíků
 - instalace nové regulační jednotky s vazbou na dispečink

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. I - budova I

UD - laboratoře a dílny	základní řešení						varianta I.			varianta II.		
	plocha stavební-ho dílny m ²	součinitel prostupů tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupů tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupů tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	varianta II.	
											tepelné ztráty kW	% z Q _c
1	obvodová stěna	496,0	0,80	12,30	6,36	12,30	0,80	12,30	6,36	0,80	12,30	9,09
2	okno kovové s iz. dvojsklem	429,1	3,10	41,24	21,33	41,24	3,10	41,24	21,33	1,30	17,29	12,78
3	světlik	224,0	6,50	45,14	23,35	45,14	6,50	45,14	23,35	1,60	11,11	8,21
4	vrata	31,5	2,60	2,54	1,31	2,54	2,60	2,54	1,31	2,60	2,54	1,88
5	podlaha na terénu	1508,0	1,10	23,22	12,01	23,22	1,10	23,22	12,01	1,10	23,22	17,16
6	střecha	1284,0	0,43	17,12	8,85	17,12	0,43	17,12	8,85	0,43	17,12	12,65
7		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	celkem prostupem Q _p			141,55	73,23	141,55		141,55	73,23		83,58	61,76
12	přirozenou infiltrací Q _v			51,76	26,77	51,76		51,76	26,77		51,75	38,24
13	celkem Q _c			193,30	100,00	193,30		193,30	100,00		135,33	100,00
14	tepelná ztráta budovy	%		100	100	100		100	100		70	70

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 1

UD - laboratoře a dílny			stávající stav	energeticky úsporná řešení	
			model - základní řešení	varianta I.	varianta II.
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna		60,2	60,2	60,2
2	okno kovové s iz. dvojsklem		201,8	201,8	84,6
3	světlík		220,9	220,9	54,4
4	vrata		12,4	12,4	12,4
5	podlaha na terénu		113,7	113,7	113,7
6	střecha		83,8	83,8	83,8
7			0,0	0,0	0,0
8			0,0	0,0	0,0
9			0,0	0,0	0,0
10			0,0	0,0	0,0
11	přirozená infiltrace Q _v		253,3	253,3	253,3
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		946,0	946,0	662,3
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	—	946,0	662,3
14	instalace reg. jednotky s vazbou na dispečink	7%	—	879,8	615,9
15	TRV	0%	—	879,8	615,9
16	měření	0%	—	879,8	615,9
17	energetické manažerství	0%	—	879,8	615,9
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	946,0	879,8	615,9
19	teplá užitková voda	GJ/rok	14,4	14,4	14,4
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	960,4	894,2	630,3
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	0,0	0,0	0,0
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	—	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UD - laboratoře a dílny)

tab. 3 - budova 1

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	1 281,8
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	9 368,1
Obestavěný prostor - V	m ³	10 409,0
Celková ochlázovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	3 972,6
Poměr A/V	m ² /m ³	0,38
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/ m ³	30,6
Stávající stav e _{VN}	kWh/ m ³	49,2
Varianta I. e _{VN}	kWh/ m ³	49,2
Varianta II. e _{VN}	kWh/ m ³	31,0
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/ m ²	268,6
Stávající stav e _{VA}	kWh/ m ²	153,9
Varianta I. e _{VA}	kWh/ m ²	153,9
Varianta II. e _{VA}	kWh/ m ²	96,9

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{sp} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

Tepelné zisky budovy:

(UD - laboratoře a dílny)

tab. 4 - budova 1

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/ rok	42,4
Ze spotřeby má vliv na topení	%	50%
Využitelnost tohoto zisku	%	40%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/ rok	30,6
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/ rok	692,5
Využitelnost tohoto zisku	%	35,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/ rok	242,4
Průměrný počet osob v budově	—	25
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/ rok	700
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	20,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/ rok	4,4
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/ rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/ rok	277,3

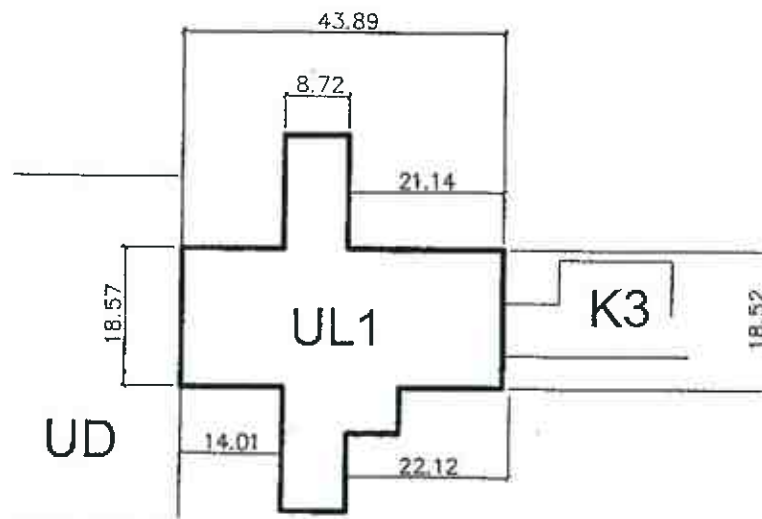
Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 1

VAR. II.	UD - laboratoře a dílny	plocha stavebního dílu m ²	úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	návratnost jednotlivých opatření rok
1	obvodová stěna	496,0	0,0	---	---	---	---
2	okno kovové s iz. dvojsklem	429,1	117,2	24 026	4 000	1 716 400	71,4
3	světlík	224,0	166,5	34 133	2 500	560 000	16,4
4	vrata	31,5	0,0	---	---	---	---
5	podlaha na terénu	1 508,0	0,0	---	---	---	---
6	střecha	1 284,0	0,0	---	---	---	---
7		0,0	0,0	---	---	---	---
8		0,0	0,0	---	---	---	---
9		0,0	0,0	---	---	---	---
10		0,0	0,0	---	---	---	---
11	celkem		283,7	58 159		2 276 400	39,1

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Budova č. 2 – UL1



Objekt halových laboratoří je dvoupodlažní, nepodsklepený. Jeho půdorys je ve tvaru kříže. Na západní straně navazuje na objekt UD, na východní straně na objekt K3, odkud je vstup do jednotlivých podlaží.

V budově jsou umístěny především laboratoře. Dále je zde dílna a technické zázemí budovy.

Nosnou konstrukci objektu tvoří montovaný skelet soustavy PSO-81. Vertikální nosné prvky tvoří sendvičové štítkové panely a vnitřní železobetonové stěny. V obvodových stěnách je značný podíl prosklené plochy. Otvorové výplně tvoří převážně okna s izolačním dvojsklem v hliníkovém rámu. V severním a jižním křídle budovy jsou umístěna kovová vrata. Střecha je plochá, dvouplášťová.

Teplo je přivedeno přes spojovací krček K3 do směšovací stanice umístěné v suterénu v severovýchodní části budovy. Odtud jsou z rozdělovače vyvedeny dvě větve. Severní a jižní větev je vedena chodbou v suterénu, odkud jsou napojeny odbočky.

Z přívodu tepla je před rozdělovačem vyvedena odbočka do strojovny vzduchotechniky umístěné vedle strojovny tepla.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. Vytápění je zajišťováno převážně litinovými otopnými tělesy Kalor.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení místností. Jsou zde instalována zářivková svítidla.

Navržená opatření

- Var. I - instalace (náhrada nefunkčních) termostatických ventilů - 60 ks
- Var. II - opatření varianty I
 - výměna kovových oken za plastová s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce
(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 2

UL1 - halové laboratoře	plocha stavebního dílu m ²	základní řešení				varianta I.				varianta II.			
		součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c
1	obvodová stěna	904,7	21,37	18,19	0,75	21,37	18,19	0,75	21,37	18,19	0,75	21,37	20,56
2	okno kovové s iz. dvojsklem	239,4	23,38	19,89	3,10	23,38	19,89	3,10	23,38	19,89	1,30	9,80	9,43
3	vrata	18,0	1,47	1,25	2,60	1,47	1,25	2,60	1,47	1,25	2,60	1,47	1,42
4	podlaha na terénu	1133,0	19,86	16,90	1,21	19,86	16,90	1,21	19,86	16,90	1,21	19,86	19,11
5	střecha	1133,0	15,35	13,06	0,43	15,35	13,06	0,43	15,35	13,06	0,43	15,35	14,76
6		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	celkem prostupem Q _p		81,43	69,30		81,43	69,30		81,43	69,30		81,43	65,29
12	přirozenou infiltrací Q _v		36,08	30,70		36,08	30,70		36,08	30,70		36,08	34,71
13	celkem Q _c		117,51	100,00		117,51	100,00		117,51	100,00		103,94	100,00
14	tepelná ztráta budovy	%	100			100			100			88	

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav				varianta I.				varianta II.			
	m ³ /hod	KW	% pův. stavu	m ³ /hod	KW	% pův. stavu	m ³ /hod	KW	% pův. stavu	m ³ /hod	KW	% pův. stavu
	3 200	36	100	3 200	36	100	3 200	36	100	3 200	36	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 2

UL1 - halové laboratoře		stávající stav		energeticky úsporná řešení	
		model - základní řešení		varianta I.	varianta II.
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna		141,6	141,6	141,6
2	okno kovové s iz. dvojsklem		154,9	154,9	65,0
3	vrata		9,8	9,8	9,8
4	podlaha na terénu		131,6	131,6	131,6
5	střecha		101,7	101,7	101,7
6			0,0	0,0	0,0
7			0,0	0,0	0,0
8			0,0	0,0	0,0
9			0,0	0,0	0,0
10			0,0	0,0	0,0
11	přirozená infiltrace Q_v		239,1	239,1	239,1
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		778,7	778,7	688,7
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	778,7	688,7
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	778,7	688,7
15	TRV	5%	---	739,8	654,3
16	měření	0%	---	739,8	654,3
17	energetické manažerství	1%	---	732,4	647,7
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	778,7	732,4	647,7
19	teplá užitková voda	GJ/rok	194,4	194,4	194,4
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	973,1	926,8	842,1
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	131,0	131,0	131,0
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UL1 - halové laboratoře)

tab. 3 - budova 2

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	1 812,8
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	6 526,4
Obestavěný prostor - V	m ³	8 158,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	3 428,1
Poměr A/ V	m ² / m ³	0,42
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/ m ³	31,6
Stávající stav e _{VN}	kWh/ m ³	37,8
Varianta I. e _{VN}	kWh/ m ³	37,8
Varianta II. e _{VN}	kWh/ m ³	32,2
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/ m ²	136,6
Stávající stav e _{VA}	kWh/ m ²	169,9
Varianta I. e _{VA}	kWh/ m ²	169,9
Varianta II. e _{VA}	kWh/ m ²	145,0

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{ep} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

Tepelné zisky budovy:

(UL1 - halové laboratoře)

tab. 4 - budova 2

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/ rok	104,8
Ze spotřeby má vliv na topení	%	40%
Využitelnost tohoto zisku	%	50%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/ rok	75,5
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/ rok	214,0
Využitelnost tohoto zisku	%	25,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/ rok	53,5
Průměrný počet osob v budově	—	60,0
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/ rok	1 300,0
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/ rok	19,7
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/ rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/ rok	148,6

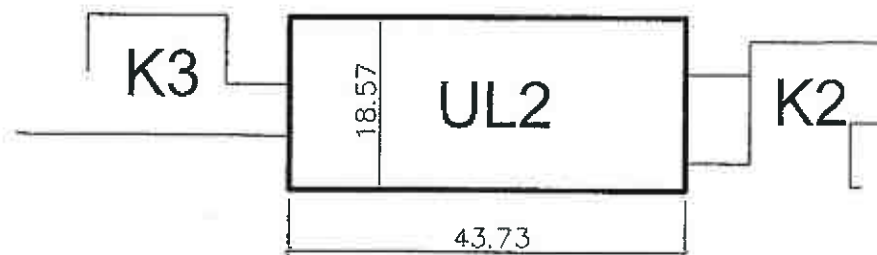
Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 2

VAR. II.	UL1 - halové laboratoře		plocha stavebního dílu m ²	úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	navratnost jednotlivých opatření rok
	stavební díl (původní)							
1	obvodová stěna		904,7	0,0	---	---	---	---
2	okno kovové s iz. dvojsklem		239,4	90,0	18 450	4 000	957 600	51,9
3	vrata		18,0	0,0	---	---	---	---
4	podlaha na terénu		1 133,0	0,0	---	---	---	---
5	střecha		1 133,0	0,0	---	---	---	---
6			0,0	0,0	---	---	---	---
7			0,0	0,0	---	---	---	---
8			0,0	0,0	---	---	---	---
9			0,0	0,0	---	---	---	---
10			0,0	0,0	---	---	---	---
11	celkem			90,0	18 450		957 600	51,9

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Budova č. 3 – K3



Tento objekt je osmipodlažní a slouží pro vstup do objektů UL1 a UL2. Je zde schodiště, chodby a soc. zařízení.

Nosnou konstrukci objektu tvoří montovaný skelet soustavy PSO-81. Obvodové stěny převážně tvoří sendvičové panely. Okna jsou v podélných obvodových stěnách orientovaných ve směru sever - jih. Otvorové výplně tvoří převážně okna s izolačním dvojsklem v hliníkovém rámu.

Podlahy jsou betonové, převážně s nášlapnou vrstvou z keramické dlažby. Střecha je plochá, dvouplášťová se zateplením.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. Vytápění je zajišťováno převážně litinovými otopnými tělesy Kalor, z nichž některá jsou opatřena termostatickými ventily.

Výměna vzduchu je zajišťována vzduchotechnikou, kde zařízení pracuje přetlakově s tím, že přiváděný vzduch z laboratorního objektu je odváděn přes sociální zařízení komunikačních jader K2 a K3.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení místností.

Navržená opatření

- Var. I - zpřístupnění a oprava, popř. výměna ventilů otopných těles
- Var. II - opatření var. I
 - výměna kovových oken za plastová s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 3

K3 - spojovací krček a chodba do poslucháren	základní řešení				varianta I.		varianta II.		
	plocha stavebního dílu m ²	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	
									% z Q _c
1	obvodová stěna tl. 500 mm	109,3	0,75	1,23	1,55	1,23	0,75	1,23	2,13
2	obvodová stěna	703,5	0,75	14,25	17,93	14,25	0,75	14,25	24,67
3	okno dvojitě kovové	434,2	3,10	36,34	45,73	36,34	1,30	15,24	26,39
4	dveře vnější	9,6	3,70	0,96	1,21	0,96	1,30	0,34	0,58
5	podlaha na terénu	227,8	1,21	2,76	3,47	2,76	1,21	2,76	4,77
6	strop	78,8	1,60	1,89	2,38	1,89	1,60	1,89	3,28
7	střecha plochá	138,4	0,44	1,64	2,07	1,64	0,44	1,64	2,85
8		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	celkem prostupem Q _p			59,07	74,33	59,07		37,34	64,67
12	přítroženou infiltrací Q _v			20,40	25,67	20,40		20,40	35,33
13	celkem Q _c			79,47	100,00	79,47		57,74	100,00
14	tepelná ztráta budovy	%		100		100		73	

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav			varianta I.			varianta II.		
	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu
	4 000	39	100	4 000	39	100	4 000	39	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 3

K3 - spojovací krček a chodba do poslucháren			energeticky úsporná řešení		
			stávající stav model - základní řešení	varianta I.	varianta II.
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 500 mm		6,9	6,9	6,9
2	obvodová stěna		79,5	79,5	79,5
3	okno dvojitě kovové		202,9	202,9	85,1
4	dveře vnější		5,4	5,4	1,9
5	podlaha na terénu		15,4	15,4	15,4
6	strop		10,6	10,6	10,6
7	střecha plochá		9,2	9,2	9,2
8			0,0	0,0	0,0
9			0,0	0,0	0,0
10			0,0	0,0	0,0
11	přirozená infiltrace Q_v		113,9	113,9	113,9
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		443,7	443,7	322,4
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	443,7	322,4
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	443,7	322,4
15	TRV	5%	---	421,5	306,3
16	měření	0%	---	421,5	306,3
17	energetické manažerství	1%	---	417,3	303,2
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	443,7	417,3	303,2
19	teplá užitková voda	GJ/rok	180,0	180,0	180,0
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	623,7	597,3	483,2
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	140,4	140,4	140,4
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(K3 - spojovací krček a chodba do poslucháren)

tab. 3 - budova 3

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	1 275,7
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	3 983,2
Obestavěný prostor - V	m ³	4 979,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	1 701,6
Poměr A/V	m ² /m ³	0,34
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/m ³	29,5
Stávající stav e _{VN}	kWh/m ³	35,4
Varianta I. e _{VN}	kWh/m ³	35,4
Varianta II. e _{VN}	kWh/m ³	23,3
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/m ²	110,8
Stávající stav e _{VA}	kWh/m ²	138,1
Varianta I. e _{VA}	kWh/m ²	138,1
Varianta II. e _{VA}	kWh/m ²	90,9

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{ep} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

Tepelné zisky budovy:

(K3 - spojovací krček a chodba do poslucháren)

tab. 4 - budova 3

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/ rok	20,1
Ze spotřeby má vliv na topení	%	60%
Využitelnost tohoto zisku	%	50%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/ rok	21,7
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/ rok	387,0
Využitelnost tohoto zisku	%	20,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/ rok	77,4
Průměrný počet osob v budově	---	30,0
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/ rok	700,0
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/ rok	5,3
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/ rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/ rok	104,4

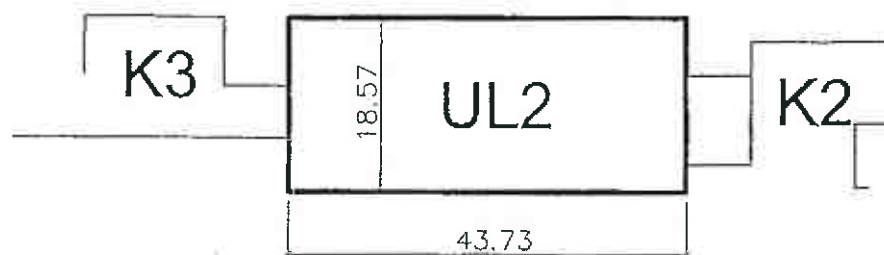
Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 3

VAR. II.	K3 - spojovací krček a chodba do poslucháren		plocha stavebního dílu m ²	úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	návratnost jednotlivých opatření rok
	stavební díl (původní)							
1	obvodová stěna tl. 500 mm		109,3	0,0	---	---	---	---
2	obvodová stěna		703,5	0,0	---	---	---	---
3	okno dvojitě kovové		434,2	117,8	24 149	4 000	1 736 800	71,9
4	dveře vnější		9,6	3,5	718	5 000	48 000	66,9
5	podlaha na terénu		227,8	0,0	---	---	---	---
6	strop		78,8	0,0	---	---	---	---
7	střecha plochá		138,4	0,0	---	---	---	---
8			0,0	0,0	---	---	---	---
9			0,0	0,0	---	---	---	---
10			0,0	0,0	---	---	---	---
11	celkem			121,3	24 867		1 784 800	71,8

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Budova č. 4 – UL2



Laboratorní objekt byl postaven v roce 1990 jako sedmipodlažní. V roce 2002 bylo provedeno rozšíření 6.NP a nástavba o další podlaží. Na západní straně navazuje na objekt K3, na východní na objekt K2. Jsou zde umístěny zejména laboratoře a sklady jednotlivých kateder.

Nosnou konstrukci objektu tvoří montovaný skelet soustavy PSO-81. Obvodové stěny převážně tvoří sendvičové panely. Okna jsou v podélných obvodových stěnách orientovaných ve směru sever - jih. Otvorové výplně tvoří převážně okna s izolačním dvojsklem v hliníkovém rámu. Střecha je plochá, dvouplášťová.

Směšovací stanice je umístěna v suterénu v severovýchodní části budovy. Odtud jsou z rozdělovače vyvedeny pro vytápění tři větve s ekvitermní regulací. Jedna větev je určena pro vytápění suterénu. Další dvě větve (severní a jižní) zajišťují vytápění ostatních podlaží.

Před rozdělovačem je napojena samostatná neregulovaná větev pro vzduchotechniku. Strojovna vzduchotechniky je umístěna v sousední místnosti.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. Vytápění je zajišťováno převážně litinovými otopnými tělesy Kalor, která nejsou opatřena termostatickými ventily.

Vzduchotechnika zajišťuje zejména větrání chodeb laboratorního objektu. Zařízení pracuje přetlakově s tím, že přiváděný vzduch je odváděn přes sociální zařízení komunikačních jader K2 a K3.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení místností. Jsou zde instalována zářivková svítidla.

Navržená opatření

Var. I - bez opatření

Var. II - výměna kovových oken za plastová s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 4

UL2 - laboratorní objekt	plocha stavebního dílu m ²	základní řešení				varianta I.		varianta II.		
		součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Q _c	součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Q _c	součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	
		W.m ⁻² .K ⁻¹	kW		W.m ⁻² .K ⁻¹	kW		W.m ⁻² .K ⁻¹	kW	
1	obvodová stěna tl. 360 mm, pod terénem	0,75	0,38	0,14	0,75	0,38	0,14	0,75	0,38	0,18
2	obvodová stěna tl. 360 mm	0,75	41,82	14,92	0,75	41,82	14,92	0,75	41,82	19,24
3	obvodová stěna tl. 360 mm, cihla	0,97	3,37	1,20	0,97	3,37	1,20	0,97	3,37	1,55
4	okno dvojitě kovové	3,10	108,56	38,72	3,10	108,56	38,72	1,30	45,53	20,95
5	podlaha na terénu	1,20	13,64	4,87	1,20	13,64	4,87	1,20	13,64	6,28
6	střešná plocha	1,10	27,41	9,78	1,10	27,41	9,78	1,10	27,41	12,61
7		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	celkem prostupem Q _p		195,20	69,61		195,20	69,61		132,16	60,80
12	přirozenou infiltrací Q _v		85,20	30,39		85,20	30,39		85,20	39,20
13	celkem Q _c		280,40	100,00		280,40	100,00		217,36	100,00
14	tepelná ztráta budovy		100			100			78	

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav				varianta I.				varianta II.			
	m ³ /hod	kW	% p.úv. stavu		m ³ /hod	kW	% p.úv. stavu		m ³ /hod	kW	% p.úv. stavu	
	2 000	22	100		2 000	22	100		2 000	22	100	

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 4

UL2 - laboratorní objekt			stávající stav	energeticky úsporná řešení	
			model - základní řešení	varianta I.	varianta II.
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 360 mm, pod terénem		2,5	2,5	2,5
2	obvodová stěna tl. 360 mm		272,9	272,9	272,9
3	obvodová stěna tl. 360 mm, cihla		22,0	22,0	22,0
4	okno dvojitě kovové		708,4	708,4	297,1
5	podlaha na terénu		89,0	89,0	89,0
6	střecha plochá		178,9	178,9	178,9
7			0,0	0,0	0,0
8			0,0	0,0	0,0
9			0,0	0,0	0,0
10			0,0	0,0	0,0
11	přirozená infiltrace Q_v		555,9	555,9	555,9
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		1829,6	1829,6	1418,3
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	1829,6	1418,3
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	1829,6	1418,3
15	TRV	5%	---	1738,1	1347,4
16	měření	0%	---	1738,1	1347,4
17	energetické manažerství	1%	---	1720,7	1333,9
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	1829,6	1720,7	1333,9
19	teplá užitková voda	GJ/rok	28,8	28,8	28,8
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	1858,4	1749,5	1362,7
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	80,6	80,6	80,6
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UL2 - laboratorní objekt)

tab. 3 - budova 4

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	4 872,0
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	16 612,8
Obestavěný prostor - V	m ³	20 766,0
Celková ochlázovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	4 683,6
Poměr A/V	m ² /m ³	0,23
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/ m ³	26,5
Stávající stav e _{VN}	kWh/ m ³	35,0
Varianta I. e _{VN}	kWh/ m ³	35,0
Varianta II. e _{VN}	kWh/ m ³	25,1
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/ m ²	108,7
Stávající stav e _{VA}	kWh/ m ²	149,2
Varianta I. e _{VA}	kWh/ m ²	149,2
Varianta II. e _{VA}	kWh/ m ²	106,8

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{ep} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

Tepelné zisky budovy:

(UL2 - laboratorní objekt)

tab. 4 - budova 4

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/ rok	187,8
Ze spotřeby má vliv na topení	%	40%
Využitelnost tohoto zisku	%	50%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/ rok	135,2
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/ rok	921,6
Využitelnost tohoto zisku	%	25,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/ rok	230,4
Průměrný počet osob v budově	---	400,0
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/ rok	1 300,0
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/ rok	131,0
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/ rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/ rok	496,7

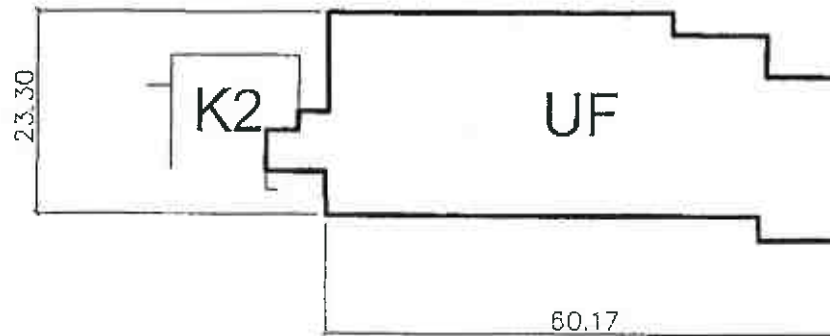
Výpočet prosťé návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 4

VAR. II.	UL2 - laboratorní objekt stavební díl (původní)	plocha		úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	návratnost jednotlivých opatření rok
		stavebního dílu m ²	úspora nákladů na teplo Kč/rok					
1	obvodová stěna tl. 360 mm, pod terénem	27,0	0,0	---	---	---	---	---
2	obvodová stěna tl. 360 mm	1 798,9	0,0	---	---	---	---	---
3	obvodová stěna tl. 360 mm, cihla	112,0	0,0	---	---	---	---	---
4	okno dvojitě kovové	1 129,7	411,3	84 317	4 000	4 518 800	53,6	
5	podlaha na terénu	812,1	0,0	---	---	---	---	---
6	střecha plochá	803,9	0,0	---	---	---	---	---
7		0,0	0,0	---	---	---	---	---
8		0,0	0,0	---	---	---	---	---
9		0,0	0,0	---	---	---	---	---
10		0,0	0,0	---	---	---	---	---
11	celkem		411,3	84 317		4 518 800	53,6	

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Budova č. 5 – UF



Fyzikální pavilon postavený v roce 1996 je třípodlažní. Na západní straně navazuje na objekt K2, odkud je vstup do jednotlivých podlaží. Budova je řešena jako trojtrakt se severním a jižním křídlem, kde jsou umístěny zejména laboratoře. Ve střední části jsou umístěny chodby, sociální zařízení a technické zázemí laboratoří.

Nosnou konstrukcí objektu tvoří montovaný skelet soustavy PSO-81. Obvodové stěny na severní a jižní straně převážně tvoří parapetní sendvičové panely. Okna jsou v podélných obvodových stěnách orientovaných ve směru sever - jih. Otvorové výplně tvoří převážně okna s izolačním dvojsklem v hliníkovém rámu. Střecha je plochá, dvouplášťová.

Teplu je do budovy přivedeno podzemním neprůlezným topným kanálem napojeným na kolektor z výměňkové stanice. Směšovací stanice je umístěna v suterénu v severovýchodní části budovy. Odtud jsou z rozdělovače vyvedeny pro vytápění tři větve s ekvitermní regulací.

Dále je na rozdělovač napojena samostatná neregulovaná větev pro vzduchotechniku. Ve dvou strojovnách vzduchotechniky na střeše budovy jsou napojeny 4 ohřivače. Regulace výkonu je prováděna trojcestným ventilem na konstantní teplotu ohřívání vzduchu.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. V budově je uplatňována zónová regulace. Vytápění je zajišťováno převážně litinovými otopnými tělesy Kalor s termostatickými ventily.

Strojovny vzduchotechniky jsou umístěny na střeše budovy. Zařízení není vybaveno systémem zpětného získávání tepla. Regulace a řízení je řešeno centrálně z dispečinku.

Ve strojovně A je umístěna vzduchotechnická jednotka, která slouží pro přívod vzduchu do seminárních místností. Odvodní potrubí je vedeno do strojovny C. Pro klimatizování místností knihovny slouží zařízení umístěné ve strojovně B, odtahový ventilátor je ve strojovně C.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení místností. Jsou zde instalována zářivková svítidla. Dále jsou zde spotřebiče pro laboratorní účely s poměrně malým využitím.

Navržená opatření

- Var. I - bez opatření
- Var. II - výměna kovových oken za plastová s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 5

UF - fyzikální pavilon	základní řešení				varianta I.				varianta II.				
	plocha stavebního dílu m ²	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c
1	obvodová stěna	1072,2	0,43	14,52	8,63	0,43	14,52	8,63	0,43	14,52	11,03		
2	meziokenní vložka	92,0	1,60	4,64	2,76	1,60	4,64	2,76	1,60	4,64	3,52		
3	okno kovové s iz. dvojsklem	623,7	3,10	60,90	36,20	3,10	60,90	36,20	3,10	60,90	19,40		
4	dveře vnější	21,1	3,10	2,06	1,22	3,10	2,06	1,22	3,10	2,06	0,66		
5	světlik	97,7	2,90	8,92	5,31	2,90	8,92	5,31	2,90	8,92	6,78		
6	podlaha	1353,4	0,48	9,42	5,60	0,48	9,42	5,60	0,48	9,42	7,15		
7	střešná plochá	1224,2	0,28	10,80	6,42	0,28	10,80	6,42	0,28	10,80	8,20		
8		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
9		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
10		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
11	celkem prostupem Q _p			111,27	66,14		111,27	66,14		111,27	56,74		
12	přirozenou infiltrací Q _v			56,96	33,86		56,96	33,86		56,96	43,26		
13	celkem Q _c			168,23	100,00		168,23	100,00		168,23	131,67		
14	tepelná ztráta budovy	%		100			100			100	78		

Technologická spotřeba tepla v budově - vřduotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav				varianta I.				varianta II.			
	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	100	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	100	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	100
	16 000	182	100	100	16 000	182	100	100	16 000	182	100	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 5

UF - fyzikální pavilon			stávající stav		energeticky úsporná řešení	
			model - základní řešení	varianta I.	varianta II.	
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]						
1	obvodová stěna		96,2	96,2	96,2	
2	meziokenní vložka		30,7	30,7	30,7	
3	okno kovové s iz. dvojsklem		403,6	403,6	169,2	
4	dveře vnější		13,7	13,7	5,7	
5	světlník		59,1	59,1	59,1	
6	podlaha		62,4	62,4	62,4	
7	střecha plochá		71,5	71,5	71,5	
8			0,0	0,0	0,0	
9			0,0	0,0	0,0	
10			0,0	0,0	0,0	
11	přirozená infiltrace Q_v		377,4	377,4	377,4	
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		1114,7	1114,7	872,4	
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]						
		úspora [%]				
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	1114,7	872,4	
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	1114,7	872,4	
15	TRV	0%	---	1114,7	872,4	
16	měření	0%	---	1114,7	872,4	
17	energetické manažerství	0%	---	1114,7	872,4	
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	1114,7	1114,7	872,4	
19	teplá užitková voda	GJ/rok	180,0	180,0	180,0	
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	1294,7	1294,7	1052,4	
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA						
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	655,2	655,2	655,2	
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0	

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UF - fyzikální pavilon)

tab. 3 - budova 5

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	3 247,2
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	11 109,6
Obestavěný prostor - V	m ³	13 887,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	4 484,3
Poměr A/V	m ² /m ³	0,32
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/m ³	29,0
Stávající stav e _{VN}	kWh/m ³	32,8
Varianta I. e _{VN}	kWh/m ³	32,8
Varianta II. e _{VN}	kWh/m ³	24,0
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/m ²	119,4
Stávající stav e _{VA}	kWh/m ²	140,1
Varianta I. e _{VA}	kWh/m ²	140,1
Varianta II. e _{VA}	kWh/m ²	102,6

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{ep} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

Tepelné zisky budovy:

(UF - fyzikální pavilon)

tab. 4 - budova 5

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/rok	52,0
Ze spotřeby má vliv na topení	%	40%
Využitelnost tohoto zisku	%	50%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/rok	37,4
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/rok	682,4
Využitelnost tohoto zisku	%	20,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/rok	136,5
Průměrný počet osob v budově	---	250
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/rok	1 100
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/rok	69,3
Tepelné zisky od ostatních technologií;	GJ/rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/rok	243,2

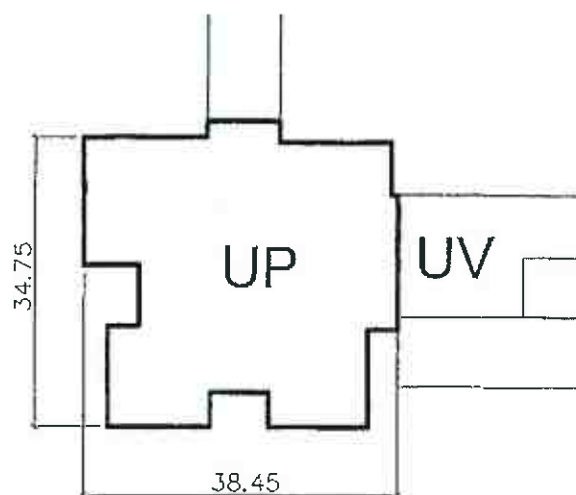
Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 5

VAR. II.	UF - fyzikální pavilon	plocha		úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	navrátnost jednotlivých opatření rok
		stavebního dílu	m ²					
1	obvodová stěna	stavební díl (původní)	1 072,2	0,0	---	---	---	---
2	meziokenní vložka		92,0	0,0	---	---	---	---
3	okno kovové s iz. dvojsklem		623,7	234,3	48 032	4 000	2 494 800	51,9
4	dveře vnější		21,1	7,9	1 620	5 000	105 500	65,1
5	světlík		97,7	0,0	---	---	---	---
6	podlaha		1 353,4	0,0	---	---	---	---
7	střešna plochá		1 224,2	0,0	---	---	---	---
8			0,0	0,0	---	---	---	---
9			0,0	0,0	---	---	---	---
10			0,0	0,0	---	---	---	---
11	celkem			242,2	49 652		2 600 300	52,4

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Budova č. 6 – UP



Na východní straně budova navazuje na vstupní objekt. Objekt poslucháren má jedno podzemní a jedno nadzemní podlaží. Suterén slouží především jako technické zázemí. Po obvodu budovy jsou umístěny instalační prostory. Dále jsou zde umístěny strojovny vzduchotechniky, strojovna tepla a sklady. Ve střední části suterénu jsou prostory šaten a jídelna.

Objekt je založen na monolitické železobetonové základové desce. Svislé nosné konstrukce tvoří železobetonové monolitické stěny. Také vodorovné nosné konstrukce tvoří monolitické stropní desky. Kříž komunikačních chodeb má stropy ze stropních panelů PSO-81. Tepelné izolace svislých železobetonových stěn jsou z lignoporu tl. 50 mm. Tepelná izolace obvodového pláště je z polystyrénu tl. 50 mm. V konstrukci podlah je zabudován polystyrén 20, 30 a 50 mm. Tepelná izolace střechy ocelové konstrukce je z polystyrénu tl. 100 mm. Tepelná izolace střechy z panelů PSO o tl. 400 mm je tvořena vláknitou izolací tl. 120 mm a pod vyzdívacími klíny z vložek VELOX tl. 50 mm. Vnitřní nosné konstrukce jsou z cihel CDM o tloušťkách 375 a 250 mm.

Obvodové zdivo je částečně opláštěno hliníkovým obkladem, pod kterým se nachází polystyrén o tl. 30 mm.

Otvorové výplně tvoří okna s izolačním dvojsklem v hliníkovém rámu. Stejnou konstrukci mají i vstupní dveře. Součástí obvodového pláště jsou dále celozasklené stěny s rámy z hliníkových eloxovaných profilů.

Objekt je zásobován teplem z výměňkové stanice. Pro vytápění je v 1.PP směšovací stanice. Z rozdělovače jsou vyvedeny topné okruhy pro vstupní objekt a posluchárny. Pro

obříváče vzduchotechnických jednotek je použita topná voda o konstantních parametrech. Vlastní regulace se provádí až ve strojovnách vzduchotechniky.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. V místnostech jsou instalována litinová článková otopná tělesa. U zasklených ploch poslucháren jsou v podlaze otopná tělesa z hladkých trubek. Na otopných tělesech převažují ventily s ručním ovládním. Ve velkých (rohových) posluchárnách slouží ústřední vytápění pouze pro temperování, vlastní vytápění je zajišťováno vzduchotechnickými jednotkami. V malých posluchárnách je vytápění zajišťováno otopnými tělesy.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení místností a pro vzduchotechniku. Jsou zde instalována zářivková svítidla.

- Var. I - bez opatření
- Var. II - výměna kovových oken za plastová s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní
- výměna kovových dveří za plastové s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 6

UP - posluchárny	plocha stavebního dílu m ²	základní řešení				varianta I.			varianta II.		
		součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Q _c	součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Q _c	součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Q _c	
		W.m ⁻² .K ⁻¹	kW		W.m ⁻² .K ⁻¹	kW		W.m ⁻² .K ⁻¹	kW		
1	obvodová stěna tl. 400 mm, pod terénem	0,70	7,85	9,40	0,70	7,85	9,40	0,70	7,85	11,44	
2	obvodová stěna tl. 400 mm, pod terénem	0,70	12,16	14,55	0,70	12,16	14,55	0,70	12,16	17,71	
3	okno kovové s iz. dvojsklem	3,10	23,79	28,46	3,10	23,79	28,46	1,30	9,98	14,53	
4	dveře vnější	3,10	0,69	0,83	3,10	0,69	0,83	1,30	0,29	0,42	
5	dveře vnější	6,50	0,88	1,05	6,50	0,88	1,05	1,30	0,18	0,26	
6	podlaha	1,19	6,44	7,70	1,19	6,44	7,70	1,19	6,44	9,37	
7	podlaha	1,59	6,28	7,51	1,59	6,28	7,51	1,59	6,28	9,14	
8	podlaha	0,85	3,78	4,52	0,85	3,78	4,52	0,85	3,78	5,50	
9	strop	0,46	2,25	2,70	0,46	2,25	2,70	0,46	2,25	3,28	
10	střecha	0,30	8,18	9,79	0,30	8,18	9,79	0,30	8,18	11,92	
11	celkem prostupem Q _p		72,30	86,50		72,30	86,50		57,38	83,57	
12	přirozenou infiltrací Q _v		11,28	13,50		11,28	13,50		11,28	16,43	
13	celkem Q _c		83,58	100,00		83,58	100,00		68,66	100,00	
14	tepelná ztráta budovy		100			100			82		

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav			varianta I.			varianta II.		
	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu
	13 000	92	100	13 000	92	100	13 000	92	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 6

UP - posluchárny			energeticky úsporná řešení		
			stávající stav model - základní řešení	varianta I.	varianta II.
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 400 mm, pod terénem		51,2	51,2	51,2
2	obvodová stěna tl. 400 mm, pod terénem		79,3	79,3	79,3
3	okno kovové s iz. dvojsklem		155,2	155,2	65,1
4	dveře vnější		4,5	4,5	1,9
5	dveře vnější		5,7	5,7	1,1
6	podlaha		42,0	42,0	42,0
7	podlaha		41,0	41,0	41,0
8	podlaha		24,7	24,7	24,7
9	strop		14,7	14,7	14,7
10	střecha		53,4	53,4	53,4
11	přirozená infiltrace Q_v		73,6	73,6	73,6
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		545,4	545,4	448,0
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	545,4	448,0
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	545,4	448,0
15	TRV	0%	---	545,4	448,0
16	měření	0%	---	545,4	448,0
17	energetické manažerství	0%	---	545,4	448,0
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	545,4	545,4	448,0
19	teplá užitková voda	GJ/rok	216,0	216,0	216,0
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	761,4	761,4	664,0
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	330,5	330,5	330,5
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UP - posluchárny)

tab. 3 - budova 6

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	936,0
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	7 735,2
Obestavěný prostor - V	m ³	9 669,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	3 359,7
Poměr A/V	m ² /m ³	0,35
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/m ³	29,7
Stávající stav e _{VN}	kWh/m ³	27,8
Varianta I. e _{VN}	kWh/m ³	27,8
Varianta II. e _{VN}	kWh/m ³	22,6
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/m ²	294,9
Stávající stav e _{VA}	kWh/m ²	287,5
Varianta I. e _{VA}	kWh/m ²	287,5
Varianta II. e _{VA}	kWh/m ²	233,1

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{ep} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

Tepelné zisky budovy:

(UP - posluchárny)

tab. 4 - budova 6

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/rok	122,3
Ze spotřeby má vliv na topení	%	60%
Využitelnost tohoto zisku	%	50%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/rok	132,1
Celkový zisk tepla od ostunění	GJ/rok	312,2
Využitelnost tohoto zisku	%	50,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/rok	156,1
Průměrný počet osob v budově	---	300
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/rok	1 200
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/rok	90,7
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/rok	378,9

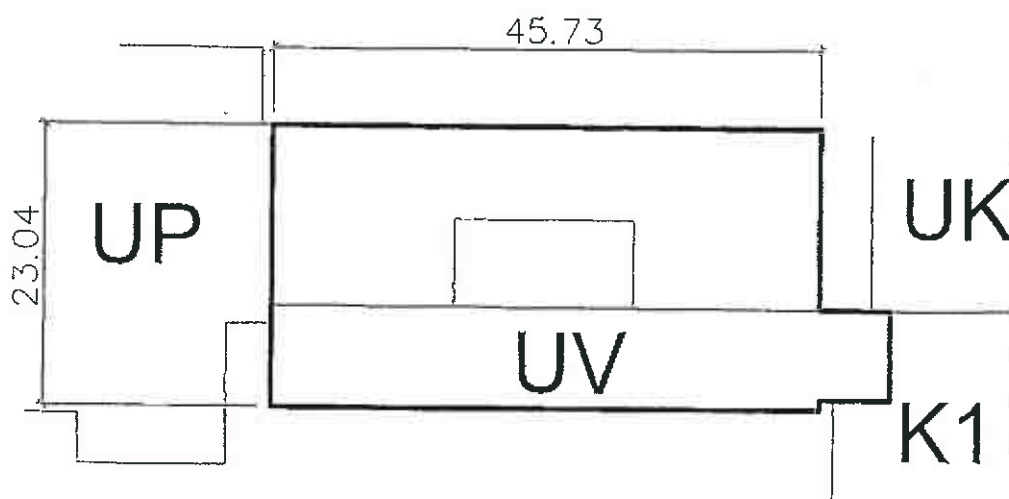
Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 6

VAR. II.	UP - posluchárny		plocha stavebního dílu	úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	návratnost jednotlivých opatření rok
	stavební díl (původní)	m ²						
1	obvodová stěna tl. 400 mm, pod terénem	415,5	0,0	---	---	---	---	---
2	obvodová stěna tl. 400 mm, pod terénem	560,3	0,0	---	---	---	---	---
3	okno kovové s iz. dvojsklem	255,8	90,1	18 471	4 000	1 023 200	55,4	
4	dveře vnější	8,3	2,6	533	5 000	41 500	77,9	
5	dveře vnější	5,0	4,6	943	5 000	25 000	26,5	
6	podlaha	386,3	0,0	---	---	---	---	
7	podlaha	282,0	0,0	---	---	---	---	
8	podlaha	370,5	0,0	---	---	---	---	
9	strop	196,0	0,0	---	---	---	---	
10	střecha	880,0	0,0	---	---	---	---	
11	celkem		97,3	19 947	1 089 700	54,6		

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Budova č. 7 – Vstupní objekt



Jedná se o budovu, která pochází z roku 1989. Je situována mezi objektem poslucháren a komunikačním krčkem K1. Objekt je příčně členěn na tři moduly, z nichž dva jsou jednopodlažní a jeden dvoupodlažní. Pod polovinou objektu, zejména pod jeho přední částí, se nachází podzemní podlaží. Ve střední části podélné části budovy je umístěn hlavní vstup se zádveřím, které je předsazeno před první modul budovy. Tento modul slouží jako vstupní hala. V prostředním modulu se nachází zastřešené atrium. Třetí modul budovy je dvoupodlažní.

Nosnou konstrukci objektu tvoří montovaný skelet soustavy PSO-81, který je částečně doplněn monolitickými prvky, betonovými bloky a klasickou stavební technologií – vyzdíváním, event. o prefabrikaci používanou v jiných konstrukčních soustavách (např. stropní panely SPIROL, betonové stěnové bloky apod.). V obvodových konstrukcích, které jsou z cihel CDK a porobetonu, je značný podíl prosklené plochy.

Otvorové výplně tvoří okna s izolačním dvojsklem v hliníkovém rámu. Stejnou konstrukci mají i vstupní dveře.

Podlahy jsou betonové s nášlapnou vrstvou z keramické a kamenné dlažby, částečně také z PVC. V konstrukci podlah je zabudován polystyrén převážně o tloušťce 20 mm, v některých místnostech 50 popř. 100 mm.

Střecha je plochá, dvouplášťová se zateplením 120 mm tepelné izolace Itaver. Ve střední části budovy je nad prostorem haly světlík.

Objekt je zásobován teplem z výměňkové stanice. Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. V místnostech jsou instalována litinová článková otopná tělesa. Pro vytápění vstupní haly jsou pod okny registry z hladkých trubek.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení.

Var. I - bez opatření

Var. II - výměna kovových oken za plastová s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 7

UV - vstupní objekt	základní řešení													
	plocha stavebního dílu		součinitel prostupu tepla		tepelné ztráty		% z Q_c		varianta I.		varianta II.			
	m^2	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	kW	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	kW	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	kW	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	kW	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	kW		
1	obvodová stěna tl. 500 mm, porobeton	163,1	0,44	1,94	1,64	0,44	1,94	1,64	0,44	1,94	1,64	0,44	1,94	2,08
2	obvodová stěna tl. 500 mm, GDK	284,0	0,97	7,44	6,30	0,97	7,44	6,30	0,97	7,44	6,30	0,97	7,44	8,00
3	obvodová stěna tl. 360 mm, panel	147,0	0,80	3,53	2,99	0,80	3,53	2,99	0,80	3,53	2,99	0,80	3,53	3,80
4	okno kovové s iz. dvojsklem	481,1	3,10	43,25	36,64	3,10	43,25	36,64	3,10	43,25	36,64	3,10	18,14	19,52
5	světlík	130,5	2,90	6,43	5,45	2,90	6,43	5,45	2,90	6,43	5,45	2,90	6,43	6,92
6	dveře vnější	28,8	3,10	1,96	1,66	3,10	1,96	1,66	3,10	1,96	1,66	3,10	1,96	2,11
7	podlaha	16,0	1,20	0,19	0,16	1,20	0,19	0,16	1,20	0,19	0,16	1,20	0,19	0,21
8	podlaha	526,7	1,13	5,95	5,04	1,13	5,95	5,04	1,13	5,95	5,04	1,13	5,95	6,40
9	podlaha	526,7	0,94	4,95	4,19	0,94	4,95	4,19	0,94	4,95	4,19	0,94	4,95	5,33
10	střecha plochá	961,8	0,43	12,41	10,51	0,43	12,41	10,51	0,43	12,41	10,51	0,43	12,41	13,35
11	celkem prostupem Q_p			88,05	74,59		88,05	74,59		88,05	74,59		62,94	67,72
12	přirozenou infiltrací Q_v			30,00	25,41		30,00	25,41		30,00	25,41		30,00	32,28
13	celkem Q_c			118,05	100,00		118,05	100,00		118,05	100,00		92,94	100,00
14	tepelná ztráta budovy			100			100			100			79	
	%													

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 7

UV - vstupní objekt		stávající stav		energeticky úsporná řešení	
		model - základní řešení		varianta I.	varianta II.
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 500 mm, porobeton		12,6	12,6	12,6
2	obvodová stěna tl. 500 mm, CDK		48,5	48,5	48,5
3	obvodová stěna tl. 360 mm, panel		23,0	23,0	23,0
4	okno kovové s iz. dvojsklem		282,2	282,2	118,3
5	světlík		42,0	42,0	42,0
6	dveře vnější		12,8	12,8	12,8
7	podlaha		1,3	1,3	1,3
8	podlaha		38,8	38,8	38,8
9	podlaha		32,3	32,3	32,3
10	střecha plochá		81,0	81,0	81,0
11	přirozená infiltrace Q _v		195,7	195,7	195,7
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		770,3	770,3	606,4
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	770,3	606,4
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	770,3	606,4
15	TRV	0%	---	770,3	606,4
16	měření	0%	---	770,3	606,4
17	energetické manažerství	0%	---	770,3	606,4
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	770,3	770,3	606,4
19	teplá užitková voda	GJ/rok	36,0	36,0	36,0
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	806,3	806,3	642,4

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UV - vstupní objekt)

tab. 3 - budova 7

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	1 175,9
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	5 899,2
Obestavěný prostor - V	m ³	7 374,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	3 265,7
Poměr A/V	m ² /m ³	0,44
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/m ³	32,2
Stávající stav e _{VN}	kWh/m ³	50,9
Varianta I. e _{VN}	kWh/m ³	50,9
Varianta II. e _{VN}	kWh/m ³	39,0
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/m ²	194,0
Stávající stav e _{VA}	kWh/m ²	159,2
Varianta I. e _{VA}	kWh/m ²	159,2
Varianta II. e _{VA}	kWh/m ²	121,9

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: $t_{sp} = 3,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $d = 242$; $n = 0,5/h$

Tepelné zisky budovy:

(UV - vstupní objekt)

tab. 4 - budova 7

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/rok	8,0
Ze spotřeby má vliv na topení	%	40%
Využitelnost tohoto zisku	%	50%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/rok	5,8
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/rok	501,4
Využitelnost tohoto zisku	%	20,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/rok	100,3
Průměrný počet osob v budově	---	60,0
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/rok	600,0
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/rok	9,1
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/rok	115,1

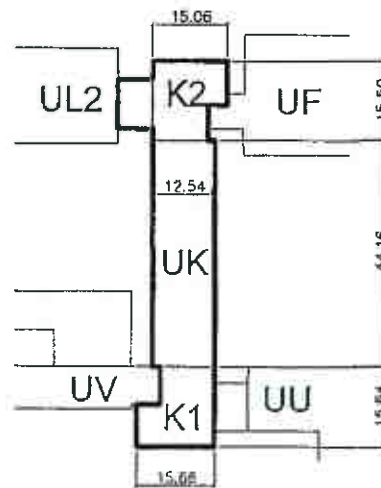
Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 7

VAR. II.	UV - vstupní objekt		plocha stavebního dílu m ²	úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	navratnost jednotlivých opatření rok
	stavební díl (původní)							
zateplení budovy	1	obvodová stěna tl. 500 mm, porobeton	163,1	0,0	---	---	---	---
	2	obvodová stěna tl. 500 mm, CDK	284,0	0,0	---	---	---	---
	3	obvodová stěna tl. 360 mm, panel	147,0	0,0	---	---	---	---
	4	okno kovové s iz. dvojsklem	481,1	163,9	33 600	4 000	1 924 400	57,3
	5	světlik	130,5	0,0	---	---	---	---
	6	dveře vnější	28,8	0,0	---	---	---	---
	7	podlaha	16,0	0,0	---	---	---	---
	8	podlaha	526,7	0,0	---	---	---	---
	9	podlaha	526,7	0,0	---	---	---	---
	10	střecha plochá	961,8	0,0	---	---	---	---
11	celkem			163,9	33 600		1 924 400	57,3

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Budova č. 8, 8a, 8b – UK



Osmipodlažní objekt kateder byl postaven v roce 1990. Jeho podélné strany jsou orientovány ve směru východ - západ. Přes komunikační jádra K1 a K2 je odtud přístup do sousedních objektů.

Nosnou konstrukci objektu tvoří montovaný skelet soustavy PSO-81. Obvodové stěny převážně tvoří sendvičové panely. Okna jsou v podélných obvodových stěnách. Otvorové výplně tvoří okna s izolačním dvojsklem v hliníkovém rámu.

Střecha je plochá, dvouplášťová.

Směšovací stanice je umístěna v suterénu na východní straně budovy.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. Vytápění je zajišťováno převážně litinovými otopnými tělesy Kalor. Otopný systém není přizpůsoben možnosti využití zónové regulace. Její zavedení by znamenalo poměrně rozsáhlé úpravy ve směšovací stanici a na hlavních horizontálních rozvodech v suterénu. Pro úspory tepla je navržena cesta individuální regulace instalací nových termostatických ventilů na otopných tělesech.

V suterénu je umístěna strojovna vzduchotechniky. Vzduchotechnika zajišťuje zejména větrání chodeb objektu. Zařízení pracuje přetlakově s tím, že přiváděný vzduch je odváděn přes sociální zařízení komunikačních jader K1 a K2.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení místností zářivkovými svítidly. V soc. zařízeních v komunikačních jádrech jsou instalována zářivková svítidla.

Navržená opatření

- Var. I - zpřístupnění a oprava, popř. výměna ventilů otopných těles v komunikačních krčcích K1 a K2
- výměna nefunkčních ventilů otopných těles za termostatické ventily - cca 210 ks
- Var. II - opatření var. I
- výměna kovových oken za plastová s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 8

UK - katedry	základní řešení				varianta I.		varianta II.		
	plocha stavebního dílu m ²	součinitel prostup tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostup tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	součinitel prostup tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c
1	obvodová stěna tl. 360 mm, pod terénelem	0,75	0,68	0,33	0,75	0,68	0,75	0,68	0,40
2	obvodová stěna tl. 360 mm	0,75	45,53	21,96	0,75	45,53	0,75	45,53	27,02
3	okno kovové s iz. dvojsklem	3,10	66,93	32,28	3,10	66,93	1,30	28,07	16,66
4	podlaha na terénu	1,10	8,86	4,27	1,10	8,86	1,10	8,86	5,26
5	střecha plochá	0,70	12,25	5,91	0,70	12,25	0,70	12,25	7,27
6		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	celkem prostupem Q _p		134,24	64,74		134,24		95,38	56,61
12	přirozenou infiltrací Q _v		73,12	35,26		73,12		73,12	43,39
13	celkem Q _c		207,36	100,00		207,36		168,50	100,00
14	tepelná ztráta budovy	%	100			100		81	

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav				varianta I.				varianta II.					
	m ³ /hod		kW		m ³ /hod		kW		m ³ /hod		kW		% pův. stavu	
	2 000	23	100	100	2 000	23	100	23	2 000	23	100	23	100	
	2 000	23	100	100	2 000	23	100	23	2 000	23	100	23	100	

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 8

UK - katedry		stávající stav		energeticky úsporná řešení	
		model - základní řešení	varianta I.	varianta II.	
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 360 mm, pod terénem		4,5	4,5	4,5
2	obvodová stěna tl. 360 mm		301,7	301,7	301,7
3	okno kovové s iz. dvojsklem		443,5	443,5	186,0
4	podlaha na terénu		58,7	58,7	58,7
5	střecha plochá		81,2	81,2	81,2
6			0,0	0,0	0,0
7			0,0	0,0	0,0
8			0,0	0,0	0,0
9			0,0	0,0	0,0
10			0,0	0,0	0,0
11	přirozená infiltrace Q _v		484,5	484,5	484,5
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		1374,0	1374,0	1116,5
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	1374,0	1116,5
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	—	1374,0	1116,5
15	TRV	10%	---	1236,6	1004,9
16	měření	0%	---	1236,6	1004,9
17	energetické manažerství	0%	---	1236,6	1004,9
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	1374,0	1236,6	1004,9
19	teplá užitková voda	GJ/rok	72,0	72,0	72,0
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	1446,0	1308,6	1076,9
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	81,9	81,9	81,9
22	dosážená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UK - katedry)

tab. 3 - budova 8

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	3 552,0
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	12 799,2
Obestavěný prostor - V	m ³	15 999,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	3 769,8
Poměr A/V	m ² /m ³	0,24
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/m ³	26,8
Stávající stav e _{VN}	kWh/m ³	32,7
Varianta I. e _{VN}	kWh/m ³	32,7
Varianta II. e _{VN}	kWh/m ³	24,6
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/m ²	116,0
Stávající stav e _{VA}	kWh/m ²	147,2
Varianta I. e _{VA}	kWh/m ²	147,2
Varianta II. e _{VA}	kWh/m ²	110,8

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: $t_{ep} = 3,8 \text{ } ^\circ\text{C}$; $d = 242$; $n = 0,5/h$

Tepelné zisky budovy:

(UK - katedry)

tab. 4 - budova 8

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/rok	157,3
Ze spotřeby má vliv na topení	%	40%
Využitelnost tohoto zisku	%	20%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/rok	45,3
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/rok	652,0
Využitelnost tohoto zisku	%	30,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/rok	195,6
Průměrný počet osob v budově	---	520
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/rok	1 300
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/rok	170,4
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/rok	411,2

Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 8

VAR. II.	UK - katedry		plocha stavebního dílu	úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	návratnost jednotlivých opatření rok
	stavební díl (původní)							
zateplení budovy	1	obvodová stěna tl. 360 mm, pod terénem	46,2	0,0	---	---	---	---
	2	obvodová stěna tl. 360 mm	1 927,2	0,0	---	---	---	---
	3	okno kovové s iz. dvojsklem	685,4	257,5	52 788	4 000	2 741 600	51,9
	4	podlaha na terénu	555,5	0,0	---	---	---	---
	5	střecha plochá	555,5	0,0	---	---	---	---
	6		0,0	0,0	---	---	---	---
	7		0,0	0,0	---	---	---	---
	8		0,0	0,0	---	---	---	---
	9		0,0	0,0	---	---	---	---
	10		0,0	0,0	---	---	---	---
	11	celkem			257,5	52 788		2 741 600

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. I - budova 8a

K1 - spojovací krček	základní řešení				varianta I.		varianta II.			
	plocha stavebního dílu	součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Q_c	součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Q_c	součinitel prostupu tepla	tepelné ztráty	% z Q_c
	m^2	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	kW		$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	kW		$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	kW	
1	obvodová stěna tl. 360 mm, pod terénem	0,75	0,49	0,70	0,75	0,49	0,70	0,75	0,49	0,84
2	obvodová stěna tl. 360 mm	0,75	19,76	28,63	0,75	19,76	28,63	0,75	19,76	34,12
3	okno kovové s iz. dvojsklem	3,10	19,11	27,69	3,10	19,11	27,69	1,30	8,01	13,84
4	podlaha	1,10	2,24	3,25	1,10	2,24	3,25	1,10	2,24	3,87
5	střecha plochá	0,70	3,82	5,53	0,70	3,82	5,53	0,70	3,82	6,59
6		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	celkem prostupem Q_p		45,41	65,80		45,41	65,80		34,32	59,25
12	přírůzencou infiltrací Q_v		23,60	34,20		23,60	34,20		23,60	40,75
13	celkem Q_c		69,01	100,00		69,01	100,00		57,92	100,00
14	tepelná ztráta budovy	%	100			100			84	

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav			varianta I.			varianta II.		
	m^3/hod	kW	% p.úv. stavu	m^3/hod	kW	% p.úv. stavu	m^3/hod	kW	% p.úv. stavu
	3 000	29	100	3 000	29	100	3 000	29	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 8a

K1 - spojovací krček		stávající stav		energeticky úsporná řešení	
		model - základní řešení	varianta I.	varianta II.	
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 360 mm, pod terénem		2,7	2,7	2,7
2	obvodová stěna tl. 360 mm		110,3	110,3	110,3
3	okno kovové s iz. dvojsklem		106,7	106,7	44,7
4	podlaha		12,5	12,5	12,5
5	střecha plochá		21,3	21,3	21,3
6			0,0	0,0	0,0
7			0,0	0,0	0,0
8			0,0	0,0	0,0
9			0,0	0,0	0,0
10			0,0	0,0	0,0
11	přirozená infiltrace Q_v		131,8	131,8	131,8
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		385,3	385,3	323,4
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	385,3	323,4
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	385,3	323,4
15	TRV	0%	---	385,3	323,4
16	měření	0%	---	385,3	323,4
17	energetické manažerství	0%	---	385,3	323,4
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	385,3	385,3	323,4
19	teplá užitková voda	GJ/rok	252,0	252,0	252,0
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	637,3	637,3	575,4
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	105,3	105,3	105,3
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(K1 - spojovací krček)

tab. 3 - budova 8a

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	1 303,0
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	5 064,8
Obestavěný prostor - V	m ³	6 331,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	1 653,0
Poměr A / V	m ² / m ³	0,26
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/ m ³	27,4
Stávající stav e _{VN}	kWh/ m ³	21,2
Varianta I. e _{VN}	kWh/ m ³	21,2
Varianta II. e _{VN}	kWh/ m ³	16,3
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/ m ²	128,2
Stávající stav e _{VA}	kWh/ m ²	102,8
Varianta I. e _{VA}	kWh/ m ²	102,8
Varianta II. e _{VA}	kWh/ m ²	79,2

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{ep} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

Tepelné zisky budovy:

(K1 - spojovací krček)

tab. 4 - budova 8a

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/ rok	16,6
Za spotřeby má vliv na topení	%	40%
Využitelnost tohoto zisku	%	40%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/ rok	9,6
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/ rok	168,4
Využitelnost tohoto zisku	%	30,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/ rok	50,5
Průměrný počet osob v budově	---	50
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/ rok	600
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/ rok	19,7
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/ rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/ rok	79,8

Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 8a

VAR. II.	K1 - spojovací krček stavební díl (původní)	plocha stavebního dílu m ²	úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	navratnost jednotlivých opatření rok
zateplení budovy	1	43,2	0,0	---	---	---	---
	2	975,9	0,0	---	---	---	---
	3	228,3	61,9	12 690	4 000	913 200	72,0
	4	203,6	0,0	---	---	---	---
	5	202,0	0,0	---	---	---	---
	6	0,0	0,0	---	---	---	---
	7	0,0	0,0	---	---	---	---
	8	0,0	0,0	---	---	---	---
	9	0,0	0,0	---	---	---	---
	10	0,0	0,0	---	---	---	---
11	celkem		61,9	12 690		913 200	72,0

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 8b

K2 - spojovací krček	plocha stavebního dílu m ²	základní řešení				varianta I.				varianta II.			
		součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c
1	obvodová stěna tl. 360 mm	0,75	19,35	27,04	0,75	19,35	27,04	0,75	19,35	27,04	0,75	19,35	32,82
2	okno kovové s iz. dvojsklem	3,10	21,72	30,35	3,10	21,72	30,35	1,30	9,11	15,45	1,30	9,11	15,45
3	podlaha	1,10	2,27	3,18	1,10	2,27	3,18	1,10	2,27	3,18	1,10	2,27	3,86
4	střešní plochá	0,70	3,82	5,34	0,70	3,82	5,34	0,70	3,82	5,34	0,70	3,82	6,48
5		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	celkem prostupem Q _p		47,16	65,90		47,16	65,90		47,16	65,90		34,55	58,61
12	přirozenou infiltrací Q _v		24,40	34,10		24,40	34,10		24,40	34,10		24,40	41,39
13	celkem Q _c		71,56	100,00		71,56	100,00		71,56	100,00		58,95	100,00
14	tepelná ztráta budovy %		100			100			100			82	

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav				varianta I.				varianta II.			
	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu
	3 000	29	100	3 000	29	100	3 000	29	100	3 000	29	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 8b

K2 - spojovací krček			stávající stav	energeticky úsporná řešení	
			model - základní řešení	varianta I.	varianta II.
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 360 mm		108,0	108,0	108,0
2	okno kovové s iz. dvojsklem		121,3	121,3	50,9
3	podlaha		12,7	12,7	12,7
4	střecha plochá		21,3	21,3	21,3
5			0,0	0,0	0,0
6			0,0	0,0	0,0
7			0,0	0,0	0,0
8			0,0	0,0	0,0
9			0,0	0,0	0,0
10			0,0	0,0	0,0
11	přirozená infiltrace Q_v		136,2	136,2	136,2
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		399,5	399,5	329,1
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	399,5	329,1
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	399,5	329,1
15	TRV	0%	---	399,5	329,1
16	měření	0%	---	399,5	329,1
17	energetické manažerství	0%	---	399,5	329,1
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	399,5	399,5	329,1
19	teplá užitková voda	GJ/rok	36,0	36,0	36,0
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	435,5	435,5	365,1
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	105,3	105,3	105,3
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(K2 - spojovací krček)

tab. 3 - budova 8b

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	1 318,4
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	5 136,8
Obestavěný prostor - V	m ³	6 421,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	1 823,6
Poměr A/ V	m ² / m ³	0,25
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/ m ³	27,2
Stávající stav e _{VN}	kWh/ m ³	21,6
Varianta I. e _{VN}	kWh/ m ³	21,6
Varianta II. e _{VN}	kWh/ m ³	16,2
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/ m ²	127,5
Stávající stav e _{VA}	kWh/ m ²	105,2
Varianta I. e _{VA}	kWh/ m ²	105,2
Varianta II. e _{VA}	kWh/ m ²	78,7

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{ep} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

Tepelné zisky budovy:

(K2 - spojovací krček)

tab. 4 - budova 8b

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/ rok	15,3
Ze spotřeby má vliv na topení	%	80%
Využitelnost tohoto zisku	%	40%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/ rok	17,6
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/ rok	169,4
Využitelnost tohoto zisku	%	30,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/ rok	50,8
Průměrný počet osob v budově	---	50
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/ rok	500
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/ rok	6,3
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/ rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/ rok	74,7

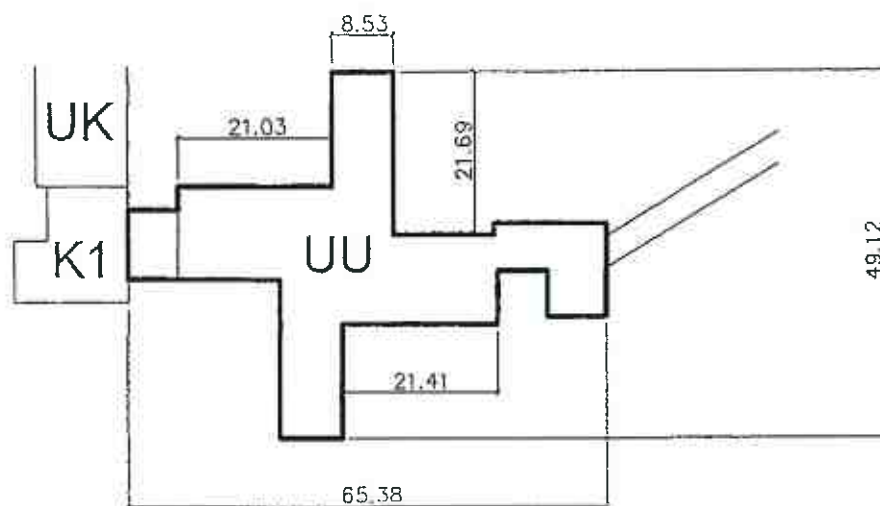
Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 8b

VAR. II.	K2 - spojovací krček stavební díl (původní)	plocha stavebního dílu		úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	navratnost jednotlivých opatření rok
		m ²	m ²					
1	obvodová stěna tl. 360 mm	955,4	0,0	---	---	---	---	---
2	okno kovové s iz. dvojsklem	259,5	70,4	14 432	---	4 000	1 038 000	71,9
3	podlaha	206,7	0,0	---	---	---	---	---
4	střecha plochá	202,0	0,0	---	---	---	---	---
5		0,0	0,0	---	---	---	---	---
6		0,0	0,0	---	---	---	---	---
7		0,0	0,0	---	---	---	---	---
8		0,0	0,0	---	---	---	---	---
9		0,0	0,0	---	---	---	---	---
10		0,0	0,0	---	---	---	---	---
11	celkem		70,4	14 432	---	---	1 038 000	71,9

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Budova č. 9 – UU



Výukový objekt, který byl postaven v roce 1990 je pětipodlažní. Na západní straně navazuje na objekt K1, na východní straně je napojen nadzemní spojovací chodbou na informační centrum. V budově jsou umístěny především učebny.

Nosnou konstrukci objektu tvoří montovaný skelet soustavy PSO-81. Vertikální nosné prvky tvoří sendvičové štítové panely a vnitřní železobetonové stěny. Střecha je plochá, dvouplášťová. Otvorové výplně tvoří převážně okna s izolačním dvojsklem v hliníkovém rámu.

Topná voda je přivedena z výměnkové stanice do podružné strojovny tepla, která je umístěna v 1.PP. Zde je instalován směšovací trojcestný ventil, který umožňuje ekvitermní regulaci vytápění. Rozvod tepla je rozdělen do dvou větví:

- vytápění výukového objektu
- vytápění komunikačního krčku

Hlavní horizontální rozvody tepla jsou vedeny pod stropem 1.PP. Jsou opatřeny izolací z minerální plsti s povrchovou úpravou Fatroid.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. Vytápění je zajišťováno převážně litinovými otopnými tělesy Kalor. Otopná tělesa v 1.PP, na chodbách a schodišti jsou vybavena ventily s ručním ovládáním. V ostatních místnostech převažují termostatické ventily, které v mnoha případech mají omezenou funkčnost.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení místností, které je řešeno převážně zářivkami.

Navržená opatření

- Var. I - výměna nefunkčních ventilů otopných těles za termostatické ventily - cca 180 ks.
Výměnu ventilů je třeba řešit zejména u otopných těles na jižní straně budovy.
- Var. II - opatření var. I
- výměna kovových oken za plastová s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní
 - náhrada výplní prosklených stěn za izolační dvojsklo se selektivní vrstvou a plynovou náplní

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce
(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 9

UU - objekt výuky	plocha stavebního dílu m ²	základní řešení				varianta I.			varianta II.		
		součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	
											tepelné ztráty kW
1	obvodová stěna tl. 360 mm, pod terénem	0,75	0,95	0,26	0,75	0,95	0,26	0,75	0,95	0,36	
2	obvodová stěna tl. 360 mm	0,75	36,46	9,94	0,75	36,46	9,94	0,75	36,46	13,88	
3	okna kovové s iz. dvojsklem	3,10	128,35	34,98	3,10	128,35	34,98	1,30	53,82	20,49	
4	prosklená stěna	3,10	51,17	13,95	3,10	51,17	13,95	1,30	21,46	8,17	
5	podlahy na terénu	1,10	32,38	8,83	1,10	32,38	8,83	1,10	32,38	12,33	
6	střecha plochá	0,43	14,53	3,96	0,43	14,53	3,96	0,43	14,53	5,53	
7		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
11	celkem prostupem Q _p		263,84	71,91		263,84	71,91		159,61	60,77	
12	přítroženou infiltrací Q _v		103,04	28,09		103,04	28,09		103,04	39,23	
13	celkem Q _c		366,88	100,00		366,88	100,00		262,65	100,00	
14	tepelná ztráta budovy		100			100			72		

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav			varianta I.			varianta II.		
	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu
	6 000	67	100	6 000	67	100	6 000	67	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 9

UU - objekt výuky		stávající stav		energeticky úsporná řešení	
		model - základní řešení	varianta I.	varianta II.	
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 360 mm, pod terénem		6,2	6,2	6,2
2	obvodová stěna tl. 360 mm		237,9	237,9	237,9
3	okno kovové s iz. dvojsklem		837,5	837,5	351,2
4	prosklená stěna		333,9	333,9	140,0
5	podlaha na terénu		211,3	211,3	211,3
6	střecha plochá		94,8	94,8	94,8
7			0,0	0,0	0,0
8			0,0	0,0	0,0
9			0,0	0,0	0,0
10			0,0	0,0	0,0
11	přirozená infiltrace Q_v		672,3	672,3	672,4
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		2393,9	2393,9	1713,8
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	2393,9	1713,8
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	2393,9	1713,8
15	TRV	7%	---	2226,3	1593,8
16	měření	0%	---	2226,3	1593,8
17	energetické manažerství	0%	---	2226,3	1593,8
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	2393,9	2226,3	1593,8
19	teplá užitková voda	GJ/rok	252,0	252,0	252,0
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	2645,9	2478,3	1845,8
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	241,8	241,8	241,8
22	dosážená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UU - objekt výuky)

tab. 3 - budova 9

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	4 360,0
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	10 952,0
Obestavěný prostor - V	m ³	13 690,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	5 762,4
Poměr A/V	m ² /m ³	0,42
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/m ³	31,6
Stávající stav e _{VN}	kWh/m ³	61,7
Varianta I. e _{VN}	kWh/m ³	61,7
Varianta II. e _{VN}	kWh/m ³	37,4
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/m ²	95,4
Stávající stav e _{VA}	kWh/m ²	193,8
Varianta I. e _{VA}	kWh/m ²	193,8
Varianta II. e _{VA}	kWh/m ²	117,5

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{op} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

Tepelné zisky budovy:

(UU - objekt výuky)

tab. 4 - budova 9

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/ rok	157,3
Ze spotřeby má vliv na topení	%	40%
Využitelnost tohoto zisku	%	40%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/ rok	90,6
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/ rok	1 704,8
Využitelnost tohoto zisku	%	20,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/ rok	341,0
Průměrný počet osob v budově	—	350
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/ rok	1 300
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/ rok	114,7
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/ rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/ rok	546,2

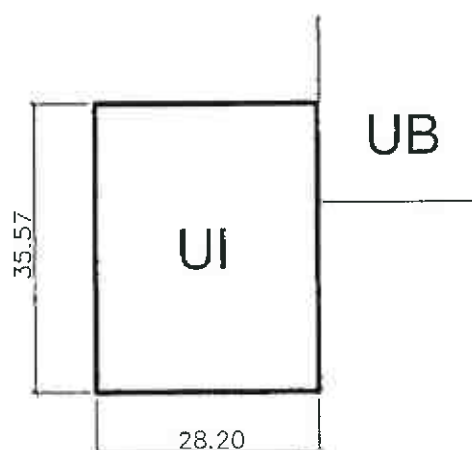
Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 9

VAR. II.	UU - objekt výuky		plocha stavebního dílu m ²	úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	navratnost jednotlivých opatření rok
	stavební díl (původní)							
1	obvodová stěna tl. 360 mm, pod terénem		67,0	0,0	---	---	---	---
2	obvodová stěna tl. 360 mm		1 568,1	0,0	---	---	---	---
3	okno kovové s iz. dvojsklem		1 335,6	486,3	99 692	4 000	5 342 400	53,6
4	prosklená stěna		611,3	193,8	39 729	4 000	2 445 200	61,5
5	podlaha na terénu		1 090,2	0,0	---	---	---	---
6	střecha plochá		1 090,2	0,0	---	---	---	---
7			0,0	0,0	---	---	---	---
8			0,0	0,0	---	---	---	---
9			0,0	0,0	---	---	---	---
10			0,0	0,0	---	---	---	---
11	celkem			680,1	139 421		7 787 600	55,9

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Budova č. 10 – UI (informační centrum)



Budova informačního centra, která byla postavena v roce 1999, je čtyřpodlažní se suterénem a podkrovím. V úrovni 2.NP je napojena spojovací chodbou s výukovým pavilonem (budova 9). Konstrukce je tvořena železobetonovým montovaným skeletem. Obvodový plášť je vyzdívaný z porobetonu o tl. 500 mm (v prostoru schodiště tl. 375 mm). Okna jsou dřevěná s izolačním dvojsklem. Na severním a jižním průčelí je přes tři podlaží prosklená stěna v hliníkovém rámu, která je v každém podlaží do výše parapetu tepelně izolovaná s vnitřní úpravou sádkokartonem. Nosnou část střechy tvoří železobetonové vazníky, přes které jsou uloženy stropní panely Hebel. Podlahy jsou betonové s nášlapnou vrstvou z keramické dlažby a z PVC. V konstrukci podlah je zabudován polystyrén o tloušťce 20 mm.

Objekt je zásobován teplem z výměňkové stanice. Napojení je řešeno teplovodní přípojkou vedenou v průchozím kanálu napojeným na kolektor. Z výměňkové stanice je přivedena topná voda o konstantní teplotě, která bude ve vytápěném objektu regulována v závislosti na venkovní teplotě. Topný systém je rozdělen do dvou větví (severovýchod a jihozápad), na třetí větev je napojena vzduchotechnika. Topná voda pro VZT je regulována na základě údajů výstupní teploty vzduchu z jednotky.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. V objektu jsou instalována litinová otopná tělesa s termostatickými ventily Danfoss s ručním ovládním. Systém regulace je napojen na centrální dispečink.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení místností a pro výpočetní techniku. Jsou zde instalována zářivková svítidla.

Významnými spotřebiči elektrické energie jsou servery.

Pro tuto budovu nejsou navržena žádná opatření.

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce
(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 10

U1 - informační centrum	plocha stavebního dílu m ²	základní řešení				varianta I.				varianta II.			
		součinitel postupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel postupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel postupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel postupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c
1	obvodová stěna tl. 500 mm	0,35	12,63	10,72	0,35	12,63	10,72	0,35	12,63	10,72	0,35	12,63	10,72
2	prosklená stěna s izolací	0,60	1,36	1,16	0,60	1,36	1,16	0,60	1,36	1,16	0,60	1,36	1,16
3	okno dřevěné s iz. dvojsklem	2,90	40,54	34,40	2,90	40,54	34,40	2,90	40,54	34,40	2,90	40,54	34,40
4	okno kovové s iz. dvojsklem	3,10	7,08	6,01	3,10	7,08	6,01	3,10	7,08	6,01	3,10	7,08	6,01
5	dveře vnitřní	4,50	0,28	0,24	4,50	0,28	0,24	4,50	0,28	0,24	4,50	0,28	0,24
6	dveře vnější prosklené	3,50	0,59	0,50	3,50	0,59	0,50	3,50	0,59	0,50	3,50	0,59	0,50
7	podlaha	1,31	9,19	7,80	1,31	9,19	7,80	1,31	9,19	7,80	1,31	9,19	7,80
8	podlaha	1,00	6,05	5,13	1,00	6,05	5,13	1,00	6,05	5,13	1,00	6,05	5,13
9	podlaha	0,34	0,11	0,09	0,34	0,11	0,09	0,34	0,11	0,09	0,34	0,11	0,09
10	strop	0,39	5,38	4,57	0,39	5,38	4,57	0,39	5,38	4,57	0,39	5,38	4,57
11	střecha	0,35	7,07	6,00	0,35	7,07	6,00	0,35	7,07	6,00	0,35	7,07	6,00
12	celkem prostupem Q _p		90,30	76,62		90,30	76,62		90,30	76,62		90,30	76,62
13	přirozenou infiltrací Q _i		27,56	23,38		27,56	23,38		27,56	23,38		27,56	23,38
14	celkem Q _c		117,86	100,00		117,86	100,00		117,86	100,00		117,86	100,00
15	tepelná ztráta budovy		100			100			100			100	

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav				varianta I.				varianta II.			
	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu
	7 000	78	100	7 000	78	100	7 000	78	100	7 000	78	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 10

UI - informační centrum			stávající stav		energeticky úsporná řešení	
			model - základní řešení	varianta I.	varianta II.	
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]						
1	obvodová stěna tl. 500 mm		61,8	61,8	61,8	
2	prosklená stěna s izolací		6,7	6,7	6,7	
3	okno dřevěné s iz. dvojsklem		198,4	198,4	198,4	
4	okno kovové s iz. dvojsklem		34,7	34,7	34,7	
5	dveře vnitřní		1,4	1,4	1,4	
6	dveře vnější prosklené		2,9	2,9	2,9	
7	podlaha		45,0	45,0	45,0	
8	podlaha		29,6	29,6	29,6	
9	podlaha		0,5	0,5	0,5	
10	strop		26,3	26,3	26,3	
11	přirozená infiltrace Q _v		134,9	134,9	134,9	
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		576,8	576,8	576,8	
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]						
		úspora [%]				
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	576,8	576,8	
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	576,8	576,8	
15	TRV	0%	---	576,8	576,8	
16	měření	0%	---	576,8	576,8	
17	energetické manažerství	0%	---	576,8	576,8	
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	576,8	576,8	576,8	
19	teplá užitková voda	GJ/rok	64,8	64,8	64,8	
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	641,6	641,6	641,6	
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA						
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	282,1	282,1	282,1	
22	dosážená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0	

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UI - informační centrum)

tab. 3 - budova 10

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	2 868,6
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	10 757,6
Obestavěný prostor - V	m ³	13 447,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	3 281,0
Poměr A/V	m ² /m ³	0,24
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/ m ³	27,0
Stávající stav e _{VN}	kWh/ m ³	24,9
Varianta I. e _{VN}	kWh/ m ³	24,9
Varianta II. e _{VN}	kWh/ m ³	24,9
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/ m ²	121,7
Stávající stav e _{VA}	kWh/ m ²	116,5
Varianta I. e _{VA}	kWh/ m ²	116,5
Varianta II. e _{VA}	kWh/ m ²	116,5

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{ep} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

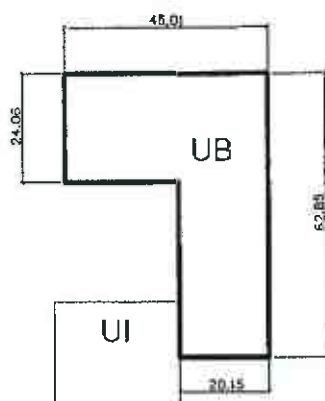
Tepelné zisky budovy:

(UI - informační centrum)

tab. 4 - budova 10

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/ rok	315,0
Ze spotřeby má vliv na topení	%	10%
Využitelnost tohoto zisku	%	40%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/ rok	45,4
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/ rok	469,6
Využitelnost tohoto zisku	%	30,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/ rok	140,9
Průměrný počet osob v budově	---	120
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/ rok	1 300
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/ rok	39,3
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/ rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/ rok	225,6

Budova č. 11 – UB (knihovna)



Budova univerzitní knihovny je dvoupodlažní, nepodsklepená. Byla postavena v roce 2001. Stavebně navazuje na objekt informačního centra a je s ním také provozně spojena. Většina prostoru v obou podlažích je určena pro studovny. Dále je v každém podlaží sociální zařízení.

Nosnou konstrukci objektu tvoří železobetonový skelet. Obvodové konstrukce jsou z porobetonu o tloušťce 500 mm.

Otvorové výplně tvoří okna dřevěná s izolačním dvojsklem. Vstupní dveře prosklené v kovovém rámu. Nad nimi je umístěna prosklená stěna.

Podlahy jsou betonové s nášlapnou vrstvou z keramické dlažby. V konstrukci podlahy je zbudován polystyren o tl. 20 mm. Střecha je sedlová se zateplením 150 mm tepelné izolace Orsil.

Objekt je zásobován teplem z výměňkové stanice. Napojení je řešeno teplovodní přípojkou napojenou v kolektoru z rozvodného potrubí DN 250. Teplota topné vody pro dvě větve (severovýchod, jihozápad) je regulována v závislosti na venkovní teplotě trojcestnou směšovací armaturou. Topná voda pro VZT jednotky je regulována na základě výstupní teploty vzduchu z jednotky. Ve strojovně vzduchotechniky jsou napojeny čtyři ohřívače vzduchu samostatnou větví na neregulovanou vodu. Regulace výkonu je prováděna směšováním na konstantní teplotu ohřívaného vzduchu. Pro vytápění jsou instalována otopná článková tělesa Kalor, která jsou opatřena dvojregulačními termostatickými ventily Danfoss. Rozvodná potrubí topné vody jsou izolována minerální plstí s povrchovou úpravou Aludor.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení místností a pro výpočetní techniku. Jsou zde instalována zářivková svítidla.

V budově jsou instalována následující vzduchotechnická zařízení:

- větrání přednáškového sálu - přívod a odvod vzduchu je řešen klimatizační jednotkou JKL 4 ($2700 \text{ m}^3/\text{h}^{-1}$), jednotka je opatřena rekuperátorem s tepelnými trubicemi
- větrání periodiky, reprografie, studovny a spojovací chodby - přívod a odvod vzduchu je řešen klimatizační jednotkou JKL 4 ($3600 \text{ m}^3/\text{h}^{-1}$), jednotka je opatřena rekuperátorem s tepelnými trubicemi
- větrání skladů - přívod a odvod vzduchu je řešen klimatizační jednotkou JKL 6 ($6000 \text{ m}^3/\text{h}^{-1}$)
- větrání knihovního fondu - přívod a odvod vzduchu je řešen klimatizační jednotkou JKL 10 ($10\,000 \text{ m}^3/\text{h}^{-1}$), jednotka je opatřena rekuperátorem s tepelnými trubicemi

Dále jsou v budově instalována zařízení pro větrání soc. zařízení, strojovny topení, elektro a vzduchová clona.

Navržená opatření

Var. I - bez opatření

Var. II - bez opatření

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova I I

UB - knihovna	základní řešení						varianta I.		varianta II.	
	plocha stavebního dílu m ²	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c
1	obvodová stěna tl. 500 mm	1101,7	0,36	12,49	10,76	12,49	0,36	12,49	10,76	
2	okno dřevěné s iz. dvojsklem	464,9	2,10	30,75	26,47	30,75	2,10	30,75	26,47	
3	dveře vnější kovové	3,6	2,60	0,25	0,22	0,25	2,60	0,25	0,22	
4	dveře vnější	16,3	2,10	0,92	0,80	0,92	2,10	0,92	0,80	
5	vrata	22,3	1,60	0,78	0,68	0,78	1,60	0,78	0,68	
6	podlaha na terénu	1676,2	1,30	31,60	27,20	31,60	1,30	31,60	27,20	
7	strop	145,9	0,95	3,53	3,04	3,53	0,95	3,53	3,04	
8	střecha	1466,6	0,35	16,17	13,92	16,17	0,35	16,17	13,92	
9	střecha	116,4	0,30	1,10	0,95	1,10	0,30	1,10	0,95	
10		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
11	celkem prostupem Q _p			97,61	84,03	97,61		97,61	84,03	
12	přirozenou infiltrací Q _v			18,55	15,97	18,55		18,55	15,97	
13	celkem Q _c			116,16	100,00	116,16		116,16	100,00	
14	tepelná ztráta budovy	%		100		100		100		

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav			varianta I.			varianta II.		
	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu
	22 300	127	100	22 300	127	100	22 300	127	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 11

UB - knihovna			stavající stav		
			energeticky úsporná řešení		
			model - základní řešení	varianta I.	varianta II.
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 500 mm		82,8	82,8	82,8
2	okno dřevěné s iz. dvojsklem		203,8	203,8	203,8
3	dveře vnější kovové		1,7	1,7	1,7
4	dveře vnější		6,1	6,1	6,1
5	vrata		5,2	5,2	5,2
6	podlaha na terénu		209,4	209,4	209,4
7	strop		23,4	23,4	23,4
8	střecha		107,1	107,1	107,1
9	střecha		7,3	7,3	7,3
10			0,0	0,0	0,0
11	přirozená infiltrace Q_v		122,9	122,9	122,9
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		769,7	769,7	769,7
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	769,7	769,7
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	769,7	769,7
15	TRV	0%	---	769,7	769,7
16	měření	0%	---	769,7	769,7
17	energetické manažerství	0%	---	769,7	769,7
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	769,7	769,7	769,7
19	teplá užitková voda	GJ/rok	202,5	202,5	202,5
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	972,2	972,2	972,2
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	456,6	456,6	456,6
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UB - knihovna)

tab. 3 - budova 11

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	5 028,6
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	11 871,2
Obestavěný prostor - V	m ³	14 839,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	5 013,9
Poměr A/V	m ² /m ³	0,34
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/m ³	29,4
Stávající stav e _{VN}	kWh/m ³	27,0
Varianta I. e _{VN}	kWh/m ³	27,0
Varianta II. e _{VN}	kWh/m ³	27,0
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/m ²	83,5
Stávající stav e _{VA}	kWh/m ²	79,5
Varianta I. e _{VA}	kWh/m ²	79,5
Varianta II. e _{VA}	kWh/m ²	79,5

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{ep} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

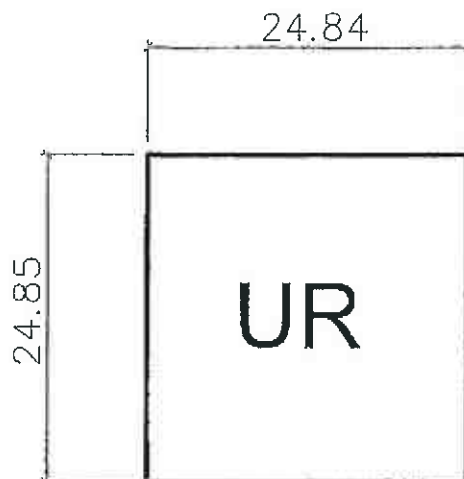
Tepelné zisky budovy:

(UB - knihovna)

tab. 4 - budova 11

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/ rok	122,3
Ze spotřeby má vliv na topení	%	30%
Využitelnost tohoto zisku	%	40%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/ rok	52,8
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/ rok	453,8
Využitelnost tohoto zisku	%	30,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/ rok	136,1
Průměrný počet osob v budově	---	150
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/ rok	1 300
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/ rok	49,1
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/ rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/ rok	238,1

Budova č. 12 – UR (rektorát)



Budova rektorátu je čtyřpodlažní, nepodsklepená. Byla postavena v roce 1996. Její půdorys je čtvercový o rozměrech 24,75 m. Konstrukčně je řešena tak, že jedna polovina její půdorysné plochy je oproti druhé polovině snížena o 1,5 m. V objektu se nacházejí převážně kanceláře.

Nosnou konstrukci objektu tvoří železobetonový skelet. Obvodové konstrukce jsou z materiálu YTONG o tloušťce 500 mm.

Otvorové výplně tvoří okna s izolačním dvojsklem v kovovém rámu. Stejnou konstrukci mají i vstupní dveře. Na dvou protilehlých stranách jsou na úrovni 3. a 4. NP umístěny prosklené stěny.

Podlahy jsou betonové s nášlapnou vrstvou z keramické a kamené dlažby, v kancelářích také z PVC. V konstrukci podlah je zabudován polystyrén o tloušťce 100 mm.

Střecha je plochá, dvouplášťová s provětrávanou vzduchovou mezerou a se zateplením 120 mm tepelné izolace Orsil. Ve střední části budovy nad prostorem schodiště je střecha ve tvaru jehlanu. Horní část tohoto jehlanu je prosklená.

Objekt je zásobován teplem z výměňkové stanice. Napojení je řešeno teplovodní přípojkou vedenou průchozím topným kanálem napojeným na kolektor. Z výměňkové stanice je přivedena voda, jejíž teplota je v objektu regulována v závislosti na venkovní teplotě. Systém regulace je napojen na centrální dispečink.

Ohřivač vzduchu ve strojovně VZT je napojen samostatnou větví na neregulovanou vodu. Regulace výkonu je prováděna směšovacím trojcestným ventilem na konstantní teplotu ohřivaného vzduchu.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. Z rozdělovače jsou vyvedeny tři větve (vytápění severovýchod, vytápění jihozápad, vzduchotechnika). V místnostech jsou instalována konvektorová lamelová otopná tělesa, a litinová článková otopná tělesa s termostatickými ventily.

Vzduchotechnika zajišťuje větrání chodeb a sociálních zařízení v objektu. Zařízení sestává z přívodní klimatizační jednotky, která se skládá z komor prvního a druhého stupně filtrace, ohřivací komory a komory ventilátorové. Jednotka nasává a upravuje čerstvý vzduch z fasády a přivádí potrubím do stoupačky, na kterou jsou v jednotlivých patrech osazeny distribuční výustě. Jednotka není z dispozičních důvodů vybavena systémem zpětného získávání tepla.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení místností a pro výpočetní techniku. Jsou zde instalována zářivková svítidla. Dále jsou zde drobné spotřebiče (lednice, rychlovarná konvice apod.).

Navržená opatření

Var. I - bez opatření

Var. II - bez opatření

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce
(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 12

UR - rektorát	základní řešení										varianta I.			varianta II.		
	plocha stavebního dílu m ²	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c			
														varianta I.		varianta II.
1	obvodová stěna tl. 500 mm, Ytong	8135,6	0,32	82,01	50,49	82,01	0,32	82,01	50,49	0,32	82,01	50,49				
2	okno kovové s iz. dvojsklem	502,0	2,10	33,21	20,44	33,21	2,10	33,21	20,44	2,10	33,21	20,44				
3	dveře vnější	16,6	3,50	1,57	0,97	1,57	3,50	1,57	0,97	3,50	1,57	0,97				
4	podlaha	612,6	0,43	3,82	2,35	3,82	0,43	3,82	2,35	0,43	3,82	2,35				
5	podlaha	39,0	0,53	0,30	0,18	0,30	0,53	0,30	0,18	0,53	0,30	0,18				
6	střecha	486,0	0,31	4,75	2,92	4,75	0,31	4,75	2,92	0,31	4,75	2,92				
7	střecha	118,0	0,32	1,19	0,73	1,19	0,32	1,19	0,73	0,32	1,19	0,73				
8		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
9		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
10		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
11	celkem prostupem Q _p			126,84	78,08	126,84		126,84	78,08		126,84	78,08				
12	přirozenou infiltrací Q _v			35,60	21,92	35,60		35,60	21,92		35,60	21,92				
13	celkem Q _c			162,44	100,00	162,44		162,44	100,00		162,44	100,00				
14	tepelná ztráta budovy	%		100		100		100			100					

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav				varianta I.				varianta II.			
	m ³ /hod	kW	% p.úv. stavu	100	m ³ /hod	kW	% p.úv. stavu	100	m ³ /hod	kW	% p.úv. stavu	100
	2 300	26	100	100	2 300	26	100	100	2 300	26	100	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 12

UR - rektorát			stávající stav	energeticky úsporná řešení	
			model - základní řešení	varianta I.	varianta II.
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 500 mm, Ytong		535,1	535,1	535,1
2	okno kovové s iz. dvojsklem		216,7	216,7	216,7
3	dveře vnější		10,2	10,2	10,2
4	podlaha		24,9	24,9	24,9
5	podlaha		2,0	2,0	2,0
6	střecha		31,0	31,0	31,0
7	střecha		7,8	7,8	7,8
8			0,0	0,0	0,0
9			0,0	0,0	0,0
10			0,0	0,0	0,0
11	přirozená infiltrace Q_v		232,3	232,3	232,3
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		1059,9	1059,9	1059,9
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	1059,9	1059,9
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	1059,9	1059,9
15	TRV	0%	---	1059,9	1059,9
16	měření	0%	---	1059,9	1059,9
17	energetické manažerství	0%	---	1059,9	1059,9
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	1059,9	1059,9	1059,9
19	teplá užitková voda	GJ/rok	109,4	109,4	109,4
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	1169,3	1169,3	1169,3
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	92,7	92,7	92,7
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UR - rektorát)

tab. 3 - budova 12

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	1 954,8
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	6 370,4
Obestavěný prostor - V	m ³	7 963,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	9 909,8
Poměr A/V	m ² /m ³	1,24
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/m ³	53,0
Stávající stav e _{VN}	kWh/m ³	61,6
Varianta I. e _{VN}	kWh/m ³	61,6
Varianta II. e _{VN}	kWh/m ³	61,6
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/m ²	207,7
Stávající stav e _{VA}	kWh/m ²	251,0
Varianta I. e _{VA}	kWh/m ²	251,0
Varianta II. e _{VA}	kWh/m ²	251,0

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: $t_{ep} = 3,8 \text{ } ^\circ\text{C}$; d = 242 ; n = 0,5/h

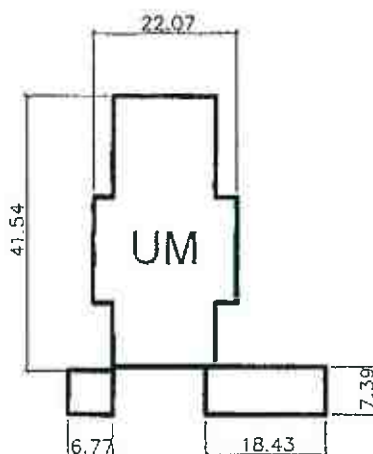
Tepelné zisky budovy:

(UR - rektorát)

tab. 4 - budova 12

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/rok	84,0
Ze spotřeby má vliv na topení	%	50%
Využitelnost tohoto zisku	%	40%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/rok	60,5
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/rok	475,0
Využitelnost tohoto zisku	%	50,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/rok	237,5
Průměrný počet osob v budově	—	81
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/rok	1 400
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/rok	28,6
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/rok	326,6

Budova č. 13 – UM (menza)



Budova menzy je dvoupodlažní. Byla postavena v roce 1992. V objektu se nachází kuchyně, sklady, šatny s příslušenstvím, výdej jídel, umývárna, jídelna a vstupní hala.

Nosnou konstrukcí objektu tvoří montovaný železobetonový skelet systému PSO 81. Výplňovou konstrukci tvoří stěny vyzděné z cihelných bloků CDK. Pouze v představených částech na východní a západní fasádě jsou systémové parapetní atikové panely tl. 265 mm.

Otvorové výplně tvoří okna s izolačním dvojsklem v hliníkovém rámu. Stejnou konstrukci mají i vstupní dveře.

Podlahy jsou betonové s nášlapnou vrstvou z keramické dlažby a také z PVC. Střecha je plochá, dvouplášťová se zateplením s provětrávanou vzduchovou mezerou.

Objekt je zásobován teplem z výměňkové stanice. Napojení je řešeno teplovodní přípojkou vedenou topným kanálem napojeným na kolektor. Pro zásobování teplem je v suterénu směšovací stanice s ekvitermní regulací pro jednotlivé topné okruhy.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. V místnostech jsou instalována litinová článková otopná tělesa. Některá tělesa jsou osazena termostatickými ventily.

V suterénu je strojovna vzduchotechniky, kde jsou umístěny tři vzduchotechnické jednotky, které jsou řízeny regulační jednotkou TRONIC 2008 napojenou na centrální dispečink. Pro přípravu upraveného vzduchu pro kuchyň je instalována jednotka KDK 080. Pro místnost výdeje jídel a umyvárny nádobí je instalováno vzduchotechnické zařízení s ohříváním čerstvého vzduchu.

Elektrická energie v objektu je využívána především pro spotřebiče na přípravu stravy a na osvětlení místností. Jsou zde instalována zářivková svítidla.

V současné době se provádí přístavba objektu, na kterou bude navazovat i kompletní rekonstrukce stávající části menzy.

Navržená opatření

Var. I - bez opatření

Var. II - výměna kovových oken za plastová s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní

Opatření na technickém vybavení budovy nejsou navrhována, neboť v rámci rekonstrukce dojde k jeho výměně.

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 13

UM - menza	základní řešení						varianta I.			varianta II.			
	plocha stavebního dílu m ²	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	varianta II.		
											tepelné ztráty kW	% z Q _c	
1	obvodová stěna tl. 500 mm	711,4	0,97	21,74	31,59	21,74	0,97	21,74	31,59	21,74	0,97	21,74	34,56
2	okno kovové s iz. dvojsklem	104,5	3,10	10,20	14,83	10,20	3,10	10,20	14,83	4,28	1,30	4,28	6,80
3	dveře vnější	8,1	2,90	0,63	0,92	0,63	2,90	0,63	0,92	0,63	2,90	0,63	1,01
4	dveře vnější	5,3	2,60	0,37	0,54	0,37	2,60	0,37	0,54	0,37	2,60	0,37	0,59
5	dveře vnější	2,4	6,50	0,42	0,61	0,42	6,50	0,42	0,61	0,42	6,50	0,42	0,67
6	podlaha	540,0	1,10	8,61	12,52	8,61	1,10	8,61	12,52	8,61	1,10	8,61	13,70
7	střešní plocha	540,0	0,43	7,31	10,63	7,31	0,43	7,31	10,63	7,31	0,43	7,31	11,63
8		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10		0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	celkem prostupem Q _p			49,30	71,63	49,30		49,30	71,63	43,37		43,37	68,96
12	přirozenou infiltrací Q _v			19,52	28,37	19,52		19,52	28,37	19,52		19,52	31,04
13	celkem Q _c			68,82	100,00	68,82		68,82	100,00	68,82		62,89	100,00
14	tepelná ztráta budovy	%		100		100		100		91		91	

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav			varianta I.			varianta II.		
	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu
	7 600	86	100	7 600	86	100	7 600	86	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 13

UM - menza		stávající stav		energeticky úsporná řešení	
		model - základní řešení	varianta I.	varianta II.	
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 500 mm		144,0	144,0	144,0
2	okno kovové s iz. dvojsklem		67,6	67,6	28,4
3	dveře vnější		4,2	4,2	4,2
4	dveře vnější		2,5	2,5	2,5
5	dveře vnější		2,8	2,8	2,8
6	podlaha		57,1	57,1	57,1
7	střecha plochá		48,5	48,5	48,5
8			0,0	0,0	0,0
9			0,0	0,0	0,0
10			0,0	0,0	0,0
11	přírozená infiltrace Q _v		129,3	129,3	129,3
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		456,0	456,0	416,7
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	456,0	416,7
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	456,0	416,7
15	TRV	0%	---	456,0	416,7
16	měření	0%	---	456,0	416,7
17	energetické manažerství	0%	---	456,0	416,7
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	456,0	456,0	416,7
19	teplá užitková voda	GJ/rok	0,0	0,0	0,0
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	456,0	456,0	416,7
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	311,2	311,2	311,2
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UM - menza)

tab. 3 - budova 13

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	1 080,0
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	4 021,6
Obestavěný prostor - V	m ³	5 027,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	1 911,7
Poměr A/V	m ² /m ³	0,38
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/ m ³	30,5
Stávající stav e _{VN}	kWh/ m ³	37,0
Varianta I. e _{VN}	kWh/ m ³	37,0
Varianta II. e _{VN}	kWh/ m ³	33,1
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/ m ²	136,7
Stávající stav e _{VA}	kWh/ m ²	172,2
Varianta I. e _{VA}	kWh/ m ²	172,2
Varianta II. e _{VA}	kWh/ m ²	153,9

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{ep} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

Tepelné zisky budovy:

(UM - menza)

tab. 4 - budova 13

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/ rok	167,0
Ze spotřeby má vliv na topení	%	60%
Využitelnost tohoto zisku	%	40%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/ rok	144,3
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/ rok	109,6
Využitelnost tohoto zisku	%	30,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/ rok	32,9
Průměrný počet osob v budově	---	300,0
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/ rok	900,0
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/ rok	68,0
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/ rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/ rok	245,2

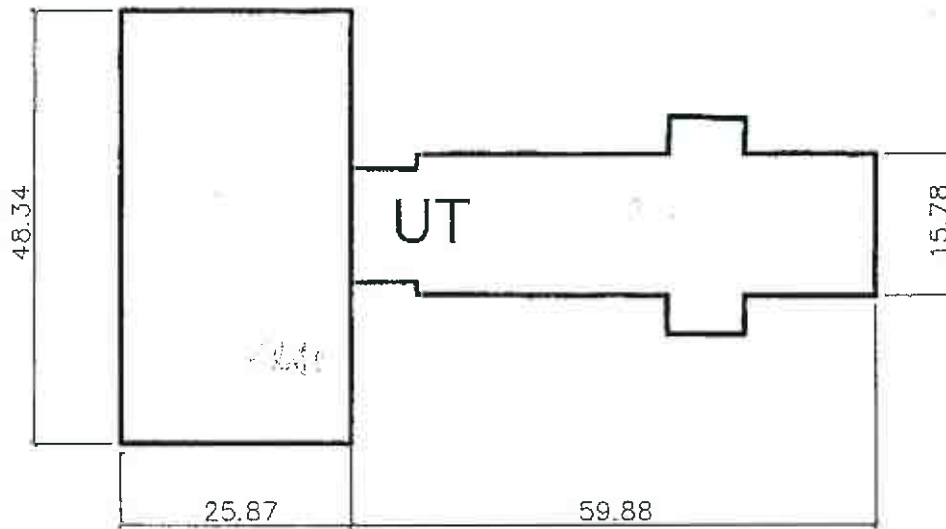
Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budova 13

VAR. II.	UM - menza stavební díl (původní)	plocha stavebního dílu m ²	úspora spotřeby tepla G-J/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	návratnost jednotlivých opatření rok
1	obvodová stěna tl. 500 mm	711,4	0,0	---	---	---	---
2	okno kovové s iz. dvojsklem	104,5	39,3	8 057	4 000	418 000	51,9
3	dveře vnější	8,1	0,0	---	---	---	---
4	dveře vnější	5,3	0,0	---	---	---	---
5	dveře vnější	2,4	0,0	---	---	---	---
6	podlaha	540,0	0,0	---	---	---	---
7	střecha plochá	540,0	0,0	---	---	---	---
8		0,0	0,0	---	---	---	---
9		0,0	0,0	---	---	---	---
10		0,0	0,0	---	---	---	---
11	celkem		39,3	8 057		418 000	51,9

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Budova č. 14 – Objekt tělovýchovy



Objekt tělovýchovy se skládá ze tří částí – tělocvičny, nářadovny a dvoupodlažní části. V 1.NP jsou umístěny šatny, umývárny, kabiny a sklady. Ve 2.NP jsou kanceláře vedení katedry, knihovna, pracovny, soc. zařízení a posilovna. Půdorys objektu je ve tvaru písmene T. Hlavní vstup do objektu je ze severní strany do šaten. Tělocvična je obdélníkového půdorysu o rozměrech 48,8 x 25,5 m. Na východní straně navazuje na tělocvičnu nářadovna. V její střední části je chodba, která propojuje tělocvičnu se šatnami.

Nosnou konstrukci objektu tělocvičny tvoří montovaný skelet. V podélných stěnách je značný podíl prosklené plochy. Ve štítových stěnách tělocvičny jsou umístěny prosklené dveře a kovová vrata.

Otvorové výplně tvoří okna s izolačním dvojsklem v hliníkovém rámu. Stejnou konstrukci mají i vstupní dveře.

Podlahy dvoupodlažní části jsou betonové s nášlapnou vrstvou z keramické dlažby, částečně také z PVC. V tělocvičně je palubková podlaha. Střecha je plochá, dvouplášťová.

Objekt tělovýchovy je napojen samostatnou přípojkou na vnější kolektorový rozvod o parametrech 110/70°C. V 1.NP u hlavního vstupu je umístěna směšovací stanice s ekvitemní regulací pro jednotlivé topné okruhy. Z této směšovací stanice vystupují dva vývody – jedním je napojena tělocvična, druhým zbývající část objektu.

Vytápění je teplovodní s nuceným oběhem topné vody a teplotním spádem 90/70 °C. Vytápění tělocvičny je zajišťováno žebrovými trubkami, které jsou opatřeny kryty. V ostatních prostorách objektu převažují litinová článková otopná bez termostatických ventilů.

Vzduchotechnika v objektu je v posilovně, šatnách a rozcvičovně. Je řízena z dispečinku podle rozvrhu. V době kdy neprobíhá výuka je provoz dle požadavků na pronájem.

Elektrická energie v objektu je využívána především na osvětlení místností. Jsou zde instalována zářivková svítidla. V tělocvičně jsou instalována halogenová svítidla.

Navržená opatření

- Var. I - instalace termostatických ventilů v dvoupodlažní části budovy - cca 50 ks
- Var. II - opatření var. I
 - výměna kovových oken za plastová s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a plynovou náplní

Energetická bilance - potřeba tepla na vytápění daná řešením stavební konstrukce

(tepelné ztráty objektu - stávající stav a varianty zateplení)

tab. 1 - budova 14

UT - tělovýchova	základní řešení				varianta I.		varianta II.		
	plocha stavebního dílu m ²	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	% z Q _c	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	součinitel prostupu tepla W.m ⁻² .K ⁻¹	tepelné ztráty kW	
									% z Q _c
1	obvodová stěna tl. 500 mm	0,44	6,61	3,40	0,44	6,61	0,44	6,61	4,08
2	obvodová stěna tl. 360 mm	0,80	21,69	11,16	0,80	21,69	0,80	21,69	13,39
3	okno kovové s iz. dvojsklem	3,10	55,70	28,66	3,10	55,70	1,30	23,36	14,42
4	dveře vnější	6,50	1,12	0,58	6,50	1,12	6,50	1,12	0,69
5	dveře vnější	3,50	0,60	0,31	3,50	0,60	3,50	0,60	0,37
6	vrata	3,50	0,71	0,36	3,50	0,71	3,50	0,71	0,44
7	podlaha	0,93	10,90	5,61	0,93	10,90	0,93	10,90	6,73
8	podlaha	0,80	9,79	5,04	0,80	9,79	0,80	9,79	6,04
9	podlaha	1,10	0,19	0,10	1,10	0,19	1,10	0,19	0,12
10	střecha plochá	0,44	27,21	14,00	0,44	27,21	0,44	27,21	16,79
11	celkem prostupem Q _p		134,52	69,22		134,52		102,18	63,07
12	přírozenou infiltrací Q _y		59,83	30,78		59,83		59,83	36,93
13	celkem Q _c		194,36	100,00		194,36		162,01	100,00
14	tepelná ztráta budovy	%	100			100		83	

Technologická spotřeba tepla v budově - vzduchotechnika

Spotřeba tepla pro nucenou výměnu vzduchu	současný stav			varianta I.			varianta II.		
	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu	m ³ /hod	kW	% pův. stavu
	4 500	50	100	4 500	50	100	4 500	50	100

Roční spotřeba tepla na otop a TUV

tab. 2 - budova 14

UT - tělovýchova		stávající stav		energeticky úsporná řešení	
		model - základní řešení		varianta I.	varianta II.
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI [GJ/rok]					
1	obvodová stěna tl. 500 mm		32,4	32,4	32,4
2	obvodová stěna tl. 360 mm		106,1	106,1	106,1
3	okno kovové s iz. dvojsklem		272,6	272,6	114,3
4	dveře vnější		5,5	5,5	5,5
5	dveře vnější		3,0	3,0	3,0
6	vrata		3,5	3,5	3,5
7	podlaha		53,3	53,3	53,3
8	podlaha		47,9	47,9	47,9
9	podlaha		0,9	0,9	0,9
10	střecha plochá		133,1	133,1	133,1
11	přirozená infiltrace Q _v		292,8	292,8	292,8
12	Celková potřeba tepla daná provedením stavební konstrukce		951,1	951,1	792,9
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV [GJ/rok]					
		úspora [%]			
13	úprava zdroje tepla (VS)	0%	---	951,1	792,9
14	regulace jednotlivých větví ÚT	0%	---	951,1	792,9
15	TRV	5%	---	903,5	753,3
16	měření	0%	---	903,5	753,3
17	energetické manažerství	0%	---	903,5	753,3
18	Celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	951,1	903,5	753,3
19	teplá užitková voda	GJ/rok	378,0	378,0	378,0
20	Celkem potřeba na vytápění a přípravu TUV	GJ/rok	1329,1	1281,5	1131,3
TECHNOLOGICKÁ SPOTŘEBA TEPLA V BUDOVĚ - VZDUCHOTECHNIKA					
21	spotřeba tepla na nucenou výměnu vzduchu	GJ/rok	181,4	181,4	181,4
22	dosažená úspora tepla	GJ/rok	---	0,0	0,0

Celková tepelná charakteristika budovy dle vyhl. 291/2001 Sb.

(UT - tělovýchova)

tab. 3 - budova 14

Podlahová vytápěná plocha v budově	m ²	2 324,0
Vnitřní objem vytápěných místností v budově	m ³	13 633,6
Obestavěný prostor - V	m ³	17 042,0
Celková ochlazovaná plocha stavebních konstrukcí - A	m ²	6 214,1
Poměr A/V	m ² /m ³	0,36
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VN}	kWh/ m ³	30,1
Stávající stav e _{VN}	kWh/ m ³	32,4
Varianta I. e _{VN}	kWh/ m ³	32,4
Varianta II. e _{VN}	kWh/ m ³	26,0
Požadovaná měrná hodnota spotřeby tepla e _{VA}	kWh/ m ²	212,5
Stávající stav e _{VA}	kWh/ m ²	237,7
Varianta I. e _{VA}	kWh/ m ²	237,7
Varianta II. e _{VA}	kWh/ m ²	190,6

Hodnoty jsou ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. vypočteny pro: t_{ep} = 3,8 °C ; d = 242 ; n = 0,5/h

Tepelné zisky budovy:

(UT - tělovýchova)

tab. 4 - budova 14

Parametry tepelných zisků	rozměr	Výpočet tepelných zisků
Spotřeba elektrické energie celkem	MWh/ rok	95,0
Ze spotřeby má vliv na topení	%	50%
Využitelnost tohoto zisku	%	40%
Tepelný zisk z elektrické energie	GJ/ rok	68,4
Celkový zisk tepla od oslunění	GJ/ rok	573,4
Využitelnost tohoto zisku	%	50,0%
Tepelný zisk od oslunění	GJ/ rok	286,7
Průměrný počet osob v budově	---	240
Počet hodin přítomnosti těchto osob v budově	hod/ rok	1 400
Využitelnost tepelného zisku od osob v budově	%	50,0%
Tepelný zisk od osob	GJ/ rok	84,7
Tepelné zisky od ostatních technologií:	GJ/ rok	0,0
Maximální teoretický tepelný zisk celkem	GJ/ rok	439,8

Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 5b - budoва 14

VAR. II.	UT - tělovýchova stavební díl (původní)	plocha stavebního dílu m ²	úspora spotřeby tepla GJ/rok	úspora nákladů na teplo Kč/rok	jednotková cena opatření Kč/m ²	cena opatření Kč	navratnost jednotlivých opatření rok
1	obvodová stěna tl. 500 mm	556,7	0,0	---	---	---	---
2	obvodová stěna tl. 360 mm	903,6	0,0	---	---	---	---
3	okno kovové s iz. dvojsklem	598,9	158,3	32 452	4 000	2 395 600	73,8
4	dveře vnější	6,4	0,0	---	---	---	---
5	dveře vnější	6,4	0,0	---	---	---	---
6	vrata	7,5	0,0	---	---	---	---
7	podlaha	837,0	0,0	---	---	---	---
8	podlaha	1 224,0	0,0	---	---	---	---
9	podlaha	12,6	0,0	---	---	---	---
10	střešna plochá	2 061,0	0,0	---	---	---	---
11	celkem		158,3	32 452		2 395 600	73,8

Tabulka 5a není zpracována, neboť ve variantě I. se žádné úpravy (zateplování) stavebního pláště nepředpokládají

Souhrnná bilanční tabulka spotřeb tepla v areálu

(Součet za všechny budovy)

tab. 3.1.a

ZČU			současnost	var. I.	var. II.
			tepelné ztráty	tepelné ztráty	tepelné ztráty
1	celkem prostupem Q_p	kW	1 738,1	1 738,1	1 300,1
2	přirozená infiltrace Q_v	kW	676,9	676,9	676,9
3	technologie (vzduchotechnika)	kW	887,8	887,8	887,8
4	celkem Q_c	kW	3 302,8	3 302,8	2 864,8
5	tepelná ztráta budovy	%	100,0	100,0	86,7
6	Spotřeba tepla daná provedením stavební konstrukce	GJ/rok	14 794,6	14 794,6	12 117,3
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A TUV					
úspory [%]					
7	úprava zdroje tepla (VS)	0,0%	---	14 794,6	12 117,3
8	úpravy regulace na jednotlivých větvích ÚT	0,4%	---	14 728,4	12 070,9
9	TRV	2,8%	---	14 321,3	11 751,5
10	měření	0,0%	---	14 321,3	11 751,5
11	energetické manažerství	0,0%	---	14 321,3	11 751,5
12	celková potřeba tepla na vytápění	GJ/rok	14 794,6	14 321,3	11 751,5
13	teplá užitková voda	GJ/rok	2 216,3	2 216,3	2 216,3
14	ztráty ve VS a v rozvodech	GJ/rok	1 646,3	1 536,3	975,3
15	potřeba tepla pro vytápění a TUV	GJ/rok	18 657,1	18 073,8	14 943,0
TECHNOLOGICKÁ POTŘEBA TEPLA V AREÁLU (VZDUCHOTECHNIKA)					
16	potřeba tepla na technologii (vzduchotechniku)	GJ/rok	3 196,0	3 196,0	3 196,0
POTŘEBA TEPLA V AREÁLU CELKEM					
17	potřeba tepla na vytápění, TUV a technologii (vzduchotechniku) celkem	GJ/rok	21 853,1	21 269,8	18 139,0
MAXIMÁLNÍ TEORETICKÝ TEPELNÝ ZISK VŠECH BUDOV CELKEM					
18	Tepebné zisky celkem	GJ/rok	4 351,5		

Výpočet prosté návratnosti navržených opatření

tab. 4.a

specifikace úspor varianta I.	úspora spotřeby tepla		úspora nákladů na teplo		úspora spotřeby el. energie		úspora nákladů na el. energii		cena opatření Kč	návržnost opatření rok
	GJ/rok	MWh/rok	Kč/rok	Kč/rok	MWh/rok	Kč/rok	Kč/rok			
stavební úpravy budov (zateplení)	0,0	---	0	---	---	---	---	0	---	---
regulace otopného systému - UD	66,2	---	13 604	---	---	---	---	120 000	8,8	---
individuální regulace v místnostech	407,1	---	83 659	---	---	---	---	500 000	6,0	---
rekonstrukce VS	0,0	---	0	---	---	---	---	0	---	---
doplnění izolací zařízení ve VS	70,0	---	14 385	---	---	---	---	80 000	5,6	---
časové řízení cirkulace TUV	40,0	3	8 220	3 500	3	3 500	3 500	8 000	0,7	---
úspory celkem	583,3	3	119 868	3 500	3	3 500	3 500	708 000	5,7	---
specifikace úspor varianta II.	úspora spotřeby tepla		úspora nákladů na teplo		úspora spotřeby el. energie		úspora nákladů na el. energii		cena opatření Kč	návržnost opatření rok
	GJ/rok	MWh/rok	Kč/rok	Kč/rok	MWh/rok	Kč/rok	Kč/rok			
stavební úpravy budov (zateplení)	2 677,3	---	550 186	---	---	---	---	30 446 000	55,3	---
regulace otopného systému - UD	46,4	---	9 535	---	---	---	---	120 000	12,6	---
individuální regulace v místnostech	319,5	---	66 657	---	---	---	---	500 000	7,6	---
rekonstrukce VS	671,0	24	137 891	52 320	24	52 320	52 320	4 500 000	23,7	---
úspory celkem	3 714,2	24	763 269	52 320	24	52 320	52 320	35 566 000	43,6	---

bude řešeno v rámci rekonstrukce VS

Upravená energetická bilance

tab. 4.b

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu - var. I.		Po realizaci projektu - var. II.	
	Energie GJ	Náklady tis. Kč	Energie GJ	Náklady tis. Kč	Energie GJ	Náklady tis. Kč
Vstupy paliv a energie	29 541	9 784	28 947	9 661	25 741	8 968
Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
Spotřeba paliv a energie	29 541	9 784	28 947	9 661	25 741	8 968
Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0
Konečná spotřeba paliv a energie v areálu	29 541	9 784	28 947	9 661	25 741	8 968
Ztráty v rozvodech a VS	1 646	338	1 536	316	976	200
Spotřeba energie na vytápění, TUV a VZT	20 212	4 154	19 738	4 056	17 169	3 528
Spotřeba energie na technol. a ostatní procesy	7 683	5 292	7 673	5 289	7 597	5 240

5. Ekonomické hodnocení

Výpočet ekonomických ukazatelů projektu je proveden v souladu s metodickými pokyny vyhlášky 213/2001 pro zpracování EA ve dvou rovinách.

a/ Výpočet prosté doby návratnosti investice

Prostá návratnost a investiční náklady stavebních opatření jsou uvedeny v tabulce 5.b. jednotlivých budov.

V tabulce 4.a jsou kromě úprav pláště budovy zahrnuta i ostatní opatření.

prostá doba návratnosti investice – doba splacení (SP)

$$SP = I_0 / CF$$

kde I_0 = investiční náročnost

CF = roční Cash - Flow projektu

Výsledky prosté návratnosti jsou v tabulce č. 5.1.

b/ Výpočet reálné doby návratnosti, IRR a NPV (výpočtem z kumulovaného, diskontovaného Cash - Flow projektu). Je proveden dle standardních postupů pro výpočet ekonomie staveb a je počítán z pozice investora akce a provozovatele budovy.

reálná doba návratnosti (výpočtem z diskontovaného Cash – Flow projektu)

T_{sd}

$$\sum_{t=1}^{Tsd} CF_t(1+r)^{-t} - IN = 0$$

$t=1$

kde CF_t = roční přínosy (změna peněžních toků po realizaci projektu)

r = diskont

$(1+r)^{-t}$ = odúročitel

Základními ukazateli ekonomické efektivity investičních opatření jsou:

čistá současná hodnota (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

kde: CF_t - Cash - Flow projektu v roce t

r - diskont

t - hodnocené období

vnitřní výnosové procento (IRR)

$$\text{Pro } I_0 - \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0 \quad \text{platí: } IRR = r$$

- Prostá návratnost (SP), tj. podíl nákladů na investice a ročních výnosů
- Vnitřní míra výnosnosti (IRR), tj. úroková míra, při níž bude NPV = 0
- Čistá současná hodnota (NPV), tj. kumulované diskontované výnosy
- Cena jednotlivých energií uvedená v předchozím textu
- Meziroční nárůst cen energií, mezd i služeb není uvažován
- Uvažovaná diskontní sazba je $r = 4\%$
- Doba sledování projektu byla zvolena $t = 15$ let.

Vypočtené ukazatele ekonomické efektivnosti jsou soustředěny v tabulce č. 5.1.

Ekonomické ukazatele vypočtené pro jednotlivé varianty

tab. 5.1.

Varianta	IN	CF celkem	Prostá návratnost	Reálná návratnost	IRR	NPV
	[tis. Kč]	[tis. Kč/rok]	[rok]	[rok]	{ % }	[tis. Kč]
I.	705	119,9	5,9	6,1	18,2	960
II.	35 366	763,3	46,3	30,0	-9,9	-24 763

Z uvedených hodnot vyplývá, že varianta II. je poměrně nevýhodná a není možné ji doporučit k okamžité realizaci. Naopak varianta I. vykazuje velmi uspokojivé výsledky a vzhledem k menším investičním nárokům při její realizaci nepodstupuje investor prakticky žádné riziko.

6. Environmentální vyhodnocení variant

Teplo na vytápění a přípravu TUV areálu je vyráběno v centrálním zdroji, který není majetkem univerzity a tedy ani předmětem energetického auditu (viz. § 8 vyhl. 213/2001 Sb). Nejsou zde instalovány ani žádné další spotřebiče (např. v menze), které by měli vliv na ekologii.

7. Výstupy energetického auditu

7.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Budovy areálu univerzity, které byly dostavěny převážně počátkem 90. let, měly v době své výstavby relativně dobré tepelně technické parametry obvodových konstrukcí. V současné době však většina konstrukcí obvodových plášťů budov areálu nespĺňuje požadované hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 730540-2. Za největší slabinu v tomto směru lze považovat otvorové výplně, tzn. především kovová okna a dveře, která jsou sice v dobrém technickém stavu, ale velká plocha kovových rámu způsobuje značné úniky tepla. Z pohledu požadavků ve smyslu vyhlášky č. 291/2001 Sb. při stávajícím stavu nespĺňuje většina budov požadované hodnoty viz tab. 3.

S ohledem na tepelně technické parametry konstrukcí budov a možnosti regulace otopného systému, kdy většina TRV je nefunkčních a jednotlivé větve otopného systému je možné regulovat pouze centrálně z dispečinku, je celková spotřeba tepla v areálu poměrně příznivá.

Z provedené prohlídky budov je patrné, že je prováděna pravidelná údržba. Stávající teplovodní ústřední vytápění (rozvody a otopná tělesa) jsou v dobrém stavu. Problémem u otopného systému jsou ventily otopných těles ve "veřejných" prostorách, kde jsou na mnohých místech odcizeny nebo poškozeny termostatické hlavice, popř. i ovládací prvky klasických ventilů.

Rozvody TUV a výtokové armatury v soc. zařizních a v umývárkách jsou v dobrém stavu.

S ohledem na rozsah energetického auditu a nedostatečné podklady bylo nutno ve značné míře vycházet z poznatků zjištěných při fyzické prohlídce objektů.

7.2. Celkový potenciál úspor energie

Při návrhu úsporných opatření byl v jednotlivých variantách zjištěn následující celkový dosažitelný potenciál energetických úspor :

Varianta	Úspora tepla [GJ/rok]	Úspora el. energie [MWh/rok]
I	583	3
II	3714	24

7.3. Návrh optimálního řešení energeticky úsporného projektu

K realizaci jednoznačně doporučujeme variantu I, která zahrnuje následující nízkonákladová opatření blíže specifikovaná v popisu jednotlivých budov v odst. 4 :

- výměna nefunkčních TRV a instalace TRV na ostatní otopná tělesa
- instalace nové regulační jednotky s vazbou na dispečink ve směšovací stanici v budově 1
- doplnění izolací zařízení ve VS
- časové řízení cirkulace TUV

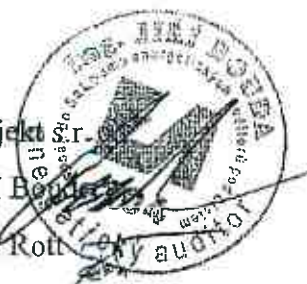
Opatření na stavebních konstrukcích budov tj. výměna otvorových výplní, blíže specifikovaná v odstavci 4 je vhodné realizovat s ohledem na dlouhou dobu návratnosti až v době fyzického dožití nebo výrazného nárůstu cen tepla. Vzhledem k technickému stavu otvorových výplní však nebude jejich výměna v brzké době aktuální.

7.4. Doporučení energetického auditora

K realizaci jsou doporučena všechna nízkonákladová opatření varianty I. Ostatní (vysokonákladová) opatření varianty II vykazují dlouhou dobu návratnosti. Výměna otvorových výplní přichází v úvahu pouze v případě nutnosti jejich celkové opravy či fyzického dožití nebo při výraznějším nárůstu ceny tepla, který by znamenal podstatné zkrácení doby návratnosti.

V Plzni dne 30.11. 2003

Zpracoval: EN projekt s.r.o.
Auditor: Ing. Jiří Bouda
Spolupráce: Ing. Jiří Rott
Ing. Petr Kropáček



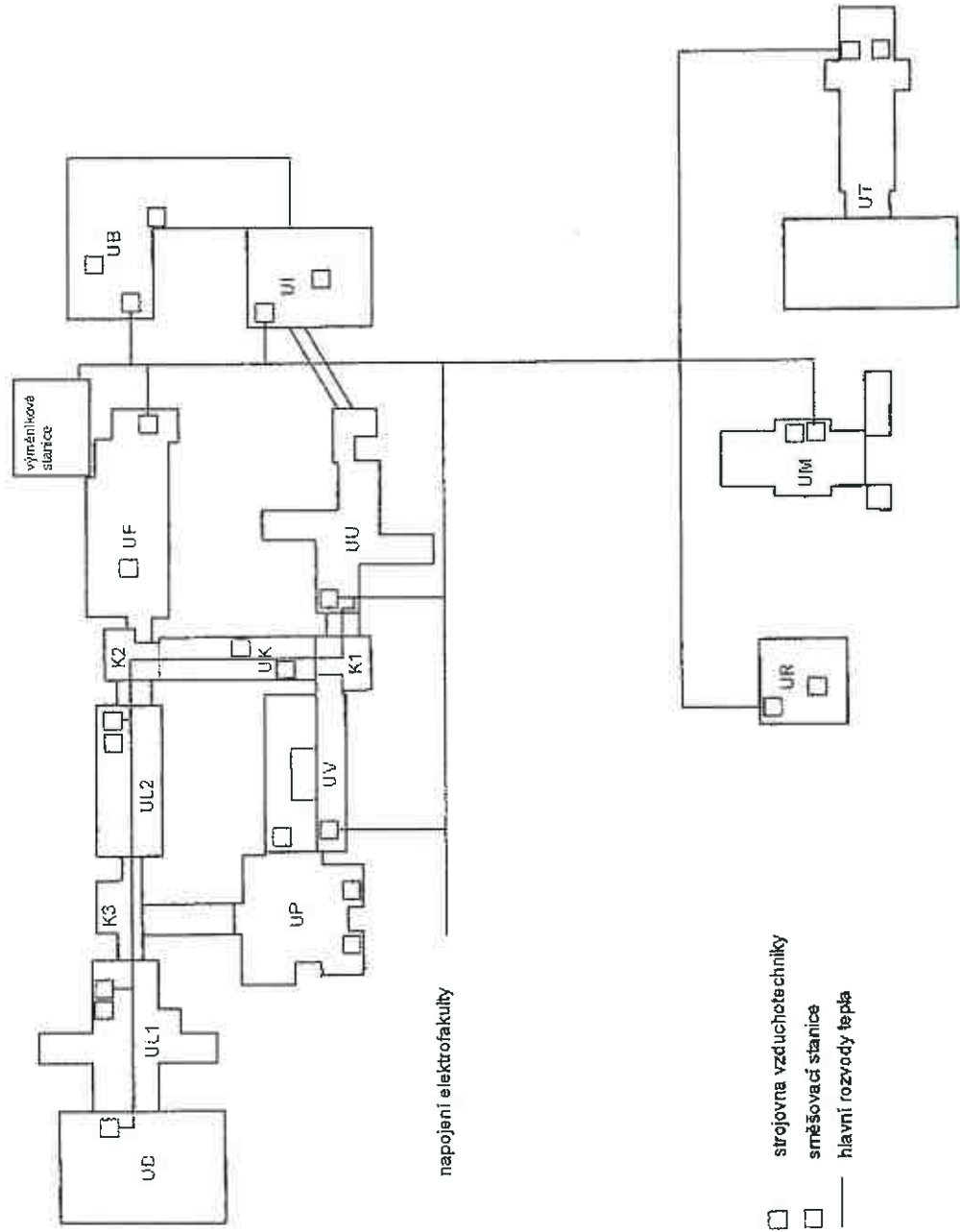
Evidenční list energetického auditu

Předmět EA		Areál Západočeské univerzity			
Adresa		Univerzitní 8, Plzeň			
Zadavatel EA		Západočeská univerzita	Zástupce	Ing. Martin Král	
Adresa zadavatele		Univerzitní 8, 306 14 Plzeň			
Telefon	377 631 060	Fax	377 631 002	E-mail	kvestor@rek.zcu.cz
Charakteristika předmětu EA		Areál Západočeské univerzity, ve kterém jsou umístěny objekty pro výuku, laboratoře, knihovna, informační centrum, rektorát, menza a objekt tělovýchovy. V tomto auditu není zahrnuta elektrofakulta, která se začala v průběhu zpracování EA teprve uvádět do provozu.			
Výchozí stav					
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)		Obvodové konstrukce budov jsou dány dobou jejich výstavby. Otvorové výplně tvoří převážně kovová okna. Pouze několik budov splňuje požadovanou hodnotu měrné spotřeby tepla při vytápění budov dle vyhlášky č. 291/2001 Sb. Areál je zásobován teplem z jedné vlastní výměňkové stanice umístěné ve společném objektu s transformační stanicí a strojovnou chladu. Na otopných tělesech jsou nainstalovány termostatické ventily i ventily s ručním ovládním, v mnoha případech s omezenou funkcí. Osvětlení je v prostorách s vyšším využitím zajištěno zářivkami . K významným spotřebičům el. energie patří kompresory pro výrobu chladu, servery, počítače , technologie kuchyně a osvětlení.			
Vlastní energetický zdroj		Instal. tep. výkon (MW)	Instal. el. výkon (MW) - zál. zdroj		
		---	0,055		
Typ energosoustrojí (profitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)					není instalováno
Teplota	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)		---		
	Nákup (GJ/r)		21 858,0		
	Prodej (GJ/r)		0,0		
Elektrina	Výroba ve vlastním zdroji (MWh/r)		0,0		
	Nákup (MWh/r)		2 134,3		
	Prodej (MWh/r)		0,0		
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)		29 541,3	z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r)		7 683,3
Spotřebič energie		Příkon (tep. ztráta) (kW)	Spotřeba energie (GJ/r, MWh/r)	Nositel energie	
Vytápění + VZT		3 303	17 990,6	teplá voda	
TUV			2 216	teplá voda	

Energeticky úsporný projekt				
Stručný popis doporučené varianty	Realizace opatření zahrnutých ve variantě I tj.: - instalace termostatických ventilů na otopná tělesa - instalace nové regulační jednotky s vazbou na dispečink v směšovací stanici v budově 1 - doplnění izolací zařízení ve VS - časové řízení cirkulace TUV			
Investiční náklady (tis. Kč)	708	z toho technologie (tis. Kč)		708
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu	
	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)
	29 541	9 784	28 958	9 664
Potenciál energetických úspor	teplo: GJ/r		el. energie: MWh/r	
	583,3		3,0	
Znečišťující látka	Výchozí stav (kg/r)	Stav po realizaci (kg/r)	Rozdíl (kg/r)	
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0	
SO ₂	0,0	0,0	0,0	
NO _x	0,0	0,0	0,0	
CO	0,0	0,0	0,0	
CO ₂	0,0	0,0	0,0	
Ekonomická efektivnost				
Cash - Flow projektu (tis. Kč/r)	119,9	Doba hodnocení (roky)		15
Prostá doba návratnosti (roky)	5,9	Diskont (%)		4,0
Reálná doba návratnosti (roky)		NPV (tis. Kč)	957,2	IRR (%)
				18,2
Energetický auditor	Ing. Jiří Bouda		Č. osvědčení	104
Podpis			Datum	30.11.2003

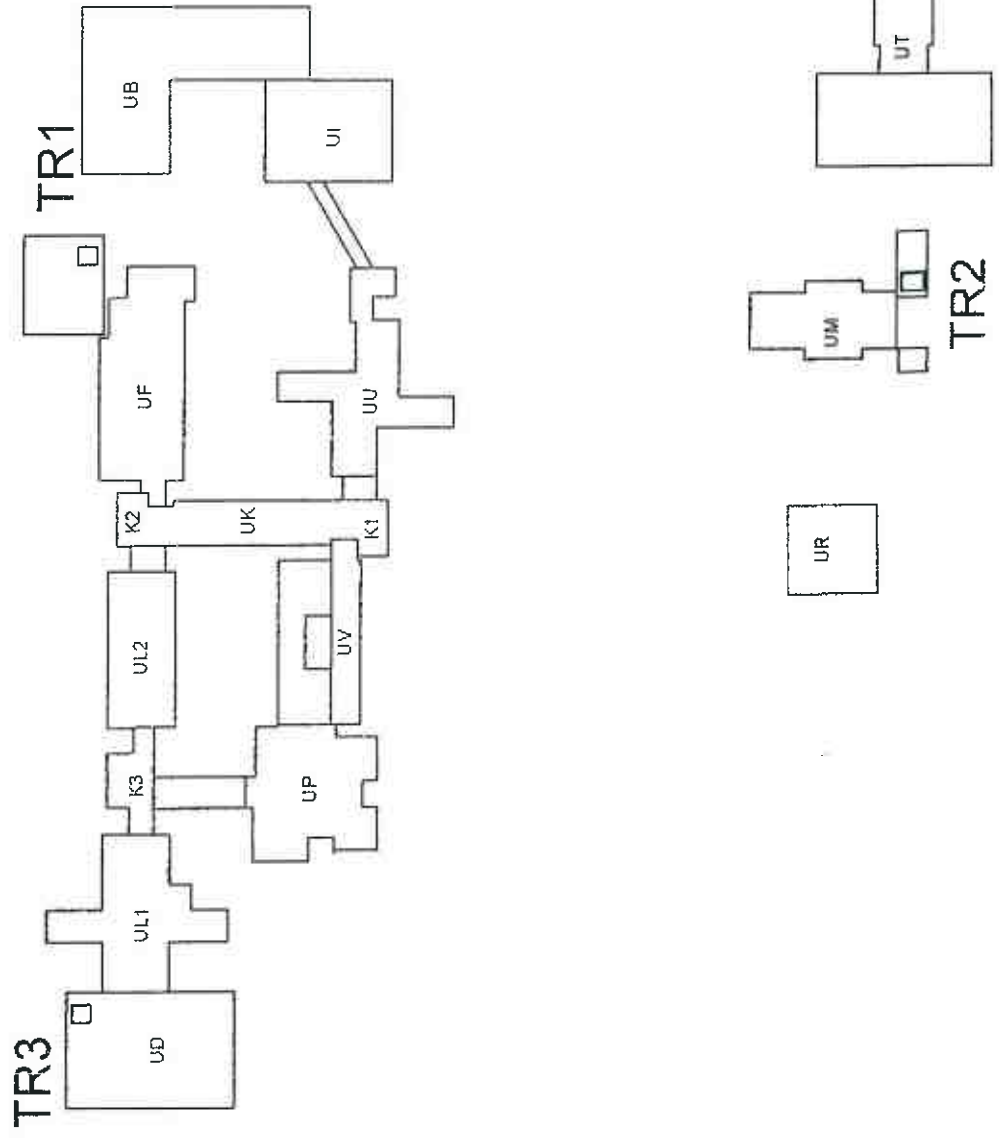
Situace hlavního zařízení pro vytápění a vzduchotechniku

Příloha č.1



Umístění trafostanic v areálu ZČU v Plzni

Příloha č.2



zař.č.	typ	funkce	množství	topný výkon	el.příkon	umístění	počet
			Q _v [m ³ .h ⁻¹]	Q _t [kW]	Q _{el} [kW]		
1	KDK 080	přívod vzduchu	8000	30	3,0	katedrový objekt chodby	1
2	RNH 630	odvod vzduchu	8500		1,5	katedrový objekt komunikační krček K1	1
3	RNH 630	odvod vzduchu	7600		1,5	katedrový objekt komunikační krček K2	1
4	KDK 040	přívod vzduchu	6000	60	2,2	laboratorní objekt chodby	1
5	N 250	odvod vzduchu	970		0,55	akumulátorovna	1
6	RNH 500	odvod vzduchu	840		0,37	zesilovací stanice rozhlasu po drátě	1
7	RNE 400	odvod vzduchu	6600		1,1	laboratorní objekt komunikační krček K3	1
8	KDK 080	přívod vzduchu	8000	64	7,0	posluchárna P 200	1
	KDKL 080	odvod vzduchu	8500				1
9	KDK 040	přívod vzduchu	2500	20	0,75	posluchárna P 100	1
	KDKL 020	odvod vzduchu	2500				1
10	KDK 040	přívod vzduchu	2500	20	0,75	posluchárna P 100	1
	KDKL 020	odvod vzduchu	2500				1
11	KDK 040	přívod vzduchu	4400	35	3,7	televizní studio	1
	KDKL 040	odvod vzduchu	4400				1
12	KDK 080	přívod vzduchu	7900	60	6,2	šatna a chodby	1
	KDK 040	odvod vzduchu	6000				1
13	RNE 400	odvod vzduchu	2400		1,2	soc. zařízení	1
14		odvod vzduchu	700			bufet strážní služba	1
15	KDK 040	přívod vzduchu	4150	35	3,7	zasedací místnost 1.NP	1
	KDKL 040	odvod vzduchu	4150				1
16	KDK 020	přívod vzduchu	3100	25	2,6	zasedací místnost 2.NP	1
	KDKL 020	odvod vzduchu	3100				1
17	KDK 080	přívod vzduchu	3100	40	2,7	kuchyně	1
	RNH 630	odvod vzduchu	3400				1
18	RNE 250	odvod vzduchu	2000		1,2	soc. zařízení	1
19	KDK 040	přívod vzduchu	2600	34	2,3	výdejna jídel	1
	RNE 400	odvod vzduchu	2800				1
19a	RNE 250	odvod vzduchu				mycí stroj	1
20	KDK 040	přívod vzduchu	4500	57,5	3,7	tělovýchova	1
	RNH 500	odvod vzduchu	5600				1
21		přívod vzduchu				kryt CO	1
		odvod vzduchu					1
22	JKL 4, JKL 10	přívod vzduchu	22300	158,8	16,7	knihovna	4
	RNH	odvod vzduchu	26200		19,4		9
23				83	8,0	informační centrum	

