

TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. Úvod

Projekt pro provedení stavby řeší rekonstrukci tepelné soustavy správní budovy Domova Božice, Božice 188. Správní budova má číslo popisné 187 a je situována na parcele číslo st. 136 v katastrálním území České Křídlovice 608904. Budova je nemovitou kulturní památkou.

2. Stávající stav

Budova má jedno podlaží podzemní (1S), jedno podlaží nadzemní (1NP) a valbovou střechu. Součástí správní budovy je nadzemní spojovací krček z hrázděného zdiva napojený na hlavní budovu. V obou podlažích byla provedena výměna oken. Kotelna je situována v 1S budovy. Část podlahy v kotelně je snížena o 1,40 m a opatřena ocelovým podlahovým roštem a ocelovým schodištěm. Ve výkresech stávajícího stavu budovy pořízených v září 1976 snížení podlahy ani současné komínové těleso zakresleny nejsou. Nepochybně se jedná o nepůvodní dodatečné stavební úpravy související se zřízením ústředního vytápění a osazením kotle s horním zauhlováním. V současné době jsou v prostoru kotelny osazeny tři závěsné plynové teplovodní atmosférické kotle o výkonu 3x 28 kW. Kotle jsou připojeny společným kouřovodem na komínový průduch opatřený plechovou vložkou. Ve snížené části kotelny pod podestou jsou umístěny dvě tlakové expanzní nádoby, hydraulická spojka, oběhové čerpadlo a část rozvodného potrubí.

Horizontální rozvody vytápění jsou členěny do dvou větví vedených volně pod stropem 1S. Přípojky pro otopná tělesa v 1NP jsou vedeny rovněž volně. Rozvodné potrubí je provedeno z ocelových trubek spojovaných svářením. Potrubí v 1S je opatřeno tepelnou izolací. V půdním prostoru u komínu je původní, dnes nefunkční, otevřená expanzní nádoba s tepelnou izolací.

Otopné plochy tvoří převážně litinová článková tělesa Kalor, dále ocelová článková tělesa a jedno těleso ocelové deskové. Na přípojkách těles jsou osazeny termostatické ventily a uzavírací šroubení. Současná kotelna neřeší přípravu teplé vody.

V rámci tohoto projektu byl proveden výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností pro stav po výměně oken. Stávající otopná soustava pokrývá požadovaný výkon pouze ve výši 74 %. Lze konstatovat, že stávající otopná soustava byla navržena velmi neodborně. Při nižších venkovních teplotách není schopna zajistit požadované teploty ve vytápěných prostorách.

3. Koncepce návrhu

Stávající tepelná soustava bude v plném rozsahu demontována. S využitím demontovaného materiálu ve správní budově se neuvažuje. Opakované využití stávajících litinových článkových těles Kalor ve správní budově by bylo spojeno s vysokou pracností a nepřiměřenými náklady. Využití článkových těles v památkově chráněné budově není optimální, v některých prostorách zcela nepřijatelné (např. spojovací krček).

Snížený prostor ve stávající kotelně bude zasypan, úroveň podlahy uvedena do původního stavu. Novodobé komínové těleso s komínovým a větracím průduchem bude zachováno.

V kotelně bude osazena kaskáda dvou plynových teplovodních kondenzačních kotlů.

Soustava bude členěna do dvou větví: vytápění budovy, ohřev teplé vody. Hlavní rozvody budou provedeny z tenkostěnných ocelových trubek, vně pozinkovaných, spojovaných lisovacími tvarovkami, vedených pod stropem 1S. Potrubí vstupující do 1NP bude provedeno z měděných trubek spojovaných pájecími tvarovkami. Rozvody budou vedeny volně.

Jako otopné plochy pro místnosti v 1S jsou navržena ocelová desková tělesa se svislými technologickými prolisy a bočním připojením.

Jako otopné plochy pro místnosti v 1NP jsou navržena ocelová desková tělesa s přidanou rovnou čelní plochou s vodorovnými jemnými designovými prolisy v rozteči 100 mm, se spodním krajním připojením a vestavěnou ventilovou vložkou.

Jako otopné plochy pro spojovací krček v 1NP jsou navržena designová tělesa z ocelových uzavřených horizontálně orientovaných profilů se spodním středovým připojením a vestavěnou ventilovou vložkou.

4. Demontáže

Stávající tepelná soustava bude v plném rozsahu demontována. Jedná se o demontáže:

- závěsný plynový kotel o výkonu 28 kW	3	ks
- tlaková expanzní nádoba, objem cca 35 dm ³	2	ks
- otevřená expanzní nádoba, objem cca 100 dm ³	1	ks
- hydraulická spojka	1	ks
- oběhové čerpadlo	1	ks
- článková tělesa, převážně litinová	37	ks
- rozvodné potrubí ocelové, včetně tepelné izolace cca	400	m

5. Zdroj tepla

Jako zdroj tepla je navržena stavebnice kaskádové kotelny pro řízení topného okruhu a TV s regulací, která obsahuje:

- 2 ks kondenzační kotel 1.50 o výkonu 45 kW
- 2 ks interface pro komunikaci BUS
- 1 ks stavebnice ekvitermní regulace:
 - 1 ks ekvitermní regulátor
 - 1 ks ovládací panel, digitální komunikace
 - 1 ks plochý kabel ovládacího panelu
 - 1 ks venkovní sonda
 - 2 ks příložné čidlo teploty
 - 1 ks čidlo TV
 - 1 sada svorek

Technické údaje kotlů:

výrobce

typ kotle

výkon (80/60 °C)

45

kW

jmenovitá účinnost při 80/60 °C

97,2

%

palivo

zemní plyn

přetlak plynu

2,0

kPa

jmenovitá spotřeba plynu

4,9

m³/h

hmotnost

40

kg

max. provozní přetlak vody

400

kPa

min. provozní přetlak vody

50

kPa

max. teplota topné vody

80

°C

objem vody v kotli

4

dm³

elektrické napětí

230

V

elektrický příkon

190

W

stupeň elektrického krytí

IPX5D

třída NOx

5

max. hmotnostní tok spalin

0,021

kg/s

max. teplota spalin

92

°C

dělené odkouření

80/80

mm

max. délka vzduchového potrubí D 80

15

m

max. délka spalinového potrubí D 80

45

m

max. tlaková ztráta vzduchového

190

Pa

a spalinového potrubí D 80

Kotle budou provozovány jako uzavřené plynové spotřebiče typu C. Spolu s kotli budou dodány komponenty pro elektrickou regulaci kotlů, vytápěcího okruhu a ohřevu teplé vody. Odvod kondenzátu z kotlů je řešen v projektu zdravotních instalací. Kotelna je situována v 1S, ve větratelném prostoru.

6. Spalinové a vzduchové cesty

Spalinové a vzduchové cesty jsou řešeny v samostatném projektu Vzduchotechniky.

7. Zabezpečovací zařízení

Pojistné zařízení

Proti nedovolenému přetlaku jsou kotle pojištěny pojistnými ventily nastavenými na otevírací přetlak 400 kPa. Pojistné ventily jsou součástí kotlů.

Expanzní zařízení

Pro vyrovnávání změn objemu vody v otopné soustavě je navržena externí tlaková expanzní nádoba s membránou.

Návrh tlakové expanzní nádoby

objem vody v systému 400 dm³

max. hydrostatický tlak 60 kPa

otevírací přetlak pojistných ventilů 400 kPa.

teplota přívodní a zpětná 80/60 °C

$$V = 400 \times 0,022 = 8,8 \text{ dm}^3$$

$$V' = 8,8 \times 1,3 = 11,44 \text{ dm}^3$$

$$O = 11,44 \times 500 / (500 - 160) = 16,82 \text{ dm}^3 \text{ (minimální objem nádrže)}$$

Navržena je tlaková expanzní nádoba N 80/6 o objemu 80 dm³, pro pracovní přetlak 600 kPa.

Nádoba bude osazena v kotelně a připojena na zpětné potrubí otopných okruhů. Přípojka expanzní nádoby bude opatřena vypouštěcím kohoutem a uzávěrem. Na zpětné potrubí bude instalován ukazovací tlakoměr se zkušebním kohoutem.

Návrh expanzního potrubí

$$d_v = 10 + 0,6 \times \text{odm } 90 = 15,7 \text{ mm} \quad \text{navržené potrubí DN 20 vyhovuje}$$

Před uvedením otopné soustavy do provozu bude provedeno seřízení tlaků v expanzní nádobě následujícím způsobem:

- Kulový kohout na přípojce expanzní nádoby uzavřít, vypouštěcí kohout otevřít, membrána expanzní nádoby je bez vlivu tlaku vody.
- Přetlak plynu v expanzní nádobě seřídit na hodnotu 60 kPa až 320 kPa, hodnotu lze zvolit.
- Vypouštěcí kohout na přípojce expanzní nádoby uzavřít, kulový kohout otevřít.
- Systém odvzdušnit a doplnit vodou na (zvolený přetlak + 10 kPa).
- Po uvedení otopného systému do provozu se přetlak vody pohybuje v rozmezí (zvolený přetlak+10 kPa) až 400 kPa

Pojistné zařízení pro doplňování vody

V místě doplňování vody do otopné soustavy bude osazen pojistný ventil dimenzovaný na průtok vody odpovídající výkonu doplňovacího zařízení.

Návrh pojistného ventilu

průtok doplňovacího zařízení	0,3	m ³ /h
výkon doplňovacího zařízení	300	kW
zvolený typ pojistného ventilu	membránový	
jmenovitá světlost	DN 15	
průměr v sedle	16,0	mm
výtokový součinitel alfa	0,64	
otevírací přetlak	300	kPa

$$S_o = 2 \times 300 : (0,64 \times 400^{0,5}) = 46,9 \text{ mm2}$$

$$d = \text{odm. } ((4 \times 46,9) : 3,14) = 7,7 \text{ mm}$$

Zvolený pojistný ventil vyhovuje

Nastavení tlaků

Tlaky jsou vztaženy k manometrické rovině

otevírací přetlak pojistných ventilů		400	kPa
hydrostatický tlak		60	kPa
nejvyšší dovolený přetlak soustavy	červená	400	kPa
nejvyšší provozní přetlak soustavy	hnědá	380	kPa
provozní přetlak soustavy		230	kPa
nejnižší provozní přetlak soustavy	zelená	80	kPa
nejnižší dovolený přetlak soustavy	modrá	60	kPa

Nejvyšší a nejnižší přetlaky budou vyznačeny na číselníku tlakoměru uvedenými barevnými značkami.

8. Zapojení kotelny

V kotelně budou na zdi osazeny dva závěsné kotle. Na přípojkách kotlů budou instalovány uzavírací kohouty a zpětné ventily DN 32. Kotlové přípojky budou připojeny na společné přírodní a zpětné potrubí DN 50 navazující na termohydraulický rozdělovač.

Na termohydraulický rozdělovač navazuje rozdělovač a sběrač DN 50 s větvemi:

- Vytápění budovy

Do větve jsou vřazeny uzavírací kohouty, uzavírací elektrokohout, filtr, trojcestný směšovací ventil DN 25, kv 10,0. Elektronicky regulovatelné oběhové čerpadlo 25-40. Pracovní bod čerpadla 22 kPa, 2400 kg/h. Regulace autoadapt nebo na konstantní tlak. Hlavní větev se dělí na větev sever a větev jih. Do těchto větví budou vřazeny uzavírací kohouty a vyvažovací ventily s měřícími vsuvkami. Na vyvažovacích ventilech budou nastaveny předepsané hodnoty.

- Ohřev teplé vody

Do větve jsou vřazeny uzavírací kohouty, uzavírací elektrokohout, filtr.

Oběhové čerpadlo 25-40.

Pracovní bod čerpadla 21 kPa, 1600 kg/h. Regulace čerpadla na konstantní tlak, nebo na konstantní křivku III.

V kotelně bude osazen montážní rám z tenkostěnných profilů 50x50 mm. Rám bude přivařen k ocelovým stropním nosníkům a kotven do podlahy. Rám slouží pro upevnění pat větví a zařízení pro úpravu vody.

Tlaková expanzní nádoba bude napojena na společné zpětné potrubí otopných okruhů. Jednotlivé okruhy a zařízení v kotelně budou opatřeny štítky s popisem.

9. Ohřev teplé vody

Ve strojovně bude osazen nepřímotopný ohřívač teplé vody.

typ ohřívače	300 s boční přírubou
objem nádoby	296 dm ³
objem výměníku	10,5 dm ³
provozní přetlak nádoby	1,0 MPa
provozní přetlak výměníku	1,0 MPa
výhřevná plocha výměníku	1,5 m ²
hmotnost prázdného ohřívače	126 kg

10. Úprava vody

Kotelna je zásobována pitnou vodou. Pro první plnění a doplňování vody do tepelné soustavy je navržen katexový změkčovač s uzavírací a vzorkovací armaturou doplněný oddělovací armaturou s vodoměrem. Zařízení pro úpravu vody bude osazeno na montážním rámu. Doplňování vody bude prováděno ručně. Provozovatel vybaví kotelnu soupravou pro kontrolu kvality vody.

Objem vody v otopném systému je 400 dm³, měrný objem 4,4 l/kW.

Pro úpravu vody platí ČSN 07 7401 a požadavky výrobce kotlů.

Pro navržené kotle platí:

kyselost	7,5-9,5	pH
vodivost	max 800	mikroS/litr
chloridy	max 50	mg/litr
ostatní přísady	max 1	mg/litr
celková tvrdost	0,5-804	°dH
	0,1-1,5	mmol/litr

11. Požární bezpečnost

Dle ČSN 73 0834 Požární bezpečnost staveb – Změny staveb se jedná o změnu stavby skupiny I, která nevyžaduje další opatření.

12. Elektrické rozvody, MaR

Součástí stavebnice kaskádové kotelný jsou komponenty pro regulaci kotelný. V kotelně bude osazen el. rozvaděč. Vnější teplotní sonda bude situována na severní fasádě objektu. Bude provedeno elektrické propojení kotlů a komponentů pro regulaci. Kotel, oběhová čerpadla, elektrokohouty a servopohon budou připojeny na rozvod elektřiny. Bude provedeno ochranné pospojování. Osvětlení prostoru kotelný zůstane stávající.

13. Bezpečnost provozu kotelný

Na navrženou plynovou teplovodní kotelnu o výkonu 90 kW se nevztahuje vyhl. 91/1993 Sb. ani ČSN 07 0703, kotelna nemusí tvořit samostatný požární úsek. Kotelna je navržena pro automatický provoz s občasnou obsluhou jedním zaškoleným pracovníkem.

14. Otopné plochy

Ve správní budově bude osazeno pět typů otopných těles s různým vybavením:

- Ocelová desková otopná tělesa klasik s bočním připojením. Od výrobce budou tělesa dodána v bílé barvě, s odvzdušňovacími ventily a konzolami. Na přívodních přípojkách budou osazeny přímé ventily DN 10, doplněné termostatickými hlavicemi standard. Na zpětných přípojkách budou osazena přímá šroubení, DN 10. Na ventilech a šroubeních bude nastavena trvalá regulace uvedená v popisu armatur. Na tělesech budou instalovány vypouštěcí kohouty.
- Ocelové deskové těleso VK, se spodním pravým připojením a vestavěnou ventilovou vložkou. Ventilová vložka bude doplněna termostatickou hlavici standard. Od výrobce bude těleso dodáno v bílé barvě, s odvzdušňovacím ventilem a konzolami. Na spodní přípojky těles bude osazeno přímé připojovací šroubení (H-kus), se dvěma svěrnými šroubeními a opěrnými pouzdry pro připojení měděných trubek 15x1. Na ventilové vložce bude nastavena trvalá regulace uvedená v popisu tělesa. Uzávěry přímých šroubení budou plně otevřeny.
- Ocelová desková tělesa VK line s přidanou rovnou čelní plochou s vodorovnými designovými prolisy v rozteči 100 mm, se spodním krajním připojením a vestavěnou

ventilovou vložkou. Ventilové vložky budou doplněny termostatickými hlavicemi standard. Od výrobce budou tělesa dodána v bílé barvě, s odvzdušňovacími ventily a konzolami. Na spodní přípojky těles bude osazeno přímé přípojovací šroubení (H-kus), se dvěma svěrnými šroubeními a opěrnými pouzdry pro připojení měděných trubek 15x1. Na ventilových vložkách bude nastavena trvalá regulace uvedená v popisu těles. Uzávěry přímých šroubení budou plně otevřeny.

- Ocelová designová tělesa VKM z ocelových uzavřených horizontálně orientovaných profilů se spodním středovým připojením a vestavěnou ventilovou vložkou. Ventilové vložky budou doplněny termostatickými hlavicemi standard. Od výrobce budou tělesa dodána v bílé barvě, s odvzdušňovacími ventily a konzolami. Na spodní přípojky těles bude osazeno přímé přípojovací šroubení (H-kus), se dvěma svěrnými šroubeními a opěrnými pouzdry pro připojení měděných trubek 15x1. Na ventilových vložkách bude nastavena trvalá regulace uvedená v popisu těles. Uzávěry přímých šroubení budou plně otevřeny.
- Ocelové designové těleso z ocelových uzavřených vertikálně orientovaných profilů s bočním připojením. Od výrobce budou tělesa dodána v bílé barvě, s odvzdušňovacími ventily a konzolami. Na přívodní přípojce bude osazen přímý ventil DN 10, doplněný termostatickou hlavicí standard. Na zpětné přípojce bude osazeno přímé šroubení DN 10. Na ventilu a šroubení bude nastavena trvalá regulace uvedená v popisu armatur. Na tělese bude instalován vypouštěcí kohout.

15. Rozvodné potrubí

Z hlediska rozvodů je tepelná soustava členěna:

- Primární rozvody propojující kotle, hydraulickou spojku a paty větví
- Větev ohřevu teplé vody
- Větev pro vytápění správní budovy s podružnými větvemi Sever a Jih

Potrubí z ocelových trubek závitových

Rozvody propojující kotle a paty větví v kotelně bude provedena z ocelových trubek závitových spojovaných svářeními. Potrubí bude uloženo ve vyznačeném spádu a řádně upevněno pomocí konzol a závěsů tak, aby byla umožněna jeho přirozená dilatace.

Přiřazení potrubí

DN	rozměr	materiál
20	G 3/4	trubky ocel. závit. bezešvé ČSN 420250, ČSN 425710.0 jak. mat. 11353.0
25	G 1	dtto
32	G 5/4	dtto
40	G 6/4	dtto
50	G 2	dtto

Potrubí z ocelových trubek tenkostěnných vně pozinkovaných

Větev ohřevu teplé vody a větve pro vytápění, mimo rozvodů vstupujících do 1NP, budou provedeny z tenkostěnných trubek z uhlíkové oceli, vně pozinkovaných, spojovaných lisovacími tvarovkami. Horizontální i vertikální rozvody budou provedeny tak, aby byla umožněna přirozená dilatace potrubí. Potrubí bude řádně upevněno ve vyznačeném spádu. Pro montáž potrubí platí Návod pro instalaci a použití, vydaný výrobcem.

Potrubí z měděných trubek

Rozvody prostupující z 1S do 1NP k otopným tělesům budou provedeny z měděných trubek spojovaných pájecími tvarovkami. Rozvody budou vedeny volně.

Přechody potrubí z uhlíkové oceli na trubky měděné musí být provedeny závitovou

přechodkou, nikoli vzájemným lisováním.

16. Nátěry

Montážní rám v kotelně bude opatřen základním a vrchním nátěrem bílým. Potrubí z ocelových trubek závitových bude opatřeno nátěrem základním. Potrubí z měděných trubek v prostorách 1NP bude opatřeno základním a vrchním nátěrem bílým. Neizolované přípojky k tělesům v 1S, provedené z tenkostěnných pozinkovaných trubek, budou opatřeny základním a vrchním nátěrem bílým. Ostatní rozvody budou ponechány bez nátěru.

17. Tepelné izolace

Přiřazení izolací

Potrubí z ocelových trubek závitových

potrubí	druh izolace
DN 20	pouzdra 800, 20x28
DN 25	pouzdra 800, 30x35
DN 32	pouzdra 800, 30x45
DN 40	pouzdra 800, 30x48
DN 50	pouzdra 800, 40x64
DN 80	pouzdra 800, 40x89

Izolováno bude veškeré potrubí v kotelně.

Potrubí z ocelových trubek tenkostěnných

potrubí	druh izolace
15x1,2	pouzdra 800, 20x15
22x1,5	pouzdra 800, 30x22
28x1,5	pouzdra 800, 30x28
35x1,5	pouzdra 800, 30x35
42x1,5	pouzdra 800, 30x42

Izolováno bude potrubí v 1S včetně prostupů stavebními konstrukcemi, mimo přípojek k tělesům v 1S.

Potrubí z měděných trubek

potrubí	druh izolace
15x1	trubice izolační PRO, 9x15

Izolováno bude potrubí pouze v 1S včetně prostupů stavebními konstrukcemi.

18. Montáž, zkoušení a provoz

Po montáži bude provedeno propláchnutí celého otopného systému vodou. Zkouška těsnosti bude provedena dle ČSN 06 0310 vodou o přetlaku 600 kPa (vztaženo k manometrické rovině). Po naplnění upravenou vodou bude provedena úprava tlaků v expanzní nádobě a provozní zkoušky dle ČSN 06 0310. Po úspěšných zkouškách bude provedena přejímka otopné soustavy dle ČSN EN 14336.

Kotelna je navržena pro automatický provoz s občasnou obsluhou jedním zaškoleným pracovníkem. Montážní firma zajistí vypracování dokumentace skutečného provedení stavby a předá ji objednateli.

Pro montáž, zkoušení a provoz navrženého zařízení platí:

- zák. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
- zák. 309/2006 Sb. o bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
- nař. vl. 101/2005 Sb. požadavky na pracoviště a pracovní prostředí
- nař. vl. 591/2006 Sb. bezpečnost a ochrana zdraví při práci na staveništích
- nař. vl. 361/2007 Sb. ochrana zdraví při práci
- vyhl. 193/2007 Sb. rozvod tepelné energie

- vyhl. 194/2007 Sb. kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody
- vyhl. 48/1982 Sb. požadavky k zajištění bezpečnosti práce
- ČSN EN 12171 Tepelné soustavy (otopné soustavy) v budovách – Návod pro provoz, obsluhu a užívání – Tepelné soustavy (otopné soustavy) nevyžadující kvalifikovanou obsluhu
- ČSN EN 12828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav
- ČSN EN 13480 Kovová průmyslová potrubí – Část 1 až 6
- ČSN EN 14336 Tepelné soustavy v budovách – Montáž a přejímka teplovodních tepelných soustav
- ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž.
- ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování
- ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení
- ČSN 07 7401 Voda pro tepelná zařízení
- TP H 131 96 Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání užitkové vody
- TPG 908 02 Větrání prostorů se spotřebiči na plynná paliva s celkovým výkonem větším než 100 kW
- Technické podmínky výrobců navržených zařízení

19. Technické údaje

Klimatické údaje

lokalita	Božice	
výška nad mořem cca	220	m
venkovní výpočtová teplota	-12	°C
průměrná denní teplota pro začátek a konec vytápění	+13	°C
průměrná teplota v topném období	+4,1	°C
počet topných dnů	230	dnů

Bilance tepelných výkonů

Zdroj tepla		
kotel 1.50	45	kW
kotel 1.50	45	kW
součet	90	kW
Odběry tepla		
tepelná ztráta budovy	54	kW
výkon otopné soustavy	55	kW
ohřev teplé vody	35	kW

Palivo

druh paliva	zemní plyn	
přetlak plynu	2,0	kPa
max. hodinový odběr	9,8	m3/h
min. hodinový odběr	0,5	m3/h
roční spotřeba plynu - vytápění	13000	m3/rok
roční spotřeba plynu - teplá voda	2000	m3/rok
roční spotřeba plynu celkem	15000	m3/rok

Teplonosná látka

teplonosná látka	teplá voda	
teplotní rozdíl (výpočtový)	80/60	°C

20. Požadavky na jiné profese

Stavební řešení

- požadavky na stavební úpravy jsou řešeny v samostatném projektu

Zdravotní instalace

- požadavky na zdravotní instalace jsou řešeny v samostatném projektu

Plynovod

- požadavky na plynovod jsou řešeny v samostatném projektu

Vzduchotechnika

- požadavky na vzduchotechniku jsou řešeny v samostatném projektu

Měření a regulace, silnoproudá elektrotechnika

- měření, regulace a silnoproudá elektrotechnika v kotelně
- ochranné pospojování
