

DIPLOMOVÁ PRÁCE

HYBRIDNÍ SYSTÉMY TZB - PROJEKT VYTÁPĚNÍ

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Vypracovala: Bc. Kristýna Šimečková

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

Akademický rok: 2016/2017

1. Úvod

Zpracovávaným objektem je rodinný dům, který se nachází v Táboře v ulici K Lesu. Dům je samostatně stojící na pozemku o rozloze přibližně 1300 m² a je připojen na veřejné technické sítě, je tedy možné do objektu navrhnout kanalizační, vodovodní a plynovodní přípojku a připojení elektřiny. Rodinný dům má půdorys zalomeného obdélníku, jehož rozměry jsou přibližně 16,5 x 19,5 m. Zastavěná plocha objektu je pak 302,7 m².

Rodinný dům má 2 nadzemní podlaží a není podsklepen. Objekt je orientován na všechny světové strany, ale hlavní orientace je na jih. Hlavní vstup do objektu se nachází na severní straně směrem z ulice, vedle něj je pak navržena i dvojgaráž. Užitná plocha objektu je 485,9 m².

V rodinném domě žijí trvale 4 osoby, v návrhu je ale počítáno i s návštěvou jedné až dvou osob, pro které je navržen samostatný pokoj s koupelnou. Celý rodinný dům je využitý jako celek pro jednu rodinu. Obytná plocha objektu je 269,9 m².

V 1. nadzemním podlaží se nachází zádveří, dvojgaráž se skladem, chodba, komora, pracovna, pokoj pro hosty s koupelnou, WC, obývací pokoj s jídelnou a kuchyňským koutem, spíž, bazén se saunou a technické místnosti pro vytápění a vzduchotechniku. Z obývacího pokoje a prostoru bazénu je možné vyjít na zahradu. V 2. nadzemním podlaží, do kterého vede jednoramenné zalomené schodiště, se nachází schodišťový prostor, dva dětské pokoje, komora, posilovna, koupelna, ložnice se šatnou, ateliér a velký balkon.

Konstrukčně je objekt řešen příčným stěnovým systémem se dvěma vnitřními nosnými stěnami, v 2. nadzemním podlaží je systém řešen jako kombinovaný s obvodovými stěnami a sloupy s průvlaky uvnitř budovy. Obvodová stěna je z cihelného zdiva s kontaktním zateplovacím systémem z minerální vlny a omítkou, tloušťka je 550 mm a součinitel prostupu tepla je 0,14 W/m²K. Vnitřní nosná stěna je z cihelného zdiva s omítkami, tloušťka je 300 mm a součinitel prostupu tepla je 0,30 W/m²K. Stropní konstrukce je ze železobetonových panelů o tloušťce 200 mm, které jsou pnuté kolmo na nosné stěny. Ve všech místnostech kromě garáže se skladem a technických místností jsou navrženy podhledy ze sádkartonových desek, tloušťka vzduchové mezery mezi podhledem a stropní konstrukcí je 500 mm. Konstrukce vlastní podlahy má tloušťku 200 mm, je v ní navržena izolace z minerální vlny, nášlapná vrstva je v obytných místnostech z laminátu, v koupelnách z dlažby a v bazénu z protiskluzové dlažby. Součinitel prostupu tepla stropu je tedy 1,45 W/m²K a podlahy k terénu 0,20 W/m²K. Střešní konstrukce je zateplena tepelnou izolací z minerální vlny, tloušťka konstrukce je 500 mm, součinitel prostupu tepla střechy je 0,14 W/m²K. Výplně otvorů jsou navrženy z plastových oken, součinitel prostupu tepla je 0,70 W/m²K, součinitel prostupu tepla dveří je 1,50 W/m²K.

Podkladem pro zpracování dokumentace pro stavební povolení byly podklady, které jsem si sama vytvořila v rámci diplomové práce, jedná se o stavební výkresy. Jelikož se jedná pouze o studii, lokalitu jsem si zvolila podle svého bydliště.

2. Základní technické údaje

Tepelné ztráty objektu jsou vypočteny podle ČSN EN 12831. Dle Tabulky NA.1 je pro Tábor výpočtová venkovní teplota $t_e = -15^\circ\text{C}$, pro otopné období pro $t_{np,e} = 13^\circ\text{C}$ je roční průměrná venkovní teplota $t_{m,e} = 3,5^\circ\text{C}$ a počet otopných dnů $d = 250$ dnů. Součinitele prostupu tepla U jsou pro jednotlivé konstrukce vypsány v předchozí kapitole.

Navržená vnitřní teplota obytných místností a WC je $t_i = 20^\circ\text{C}$, u koupelen $t_i = 24^\circ\text{C}$, u komor, chodeb, šatny a sauny $t_i = 15^\circ\text{C}$, u bazénu $t_i = 30^\circ\text{C}$ a u nevytápěných prostor jako je garáž se skladem a spíž $t_i = 10^\circ\text{C}$. Průměrná vnitřní výpočtová teplota je stanovena na $t_{is} = 18,3^\circ\text{C}$.

Intenzita větrání většiny místností objektu je navržena na minimální hodnotu určenou normou ČSN EN 15665/Z1, a to na $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$, u koupelny a WC v 1.NP je intenzita větrání navržena na $n = 2,0 \text{ h}^{-1}$, u koupelny v 2.NP na $n = 1,0 \text{ h}^{-1}$, u technických místností na hodnotu $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ a u bazénu na $n = 4,0 \text{ h}^{-1}$. Větrání je řešeno jako hybridní, hodnoty intenzity větrání jsou tedy platné pro trvalé větrání, u nárazového větrání v místnostech s odvodem vzduchu se může intenzita větrání mírně zvýšit.

Celkové tepelné ztráty objektu:	13 365 W
Celkové tepelné výkony otopných prvků:	15 180 W
Maximální tepelný výkon zdroje vytápění:	19 000 W
Roční potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody:	37 200 kWh/rok (133 700 000 kJ/rok)

3. Zdroj tepla

Jako zdroj tepla vytápění je navrženo hybridní tepelné čerpadlo Viessmann Vitocaldens 222-F, typ HAWB 222.A29, které je umístěno v technické místnosti vytápění. Tepelné čerpadlo se skládá z vnitřní a vnější jednotky, které jsou propojeny potrubím, jedná se tedy o tepelné čerpadlo vzduch-voda na principu splitové jednotky. Rozměry vnitřní jednotky jsou 595 x 600 x 1625 mm, jeho hmotnost je 148 kg. Rozměry vnější jednotky jsou 340 x 963 x 1255 mm, jeho hmotnost je 113 kg. Jmenovitý tepelný výkon tepelného čerpadla je od 3,3 do 12,3 kW, COP je 3,8. Součástí hybridního tepelného čerpadla je i plynový kondenzační kotel. Jmenovitý tepelný výkon kondenzačního plynového kotle je při teplotním spádu topné vody 50/30°C od 3,2 až do 19,0 kW. V hybridním tepelném čerpadle je integrovaný zásobník pitné vody o objemu 130 l, kondenzační kotel je tedy schopen ohřívat i tuto vodu o teplotním spádu 80/60°C a jmenovitém výkonu od 2,9 do 17,2 kW. Účinnost kotle je 98% (H_s) a 109% (H_i). Kondenzační plynový kotel ohřívá topnou vodu soustavy vytápění pouze v případě, že je již nedostatečný tepelný výkon tepelného čerpadla, případně se oba prvky dají přepnout ručně na základě cenové výhodnosti jednotlivých paliv. K tomu dochází při nižších venkovních teplotách. Napětí hybridního tepelného čerpadla je 400 V. Kotel je napojen na plynovodní přípojku se zemním plynem, spaliny budou odváděny nerezovým izolovaným kouřovodem s průměrem $\varnothing 80$ mm napojeným na komínové těleso Schiedel ICS 25 se světlym průměrem $\varnothing 80$ mm a výškou 6 m. Kondenzát z kotle bude odváděn potrubím o průměru $\varnothing 20$ mm do kanalizace. Úpravu kyselého kondenzátu bude zajišťovat neutralizační zařízení umístěné na odvodním potrubí z kotle do výlevky. Součástí hybridního tepelného čerpadla jsou oběhová čerpadla pro okruh mezi vnitřní a vnější jednotkou a pro okruh do rozdělovače/sběrače. U venkovní i vnitřní jednotky jsou navrženy pojistné ventily, vnitřní jednotka je opatřena kulovým kohoutem s vypouštěním.

Rovnováhu tlaků otopné soustavy zajišťuje tlaková expanzní nádoba AQUAFILL HS012 v závěsném provedení o objemu 12 l, průměru 270 mm, výšce 310 mm a maximálním pracovním tlaku 6 bar, která bude umístěna na vratném potrubí vedoucím ke kotli. Nádoba je připojena připojovacím závitem 3/4" M, je možné ji pomocí kulového kohoutu s vypouštěním vypustit.

Zdrojem teplé vody je integrovaný zásobník v hybridním tepelném čerpadle o objemu 130 l. Do hybridního tepelného čerpadla je přivedeno potrubí se studenou vodou a ohřátá voda je z čerpadla rozvedena v podhledu k výtokovým armaturám. Přívodní i vratné potrubí je opatřeno kulovým kohoutem, teploměrem a kulovým kohoutem s vypouštěním, na přívodní

potrubí je navrženo oběhové čerpadlo Biral ME 12 a manometr, na vratném potrubí se nachází filtr a zpětný ventil.

Topná voda pro soustavu vytápění je z hybridního tepelného čerpadla vedena do rozdělovače/sběrače, který má 5 topných okruhů, a to pro otopná tělesa v 1.NP, konvektory v bazénu, otopná tělesa v 2.NP, podlahové vytápění v 1.NP a podlahové vytápění v 2.NP. Rozdělovač/sběrač pro kombinaci okruhů otopných těles a podlahového vytápění je navržen jako univerzální sestava IVAR UNIMIX s doplňkovým modulem IVAR UNIMIX RS. Rozdělovač/sběrač je umístěn do nástěnné skříně o rozměrech 530 x 755 x 160 mm a je opatřen vypouštěcím ventilem a kulovými kohouty. Na jednotlivých větvích vedoucích z rozdělovače/sběrače jsou osazeny kulové kohouty, teploměry, trojcestné ventily a kulové kohouty s vypouštěním. Na přívodních potrubích jsou oběhová čerpadla Biral ME 12 pro otopná tělesa a Biral MC 10 pro podlahové vytápění a manometry, na vratných potrubích jsou filtry a zpětné ventily.

Technická místnost je větrána pomocí okna o rozměrech 1200 x 500 mm, přívod a odvod vzduchu zajišťuje otvor s větrací mřížkou se síťovinou o průměru $\varnothing 150$ mm.

4. Otopná soustava

System vytápění je v objektu navržen jako teplovodní s nucenou cirkulací topného média s teplotním spádem 50/30°C u otopných těles a 40/32°C u podlahového vytápění. Cirkulaci topného média zajišťuje oběhové čerpadlo zabudované v hybridním tepelném čerpadle na přívodním potrubí.

Potrubní rozvod je řešen jako dvoutrubkový horizontální s jednou stoupací větví. Potrubí je z hybridního tepelného čerpadla vedeno do rozdělovače/sběrače, ze kterého vychází 5 větví pro vytápění, a to 3 okruhy pro otopná tělesa a 2 okruhy pro podlahové vytápění. Potrubí k jednotlivým otopným prvkům je vedeno v podlaze v kročejové izolaci, stoupací potrubí je v technické místnosti připevněno ke stěně a ležaté potrubí je zavěšeno pod stropem. Způsob pokládky rozvodů podlahového vytápění je navržen jako suchý. Veškeré potrubí je izolováno.

Rozvody okruhů otopných těles jsou navrženy z měděných trubek spojených pájením na měkko. Dimenze potrubí je navržena od 12 x 1,0 do 28 x 1,5 mm. Rozvody podlahového vytápění jsou navrženy z plastového potrubí PE-Xa 12 x 2,0 mm.

Vypouštění systému je možné buď na jednotlivých větvích, nebo u rozdělovače/sběrače. Odvzdušnění systému je řešeno prostřednictvím odvzdušňovacích ventilů na jednotlivých otopných prvcích a na potrubí vedoucímu k hybridnímu tepelnému čerpadlu.

5. Otopné plochy

Vytápění objektu zajišťují 3 druhy otopných prvků, a to konvektory, desková otopná tělesa a trubková otopná tělesa, a podlahové vytápění. Otopné prvky jsou na otopnou soustavu připojeny měděným potrubím, a to kolenem nebo odbočkou.

V místnostech bez oken a s okny s parapetem jsou navržena desková otopná tělesa RADIK VKU, typy 21 a 22. Typ VKU 21 je navržen na WC, otopné těleso má délku 700 mm, výšku 900 mm a hloubku 66 mm. Typ VKU 22 s hloubkou tělesa 100 mm je navržen v jednotné výšce 500 mm a délkách těles 1100, 1200, 1600 a 1800 mm. Tepelné výkony se pohybují v rozmezí 313 až 683 W. Způsob připojení těles je spodní levý nebo pravý, ke zdi jsou připevněny stěnovou kompaktní konzolou. Každé těleso má připojovací závit 6 x G1/2'' vnitřní, nejvyšší přípustný provozní přetlak je 1,0 MPa a teplota 110°C. Součástí deskových otopných těles je termostatický regulační ventil a regulační šroubení s dimenzí DN 15.

V koupelnách jsou navržena trubková otopná tělesa KORALUX RONDO MAX, typ KRM 1820.750 s délkou 745 mm, hloubkou 69 mm a výškou 1810 mm. Tepelný výkon těles je 298 W, nejvyšší přípustný provozní přetlak je jako u deskových otopných těles 1,0 MPa a teplota 110°C. Způsob připojení těles je spodní zdola dolů, každé těleso má připojovací závit 4 x G1/2'' vnitřní, ke zdi jsou připevněny vruty a hmoždinkami. Součástí trubkového otopného tělesa je termostatický regulační ventil, regulační šroubení s dimenzí DN 15 a regulační radiátorový ventil s dimenzí DN 15. Tělesa mohou sloužit také k dosoušení textilií a ručníků.

V místnostech s balkonovými dveřmi a francouzskými okny jsou navrženy podlahové konvektory s ventilátorem pro topení KORAFLEX FV. Konvektory jsou navrženy ve třech typech, a to KORAFLEX FV 9/28 s hloubkou 90 mm a šířkou 200 mm, KORAFLEX FV 11/20 s hloubkou 110 mm a šířkou 200 mm a KORAFLEX FV 11/34 INPOOL s hloubkou 110 mm a šířkou 340 mm, které jsou přizpůsobeny vlhkému prostředí bazénů. První typ je navržen v délkách 1200, 1600 a 2000 mm s výkony 540, 794 a 1048 W, druhý typ je navržen v délkách 800 a 1200 mm s výkony 342 a 654 W a třetí typ je navržen v délkách 2000 a 2400 mm s výkony 607 a 679 W. Konvektory jsou k potrubí připojeny odbočkou nebo kolenem s připojovacím závitěm 2 x G1/2 '' vnitřní a s kulovým kohoutem dimenze DN 15 a regulačním šroubením dimenze DN 15, vkládány jsou do nerezových van a shora jsou opatřeny ochrannou mřížkou. Ventilátory je nutné připojit k elektrické energii.

Podlahové vytápění je navrženo pouze v koupelnách o výkonech 262 a 760 W. Měrný tepelný výkon podlahového vytápění je 131 W/m², rozteč potrubí je 100 mm. Topná plocha koupelny v 1.NP je 2,0 m², topná plocha koupelny v 2.NP je 5,8 m². Teplota podlahy nesmí přesáhnout teplotu 34°C.

6. Armatury a regulace

Součástí hybridního tepelného čerpadla jsou oběhová čerpadla pro okruh mezi vnitřní a vnější jednotkou a pro okruh do rozdělovače/sběrače. U venkovní i vnitřní jednotky jsou navrženy pojistné ventily, vnitřní jednotka je opatřena kulovým kohoutem s vypouštěním DN 28. Touto armaturou je opatřena i expanzní nádoba. U rozdělovače/sběrače jsou navrženy kulové kohouty DN 28 na přívodním i vratném potrubí a dále vypouštěcí ventil. Přívodní i vratné potrubí rozvodu pitné vody je opatřeno kulovým kohoutem DN 15, teploměrem pro 0 - 120°C a kulovým kohoutem s vypouštěním DN 15, na přívodní potrubí je navrženo oběhové čerpadlo Biral ME 12 a manometr pro 0 - 400 kPa, na vratném potrubí se nachází filtr DN 15 a zpětný ventil DN 15. Na jednotlivých větvích vedoucích z rozdělovače/sběrače jsou osazeny kulové kohouty DN 15, DN 20 a DN 25, teploměry pro 0 - 120°C, trojcestné ventily DN 15, DN 20 a DN 25 a kulové kohouty s vypouštěním DN 15, DN 20 a DN 25. Na přívodních potrubích jsou oběhová čerpadla Biral ME 12 pro otopná tělesa a Biral MC 10 pro podlahové vytápění a manometry 0 - 400 kPa, na vratných potrubích jsou filtry DN 15, DN 20 a DN 25 a zpětné ventily DN 15, DN 20 a DN 25.

Regulaci systému automaticky zajišťuje hybridní tepelné čerpadlo, které reguluje topnou vodu v systému ekvitermně pomocí čidla umístěného na fasádě objektu. Dále ovládá i hlavní oběhové čerpadlo. V nočních hodinách bude časový spínač zajišťovat snížení výkonu hybridního tepelného čerpadla při zachování ovládnutí chodu oběhového čerpadla automatickým systémem čerpadla. Regulaci jednotlivých otopných prvků zajišťují termostatické regulační hlavice s regulačními radiátorovými ventily, které jsou součástí otopných těles, a přímá regulační šroubení, která jsou osazena v konvektorech. Regulace podlahového vytápění je zajištěna prostorovým termostatem umístěným v obou koupelnách.

7. Závěr

System vytápění bude uveden do provozu po provedení zkoušek dle ČSN 73 6760, a to po technické prohlídce zahrnující vizuální kontrolu spojů a vedení, dále po zkoušce vodotěsnosti a zkoušce plynotěsnosti.

Protipožární ochrana je zajištěna pomocí kouřového čidla, které je umístěno v chodbě a technických místnostech. Rodinný dům je navržen jako jeden požární úsek, je nutné, aby se v objektu nacházel hasicí přístroj. Z důvodu bezpečnosti by měly být dveře do technické místnosti vytápění a větrání v protipožárním provedení.

Se systémem vytápění dále souvisí profese týkající se zdravotních instalací, elektroinstalací a stavebních úprav. Je nutné napojit plynový kondenzační kotel na systém vnitřní kanalizace kvůli odvodu kondenzátu, dále je nutné navrhnout připojení vnitřního vodovodu se studenou vodou na hybridní tepelné čerpadlo a rozvody teplé vody od hybridního tepelného čerpadla k jednotlivým výtokovým armaturám, dále navrhnout připojení vnitřního plynovodu k plynovému kondenzačnímu kotli, navrhnout větrání technické místnosti v profesi vzduchotechniky a dále napojení jednotlivých prvků na elektrickou energii, to se týká především ventilátorů v konvektorech a hybridního tepelného čerpadla (vnitřní i vnější jednotku). V rámci stavebních úprav je nutné vytvořit otvory ve stěnách a stropěch pro rozvody potrubí.

Při provozu systému je nutné nezakrývat desková otopná tělesa a konvektory, aby nedošlo k požáru, dále je nutné zajistit dostatečné větrání technické místnosti, aby nedošlo k překročení maximálních hodnot koncentrace plynu v místnosti a k případnému výbuchu. Při jakémkoliv poruše systému je nutné informovat dodavatele, aby případně problém vyřešil.