



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA MATERSKEJ
ŠKOLY V POLERADOCH**

LOW-ENERGY BUILDING OF KINDERGARTEN IN POLERADY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Karolína Pflieglerová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N0732A260018 Environmentálně vyspělé budovy
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Karolína Pflieglerová
Název	Energeticky úsporná budova materské školy v Poleradoch
Vedoucí práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2021
Datum odevzdání	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- (1) Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a další předpisy související s tématem práce
- (2) Platné technické národní předpisy a normy ČSN, ČSN EN ISO
- (3) Katalogy stavebních materiálů, konstrukčních systémů, stavebních výrobků;
- (4) Odborná literatura

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zadání:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané budovy s téměř nulovou spotřebou energie ve stupni pro vydání stavebního povolení.

Cíle:

Dispoziční řešení budovy s návrhem vhodné konstrukční soustavy a nosného systému na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků, včetně vyřešení osazení objektu do terénu s respektováním okolní zástavby. Koncepční řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti.

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 35 %) bude obsahovat: průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, koordinační situaci (1:200), požárně bezpečnostní řešení stavby a výkresy (1:100, příp. 1:50): základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí dokumentace bude stavebně fyzikální posouzení objektu a konstrukcí a průkaz energetické náročnosti budovy (bez posouzení proveditelnosti alternativních systémů a doporučených opatření)

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 35 %) bude obsahovat koncepční studie relevantních systémů technického zařízení budovy s vazbou na výrobu a užití energie a hospodaření s vodou, schéma zapojení energetických zdrojů, výpočet výkonových parametrů, zjednodušené schéma řízení a dispoziční umístění zdrojů.

(III) Náplň volitelné části (podíl 30 %) bude stanovena vedoucím práce z oblasti energetiky, ekologie či ekonomiky budov, týkající se jejich návrhu nebo provozu. Tato část může být řešena teoretickými nebo experimentálními prostředky.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cieľ diplomovej práce je vytvorenie projektovej dokumentácie pre Nízkoenergetickú materskú školu v Poleradoch. Budova je jednopodlažná s plochou zelenou strechou. Dispozícia materskej školy je rozdelená do dvoch celkov, ktoré obsahujú dve triedy so zázemím. Práca je tvorená z troch častí.

Časť A je tvorená dokumentáciou k stavebnému riešeniu. Materská škola je navrhnutá pre 30 detí a je rozdelená do dvoch celkov.

Časť B sa skladá z návrhu systémov TZB. Budova využíva LED osvetlenie, nútené vetranie so spätným získaním tepla, pre vykurovanie sú navrhnuté dve tepelné čerpadlá, ktoré sú napojené na podlahové vykurovanie a prípravu teplej vody, na streche objektu je 30 fotovoltaických panelov. Energia vyrobená z panelov je spotrebovaná všetkými spotrebičmi v budove.

Časť C po vytvorení preukazu energetickej náročnosti budov porovnáva dva druhy zdroja tepla. Výpočtom tepelných strát miestností je vytvorená schéma podlahového vykurovania, a to pomocou programu DekSoft.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Materská škola, nízkoenergetická, nútené vetranie, fotovoltaické panely, zelené strecha, tepelné čerpadlo, DekSoft.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to create project documentation for a low-energy kindergarten in Polerady. The building has one floor with a flat green roof. The layout of the kindergarten is divided into two units, which contain two classes with facilities. The thesis consists of three parts.

Part A consists of documentation for the building permission. The kindergarten is designed for 30 children and is divided into two units.

Part B consists of the design of building services. The building uses LED lighting, mechanical ventilation with heat recovery, two heat pumps are designed for heating, which are connected to floor heating and hot water tank, on the roof of the building there are 30 photovoltaic panels. The energy produced from the panels is consumed by all appliances in the building.

Part C, after creating another building energy performance certificate, compares two types of heat source. The floor heating scheme is created by calculating the heat losses of the rooms, using the DekSoft program.

KEYWORDS

Kindergarten, low-energy, forced ventilation, photovoltaic panels, green roof, heat pump, DekSoft.

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

Bc. Karolína Pflieglerová *Energeticky úsporná budova materskej školy v Poleradoch*. Brno, 2021. 54 s., 194 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedúci práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

PREHLÁSENIE O ZHODE LISTINNEJ A ELEKTRONICKEJ FORMY ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Prehlasujem, že elektronická forma odovzdanej diplomovej práce s názvom *Energeticky úsporná budova materskej školy v Poleradoch* je zhodná s odovzdanou listinnou formou.

V Brne dňa 23. 10. 2021

Bc. Karolína Pflieglerová
autor práce

PREHLÁSENIE O PÔVODNOSTI ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Prehlasujem, že som diplomovú prácu s názvom *Energeticky úsporná budova materskej školy v Poleradoch* spracoval(a) samostatne a že som uviedol(a) všetky použité informačné zdroje.

V Brne dňa 23. 10. 2021

Bc. Karolína Pflieglerová
autor práce

POĎAKOVANIE

Ďakujem za odborné vedenie mojej hlavnej vedúcej diplomovej práce pani Ing. Marcele Počinkovej, Ph.D., za jej pomoc, ochotu a trpezlivosť pri konzultáciách počas celej tvorby mojej práce. Ďakujem aj môjmu konzultantovi pánovi Ing. Petrovi Jelínkovi, Ph.D., za pomoc s časťou pozemného staviteľstva. V neposlednom rade veľké ďakujem patrí mojej rodine, kamarátom a kolegom za podporu.

OBSAH

A.1 ÚVOD.....	11
A.2 ARCHITEKTONICKO STAVEBNÉ RIEŠENIE	12
A.2.1 Konštrukčné a materiálové riešenie.....	12
B.1 TECHNICKÉ RIEŠENIE OBJEKTU.....	15
B.1.1 Zoznam technických a technologických zariadení	15
C.1 TEPELNÁ STRATA BUDOVY	16
C.1.1 Predbežný výpočet	16
C.1.2 Presný výpočet tepelných strát budov	16
C.1.3 Metodika výpočtu tepelnej straty podľa ČSN EN 12 831-1	17
C.1.4 Prehľad tepelných strát jednotlivých konštrukcií a tepelných väzieb pre materskú školu Polerady u Prahy	21
C.2 SPÔSOB ZDIEĽANIA TEPLA.....	22
C.3 TEPELNÁ POHODA.....	24
C.3.1 Výsledky výpočtu tepelnej stability budovy materskej školy v Poleradoch	26
C.4 ŽIARIVÉ VYKUROVANIE	27
C.4.1 Teplovodné podlahové vykurovanie	28
C.4.2 Konštrukcie a prevedenie podlahovej vykurovacej plochy	29
C.4.3 Návrh podlahového vykurovania v materskej škole Polerady	32
C.5 TEPELNÉ ČERPADLÁ – TEPLA Z CHLADU	34
C.5.1 Tepelné zdroje pre nízkoteplotný ohrev	34
C.5.2 Vykurovací faktor a ročný prevádzkový vykurovací faktor.....	36
C.5.3 Návrh a porovnanie tepelných čerpadiel v objekte materskej školy v Poleradoch	37
C.5.4 Princíp funkcie tepelných čerpadiel	41
C.6 ZÁVER.....	43
C.7 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	44
C.8 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV.....	47
C.9 ZOZNAM OBRÁZKOV	51
C.10 ZOZNAM TABULIEK	52
C.11 ZOZNAM GRAFOV	52
C.12 ZOZNAM ROVNÍC	52
C.13 ZOZNAM PRÍLOH	52

A.1 ÚVOD

Diplomová práca sa zameriava na návrh energeticky úspornej materskej školy v Poleradoch. Materská škola je navrhnutá pre 30 detí v dvoch samostatných triedach. Triedy sú úplne nezávislé, pri fungovaní len jednej časti budú technológie v druhej úplne vypnuté. Budova je navrhnutá ako jednopodlažný objekt s plochou zelenou intenzívnou strechou a fasádou s dreveným obkladom. Pre budovu je navrhnuté vykurovanie pomocou tepelných čerpadiel zem/voda, teplá voda je ohrievaná aj za pomoci fotovoltaiických panelov a vetranie je navrhnuté nútené pomocou rekuperácie.

Časť C sa zaoberá návrhom podlahového vykurovania, porovnanie dvoch tepelných čerpadiel, ako zdrojov tepla a výber toho efektívnejšieho. Ako podklad pre vytvorenie návrhu je vypracovaná projektová dokumentácia budovy energeticky úspornej materskej školy v rozsahu pre stavebné povolenie. Pri porovnávaní zdrojov sa vytvorilo zhodnotenie ročného prevádzkového faktoru.

Pri vypracovaní projektu budovy materskej školy, boli použité výpočty a návrhy skladieb pomocou programu DekSoft. Pomocou tohto softwaru sa vytvoril preukaz energetickej náročnosti budovy, skladby konštrukcií, ktoré splňujú doporučené hodnoty podľa noriem, výpočet tepelných strát,...



Obrázok 1 Vizualizácia materskej školy v Poleradoch

A.2 ARCHITEKTONICKO STAVEBNÉ RIEŠENIE

Objekt je založený na základových betónových pásoch. Zvislé nosné aj nenosné konštrukcie sú murované z tvárnic typu Therm. Obvodové murivo hrúbky 300 mm je zateplené minerálnou vlnou hrúbky 240 mm. Fasáda je riešená ako prevetrávaná s dreveným obložením z lát. Strecha je plochá s klasickým poradím vrstiev a so stabilizačnou prifažovanou vrstvou z intenzívnou vegetáciou a štrku. Zateplenie strechy je vytvorené z EPS dosiek hrúbky 220 mm. Spádovanie je vytvorené pomocou cementovej liatej peny, kvôli prípadným nerovnostiam na paneloch SPIROLL. Parozábrana aj hydroizolačná vrstva je z asfaltových pásov. Odvodnenie strechy je pomocou strešných vpustí. Okná a dvere sú plastové s izolačnými trojsklami.

A.2.1 Konštrukčné a materiálové riešenie

Zemné práce

V rámci zemných prác bude najprv odstránená ornica, ktorá bude uložená na stavebnej parcele č. 496/155 k. ú. Polerady u Prahy. Následne bude vykonaná riadne zhutnená hlineno-kamenistá navážka na vyrovnanie terénu. Potom budú prevedené základové konštrukcie do pripraveného systémového debnenia, po oddebnení budú základy obsypané zeminou, ktorá bude následne vhodne zhutnená. Uložená ornica bude použitá na finálne upravenie povrchu.

V mieste výkopových prác sa nepredpokladá hladina podzemnej vody.

Základové konštrukcie

Objekt je založený na základových pásoch z betónu triedy C25/30. Rozmery podľa projektovej dokumentácie. Založenie je v nemrznúcej hĺbke. V základoch bude po obvode stavby uložený uzemňovací pásik rozmeru 30x4 mm. Nad základmi bude vybetónovaná železobetónová podkladová doska s hrúbkou 150 mm z betónu C25/30 vystužená kari sieťou 8/150/150.

Zvislé konštrukcie

Zvislé nosné a nenosné konštrukcie sú murované z keramických blokov typu Therm s hrúbkami 300 a 175 mm. Murovanie je na murovaciu maltu.

Vodorovné nosné konštrukcie

Nosná konštrukcia strechy je z predpäťých dutinových panelov Spiroll hrúbky 200 mm. Panely sú ukladané na stužujúce železobetónové vence z betónu C25/30. Uloženie je prevedené do 10 mm cementovej malty M10. V úrovni panelov sú následne vykonané stužujúce železobetónové vence z betónu C25/30 a výstuže B500B. Vystuženie bude vykonané podľa statického návrhu.

Strešné konštrukcie

Strecha je plochá s klasickým poradím vrstiev stabilizovaných priťažením. Parozábrana je z asfaltového pásu s vložkou z kovovej fólie a je umiestnená na nosnej konštrukcii strechy. Parozábrana je bodovo natavená.

Spádová vrstva je z cementovej liate peny.

Tepelná izolácia je z EPS dosiek. Uloženie dosiek je v dvoch vrstvách so vzájomným striedaním spár. Dosky sú stabilizované priťažením následnými vrstvami. Dosky sú stabilizované priťažením následnými vrstvami.

Hydroizolačná vrstva je zhotovená z dvoch asfaltových pásov, spodná je samolepiaca a druhý je naň plno plošne natavený.

Hydro-akumulačná a drenážna vrstva je prevedená z nopovej fólie s perforáciami na hornom povrchu. Separáčna vrstva je z netkanej textílie.

Stabilizačná vrstva je na časti strechy zo substrátu pre intenzívne strechy a príslušnej vegetácie a na časti strechy zo štrku frakcie 16/32.

Vonkajšie výplne otvorov

Navrhnuté sú plastové okná so zasklením izolačným trojsklom. Vstupné dvere sú navrhnuté plastové.

Vnútorne výplne otvorov

Navrhnuté sú drevené interiérové dvere. V interiéri sú navrhnuté steny z luxferov.

Omietky a obklady

Vnútorná omietka je jednovrstvová vápenno-sadrová omietka s hladým povrchom. Omietka je nanášaná strojne. Vnútorne obklady sú z keramických obkladačiek.

Vonkajšie obklady sú z drevených fasádnych dosiek, použitou drevinou je sibírsky smrekovec.

Podlahy

Hydroizolačná vrstva je z plošne natavených asfaltových pásov. Tepelná izolácia je z EPS dosiek v celkovej hrúbke 200 mm. Roznášacia vrstva je z betónovej mazaniny C20/25 vystuženej kari sieťou 6/150/150. Nášľapné vrstvy sú z kaučuku, keramickej dlažby a v technických častiach betónovej s epoxydovou povrchovou úpravou.

Hydroizolácie

Hydroizolácia podlahy na zemine je z plošne natavených asfaltových pásov. Hydroizolačná vrstva plochej strechy je zhotovená z dvoch asfaltových pásov, spodná je samolepiaca a druhý je naň plno plošne natavený.

Tepelné izolácie

Podlaha na zemine je zateplená EPS doskami v celkovej hrúbke 200 mm.

Obvodové steny sú zateplené izoláciou z minerálnej vlny v celkovej hrúbke 240 mm. Soklová časť je zateplená XPS doskami v celkovej hrúbke 240 mm.

Plochá strecha je zateplená EPS doskami v celkovej hrúbke 220 mm.

Spevnené plochy

Spevnené plochy sú z betónovej zámkovej dlažby hrúbky 60 mm v dvoch prevedeniach: v klasickom uložení a so zatrávnenými medzerami šírky 50 mm.

B.1 TECHNICKÉ RIEŠENIE OBJEKTU

Technické riešenie objektu je rozdelené na dve časti, v ktorých sú rozdelené triedy s odpočinkom. Pri potrebe uzatvorenia jednej z tried, je možné využiť technológie len jednej časti a druhé technológie dočasne vypnúť. Trieda 1 s odpočinkom je riešená spolu so zázemím pre učiteľky a riaditeľku a so samostatnou šatňou, kúpeľňou a wc pre deti. Trieda 2 s odpočinkom je riešená spolu s kuchyňou, skladom potravín, zázemím pre učiteľky a personál a so samostatnou šatňou, kúpeľňou a wc pre deti. Pri potrebe uzatvorenia časti objektu, sa uvažuje s ponechaním v prevádzke práve triedy 2, aby mohla byť využitá kuchyňa na ohrev a výdaj jedál.

B.1.1 Zoznam technických a technologických zariadení

Vykurovanie

Dve tepelné čerpadlá zem/voda o výkone jedného 21,5 kW, uložené v technickej miestnosti na sebe. Celkový výkon je 43 kW.

V budove je navrhnuté nízkotepelné podlahové vykurovanie.

Príprava teplej vody

Stacionárny nepriamo vykurovaný zásobník teplej vody o objeme 200 l napojený aj na energiu z fotovoltaických panelov. Hlavným zdrojom pre ohrev teplej vody sú tepelné čerpadlá.

Vetranie

Vzduchotechnická centrálna jednotka s rekuperáciou s projektovaným maximálnym prietokom vzduchu 5000 m³/hodinu. Filtre triedy filtrácie G4.

Fotovoltaika

Fotovoltaické panely (30 kusov) o výkone 8,79 kWp s účinnosťou 18%.

Umelé osvetlenie

Navrhnuté sú LED svietidlá v potrebnom množstve a výkone. Ovládanie je ručné s kombináciou so senzormi osvetlenia pre možnosť regulácie výkonu a tým na úsporu elektrickej energie.

Nakladanie s dažďovou vodou

Dažďová voda je akumulovaná v retenčnej nádrži s objemom 7 000 l a ďalej využívaná na závlahu záhrady a vegetačných stien na budove. Potreba zavlažovania je riadená senzormi vlhkosti pôdy.

C.1 TEPELNÁ STRATA BUDOVY

C.1.1 Predbežný výpočet

Predbežným výpočtom tepelných strát stanovíme potrebu tepla pre vykurovanie celého objektu. Existuje niekoľko metód výpočtu. Jednou je takzvaná obáľková metóda. Tepelná strata sa stanoví pre konštrukcie vymedzujúce obálku budovy na hranici vnútorného prostredia (vykurovaného priestoru) a exteriéru. Obálka budovy je tak tvorená predovšetkým obvodovými stenami, výplňami otvorov, strechou a podlahou na zemine. Pre stanovenie výkonu vykurovacej plochy v miestnostiach však potrebujeme presný výpočet tepelných strát. [1]



Obrázok 2 Tepelné straty budovy [2]

C.1.2 Presný výpočet tepelných strát budov

Tepelné straty sa počítajú pre každú jednotlivú miestnosť zvlášť a ich súhrn tvorí celkovú presnú tepelnú stratu objektu. Slúži pre návrh vykurovacích plôch v jednotlivých miestnostiach aj pre návrh zdroja tepla. Sú stanovené pre najnepriaznivejšie (návrhové) parametre exteriéru a výpočtové (návrhové) teploty interiéru. Exteriér je charakterizovaný návrhovou vonkajšou teplotou (teplotná oblasť) a zaťaženie vetrom. Vo výpočte je zohľadnená poloha budovy v krajine, orientácia k svetovým stranám a ďalšie faktory. Návrhové vnútorné teploty v jednotlivých miestnostiach podľa typu objektu odpovedajú takzvanej globeteplote (teplota zahrňujúca teplotu vzduchu aj vplyv žiarenia okolitých plôch). [1]

Metodikú výpočtu udáva ČSN EN 12831-1 Energetická náročnosť – Výpočet tepelného výkonu – časť 1: Tepelný výkon pre vykurovanie, Modul M3-3. [1]

Tepelná strata sa skladá z tepelných strát prestupom stavebnými konštrukciami ohraničujúcimi danú miestnosť a z tepelných strát vetraním. Pre návrh výkonu – tepelného toku do miestnosti – sa pri systéme podlahového či stenového vykurovania počíta s takzvanou korigovanou tepelnou stratou. Jedná sa o stratu, do ktorej nie je započítaná tepelná strata prestupom stavebnej konštrukcie (alebo jej časti), v ktorej je zabudovaný vykurovací systém. [1]

C.1.3 Metodika výpočtu tepelnej straty podľa ČSN EN 12 831-1

Návrhová tepelná strata vykurovaného priestoru v základných prípadoch.

Celková tepelná strata z vykurovaného priestoru je tvorená tepelnou stratou prestupom tepla a tepelnou stratou z vetrania vykurovaného priestoru:

$$\theta_i = \theta_{T,i} + \theta_{V,i} \quad (1)$$

Rovnica 1 Celková tepelná strata (1)

$\theta_{T,i}$ tepelná strata prestupom tepla

$\theta_{V,i}$ tepelná strata z vetrania vykurovaného priestoru [1]

Tepelná strata prestupom

$$\theta_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W] \quad (2)$$

Rovnica 2 Tepelná strata prestupom (2)

H merné tepelné straty [W/K]

Pričom platí:

$$Q = A \cdot U \cdot \Delta t \quad [W]$$

$$H = A \cdot U \quad [W/K]$$

$H_{T,ie}$ je merná tepelná strata z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia pre prvky (konštrukcie) na hranici vykurovaného priestoru a exteriéru (steny, okna, dvere atd.) a lineárne tepelné mosty:

$$H_{T,ie} = \sum(A_K \cdot U_K \cdot e_K) + \sum(\psi_i \cdot l_i \cdot e_i) \text{ [W/K]} \quad (3)$$

Rovnica 3 Merná tepelná strata z vyk. do nevyk. priestoru (3)

e korekčný činiteľ zahrňujúci exponovanie, klimatické podmienky, rýchlosť vetru a pod.

$H_{T,iue}$ je merná tepelná strata do nevykurovaného priestoru (von cez nevykurovaný priestor):

$$H_{T,iue} = \sum(A_K \cdot U_K \cdot b_u) + \sum(\psi_i \cdot l_i \cdot b_u) \text{ [W/K]} \quad (4)$$

Rovnica 4 Merná tepelná strata do nevykurovaného priestoru (4)

b_u súčiniteľ redukcie teploty [-]

$H_{T,ig}$ je merná tepelná strata do zeminou podlahou alebo stenou v kontakte so zeminou.

- Hodnota môže byť stanovená normou
- Hodnota môže byť stanovená zjednodušeným spôsobom

$H_{T,ij}$ je merná tepelná strata do/z vykurovaného priestoru s odlišnou teplotou (susedný vykurovaný priestor)

$$H_{T,iue} = \sum(f_{ij} \cdot A_K \cdot U_K) \text{ [W/K]} \quad (5)$$

Rovnica 5 Merná tepelná strata do/z vykurov. priestoru z odlišnou teplotou (5)

f_{ij} činiteľ teplotnej redukcie zahrňujúce rozdiel medzi tepelnou príslušného priestoru a vonkajšou výpočtovou teplotou [1]

Tepelná strata vetraním

$$\theta_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \text{ [W]} \quad (6)$$

Rovnica 6 Tepelná strata vetraním (6)

$H_{V,i}$ merná tepelná strata vetraním [W/K]

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c = V_i \cdot 0,34 \quad (7)$$

Rovnica 7 Merná tepelná strata vetraním (7)

Metodika výpočtu rozlišuje objekty s prirodzeným vetraním a objekty s vetracím systémom. Pre objekty s prirodzeným vetraním sa započítava prírodný vzduch s tepelne technickými parametrami platnými pre vonkajší vzduch. [1]

Pri objekte s vetracím systémom nemá vzduch parametre vonkajšieho vzduchu, ak napríklad:

- Ohrievaný rekuperáciou
- Predhrievaný
- Privedený z príslušného priestoru

Pri objekte bez vetracieho systému sa objemový tok V_i [m^3/h] vzduchu stanoví ako vyššia z hodnôt.

Najmenšie požadované množstvo vzduchu z hygienických dôvodov:

$$V_{\min,i} = n_{\min} \cdot V \quad (8)$$

Rovnica 8 Požadované množstvo vzduchu (8)

n_{\min} najmenšia intenzita výmeny vzduchu [h^{-1}]

V objem vykurovaného priestoru (z vnútorných rozmerov pri jednotlivých miestnostiach, pre celú budovu 0,8 · V z vonkajších rozmerov).

Typ miestnosti	n_{\min}
Obytné miestnosti	0,5
Kuchyňa a kúpeľňa bez okien	1,5
Kancelárie	1,0
Zasadacie miestnosti, triedy,...	2,0

Tabuľka 1 Hygienické minimum [1]

Pri objekte s vetracím systémom je objemový tok vzduchu:

$$V_i = V_{\text{inf},i} + V_{\text{su},i} \cdot f_{V,i} + V_{\text{mech},\text{inf},i} \quad (9)$$

Rovnica 9 Objemový tok vzduchu (9)

V_{su} privádzaný objemový tok vzduchu

$V_{\text{mech},\text{inf},i}$ prebytok odsávaného vzduchu je rozdiel medzi objemovým tokom odvádzaným a privádzaným sústavou pre celú budovu. Pre jednotlivé miestnosti, ak nie je stanovený inak, ide ho určiť podielovo (na základe podielu objemu miestností k objemu celej budovy). [1]

Návrhový tepelný výkon

Návrhový tepelný výkon pre miestnosti sa stanoví na základe súčtu tepelnej straty prestupom všetkých konštrukcií ohraničujúcich miestnosť a vetranie. Ak je to nutné (pri prerušovaných vykurovacích priestoroch), je v tepelnom výkone zahrnutý zátopový tepelný výkon.

$$\theta_{HL,i} = \theta_{T,i} + \theta_{V,i} + \theta_{RH,i} \quad [W] \quad (10)$$

Rovnica 10 Návrhový tepelný výkon pre miestnosť (10)

Návrhový tepelný výkon pre budovu (pre návrh zdroja):

$$\theta_{HL} = \sum \theta_{T,i} + \sum \theta_{V,i} + \sum \theta_{RH,i} \quad [W] \quad (11)$$

Rovnica 11 Návrhový tepelný výkon pre budovu (11)

$\sum \theta_{T,i}$ suma tepelných strát prestupom vykurovaného priestoru

$\sum \theta_{V,i}$ suma tepelných strát z vetrania vykurovaného priestoru

$\sum \theta_{RH,i}$ súčet prídavných výkonov pre priestory s prerušovaným vykurovaním [1]

C.1.4 Přehled tepelných strát jednotlivých konstrukcí a tepelných vazeb pre materskú školu Polerady u Prahy

Tepelné straty pre nízkoenergetickú materskú školu v Poleradoch u Prahy sú vypočítané pomocou programu DekSoft TZB. Do výpočtu boli zahrnuté konštrukcie navrhnuté pre budovu a návrhové teploty pre materské školy. Výpočty boli vytvorené v súlade s normou ČSN EN 12 831.

Přehled tepelných ztrát jednotlivých konstrukcí a tepelných vazeb Z1

konstrukce		prostředí za	plocha [m ²]	ztráty [W]	ΔU _{tb} [W]	podíl ztrát [%]	podíl zisků [%]
ozn.	název						
PDL(z)-2	PDL1-Podlaha na zemině	ZEM	687,38	1 281,3	227,2	23,7	-
STN-3	STN1-Obvodová stěna SV	EXT	153,21	750,3	87,2	13,1	-
STN-4	STN1-Obvodová stěna SZ	EXT	67,35	377,6	43,9	6,6	-
STN-5	STN1-Obvodová stěna JV	EXT	69,55	391,4	45,5	6,9	-
STN-6	STN1-Obvodová stěna JZ	EXT	92,26	532,4	61,9	9,3	-
VYP-7	Okno HS Portál JZ 3 x 2,5	EXT	60,00	1 632,0	40,8	26,2	-
VYP-8	Okno JZ 3,625 x 1,5	EXT	5,45	122,0	3,5	2,0	-
VYP-9	Okno SZ 1,5 x 1,5	EXT	6,75	157,5	4,5	2,5	-
VYP-10	Okno JV 1,5 x 1,5	EXT	9,00	207,9	5,9	3,4	-
VYP-11	Okno SV 1,5 x 1,5	EXT	4,50	85,1	2,4	1,4	-
VYP-12	Dveře JV 1,5 x 2,5	EXT	3,75	91,1	2,0	1,5	-
VYP-13	Dveře SZ 1,5 x 2,5	EXT	3,75	91,1	2,0	1,5	-
VYP-14	Dveře SZ 1,1 x 2,5	EXT	2,75	66,8	1,5	1,1	-
VYP-15	Dveře SZ 0,7 x 2,5	EXT	1,75	56,7	1,3	0,9	-
-	celkem (bez vnitřních konstrukcí)	-	1 167,44	5 843	530	100	-

Přehled tepelných ztrát typů konstrukcí Z1

rozdělení tepelných ztrát		plocha [m ²]	ztráty [kW]	podíl ztrát [%]	podíl zisků [%]
ozn.	název				
Vnd	větrání	-	6,73	51,4	-
STN	stěny (mimo přilehlých k zemině)	382,36	2,05	15,7	-
STR	strop, střechy (mimo přilehlých k zemině)	-	-	-	-
PDL	podlahy (mimo přilehlých k zemině)	-	-	-	-
VYP	výplně	97,70	2,51	19,2	-
ZEM	konstrukce přilehlé k zemině	687,38	1,28	9,8	-
ΔU _{em}	teplené vazby	-	0,53	4,0	-
-	celkem	1 167,44	13,10	100	-

Obrázok 3 Tepelné straty budovy [3]

C.2 SPÔSOB ZDIEĽANIA TEPLA

Zdieľanie alebo predávanie či prenos tepla je fyzikálny jav, kedy sa teplo šíri z prostredia o vyššej teplote do prostredia o nižšej teplote. Uskutočniť sa môže tromi spôsobmi: vedením, prúdením a žiarením. Všetky sa v vykurovacej technike bežne vyskytujú a využívajú.

- **Vedenie** alebo **kondukcia** nastáva, ak si vymieňajú svoju kinetickú energiu častice, ktoré spolu susedia. Prebieha v spojitom látkovom prostredí, v látkach všetkých skupenstvách, nenastane vo vákuu. 1 pre nás má najväčší význam pri tuhých telesách.
- **Prúdenie** alebo **konvekcia** nastáva, keď častice vo väčšej miere mení svoju polohu v priestore a pritom so sebou unáša svoju energiu. Tento dej prebieha v kvapalinách a plynch. Často sa objavuje v kombinácii s vedením. Je voľné alebo nútené. Pohyb voľného prúdenia vznikne v dôsledku rôznych hustôt kvapalín či plynov. Nútené prúdenie nastáva, keď k zosilneniu prenosu tepla využívame v technickej praxi vonkajšie sily, napr. čerpadlo, ventilátor.
- Pri **žiarení** alebo **radiácií** sa teplo prenáša elektromagnetickým žiarením. Nevyžaduje látkové prostredie, šíri sa i vo vákuu. Teplo vyžarujú a absorbujú predovšetkým tuhé telesá a kvapaliny. Tepelným vyžarovaním sa rozumie žiarenie energie v rozsahu infračervenej časti spektra. Priestor medzi žiariacim a ožarovaným telesom, ktoré si predávajú teplo, môže byť vyplnený látkou teploty ľubovoľne nižšej alebo vyššej, než je teplota telies. Vo vykurovaní využívame žiarenie napríklad pri veľkoplošnom vykurovaní (podlahové, stenové či stropné vykurovacie systémy), žiarivých panelov alebo žiarivých.

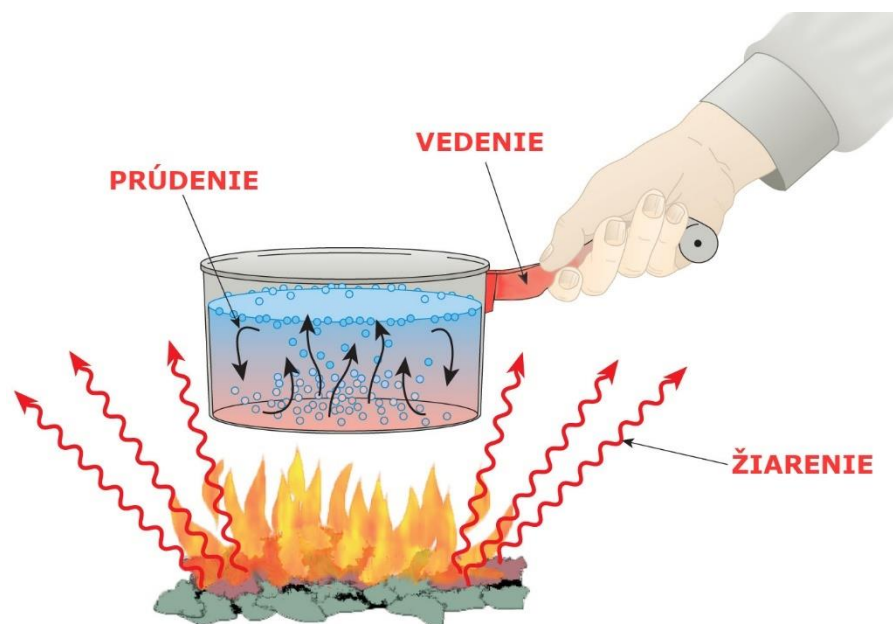
Každá vykurovacia plocha predáva zo svojho povrchu teplo do priestoru konvekciou, tak aj žiarením. Pomer konvekcie a žiarenia sa mení s charakterom tejto vykurovacej plochy, konvekcia je vyššia pri klasických vykurovacích telesách, žiarenie pri podlahových, stenových či stropných vykurovacích systémoch.

Zabudované prevažne žiarivé systémy vykurovania – podlahové, stenové a stropné – ide k vykurovaniu miestností využiť, a to s kladným vplyvom na tepelnú pohodu v miestnosti. Vertikálna aj horizontálna nerovnomernosť rozloženia teploty v miestnosti sa znižuje. Nespôsobuje žiadne zvýšené prúdenie vzduchu v miestnosti ani vírenie prachu, v porovnaní s konvekčnými telesami je naopak nižší. Nutné je podotknúť, že citelné zvýšenie prúdenia vzduchu je všeobecne v stavbách spôsobené inými vplyvmi než vykurovacím systémom (vetranie, infiltrácia, podtlakové vetranie, iné systémy vzduchotechniky apod.). Pri podlahách sme vždy limitovaný povrchovou teplotou, ktorej hodnota sa nesmie prekračovať. [1]

Podlahové vykurovanie znižuje dotykovú nerovnomernosť mikroklímy, ktorá je citeľná predovšetkým pri chladných podlahových krytinách, napr. dlažba.

Medzi ďalšie podmienky udržania tepelnej pohody v miestnostiach patria nasledujúce zásady:

Tepelný gradient medzi teplotou nad podlahou a teplotou vo výške hlavy človeka by nemal prekročiť 3 K. Pri veľkých presklených plochách je potreba minimalizovať vplyv chladného žiarenia (napr. umiestnenie podlahových konvektorov). Asymetria žiarivých teplôt od ochladzovaných výplní otvorov oproti vnútorným stenám by nemala prekročiť 10 K. Asymetria radiačnej teploty od tepelného stropu by nemala byť väčšia než 16 °C, pri nižších teplotách sa zvyšuje riziko nachladenia. Táto teplota je najnižšou možnou i z hľadiska ochrany stavebných konštrukcií. V letnom období je nutné zaistiť teplotu vzduchu do 27 °C. V klimatizovaných budovách by však z hľadiska zdravia osôb nemal rozdiel medzi vnútornou a vonkajšou teplotou prekročiť 8 K. Náhle zmeny teploty sú človekom pociťované ako nepríjemné a sú častou príčinou chorôb z nachladenia. [1]



Obrázok 4 Prenos tepla [5]

C.3 TEPELNÁ POHODA

Úlohou vykurovania je zaistiť tepelnú pohodu vo vykurovanom priestore. To znamená, že musíme dosiahnuť takých pomerov, za ktorých človek nepociťuje ani chlad, ani nadmerné teplo, ani sa nepotí, teda cíti sa tepelne neutrálne. Zdieľané tepelné toky medzi človekom a okolím (tepelný tok žiarením, konvekciou, dýchaním, vyparovaním a vedením) musia byť v rovnováhe s metabolickým tepelným tokom.

Základné faktory, ktoré ovplyvňujú tepelnú pohodu sú:

a) faktory osoby:

- činnosť vyjadrená metabolickým tepelným tokom
- tepelný odpor oblečenia

b) faktory prostredia:

- teplota vnútorného vzduchu
- stredná radiačná teplota
- rýchlosť prúdenia vzduchu
- tlak vodných par vo vzduchu

Kombinácia všetkých týchto parametrov môžeme stanoviť rovnicu tepelnej pohody. Za akceptovateľný stav pokladáme, keď je percento nespokojných so stavom menší ako 15 %. Súčasne však musí za požiadaviek tepelnej neutrality byť splnené, že sa žiadna časť tela neprehrieva ani nepodchladzuje.

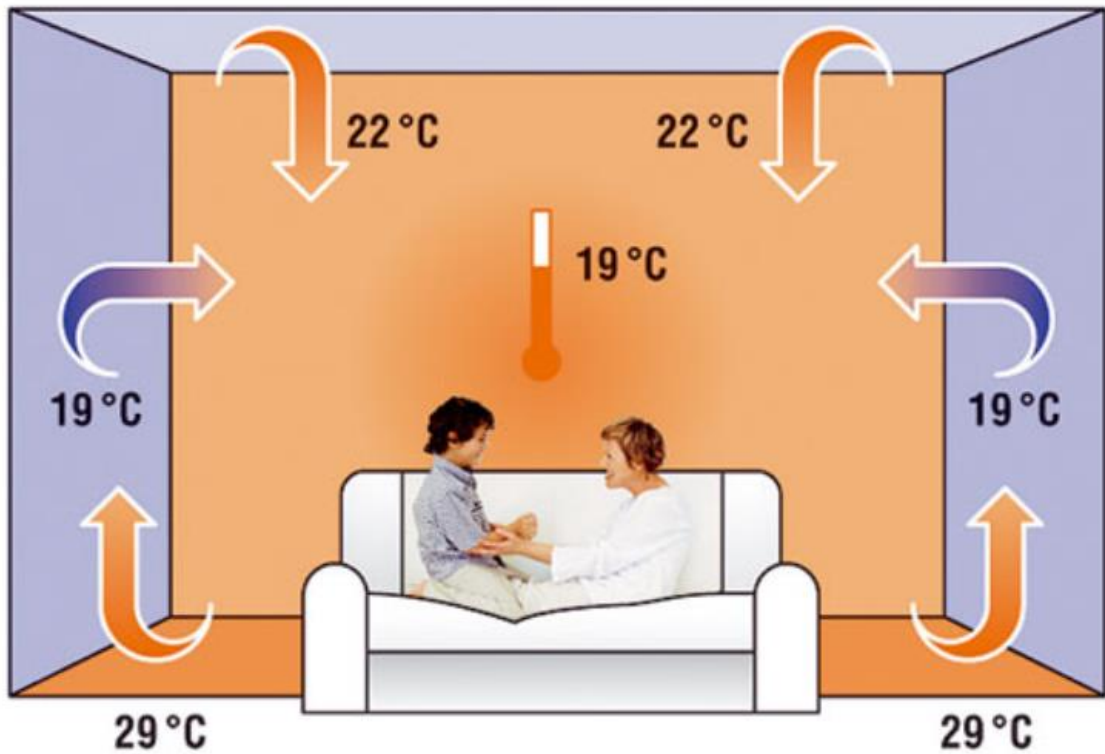
Inak povedané musíme splniť aj požiadavky na elimináciu lokálnej tepelnej nepohody ľubovoľnej časti ľudského tela, ktorá vzniká:

- asymetrickým tepelným žiarením
- nevhodným vertikálnym teplotným gradientom vzduchu
- príliš teplú či chladnú podlahu
- zvýšeným prúdením vzduchu

Vzhľadom k priamemu kontaktu chodidla s podlahou môže pri podlahovom vykurovaní dôjsť k lokálnej tepelnej nepohody v dôsledku vysokej povrchovej teploty podlahy. Preto je veľmi dôležité poznať, aké povrchové teploty podlahy človek akceptuje, behom akej doby kontaktu chodidla s podlahou a pri akej druhe obutia.

Pri podlahe, kde sa vyskytujú neobutí ľudia (plavárni, telocvične, kúpeľne,...), je rozhodujúca ich skladba. Na základe teórie zdieľania tepla je potom možné stanoviť optimálne povrchové teploty pre rôzne druhy podláh. Podlahy využívané obutými ľuďmi neovplyvňuje z hľadiska materiálu podlahovej krytiny lokálnu pohodu človeka. [4]

V tomto prípade sa do poručuje optimálna teplota podlahy pre dlhodobé sediace osoby 25 °C a pre stojace a chodiace osoby 23 °C. Všeobecne je pri podlahovom vykurovaní rozhodujúce, že priemerná teplota podlahy by nemala prekročiť 29 °C. [4]



Obrázok 5 Tepelná pohoda miestnosti [6]

C.3.1 Výsledky výpočtu tepelnej stability budovy materskej školy v Poleradoch

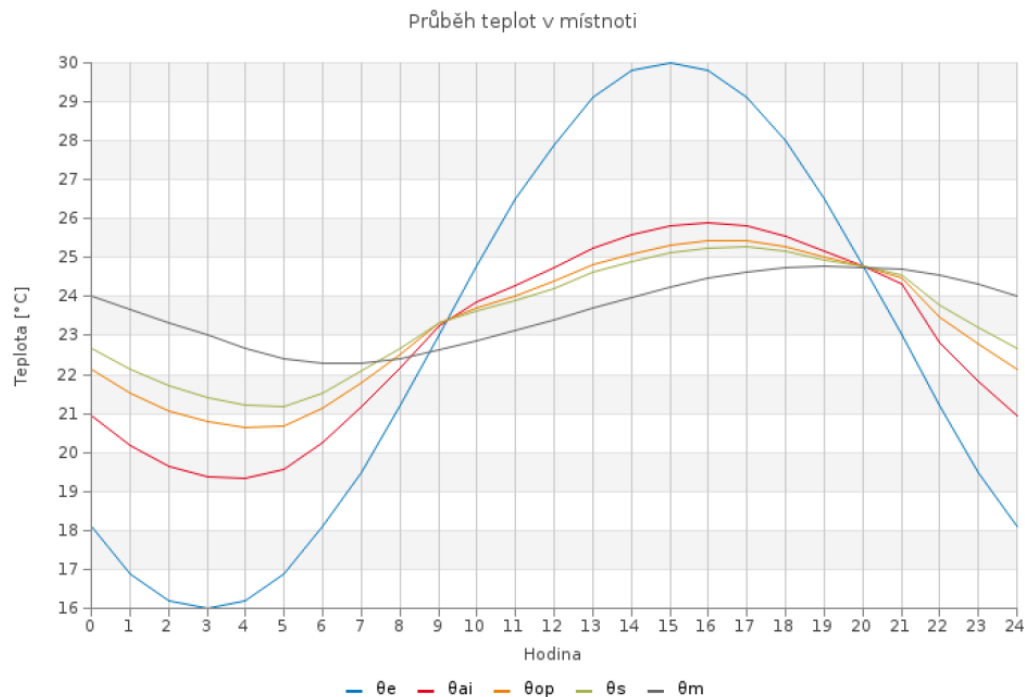
Tepelná stabilita je vypočítaná pomocou programu DekSoft. Do výpočtu boli použité navrhnuté skladby konštrukcií, hodnoty navrhnutých výplní otvorov a navrhnuté tieniace systémy. Výsledkom je tabuľka, kde letná stabilita vychádza aj bez použitia strojného chladenia budovy. To znamená, že priemerná teplota sa pohybuje okolo hodnoty 25,89 °C a to je menej ako 27 °C, takže miestnosť vyhovuje. Vo výpočte nie je prihliadnuté k skutočnosti, že materská škola nefunguje v letných mesiacoch.

Posouzení s požadavky ČSN 73 0540-2			
Letní stabilita			
Druh budovy	Nevýrobní		
Budova vybavena strojním chlazením	NE		
Požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období	$\theta_{ai,max,N}$	27	°C
Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období	$\theta_{ai,max}$	25,89	°C
Hodnocení:	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období splňuje požadavek dle ČSN 73 0540-2.		

Obrázok 6 Letná stabilita budovy materskej školy [3]

Graf znázorňuje priebeh teplôt v miestnosti triedy s odpočinkom v priebehu 24 hodín. Štandardne sa vo výpočte používa deň 21.8., z dôvodu letných prázdnin a prázdnej materskej školy sa k výpočtu použil deň 11.7., pre tento deň je vo výpočte uvažovaná dráha slnka.

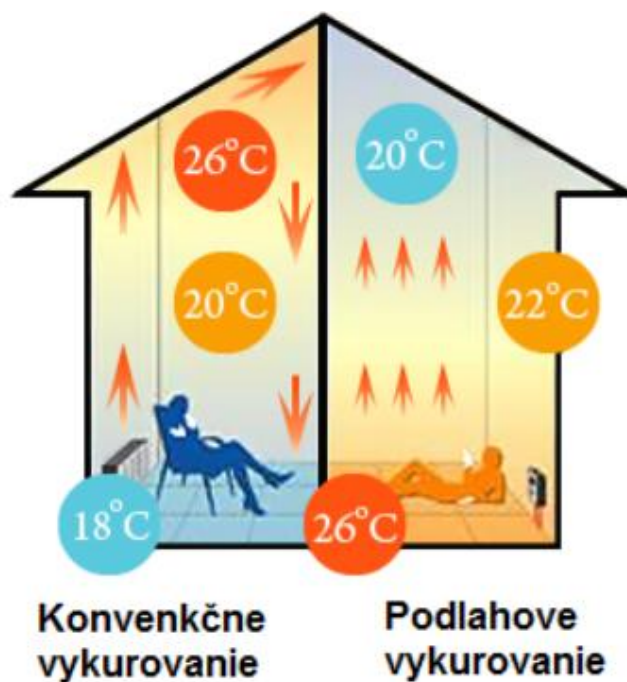
Trieda 2 Letná stabilita



Graf 1 Priebeh teplôt v triede s odpočinkom [3]

C.4 ŽIARIVÉ VYKUROVANIE

K prevažne žiarivému vykurovaniu radíme veľkoplošné vykurovanie stropné, stenové a podlahové, rovnako ako celkové či lokálne vykurovanie závesnými žiarivými panelmi a tmavými alebo svetlými žiaričmi. U prevažne žiarivého vykurovania sa prevažná časť tepla z vykurovacej plochy zdieľa žiarením (žiarenie, radiácia) a len malá množstvo prúdenia (konvenciou). Podiel tepelného toku zdieľaného žiarením napr. pri stropnom vykurovaní je 80 %, pri stenovom 65 % a pri podlahovom 55 %. [4]



Obrázok 7 Žiarivé vykurovanie [7]

Pri žiarivom vykurovaní sa väčšina tepelného toku zdieľa do vykurovaného priestoru žiarením. Znamená to, že sa od vyžarujúcej plochy ohrievajú plochy osáľané a najprv od vyžarujúcich osáľaných plôch sa ohrieva okolitý vzduch, čo je tá druhá, konvenčná zložka z celového tepelného toku. Vyplýva z toho skutočnosť, že vnútorné povrchové teploty stavebných konštrukcií sú vyššie než je teplota vzduchu. [4]

Žiarivá vykurovacia plocha môže byť súčasťou stavebnej konštrukcie ako jej neoddeliteľnou súčasťou, alebo je vytvorená ako samostatná vykurovacia plocha. Hlavné rozdiely sú nie len v konštrukčnom riešení, ale aj pri povrchových teplotách vykurovacích plôch, ich výkone či voľbe teplotonosnej látky. [4]

Pri veľkoplošnom vykurovaní tvorí vykurovaciú plochu obvykle niektorá zo stien ohraničujúca vykurovaný priestor. Je to teda strop, stena alebo podlaha.

Povrchová teplota vykurovacej plochy je pomerne nízka (40 – 45 °C pri stropnom, 55 – 60 °C pri stenovom a 25 – 34 °C pri podlahovom vykurovaní), taktiež aj teplota teplonosnej látky bude nízka. [4]

C.4.1 Teplovodné podlahové vykurovanie

Cez to, že problematika podlahového vykurovania nie je nová, dochádza u nás k rozmachu podlahového vykurovania až v posledných pár rokoch. Prvé podlahové vykurovanie bolo zaznamenaná už v starovekom Ríme, kedy r. 80 pr. n. l. Sergius Orata navrhol toto starorímske Hypokaustum tak, že ohnisko bolo umiestnené pod objektom a bez roštu sa v ňom spaľovalo drevo či drevené uhlie. Teplé spaliny prúdili dutinami v podlahe a v stenách, prehrievali ich a tie zdieľali teplo do vykurovaného priestoru. [4]











Obrázok 8 Starorímske Hypokaustum - spalínové dutiny [8]

Pri podlahovom vykurovaní sa pre vykurovaciu plochu využíva jedna zo stavebných konštrukcií, ohraničujúci vykurovaný priestor. Prenos tepla sa uskutočňuje prevažne žiarením. Tepelná rovnováha žiarivého vykurovaného priestoru bola však definovaná až v minulom storočí.

Voľba podlahového vykurovania ako prostriedok k zaisteniu tepelnej pohody je daná objektom samým. Ten musí splňovať tepelne-technické vlastnosti tak, že priemerná tepelná strata by mala byť menšia ako 20 W/m^3 , eventuálne priemerná ročná spotreba tepla nižšia než 70 až 80 kWh/m².

Z týchto údajov je viditeľné, že minimálna náročnosť objektu vzhľadom k spotrebe tepla je na prvom mieste a ešte len následne pristupuje vhodný prevádzkový režim, možnosť akumulácie tepla či optimálna regulácia. [4]

UKAZATELE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI		
 Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.18 W/(m ² ·K)	B
 Měrná potřeba tepla na vytápění	36.6 kWh/(m ² ·rok)	
Celková dodaná energie	158 kWh/(m ² ·rok)	A
 Vytápění	47.4 kWh/(m ² ·rok)	A
 Chlazení	-	
 Nucené větrání	19.4 kWh/(m ² ·rok)	C
 Úprava vlhkosti	-	
 Příprava teplé vody	82.6 kWh/(m ² ·rok)	C
 Osvětlení	8.73 kWh/(m ² ·rok)	B

Obrázok 9 Ukazovatele energetickej náročnosti [3]

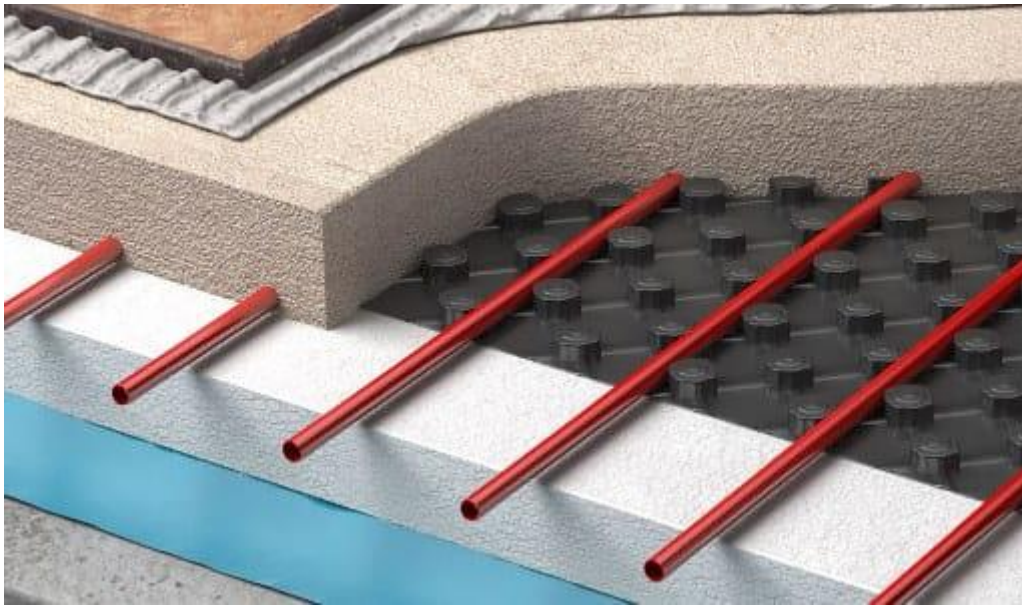
C.4.2 Konštrukcie a prevedenie podlahovej vykurovacej plochy

Konštrukcie podlahovej vykurovacej plochy vychádza z termínu plávajúca podlaha. Značí to, že vlastné konštrukcie vykurovacej plochy nie sú pevne spojené s nosnou časťou podlahy, ale ako by na nej plávali tak, aby jej boli umožnené všetky dilatačné zmeny. [4]

Konštrukcie podlahovej plochy s mokrým spôsobom pokladania vykurovacieho hada tvoria:

- Podkladový betón
- Tepelne-akustická izolácia
- Obvodový tepelne-izolačný a dilatačný pás
- Hydroizolácia
- Reflexná fólia
- Vykurovací had
- Betónová mazanina
- Podlahová krytina

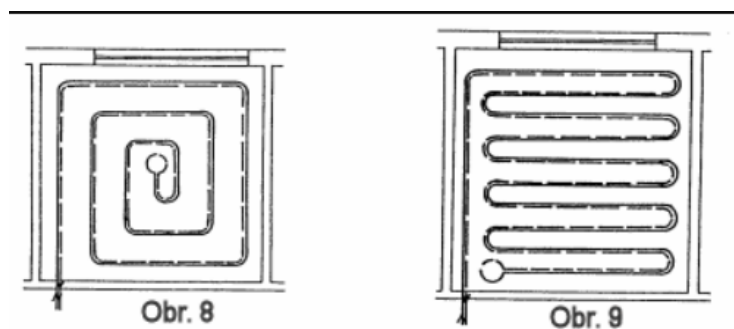
Vykurovacia podlahová plocha poskytuje projektantovi niekoľko variant. [4]



Obrázok 10 Mokrú pokladanie podlahovej plochy s podlahovým vykurovaním [9]

Jednotlivé varianty ide rozdeliť takto:

- Podľa spôsobu prevedenie vykurovacej plochy:
 - Prevedenie suchým spôsobom
 - Prevedenie mokrým spôsobom
 - Prevedenie cez modulové klíma dosky či obdobné prvky
 - Prevedenie cez kapilárne rohože
- Podľa tvarovania vykurovacieho hada:
 - V tvare meandru
 - V tvare plošnej špirály [4]



Obrázok 11 Kladenie vykurovacieho hada v tvare plošnej špirály a meandru [11]

a) Suchý spôsob

Potrubie je uložené do izolačnej vrstvy pod betónovú dosku. Od cementového poteru sú trubky oddelené špeciálnou vrstvou, buď plastovou alebo kovovou fóliou. Kovové lamely pod fóliou zvyšujú pevnosť podlahy a umožňujú rovnomerný rozvod tela.

Podlaha tvorená na suchý spôsob pracuje s vyššími teplotami vykurovacej vody. Prívodná teplota vody sa pohybuje v rozsahu 40 až 70 °C. Tento spôsob sa využíva tam, kde nám postačujú nižšie merné tepelné výkony cca do 50 W/m² napr. ako doplňujúca vykurovacia plocha, či kde stačí len temperovať alebo sa požaduje nízka konštrukčná výška podlahy (rekonštrukcie).

b) Mokrý spôsob

Vykurovací had je zabetónovaný priamo do betónovej vrstvy nad tepelne zvukovou izoláciou. Predpokladaná teplota prívodnej vykurovacej vody je 35 až 55 °C a podlaha pracuje s merným tepelným výkonom nad 50 W/m².

c) Modulové klíma podlahy

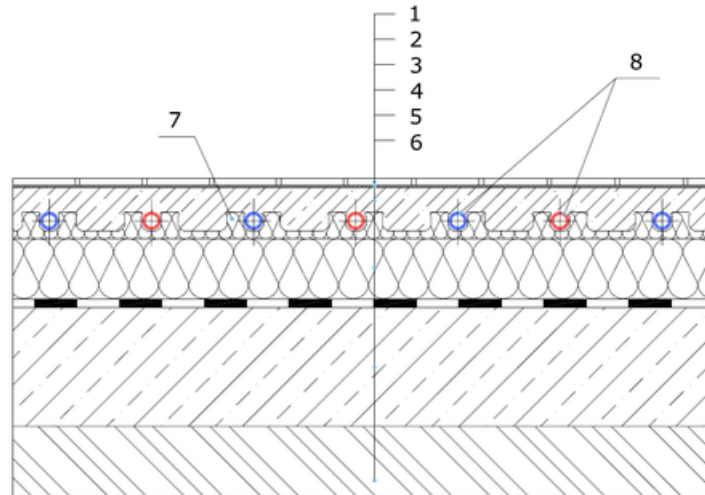
Modulové klíma podlahy sú duté profilované dosky či pásy (moduly), ktoré sa vyrábajú priamo pre tento účel. Kladú sa na tepelnú izoláciu ako súvislá plocha a hydraulicky sa medzi sebou prepojujú. Ich výhodou je vyššia pružnosť vykurovacej sústavy, nízka konštrukčná výška a rovnomerné rozloženie povrchovej teploty podlahy. Takto vytvorená vykurovacia podlaha pracuje s nízkymi teplotami vstupnej vykurovacej vody v rozmedzí 25 až 35 °C. Modulové klíma dosky majú, vzhľadom k veľmi malým prie točným prierezom, zvýšené požiadavky na čistotu vykurovacej vody. Snáď práve preto sa tieto systémy v ČR nepoužívajú.

d) Kapilárne rohože

Kapilárne rohože sa pre podlahové vykurovanie využívajú len zriedka. Ich použitie je predovšetkým pri stenovom či stropných či stenových vykurovacích plochách alebo pri celoplošnom vykurovaní. [4]

C.4.3 Návrh podlahového vykurovania v materskej škole Polerady

V budove materskej školy je navrhnuté nízkoteplotné podlahové vykurovanie v prevedení vykurovacej plochy vtlačaním rúrok do systémovej dosky.



Obrázok 12 Detail podlahového vykurovania [12]

1 – podlahová krytina; 2 – stavebné lepidlo; 3 – anhydrit; 4 – polystyrén pre podlahové vykurovanie/hydroizolácia; 5 – podkladový betón; 6 – rastlý terén; 7 – systémovej doska; 8 – rúrk podlahového vykurovania

Vtláčanie rúrok do účelne tvarovanej systémovej dosky, ktorá môže byť rôzne formovaná a modulovaná prostredníctvom radov výstupkov vrátane hornej hydroizolačnej vrstvy, umožňuje zabezpečiť rôzne rozostupy rúrok, ako aj možné zmeny rozostupov (zahustenia) v okrajových zónach. Takto sa výrazne urýchľuje montážny proces, uľahčuje sa práca montážnikom a v konečnom dôsledku sa zlacňuje ľudská práca. [9]

Návrh skladby podlahy na zemine:

PDL1

Vinyl

Podložka pod vinylovú podlahu

Anhydrit 45 mm

Šedý EPS 100 130 + 100 mm

Betón hutný 60 mm

SBS modifikovaný asfaltový pás 4 mm

SBS modifikovaný asfaltový pás 4 mm

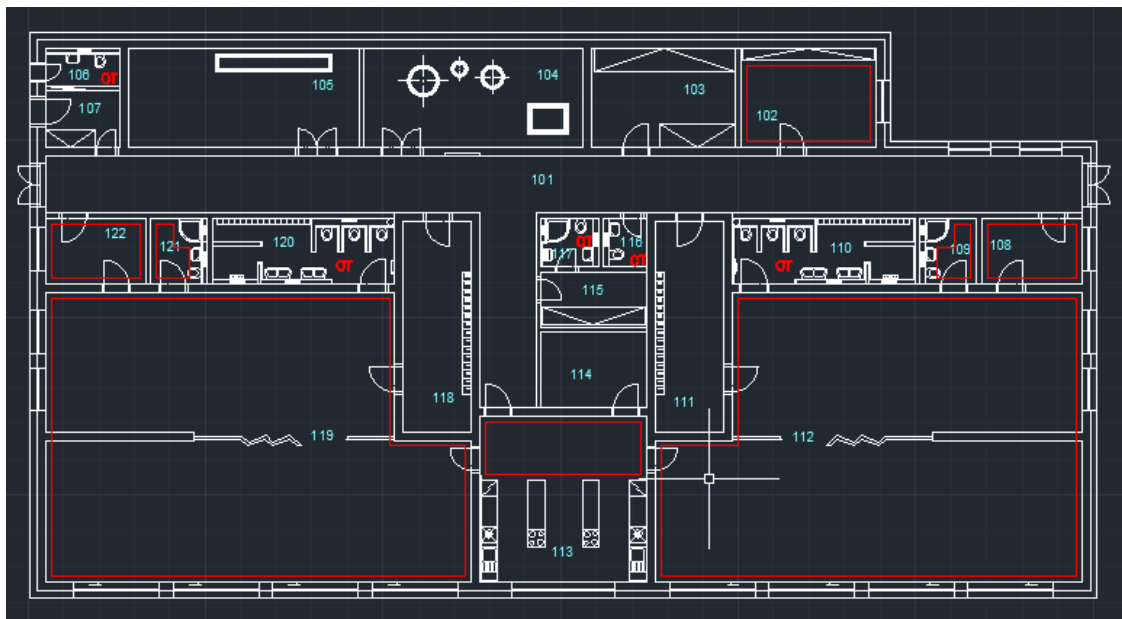
Asfaltová penetrácia

Podkladný betón 150 mm

Odvetrávané podložie 150 mm

Obrázok 13 Skladba podlahy

Návrh podlahového vykurovania:



Obrázok 14 Podlahové vykurovanie v materskej škole Polerady

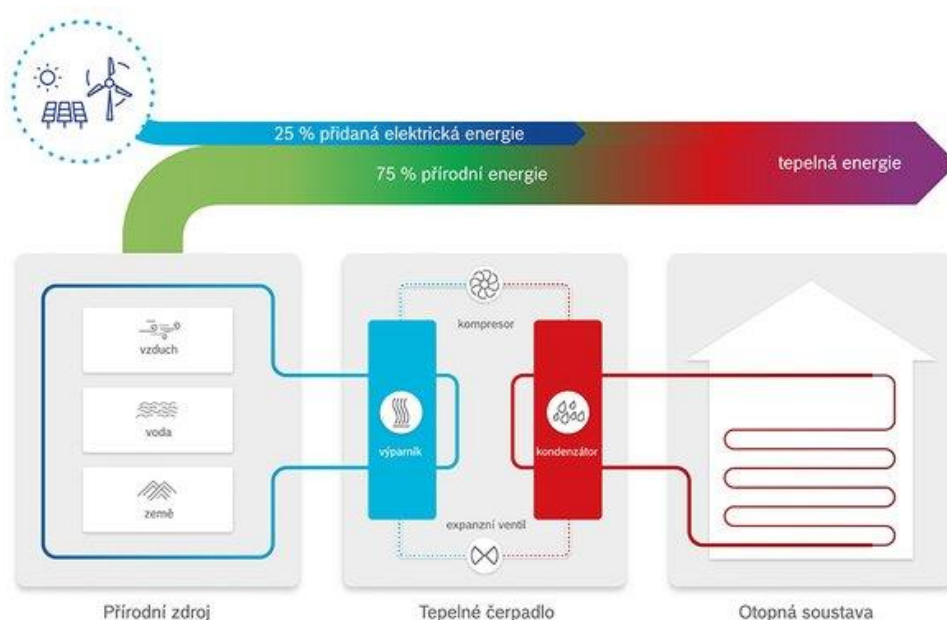
Súhrn tepelných strát vykurovaných miestností:

místnosť	návrhová teplota v miestnosti θ_{int} [°C]	teplota vnútorného vzduchu θ_{in} [°C]	objem vzduchu v miestnosti V_{int} [m ³]	podlahová plocha miestnosti A_{pod} [m ²]	návrhová tepelná ztráta prostupom \dot{Q}_p [W]	návrhová tepelná ztráta vetráním \dot{Q}_v [W]	zátopový tepelný výkon \dot{Q}_{zr} [W]	návrhový tepelný výkon \dot{Q}_{tr} [W]
101 - Chodba	15	-	259,2	86,41	-448,7	85,7	0,0	-363,0
102 - Riaditeľňa	20	-	49,5	16,51	450,3	12,9	0,0	463,2
103 - Sklad	15	-	53,3	17,76	93,7	0,0	0,0	93,7
104 - Technická miestnosť 1	15	-	80,9	26,95	237,6	0,0	0,0	237,6
105 - Technická miestnosť 2	15	-	85,3	28,44	224,9	0,0	0,0	224,9
106 - Vonkajšie WC	24	-	10,5	3,51	327,6	3,1	0,0	330,7
107 - Vonkajší sklad	15	-	15,6	5,21	18,2	3,4	0,0	21,6
108 - Šatňa učiteľky 1	20	-	24,6	8,20	153,2	6,4	0,0	159,6
122 - Šatňa učiteľky 2	20	-	24,6	8,20	153,2	6,4	0,0	159,6
109 - WC učiteľky 1	24	-	14,0	4,65	113,7	34,0	0,0	147,7
121 - WC učiteľky 2	24	-	14,0	4,56	113,7	34,0	0,0	147,7
110 - WC detí 1	24	-	44,8	14,94	252,6	68,0	0,0	320,6
120 - WC detí 2	24	-	44,8	14,94	252,6	68,0	0,0	320,6
111 - Šatňa detí 1	20	-	53,1	17,70	6,3	-17,0	0,0	-10,7
118 - Šatňa detí 2	20	-	53,1	17,70	51,3	-17,0	0,0	34,3
112 - Trieda s odpočinkom 1	22	-	411,2	137,08	1 866,1	171,1	0,0	2 037,2
119 - Trieda s odpočinkom 2	22	-	411,2	137,08	1 942,8	171,1	0,0	2 113,9
113 - Kuchyňa	20	-	102,7	34,22	387,3	26,8	0,0	414,1
114 - Sklad	15	-	29,8	9,94	-129,6	-42,5	0,0	-172,1
115 - Šatňa zamestnancí	20	-	21,6	7,19	49,5	0,0	0,0	49,5
116 - WC verejná	24	-	7,8	2,61	98,1	153,0	0,0	251,1
117 - WC s výlevkou	24	-	10,5	3,51	158,5	136,0	0,0	294,5
Celkom za zadané miestnosti	-	-	1 822,2	607,31	6 372,9	903,6	0,0	7 276,4
Vzduchotechnické zariadenie celkom (při zadaném dohřevu vzduchu přiváděného do místnosti)								5 823,4
Celkom za celý objekt								13 099,8

Obrázok 15 Tepelné straty miestností [3]

C.5 TEPELNÉ ČERPADLÁ – TEPLLO Z CHLADU

Extrémny rast cien ropy a plynu a rastúci záujem verejnosti o problematiku životného prostredia a klímy posúva trend vo vykurovaní stále viac k alternatívnym technikám, ako sú vykurovanie drevenými paletami, využitie solárnych termických zariadení a tepelných čerpadiel. Výrobcovia tepelných čerpadiel v Nemecku zaznamenali od roku 2000 skutočný boom. Pritom je princíp tepelného čerpadla známy už dlhšiu dobu. Už v roku 1824 objasnil britský profesor fyziky, lord Kelvin, princíp tepelného čerpadla. Dokázal tiež, že tepelné čerpadlo spotrebuje k vykurovaniu menej primárnej energie než vykurovanie priame. K tomu využíva zdroj tepla, ktorého tepelná hladina je nízka a privádza ho k vyššej tepelnej hladine. Pre tento proces je ale potrebné zaistiť elektrický, mechanický alebo termický pohon. [10]



Obrázok 16 Toky energie v procese TČ [13]

C.5.1 Tepelné zdroje pre nízko teplotný ohrev

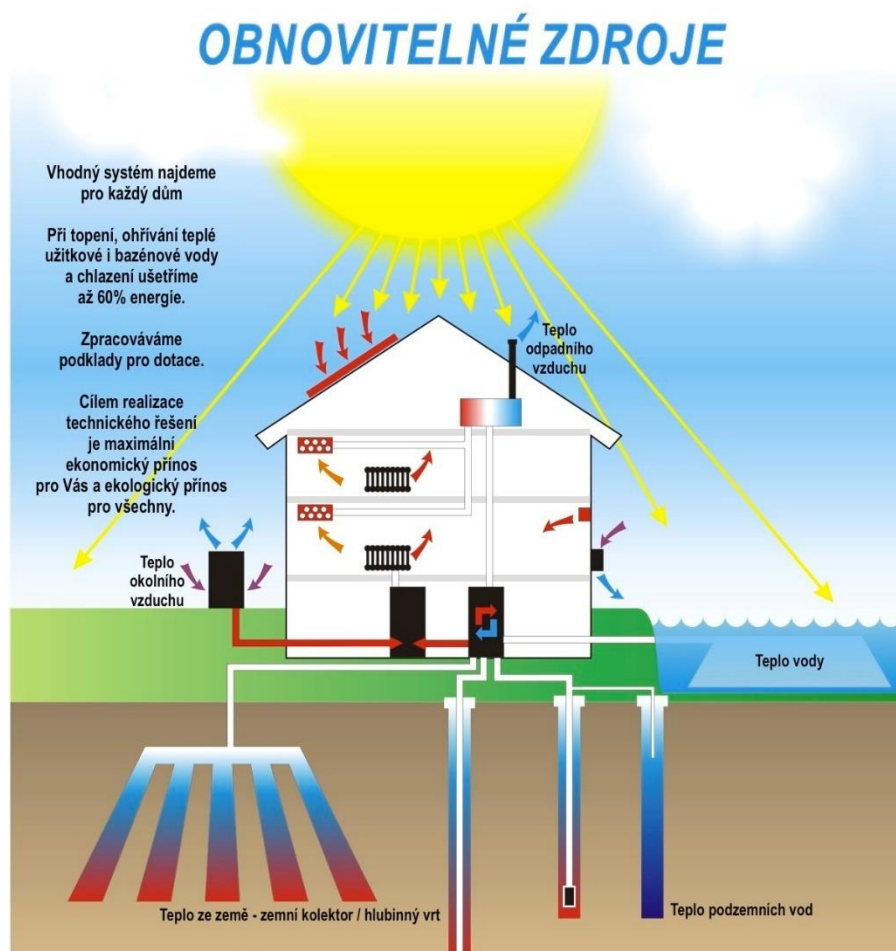
Tepelné čerpadlo sa všeobecne chápe ako stroj, ktorého mechanicky alebo elektricky poháňané čerpadlo dodáva teplo odoberaním tepla zo zdroja v okolitom prostredí. Toto teplo potom slúži k vykurovaniu alebo výrobe teplej vody. V zemi, vo vode aj vo vzduchu je obsiahnuté nesmierne množstvo tepla, avšak jeho nízka teplotná hladina neumožňuje priame využitie pre vykurovanie alebo ohrev vody. Pokiaľ chceme využiť teplo látok o nízkej teplote (nízko potenciálne teplo), musíme ich previesť na teplotu vyššiu. Podobne ako vodné čerpadlo prečerpáva vodu z nižšej hladiny na vyššiu, tepelné čerpadlo robí to isté s teplom. Aby mohlo tepelné čerpadlo pracovať, musí byť v okolitom prostredí k dispozícii nízko teplotný zdroj. [10]

Čím vyššia je teplotná hladina tepelného zdroja, tým efektívnejšie tepelné čerpadlo pracuje.

V zásade pripadajú pre obytné domy v úvahu nasledujúce zdroje tepla:

- Spodná voda (voda/voda)
- Zem, tepelný výmenník v zemi/zemný kolektor (nemrznúci roztok/voda)
- Zem, podzemný vrt (nemrznúci roztok/voda)
- Okolité vzduch (vzduch/voda) [10]

Využívať sa môže aj odpadné teplo a tepelné straty z priemyslových objektov.



Obrázok 17 Zdroje tepla pre tepelné čerpadlá [14]

V závislosti na zdrojoch tepla sa rozlišujú tepelné čerpadlá na systémy: vzduch/vzduch, vzduch/voda, nemrznúca zmes (zem)/voda alebo voda/voda. Pred lomítkom je teplotné médium. Pri okolitom vzduchu nim je vzduch. Pri nemrznúcej spodnej vode je nim voda. Pretože v zime hrozí premrznutie pôdy, je v podpovrchovom potrubí umiestnená nemrznúca zmes na bázi etylenglykolu – temnofrost. [10]

Za lomítkom sa uvádza odvádzané tepelné médium. Vo väčšine prípadov ohrievajú tepelné čerpadlá vykurovaciu alebo úžitkovú vodu. Menej často ohrievajú vzduch pre vzdušné vykurovanie.

Čím je teplota zdroja vyššia a čím je nižšia požadovaná teplota vo vykurovacom okruhu, tým menej elektrickej energie je k pohonu tepelných čerpadiel potrebnej. Prednosť má preto vykurovanie s vykurovacími telesami umiestnených v podlahe pred obvyklými vykurovacími telesami, najmä z dôvodu nižšej požadovanej teploty. [10]

C.5.2 Vykurovací faktor a ročný prevádzkový vykurovací faktor

Pomer medzi okamžitým vyprodukovaným tepelným tokom Q_{ab} a okamžitým príkonom P sa nazýva vykurovací faktor ε :

$$\varepsilon = \frac{Q_{ab}}{P} = \frac{Q_{ab}}{Q_{ab} - Q_{zu}} \quad (12)$$

Rovnica 12 Vykurovací faktor (12)

Anglicky sa vykurovací faktor označuje „Coefficient Of Performance“, v skratke COP. Vykurovací faktor vlastne udáva účinnosť tepelného čerpadla ako pomer získanej tepelnej energie k dodanej elektrickej energii. Súčet hnacieho príkonu P a chladiaceho výkonu okolitého prostredia Q_{zu} zdroja sa rovná okamžitému vyprodukovanému tepelnému toku Q_{ab} .

Ak vyrobí tepelné čerpadlo o elektrickom príkone $P=3$ kW tepelný tok $Q_{ab} = 9$ kW, potom COP bude $\varepsilon = 3$. Rozdiel $Q_{zu} = 6$ kW je chladiaci výkon okolitých prostredí.

Vykurovací faktor platí len pre okamžité hodnoty. Dôležitá je však priemerná ročná hodnota, ktorá sa nazýva ročný prevádzkový vykurovací faktor.

Veľkosť ročného prevádzkového vykurovacieho faktoru má zásadnú dôležitosť z hľadiska ekologického a ekonomického prevádzkovania tepelného čerpadla. Pri ročnom prevádzkovom faktore 4 stačia pre požadovaný tepelný tok 10 000 kWh ročne pokryť 2 500 kWh elektrickej energie na pohon tepelného čerpadla. Pri ročnom prevádzkovom faktore 2 však vzrastie potreba elektrickej energie na 5 000 kWh.

Veľmi dobré systémy dosahujú hodnoty ročného prevádzkového faktoru asi 4. v praxi sú však tieto hodnoty často nižšie. Tabuľka nižšie udáva typické hodnoty ročného prevádzkového faktoru pre rôzne tepelné čerpadlá: [10]

Tepelné čerpadlo	Tepelný zdroj	Ročný prevádzkový faktor pri vykurovaní v podlahe	Ročný prevádzkový faktor pri vykurovaní telesami
Nemrznúci roztok/voda	Zem	3,6	3,2
Voda/voda	Spodná voda	3,4	3,0
Vzduch/voda	Vzduch	3,0	2,3

Tabuľka 2 Typický ročný prevádzkový faktor pre tepelné čerpadlá [10]

Najlepšie tepelné čerpadlá čerpajú energiu zo zeme. O niečo horšie hodnoty ročného faktoru vykazovali tepelné čerpadlá, ktorých tepelným zdrojom bola spodná voda. To vyplýva zo skutočnosti, že k čerpaniu vody z podzemných zásob je potrebný vyšší výkon čerpadiel než v uzatvorenom kolobehu nemrznúceho roztoku v zemi. Okrem toho sa v studničnom vrtu podzemnej vody inštalujú lapače nečistôt, čo ďalej zvyšuje výkonovú náročnosť tepelného čerpadla. Pretože v zime je teplota vzduchu nižšia, než je pôdna teplota, resp. teplota spodnej vody, majú tepelné čerpadlá so vzdušným tepelným zdrojom nižšiu účinnosť. [10]

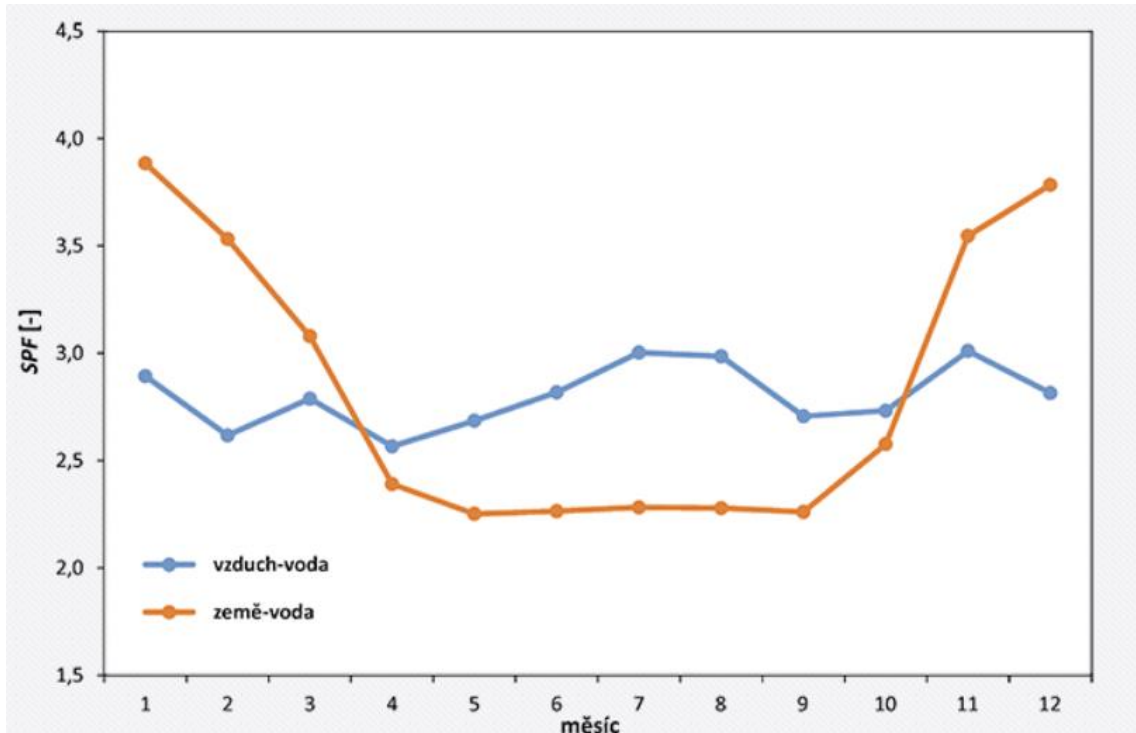
C.5.3 Návrh a porovnanie tepelných čerpadiel v objekte materskej školy v Poleradoch

V objekte sú na vykurovanie a prípravu teplej vody navrhnuté dve tepelné čerpadlá zem/voda o menovitom výkone 21,5 kW. Tepelnými čerpadlami je zohrievaná vykurovacia voda pre podlahového hada a úžitková voda pre ohrev teplej vody. Vykurovacia sústava obsahuje akumuláciu nádobu na vykurovaciu vodu, ktorá je priamo napojená na rozdeľovač a zberač podlahového vykurovania. Teplá voda je zohrievaná v nepriamo vykurovacom zásobníku, ktorý je napojený na pomocnú energiu z fotovoltaických panelov, tie sú ako pomocný zdroj napojené aj na tepelné čerpadlá a na jednotky vzduchotechniky.

Základný popis:

- Tepelné čerpadlá zem/voda majú COP = 4,66
Výkon 2 x 21,5 kW
- Tepelné čerpadlá vzduch/voda majú COP = 3,43
Výkon 24 kW a 17,2 kW

Pri porovnaní dvoch typov tepelných čerpadiel pre vykurovanie a ohrev teplej vody, je aj podľa tabuľky 2 zjavné, že efektívnejšie je tepelné čerpadlo zem/voda. Má lepší vykurovací faktor (COP) a ročný prevádzkový faktor (SPF). Pre tepelné čerpadlá zem/voda je typická hodnota SPF = 3,6 a pre tepelné čerpadlá vzduch/voda je typická hodnota SPF = 3,0. To značí menšiu potrebu elektrickej energie na pokrytie ročného pohonu tepelného čerpadla.



Graf 2 typický priebeh SPF behom roku [15]

V prípade pasívneho objektu sa v celoročnom hodnotení významne prejavuje vplyv prípravy teplej vody, ktorá má zrovnateľnú potrebu tepla s vykurovaním. Nízka efektivita prípravy teplej vody vedie, i pri použití nízko teplotného vykurovania, k celkovému nízkemu ročnému prevádzkovému faktoru ako v prípade tepelného čerpadla vzduch/voda (cca SPF = 2,8), tak v prípade tepelného čerpadla zem/voda (cca SPF = 3,0). Graf 2 ukazuje priebeh SPF pre obe tepelné čerpadlá v pasívnom objekte behom roku. SPF tepelného čerpadla vzduch/voda sa celoročne pohybuje medzi hodnotami 2,5 až 3,0. Pri tepelnom čerpadle zem/voda nepresahuje SPF v letnom období hodnotu 2,3 (príprava teplej vody), avšak po celé zimné obdobie v režime vykurovania dosahuje vďaka nízkoteplotnej vykurovacej sústave vyšších hodnôt než 5,0. [14]

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Polerady, parc. 496/155
 PSC, místo: 25063, Polerady
 K.ú., parcelní č.: Polerady u Prahy, 496/155
 Typ budovy: Budova pro vzdělávání
 Celková energeticky vztažná plocha: 718 m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
 kWh/(m²·rok)



Požadavky pro výstavbu nové budovy do 31.12.2021

jsou **SPLNĚNY**

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

Energie okolního prostředí: 76.7
 elektrina: 36.8



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.18 (kW/m ² ·K)	B
Měrná potřeba tepla na vytápění	36.6 (kWh/(m ² ·rok))	
Celková dodaná energie	158 (kWh/(m²·rok))	A
Vytápění	47.4 (kWh/(m ² ·rok))	A
Chlazení	-	
Nucené větrání	19.4 (kWh/(m ² ·rok))	C
Úprava vlhkosti	-	
Příprava teplé vody	82.6 (kWh/(m ² ·rok))	C
Osvětlení	8.73 (kWh/(m ² ·rok))	B

Obrázek 18 PENB TČ zem/voda [3]

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Polerady, parc. 496/155
 PSČ, místo: 25063, Polerady u Prahy
 K.ú., parcelní č.: Polerady u Prahy, 496/155
 Typ budovy: Budova pro vzdělávání
 Celková energeticky vztažná plocha: 718 m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
 kWh/(m²·rok)



Požadavky pro výstavbu nové budovy do 31.12.2021

jsou **SPLNĚNY**

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

Energie okolního prostředí: 67.1
 Elektrina: 45



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.18 (W/m ² ·K)	B
	Měrná potřeba tepla na vytápění	35.1 kWh/(m ² ·rok)	
	Celková dodaná energie	156 kWh/(m ² ·rok)	A
	Vytápění	45.4 kWh/(m ² ·rok)	A
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	19.4 kWh/(m ² ·rok)	C
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	82.6 kWh/(m ² ·rok)	C
	Osvětlení	8.73 kWh/(m ² ·rok)	B

Obrázek 19 PENB TČ vzduch/voda [3]

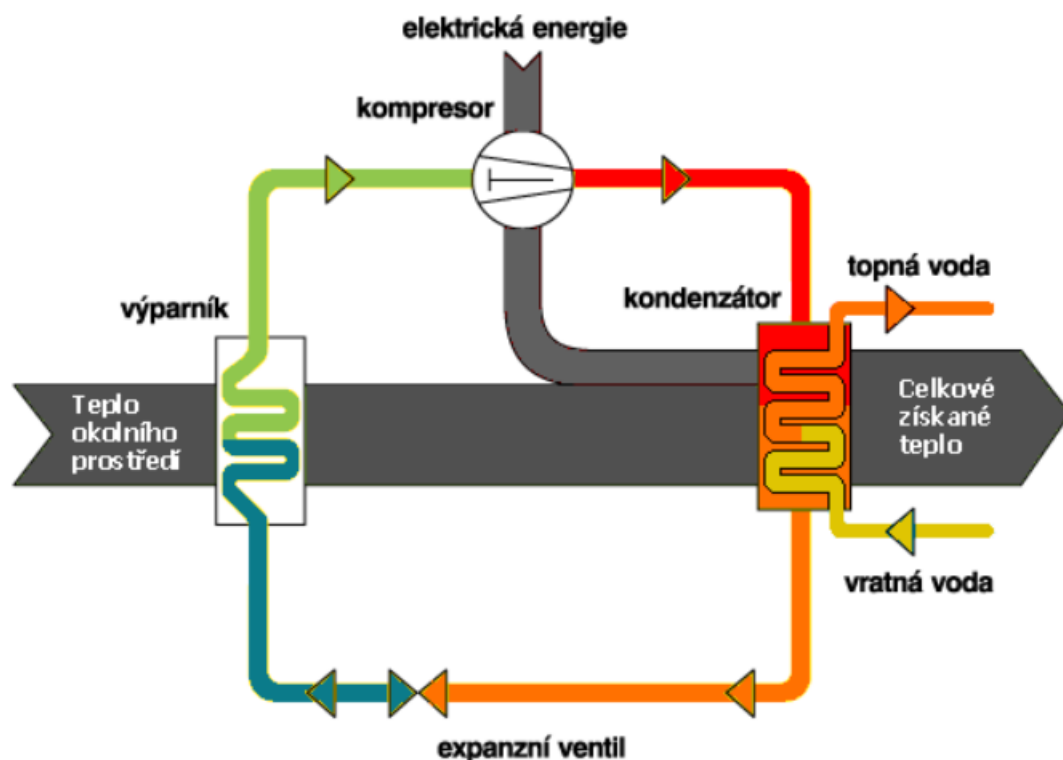
C.5.4 Princíp funkcie tepelných čerpadiel

Všetky tepelné čerpadlá potrebujú chladivo, ktoré cirkuluje v uzatvorenom okruhu. Tepelné čerpadlo pracuje na princípu uzatvoreného chladiaceho okruhu obdobne ako chladnička. Tepelné čerpadlo na jednej strane odoberá z vonkajšieho prostredia tepelnú energiu predmetom s nižšou tepelnou hladinou (nízko potenciálnemu zdroju) a využije ju pri ohreve inej látky s vyššou hladinou teploty – ako je voda v bazéne, teplá úžitková voda, či voda vo vykurovacej sústave. Podľa princípu rozlišujeme tepelné čerpadlá: [10]

- Kompresorové TČ
- Absorpční TČ
- Adsorpční TČ

Kompresorové tepelné čerpadlá

S veľkým nárastom je najrozšírenejším typom tepelného čerpadla kompresorové tepelné čerpadlo. Princíp tohto TČ spočíva v tom, že chladivo s nízkym bodom varu sa pri nízkej teplote odparuje a pod vysokým tlakom sa komprimuje. Teplo, privedené z nízko potenciálneho zdroja, stačí k tomu, aby sa chladivo odparilo. [10]



Obrázok 20 Kompresorové TČ [16]

Kompresor, poháňaný väčšinou elektromotorom, stlačuje odparené chladivo v plynnom skupenstve na vysoký prevádzkový tlak. Tým sa silne ohrieva. Tento technologický postup môžeme v menšej miere pozorovať i pri kotli, keď sa pri silnom pumpovaní stlačí vzduch pri výstupnej hadičke. Teplo ohriateho chladiva sa využije k ohrevu napr. pre vykurovanie miestnosti alebo pre ohrev teplej vody. Zdieľanie tepla sa uskutočňuje v kondenzátore, kde sa chladivo opäť skvapalňuje. Pomocou expanzného ventilu sa chladivo pod tlakom znovu uvoľní, ochladí sa a vracia sa do výparníku. [10]

Absorpční a adsorpční tepelné čerpadla

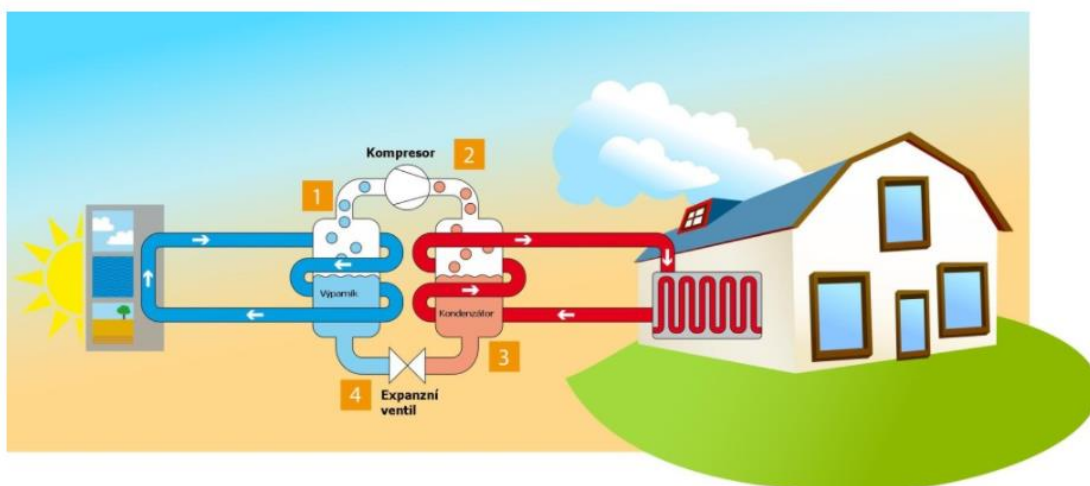
Absorpční tepelné čerpadlá využívajú, rovnako ako kompresorové tepelné čerpadlá, teplo s nízko energetického zdroja k odpareniu chladiva. V absorpčných tepelných čerpadlách je elektricky poháňaný kompresor nahradený termo kompresorom (tepelným kompresorom). Termo kompresor má za úlohu stlačiť chladivo a využiť teplo odpareného chladiva. To sa deje chemickým technologickým postupom – sorpcia, napr. rozpustenie amoniaku vo vode. Sorpciou sa uvoľnené teplo dá využiť pre vykurovanie.

Čerpadlo dopravuje pomocnú látku do varníku. Pretože čerpadlo pomocné látky na rozdiel od kompresorového tepelného čerpadla nedosahuje vysokého tlaku, je pohonný zdroj elektrickej energie pomerne malý. Separátor – varník – musí roztok vody a amoniaku od seba separovať, aby sa proces sorpcie mohol obnoviť a opakovať.

Pre sorpciu zložiek – destilácia – je potrebná vysoká teplota. K tomu môže slúžiť ako ekologický zdroj slnečné teplo alebo spaľovanie bioplynu.

Privedené teplo je výrazne menšie než odvádzané užitočné teplo. Hlavnou výhodou absorpčného tepelného čerpadla je podstatne menšia spotreba cennej elektrickej energie. Absorpčné tepelné čerpadlá sú vhodné len pre väčšie výkony. Ako chladnička (chladiace zariadenie) sú vhodné chladiace jednotky poháňané propánom. Ako chladiaci prostriedok je amoniak dosť jedovatý a horľavý. Amoniak sa ako chemikália často používa a platí za dostatočne ovládateľný a regulovateľný.

Adsorpčné tepelné čerpadlá, kde sa v charakteristickom prívlastku mení len písmeno, využívajú k pohodu rovnako tepelnú energiu. Adsorpciou rozumieme pohlcovanie a ukladanie plynu alebo pary (napr. vodnej pary) v pevnej látke, ako je aktívne uhlie, silikagel alebo zeolit. Pri adsorpcii, teda i viazania vodnej pary na pevnú látku, vzniknú vysoké teploty, využiteľné tepelným čerpadlom. Adsorpčné tepelné čerpadlá sa nachádzajú zatiaľ v štádiu výzkumu a vývoja. [10]



Obrázok 21 Absorpčné TČ [17]

C.6 ZÁVER

Záverom teórie je navrhnutie podlahového vykurovania podľa tepelných strát miestností v energeticky úspornej materskej škole v Poleradoch. Výber efektívnejšieho tepelného čerpadla pre sústavu vykurovania a ohrevu teplej vody v objekte, čo podľa podkladov vyšlo tepelné čerpadlo zem/voda, vďaka vyššiemu ročnému prevádzkovému faktoru (SPF). To značí menšiu potrebu elektrickej energie na pokrytie ročného pohonu tepelného čerpadla.

C.7 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

Literatúra:

- [1] POČINKOVÁ, Marcela. *Podlahové a stěnové vytápění, stropní chlazení*. Vyd. 2. Brno: Computer Press, 2009. Stavíme. ISBN 978-80-251-2746-9.
- [4] BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3524-5.
- [10] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

Právne predpisy:

- Zákon č. 183/2006 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v platnom znení;
- Zákon č. 541/2020 Zb. o odpadoch, jeho vykonávacie predpisy a predpisy s ním súvisiace;
- Zákon č. 201/2012 Zb. o ochrane ovzdušia;
- Zákon č. 406/2000 Zb. o hospodárení energiou;
- Vyhláška č. 268/2009 Zb. o technických požiadavkách na stavby v platnej znení;
- Vyhláška č. 499/2006 Zb. o dokumentácii stavieb v platnom znení;
- Vyhláška č. 501/2006 Zb. o všeobecných požiadavkách na využívanie územia;
- Vyhláška č. 502/2006 Zb. o všeobecných technických požiadavkách na výstavbu;
- Vyhláška č. 246/2001 Zb. o požiarnej prevencii;
- Vyhláška č. 23/2008 Zb. o technických podmienkach požiarnej ochrany stavieb;
- Vyhláška č. 398/2009 Zb. o všeobecných technických požiadavkách zabezpečujúcich bezbariérové užívanie stavieb;
- Vyhláška č. 264/2020 Zb. o energetickej náročnosti budov; 32
- Vyhláška č. 343/2009 Zb. meniacu vyhlášku č. 410/2005 Zb. o hygienických požiadavkách na priestory a prevádzku zariadení a prevádzok na výchovu a vzdelávanie detí a mladistvých;

Vyhláška č. 1202011 Zb., meniacu vyhlášku Ministerstva poľnohospodárstva č. 428/2001 Zb., ktorou sa vykonáva zákon č. 274/2001 Zb. o vodovodoch a kanalizáciách pre verejnú potrebu ao zmene niektorých zákonov (zákon o vodovodoch a kan v znení neskorších prepisov;

Nariadenie vlády č. 88/2004 Zb. o ochrane zdravia pred nepriaznivými účinkami hluku a vibrácií

Normy:

ČSN 01 3420 Výkresy pozemných stavieb – Kreslenie výkresov stavebných častí;

ČSN 01 3495 Výkresy v stavebníctve – Výkresy požiarnej bezpečnosti stavieb;

ČSN 73 0331-1 Energetická náročnosť budov;

ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov;

ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posudzovanie akustických vlastností stavebných výrobkov;

ČSN 73 0580 Denné osvetlenie budov;

ČSN 73 4101 Obytné budovy;

ČSN 73 0802 Požiarna bezpečnosť stavieb – Nevýrobné objekty;

ČSN 73 0810 Požiarna bezpečnosť stavieb – Spoločné ustanovenia ;

ČSN 73 0833 Požiarna bezpečnosť stavieb – Budovy na bývanie a ubytovanie;

ČSN 73 0873 Požiarna bezpečnosť stavieb – Zásobovanie požiarňou vodou;

ČSN EN 17037 Denné osvetlenie budov;

ČSN EN 12464-1 Svetlo a osvetlenie;

ČSN EN 12831 Vykurovacie systavy v budovách;

ČSN EN 62817 Fotovoltaické systémy

Webové stránky:

- [2] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://www.svetoken.cz/vypocet-tepelnych-ztrat-obalkovou-metodou>
- [3] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/>
- [5] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <http://kapo.topindex.sk/id248/sirenie-tepla-kalorimeter.html>
- [6] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://mojdom.zoznam.sk/stavba-a-rekonstrukcia/energia/teplo-pre-vase-zdravie/attachment/74980/>
- [7] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://elektrickeykurovanie.eu/o-infra-vykurovani/>
- [8] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani/3428-podlahove-vytapani-i>
- [9] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://www.warmup.pt/piso-radiante/hidraulico/nexxa>
- [11] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani/3442-podlahove-vytapani-ii>
- [12] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani/8681-konstrukcni-reseni-nizkoteplotniho-vytapani-a-vysokoteplotniho-chlazen-1>
- [13] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/magazin/pro-koho-je-vhodne-tepelne-cerpadlo-1373867>
- [14] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <http://www.tepelnacerpadlaopava.cz/typy-tepelnych-cerpadel/>
- [15] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/vypocet-rocniho-provozu-tepelneho-cerpadla-intervalovou-metodou-podle-tni-73-0351-detail-4913>
- [16] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <http://www.ekovy.cz/jak-funguje-tepelne-cerpadlo.htm>
- [17] [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/teplo/tepelna-cerpadla>

C.8 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

Všeobecne

ČSN	Česká technická norma
PD	Projektová dokumentácia
DSP	Dokumentácia pre stavebné povolenie
NP	Nadzemné podlažie
PT	Pôvodný terén
UT	Upravený terén
m	Meter
m ²	Meter štvorcový
m ³	Meter kubický
mm	Milimeter
s	Sekunda
h, hod	Hodina
g	Gram
kg	Kilogram
W	Watt
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatthodina
J	Joule
MJ	Megajoule
kWp	kilowattpeak
lx	Lux
lm	Lumen
K	Stupeň Kelvina
°C	Stupeň Celzia
m n. m.	Metrov nad morom
B. p. v.	Balt po vyrovnaní
S-JTSK	Systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálny
k. ú.	Katastrálne územie
parc. č.	Parcelné číslo

K. V.	Konštrukčná výška
S.V.	Svetlá výška
ŽB	Železobetón
TI	Tepelná izolácia
HI	Hydroizolácia
EPS	Expandovaný polystyrén
XPS	Extrudovaný polystyrén
DN	Svetlosť
PVC	Polyvinylchlorid
C25/30	Charakteristická valcová/kubická pevnosť betónu
B500B	Značka typu betonárskej ocele
ks	Kus
č.	Číslo
m. č.	Miestnosť číslo
kce	Konštrukcia
max	Maximálne
min	Minimálne
hr.	Hrúbka
Σ	Suma

Požiarna bezpečnosť

DP1	Druh konštrukčnej časti
h	Požiarna výška
h_s	Svetlá výška
PÚ	Požiarny úsek
R	Trieda požiarnej odolnosti – nosnosť konštrukcie
E	Trieda požiarnej odolnosti – celistvosť konštrukcie
W	Trieda požiarnej odolnosti – hustota tepelného toku konštrukcií
I	Trieda požiarnej odolnosti – tepelná izolácia konštrukcie
p_v	Výpočtové požiarne zaťaženie
S_{po}	Požiarne otvorená plocha
S_p	Vymedzená plocha

p_o	Percento požiarne otvorených plôch
d	Odstupová vzdialenosť

Tepelná technika

d	Hrúbka
λ	Tepelná vodivosť
R	Tepelný odpor
R_{si}	Tepelný odpor pri prestupe na vnútornom líci konštrukcie
R_{se}	Tepelný odpor pri prestupe na vonkajšom líci konštrukcie
U	Súčiniteľ prestupu tepla
ΔU	Prirážka súčiniteľa prestupu tepla na tepelné väzby
U_g	Súčiniteľ prestupu tepla zasklením okna
A_g	Plocha zasklenia okna
U_f	Súčiniteľ prestupu tepla rámom okna
A_f	Plocha rámu okna
Ψ_g	Lineárny súčiniteľ prestupu tepla rámčeka zasklenia
U_w	Súčiniteľ prestupu tepla okna
θ_i	Návrhová vnútorná teplota
θ_e	Návrhová vonkajšia teplota
θ_{ai}	Návrhová teplota vnútorného vzduchu
$\Delta\theta_{ai}$	Korekcia vnútornej návrhovej teploty
$\theta_{si,min}$	Najnižšia povrchová teplota
f_{Rsi}	Teplotný faktor vnútorného povrchu

Akustika

R_w	Vzduchová nepriezvučnosť laboratórne
k_1	Korekcia na únik bočnými cestami
R'_w	Vzduchová nepriezvučnosť stavebná
$R'_{w,N}$	Normovo požadovaná vzduchová nepriezvučnosť stavebná
L_{Aeq}	Ekvivalentná hladina akustického tlaku
$L_{n,w1}$	Normalizovaná hladina kročejového zvuku stropnej kcie
s'	Dynamická tuhosť izolačnej vrstvy
f_0	Kritický kmitočet

$\Delta L_{n,w}$	Index zlepšenia kročejovej nepriezvučnosti podlahy
$L_{n,w}$	Normalizovaná hladina kročejového zvuku
k_2	Korekcia na únik bočnými cestami
$L'_{n,w}$	Vážená normalizovaná hladina kročejového zvuku
$L'_{n,w,N}$	Normovo požadovaná maximálna hodnota váženej normalizovanej hladiny kročejového zvuku
dB	Decibel

Pitná a dažďová voda

Q	Objemové množstvo
q	Merné objemové množstvo
S, A	Plocha
h	Dlhodobý zrážkový normál
e	Súčiniteľ výťažnosti zbernej plochy strechy
η	Hydraulická účinnosť mechanického čistenia zrážkovej vody
YR	Priemerný ročný nátok zrážkovej povrchovej vody

C.9 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Vizualizácia materskej školy v Poleradoch	11
Obrázok 2 Tepelné straty budovy [2]	16
Obrázok 3 Tepelné straty budovy [3]	21
Obrázok 4 Prenos tepla [5]	23
Obrázok 5 Tepelná pohoda miestnosti [6].....	25
Obrázok 6 Letná stabilita budovy materskej školy [3]	26
Obrázok 7 Žiarivé vykurovanie [7]	27
Obrázok 8 Starorímske Hypokaustum - spalinové dutiny [8]	28
Obrázok 9 Ukazovatele energetickej náročnosti [3]	29
Obrázok 10 Mokrú pokladanie podlahovej plochy s podlahovým vykurovaním [9]	30
Obrázok 11 Kladenie vykurovacieho hada v tvare plošnej špirály a meandru [11]	30
Obrázok 12 Detail podlahového vykurovania [12]	32
Obrázok 13 Skladba podlahy.....	32
Obrázok 14 Podlahové vykurovanie v materskej škole Polerady	33
Obrázok 15 Tepelné straty miestností [3]	33
Obrázok 16 Toky energie v procese TČ [13].....	34
Obrázok 17 Zdroje tepla pre tepelné čerpadlá [14]	35
Obrázok 18 PENB TČ zem/voda [3].....	39
Obrázok 19 PENB TČ vzduch/voda [3].....	40
Obrázok 20 Kompresorové TČ [16].....	41
Obrázok 21 Absorpčné TČ [17].....	43

C.10 ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Hygienické minimum [1]	19
Tabuľka 2 Typický ročný prevádzkový faktor pre tepelné čerpadlá [10].....	37

C.11 ZOZNAM GRAFOV

Graf 1 Priebeh teplôt v triede s odpočinkom [3]	26
Graf 2 typický priebeh SPF behom roku [15]	38

C.12 ZOZNAM ROVNÍC

Rovnica 1 Celková tepelná strata (1).....	17
Rovnica 2 Tepelná strata prestupom (2)	17
Rovnica 3 Merná tepelná strata z vyk. do nevyk. priestoru (3)	18
Rovnica 4 Merná tepelná strata do nevykurovaného priestoru (4).....	18
Rovnica 5 Merná tepelná strata do/z vyk. priestoru z odlišnou teplotou (5)	18
Rovnica 6 Tepelná strata vetraním (6).....	18
Rovnica 7 Merná tepelná strata vetraním (7).....	18
Rovnica 8 Požadované množstvo vzduchu (8).....	19
Rovnica 9 Objemový tok vzduchu (9).....	19
Rovnica 10 Návrhový tepelný výkon pre miestnosť (10).....	20
Rovnica 11 Návrhový tepelný výkon pre budovu (11).....	20
Rovnica 12 Vykurovací faktor (12).....	36

C.13 ZOZNAM PRÍLOH

Časť A

A sprievodná správa

B súhrnná technická správa

Zložka č. 1 – C Situačné výkresy

C.1 Situačný výkres širších vzťahov, M 1:1000

C.2 Katastrálny situačný výkres, M 1:1000

C.3 Koordinačný situačný výkres, M 1:500

Zložka č. 2 – D.1.1 Architektonicky stavebné riešenie

D.1.1.01 Pôdorys 1.NP, M 1:100

D.1.1.02 Rezy, M 1:100

D.1.1.03 Výkres plochej strechy, M 1:100

D.1.1.04 Pohľady, M 1:100

Zložka č. 3 – D.1.2 Stavebne konštrukčné riešenie
D.1.2.01 Základy, M 1:100
D.1.2.02 Zostava stropných dielcov, M 1:100

Zložka č. 4 – D.1.3 Požiarne bezpečnostné riešenie
D.1.3.01 Situačný výkres – PBR, M 1:500
D.1.3.02 Pôdorys 1.NP – PBR, M 1:100
Požiarne bezpečnostné riešenie stavieb

Zložka č. 5 – Stavebná fyzika
Akustika
Osvetlenie
Preukaz energetickej náročnosti budovy
Tepelná stabilita
Tepelná technika

Časť B

D technická správa

Zložka č. 1 – D.1.4 Technické prostredie stavieb
D.1.4.01 Pôdorys vzduchotechnika
D.1.4.02 Pôdorys vykurovanie
D.1.4.03 Pôdorys FV
D.1.4.04 Pôdorys osvetlenie
Fotovoltaický systém
Nútené vetranie
Stanovenie potreby pitnej vody a využitie vody dažďovej
Umelé osvetlenie
Zdroj tepla

Časť C

Zložka č. 1 – Podlahové vykurovanie
D.1.4.05 Pôdorys podlahového vykurovania
Výpočet podlahového vykurovania



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

PRÍLOHY

VIZ SAMOSTATNÉ ZLOŽKY DIPLOMOVEJ PRÁCE ČASŤ A, ČASŤ B, ČASŤ C

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Karolína Pflieglerová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022