

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta

Efektivita a účelnost různých druhů pecí v pekárnách
bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Doležal, Ph.D.
Autor: Jarmila Koterová

PRAHA 2011

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra technologických zařízení staveb

Akademický rok 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jarmila Koterová

obor Technologická zařízení staveb

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze
čl. 16 určuje tuto bakalářskou práci.

Název práce: **Efektivita a účelnost různých druhů pecí v
pekárnách**

Osnova bakalářské práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Literární rešerše
4. Závěr
5. Seznam literatury
6. Přílohy

Rozsah hlavní textové části: 30-40 stran

Doporučené zdroje:

Doležal V., Kadlec F.:*Stroje a zařízení pro UO cukrář, pekař*, Informatorium Praha 2002,
2.vydání, ISBN 80-86073-95-5

Szemes V., Mainitz R.: *Technologia pekárenskej výroby*, 1999 Gomini Pezinok, 159 s.

website:

<http://www.petobaking.cz/>

<http://www.kornfeil.cz/>

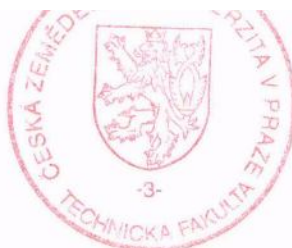
<http://www.j4.cz/>

Vedoucí bakalářské práce: **Ing.Vladimír Doležal, Ph.D.**

Termín zadání diplomové práce: listopad 2009

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2011


.....
Vedoucí katedry




.....
Děkan

V Praze dne: 30. 11.2009

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Efektivita a účelnost různých druhů pecí v pekárnách" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 7. 4. 2011

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Vladimíru Doležalovi, Ph.D. za rady a čas věnovaný mojí práci.

Obsah

1	Úvod	1
2	Rozdělení pekařských pecí.....	2
2.1	Podle použitého paliva	2
2.2	Podle druhu provozu	2
2.3	Podle charakteru pečící plochy.....	2
2.4	Podle způsobu vytápění.....	2
2.4.1	Radiální etážové pece.....	3
2.4.2	Termoolejové pece.....	5
2.4.3	Boxové pece	6
2.4.4	Kombinované pece	8
3	Porovnání konkrétních pecí z hlediska účelnosti.....	9
3.1	Pekařské pece průběžné pásové od firmy J4	10
3.2	Pekařské pece etážové sázecí, boxové a termoolejové pece	15
4	Energetická efektivnost.....	23
4.1	Využití odpadního tepla v pekárnách	25
4.2	Porovnání měrných nákladů.....	28
5	Závěr	30
6	Seznam literatury	32
7	Přílohy.....	1

Efektivita a účelnost různých druhů pecí v pekárnách

Abstrakt: Tato bakalářská práce se zabývá posouzením různých druhů pecí v řemeslných pekárnách na výrobu chleba. Část práce se zaměřuje na rozdělení pecí podle různých kritérií, hlavně dle druhu sdílení tepla, což je radiační způsob sdílení tepla, konvekční a kondukční. Dále jsou vybrané konkrétní typy pecí od předních výrobců, jedná se o účelnost, přednosti a parametry. Práce také uvádí tabulky, kde je porovnání měrných nákladů na samotnou výrobu chleba při dnešních personálních nákladech, nákladech na plyn a páru. V závěru je shrnutí nejvhodnějšího typu pečení v současném pekařství.

Klíčová slova: pekařská pec, řemeslná pekárna, chléb, účelnost, efektivita

Effectiveness and expediency kinds over in Bakeries

Abstrakt: This bachelor's work is focused on the evaluation of various types of kilns in craft bakeries to produce bread. One part of this work targets the distribution of kilns according to the different criterions, mainly by on the type of heat of kilns, which is the way of heat radiation, meaning convection and conduction. Furthermore, the selected specific types of kilns from the leading producers, it means effectiveness, advantages and parameters. The work also features the tables, where is a comparison of specific costs to the actual production of bread with today costs for staff, gas and steam. The conclusion is a summary of the most suitable type of cooking in today's bakery.

Keywords: baking oven, craft bakeries, bread, expediency, effectiveness

1 Úvod

Cílem předkládané práce je objasnit funkce různých druhů pecí v řemeslných pekárnách. Pojmenování specifik, principů, použitelnosti a efektivnosti. Zároveň navrhnout nejvhodnějšího typu pečení v současnosti pro řemeslné pekárny.

Tématem této práce je Efektivita a účelnost různých druhů pecí v pekárnách. V současné době je v ČR 60 průmyslových pekáren, 700 řemeslných pekáren a 1120 malých pekáren. Rozdělení pekáren je podle velikosti pečné plochy. V průmyslových pekárnách se peče na více jak 100 m² pečné plochy, v řemeslných mezi 25-100 m² a v malých pekárnách do 25 m² pečné plochy. Na 1 m² se průměrně upeče 10 kg.hod⁻¹ běžného pečiva a chleba průměrně 18 kg.hod⁻¹. Byl vybrán do této práce výrobek s větší výtěžností, a to chléb, protože v současnosti je nejproduktivnějším výrobkem každé pekárny. V průběhu historie se chléb pekli různě, a to v zemních jamkách, na horkých kamenech, v kamenných píckách nebo v pecích.

V první části jsou rozděleny pece podle různých požadavků, schémata a popis proudění tepla v pecích. Toto rozdělení je nejrozšířenějším způsobem dělení. Část práce je věnována nové technologii STIR, rozdíl průběžné pásové pece PPC s technologií STIR oproti průběžné pásové peci PPC bez této technologie. Dále je popsána efektivita pecí, jak se může účinnost zvýšit. K čemu je zapotřebí energetického auditu a jak může být navrženo efektivnější využití pecí v pekárnách.

Pro konkrétní popis pecí jsou vybrány pece od firmy J4 spol. s.r.o., Kornfeil s.r.o., Omega CZ spol. s.r.o. z České republiky. Firma J4 je výrobcem průběžných pásových pecí, Kornfeil boxových, etážových a termoolejových pecí, Omega CZ je dodavatelem boxových pecí. Účelnost pecí je rozepsána podrobně u každé pece. V tabulce je poukázáno na rozdíly v zastavěné ploše, poměr pořizovacích nákladů, výkonnosti pecí, atd. Dále je porovnání nákladů na výrobu chleba u pásové PPC od firmy J4 a sázecí pece o stejné pečné ploše od firmy Kornfeil, také porovnání několika sázecích Variant 26/7 lišících se v pečné ploše. Výsledkem práce je zhodnocení nejvhodnějšího systému pečení pro výrobu chleba.

2 Rozdělení pekařských pecí

2.1 Podle použitého paliva

- Na pevná paliva (dřevo, uhlí).
- Na kapalná paliva (topné oleje).
- Na plynná paliva (zemní plyn, svítíplyn, propan-butan).
- Elektrické (infravlnné, mikrovlnné, odporové). (2)

2.2 Podle druhu provozu

- Periodické – sázecí , vytahovací, rotační.
- Průběžné (kontinuální) – závěsové, pásové. (2)

2.3 Podle charakteru pečící plochy

- Sázecí - Nepohyblivá plocha, těsto se na ni umísťuje a pečivo vyndává sázecí lopatou.
- Závěsové - Na řetězu jsou pověšeny „lavičky“ na které se těsto sází a kde se i peče. Vstup a výstup bývá na jednom konci pece.
- Pásové průběžné a pásové s vratným pásem - Pecí postupuje pás z drátěného pletiva na který se těsto umísťuje a zde se i peče. U průběžné pásové pece vstup a výstup jsou na opačných koncích pece.
- Vytahovací - Pečící plochu lze vysunout z pece (jako plech z trouby). (2)
- Boxové – rotační (vozík se otáčí), stacionární (vozík se neotáčí) – V boxu pece jsou vozíky, do kterých můžeme osadit několik plechů s výrobky. (1)

2.4 Podle způsobu vytápění

- S přímým vytápěním – U těchto pecí je společný prostor pro pečení i pro spalování paliva. Je nevýhodné, že se během pečení, dostávají splodiny do přímého kontaktu s výrobky.
- S nepřímým vytápěním – U těchto pecí je oddělen prostor od spalovací komory.

Radiační – Přenáší se teplo z topných těles sáláním (radiací).

Konvekční – Přivádí se horký vzduch do pečícího prostředí a předává teplo pečeným výrobkům pomocí proudění (konvekce).

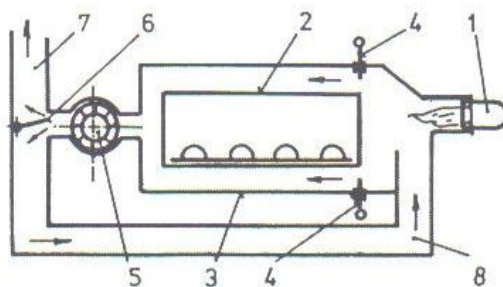
Kondukční – Mají přímý přenos tepla vedením (kondukcí) z pečící plotny na výrobek (např. pečení oplátek). (1)

Pro průmyslové pekárny se vyrábí průběžné pásové pece. Šíře pásu je 1-3,5 m, délka až 35 m. Nevýhoda těchto pecí je délka při nízké výšce. Pece jsou cyklotermické. Menší částí spalin se ohřívá vršek peciště (vrchní teplo) a větší částí prostor pod pásem (spodní teplo), musí se ohřívát pás a teplý vzduch odtud stoupá vzhůru. Přední sázecí část pece má daleko větší spotřebu tepla než má zadní dopékací část pásové pece. Díky tomuto dostává přední čtvrtina až třetina pece asi polovinu celkového tepla. U moderních pecí se užívá tepla odcházejících spalin k prvotnímu ohřevu vzduchu, část spalin se vrátí zpět a opět cirkuluje a část se využívá k jiným ohřevům. (2)

2.4.1 Radiační etážové pece

Etážové pece mají více etáží - pečících ploch a nepřímé vytápění prostoru pečení. Nejznámějším způsobem nepřímého vytápění je cyklotermický způsob ohřevu (viz Obr. 1: Schéma cyklotermického ohřevu).

Obr. 1: Schéma cyklotermického ohřevu



Zdroj: DOLEŽAL, Vladimír - KADLEC, František. Stroje a zařízení pro učební obory Cukrář, Pekař.

Pečící prostor je stále oddělen od spalin, které vznikají ve spalovací komoře (topeništi) hořáku (1). Spaliny od hořáku proudí okolo stěn pečícího prostoru, kterým předávají teplo. Zvětšeným povrchem těchto radiátorů se stupňuje účinnost přenosu tepla. Radiátory, které

jsou nahoře (2) předávají teplo od vršku pečícího prostoru sáláním. U spodních radiátorů (3) se teplo předává hlavně vedením přes pečící plechy do výrobků. Hradítka (4) mohou regulovat množství procházejících spalin. Oběhový ventilátor (5) při provozu odsává spaliny z topeniště. Poté ventilátorem proudí již ochlazené spaliny ke komínové klapce (7), která proud spalin dělí na dvě části. Malá část spalin se odvádí tahem spalin a větší část se vrací zpětným kanálem (8) zpět k hořáku. Zde vzduch je ohříván spalinami. Předehřátým vzduchem se výrazně zvyšuje účinnost hořáku, a tím celé pece. (1)

Teplota pečení se může měnit pozicí regulačních hradítek v topných radiátorech a výkonem hořáku. Komínovou klapku nastavíme pouze před zapnutím pece a během provozu zůstává stále nastavena v základní poloze (seřizeno od výrobce). Pokud se uzavře odtah spalin komínovou klapkou, způsobí to intenzivní provětrání pece. Po ukončení provětrání je klapka navracena do základní polohy a její další změna v nastavení je automatická bez dalšího možného zásahu obsluhy. (1)

Podle druhu použité energie pro ohřev pečné části rozeznáváme radiační pece elektrické, na plynová, a nebo kapalná paliva. Nejvíce používané jsou pece vytápěné zemním plynem a elektřinou. (1)

- **Radiační etážová pec výtahovací**

Výtahovací periodické pece používají nejvíce elektrický ohřev. Pece jsou vytápěny odporovými topnými tyčemi, které jsou umístěny nezávisle na sobě nad i pod pečícím prostorem. Mezietažová vrstva zajišťuje nezávislou tepelnou jednotlivost etáží. (1)

Na dně pečícího prostoru může být osazen síťkový pás s podložným plechem. Síťkový pás obstarává také rovnoměrné propečení spodní kůrky výrobků. Vzduch mezi pásem a plechem snižuje sdílení tepla vedením, a tím brání připálení spodní strany výrobku. Na přední stěně pece jsou uloženy ovládací a kontrolní prvky. Přední stěny jednotlivých etáží, které jsou prosklené, umožňují vizuální kontrolu průběhu pečení. Pro delší životnost topných odporových tyčí, rovnoměrnost propečení chlebů a ekonomiku provozu je radiační způsob ohřevu (sálání) často spojován s prouděním horkého vzduchu (konvencí) v pečném prostoru. Kombinovaný systém umožňuje plynulou regulaci rychlosti proudění po úplné šíři každé etáže. Tímto způsobem lze pomocí tyristorové regulace nastavovat teplotu v pečném prostoru od 35 do 350 °C. Přitom je možno v každé etáži měnit teplotu pečícího prostoru nezávisle na sobě. (1)

- **Radiační etážová pec sázecí**

Sázecí pece se mohou osazovat lopatou či sázecími rámy. Vyrábějí se v provedení 3 až 5 etáží, které jsou umístěny nad sebou. Každá etáž má zařízení pro nastavení teploty, doby pečení a zapařování. Konec pečení je signalizován zvukově i světelně (rozsvícením kontrolky). Nejvhodnější pečné plochy jsou pro cukrářskou výrobu od velikosti 4 do 10 m². (1)

- **Radiační etážová pec pásová**

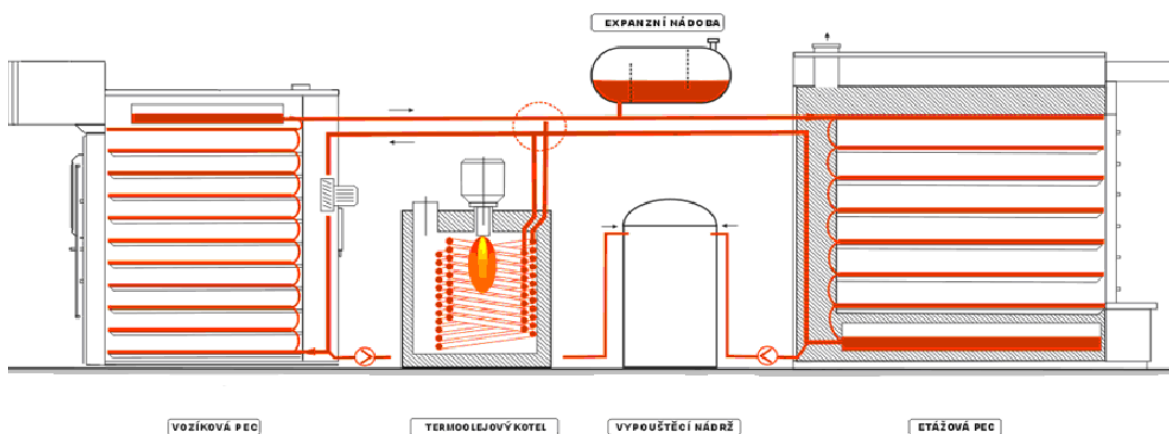
Pásové radiační pece BD-1 se již nevyrábějí, ale byly populární a dodnes jsou ve středně velkých cukrářských provozech. Tyto pece využívají cyklotermický způsob ohřevu pečícího prostoru. Konstrukce pece celá z kovu má dvě etáže nad sebou, izolované struskovou vatou. Každý pásový dopravník má vlastní pohon s vratným chodem. Při osazování se pás pohybuje směrem do pece a po ukončení sázení celé délky se automaticky koncovým spínačem zastaví. Při vypékání se pásový dopravník pohybuje směrem zpátky a pečící plechy se z pásu pece po sobě odebírají na pojízdný vozík (hřebenáč).

Ve vrchní části pece spaliny zahřívají dva vyvíječe páry. Každá pečná plocha každé etáže má zapařování ze samostatného vyvíječe páry. (1)

2.4.2 Termoolejové pece

Termoolej slouží jako teplotonosná látka k přenosu energie mezi kotlem a pecí v pekárně (viz. Obr. 2: Schéma zapojení základních komponent). Svými vlastnostmi podporuje účinné předávání tepelné energie a také funguje jako akumulátor tepla. Proudění termooleje o teplotě cca 290°C v topných radiátorech je velice podobné jako proudění v teplovodním topení. Jelikož je malý teplotní rozdíl mezi termoolejem a teplotou v pečícím prostoru, tj. 10-20°C, pečení se provádí jemným sálavým teplem (radiací). (9)

Obr. 2: Schéma zapojení základních komponent v termoolejových systémech



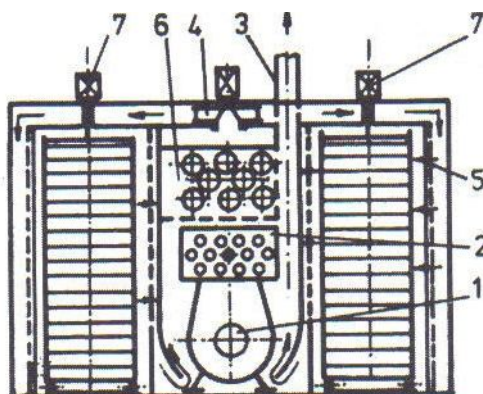
Zdroj: <http://www.kornfeil.cz/produkty/princip-termoolejove-pece.php>

2.4.3 Boxové pece

V boxových pecích je sdílení tepla do prostoru pečení obstaráváno prouděním (konvekci) horkého vzduchu (viz. Obr. 3: Schéma dvouboxové konvekční pece). Konvekční pece intenzivněji předávají teplo než pece radiační, což se projevuje především silnější kůrkou výrobků. V boxu pece jsou speciální vozíky, ve kterých jsou nad sebou umístěny pečicí plechy s výrobky. Aby byly výrobky rovnoměrně propečeny, je nutno vozíkem při pečení pomalu otáčet. Rozeznáváme dva způsoby otáčení vozíkem, a to že je v horní části boxu držák, do kterého se vozík zavěsí a zvedací hlavou vozík zvedne a pomalu jím otáčí (viz. Obr. 4: Závěsné otáčecí zařízení) nebo je v podlaze boxu zapuštěna rotační deska, na které vozík stojí (viz. Obr. 5: Spodní otáčecí zařízení). (1)

Konstrukce celá z kovu s vnějším pláštěm z nerezových plechů má tři části. V krajních částí jsou pečicí boxy a prostřední slouží pro topné zařízení. Topné zařízení tvoří plynový hořák, rekuperační ohříváče vzduchu a zapařovače. Nad topnou částí je oběžný radiální ventilátor, který transportuje horký vzduch do pečicích boxů regulovatelnými štěrbinami. Z vnější strany boxu se úzkými štěrbinami přivádí horký vzduch po celé výšce do pečicího prostoru a na protější straně se vzduch odvádí, ale již ochlazený. Z pečicí komory se odvádí vzduch vnitřní stěnou z děrovaného plechu. Ochlazený vzduch proudí kolem spalovací komory zpět do rekuperačního ohříváče. Pečicí prostor je tepelně izolovaný dveřmi se skleněným průzorem. Dvojitý plášť vyplněný minerální plstí je tepelnou izolací. Těsnění dveří obstarává profilové těsnění ze silikonové gumy. Když se otevřou dveře, automaticky se vypíná hořák, otáčecí zařízení a také ventilátor. V každém boxu je osvětlení. (1)

Obr. 3: Schéma dvouboxové konvekční pece



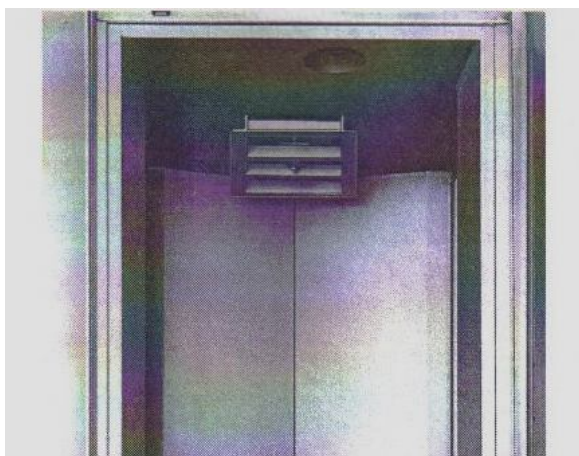
Zdroj: DOLEŽAL, Vladimír - KADLEC, František. Stroje a zařízení pro učební obory Cukrář, Pekař.

V části na dně ve spalovací komoře je hořák (1). Spaliny proudí uvnitř trubek, které tvoří ohřivač vzduchu (2). Spaliny se odvádějí do odtahu spalin (3). Okolo trubek ohřivače se pohybuje vzduch hnaný ventilátorem (4). Teplý vzduch se přivádí vzduchovody (5) do pečící komory. Studený vzduch je z pečícího prostoru nasáván zpátky do výměníku a celý postup se opakuje. Pára, která je vyrobena pro zapařování v zapařovačích (6), je strhávána proudícím horkým vzduchem a dopravena do pečícího boxu. Neodpařená přebytečná voda se odvede odpadním potrubím do odtokového kanálu. Otáčecí zařízení (7) vytváří unášec. (1)

Rotování vozíku v boxu:

- Závěsné otáčecí zařízení
Hnací hřídel otáčecího zařízení od elektromotoru prochází stropem boxu. Na vrchu vozíku je rám, který je obstarán unášecem a dole čtyřmi rejdrovacími kolečky. (1)
- Spodní otáčecí zařízení
Je možno otáčení celého vozíku bez úchyty, a to otáčením dna boxu. (1)

Obr. 4: Závěsné otáčecí zařízení



Obr. 5: Spodní otáčecí zařízení



Zdroj: DOLEŽAL, Vladimír - KADLEC, František. Stroje a zařízení pro učební obory Cukrář, Pekař.

2.4.4 Kombinované pece

Tato kategorie pecí je variantou k pecím úzkým, jak rozměrově, tak cílem použití. Jedná se většinou o kompletní celky jednotlivých pecí, které se od sebe odlišují způsobem ohřevu a přestupem tepla na pečený výrobek. U těchto pecí je možné, aby byly jednotlivě složeny z pecí s přímým ohřevem, nepřímým cyklotermickým ohřevem a konvekčním ohřevem. Délka těchto částí pecí, lišících se druhem svého ohřevu, je rozmanitá a obvykle se určuje podle požadované výrobní technologie na určité výrobní lince. Také se využívají všude tam, kde je potřeba udělat dané výrobky pečením v kombinaci se sušením, resp. jen sušením. (5)

Podrobnější rozdělení kombinovaných pecí:

- radiačně – konvekční (nejčastější způsob),
převažuje radiace, umožňuje i kontaktní způsob přenosu tepla
- radiačně – mikrovlnná (převažuje radiace)
- mikrovlnně – infračervená (převažují mikrovlny)
- mikrovlnně – infračerveně – radiační (převažují mikrovlny)

Takovéto pece se nazývají pece hybridní a jejich hlavní využití je v pečivářských a cukrářských provozech, které vyrábějí různé druhy sušenek, keksů, piškotů apod. Pro výrobu chleba vhodné nejsou. (5)

Nabízí je jako novinku PekaStroj (Slovensko) pod názvem Europa.

3 Porovnání konkrétních pecí z hlediska účelnosti

V této části jsou porovnávány pekařské pece průběžné pásové vyráběné firmou J4 spol. s.r.o., etážové sázecí, termoolejové a boxové rotační pece firmy Kornfeil s.r.o., boxové se stacionárním vozíkem dodávané firmou Omega CZ spol. s.r.o. pro výrobu chleba. Chléb je v současné době v České republice nejproduktivnějším výrobkem každé pekárny. Každá firma zabývající se výrobou pekařských pecí, má snahu vyrobit pece nejlepší kvality a řídí se mnoha kritérii.

Další výrobci pekařských pecí ze zahraničí jsou Wachtel, který je výrobcem etážových pecí, rotačních a termoolejových. Firma Miwe vyrábí rotační pece i etážové, německá firma Hein je známá výrobou parních boxových pecí, také firma Heuft dodává termoolejové, průběžné pece a světoznámým výrobcem nejmodernějších pekařských technologií je firma Werner.

Pro práci bylo vybráno několik kritérií k porovnání pecí:

1. chléb 1 kg vyráběný pro průmyslové pekárny
2. nároky na zastavěný prostor jak půdorysný, tak i m³
3. materiál pro výrobu pecí (ovlivňuje životnost)
4. druh použitého topného média (zemní plyn, elektřina, topný olej, aj.)
5. vybavení pecí (pece s použitím pásu, vozíku, plechů, aj.)
6. výkonnost pece
7. maximální pečná teplota pece při průběhu pečení chleba
8. možnost příslušenství, vybavení úspornými technologiemi a zařízeními
9. pořizovací cena
10. náklady na provoz při dnešních cenách energií
11. životnost

Životnost

Životnost pecí závisí na době provozu. Pokud pec bude péci 24 hodin denně, průměrně 26 dní v měsíci pec vydrží méně let, než pokud by se na peci peklo 8 hodin nebo 16 hodin denně. U 24 hodinového provozu denně se dá předpokládat životnost 9 let, u 16 hodinového provozu pec vydrží průměrně 12 let a při 8 hodinovém provozu denně budou mít pece životnost delší, a to průměrně 20 let. Jak dlouhý bude provoz za den rozhoduje typ

provozu. V práci je řešena řemeslná pekárna, tudíž pec bude vyrábět průměrně 8 až 12 hodin za den.

3.1 Pekařské pece průběžné pásové od firmy J4

Průběžné pece pásové, značené PPC, s odlišnými typy pásů pracují se všemi druhy kapalných, plyných paliv a elektrickou energií s vysokou intenzitou tepelné účinnosti a jsou základem pro organizaci výroby s velmi malým podílem lidské práce. Jakékoli šíře pecí mohou být vybavené i náležejícími linkami pro tvarování a kynutí chleba, což zaručuje pecím úsporu několika pracovníků. Standardem je značná a trvalá úroveň kvality výrobků při menších požadavcích na kvantitu a kvalitu obsluhy. (5)

Výroba pecí dle druhu pekárny:

- pekařské pásové pece ve variantě pro střední pekárny s výrobou chleba od 300 ks/hod. až 3500 ks.hod⁻¹ pečiva
- pekařské pásové pece ve variantě pro průmyslové pekárny s výrobou chleba od 1000 ks/hod. až 16000 ks.hod⁻¹ pečiva (5)

Pokud je zvolena vhodná pásová pec, ať jednoetážová nebo dvouetážová, ušetří pracovní síly a poskytne pečení buď přímo na pásu, nebo na plechu či ve formách. Všechno ve velmi vysoké a neustálé jakosti. Pece mohou být jakkoliv sestavovány vzhledem k požadované technologii pečení. (5)

- u cyklotermických pecí umístěním hořákové věže, resp. věží, čímž se dosáhne požadované teplotní křivky v peci s ohledem na pečené výrobky, které se budou na určité peci péct
- typem použitého topného média cyklotermických pecí (plyn, nafta, topný olej nebo jiná plynná či kapalná paliva)
- elektrickým vytápěním pece s použitím topných tyčí umístěných v pečicím tunelu pece (nejedná se o cyklotermickou pec)
- variantní výškou tunelu (obvykle 270mm)

- odlišnými typy dopravních pásů
- prodloužením části, která vstupuje a vystupuje z pece
- vložení syrových výrobků na vstupu a i upečených výrobků na výstupu pece
- žádnou, klasickou, a nebo prodlouženou zapařovací zónou, která je možná skládat s předpárením umístěným před pecí
- horkovzdušnou clonou
- turbulentními zónami – DuoThermy
- technologií STIR (5)

Přednosti pecí PPC:

- izolace boků od nulové výšky
- nízká spotřeba el. energie díky použití frekvenčních měničů
- nízká spotřeba plynu či jiných topných médií
- nízký únik tepla do pekárny
- spolehlivý hořák s vnějším přísáváním vzduchu
- minimální nároky na servis
- kvalitní holandské dopravní pásy od renomovaných výrobců (5)

Řešení problematiky odpadního tepla, jeho účelné využití umožňuje následující zefektivnění pekárenského provozu. Životnost těchto pecí při pár opravách dosahuje dvaceti a více let. Jedná se o velmi efektivní investici. Pece je možno nainstalovat i do poměrně malých půdorysů budov, už od deseti metrů délky a třech metrů šířky. Vše záleží na požadované výrobní kapacitě, sortimentu a instalaci pece. (5)

Stavebnicové řešení průběžných pásových pecí:

Stavebnicové řešení tunelových pásových pecí uskutečňuje rozdílné nároky řemeslné i průmyslové pekárenské výroby včetně velkokapacitních výroben a malých pekáren pro pečení pekařských výrobků, tedy žitného i žitnopšeničného chleba. (5)

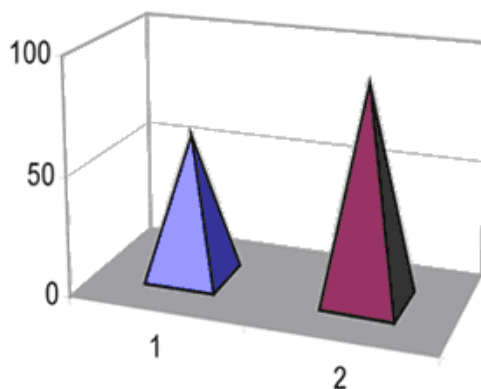
Zajímavost u pásové tunelové pece s technologií STIR

Jedná se o patentovanou keramickou vrstvu, kterou je vybavováno zpravidla druhé, třetí, případně čtvrté těleso pece. Tato vrstva způsobuje mnohem rychlejší prohřátí střídky pečeného výrobku než u běžného konvenčního způsobu pečení. Tím dochází ke zmírnění výpeku, zvětšení velikosti výrobku, zvýšení kvality, prodloužení čerstvosti a zkrácení doby pečení o cca 15%. Podíl aktivního infračerveného záření dosahuje podle použité velikosti upravené plochy pečné komory až 90% (viz. Graf 1: Podíl aktivního infračerveného záření).
(6)

Porovnání:

Pro znázornění je vložen obrázek (viz. Graf 1: Podíl aktivního infračerveného záření), který ukazuje porovnání průběžné pásové pece bez technologie STIR a pece s využitím technologie STIR.

Graf 1: Podíl aktivního infračerveného záření u PPC bez technologie STIR oproti PPC s technologií STIR

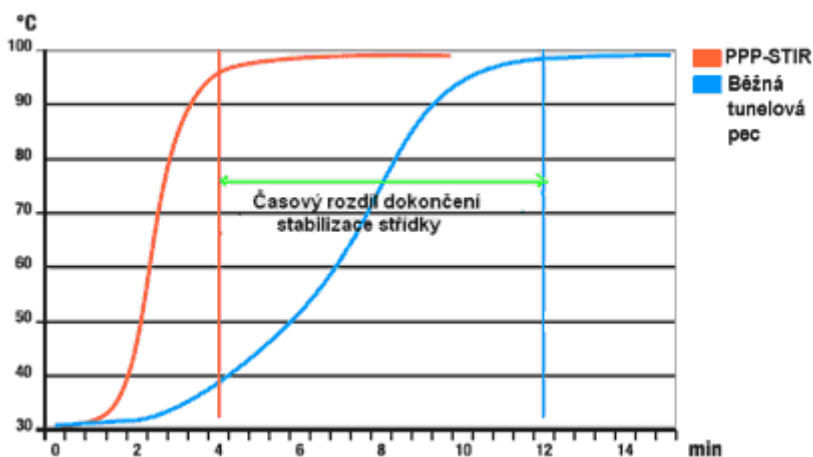


1 - běžná PPC pec, 2 pec PPC s technologií STIR

Zdroj: <http://www.j-4.cz/html/prislusenstvi.htm>

Rozdíl v rychlosti zahřátí běžných PPC pecí (využívajících konvekčního tepla) a PPC pecí s technologií STIR (využívajících selektivní infračervené záření) je znázorněno na Grafu 2: Rozdíl v rychlosti zahřátí.

Graf 2: Rozdíl v rychlosti zahřátí tunelových pecí a PPC pecí s technologií STIR



Zdroj: <http://www.j-4.cz/html/prislusenstvi.htm>

Konvekční teplo proniká do výrobku od vnějšího povrchu směrem k jádru těstového klonku poměrně pomalu, vzhledem k nízké tepelné vodivosti těsta. Jádro se tedy na teplotu potřebnou k vytvoření a stabilizaci střídky zahřeje za dobu asi 11 - 15 minut. Během této doby je povrch výrobku intenzivně ohříván a vytváří se silná kůrka, jejíž kvalitu je možné ovlivňovat pouze zapařováním. (6)

Naopak transformované selektivní infračervené záření proniká velice rychle k jádru klonku, která dosáhne teploty potřebné k vytvoření kvalitní střídky během asi 4 - 5 minut. V důsledku toho se kůrka na povrchu výrobku tvoří přiměřeně pomaleji a je tenčí a propečená podle regulace přívodu konvekčního tepla (teploty parovzdušné směsi). Výsledkem je výrobek s výbornými chuťovými ukazateli, který si dlouhodobě uchovává čerstvost. (6)

Příklady pecí pásových průběžných (značení firmou J4 PPC):

I. cyklotermické tunelové pásové pece klasik (1,5 ÷ 4 m)

Cyklotermické tunelové pásové pece jsou nejrozšířenějšími typy pecí určené pro vyšší objemy výroby a pro pečení všech druhů pekárenských výrobků volně sázených, pečených ve formách, na plechách, apod. Tyto pece jsou obvykle vybavovány zapařovací zónou, ale zda-li jí pec bude vybavena, je volitelné. Tyto šířky pecí, od větších pečných ploch a z hlediska na druh výroby, standardně opatřovány hydraulickým napínáním pásu a dvěma

násuvnými kuželočelními převodovkami pohonu pásu bez užití řetězového převodu, čímž se velice zjednoduší požadavky na údržbu. (5)

Dále tato skupina pecí může být libovolně konfigurovatelná, případně být doplněna případným příslušenstvím pro dosažení nejvhodnější efektivity a kvality pečícího procesu, při zachování nízkých energetických nároků. (5)

II. dvouetážové pece

Dvouetážové pece se používají nejvíce do pekáren menších rozměrů, kde není možno umístit klasickou pec vzhledem k požadovanému výkonu a její délce. Použití těchto pecí je v podstatě stejné jako u klasických pecí, jsou určeny pro pečení všech standardních druhů těst, tak i pro nestandardní výrobky v pekařství. Pece se dodávají v klasických šířkách (1,5 ÷ 4 m) a je možné je vybavit zapařovací zónou, jak v jedné, tak v obou etážích a také mohou být i bez ní. Ve dvouetážových pecích je možno péct v obou etážích souběžně (soproud), tzn., že se na každé etáži může péct jiný výrobek a mít nastavenou jinou pečnou dobu pro každou etáž, a nebo pec je možné použít pro jeden druh výrobku v daný čas, tzn. že výrobek postupuje vrchní etáží, na jejím konci je přesazen do spodní etáže a navrací se na začátek pece (protiproud), v tomto případě je také možné nastavit různé pečné doby na obou etážích s ohledem na požadovanou teplotní křivku pro daný výrobek. (5)

Tyto pece mají možnost být jak cyklotermické, za použití různých druhů plyných a kapalných paliv, tak mohou být i elektricky vytápěné. I tento typ pecí může být libovolně konfigurovatelný, popřípadě může být doplněn vhodným příslušenstvím, aby se dosáhlo optimální efektivity a kvality pečícího procesu, při zachování nepatrných energetických nároků. (5)

III. elektrické tunelové pásové pece

Elektrické tunelové pásové pece se vyrábějí ve standardních šířkách od 0,6 ÷ 4 m (s odstupňováním po 0,1 m), je možno je vyrobit jedno i více etážové, se zapařovací zónou i bez ní, popřípadě mohou být doplněny dalším případným příslušenstvím, aby se docílilo optimální efektivity a kvality pečícího procesu, při zachování malých energetických nároků. Elektrické tunelové pásové pece není možné opatřit horkovzdušnou clonou a beztlakým

vyvíječem páry. Užití těchto pecí v sobě sdružuje možnost pečení výrobků specifikovaných, jak u úzkých pecí, tak u pecí klasických šířek. (5)

IV. vysokoteplotní nepřímotopné cyklotermické pásové pece

Vysokoteplotní nepřímotopné cyklotermické pásové pece jsou stanoveny pro pečení vyžadující teploty až do 550 °C a obvykle při velmi krátké pečné době. Takovéto pece se hodí zvláště pro pečení chlebů arabského typu, nebo jiných výrobků, které vyžadují teploty pečení nad 340 °C. Od ostatních typů pecí se odlišují hlavně svojí konstrukcí a použitými konstrukčními materiály, které odolávají vysokým teplotám. Hlavně se dodávají bez zapařovací zóny, volitelného příslušenství, v šířkách 1,2 m a 1,8 m a o délce 12 m a 14 m pečného prostoru. Dopravník u těchto pecí, vzhledem k vysokým pečným teplotám, je obvykle síťový drátěný pás, který je určený pro chod ve vysokých teplotách. (5)

3.2 Pekařské pece etážové sázecí, boxové a termoolejové pece

Pece vyráběné firmou Kornfeil představují velkou konkurenci průběžným pásovým pecím vyráběným firmou J4. Vyznačují se mohutnou stabilní konstrukcí, jsou šetrné na prostor, mají velký výběr v počtu etáží, jsou vybaveny moderní technikou a zaručují vysokou životnost.

V. Etážové sázecí pece Variant od firmy Kornfeil

Výroba etážových a boxových pecí je určena pro pečení pekařských výrobků, zejména vynikajícího pórovitého chleba. Pece jsou vhodné do řemeslných, středních i průmyslových pekáren. Ve všech výkonových řadách pecí typu Variant si pekař může vybrat podle potřeby vyráběných kusů. Firma Kornfeil nabízí několik typů pecí Variant, které jsou značeny číslem. Číslo před lomítkem znamená velikost pečné plochy celé pece (např. Variant 26/7 má 26 m² pečné plochy) a číslo za lomítkem je počet etáží (např. Variant 26/7 má 7 etáží). Technické provedení a řídicí systémy jsou vrcholem automatizace pečného procesu.

Přednosti etážových sázecích pecí Variant:

- moderní pece stabilní konstrukce s půdorysnou plochou od 5,5 do 9 m²
- možnost výběru pečné plochy od 8 do 26 m²
- osazování těsta přímo na pečné keramické desky, které jsou již rozehráté
- ideální zapáření v uzavřené etáži a tím vzniká správná atmosféra pro kynutí
- možnost instalovat ucelené sestavy těchto pecí
- pro obsluhu slouží sázecí automaty ASISTENT (vyráběné firmou Kornfeil)
- až dvě etážové pece Variant může obsloužit sázecí automat ASISTENT super
- pro obsluhu více pecí (až do 5 etážových pecí) firma Kornfeil instaluje systém centrálního počítačového řízení K-VAR (centrální ovládací a kontrolní panel)
- specificky osazená soustava snímačů a čidel umožňuje získat všechna potřebná data pro centrální počítačové řízení.
- standardní vybavení plynovými nebo olejovými hořáky Weishaupt
- pneumatické ovládání otevírání dveří všech etáží a odtahových klapky páry (13)

Pece je možné vybavit:

Pro využití zpětné odpadní energie výměníky tepla a nebo spaliny a páru napojit do EKO Bloku. Dále pak různými typy řídicích a ovládacích panelů dle požadavků zákazníka od ručního nastavení, počítačové panely až po centrální počítačové řízení pecí i obslužného zařízení. (13)

Porovnání:

V této části se nabízí porovnání průběžných pásových pecí od firmy J4 a etážových sázecích pecí od firmy Kornfeil. Společnost J4 vyrábí pece PPC v provedení převážně jednoetážové a dvouetážové. Montáž pecí je prováděna stavebnicově do šířky, tedy je třeba šíře pekárny od 10 m. Pece Variant vyráběné firmou Kornfeil lze umístit do prostoru již od 5,5 do 9 m². Při rozměrech pečné plochy 1200 x 1600 mm nebo 1800 x 2000 mm a s počtem etáží od 4 do 7 je zaručeno pečení výrobků v daleko vyšším množství a to při minimální potřebě místa, malé obsluze a při zachování kvalitativních předností pečení chleba a pečiva.

VI. Boxové rotační pece , pece se stacionárním vozíkem a parní boxové pece

Rovnoměrné propečení chleba je zaručeno pomalým otáčením vozíku a stejnoměrným nastavením proudu horkého vzduchu. Efektivní generátor páry opatřuje rychlou přeměnu vody na páru.

Výrobce boxových pecí je například firma Kornfeil s.r.o.. Firma Omega Cz s.r.o. se zabývá dodávkami boxových pecí. Nabízí boxové pece se stacionárním vozíkem a parní boxové pece.

Boxové rotační pece Rotomax od firmy Kornfeil

Pece Rotomax jsou moderní vozíkové pece pro pečení různých druhů pekárenských výrobků od rohlíků, sladkého pečiva až po speciální chleby. Pece zaujímají plochu 2,87 m² a výšku mají 2,7 m. Značení Rotomax 12G znamená, že pec má pečnou plochu 12 m² a topné médium je zemní plyn nebo topný olej. U Rotomax 12E, je také pečná plocha 12 m², ale topné médium je elektrická energie. Několik těchto pecí stejného topného média lze velmi dobře umístit vedle sebe. Pece jsou vybaveny vozíky s 13 – 20 pečnými plechy o rozměru 580 x 980 mm nebo 580 x 780 mm. Pece jsou celonerezové, vnitřní komora pecí je kompletně svařená.

Přednosti rotační pece Rotomax:

- kapacita pece je maximálně využita
- dobrá teplotní stabilita
- akumulace tepla při výměně vozíku, při výměně vozíku hořák nevypíná, nahřívá pec
- snadné ovládání: obsluha nastaví předem připravený program na panelu pece, osadí vozík do pece, zavře dveře, ty se automaticky zajistí a stiskne tlačítko start
- nastavování receptur přímo na peci nebo v počítači
- dlouhá životnost pece
- je možné instalovat výměníky, EKO Bloky a zapařovače (10)

Pečení v rotačních pecích je založeno na principu programově řízeného pohybu proudícího horkého vzduchu. Parametry proudění vzduchu se mění automaticky podle fáze pečení a sortimentu výrobku. Při správné rychlosti proudění vzduchu a dostatku páry jsou výrobky propečené a vláčné. Zapařovací agregát zaručuje dostatečné množství páry. Novinkou je systém dvojitých odtahových klapek s přetlakovými ventily. Účinky páry do konce pečení ovlivňují vláčnost výrobku. Pec je opatřena zapařovacím agregátem pro kynárnu Combi. Dveře se samočinným zavíráním mají tichý chod, nenáročné zavírání, perfektní těsnění dveří, a dlouhou životnost těsnícího profilu. Výměník s hořákem nebo elektrický topný blok je umístěn nad pečnou komorou. Správné dávkování vody do zapařovačů zajišťuje optimální dávku páry, pec nepotřebuje odvod nadbytečného kondenzátu do odpadu. (10)

Boxová pec KOENIG se stacionárním vozíkem (Rakousko) dodávané firmou Omega

Tyto boxové pece mají pevnou konstrukci z chromové a chromniklové oceli a silnou podlažní vanu. Jsou vyrobeny pro široký sortiment výrobků. Typ pece OH PASSAT se stacionárním vozíkem má šíři pouhých 1200 mm a počet pater 18, výška je 2600 mm. Pečná plocha je až 10,2 m². Vozík v peci stojí a nerotuje. Horký vzduch do pece je vpouštěn otvorem v 30 sekundových intervalech. Vytápění je elektrické nebo plynové. (15)

Přednosti vozíkové pece:

- pec je šetrná na místo
- topení je nad pečící komorou
- hořák je umístěn ve výstupku pece, uprostřed externího ventilátoru proudí chladný vzduch, tím je zajištěno optimální spalování
- ojedinělá konstrukce výměníku spalin zaručuje dlouhou životnost
- hospodárný tepelný systém šetřící energii
- nenáročné čištění, pečící komora se zaoblenými kouty
- dvojitě sklo ve dveřích zaručuje minimální ztrátu energie
- výkonná digestoř na odsávání páry
- ovládání pomocí elektronického řídicího panelu dotykem
- snadná obsluha při optimální bezpečnosti práce (15)

Pece je možné vybavit nerezovým vozíkem s osazovacími platy a hořákem. (15)

Parní boxová pec MONDIAL FORNI (Itálie) dodávaná firmou Omega

Tyto parní boxové pece slouží především na pečení chleba, ale i jiných pekařských výrobků. Typ pece TURBOMONDIAL je vyráběn ve více modelech s rozdílnými rozměry na hloubku pece. Šíře pro všechny modely je 2220 mm, výška 2300 mm. Pečná plocha je 8,64, 11,52 nebo 14,40 m². Počet plechů pro vybavení vozíku u všech typů je 16, rozměry plechu jsou buď 600 x 800 mm nebo 600 x 1000 mm. Také počet osazovacích plat je 8 pro všechny modely, rozměry osazovacích plat jsou různé: 900 x 1250 mm, 900 x 165 mm nebo 900 x 2050 mm. Pece jsou vyhřívány pomocí uzavřených parních trubek, testovaných na 700 barů. (16)

Přednosti parní boxové pece:

- unikátní systém vyhřívání pece zaručuje:
 - o vysokou výhřevnost pece
 - o nízkou spotřebu topného média
 - o rovnoměrnost pečení v celém prostoru pece
 - o je praktický, nepotřebuje žádnou údržbu
- dveře mají tvrzené sklo, které umožňuje dokonalý přehled pečícího procesu
- otevírání dveří s protiváhou pro snadné zacházení
- dvojitý termostat pro správnou regulaci teploty
- hořáková komora ze speciální tepelně vzdorné oceli
- přední panel pece se stříškou z nerezové oceli a ventilátorem
- elektronicky ovládací panel (16)

Pece vyžadují minimální údržbu a mají snadnou obsluhu, kterou umožňuje ovládací panel na peci. Na tomto panelu lze nastavit až 99 pečících programů s možností výběru až 9 různých pečících fází v každém programu. Je možnost nastavení rozdílné teploty, doby pečení a zapařování. Tato pec patří mezi nejmodernější a nejefektivnější pece. (16)

Porovnání boxové rotační pece, boxové pece se stacionárním vozíkem a boxové parní:

Popisované boxové pece jsou jedny z nejmodernějších pecí s plnou automatizací. Liší se ve vybavení, kde v rotační peci vozík rotuje pomocí závěsného otáčecího zařízení nebo pomocí spodního otáčecího zařízení na dně boxu. U boxové pece se stacionárním vozíkem se vozík neotáčí a parní boxová pec je osazována pásy. Parní boxová pec je využívána převážně na pečení běžného pečiva.

VII. Termoolejové etážové a tunelové pece

Výroba termoolejových etážových pecí zaručují pečení vynikajícího chleba. Dají se použít v moderních řemeslných, středních i průmyslových pekárnách. Předním výrobcem v České republice je firma Kornfeil. Etážové pece vyrábí v několika variantách s názvem ThermoStar. Jednotlivé typy mají uvedeno číslo za názvem. První číslo znamená velikost pečné plochy celé pece, druhé počet etáží (např. ThermoStar 26/7 má 26 m² pečné plochy a 7 etáží). Vyznačují se pevnou stabilní konstrukcí, jsou šetrné na místo, jejich šířka je 2580 mm, rozdílná je dle typu pece hloubka nebo výška. Topné médium je zemní plyn, topný olej nebo elektrická energie.

Přednosti termoolejové etážové pece ThermoStar:

- osazování těsta přímo na rozehřáté pečné keramické desky
- dokonalé zapáření v uzavřené etáži
- rychlý teplotní náběh
- pečení sálavým teplem
- stejnoměrnost pečení
- dobrá teplotní stabilita
- rozdíl v etáži +/- 1°C
- úsporné pečení
- jemné sálavé teplo

Pec je možno vybavit sázecími automaty Asistent, do zvláštní výbavy patří Turbo a zapařovač pro kynárnu. Více pecí vedle sebe je možné připojit na jeden termoolejový kotel.

Termoolej slouží jako teplonosná látka k přenosu energie mezi kotlem a pecí. Kotel se může umístit mimo prostor pekárny. Každá pec, která je připojená, má svůj

sekundární okruh s vlastním výkonným čerpadlem a trojcestným ventilem. Pece jsou poskytovány s 1, 2 nebo 3 okruhovým provedením. V každém okruhu (skupině etáží) je možné pečení jiného druhu chleba s nezávislou teplotní křivkou. (11)

VIII. Termoolejová tunelová pec od firmy Kornfeil

Výroba termoolejových tunelových pecí je stanovena v první řadě pro výrobu bílého pečiva i chleba ve formách, vhodná zejména pro potřeby středních a průmyslových pekáren. Pekařské pece ThermoRoll od firmy Kornfeil jsou moderní průběžné pásové pece termoolejového provedení. Jsou vyráběny v několika typech s jednou nebo dvěma etážemi. Za názvem ThermoRoll je značení, které udává velikost pečné plochy a šíři pečného pásu. Celková šířka pecí je buď 3100 mm nebo 4200 mm, výška 1450 mm nebo 2500 mm, délka od 14855 mm do 20005 mm. Šířka pečného pásu je 2100 mm nebo 3100 mm dle modelu pece. Pece mají 5 až 7 bloků a 3 až 5 teplotních okruhů.

Přednosti termoolejové tunelové pece ThermoRoll:

- pásy v provedení lamelový, síťový, planžetový
- pečení pomocí sálavého tepla pro kontinuální výrobu
- nejlepší využití vstupní energie
- ideální rozložení teploty a její přesná regulace
- přesná regulace tlaku páry
- 3 až 5 tepelných zón v každé etáži
- plynule nastavitelná intenzita vrchního a spodního pečení
- samostatné pečení v každé etáži pece, současné pečení více druhů pečiva

Průběžné tunelové pece jsou vyráběny v automatickém provedení s programovatelným řízením a ovládáním. Obsluha je jednoduchá, zvolí potřebný program a spustí se tlačítkem enter. Automaticky jsou ovládány dávky zapařování, odtahy páry a tepla z digestoří. Pro konvenční pečení v druhé fázi pečícího procesu je možnost vybavit tyto druhy pecí systémem Turbo. Koncepce pecí je řešena unikátním stavebnicovým řešením jako stavebnicového provedení. (12)

Porovnání termoolejové pece etážové a tunelové, oproti pecím konvekčním a cyklotermickým:

Termoolejová etážová pec ThermoStar je robustní pec s více etážemi, tedy zaujímá prostor spíše do výšky oproti termoolejové tunelové pásové peci ThermoRoll, která je nejvýše dvouetážová, řešená unikátním stavebnicovým provedením a vyžaduje dostatečné prostory. U pece ThermoStar se provádí osazování těsta přímo na rozehřáté pečné keramické desky, u pece ThermoRoll se výrobky na pečení sází na pásy. Termoolejové pece oproti pecím konvekčním a cyklotermickým mají lepší předávání tepelné energie přináší úspornější provoz oproti konvekčním a cyklotermickým pecím, zvláště při napojení do EKO Bloku.

Tab. 1: Tabulka konkrétních typů pecí

		PPC 2,1	Variant 26/7	2 x Rotomax 12E	ThermoStar Classic 26
Pečná plocha	m ²	25,2	26	24	25,9
Vybavení	-	1 etáž	7 etáží	vozik s plechy	6 etáží
Rozměr pečné plochy (š x d)	mm	2 100 x 14 600	1 800 x 2 000	-	1 800 x 2 400
Rozměr pečného plechu (š x d)	mm	-	-	580 x 980	-
Rozměr pece (š x d x v)	mm	3 100 x 14 600 2 850	2 580 x 3 460 x 2 700	1 600 x 3 580 x 2 700	2 400 x 4 150 x 2 772
Zastavěná plocha	m ²	45,3	8,9	5,7	10,0
Výkonnost	kg.hod ⁻¹	315	265	205	330
Topné médium	-	kapalá paliva, plynná paliva, elektro	kapalá paliva, plynná paliva, elektro	elektro	kapalá paliva, plynná paliva, elektro
Maximální pečná teplota	°C	340	350	300	290
Poměr pořizovací ceny	-	větší	* střední	menší	velký

* Střední hodnota pro poměr pořizovací ceny byla stanovena na 1 500 000,- Kč u Variant 26/7

Byla vybrána pec cyklotermická průběžná pásová PPC 2,1 od firmy J4, cyklotermická sázecí etážová Variant 26/7 od firmy Kornfeil, boxová rotační pec Rotomax 12E a termoolejová pec ThermoStar Classic 26 od Kornfeil o stejné pečné ploše, a to 26 m². Tab. 1: Tabulka konkrétních typů pecí udává rozdíly pecí v zastavěné ploše, výkonnosti, jaké se dají používat topná média a jak jsou vybavené pece. V neposlední řadě hraje roli i pořizovací cena.

Pec do řemeslné pekárny je vybírána podle množství, které je zapotřebí vyrábět a kolik prostoru je na pec. Z porovnání je zřejmé, že se pekárně vyplatí zakoupit cyklotermickou etážovou sázecí pec typu Variant 26/7, která oproti cyklotermické pásové peci ušetří zastavěnou plochu a oproti termoolejové peci uspoří náklady na zařízení. Vzhledem ke své výkonnosti a pořizovací ceně je velice vhodná pro řemeslné pekárny.

4 Energetická efektivnost

Definice

V průmyslu je nejčastěji používaná definice energetické efektivnosti jako množství energie spotřebované na jednotku produkce/výstupu, což lze označit také jako měrnou spotřebu energie nebo faktor energetické intenzity. Zlepšení energetické efektivnosti tudíž znamená snížení množství energie potřebné k výrobě jednotky produkce.

Pro objektivní vyhodnocení změny energetické efektivnosti procesů je třeba mít k dispozici definované indikátory energetické efektivnosti, kterými je možné měřit a vyhodnocovat změny účinnosti, a tak např. prokázat, že energie je využívána. (4)

Energetický audit

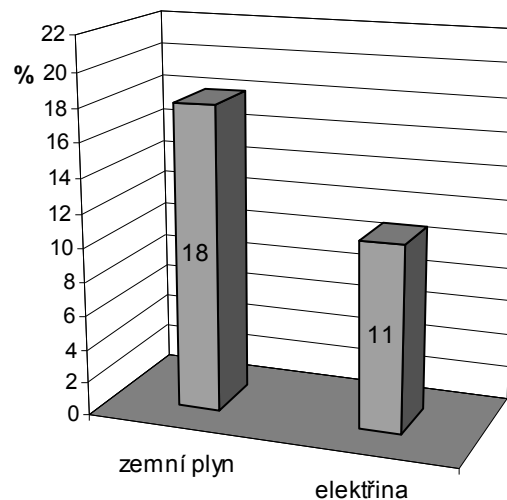
Energetický audit je soubor činností, které provádí energetický auditor za účelem vypracování informačního dokumentu o stavu budovy, způsobu využívání energie a hospodaření s energií v budovách a energetickém hospodářství. Současně zahrnuje návrh opatření, které je potřeba učinit k dosažení energetických úspor.

Dle zákona č. 406/2000 Sb. §9 a vyhlášky č. 213/2001 Sb., která byla novelizována vyhláškou č. 425/2004 Sb., musí energetický audit obsahovat:

- a) zhodnocení současného stavu budovy a energetického hospodářství,
- b) výši technicky dosažitelných energetických úspor,
- c) návrhy variant energetických úspor a zdůvodnění doporučení dané varianty včetně ekonomického vyhodnocení,
- d) posouzení využití obnovitelných zdrojů energie pro předmět energetického auditu včetně ekonomického hodnocení,
- e) závěrečný posudek energetického auditora (3)

V posledních letech, kdy rostou ceny elektřiny i plynu (viz Graf 3: Meziroční procentuální nárůst ceny plynu i elektřiny) je neustále větší potřeba využívat u pekařských pecí možnosti energetických úspor. Zhruba 40 % celkových nároků na energii v pekárně připadá na pece. Cena elektrické energie vzrostla od roku 2001 o celých 72%. (18)

Graf 3: Meziroční procentuální nárůst ceny zemního plynu a elektřiny v první čtvrtině roku 2011 oproti první čtvrtině roku 2010.



Zdroj: <http://www.svazpekaru.cz/index.php>

Pro větší efektivnost výroby lze pece vybavit např. těmito technickými zařízeními:

- Výměníky a EKO Bloky pro možnost využití odpadního tepla, např. pro ohřev teplé vody, vytápění kynáren a objektů. (u firmy Kornfiel).
- Zapařovače pro bezplatný provoz kynáren v kombinaci s EKO Bloky. (u firmy Kornfiel).

- Sázeční automaty ASISTENT a ASISTENT super (pro 2 pece) sloužící k obsluze pecí, (sázeční automaty jsou vyráběny firmou Kornfeil).
- Systém počítačového centrálního řízení K-VAR, obsluhuje až 5 etážových pecí.
- Průběžné tunelové pece lze navíc vybavit systémem TURBO pro konvekční pečení produktů v druhé fázi pečení. (u firmy Kornfiel).
- Zařízení NET (od německé firmy NET), dodávané firmou J4 pro využití odpadního tepla.
- DUOTERM (u firmy J4) – duotermický okruh doplňuje sálavou složku přestupu tepla do pečeného výrobku v peci PPC o složku konvekční. Zvyšuje výkon pece, posílí se zbarvení pečeného výrobku, snižuje se doba pečení, zvyšuje se procento výpeku, zvyšuje se teplosměnná plocha radiátorů pece.

4.1 Využití odpadního tepla v pekárnách

Plynové a olejové pekařské pece mají obvyklý výstup spalin o teplotě 250 - 300°C, odťahová pára cca 250 °C. Tato energie představuje 20 - 40% ze vstupní energie nezbytné k pečení. (14)

- **EKO Blok**

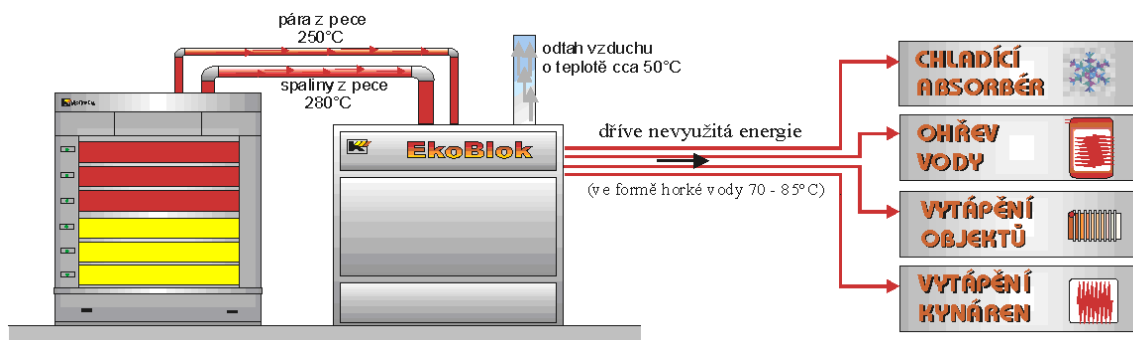
EKO Blok dokáže ušetřit až 25 % na vstupní energii pro pečení produktu, regulovat odťah páry a spalin a navíc ekologicky provozovat pekárnu (viz. Obr. 6: Využití EKO Bloku). EKO Blok je ekologické zařízení pro kompletní využití a zpracování odpadní energie, spalin a páry jak z plynových a olejových pekařských pecí, tak i z parních a termoolejových kotlů. Zajišťuje redukci škodlivin ze spalin jednotlivých pecí včetně emisí CO₂ a chrání životní prostředí. Použití je možné u etážové pece, rotační pece, pásové průběžné pece. (8)

Využití získané energie

- Ohřev technologické a užitkové vody
- Klimatizace pracovních prostor

- Vytápění prostorů pekárny a kanceláří
- Chlazení expedice pekárny
- Předehřev pro výrobu páry
- Chlazení pekařských produktů
- Vytápění kynáren (8)

Obr. 6: Využití EKO Bloku

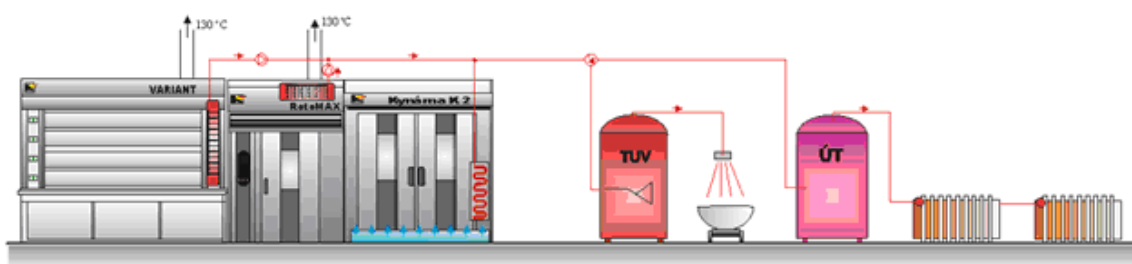


Zdroj: <http://www.kornfeil.cz/produkty/vyuziti-odpadniho-tepla-v-pekarnach.php>

- **Výměníky odpadního tepla**

Výměníky odpadního tepla Vario od firmy Kornfeil (viz. Obr. 7: Výměník tepla) slouží k využití odpadní energie spalin k ohřevu technologické vody a vytápění prostorů pekárny. Teplota spalin se sníží na 120 - 130°C s tepelným výkonem 6 - 15 kW. (14)

Obr. 7: Výměník tepla



Zdroj: <http://www.kornfeil.cz/produkty/vyuziti-odpadniho-tepla-v-pekarnach.php>

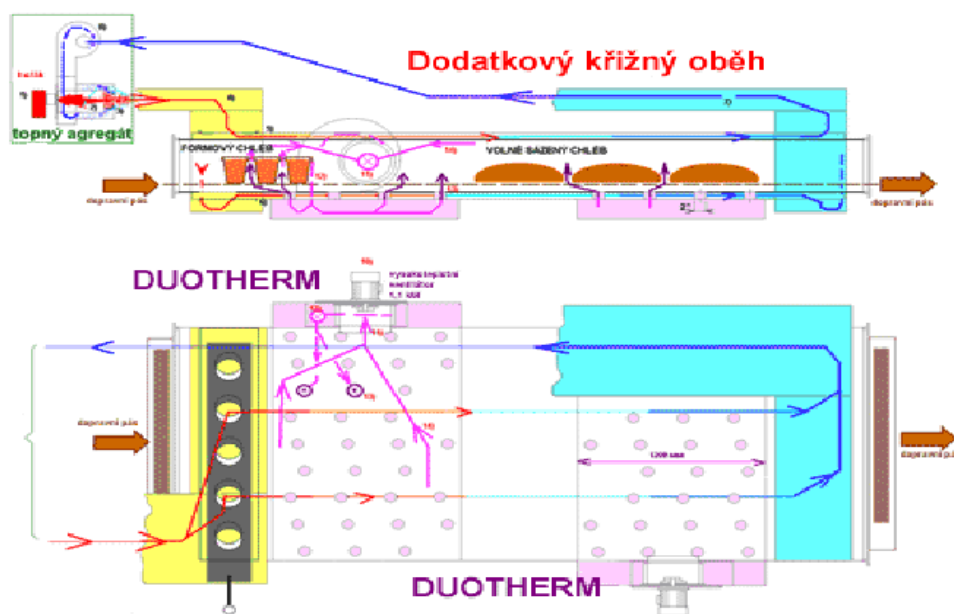
- **DuoTherm**

Duothermický okruh doplňuje vyzařující součást přestupu tepla do pečeného výrobku v peci PPC o složku konvekční. Doplněním se zvedá výkon pece, posílí se zabarvení boků výrobku, snižuje se potřebná doba pečení, zvyšuje se procento výpeku, zvyšuje se teplosměnná plocha radiátorů pece. Na následujícím obrázku (viz. Obr. 8: Dva cirkulující teplotní okruhy) jsou ukázány dva cirkulující teplotní okruhy.

Počáteční okruh je topný - cyklotherm – který je původem tepla pro pečení. Je z hořáku s plamenem a směšovací komory rozpálených spalin. Namíchané spaliny jsou kanály rozdělčovány k hornímu a dolnímu radiátoru pečícího tunelu.

Druhý okruh – duotherm - nemá tlakově nic společného s okruhem počátečním a jen doplňuje a zvyšuje přenos tepla o konvekční složku. Začátkem tlakového klesání je opět nízkotlaký ventilátor s elektromotorem. Sací hrdlo ventilátoru nabírá střídavě z pravého a z levého boku pečícího tunelu a hrdlem, který je výtlačný, žene pečící prostředí spodním příčným kanálem až k výfukovým hrdlům. (6)

Obr. 8: Dva cirkulující teplotní okruhy



Zdroj: <http://www.j-4.cz/html/prislusenstvi.htm>

4.2 Porovnání měrných nákladů

Tab. 2: Porovnání měrných nákladů sázecí etážové pece Variant od firmy Kornfeil (19)

		1x Variant 26/7	1x Variant 26/7 + Asistent	2x Variant 26/7 + Asistent	4x Variant 26/7 + Asistent
pečná plocha	m ²	26	26	52	104
výkonnost	kg.hod ⁻¹	265	265	530	1 050
denní výroba	hod	16	16	16	16
	kg	4 240	4 240	8 480	16 800
měsíční provoz	dní v měsíci	26	26	26	26
spotřeba plynu	m ³ .hod ⁻¹	10,5	10,5	21	42
	kW	97,65	97,65	195,3	390,6
cena plynu	Kč.m ⁻³	10,1	10,1	10,1	10,1
	Kč.kWh ⁻¹	1,09	1,09	1,09	1,09
měrná spotřeba plynu	kWh.kg ⁻¹	0,37	0,37	0,37	0,37
	Kč.kg ⁻¹	0,4	0,4	0,4	0,4
měrná spotřeba energie celkem	Kč.kg ⁻¹	0,4	0,4	0,4	0,4
počet pracovníků obsluhy	-	1	0,5	0,5	1
personální náklady	Kč za měsíc	25 000	25 000	25 000	25 000
	Kč.hod ⁻¹	131,58	131,58	131,58	131,58
měrné personální náklady	Kč.kg ⁻¹	0,5	0,25	0,12	0,06
provozní měrné náklady celkem	Kč.kg ⁻¹	0,9	0,65	0,52	0,47
pořizovací cena	Kč	1 500 000	2 500 000	4 000 000	7 000 000
životnost	rok	12	12	12	12
	měsíc	144	144	144	144
celkové vyrobené množství	tuna	15 875	15 875	31 749	62 899
investiční měrné náklady	Kč.tuna ⁻¹	94,49	157,48	125,99	111,29
celkové měrné náklady	Kč.tun⁻¹	991	806	650	641

V tabulce je porovnání sázecí pece etážové Variant 26/7. Je ukázán rozdíl nákladů, pokud by byla využita k pečení chleba jedna pec nebo několik pecí stejného typu. Rozdíl je v pečné ploše. První pec Variant 26/7 (26 m² pečné plochy a 7 etáží) je nutné, aby obsluhoval personál a druhá pec Variant 26/7 + Asistent již nepotřebuje personál na obsluhu, ale sázecí automat Asistent tuto práci zastoupí sám. Investice do sázecího automatu se vyplatí, protože se sníží náklady na obsluhující personál.

Tab. 3: Porovnání měrných nákladů soustavy pásových pecí 4 x PPC 381 od firmy J4 a soustavy sázečích pecí 12x Variant 26/7 od firmy Kornfeil. (19)

		4x PPC 381	12x Variant 26/7 + Asistent
pečná plocha	m ²	324	312
výkonnost	kg.hod ⁻¹	4 800	3 150
denní výroba	hod	8	8
	kg	38 400	25 000
měsíční provoz	dní v měsíci	26	26
spotřeba plynu	m ³ .hod ⁻¹	264	126
	kW	2 455,20	1 171,80
cena plynu	Kč.m ⁻³	10,1	10,1
	Kč.kWh ⁻¹	1,09	1,09
měrná spotřeba plynu	kWh.kg ⁻¹	0,51	0,37
	Kč.kg ⁻¹	0,56	0,4
spotřeba páry	kg.hod ⁻¹	810	0
	kW	607,5	0
cena páry	Kč.GJ ⁻¹	300	300
	Kč.kWh ⁻¹	1,08	1,08
měrná spotřeba páry	kWh.kg ⁻¹	0,13	0
	Kč.kg ⁻¹	0,14	0
měrná spotřeba energie celkem	Kč.kg ⁻¹	0,69	0,4
počet pracovníků obsluhy		1,5	1,5
personální náklady	Kč za měsíc	25 000	25 000
	Kč.hod ⁻¹	131,58	131,58
měrné personální náklady	Kč.kg ⁻¹	0,04	0,06
provozní měrné náklady celkem	Kč.kg ⁻¹	0,73	0,46
pořizovací cena	Kč	22 000 000	20 000 000
životnost	rok	20	20
	měsíc	240	240
celkové vyrobené množství	tuna	239 616	157 248
investiční měrné náklady	Kč.tuna ⁻¹	91,81	127,19
celkové měrné náklady	Kč.tuna⁻¹	825	590

V Tab. 3: Porovnání nákladů jsou také vypočítány náklady na jednu tunu výroby chleba pece cyklotermické průběžné pásové PPC 381 od firmy J4 a cyklotermické sázecí etážové Variant 26/7 od firmy Kornfeil přibližně stejné pečné plochy, a to cca 320 m². U porovnání těchto pecí je třeba sjednotit pečnou plochu, aby byly možné porovnat náklady na výrobu. Bylo vypočítáno, že je zapotřebí čtyř PPC 381 o celkové pečné ploše 324 m² a dvanácti Variantů 26/7 o celkové pečné ploše 312 m². Při dnešních cenách energií, pořizovacích cenách, nákladech na personál (včetně odvodů, nákladů na pracovní oblečení a pomůcek a všechny další naturálně poskytované věci) je pro řemeslnou pekárnu výhodnější cyklotermická etážová pec sázecí, protože náklady na jednu tunu vyrobeného chleba jsou méně finančně náročné než u cyklotermické pásové pece.

5 Závěr

V této bakalářské práci jsou popsány různé typy pekařských pecí od firmy J4 spol. s.r.o., Kornfeil s.r.o. a Omega CZ spol. s.r.o., jejich účelnosti a efektivity při použití moderních technologií a zařízení pro využití odpadního tepla pro řemeslné pekárny. Nejběžnější způsob sdílení tepla je radiační.

Řemeslné pekárny využívají převážně cyklotermické sázecí pece etážové Variant od firmy Kornfeil či cyklotermické pásové pece PPC od firmy J4. Všechny pece jsou vyráběny o různých velikostech pečné plochy. To záleží na požadavku pekárny, jaké množství chleba potřebují vyrábět. U pecí PPC jedno až dvouetážových, které jsou uspořádány stavebnicově, je potřeba dostatek prostoru pro zabudování pece do šířky. Etážové sázecí pece od firmy Kornfeil šetří místo na šířku a při postavení dvou a více pecí vedle sebe, vznikne velká pečná plocha, a to při malém zastavěném prostoru, minimální obsluze a velkém množství vyrobených výrobků.

Z Tab. 3: Porovnání nákladů u pásové pece PPC a sázecí pece Variant je zřejmé, že při poměrně stejné pečné ploše a nákladů na provoz, etážová pec sázecí Variant 26/7 vyrobí tunu chleba levněji než průběžná pec pásová PPC, a to o nezanedbatelnou částku. Důvodem je, že má vlastní vyvíječ páry a tím jsou náklady na spotřebu páry nulové.

Z Tab. 2: Porovnání nákladů u několika sázecích pecí Variant se může vyčíst srovnání etážové sázecí pece bez asistenta, která vyžaduje osazování výrobků ručně pomocí obsluhy, sázecí pece s asistentem, který automaticky osazuje výrobky a nepotřebuje obsluhu. Dále uspořádání více pecí vedle sebe, a to dvě a čtyři pece stejných rozměrů stejného typu.

Uspořádání čtyř a více těchto pecí vedle sebe je finančně výhodnější, protože náklady na výrobu oproti samostatné sázečí peci jsou méně nákladné. U jedné sázečí pece s asistentem se snižují personální náklady na obsluhu oproti peci bez asistenta.

Při dnešním zdražování energií, topných médií a jiných vstupů při výrobě chleba, by se pekaři měli zamyslet nad modernizací svých pekáren. Přidáním různých přídavných zařízení k pecím, např. využití automatického osazování pomocí asistentů, vybavení pecí technologie STIR, využitím efektivních zařízení pro výrobu páry nebo využitím odpadního tepla, popř. napojením systému odpadního tepla spalin do EKO Bloku. Dále také využitím digitálních panelů a zavedením automatizace by zcela vedlo k minimalizaci obsluhy pecí, kde jen nastaví program na pečení daného výrobku. Investice na pořízení výše uvedených zařízení zajišťujících efektivní provoz pekárny se vyplatí, protože ušetří náklady na spotřebovanou energii, na obsluhu a jiné.

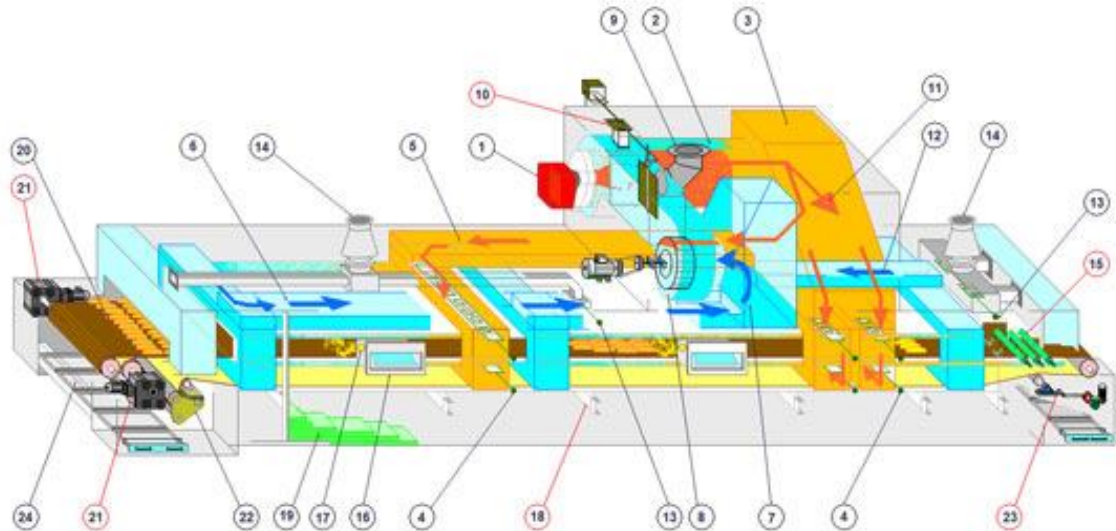
6 Seznam literatury

- (1) DOLEŽAL, Vladimír - KADLEC, František. *Stroje a zařízení pro učební obory Cukrář, Pekař*. 2. doplněné vydání. Praha: Informatorium, spol. s r.o., 2002. 126 s. ISBN 80-86073-95-5.
- (2) HOFFMAN, Pavel - FILKOVÁ, Iva. *Výrobní linky potravinářské*. Praha: ČVUT, 1999. 225 s. ISBN 80-01-02003-7.
- (3) *Energetický audit* [online]. 2008 [cit. 2011-03-21]. Energetický audit. Dostupné z WWW: <www.energeticke-prukazy.cz/energeticky-audit.php>.
- (4) *Efekt energie efektivně* [online]. 2008 [cit. 2011-03-21]. Energetický audit. Dostupné z WWW:<www.mpoefekt.cz/upload/Energeticky_efektivni_spotrebitel_systemy.pdf>.
- (5) *J4* [online]. 2007 [cit. 2011-02-07]. Pekařské pece. Dostupné z WWW: <www.j4.cz/html/pekarske-pece.htm>.
- (6) *J4* [online]. 2007 [cit. 2011-03-30]. Příslušenství. Dostupné z WWW: <www.j-4.cz/html/prislusenstvi.htm>.
- (7) *Kornfeil* [online]. 2011 [cit. 2011-03-30]. Cyklotermická etážová pec Variant. Dostupné z WWW: <www.kornfeil.cz/produkty/etazova-pec-variant.php>.
- (8) *Kornfeil* [online]. 2011 [cit. 2011-03-21]. EkoBlok. Dostupné z WWW: <www.kornfeil.cz/produkty/ekoblok-bypass.php>.
- (9) *Kornfeil* [online]. 2011 [cit. 2011-03-04]. Pekařské pece a technika pro moderní pekárny. Dostupné z WWW: <www.kornfeil.cz/produkty/princip-termoolejove-pece.php>.
- (10) *Kornfeil* [online]. 2011 [cit. 2011-03-18]. Rotomax. Dostupné z WWW: <www.kornfeil.cz/pdf/rotomax.pdf>.
- (11) *Kornfeil* [online]. 2011 [cit. 2011-03-19]. Thermoline. Dostupné z WWW: <www.kornfeil.cz/pdf/thermoline.pdf>.
- (12) *Kornfeil* [online]. 2011 [cit. 2011-03-19]. Thermoroll. Dostupné z WWW: <www.kornfeil.cz/pdf/Thermoroll.pdf>.

- (13) *Kornfeil* [online]. 2011 [cit. 2011-03-18]. Variant. Dostupné z WWW: <www.kornfeil.cz/pdf/variant.pdf>.
- (14) *Kornfeil* [online]. 2011 [cit. 2011-03-18]. Využití odpadního tepla v pekárnách. Dostupné z WWW: <www.kornfeil.cz/produkty/vyuziti-odpadniho-tepla-v-pekarnach.php>.
- (15) *Omega-bakery* [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Stroje. Dostupné z WWW: <www.omegabakery.com.windows7.ignum.cz/materialy/stroje/KOENIG_Rakousko.pdf>.
- (16) *Omega-bakery* [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Stroje. Dostupné z WWW: <www.omegabakery.com.windows7.ignum.cz/materialy/stroje/MONDIAL_FORNI_Italie.pdf>.
- (17) *Pekastroj* [online]. 2009 [cit. 2011-03-30]. EUROPA kombinované pece. Dostupné z WWW: <www.pekastroj.sk/tovar/658/pece/kombinovane-pece/tovar.html>.
- (18) *Podnikatelský svaz pekařů a cukrářů* [online]. 2011 [cit. 2011-04-05]. Ceny vstupů pro pekařskou výrobu. Dostupné z WWW: <www.svazpekaru.cz/index.php>.
- (19) *Interní dokumenty firmy Omega-Backery*. 2011 [cit. 2011-29-02].

7 Přílohy

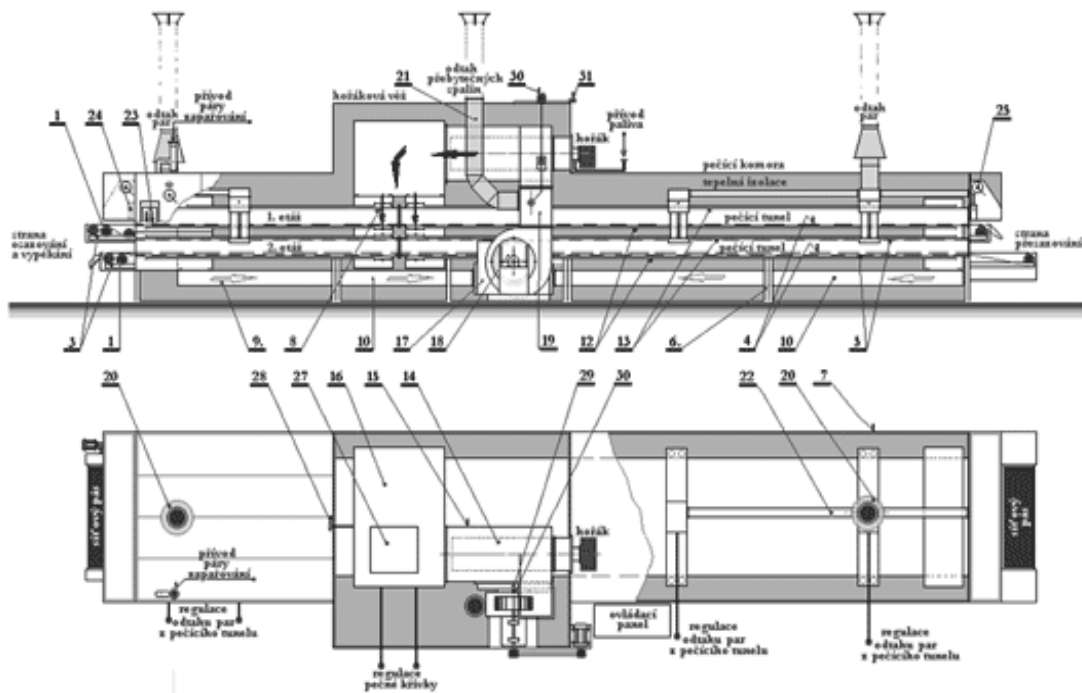
Příloha č.1: Axonometrický řez příkladu cyklotermické pece PPP (5)



- 1: hořák
- 2: hořáková komora
- 3: směšovací komora
- 4: regulace teploty v horním a dolním radiátoru
- 5: rozvodný kanál horkých splodin
- 6: vratný kanál ochlazených spalin
- 7: sběrná komora ochlazených spalin
- 8: cyklotermický ventilátor topného systému s řízenými otáčkami
- 9: výfuk spalin z topného systému
- 10: bezpečnostní větrací klapka
- 11: horké spaliny

- 12: ochlazené spaliny
- 13: hradítka regulace odtahu přebytečných par z pečné komory
- 14: výfuk odtahu par z pečné komory
- 15: dvojité nerezové parní trubky
- 16: nahlížecí okénko
- 17: osvětlení prostoru pečení
- 18: nosník s izolační vložkou
- 19: tepelná izolace
- 20: dopravní síťový pás
- 21: násuvná převodovka pohonu pásu
- 22: mechanické napínání pásu závažím
- 23: stranová regulace pásu
- 24: výsuvné lapače nečistot

Příloha 2: Řez dvouetážovou pecí (5)



- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1: pohonový válec pásu | 17: sběrná komora |
| 3: mechanismus napínání | 18: oběhový ventilátor cyklotermu |
| 4: horní nosná větev pečného pásu | 19: spojovací kanál |
| 5: dolní vratná větev pečného pásu | 20: odtah par pečicího tunelu |
| 6: rám pečicí komory | 21: odtah přebytečných spalín |
| 7: vnější opláštění pece | 22: odtahové potrubí par |
| 8: směs teplých spalín, směr proudění | 23: parní trubky |
| 9: ochlazené spaliny, směr proudění | 24: dveře pečicího tunelu |
| 10: kanály sběrné ochlazených spalín | 25: ovládání dveří |
| 12: spodní topný radiátor | 27: explozní klapky |
| 13: horní topný radiátor | 28: havarijní termostat |
| 14: tubus | 29: řídicí teploměr |
| 15: hořáková komora | 30: čidlo podtlaku, jištění funkce pece |
| 16: směšovací - rozdělovací komora | 31: klapka větrání cyklotermu |