

1. Technické riešenie

Projekt ústredného kúrenia rieši vykurovanie novostavby Bytového domu Terchovská v lokalite Bratislava mestská časť Trnávka. Spracovaný je podľa podkladov stavebnej časti a požiadaviek investora. Navrhnutý je nový zdroj tepla samostatne pre bytový dom – strojovňa s tepelnými čerpadlami vzduch-voda, umiestnená v 1.PP objektu v samostatnej miestnosti G1.0.5.5 Technická miestnosť.

V objekte je navrhnutý nízko teplotný vykurovací systém s teplotným spádom 45°/35°C s ekvitermickou reguláciou teploty vykurovacej vody.

Pri navrhovaní vykurovacieho systému a výpočte tepelných strát bolo postupované v súlade s platnými normami:

- STN 73 0540-1 Teplotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 1: Terminológia.
- STN 73 0540-2 Teplotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 2: Funkčné požiadavky.
- STN 73 0540-3 Teplotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov.
- STN 73 0540-4 Teplotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 4: Výpočtové metódy.
- STN EN 12831 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu.
- STN EN 12828 Vykurovacie systémy v budovách. Navrhovanie teplovodných vykurovacích systémov.
- STN 060830 Zabezpečovacie zariadenia pre ústredné vykurovanie a ohrievanie úžitkovej vody.
- STN 060320 Ohrievanie úžitkovej vody. Navrhovanie a projektovanie.
- STN EN 14336 Vykurovacie systémy v budov. Montáž a odovzdávanie/preberanie vodných vykurovacích systémov..

Výpočtové interiérové teploty:

p.č.	Účel miestnosti	t_i (°C)
1	Obytné miestnosti	+20° až 22°
2	Kúpeľňa	+24°
3	Kuchyňa	+22°
4	Chodby	+18°
5	Schodiská a výtahy	+12°
6	WC a soc. zariadenia	+20°
7	Vstupné zádverie	+10°

Výpočet tepelných strát objektu bol spracovaný podľa STN EN 12831. Podľa STN EN 73 0540-3 je oblasť Trnavy s nasledujúcimi klimatickými charakteristikami:

nadmorská výška:	138,47 m.n.m.
normálny tlak vzduchu :	9,91 kPa
výpočtová teplota vzduchu –zima (t_e) :	-11°C
priemerná teplota počas vykurovacej sezóny:	+4,2° C
počet vykurovacích dní :	210 dní/rok
teplotná oblasť :	1
veterná oblasť :	2

Potreba tepla pre bytový dom - „TERCHOVSKÁ“ :

Vykurovanie	144,1 kW
TUV	110,0 kW

Spolu

254,1 kW

Ročná spotreba tepla

VYKUROVANIE	Qroč ÚK=	222,10	MWh/rok	799,5GJ/rok
TÚV	Qroč TÚV=	282,36	MWh/rok	1016,5GJ/rok
SPOLU	Qroč =	504,46	MWh/rok	1816,1GJ/rok

2. Zdroj tepla

Ako primárny zdroj tepla pre podlahové a radiátorové vykurovanie, na ohrev TÚV budú na streche osadené 8 kus tepelných čerpadiel **napr.: VZDUCH-VODA VIVIESSMANN ENERGYCAL AW PRO AT 41.1 TEP.VÝKON 37,8kW (A7/W45)**.

Počas prevádzky a rozmrazovania tepelného čerpadla dochádza k vzniku kondenzátu. Musí byť zabezpečené, aby kondenzát neodtekal na chodníky a nespôsobil na nich námrazu. Ak má byť kondenzát cielene odvádzaný, musí byť nainštalovaná kondenzátová vaňa s mrazuvzdorným vývodom (príslušenstvo). Kondenzátová vaňa zachytáva kondenzát vznikajúci pri prevádzke a rozmrazovaní tepelného čerpadla. Aby bolo zaistene bezproblémové odvádzanie kondenzátu aj pri teplotách pod bodom mrazu, treba na spodok kondenzátovej vane a do kondenzátového potrubia nainštalovať vykurovací kábel (príslušenstvo).

PRI MONTÁŽI TEPELNÉHO ČERPADLA JE NUTNÉ DODRŽAŤ VŠETKY INŠTALAČNÉ POKYNY VÝROBCU.

Ako záložný resp. doplnkový zdroj budú v strojovni osadené dva elektrokotle **napr.: VIESSMANN VITOTRON 48,0 kW (3x400V, 3x69.3A, 5x16mm2)**.

Zabezpečovacím zariadením pre systém je navrhnutá uzavretá tlaková expanzná nádoba **napr.: REFLEX N 800/6** o objeme 800 L, ktorá bude doplnená poistným ventilom DN40. Systém bude napustený zmesou upravenej vody, nemrznúcej kvapaliny a inhibítorom proti korózii. Max. prevádzkový tlak vykurovacieho systému je 250kPa. Pred vstupom do TČ sa odporúča osadiť na vratné potrubie odkalovač.

Dimenzovanie tlakovej expanznej nádoby s membránou podľa STN EN 12828

Vstupné údaje

p.č.	Označ.	Popis	Jednotky	Údaje systému
1	pO	Začiatkový tlak v systéme	bar	2,00
2	pST	Súčet statického tlaku	bar	1,50
3	pD	tlak pár	bar	0,30
4	pe	pracovný tlak systému	bar	2,50
5	pa,max	max. plniaci tlak systému	bar	2,01
6	pa,min	min. plniaci tlak systému	bar	1,81
7	Vsystem	vodný objem systému	L	6024,0
8	Ve	zväčšenie objemu vody v systéme	L	103,01
9	VWR	vodná rezerva	L	3,00
10	Vexp,min	Objem expanznej nádoby	L	800,00
11	θ _{max}	min.poruchová teplota	°C	60,00
12	e	% -ne zväčšenie objemu vody v systéme	%	1,71
13	Q	Tepelný výkon zdroja	kW	302,40

Výpočty

$pO \geq pST + pD$	(bar)
$pO \geq$	1,80 (bar)
$Ve = e * (Vsystem / 100)$	(L)
$Ve =$	103,01 (L)
$Vexp,min = (Ve + VWR) * (pe+1) / (pe-pO)$	
$Vexp,min =$	742,07 (L)

$$p_{a,min} \geq (V_{exp,min} * (p_O + 1) / (V_{exp,min} - VWR)) - 1$$

$$p_{a,min} \geq \mathbf{1,81} \quad (\text{bar})$$

$$p_{a,max} \leq ((pe+1) / ((1+(Ve * (pe+1)) / (V_{exp,min} * (p_O+1)))) - 1$$

$$p_{a,max} \leq \mathbf{2,01} \quad (\text{bar})$$

Výpočet poistného ventilu:

$$G_e = \frac{P}{r \cdot n_{pp}}$$

-otv. pretlak poist. vent. 300 kPa -výkon $P=304,40 \text{ kW}$

$$G_e = 302,40 \times 3600 / 2200 = 494,83 \text{ kg pary/hod}$$

Pre tento výkon a pre otvárací pretlak 300 kPa vyhovuje poistný ventil FLAMCO DN40 PN6.

Výpočet poistného potrubia: $d_p = 1,4 \times \sqrt{304,40 + 15} = 39,35 \text{ mm}$ - DN 40

Zabezpečovacím zariadením pre elektrokotol je navrhnutá uzavretá tlaková expanzná nádoba **napr.: REFLEX N 50/6** o objeme 50 L, ktorá bude doplnená poistným ventilom DN20. Systém bude napustený zmesou upravenej vody, nemrznúcej kvapaliny a inhibítorom proti korózii. Max. prevádzkový tlak vykurovacieho systému je 250kPa.

Dimenzovanie tlakovej expanznej nádoby s membránou podľa STN EN 12828

Vstupné údaje

p.č.	Označ.	Popis	Jednotky	Údaje systému
1	pO	Začiatkový tlak v systéme	bar	1,50
2	pST	Súčet statického tlaku	bar	0,50
3	pD	tlak pár	bar	0,30
4	pe	pracovný tlak systému	bar	2,50
5	pa,max	max. plniaci tlak systému	bar	2,47
6	pa,min	min. plniaci tlak systému	bar	0,91
7	Vsystem	vodný objem systému	L	15,0
8	Ve	zväčšenie objemu vody v systéme	L	0,26
9	VWR	vodná rezerva	L	3,00
10	Vexp,min	Objem expanznej nádoby	L	50,00
11	θ_{max}	min.poruchová teplota	°C	60,00
12	e	% -ne zväčšenie objemu vody v systéme	%	1,71
13	Q	Tepelný výkon zdroja	kW	48,00

Výpočty

$$p_O \geq p_{ST} + p_D \quad (\text{bar})$$

$$p_O \geq \mathbf{0,80} \quad (\text{bar})$$

$$V_e = e * (V_{system} / 100) \quad (\text{L})$$

$$V_e = \mathbf{0,26} \quad (\text{L})$$

$$V_{exp,min} = (V_e + VWR) * (pe + 1) / (pe - p_O)$$

$$V_{exp,min} = \mathbf{11,40} \quad (\text{L})$$

$$p_{a,min} \geq (V_{exp,min} * (p_O + 1) / (V_{exp,min} - VWR)) - 1$$

$$p_{a,min} \geq \mathbf{0,91} \quad (\text{bar})$$

$$p_{a,max} \leq ((pe+1) / ((1+(Ve * (pe+1)) / (V_{exp,min} * (p_O+1)))) - 1$$

$$p_{a,max} \leq \mathbf{2,47} \quad (\text{bar})$$

Výpočet poistného ventilu:

$$G_e = \frac{P}{r \cdot \eta_{pp}}$$

-otv. pretlak poist. vent. 300 kPa -výkon P=48 kW

$$G_e = 48,0 \times 3600 / 2200 = 78,54 \text{ kg pary/hod}$$

Pre tento výkon a pre otvárací pretlak 300 kPa vyhovuje poistný ventil napr.: FLAMCO DN20 PN6.

Výpočet poistného potrubia: $d_p = 1,4 \times \sqrt{78,54} + 15 = 24,70 \text{ mm}$ - DN 32

Ohrev TÚV bude v dvoch prepojených zásobníkoch napr.: VIESSMANN VITOCCEL 100-V TYP CVWA 750L na rozvod tepelných čerpadiel s prepínaním pomocou trojcestného ventilu.

Vykurovací rozvod pre vykurovanie objektu bude za dvomi akumuláčnými nádobami napr.: VIESSMANN VITOCCEL 100-E TYP SVPB OBJEM 1500L rozdelený do jednotlivých vetiev cez rohový združený rozdeľovač/zberač napr.: RACEN MODUL 120 so 7 vykurovacími okruhmi:

- OKR. Č.1 – Podlahové vykurovanie BD B2/11
Ekvitermická regulácia teploty vykurovacieho média – teplej vody 45/35°C , v závislosti od snímača vonkajšej teploty umiestneného na severnej fasáde objektu
Obeh vykurovacieho média je zabezpečený teplovodným obehovým čerpadlom typu napr.: GRUNDFOS MAGNA3.
- OKR. Č.2 – Podlahové vykurovanie BD B4/11
Ekvitermická regulácia teploty vykurovacieho média – teplej vody 45/35°C , v závislosti od snímača vonkajšej teploty umiestneného na severnej fasáde objektu
Obeh vykurovacieho média je zabezpečený teplovodným obehovým čerpadlom typu napr.: GRUNDFOS MAGNA3.
- OKR. Č.3 – Podlahové vykurovanie BD B6/11
Ekvitermická regulácia teploty vykurovacieho média – teplej vody 45/35°C , v závislosti od snímača vonkajšej teploty umiestneného na severnej fasáde objektu
Obeh vykurovacieho média je zabezpečený teplovodným obehovým čerpadlom typu napr.: GRUNDFOS MAGNA3.
- OKR. Č.4 – Podlahové vykurovanie BD B5/11
Ekvitermická regulácia teploty vykurovacieho média – teplej vody 45/35°C , v závislosti od snímača vonkajšej teploty umiestneného na severnej fasáde objektu
Obeh vykurovacieho média je zabezpečený teplovodným obehovým čerpadlom typu napr.: GRUNDFOS MAGNA3.
- OKR. Č.5 – Podlahové vykurovanie BD B3/11
Ekvitermická regulácia teploty vykurovacieho média – teplej vody 45/35°C , v závislosti od snímača vonkajšej teploty umiestneného na severnej fasáde objektu
Obeh vykurovacieho média je zabezpečený teplovodným obehovým čerpadlom typu napr.: GRUNDFOS MAGNA3.
- OKR. Č.6 – Podlahové vykurovanie BD A1
Ekvitermická regulácia teploty vykurovacieho média – teplej vody 45/35°C , v závislosti od snímača vonkajšej teploty umiestneného na severnej fasáde objektu
Obeh vykurovacieho média je zabezpečený teplovodným obehovým čerpadlom typu napr.: GRUNDFOS MAGNA3.
- OKR. Č.2 – Podlahové vykurovanie BD B1/11
Ekvitermická regulácia teploty vykurovacieho média – teplej vody 45/35°C , v závislosti od snímača vonkajšej teploty umiestneného na severnej fasáde objektu
Obeh vykurovacieho média je zabezpečený teplovodným obehovým čerpadlom typu napr.: GRUNDFOS MAGNA3.

3. Podlahové vykurovanie

V jednotlivých bytoch bude podlahové vykurovanie **napr.: REHAU** zo systémovou doskou **napr.: VARIONOVA 30-2**.

Jednotlivé okruhy podlahového vykurovania v sú regulované v rozdeľovači a zberači **napr.: HKV-D (skrínka UP resp. AP)** prietokomermi (na rozdeľovači) a termostatickými hlavícami (na zberači), ktorý je osadený v miestnosti vyznačenom v grafickej časti dokumentácie. V skrínkách sú osadené regulačné ventily **napr.: IMI HYDRONIC TBV-CM** s pohonom **EMO-TM** na spiatočke z dôvodu vyváženia jednotlivých R/Z. Pohony regulačných ventilov sú riadené priestorovými termostatmi v referenčných miestnostiach (umiestnenie termostátov vid' v graf. časti PD)

Pre kvalitné prevedenie podláh v miestnostiach s podlahovým vykurovaním je potrebná dokonalá spolupráca firmy kúrenárskej, betonárskej a firmy kladúcej podlahovú krytinu. Tepelná izolácia podlahy, okrajové dilatačné škáry pri obvodových stenách a dilatačné škáry vyplnené pružným tmelom zabezpečujú vytvorenie plávajúcej podlahy. Samotná betónová podlaha je vyhotovená zo špeciálneho betónu s kamenivom s frakciou 4-8 mm s pridaním plastifikátora. Betónová vrstva sa po ukončení betónovania musí kropiť po dobu 24 hod. a udržiavať vo vlhkom stave 7 dní.

Rozvodné potrubie pre podlahové vykurovanie, prívod do rozdeľovača podlahového vykurovania budú z viacvrstvových rúr **napr.: OVENTROP HS** spájané lisovaním. Potrubia sa zaizolujú trubicovou izoláciou typu **napr.: ARMAFLEX AC** o hrúbke 19 mm. Rozvod bude odvdzdušený cez odvdzdušňovacie ventily osadené na telesách a rozdeľovačoch podlahového vykurovania.

Materiál potrubí pre podlahové vykurovanie je navrhnutý z **viacvrstvových** rúr **napr.: REHAU RAUTHERM S 17*2,0**.

Po ukončení montážnych prác a tlakových skúšok bude vykonaná vykurovacia skúška podľa STN 06 0310 v dĺžke trvania 24 hodín. Počas vykurovacej skúšky bude doregulované zariadenie ÚK. Skúšky sa prevedú v zmysle STN 06 0310, čl.134 a 142.

Uvedenie kompletného systému vykurovania do prevádzky nasleduje bezprostredne po odbornej montáži a obsahuje celý rad špecifických postupov netypických pre klasické vykurovanie. Tlaková skúška sa musí realizovať zvlášť na tzv. železnej časti a zvlášť pre podlahové vykurovanie. Pre časť v priestore OST sa zrealizuje klasicky, tak ako to bežné u akéhokoľvek konvenčného vykurovania.

Pre tlakovú skúšku rúrkových rozvodov v podlahe treba dodržať hlavne nasledovné odporúčania:

- pretlak v potrubí musí trvať aspoň po dobu 24 hodín, pričom tlak nesmie klesnúť pod 2/3 pôvodného skúšobného tlaku,
- počas trvania skúšky sa doporučuje rúrkový systém vyfotografovať,
- betónovanie prevádzať za natlakovaného stavu a pretlak v rúrkach ponechať 7 dní po ukončení betónovania,
- celý systém napúšťať len upravenou vodou obohatenou inhibítorom a nemrznúcou kvapalinou.

Následne na tlakovú naviaže vykurovacia skúška, ktorá je ale špecifická pre podlahové vykurovanie. Zatiať môže až po 28 dňoch po betónovaní s pozvoľným zákurom s dynamikou 5°C za deň. Pred uložením podlahovín je potrebné celý systém aspoň 10 dní prevádzkovať.

Po vyhovujúcej vykurovacej skúške sa nastaví ekvitermická regulácia a skontrolujú sa nastavené hodnoty ochranného systému.

4. Vykurovacie rúry

Hlavné ležaté a stúpacie potrubie, potrubie v strojovni a do jednotlivých bytov sa zhotoví zváraním z oceľových bezšvových závitových rúr STN 42 5710 akosť materiálu 11 353.0

Rúry vedené pod stropom 1.PP sú zavesené na objímky pomocou stropných typizovaných závesov **napr.: HILTI**. Spádované sú 0,3% spádom podľa projektu. Stúpačky budú v jednotlivých bytoch vedené v bytových jadrách.

Pri každom prestupe stúpačky cez stropnú konštrukciu sa zhotoví požiarne upchávka. Použije sa protipožiarne náter **napr.: HILTI CP673**.

Dilatácia potrubia na vodorovných rozvodoch je kompenzovaná prirodzenými kompenzátormi tvaru Z,L,U. Dilatácia na vertikálnych rozvodoch je kompenzovaná pomocou osových a laterálnych kompenzátorov napr.: IWKA.

Potrubie je po oboch stranách každého kompenzátora uložené dvomi klznými uloženiami. Osové sily pri dilatácii sú zachytávané pevnými bodmi.

Vykurovací systém sa bude odzdušňovať cez odzdušňovacie ventily na jednotlivých R/Z, vykurovacích telesách a cez automatické odzdušňovacie ventily napr.: FLAMCO s uzatváracími ventilmi osadené na každej stupačke na najvyššom mieste (opatrené revíznymi dvierkami), na rozvode v strojovni. Na každej stupačke sa pod každý odzdušňovací ventil navarí manžeta na prípadné odkvapkávanie vody z odzdušňovacieho ventilu.

5. Nátery a tepelné izolácie

Nátery potrubných rozvodov sa vykonajú syntetickými náterovými hmotami. Použije sa dvojnásobný základný náter a dvojnásobný vrchný náter s jedenkrát emailovaním.

Izolácia potrubia v podlahe sa prevedie tepelnou izoláciou napr.: AC/ARMAFLEX o hrúbke 9 mm, stupačky budú izolované tepelnou izoláciou napr.: AC/ARMAFLEX o hrúbke 19 mm pre DN 15 a DN 20, o hrúbke 25 mm pre DN 25 a DN 32 .

Potrubie v 1.PP bude izolované vzhľadom na nevykurovaný priestor hrubšou tepelnou izoláciou napr.: ROCKWOOL PIPO ALS nasledovne:

DN 25 – hr. 30 mm
DN 32 – hr. 30 mm
DN 40 – hr. 40 mm
DN 50 – hr. 50 mm
DN 65 – hr. 65 mm
DN 80 – hr. 80 mm
DN 100 – hr. 100 mm

Rozvody vedené v CHUC sú zaizolované protipožiarnou izoláciou na báze minerálnej vlny napr.: NOBASIL KPS 041 AluR.

6. Ochrana a bezpečnosť zdravia pri práci

Je potrebné pri realizácii postupovať v zmysle Zákona č.124/2006 o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci (v znení neskorších predpisov 309/2007 Z.z., 140/2008 Z.z., 470/2011 Z.z., 154/2013 Z.z.) a Nariadenia vlády č.387/2006 o požiadavkách na zaistenie bezpečnostného a zdravotného označenia pri práci.

Podľa §6 čl.2 Zákona č.124/2006 sa musia vyhodnotiť neodstrániteľné nebezpečenstvá a neodstrániteľné ohrozenia, ktoré vyplynuli z navrhnutého riešenia a navrhnúť opatrenia.

Zariadenia tepla sú navrhnuté, zrealizované a obsluhované v zmysle Vyhlášky MPSVaR SR č.508/2009 Z.z.(v znení neskorších predpisov 435/2012 Z.z.).

Tepelné izolácie sú dimenzované na dotykovú teplotu 50°C, aby nedošlo k úrazu popálením.

7. Vykurovacie skúšky

Po ukončení montáže zariadenia ústredného kúrenia sa previedli tlakové a vykurovacie skúšky v zmysle STN EN 12828 (06 0310). Tlaková skúška sa uskutočnila podľa čl. 134a) najvyšším statickým tlakom vo vykurovacom systéme.

Vykurovacia skúška sa uskutočnila podľa čl. 140 v trvaní 144 hodín cez vykurovacie obdobie. Počas vykurovacej skúšky bol doregulovaný vykurovací systém nastavením všetkých regulačných armatúr.

Upozornenie:

Pri stavebných a montážnych prácach bolo nutné dodržiavať zásady ochrany zdravia a bezpečnosti pri práci v súlade s príslušnými právnymi predpismi.

Všetky obchodné označenia výrobkov sú uvádzané za účelom konkrétnej demonštrácie technických požiadaviek na daný výrobok. Môžu byť nahradené ekvivalentným výrobkom, zaisťujúcim rovnakú kapacitu a kompatibilitu so zvyšnými časťami technických systémov.

V Bratislave dňa 06.2023

Vypracoval: Ing. Ladislav Bogár