

# Příloha 4 - Energetické vyhodnocení

## Obsah

1 Úvod.....	1
2 Stávající stav – zářivkové svítidla.....	1
3 Nový stav – LED svítidla bez regulace.....	2
4 Nový stav – LED svítidla s regulací .....	3
5 Roční úspora nového návrhu.....	4
6 Návratnost investice.....	5
7 Závěr .....	6

Cenová nabídka

## 1 Úvod

V této příloze srovnávám z energetického hlediska stávající osvětlovací soustavu (zářivkové svítidla) a mnou navrženou novou osvětlovací soustavu (LED svítidla). Dále ve srovnání zohledním i další úspory, které přinese regulace osvětlení pomocí senzorů.

## 2 Stávající stav – zářivkové svítidla

Před zahájením samotné bakalářské práce jsem si osobně prohlédl ZŠ Mazurská a poznamenal si počet svítidel a jejich příkony v místnostech, abych mohl později provést porovnání. Vše jsem následně zpracoval do tabulky níže (Tabulka 4.01)

V době měření jsem ještě neměl podklady a neznal jsem tedy ani čísla místností, proto jsem si je pojmenoval takto. V novém návrhu už ale mám uvedeny i konkrétní příkony konkrétních místností.

Tabulka 4.01 – zaznamenání příkonů stávajícího stavu

Osvětlení		
2. NP		
Chodby	46 svítidel á 72 W	3 312 W
	28 svítidel á 80 W	2 240 W
	21 svítidel á 36 W	756 W
Učebny	223 svítidel á 72 W	16 056 W
	32 svítidel á 36 W	1 152 W
	54 svítidel á 80 W	4 320 W
Kabinety	21 svítidel á 72 W	1 512 W
	4 svítidel á 36 W	144 W
	8 svítidel á 80 W	640 W
Kanceláře	12 svítidel á 72 W	864 W
	4 svítidel á 30 W	120 W
	4 svítidel á 30 W	120 W
1. dámské WC	6 svítidel á 30 W	180 W
	3 svítidel á 15 W	45 W
2. dámské WC	6 svítidel á 30 W	180 W
	3 svítidel á 15 W	45 W
1. pánské WC	6 svítidel á 30 W	180 W
	3 svítidel á 15 W	45 W
2. pánské WC	6 svítidel á 30 W	180 W
	3 svítidel á 15 W	45 W
WC pers. + úklid	10 svítidel á 30 W	300 W
Sklady	2 svítidel á 60 W	120 W
	16 svítidel á 40 W	640 W
	2 svítidel á 80 W	160 W
1. schody	2 svítidel á 72 W	144 W
2. schody	2 svítidel á 72 W	144 W
3. schody	2 svítidel á 72 W	144 W
4. schody	2 svítidel á 72 W	144 W
<b>CELKEM</b>	<b>531 svítid. s příkonem</b>	<b>33 500 W</b>

### 3 Nový stav – LED svítidla bez regulace

V tabulce 4.02 uvádím příkon mnou navržených led svítidel v jednotlivých místnostech a i celkový příkon 2.NP.

Vidíme, že celkový příkon nově navržené soustavy činí **16664,5W**. To znamená přibližně poloviční, než původní návrh. A je třeba vzít v úvahu, že značnou část tvoří i speciální asymetrická svítidla na nasvětlování tabulí, která v současné (zářivkové) soustavě vůbec nejsou. Jedná se tedy o výraznou úsporu spotřeby a zároveň i daleko lepší světelné podmínky (alespoň v učebnách to rozhodně platí).

Pokud by tedy tato nová osvětlovací soustava byla ovládána stejně, jako původní zářivková (tím myslím bez regulace), došlo by přibližně k polovičním úsporám elektrické energie. Ovšem já navrhoval i regulaci osvětlení, která přináší ještě další úspory. O tom se rozepíši v další kapitole.

Tabulka 4.02 – Celkový maximální příkon nově navržené osvětlovací soustavy

číslo místnosti	Název místnosti	Počet svítidel	Příkon svítidel [W]
D.2.01	Chodba	18	554
D.2.02	Schodiště	8	185,5
D.2.03	Knihovna	3	63
D.2.12	Schodiště	8	185,5
D.2.13	Posilovna	3	111
D.2.14	Sklad	2	46
D.2.15a	Předsíň WC ženy	2	45
D.2.15b	WC personál	3	42
D.2.15c	WC ženy	10	155
D.2.20	Sklad	2	34
D.2.21	Rozvaděč	1	33
D.2.04	Učebna	16	535,2
D.2.05	Kabinet	3	145
D.2.06	Učebna	16	515,2
D.2.17	Kabinet 1. stupně	3	111
D.2.18	WC muži	10	150,5
D.2.19	Uklidová místnost	3	42
D.2.07	Kabinet	3	145
D.2.08	Učebna	16	535,2
D.2.09	Kabinet	3	145
D.2.10	Učebna	16	535,2
D.2.11	Kabinet	3	145
D.2.16	Družina	12	525
C.2.01	Chodba	6	138
C.2.02	Učebna	16	535,2
C.2.03	Kabinet zeměpisu	3	145
C.2.04	Kabinet fyziky	4	132
C.2.05	Učebna fyziky	16	643,2
C.2.06	Učebna	16	535,2
C.2.07	Kabinet	3	145
C.2.08	Kabinet informatiky	3	145
C.2.09	Kabinet výtvarné výchovy	3	145
C.2.10	Učebna keramiky	16	535,2
C.2.11	Kabinet keramiky	3	145
B.2.01	Chodba	14	462
B.2.02	Schodiště	6	185,5
B.2.03	Sklad	3	51
B.2.04	Sklad	2	34
B.2.05	WC personál	3	46,5
B.2.14	Schodiště	6	185,5
B.2.15	Sborovna	3	111
B.2.16	Učebna	8	325,6
B.2.17	Kancelář	3	145
B.2.18	Sekretariát	3	145
B.2.06a	Předsíň WC ženy	2	45
B.2.06b	WC personál	3	42
B.2.06c	WC ženy	10	155
B.2.07	Učebna	8	433,6
B.2.08	Učebna	8	325,6
B.2.09	Učebna	8	433,6
B.2.10	WC muži	10	150,5
B.2.11	Uklidová místnost	3	42
B.2.12	Sklad + serverovna	2	34
B.2.13	Rozvaděč	1	33
B.2.19	Multimediální učebna	16	643,2
B.2.20	Učebna	8	325,6
B.2.21	Učebna informatiky	10	384,8
B.2.22	Učebna	16	535,2
B.2.23	Sborovna	3	145
A.2.11	Učebna	16	535,2
A.2.12	Učebna/studovna	16	643,2
A.2.13	Učebna výpočetní techniky	16	535,2
A.2.01	Chodba	6	138
A.2.02	Kabinet	4	80
A.2.03	Chodba	1	37
A.2.04	Chodba	1	37
A.2.05	WC a sprcha zaměstnanci	3	42
A.2.06	Kancelář ředitele	5	170
A.2.07	Kancelář zástupce ředitele	3	67
A.2.08	Kancelář hospodářky	3	67
A.2.09	Kancelář ekonomky	3	67
A.2.10	Sborovna	14	599,6

**Příkon celkem: 16 664,5**

## 4 Nový stav – LED svítidla s regulací

V příloze 3 - *Návrh regulace* jsem odhadl jakých úspor lze dosáhnout pomocí regulace osvětlovací soustavy. Celkovou úsporu jsem odhadl na **24,85%** z celkového příkonu. To, že po snížení se ekvivalentní příkon rovná **12.523,4W**.

Zde už se dostáváme na **spotřebu 37,4% původní osvětlovací soustavy. To znamená o 62,6% méně.**

Energetické úspory z regulace jsem přepočítal na ekvivalentní příkon svítidel viz. tabulka 4.03. Abych z toho mohl vypočítat návratnosti investice. Barevně jsem vyznačil všechny místnosti, ve kterých jsem redukoval příkon regulací.

Poznámka: Celkový příkon v tabulce 4.03 se liší od celkového příkonu vypočteného v kapitole 3 - *Návrh regulace* o 3,9W z důvodu zaokrouhlování.

Tabulka 4.03 – Celkový ekvivalentní příkon nově navržené osvětlovací soustavy

číslo místnosti	Název místnosti	Počet svítidel	Ekvivalentní příkon svítidel s regulací [W]
D.2.01	Chodba	18	387,8
D.2.02	Schodiště	6	74,2
D.2.03	Knihovna	3	63
D.2.12	Schodiště	6	74,2
D.2.13	Posilovna	3	111
D.2.14	Sklad	2	46
D.2.15a	Předsíň WC ženy	2	45
D.2.15b	WC personál	3	42
D.2.15c	WC ženy	10	155
D.2.20	Sklad	2	34
D.2.21	Rozvaděč	1	33
D.2.04	Učebna	16	401,4
D.2.05	Kabinet	3	108,75
D.2.06	Učebna	16	386,4
D.2.17	Kabinet 1. stupně	3	83,25
D.2.18	WC muži	10	150,5
D.2.19	Úklidová místnost	3	42
D.2.07	Kabinet	3	108,75
D.2.08	Učebna	16	401,4
D.2.09	Kabinet	3	108,75
D.2.10	Učebna	16	401,4
D.2.11	Kabinet	3	108,75
D.2.16	Družina	12	393,75
C.2.01	Chodba	6	96,6
C.2.02	Učebna	16	401,4
C.2.03	Kabinet zeměpisu	3	108,75
C.2.04	Kabinet fyziky	4	99
C.2.05	Učebna fyziky	16	482,4
C.2.06	Učebna	16	401,4
C.2.07	Kabinet	3	108,75
C.2.08	Kabinet informatiky	3	108,75
C.2.09	Kabinet výtvarné výchovy	3	108,75
C.2.10	Učebna keramiky	16	401,4
C.2.11	Kabinet keramiky	3	108,75
B.2.01	Chodba	14	323,4
B.2.02	Schodiště	6	74,2
B.2.03	Sklad	3	51
B.2.04	Sklad	2	34
B.2.05	WC personál	3	46,5
B.2.14	Schodiště	6	74,2
B.2.15	Sborovna	3	83,25
B.2.16	Učebna	8	244,2
B.2.17	Kancelář	3	108,75
B.2.18	Sekretariát	3	108,75
B.2.06a	Předsíň WC ženy	2	45
B.2.06b	WC personál	3	42
B.2.06c	WC ženy	10	155
B.2.07	Učebna	8	325,2
B.2.08	Učebna	8	244,2
B.2.09	Učebna	8	325,2
B.2.10	WC muži	10	150,5
B.2.11	Úklidová místnost	3	42
B.2.12	Sklad + serverovna	2	34
B.2.13	Rozvaděč	1	33
B.2.19	Multimediální učebna	16	482,4
B.2.20	Učebna	8	244,2
B.2.21	Učebna informatiky	10	288,6
B.2.22	Učebna	16	401,4
B.2.23	Sborovna	3	108,75
A.2.11	Učebna	16	401,4
A.2.12	Učebna/studovna	16	482,4
A.2.13	Učebna výpočetní techniky	16	401,4
A.2.01	Chodba	6	96,6
A.2.02	Kabinet	4	60
A.2.03	Chodba	1	25,9
A.2.04	Chodba	1	25,9
A.2.05	WC a sprcha zaměstnanci	3	42
A.2.06	Kancelář ředitele	5	127,5
A.2.07	Kancelář zástupce ředitele	3	50,25
A.2.08	Kancelář hospodářky	3	50,25
A.2.09	Kancelář ekonomky	3	50,25
A.2.10	Sborovna	14	449,7
<b>Celkový příkon:</b>			<b>12519,5</b>

## 5 Roční úspora nového návrhu

Pro výpočet návratnosti je třeba si nejprve definovat:

- Celkovou roční dobu provozu školy ve dnech (během prázdnin a víkendů škola není v provozu)
- Odhad doby užívání jednotlivých místností (například sklad se užívá jen výjimečně, ale učebny neustále)

### a) Celková roční doba provozu školy ve dnech

Škola je v provozu od pondělí do pátku, od 6:30 do 16:30, po 9 měsíců v roce (10 hodin denně, 5 dní v týdnu, 20 dní v měsíci).

Výpočet tedy vypadá následovně:  $9 \text{ měsíců} * 20 \text{ dní} * 10 \text{ hodin} = 1800$  hodin provozu za rok

Celková roční provozní doba školy je tedy 1800 hodin.

### b) Odhad doby užívání jednotlivých místností

Jak jsem již říkal, provoz školy je od 6:30 do 16:30. Ovšem ne všechny místnosti jsou v provozu po celou dobu. Pro výpočet návratnosti investice je třeba určit, po jakou dobu jsou dané místnosti v provozu. Tuto informaci jsem shrnul v tabulce 4.04.

<b>Doba provozu za den (max 10hodin)</b>	<b>Název místnosti</b>
10	Chodby, schodiště
9	Učebny
8	Kanceláře
5	Toalety
4	Kabinety, sborovny
2	Rozvaděč, sklad, úklidová místnost, posilovna, knihovna)

Tabulka 4.04 – Počty hodin užívání jednotlivých místností denně

Vysvětlení: Z tabulky vyplývá, že chodby budou v provozu po celou dobu školního roku (1800 hodin z 1800 hodin) a například kabinety pouze 720 hodin z 1800 hodin. Automatické vypínání osvětlení v nepřítomnosti osob na chodbách jsem započítal do ekvivalentního příkonu chodeb (viz. tabulka 4.03)

Z výše uvedených údajů jsem vytvořil srovnávací tabulku 4.05 roční spotřeby elektrické energie na osvětlení



<b>Roční spotřeba elektrické energie 2.NP ZŠ Mazurská</b>			
	<b>Stávající stav (zářivková svítidla)</b>	<b>Nový návrh LED bez regulace</b>	<b>Nový návrh LED s regulací</b>
Celkový příkon svítidel [kW]	33,5	16,66	12,52
Roční spotřeba [MWh/rok]	51,92	23,47	17,19

Tabulka 4.05 – Srovnávací tabulka ročních spotřeb elektřiny

Z tabulky 4.05 lze vyčíst:

- **nový návrh s regulací** má roční příkon **17,19 MWh/rok**
- **nový návrh bez regulace** má roční příkon **23,47 MWh/rok**
- **stávající stav** (zářivkové svítidla) má roční příkon **51,92 MWh/rok**

Rekonstrukce osvětlovací soustavy s regulací ZŠ Mazurská tedy přinese **úsporu 34,71 MWh/rok (úspora 67%)**.

Tato úspora činí **132.592 Kč ročně** při ceně elektřiny 3,82 Kč/kWh.

## 6 Návratnost investice

Ze všech výše zmíněných údajů jsem sestavil srovnávací tabulku 4.05 návratnosti investice.

	<b>Stávající stav (zářivková svítidla)</b>	<b>Nový LED návrh bez regulace</b>	<b>Nový LED návrh s regulací</b>
Počet svítidel [ks]	531	499	499
Vyhovuje požadavkům ČSN	Pravděpodobně ne	Ano	Ano
Životnost svítidel [h]	8.000 – 12.000	50.000	50.000
Roční spotřeba [MWh / rok]	51,9	23,47	17,19
Cena za kWh (19.5.2018) [Kč]		3,82	
Cena za elektřinu ročně [Kč]	198 258	89 655	65 666
Úspora ročně [Kč]	-	108 603	132 592
<b>Pořizovací náklady [Kč]</b>	-	<b>2 432 541</b>	<b>2 854 141</b>
<b>Návratnost investice [roky]</b>	-	<b>22,4</b>	<b>21,5</b>

Tabulka 4.05 – Srovnávací tabulka návratnosti investice

## 7 Závěr

Nový návrh osvětlovací soustavy přinesl značné energetické úspory, nicméně pořizovací cena je tak vysoká, že návratnost investice není příliš lukrativní. Ale je třeba si uvědomit, že stávající osvětlovací soustava s největší pravděpodobností nesplňuje požadavky ČSN. Další úspora, kterou jsem do výpočtu nezahrnul je výrazně vyšší životnost svítidel a tudíž menší náklady na údržbu, větší komfort užívání, možnost na stávající DALI okruhy relativně snadno napojit další prvky (například automatické žaluzie).