



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

**ZDRAVOTNICKÉ ZAŘÍZENÍ - ZMĚNA DOKONČENÉ
STAVBY**

MEDICAL CENTRE - ADAPTATION OF EXISTING BUILDING

**OPTIMALIZACE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI STÁVAJÍCÍ
BUDOVY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Sandra Skřivánková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Milan Ostrý, Ph.D

BRNO 2026

Obsah

Obsah	2
1. Úvod	3
2. Cíl	3
3. Teoretická část	4
3.1 Energetická náročnost budov	4
3.2 Vyhláška č. 264/2020 Sb. (222/2024 Sb.)	4
3.2.1 Referenční budova:	4
3.2.2 Budova s téměř nulovou spotřebou energie (nZEB)	5
3.2.3 Základní ukazatele	5
3.2.4 Parametry a hodnoty referenční budovy dle Vyhlášky č. 264/2020 Sb. (222/2024 Sb.)	7
3.3 Evropská směrnice EPBD IV.	8
3.3.1 Budova s nulovými emisemi (ZEB)	8
3.4 Program ENERGETIKA	9
4. Výpočetní část	10
4.1 Varianta V0 – původní stav	10
4.2 Optimalizace stavebně konstrukčního řešení	12
4.2.1 Řešení navýšení T.I. v původní skladbě podlahy na zemině	13
4.3 Optimalizace technických zařízení budovy	18
4.3.1 Varianta V1 – nZEB, optimalizace technického zařízení	19
4.3.2 Varianta V2 – ZEB, optimalizace technických zařízení budovy	23
5. Vyhodnocení vyhovujících variant	26
6. Závěr	27
7. Zvolená varianta	27
8. Seznam příloh	28
9. Seznam citovaných zdrojů	28
10. Seznam zkratk	28
Příloha č. 1	

1. Úvod

Třetí část diplomové práce je zaměřena na energetickou optimalizaci navrhované přestavby stávající kancelářské budovy na zdravotnické zařízení. Výstupem této části je zpracování a vyhodnocení dvou variant energetické optimalizace budovy. První varianta se zabývá optimalizací budovy na úrovni budovy s téměř nulovou spotřebou energie (nZEB), zatímco druhá varianta je zaměřena na optimalizaci objektu s cílem dosažení klasifikace budovy s nulovými emisemi (ZEB).

V teoretické části jsou uvedeny současné požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie aktuální pro Českou republiku stanovené ve Vyhlášce č. 264/2020 Sb[3]. Dále je zde uvedena část aktuálního znění revidované evropské směrnice přijaté dne 24. dubna 2024[2], týkající se definice budovy s nulovými emisemi.

Výpočetní část obsahuje popis úprav stávající budovy ve dvou variantách a výstupy z výpočtového programu ENERGETIKA pro jednotlivé varianty.

2. Cíl

Cílem diplomové práce je návrh a posouzení přestavby stávající kancelářské budovy na zdravotnické zařízení se zaměřením na energetickou optimalizaci objektu. Přestože se jedná o změnu dokončené stavby, bude objekt s ohledem na zadání diplomové práce posuzován podle aktuálně nejprísnějších energetických požadavků, tj. budova s téměř nulovou spotřebou energie po roce 2022. Současně bude budova vyhodnocena i s ohledem na očekávané požadavky vyplývající z evropských směrnic.

3. Teoretická část

3.1 Energetická náročnost budov

S rostoucími požadavky na snižování energetické náročnosti budov a omezování emisí skleníkových plynů se problematika energetické optimalizace stávajících budov stává jedním z klíčových témat současného stavebnictví. Významnou roli v tomto procesu hraje legislativa Evropské unie, jejíž revidované směrnice postupně zpřísňují nároky nejen na novostavby, ale i na stávající budovy procházející hloubkovou renovací. Tyto požadavky se promítají do české legislativy a ovlivňují způsob navrhování i provozu technických systémů budov.

Obecně energetická náročnost budov představuje množství energie nutné pro pokrytí potřeby energie spojené s typickým užíváním budovy, což zahrnuje energii používanou pro vytápění, chlazení, větrání, přípravu teplé vody a osvětlení [2]. Evropská unie vydává směrnice, za účelem snižování energetické náročnosti budov a snižování skleníkových plynů z provozu budov v Unii. V České republice zpracovává tyto směrnice zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů, jehož prováděcím předpisem je Vyhláška č. 264/2020 Sb. (222/2024 Sb.), ve znění pozdějších předpisů [1].

V roce 2024 však byla přijata revidovaná směrnice o energetické náročnosti budov – Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1275 ze dne 24. dubna 2024 o energetické náročnosti budov [2]. Cílem této směrnice je dosažení fondu budov s nulovými emisemi do roku 2050 [2].

3.2 Vyhláška č. 264/2020 Sb. (222/2024 Sb.)

Tato vyhláška stanovuje požadavky na energetickou náročnost budov dle typu referenčního požadavku na budovu.

3.2.1 Referenční budova:

Referenční budovou je výpočtově definovaná budova téhož druhu, stejného geometrického tvaru a velikosti včetně prosklených ploch a částí, stejné orientace ke světovým stranám, stínění okolní zástavbou a přírodními překážkami, stejného vnitřního uspořádání a se stejným typickým užíváním a stejnými uvažovanými klimatickými údaji jako hodnocená budova, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejích konstrukcí a technických systémů budovy [3].

Typy referenčních budov:

- nové budovy
- dokončená budova a její změny
- budova s téměř nulovou spotřebou energie

Jsou-li ukazatele energetické náročnosti hodnocené budovy nižší než ukazatele budovy referenční, jsou naplněny legislativní požadavky. Podle parametrů referenční budovy současně probíhá kategorizace dílčích dodaných energií, kterými jsou[1]:

- Průměrný součinitel prostupu tepla;
- celkové dodané energie;
- neobnovitelné primární energie.

3.2.2 Budova s téměř nulovou spotřebou energie (nZEB)

Dle [5] je budova s téměř nulovou spotřebou energie nZEB (z anglického nearly Zero-Energy Building) budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů.

3.2.3 Základní ukazatele

Níže uvedené ukazatele budou uvedeny ve výpočtové části jako základní ukazatele pro porovnání a vyhodnocení jednotlivých variant.

3.2.3.1 Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součinitel prostupu tepla obálky budovy nebo její definované vytápěné zóny, zahrnující vliv ochlazovaných konstrukcí tvořících systémovou hranici budovy nebo její vytápěné zóny [4]. Parametr, který ukazuje, jak dobře je budova zateplena.

3.2.3.2 Celková dodaná energie

Dodaná energie je dle §4 [3] součtem vypočtené spotřeby energie pro daný účel (vytápění, chlazení, nucené větrání, úprava vlhkosti, příprava teplé vody, osvětlení, ostatní) a pomocné energie (čerpadla, regulace apod.).

3.2.3.3 Neobnovitelná primární energie

Primární energie je energie, která neprošla žádným procesem přeměny. Primární neboli prvotní energii lze chápat jako energii ve formě, v jaké se vyskytuje v přírodě. Primární energie je rozdělena na energii obnovitelnou, tedy získanou například ze slunečního záření, větru, vodní energie či biomasy (délka obnovy srovnatelná s délkou lidského života), a na energii neobnovitelnou, která je získávána z neobnovitelných zdrojů jako například z fosilních paliv (uhlí, ropa, zemní plyn, jaderná energie). Součet obnovitelné a neobnovitelné energie nazýváme celková primární energie. Neobnovitelná primární energie má logicky nepříznivý dopad na vyčerpávání palivových zásob a s tím spojený negativní vliv na životní prostředí a má úzkou vazbu na produkci emisí (vyjma jaderné energie) [7].

Energonositel se rozumí hmota nebo fyzikální jev využitelný k výrobě mechanické práce, tepla nebo k řízení chemických a fyzikálních procesů. Mezi typické energonositele patří zemní plyn, elektrická energie, dálkové teplo, solární teplo nebo elektřina z fotovoltaických systémů a různé druhy biomasy (dřevo, pelety, štěpka, sláma, piliny).

Přepoččet spotřeby jednotlivých energonositelů na neobnovitelnou primární energii umožňuje jejich jednotné hodnocení prostřednictvím společného ukazatele a zjednodušené vyjádření dopadu spotřeby energie na životní prostředí. Do bilance neobnovitelné primární energie se přitom nezahrnuje pouze energetický obsah samotného paliva, ale také energie vynaložená na jeho těžbu, zpracování, dopravu, případnou přeměnu na konkrétní energonositel a jeho distribuci až na hranici budovy [7].

Dle [3] se hodnota primární energie z neobnovitelných zdrojů energie pro hodnocenou budovu vypočítá jako součet součinů hodnot dodané energie stanovených podle § 4 [3], a to v rozdělení po jednotlivých energonositelích, a příslušných faktorů primární energie z neobnovitelných zdrojů energie uvedených v příloze č. 3 k této vyhlášce (přepis viz Tab. 1)

Tab. 1 - Faktory primární energie z neobnovitelných zdrojů energie hodnocené budovy [3]

Ergonositel	Faktory primární energie z neobnovitelných zdrojů energie hodnocené budovy [-]
Zemní plyn	1,0
Tuhá fosilní paliva	1,0
Propan-butan/LPG	1,2
Topný olej	1,2
Elektrina	2,1
Dřevěné peletky	0,1
Kusové dřevo, dřevní štěpka	0,1
Energie okolního prostředí (elektrina a teplo)	0,0
Elektrina - dodávka mimo budovu	-2,1
Teplo - dodávka mimo budovu	-1,3
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80% podílem obnovitelných zdrojů energie	0,1
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s 80% a nižším podílem obnovitelných zdrojů energie	0,7
Ostatní soustavy zásobování tepelnou energií	1,3
Ostatní neuvedené energonositele	1,2
Odpadní teplo z technologie – zdroj v budově nebo v areálu	0,0
Odpadní teplo – zdroj mimo budovu nebo mimo areál	0,1

3.2.4 Parametry a hodnoty referenční budovy dle Vyhlášky

č. 264/2020 Sb. (222/2024 Sb.)

Tab. 2 - Parametry a hodnoty referenční budovy dle [3]

Parametr	Ozn.	Jednotky	Referenční hodnota	
			Dokončená budova a její změna	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla	f_R	-	1,0	0,7
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy nebo ucelené části budovy	$U_{em,R}$	W/(m ² .K)	hodnota referenční hodnota průměrného součinitele tepla podle odst. 4 [3]	

Tab. 3 - Snížení hodnoty primární energie z neobnovitelných zdrojů energie stanovené pro referenční budovu (dosažitelné zvýšením využití obnovitelných zdrojů energie nebo zvýšením parametrů stavebních prvků obálky budovy nebo technických systémů budovy) dle [3]

Parametr	Ozn.	Jednotky	Druh budovy	Referenční budova		
				Dokončená budova a změna dokončené budovy	Budova s téměř nulovou spotřebou energie	Budova s téměř nulovou spotřebou energie po 1.1.2022
Snížení hodnoty primární energie z neobnovitelných zdrojů energie stanovené pro referenční budovu	$\Delta e_{p,R}$	%	Obytná zóna v RD	3	25	hodnota podle tabulky č. 6
		%	Obytná zóna v ostatních budovách	3	20	
		%	Jiná než obytná zóna	3	10	

Tab. 4 - Snížení hodnoty primární energie z neobnovitelných zdrojů energie stanovené pro referenční budovu budovy s téměř nulovou spotřebou energie od 1. 1. 2022 (dosažitelné zvýšením využití obnovitelných zdrojů energie nebo zlepšením parametrů stavebních prvků obálky budovy nebo technických systémů budovy) dle [3]

Měrná potřeba tepla na vytápění referenční budovy $E_{A,R}$ [kWh/(m ² .a)]	Snížení referenční hodnoty primární energie z neobnovitelných zdrojů energie $\Delta e_{p,R}$ [%]		
	Pro obytnou zónu		Pro jinou než obytnou zónu
	Energeticky vztažná plocha budovy ≤ 120 m ²	Energeticky vztažná plocha budovy > 120 m ²	
≥ 90	50	60	40
80	45	55	
70	40	50	
60	35	45	
50	30	40	
40	25	30	
≤ 30	20	20	

3.3 Evropská směrnice EPBD IV.

Dne 24. dubna 2024 byla přijata revidovaná směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1275 o energetické náročnosti budov [2] která klade důraz na dosažení uhlíkové neutrality do roku 2050. Tato směrnice zavedla pojem budovy s nulovými emisemi, což znamená budovy s velmi nízkou energetickou náročností a nulovými nebo velmi nízkými emisemi uhlíku z fosilních paliv [6].

Klíčovým prvkem této směrnice je využití energie z obnovitelných zdrojů, účinných systémů dálkového vytápění a chlazení a zdrojů bez emisí uhlíku [6].

3.3.1 Budova s nulovými emisemi (ZEB)

Klíčovým prvkem nové evropské směrnice [2] je zavedení pojmu budova s nulovými emisemi ZEB (z anglického Zero Emissions Building), který souhrnně vyjadřuje požadavky na novou výstavbu vedoucí k uhlíkové neutralitě ve vazbě na budovy. Podle definice je „budovou s nulovými emisemi“ budova s velmi nízkou energetickou náročností, která vyžaduje nulové nebo velmi nízké množství energie, produkuje nulové emise uhlíku z fosilních paliv na místě a produkuje nulové nebo velmi nízké provozní emise skleníkových plynů“. V dalším textu směrnice se uvádí, že budova nezpůsobuje na místě žádné uhlíkové emise z fosilních paliv, nabízí kapacitu pro reakci na vnější signály a upravuje svou spotřebu výrobu nebo skladování energie; celková spotřeba primární energie je o 10 % nižší než u budov s téměř nulovou spotřebou energie a jsou stanoveny limity na provozní emise skleníkových plynů. Potřeba primární energie v této budově musí být pokryta energií z obnovitelných zdrojů vyrobenou na místě nebo v blízkém okolí

případně poskytnutou společenstvím pro obnovitelné zdroje; energií z účinného systému dálkového vytápění a chlazení nebo energií ze zdrojů bez emisí uhlíku [6].

3.3.1.1 Energie z obnovitelných zdrojů

Energie z obnovitelných zdrojů je primárním cílem, jak pokrýt potřebu energie v budově s nulovými emisemi. Uvažuje se využití energie z obnovitelných nefosilních zdrojů, konkrétně větrné, solární tepelné, solární fotovoltaické a geotermální energie, energie okolního prostředí vodní energie biomasy skládkového plynu, plynu z čistíren odpadních vod a bioplynu. Zdroje tepla, využívající tyto energo nositele budou kotle na spalování nefosilních paliv tuhých, plyných či kapalných; fototermické solární panely, fotovoltaika, tepelná čerpadla případně kogenerace pracující s biopalivy[6].

3.3.1.2 Energie z účinného systému dálkového vytápění a chlazení

Soustavy zásobování tepelnou energií, jinak též nazývané centralizované zásobování teplem nebo dálkové vytápění a chlazení, patří mezi další oblasti podporované evropskou směrnicí. Za zcela legitimní se považuje připojení objektu na účinný systém dálkového vytápění a chlazení, který je však jasně vymezen v článku 26 odstavci 1 a 2 směrnice (EU) 2023/1791 o energetické účinnosti. Za účinný systém je považován takový, kde se postupně zvyšuje podíl energie z obnovitelných zdrojů, odpadního tepla a vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny. **Nejbližším milníkem pro tyto systémy je 31. 12. 2027, kdy musí systém využívat alespoň 50 % energie z obnovitelných zdrojů, 50 % odpadního tepla, 75 % tepla z kombinované výroby tepla a elektřiny nebo 50 % z kombinace této energie a tepla.** Technická řešení zdrojů v budovách napojených na systém dálkového vytápění budou představovat předávací stanice vybavené potřebnými regulačními prvky, případně zpětnovazební funkcí [6].

3.3.1.3 Energie ze zdrojů bez emisí uhlíku

Třetí možností, jak zajistit potřebnou dodávku energie pro budovu s nulovými emisemi, je využít energie ze zdrojů bez emisí uhlíku. Podle aktuálního výkladu se jedná o elektřinu ze sítě vyrobenou z obnovitelných zdrojů nebo jádra; teplo z obnovitelných zdrojů a odpadní teplo dopravované systémem dálkového vytápění, který nesplňuje podmínky pro zařazení do kategorie účinných systémů a v neposlední řadě by se v tomto pojmu mohlo skrývat využití vodíku. Technická řešení zdrojů bez emisí uhlíku tak budou zaměřena na přímotopné elektrické systémy (z bezemisní elektřiny), předávací stanice a zdroje využívající vodík – palivové články či kotle uzpůsobené na spalování vodíku[6].

3.4 Program ENERGETIKA

ENERGETIKA je program pro výpočet a posouzení energetické náročnosti se širokým rozsahem využití. Pomocí programu je možné vytvořit průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) dle aktuální vyhlášky 264/2020 Sb. (222/2024 Sb.) o energetické náročnosti budov.

4. Výpočetní část

4.1 Varianta V0 – původní stav

Varianta V0 hodnotí současný stav stávající budovy před adaptací na zdravotnické zařízení. Stávající objekt je umístěn ve městě Letohrad, okresu Ústí nad Orlicí, Pardubického kraje.

Historie: dle dostupných podkladů lze předpokládat, že pozemek byl objektem zastavěn v letech 1965–1969. Objekt byl původně využíván jako dětské jesle. V roce 1997 proběhly rekonstrukce se změnou v užívání objektu na podnikové ubytovna a roku 2023 byl vydán souhlas se změnou užívání objektu na kancelářskou budovu s jedním lékařským pracovištěm ergoterapie.



Obr. 1 – Snímek stávajícího objektu (zdroj: <https://mapy.com/>)

Navrhovaný záměr: předmětem návrhu je rozšíření půdorysné plochy stávajícího objektu a adaptace budovy na zdravotnické zařízení se třemi lékařskými pracovišti a kancelářským zázemím ve 2.NP. Součástí projektu je rovněž komplexní energetická optimalizace celého objektu s cílem dosažení klasifikace budovy s téměř nulovou spotřebou energie.



Obr. 2 – Navrhovaný stav (zdroj: vlastní)

Na základě dostupných podkladů o původním stavebně-konstrukčním systému budovy a stávajících technických zařízeních byl zpracován průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) původního stavu (V0). Toto vyhodnocení je uvedeno výhradně informativně, a to za účelem orientačního posouzení energetické náročnosti objektu ve stávajícím stavu a jeho porovnání s výsledným stavem po adaptaci na zdravotnické zařízení. Předmětem projektu jsou stavební úpravy stávajícího objektu, ale rovněž návrh přístavby, která je se stávajícím objektem plně provozně propojena. Realizací přístavby však dochází k navýšení podlahové plochy objektu, a tím i ke změně energeticky vztažné plochy budovy.

Původní stav (V0) – výchozí hodnoty:

Energeticky vztažná plocha: 414 m²

Přirážka na tepelné vazby: 0,1 W/m²K

Tab. 5 – Součinitele prostupu tepla tepelné obálky budovy – var. V0

Část budovy	K-ce	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]
Stávající objekt	Obvodová stěna	0,28
	Okenní otvory	2,10
	Vstupní dveře	2,80
	Šikmá střecha	0,24
	Plochá střecha	0,23
	Podlaha na zemině	0,509
	Stěny mezi 1.PP a 1.NP	1,471
	Dveře mezi 1.PP a 1.NP	3,00
	Strop nad 1.PP	1,584

Stávající zařízení v budově:

- Umělé osvětlení v podobě zářivek a žárovek
- Plynový kotel s otopnou soustavou a deskovými otopnými tělesy
- Nepřímotopný zásobník o objemu 120 l

Výsledné hodnoty:

Tab. 6 – Přehled plnění požadavků vyhlášky č. 264/2020 – var. V0

Ukazatel	Vypočtená hodnota		Referenční hodnota		Požadavky vyhlášky č. 264/2020 Sb.
Průměrný součinitel pr. tepla budovy	0,46	W/m ² .K	0,25	W/m ² .K	NESPLNĚNO
Celková dodaná energie [kWh/m ² .rok]	131	kWh/m ² .rok	69	kWh/m ² .rok	NESPLNĚNO
Neobnovitelná primární energie	139	kWh/m ² .rok	47	kWh/m ² .rok	NESPLNĚNO
KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA → E					
Požadavky pro výstavbu od 1.1.2022 NEJSOU splněny					

4.2 Optimalizace stavebně konstrukčního řešení

Optimalizace stavebně konstrukční části je výchozím stavem pro optimalizaci technického zařízení v budově, a vytváří výchozí předpoklad pro efektivní provoz technických systémů.

V této kapitole je objekt posouzen včetně navrhované přístavby, která zvyšuje podlahovou plochu budovy. Současně je zohledněna upravená tepelná obálka budovy, zahrnující dodatečné zateplení stávající budovy a výměnu stávajících oken a dveří.

Výchozí hodnoty:

Energeticky vztažná plocha: 536 m²

Přirážka na tepelné vazby: 0,02 W/m²K

Zásadní změny oproti původnímu stavu (V0):

1. Ke stávající budově je přidán nový objem přístavby navržený v pasivním standardu
2. Navýšení energeticky vztažné plochy
3. Snížení přirážky na tepelné vazby, s ohledem na nové řešení tep. mostů
4. Úprava výplní otvorů
5. Instalace výplní otvorů pomocí předsazené montáže
6. Návrh nových výplní otvorů s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi
7. Integrace zasklení výplní otvorů s optimálním poměrem součinitele prostupu tepla a solárního faktoru (viz Tab. 7)

Tab. 7 – Nově navrhované parametry zasklení otvorů

Výplň otvorů	U _g [W/m ² .K]	g [-]
Zasklení	0,60	0,64

8. Návrh nové tepelné izolace stávajících konstrukcí na hranici tepelné obálky budovy původního objektu (viz Tab.8)

Tab. 8 – Optimalizace tepelné izolace skladeb stávající budovy

Konstrukce	Původní vlastnosti T.I.		Navrhované vlastnosti T.I.		Způsob změny T.I. ve skladbě
	Materiál	Tloušťka [mm]	Materiál	Tloušťka [mm]	
Obvodová stěna	EPS	120	MW	240	Nahrazena
Šikmá střecha	MW	180 + 80	PIR + MW	220 + 100	Nahrazena
Plochá střecha – vegetace	EPS	160	EPS	Ø125 + 240	Nahrazena
Plochá střecha – terasa	EPS	160	EPS + PIR	Ø 60 + 120	Nahrazena
Podlaha na zemině - 1.NP	Řešeno v samostatné kap. 4.2.1				
Stěny mezi 1.PP a 1.NP	Nezatepleno		PIR	100	Doplněna
Strop nad 1.PP	Nezatepleno		MW	200	Doplněna
Stěna mezi 1.NP a zimní zahradou	EPS	120	MW	200	Nahrazena

4.2.1 Řešení navýšení T.I. v původní skladbě podlahy na zemině

Záměr: dosažení pasivního standardu tepelné obálky budovy

Problém: stávající podlaha na zemině neumožňuje bez zásadních stavebních zásahů doplnění dostatečné tloušťky T.I.

Možné varianty řešení:

1. Doplnění T.I. směrem do interiéru (navýšení skladby směrem nahoru):

- Znamená omezení světlé výšky stávající budovy;
 - vyžaduje úpravu všech dveřních otvorů včetně překladu;
- jedná se o komplikovaný, zdlouhavý a nežádoucí zásah do stávající konstrukcí.

2. Kompletní vybourání a nahrazení stávající skladby novou (uloženou níže):

- Vede k narušení funkční hydroizolační a radonové bariéry;
 - vyžaduje demolici původní ŽB desky a její opětovnou realizaci;
 - výsledkem by byla obdobná konstrukce pouze posunutá v nižší niveletě;
- představuje neekonomické, neekologické a časově náročné řešení.

Zvolený přístup:

- Stávající skladba podlahy bude ponechána pouze s úpravou nášlapné vrstvy, i přes nesplnění požadavků pasivního standardu;

POZN.: Stávající podlaha bude zachována, avšak pouze za předpokladu ověření její konstrukční a funkční způsobilosti, a to zejména v oblasti hydroizolační ochrany a radonové bariéry. Za tímto účelem je nezbytné provést podrobný stavebně-technický průzkum dotčených konstrukcí a současně provést měření radonového indexu uvnitř stávající budovy. Teprve na základě vyhodnocení výsledků uvedených šetření bude možné zvolený přístup potvrdit či upravit.

- řešení tepelné obálky budovy jako celku s ohledem na výsledné vyhodnocení klíčových ukazatelů a plnění požadavků vyhlášky č. 264/2020 Sb.

Vyhodnocení zvoleného přístupu zateplení původní skladby podlahy na zemině

Pro ověření vhodnosti zvoleného přístupu byla stanovena energetická náročnost budovy i pro teoretickou variantu spočívající v kompletním odstranění stávající skladby podlahy na zemině a jejím nahrazení skladbou novou v pasivním standardu. Tato varianta je v práci uvedena pouze za účelem objektivního zdůvodnění zvoleného řešení, ale s ohledem na výše uvedené skutečnosti dále není uvažována.

Tab. 9 – Porovnání řešení T.I. ve skladbě podlahy z hlediska součinitel prostupu tepla

Řešení skladby podlahy	Vlastnosti T.I.		Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]
	Materiál	tl. [mm]	
Kompletní vybourání a nahrazení novou skladbou podlahy	EPS	240	0,150
Podlaha v původním stavu	EPS	60	0,509

Tab. 10 – Vyhodnocení variant zateplení podlahy

Var.	Ukazatel	Vypočtená hodnota		Referenční hodnota		Požadavky vyhlášky č. 264/2020 Sb.
Kompletní vybourání a nahrazení novou skladbou	Průměrný součinitel pr. tepla budovy	0,16	W/m ² .K	0,24	W/m ² .K	SPLNĚNO
	Celková dodaná energie [kWh/m ² .rok]	53,4	kWh/m ² .rok	67,8	kWh/m ² .rok	SPLNĚNO
	Neobnovitelná primární energie	60,8	kWh/m ² .rok	46,1	kWh/m ² .rok	NESPLNĚNO
Podlaha v původním stavu	Průměrný součinitel pr. tepla budovy	0,20	W/m ² .K	0,24	W/m ² .K	SPLNĚNO
	Celková dodaná energie [kWh/m ² .rok]	58,2	kWh/m ² .rok	67,8	kWh/m ² .rok	SPLNĚNO
	Neobnovitelná primární energie	65,7	kWh/m ² .rok	46,1	kWh/m ² .rok	NESPLNĚNO

Dílčí závěr za řešením T.I. v podlaze na zemině:

Z Tab. 10 je zřejmé, že při zachování původní skladby podlahy dochází k navýšení klíčových ukazatelů oproti variantě s kompletním vybouráním podlahy. Ale v celkovém vyhodnocení požadavků vyhlášky č. 264/2020 Sb. **budovy jako celku**, mají obě varianty stejné výsledky. Na základě vyhodnocení klíčových ukazatelů v

Tab. 10 byla zvolena varianta se zachováním stávající podlahy.

Zvolený přístup umožňuje:

- Zachovat funkčnost stávající konstrukce podlahy na zemině;
- minimalizovat ekologickou, ekonomickou a časovou náročnost realizace;
- splnění požadavků vyhlášky č. 264/2020 Sb. z hlediska průměrného součinitele prostupu tepla budovy a celkové dodané energie.

V následující tabulce jsou uvedeny výsledné U [W/m^2K] po optimalizaci původních konstrukcí stávajícího objektu, s kterými byla nově vyhodnocena celková energetická náročnost budovy:

Tab. 11 – Součinitele prostupu tepla tepelné obálky budovy po optimalizaci stavebně-konstrukčního systému

Část budovy	K-ce	Součinitel prostupu tepla U [W/m^2K]
Stávající objekt	Obvodová stěna	0,14
	Okenní otvory	0,75
	Vstupní dveře	0,80
	Šikmá střecha – šikmina	0,09
	Plochá střecha – vegetace	0,09
	Plochá střecha – terasa	0,14
	Podlaha na zemině v 1.NP	0,51
	Stěny mezi 1.PP a 1.NP	0,18
	Dveře mezi 1.PP a 1.NP	0,9
	Strop nad 1.PP	0,19
	Stěna mezi 1.NP a zimní zahradou	0,18
Přístavba	Obvodová stěna	0,14
	Okenní otvory	0,75
	Plochá střecha – vegetace	0,09
	Plochá střecha – terasa	0,14
	Podlaha na zemině	0,15
	Stěna mezi 1.NP a zimní zahradou	0,18
	Dveře mezi 1.NP a zimní zahradou	0,90

Výsledné hodnoty:

Výsledné hodnoty v

Tab. 12 hodnotí energetickou náročnost budovy po optimalizaci stavebně konstrukčního řešení dle kap. 4.2. Technická zařízení v budově však byla uvažována stávající, což znamená:

- Umělé osvětlení v podobě zářivek a žárovek;
- plynový kotel s otopnou soustavou a deskovými otopnými tělesy;
- přirozené větrání;
- nepřímotopný zásobník pro ohřev teplé vody.

Tab. 12 – Přehled plnění požadavků vyhlášky č. 264/2020 po optimalizaci stavebně-konstrukčního systému

Ukazatel	Vypočtená hodnota		Referenční hodnota		Požadavky vyhlášky č. 264/2020 Sb.
Průměrný součinitel pr. tepla budovy	0,20	W/m ² .K	0,24	W/m ² .K	SPLNĚNO
Celková dodaná energie [kWh/m ² .rok]	58,2	kWh/m ² .rok	67,8	kWh/m ² .rok	SPLNĚNO
Neobnovitelná primární energie	65,7	kWh/m ² .rok	46,1	kWh/m ² .rok	NESPLNĚNO
KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA → C					
Požadavky pro výstavbu od 1.1.2022 NEJSOU splněny					

Dílčí vyhodnocení optimalizace stavebně-konstrukčního řešení:

Po optimalizaci stavebně-konstrukčního řešení jsou oproti původnímu stavu budovy (V0) splněny požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla i celkové dodané energie. Tyto hodnoty nově odpovídají referenčním požadavkům definované vyhláškou č. 264/2020 Sb.

Hodnota neobnovitelné primární energie je však stále vysoká a objekt jako celek nesplňuje klasifikaci budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Z tohoto důvodu je přistoupeno k optimalizaci technických zařízení (viz kap.4.3).

4.3 Optimalizace technických zařízení budovy

Optimalizace technických zařízení budov je v této práci řešena s cílem dosažení požadavků na budovu s téměř nulovou spotřebou energie (nZEB) a požadavků budovy s nulovými emisemi (ZEB).

Veškeré navrhované systémy TZB jsou uvažovány po optimalizaci stavebně-konstrukčního systému budovy (viz kap. 4.2), tj. v budově s dodatečně zateplenou tepelnou obálkou a vyměněnými výplněmi otvorů s vyššími tepelněizolačními vlastnostmi, což vytváří výchozí předpoklad pro efektivní provoz technických systémů.

Vzhledem ke stávajícímu technickému vybavení objektu je cílem optimalizace integrovat pouze opodstatněná zařízení; zachovat funkční soustavy a nahradit pouze energeticky nebo provozně nevyhovující prvky. Mezi tyto zásahy patří zejména výměna původního systému osvětlení za energeticky úspornější a úprava systému přípravy teplé vody v souvislosti se změnou provozu objektu a navýšení počtu spotřebních jednotek. Naopak stávající plynový kotel a otopná soustava s deskovými otopnými tělesy jsou uvažovány jako potenciálně zachovatelné. Zachování tohoto zdroje by vedlo ke snížení investičních nákladů; zkrácení doby realizace a současně k environmentálně šetrnějšímu řešení spočívajícím v maximálním využití původních funkčních prvků.

Výsledkem této kapitoly jsou dvě varianty řešení návrhu technických zařízení optimalizované budovy, které splňují požadavky na nZEB a řešení které reaguje na očekávané požadavky dle směrnic Evropské unie – ZEB.

4.3.1 Varianta V1 – nZEB, optimalizace technického zařízení

Zachované prvky:

Původní plynový kotel a otopná soustava z deskových otopných těles.

- Typ plynového kotle: DAKON DUA PLUS 24 FST

Vyměněné prvky:

1. Výměna a doplnění původního umělého osvětlení za energeticky úsporný systém LED osvětlení s automatickým řízením dle intenzity denního osvětlení
 - Uvažovaný výkon 170 lm/W
2. Výměna zásobníku pro ohřev teplé vody:
 - Typ: nepřímotopný zásobník
 - Objem: 200 l
 - Příslušenství: možnost instalace el. topné patrony
 - Opatření: izolace rozvodů - min. tl. izolace 40 mm

Nově instalované prvky:

3. Instalace nuceného větrání pomocí VZT se zpětným získáváním tepla

Tab. 13 – Instalované jednotky VZT

Ozn.	Větraná část budovy	Množství výměny vzduchu [m ³]	Účinnost ZZT $\eta_{v,H,hr}$ [%]
VZT 01	1.NP – Zdravotnické zařízení	1100	80
VZT 02	2. NP – Administrace	250	80

4. Změna násobnosti výměny vzduchu $\rightarrow n_{50} = 0,6$ 1/h
5. Návrh chlazení
Instalace zdrojů chlazení objektu
6. Multisplit jednotka
7. Chlazení 5 místností zdravotnického zařízení v 1.NP
8. Split jednotka
9. Chlazení kanceláře ve 2.NP

10. Instalace FVE panelů

Instalací systému chlazení typu tepelného čerpadla v provedení split a multisplit jednotek došlo k navýšení spotřeby elektrické energie, neboť elektrická energie slouží jako pohonný zdroj kompresorů. Zajištění aktivního chlazení je však nezbytné pro udržení požadovaného tepelného komfortu v letním období. Zvýšené nároky na spotřebu elektrické energie vlivem chlazení s vysokým faktorem energonositele jsou kompenzovány pomocí návrhu FVE panelů (viz výsledky Tab. 14)

Umístění: Přístřešek nad parkovacím stáním

Počet: 35 panelů

Typ: Monokrystalické panely

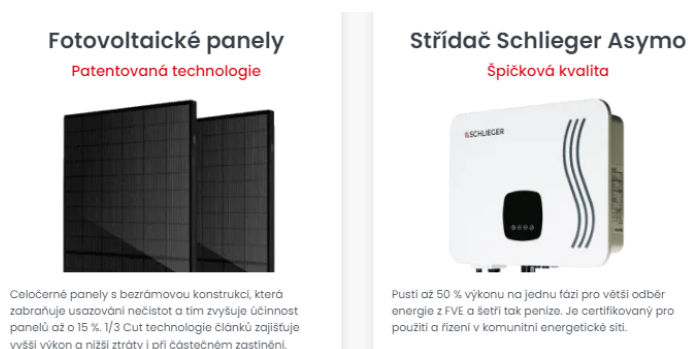
Výrobce: Schlieger

Maximální výkon/panel: 545 Wp

Účinnost: 21 %

Rozměry panelu: 2279 x 1134 x 32 mm

Instalovaný výkon: 19,1 kWp



Obr. 11 – Fotovoltaické panely a střídač (zdroj: <https://schlieger.cz/>)

Výsledné hodnoty:

Pro opodstatnění návrhu fotovoltaického systému byla zpracována rovněž varianta **V1b**, ve které bylo vyhodnocení provedeno bez instalace FVE, aby bylo možné jednoznačně posoudit přínos a odůvodnění jejího návrhu. Ve finálním hodnocení energetické bilance objektu (Tab. 16) je však vyhodnocena pouze varianta **V1a, ve které je fotovoltaický systém již zahrnut.**

Tab. 14 – Roční spotřeba provozní energie a její energonositelé – var. V1

Položka technického zařízení	Energonositel	Faktor primární energie	Celková dodaná energie [kWh·a ⁻¹]	
			Bez FVE – V1b	V1a
Vytápění	Zemní plyn	1,0	10 000	9 350
	Elektřina	2,1	70	70
	Okolní prostř.	0	-	580
Příprava teplé vody	Zemní plyn	1,0	5 490	1 770
	Elektřina	2,1	1 150	760
	Okolní prostř.	0	-	3 590
Osvětlení	Elektřina	2,1	860	860
Nucené větrání	Elektřina	2,1	910	500
	Okolní prostř.	0	-	400
Chlazení	Elektřina	2,1	4 870	2 540
	Okolní prostř.	0	-	2 330
Celková dodaná energie			23 400	22 800

Tab. 15: Stanovení podílu v místě vyrobené obnovitelné energie na celkové spotřebě energie – V1a

Varianta V1a	M.j.	Hodnota	Podíl
Celková roční spotřeba energie	kWh·a ⁻¹	22 800	-
Energie vyrobená z obnovitelných zdrojů v místě	kWh·a ⁻¹	6 910	30,4 %

Tab. 16 – Přehled plnění požadavků vyhlášky č. 264/2020 – var. V1

Ukazatel	Vypočtená hodnota			Referenční hodnota		Požadavky vyhlášky č. 264/2020 Sb.
	Bez FVE – V1b *	var.V1a				
Průměrný součinitel pr. tepla budovy	0,20	0,20	W/m ² .K	0,24	W/m ² .K	SPLNĚNO
Celková dodaná energie [kWh/m ² .rok]	43,6	42,4	kWh/m ² .rok	61,4	kWh/m ² .rok	SPLNĚNO
Neobnovitelná primární energie	59,7	13,0	kWh/m ² .rok	43,0	kWh/m ² .rok	SPLNĚNO
*uvedeno pouze informativně, neprojevuje se do vyhodnocení požadavků vyhlášky č. 264/2020 Sb.						
KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA → A						
Požadavky pro výstavbu od 1.1.2022 JSOU splněny						

4.3.1.1 Otázka stávajícího plynového kotle

V rámci varianty V1 je uvažováno zachování stávajícího plynového kotle **DAKON DUA PLUS 24 FST**, instalovaného v objektu v roce 2006. Provedená analýza naznačuje, že i při zachování tohoto zdroje tepla spolu se stávající otopnou soustavou je možné splnit požadavky na energetickou náročnost budovy odpovídající standardu nZEB. Hlavní výhodou této varianty je eliminace nutnosti kompletní demontáže otopné soustavy, což vede ke snížení investičních nákladů i časové náročnosti realizace přestavby.

Před rozhodnutím o zachování kotle je však nezbytné ověřit následující aspekty:

- **Technická proveditelnost napojení nových rozvodů na stávající soustavu:**
 - Hydraulické vyvážení, dimenzování rozvodů, optimalizace otopného režimu;
 - ověření výkonu kotle.
- **Splnění emisní třídy kotle:**
 - Kotel musí být emisní třídy 3, jinak by objekt nemohl být zkolaudován;
 - podle technických listů výrobce byly kotle tohoto typu dodávány v emisní třídě 2 nebo 3, přesné zařazení konkrétní jednotky by však bylo nutné ověřit.
- **Časový limit z hlediska budoucích přepisů:**
 - I v případě emisní třídy 3 by provoz kotle mohl být omezen vzhledem k připravovaným evropským regulacím na fosilní paliva (viz kap. 3.3).

Dílčí vyhodnocení:

I po potvrzení všech výše uvedených bodů lze stávající plynový kotel uvažovat pouze jako dočasné řešení, přičemž dlouhodobě je vhodné plánovat jeho náhradu moderním nízkoemisním zdrojem tepla, například tepelným čerpadlem.

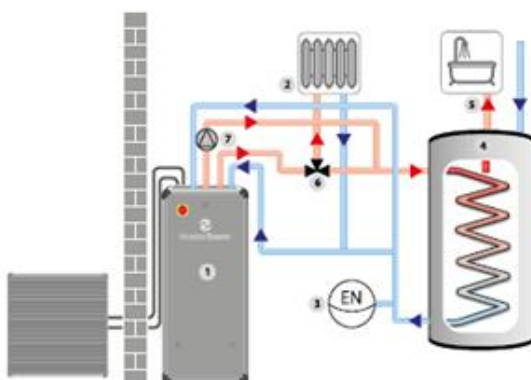
4.3.2 Varianta V2 – ZEB, optimalizace technických zařízení budovy

Zachované prvky:

- Žádné, technické zařízení budovy bylo kompletně vyměněno

Vyměněné prvky:

1. Výměna a doplnění původního umělého osvětlení za energeticky úsporný systém LED osvětlení s automatickým řízením dle intenzity denního osvětlení
 - Uvažovaný výkon 170 lm/W
2. Výměna zásobníku pro ohřev teplé vody:
 - Typ: nepřímotopný zásobník
 - Objem: 200 l
 - Příslušenství: možnost instalace el. topné patrony
 - Opatření: izolace rozvodů - T.I. min. tl. 40 mm
3. Výměna stávajícího plynového kotle za tepelné čerpadlo vzduch/voda
 - Využití: zdroj tepla i chladu
 - Typ: BoxAir 90 Split
 - Výrobce: Master Therm
 - Výstupní teplota: 55 °C
 - Bod bivalence: -7 °C
 - Bivalentní zdroj: El. topné patrony v zásobnících



Obr. 11 – Ilustrační snímek zapojení tepelného čerpadla
(zdroj: <https://www.mastertherm.cz/>)

Nově instalované prvky:

4. Návrh nové akumulční nádrže teplé vody

- Objem: 772 l
- Příslušenství: možnost instalace el. topné patrony

5. Instalace nuceného větrání pomocí VZT se zpětným získáváním tepla

Tab. 17 – Instalované jednotky VZT

Ozn.	Větraná část budovy	Množství výměny vzduchu [m ³]	Účinnost ZZT $\eta_{V,H,hr}$ [%]
VZT 01	1.NP – Zdravotnické zařízení	1100	80
VZT 02	2. NP – Administrace	250	80

6. Změna násobnosti výměny vzduchu $\rightarrow n_{50} = 0,6$ 1/h

7. Instalace FVE panelů

Instalací tepelného čerpadla vzduch–voda, **které v navrhovaném řešení plní funkci hlavního zdroje tepla i chladu**, dochází k navýšení spotřeby elektrické energie, jelikož elektrická energie je využívána k pohonu kompresoru. Tepelné čerpadlo je navrženo s cílem zvýšení energetické účinnosti systému a snížení potřeby neobnovitelné primární energie, současně však jeho provoz zvyšuje podíl elektrické energie na celkové spotřebě objektu. Z tohoto důvodu je řešena kompenzace zvýšené spotřeby elektrické energie s vysokým faktorem primární energie prostřednictvím návrhu fotovoltaického systému, který přispívá ke zlepšení celkové energetické bilance budovy.

Umístění: Přístřešek nad parkovacím stáním

Počet: 35 panelů

Typ: Monokrystalické panely:

Výrobce: Schlieger

Maximální výkon/panel: 545 Wp

Účinnost: 21 %

Rozměry panelu: 2279 x 1134 x 32 mm

Instalovaný výkon: 19,1 kWp

Výsledné hodnoty:

Pro opodstatnění návrhu fotovoltaického systému byla zpracována rovněž varianta V2b, ve které bylo vyhodnocení provedeno bez instalace FVE, aby bylo možné jednoznačně posoudit přínos a odůvodnění jejího návrhu. Ve finálním hodnocení energetické bilance objektu (Tab. 20) je však uvažována pouze varianta **V2a, ve které je fotovoltaický systém již zahrnut.**

Tab. 18 – Roční spotřeba provozní energie a její energonositelé – var. V2

Položka technického zařízení	Ergonositel	Faktor primární energie	Celková dodaná energie [kWh·a ⁻¹]	
			bez FVE – V2b	V2a
Vytápění	Zemní plyn	1,0	-	-
	Elektřina	2,1	3 680	3 200
	Energie ok. prostředí	0,0	5 020	5 550
Příprava teplé vody	Zemní plyn	1,0	-	-
	Elektřina	2,1	3 300	1 380
	Energie ok. prostředí	0,0	2 350	4 250
Osvětlení	Elektřina	2,1	860	860
Nucené větrání	Elektřina	2,1	910	520
	Energie ok. prostředí	0,0	-	390
Chlazení	Elektřina	2,1	4 030	1 910
	Energie ok. prostředí	0,0	-	2 120
Celková dodaná energie			20 100	20 100

Tab. 19: Stanovení podílu v místě vyrobené obnovitelné energie na celkové spotřebě energie – V2a

Varianta V2a	M.j.	Hodnota	Podíl
Celková roční spotřeba energie	kWh·a ⁻¹	20 100	-
Energie vyrobená z obnovitelných zdrojů v místě	kWh·a ⁻¹	12 300	60,9 %

Tab. 20 – Přehled plnění požadavků vyhlášky č. 264/2020 – var. V2

Ukazatel	Vypočtená hodnota			Referenční hodnota		Požadavky vyhlášky č. 264/2020 Sb.
	Bez FVE *	var.V2a				
Průměrný součinitel pr. tepla budovy	0,20	0,20	W/m ² .K	0,24	W/m ² .K	SPLNĚNO
Celková dodaná energie [kWh/m ² .rok]	37,6	37,5	kWh/m ² .rok	61,4	kWh/m ² .rok	SPLNĚNO
Neobnovitelná primární energie	50,0	5,15	kWh/m ² .rok	42,7	kWh/m ² .rok	SPLNĚNO
*uvedeno pouze informativně, neprojevuje se do vyhodnocení požadavků vyhlášky č. 264/2020 Sb.						
KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA → A						
Požadavky pro výstavbu od 1.1.2022 JSOU splněny						

5. Vyhodnocení vyhovujících variant

Tab. 21 – Přehled plnění požadavků vyhlášky č. 264/2020

Ukazatel	Vypočtená hodnota				Referenční hodnota		Požadavky vyhlášky č. 264/2020 Sb.
	V0*	V1a	V2a				
Průměrný součinitel pr. tepla budovy	0,46	0,20	0,20	W/m ² .K	0,24	W/m ² .K	SPLNĚNO
Celková dodaná energie [kWh/m ² .rok]	131	42,8	37,5	kWh/m ² .rok	61,4	kWh/m ² .rok	SPLNĚNO
Neobnovitelná primární energie	139	13,5	5,15	kWh/m ² .rok	42,7	kWh/m ² .rok	SPLNĚNO
*uvedeno pouze informativně, neprojevuje se do vyhodnocení požadavků vyhlášky č. 264/2020 Sb.							
KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA → A							
Požadavky pro výstavbu od 1.1.2022 JSOU splněny							

6. Závěr

Třetí část diplomové práce se zabývala problematikou energetické optimalizace stávající budovy s cílem dosažení standardu budovy s téměř nulovou spotřebou energie (nZEB), v kontextu současných i budoucích legislativních požadavků na budovy s nulovými emisemi (ZEB). Hlavním cílem bylo posoudit, do jaké míry je možné využít a zachovat stávající technická zařízení budovy a jaké nové systémy je nutné navrhnout tak, aby byla zajištěna energetická efektivita, environmentální udržitelnost a připravenost objektu na zpřísňující se evropskou legislativu.

Analýza prokázala, že při požadavku na aktivní chlazení objektu je nezbytné zvýšenou spotřebu elektrické energie kompenzovat zapojením fotovoltaického systému, aby byly splněny požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Dále bylo potvrzeno, že při zachování stávajícího plynového kotle a otopné soustavy může objekt i nadále splňovat klasifikaci nZEB, a to za předpokladu doplnění dalších energeticky úsporných opatření, zejména modernizace osvětlení, zavedení nuceného větrání se zpětným získáváním tepla a v případě instalace chlazení i doplnění FVE.

Alternativní varianta zahrnující navíc i náhradu plynového kotle tepelným čerpadlem vzduch–voda se svým návrhem přibližuje požadavkům na budovy s nulovými emisemi a reaguje na budoucí regulace s ohledem na revidovanou Evropskou směrnici z roku 2024[2].

7. Zvolená varianta

V dalším postupu diplomové práce byla zvolena varianta V2a – budova s nulovými emisemi. Tato varianta má největší perspektivu, eliminuje závislost na fosilních palivech a připravuje objekt na očekávané požadavky. Varianta využívající zemní plyn by byla při realizaci v současnosti ještě akceptovatelná, avšak v případě výstavby v časovém horizontu několika let již nemusí být z důvodu zpřísňujících se požadavků průchozí.

8. Seznam příloh

Příloha č. 1	PENB – Původní stav
Příloha č. 2	PENB – Optimalizace stavebně-konstrukčního řešení – demolice podlahy
Příloha č. 3	PENB – Optimalizace stavebně-konstrukčního řešení – původní podlaha
Příloha č. 4	PENB – Varianta V1a
Příloha č. 5	PENB – Varianta V1b
Příloha č. 6	PENB – Varianta V2a
Příloha č. 7	PENB – Varianta V2b

9. Seznam citovaných zdrojů

- [1] Čejka, M. (2020). *Novela vyhlášky č. 78/2013 Sb. – (264/2020 Sb.); Část 1: základní přehled změn*. TZB-info, [online]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/20449-novela-vyhlasky-c-78-2013-sb-cast-1-zakladni-prehled-zmen> [cit. 1. 12. 2025].
- [2] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2024/1275, ze dne 24. dubna 2024 o energetické náročnosti budov účinnost od 28. 5. 2024 [cit. 4. 1. 2026]
- [3] Vyhláška č. 264/2020 Sb. (222/2024 Sb.) o energetické náročnosti budov, účinnost od 1. 9. 2020 (včetně novelizací) [cit. 4. 1. 2026]
- [4] ČSN 73 0540-1, 3, 4:2005, ČSN 73 0540-2:2025 Tepelná ochrana budov [cit. 4. 1. 2026]
- [5] Zákon č. 406/2000 Sb. Zákon o hospodaření energií, účinnost od 1. 1. 2001 [cit. 4. 1. 2026]
- [6] KABELE, K. Dopady evropské směrnice EPBD IV o energetické náročnosti budov na řešení systémů vytápění a chlazení budov. *TZB-info.cz*, 27. 3. 2025 [online]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/28241-dopady-evropske-smernice-epbd-iv-o-energeticke-narocnosti-budov-na-reseni-systemu-vytapani-a-chlazení-budov> [cit. 4. 1. 2026]
- [7] NOVOTNÝ, J.; MATUŠKA, T. Neobnovitelná primární energie [online]. TZB-info, 2017. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vytapani/16491-neobnovitelna-primarni-energie> [cit. 4. 1. 2026]
- [8] CENTRUM PASIVNÍHO DOMU, Z.S. *Rada EU dnes schválila směrnici o energetické náročnosti budov* [online]. 2024. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/rada-eu-dnes-schvalila-smernici-o-energeticke-narocnosti-budov/t5168> [cit. 2026-01-12]

10. Seznam zkratk

nZEB	nearly Zero-Energy Building – budova s téměř nulovou spotřebou energie
ZEB	Zero Emissions Building – budova s nulovými emisemi
EU	Evropská unie
PENB	Průkaz energetické náročnosti budovy
NP	Nadzemní podlaží
FVE	Fotovoltaická elektrárna
VZT	Vzduchotechnika
U	Součinitel prostupu tepla
K- ce	Konstrukce
T.I.	Teplená izolace
TI.	Tloušťka
MW	Minerální vlna
EPS	Expandovaný polystyren
PIR	Polyisokyanurát