

ENERGETICKÝ AUDIT

DLE ZÁKONA 406/2000 SB. O HOSPODAŘENÍ ENERGIÍ V PLATNÉM ZNĚNÍ

KOLEJE VYSOKÉ ŠKOLY EKONOMICKÉ – BUDOVA F



Odpovědný auditor:

Vypracovali:

Zpracování: 10/2018

RNDr. Pavel Fikar

Ing. Zuzana Šestáková

Ing. Petr Zahradník

Obsah

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	4
1.1. Objednatel/vlastník energetického auditu	4
1.2. Dodavatel/Zpracovatel energetického auditu.....	4
1.3. Předmět energetického auditu	4
2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU	5
2.1. Základní údaje o předmětu energetického auditu	5
2.1.1. Předmět energetického auditu	5
2.1.2. Základní popis předmětu a obsahu	5
2.1.3. Charakteristika hlavní činnosti v předmětu EA	5
2.1.4. Bližší charakteristika objektu.....	6
2.1.5. Vstupní podkladové materiály	6
2.1.6. Výčet všech energeticky významných technologií	6
2.1.7. Systém managementu hospodaření s energií.....	6
2.2. Energetické vstupy a výstupy.....	8
2.2.1. Elektrická energie	8
2.2.2. Zemní plyn.....	9
2.2.3. Voda	10
2.2.4. Balance energetických vstupů.....	11
2.3. Technologické zařízení a energetické systémy	12
2.3.1. Výroba a rozvod tepla a tepelné spotřebiče	12
2.3.2. Otopná soustava – otopná tělesa	14
2.3.3. Příprava teplé vody	14
2.3.4. Systémy větrání, VZT a klimatizace	15
2.3.5. Osvětlení	15
2.3.6. Ostatní spotřebiče	16
2.4. Popis budovy - tepelně technické vlastnosti budovy.....	17
2.4.1. Klimatické podmínky pro tepelně-technické výpočty obálky budovy	18
2.4.2. Součinitel prostupu tepla, klasifikační ukazatele prostupu tepla.....	18
2.4.3. Tepelné ztráty – měrné toky	19
3. VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU.....	21
3.1. Stavební konstrukce	21
3.2. Zhodnocení stavu technologie výroby, distribuce a regulace dodávky tepla	22
3.3. Zhodnocení užití energie ve významných spotřebičích	22
3.4. Přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimat. průměr	23
3.5. Roční energetická bilance stávajícího stavu	23
4. NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE.....	26
4.1. Druhy úsporných opatření	26
4.1.1. Rozdělení opatření dle investiční náročnosti	26
4.1.2. Rozdělení opatření dle velikosti úspor a ekonomické návratnosti opatření.....	26
4.2. Návrh opatření	27
4.2.1. Organizační opatření – Energetický management	27
4.2.2. OP 1 - Výměna prosklené části nad vstupy (propojovací krček) + výměna otvorových výplní	29
4.2.3. OP 2 – Dodatečné zateplení obvodového zdiva	29
4.2.4. Tepelně-technické charakteristiky a energetická náročnost posuzované budovy po realizaci opatření	30
4.2.5. OP 3 – Výměna stávajícího zdroje tepla	33
4.2.6. OP 4 – Vyregulování otopné soustavy.....	33

5. FORMULACE VARIANT EÚP A JEJICH EKONOMICKÉ A ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ.....	34
5.1. Formulace variant energeticky úsporných projektů (EÚP)	34
5.1.1. Varianta EÚP č.1	34
5.1.2. Varianta EÚP č.2	34
5.2. Ekonomické vyhodnocení	36
5.2.1. Okrajové podmínky	36
5.2.2. Výpočet ekonomického vyhodnocení	36
5.2.3. Ekonomické hodnocení jednotlivých EÚP	37
5.3. Ekologické vyhodnocení	38
5.3.1. Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek	38
6. VÝSTUPY AUDITU A SHRUTÍ.....	40
6.1. Zhodnocení výchozího stavu	40
6.2. Budoucí rozvoj projektu.....	40
6.3. Výběr optimální varianty	40
6.4. Navrhovaná opatření v rámci doporučené varianty EÚP.....	41
6.5. Přínosy a efekty	41
6.6. Podmínky a předpoklady	41
6.7. Konečné stanovisko auditora.....	41
7. EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU	43
8. SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	47
9. PŘÍLOHY.....	48
9.1. Příloha č.1: Seznam literatury	48
9.2. Příloha č.2 – Struktura odběru a nákladů za elektrickou energii	49
9.2.1. Struktura odběru elektrické energie za období 2015-2018	49
9.2.2. Struktura nákladů za elektrickou energii za období 2015-2018.....	50
9.3. Příloha č.3 – Struktura odběru a nákladů za zemní plyn.....	51
9.3.1. Struktura odběru zemního plynu za období 2015-2018	51
9.3.2. Struktura nákladů za odběr zemního plynu za období 2015-2018.....	52
9.4. Příloha č.4 - Struktura odběru a nákladů za pitnou vodu	53
9.4.1. Struktura odběru pitné vody za období 2015-2018	53
9.4.2. Struktura nákladů za odběr pitné vody za roky 2015-2018	54
9.5. Příloha č.5 – Soupis základních údajů o energetických vstupech za roky 2015-2016, 2016-2017 a 2017-2018	55
9.5.1. Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2015-2016.....	55
9.5.2. Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2016-2017.....	55
9.5.3. Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2017-2018.....	56
9.6. Příloha č.6 – Technologické schéma kotelny	57
9.7. Příloha č.7 - Kopie oprávnění podle § 10 b zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií	58
9.8. Příloha č.8 - Energetické štítky budovy.....	59
9.8.1. Energetický štítek budovy – stávající stav	59
9.8.2. Energetický štítek budovy – navrhovaný stav	60

1. Identifikační údaje

1.1. Objednatel/vlastník energetického auditu

Vlastník auditu:	VŠE – Vysoká škola ekonomická
Sídlo:	náměstí W.Churchilla 4
	Praha 3 - Žižkov, 130 67
IČ:	61384399
Pracovník pověřený jednáním:	Miroslav Richter
Tel.:	+420 774 909 601
Email:	Miroslav.richter@vse.cz

1.2. Dodavatel/Zpracovatel energetického auditu

Zpracovatel energetického auditu:	PROJECTICA s.r.o.
Adresa:	Chodská 1032/27
	Praha 2 – Vinohrady, 120 00
Odpovědný zástupce:	Ing. Václav Petrů
Telefon:	+420 608 779 363
Email:	vaclav@projectica.cz
IČ:	25620339
Energetický auditor:	RNDr. Pavel Fikar
Číslo oprávnění:	871
Platnost osvědčení od:	26.10.2010
Spolupracovali:	Ing. Zuzana Šestáková Ing. Petr Zahradník

1.3. Předmět energetického auditu

Předmět energetického auditu	budova F, koleje VŠE
Umístění:	V Zahrádkách 1953/67
	Praha 3 – Jarov, 130 67
	stát Česká republika
Vztah k zadavateli auditu:	Zadavatel je vlastníkem objektu

2. Popis výchozího stavu

2.1. Základní údaje o předmětu energetického auditu

2.1.1. Předmět energetického auditu

Projekt snížení spotřeby energie budovy F kolejí Vysoké školy ekonomické na Jarově.



Obrázek 1 - Situační plánec s vyznačením předmětu EA – budova F kolejí VŠE (zdroj: Google maps)

Předmět energetického auditu sestává ze samotného objektu v ulici V Zahrádkách..

2.1.2. Základní popis předmětu a obsahu

Předmětem auditu je analýza současného stavu spotřeby energie budovy F kolejí VŠE na Jarově s návrhem opatření vedoucích k zajištění energetických úspor. Předmět energetického auditu je tvořen pouze jedním samostatně stojícím objektem. Budova má vlastní zdroj na výrobu tepla, zdrojem tepla je centrální plynová kotelna, která je umístěná v suterénu objektu.

Energetický audit je zpracován na základě zákonné povinnosti a doporučuje nejvhodnější řešení na základě komplexního srovnání přínosů jednotlivých variant v oblasti úspor energie, finančních nákladů a přínosů úsporných opatření pro životní prostředí. Audit je zpracováván dle zákona č. 406/2000 Sb., O hospodaření energií, v platném znění, podrobnosti a jednotlivé náležitosti energetického auditu jsou uvedeny v platném znění vyhlášky č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku.

2.1.3. Charakteristika hlavní činnosti v předmětu EA

Budova F kolejí VŠE na Jarově je součástí městské zástavby a slouží jako ubytovací zařízení pro studenty Vysoké školy ekonomické.

2.1.4. Bližší charakteristika objektu

Objekt F kolejí je postaven v 70-tých letech 20. století. Budova se skládá ze dvou spojených bloků z nichž nejvyšší má 11.NP a strojovnu nad úrovní střechy a druhá 9.NP a strojovnu nad úrovní střechy, objekt je celý podsklepen, má 1.PP. Budova kolejí je postavena v montovaném konstrukčním systému VVÚ ETA, zastřešení objektu je pomocí ploché střechy.

Budova kolejí je zásobována zemním plynem, elektrickou energií ze sítí místních distributorů.

Budova je provozována čistě jako ubytovací zařízení pro potřeby studentů VŠE. Je provozována celoročně s nepřetržitým provozem.

Charakteristika provozu za hodnocené období 2015-2018 vztažená na odbytené lůžkodny:

- a) 2.polovina roku 2015: 40 740
- b) Rok 2016: 107 916
- c) Rok 2017: 95 869
- d) 1.polovina roku 2018: 46 124

2.1.5. Vstupní podkladové materiály

Pro zpracování zprávy o provedeném energetickém auditu (dále jen také „EA“) byla k dispozici projektová dokumentace a řada dalších podkladů a technické dokumentace jako jsou:

- Soupis spotřeb využívaných síťových forem energie (elektrické energie, zemního plynu a vody) – přehled spotřeb za roky 2015, 2016, 2017 a část 2018
- Kopie faktur využívaných síťových forem energie (vždy 1 pro danou energii)
- Stavební projektová dokumentace pro objekt F
- Energetický audit zpracovaný společností Seven o.p.s. (z roku 2010)
- Zápis o provedení odborné prohlídky nízkotlaké kotelny zpracovaná P. Knobem (z roku 2017)
- Vlastní fotodokumentace
- Výsledky šetření na místě
- Další doplňující informace

2.1.6. Výčet všech energeticky významných technologií

Nejvýznamnějším spotřebičem energie je skrze tepelné ztráty vlastní budova, které bude dále věnována majoritní pozornost. Dalšími spotřebiči energie jsou zdroje tepla pro ÚT a TV a dále pak zejména osvětlení. V neposlední řadě pak kancelářská technika (vybavení studentských pokojů elektronikou – PC, tiskárny apod., která ovšem není v předmětu EA nikterak vyhodnocována.

2.1.7. Systém managementu hospodaření s energií

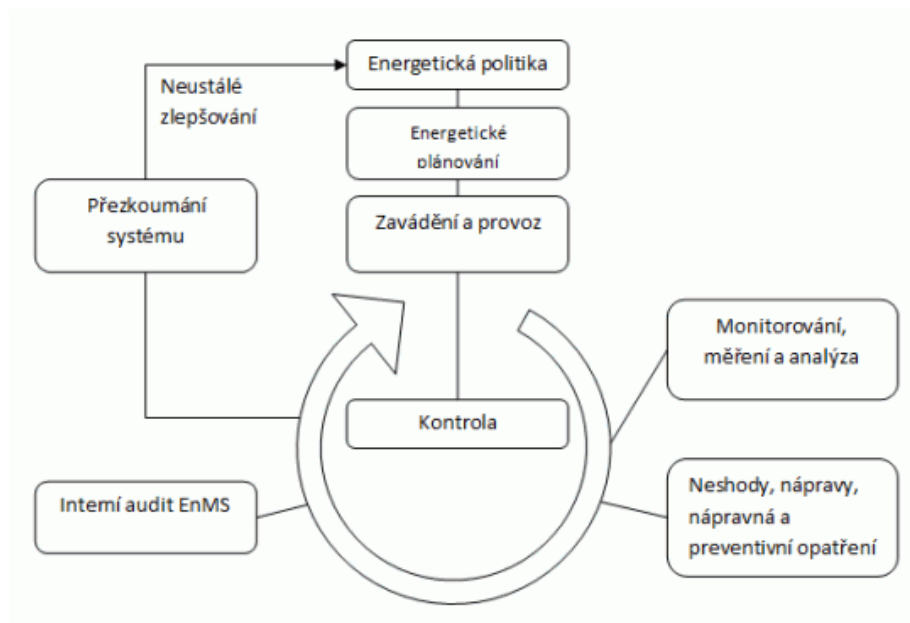
Tento systém umožňuje organizacím přijmout systematický přístup k dosahování neustálého zlepšování energetické náročnosti, včetně energetické účinnosti, využití a spotřeby energie. Požadavky na management specifikuje norma ČSN EN ISO 50 001.

Vlastník objektu však nemá v provozu implementovaný systém managementu hospodaření s energií dle požadavků uvedené normy. Nicméně spotřeby energií jsou pravidelně a dlouhodobě zaznamenávány automatizovaně.

V souladu s metodickým návodem pro splnění požadavku na zavedení systému energetického managementu (dále také jen „EnMS“) tak lze konstatovat, že: v současnosti je EnMS zaveden a využíván v objektu:

- Existuje a je využíván systém umožňující evidenci, kontrolu a řízení spotřeby energie.
- Existuje osoba zodpovědná za udržování a rozvíjení systému EnMS.

V současnosti je ustanovena osoba zajišťující správu systému jakéhosi současného energetického managementu – energetik budovy/areálu kolejí VŠE. Dotyčný pracovník má v rámci svých pracovních povinností kromě jiného průběžně sledovat a na vedení organizace předávat v pravidelných měsíčních intervalech spotřebu všech užívaných forem energie a vody na úrovni fakturačních měřidel.



Obrázek 2 - Model systému managementu dle ČSN EN ISO 50001

2.2. Energetické vstupy a výstupy

Posuzovaný objekt je zásobován zemním plynem, elektrickou energií a vodou z veřejných distribučních sítí. Zemní plyn je využíván pro centrální plynovou kotelnu, resp. pro zdroje tepla pro vytápění a přípravu teplé vody. Elektrická energie je využívána ke konečné spotřebě pro chod osvětlení, podtlakové větrání sociálních zařízení, chlazení (klimatizace), pro chod kancelářské techniky a jiných elektrických spotřebičů a pro chod různých systémů s motorovými pohony (čerpadla, ventilátory apod.).

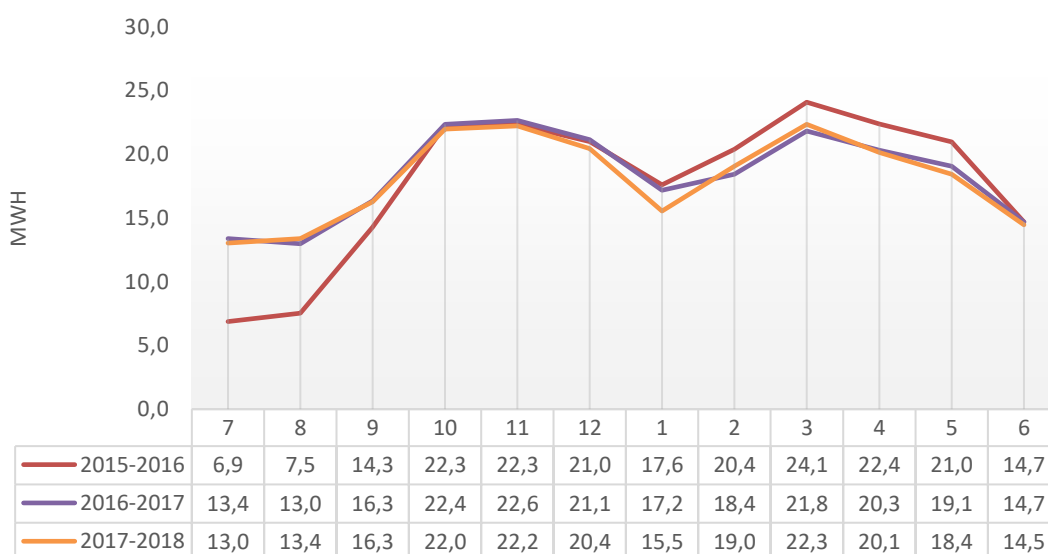
Následující informace vycházejí z poskytnutých faktur a dokladů spotřeby elektrické energie, zemního plynu a vody. Celkovou bilanci vstupů paliv a energie za poslední tři roky zobrazují níže uvedené tabulky.

2.2.1. Elektrická energie

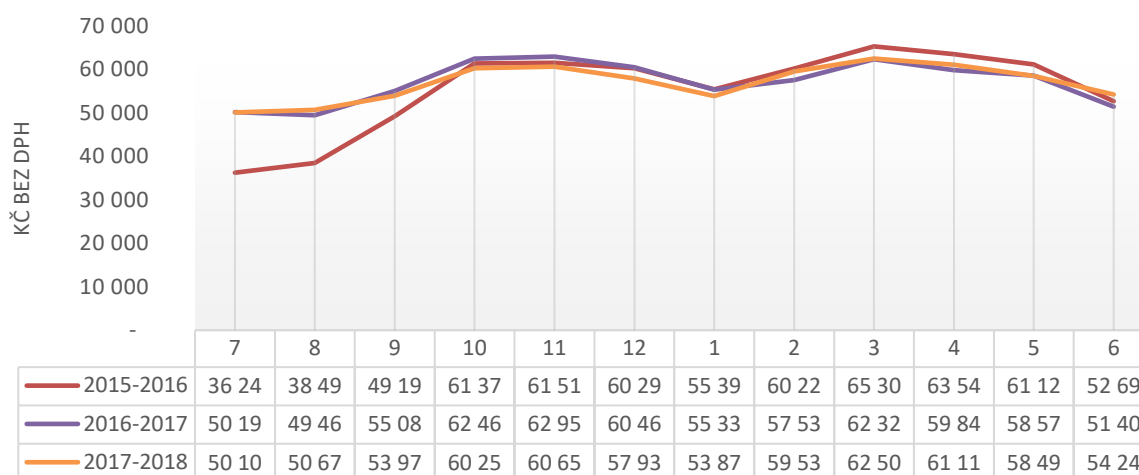
Zásobování elektrickou energií je zajišťováno dodávkou ze sítě místního distributora. Platby za odebranou elektrickou energii jsou realizovány měsíčně.

Tabulka 1 - Základní údaje o dodávce elektrické energie a odběrném místě

Popis parametru	Údaj
Dodavatel elektrické energie	Amper Market, a.s.
Adresa dodavatele	Antala Staška 1076/33a, Praha – Krč, 140 00
IČ	24128376
Odběratel	VŠE v Praze, nám. W.Churchilla 1938/4, Praha – Žižkov, 130 00
Adresa odběrného místa	V Zahrádkách 67, Praha 3, 130 00
EAN	859182400300019257
Produkt	Amper Business VN jednotarif
Číslo elektroměru	8110779330



Obrázek 3 – Celková spotřeba elektrické energie budovy F kolejí VŠE



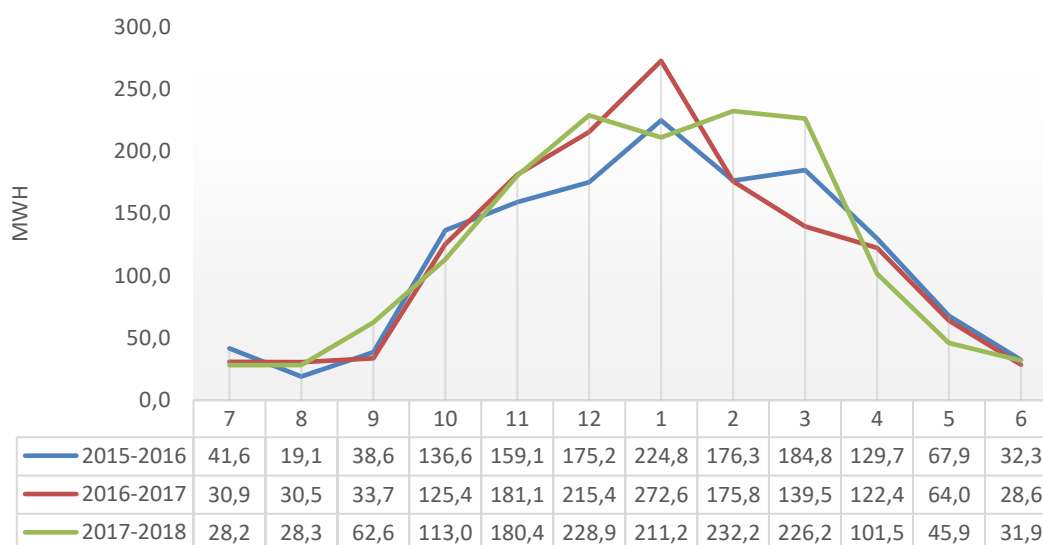
Obrázek 4 - Celkové náklady za elektrickou energii –budovy F kolejí VŠE

2.2.2. Zemní plyn

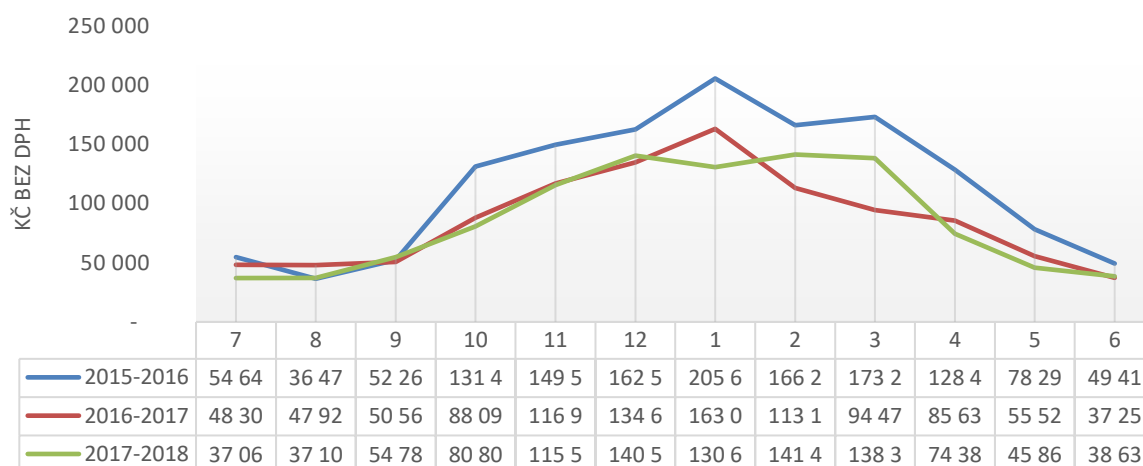
Zemní plyn je v budově F kolejí VŠE využíván pro potřeby centrální plynové kotelny pro vytápění a přípravu teplé vody. Zásobování zemním plynem je zajišťováno dodávkou ze sítě místního distributora. Platby za odebraný zemní plyn jsou realizovány měsíčně.

Tabulka 2 - Základní údaje o dodavateli zemního plynu a odběrném místě

Popis parametru	Údaj
Dodavatel plynu	Pražská plynárenská, a.s.
Adresa dodavatele	Národní 37, Praha 1, 110 00
IČ	61384399
Odběratel	Správa účelových zařízení
Adresa odběrného místa	Koněvova 93, Praha 3, 130 00
Odběrné místo EIC kod	27ZG100Z00028073
Číslo plynoměru	16391402
Měřicí zařízení	Elster G25 PN 0



Obrázek 5 – Celková spotřeba zemního plynu – budova F kolejí VŠE



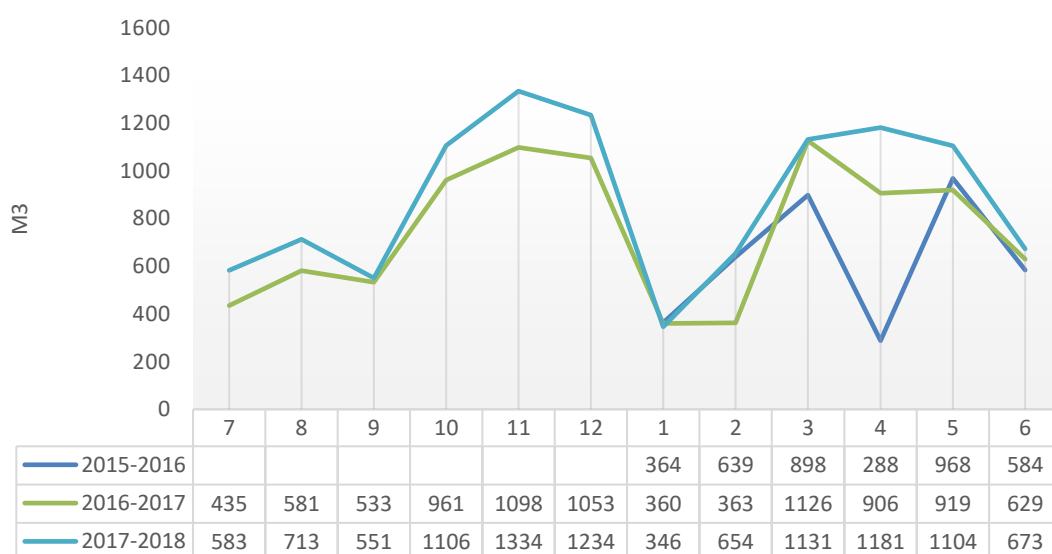
Obrázek 6 - Celkové náklady za zemní plyn – budova F koleje VŠE

2.2.3. Voda

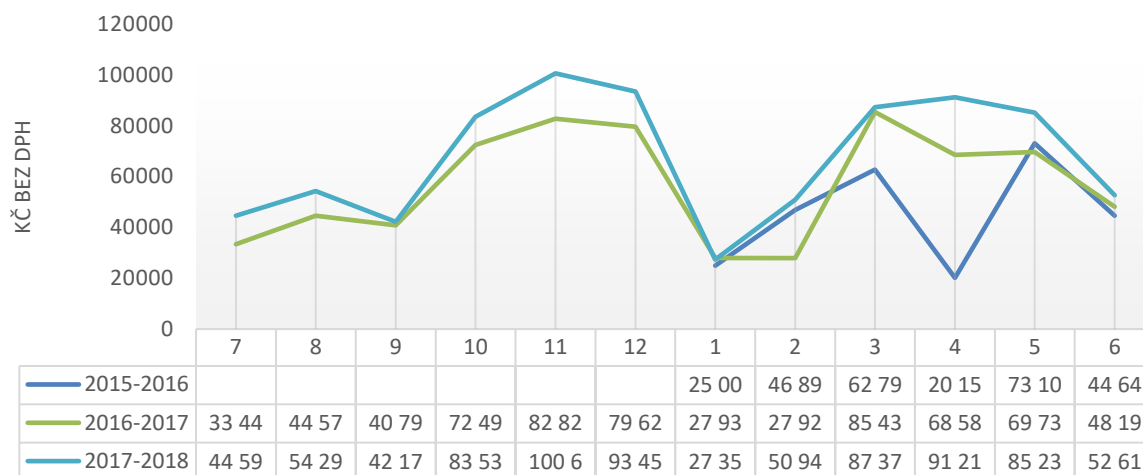
Studená pitná voda je do objektu koleje F VŠE přivedena z městského vodovodního řadu.

Tabulka 3 - Základní údaje o dodavateli pitné vody

Popis parametru	Údaj
Dodavatel pitné vody	Pražské vodovody a kanalizace, a.s.
Adresa dodavatele	Ke Kablu 971/1, Praha 10, 102 00
IČ	25656635
Odběratel	VŠE SÚZ
Adresa odběrného místa	V Zahrádkách 1953/67, Praha 3 - Žižkov
Číslo odběrného místa	300155-109
Číslo měřidla	06UH040210



Obrázek 7 - Spotřeba vody - budova F koleje VŠE



Obrázek 8 – Celkové náklady za odebranou vodu (vodné, stočné a srážky) – budova F koleje VŠE

2.2.4. Bilance energetických vstupů

Bilance energetických vstupů obsahují spotřeby různých forem energie. Průměrnou výši energetických vstupů za poslední tři roky, tzn. 07/2015–06/2018 uvádí následující tabulka. Bilance za jednotlivé období jsou pak uvedeny v příloze energetického auditu. Nejvýznamnější spotřebou z pohledu EA je spotřeba zemního plynu, dále pak elektrické energie.

Tabulka 4 - Soupis základních údajů o energetických vstupech – průměr za období 2015 - 2018

Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jedn.]	Přepočet na MWh	Roční náklady [tis. Kč]
Elektřina	MWh	217,3	3,6	217,3	678,1
Teplo	GJ				
Zemní plyn	MWh	1 432,0	3,6	1 432,0	1 153,0
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Druhotné zdroje	t				
Obnovitelné zdroje	t				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				1 649,4	1 831,1
Změna stavu zásob (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				1 649,4	1 831,1

2.3. Technologické zařízení a energetické systémy

Energetické potřeby objektu jsou kryty za pomoci dodávek zemního plynu a elektrická energie. Podíl médií na celkové spotřebě energie je přitom přibližně 86,8 % zemního plynu a 13,2 % elektřiny, čemuž v technických jednotkách odpovídá roční spotřeba 1432,0 MWh zemního plynu a 217,3 MWh elektřiny.

Zemní plyn je v objektu používán výhradně pro zajišťování tepelné pohody v otopném období skrze instalovanou teplovodní otopnou soustavu a pro přípravu teplé vody.

Elektřina je v objektu využívána pro provoz technických zařízení i chod běžných spotřebičů (osvětlení, čerpadla aj. zařízení s elektropohony, odtahové ventilátory, výpočetní technika, atd.).

Tepelná ztráta pro výpočet výkonu zdrojů tepla byly stanoveny na 416,5 kW (dle TZ Rekonstrukce kotelny z 06/2015)

2.3.1. Výroba a rozvod tepla a tepelné spotřebiče

Zdrojem tepla pro vytápění slouží centrální plynová kotelna, která je umístěná v suterénu budovy F. Kotelna je osazena dvojicí plynových kotlů IGNIS o celkovém výkonu 960 kW.

Tabulka 5 – Charakteristika zdrojů tepla

Označení	K1	K2
Výrobce	Ygnis	Ygnis
Výrobní číslo	5490200035491	5324500151129
Rok výroby	2002	2002
Hořák	EK 05.70 G-ZVT DE AT	De Dietrich G 43-1 S
Výrobní číslo	13000568B	8802-7170
Max. výkon	590 kW	590kW



Obrázek 9 – Zdroje tepla – plynové kotle



Obrázek 10 – Rozdělovač/sběrač + HVDT

Na primárním topném okruhu je u každého kotle na přívodním potrubí do kotle osazeno oběhové čerpadlo, které je automaticky spínáno dle provozu kotle. Rozvodné potrubí je vedeno do hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků. Za hydraulickým vyrovnávačem dynamických tlaků je topný systém rozdělen na rozdělovači na dva samostatné okruhy pro vytápění a jeden okruh pro přípravu teplé vody. Hlavní dvě oběhová čerpadla osazená na dvou větvích pro vytápění jsou zdvojená a oba motory jsou střídavě spínány v režimu 50/50 %. Ostatní čerpadla jsou bez zálohy.

Kotle jsou jištěny pojistnými ventily a dále je celá otopná soustava jištěna tlakovou expanzní nádobou a doplňovací soustavou. V kotelně je instalována úprava vody.

Otopný systém má automatický chod a vyžaduje pouze občasné kontroly a korekce nastavení regulačních prvků.

V roce 2015 došlo k rekonstrukci kotelný do současné podoby.

V tabulce níže jsou s využitím vzoru dle vyhlášky 213/2001 Sb., v platném znění vyhlášky 480/2012 Sb., uvedeny základní údaje o těchto energetických zdrojích. Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla vychází z bilance spotřeby zemního plynu za předchozí tři období.

Množství vyrobeného tepla k dodávce ke konečné spotřebě vychází z předpokládané průměrné účinnosti zdroje, která byla stanovena odborným odhadem, na základě výsledků revizí a technického stavu zdroje. Na relativně vysoké účinnosti výroby tepla dosahující v ročním průměru cca 92 % (hodnota vztažení k výhřevnosti $\approx 82\%$ účinnosti kotlů vztažené ke spalnému teplu) se hlavní měrou podílí komínová ztráta, ztráty sáláním a také ztráty z důvodu přerušovaného provozu hořáků. Uvedené hodnoty jsou uvedeny ve vztahu k výhřevnosti paliva. Využití instalovaného výkonu na úrovni 1.223 hod/rok naznačuje výkonovou rezervu stávajícího zdroje.

Tabulka 6 – Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie

Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
Roční celková účinnost zdroje	%	82%
Roční účinnost výroby elektrické energie	%	-
Roční účinnost výroby tepla	%	82%
Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	GJ/MWh	-
Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	GJ	5 155
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	hod	-
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	hod	1 223

Tabulka 7 – Bilance výroby z vlastních zdrojů

Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	-
Instalovaný tepelný výkon celkem	MW	0,960
Výroba elektřiny	MWh	-
Prodej elektřiny	MWh	-
Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výr. elektřiny	MWh	-
Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	GJ/r	-
Výroba tepla	GJ/r	4 227
Dodávka tepla	GJ/r	4 227
Prodej tepla	GJ/r	-
Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	GJ/r	-
Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	GJ/r	5 155
Spotřeba energie v palivu celkem	GJ/r	5 155

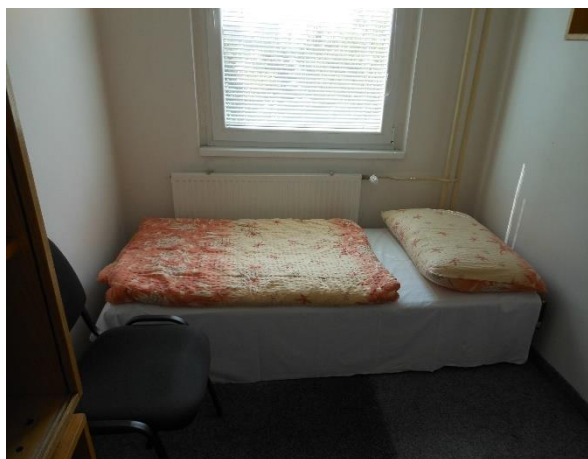
2.3.2. Otopná soustava – otopná tělesa

Otopná soustava je teplovodní, dvoutrubková s nuceným oběhem topného média. Předpokládaný topná spád pro otopná tělesa je 90/70 °C. Topné rozvody jsou provedeny z ocelových trubek závitových. Hlavní rozvodné potrubí je vedeno pod stropem suterénu k jednotlivým stoupacím potrubím. Vytápění je již v kotelně rozděleno na dvě větve: západ a východ. Potrubní rozvod je tepelně izolován.

Pro krytí tepelných ztrát jednotlivých prostor jsou osazena otopná tělesa litinová, článková typu Kalor nebo ocelová, desková typu Radik. Otopné plochy jsou opatřeny termostatickými ventily a hlavicemi (provedeno v rámci rekonstrukce kotelny v roce 2015)



Obrázek 11 – OT – litinové, článkové těleso typu Kalor



Obrázek 12 – OT – ocelové, deskové těleso typu Radik

2.3.3. Příprava teplé vody

Příprava teplé vody je řešena rychloohřevem pomocí balené předávací stanice pro ohřev teplé vody složené z deskového výměníku 700-800 kW a 2 zásobníkových nádrží Regulus R0BC-1000 o objemu 2x1000 l, čerpadel, armatur, expanzní nádoby Aquafill HW o objemu 60 l a MaR.

Příprava teplé vody je upřednostněna před vytápěním.

Maximální denní spotřeba teplé vody je 24 m³ (dle TZ Rekonstrukce kotelny z 06/2015).



Obrázek 13 – Příprava teplé vody

2.3.4. Systémy větrání, VZT a klimatizace

Větrání objektu kolejí je pouze přirozené v závislosti na požadavcích jednotlivých uživatelů. V objektu není instalován žádný systém řízeného, nuceného větrání (VZT). V umývárkách jsou instalovány pouze odtahové ventilátory, dotace energie odvedeného těmito ventilátory je prostřednictvím klasického vytápěcího systému s otopnými tělesy.

Pro chlazení kanceláře a vrátnice v 1.NP, slouží Split systém s vnější kondenzační jednotkou a vnitřní klimatizační jednotkou v nástěnném provedení. Tato instalace je využívána sporadicky, její provoz je odhadován v desítkách hodin ročně. Server, který je umístěn v suterénu objektu je rovněž strojně chlazen pomocí Split systému, venkovní jednotka je umístěna u stupu do budovy.

Pozn.: Klimatizační systémy nejsou podružně měřeny, resp. není měřena spotřeba elektřiny, tepla, vody ani provozní hodiny chodu systému. V energetické bilanci jsou hodnoty odhadnuty na základě známých údajů z podobných realizací a na základě odhadovaných provozních hodin chodu systému.

2.3.5. Osvětlení

Systém osvětlení budovy je řešen kombinací přirozeného a umělého osvětlení. Přirozené osvětlení je realizováno pomocí okenních otvorů. Umělé osvětlení je realizováno pomocí různých osvětlovacích soustav. V největší míře je zastoupeno zářivkové osvětlení – kompaktní či lineární zářivky.

V jednotlivých prostorech jsou tedy použity různé druhy svítidel i zdrojů světla (výkonově). Tělesa jsou nejčastěji přisazena na stropě nebo stěně či zavěšená. Stav svítidel odpovídá technologickému i morálnímu stáří.



Obrázek 14 – Osvětlení vstupu



Obrázek 15 - Osvětlení studentského pokoje

V průběhu zpracování EA nebyly k dispozici podklady pro výpočet spotřeby energie na osvětlení (příkony osvětlovacích soustav, počet svítidel, počet zdrojů, světelná charakteristika zdrojů apod.), proto je tato spotřeba v bilanci zahrnuta ve spotřebě na technologické a ostatní procesy.

2.3.6. Ostatní spotřebiče

V obou věžích jsou instalovány osobní výtahy pro přepravu osob o nosnosti 1000 kg každý od MSV Liberec. Výtahy jsou situovány v prostoru schodišť.

V suterénu objektu se dále nachází prádelna, která je osazena 8 pračkami a 2 sušičkami prádla.



Obrázek 16 - Prádelna

2.4. Popis budovy - tepelné technické vlastnosti budovy

Objekt F se skládá ze dvou spojených bloků, z nichž vyšší má 11.NP a nižší 9.NP, oba se strojovnou nad úrovní střechy. Objekt je podsklepen a zastřešen pomocí plochých střech.

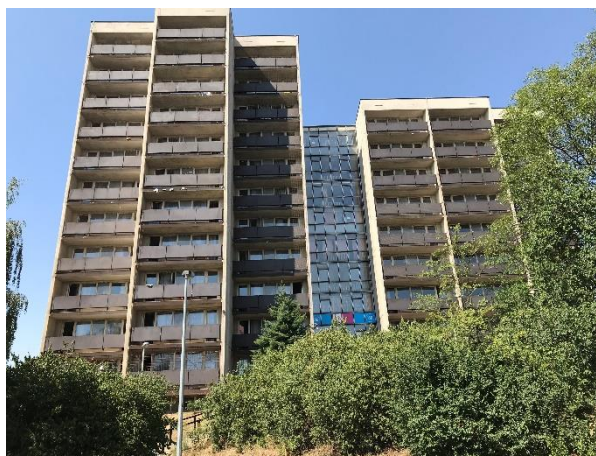
Budova kolejí byla postavena v 70-tých letech 20. století v montovaném systému VVÚ ETA.

Svislá nosná konstrukce budovy je tvořena železobetonovými panely o tl. 300, 250 a 200 mm, vodorovné nosné konstrukce jsou montované ze stropních panelů o tloušťce 200 mm. Obvodový plášť je montovaný z parapetních a celostěnových vrstvených panelů s původní vloženou tepelnou izolací. Konstrukční výška podlaží činí 2,8 m. Vstupní portál hlavního vchodu je orientován z východní stran, prosklená stěna v místě spojení dvou bloků budovy včetně vstupních dveří je kovová konstrukce s jednoduchým zasklením. Výplně otvorů jsou převážně dřevěná zdvojená okna, na severní a jižní straně byla okna vyměněna za plastová zasklená izolačním dvojsklem. Východní vstup je nový, proveden z hliníkových profilů s izolačním dvojsklem.

Střecha objektu je řešena jako plochá, jednoplášťová, nepochozí, s klasickým pořadím vrstev. Střecha byla rekonstruována a dodatečně zateplena a je opatřena povlakovou hydroizolací. Střecha je spádovaná do odtokových žlabů.



Obrázek 17 – Pohled východní



Obrázek 18 - Pohled západní



Obrázek 19 - Pohled na střechu a obvod.panely



Obrázek 20 - Prosklený krček

2.4.1. Klimatické podmínky pro tepelně-technické výpočty obálky budovy

Pro potřeby vyhodnocení tepelně-technických parametrů obálky budovy jsou níže uvedeny referenční klimatické podmínky dané lokality. Budova se nachází v klimatické oblasti s těmito parametry:

- Výška nad mořem: 181 m n.m.
- Výpočtová venkovní teplota: -12°C dle ČSN EN 12831
- Výpočtová venkovní teplota: -13°C dle ČSN 730540
- Střední teplota venkovního vzduchu: $4,3^{\circ}\text{C}$ (padesátiletý průměr tem = 13°C)
- Počet dnů otopného období: 225 (padesátiletý průměr tem = 13°C)
- Průměrná vnitřní teplota: 20°C

2.4.2. Součinitelé prostupu tepla, klasifikační ukazatele prostupu tepla

V následující tabulce jsou uvedeny základní parametry součinitelů prostupu tepla jednotlivých stavebních konstrukcí posuzované budovy dle ČSN 730540-2 (2011).

Tabulka 8 - Základní parametry ochlazovaných konstrukcí pro budovu – výchozí stav

Popis konstrukce	U_i	U_n	U_{rec}	splnění požadavku
	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	
Plastové okno	1,20	1,50	1,20	ano/ano
Dřevěné okno	2,40	1,50	1,20	ne/ne
Dřevěné prosklené dveře	2,40	1,50	1,20	ne/ne
Hliníková sestava_okno	1,20	1,50	1,20	ano/ano
Hliníková sestava_dveře	1,20	1,70	1,20	ano/ano
Kovová sestava_okno	4,50	1,50	1,20	ne/ne
Kovová sestava_dveře	4,50	1,70	1,20	ne/ne
Prosklená stěna krček	4,50	1,50	1,20	ne/ne
OS tl. 300 mm	0,97	0,30	0,25	ne/ne
OS tl. 250 mm	1,01	0,30	0,25	ne/ne
OS tl. 200 mm	1,05	0,30	0,25	ne/ne
Střecha	0,11	0,24	0,16	ano/ano
Střecha vstup	0,80	0,24	0,16	ne/ne
Vytápěný suterén (podlaha)	1,37	0,45	0,30	ne/ne
Vytápěný suterén (sut.stěna)	0,98	0,45	0,30	ne/ne
Strop do šachet	2,94	0,60	0,40	ne/ne

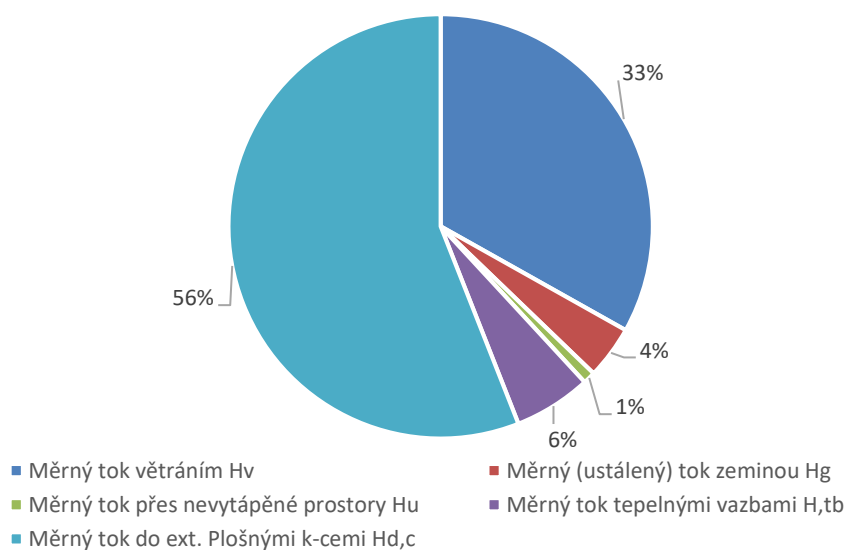
Z porovnání parametrů stávajících konstrukcí a požadovaných/doporučených normových hodnot je zřejmé, že většina stavebních konstrukcí nesplňuje stávající požadavky ČSN 730540-2 (2011) – Tepelná ochrana budov, týkající se součinitele prostupu tepla. Obálka budovy je zařazena v kategorii – **F – velmi ne hospodárná**.

Tabulka 9 – Charakteristika obálky budovy – výchozí stav

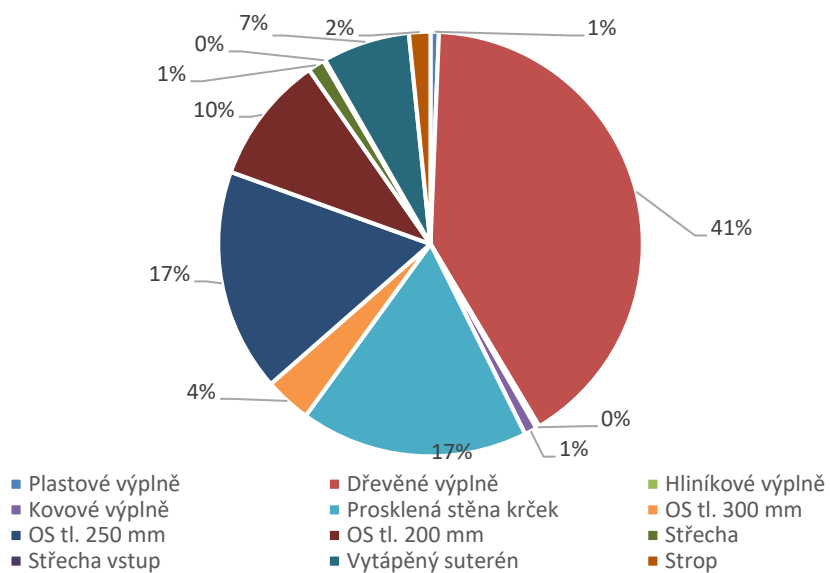
Ukazatel	Hodnota
Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	23 308,7 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných k-cí ohraničující objem budovy	6 574,9 m ²
Objemový faktor budovy A/V	0,28 m ² /m ³
Typ budovy	ubytovací
Převažující vnitřní teplota v otopném období Θ_{im} °C	20
Převažující vnitřní teplota v zimním období Θ_e °C	-13
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T/A$ [W/m ² K]	1,28
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rec}$ [W/m ² K]	0,43
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$ [W/m ² K]	0,57
Klasifikační třída	F

2.4.3. Tepelné ztráty – měrné toky

Výpočet tepelných ztrát posuzovaného objektu byl proveden obálkovou metodou s přihlédnutím k účelu posuzované budovy a na základě stanovené střední výpočtové teploty jako vážený průměr pro celý vytápěný prostor. Tepelné ztráty byly určeny v souladu s ČSN a vyhláškou 78/2013 Sb. Pro venkovní návrhovou teplotu v zimním období $t_e = -13$ °C a pro převažující návrhovou vnitřní teplotu $t_m = 20$ °C. Výsledky pro stávající výchozí stav posuzované budovy je uveden v následujících grafech.



Obrázek 21 - Struktura celkového měrného toku – stávající stav

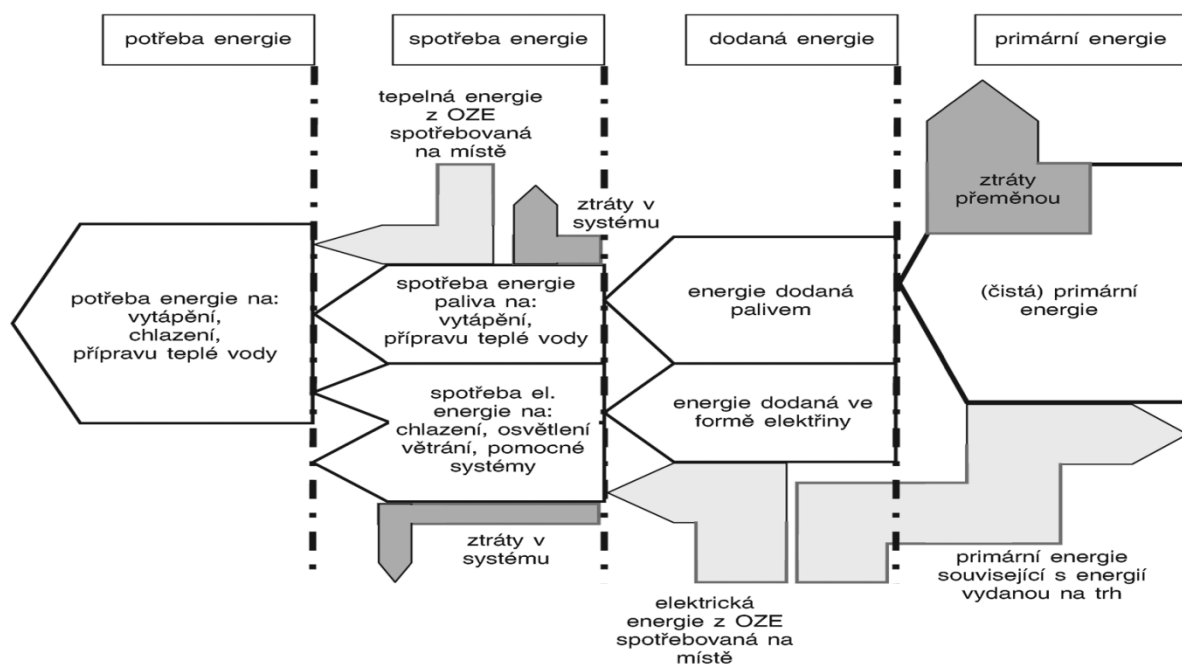


Obrázek 22 - Struktura celkového měrného toku obalovými konstrukcemi budovou – stávající stav

3. Vyhodnocení stávajícího stavu

Celková energetická bilance budovy je uvedena v následující tabulce. Tato bilance odráží stávající stav objektu a je výchozí pro návrh úsporných opatření v předmětu EA.

Celková energetická bilance, jejíž tabulkové zpracování je uvedeno v bodu 1. přílohy č. 4 k vyhlášce 480/2012 Sb. Tato bilance je zpracována na základě spotřeby za poslední 3 roky pro dlouhodobý průměr vnějších teplotních podmínek, přičemž jsou uvedena veškerá vstupní data použitá pro přepočet spotřeby na dlouhodobý průměr vnějších teplotních podmínek. Přepočet je proveden denostupňovou metodou.



Obrázek 23 Schéma postupu potřeby energie budovy pro stanovení energetické náročnosti (Směrnice EP a R 2010/31/EU)

3.1. Stavební konstrukce

Původní stavební konstrukce posuzované budovy nesplňují požadavky současných norem a vyhlášek. Díky tomu je obálka budovy dle klasifikace ČSN 73 0540-2:2011 – Tepelná ochrana budov hodnocena jako velmi nevhodná. Stávající stav tak skýtá významný potenciál úspor tepla v případě řádného zateplení a je proto předmětem návrhových opatření.

Tabulka 10 – hodnocení tepelně-technických vlastností budovy dle ČSN 730540-2(2011)

Objekt	Popis parametru / Údaje	
	Hodnocení obálek a energetické náročnosti posuzovaných budov v současném stavu dle ČSN 730540-2/2011	
	Klasifikační ukazatel prostupu tepla obálkou budovy (U _o)	Klasifikační třída prostupu tepla obálkou hodnocené budovy
VYSOKOŠKOLSKÁ KOLEJ - BUDOVA F	1,98	E - nevhodná

3.2. Zhodnocení stavu technologie výroby, distribuce a regulace dodávky tepla

Vysokoškolská kolej – budova F má vlastní zdroj energie. Jedná se o centrální plynovou kotelnu, která je umístěná v suterénu objektu. Kotelna je osazena dvojicí kotlů YGNIS v kaskádě o celkovém výkonu 960 kW. Topná soustava je teplovodní s nadřazeným regulačním systémem, komplexně regulujícím dodávku tepla v závislosti na venkovních podmínkách – ekvitermní regulace, resp. na základě čidla venkovní teploty. Jednotlivé topné větve jsou osazeny čerpadly s proměnnými otáčkami. Soustava je tedy hospodárně provozována.

Tepelná ztráta vnitřních rozvodů tepla není uvažována, neboť rozvody prochází buď vytápěným prostorem nebo slouží k temperování prostor. Páteřní rozvody systému vytápění jsou tepelně izolovány navlekovou tepelnou izolací různé tloušťky.

Otopná soustava je teplovodní, dvoutrubkové s nuceným oběhem topného média. Otopná tělesa jsou převážně litinová, článková nebo ocelová desková a jsou osazena termostatickými ventily a hlavici. Tepelné ztráty z potrubí jsou tedy využity pro vytápění, OT jsou osazena armaturami s regulační schopností, dodávka tepla do jednotlivých prostor je tedy hospodárná.

Příprava teplé vody je realizována centrálně v 2 zásobnících TV o objemu 2x1000 l přes deskový výměník tepla. Umístěna je v suterénu spolu R+S pro vytápění. Na potrubí teplé vody je osazeno cirkulační čerpadlo s regulací otáček, příprava TV je vždy upřednostněna před vytápěním objektu. Příprava TV je hospodárná.

3.3. Zhodnocení užití energie ve významných spotřebičích

Elektrická energie je v posuzovaném objektu využívána zejména na osvětlení jednotlivých prostor, pro chod klimatizačních jednotek, pro chod čerpadel a regulace a ostatních prvků systému MaR a pro chod počítačové techniky (PC, monitory, tiskárny apod.).

Relativně malým spotřebičem elektrické energie je chlazení kancelářských místností a serveru v letním období. Ke chlazení těchto prostor jsou využívány Split systémy s vnitřní a venkovní kondenzační jednotkou. V předmětu EA jsou instalována celkem 3 zařízení, která se liší nejen chladicím faktorem, chladicím výkonem, ale i velikostí a provedením. Instalovaná zařízení jsou využívána v závislosti na požadavcích jednotlivých uživatelů, jejich provoz je relativně hospodárný (v závislosti na jednotce či systému).

Spotřeba energie na osvětlení je ovlivněna kvalitou, počtem a výkonem osvětlovací soustavy. Světelné zdroje jsou ve velké míře zastoupeny zářivkami, jejich počet se liší dle druhu svítidla.

V EA není vyhodnocena spotřeba elektrické energie na počítačové vybavení kanceláří a pokojů studentů (PC, tiskárny, monitory apod.), resp. tato spotřeba je započtena v technologické a ostatní spotřebě. Stav vybavení kanceláří a pokojů počítačovou technikou není nikterak vyhodnocován.

3.4. Přepočítání spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

Roční spotřeba tepla (na patě objektu) pro vytápění posuzovaného objektu pro výchozí období – průměr klimatických podmínek let 06/2015-06/2018 – se započtením účinnosti výroby, distribuce a regulace odběru tepla byla stanovena na **1432 MWh/rok zemního plynu**, přičemž na krytí statických tepelných ztrát připadá 720 MWh/rok a ztráty přeměnou a v rozvodech je 258 MWh/rok, zbylá část je 454 MWh/rok je pro krytí potřeby tepla pro přípravu TV.

Pro potřeby dalších výpočtů v rámci hodnocení efektů navrhovaných opatření je však nutné ji normalizovat na dlouhodobé klimatické podmínky, tj. tzv. referenční rok.

Vzhledem ke skutečnosti, že dlouhodobý normál je klimaticky chladnější a tedy energeticky náročnější, než byla léta výchozího období (viz tabulka níže), je nutné spotřebu tepla určenou na vytápění navýšit. Při daných tepelných ztrátách a stejném způsobu užívání budov by za průměrných klimatických podmínek roční spotřeba tepla (energie v palivu) pro vytápění posuzované budovy pak dosahovala hodnoty **1604 MWh/rok zemního plynu** (z toho ztráty prostupem a větráním 1315 MWh/rok a v rozvodech je 289 MWh/rok).

Tato hodnota vstupuje do referenční (upravené) roční bilance energetických zdrojů a spotřeb a je základem pro posuzování energeticky úsporných opatření.

Tabulka 11 - Klimatické podmínky a výchozí období 2015-2018

Tabulka denostupňů				
Denostupně D _{20,0}	Zadané období			Normál 1961- 1990
	2015/16	2016/17	2017/18	
Červenec	0	0	0,0	0
Srpen	0	0	0,0	0
Září	89	25	87,1	22
Říjen	311	327	206,0	319
Listopad	338	480	425,5	468
Prosinec	421	567	529,0	592
Leden	588	714	485,9	647
Únor	443	469	587,7	556
Březen	456	349	531,0	478
Duben	290	299	85,9	323
Květen	76	82	11,3	57
Červen	0	0	0,0	0
CELKEM	3 010	3 311	2 949	3 461
Podíl k DTN	87%	96%	85%	100%

Pozn.: Klimatické údaje platné pro oblast Praha – Karlov (Zdroj: <https://vytapani.tzh-info.cz/tabulky-a-vypocty/103-vypocet-denostupnu>).

3.5. Roční energetická bilance stávajícího stavu

Tabulka níže uvádí roční energetickou bilanci předmětu EA ve stávajícím stavu resp. jako průměr posledních tří let (2015-2018).

Jak z ní vyplývá, část energetických vstupů se dnes ztrácí v transformačních procesech aniž by byla efektivně užita. Potenciál úspor lze tedy hledat v instalaci účinného zdroje na ÚT a

TV. Potenciál úspor je pak nadále viděn v konečné spotřebě, a to speciálně u krytí tepelných ztrát objektu, jehož stávající tepelně-technické parametry významně zaostávají za současnými požadavky.

Tabulka 12 - Výchozí roční energetická bilance období 2015-2018

Ukazatel	Energie		Náklady
	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
Vstupy paliv a energie	5 938	1 649	1 831
Změna zásob paliv	0	0	0
Spotřeba paliv a energie (ř.1+ř.2)	5 938	1 649	1 831
Prodej energie cizím	0	0	0
Konečná spotřeba paliv a energie (ř. 3 - ř. 4)	5 938	1 649	1 831
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech (z ř. 5)	928	258	208
Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)	2 592	720	580
Spotřeba energie na chlazení (z ř. 5)	121	34	105
Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř. 5)	1 636	454	366
Spotřeba energie na větrání (z ř. 5)	0	0	0
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř. 5)	0	0	0
Spotřeba energie na osvětlení (z ř. 5)	0	0	0
Spotřeba ener.na technol.a ostatní procesy (z ř. 5)	661	184	573

Pozn.: Celková energetická bilance platí pro průměr za roky 07/2015–06/2018

- 1) Spotřeba energie na vytápění obsahuje spotřebu energie pro potřeby vytápění pro teplovodní otopnou soustavu
- 2) Roční spotřeba chladu je stanovena odborným odhadem energetického auditora na základě empirického předpokladu, že pro daný případ provozu chladicí soustavy s plným výkonem bude cca 150 hod/rok pro kanceláře a 8760 hod/rok pro server. Tuto provozní dobu je nutno chápat pouze jako přibližnou, neboť se případ od případu liší v závislosti např. na míře prosklené plochy, pracovní době, účelu využití dané části prostoru, míře trvání zátěže apod.
- 3) Roční spotřeba teplé vody je stanovena na základě výpočtu dle ČSN EN 15316-3-1
- 4) V předmětu EA se nenachází technologie, která upravuje vlhkost vzduchu, tzn. Spotřeba energie na úpravu vlhkosti není definována.
- 5) V předmětu EA se nenachází významná technologie na větrání prostorů s výjimkou odtahových ventilátorů na sociálním zařízení.
- 6) Vzhledem k tomu, že v průběhu zpracování EA nebyly k dispozici potřebné podklady pro výpočet spotřeby energie na osvětlení, je tato hodnota součástí spotřeby energie na technologické a ostatní procesy
- 7) Ve spotřebě energie na technologické a ostatní procesy je započtena energie na chod kancelářské techniky, elektronického vybavení pokojů (PC, notebooky, monitory apod.) a tedy i osvětlení
- 8) Spotřeba energie na vytápění (ÚT) a na přípravu TV je hrazena teplem z centrální plynové kotelny
- 9) Spotřeba energie na chlazení a na osvětlení je hrazena nakoupenou elektrickou energií.

Následující tabulka uvádí normované energetické nároky objektu pro účely vytápění a přípravy TV. Spotřeba elektrické energie na chod osvětlení a další technologická spotřeba je shodná s roční energetickou bilancí za průměr let 2015-2018.

Tabulka 13 – Roční energetická bilance pro výchozí období (přepočet na DTN) – referenční hodnota

Ukazatel	Energie		Náklady (tis. Kč)
	(GJ)	(MWh)	
Vstupy paliv a energie	8 193	2 276	2 335
Změna zásob paliv	0	0	0
Spotřeba paliv a energie (ř.1+ř.2)	8 193	2 276	2 335
Prodej energie cizím	0	0	0
Konečná spotřeba paliv a energie (ř. 3 - ř. 4)	8 193	2 276	2 335
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech (z ř. 5)	1 039	289	232
Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)	4 735	1 315	1 059
Spotřeba energie na chlazení (z ř. 5)	121	34	105
Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř. 5)	1 636	454	366
Spotřeba energie na větrání (z ř. 5)	0	0	0
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř. 5)	0	0	0
Spotřeba energie na osvětlení (z ř. 5)	0	0	0
Spotřeba ener.na technol.a ostatní procesy (z ř. 5)	661	184	573

4. Návrh opatření ke snížení spotřeby energie

4.1. Druhy úsporných opatření

4.1.1. Rozdělení opatření dle investiční náročnosti

Úsporná opatření lze rozdělit na opatření beznákladová, nízkonákladová a vysokonákladová, viz tabulka níže.

Tabulka 14 – Příklad rozdělení energeticky úsporných opatření z pohledu investiční náročnosti – obecná opatření

Řádek (zdroj dat)	Nákladovost opatření	Popis opatření
1	Beznákladová	<ul style="list-style-type: none"> - průběžná kontrola funkčnosti všech regulačních prvků OS a OT, - průběžná kontrola nastavení termostatu ohřívače TUV, - důsledná kontrola stavu uzavíracích armatur odběrných míst TUV, - důsledná kontrola stavu umělého osvětlení.
2	Nízkonákladová - v rámci provozu a údržby	<ul style="list-style-type: none"> - pravidelná výměna nefunkčních regulačních prvků, - oprava nebo výměna uzavíracích výtokových armatur TUV, - postupná výměna stávajících starších typů osvětlovacích těles za úspornější, - energetický management, - cílová analýza spotřeb energie (monitoring & targeting).
3	Vysokonákladová - investice	<p><u>Komplexní stavební úpravy:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - výměna původních výplní otvorů, - zateplení fasád, - zateplení vybraných stropních a střešních konstrukcí. <p><u>Komplexní rekonstrukce tepelného hospodářství areálu v oblasti výroby, distribuce a spotřeby tepla:</u> zvměna stávajících plynových kotlů za kondenzační, rekonstrukce soustavy ÚT, zónování OS s ET regulací TV jednotlivých topných větví s možností časového nastavení a zavedení nočních, víkendových a prázdninových útlumů, modernizace soustavy TUV s možností časového omezování cirkulace vody, TS směřování před výtokem a osazení úsporných výtokových armatur.</p> <p><u>Využití OZE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - instalace zařízení pro fototermickou přeměnu a využití energie slunečního záření pro přípravu TUV v přechodném a letním období.

4.1.2. Rozdělení opatření dle velikosti úspor a ekonomické návratnosti opatření

- Opatření s rychlou návratností – opatření, která dosahují značných úspor v poměru vynaložených nákladů. Pro taková opatření musí být již vytvořeny podmínky.
- Opatření nenávratná nebo s vysokou dobou ekonomické návratnosti – opatření, která snižují energetickou náročnost objektu, ale jejich instalace je velmi finančně náročná.

V rámci energetického auditu byly analyzovány možnosti úspor zejména v tepelném hospodářství. Výsledkem těchto analýz jsou následující návrhy energeticky úsporných opatření.

4.2.Návrh opatření

Navrhovaná opatření jsou dána rámcově, na jejich provedení je nutno zpracovat samostatný projekt, kde budou zpřesněny způsoby provedení a kde budou uvedeny podrobnosti technického řešení. Navržená opatření mají identifikovat úsporný potenciál, nikoli vyprojektovat jeho konkrétní využití.

Opatření jsou, s ohledem na ztráty objektu, navržena na stavebních konstrukcích. Návrh stavebních úprav, které povedou ke zlepšení tepelně-technických vlastností objektu a tím následně k možným energetickým úsporám, zahrnuje zateplení obvodového zdiva a výměnu otvorových výplní včetně prosklené části nad vstupy (v minulosti již došlo k zateplení střešní konstrukce).

Navrhovaná opatření v oblasti stavebních úprav budou prováděna tak, aby byly dosaženy u jednotlivých stavebních konstrukcí nejvýše doporučené hodnoty součinitelů prostupu tepla a současně tak, aby celková průměrná hodnota prostupu tepla obálkou objektu dosahovala úrovně minimálně požadované dle ČSN 730540-2(2011) – Tepelná ochrana budov.

Vzhledem k tomu, že díky zateplení obálky budovy dojde k výrazné redukci na tepelné ztrátě bude dalším úsporným opatřením výměna zdrojů tepla pro ÚT a TV včetně nového vyregulování otopné soustavy a nová MaR.

- **Organizační opatření – Energetický management**
- **OP 1 – Výměna prosklené části nad vstupy + výměna otvorových výplní**
- **OP 2 – Dodatečné zateplení obvodového zdiva**
- **OP 3 – Výměna zdroje tepla na vytápění a přípravu TV**
- **OP 4 – Vyregulování otopné soustavy**

4.2.1. Organizační opatření – Energetický management

Organizační opatření obecně umožňují dosahovat úspor energie bez vynaložení finančních prostředků, případně pouze s malými náklady.

V rámci tohoto opatření je doporučováno zejména:

- dodržování zhasínání v momentálně nevyužívaných prostorech
- optimalizace nastavení ekvitermní křivky
- důsledná a opakovaná regulace otopné soustavy (s minimalizací nevhodných zásahů do otopné soustavy uživateli)
- zavádění změn v užívání prostorů do systému měření a regulace (zejména omezení větrání nevyužívaných prostorů)
- pravidelná údržba atd.

S minimálními náklady se pak doporučuje:

- instalovat čidla přítomnosti osob
- soumraková čidla atp.

Prínos opatření spočívá i v identifikaci a odstranění neefektivních provozních režimů a stavů.

Podporou pro realizaci nejen těchto opatření může být zavedení systému managementu hospodaření energií (EnMS) dle ČSN EN ISO 50001.

Cílem energetického managementu je tedy snížit provozní náklady cestou snížení plateb za energii prostřednictvím snížení její spotřeby. Dále příznivě ovlivnit náklady na údržbu.

Současný stav energetiky je charakterizován dodávkou elektrické energie, zemního plynu a vody do budovy od hlavních dodavatelů a jejich spotřebou v hlavních i podružných spotřebičích v budově s tím, že největším spotřebitelem je samotná budova. V objektu jsou instalována měřicí zařízení – plynoměr, elektroměr a vodoměr.

Dosavadním způsobem je spotřeba energie monitorována prostřednictvím pravidelných měsíčních odečtů. Údaje se přepisují v elektronické formě a porovnávají s fakturovanou spotřebou.

Prvním krokem úspěšného energetického managementu je osazení potřebných podružných měřidel pro jednoznačnou identifikaci spotřeb energie pro logické úseky provozů budov, resp. celé samostatné budovy.

Dalším krokem, k vytvoření sofistikovaného systému energetického managementu, je propojení hlavních technologických spotřebičů do centrálního řídicího systému, jehož centrem je technologický dispečink. Příslušné řídicí algoritmy pro tento systém je nutné vytvořit na základě reálné projektové dokumentace stávajícího stavu (včetně informací o způsobu využívání objektu a jeho částí). Po uvedení takového systému do provozu je nutné i v několika iteracích doladit celý systém a korigovat chyby. Samozřejmou nutností je zavedení dálkových odečtů do technologického dispečinku, případně provozní hodiny hlavních spotřebičů apod. Systém pak lze postupně doplňovat o další sběr informací jako je tlak a teplota v systémech, jak se budou postupně nahrazovat jednotlivé technologické prvky (např. čerpadla nebo ventilátory s informacemi o chybovém provozu nebo otáčkách).

Žádoucím stavem je tedy zavedení údajů o podružných spotřebách do řídicího systému, spolu s nastavením měrných ukazatelů a jejich automatického sledování (např. GJ/m² pro systém vytápění atp.).

Toto opatření a jeho přínosy není výpočtově kvantifikováno, neboť se nejedná o jednorázové konkrétní opatření, ale o dlouhodobou činnost založenou na sledování a hodnocení provozu zařízení. Přínos opatření stanovený odborný odhadem je v řádu jednotek % spotřeby elektrické energie. V investiční části se mohou objevit náklady na úpravu stávajícího řídicího systému a na pořízení podružných měřidel, další položkou v nákladech může být motivační příspěvek osobě určené pro provádění energetického managementu. Přínosem pak jsou menší provozní náklady, zlepšení tepelného komfortu, optimalizace servisních prací atd.

Základním předpokladem pro zahájení přípravy na zavedení energetického managementu je dostatek informací o budově – spotřebách energie budovy a jejich logických dílčích částí, o způsobu jejich provozování a jejich stavu. Pro to je nutným předpokladem:

- tento energetický audit, mapující stav energetického hospodářství budov
- projektová dokumentace skutečného stavu budovy (zároveň povinnost podle stavebního zákona a vyhlášky 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb)

- pravidelné kontroly kotlů a klimatizací (zároveň povinnost podle zákona 406/2000 Sb.
- zavedení podružného měření spotřeb elektřiny, zemního plynu a tepla budovy a případně jejich dílčích částí (samostatné měření pro celky s jiným způsobem využití než u ostatních částí budovy)

4.2.2. OP 1 - Výměna prosklené části nad vstupy (propojovací krček) + výměna otvorových výplní

V rámci tohoto opatření se předpokládá demontáž prosklené stěny nad vstupy na východní a západní straně. Namísto něj se předpokládá instalace parapetní konstrukce, kterou budou tvořit ocelové Jekly. Tato parapetní konstrukce bude z interiéru oplášťena SDK deskami a z exteriéru bude zaklopena cementotřískovými deskami, na které bude proveden KZS shodný jako na okolních obvodových stěnách – minerální vata tl. 160 mm se součinitelem tepelné vodivosti max. $\lambda=0,04$ W/mK. Na nově osazené parapetní konstrukce budou osazeny plastové okenní sestavy, které budou zaskleny izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla celého okna $U_w = 0,90$ W/m²K, čímž je splněn jak požadovaný, tak doporučený součinitel prostupu tepla (1,50/1,20 W/m²K) dle ČSN 730540-2 (2011).

Součástí tohoto opatření je dále demontáž původních okenních výplní (dřevěných zdvojených oken a balkónových dveří) a montáž nových plastových oken s izolačním trojsklem. Členění oken zůstane zachováno. Výplně otvorů musí splňovat požadavek na součinitel prostupu tepla celého okna $U_w = 0,90$ W/m²K, čímž je splněn jak požadovaný, tak doporučený součinitel prostupu tepla (1,50/1,20 W/m²K) dle ČSN 730540-2 (2011). Původní MIV budou demontovány a nahrazeny novou vyzdívkou z plynosilikátových tvárnic tl. 200 mm s KZS shodný jako na okolních obvodových stěnách – minerální vata tl. 160 mm se součinitelem tepelné vodivosti max. $\lambda=0,04$ W/mK.

Vstup na západní straně bude vyměněn za nový z hliníkových profilů zasklený minimálně izolačním dvojsklem. Výplně otvorů musí splňovat požadavek na součinitel prostupu tepla celého okna $U_w = 1,20$ W/m²K a celých dveří $U_d = 1,20$ W/m²K, čímž je splněn jak požadovaný, tak doporučený součinitel prostupu tepla (1,50/1,20 – okna 1,70/1,20 - dveře W/m²K) dle ČSN 730540-2 (2011).

Původní plechové dveře budou vyměněny za nové plastové s max $U_d=1,2$ W/m²K, čímž je splněn jak požadovaný, tak doporučený součinitel prostupu tepla (1,70/1,20 W/m²K) dle ČSN 730540-2 (2011).

Osazení a kotvení oken musí být provedeno podle technologických a montážních postupů výrobce výplní otvorů, včetně použití těsnicí pásky odolné proti dešti a paropropustné z exteriéru a vzduchotěsné a parotěsné z interiéru.

4.2.3. OP 2 – Dodatečné zateplení obvodového zdiva

V rámci tohoto opatření se předpokládá dodatečné zateplení stávajících obvodových stěn pomocí kontaktního zateplovacího systému. Jako izolační materiál jsou uvažovány desky z minerální vlny o tl. 160 mm se součinitelem tepelné vodivosti max. $\lambda=0,04$ W/mK.

Pro dodatečně zateplené zdivo se předpokládá hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce:

- e) OS tl. 300 mm: $U = 0,204 \text{ W/m}^2\text{K}$ (včetně přírážky na vliv tepelných vazeb $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$), čímž je splněn jak požadovaný, tak doporučený součinitel prostupu tepla ($0,3/0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$) dle ČSN 730540-2 (2011).
- f) OS tl. 250 mm: $U = 0,205 \text{ W/m}^2\text{K}$ (včetně přírážky na vliv tepelných vazeb $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$), čímž je splněn jak požadovaný, tak doporučený součinitel prostupu tepla ($0,3/0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$) dle ČSN 730540-2 (2011).
- g) OS tl. 200 mm: $U = 0,206 \text{ W/m}^2\text{K}$ (včetně přírážky na vliv tepelných vazeb $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$), čímž je splněn jak požadovaný, tak doporučený součinitel prostupu tepla ($0,3/0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$) dle ČSN 730540-2 (2011).

V rámci tohoto opatření se dále předpokládá zateplení patní části obvodového zdiva a části základových konstrukcí do úrovně min. 600 mm pod upravený terén. Zde bude jako izolační materiál použit extrudovaný polystyren XPS v tl. 120 mm se součinitelem tepelné vodivosti max. $\lambda=0,36 \text{ W/mK}$.

Pro dodatečně zateplené zdivo se předpokládá hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce:

- h) OS tl. 300 mm: $U = 0,230 \text{ W/m}^2\text{K}$ (včetně přírážky na vliv tepelných vazeb $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$), čímž je splněn jak požadovaný, tak doporučený součinitel prostupu tepla ($0,3/0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$) dle ČSN 730540-2 (2011).
- i) OS tl. 250 mm: $U = 0,231 \text{ W/m}^2\text{K}$ (včetně přírážky na vliv tepelných vazeb $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$), čímž je splněn jak požadovaný, tak doporučený součinitel prostupu tepla ($0,3/0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$) dle ČSN 730540-2 (2011).
- j) OS tl. 200 mm: $U = 0,232 \text{ W/m}^2\text{K}$ (včetně přírážky na vliv tepelných vazeb $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$), čímž je splněn jak požadovaný, tak doporučený součinitel prostupu tepla ($0,3/0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$) dle ČSN 730540-2 (2011).

V rámci výměny otvorových výplní – balkónových sestav dojde k demontáži původních MIV a nahrazení stěn z plynosilikátových tvárnic tl. 200 mm, na které bude proveden KZS shodný jako na okolních obvodových stěnách – minerální vata tl. 160 mm se součinitelem tepelné vodivosti max. $\lambda=0,04 \text{ W/mK}$. Pro toto zdivo se předpokládá hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce $U = 0,201$ (včetně přírážky na vliv tepelných vazeb $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$), čímž je splněn jak požadovaný, tak doporučený součinitel prostupu tepla ($0,3/0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$) dle ČSN 730540-2 (2011).

4.2.4. Tepelně-technické charakteristiky a energetická náročnost posuzované budovy po realizaci opatření

V následujících tabulkách jsou uvedeny výsledky výpočtů stavu po realizaci navrhovaných opatření.

Tabulka 15 – Parametry ochlazovaných konstrukcí – navrhovaný stav – OP1+OP2

Popis konstrukce	U _i	U _n	U _{rec}	splnění požadavku
	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	
Plastové okno_původní	1,20	1,50	1,20	ano/ano
Plastové okno _nové	0,90	1,50	1,20	ano/ano
Hliníková sestava okno_původní	1,20	1,50	1,20	ano/ano
Hliníková sestava dveře_původní	1,20	1,70	1,20	ano/ano
Hliníková sestava okno_nové	1,20	1,50	1,20	ano/ano
Hliníková sestava dveře_nové	1,20	1,70	1,20	ano/ano
Dveře	1,20	1,70	1,20	ano/ano
MIV - tl. 200 mm + 160 MV	0,20	0,30	0,25	ano/ano
OS tl. 300 mm + 160 MV	0,20	0,30	0,25	ano/ano
OS tl. 250 mm + 160 MV	0,21	0,30	0,25	ano/ano
OS tl. 200 mm + 160 MV	0,21	0,30	0,25	ano/ano
Střecha	0,11	0,24	0,16	ano/ano
Střecha vstup	0,80	0,24	0,16	ne/ne
Vytápěný suterén (podlaha)	1,37	0,45	0,30	ne/ne
Vytápěný suterén (sut.stěna)	0,39	0,45	0,30	ano/ne
Strop do šachet	2,94	0,60	0,40	ne/ne

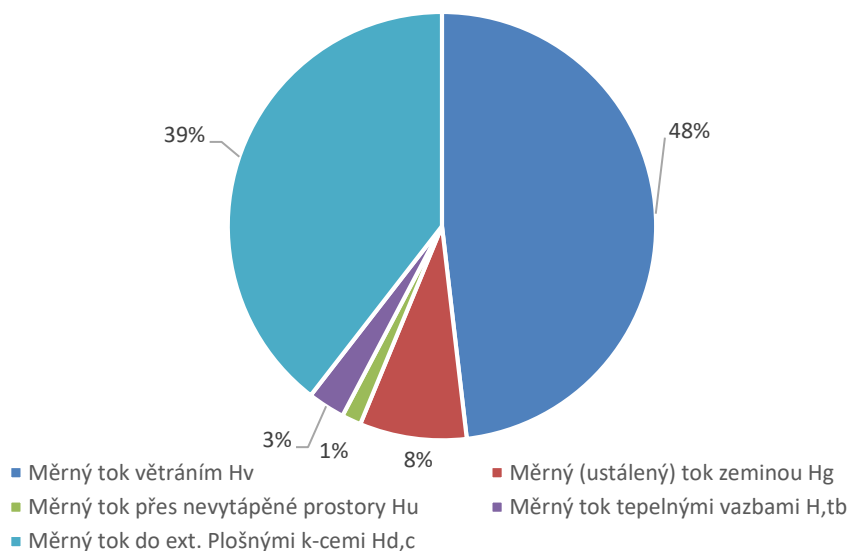
Tabulka 16 – Charakteristika obálky budovy – navrhovaný stav – OP1+OP2

Ukazatel	Hodnota
Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	23 308,7 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných k-cí ohraničující objem budovy	6 574,9 m ²
Objemový faktor budovy A/V	0,28 m ² /m ³
Typ budovy	ubytovací
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im} °C	20
Převažující vnitřní teplota v zimním období θ_e °C	-13
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T/A$ [W/m ² K]	0,37
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rec}$ [W/m ² K]	0,39
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$ [W/m ² K]	0,52
Klasifikační třída	B

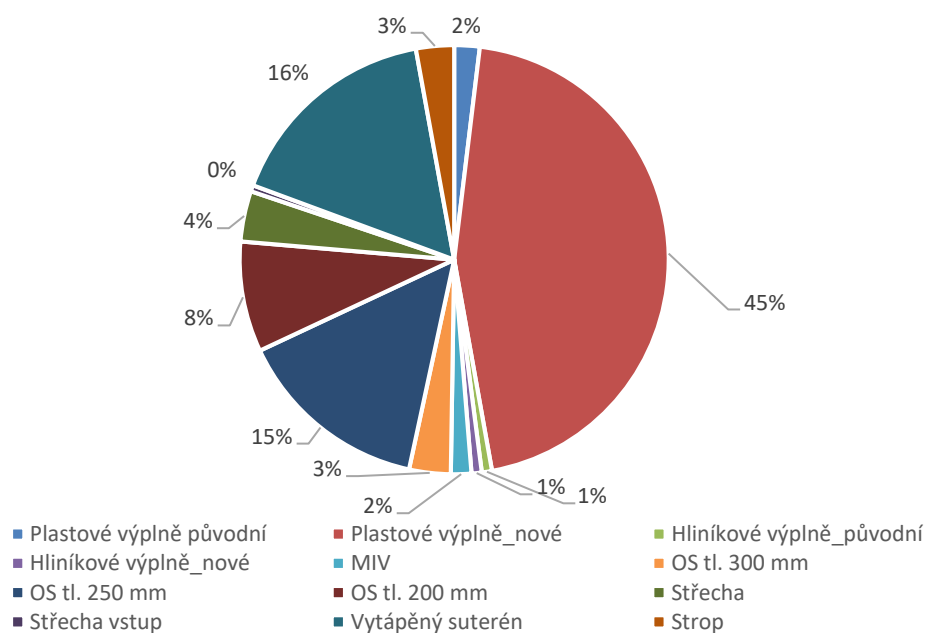
Tabulka 17 - Znázornění klasifikačního ukazatele prostupu obálkou objektu po realizaci OP1+OP2

Objekt	Popis parametru / Údaje	
	Hodnocení obálek a energetické náročnosti posuzovaných budov v současném stavu dle ČSN 730540-2/2011	
	Klasifikační ukazatel prostupu tepla obálkou budovy CI (-)	Klasifikační třída prostupu tepla obálkou hodnocené budovy
VYSOKOŠKOLSKÁ KOLEJ - BUDOVA F	0,71	B - úsporná

Podle klasifikace ČSN 73 0540-2/2011 – Tepelná ochrana budov je budova po realizaci navrhovaných stavebních opatření zařazena do klasifikační třídy **B - Úsporná**. Zlepšení klasifikačního ukazatele prostupu tepla obálkou na energetickém štítku budovy je uvedeno v příloze.



Obrázek 24 – Struktura celkového měrného toku – navrhovaný stav – OP1+OP2



Obrázek 25 - Struktura celkového měrného toku obalovými konstrukcemi budovou – navrhovaný stav – OP1+OP2

Tabulka 18 – Přehled opatření OP1+OP2

Výpočtový stav před	1315,3	MWh/rok
Výpočtový stav po	789,2	MWh/rok
Úspora modelová	40%	-
Úspora energie	526,1	MWh/rok
Úspora nákladů	423,6	tis. Kč
Investiční náklady	16609,7	tis. Kč
Prostá doba návratnosti	39,2	roky

4.2.5. OP 3 – Výměna stávajícího zdroje tepla

Vzhledem k tomu, že jedním z navrhovaných opatření je zateplení objektu (obvodové konstrukce a výměna otvorových výplní) poklesne spotřeba energie na vytápění o cca 526,1 MWh/rok.

V tomto případě budou stávající kotle zbytečně předimenzované a vezmeme-li v potaz jejich stáří (r. 2002) a nízkou účinnost, která neodpovídá současné úrovni dnešní technologie je navrhováno instalovat nový zdroj tepla.

Takto navržený nový zdroj tepla bude využívat kondenzační teplo spalin, bude pracovat s vyšší účinností ($\geq 98\%$) a respektovat poníženou potřebu energie na vytápění, resp. sníženou tepelnou ztrátu objektu.

Tímto opatřením dojde k úspoře spotřeby zemního plynu na vytápění ve výši 157 MWh/rok a zároveň dojde k úspoře nákladů na zemní plyn ve výši 127 tis. Kč.

Tabulka 19 – Přehled opatření OP3

Energie v palivu na výrobu tepla	[MWh/rok]	962,4
Sezonní účinnost původního zdroje tepla	[%]	82,0
Potřeba tepla na vytápění (výroba)	[MWh/rok]	789,2
Sezonní účinnost nového zdroje tepla	[%]	98,0
Nová spotřeba energie v palivu	[MWh/rok]	805,3
Úspora ZP	[MWh/rok]	157,1
Úspora nákladů ZP	[tis. Kč]	126,5
Investiční náklady	[tis. Kč]	840,0
Prostá doba návratnosti	[let]	6,6

4.2.6. OP 4 – Vyregulování otopné soustavy

Realizace tohoto opatření zajistí dosažení stejné tlakové ztráty každého odběrného místa vzhledem ke vztažnému bodu a zamezí tak:

- nerovnoměrnému předávání tepla v jednotlivých vytápěných prostorách
- hlučnosti provozu topné soustavy
- nedosažení požadovaných teplotních rozdílů
- měřicím a regulačně-technickým problémům

Pro efektivní způsob hydraulické regulace soustav vytápění budov bude použito automatických vyvažovacích armatur, zejména automatických regulátorů diferenčního tlaku (poměrné rozdělení průtoků – dle výkonů OT a jednotlivých sekcí – nastavení ventilů a armatur; zajištění tlakové stability – minimalizace kolísání tlaku, jak v horizontálním směru, tak ve směru vertikálním). U rozvodu tepla a teplé vody bude snaha zaregulovat / seřídít průtoky tak, aby odpovídaly projektovaným jmenovitým průtokům s maximální odchylkou $\pm 15\%$.

Tímto opatřením bude dosaženo úspory zemního plynu ve výši 2%, tzn. 19 MWh/rok a zároveň dojde k úspoře nákladů ve výši cca 16 tis. Kč.

Tabulka 20 – Přehled opatření OP4

Spotřeba ZP stávající stav	[MWh/rok]	962,4
Spotřeba ZP nový stav	[MWh/rok]	943,2
Úspora ZP	[MWh/rok]	19,2
Úspora nákladů	[tis. Kč]	15,5

5. Formulace variant EÚP a jejich ekonomické a environmentální vyhodnocení

5.1. Formulace variant energeticky úsporných projektů (EÚP)

V následujících tabulkách budou uvedeny parametry energetických bilanci pro EÚP 1 a 2, detailní ekonomické a environmentální hodnocení je pak předmětem samostatné kapitoly níže.

5.1.1. Varianta EÚP č.1

První varianta EÚP 1 představuje řešení úspor na vytápění objektu pomocí zlepšení tepelně-technických parametrů obálky budovy, včetně instalace nového zdroje na vytápění a vyregulování otopné soustavy na nově přenášený výkon. Úspory jsou tedy dosaženy na spotřebě zemního plynu.

Tato varianta je složena z těchto opatření:

- **Organizační opatření – Energetický management**
- **OP 1 – Výměna prosklené části nad vstupy (propojovací krček) + výměna otvorových výplní**
- **OP 2 - Dodatečné zateplení obvodového zdiva**
- **OP 3 – Výměna stávajícího zdroje tepla**
- **OP 4 – Vyregulování otopné soustavy**

Tabulka 21 – Upravená energetická bilance EÚP č.1

Ukazatel	Před realizací			Po realizaci projektu		
	Energie		Náklady	Energie		Náklady
	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
Vstupy paliv a energie	8 193	2 276	2 335	5 397	1 499	1 710
Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
Spotřeba paliv a energie	8 193	2 276	2 335	5 397	1 499	1 710
Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	8 193	2 276	2 335	5 397	1 499	1 710
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	1 039	289	232	474	132	106
Spotřeba energie na vytápění	4 735	1 315	1 059	2 772	770	620
Spotřeba energie na chlazení	121	34	105	121	34	105
Spotřeba energie na přípravu teplé vody	1 636	454	366	1 369	380	306
Spotřeba energie na větrání	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na osvětlení	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na technol.a ostatní procesy	661	184	573	661	184	573

5.1.2. Varianta EÚP č.2

Druhá varianta EÚP 2 představuje pouze stavební opatření a to výměnu otvorových výplní a dodatečné zateplení obvodového zdiva. Úspory jsou opět dosaženy pouze na spotřebě zemního plynu.

Tato varianta je složena z těchto opatření:

- **Organizační opatření – Energetický management**
- **OP 1 – Výměna prosklené části nad vstupy (propojovací krček) + výměna otvorových výplní**
- **OP 2 - Dodatečné zateplení obvodového zdiva**

Tabulka 22 – Upravená energetická bilance EÚP č.2

Ukazatel	Před realizací			Po realizaci projektu		
	Energie		Náklady	Energie		Náklady
	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
Vstupy paliv a energie	8 193	2 276	2 335	6 299	1 750	1 912
Změna zásob paliv	0	0	0			
Spotřeba paliv a energie	8 193	2 276	2 335	6 299	1 750	1 912
Prodej energie cizím	0	0	0			
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	8 193	2 276	2 335	6 299	1 750	1 912
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	1 039	289	232	1 039	289	232
Spotřeba energie na vytápění	4 735	1 315	1 059	2 841	789	635
Spotřeba energie na chlazení	121	34	105	121	34	105
Spotřeba energie na přípravu teplé vody	1 636	454	366	1 636	454	366
Spotřeba energie na větrání	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na osvětlení	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na technol.a ostatní procesy	661	184	573	661	184	573

5.2. Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické vyhodnocení je prováděno bez uvažování dotací či úvěru, tedy s vlastními investičními prostředky, a je vypracováno v souladu s přílohou č. 5 vyhl. č. 480/2012 Sb. Ekonomická analýza se zabývá vyhodnocením energetických a stavebních opatření na úsporu energie v objektu. Cílem ekonomické analýzy je zjistit vhodnost realizace jednotlivých opatření z ekonomického hlediska. Ekonomická analýza byla provedena na základě několika kritérií, z nichž nejdůležitější je čistá současná hodnota v podobě diskontovaného toku hotovosti za dobu životnosti projektu.

Cílem ekonomické analýzy je ověřit vhodnost realizace definovaných opatření energeticky úsporného projektu z ekonomického hlediska při zohlednění časového hlediska peněz a předpokládané limitované životnosti navrhovaných stavebních či technologických úprav.

K hodnocení jsou používány standardní ukazatele, kterými jsou doba návratnosti (prostá a reálná), čistá současná hodnota (NPV) a vnitřní výnosové procento (IRR).

5.2.1. Okrajové podmínky

Ceny jsou uvažovány podle skutečnosti roku 2018, bez DPH. Výpočet je proveden s ročním růstem cen energie 3 %, v souladu s vyhláškou č. 480/2012 Sb. Pro každou z variant se počítá se stejnou diskontní mírou, a to ve výši 4 %, doba hodnocení je uvažována jednotně 20 let.

5.2.2. Výpočet ekonomického vyhodnocení

➤ Diskontní míra (diskont, %)

Diskont slouží k časovému zohlednění hodnoty peněz, respektive k ocenění finančních prostředků vynaložených či přijatých v budoucnosti.

➤ Prostá doba návratnosti (T_s)

Prostá návratnost je období na časové ose ohraničené bodem, ve kterém výnosy z investic převyšují počáteční investice za podmínky konstantních cen v čase. Do výpočtu vstupují ceny a náklady vztahované k cenové hladině roku pořízení investice. Prostá doba návratnosti je tedy doba potřebná pro úhradu celkových investičních nákladů čistými příjmy projektu. Prostá doba návratnosti je velmi jednoduchý ukazatel, který však neřeší efekty po době návratnosti a fakt, že peníze můžeme vložit do jiných investičních příležitostí, nerespektuje časovou hodnotu peněz.

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

➤ Reálná doba návratnosti (T_{sd})

Reálná návratnost je úsek na časové ose, jehož začátek je v roce realizace investic (rok 0) a končí časovým okamžikem, od kterého součet výnosů převyšuje součet nákladů a výdajů. Faktory vstupující do výpočtu reálné návratnosti (investice, cena energie, inflace atd.) jsou nestacionární v čase. Reálná (diskontovaná) doba návratnosti je obdobný ukazatel jako prostá doba návratnosti s tím rozdílem, že neuvažuje prostý peněžní tok, ale peněžní tok diskontovaný, zahrnuje tedy časovou hodnotu peněz.

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

➤ Čistá současná hodnota (NPV)

Je to hodnota součtu všech budoucích úspor po dobu životnosti opatření přepočtených na ceny roku 0 a zmenšena o počáteční investici. NPV (Net Present Value) v sobě zahrnuje celou dobu

živostnosti projektu, i možnost investování do jiného stejně rizikového projektu. Pakliže je NPV kladné, je projekt ekonomicky efektivní.

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_h} (U_t - IN_t) \cdot (1+r)^{-t}$$

➤ Vnitřní výnosové procento (IRR)

Hodnota vnitřního výnosového procenta IRR (Internal Rate of Return) představuje trvalý roční výnos investice, resp. vyjadřuje efektivnost investice. IRR představuje hodnotu úrokové míry, při které je hodnota NPV rovna 0. Pakliže je IRR vyšší než uvažovaný diskont, je projekt ekonomicky efektivní.

$$\sum_{t=1}^{T_h} CF_t \cdot (1 + IRR)^{-t} - IN = 0$$

Výpočet ekonomického vyhodnocení v tomto EA byl stanovena z hlediska projektu, z tzv. systémového hlediska bez vlivu daní podle vyhlášky č. 480/2012 Sb. S uvažovanou dobou hodnocení ve výši 20 let.

5.2.3. Ekonomické hodnocení jednotlivých EÚP

Výsledky ekonomické posouzení obou variant energeticky úsporných projektů jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 23 – Výsledky ekonomického hodnocení navržených variant

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	VAR I	VAR II
Investiční výdaje projektu celkem	Kč		16 149 723	15 209 723
Z toho:				
Náklady na přípravu projektu	Kč		200 000	100 000
Náklady na technologická zařízení a stavbu	Kč		15 949 723	15 109 723
Náklady na přípojky	Kč		0	0
Provozní náklady celkem	Kč	2 335 456	1 710 116	1 911 855
Změna nákladů na energii	Kč		625 340	423 600
Změna nákladů na opravu a údržbu ¹	Kč			
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč			
Změna ostatních provozních nákladů ²	Kč			
Změna nákladů na emise a odpady	Kč			
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, OZE)	Kč			
Přínosy projektu celkem	Kč		625 340	423 600
Doba hodnocení	roky		20	20
Roční růst cen energie ³	%		3%	3%
Diskont ⁴	-		4%	4%
Tsd - reálná doby návratnosti	roky		>50	>50
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč		-7 651	-9 453
IRR - vnitřní výnosové procento	%		-2,3%	-5,0%

5.3. Ekologické vyhodnocení

Množství emisí CO₂ je stanoveno podle emisních faktorů. Emisní faktory uhlíku uvádí množství uhlíku, respektive oxidu uhličitého, připadajícího na jednotku energie ve spalovaném palivu. Emisní faktory uhlíku jsou definovány jako všeobecné.

Tabulka 24 - Všeobecné emisní faktory CO₂

Všeobecné emisní faktory	
Hnědé uhlí	0,36 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Černé uhlí	0,33 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
TTO	0,27 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
LTO	0,26 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Zemní plyn	0,20 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Biomasa	0 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Elektrina	1,06 t CO ₂ /MWh elektřiny

5.3.1. Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek

Tyto hodnoty se stanovují:

- Jako údaj naměřených hodnot (tam, kde je měření znečišťujících látek instalováno), nebo
- jako hodnota emisních faktorů dle jiného právního předpisu¹), nebo
- jako hodnota stanovená energetickým specialistou, pokud je seznámen s konkrétními hodnotami zařízení, které je předpokládáno pro realizaci navrhovaného řešení.

Environmentálním hodnocením se podle vyhl. 480/2012 rozumí vyčíslení množství emisí látek znečišťujících ovzduší, konkrétně tuhých látek, SO₂, NO_x, CO a dále CO₂ jako skleníkového plynu. K tomu se zpravidla doplňují i emise plyných uhlovodíků (C_xH_y neboli VOC, tj. těkavých organických sloučenin).

Hodnocení se provádí z lokálního pohledu, tj. vyčíslují se emise vypouštěné v místě posuzovaného subjektu, a z pohledu globálního, které navíc zohledňuje emise vypuštěné při výrobě subjektem spotřebované energie v jiných lokalitách – prakticky se jedná o emise elektráren odpovídající spotřebované elektřině odebrané ze sítě.

Navržená úsporná opatření a jejich efekty v podobě **úspor tepelné energie (zemního plynu)** tak mají z hlediska životního prostředí dopad na **lokální emise** – tepelná energie je v hodnoceném objektu vyráběna ve vlastní plynové kotelně, zdrojích tepla pro ÚT a TV. Úspora (navýšení spotřeby) nakupované el. energie má dopad na úsporu **globálních emisí**. Hodnoty uváděné v následující tabulce globálních (=celkových) emisí jsou součtem hodnot tabulek níže, tedy tabulek příslušných příspěvků lokálního hodnocení a příspěvků ze spotřeby elektrické energie.

¹ Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, resp. Vyhláška 415/2012 o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší (Věstník MŽP č. 8/2013 - Sdělení Ministerstva životního prostředí, odboru ochrany ovzduší, jímž se stanovují emisní faktory podle § 12 odst. 1 písm. b) vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.)

Pro výpočet lokálních příspěvků podobě nižších emisí sledovaných škodlivin vznikajících při spalování zemního plynu v hodnocené budově, tj. tuhé látky, SO₂, NO_x, CO, C_xH_y, jsou uvažovány emisní faktory uvedené v tabulce níže.

Tabulka 25 – Emisní faktory použité při výpočtu emisního zatížení

Emisní faktory kg/MWh	tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	C _x H _y	CO ₂
Zemní plyn	0,002	0,001	0,203	0,034	0,007	200
EE	0,093	1,762	1,497	0,141	0,111	1170

Pro výpočet emisí primárních PM_{2,5} z emisí TZL se použije přepočtení z TZL dle přílohy č. 2 metodického pokynu odboru ochrany ovzduší Ministerstva životního prostředí pro vypracování rozptylových studií podle § 32 odst. 1 písm. e) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a pro výpočet emisí sekundárních PM_{2,5} se použijí emise SO₂, NO_x, NH₃ a VOC násobené potenciálem tvorby sekundárních emisí PM_{2,5}, které jsou 0,298 pro SO₂, 0,067 pro NO_x, 0,194 pro NH₃ a 0,009 pro VOC.

$$\text{prekurzory}_{\text{sek}} \text{PM}_{2,5} = ((0,067 \times \text{NO}_x) + (0,298 \times \text{SO}_2) + (0,164 \times \text{NH}_3) + (0,009 \times \text{VOC}))$$

$$\text{EPS} = ((1 \times \text{PM}_{2,5}) + (0,067 \times \text{NO}_x) + (0,298 \times \text{SO}_2) + (0,164 \times \text{NH}_3) + (0,009 \times \text{VOC}))$$

Tabulka 26 - Vyhodnocení globálních emisí variant EÚP

Znečišťující látka	Výchozí stav [t/rok]	Varianta I [t/rok]	Rozdíl [t/rok]	Varianta II [t/rok]	Rozdíl [t/rok]
TZL	0,020	0,020	0,000	0,020	0,000
SO ₂	0,383	0,383	0,000	0,383	0,000
NO _x	0,325	0,325	0,000	0,325	0,000
CO	0,031	0,031	0,000	0,031	0,000
C _x H _y	0,024	0,024	0,000	0,024	0,000
CO ₂	254,255	254,255	0,000	254,255	0,000
prekurzory _{sek} PM _{2,5}	0,136	0,136	0,000	0,136	0,000
EPS	0,272	0,272	0,000	0,272	0,000

Tabulka 27 - Vyhodnocení lokálních emisí variant EÚP

Znečišťující látka	Výchozí stav [t/rok]	Varianta I [t/rok]	Rozdíl [t/rok]	Varianta II [t/rok]	Rozdíl [t/rok]
TZL	0,004	0,003	0,002	0,003	0,001
SO ₂	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001
NO _x	0,418	0,261	0,158	0,312	0,107
CO	0,070	0,043	0,026	0,052	0,018
C _x H _y	0,014	0,009	0,005	0,010	0,004
CO ₂	411,714	256,366	155,348	306,482	105,232
prekurzory _{sek} PM _{2,5}	0,029	0,018	0,011	0,018	0,011
EPS	0,058	0,036	0,022	0,036	0,022

6. Výstupy auditu a shrnutí

6.1. Zhodnocení výchozího stavu

Předmětem auditu je analýza současného stavu spotřeby energie vysokoškolské kolej – budovy F s návrhem opatření vedoucích k zajištění energetických úspor.

Objekt je jednoduchého půdorysu, podsklepený, zastřešený plochými střechami. Objekt F se skládá ze dvou spojených bloků, z nichž vyšší má 11.NP a nižší 9.NP, oba se strojovnou nad úrovní střechy. Budova kolej byla postavena v 70-tých letech 20. století v montovaném systému VVÚ ETA.

Na objektu byly v posledních letech provedeny určité změny a rekonstrukce spočívající v rekonstrukci plynové kotelny (bez výměny zdroje), v dodatečném zateplení střešních konstrukcí a ve výměně vybraných otvorových výplní (štítové stěny) a východní vstupní portál.

Objekt je zásobován zemním plynem a elektrickou energií. Zdrojem tepla pro vytápění a přípravu TV je centrální plynová kotelná umístěná v 1.PP osazená dvojicí plynových kotlů v kaskádě. Příprava TV probíhá přes deskový výměník tepla.

Regulace otopné soustavy je ekvitermní, topné okruhy jsou osazeny čerpadly s proměnnými otáčkami. Rozvody tepla a teplé vody jsou izolovány a jsou v dobrém stavu. Otopná soustava je původní, otopné plochy jsou tvořeny litinovými článkovými tělesy, ocelovými deskovými tělesy. Všechny otopné plochy jsou osazeny termostatickými ventily a hlavicemi.

Pro chlazení vybraných kanceláří a serveru jsou instalovány klimatizační jednotky v provedení Split systém pracující s průměrnou účinností.

Osvětlovací soustavy jsou převážně zářivkové (kancelářské prostory) či žárovkové a jsou v relativně dobrém stavu.

6.2. Budoucí rozvoj projektu

Objekt vysokoškolské kolej – budovy F je v současné době využíván jako ubytovací zařízení, je plně obsazen s celoročním provozem.

V budoucnu se neplánuje žádné další rozšiřování (nástavby, přístavby) ani rozšiřování či navyšování výkonů vnitřních technologií.

6.3. Výběr optimální varianty

Předpokládaný energetický audit může jenom doporučit řešení vhodné z hlediska energetického auditora. Konečné rozhodnutí pak bude záviset na investorovi, který vkládá do projektu finanční prostředky a nese za to patřičnou zodpovědnost a riziko.

Detailně byly posuzovány dvě varianty EÚP. Vyšších úspor energie dosahuje **varianta EÚP č.1**, stejně tak i větších environmentálních přínosů. Vyšší čistou současnou hodnotu má rovněž **varianta EÚP č. 1**. Z pohledu energetického auditu se tedy jeví jako výhodnější **varianta EÚP č. 1**.

Nicméně je nutno brát v potaz jak energetické, environmentální tak ekonomické vyhodnocení obou variant.

Obecně lze říci, že opatření na obálkách budov (dílčí či komplexní realizace) jsou velmi finančně náročná opatření, u kterých jejich reálná doba návratnosti většinou přesahuje životnost

prvku. Variantu EÚP č.1 tedy nelze přímo doporučit (ekonomické hledisko), ale doporučuje se ji vzít v úvahu v době nutné modernizace.

6.4. Navrhovaná opatření v rámci doporučené varianty EÚP

Audit k využití identifikovaného potenciálu úspor navrhuje v rámci varianty EÚP č. 1 následující opatření:

- **Organizační opatření – Energetický management**
- **OP 1 – Výměna prosklené části nad vstupy (propojovací krček) + výměna otvorových výplní**
- **OP 2 - Dodatečné zateplení obvodového zdiva**
- **OP 3 – Výměna stávajícího zdroje tepla**
- **OP 4 – Vyregulování otopné soustavy**

6.5. Přínosy a efekty

Výše uvedené varianty byly posléze podrobeny ekonomickému a environmentálnímu hodnocení, jak souhrnně dokumentují příslušné tabulky v kapitolách výše. Z hodnocení vyplývá, že lepších ekonomických výsledků (NPV) je možné dosáhnout při realizaci **varianty EÚP č. 1**.

Při investičních nákladech **16,15 tis. Kč bez DPH** dosahuje tato varianta za dobu hodnocení a daném diskontu (20 let, diskont 4 % a růst cen 3%) záporné současné hodnoty – NPV **(-7651 tis. Kč)** a záporného vnitřního výnosového procenta – IRR **-2,3 %**.

Úspora produkovaného množství oxidu uhličitého je v celkové výši **155,3 tun/rok** (na lokální úrovni).

6.6. Podmínky a předpoklady

Podmínkou dosažení výše uvedených efektů u navrhované **varianty EÚP č. 1** je realizace opatření minimálně v rozsahu uvedeném v této zprávě o energetickém auditu.

Dále musí být zachovány výchozí okrajové podmínky projektu. Musí být tedy dodržována např. stejná teplota v objektu, stejné časové programy vytápění apod. Pokud dojde ke změně užívání objektu, nebo ke změnám okrajových podmínek, budou dosaženy jiné hodnoty úspor.

6.7. Konečné stanovisko auditora

Celkový kombinovaný potenciál úspor energie, skrytý zvláště v konečném užití tepla, je značný a dle charakteru přijatých opatření může dosahovat více než 50 % současné spotřeby energie, tj. cca 545 MWh.

Vzhledem k velikosti, využití a obsazenosti objektu a charakteru jednotlivých navrhovaných úsporných opatření a to zejména výše jejich investičních nákladů a generovaných úspor není dostatečná k doporučení varianty EÚP č. 1.

Zcela jiná bude situace případného financování objektu z veřejných zdrojů. V tu chvíli se dostává EÚP č.1 do zcela jiných čísel z hlediska ekonomického vyhodnocení, případná dotace výrazně sníží nejen reálnou dobu návratnosti, ale rovněž čistou současnou hodnotu a navýší vnitřní výnosové procento.

V případě dotací lze již EÚP č. 1 doporučit.

7. Evidenční list energetického auditu

EVIDENČNÍ ČÍSLO	178697.0
-----------------	----------

Část 1 - Identifikační údaje

1. Část - Identifikační údaje			
1. Jméno (jména), příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA			
Vysoká škola ekonomická			
2. Adresa trvalého bydliště/sídla, případně adresa pro doručování			
ulice	č.p./č.o.	část obce	
náměstí W. Churchilla	4	Žižkov	
obec	PSČ	email	telefon
Praha	130 67		
3. Identifikační číslo			
4. Údaje o statutárním orgánu			
Jméno			
Kontakt			
5. Předmět energetického posudku			
název	Vysokoškolská kolej - budova F		
adresa	V Zahradkách 1953/67, Praha 3 - Jarov, 130 67		
popis předmětu EP	Předmětem hodnocení je budova vysokoškolské koleje - budova F v Praze na Jarově, včetně jejího energetického hospodářství.		

Část 2 - Popis stávajícího stavu předmětu EA**1. Charakteristika hlavních činností**

Hlavní předmět činností v EA je tvořen zejména funkcí budovy ubytovacího charakteru. V přízemí jsou situovány kanceláře, v suterénních prostorech převládají sklady a technické zázemí a v nadzemních patrech jsou umístěné jednotlivé pokoje pro studenty. Energetické hospodářství představuje centrální plynová kotelna a energetické systémy vytápění, přípravy TV.

2. Vlastní zdroje energie

a) zdroje tepla			b) zdroje elektřiny		
Počet	2	ks	Počet	-	ks
Instalovaný výkon	0,96	MW	Instalovaný výkon		MW
Roční výroba	1 174	MWh	Roční výroba		MWh
Roční spotřeba paliva	5 155	GJ/r	Roční spotřeba paliva		GJ/r
c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla			d) druhy primárního zdroje energie		
Počet	-	ks	Druh OZE	-	
Instalovaný výkon elektrický		MW	Druh DEZ	-	
Instalovaný výkon tepelný		MW	Fosilní zdroje	zemní plyn	
Roční výroba elektřiny		MWh			
Roční výroba tepla		MWh			
Roční spotřeba paliva		GJ/r			
Spotřeba energie					
Druh spotřeby	Příkon		Spotřeba energie		Energonositel
Vytápění	-	MW	1 315	MWh/r	zemní plyn
Chlazení	-	MW	34	MWh/r	elektřina
Příprava TV	-	MW	454	MWh/r	zemní plyn
Větrání	-	MW	-	MWh/r	-
Úprava vlhkosti	-	MW	-	MWh/r	-
Osvětlení	-	MW	0	MWh/r	elektřina
Technologie	-	MW	184	MWh/r	elektřina
Celkem	-	MW	1 987	MWh/r	

Část 3 - Doporučená varianta navrhovaných opatření**1. Popis doporučených opatření**

Energetický management

OP 1 - Výměna prosklené části nad vstupy (propojovací krček) + výměna otvorových výplní

OP 2 - Dodatečné zateplení obvodového zdiva

OP 3 - Výměna stávajícího zdroje tepla

OP 4 - Vyregulování otopné soustavy

2. Úspory energie a nákladůSpotřeba a náklady na energii celkem

	Výchozí stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	2 276	MWh/r	1 499	MWh/r	777	MWh/r
Náklady	2 335	tis. Kč/r	1 710	tis. Kč/r	625	tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Výchozí stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Vytápění	1 315	MWh/r	770	MWh/r	545	MWh/r
Chlazení	34	MWh/r	34	MWh/r	0	MWh/r
Příprava TV	454	MWh/r	380	MWh/r	74	MWh/r
Větrání	0	MWh/r	0	MWh/r	0	MWh/r
Úprava vlhkosti	0	MWh/r	0	MWh/r	0	MWh/r
Osvětlení	0	MWh/r	0	MWh/r	0	MWh/r
Technologie	184	MWh/r	184	MWh/r	0	MWh/r

3. Dosažená úspora energie podle jednotlivých energonositelů

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Elektřina	217	MWh/r	217	MWh/r	0	MWh/r
SZTE		MWh/r		MWh/r		MWh/r
ZP	2 058	MWh/r	1 282	MWh/r	777	MWh/r
LTO/TTO		MWh/r		MWh/r		MWh/r
Uhlí		MWh/r		MWh/r		MWh/r
OZE		MWh/r		MWh/r		MWh/r
Ostatní		MWh/r		MWh/r		MWh/r

4. Investiční náklady na realizaci úsporných opatření (%)

Náklady při výrobě energie			Náklady při distribuci energie		
OZE			Rozvody tepla		
KVET			Ostatní		
Ostatní					
Náklady při spotřebě energie					
Budovy - úprava obálky	95%		Technologie		
Budovy - tech. systémy	5%		Ostatní		

5. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	20,0	roků	diskontní míra	4%	%
reálná doba návratnosti	>50	roků	inv. náklady	16 150	tis. Kč
IRR	-2,3%	%	cash flow	625	tis. Kč/r
rok realizace	2019		NPV	-7 651	tis. Kč

6. Ekologické hodnocení						
	Stávající stav		Navrhovaný stav		Efekt	
Znečišťující látka	lokálně [t/r]	globálně [t/r]	lokálně [t/r]	globálně [t/r]	lokálně [t/r]	globálně [t/r]
TZL	0,004	0,025	0,003	0,023	0,002	0,002
PM10	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
PM2,5	0,029	0,165	0,018	0,154	0,011	0,011
SO2	0,002	0,385	0,001	0,384	0,001	0,001
NOx	0,418	0,744	0,261	0,586	0,158	0,158
NH3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VOC	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CO2	411,714	665,969	256,366	510,621	155,3	155,3

Část 4 - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno a příjmení	Titul	
Pavel Fikar	RNDr.	
2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů	3. Datum vydání oprávnění	
871	26.10.2010	
4. Podpis	5. Datum	
	15.10.2018	

8. Seznam tabulek a obrázků

Tabulka 1 - Základní údaje o dodávce elektrické energie a odběrném místě.....	8
Tabulka 2 - Základní údaje o dodavateli zemního plynu a odběrném místě.....	9
Tabulka 3 - Základní údaje o dodavateli pitné vody.....	10
Tabulka 4 - Soupis základních údajů o energetických vstupech – průměr za období 2015 - 2018	11
Tabulka 5 – Charakteristika zdrojů tepla.....	12
Tabulka 6 – Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie	13
Tabulka 7 – Bilance výroby z vlastních zdrojů.....	13
Tabulka 8 - Základní parametry ochlazovaných konstrukcí pro budovu – výchozí stav	18
Tabulka 9 – Charakteristika obálky budovy – výchozí stav.....	19
Tabulka 10 – hodnocení tepelně-technických vlastností budovy dle ČSN 730540-2(2011)	21
Tabulka 11 - Klimatické podmínky a výchozí období 2015-2018.....	23
Tabulka 12 - Výchozí roční energetická bilance období 2015-2018.....	24
Tabulka 13 – Roční energetická bilance pro výchozí období (přepočten na DTN) – referenční hodnota	25
Tabulka 14 – Příklad rozdělení energeticky úsporných opatření z pohledu investiční náročnosti – obecná opatření ...	26
Tabulka 15 – Parametry ochlazovaných konstrukcí – navrhovaný stav – OP1+OP2.....	31
Tabulka 16 – Charakteristika obálky budovy – navrhovaný stav – OP1+OP2.....	31
Tabulka 17 - Znázornění klasifikačního ukazatele prostupu obálkou objektu po realizaci OP1+OP2	31
Tabulka 18 – Přehled opatření OP1+OP2.....	32
Tabulka 19 – Přehled opatření OP3.....	33
Tabulka 20 – Přehled opatření OP4.....	33
Tabulka 19 – Upravená energetická bilance EÚP č.1	34
Tabulka 20 – Upravená energetická bilance EÚP č.2	35
Tabulka 21 – Výsledky ekonomického hodnocení navržených variant.....	37
Tabulka 22 - Všeobecné emisní faktory CO ₂	38
Tabulka 23 – Emisní faktory užití při výpočtu emisního zatížení	39
Tabulka 24 - Vyhodnocení globálních emisí variant EÚP	39
Tabulka 25 - Vyhodnocení lokálních emisí variant EÚP.....	39
Obrázek 1 - Situační plán s vyznačením předmětu EA – budova F kolejí VŠE (zdroj: Google maps)	5
Obrázek 2 - Model systému managementu dle ČSN EN ISO 50001	7
Obrázek 3 – Celková spotřeba elektrické energie budovy F kolejí VŠE	8
Obrázek 4 - Celkové náklady za elektrickou energii –budovy F kolejí VŠE.....	9
Obrázek 5 – Celková spotřeba zemního plynu – budova F koleje VŠE	9
Obrázek 6 - Celkové náklady za zemní plyn – budova F koleje VŠE	10
Obrázek 7 - Spotřeba vody - budova F koleje VŠE.....	10
Obrázek 8 – Celkové náklady za odebranou vodu (vodné, stočné a srážky) – budova F koleje VŠE	11
Obrázek 9 – Zdroje tepla – plynové kotle	12
Obrázek 10 – Rozdělovač/sběrač + HVDT	12
Obrázek 11 – OT – litinové, článkové těleso typu Kalor	14
Obrázek 12 – OT – ocelové, deskové těleso typu Radik.....	14
Obrázek 13 – Příprava teplé vody	14
Obrázek 14 – Osvětlení vstupu	15
Obrázek 15 – Osvětlení studentského pokoje	15
Obrázek 16 – Prádelna.....	16
Obrázek 17 – Pohled východní	17
Obrázek 18 – Pohled západní	17
Obrázek 19 – Pohled na střechu a obvod.panely	17
Obrázek 20 – Prosklený krček	17
Obrázek 21 – Struktura celkového měrného toku – stávající stav	19
Obrázek 22 – Struktura celkového měrného toku obalovými konstrukcemi budovou – stávající stav	20
Obrázek 23 Schéma postupu potřeby energie budovy pro stanovení energetické náročnosti (Směrnice EP a R 2010/31/EU).....	21
Obrázek 24 – Struktura celkového měrného toku – navrhovaný stav – OP1+OP2	32
Obrázek 25 - Struktura celkového měrného toku obalovými konstrukcemi budovou – navrhovaný stav – OP1+OP2..	32

9. Přílohy

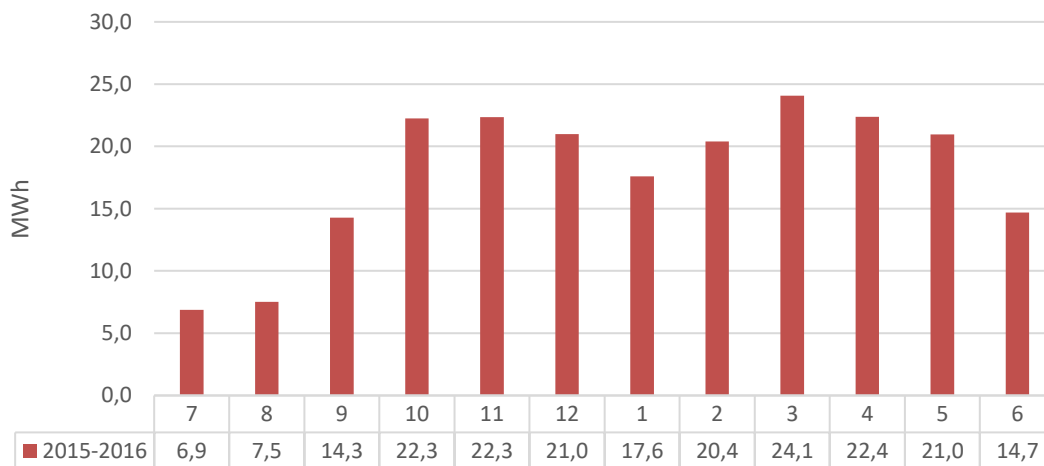
9.1. Příloha č.1: Seznam literatury

- [1]. Zákon 406/2000 Sb. v platném znění, o hospodaření energií
- [2]. Vyhláška 480/2012 Sb. o energetickém auditu
- [3]. ČSN 730540-2 (2011): Tepelná ochrana budov
- [4]. ČSN EN 12 831, Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu, ČNI, 2005
- [5]. ČSN EN 15459 – Energetická náročnost budov – Postupy pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách
- [6]. TNI 73 0331, Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet, 4/2013
- [7]. Hospodaření teplem v průmyslu, M. Kotrbatý, O. Hojer, Z. Kovářová, Praha 2009
- [8]. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění 9/2013 Sb.

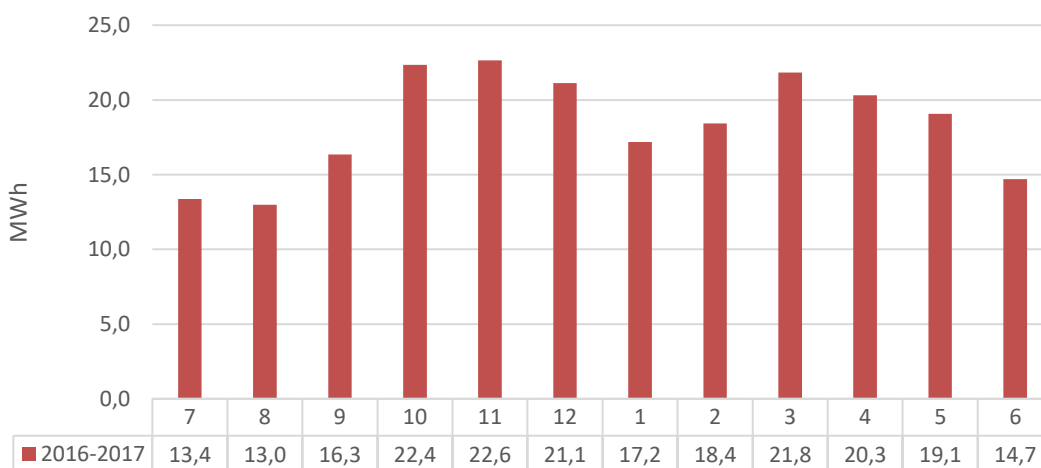
9.2.Příloha č.2 – Struktura odběru a nákladů za elektrickou energii

9.2.1. Struktura odběru elektrické energie za období 2015-2018

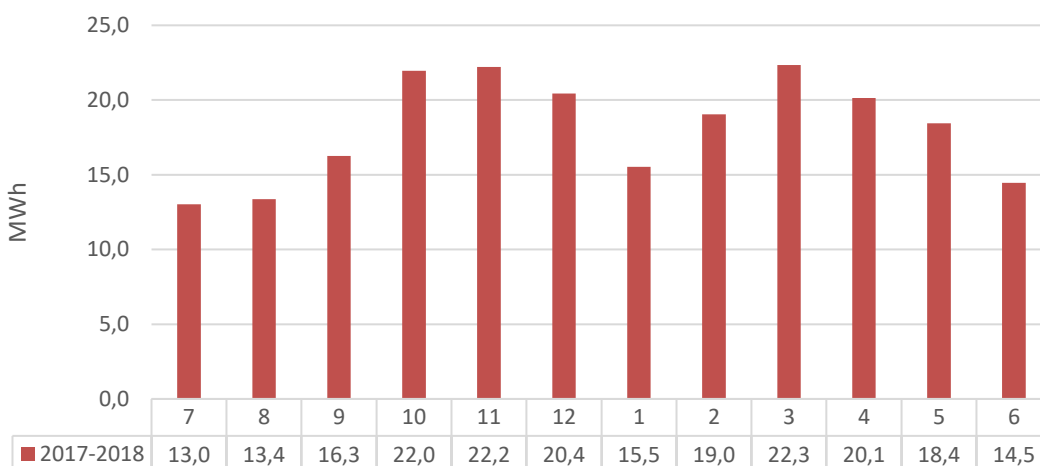
➤ Období 2015-2016

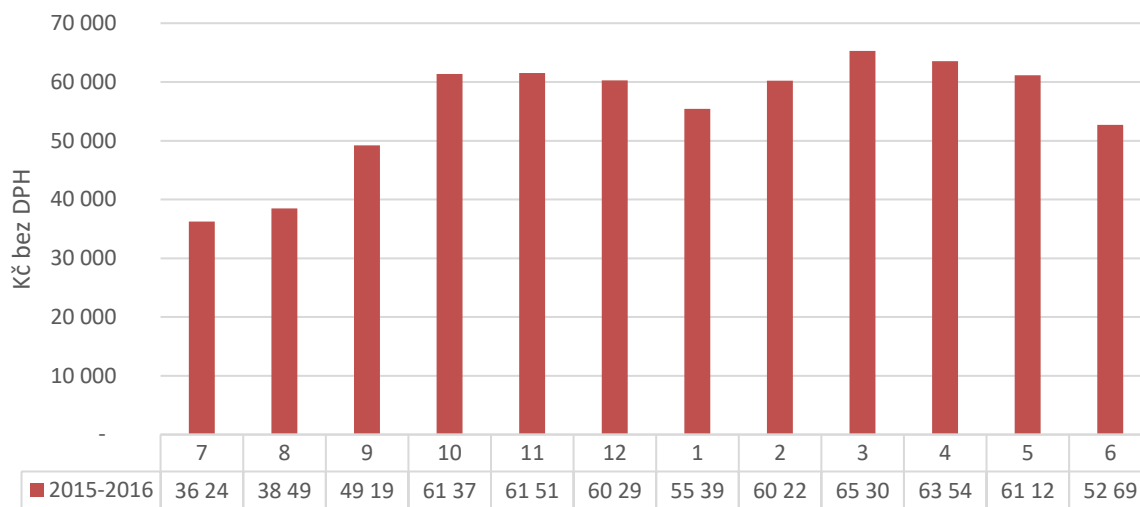
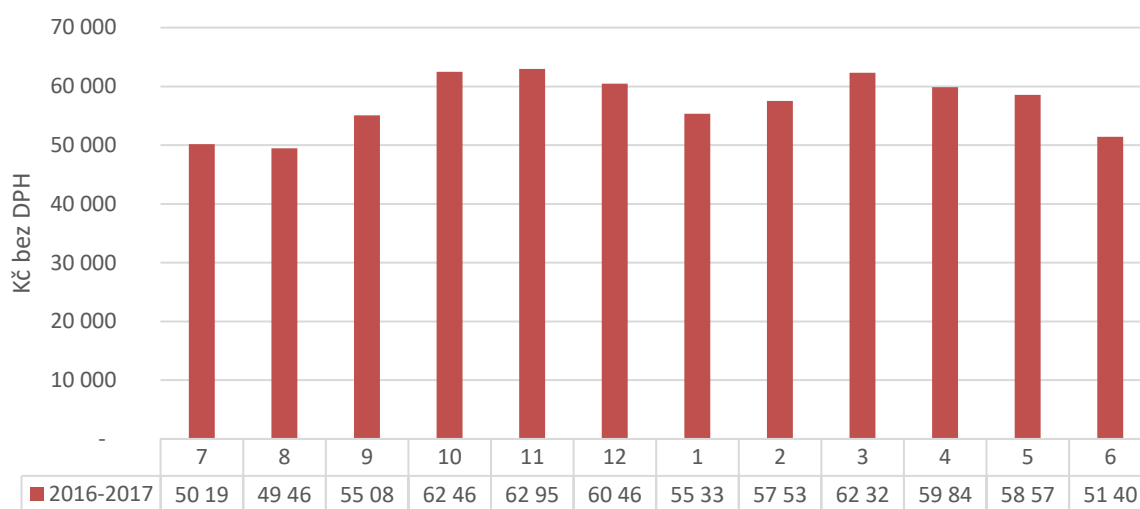
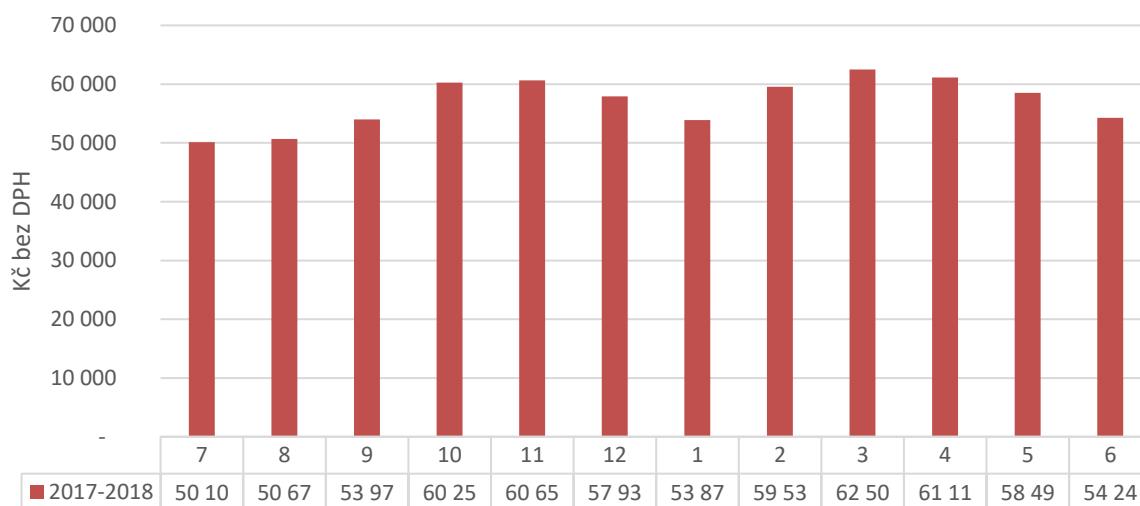


➤ Období 2016-2017



➤ Období 2017-2018

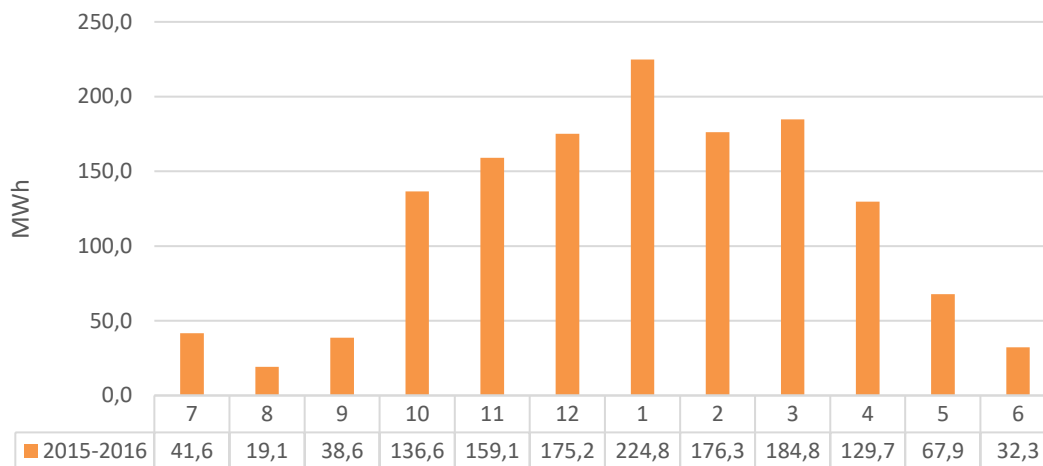


9.2.2. Struktura nákladů za elektrickou energii za období 2015-2018**➤ Období 2015-2016****➤ Období 2016-2017****➤ Období 2017-2018**

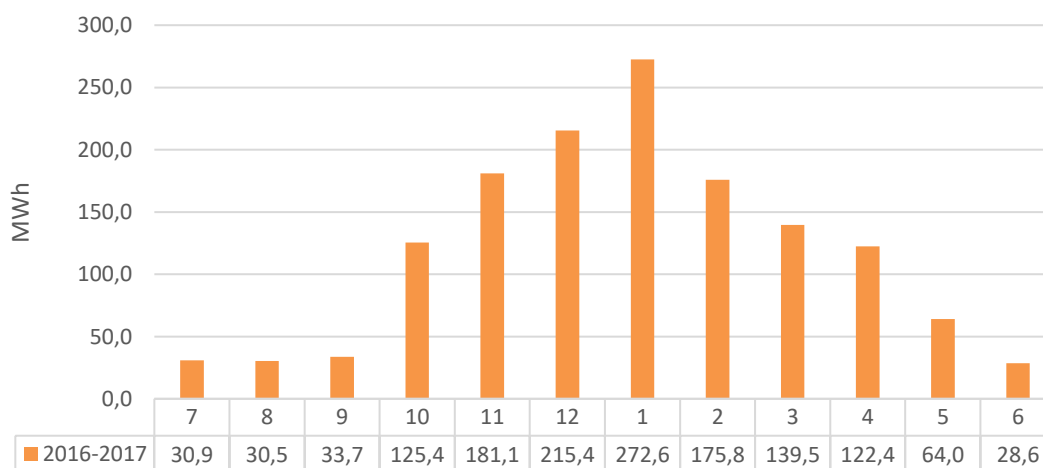
9.3. Příloha č.3 – Struktura odběru a nákladů za zemní plyn

9.3.1. Struktura odběru zemního plynu za období 2015-2018

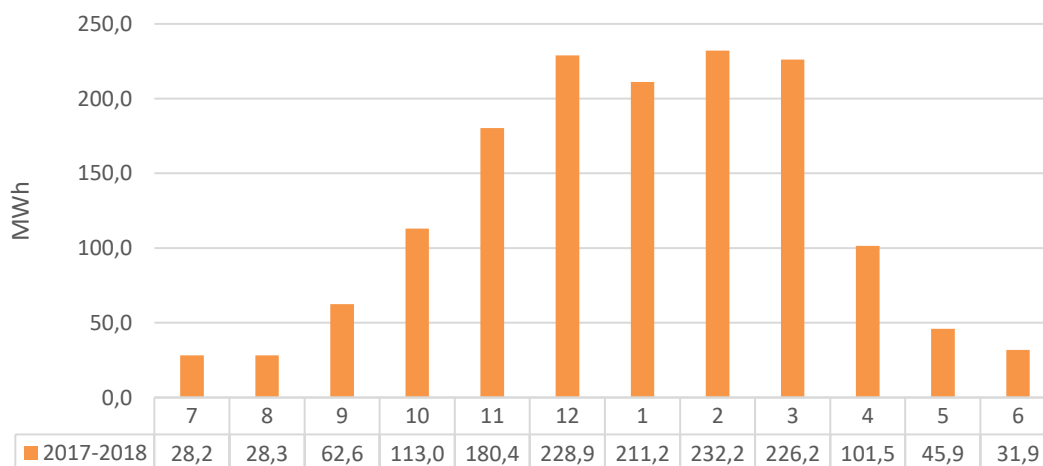
➤ Období 2015-2016

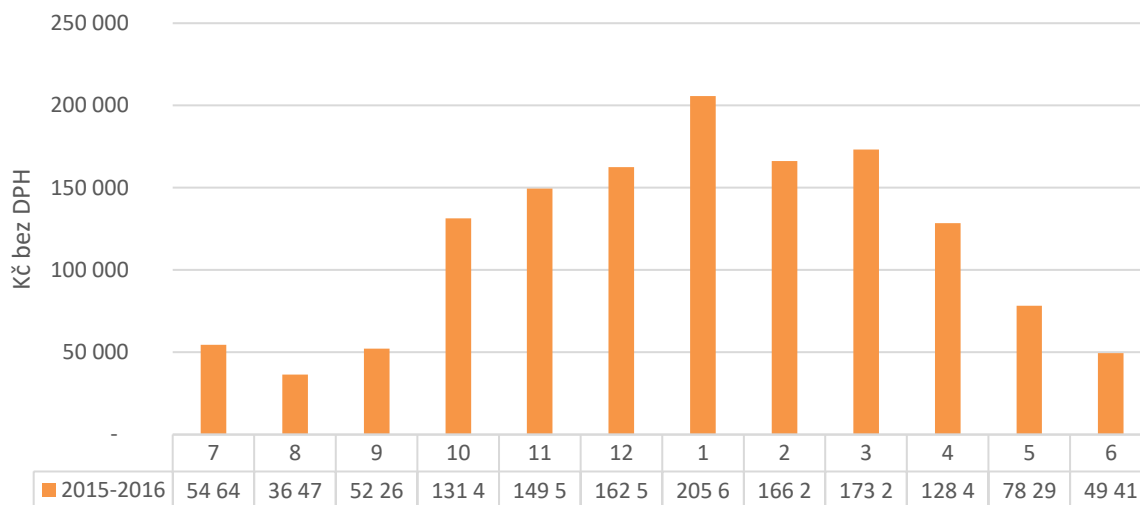
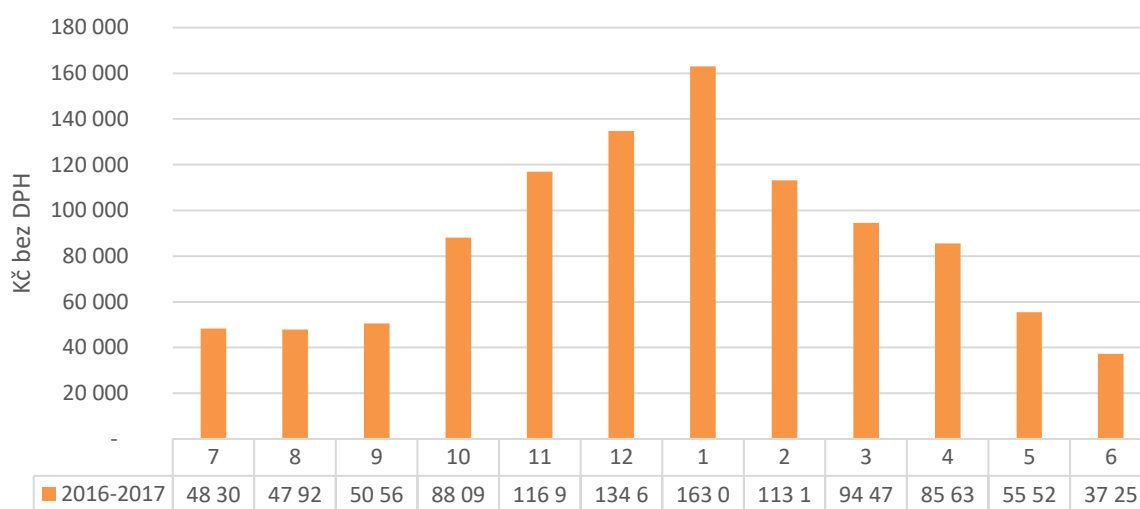
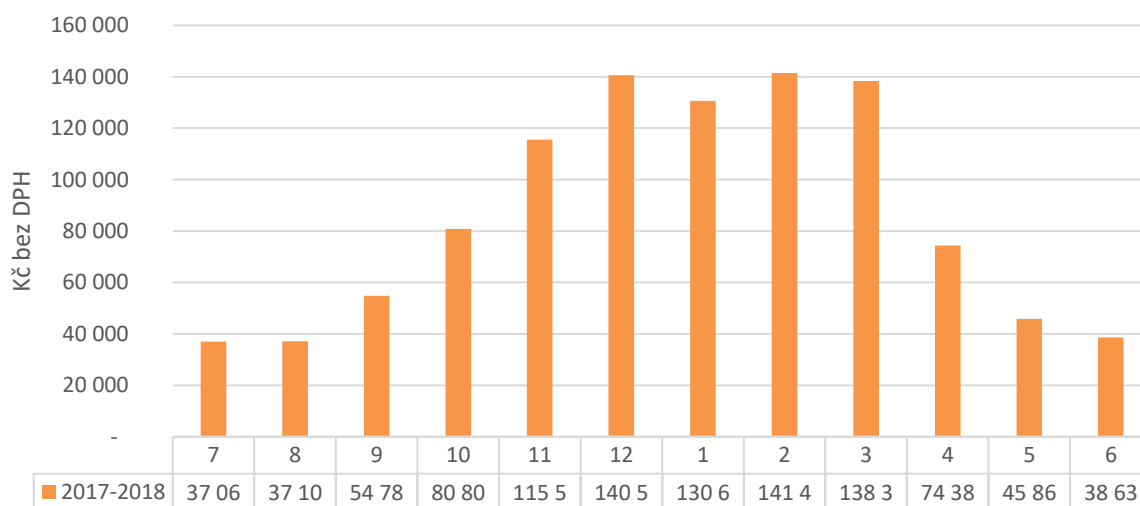


➤ Období 2016-2017



➤ Období 2017-2018

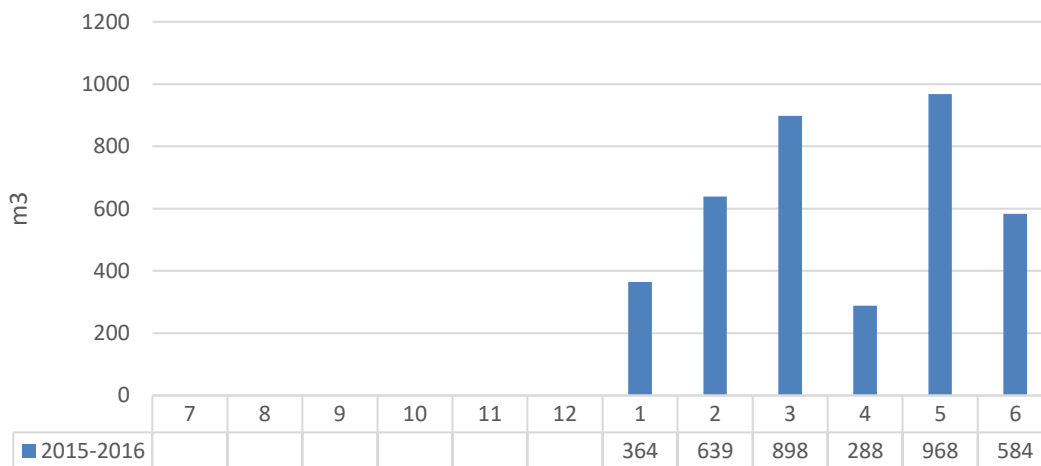


9.3.2. Struktura nákladů za odběr zemního plynu za období 2015-2018**➤ Období 2015-2016****➤ Období 2016-2017****➤ Období 2017-2018**

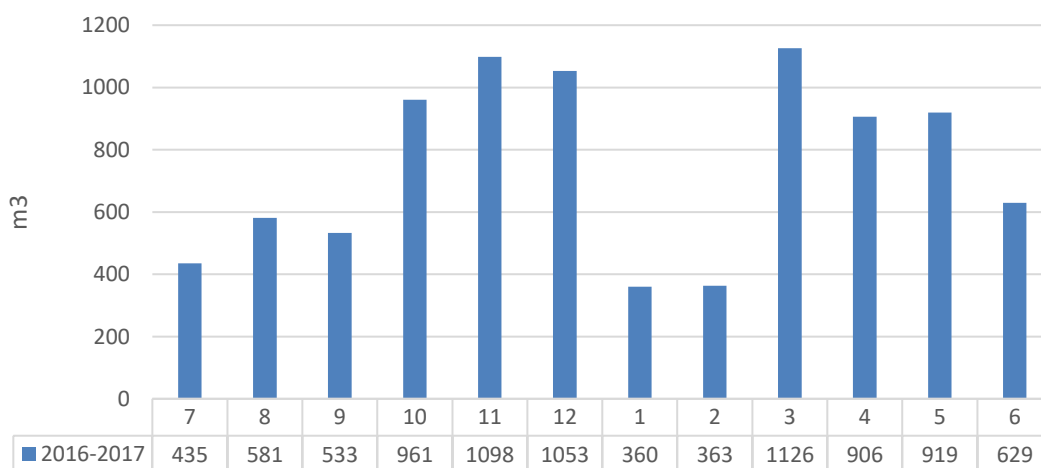
9.4.Příloha č.4 - Struktura odběru a nákladů za pitnou vodu

9.4.1. Struktura odběru pitné vody za období 2015-2018

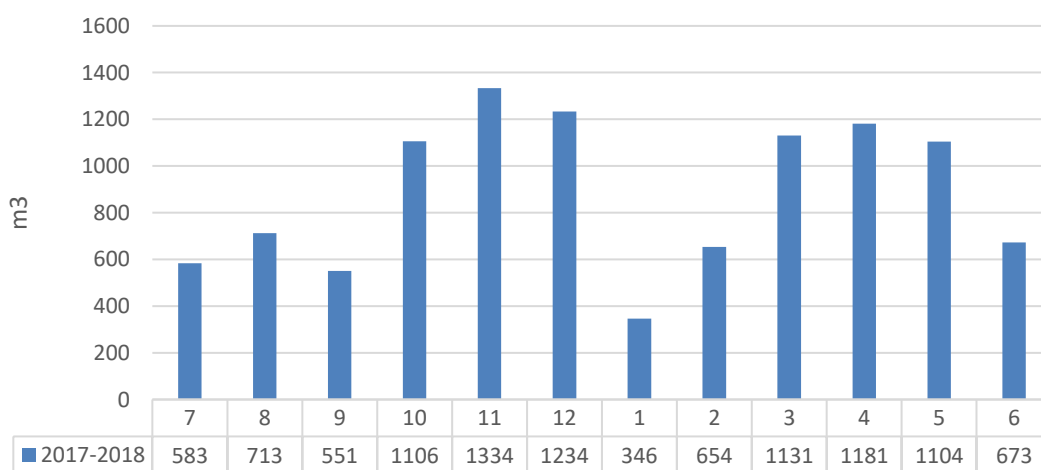
➤ Období 2015-2016

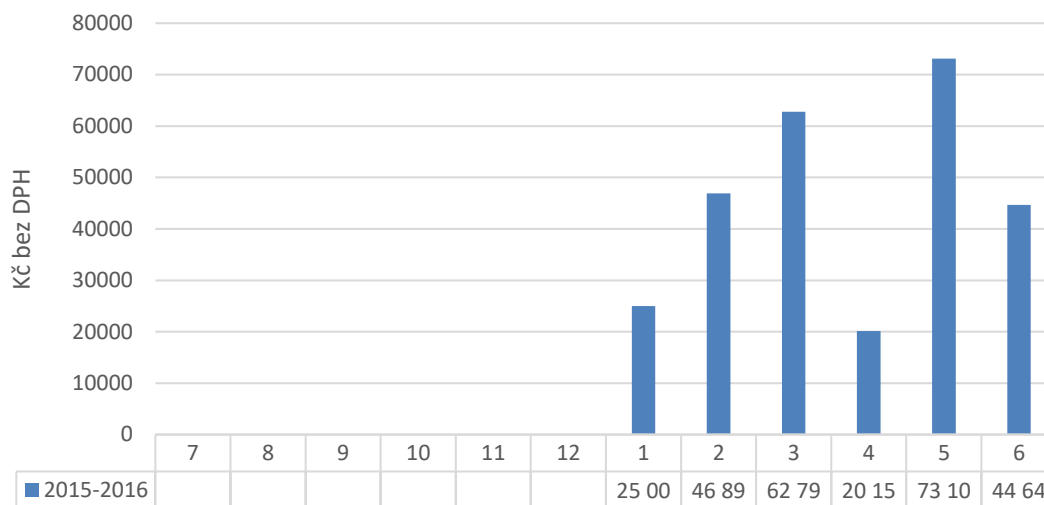
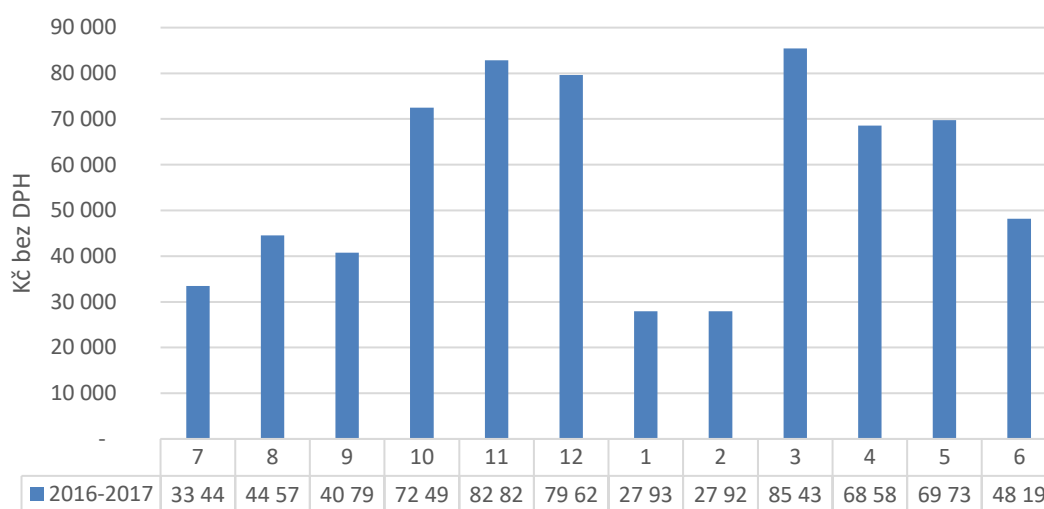
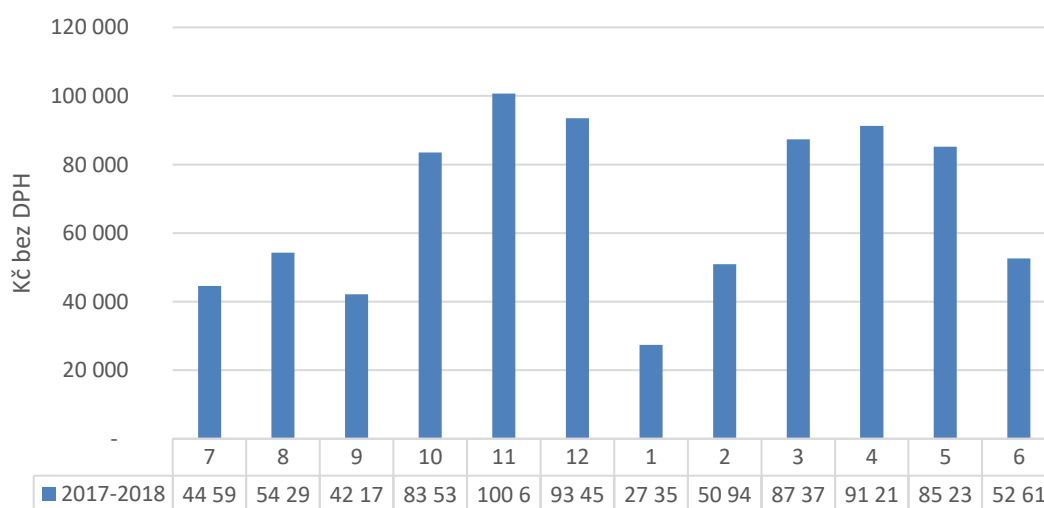


➤ Období 2016-2017



➤ Období 2017-2018



9.4.2. Struktura nákladů za odběr pitné vody za roky 2015-2018**➤ Období 2015-2016****➤ Období 2016-2017****➤ Období 2017-2018**

9.5.Příloha č.5 – Soupis základních údajů o energetických vstupech za roky 2015-2016, 2016-2017 a 2017-2018

9.5.1. Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2015-2016

Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jedn.]	Přepočet na MWh	Roční náklady [tis. Kč]
Elektřina	MWh	214,4	3,6	214,4	665,4
Teplo	GJ				
Zemní plyn	MWh	1 386,0	3,6	1 386,0	1 388,2
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Druhotné zdroje	t				
Obnovitelné zdroje	t				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				1 600,4	2 053,6
Změna stavu zásob (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				1 600,4	2 053,6

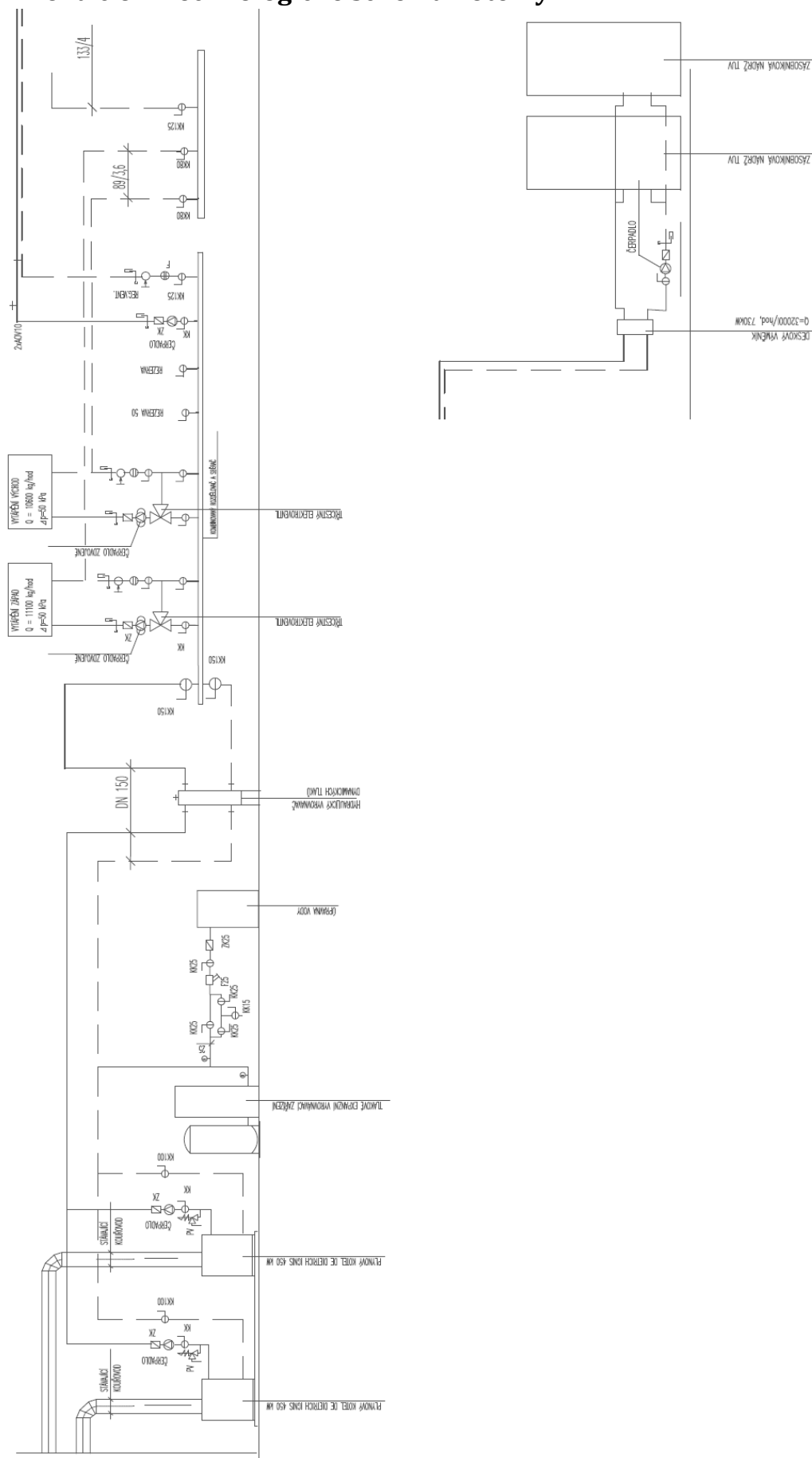
9.5.2. Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2016-2017

Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jedn.]	Přepočet na MWh	Roční náklady [tis. Kč]
Elektřina	MWh	220,3	3,6	220,3	685,6
Teplo	GJ				
Zemní plyn	MWh	1 419,9	3,6	1 419,9	1 035,7
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Druhotné zdroje	t				
Obnovitelné zdroje	t				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				1 640,2	1 721,3
Změna stavu zásob (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				1 640,2	1 721,3

9.5.3. Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2017-2018

Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jedn.]	Přepočet na MWh	Roční náklady [tis. Kč]
Elektřina	MWh	217,2	3,6	217,2	683,4
Teplo	GJ				
Zemní plyn	MWh	1 490,3	3,6	1 490,3	1 035,1
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Druhotné zdroje	t				
Obnovitelné zdroje	t				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				1 707,5	1 718,5
Změna stavu zásob (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				1 707,5	1 718,5

9.6. Příloha č.6 – Technologické schéma kotelny



9.7. Příloha č.7 - Kopie oprávnění podle § 10 b zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií



MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU
Na Františku 32, 110 15 Praha 1

RNDr. Pavel Fikar
r. č. 840511/0175

je oprávněn

provádět energetický audit
s platností od 26.10.2010

vypracovávat průkazy energetické náročnosti budovy
s platností od 18.1.2011

provádět kontroly kotlů
s platností od 18.1.2011

provádět kontroly klimatizace
s platností od 18.1.2011



podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů.

Číslo oprávnění: 0871

V Praze dne 18. ledna 2011


Ing. Tomáš Hüner
náměstek ministra průmyslu a obchodu

9.8. Příloha č.8 - Energetické štítky budovy

9.8.1. Energetický štítek budovy – stávající stav

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Vysokoškolská kolej - budova F V Zahrádkách 1953/67, 130 67 Praha 3 - Jarov					Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha $A_c = 8\,270,0\,m^2$					stávající	doporučení
<div><div>C/ Velmi úsporná</div><div><div><div>A</div><div>0,5</div></div><div><div>B</div><div>0,75</div></div><div><div>C</div><div>1,0</div></div><div><div>D</div><div>1,5</div></div><div><div>E</div><div>2,0</div></div><div><div>F</div><div>2,5</div></div><div><div>G</div><div></div></div></div><div>Mimořádně ne hospodámá</div></div>					1,98	
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$					$U_{em} = H_T / A$	1,13
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$						0,57
Klasifikační ukazatele $C/$ a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
$C/$	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,28	0,43	0,57	0,85	1,14	1,42
Platnost štítku do:			Datum vystavení štítku: 10.10.2018			
Štítek vypracoval(a):		RNDr. Pavel Fikar, Ing. Zuzana Šestáková				

9.8.2. Energetický štítek budovy – navrhovaný stav

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Vysokoškolská kolej - Budova F V Zahrádkách 1953/67, 130 67 Praha 3 - Jarov					Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha $A_c = 8\,270,0\text{ m}^2$					stávající	doporučení
<p>CI Velmi úsporná</p> <p>0,5 0,75 1,0 1,5 2,0 2,5</p> <p>Mlmořádně nehospodárná</p>					0,71	
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$					$U_{em} = H_T / A$	0,37
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$						0,52
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,26	0,39	0,52	0,78	1,04	1,30
Platnost štítku do:				Datum vystavení štítku: 10.10.2018		
Štítek vypracoval(a):		RNDr. Pavel Fikar, Ing. Zuzana Šestáková				