



Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích
Ústav technicko-technologický
Katedra stavebnictví

Základní škola pro 1. stupeň

Autor bakalářské práce: Petr Bálek
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Kraus, Ph.D.
Oponent bakalářské práce: Ing. Tomáš Miller

České Budějovice, červen 2022



Seznámení s objektem

- Budova základní školy s tělocvičnou, družinou a jídelnou
- V současné době jsou ve městě Netolice 3 budovy základní školy
- Budova v Tržní ulici bude nahrazena za novou a spojí celý 1. stupeň



Budova v Bavorské ulici



Budova na Starém městě

(Zdroj vlastní)

Budova v ulici Tržní



Situace objektu

- Umístění: Jihočeský kraj, okres Prachatice, obec Netolice
- Vjezd na pozemek umístěný z jihozápadní strany
- 2 budovy vytvářející půdorysný tvar T
- Budova školy o rozměrech 40,74 x 18,81 m
- Budova tělocvičny o rozměrech 30,08 x 13,13 m
- Na pozemku školy 5 parkovacích stání pro personál školy + 1 pro ZTP
- Na východní straně pozemku vybudované dětské hřiště



Dispoziční řešení objektu – 1.NP

ČM.	Název místnosti	Plocha (m2)
101	Zádveří	11,46
102	Chodba	38,84
103	Recepce	14,62
104	Šatna učitele TV	20,10
105	WC učitele TV	4,33
106	Uklidová místnost	7,36
107	WC chlapci	20,02
108	Sprchy chlapci	9,61
109	Šatna TV chlapci	13,78
110	Chodba TV	35,05
111	Šatna TV dívky	13,78
112	Sprchy dívky	9,61
113	WC dívka	20,02
114	Místnost školníka	23,54
115	Kotelna	4,19
116	WC personál	4,20
117	Šatny klecové	71,82
118	Šatny skříňkové	28,22
119	Sprcha kuchyně	3,74
120	Šatna kuchyně	15,82
121	Kancelář kuchyně	11,88
122	Zádveří kuchyně	4,30
123	Chodba kuchyně	6,57
124	WC kuchyně	4,82
125	Úklidová místnost	2,98
126	Výdejna jídla	39,66
127	Skład dovezeného jídla	8,62
128	Skład stolního nádobí	7,52
129	Skład odpadků	9,90
130	Umývárna stolního nádobí	9,20
131	Jídelna	149,20
132	Schodiště	33,03
133	Výtah	5,51
134	Místnost záložního alternátoru	4,54
135	Tělocvična	288,21
136	Skład nářadí	58,87
137	Místnost serveru	5,54
		1 020,47 m ²



(Zdroj vlastní)



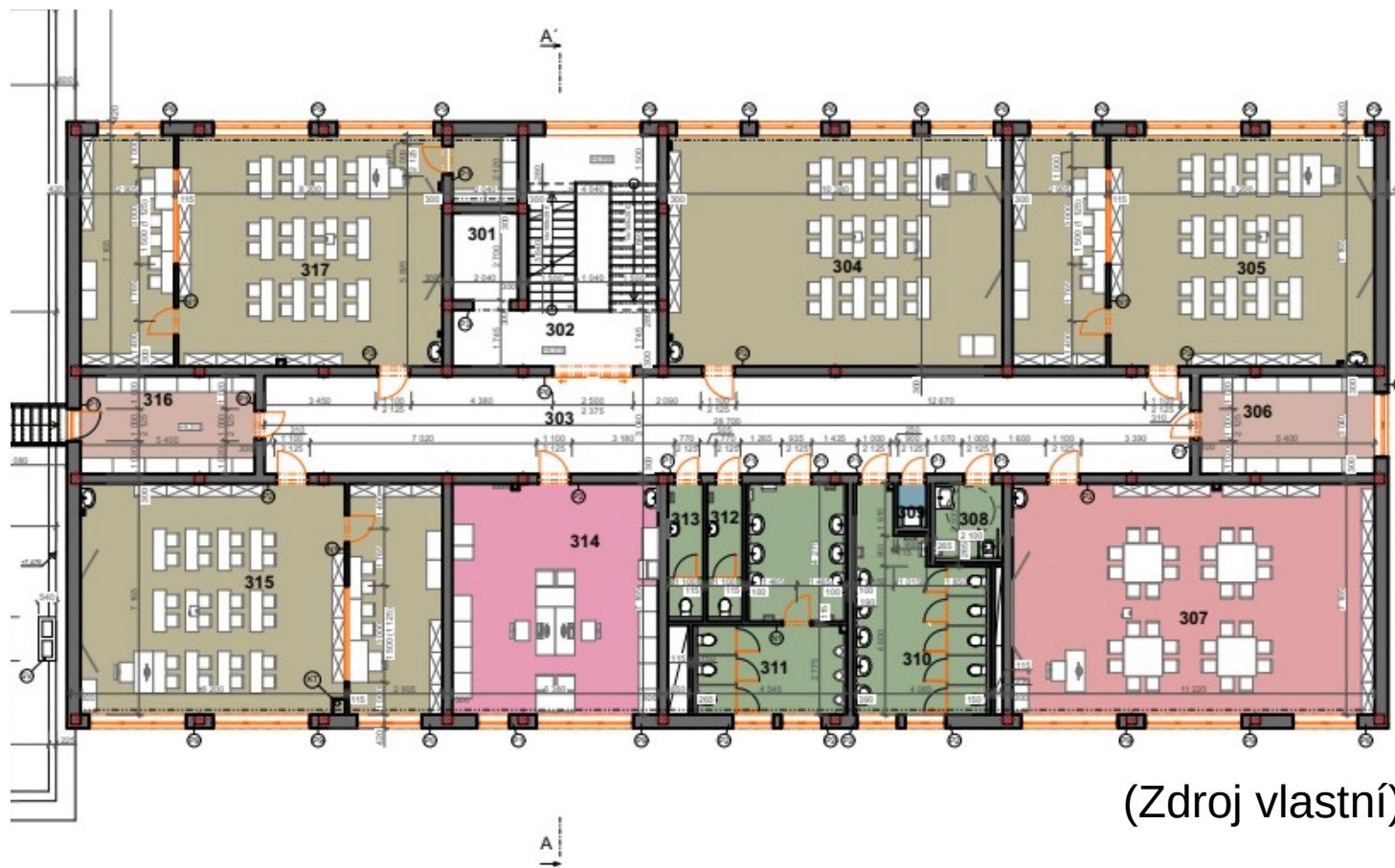
Dispoziční řešení objektu – 2.NP

ČM.	Název místnosti	Plocha (m ²)
201	Výtah	5,51
202	Schodiště	33,03
203	Chodba	89,91
204	Počítačová učebna	74,37
205	Třída 2.A	79,66
206	Multismyslová místnost	16,80
207	Třída 2.B	79,67
208	Invalidní WC	5,51
209	Úklid. míst.	1,35
210	WC dívky	23,01
211	WC chlapci	26,79
212	WC uč. muži	4,71
213	WC uč. ženy	4,70
214	Sborovna	45,71
215	Třída 1.B	79,66
216	Sklad učebnic	16,80
217	Třída 1.A	84,27
		671,05 m ²

(Zdroj vlastní)



Dispoziční řešení objektu – 3.NP



(Zdroj vlastní)





Stavebně konstrukční řešení objektu

- Skeletový nosný systém složený ze základových patek, sloupů, průvlaků, ztužidel a panelů
- 2 od sebe od-dilatované budovy
- Dozdívka a příčky z cihelných tvárnic Porotherm
- Objekt zateplen kontaktním tepelnou izolací

Příležitostně pochozí ploché střechy s nášlapnou vrstvou tvořenou betonovou dlažbou na terčících





Technika prostředí staveb

- Novostavba bude napojena na stávající vodovodní řád
- Splaškové odpadní vody napojeny na veřejnou kanalizaci
- Dešťové vody napojeny na retenční nádrž s přepadem do veřejné kanalizace
- Vytápění objektu a ohřev TV za pomoci 2 plynových kotlů v kaskádovitém zapojení
- Pozemek školy je napojen na distribuční síť el. energie společnosti EO.N Distribuce, a.s.
- Na ploché střeše školy umístěna VZT jednotka s rekuperací





Výzkumná otázka č. 1

„Posouzení možností využití plochých střech pro instalaci TZB.“



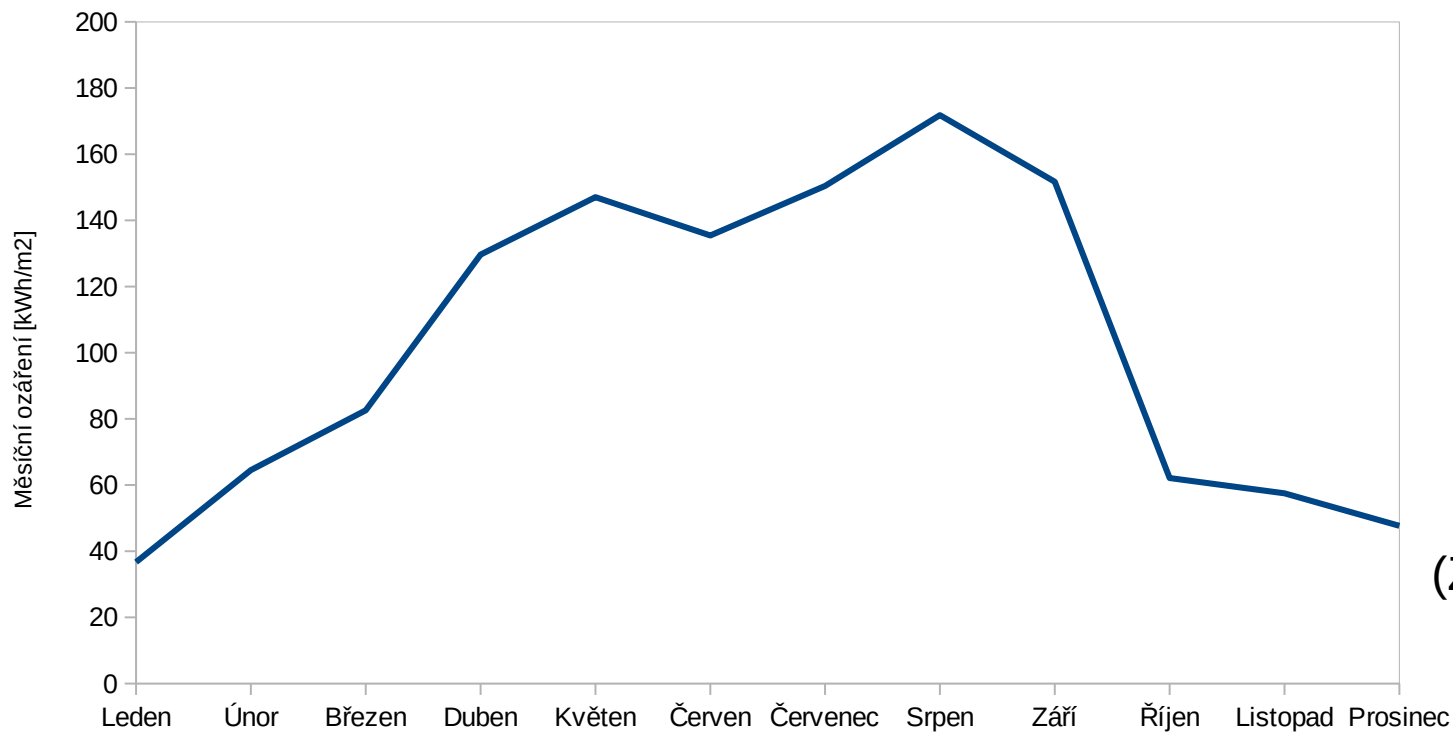
Výzkumná otázka č. 1

- **TZB zařízení umístované na plochých střechách:**
 - VZT jednotky
 - Tepelná čerpadla (vzduch-voda, vzduch-vzduch)
 - Sluneční zařízení (fotovoltaické panely, solární kolektory)



Výzkumná otázka č. 1

Množství měsíčního ozáření v roce 2016 ve městě Netolice (kWh/m²)



(Zdroj vlastní na základě web. aplikace PVGIS)



Výzkumná otázka č. 2

„Energetické a ekonomické posouzení návrhu systémů OZE včetně optimalizace“



Výzkumná otázka č. 2

- **Návrh solárních kolektorů:**

- Akumulace tepelné energie v nepřímo-topném zásobníku tepla
- Návrh vychází z klimatických podmínek pro měsíc září
- Snaha pokrýt stanovenou potřebu tepelné energie **2 419,32 kWh/měsíc**.
- Navržené ploché solární kolektory SUNTIME 2.1 s plochou absorberu **1,842 m²**
- Účinnosti kolektoru pro klimatické podmínky v září v městě Netolice: **73,55 %**
- Množství měsíčního ozáření za měsíc září **151,67 kWh/m²·měsíc**
- Při účinnosti 73,55 %: **111,55 kWh/m²·měsíc**
- Potřebná plocha absorberu kolektoru: $2419,32/111,55 = 21,688 \text{ m}^2$
- Potřebný počet kolektorů: $21,688/1,842 = 11,77$ kolektorů => **zvoleno 11 kolektorů**

Výzkumná otázka č. 2

Měsíc	Měsíční ozáření (kWh/m ²)	Průměrná teplota (°C)	Účinnost kolektorů (%)	Výkon 1m ² kolektoru (kWh/m ² · měsíc)	Plocha kolektorů (m ²)	Získaná energie (kWh/měs.)	Potřeba energie na ohřev TV (kWh/měs.)	Rozdíl (kWh/měs.)
Leden	36,70	0,20	68,23	25,04	20,26	507,40	2499,96	1992,56
Únor	64,65	3,40	69,25	44,77		907,17	2338,67	1431,50
Březen	82,57	4,70	69,66	57,52		1165,51	2499,96	1334,45
Duben	129,66	9,60	71,20	92,32		1870,63	2419,32	548,69
Květen	147,01	14,40	72,69	106,86		2165,27	2499,96	334,69
Červen	135,42	18,10	73,82	99,97		2025,67	2419,32	393,65
Červenec	150,39	19,80	74,34	111,80		2265,35	2499,96	234,61
Srpen	171,79	18,90	74,07	127,24		2578,18	2499,96	-78,22
Září	151,67	17,20	73,55	111,55		2260,30	2419,32	159,02
Říjen	62,11	8,60	70,89	44,03		892,14	2499,96	1607,82
Listopad	57,48	3,50	69,28	39,82		806,93	2419,32	1612,39
Prosinec	47,66	0,40	68,30	32,55		659,54	2499,96	1840,42
Celkem						18104,09	29515,67	11411,58
						Pokrytí celkové potřeby (%)	61,34	

(Zdroj vlastní)



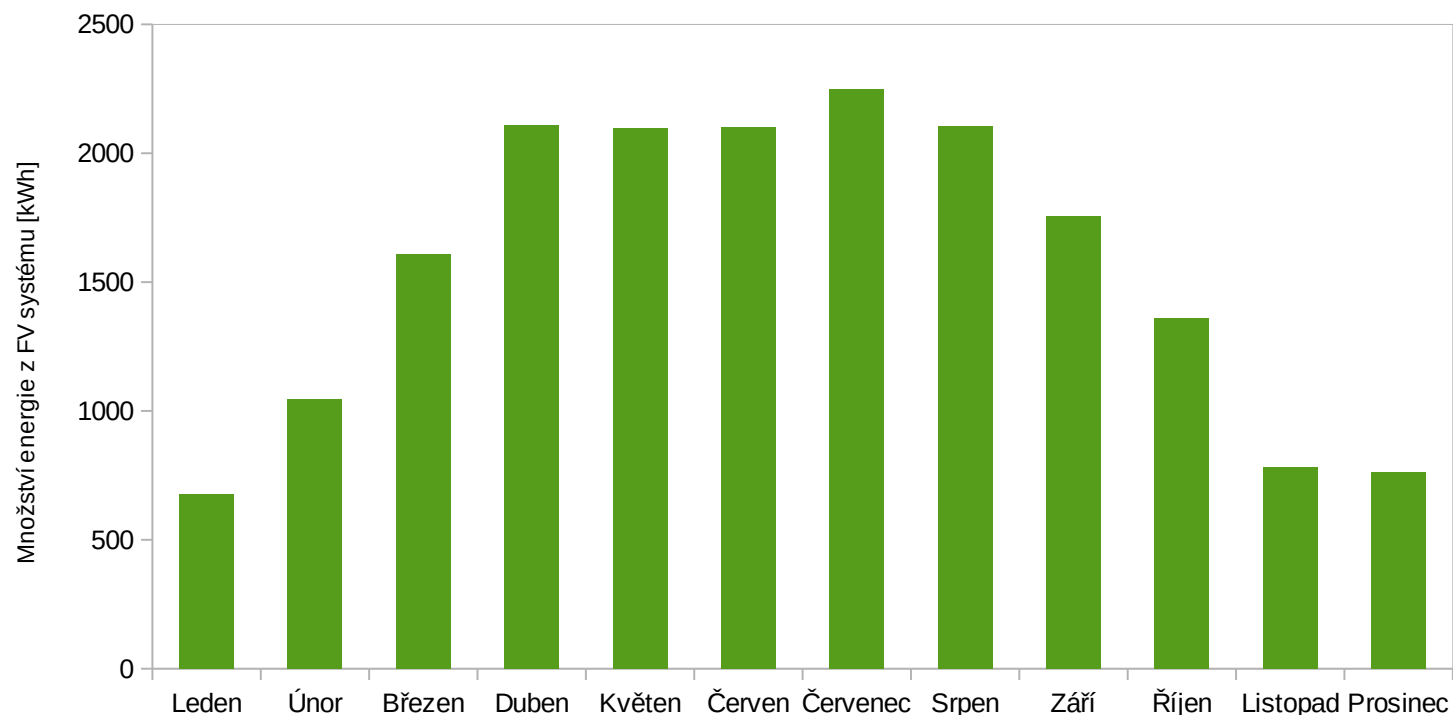
Výzkumná otázka č. 2

- **Návrh fotovoltaických panelů:**

- Potřebná energie na osvětlení **45 300 kWh/rok**
- Navrženo 40 FV panelů JUST 450 Wp/24V IP68
- Navrženy 2 akumulátory s kapacitou $2 \cdot 22,1 \text{ kWh} = \mathbf{44,2 \text{ kWh}}$
- Max. Výstupní výkon jednoho panel 450 Wp $\Rightarrow 40 \cdot 450 = 18\,000 \text{ Wp} = \mathbf{18 \text{ kWp}}$
- Předpokládané množství energie z fotovoltaických systémů navržen za pomoci webové aplikace PVGIS (pro oblast Netolice při sklonu panelů 37° natočení na Jih)

Výzkumná otázka č. 2

Předpokládané množství energie z FV systému při výkonu 17,1 kWp



(Zdroj vlastní na základě web. aplikace PVGIS)

- Celková předpokládaná roční produkce elektrické energie **18 653,51 kWh**



Energetické zhodnocení

- Klasifikační třída energetické náročnosti budovy před instalací TZB systémů **B (Úsporná)**
- Primární energie z neobnovitelných zdrojů o velikosti **117 kWh/m²·rok**
- Spotřeba zemního plynu v objektu 165,11 MWh/rok
- Spotřeba elektrické energie v objektu 53,24 MWh/rok
- Změna tepelné izolace v obvodové zdi ve všech variantách slunečních zařízení (Součinitel prostupu tepla změněn z 0,24 na 0,191 W/m²·K)
- Po změně snížena potřeba energie na vytápění o **7,6 MWh/rok**



Energetické zhodnocení

- **Varianta č. 1:**

- Po aplikaci solárních kolektorů
- Klasifikační třída energetické náročnosti budovy **A (Úsporná)**
- Primární energie z neobnovitelných zdrojů o velikosti **105 kWh/m²·rok**
- Spotřeba zemního plynu v objektu **134,48 MWh/rok**
- Spotřeba elektrické energie v objektu **53,59 MWh/rok**
- Snížení potřeby energie ze zemního plynu **18,1 MWh/rok**
- Zvýšení potřeby elektrické energie ze sítě **0,35 MWh/rok**



Energetické zhodnocení

- **Varianta č. 2:**

- Po aplikaci solárních kolektorů
- Klasifikační třída energetické náročnosti budovy **A (Úsporná)**
- Primární energie z neobnovitelných zdrojů o velikosti **94 kWh/m²·rok**
- Spotřeba zemního plynu v objektu **154,59 MWh/rok**
- Spotřeba elektrické energie v objektu **34,58 MWh/rok**
- Snížení potřeby el. energie ze sítě **18,65 MWh/rok**



Energetické zhodnocení

- **Varianta č. 3:**

- Po aplikaci solárních kolektorů
- Klasifikační třída energetické náročnosti budovy **A (Úsporná)**
- Primární energie z neobnovitelných zdrojů o velikosti **87 kWh/m²·rok**
- Spotřeba zemního plynu v objektu **134,48 MWh/rok**
- Spotřeba elektrické energie v objektu **34,93 MWh/rok**
- Snížení potřeby energie ze zemního plynu **18,1 MWh/rok**
- Snížení potřeby elektrické energie ze sítě **18,3 MWh/rok**
- Snížení emisí objektu CO₂ o **18,8%**



Ekonomické posouzení

- **Solární kolektory:**

- Cena zemního plynu **2 899 Kč/MWh**

- Celková cena navrženého systému solárních kolektorů **251 326 Kč**

- Výše úspor za 1 rok = **48 387 Kč**

- Výše úspor za 25 let = **1 209 675 Kč**

- Předpokládaná návratnost investice: $251\,326 / 48\,387 = \mathbf{5,19 \text{ let}}$

- Předpokládaný zisk systému za 25 let = $1\,209\,675 - 251\,326 = \mathbf{958\,349 \text{ Kč}}$

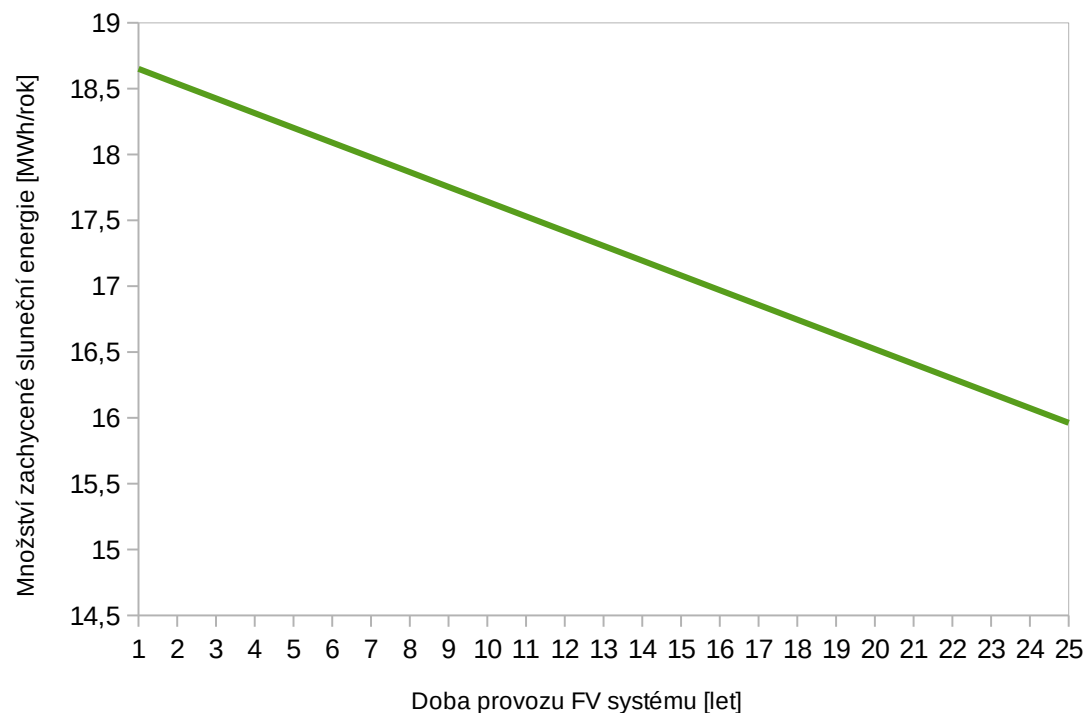


Ekonomické posouzení

- **FV panely:**

- Cena elektrické energie **4 490 Kč/MWh**
- Celková cena navrženého FV systému **1 154 171 Kč**
- Snížení množství zachycené energie v důsledku degradace FV panelů **0,112 MWh/rok**

Degradace výkonu FV panelů



(Zdroj vlastní)



Ekonomické posouzení

Finanční zisky FV systémů

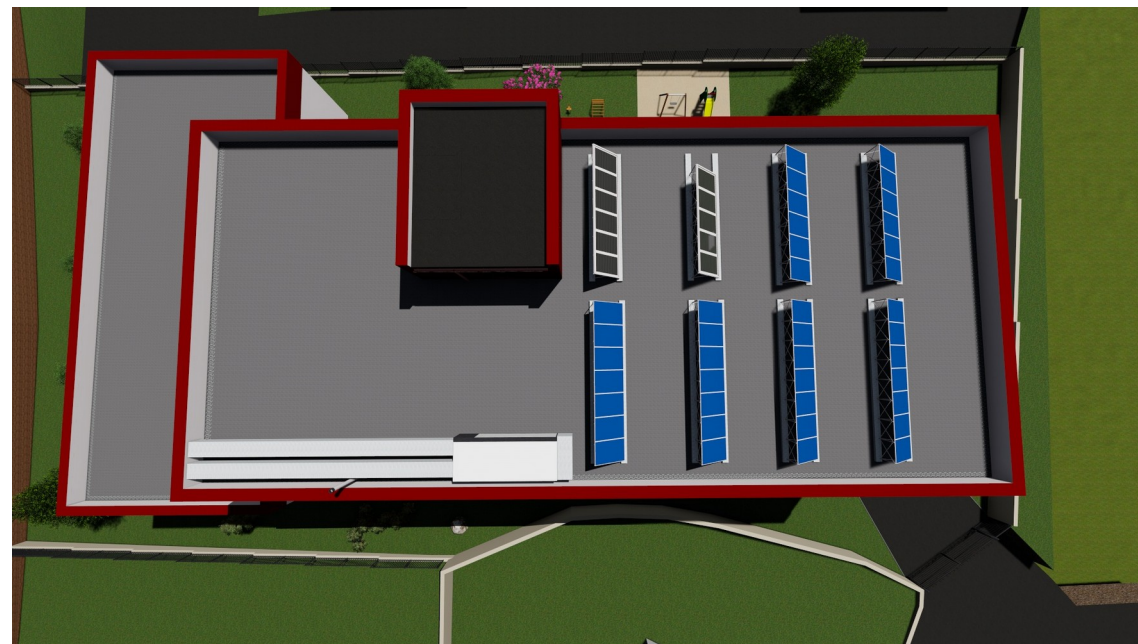
Doba provozu FV (rok)	Množství energie za daný rok (MWh)	Finanční zisky za daný rok (Kč)	Celková výše zisků za provoz FV (Kč)	Finanční rozdíl mezi zisky a investicí (Kč)
1	18,65	83 739	83 739	-1 070 433
2	18,538	83 236	166 974	-987 197
3	18,426	82 733	249 707	-904 464
4	18,314	82 230	331 937	-822 234
5	18,202	81 727	413 664	-740 507
6	18,09	81 224	494 888	-659 283
7	17,978	80 721	575 609	-578 562
8	17,866	80 218	655 827	-498 344
9	17,754	79 715	735 543	-418 628
10	17,642	79 213	814 755	-339 416
11	17,53	78 710	893 465	-260 706
12	17,418	78 207	971 672	-182 499
13	17,306	77 704	1 049 376	-104 795
14	17,194	77 201	1 126 577	-27 594
15	17,082	76 698	1 203 275	49 104
16	16,97	76 195	1 279 470	125 299
17	16,858	75 692	1 355 163	200 992
18	16,746	75 190	1 430 352	276 181
19	16,634	74 687	1 505 039	350 868
20	16,522	74 184	1 579 223	425 052
21	16,41	73 681	1 652 904	498 733
22	16,298	73 178	1 726 082	571 911
23	16,186	72 675	1 798 757	644 586
24	16,074	72 172	1 870 929	716 758
25	15,962	71 669	1 942 599	788 428

(Zdroj vlastní)



Závěrečné shrnutí

- Navržená slunečná zařízení mají poměrně vysokou pořizovací cenu
- Oba systémy mají finanční návratnost v řadě let
- Zařízení, které nemají žádné emise
- Jedna z nejlepších možností jak snižovat potřebu energií z NZE



(Zdroj vlastní)



Otázky vedoucího BP

- Jak se změnila požadavky na nZEB (nZEB II) od roku 2022?
- Jaké jsou rozdíly v zakreslování a kótování obložkových a ocelových zárubní? Na straně 42 autor uvádí: „*Vnitřní dveře jsou navrženy jako dřevěné, rám tvoří buď obložková nebo ocelová zárubeň.*“
- Jak se dle autora bude vyvíjet energetické hospodářství v následujících letech v kontextu ruské invaze na Ukrajině?

Otázky vedoucího BP

- **Jak se změnilы požadavky na nZEB (nZEB II) od roku 2022?**

→ Snížením hodnoty primární energie z neobnovitelných zdrojů energie stanovené pro referenční budovu budovy s téměř nulovou spotřebou energie dle vyhlášky č.264/2020 Sb.)

- Čísla v závorce udávají rozdíl oproti úrovni NZEB I

Měrná potřeba tepla na vytápění referenční budovy $E_{A,R}$ kWh/(m ² .a)	Snížení referenční hodnoty primární energie z neobnovitelných zdrojů energie $\Delta e_{p,R}$ (%)		
	Obytná zóna		Jiná než obytná zóna
	A_c budovy ≤ 120 m ²	A_c budovy > 120 m ²	
≥ 90	50 (+25)	60 (RD +35, BD +40)	40 (+30)
80	45 (+20)	55 (RD +30, RD +35)	
70	40 (+15)	50 (RD +25, BD +30)	
60	35 (+10)	45 (RD +20, BD +25)	
50	30 (+5)	40 (RD +15, BD +20)	
40	25 (0)	30 (RD +5, BD +10)	
≤ 30	20 (-5)	20 (RD -5, BD 0)	

(Zdroj: Stašek, 2021)



Otázky vedoucího BP

- **Jaké jsou rozdíly v zakreslování a kótování obložkových a ocelových zárubní?
Na straně 42 autor uvádí: „*Vnitřní dveře jsou navrženy jako dřevěné, rám tvoří buď obložková nebo ocelová zárubeň.*“**



Otázky vedoucího BP

- **Jak se dle autora bude vyvíjet energetické hospodářství v následujících letech v kontextu ruské invaze na Ukrajině?**
 - Česká Republika společně s ostatními členskými státy EU odsoudilo Ruskou invazi na Ukrajinu
 - Členské státy zavedli embargo na dovoz ruského plynu do EU
 - V důsledku toho dojde k vysokému nárůstu cen plynu (hrozí i nedostatek)
 - ČR pocítuje v důsledku reakce EU na ruskou agresi inflaci oproti roku 2021 o necelých 15%
 - EU bude mít větší snahu hledat alternativní zdroje energie a bude více podporovat OZE



Doplňující otázky oponenta BP

- Nejsou.

Děkuji za pozornost!