

Plzeň 2019

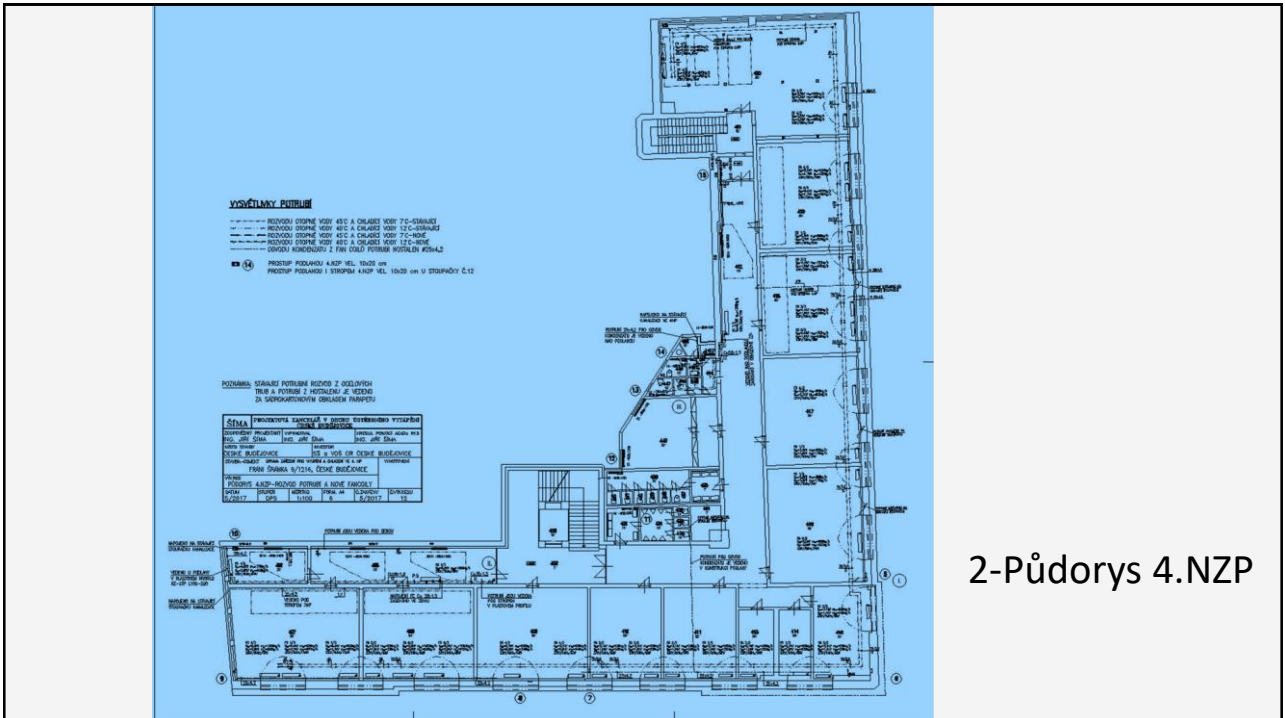
POHONY NovoCon A VENTILY AB-QM

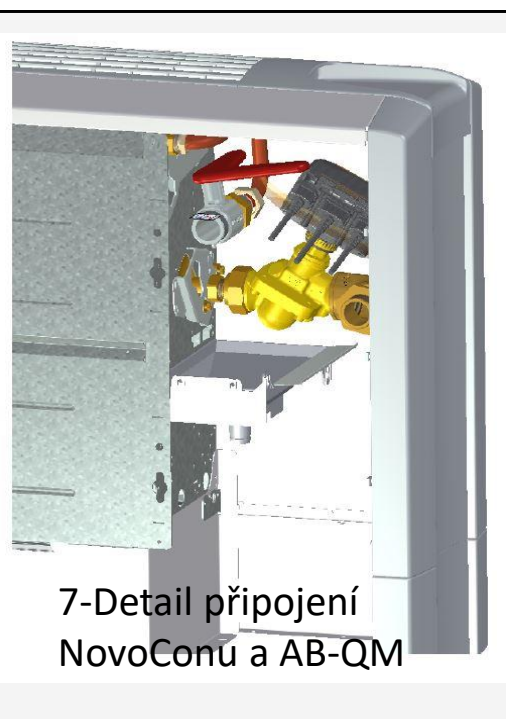
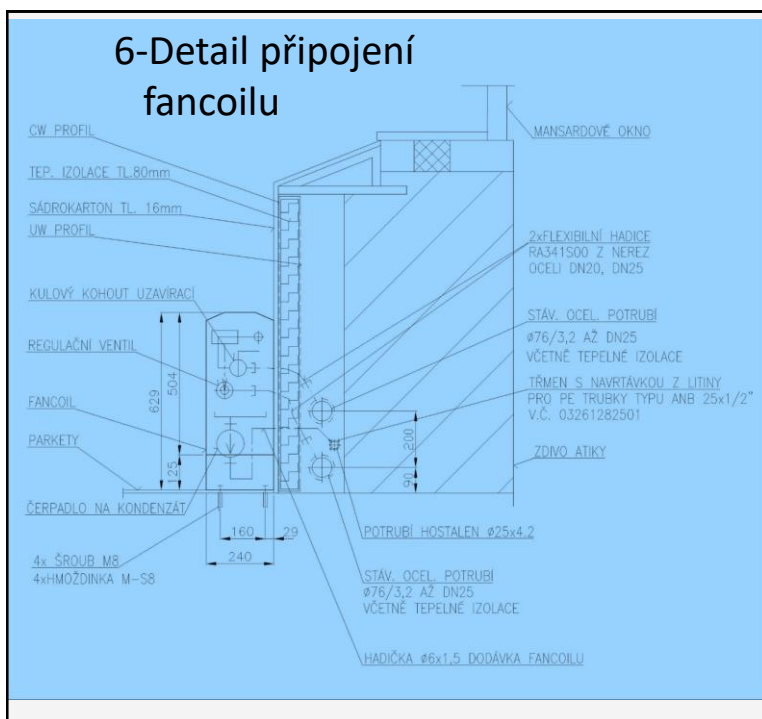
ZÁTKOVA BUDOVA – ČESKÉ BUDĚJOVICE
PRVNÍ REALIZACE V ČESKÉ REPUBLICE

Ing. Jiří Šíma



1-Letecký
pohled
na
Zátkovu
budovu





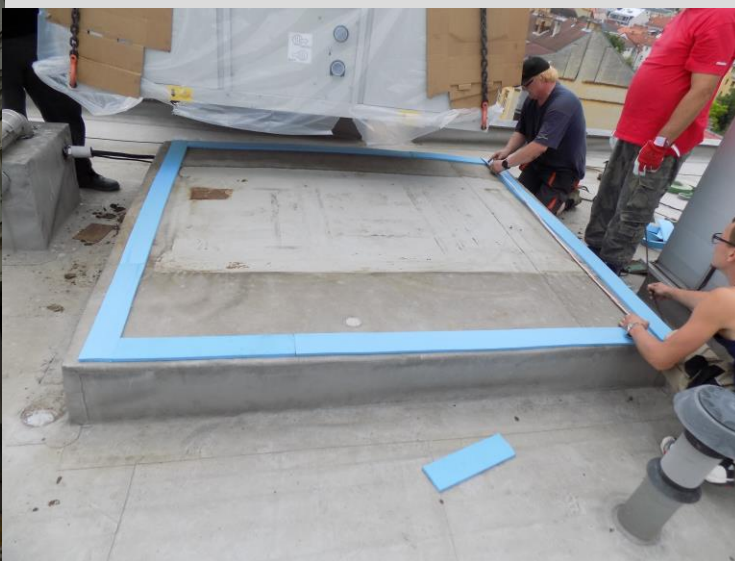
8-Schéma zapojení chladicí a otopné vody



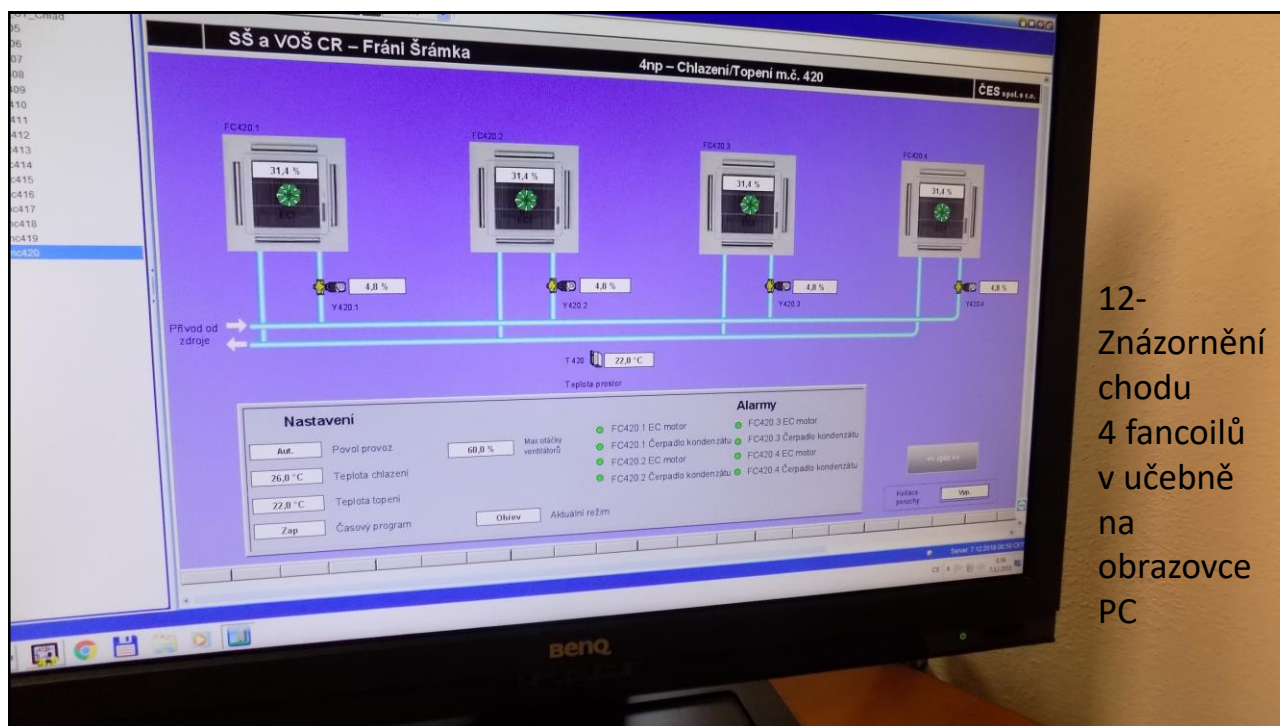
9-Strojovna VZT 5.NZP



10-Osazení chladiče vody na
protiotřesové pásky



11-Rozvaděč M+R
2x1,2x0,4m



• Pohony Danfoss NovoCon a ventily AB-QM v Zátkově budově, České Budějovice

• (První realizace v ČR)

- Výstavba Zátkovy budovy započala v srpnu 1892 a školní rok v budově byl zahájen 19. září 1893. V roce 1996 Zátkova budova přešla do majetku Střední školy a Školy cestovního ruchu v Českých Budějovicích. Po předání Zátkovy budovy se zjistilo, že se musí provést v dosahu několika let její celková rekonstrukce, která začala v únoru 2000 a byla dokončena v červenci 2001 **obr. č. 1**.
- V rekonstruované budově totiž v původním půdním prostoru vznikly nové prostory, o celkové podlahové ploše $F = 898 \text{ m}^2$ z toho 10 učeben, 4 kabinety pro učitele a dvě chodby, které měly zcela odlišné fyzikální vlastnosti od učeben umístěných v 1. NP. až 3. NP **obr. č. 2**.
- Zatímco učebny v 1 až 3. NP měli obvodové zdi o tloušťce zdiva 60 až 90 cm a přirozené osvětlení okny, učebny ve 4. NP měli lehký obvodový plášť tvořený zděnou přízdívkou, tepelnou izolací a sádkokartonem a mansardovými půlkulatými okny. Vzhledem k tomu, že v šikminách střešního pláště byly osazeny kolektory s lineárními Fresnelovými čočkami, viz **obr. č. 3** tak, aby ve třídách bylo dosaženo přirozeného osvětlení. Na **obr. č. 1** jsou velmi dobře viditelné na obou křídlech střechy východní i jižní fasády. Jedná se o 4 kolektory.
- Rekonstrukce budovy dle mého názoru doplatila na nejnižší cenovou nabídku, nedodržování schválené projektové dokumentace montážními firmami a nekvalifikovaný stavební a technický dozor. Velmi brzo se jako problematické ukázalo vzduchotechnické zařízení, chlazení, příprava teplé vody,

- 2 -

měření a regulace a hlavně byly problémy s vytápěním a chlazením tříd a kabinetů ve 4. NP budovy.

Původní projektové řešení 4.NZP tj. učebny a chodby spočívalo ve vytápění otopnými tělesy, přirozené větrání mansardovými okny a pro letní období (květen, červen, září) bylo navrženo chlazení učeben a chodeb nástěnnými jednotkami napojenými na rozvod chladicí vody. I když potřebný chladicí výkon byl vypočten v původním projektu na $Q_{ch} = 120 \text{ kW}$, tak si dodavatelská firma osadila na střešku jednotku pro výrobu chlazené vody o chladicím výkonu $Q_{ch} = 79 \text{ kW}$.

Dodavatel si změnil schválenou DPS a v jednotlivých místnostech osadil fancoily ve čtyřtrubkovém provedení tj. dva výměníky a dva regulační orgány viz **obr. č. 4**, místo otopných těles a chladicích nástěnných jednotek. Řešení bylo velmi jednoduché. Fancoily napojil na stoupačky potrubního rozvodu UT s regulací vody v závislosti na venkovní teplotě a pro rozvod chladicí vody si navrhnul ocelová potrubí opatřená tepelnou izolací. Protože dodavatel díla měl snížený chladicí výkon na jednotce umístěné na střeše, tak musel i zmenšit chladicí výkon jednotlivých fancoilů. Rád bych se zastavil u řízení chodu fancoilů, které byly řízeny na základě vnitřní teploty v místnosti, která byla snímána čidlem přímo v tělese fancoilu. Kde se nacházelo dva a více fancoilů, tak byly řízeny od řídicího fancoilu v místnosti. Studenti když přišli do učebny tak si s řízením chodu fancoilů velmi brzo naučili zacházet, a stanovovali si teplotu, jakou chtěli. Totéž platilo i o učitelském sboru.

Výsledek byl velmi brzo žalostný, neboť ovládací kolečka ve fancoilech pro nastavení teploty byla zničena a i kdyby zničena nebyla, tak v létě v učebnách bylo takové horko, že někteří jedinci seděli v prošíváných bundách asi na ochranu

- 3 -

proti teplu. Učebny nešli v létě uchladiť z důvodu poddimenzovaného zařízení chladicí jednotky a fancoilů. V zimě, kvůli teplotě otopné vody regulované v závislosti na venkovní teplotě dodávané do fancoilů místo do otopných těles nešly učebny vytopit. Z těchto důvodů se musely řešit mikroklimatické podmínky v učebnách a to po 15 letech provozu nově zrekonstruované budovy.

Při zpracování DPS nastal však závažný problém. Nikdo si totiž již nepamatoval, jak byly provedeny potrubní rozvody otopné vody, chladicí vody, odvodu kondenzátu a kabely pro rozvod elektrického proudu ve 4.NZP. Všechny uvedené instalace byly pečlivě zakryty sádkartonovou stěnou tloušťky 15 mm a tepelnou izolací tloušťky 80 mm. Pro představu se jednalo o 108 m délky potrubí a kabelů uložených za sádkartonovou stěnou. Po provedených sondách jsem zjistil skutečný stav potrubí a kabelů.

Před stávající atikou byly instalovány potrubní rozvody vytápění-trubky Rehau, chlazení - ocelové trubky včetně tepelné izolace šedivá barva a odvodu kondenzátu z fancoilů-Hostalen, kabely pro rozvod el. energie byly hozeny na podlahu dutiny. Pro ocelová potrubí byly vytvořeny nosné konstrukce, potrubí Rehau bylo položeno na podlaže a potrubí pro odvod kondenzátu bylo uloženo v různých spádech na nosné konstrukci ocelového potrubí se zaústěním do kanalizace. Po instalaci potrubí to bylo vše zakryto sádkartonem upevněným na nosných konstrukcích včetně tepelné izolace **obr. č. 5**.

Po všech zjištěních, která byla potřebná k rozhodnutí na vytvoření přijatelných mikroklimatických podmínek v učebnách jsem zjistil, že na trhu v roce 2017 se objevil

• - 4 -

- vhodný výrobek od firmy Danfoss v kombinaci tlakově nezávislého regulačního a vyvažovacího ventilu AB-QM s novým inteligentním pohonem NovoCon s datovou komunikací. Nový pohon NovoCon, díky možnosti digitální komunikace s řídicím systémem, pak doplnil jedinečné vlastnosti ventilů AB-QM o možnost dálkového přístupu a možnost **dálkové změny nastavení parametrů a pracovního rozsahu ventilu AB-QM**. Datová komunikace byla využita pro centrální řízení fancoilů ve všech místnostech, včetně nastavení vnitřní teploty bez možného zásahu studentů či učitelů. Byl tedy splněn požadavek vedení školy, že je možné provozovat každou učebnu a kabinet dle obsazenosti a zvolit si příslušnou teplotu jak v zimě, tak i v létě včetně přechodových období z centrálního PC umístěného v přízemí budovy. Po řadě jednání s panem ing. Michalem Kučerou z Danfossu, neboť se jednalo o zatím **nevyzkoušený systém vytápění a chlazení** místností prostřednictvím pouhých **dvou trubek od zdroje tepla či chladu až do koncových jednotek-fancoilů v České republice**, kde teplotonosnou kapalinou je upravená voda s rozdílnými teplotami a hmotnostními průtoky.
- Při režimu chlazení budou instrukcí z řídicího systému aktivovány přes pohony NovoCon vyšší hodnoty průtokových maxim pro jednotlivé ventily AB-QM, a naopak pro funkci vytápění budou stejnou cestou aktivovány nižší hodnoty průtokových maxim u jednotlivých ventilů AB-QM. Hodnoty průtokových maxim určil projektant na základě projektovaného výkonu jednotlivých koncových jednotek-fancoilů.
- **Navržené řešení**
- Cílem navrženého řešení bylo vyhovět požadavkům investora a využít co možná nejvíce stávajícího zařízení. Bylo nutné oddělit stávající otopnou soustavu od dodávky tepla do fancoilů

• - 5 -

- z důvodů úspory tepelné energie při vytápění jednotlivých tříd. Pro rozvod otopné a chladicí vody bylo využito stávající ocelové potrubí, ve kterém se dopravovala pouze chladicí voda. Instalace dvoutrubkového systému pro připojení fancoilů je umožněna regulační armaturou s nově vyvinutým servopohonem, která umožní změnu hmotnostního průtoku do fancoilů.
- Regulační armatura a servopohon jsou součástí dodávky fancoilu. **Obr. č. 6+7.**
- **Obr. č. 8**
- **Zdrojem tepla** je stávající teplovodní kotelná určená pro spalování plynu, která je umístěna v suterénu objektu. Pro dopravu otopné vody bude využito stávajícího oběhového čerpadla a potrubí otopné vody instalované v potrubní šachtě jdoucího do strojovny vzduchotechniky. V kotelně se musela provést úprava potrubí a armatur nad rozdělovačem.
- Ze stávajícího potrubního rozvodu pro ohřev vzduchu ve větracích jednotkách umístěných ve strojovně VZT se provede nová potrubní přípojka do hydraulického vyrovnáče dynamického tlaku (dále jen HVDT) nově instalovaného ve strojovně VZT. Na přípojce bude provedeno směšování otopné vody na nižší teplotu s teplotním spádem $dt = 45 - 40 = 5^{\circ}\text{C}$ prostřednictvím vstřikovacího ventilu.
- **Zdrojem chladicí vody** bude nová chladicí jednotka umístěná na střeše objektu **obr. č. 10**. Stávající chladicí jednotka byla sundána autojeřábem s krakorcem pro nosnost 35t a nová chladicí jednotka byla vyzdvížena nad střechu objektu a osazena na původní základ. Dle původní dokumentace skutečného provedení těleso základu bylo navrženo pro únosnost zařízení o hmotnosti 800kg. Nově instalovaná chladicí jednotka se napojila na stávající přívod el. proudu. Z chladicí

• - 6 -

- jednotky se provedlo nové potrubí pro rozvod chladicí vody vedené nad střechou objektu a ve strojovně VZT. Ve strojovně VZT se potrubí napojilo na nově instalovaný HVDT. Nucený oběh chladicí vody je zajištěn do HDVT oběhovým čerpadlem, které je umístěno v chladicí jednotce. Nová chladicí jednotka bude bez tlakové expanzní nádoby. Chladicí jednotka má vlastní automatiku řízení chodu a bude spínána od čidla teploty na výstupu z HVDT. Osazení chladicí jednotky viz obr. č.
- **Soustavy otopné a chladicí vody** budou trvale propojeny přes HVDT a plněny upravenou vodou ze stávající kabinetové úpravy vody vyrovnávacím a doplňovacím zařízením VDZ 205H, které je umístěno v teplovodní kotelně. Na zařízení VDZ 205H se musel přestavit zapínací a vypínací přetlak.
- Proti vnikání otopné vody do okruhu chladicí vody a naopak, jsou potrubní okruhy chráněny zpětnými klapkami. Přepínání provozu zdrojů tepla a chladu se bude provádět automaticky popřípadě i ručně od venkovní teploty, která byla stanovena zatím na $+18^{\circ}\text{C}$.
- Soustavu pro rozvod chladicí vody a otopné vody z důvodu propojení soustav nelze naplnit nemrznoucí směsí, tak se musí chladicí jednotka a potrubí jdoucí po střeše objektu na zimu vypouštět. Z tohoto důvodu jsou na potrubí chladicí vody ve strojovně opatřena vypouštěcími kulovými kohouty. Jedná se o objem 100 litrů.
- Vzhledem k tomu, že v chladicí jednotce se nachází deskový výměník, tak na zimu se musí vypuštěná část jednotky naplnit nemrznoucí směsí, která se musí na jaře zase vypustit.
- **Fancoily obr. č. 7.**
- Při výběru fancoilů jsem oslovil napřed tři firmy dovážející zařízení k úpravě vzduchu, ale zůstalo to pouze u dovezení bez možnosti korigovat jejich předem stanovené parametry.

• - 7 -

- Pochopení jsem potom našel u firmy Denco Happel později FläckGroup se sídlem v Liberci.
- Pan ing. Svoboda provedl výpočet výměníku pro chlazení a vytápění v každé velikosti fancoilu. Bylo nutné z hlediska porovnání hmotnostních průtoků mezi chladicí a otopnou vodou se pokud možno přiblížit alespoň poměru 1:1 až 3:1, což se skutečně podařilo vyhledáním vhodného teplotního spádu na výměníku pro vytápění, neboť teplotní spád pro chlazení byl předem určen chladicí jednotkou. Teplotní spád $dt = 45 - 40 = 5^{\circ}\text{C}$ pro vytápění nám zajistil i vhodné nadimenzování regulačního ventilu v rozsahu dimenzí DN15 až DN20. Další problém se vyskytnul s umístěním regulačního ventilu s pohonem NovoCon, neboť ani jedna firma mnou oslovená si s tímto požadavkem nedokázala poradit, až pan ing. Komárek a Bc. Huk našli konstrukční řešení pro umístění tělesa pohonu pod kryt fancoilu. Poslední problém v řešení instalace fancoilů byl odvod kondenzátu. Z důvodu neexistujícího spádu stávajícího potrubí Hostalen pro odvod kondenzátu bylo nutné instalovat do každého tělesa fancoilu čerpadlo na přečerpávání kondenzátu. Čerpadlo je napojeno přes hadičku z plastu, hadicovou spojku a třmen s navrtávkou z litiny do potrubí Hostalen.
- Fancoily byly napojeny prostřednictvím pružných nerez ocelových hadic se závitovým šroubením na stávající ocelová potrubí pro rozvod chladicí a otopné vody. Velký problém bylo navaření odboček na stávající ocelová potrubí z hlediska ochrany před požárem ve velmi stísněných podmínkách. Viz **obr. č. 6.**
- Veškeré **technické údaje** jsou uvedeny na výkrese Schéma zapojení chladicí a otopné vody viz **obr. č. 8.** Neméně důležité pro navržení vhodného zařízení byly provedené výpočty tepelné zátěže pro každou učebnu a kabinet.

- - 8 -
- Dalším oříškem byly hydraulické poměry ve stávajícím potrubí, neboť hmotnostní průtoky při provozu vytápění byly zcela jiné než při chlazení. Tlakově nezávislý regulační a vyvažovací ventilu AB-QM s novým inteligentním pohonem NovoCon to zvládl velmi dobře, viz provozní zkoušky.
- Na **obr. č. 9** je pohled na již zprovozněnou část rozvodů chladicí a otopné vody.
- **Měření a regulace**
- Je samostatnou kapitolou, co se týká provedení a investičních nákladů. A to snad příště.
- Pro Vaši představu vám ukáži alespoň velikost rozvaděče M+R **obr. č. 11**.
- Mám radost z toho, že teplotu v každé učebně či kabinetu lze nastavit libovolně dle požadovaného provozu a odolnost zařízení proti zásahu studentů a učitelů, čímž byl splněn hlavní požadavek vedení školy.
- Na **obr. č. 12** je znázornění chodu 4 ks fancoilů v jedné učebně na obrazovce PC, včetně indikace poruch jako činnost ventilátoru a čerpadla kondenzátu každého fancoilu.
- **Zkoušky a uvedení do chodu**
- Zkoušky byly provedeny za ideálního počasí, kdy v září dosáhly venkovní teploty kolem
- $t_e = 34^\circ\text{C}$ a v koncem listopadu $t_e = -2^\circ\text{C}$, takže byly vyzkoušeny s úspěchem oba provozní stavy pro chlazení a pro vytápění. Během zprovoznění se vyskytly drobné problémy, které prodloužily předání díla o 2 měsíce jako např. prasknutí výměníku jednoho fancoilu, poruchy čerpadel na přečerpání kondenzátu a umístění displeje na chladicí jednotce východní stranou a ještě na střeše, což při oslunění nebylo možné provádět zásahy v chodu jednotky. Vyřešilo se to tak, že po

- - 9 -
- prostudování manuálu jednotky, je možné jednotku nyní ovládat dálkově, což bylo dodatečně provedeno.
- Vážení přítomní, mohu Vás ujistit, že do dnešní doby nebyla vznesena žádná připomínka ze strany paních učitelek, neboť tyto ženy dle mého názoru jsou indikací spokojenosti s vnitřní teplotou ve třídách a kabinetech.
- **Zajímavé údaje pro projektanty a investory**
- Realizace projektu: 02. 2017 – 10. 2017 t. j. 10 měsíců
- Celkový počet fancoilů: 33kusů
- Rozpočtové náklady v roce říjen 2017: 4.312 997,-Kč bez DPH
- 5.218 726,- Kč včetně 21% DPH
- Vysoutěžená cena zakázky v roce březen 2018: 3.984 255,- Kč bez DPH
- 4.820 949,- Kč včetně 21% DPH
- Z toto M+R a EI 1.196 874,-Kč bez DPH
-
- V Českých Budějovicích 30. 3. 2019
- Ing. Jiří Šíma,
- autorizovaný inženýr
- **Poznámka:**
- Celý článek v nezkrácené podobě byl již vydán v časopise Topenářství a instalace č.2/2019.