

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

ZÁSOBOVÁNÍ ENERGIEMI V POTRAVINÁŘSKÉM PODNIKU

ENERGY CONSUMPTION FOOD-FACTORY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VOJTĚCH HRUBÝ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

DOC.ING.JAN FIEDLER, DR

BRNO 2008

ABSTRAKT

Větrání, ventilace, klimatizování a vytápění sloužící k udržování stanovených podmínek, tj. teploty, vlhkosti a hygienických požadavků na čistotu vzduchu výrobních a jiných prostorách sebou přináší různé složité procesy zabezpečované rozdílně složitými zařízeními a systémy.

Zaměřením práce je popsat tyto procesy a současný stav v zásobování tepelnými energiemi v podmínkách potravinářského závodu Cutisin ve Slavkově u Brna.

Hlavním přínosem práce je popsání současného řešení centrálního vytápění, zhodnocení stavu a návrh inovace dispozičního řešení centrální kotelny.

Klíčová slova: větrání, ventilace, klimatizace, vytápění

ABSTRACT

Venting, ventilation, air-conditioning and heating serving to maintain given conditions, e.g. temperature, humidness and hygiene standards for the clean air of production and other areas bring various difficult processes provided by different complicated equipments and systems.

Goal of this graduation theses is to describe these proceses and actual situation in heat energy supply in food factory conditions of Cutisin in Slavkov u Brna.

The main benefit of this graduation these is the description of actual central heating solution, state evaluation and innovative suggestion for the lay-out solution of central boiler-room.

Keywords: venting, ventilation, air-conditioning, heating

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HRUBÝ, V. *Zásobování energiemi v potravinářském podniku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 39s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci, na téma *Zásobování energiemi v potravinářském podniku*, vypracoval samostatně a bez cizí pomoci. Vycházel jsem při tom ze svých znalostí, odborných konzultací a doporučené literatury uvedené v seznamu.

.....

podpis diplomanta

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Doc. Ing. Janu Fiedlerovi, Dr za velmi cenné rady a ochotnou spolupráci. Také bych chtěl poděkovat za umožnění vypracování práce ve firmě Cutisin ve Slavkově u Brna a za čas, který mi ochotně poskytovali při získávání informací o zadané problematice, konkrétně vedoucímu technického úseku Ing. Oldřichu Jandorovi. Děkuji všem, kteří mi věnovali svůj čas.

Vojtěch Hrubý

OBSAH

1. ÚVOD	7
2. O ZÁVODĚ CUTISIN	8
3. VYTÁPĚNÍ A VÝMĚNA VZDUCHU JEDNOTLIVÝCH PROSTORŮ ZÁVODU CUTISIN	9
3.1 VYTÁPĚNÍ A VÝMĚNA VZDUCHU DÍLNY EXTRUZE	10
3.1.1 Vytápění dílny Extruze	11
3.1.2 Popis řešení výměny vzduchu na dílně Extruze	11
3.2 VYTÁPĚNÍ A VÝMĚNA VZDUCHU DÍLNY ŘÁSNĚNÍ WIENIEPAK I (WP I)	13
3.2.1 Řešení vytápění dílny řásnění Wieniepak I (WP I)	13
3.2.2 Řešení vzduchotechnického zařízení Wieniepak I (WP I)	14
3.3 VYTÁPĚNÍ A VÝMĚNA VZDUCHU DÍLNY ŘÁSNĚNÍ WIENIEPAK II (WP II)	16
3.3.1 Řešení vytápění dílny řásnění Wieniepak II (WP II)	16
3.3.2 Řešení vzduchotechnického zařízení Wieniepak II (WP II)	17
3.4 VYTÁPĚNÍ A VÝMĚNA VZDUCHU SKLADU MTZ, DÍLNY ÚDRŽBY, ELEKTRO ÚDRŽBY A ŠATEN	18
3.4.1 Vytápění skladu MTZ, dílny údržby, elektro údržby a šaten	18
3.4.2 Vzduchotechnické zařízení pro sklad MTZ, dílnu údržby a elektro údržby	19
3.4.3 Vzduchotechnické zařízení pro šatny	20
3.5 ŘEŠENÍ VZDUCHOTECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ DÍLNY TISKU S PŘÍMOU PLYNOVOU KOMOROU PRO OHŘEV VZDUCHU	21
3.5.1 Větrání dílny tisku	21
3.5.2 Rozpis současných tepelných zisků a ztrát s porovnáním původního stavu zařízení	22
3.6 VYTÁPĚNÍ A VÝMĚNA VZDUCHU DÍLNY ÚPRAVNY	23
3.6.1 Vytápění dílny Úpravny	23
3.6.2 Výměna vzduchu dílny Úpravny	23
3.7 ŘEŠENÍ VYTÁPĚNÍ SKLADU S POJEZDOVÝMI REGÁLY	24
3.8 ŘEŠENÍ VYTÁPĚNÍ SKLADU ROLÍ A EXPEDICE	25
4. CENTRÁLNÍ KOTELNA	26
4.1 STÁVAJÍCÍ STAV CENTRÁLNÍ KOTELNY	26
4.1.1 Bilance potřeby tepla centrální kotelny	27
4.2 NÁVRH ŘEŠENÍ CENTRÁLNÍ KOTELNY	28
4.2.1 Varianty možných řešení vytápění, vyhodnocení a doporučení k praktické realizaci	28
4.2.1.1 Teplovodní kotel	29
4.2.1.2 Kondenzační kotel	29
4.2.1.3 Kogenerační jednotka	30
4.2.1.4 Kotel na biomasu	31
4.3 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ NÁVRHOVÝCH ŘEŠENÍ NA OBNOVU CENTRÁLNÍ KOTELNY A ZÁVĚREČNÉ DOPORUČENÍ	34
4.3.1 Celkové zhodnocení návrhových řešení na obnovu centrální kotelny	34
4.3.2 Závěrečné doporučení na obnovu centrální kotelny (Teplovodní kotel)	34
5. SKUTEČNÁ SPOTŘEBA ZEMNÍHO PLYNU V MINULÉM OBDOBÍ	36
6. ZÁVĚR	38

1. ÚVOD

Větrání, ventilace, klimatizování a vytápění různých prostorů zabezpečující udržování stanovených podmínek pro jednotlivé prostory na základě hygienických požadavků, výrobních a technologických požadavků a nároků na skladované zboží je jednou z problematik závodů a firem po celé světě.

Tato bakalářská práce se právě zabývá touto problematikou a to konkrétně v potravinářské firmě Cutisin ve Slavkově u Brna.

Záměrem práce je popsat výše uvedené procesy v podmínkách závodu a zdokumentovat celkový současný stav v zásobování tepelnými energiemi. Procesy jsou v konkrétních podmínkách závodu Slavkov u Brna provázány zvýšenými nároky z hlediska přísných hygienických požadavků na výrobu v potravinářském podniku.

V závodě je uplatněno několik rozdílných principů a způsobů vytápění, a to prostřednictvím kotelen, podlahovým vytápěním a vytápěním podstropními zářiči. Pojem „kotelny“ zahrnuje centrální kotelnu a několik lokálních kotelen podporující provoz vzduchotechnických zařízení.

Cílem práce je návrh nového řešení centrální kotelny, neboť stávající je již za hranicí svojí životnosti. Návrhové řešení vychází ze čtyř variant, které uvádějí popis a funkčnost moderních principů vytápění a následné zhodnocení z hlediska vhodnosti náhrady za stávající kotle centrální kotelny, dle konkrétních specifických požadavků závodu ve Slavkově u Brna.

2. O ZÁVODĚ CUTISIN

CUTISIN, s.r.o. je tradičním výrobcem a dodavatelem širokého sortimentu obalů na masné, drůbeží a mlékárenské výrobky. V současné době je nejvšestrannějším dodavatelem obalů s velkou výrobní a úpravářskou kapacitou, je součástí nadnárodní skupiny Devro.

V České republice jsou ve společnosti Cutisin dva závody, a to v městech Jilemnice a Slavkov u Brna, oba závody jsou držiteli certifikátů ISO.

V potravinářském závodě Jilemnice je výroba soustředěna na produkci jedlých párkových a nejedlých salámových kolagenních střev, kdežto potravinářský závod Slavkov u Brna je závod úpravářský. V závodě se však provádí vedle úpravářských operací i extruze (výroba) plastových střev, které se zde rovněž upravují dle požadavků odběratele.

Tento bakalářský projekt s názvem Zásobování energiemi v potravinářském podniku je zpracován na podmínky závodu Slavkov u Brna (obrázek 2-1), proto se dále budu zajímat jen o tento závod.

Proč závod ve Slavkově u Brna vznikl a něco z historie:

Jilemnice v roce 1972 začala s řádněním párkových střívek na strojích vlastní konstrukce, později svou konstrukci linky na párková střeva rozšířili i na salámové průměry. Řádněná párková střívka obdržela na mezinárodním veletrhu v Brně Zlatou Salimu, několik firem po tomto mezinárodním veletrhu v Brně projevilo zájem o kapitálový vstup do Cutisinu.

V roce 1991 se stala firma Cutisin akciovou společností, téhož roku se pak ve výběrovém řízení stala členem mezinárodní firmy Teepak.

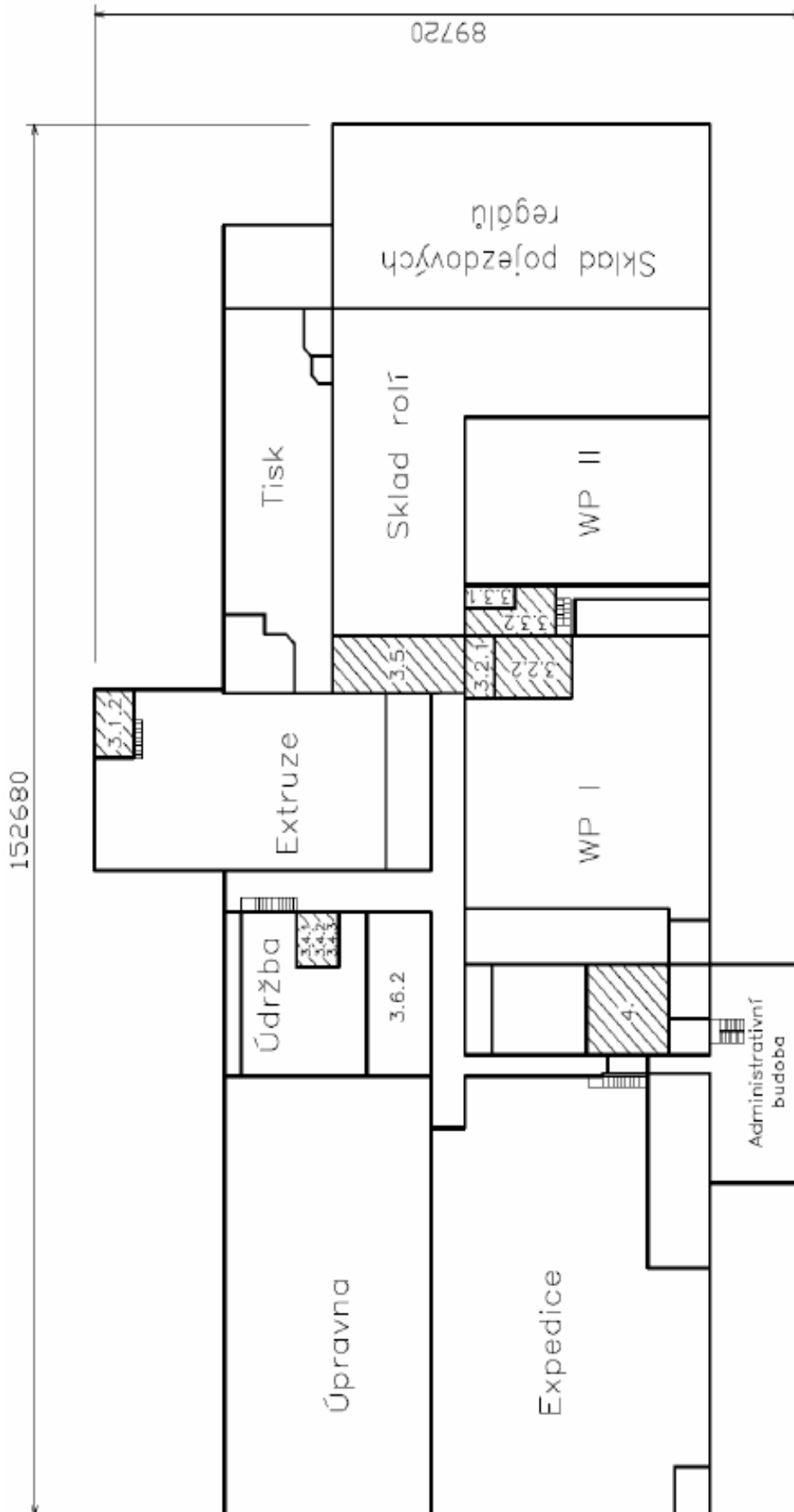
Roku 1993 byla zahájena výstavba nového úpravářského závodu ve Slavkově u Brna, již v následujícím roce byla stavba dokončena a závod byl uveden do plnohodnotného provozu v květnu 1994.

Co patří mezi úpravářské práce salámových střev? Jedná se o potisk, vazbu, řezání, klipsování, řádnění a speciální úpravu RTU.



Obr. 2-1 Letecký snímek závodu Cutisin ve Slavkově u Brna

3. VYTÁPĚNÍ A VÝMĚNA VZDUCHU JEDNOTLIVÝCH PROSTORŮ ZÁVODU CUTISIN



LEGENDA STROJOVEN VZT JEDNOTEK A KOTELN

- | | | | |
|-------|--|-------|--|
| 3.1.2 | STROJOVNA VZT EXTRUZE | 3.4.2 | STROJOVNA VZT SKLADU MTZ, DÍLNY ÚDRŽBY, ELEKTRO ÚDRŽBY |
| 3.2.1 | LOKÁLNÍ KOTELNA PRO VZT WP I | 3.4.3 | STROJOVNA VZT ŠATEN |
| 3.2.2 | STROJOVNA VZT WP I | 3.5 | STROJOVNA VZT TISK |
| 3.3.1 | LOKÁLNÍ KOTELNA PRO VZT WP II | 3.6.2 | STROJOVNA VZT ÚPRAVNA |
| 3.3.2 | STROJOVNA VZT WP II | 4. | CENTRÁLNÍ KOTELNA |
| 3.4.1 | LOKÁLNÍ KOTELNA PRO VZT SKLADU MTZ, DÍLNY ÚDRŽBY, ELEKTRO ÚDRŽBY A VZT ŠATEN | | |

Složité výrobní procesy a úprava střev sebou nesou přísné pracovní podmínky kladené nejen na čistotu okolí, ale také na výměnu vzduchu, určité procento vlhkosti a stálou teplotu.

V následujících kapitolách jsou jednotlivě popsány způsoby vytápění prostorů závodu a popis zařízení, které se stará o dodávku tepla.

Základním principem vytápění a výměny vzduchu ve výrobních i sociálních prostorách závodu Cutisin ve Slavkově je ventilace prostřednictvím VZT jednotek napojených na lokální kotelny. Prostory skladů a expedice jsou vytápěny pomocí stropních zářičů s výjimkou skladu s pojezdovými regály. Zde jsou prostory vytápěny „zespodu nahoru“ prostřednictvím podlahového vytápění elektrickými topnými kabely.

Speciálními prostory, kde se z technologických důvodů musí vedle vytápění a výměny vzduchu i vlhčit, tedy prostor klimatizovat. Jsou to dílny řásnění WP I a WP II. Přídavné zařízení na vlhčení vzduchu je napojeno na VZT rozvody a je integrovanou součástí VZT jednotek.

Využívanými principy předávání tepla do prostorů podle jednotlivých VZT je klimatizace vnitřního vzduchu, předávání tepla pomocí rekuperace, přímý ohřev přiváděného vzduchu.

Zdrojem tepelné energie jsou u většiny VZT jednotek kotelny se stacionárními či nástěnnými kotly na zemní plyn. Rovněž sálavá topidla fungují na principu ohřevu spalováním zemního plynu. I v případě přímého ohřevu u VZT Tisk je topným médiem zemní plyn.

3.1 Vytápění a výměna vzduchu dílny Extruze

Extruze je dílna, ve které jsou nainstalovány linky pro výrobu plastových střev. Tato technologie vyžaduje složité tepelné zpracování vstupního materiálu – granulátu, především ohřevem a tím dochází k velkým tepelným ziskům v prostoru dílny. V letním období je třeba počítat i s prostupem tepla sluneční radiací okny a světlíky.

Tepelné zisky tím dosahují vysokých hodnot, které je třeba především v letním období odvádět a prostor dílny dochlazovat. Získané teplo z vnitřních a vnějších zdrojů tepla je natolik velké, že vytápění dílny Extruze není nutné z větší části roku a užívá se jen v zimních obdobích při větších mrazech.

Tepelné zisky:

Tepelné zisky od vnitřních a vnějších zdrojů tepla	490,5 kW
Zdroje chladu z technologického chlazení	- 126 kW
Celkové tepelné zisky pro letní dochlazování	364,5 kW

Odvod tepla:

- Odvod tepla větráním (v zimních měsících) – využívání chladného venkovního vzduchu
- Odvod tepla ochlazováním (v letních měsících) – nutno využívat výrobu chladu vnějšími chladícími jednotkami s přímým výparníkem – Carrier.

3.1.1 Vytápění dílny Extruze

Pro vzduchotechnické zařízení je přivedena samostatná teplovodní přípojka z centrální kotelny (viz. kapitola 4) Teplovodní potrubí je napojeno v kotelně na teplovodní rozdělovač (sběrač). Nucený oběh topné vody o teplotním spádu 80/60°C zajišťuje teplovodní oběhové čerpadlo Grundfos UPS 40-60F. Teplovodní čerpadlo je umístěno na výstupním teplovodním potrubí spolu s filtrem a uzavíracími armaturami. Na zpětné straně je ruční regulační ventil a uzavírací armatura. Dále je potrubí opatřeno měřicími a vypouštěcími armaturami. V dílně Extruze je situována strojovna VZT, ve které jsou dvě vzduchotechnické jednotky. Součástí obou jednotek jsou dva ohřívací díly se samostatným připojením přívodu topné vody. Teplovodní přípojka je zde rozvětvena na dva samostatné uzavíratelné okruhy. Na každém přívodním potrubí je umístěn trojcestný směšovací ventil, který reguluje teplotu topné vody v závislosti na teplotě ohřátého vzduchu. Sekundární okruh za trojcestným ventilem je opatřen oběhovým čerpadlem Grundfos UPS 32-60F. K vyregulování sekundárního okruhu je do potrubí vložen závitový regulační kohout. Před trojcestným ventilem je umístěn přepouštěcí ventil, který přepouští topnou vodu v případě uzavření topného média do ohříváče vzduchu. Potrubí teplovodní přípojky je opatřeno tepelnou izolací.

3.1.2 Popis řešení výměny vzduchu na dílně Extruze

Vzduchotechnické zařízení na dílně Extruze (obrázek 3-2) řeší větrání a odvod přebytečného tepla od technologického zařízení a vytvoření mikroklimatu pro stálou obsluhu extruzního zařízení. Dále řeší havarijní odsávání při situacích, kdy dojde k vývinu kouře vlivem přepálení výrobku na extruzní lince. Zajišťuje šesti až dvanáctinásobnou výměnu vzduchu v celém prostoru dílny a min. 20% přívodu čerstvého vzduchu v zimním období. V letním období jak dochlazování přiváděného vzduchu pomocí přímých výparníků osazených ve dvou VZT jednotkách, propojených se dvěma venkovními kondenzačními jednotkami.

V dílně Extruze je v horní části situována strojovna vzduchotechnického zařízení, ve které jsou umístěny přívodní i odvodní VZT jednotky pro celkové větrání dílny extruze plastů. Ve vymezených koridorech v dílně mezi výrobními linkami a manipulačními cestami jsou navrženy přívodní textilní vyústky, které tvoří přívodem upraveného vzduchu oblast mikroklimatu pro obsluhující personál. Teplý vzduch stoupající od technologického zařízení je odsáván v horní části haly. Jako stálé havarijní větrání je navrženo centrální odsávání z osmi určených míst, kde může docházet k vzniku kouře. Odsávací ventilátory jsou umístěny na stropě laboratoře, odvod znehodnoceného vzduchu je situován nad střechu dílny. Přívod upraveného vzduchu do dílny Extruze plastů je zajištěn dvěma VZT jednotkami umístěnými nad sebou, které přiváděný vzduch dvoustupňově filtrují a v létě dochlazují. Součástí jednotek je směšovací komora, osazená klapkami pro regulaci servopohonem. Chladicí díly jsou řešeny jako jednookruhové přímé výparníky. Pro možnost dotápění v zimním období např. při odstávce provozu, jsou součástí jednotek ohřívací díly na topnou vodu. Sání venkovního vzduchu je situováno do jižní stěny přístavby a je osazeno žaluziemi. Na výstupu ze strojovny VZT je potrubí osazeno buňkovými tlumiči hluku. Regulace teploty přiváděného vzduchu spočívá v uzavírání a otevírání klapek ovládaných servopohonem. Distribučními elementy jsou textilní vyústky, zavěšené na lankách podél výrobních linek. Snadná demontáž a montáž umožní běžnou údržbu praním. Kondenzační a výparníkové chladicí jednotky jsou propojeny měděným potrubím a kabelem pro ovládání a regulaci. Vlastní ovládání přívodních VZT jednotek zajistí systém M+R z rozvaděče umístěného ve strojovně VZT. Odvod kondenzátu z chladicího dílů jednotek je sveden do podlahové guly.

Pro odvod vzduchu z dílny extruze plastů jsou nainstalovány dva ventilátorové díly s možností přepouštění vzduchu do sání přívodních jednotek nebo výfukem přímo ven. Odvádí se 80% z celkového přívodu vzduchu, dalších 20% se odvádí havarijním větráním.

Odvodní jednotky jsou opět umístěny nad sebou a propojeny VZT potrubím. VZT potrubí je středem dílny vedeno částečně pod střechou objektu (obrázek 3-1), aby odvádělo nejteplejší vzduch v létě ven a v zimě aby byl využíván k dohřátí venkovního vzduchu. Na výstupu ze strojovny VZT je potrubí osazeno buňkovými tlumiči hluku. Jednotky jsou opět ovládány z rozvaděče M+R.

Havarijním větráním dílny extruze plastů je myšleno větrání od určených osmi míst na výrobních linkách, kde dochází k výskytu kouřů. Toto větrání je řešeno pomocí flexibilních samonosných hadic, zakončených sací hubicí s klapkou u každého odsávaného místa. Hadice jsou napojeny na potrubí, které je vedeno dílnou a připojeno k sání dvou ventilátorových komor. Samonosné hadice jsou při běžném provozu zavěšeny nad linkou a v případě potřeby se jen stáhnou k příslušnému místu výskytu kouře. Ventilátorové komory jsou umístěny na stropě laboratoře na rámu. Výdech znehodnoceného vzduchu je zaústěn do stávající VZT potrubní trasy, která je zakončena nad střechou objektu.



Obr. 3-1 Pohled na rozvody VZT po dílně Extruze



Obr. 3-2 VZT dílny Extruze

3.2 Vytápění a výměna vzduchu dílny řásnění Wieniepak I (WP I)

3.2.1 Řešení vytápění dílny řásnění Wieniepak I (WP I)

Vytápění prostoru WP I je umožněno ohřevem přiváděného vzduchu. Zdrojem ohřevu vzduchu je lokální teplovodní kotelna (obrázek 3-3). Ohřívání vzduchu je řešeno pro vzduchotechnické zařízení tří pozic a to VZT 1, VZT 2 a VZT 3.

VZT 1 – klimatizace dílny řásnění, VZT 2 – větrání dílny údržby a kanceláře, VZT 3 – větrání kanceláře mistrů.

Jako zdroj vytápění slouží ekvitermně regulovaná topná voda o teplotním spádu 80/60°C s možností zvýšení v případě pozice VZT 2 na 90/70°C.

Pozice VZT 1, VZT 3 řeší přívod temperovaného vzduchu do prostorů WP I. Zdrojem ohřevu vzduchu je tedy lokální teplovodní kotelna na zemní plyn. Kotelna je osazena kaskádou 6-ti kotlů spojených do společného přívodu. Na rozdělovači jsou separovány 2 samostatně regulované topné skupiny, které jsou ekvitermně osazeny třicestným směšovačem a samostatným čerpadlem.

Směšováním přívodní a zpětné vody je regulována její teplota vstupující do výměníku vzduchotechniky. Jako hlavní parametr je stanovena teplota vzduchu snímaná čidlem na jeho výstupu z výměníku a klima jednotky. Poloha čidla je umístěna v dostatečné vzdálenosti s ustáleným prouděním vzduchu ve VZT potrubí.

Jednotlivé topné skupiny jsou řízeny dle požadované teploty topné skupiny. Samostatně je řízeno vytápění vzduchotechnického zařízení pozice VZT 2. Zdrojem pro toto vzduchotechnické zařízení je centrální kotelna na zemní plyn. V centrální kotelně je napojen přívod a vrat topné vody na rozdělovač, respektive sběrač. Napojení je provedeno z důvodu kapacitní rezervy této kotelny a mnohem kratší potrubní trasy pro topnou vodu.



Obr. 3-3 Kaskádově zapojené kotle pro dílnu řásnění WP I

Tepelně technické parametry vzduchotechnického zařízení:Pozice VZT1 - ohřívač vzduchu $Q_t = 137 \text{ kW}$ Pozice VZT3 $Q_t = 4,3 \text{ kW}$

$$Q_{\text{celk}} = 141,3 \text{ kW}$$

- zdrojem vytápění je kotelna osazena kaskádou 6-ti kotlů

Pozice VZT2 $Q_t = 40 \text{ kW}$ - zdrojem vytápění je centrální kotelna na zemní plyn (*kapitola 4*)**3.2.2 Řešení vzduchotechnického zařízení Wienepak I (WP I)**

Vzduchotechnické zařízení (obrázek 3-4) je umístěno nad klimatizovaným prostorem dílny řásnění WP. Zde je vytvořena strojovna VZT oddělená od okolí stavební konstrukcí a podhledem. Požadované parametry pro dílnu řásnění WP I zajišťuje VZT jednotka, která se skládá ze směšovací komory, dvou filtračních komor, ohřívací, chladicí komory a ventilátorové komory. 90% vzduchu je nasáváno z klimatizovaného prostoru a 10% vzduchu je přisáváno zvenku. Vzduch je v jednotce tepelně upravován. Z důvodu přísných technologických požadavků na výrobu se musí do dílny přivádět vzduch s určitou vlhkostí. Speciální jednotka vlhčení (obrázek 3-5) je řešena beztlakým vývinem páry na bázi elektrod se zabudovaným SC systémem pro automatické odstraňování vodního kamene z varného válce a s plynulou regulací. Jedná se o sestavu tří elektrodových parních zvlhčovačů Nordmann AT 300. Vlhčení vzduchu je prováděno ve VZT potrubí za klimajednotkou pomocí parních trubíc.

Rozvod VZT potrubí je rozvržen tak, aby byla zajištěna možnost čištění především přívodní části potrubí. V potrubní trase jsou osazena revizní dvířka pro snadný přístup do potrubí. Přívodní potrubí je osazeno vyústkami s regulací pro centrální přívod upraveného vzduchu. Odsávací potrubí je osazeno odlučovači tuku, které lze snadno vyjmout a umýt v saponátu. Venkovní vzduch je nasáván nad stěchou objektu VZT potrubím osazeným protidešťovou žaluzií.

Větrání a chlazení v dílně údržby a přilehlé kanceláři je navrženo jako mírně přetlakové. Do dílny je upravený vzduch distribuován pomocí textilní výusti. Výhodou textilních výustí je homogenní proudění, filtrace a snadná údržba. Část upraveného vzduchu je přiváděna do kanceláře související s údržbou, rozvod je z podstropních anemostatů.

Odvod vzduchu: přetlakem VZT potrubím do venkovního prostoru. Poměr přiváděného a cirkulačního vzduchu především v zimním období lze řídit automatickým nastavením klapek.

Přívod chladicí kapaliny (vody) je zajištěn ze stávajícího zdroje. Teplotní spád chladicí kapaliny 9/12°C.

Výchozí podklady a údaje:

Při projektu VZT na dílně WP I se muselo dbát hygienických předpisů a specifických technologických požadavků na výrobu (řásnění střívek).

Při výpočtu se vycházelo z následujících údajů:

Min. venkovní teplota (výpočtová).....- 12 °C

Min. vnitřní teplota v zimě - dílna, kancelář.....+ 20 °C až 22 °C

Maximální venkovní teplota (výpočtová).....+ 32 °C

Klimatizovaná dílna řásnění WP I

teplota	+ 26 °C ± 1 °C
vlhkost.....	58 % ± 3 %
množství přivedeného vzduchu.....	36.000 m ³ .h ⁻¹
z toho množství cirkulovaného vzduchu.....	32.400 m ³ .h ⁻¹
množství čerstvého vzduchu 10%	3.600 m ³ .h ⁻¹
chladicí výkon – voda 9/12°C	78 kW
topný výkon – voda 80/60°C	137 kW
parní vlhčení.....	96 kg páry .h ⁻¹



Obr. 3-4 Strojovna VZT pro dílnu WP I



Obr. 3-5 Přídavné zařízení na vlhčení vzduchu, napojeno na VZT pro dílnu WP I

3.3 Vytápění a výměna vzduchu dílny řásnění Wieniepak II (WP II)

3.3.1 Řešení vytápění dílny řásnění Wieniepak II (WP II)

Zdrojem tepelné energie pro ohřev topné vody potřebné pro klimatizaci jsou tři závěsné plynové teplovodní kotle pro vytápění s nuceným odtahem spalin, TURBO – typ BA 15 – 29, o výkonu 0 – 30kW (obrázek 3-6). Jmenovitý výkon zdrojů tepelné energie je 90kW. Palivo zemní plyn, příkon pro jeden kotel 0,03 – 3,2 m³.h⁻¹.

Maximální příkon zemního plynu pro tři kotle je 9,6 m³/h⁻¹. Kotle jsou v provedení s otevřenou spalovací komorou, s nuceným odtahem spalin nad střechu haly a přívodem spalovacího vzduchu z prostoru v místnosti, v níž jsou umístěny.

Kotle obsahují tlakovou expanzní nádobu o objemu 12 l, přídatnou tlakovou expanzní nádobou o objemu 12 l, pojistný ventil, zabezpečovací armaturu, oběhové teplovodní čerpadlo.

Topným médiem je teplá voda o teplotním spádu 80/60°C. Rozvodné potrubí topné vody od kotlů je napojeno přes uzavírací armatury a filtry na hrdla ohřívače vzduchotechnické klimatizační jednotky, která je vybavena regulačním uzlem obsahujícím trojcestný směšovač s pohonem cirkulačního čerpadla a armatury.

Rozvodné potrubí je provedeno z ocelových trubek a je tepelně izolováno izolačními trubicemi. Regulace vytápění je součástí regulace vzduchotechnické jednotky a je řešena samostatně.

Požadavky na maximální příkon tepelné energie.....90kW
- průměrná roční.....622GJ

Spotřeba zemního plynu.....9,6 m³.h⁻¹.
- průměrná roční.....21 000 m³.rok⁻¹



Obr. 3-6 Závěsné plynové teplovodní kotle pro dílnu WP I

3.3.2 Řešení vzduchotechnického zařízení Wienepak II (WP II)

Vzduchotechnické zařízení na dílně WP II (obrázek 3-7) je řešeno vzhledem ke stejné technologii výroby obdobně jako na dílně WP I.

Popis vzduchotechnické jednotky (viz. kapitola 3.2.2).

Při výpočtech se vycházelo z těchto požadavků:

Klimatizovaná dílna řásnění

teplota	+ 26°C ± 1°C
vlhkost.....	58% ± 3%
množství přivedeného vzduchu.....	23.000 m ³ .h ⁻¹
z toho množství cirkulovaného vzduchu.....	20.700 m ³ .h ⁻¹
množství čerstvého vzduchu 10%	2.300 m ³ .h ⁻¹
chladicí výkon – voda 9/15°C	54 kW
topný výkon – voda 80/60°C	90 kW
parní vlhčení.....	64 kg páry.h ⁻¹



Obr. 3-7 Strojovna VZT pro dílnu WP II

3.4 Vytápění a výměna vzduchu skladu MTZ, dílny údržby, elektro údržby a šaten

3.4.1 Vytápění skladu MTZ, dílny údržby, elektro údržby a šaten

Zdrojem energie je lokální kotelna (obrázek 3-8), která zajišťuje tepelnou energii pro vytápění šaten, ohřev TUV a potřebu tepelné energie pro VZT.

V prostoru šaten je pro kotelnu vyhrazena samostatná místnost, kde jsou čtyři nástěnné zdroje tepelné energie umístěny. Jedná se o teplovodní plynové kotle "BERETA" IDRA TURBO EXCLUSIVE typ e.s.20 S s uzavřenou spalovací komorou s výkonu 9,3-23,3 kW, tudíž celkový výkon kotelny je 93,2 kW. Přívod zemního plynu pro jeden kotel 2,77 m³/h⁻¹, celkem 11,08 m³/hod. Kotel je v provedení s přívodem spalovacího vzduchu z venkovního prostředí a odtahem spalin nad střechu haly pomocí souosého kouřovodu. V místnosti jsou instalovány čtyři kotle. Topným médiem pro vytápění, větrání a ohřev TUV je teplá voda o teplotním spádu 80/60°C, s nuceným oběhem. Samostatná větev je řešena pro vytápění šaten, další větve jsou pro ohříváče VZT a větev pro ohřev TUV.

V okruhu vytápění a větrání jsou instalovány vždy třicestné směšovače MIX DN25 a teplovodní oběhová čerpadla.

Ohřev TUV je zajištěn ve čtyřech celonerezových zásobnících typ ATOMA 120 litrů (obrázek 3-9), doba ohřevu jednoho zásobníku je 18 minut.

Regulace topné vody pro VZT, ÚT a TUV je řešena samostatně.

Tepelná bilance:

Tepelné ztráty prostupem.....	23,2 kW
Potřeba tepelné energie na větrání dílen.....	26,0 kW
Potřeba tepelné energie na větrání šaten.....	40,0 kW
Potřeba tepelné energie na ohřev TUV.....	92,0 kW
Max.příkon zemního plynu.....	11,08 m ³ . h ⁻¹
Roční spotřeba zemního plynu.....	22000 m ³ .rok ⁻¹
Průměrná roční spotřeba tepla.....	652 GJ



Obr. 3-8 Umístění nástěnných kotlů pro sklad MTZ, dílny údržby, elektro údržby a šaten



Obr. 3-9 Celonerezové zásobníky na TUV



Obr. 3-10 Ukázka rozvodu lokální kotelny pro sklad MTZ, dílnu údržby, elektro údržby a šaten

3.4.2 Vzduchotechnické zařízení pro sklad MTZ, dílnu údržby a elektro údržby

Větrání těchto prostorů zajišťuje stavebnicová potrubní jednotka Remak (obrázek 3-11) v sestavě: filtr, deskový rekuperátor, ohřívač, ventilátor na přívodu a filtr, deskový rekuperátor, ventilátor na odvodu vzduchu. Teplo ve formě topné vody o teplotním spádu 80/60°C zajišťuje lokální kotelna čtyř nástěnných kotlů (viz. kapitola 3.4.1). Čerstvý vzduch je nasáván přes protidešťovou žaluzii potrubím a do prostoru je vyfukován pomocí vířivých

anemostatů. V kanceláři mistra, která je součástí dílny údržby, jsou jako distribuční elementy použity vyústky. Znehodnocený vzduch je nasáván pomocí vyústek potrubím a přes protidešťovou žaluzii vyfouknut do venkovního prostoru. Do nástavců pro vyústky jsou vloženy požární ucpávky. Potrubí je zavěšeno co nejtěsněji pod stropní konstrukcí z důvodu nutné podjezdové výšky pro vysokozdvižné vozíky (3m). Přívodní trasa je tepelně izolována od místa prostupu obvodovým pláštěm po ohříváč.

3.4.3 Vzduchotechnické zařízení pro šatny

Větrání šatny zajišťuje obdobná VZT jednotka jako pro sklad MTZ, dílnu údržby a elektro údržby (viz. kapitola 3.4.2). Jedná se o vzduchotechnickou jednotku v podstropní části lokální kotelny (obrázek 3-12). Tepelná energie je dodávána opět ze stejné lokální kotelny (viz. kapitola 3.4.1) Vzduch je nasáván i vyfukován nad střechou objektu přes protidešťovou žaluzii. Výfukové a nasávací kolo je natočeno na protichůdné strany. Jako distribuční elementy slouží jak na přívodu tak na odvodu anemostaty. Anemostaty jsou na potrubní trasu napojeny ohebnými hadicemi. Potrubí je vedeno v půdním prostoru. Část znehodnoceného vzduchu je odsávána přes sociální zázemí šatny pomocí talířových ventilů, které jsou na potrubní síť napojeny také pomocí ohebných hadic. Ve dveřích sprch, úklidu a toalet, které jsou součástí šaten, jsou vsazeny dveřní mřížky z důvodů stálé cirkulace vzduchu. Přívodní trasa je tepelně izolována od místa prostupu obvodovým pláštěm po ohříváč. Větrání mezistropu zajišťují dva axiální potrubní ventilátory s tlumiči hluku a požárními klapkami. Ventilátory jsou umístěny v prostoru šatny a pracují současně.



Obr. 3-11 VZT pro sklad MTZ, dílnu údržby a elektro údržby



Obr. 3-12 VZT pro prostor šaten umístěná v podstropní části kotelny

3.5 Řešení vzduchotechnického zařízení dílny tisku s přímou plynovou komorou pro ohřev vzduchu

Pro celkové větrání dílny tisku, výroby, lepení, archivu štočků a kanceláře mistrů je VZT zařízení, které zajišťuje výměnu vzduchu a ve výrobních prostorách mírný podtlak, v kanceláři naopak přetlak. K tomuto účelu slouží dvě jednotky s rekuperačními výměníky, s přímou plynovou komorou pro ohřev vzduchu a s chladičem na studenou vodu. Plynová komora je osazena plynovými hořáky Weishaupt (obrázek 3-13). Jednotky jsou umístěny ve strojovně VZT, která sousedí s větraným prostorem. Větrání přípravný a skladu barev je řešeno samostatně větracími jednotkami pro přívod i odvod vzduchu, umístěnými venku (ventilátorové komory).

3.5.1 Větrání dílny tisku

Během výroby došlo k jistým změnám, které vedly k inovaci vzduchotechnického zařízení. V důsledku přechodu na jiný typ barev (ředidlové), z hygienických důvodů (předcházení nemocem z povolání) a na základě protokolů o měření emisí na dílně tisku bylo rozhodnuto nahradit původní větrání dílny novým systémem se stoprocentní výměnou vzduchu v prostoru.

Nové řešení větrání zlepšilo pracovní prostředí a snížila se koncentrace ozonu (od technologie) v ovzduší, dále se upravily tepelné výkyvy v létě (vysoká teplota) a v zimě (nedostatečné vytápění) a také se zajistila dostatečná úhrada vzduchu odsávaného ventilátory přímo od technologie.

Pro větrání dílny jsou tedy navrženy dvě jednotky ROBATHERM (obrázek 3-14). Sání a výdech vzduchu jsou situovány nad střechem objektu. Obě VZT větve jsou tepelně izolované. Přívod vzduchu do dílny tisku je veden pod stropem. Potrubí je osazeno tlumičem hluku a v prostoru jsou rozvedeny odbočky dle dispozice do pracovních míst, kde je upravený vzduch distribuován pomocí nastavitelných velkoplošných anemostatů. Nastavení dle potřeby

je ruční pomocí lanka. Na přívodní větev jsou napojeny také odbočky pro přívod vzduchu do kanceláře, výroby a lepení štočků, a to pomocí anemostatů zavěšených v těchto prostorech.

Sací potrubí je vedeno pod střechou objektu, v prostoru před strojovnou VZT je osazeno tlumičem hluku, odsávání od strojů je zaústěno do sběrného potrubí. V potrubních trasách jsou nainstalovány regulační klapky, které umožní doregulovat odsávané množství dle potřeby.

3.5.2 Rozpis současných tepelných zisků a ztrát s porovnáním původního stavu zařízení

Původní stav:

Tepelné zisky: 182,57 kW	součinnost cca 60%	109,5 kW
Tepelné ztráty:		- 274,2 kW
V původním stavu muselo topení uhradit		- 164,7 kW

Současný stav:

Tepelné zisky: 182,57 kW	součinnost cca 60%	109,5 kW
Tepelné ztráty:		- 291,1 kW
V současném stavu musí topení uhradit		- 181,6 kW

V obou případech se uváděly tepelné ztráty budovy 39,1 kW, ale největší nárůst tepelných ztrát na dílně tisku způsobuje vlastní vzduchotechnické zařízení. Proto je v současném řešení využita rekuperace tepla s dohřevem, která zajišťuje malý nárůst ztrát oproti původní VZT. Původní vzduchotechnické zařízení zajišťovalo 3,5 násobnou výměnu vzduchu při tepelných ztrátách 235 kW. V současné době fungující VZT zajišťuje 12-ti násobnou výměnu vzduchu při tepelných ztrátách 252 kW, které si hradí. Z rozpisu tepelných zisků a ztrát je zřejmé, že VZT si musí uhradit 181,6 kW. Ohřivače mají maximální výkon 280 kW. Znamená to, že pracují s poměrně velkou kapacitní rezervou i pro krátkodobé extrémní zimní podmínky.



Obr. 3-13 Plynová komora osazená plynovými hořáky Weishaupt



Obr. 3-14 Strojovna VZT - zařízení s přímým ohřevem vzduchu pro dílnu Tisku

3.6 Vytápění a výměna vzduch dílny Úpravny

3.6.1 Vytápění dílny Úpravny

Veškeré teplo do dílny Úpravny je dodáváno z centrální kotelny (viz. kapitola 4), za spolupráce VZT jednotky.

3.6.2 Výměna vzduchu dílny Úpravny

Pro zajištění vnitřního prostředí je zde navržen nízkotlaký větrací systém s tryskovým přívodem vzduchu. Větrací systém je řešen pro možnou budoucí klimatizaci prostoru. Provoz VZT je plně automatický , řízený systémem M+R.

Pro přívod vzduchu slouží dvě větrací jednotky KDK - 160 (obrázek 3-16), které jsou umístěny ve strojovně vzduchotechniky. Přívodní potrubí je vedeno nad podhledem vytápěné a větrané místnosti. Na něho jsou napojeny panely s dvanácti tryskami, které jsou umístěny těsně pod stropem. Jimi je vytvářen podstropní proud vzduchu, který klesá u protější obvodové stěny a následně promývá oblast pracovní zóny, když se takto vrací k podélné vnitřní stěně.

Odvod vzduchu je zajištěn dvěma odváděcími větracími jednotkami (obrázek 3-15), které jsou spolu s přívodními větracími jednotkami umístěny ve strojovně vzduchotechniky. Odváděcí potrubí je vedeno podél vnitřní stěny místnosti a výškově je situováno pod přívodními tryskovými panely. Toto potrubí je opatřeno odsávacími mřížkami.

Větrací jednotky jsou také vybaveny vodním chlazením pro základní úpravu vzduchu.



Obr. 3-15 Klimatizační komory odvodní větve VZT jednotky pro dílnu Úpravny

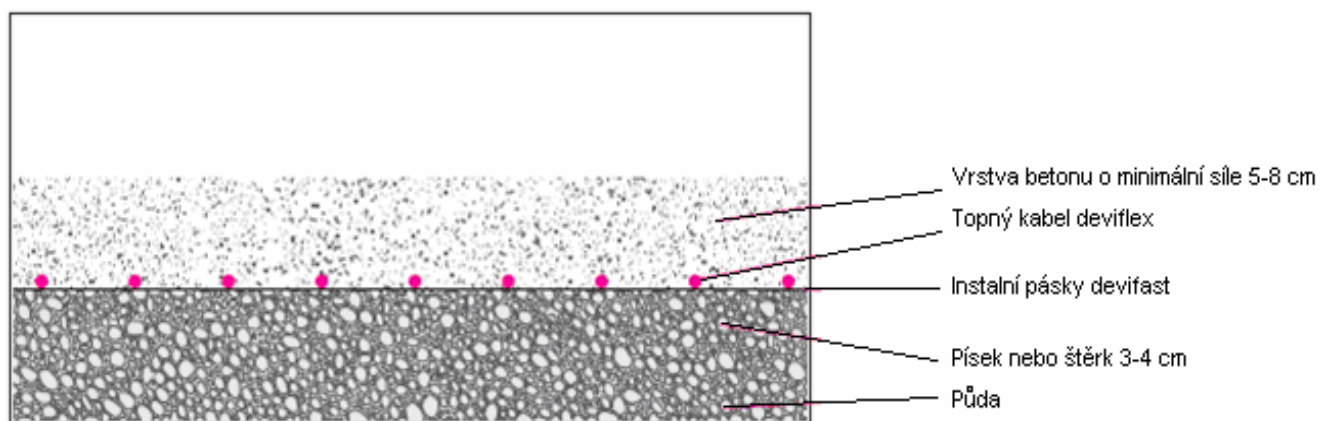


Obr. 3-16 Klimatizované komory přívodní větve VZT jednotky s výměníkem pro dílnu Úpravny

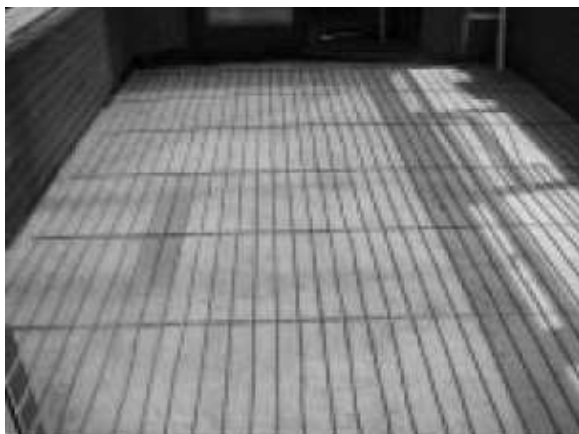
3.7 Řešení vytápění skladu s pojezdovými regály

Vytápění ve skladu (haly) s pojezdovými regály je řešeno elektrickými odporovými topnými kabely dánské firmy DE-VI. Jedná se o jednožilové topné kabely s opletením, typu DEVIFLEX DSIG – 20 (20 W/m, 220 V). Tyto topné kabely jsou zabetonovány v podlaže do jednotlivých dilatačních celků (obrázek 3-17, 3-18). Studené konce těchto topných kabelů jsou připojeny do jednotlivých připojovacích krabic (obrázek 3-19) a při přechodu přes dilatační spáry musí být ochráněny PVC trubkou. V hale jsou umístěna dvě čidla prostorové teploty ve výšce 1,7 m. První čidlo (BT1) prostorové teploty je umístěno na sloupu severní stěny a druhé čidlo (BT2) prostorové teploty je umístěno na sloupu jižní stěny. Tato čidla jsou napojena na samostatné regulátory. Každý regulátor tedy ovládá topení jedné poloviny haly.

Pro regulaci prostorové teploty jsou použity dva regulátory DEVIREG 330 s rozsahem teplot $+5 - +45$ °C (NF1 a NF2). Každý regulátor má připojeno jedno čidlo prostorové teploty, kterou snímá prostorovou teplotu v dané polovině haly. Při poklesu prostorové teploty pod nastavenou hodnotu, tento regulátor sepne svým kontaktem ovládací obvod topení pro danou polovinu haly. Pro snížení proudového nárazu jsou jednotlivé vývody spínány postupně přes časová relátka po 10 s. Noční pokles o cca 5°C oproti nastaveným hodnotám na regulátorech je zabezpečen spínacími hodinami. Teplota se automaticky udržuje o cca 5°C nižší než je nastavena na jednotlivých regulátorech.



Obr. 3-17 Popis uložení jednožilového topného kabelu do betonu



Obr 3-18 Náhled na rozmístěný jednožilový kabel po podlaže



Obr 3-19 Svedení topných kabelů do připojovacích krabic

3.8 Řešení vytápění skladu rolí a expedice

Jako zdroj tepelné energie prostorů skladu rolí a expedice slouží stropní zářiče SPACE RAY typ RSTP13 (obrázek 3-120). Plynová sálavá topidla sestávají ze dvou sálavých trubic s reflektory, atmosférického hořáku s nuceným přívodem vzduchu a ovládací skříně. Tepelný výkon jednoho topidla je 33,5 kW.

Topidla v celkovém počtu 12 kusů jsou osazena v prostorách skladu expedice a skladu rolí. Všechna topidla jsou umístěna ve výši 6,4 m. Zářiče instalované nad regálovými uličkami jsou osazeny přesně nad střed uličky tak, aby byla zajištěna požadovaná minimální vzdálenost od uskladněných materiálů. U některých topidel byly na zákryty bočních odrazových plechů zavěšeny přídatné plechy, aby byl usměrněn úhel sálání na cca 60°. Odtah spalin je situován nad střechu haly plechovými komíny. Uchycení sálavých topidel je vyřešeno ocelovými lankami. Napojení plynu je vedeno ohebnou pancéřovou hadicí. Ovládání a chod jednotlivých zářičů zajišťují termostaty, které jsou osazeny ve výši 1,5m. Prostor okolo termostatů nesmí být zaskládán zbožím, aby k nim byl zabezpečen volný přístup vzduchu.

Provoz sálavých zářičů je prověřován alespoň jednou ročně servisní kontrolou funkčnosti zařízení, případně spojen s vyčištěním a seřízením zařízení.



Obr. 3-20 Plynové sálavé topidlo (podstropní zářič) SPACE RAY

4. CENTRÁLNÍ KOTELNA

4.1 Stávající stav centrální kotelny

Centrální kotelna je zdrojem tepla pro teplovodní vytápění objektu a pro strojovny VZT. Jedná se o teplovodní kotelnu s kotli spalujícími zemní plyn. Kotelna je situovaná v samostatné místnosti na podlaží prvního patra objektu. Jedná se o kotelnu II. kategorie. V kotelně jsou instalovány čtyři kotle typu HOTERM 120 ES, výrobce Hotechnikai es gépipari KFT, rok výroby 1993, tlak zemního plynu 2 kPa o jmenovitém tepelném výkonu jednoho kotle 135 kW. Celkový výkon kotelny tedy činí 540 kW. Při poruše jednoho kotle je k dispozici 405 kW, což je více než normou požadovaných 75%. Norma požaduje při poruše záložní zdroj s náhradou 60% potřebného výkonu.

Kotle jsou zhotoveny z ocelového plechu s nosným pozinkovaným opláštěním. Ovládání kotlů provádí automatika, na niž navazuje systém postupného najíždění kotlů, který zajišťuje systém M+R. Kotle jsou vybaveny ionizační pojistkou plamene, omezovačem teploty, kotlovým termostatem a kotlovým teploměrem měřící teplotu vody v kotli. Spaliny od atmosférického plynového hořáku jsou odvedeny kouřovodem z pozinkovaného plechu společným pro dva kotle do dvou samostatných vyvložkovaných ocelových komínů.

Teplovodní systém je zabezpečen tlakovými expanzními nádobami EXPANZOMAT o objemu 4x 200 l s membránou a přepážkou oddělující vodní a plynový prostor nádoby, které umožňují použít zabezpečení kotelny II. kategorie pro zdroje nad 500 kW. Zabezpečovací zařízení je navrženo pro možné rozšíření kotelny o další kotel s výkonem 135 kW.

Každý kotel je zabezpečen jedním pojistným ventilem. Kotlový okruh je vybaven třícestným směšovačem a čerpadlem zabezpečujícím kotle proti nízkoteplotní korozi při teplotách zpětné vody do kotlů pod 65°C.

Kromě toho, že bezpečný provoz kotelny je zajištěn blokádami kotlů (ionizační elektroda, minimální tlak plynu do hořáku, termostaty maximální a havarijní teploty vody z kotle), je také jištěn manostatem minimálního tlaku vody v systému, čidlem pro zaplavení kotelny, prostorovým čidlem teploty ovzduší, čidly detekce úniku plynu, čidlem detekce CO v prostoru kotelny a STOP tlačítka u únikových východů kotelny. Kotelna má občasnou obsluhu 1x za 8 hodin.



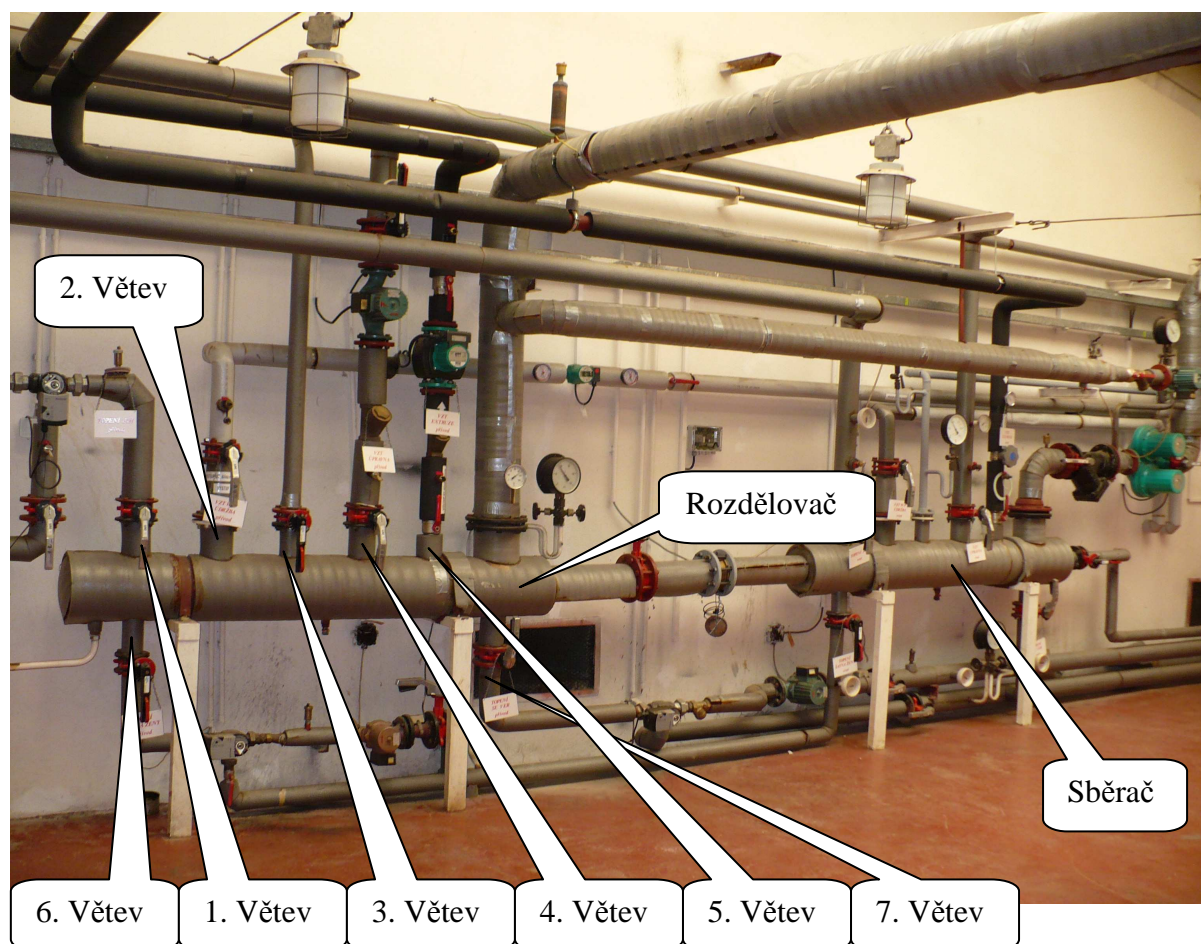
Obr. 4-1 Centrální kotelna s čtyřmi plynovými kotly HOTERM 120 ES



Obr. 4-2 Pohled na zadní část Centrální kotelny se čtyřmi plynovými kotly HOTERM 120 ES

4.1.1 Bilance potřeby tepla centrální kotelny

Teplododně vytápěné prostory a strojovny vzduchotechniky, kterým je přiváděno teplo z centrální kotelny, je rozděleno do 7 větví pomocí rozdělovače:



Popis jednotlivých větví s hodinovou potřebou tepla:

1. Větev – VZT Extruze.....	172 kW
2. Větev – VZT Úpravna.....	97 kW
3. Větev – Topení radiátory (I. patro Administrativní budovy...)	23 kW
4. Větev – Topení údržba WP.....	40 kW
5. Větev – Topení sever (přízemí Administrativní budovy, Cutisin přízemí...)	99 kW
6. Větev – Topení jih (záložní registry na dílnách, kanceláře mistrů...)	112 kW
7. Větev – Topení radiátory (šatny žen, chodba).....	48 kW

Celkem.....591 kW

Kontrola výkonů zdroje a potřeby tepla

Celkový výkon kotelny (zdroj).....	540 kW
Celkový součet všech větví (potřeba).....	591 kW

Rozdíl.....- 51 kW

Celkový výkon kotelny je menší než výpočetní (jmenovitá) potřeba tepla. Jedná se však o 100% odběr tepelné energie ze všech větví.

4.2 Návrh řešení centrální kotelny

Vedení technického úseku závodu Cutisin Slavkov vzneslo požadavek na obnovu centrální kotelny z důvodu překročení hranice životnosti stávajících kotlů a stoupajících finančních nákladů na jejich údržbu. Požadavky na obnovu kotelny znějí takto:

- Co nejnižší náklady na *inovaci*
- Levný a dlouhodobý provoz
- Dosažení menší spotřeby paliva
- Palivo neměnit, zůstat na zemním plynu

Pod pojmem *inovace* se rozumí náhrada stávajících kotlů za nové s celkovým součtem cca 540 kW. Rozvody, jejich dimenze a uspořádání zůstanou nezměněné ve stávající konfiguraci.

4.2.1 Varianty možných řešení vytápění, vyhodnocení a doporučení k praktické realizaci

Pro přehled možných vytápění vzhledem k požadavkům technického úseku Cutisin je v této kapitole popsán popis a funkčnost zařízení, souhrn výhod, nevýhod a zhodnocení možných uvedených kotlů či jednotek uvažovaných jako náhrada za stávající kotle centrální kotelny a to:

1. Teplovodní kotel
2. Kondenzační kotel
3. Kogenerační jednotka
4. Kotel na biomasu

4.2.1.1 Teplovodní kotel

Popis a funkčnost zařízení

Hlavním zdrojem tepla v otopné soustavě vytápěné plynem je plynový kotel, který ohřívá vodu pro její rozvod do topných těles. Kotle se vyrábí v několika výkonových řadách, podle konstrukce mohou být klasické, nízkoteplotní, kondenzační, s otevřeným nebo uzavřeným způsobem spalování; stacionární či závěsné. Plynové kotle jsou zpravidla dodávány v provedení jak pro běžný zemní plyn, tak pro kapalný propan-butan nebo propan. Stačí, pokud servisní technik provede úpravu hořáku. Provoz a regulaci plynového kotle zajišťuje elektronická řídicí jednotka. Kromě vytápění však od kotle očekáváme i přípravu teplé užitkové vody, což je řešeno ohřevem vody průtokem - kdy je voda ohřívána v průtokovém výměníku a hned spotřebovávána uživatelem nebo nepřímým ohřevem v zásobníku, jehož výhodou je trvalá zásoba teplé vody. Nespornou výhodou je plynulá regulace podle okamžité potřeby.

Standardní plynový kotel je určen pro teplovodní soustavu, kde vstupní teplota vratné vody do kotle nesmí klesnout pod 60 °C. Průměrná účinnost je zhruba 91 %.

Moderní plynové kotle jsou opatřeny bezpečnostními čidly a tepelnými pojistkami, které zajistí jejich odstavení z provozu a přívodu paliva, pokud dojde k jakékoli poruše. Tyto topné systémy jsou čisté, pracují prakticky bez obsluhy a velice spolehlivě. Jsou pravidelné revize a čištění kotle, seřizování hořáků a péče o komín či odvětrání.

Souhrn výhod, nevýhod

Výhody teplovodního kotle:

- + Palivo zemní plyn
- + Snadná výměna kotlů, pouze náhrada kotlů za kotle s obdobnými výkony
- + Čisté prostředí
- + Plynulá regulace podle okamžité potřeby
- + Příznivý vliv na životní prostředí
- + Snadná regulace a automatizace

Zhodnocení teplovodního kotle uvažovaného jako náhrada za stávající kotle centrální kotelny

Dle požadavků na inovaci centrální kotelny je náhrada za obdobné kotle s novější technologií ideálním řešením. Investiční náklady se budou jednoznačně pohybovat v nejnižších mezích oproti následujícím řešením, rozvody a jejich dimenze zůstanou stejné, zachování čistého prostředí zajistí stávající palivo (zemní plyn). Nové technologie sebou přinášejí kotle s vyšší účinností a tím zabezpečují požadavek na nižší spotřebu paliva. Široká škála kotlů různých firem přináší nemalý výběr při pořizování nových zařízení. Jako náhradu za plynové kotle stávajícího stavu bych navrhoval řešení s novými, teplovodními, stacionárními kotly.

4.2.1.2 Kondenzační kotel

Popis a funkčnost zařízení

Jedná se o ekologicky a energeticky úsporný kotel určený k vytápění a ohřevu teplé užitkové vody. Kondenzační kotel využívá v protikladu ke konvenčnímu kotli také velký díl tepelné energie, který jinak bez užitku unikne spolu se spalinami do ovzduší. Tímto způsobem lze dosáhnout účinnosti až 108 %.

Horké spaliny s vodní párou prochází speciálně upraveným tepelným výměníkem, ve kterém předávají za příslušných podmínek teplo otopné vodě a tím se spaliny a pára ochlazují. Aby došlo ke kondenzaci, musí být teplota zpětné otopné vody vracející se do speciálního výměníku kondenzačního kotle chladnější než je tzv. rosný bod vodních par obsažených ve spalínách, tzn. cca pod 55°C.

Při provozu plynového kondenzačního kotle v pracovním režimu teplot 80/60 °C dochází k minimální kondenzaci vodní páry a účinnost kotle se pohybuje okolo 98 %. Rozdíl účinnosti v porovnání s klasickým kotlem (92%) není v tomto případě zásadní. Jiná situace ovšem nastane při snížení teplot topného systému na např. 50/30 °C. Zde se v plné míře uplatní kondenzační režim kotle, dochází k výrazné kondenzaci vodní páry a tím ke zvýšení účinnosti kondenzačního kotle až např. na 109%.

Souhrn výhod, nevýhod

Výhody kondenzačního kotle:

- + Palivem zemní plyn
- + Vysoká účinnost

Nevýhody kondenzačního kotle:

- Složitě a drahé zařízení
- Vysoké požadavky na stavební úpravy komínů
- Nutný odvod kondenzátu
- Zásadní změna vytápěcí soustavy

Zhodnocení kondenzačního kotle uvažovaného jako náhrada za stávající kotle centrální kotelny

Vhodnost kondenzačního kotle vzhledem k požadavkům na obnovu centrální kotelny závodu Cutisin je kondenzační kotel značně nevhodný a to tohoto důvodů.

Důvodem je vysoká teplota topného systému kotelny. Kotelna dodává topnou vodu pro dvě vzduchotechnické jednotky s teplotním spádem 80/60°C, jedná se o dvě větve které celkem odebírají 271 kW což je přibližně 50% z celkového výkonu. Kotlový okruh je sice vybaven třicestným směšovačem a čerpadlem zabezpečujícím kotle proti nízkoteplotní korozi při teplotách zpětné vody do kotlů pod 65°C, což znamená že vratná voda je nižší než 65°C, ale aby kondenzační kotel dosahoval vysoké účinnosti až 108% musel by se teplotní spád pohybovat v nízkých teplotách topného systému a to 50/30 °C.

Tedy důvodem proti instalaci kondenzačního kotle do centrální kotelny je vysoká pořizovací cena za vysokou účinnost kotle, která by se zde nevyužila. Kotle by spolehlivě a dobře pracovaly avšak se stejnou účinností jako horkovodní kotle, které je možné pořídit za mnohem nižší cenu. Kondenzační kotle bych nedoporučoval.

4.2.1.3 Kogenerační jednotka

Popis a funkčnost zařízení

Pojem kogenerace znamená kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla. Oproti klasickým elektrárnám, ve kterých je teplo vzniklé při výrobě elektrické energie vypouštěno do okolí, využívá kogenerační jednotka teplo k vytápění a šetří tak palivo i finanční prostředky potřebné na jeho nákup.

V kogenerační jednotce vzniká elektrická energie stejným způsobem jako v jiných elektrárnách - roztočením elektrického generátoru, a to pomocí pístového spalovacího motoru.

Motory v kogeneračních jednotkách jsou standardně konstruovány na zemní plyn, mohou však spalovat i jiná kapalná či plynná paliva.

Teplo, které se ve spalovacím motoru uvolňuje, je prostřednictvím chlazení motoru, oleje a spalin efektivně využíváno a díky tomu se účinnost kogeneračních jednotek pohybuje v rozmezí 80 - 90 %.

Souhrn výhod, nevýhod

Výhody kogenerační jednotky:

- + Palivem je možný zemní plyn
- + Úspora paliva vlivem kogenerace
- + Úspora nákladů na nákup elektrické energie
- + Minimalizace nákladů na rozvod energie
- + Ekologický způsob výroby
- + Energie pro případ nouze
- + Výroba chladu

Nevýhody kogenerační jednotky:

- Vysoké pořizovací náklady
- Technicky náročné zařízení
- Omezená životnost údržba, opravy

Zhodnocení kogenerační jednotky uvažované jako náhrada za stávající kotle centrální kotelny

Řešení kogenerační jednotky pro závod Cutisin by znamenalo vysoké pořizovací náklady a kontrolu zařízení v poměrně krátkých intervalech z důvodu omezené životnosti. Jedná se o motory automobilů, které vyžadují údržbu a případný servis při poruše stroje. Veškeré údržbové a servisní práce sebou nesou stále investice do zařízení.

V případě tohoto zařízení bych navrhol kogenerační jednotku od firmy Tedom typ Cento T300 SP na zemní plyn s elektrickým výkonem 300kW, tepelným výkonem 376kW. Spotřeba zemního plynu by činila přibližně 83m³/h. Jelikož výkon kogenerační jednotky je nižší než požadovaný na obnovu centrální kotelny tudíž by se musel nainstalovat tepelný akumulátor na topnou vodu, z které by se čerpalo v době, kdy by kogenerační jednotka nebyla provozu. V případě poruchy by musel být navržen záložní zdroj a to plynový kotel do výkonu 540kW. V nevyhovujícím případě by se jednalo kogenerační jednotku s vyšším výkonem. Pořizovací náklady by se pak podstatně zvýšily.

Kogenerační jednotku do závodu Cutisin bych vzhledem k jejím požadavkům nedoporučoval.

4.2.1.4 Kotel na biomasu

Co je to biomasa:

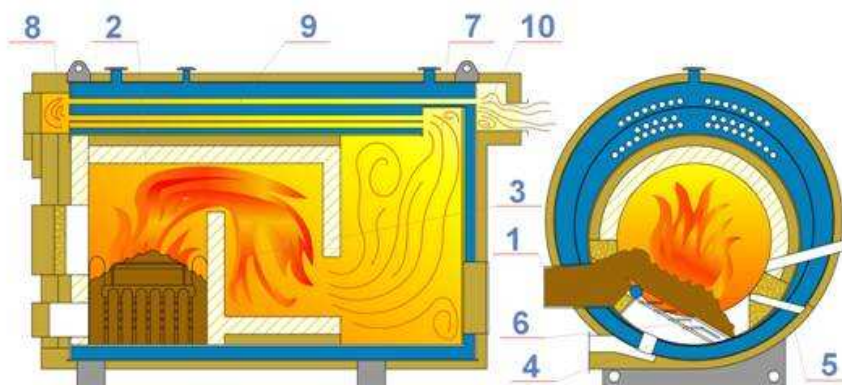
Z hlediska energetiky je možné pojem biomasa charakterizovat jako zdroj obnovitelné energie, vzniklý fotosyntézou a hmotu živočišného původu. Zahrnuje zejména dřevní hmotu a její odpad, slámu, stébelniny, traviny, exkrementy užitkových zvířat, energeticky využitelný organický odpad vznikající lidskou činností, plynné produkty z provozu čistíren odpadních vod a skládek.

Popis a funkčnost zařízení

Kotle na biomasu jsou dosti různorodá vzhledem k formě spalovaného paliva. Jestliže se uvažují tuhé látky je k dispozici široká škála kotlů. Jedná se především o kotle na pevná biopaliva, kotle na balíkovou slámu a kotle na štěpku a pelety.

Kotle se dělí na roštové, se spodním přívodem paliva, s hořáky, fluidní. Podle velikosti a výkonu se kotle také dělí na lokální a centrální zdroje tepla.

Jelikož pro nový návrh kotelný je třeba 540kW byl zvolen pro popis a funkčnost zařízení kotel na štěpku a pelety od firmy TTS eko s.r.o typ Ekovariant (obrázek 4.3).



Obr. 4-3 Kotel na štěpku a pelety

Hlavní části kotle:

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| 1. Vstup paliva | 6. Pevný vodou chlazený rošt |
| 2. Spalovací komora | 7. Obratová komora I. |
| 3. Dohořivací komora | 8. Obratová komora II. |
| 4. Primární vzduch | 9. Žárové trubky |
| 5. Sekundární vzduch | 10. Kolektor pro odvod spalin |

Popis kotle:

Kotel je samostatný celosvařovaný válcové konstrukce. Základem je kotlové těleso válcového tvaru na požadované médium a potřebný výkon v horizontálním třítahovém uspořádání. Zvětšený plamenec vytváří ideální podmínky pro vestavbu dostatečně prostorné spalovací komory včetně dohořivací zóny a použití vhodného roštu. Spalovací komora je opatřena vyzdívkou, která má tvar a velikost odovídající konkrétnímu druhu zadaného paliva a požadavku rozložení teplot ve spalovací komoře s ohledem na dokonalé spalování a nízké emise. Na konci spalovací komory je dohořivací zóna, kde dochází ke zchlazení popelovin a dohoření spalin před vstupem do konvekční části kotle. Na plamenec se spalovací komorou navazují dva svazky žárových trubek a kolektor pro odvod spalin. Plamenec a obě obratové komory jsou opatřeny dveřmi pro čištění, servis, údržbu a případné opravy

Tepelný výkon.....	0,4 ÷ 1,2 MW
Pracovní přetlak.....	0,3 ÷ 1,0 MPa
Účinnost při jmenovitém výkonu	85%
Vstupní teplota vody (min.)	70°C
Výstupní teplota vody (max.).....	110°C

Souhrn výhod, nevýhod

Výhody kotle na biomasu:

- + Možné dotace na realizaci
- + Obnovitelný zdroj paliva

Nevýhody kotle na biomasu:

- Tuhé palivo - Obsluha kotlů
 - Dodávka paliva
 - Skladování (krytá skládka)
- Vysoké investice
- Obsah popelovin v palivu

Zhodnocení kotle na biomasu uvažovaného jako náhrada stávajících kotlů centrální kotelny

Realizace kotelny na biomasu je v závodě naprosto nevhodná, vytápění tímto způsobem by pro závod Cutisin znamenalo vybudování nové kotelny s krytou skládkou pro palivo mimo prostor budovy, jelikož kotelna je umístěna v prostorách výroby a musí splňovat přísné hygienické předpisy na čistotu prostředí.

Náklady, vložené do vybudování kotelny na biomasu by se nevrátily za dobu její životnosti. Jediným možným ziskem financí by byla dotace na obnovitelné zdroje, která je vůči nákladům na inovaci minimální. Provoz takové kotelny vyžaduje obsluhu pro dodávku paliva, čištění kotle a odebrání popelovin. Palivo je nutno kupovat a skladovat na krytých skládkách.

Stávající stav centrální kotelny je osazen plynovými kotly, které s porovnáním návrhového řešení kotelny na biomasu nepotřebují téměř žádnou obsluhu.

4.3 Celkové zhodnocení návrhových řešení na obnovu centrální kotelny a závěrečné doporučení

4.3.1 Celkové zhodnocení návrhových řešení na obnovu centrální kotelny

V předchozí kapitole byly popsány čtyři různá řešení na inovaci centrální kotelny, a to za účelem náhrady stávajícího výkonu čtyř kotlů o výkonu cca 540kW. Mezi tato různá řešení patřily: 1. Teplovodní kotel, 2. Kondenzační kotel, 3. Kogenerační jednotka, 4. Kotel na biomasu. Tyto možné varianty řešení byly popsány a následně zhodnoceny vzhledem k možnostem a požadavkům technického úseku firmy Cutisin v závodě ve Slavkově u Brna.

Pro praktickou realizaci byly jako nevhodné vyhodnoceny 3 druhy vytápění, a to kondenzační kotel, kogenerační jednotka, kotel na biomasu. Jejich nevhodnost je především ve vysokých investičních nákladech, nutnosti velkých změn v závodě při praktické realizaci, v obsluze a náročnější údržbě celého zařízení a v jiných nevyhovujících hlediscích popsaných v jednotlivých kapitolách o zařízení (4.2.2.2, 4.2.2.3, 4.2.2.4).

Jednoznačně nejlepším a nejefektivnějším řešením na inovaci stávající kotelny je náhrada stávajících kotlů za kotle s podobnými parametry a novou modernější technologií. Výhody těchto kotlů vzhledem k požadavkům závodu jsou popsány v kapitole o teplovodním kotli (4.2.2.1).

	Návrhová řešení na inovaci kotelny	Odhadovaná částka za inovaci centrální kotelny
1.	Teplovodní plynový kotle	500 000,- Kč
2.	Kondenzační kotle	650 000,- Kč
3.	Kogenerační jednotka	5 000 000,- Kč
4.	Kotel na biomasu	3 000 000,- Kč

Tab. 4-1 Porovnání pořizovacích cen jednotlivých vytápěcích zařízení

Cena zahrnuje pouze přibližnou nákupní cenu kotle a nevztahuje se na následné změny a budování nových prostorů pro zařízení.

4.3.2 Závěrečné doporučení na obnovu centrální kotelny (Teplovodní kotel)

Široká škála kotlů různých firem přináší nemalý výběr při pořizování nových zařízení. Na trhu nabízí svoje výrobky spousta firem, například Viadrus, Viessmann, Vailant, Destila, Dakon, Protherm a další.

Pro závěrečné řešení náhrady stávajících čtyř stacionárních kotlů za nové bych navrhol kotle od firmy Viadrus, a to ve třech různých variantách, které by splňovaly dosažení přibližného výkonu.

Především bych zdůraznil, že pro obnovu kotelny doporučuji minimálně dva kotle o nižších výkonech než jeden o maximálním výkonu. Je to jednak z důvodu poruchy na některém ze zařízení a také z důvodu nižších odběrů, kdy se mohou kotle zapojené v kaskádě střídat a nemusejí být stále současně v chodu.

Návrhové varianty vytvořené kombinací kotlů Viadrus G90 a G100

1. Kaskádové zapojení čtyř kotlů Viadrus G90
2. Kaskádové zapojení dvou kotlů Viadrus G90 a kotle Viadrus G100
3. Kaskádové zapojení dvou kotlů Viadrus G100

Firma	Typ	Výkon [kW]	Palivo	účinnost [%]
Viadrus	Gladiátor G90	64-120	zemní plyn	91
Viadrus	Gladiátor G100	160-250	zemní plyn	91,7 - 93,6

Tab. 4-1 Popis základních parametrů kotlů Viadrus G90 a G100

Výkonový rozsah kotlů závisí na počtu článků.

VIADRUS Gladiátor G90					
Počet článků	[ks]	8	10	12	15
Jmenovitý tepelný výkon (min.-max.)	[kW]	49-64	56-80	67-96	84-120

Tab. 4-2 Výkony kotle Viadrus G90 při různých počtech článků

VIADRUS Gladiátor G100					
Počet článků	[ks]	11	13	15	17
Jmenovitý tepelný výkon (min.-max.)	[kW]	112-160	133-190	154-220	175-250

Tab. 4-3 Výkony kotle Viadrus G100 při různých počtech článků

1. Kaskádové zapojení čtyř kotlů Viadrus G90 150DS

Jednalo by se o zapojení čtyř kotlů Viadrus Gladiátor do kaskády s maximálním počtem možných článků (15č tj. 120kW). Čtyři kotle by dosahovaly 480kW jmenovitého výkonu a tím by byly schopny přibližně pokrýt požadovaný výkon.

2. Kaskádové zapojení dvou kotlů Viadrus G90 150DS a kotle Viadrus G100 170DS

Kombinace kotlů G90 a G100 je možná a pro dosažení požadovaného výkonu jsou potřeba dva kotle G90 a jeden kotel G100. Dva kotle G90 by dosahovaly s maximálním počtem článků 240kW a kotel G90 taktéž s maximálním počtem článků 250kW. Kotle zapojené v kaskádě by dosahovaly 490kW.

3. Kaskádové zapojení dvou kotlů Viadrus G100 170DS

Kaskádové zapojení dvou kotlů Viadrus G100 je nejlepší variantou. Kotle by byly pořízeny s maximálním počtem článků (17). Jeden kotel by tedy dosahoval jmenovitého výkonu 250kW a zapojením do kaskády by kotle pracovaly s patřičnou rezervou o výkonu 500 kW a účinností až 93,6%. V případě, že by kotle měly velkou rezervu, mohlo by se přebytečného výkonu využít jako záložní zdroj či jiná řešení.

Pořizovací ceny kotlů:

Viadrus G90 150DS (s max. počtem článků 15).....cca 100 000,- Kč
 Viadrus G100 170DS (s max. počtem článků 17).....cca 225 000,- Kč

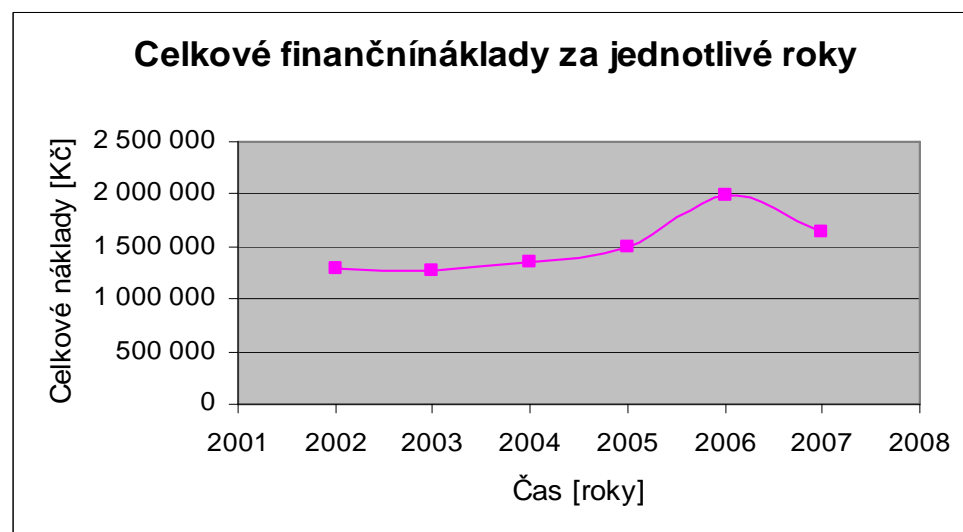
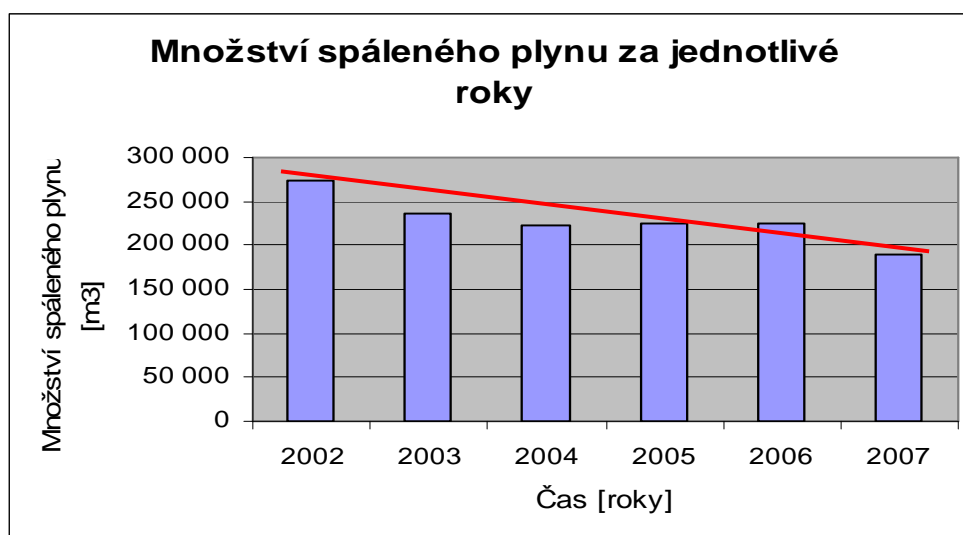
5. SKUTEČNÁ SPOTŘEBA ZEMNÍHO PLYNU V MINULÉM OBDOBÍ

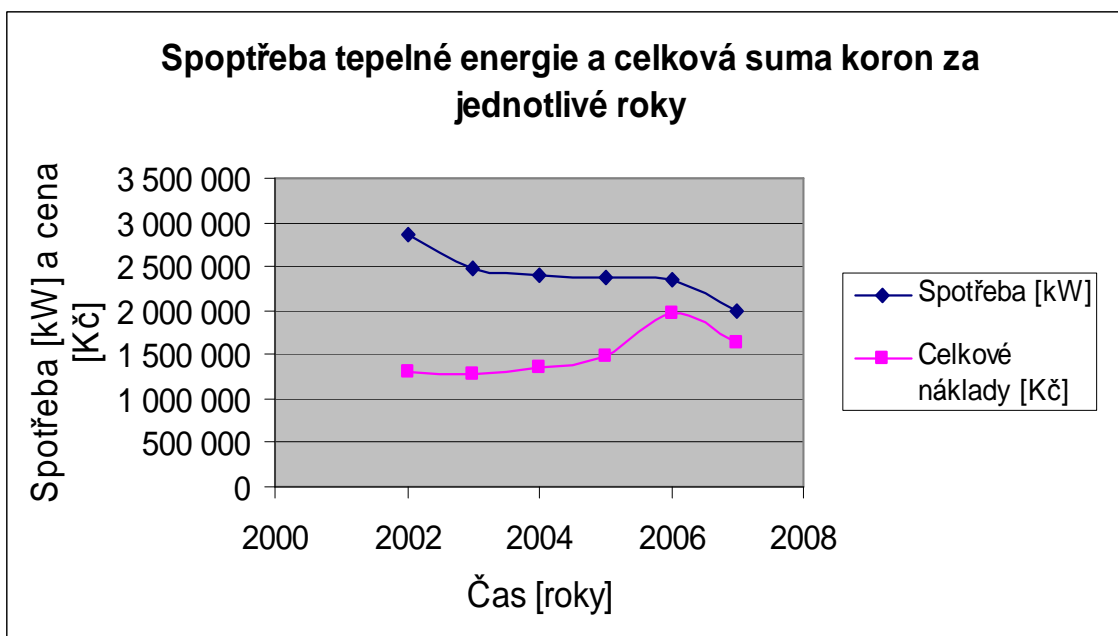
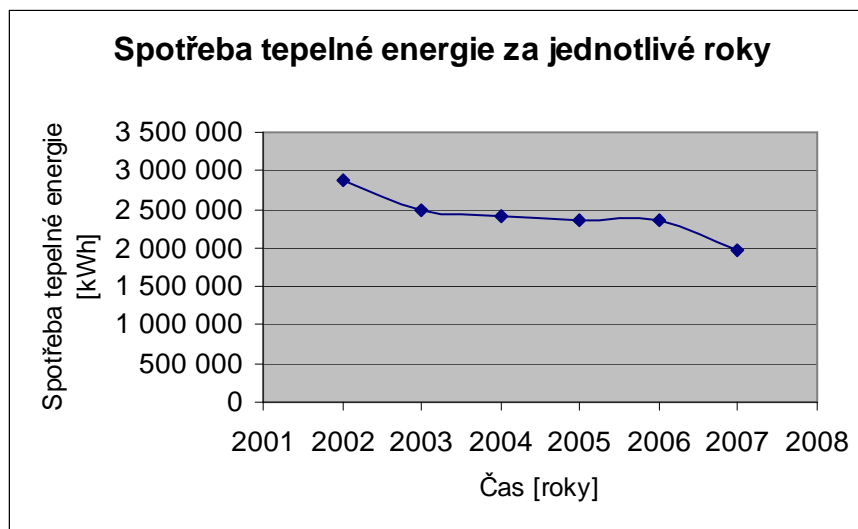
Pro ilustraci a přiblížení současné situace ve spotřebě plynu v závodě Cutisin Slavkov u Brna uvádím následný přehled:

- V měrných jednotkách
- Ve fyzikálních jednotkách
- Ve finančním vyjádření

Rok	Množství plynu [m ³]	Roční spotřeba [kWh]	Cena za roční spotřebu [Kč]	Cena za m ³ [Kč/m ³]	Cena za kWh [Kč/Kwh]
2002	273 552	2 872 299	1 290 190	4,716	0,449
2003	237 047	2 489 472	1 269 863	5,357	0,510
2004	223 734	2 413 120	1 343 092	6,003	0,557
2005	225 714	2 370 000	1 488 049	6,593	0,628
2006	224 598	2 358 278	1 978 033	8,807	0,839
2007	188 752	1 981 890	1 632 208	8,647	0,824

Tab. 5-1 Spotřeba zemního plynu za posledních 6 let a finanční vyjádření





Z výše uvedeného vyplývá, že spotřeba zemního plynu je v podstatě ustálená (je zde pouze závislost na klimatických podmínkách v konkrétním roce), avšak ve finančním objemu každoročně stoupá.

Proto cílem navrhované inovace centrální kotelny je dosáhnout zavedením modernější technologie spalování v kotlích nižší celkové spotřeby plynu, která se pak výrazněji projeví především v dalších letech v úsporách finančních nákladů při předpokládaném stálém růstu cen plynu.

6. ZÁVĚR

Předmětem bakalářské práce byl popis procesů větrání, ventilace, klimatizování a vytápění v podmínkách závodu Cutisin ve Slavkově u Brna a následné zdokumentování celkového stavu těchto procesů v zásobování tepelnými energiemi.

Hlavní úkol však spočíval v návrhu nového řešení centrální kotelny, neboť její skutečný provozní stav je již na hranici svojí životnosti.

Návrh nového řešení centrální kotelny se odvíjel od důkladného nastudování principu provozování kotelny a dle konkrétních specifických požadavků závodu ve Slavkově u Brna.

Byly zvoleny čtyři varianty možného vybavení kotelny, a to teplovodními plynovými kotli, kondenzačními kotli, kogenerační jednotkou nebo kotlem na biomasu. U všech variant byl uveden popis a funkčnost moderních principů vytápění a následně byly zhodnoceny z hlediska vhodnosti náhrady za stávající kotle centrální kotelny.

Závěrečným doporučením na obnovu centrální kotelny za stávající čtyři stacionární kotle byly vybrány teplovodní plynové kotle od firmy Viadrus ve třech vytvořených kombinacích.

Z nich jsou mým finálním doporučením ~~jsou tedy~~ dva teplovodní plynové kotle G100 170DS od firmy Viadrus zapojené do kaskády, které s rezervou pokryjí tepelný výkon stávající centrální kotelny a taktéž odpovídají vzneseným požadavkům technického úseku závodu ve Slavkově u Brna. Tato varianta může být vzhledem ke svým parametrům použita i jako jedno z možných řešení při vlastním výběrovém řízení, které v podmínkách firmy Cutisin předchází vlastní realizaci inovačního záměru. Zde výběrová komise provádí výběr z minimálně tří navržených variant a k realizaci se doporučuje ta, která ve všech aspektech (technické parametry, finanční náročnost, provozní spolehlivost, servisní podmínky apod.) nejlépe vyhovuje vstupnímu zadání.

Seznam použité literatury

[1] Soubor projektových dokumentací jednotlivých vzduchotechnických zařízení v podmínkách závodu Cutisin Slavkov u Brna

Internetové stránky:

- [2] <<http://www.devi.co.uk>>.
- [3] <<http://www.jihoceskestavby.cz>>.
- [4] <<http://www.safarik.eu>>.
- [5] <<http://www.kogenerace.tedom.cz>>.
- [6] <<http://www.tts.cz>>.
- [7] <<http://www.viadrus.cz>>.