

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Provozní návrh a optimalizace pekárenské výrobní linky

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Dr. Ing. Tomáš Jehlička

Vypracovala: Daniela Pešková

PRAHA 2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Daniela Pešková

Zemědělská specializace
Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Provozní návrh a optimalizace pekárenské výrobní linky

Název anglicky

Operational design and optimization of the bakery production line

Cíle práce

Základem práce je popsat stávající technologie a používané zařízení, včetně popisu konstrukčních, funkčních i provozně ekonomických parametrů provozu. Seznámit se s postupy a zařízením, charakterizovat podmínky ovlivňující technologický i organizačně výrobní proces provozu a popsat základní strojní zařízení.

Metodika

- 1 Úvod
- 2 Cíl práce
- 3 Metodika práce
- 4 Současný stav sledované problematiky
- 5 Praktická část práce
- 6 Výsledky a diskuse
- 7 Závěr
- 8 Seznam použitých zdrojů
- 9 Přílohy

Doporučený rozsah práce

50

Klíčová slova

pekárenství, pečení, pečivo

Doporučené zdroje informací

HAMPL, J.: Cereální chemie a technologie II, VŠCHT 2003

HRUŠKOVÁ, M., SKŘIVAN, P., PŘÍHODA, J.: Cereální chemie a technologie I., cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-7080-530-7

KADLEC, P.: VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. FAKULTA POTRAVINÁŘSKÉ A BIOCHEMICKÉ TECHNOLOGIE. Technologie potravin II. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. ISBN 80-7080-510-2.

KADLEC, P.: VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. FAKULTA POTRAVINÁŘSKÉ A BIOCHEMICKÉ TECHNOLOGIE. Technologie potravin I. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. ISBN 80-7080-509-9.

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

Dr. Ing. Tomáš Jehlička

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 21. 3. 2019

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 26. 02. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma Výrobní linky pekárenského provozu vypracovala samostatně, pod vedením Dr. Ing. Tomáše Jehličky a jen s použitím uvedené literatury a pramenů přiložených v bibliografii.

Daniela Pešková

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat Dr. Ing. Tomáši Jehličkovi, který je vedoucím mé diplomové práce, za trpělivost, čas a cenné rady, které mi poskytl. Dále také mé rodině, a hlavně sestře za podporu a pomoc při kompletování práce.

Abstrakt: Tématem této diplomové práce je provozní návrh a optimalizace pekárenské výrobní linky. Práce je rozdělena do několika kapitol. V úvodní části jsou popsány kapitoly Cíl práce a Metodika, ve které jsou uvedena kritéria výběru pekárny, kde se uskutečnilo experimentální měření. Následuje kapitola Současný stav sledované problematiky, v níž je uveden detailní popis problematiky mlynářství a pekárenské technologie. Závěr této kapitoly je věnován zmrazování pekárenských výrobků. Následuje kapitola Praktická část práce, se stručným popisem vybrané pekárny a technologického postupu výroby chlebů včetně používaného strojního zařízení a fotografické dokumentace. Dále kapitola obsahuje experimentální práci, ve které je popsáno samotné měření změny teploty upečených chlebů v závislosti na čase včetně jeho zhodnocení. V závěru kapitoly jsou uvedeny přínosy chlazení a mražení včetně výpočtu doby návratnosti investice do mražení předpečených chlebových kusů.

Klíčová slova: pekárenství, pečení, chlazení, mražení, chléb

Operational design and optimization of bakery production lines

Summary: The theme of this diploma thesis is the operational design and optimization of the bakery production line. The work is divided into several chapters. The introductory section describes the chapters “The objective of the work” and “The Methodology”, which lists the selection criteria for the bakery in where the experimental measurement were made. The next chapter „The current state of the monitored issue, which provides a detailed description of the problems of milling and bakery technology. The conclusion of this chapter deals with the freezing of bakery products. The following is a chapter „Practical part of the work, with a brief description of the selected bakery and the technological process of bread production, including the currently used machinery and photographic documentation. Further the chapter contains experimental work which describes the actual measurement of the temperature change of the baked breads depending on the time, including its evaluation. The end of the chapter lists the benefits of cooling and freezing, including the calculation of return on investment in freezing the pre-baked breads.

Keywords: bakery, baking, cooling, freezing, bread

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Metodika práce	3
4	Současný stav sledované problematiky	4
4.1	Technologie mlynářství	4
4.1.1	Příjem obilí	5
4.1.2	Skladování obilí.....	5
4.1.3	Čištění a příprava obilí k mletí	6
4.1.4	Mletí obilného zrna.....	8
4.2	Pekárenská technologie.....	9
4.2.1	Suroviny pro pekárenskou výrobu.....	10
4.2.2	Příprava pšeničného těsta	11
4.2.3	Hnětení těsta	15
4.2.4	Zrání, kynutí, dělení a tvarování.....	17
4.2.5	Pečení, chladnutí, expedice	18
4.3	Zmrazování těst.....	21
4.3.1	Požadavky na suroviny	22
4.3.2	Příprava zmrazovaných těst.....	22
4.3.3	Technologický postup zmrazovaného těsta.....	23
4.3.4	Průmyslové způsoby zmrazování a proces rozmrazování.....	24
5	Praktická část práce	25
5.1	Představení pekárny	25
5.2	Technologie výroby chleba.....	26
5.3	Experimentální práce	34
5.3.1	Stanoviště č. 1	35
5.3.2	Stanoviště č. 2.....	40

5.3.3	Zhodnocení experimentální práce	44
5.3.4	Přínosy chlazení.....	46
5.3.5	Návratnost investice do chlazení	47
5.3.6	Přínosy mražení	48
5.3.7	Návrh zařazení mrazicího zařízení do výrobní linky.....	48
5.3.8	Výpočet návratnosti investice do mražení.....	50
6	Výsledky a diskuse	52
7	Závěr	53
8	Citovaná literatura.....	54

1 Úvod

Tématem této práce je optimalizace výrobní linky pekárenského provozu. Pro lepší informovanost o této problematice byla vybrána konkrétní pekárna s následným seznámením se s denním i nočním provozem. Vzhledem k širokému sortimentu pečiva pekárenského provozu, je práce zaměřena na jeden konkrétní produkt, a sice chléb.

Nejdříve je v úvodu literární rešerše zaznamenána technologie mlynářství, která zahrnuje kompletní postup zpracování obilného zrna od příjmu do mlýna až po mletí obilného zrna. Následuje kapitola s názvem Pekárenská technologie, kde jsou popsány suroviny pro pekárenskou výrobu a jednotlivé výrobní fáze pečiva. Poslední kapitola rešeršní části se zabývá problematikou zmrazování těst.

V praktické části je představena konkrétní pekárna, pro níž byl vytvořen návrh na optimalizaci výrobní linky. Je zde uveden technologický postup současné linky pro výrobu chleba obsahující fotodokumentaci stávajících výrobních zařízení. Následuje popis experimentálního měření změny teploty upečených chlebových kusů v závislosti na čase. Výsledky jsou zaznamenány v tabulkách. Jsou zde uvedeny přínosy chlazení i mražení chlebových kusů.

Výstupem této diplomové práce je konkrétní návrh mrazicího zařízení vhodného pro stávající chlebovou linku v pekárně. Firma tím rozšíří portfolio svých produktů, díky čemuž může získat i nové odběratele. Návrh zahrnuje výpočet doby návratnosti do této investice.

2 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je návrh zlepšení výrobní linky pro výrobu chleba v pekárenském provozu Lípa, Jizerské Pekárny spol. s r.o. Pekárna Lípa nemá ve své lince zařízení pro chlazení ani mražení chleba, ten je po upečení ručně přendán do přepravek. Přepravky se pak skladují buď přímo ve výrobním prostoru bezprostředně za kontinuální pecí, anebo v expedičním prostoru, který je vzdálen 20 metrů od výstupu chlebů z pece. Proto je mým úkolem připravit návrh zařazení chladicího nebo mrazicího zařízení pro tuto provozovnu. Chladicí zařízení by ušetřilo místo a zároveň zvýšilo kvalitu upečených chlebových kusů, které by se díky chladicímu zařízení nezapařovaly. Proto je nezbytné zjistit dobu chladnutí upečených chlebů ve stávajících podmínkách. Toto měření je popsáno včetně uvedených naměřených hodnot v kapitole Praktická část práce.

Další možností, kterou pekárna Lípa nevyužívá, je mražení chlebových polotovarů nebo upečených výrobků. Tento způsob je využíván pouze u menších produktů jako jsou housky a podobně. Ty se v pekárně Lípa předpékají a rozvázejí se díky jejich vozovému parku na jednotlivá prodejní místa, kde se výrobky dopékají a zákazník má díky tomu čerstvé a teplé pečivo přímo z obchodu. Z tohoto důvodu se nabízí možnost navrhnout pekárně Lípa zavedení i mrazicího zařízení, které by mrazilo chlebové předpečené kusy a dopékání by probíhalo na jednotlivých prodejních místech stejně tak, jako u jiných druhů pečiva. Díky tomu by mohlo dojít k většímu odbytu těchto výrobků nejen na prodejny pekárny Lípa, ale i do obchodních řetězců. Zároveň se zvýší flexibilita provozu. Mražení umožňuje jak časové, tak prostorové oddělení procesu přípravy těsta od procesu pečení. Díky tomu lze libovolně dopékat výrobky prakticky celý den.

3 Metodika práce

Po prostudování obsáhlé literatury zabývající se pekárenskou problematikou je hlavní pozornost v této diplomové práci věnována výrobě chleba. Pro lepší proniknutí do tohoto tématu byl zvolen následující postup: výběr konkrétní pekárenské provozovny s linkou pro chlebovou výrobu a seznámení se se zvoleným provozem. Následovalo experimentální měření a zpracování získaných informací.

Jedním z kritérií pro výběr konkrétní pekárny je nabízený široký sortiment pečiva. Dalším kritériem byla dostupnost pekárenského zařízení a následná ochota firmy spolupracovat. Při výběru pekárny byla zohledněna velikost a objem produkce pekárenské linky pro výrobu chleba. Z výše uvedených důvodů byla zvolena pekárna Lípa, která je představena v kapitole Praktická část práce.

Experimentální práce se zabývá zkoumáním změny teploty chlebů v závislosti na čase. Teplota byla měřena průběžně od výstupu chlebových kusů z pece. Celkem bylo měření podrobena 32 kusů dvou různých hmotností. U každého kusu byly zjišťovány dvě hodnoty, jednak teplota v hloubce 1 cm pod povrchem, a také ve středu chlebů. Měření probíhalo na dvou stanovištích, jednak v blízkosti pece a také v expediční místnosti, kde se chlebové kusy převážně skladují. Výstupem je porovnání získaných hodnot a zjištění doby chladnutí chlebových kusů.

Po provedení experimentálního měření byly výsledky konzultovány s vedením pekárny, které následně vzneslo požadavek na návrh mrazicího zařízení pro chlebovou linku z důvodu rozšíření portfolia pekárny o nový produkt. Poté byl vytvořen návrh konkrétního mrazicího zařízení včetně dopravníku pro zchlazení čerstvě upečeného chleba s ohledem na požadavky pekárny, např. výkonnost linky a prostorové uspořádání pekárny. Díky tomu by vznikl zcela nový produkt, který by se mohl dodávat jednak do stávajících prodejen a díky jeho větší trvanlivosti i do daleko většího regionu. Tím by došlo k nárůstu prodeje a čistého zisku firmy.

4 Současný stav sledované problematiky

4.1 Technologie mlynářství

K výrobě obilných produktů se používá pouze část z celkové produkce sklizených obilovin ve světě. Většinová část je využívána ke krmným účelům, zbytek pro průmyslové zpracování a osivo. V České republice dochází ke mlýnskému zpracování přibližně jedné třetiny celkové produkce pšenice. Tato část odpovídá dle českých statistických údajů cca 1,2 mil. tun pšenice, která je semleta za jeden rok. Žito je pro účely krmení zvířat využíváno minimálně. Většina žita přichází na mlýnské zpracování. Obilí využívané k výrobě potravin je zpravidla zpracováváno ve mlýnech. Sem se řadí obiloviny pekařské, pečivářské, a také těstářské zpracování. Menšinou část tvoří obiloviny, které se zpracovávají jiným způsobem například pro výrobu sladu, vloček, rýže a dalších.

Nadbytek mlýnské kapacity se týká většiny vyspělých států. Co se týče České republiky, docházelo od znárodnění průmyslu ke koncentraci mlýnské výroby. Z toho důvodu mezi lety 1960 až 1980 došlo ke snížení počtu stavů mlýnů. Po Sametové revoluci v roce 1989 došlo k navrácení majetku původním vlastníkům. Díky tomu se znovu obnovila výroba v menších mlýnech. Z 200 mlýnů, které krátce po privatizaci byly v chodu poklesl jejich počet během krátké doby na polovinu. U velkých mlýnů došlo s postupem času k modernizaci a automatizaci, díky které jsou v dnešní době řízeny počítačem.

Z pohledu historie patří mlýnskému zpracování obilovin k činnostem, které mají své kořeny v prehistorii. Cílem tohoto zpracování bylo rozdrcení zrna, to se drtilo mezi dvěma kameny, z nichž se horní kámen otáčel. K tomuto zpracování docházelo na území České republiky již za doby keltských kultur. Až do počátku minulého století pracovaly mnohé mlýny na tomto postupně velmi zdokonaleném principu. Problémem byla separace čisté mouky z takto získaného šrotu ze zrna. V 19. století byla vynalezena válcová mlecí stolice s různými povrchy válců umožňující v kombinaci s aspiračními a prosévacími stroji dokonale oddělit rozemleté části zrn. V současné době patří mlýnská výroba do moderního průmyslového odvětví, které poskytuje suroviny pro výrobu žitného i pšeničného chleba, těstovin, trvanlivého pečiva, cukrářských výrobků a dalších, jak pro velkovýrobu, tak i pro malovýrobu. Výroba mouky pro spotřebu domácností ve vyspělých zemích výrazně poklesla. V nejnávštějnějších zemích je mlýnská malovýroba minimální. K výraznému poklesu došlo jak z technických, tak i ekonomických důvodů (KADLEC, 2002).

4.1.1 Příjem obilí

Kvalitní přejímka obilí je velice důležitým, avšak málo zmiňovaným bodem, který předurčuje kvalitu mouk vyrobených z obilí. Pro standardizaci vlastností mlýnských výrobků dle požadavků odběratelů je nutná dobrá organizace, kontrola kvality zrna a dalších cest ve mlýně.

Metody ke kontrole pekařské a mlynářské kvality – hlavním úkolem vstupní kontroly je tzv. screening, který slouží k tomu, aby nedošlo ke znehodnocení velkých dávek mouky smísením s partií, která by mohla velké množství mouky znehodnotit z jakýchkoliv důvodů. Při vysoké technické vybavenosti mlýnů by bylo možné jednotlivé partie obilí různé kvality skladovat odděleně a tím zamezit znehodnocení smísením různých mouk. Díky tomu by bylo umožněno míchat jednotlivé mouky na zámel k dosažení požadované kvality mouky. Aby tento systém mohl fungovat, jsou zapotřebí produktivní a rychlé kontroly za pomoci přístrojů. Většina kontrolních metod a přístrojů, které se používají jsou uzpůsobeny na rychlou kontrolu v dostačujících mezích přesnosti, kde je rozhodující rychlost operativní kontroly během zpracování. V současné době se často užívají tzv. komplexní metody. Základem je jedno měření, které poskytne více parametrů (MARTINEK, 2012). Jedná se o fyzikálně-chemická měření. Cílem je změřit spektra v různých vlnových délkách ve viditelné nebo v infračervené oblasti. Z naměřených údajů spekter se následně vypočítá například objemová hmotnost, obsah bílkovin nebo také obsah popela. Podmínkou pro taková měření jsou účinné počítače, které zvládnou shromažďovat velká množství dat a pracovat s nimi. Příkladem takového zařízení jsou NIR spektrometry, které jsou používány v našich mlýnech. Také dochází k uplatnění přístrojů pracujících na principu obrazové analýzy. Přístroj snímá obraz zrna ve viditelném světle speciální kamerou a následně vyhodnocuje vjemy. Přístroj se používá pro vyhodnocení například podílu prázdných zrn, nečistot nebo barevných změn, které signalizují plíseň, sněť, spálení zrna a podobně (KADLEC, 2002; PŘÍHODA, 2003).

4.1.2 Skladování obilí

V současné době mlýny i zemědělské podniky nejsou vybaveny silou pro dlouhodobé skladování o velké kapacitě. Obilí je převážně skladováno u nákupních organizací, ty zajišťují i skladování obilí pro Státní hmotné rezervy. Tyto rezervy se využívají pouze v případě zvláštního ohrožení. Dále také skladují obilí pro intervenční nákupy, které slouží jako ochrana proti cenovým spekulacím. Při dlouhodobém skladování je nutné pro zachování kvality zrna

zajistit zpomalení životních projevů obilí nikoli však umrtvení zrn. Při skladování musí být zajištěny podmínky pro zamezení množení mikroorganismů. Životní projevy mikroorganismů a obilí závisí zejména na dvou fyzikálních faktorech. Jednak na vlhkosti, a také na teplotě. Optimální vlhkost je 14 %. Vlhkost obilí bezprostředně po sklizni je vyšší, někdy může dosahovat i 20 % (KADLEC, 2002). Proto prvním krokem posklizňové úpravy obilí před jeho uskladněním je vysušení zrn v sušárnách. Nezbytností je zabezpečit tento proces co nejdříve po sklizni, aby se tak zabránilo aktivizaci klíčících enzymů. Tento proces závisí právě na vlhkosti a teplotě zrna. Čím vyšší jsou tyto hodnoty, tím je větší riziko aktivizace a znehodnocení obilí. Pokud nedojde k včasnému vysušení zrna dochází k zintenzivnění dýchání obilí, což má za následek jeho naklíčení, vyšší metabolické ztráty na hmotnosti a rozmnožení mikroorganismů. V nejhorším případě může nastat samozáhřev obilní masy, který způsobí úplné zničení obilí. Tato hrozba vzniká při velkých rozdílech v teplotě a vlhkosti mezi uloženým zrnem a vzduchem.

4.1.3 Čištění a příprava obilí k mletí

Na výsledek mlýnského zpracování má zejména vliv příprava obilí k mletí. Proces přípravy obilí ke zpracování probíhá v tzv. čistírně, která je součástí mlýnu. Jedná se o významnou část s nezanedbatelnou plochou, na které se rozkládá. V prvním kroku dochází k sestavení směsi na zámel. Cílem je namíchat směs s požadovanými vlastnostmi z různých partií skladovaného obilí. Důležité je stanovení rozhodujících ukazatelů pro sestavení směsi. Z hlavních parametrů, které jsou požadovány pro vytvoření kvalitních pekařských mouk je jednak kvalita pšeničné bílkoviny, její obsah, a také aktivita amylolytických enzymů a poškození škrobu. Takto vytvořená směs na zámel se dále podrobuje čištění a třídění. Cílem je oddělení zrn jiných obilovin, příměsí, semen plevelů a poškozených zrn. Základem tohoto procesu jsou fyzikální principy. Dochází k třídění na základě aerodynamiky, rozměrové třídění pomocí sít, třídění na základě rozdílné hustoty zrna a nečistot, a také magnetické odstranění kovových příměsí (MARTINEK, 2012). Součástí čistírny je stroj odkaménkovač, který odděluje částice stejné velikosti jako je zrno, avšak s rozdílnou hustotou. K oddělení dochází vytvořením fluidní vrstvy ze zrn proudícím vzduchem, který prochází ze spodní strany sít. Síta mají mírný sklon, to má za následek sesun zrn na sítu ve směru jeho sklonu. Částice s větší hustotou zůstávají na sítu a jsou vibračním pohybem vrhány proti směru sklonu síta a vypadávají na druhé straně než zrno. Pro rozdělení částic odlišného tvaru, ale stejné hustoty

a hmotnosti slouží tzv. triéry. Jsou konstruovány jako duté válce, které mají na svém vnitřním povrchu vyfrézovány či vylišovány otvory přesného rozměru. K rozřídění částic rozdílného tvaru dochází při přivádění obilí dovnitř válců, které se pozvolna otáčejí a mají mírný sklon. Do vytvořených důlků na vnitřních stěnách válců zapadají příslušná zrna, která jsou po stěně válců vynášena nahoru. Zrna vypadávají z důlků do žlabu, který prochází středem válců. Pomocí šnekového dopravníku jsou tyto zrna vyhrnována ven do mlýnského odpadu. V neposlední řadě zrna prochází přes magnetické separátory. Kde dojde k separaci feromagnetických materiálů pomocí elektrických nebo stálých magnetů. K čištění lze také využít tzv. mokré čištění. To probíhá za pomoci praček s vodou. Tento způsob se však nevyužívá z ekonomických důvodů. Následné čištění a recyklace vody po procesu je velmi nákladná a dalším důvodem je, že by při nedokonalém čištění mohlo dojít k šíření kontaminace více než v případě čištění suchou cestou. Po odloučení všech nečistot je následujícím krokem kartáčování a loupání obilí. K tomuto účelu mohou být využity kartáčovací a loupací stroje nebo jejich náhrada tzv. malopřůměrové odírací stroje. Důležité je zmínit rozdílnost technologie mlýnského zpracování žita a pšenice. Rozdíly jsou nejen v přípravě k mletí, ale i v samotném mlecím procesu. Co se týče dřívější přípravy především pšenice, docházelo v průběhu přípravy k mletí ke kondicionování, což je proces hydrotermické úpravy obilí. Proces spočíval v kondicionérech, kde docházelo k řízenému působení teploty a vlhkosti. Cílem této úpravy je navlhčení vnějších částí zrn. Díky zvýšení vlhkosti se vnější části zrn stávají kompaktnějšími, tužšími a méně se drobí. Další výhodou je, že zůstávají ve větších, lépe oddělitelných celcích při vymílání endospermu pomocí válcových stolic. Díky zvlhčení vrstev se i lépe odděluje samotný endosperm v důsledku nabobtnání zrn. V současné době se kondicionování nevyužívá, protože při zpracování rozdílných odrůd se vždy nepodaří nastavit optimální podmínky tohoto procesu. Další nevýhodou je i ekonomická náročnost. Zvlhčení zrna je však nezbytností, proto je tento efekt do určité míry nahrazen dvoustupňovým systémem nakrápění a odležování obilí. Vlhkost obilí před mletím se liší dle tvrdosti pšenice. U měkké evropské pšenice je optimální vlhkost zrna 15,0–16,0 %, u kanadských tvrdých pšenic se má vlhkost pohybovat v rozmezí 16,5–17,5 % (KADLEC, 2002).

4.1.4 Mletí obilného zrna

Proces mletí obilného zrna je poměrně složitý a skládá se z několika technologických uzlů. U pšenice je výhodou při správné přípravě zrna k mletí snadné oddělení endospermu od obalových vrstev oproti žitu. Díky tomu lze vyrábět kvalitní bílou mouku a krupice. Šetrný proces mletí pšenice se nazývá *mletí navysoko*. Žito je zpracováváno spíše násilnou cestou a v mlynářské terminologii se tomu říká *mletí naplocho*. Tyto termíny se používaly již v době, kdy se mlelo pomocí kamenných složeních. Při velké mezeře se se mlelo z tvrdých pšenic – *mletí navysoko*, mletí z měkkých pšenic – *naplocho* (KADLEC, 2002). Každý technologický uzel neboli pasáž se skládá z drcení a následného třídění rozemletého produktu. Proces se mnohokrát opakuje. V jednotlivých procesech dochází ke změnám parametrů. Mění se sestavy sít v hranolových vysévačích, kinetické parametry a povrchová úprava rotujících válců. Samotný proces mletí je uskutečňován pomocí válcových stolic s nastavitelnými parametry pro danou pasáž. Základem mletí jsou dva válce, které se otáčejí nestejnou rychlostí. Poměr otáček rychloběžného a pomaloběžného válce se nazývá předstih. U každého mlecího celku lze nastavovat vzdálenost mezi válci. Mezera však nesmí být podstatně menší než zpracováváný materiál. Povrch válců může být buď plochý, nebo rýhovaný, kde rýhy na jeho povrchu mají mírný sklon. Strana s pozvolnějším sklonem rýhy je označována jako hřbet, opačná strana s větším sklonem se nazývá ostří rýhy. Po rozemletí zrna následuje třídění meliva. K tomuto procesu se používají sestavy sít označované jako rovinné vysévače. Nastavení těchto sít spolu se seřízením válcových stolic je velmi náročný technologický problém. Po průchodu meliva rovinnými vysévači získáme z jednotlivých pasáží roztríděný produkt dle granulace. Následuje buď přimíchání do výsledných produktů mlýna anebo další mlecí chod. Granulovaný produkt s částicemi menší než 200 mikrometrů jsou označovány jako tzv. pasážní mouky (PŘÍHODA, 2003).

Existují 3 základní etapy mletí pšenice:

- **Šrotování** – v této etapě dojde k šetrnému otevření zrn, následně dojde k oddělení obalových vrstev a endospermu v hrubších částicích s nízkým výtěžkem pasážních mouk.
- **Luštění** – dochází k drcení čistých a vytríděných krupic, které obsahují ulpělou část slupky tak, aby zůstala neporušená a dala se snadněji oddělit.
- **Vymílání** – čistý získaný endosperm se drtí dle požadované granulace.

Technologické uzly neboli pasáže jsou v současných technologických postupech složeny z 5 šrotových, 5 lušticích a alespoň 6 vymílacích pasáží. Z každé pasáže se získává buď jedna nebo více pasážních mouk, které se dále míchají na obchodní mouky dle obsahu popela. Pomocí speciálních čističek neboli tzv. reforem dochází k čištění a třídění krupic. Čističky pracují na principu jednak třídění složek pomocí sít a třídění složek s nižší hustotou ve vznosu proudem vzduchu. V případě ulpění endospermu na slupkách se k jeho odstranění používá vytloukač otrub. Stupeň vymletí neboli výtěžnost celkových jedlých produktů je vyjadřována v procentech vůči původní hmotnosti zrna. Se stoupajícím stupněm vyletí, roste podíl obalových částí v mouce, to má za následek i vyšší obsah popela. Ten je základním hodnotícím kritériem kvality mouky v závislosti na tom, ze které pasáže pochází. V porovnání se žitem je jeho proces mletí jednodušší. Používá se způsob mletí naplocho, kde dochází k intenzivnímu rozmělnění meliva na jednotlivých pasážích. Následovalo rozdělení na mouku a hrubší frakce, které znovu vstupovaly do procesu mletí.

Pro převoz mouk z velkých mlýnů se používají velké automobilové cisterny. Pro zásobování menších pekáren se také využívají cisterny, ale s menší tonáží, například 3 tuny. V rámci privatizace, kdy vznikaly malé pekárny na našem území rostly požadavky na distribuci mouky pomocí pytlů. V zahraničí se pro zásobování menších pekáren využívají kontejnery z tkaninových vaků, které jsou zavěšené v kovové konstrukci. Mlýny vyrábí nejen klasické mlýnské výrobky, ale také i mnoho hotových směsí pro různé účely. Mouky jsou přesně upravené a standardizované pro dané typy výrobků. V některých zemích je tradiční technologie pozměněna tak, že se využívá hotových předmíchaných směsí (KADLEC, 2002).

4.2 Pekárenská technologie

V různých zemích jsou stále vyráběny jak tradiční výrobky, tak i sortiment s uplatňováním tzv. etnických výrobků z jiných částí světa. Mezi jednu z charakteristik tradičního pečiva spolu s trvanlivým a extrudovanými výrobky je postup nakypření těsta. Při tomto procesu těsto získává strukturu tuhé pěny, která je pro člověka oproti nenakypřenému těstu lépe požitelná.

Kypřit těsto lze 3 způsoby:

- **Biologický způsob** – u tohoto způsobu kypření těsta dochází k fermentaci za pomoci kvasů.
- **Chemický způsob** – kypření pomocí plynu, který uvolňují za tepla a případně vlhkosti kypřící plyny.
- **Mechanický nebo termicko-mechanický** – k nakypření dochází v důsledku šlehání, expandování z vysokého přetlaku anebo za spolupůsobení tepla.

Technologické postupy jsou si v různých zemích velmi podobné. K jejich odlišení dochází v samostatných krocích výrobního postupu, lišit se mohou například v použití různých chemických příprav, v intenzitě hnětení těst nebo podmínkami při nichž dochází k fermentaci.

Československá výroba začala přecházet mezi lety 1950 až 1989 od malovýrobních postupů k průmyslové výrobě. V letech 1989–1990 nastaly ekonomické změny a došlo tak k navrácení mnoha pekáren původním vlastníkům, díky tomu se znovu obnovila malovýroba. S postupem času mnoho pekáren zaniklo, základní sortiment pekárenské výroby je dnes převážně tvořen v průmyslových pekárnách, kde je celkový podíl pekárenské výroby odhadován na 70 % (PŘÍHODA, 2003). Díky tomu se řadíme mezi země s největšími podíly této výroby v Evropě. Naopak malovýroba se spíše obrací k doplňkovému sortimentu jako je jemné pečivo, speciální druhy chlebů a podobně.

4.2.1 Suroviny pro pekárenskou výrobu

V pekárenské výrobě je základní surovina mouka. Proto je nezbytné věnovat pozornost jejímu složení a kontrole jakosti. Další suroviny nezbytné k vytvoření těsta jsou droždí, voda a sůl. Droždí lze použít buď čerstvé nebo sušené. Trvanlivost čerstvého droždí se pohybuje v řádech dnů, u sušeného droždí je trvanlivost delší. Aktivitu droždí lze posuzovat buď nárůstem objemu těsta nebo prostřednictvím uvolněného oxidu uhličitého (PŘÍHODA, 2003). Určitý vliv mají i zakvasitelné cukry. Aktivitu ovlivňuje i substrát, na kterém bylo droždí vyrobeno. Dle substrátu má droždí vyvinutý enzymový systém a lze tak zahájit fermentační proces ihned nebo až po adaptaci na jiný substrát. Použít lze i jiné složky, které nejsou nezbytné, avšak mohou zlepšovat sensorické vlastnosti, zpomalovat stárnutí, zlepšovat strukturu nebo chuť. Mezi tyto složky patří produkty jako je máslo, sušené mléko, syrovátka

a další. Dále to mohou být vajíčka, cukr, tuk a různá chemická kypřidla. V současnosti se zlepšovacích přísad používá celá řada. Řadíme sem emulgátory, oxidanty a v neposlední řadě aromatizující a barvicí látky. Aromaty mohou být anýz, fenykl nebo kmín (KADLEC, 2002). Pro dobarvování výrobků se používá cikorka či karamel. Z těchto látek, zlepšující vlastnosti nebo vzhled pečiva se vytvářejí směsi pro jednotlivé druhy pečiva. V cukrářské výrobě jsou používány různé druhy polev, lze použít u jemného pečiva i jádroviny, kakao, zavařeniny nebo konzervované ovoce.

4.2.2 Příprava pšeničného těsta

Základní předpoklady jakostních výrobků se utvářejí již při přípravě těsta. Samotný tento proces je jedním z technologicky nejdůležitějších vzhledem ke kvalitě konečného produktu. Jakost výrobku je charakterizována několika ukazateli. Prvním z nich je vytvoření koloidně-chemického systému těsta se správnými fyzikálně-mechanickými vlastnostmi, dále surovinové složení, správné nakypření a vhodné teplené zpracování pečením.

Struktura pšeničného těsta

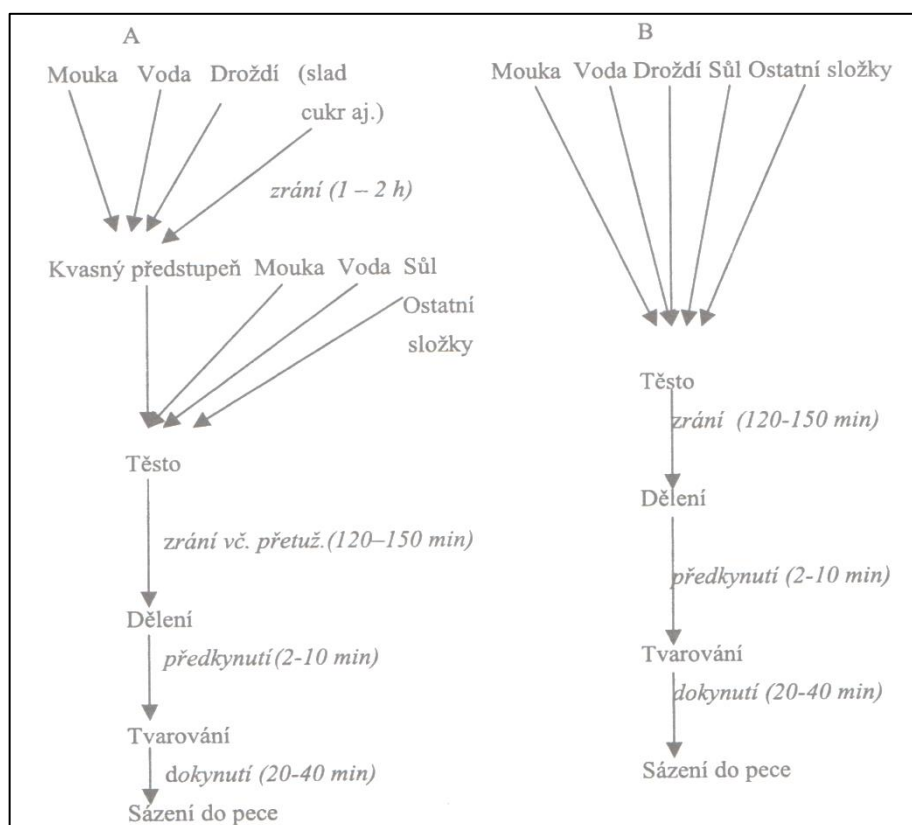
Přidáním vody k ostatním složkám tvořící těsto začne proces bobtnání těchto složek. Bobtnání může probíhat i při teplotě ve výrobním prostoru. Látky, které bobtnají jsou sacharidy a bílkoviny. Dojde i k rozpuštění jiných látek, například přidaných sacharidů nebo solí, ty však nemají na vliv na vytváření koloidního gelu. Při porušení škrobových granulí dochází za normální teploty k bobtnání a přijímání vody mnohem rychleji než při neporušených granulích. Účelem první fáze tvorby těsta je homogenizace všech jeho složek. Při hnětení dochází k řadě enzymově katalyzovaných reakcí, zejména oxidačních, a také roste intenzita bobtnání. Další fáze se může lišit v závislosti na tom, zda je použita mouka žitná nebo pšeničná. Pšeničná mouka má schopnost při bobtnání vytvořit souvislou strukturní síť oproti mouce žitné. V průběhu tvorby těsta se utváří prostorově trojrozměrné uspořádání sítě lepkové bílkoviny (HOLÝ, 1960). Tato síť tvoří jak u pšeničného, tak žitného nosnou strukturu těsta, která má charakter tuhého gelu. Vyšší pružnosti však dosahuje struktura těsta pšeničného. V krátké době se ze směsi kapalných a pevných látek, kde je jedinou spojitou disperzní fází kapalina, začne vytvářet spojitá fáze nabobtnalého gelu. V této spojitě fázi jsou suspendována škrobová zrna a další hydrofobní a tuhé složky. Po vyhnětení následuje fermentační proces, který je charakteristický tvorbou pěny, v níž je dispergován plyn.

Anglické a americké postupy používají k maximalizaci oxidace vysoce intenzivní hnětení s cílem zkrátit vývin těsta (PŘÍHODA, 2003). V těchto případech dochází již při hnětení k tvorbě většinového podílu konečné struktury těsta ve velmi krátkém čase. Proces zrání je zkrácený nebo žádný. Oproti tradičnímu hnětení je bílkovinná struktura mnohem pevnější a dokáže tak vytvořit stěny pórů, které udrží kypřící plyn, i když jsou velmi tenké. Díky této skutečnosti je dosaženo velkého objemu hotových výrobků. Výhodou takového zpracování je i vysoká mechanická pevnost a pružná struktura střídý (KADLEC, 2002; HAMPL, 1985).

Nepřímé vedení pšeničného těsta

Pojmem nepřímé vedení těsta se rozumí příprava předstupně na rozkvašení přidávaného droždí, tento předstupeň se následně smíchá s ostatními složkami a je vytvořeno těsto. Tvorba kvasných předstupňů se v různých zemích i pekárnách liší. V českých zemích se v minulosti používal z kvasných předstupňů nejčastěji omládek. Ten se připravuje z droždí, mouky a vody. Dříve se k němu přidával i ječný slad. Smícháním těchto surovin vznikne řídká hmota. Každá pekárna má předstupeň odlišný jak v konzistenci, tak i v množství přidávané vody. Kromě omládku se dříve používal i tzv. poliš (KADLEC, 2002). Jednalo se též o kvasný předstupeň odlišný pouze v hustotě. V současné době došlo k poklesu používání kvasných předstupňů hlavně u velkovýroby, tam se téměř nevyužívá. K výrobě pšeničných těst na kontinuálních linkách se volilo kompromisu, droždí se rozmíchávalo v zásobních nádržích. Z těchto nádob se aktivované droždí čerpalo přímo do těsta. Doba aktivace droždí se pohybuje kolem 30 minut (PŘÍHODA, 2003). Statisticky nebylo dokázáno významného zlepšujícího vlivu na prodloužení trvanlivosti a kvalitu konečných výrobků s použitím kvasných předstupňů. Právě proto se v současné výrobní technologii vytváří těsto bez nich. Některé země tento postup stále využívají s cílem velmi zkrátit dobu zrání těsta. Dochází tedy k přimíchávání předstupňů do těsta s následnou krátkou dobou zrání nebo okamžitým tvarováním těsta, dokynutím a sázením do pece (HOLÝ, 1960).

Obrázek 1 Schéma nepřímého a přímého vedení těsta



Přímé vedení pšeničného těsta

Od nepřímého vedení těsta se tento způsob liší tím, že se všechny složky smíchají najednou. Výhodou tohoto technologického postupu jsou menší nároky na prostory, zařízení a jejich obsluhu. Na druhou stranu u přímého vedení těsta je zapotřebí delší doba kynutí. K tomu se využívají zrací dopravníky u kontinuálních linek nebo patřičně dimenzované zrací prostory. Snížit dobu kynutí lze pomocí většího přídavku droždí. Pokud se přidá 3–4 % čerstvého lisovaného droždí na mouku, může se doba zrání dvojnásobně i vícenásobně zkrátit oproti dávce 1–2 % (KADLEC, 2002). Pokud je ve výrobním postupu použito hodně cukru nebo tuku, je potřeba tyto dávky ještě zvýšit. V dnešní době jsou na výběr různé typy lisovaného droždí. Plynotvorná kapacita a dostatečná aktivita je důležitá hlavně při přímém vedení těst v kontinuálním a automatizovaném výrobním procesu. Dle receptury se vybírá lisované droždí s ohledem na to, v jakých těstech bude použito. U sušeného droždí lze dosáhnout také dobrých výsledků, ale až po dostatečné hydrataci ve vodě. Rozdíl mezi nepřímým a přímým vedením těsta je na obrázku 1.

Příprava těsta se žitnou moukou

Dle legislativy lze rozdělit chléb do několika skupin:

- Chléb žitný s obsahem minimálně 90 % mlýnských výrobků ze žita.
- Chléb žitnopšeničný, který musí obsahovat alespoň 50 % mlýnských výrobků ze žita a minimálně 10 % mlýnských výrobků z pšenice.
- Chléb pšeničnožitný obsahující alespoň 50 % mlýnských výrobků z pšenice a více než 10 % mlýnských výrobků ze žita.
- Chléb pšeničný, kde obsah mlýnských výrobků z pšenice nesmí být nižší než 90 %.
- Chléb celozrnný s obsahem minimálně 80 % celozrnných mouk nebo odpovídající množství otrub.
- Vícezrnný
- Speciální (Státní zemědělská a potravinářská inspekce, 2015).

První tři skupiny musí povinně obsahovat žitné mlýnské výrobky. Samotný žitný chléb se vyrábí jen sporadicky. Jedním z důvodů je vyšší cena žitné mouky a také fakt, že žitný chléb je obtížně strojně zpracovatelný, je možné použít drobné mechanizace jen částečně. Z těchto důvodů má rozhodující podíl v průmyslové pekárenské výrobě pšeničnožitný chléb. Tradiční kypření těsta žitným kvasem je využíváno u všech žitných a směsných těst. Menšinový podíl pak tvoří těsta, která jsou kypřena přímo droždím. Pro pekárenskou výrobu je nutné u žitné mouky použít výše vymletou mouku, než je pšeničná. Z tohoto důvodu obsahuje větší množství podobalových složek z vnějšího endospermu a dalších obalů. Díky tomu má i vyšší obsah rozpustných i nerozpustných polysacharidů, které obsahují pentosany. Tyto rozpustné pentosany při výrobě těsta ze žitné mouky intenzivně vážou vodu. To brání tvorbě souvislé lepkové struktury. Nosnou strukturou jsou u žitných těst chemické vazby mezi řetězci bílkovin a pentosanů. Charakteristickým rysem těchto vazeb je jejich nízká pružnost a větší viskozita oproti pšeničnému těstu. Těsto z žitné mouky je tvořeno nedostatečně rozpuštěnými pentosany a málo nabobtnalou bílkovinou, proto má podobu vysoce viskózního gelu. Dávkování vody do těsta musí být korigováno tak, aby nedošlo k vysoké lepivosti. Tím je zajištěna lepší zpracovatelnost (KADLEC, 2002).

4.2.3 Hnětení těsta

Díky difuzi se voda pozvolna dostává od povrchu moučného zrna k dalším složkám mouky. Při začátku procesu hnětení je voda v přebytku, neboť zatím došlo k rozpuštění a nabobtnání složek moučných zrn jen málo. S postupem času se smísí všechny složky, tím se snižuje přebytek vody a dojde tak k vytvoření spojitého gelu. Čím více vody je rozpuštěno, tím roste viskozita těsta a odpor těsta vůči napínání. Odpor těsta se navenek projevuje zvýšením odporu vůči hnětačce a zvýšením příkonu pohonného motoru. Pružnost těsta se s postupem času zvyšuje v důsledku prostorového propojování bílkovinné sítě. Při dosažení optima přestanou koloidní složky dále přijímat vodu. Pokud však proces hnětení pokračuje může dojít k přehnětení těsta. To se projeví jednak snížením jeho viskozity, a také tím, že dojde k opocení jeho povrchu, což znamená, že se voda z těsta začne uvolňovat. Pokud však necháme těsto chvíli odležet a následně ho prohněteme, začne se pružnost a viskozita opět zvyšovat. Dochází tedy k dalšímu zpevňování struktury těsta. V praxi je využíváno opětovné prohnětení nazývané jako přetužení, které slouží ke zjemnění porozity, zrovnomnění a zároveň k urychlení vývinu těsta (KADLEC, 2002; PŘÍHODA, 2002).

Výroba kvasných předstupňů

K výrobě kvasných předstupňů pro pšeničné výrobky dochází převážně u menších pekáren. K přípravě omládků nebo polišů dochází vsádkově v mísicím nebo šlehacím stroji. K regulaci se používá odlévaná voda. U výroby kvasu žitného se používá buď šlehačů anebo díží. K vyzrálému kvasu v díži se přidává žitná mouka a voda. Tento proces se nazývá zmlazování. Po vyšlehaní homogenní směsi nastává proces zrání, zároveň zmlazování a pomnožování. Nejdříve se využívalo vícestupňového vedení kvasů, který měl pomalý nárůst objemu, s postupem času a dokonalejšími podmínkami se poměr pomnožování následujících stupňů zvyšoval. V 60. letech minulého století se zaváděla do průmyslových pekáren automatizovaná zařízení pro výrobu kvasů (ŠEDIVÝ, 2014). V kvasných nádobách dochází ke zrání kvasu, ten je následně přečerpáván do odpěňovací nádoby s míchadlem. Dvě třetiny z této nádoby se dávkuje do těsta, zbytek jde do další nádoby, kde dochází ke šlehání nového kvasu. Po přidání žitné mouky a vody se zmlazená směs následně přečerpá do prázdné kvasné nádoby. Kvas zraje zhruba 3 hodiny. Zrání kvasu probíhá vsádkově (KADLEC, 2002).

Dávkování surovin

U dávkování surovin je často používán pojem tzv. vaznost mouky. Tento pojem vyjadřuje recepturní poměr jednotlivých složek přidávaných do těsta v procentech na hmotnost mouky. Poměr mouky ku vodě je proměnlivý a pohybuje se v širších mezích. Příkladem může být poměr 100 dílů mouky ku 35 až 80 dílům vody (KADLEC, 2002). Právě voda má velký vliv na některé vlastnosti těsta během jeho technologického zpracování. Mezi tyto vlastnosti patří například stálost tvaru, biochemické a biologické pochody, výtěžnost výrobků nebo třeba lepivost těsta. Znáмым faktem je, že je žitná mouka schopna více vázat vodu oproti mouce pšeničné. Dávkování jednotlivých surovin je závislé na předepsané receptuře, kdežto voda se dávkuje rozdílně. Její množství závisí na požadované konzistenci těsta.

Před dávkováním mouky je důležité její prosévání, které má vliv na řádný vývoj struktury těsta. Díky tomu se mouka provzdušní. Vliv na provzdušnění má i způsob její přepravy. U pytlové přepravy dojde k provzdušnění velmi málo. Výhodnější je mouku přepravovat bez obalu s využitím pneumatické dopravy.

Pomocí navažování se dávkuje jednotlivé suroviny přímo do díže. Tuk se nejprve rozehřeje, poté se přidá do díže. Teplota tuku při smíchávání s ostatními surovinami by neměla být vyšší než 40 °C (PŘÍHODA, 2003). Pokud by teplota byla vyšší mohlo by dojít k narušení činnosti enzymového systému kvasinek a bakterií. U kontinuální výroby těsta se zpravidla pro dávkování surovin kromě mouky používají roztoky nebo vodní suspenze. Díky přidávané vodě v závislosti na receptuře lze pomocí ní regulovat teplotu těsta. Ta může být upravována i díky hnětačům s chlazením. Dle toho, jakou má těsto teplotu se smíchá v potřebném poměru teplá a studená voda, která se následně odlévá do těsta.

Hnětení a mísení těsta

Nejstarší díže v průmyslové diskontinuální výrobě byly vybaveny hnětacími rameny nebo kotvami. Hnětení bylo zajištěno pomalým pohybem těchto elementů. Ačkoli již došlo k mechanizaci hnětacího procesu, byl tento proces málo intenzivní a vývin těsta byl pomalý. Tento způsob nemůže zajistit důkladné dispergování jemných práškových materiálů, které se přidávají ve velmi malém množství. Příkladem práškových materiálů jsou redukční nebo oxidační prostředky, emulgátory a jiné. S postupem času se vyvíjel tvar hnětacích elementů

tak, aby zajistil větší intenzitu procesu. Také došlo ke zvýšení obrátek hnětacího stroje. V současné době je nejúčinnější spirálový hnětač s hnětacím elementem ve tvaru spirály. V Československu se v 60. letech se vyvinula příprava těst v dížích, které jsou umístěny na otáčivém karuselu (PŘÍHODA, 2003). Podle jednotlivých technologických úkonů se díže pomocí karuselu posouvala do pozic, kde se provádělo dávkování surovin, hnětení a zrání s přetuzením pod částí krytého kruhu. Nakonec došlo ke zdvižení díže pomocí vyklápěčky a následnému vyklápení těsta do násypného koše děličky. V současné době se v průmyslových pekárnách používají nejmodernější systémy řízení procesů. Celý proces je řízen počítačem, ve kterém jsou v databázi uloženy jednotlivé receptury. Podle nich dochází k dávkování surovin pomocí řídicího počítače. K dávkovači surovin, hnětače, zracímu boxu a překlápěči díží jsou díže přemísťovány mechanickým vozíkem. Tento proces nevyžaduje obsluhu, neboť je také řízen pomocí počítače. Po druhé světové válce se vyvíjel způsob kontinuální výroby těst. K tomuto účelu se využívaly kontinuální hnětače těst. Ty byly vybaveny průchozí hnětací rourou. V rouře došlo ke smísení surovin a hnětení pomocí otáčející se šnekovice či jiným hnětacím elementem. Tyto elementy kromě hnětení posouvaly těsto k výstupnímu konci trubice. Do průmyslových pekáren se zaváděly kontinuální výrobničky těst pod označením KVPT pro těsta pšeničná a KVT pro těsta žitná. Toto označení bylo doplněno ještě číslem, které vyjadřuje výkon přepočtený na celkovou hmotnost výrobků za hodinu (KADLEC, 2002).

4.2.4 Zrání, kynutí, dělení a tvarování

Alkoholové kvašení nastává ihned po vyhnětení těsta. Úbytek zkvasitelných cukrů, které během tohoto procesu zpracovávají kvasinky se může pohybovat až kolem 2 % vztažených na mouku (PŘÍHODA, 2003). Během procesu vzniká oxid uhličitý a ethanol. Pokud se jedná o žitné kvasy, vznikají ještě ve větším množství kyselina mléčná a octová. V menších množstvích pak aldehydy, ketony a další organické kyseliny. Díky těmto látkám mají chleby s žitnou moukou typickou chuť. Ta se dále vyvíjí i v průběhu pečení. Těsto zraje ihned po vyhnětení poměrně dlouhou dobu. U kontinuálních linek tento proces probíhá například na průběžných pásech, které se pohybují v nadhlaví, kde je teplota vyšší. V malovýrobě se těsto ponechává v díži, která je umístěna ve zracím boxu, kde těsto zraje. Při zrání těsta je také nutné dodržet požadovanou teplotu tak, aby nedošlo k mléčnému kvašení a tvorbě kyselin. To probíhá za vyšších teplot. Při nižších teplotách naopak probíhá spíše tvorba kypřícího oxidu uhličitého z procesu alkoholového kvašení.

Po zrání následuje dělení těsta na klonky. Jednotlivé klonky se dělí podle objemu tak, aby po upečení měly požadovanou hmotnost. Při přetržité výrobě se na plotnu kruhové formy rozprostře silný plát těsta a pomocí raznice s noži je plát rozřezán na jednotlivé kusy. V kontinuální výrobě se využívají průběžné děličky. Ty fungují na principu pístu ve válci. Těsto je do válce nasáváno a současně natlačeno protiválcem nebo protipístem. Na okraji válce je těsto odříznuto, válcem je těsto vytlačeno na pás, kde dochází k tvarování. U těchto typů děliček lze nastavit hloubku válce a tím upravit hmotnost vytlačovaných klonků. Po rozdělení těsta následuje tvarování. U rohlíků nebo vek se těsto rozválí na tenký plátek a následně se sroluje. Další způsob tvarování je vytvoření okrouhlého nebo protáhlého klonku a poté se shora tlakem raznice vyrazí tvar housky, hvězdy apod. U složitějších tvarů včetně plnění různými náplněmi se používají automatizované linky. Díky nim lze pomocí různých mechanických operací vytvářet různé druhy jemného pečiva. Mezi tyto operace patří rozřezání těsta na pláty o různých tvarech. Mohou být obdélníkové, čtvercové nebo trojúhelníkové. Následně se tryskami aplikuje na jednotlivé kusy těsta náplň, a pak se kusy překládají, rolují a vznikají tak šátečky, buchtičky nebo záviny. Takto automatizované linky můžeme nalézt v průmyslových pekárnách. U malovýroby se používá jen částečné mechanizace. Příkladem je rozvalování těsta na pláty, srolování rohlíků a vyvalování vek. U některých sezónních druhů, jako je například vánočka, se těsto tvaruje zcela ručně. U výroby koblih se nejdříve těstové klonky usmaží a následně jsou pomocí tlakových vstříkovačů plněny zavařeninou.

Mezi dělením těsta na klonky a jejich tvarováním je krátký čas na předkynutí. To probíhá na páse mezi děličkou a zařízením na tvarování klonků. Po vytvarování jsou výrobky přesunuty na plechy, ty se naskládají do vozíku a jsou uloženy do kynárny. V kynárně je řízena vlhkost i teplota. Po uplynutí času v kynárně, se vozíky s nakynutými klonky převezou do boxové pece. U kontinuálně pracujících linek zpravidla těsto kyne v automaticky pracující kynárně, kde na jejím výstupu jsou kusy automaticky přesunuty do pece (KADLEC, 2002).

4.2.5 Pečení, chlazení, expedice

Výrobky se pečou v malovýrobě většinou na vozících, kde jsou jednotlivé kusy uloženy na plechách. Po nakynutí se vozík převezou do boxové pece. U průmyslových pekáren se využívají průběžné pásové pece. Na vstupu jsou kusy sázeny automaticky přímo z kynárny a na druhém konci upečené kusy vypadávají z pece. Samotné pečení je energeticky velmi náročný proces a dochází při něm k zásadním koloidně chemickým změnám. Při více jak 60 °C probíhá denaturace bílkovin, které uvolňují vázanou vodu (KADLEC, 2002). Mazování

škrob, který přebírá uvolněnou vodu. Aby došlo k vytvoření vláčné střídy je zapotřebí dostatku vody pro škrob. Proto je důležité, aby většina vody zůstala ve výrobku a neodpařila se. Toho lze docílit vytvořením těžko prostupné kůrky a prouděním vlhkosti dovnitř bočnic. Předpokladem pro vytvoření kůrky je zavlažení jednotlivých kusů vstupujících do pece vodním sprejem. Také dochází k zapařování začátku pečícího prostoru vpouštěním páry. Protože je těsto na počátku chladné, voda na povrchu kusů zkondenzuje. Díky tomu se na povrchu rychle vytvoří mazotavá souvislá vrstva. Vysokou teplotou se vysušuje, a tak vzniká celistvá pevná kůrka. Díky teplotnímu spádu, který vede od povrchu chlebových kusů dovnitř, tímto směrem proudí i vlhkost. Nakypřené těsto je špatným vodičem tepla, proto nedojde během pečení k vyrovnání teplot uvnitř chlebových kusů, díky tomu proces proudění vlhkosti probíhá po celou dobu pečení, a ještě určitou dobu i po upečení chlebových kusů. Proto je třeba zacházet s upečenými výrobky velmi opatrně, neboť střed není ještě dostatečně zpevněný a mohlo by dojít k deformaci struktury uvnitř chlebových kusů.

Po dopečení výrobky vystupují z pece zpravidla na krátký dopravníkový pás, pomocí kterého se přesouvají k další manipulaci. U drobného pečiva ještě před přesunem do přepravek jsou počítány jednotlivé kusy. Drobné pečivo vystupuje z pece a pomocí dopravníku je přesunuto na počítačku kusů, ta funguje na principu fotočlánku. Po stanoveném počtu kusů, který projde pod fotočlánkem je cesta na pásu přehrazena, ty kusy, které prošly pod fotočlánkem jsou sesunuty do přepravek. Po ruční výměně přepravky, je tok upečených kusů obnoven a znovu se pomocí fotočlánku počítají jednotlivé kusy a plní se další přepravka.

U velkých kusů pečiva jako je například chleba, je nutné, aby po výstupu z pece vychladly. Na konci pece chleby vystupují na sesuvnou desku a následně na dopravník, který je přesune na tzv. točnu. Točna větší otočný kovový stůl. Z něj se ručně chlebové kusy přesouvají do přepravek. Chleby jsou horké, proto se musí dodržet jedna vrstva pečiva v přepravce, nesmí se tedy vrstvit ani zmáčknout, aby dobře chladly. Pokud se jedná o pečivo, které se po upečení balí, je nezbytné, aby vychladlo nejen na povrchu ale i uprostřed střídy. Z tohoto důvodu jsou chleby z pece překládány na poličky vozíků, kde jsou určitý čas ponechány, aby vychladly. Tyto poličky mohou být plechové, které jsou snadné na údržbu, ale i dřevěné. Chladnoucí chleby uvolňují vlhkost, tím způsobují zavlhnutí dřeva. Zavlhnutí spolu s moučným prachem a otěrem z chlebových kusů vytváří vhodné prostředí pro mikroorganismy. Z tohoto důvodu je nezbytné důkladné čištění dřevěných poliček. Proces je obtížný a je prakticky nemožné zbavit se těchto mikroorganismů udržujících se na povrchu.

Na materiál nelze použít silné dezinfekční prostředky, neboť přichází do přímého kontaktu s hotovým výrobkem. Další velkou nevýhodou je, že při chladnutí na vozíkách může dojít ke kontaminaci jak z vnitřního, tak z vnějšího prostředí. Může dojít ke kontaminaci v prostředí kde chladnout z moučného prachu. Vnější kontaminace prachem může nastat, pokud je někde průvan způsobený například z expediční rampy do prostoru, kde chladnou hotové výrobky. Z těchto důvodů patří manipulace s hotovými výrobky ke kritickým bodům pekáren i cukráren.

V některých pekárnách jsou již zařazeny do kontinuálních linek na výrobu pečiva spirálové chladicí věže. Po dopečení se kusy přesouvají do věže. Věž je tvořena mnoha patry, která jsou tvořena pásy z drátěného pletiva, ty se pohybují po spirále. Na pásy jsou umístěny výrobky, které jsou unášeny a postupně chladnou. Výrobky procházejí celou věží od spodu nahoru a poté vypadávají k další manipulaci. Díky spirálové mnohovrstvé konstrukci chladicích věží je zastavěný prostor v pekárně poměrně malý. Dalším způsobem, který se bral v úvahu, bylo chladnutí pečiva na dopravníkových pásích, ty však nenašly uplatnění z důvodu značných požadavků na půdorysné plochy těchto dopravníků. U spirálových chladíren je možnost zabránění přístupu prachu zakrytím spirály s pečivem. Pak je ale nutné vybavit zařízení nuceným oběhem filtrovaného chladicího vzduchu (PŘÍHODA, 2003).

Upečené výrobky se mohou před expedicí krájet na plátky pomocí nožových nebo strunových řezaček. Aby mohly být výrobky nařezány je také zapotřebí, aby byly dostatečně vychladlé. Do prostor s hotovými výrobky by neměli mít přístup ostatní pracovníci. Také by od tohoto prostoru měly být nakládkové rampy neprostupně odděleny.

Aby nedošlo k ohrožení zdraví spotřebitelů druhotnou kontaminací je zapotřebí dbát na zvýšenou hygienu při manipulaci s upečenými výrobky. Nejčastějším ohrožením je kontaminace plísněmi z moučného prachu (PŘÍHODA, 2003). Proto by se mělo zamezit tomu, aby se tento prach dostával do prostor s upečenými výrobky. Ke kontaminaci může dojít i v důsledku nedostatečného průběžného čištění krájecích a balicích strojů.

4.3 Zmrazování těst

V posledních 50 letech došlo k velkému rozvoji zmrazování pekařských výrobků. Změny nastaly hlavně v objemu produkovaných zmrazených pekařských výrobků, ale i v rozmanitosti nabízeného sortimentu těchto produktů a v neposlední řadě i v technologickém a technickém pokroku. Dochází k postupnému zvyšování objemu zmrazovaných produktů v různých fázích výroby. Výrobky lze zmrazovat syrové, předkynuté nebo předpečené a výjimkou není ani hotové pečivo. Díky zmrazovacímu procesu lze výrobky skladovat delší dobu a k dopečení dochází až těsně před prodejem zákazníkům. Z tohoto důvodu se do prodejních míst, jako jsou například supermarkety, zavádí poměrně nenáročné technické vybavení ve srovnání s klasickými pekárnami, které umožňuje dopečení zmrazeného pečiva. Díky této technologii se propojuje malovýroba nabízející prakticky vždy čerstvé pečivo a velkovýroba umožňující produkci velkého množství takto vyráběných produktů.

Zmrazováním se rozumí konzervace potravin, při které dochází ke zpomalování nebo zastavení biochemických, fyzikálních a mikrobiologických procesů vlivem snížení teploty na hodnotu, které se pohybuje pod bodem mrazu (PŘÍHODA, 2003).

Na trhu se vyskytují výrobky, které lze kategorizovat takto:

- Zmrazená těsta („bake off“) – jsou těsta, která se nechávají před pečením rozmrazit, popřípadě dokynout, poté dochází k pečení. V současné době se jedná hlavně o výrobu syrových předkynutých i syrových nekynutých kusů. Při převozu z pekárny do místa prodeje dochází k pečení těchto polotovarů, kde v první fázi pečení dochází k velkému nárůstu objemu výrobků a dochází tak k získávání požadovaných vlastností. Výsledkem této progresivní výroby je pečivo, které má všechny vlastnosti čerstvého pečiva. Základem pro kvalitní výsledek pečených syrových předkynutých i nekynutých těst jsou jednak zlepšovací prostředky, speciální druhy používaného droždí, a také používání kvalitních mouk.
- Předpečené zmrazené pečivo („par-baked“) – jedná se o výrobky, jež je nutné rozmrazit a dopéct. Proces je technologicky méně náročný než předchozí zmrazování těst. Tento způsob výroby je nejužívanějším, protože lze zachovat běžnou recepturu

a technologický postup, ale na úkor nižší trvanlivosti výrobků. Tímto způsobem lze vyrábět libovolné druhy jemného i běžného pečiva.

- Hotové zmrazené pečivo („thaw-and-sell“) – jsou hotové zmrazené výrobky, které se před konzumací jen rozmrazují. Tento typ výroby pečiva se užívá především proto, že umožňuje delší uskladnění, a tím operativnější dodávku do prodejních míst. Příkladem jsou sezónní výrobky jako například velikonoční a vánoční zboží, které podléhají rychlému stárnutí (PŘÍHODA, 2003).

4.3.1 Požadavky na suroviny

Pšeničná mouka – kvůli zmrazování a následnému rozmrazování je zapotřebí použít mouku s minimálním obsahem bílkovin 12 % a silnějším lepkem (PŘÍHODA, 2003). Obsah těchto látek má především velký vliv na zmrazená nekynutá a zmrazená předkynutá těsta.

Droždí – při zmrazování a rozmrazování je důležité dbát na zvolení správného typu droždí.

Cukr – je nedílnou součástí těsta. Po rozmrazování dodává výživu kvasinkám.

Zlepšovací prostředky – u zmrazovaných těst, polotovarů nebo výrobků je nezbytné použít zlepšovací prostředky, tím je dosaženo potřebné kvality finálních produktů. Díky těmto prostředkům lze odstranit různé vady vlivem zmrazování a rozmrazování, jako je například tvrdnutí střídy upečených výrobků.

4.3.2 Příprava zmrazovaných těst

Zpravidla se u výroby zmrazovaných těst používá přímé vedení těsta. Je nezbytné dbát na dodržování receptur, jakosti používaných surovin, ale také i na technologické postupy, protože projevy chyb v postupech nebo nekvalitních surovinách se projeví až při finálním pečení, kde už nelze chyby nijak napravit. Receptura zmrazovaných těst se liší v několika aspektech. Při výrobě těst se navyšuje přídavek pomalu působících oxidačních látek. Důležitá je měkkost střídy, která je ovlivněna vyšším přídavkem tuku. V neposlední řadě je důležité zvolit vhodný typ droždí a jeho množství, které je vyšší oproti nezmrazovaným těstům. Více se ho dává z důvodu inaktivace kvasničných buněk během zmrazování. Aby byl udržen tvar výrobku, je nutné zamezit krystalizaci vody ve výrobku, toho se dosáhne nižším obsahem vody, díky tomu zmrazené pečivo i po rozmrazení drží svůj tvar.

4.3.3 Technologický postup zmrazovaného těsta

Proces hnětení – probíhá zpravidla ve dvou fázích, které se liší rychlostí hnětení. V první fázi je rychlost nižší a ve druhé se zvyšuje. Podmínka, kterou je potřeba dodržet, je nižší teplota procesu hnětení, ta by neměla překročit 21 °C (PŘÍHODA, 2003). Cílem je minimalizace fermentační aktivity těsta. Ke snižování teploty v procesu hnětení se používá led.

Další zpracování – po procesu hnětení je potřeba v co nejkratším čase rozdělit těsto pomocí dělicího zařízení na jednotlivé kusy. U některých typů těst může následovat předkynutí v rozmezí maximálně 8 minut a posléze vlastní tvarování kusů. Těsta, která jsou určena ke zmrazování mají nižší teplotu a jsou tužší, proto je zapotřebí stroj pro zpracování těchto těst seřídit tak, aby umožňoval jejich zpracování. Vytvarované kusy jsou podávány strojem přímo na vstupní dopravník zařízení pro mražení těst.

Zmrazování těst – rychlost procesu zmrazování ovlivňuje životnosti kvasinek obsažených v těstě. Čím rychleji dojde ke zmrazení těsta, tím menší je pravděpodobnost vzniku velkých krystalů ledu. Tyto krystaly jsou nežádoucí z důvodu ničení organel a buněčných stěn kvasinek. Krystaly ledu se nejvíce tvoří v rozmezí minus 0,5–5 °C.

Zmrazování předpečených výrobků – technologický postup výroby mražených předpečených výrobků se až do fáze pečení neodlišuje od klasické výroby a je oproti mražení syrového těsta méně náročný. Peče se při nižší teplotě přibližně stejnou dobu jako u běžného nemraženého pečiva. Po předpečení výrobků musí následovat rychlé zmrazení. Pokud by k tomu nedošlo, vzniklé velké krystaly by způsobily porušení vnitřní struktury upečeného výrobku – škrobový gel a trojrozměrnou síť bílkovin. Důsledkem je rychlejší stárnutí dopečených výrobků.

Zmrazování hotových pekařských výrobků – hlavním důvodem zmrazování hotových výrobků je prodloužení možnosti jejich bezpečného skladování. Jako u předchozích variant je třeba brát ohled na rychlost zmrazovacího procesu z podobných důvodů jako u předchozích procesů. Pro zmrazování hotových pekařských výrobků jsou vhodné jak malé kusy pečiva, tak i velké druhy pečiva, jako jsou celé chleby, běžné i jemné pečivo, sezónní produkty, ke kterým řadíme vánočky, mazance a v neposlední řadě i štoly (PŘÍHODA, 2003).

4.3.4 Průmyslové způsoby zmrazování a proces rozmrazování

V současné době se v pekárenském průmyslu používají 3 typy systémů zmrazování, a to zmrazování v proudu vzduchu, deskové zmrazování a kryogenní zmrazování.

Zmrazování proudem vzduchu – při tomto typu zmrazování jsou výrobky vystaveny nízké teplotě proudu ledového vzduchu v rozmezí minus 29 °C až minus 40 °C (ČURDA, 1992). Do mrazicí komory se dříve umísťovaly zabalené výrobky ve větších celcích, například kartonech apod. Nevýhodou tohoto postupu je, že jednotlivé pekařské výrobky nejsou zmrazeny za stejnou dobu. Nejsou rovnoměrně vystaveny mrazicímu médiu. Ty produkty, které jsou umístěné v kartonech na kraji jsou dříve zmrazené než výrobky uprostřed. Proto se postupem času přešlo na kontinuální zmrazování. Původně se k tomuto účelu využívaly víceřadé dopravníky, v současné době se používají spirálové.

Deskové zmrazování – se používá u výrobků balených, které mají plochý vnější povrch. Zařízení je tvořeno horizontálně uspořádanými deskami, kolem kterých cirkuluje chladicí médium. Mezi tyto desky jsou umísťované zabalené výrobky tak, aby se dotýkal jak horní, tak dolní plochou chladicích desek. Díky tomu je teplo přenášeno velmi účinně. Po mrazicí fázi jsou jednotlivé balíčky s výrobky dopravovány k balicím strojům, jejichž hodinová výkonnost se může pohybovat okolo 800 balení po 12 kusech. Oproti předchozímu postupu je deskové zmrazování výhodnější, protože je méně náročné na prostor, nevýhodou jsou vyšší provozní náklady než u zmrazování proudem vzduchu a nízká flexibilita pro zmrazování výrobků různých velikostí.

Kryogenní zmrazování – je třetí možností zmrazování. Dochází k působení kryogenních plynů na výrobky. Kryogenním plynem může být jednak oxid uhličitý, ale i dusík, který je rozpustný ve vodě, netoxický, bez zápachu a chuti. Je vyráběn ze vzduchu a k transportu dochází v jeho kapalné formě. Teplota aplikace se pohybuje v rozmezí minus 43 °C až minus 54 °C (PŘÍHODA, 2003). Aplikace dusíku jako kryogenního plynu je velice jednoduchá, rozprašuje se přímo v mrazicím boxu na výrobky. Dochází ke změně kapalné fáze dusíku na plynnou, tím se odebírá teplo z produktu, které se uvolňuje do okolí. Množstvím přiváděného kryogenního plynu se koriguje teplota v mrazicím boxu. Výhodou je značné zkrácení doby zmrazování, avšak na úkor až čtyřikrát větších nákladů na tento postup oproti zmrazování proudem vzduchu.

U zmrazovacích postupů se zjistila velká efektivnost při dvoustupňovém mrazicím procesu. Tato efektivnost závisí na konkrétním druhu zmrazovaného výrobku. V první fázi dochází ke zmrazení povrchu výrobků pomocí kryogenního plynu. Tento zmrazený povrch vytváří tzv. krustu, která zabraňuje ztrátám vlhkosti. V další fázi, již při vyšší teplotě, zhruba kolem minus 18 °C dochází k dokončení zmrazení výrobku.

Zmrazená těsta se skladují při teplotách minus 18 °C a méně. Aby nedošlo ke zhoršení jakosti rozmrazovaných finálních výrobků je třeba během rozmrazovacího procesu s těstem zacházet šetrně. Doba procesu se pohybuje mezi 30 až 60 minutami. Těsta se umísťují na vozíky či plechy, kde při okolní teplotě dochází k postupnému rozmrazování. K rychlejšímu procesu lze použít rozmrazovací boxy, díky kterým se doba sníží na 15 minut při řízené teplotě 38 °C (PŘÍHODA, 2003). Vlastnosti pečiva takto rozmrazeného jsou shodné jako u čerstvého pečiva, co se týče stárnutí je tento proces urychlen zmrazením a následným rozmrazováním až dvojnásobně. Během velmi krátké doby se musí zpracovat těsta pro domácí použití, například listová. Jejich výhodou je dlouhá skladovatelnost ve zmrazeném stavu. Rozvoj trendu zmrazování výrobků má vliv na vývoj stravovacích návyků jejich konzumentů i na rozvoj pekárenského průmyslu do budoucna.

5 Praktická část práce

5.1 Představení pekárny

Pro tuto práci byla podle uvedených kritérií v metodice práce zvolena jako zdroj informací a fotografické dokumentace pekárna Lípa, která se nachází v České Lípě. Tato provozovna je součástí firmy jménem Jizerské pekárny, jež byla založena jako společnost s ručením omezeným v roce 1993 pěti společníky. V současné době se její sídlo nachází v Liberci, avšak hlavní provozovna této firmy sídlí právě v České Lípě. Společnost Jizerské pekárny spol. s.r.o. zaměstnává zhruba 350 pracovníků.

Pekárna Lípa, je nejvýznamnější podnikatelskou aktivitou firmy Jizerské pekárny. Tento průmyslový komplex se specializuje na cukrárenskou a pekárenskou výrobu. Široký sortiment těchto produktů umožňuje strojně technologické vybavení a specializovaná výrobní technologie, jež je v této pekárně používána. Na trh je nabízen pestrý sortiment obsahující chleby, běžné a jemné pečivo, dále je součástí výroby i bezlepkové pečivo, knedlíky a mnoho

cukrářských výrobků, jak k okamžité spotřebě, tak i trvanlivých. Denní dodávky spotřebitelům jsou zajišťovány díky vlastnímu vozovému parku. Hlavní zásobovací oblast této pekárny je okres Česká Lípa a vybrané části regionu středních a severních Čech (JIZERSKÉ PEKÁRNY spol. s.r.o.).

5.2 Technologie výroby chleba

V této části práce je uveden stručný popis výroby chleba v pekárně Lípa. Součástí této kapitoly jsou technická schémata strojů a jejich fotografická dokumentace, kterou jsem vytvořila díky spolupráci s touto provozovnou.

Základ pro výrobu chleba je kvalitní kvas. Ten se v pekárně Lípa vyrábí pomocí šlehače pro KVT 1800 od firmy TOPOS a.s., v němž dochází ke kontinuálnímu vyšlehání a samotné výrobě kvasu. Tento šlehač se používá pro výrobu kvasů do žitnopšeničných i žitných těst. Do stroje jsou přiváděny suroviny – voda, kvas a mouka, výrobní pochod je plynulý a suroviny jsou dávkovány kontinuálně dle technologického postupu, řízení tohoto stroje probíhá pomocí počítače, který je umístěn v rozvaděči linky. Součástí stroje přicházející přímo do styku se surovinami, jsou vyrobeny z nerezové a zdravotně nezávadného materiálu. Vytvořený kvas se poté pomocí potrubí přemístí do kvasného zařízení uvedeného na obrázku 2, kde se nechá zrát (TOPOS a.s.).

Obrázek 2 Kvasné zařízení (autor)



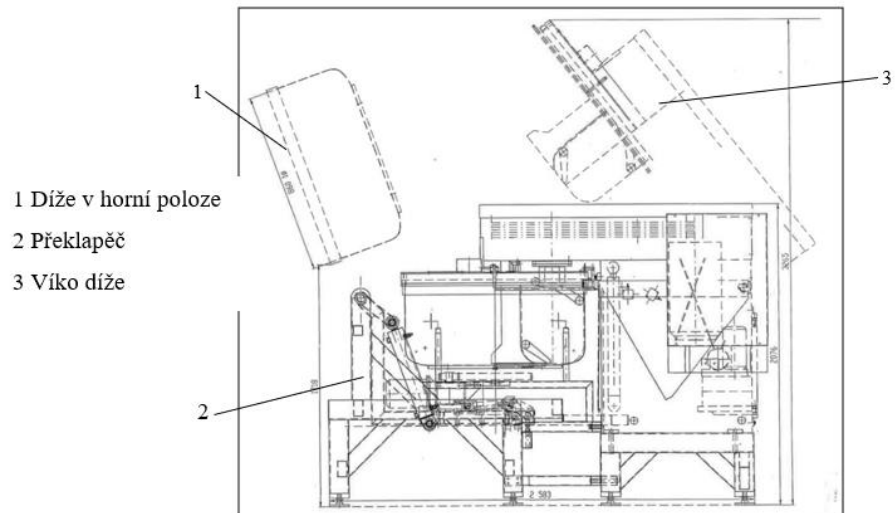
Dalším postupem je vyloučení oxidu uhličitého z vyzrálého kvasu. K tomuto procesu slouží míchač pro KVT 1800 od firmy TOPOS a.s., obr. 3. Do něj je pomocí potrubí přiváděn kvas, který je nutno zpracovat. Tento pochod je plynulý a probíhá ve válcové nádobě v níž je míchadlo opatřené stírači, dodávka kvasu potrubím vede skrz otvory ve víku míchače (TOPOS a.s.).

Obrázek 3 Míchač (autor)



Po vyloučení oxidu uhličitého z kvasu je pomocí dávkovacího čerpadla kvas přečerpán z nádoby míchače do hnětače typu 1126 od firmy TOPOS a.s., uvedený na obrázku 4, který je určen k periodické výrobě všech druhů těst. Jedná se o hnětač s planetovým pohybem hnětadel. V pekárně Lípa je hnětač součástí tzv. mísicího centra, které se skládá z díže, překlápěče a dopravníku. Hmotnost zámisu je v rozmezí od 30 do 300 kilogramů chlebového těsta běžné konzistence a doba hnětení jednoho zámisu je 3 až 8 minut. Po vymísení je těsto pomocí překlápěče přemístěno do násypného koše, obr. 5, který slouží k rozdělení celého objemu těsta na menší kusy (TOPOS a.s.).

Obrázek 4 Hnětač a překlápěč díže (TOPOS a.s.)

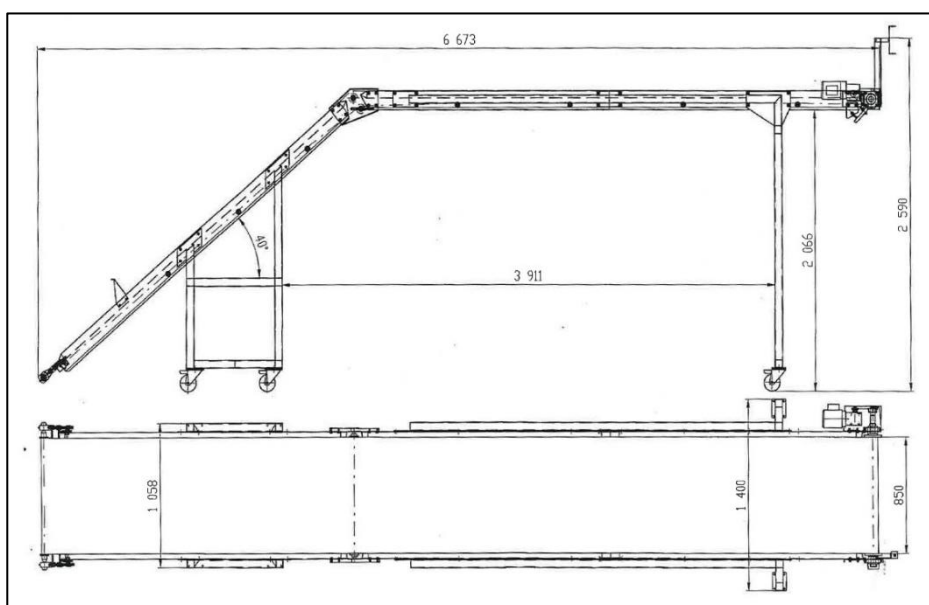


Obrázek 5 Překlopení těsta z díže do násypného koše (autor)



Tyto kusy jsou přemísťovány k děličce těsta pomocí šikmého dopravníku typu 1114_20 od firmy TOPOS a.s. uvedeného na obrázku 6. Tento dopravník je součástí mísicího centra. Náhon dopravníku je proveden převodovým elektromotorem. Stroj je v celonerezovém provedení krom pojezdových a řetězových kol. Vyhnětené těsto přijde na potravinářsky nezávadný pas. Jeho pracovní šíře je 850 milimetrů a délka pasu, po které putuje těsto k dalšímu zpracování je 6 673 milimetrů. Z povrchu pasu je těsto setřeno stíracím zařízením a těsto je tak přemísťeno do děličky na těsto (TOPOS a.s.).

Obrázek 6 Šikmý dopravník (TOPOS a.s.)



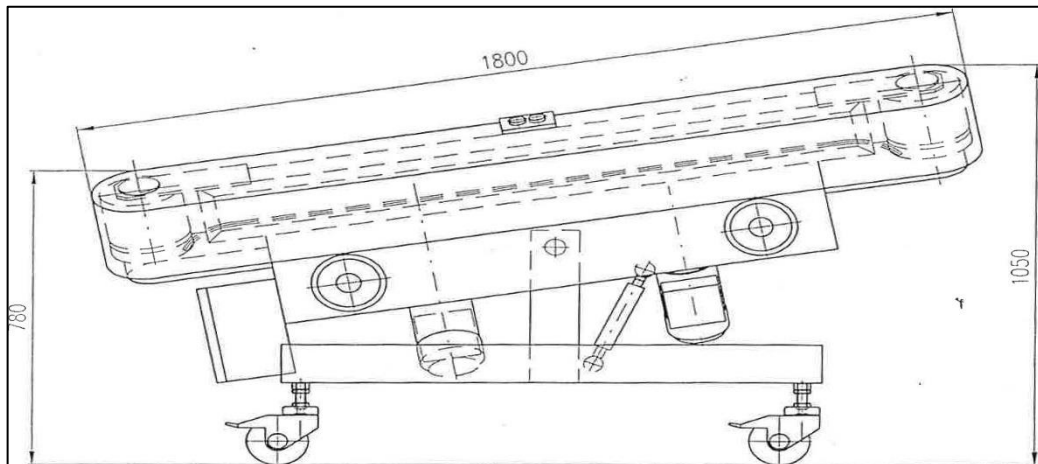
Dělicí stroj DS 2500 od firmy TEVCO s.r.o., uvedený na obrázku 7, slouží k dělení pšeničného a žitného těsta na jednotlivé kusy o hmotnosti v rozmezí 400 až 2500 gramů. Těsto je podáváno podávacími válci, které jsou uloženy v dělicí komoře nad dělicím bubnem. Pomocí podávacího šoupátka je zasunutím a pootočením bubnu nabráno určité množství těsta, a to je protlačeno přes výpadové hrdlo. Nožem jsou odkrajovány jednotlivé klonky těsta, které se dostanou výpadovým hrdlem na vynášecí pas se zaprašovadlem. Části stroje, které přicházejí do přímého styku s chlebovým těstem jsou vyrobeny z litiny (TEVCO s.r.o.).

Obrázek 7 Dělicí stroj (autor)



Z vynášecího pásu se těsto přesouvá na vykulovač typu 863 od firmy LIBERECKÉ STROJÍRNY s.r.o., který je určen k vykulování všech druhů chlebových těst do tvaru koule a je znázorněn na obrázku 8. Tento stroj zlepšuje strukturu chlebového těsta, to ovlivňuje konečnou kvalitu výrobků. Na pojízdném rámu je upevněn výkyvně nastavitelný dopředný a zpětný dopravník. Každý z těchto dopravníků je poháněn vlastním elektromotorem s čelní převodovkou a jsou propojeny regulačním zařízením umožňujícím seřídit vykulovací mezeru podle hmotnosti klonku. Povrch dopravníků tvoří pásy s vlněnou horní vrstvou, pohyb těsta k dalšímu zpracování je docílen různou rychlostí dopředného a zpětného dopravníku, viz. obrázek 9. Maximální výkon vykulovače je 2500 klonků za hodinu, rozmezí zpracovávaných klonků je 300 až 1600 gramů a délka stroje 1800 milimetrů (LIBERECKÉ STROJÍRNY s.r.o.).

Obrázek 8 Vykulovač (LIBERECKÉ STROJÍRNY s.r.o.)



Obrázek 9 Klonky při zpracování na vykulovači (autor)



Dalším strojem používaným v chlebové lince je vyvalovač typu 1179 do firmy LIBERECKÉ STROJÍRNY s.r.o. spolu s ošatkami, který slouží k rozválení klonků do tvaru večky. Maximální výkon tohoto stroje je 2 600 kusů za hodinu. Materiály ve styku s těstem jsou zdravotně nezávadné. Jednoduché seřizování polohy rozvalovací desky nad pásem umožňuje rozvalování klonků o hmotnosti 0,8 – 1,5 kilogramu do požadovaného tvaru. Vytvarované kusy chlebového těsta jsou sériově vynášeny na osazovač a následně přesunuty do jednotlivých ošatek jednoho závěsu kynárny, obr. 10. Po naplnění ošatek se pás s nimi posune a proces se opakuje (LIBERECKÉ STROJÍRNY s.r.o.).

Obrázek 10 Přesun klonků z vyvalovače do laviček kynárny (autor)



Naplňené závěsy putují přerušovaným pohybem vnitřním prostorem kynárny od firmy STROJOBAL Hradec Králové a.s. uvedené na obrázku 11. Po tuto dobu chleba v ošatkách kyne, teplota se zde pohybuje kolem 38 °C a vlhkost je 62 %. Proces kynutí probíhá v rozmezí od 45 do 50 minut. Kynárna je vybavena 188 lavičkami, zařízením na úpravu tepelného režimu a relativní vlhkosti ve vnitřku kynárny. Po uplynutí potřebné doby k nakynutí chlebových kusů se na konci kynárny pomocí zařízení vyklopí nakynuté těsto na pás pece. Dále se tyto kusy pohybují pod značkování, které je zavěšeno na dvou konzolách mezi kynárnou a odsavačem par pece. Pod tímto zařízením je na chlebové kusy vyraženo patřičné označení, dále je chlebové těsto vloženo tzv. vodní mlhou, než doputuje do pece (STROJOBAL Hradec Králové a.s.).

Obrázek 11 Kynárna se 188 lavičkami (autor)



Posledním krokem při výrobě chleba je pečení. V pekárně Lípa se od jejího počátku do současnosti používá pásová pec s názvem PPC 1381 od firmy TOVÁRNY MLÝNSKÝCH STROJŮ a.s., obr. 12. Pečící plocha této pece je 81 metrů čtverečních. Šíře pracovního prostoru je 3,1 metru. Teplota se v tomto zařízení pohybuje kolem 280 °C. Výhodou jsou pozorovací okénka, která slouží k průběžnému sledování průběhu pečení. Uvnitř pece je zapařovací zařízení, které je složeno ze 3 trubek, které mají na spodní straně rozmístěné trysky, kterými dochází k rozprašování páry. Maximální výkon této pece je 1 100 chlebů za hodinu, ale v současné době je produkce 1000 chlebů za hodinu (TOVÁRNY MLÝNSKÝCH STROJŮ a.s.).

Obrázek 12 Pásová pec (autor)



Po uplynutí potřebné doby k upečení chlebových kusů jsou chleby na konci pásu sesunuty a po jednom putují pod trysku s čistou vodou znázorněnou na obrázku 13, aby se docílilo požadovaného lesklého povrchu. Následně jsou chlebové kusy ručně přesunuty do přepravek, kde chladnou.

Obrázek 13 Tryska s čistou vodou (autor)



5.3 Experimentální práce

V této kapitole jsou uvedeny výsledky z experimentálního měření, které probíhalo v pekárně Lípa. Účelem této experimentální části práce je navrhnout zlepšení výrobní linky pro výrobu chleba. Proto bylo zapotřebí provést měření změny teploty upečených chlebů v závislosti na čase a okolní teplotě. Ze zjištěných výsledků pak doporučit konkrétní zařízení pro zlepšení linky pro výrobu chleba.

Úkolem bylo průběžné měření teploty chlebů po výstupu z pece. Měření probíhalo na dvou stanovištích. První stanoviště bylo v blízkosti pece, kde se chlebové kusy skladují, pokud už není místo v expediční místnosti. Teplota okolí se pohybovala kolem cca 30 °C. Druhým stanovištěm pro měření teploty chlebů byla expediční místnost, kde jsou většinou skladovány upečené výrobky. Zde se teplota pohybovala kolem 18 °C.

Chlebové kusy ve tvaru bochníku se po dvou umístily do přepravky, kde postupně chladly. Měření teploty probíhalo každých 5 minut. K měření bylo použit vpichový potravinářský teploměr s rozsahem měření od minus 50 °C do 300 °C s přesností měření na desetiny stupně Celsia. Měřena byla teplota jednak pod povrchem v 1 centimetru, a také ve středu chlebových kusů, viz obr. 14. Měření se podrobilo celkem 8 chlebů na každém stanovišti a sledováno bylo chladnutí dvou velikostí chlebů, jednak malých o hmotnosti cca

850 gramů, a také velkých o hmotnostech cca 1200 gramů. V obou případech se jednalo o chléb pšeničnožitný, který je charakterizován obsahem minimálně 50 % pšeničných mlýnských výrobků a podíl žitných výrobků musí být alespoň 10 % z celkové hmotnosti mlýnských výrobků.

Obrázek 14 Měření teploty chlebů v hloubce 1 cm a ve středu (autor)



5.3.1 Stanoviště č. 1

Na prvním stanovišti probíhalo měření v blízkosti pece, tedy ve výrobním prostoru, obr. 15. Chlebové kusy byly vloženy po dvou do přepravek. Přepravky se následně umístily tak, aby nepřekážely ve výrobě. V následujících tabulkách č. 1 a 2 jsou uvedené naměřené hodnoty celkem 8 chlebových kusů. Jejich hmotnost se pohybovala kolem 850 gramů, jednalo se tedy o chleby malé. Protože se malé chleby pekly dříve než velké, měření proběhlo celkem dvacetkrát a trvalo 95 minut.

Obrázek 15 Výrobní prostor v pekárně Lípa (autor)



Tabulka 1 Měření teploty malých chlebů ve výrobním prostoru

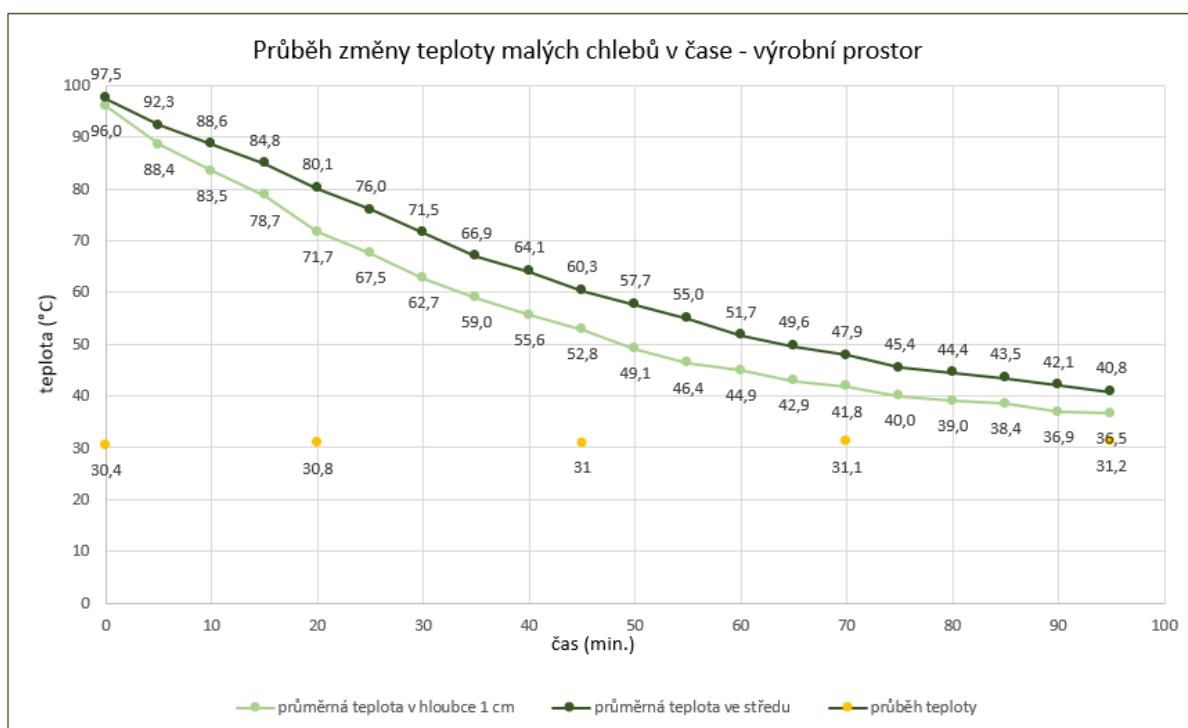
Stanoviště č. 1 - malé chleby									
číslo měření	čas (min.)	Chléb č. 1		Chléb č. 2		Chléb č. 3		Chléb č. 4	
		1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed
1.	0	96,1	97,7	96	97,5	95,4	97,6	95,9	97,9
2.	5	87,9	92	88,1	92,4	88	92,1	88,9	92,9
3.	10	83,6	88,9	83,1	88,5	83,2	88,1	83,9	88,9
4.	15	79,6	85	78,4	84,6	78,9	85,2	78	84,6
5.	20	71,2	79,6	72,1	80,8	71,3	80,3	71,9	80,3
6.	25	67	76,1	67,6	75,8	67,5	76	67,8	75,6
7.	30	62,5	71,2	63,1	71,1	62	72	63,1	71,4
8.	35	59,3	67,3	59,4	66,9	58,8	67,1	58,4	66,7
9.	40	55,3	64,2	56,2	63,8	55,1	63,9	56	64,5
10.	45	53,8	61,2	52,6	59,1	53,9	59,5	52,4	59,9
11.	50	49,8	57,9	48,7	57,5	49,5	57,4	48,9	58
12.	55	46	55,3	46,2	54,2	46,5	54,3	46,9	54,8
13.	60	45,4	51,4	44,9	51,2	45,3	51,5	44,5	52
14.	65	43,1	50	42,8	49,6	43,9	49,7	42,1	49,5
15.	70	42,2	48,3	41,8	47,9	42	47,8	41,6	48
16.	75	40,6	45,7	39,3	45,1	39,5	45,3	39,7	45,7
17.	80	39,5	44,9	38,6	44,1	38,3	44,5	39,9	44,3
18.	85	38	43,6	37,8	43,1	37,9	43,5	37,9	44,1
19.	90	36,9	42,2	37	41,2	37	42,5	36,7	42,1
20.	95	36,9	41,4	36,5	40,9	36,1	40,3	36,4	40,7

Tabulka 2 Měření teploty malých chlebů ve výrobním prostoru

Stanoviště č. 1 - malé chleby									
číslo měření	čas (min.)	Chléb č. 5		Chléb č. 6		Chléb č. 7		Chléb č. 8	
		1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed
1.	0	97,9	96,9	95,6	97,4	95,8	97,8	95,4	97,3
2.	5	89,3	92,2	88,2	92,1	88,5	92,7	88,6	92
3.	10	83,8	89,3	83,1	88,2	83,4	88,7	83,5	88,5
4.	15	79,8	85,1	78,3	84,9	78,5	84	78,2	85,3
5.	20	72,3	79,2	71,4	79,9	71,9	80,1	71,4	80,5
6.	25	68,3	75,9	67,2	76,2	67,5	76,3	67,3	75,7
7.	30	62,9	71,2	62,6	71,8	62,9	71,7	62,6	71,4
8.	35	59	66,9	58,9	67,2	59,3	66,5	58,7	66,6
9.	40	55,7	64,3	55,5	64,3	55,7	63,5	55,3	63,9
10.	45	52,1	62,5	52,4	61,3	52,9	59,5	52,6	59,6
11.	50	48,7	57,3	48,7	57,6	49	58,1	49,3	57,4
12.	55	45,7	55,5	46,1	55,6	46,8	54,9	46,6	55
13.	60	44,3	51,7	44,5	51,5	45,4	52,1	45,2	51,9
14.	65	42,5	49	42,3	50,2	43,2	49,7	43,5	49,4
15.	70	42,1	47,2	41,5	48,4	41,8	47,6	41,3	47,9
16.	75	40	44,8	39,9	45,6	40,5	45	40,3	45,9
17.	80	38,9	44,7	39	44,4	39,1	44,2	38,3	44,4
18.	85	38,3	43,2	38,1	43,4	39,8	44	39,5	43
19.	90	37,3	41,7	37,1	42,3	36,7	42,6	36,5	41,9
20.	95	37	41	36,8	40,8	36,6	40,7	36	40,5

Z jednotlivých měření, kde bylo zaznamenáno celkem 8 hodnot naměřených pod povrchem nebo ve středu chlebů byly vypočteny průměrné hodnoty. Z těchto hodnot byl následně sestaven graf 1. Graf znázorňuje průběh změny teploty u malých chlebových kusů během 95 minut. V následující tabulce 3 jsou uvedeny průměrné počáteční a koncové hodnoty, ke kterým se v průběhu měření došlo. Po výstupu chlebů z pece byla jejich průměrná teplota v hloubce 1 cm 96 °C a ve střídě 97,5 °C. Na konci měření, tedy po cca hodině a půl klesla teplota chlebů na 36,5 °C v hloubce 1 cm a průměrná teplota ve středu chlebů byla 40,8 °C.

Graf 1 Průběh chladnutí chlebových kusů



Tabulka 3 Průměrné hodnoty naměřených teplot na počátku a na konci měření

Výsledná tabulka		
	začátek měření	konec měření
průměrná teplota v hloubce 1 cm (°C)	96,0	36,5
průměrná teplota ve středu (°C)	97,5	40,8
teplota okolí (°C)	30,4	31,2

Na stejném stanovišti proběhlo průběžné měření teploty chladnoucích chlebů ještě u chlebů o hmotnosti cca 1200 g, jednalo se tedy o chleby velké. Měření se podrobilo také celkem 8 chlebů. Velké chleby se pečou v pekárně Lípa až po malých chlebových kusech.

Měření proběhlo celkem šestnáctkrát a v kratším časovém intervalu tak, aby nebyl narušen provoz pekárny, trvalo 75 minut. Expediční prostor byl již skoro zaplněn, a proto bylo zapotřebí měření ukončit. V následujících tabulkách 4 a 5 jsou uvedené naměřené hodnoty.

Tabulka 4 Měření teploty velkých chlebů ve výrobním prostoru

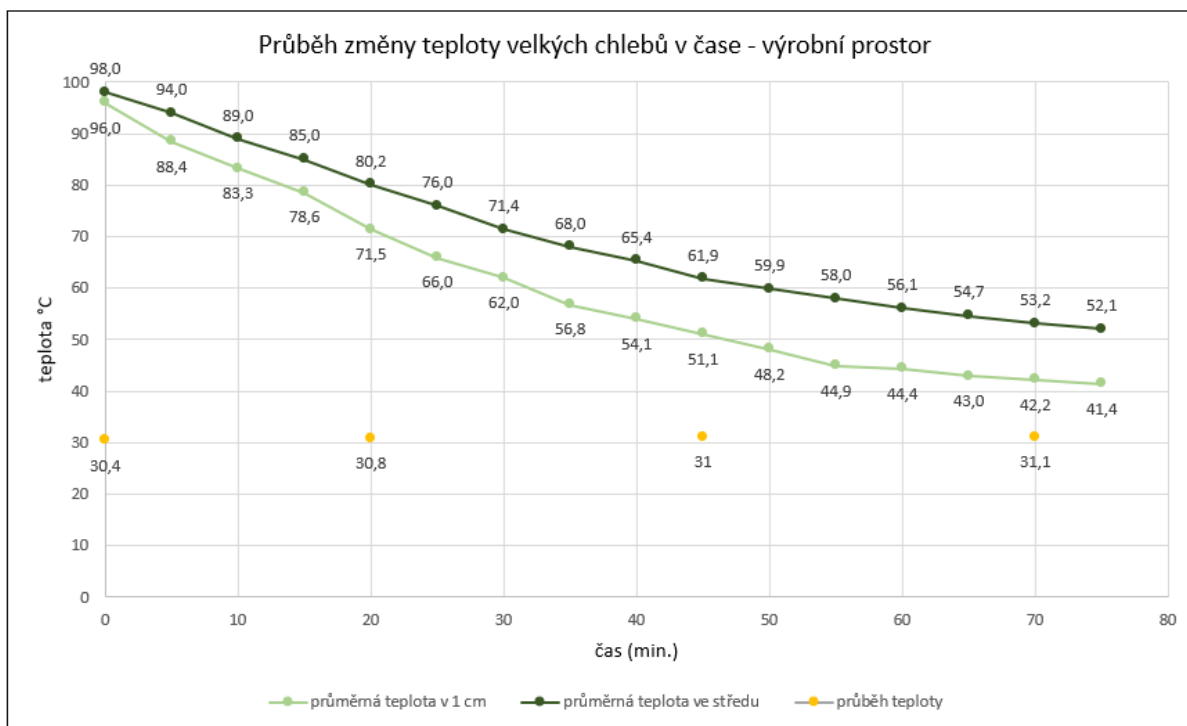
Stanoviště č. 1 - velké chleby									
číslo měření	čas (min.)	Chléb č. 1		Chléb č. 2		Chléb č. 3		Chléb č. 4	
		1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed
1.	0	95,3	98,1	96,2	97,9	96,1	98,3	95,9	98,2
2.	5	88,4	94,3	88,1	93,9	88,5	94,1	88	93,8
3.	10	82,9	89,2	82,7	88,9	82,5	88,6	88,2	89,1
4.	15	78,5	84,8	78,1	85,2	78,2	85,1	78,6	85
5.	20	71,7	80,6	71,3	80,1	71,5	79,8	71,6	80
6.	25	65,8	76,2	66	75,9	66,1	75,7	65,9	76,3
7.	30	61,7	71,4	62,5	71,4	62,3	71,3	62,2	71,1
8.	35	56,9	68,1	56,7	67,8	56,9	67,9	56,6	68,8
9.	40	54,4	65,6	54,2	65,2	53,9	65,4	53,7	65,1
10.	45	51,1	62,3	50,5	61,7	51,2	61,5	51,5	61,2
11.	50	48,8	60,2	48,7	59,8	48,2	59,5	48,4	60,1
12.	55	45	58,3	45,6	57,8	45,3	57,8	44,2	58
13.	60	45,2	56,8	44,7	55,9	44,5	56,9	44,2	55,6
14.	65	42,4	54,8	42,9	54,2	42,3	54	42,5	54,7
15.	70	42,7	53,5	42,4	52,9	41,4	53,3	41,6	53,6
16.	75	41,7	51,4	41,2	51,1	41	52,2	41,4	52,7

Tabulka 5 Měření teploty velkých chlebů ve výrobním prostoru

Stanoviště č. 1 - velké chleby									
číslo měření	čas (min.)	Chléb č. 5		Chléb č. 6		Chléb č. 7		Chléb č. 8	
		1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed
1.	0	95,8	97,8	96,5	97,7	96,1	98	95,7	98,2
2.	5	88,7	93,5	88,6	94,4	88,5	94,2	88,6	93,8
3.	10	82,9	89,4	82,5	88,7	82,1	89	82,4	88,8
4.	15	78,3	84,9	78,9	84,7	79	85,3	79,1	85,1
5.	20	72	80,4	71,2	79,9	71,3	80,2	71,1	80,3
6.	25	65,6	76,2	66,4	75,5	66,3	75,9	65,7	76
7.	30	61,5	71,6	61,4	71,7	62	71,5	62,3	71,3
8.	35	56,9	67,7	57,1	68,5	56,7	68,4	56,9	67
9.	40	53,5	65,7	54	65,6	54,5	65,1	54,4	65,2
10.	45	50,7	62,4	50,8	62,3	51,5	61,9	51,2	61,7
11.	50	47,8	60,2	47,5	59,6	47,8	59,9	48	60,1
12.	55	44,9	57,6	45,5	57,7	44,5	58,2	44,3	58,3
13.	60	44,1	56,2	43,9	56,1	44,1	55,7	44,6	55,4
14.	65	43	55,3	43,5	55,4	43,2	54,7	43,9	54,3
15.	70	41,9	53,1	42,4	53	42,8	53,2	42,5	52,8
16.	75	41,5	52,4	41,7	52,4	41,3	52,3	41,6	51,9

Z tabulky byly vypočteny průměrné hodnoty, které zobrazuje následující graf 2. Z výsledné tabulky č. 6 vidíme, že průměrná teplota chlebů na počátku měření v hloubce 1 cm je 96 °C a ve středu 98 °C. Na konci měření, tedy po 75 minutách klesla teplota ve středu chlebů na 52,1 °C a v hloubce 1 cm klesla na hodnotu 41,4 °C.

Graf 2 Průběh chlazení chlebových kusů



Tabulka 6 Průměrné hodnoty naměřených teplot na počátku a na konci měření

Výsledná tabulka		
	začátek měření	konec měření
průměrná teplota v hloubce 1 cm (°C)	96,0	41,4
průměrná teplota ve středu (°C)	98,0	52,1
teplota okolí (°C)	30,4	31,1

5.3.2 Stanoviště č. 2

Další měření klesající teploty chladnoucích chlebů proběhlo v expediční místnosti, kde se skladuje drtivá většina upečených výrobků, viz. obr 16. V expedičním skladu také dochází ke kompletování jednotlivých zakázek podle papírové dokumentace. Jednotliví pracovníci do přepravek vkládají výrobky dle přání odběratelů a postupně je připravují k expedici. V tomto prostoru se teplota pohybuje kolem 18 °C. Nejprve byla zaznamenávána teplota malých chlebů o hmotnosti cca 850 gramů. V následujících tabulkách 7 a 8 jsou uvedeny naměřené hodnoty.

Obrázek 16 Expediční prostor (autor)



Tabulka 7 Měření teploty malých chlebů v expediční místnosti

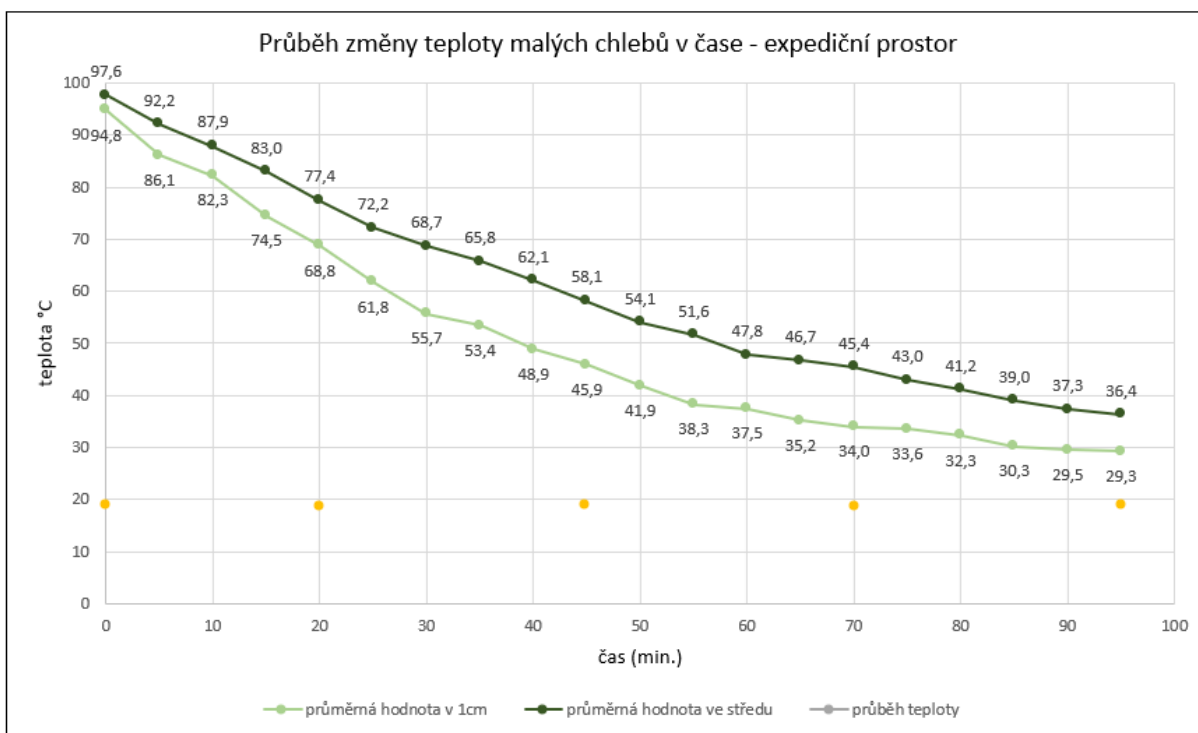
Stanoviště č. 2 - malé chleby									
číslo měření	čas (min.)	Chléb č. 1		Chléb č. 2		Chléb č. 3		Chléb č. 4	
		1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed
1.	0	94,5	97,2	94	97,5	95,5	98	95,3	98,3
2.	5	85,9	92,2	86,1	91,9	85,8	92,6	86,5	91,7
3.	10	82	87,6	82,7	88,1	82,3	88,2	82,1	97,9
4.	15	74,9	82,5	74,4	83,2	74,1	82,5	75	82,6
5.	20	68	76,9	69,2	77,1	68,9	77,2	68,3	77,5
6.	25	62	72,7	61,9	72,6	61,5	72,1	61,3	72,7
7.	30	56,5	68,9	55,1	68,6	55,2	68,2	55,5	68,3
8.	35	53,1	66,1	53,8	65,9	53,5	66,2	53,9	66,6
9.	40	48,2	62,2	49,1	61,9	49,2	62,7	49,5	61,5
10.	45	46,2	58,7	45,7	57,9	46,5	57,8	46,1	58,5
11.	50	42	54,8	41,7	53,9	42,1	54,5	42,2	53,7
12.	55	38,8	52	38,5	51,2	38,5	51,2	38,6	51,7
13.	60	37,6	48,2	37,8	47,6	37,4	47,5	37,9	48
14.	65	35,8	47,3	35,5	47,2	34,9	46,3	35	46,6
15.	70	34,5	45,5	34	44,9	34,1	45,9	33,9	45,6
16.	75	34,1	42,5	34,7	42,3	34	43,3	33	43,2
17.	80	32,1	41,9	31,7	41,2	32,9	41	31,9	39,9
18.	85	30,4	39,3	29,2	39	30,9	38,8	30,7	39
19.	90	30,1	37,5	29,1	36,9	29,3	37,2	29,9	37,1
20.	95	30	36,7	29	36,1	29	35,9	29,3	36,1

Tabulka 8 Měření teploty malých chlebů v expediční místnosti

Stanoviště č. 2 - malé chleby									
číslo měření	čas (min.)	Chléb č. 5		Chléb č. 6		Chléb č. 7		Chléb č. 8	
		1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed
1.	0	94,1	97,8	95	97,1	94,4	97,4	95,6	97,7
2.	5	86,9	92,3	86,5	92,2	85,4	92,5	85,7	91,8
3.	10	82,9	78,8	82,3	87,3	82,1	87,6	81,9	87,8
4.	15	74,6	83,6	73,9	83,1	74,1	83,2	74,8	83,5
5.	20	68,7	77,8	69,5	77,7	69	76,9	68,5	78,4
6.	25	62,3	72,9	62,7	71,6	61,8	71,7	61,1	71,4
7.	30	55,6	69,8	55,3	68,3	56,2	68,4	56,4	69
8.	35	53,2	65	53	65,7	53,3	65,5	53,7	65,2
9.	40	48,5	61,6	48,9	62,3	48,8	62,5	48,9	61,9
10.	45	46	58,8	45,3	58,1	46,3	57,5	45,4	57,8
11.	50	41,9	54,3	41,5	54,4	41,3	53,6	42,2	53,5
12.	55	37,4	51,6	38,4	51	38,2	52,1	37,8	52,3
13.	60	37	48,3	37,5	47,3	37,4	47	37,2	48,1
14.	65	35,6	46	35,9	46,9	34,6	46,1	34,5	47,1
15.	70	33,8	45,2	34,5	45,1	34	45	33,5	46,3
16.	75	32,9	42,9	33,8	42,6	33,4	43,5	32,6	43,8
17.	80	32,2	41,7	32,9	41,8	32,8	41,2	32	41
18.	85	30,6	38,7	30,7	39,3	29,6	38,9	29,9	39,1
19.	90	29,8	37,6	29,4	37,9	29,5	37,3	29,2	37,2
20.	95	29,7	36,9	29,1	36,2	29,3	36,5	28,9	36,4

Po zprůměrování naměřených hodnot byl vytvořen graf 3, který zobrazuje průběh klesající teploty u malých chlebů. V následující tabulce 9 jsou uvedeny počáteční a koncové průměrné teploty. Na počátku měření byla teplota v hloubce 1 cm 94,8 °C a ve středu 97,6 °C. Na konci měření, tedy po 95 minutách, klesla teplota v hloubce 1 cm na 29,3 °C a ve středu na 36,4 °C.

Graf 3 Průběh chladnutí chlebových kusů



Tabulka 9 Průměrné hodnoty naměřených teplot na počátku a na konci měření

Výsledná tabulka		
	začátek měření	konec měření
průměrná teplota v hloubce 1 cm (°C)	94,8	29,3
průměrná teplota ve středu (°C)	97,6	36,4
teplota okolí (°C)	18,9	19

Na druhém stanovišti se taktéž měřila teplota i velkých chlebů. Kusy byly umístěny do přepravek, kde chladly. Každých 5 minut byla zaznamenávána teplota ve středu i pod povrchem. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulkách č. 10 a 11.

Tabulka 10 Měření teploty velkých chlebů v expediční místnosti

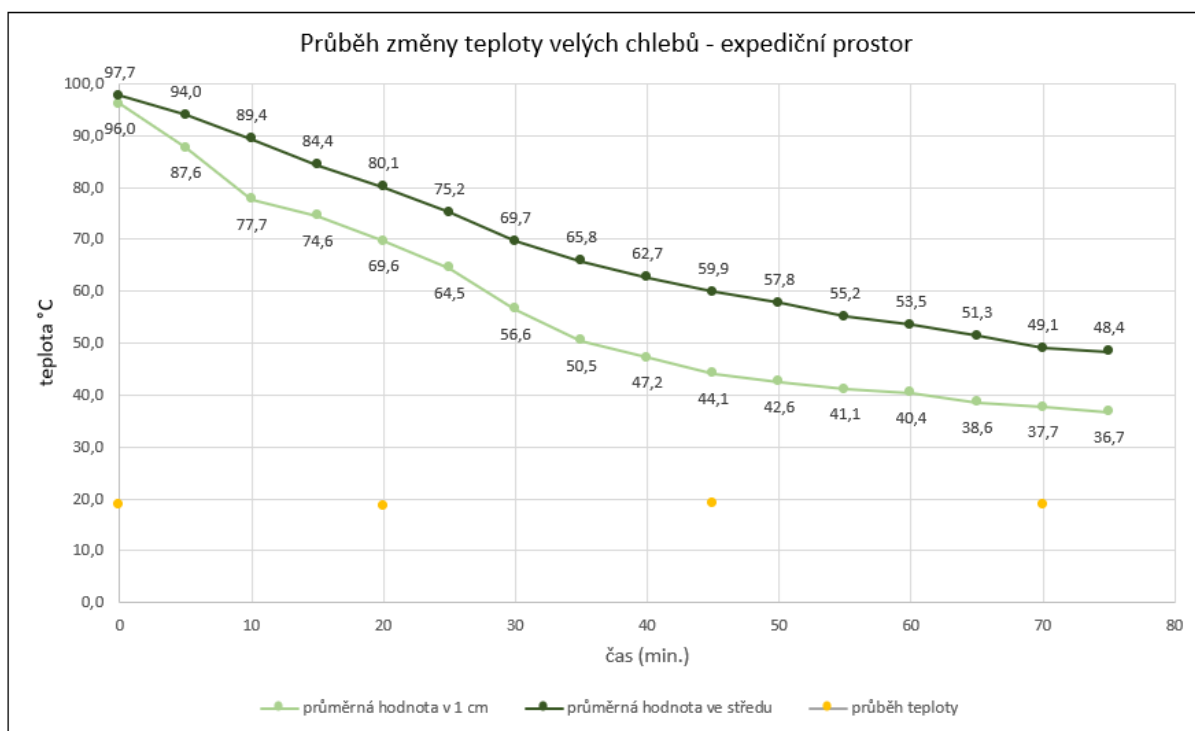
Stanoviště č. 2 - velké chleby									
číslo měření	čas (min.)	Chléb č. 1		Chléb č. 2		Chléb č. 3		Chléb č. 4	
		1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed
1.	0	96,4	97,8	95,7	97,8	95,9	97,6	96	97,4
2.	5	87,4	94	87,6	93,7	87,9	94,1	87,3	94,3
3.	10	77,8	89,1	77,9	89,4	77,3	89,5	77,6	89,2
4.	15	74,2	84,2	75,1	84,5	74,5	84,3	74,9	84
5.	20	69,1	80,1	69,8	79,8	69,7	79,9	69,5	79,9
6.	25	64,2	75,2	63,9	74,8	64,8	75,3	64,7	75,6
7.	30	56,5	69	56,9	70,1	56,7	69,9	56,3	69,5
8.	35	50,3	66,1	50,9	65,7	50,5	66	50,7	65,9
9.	40	47,1	62,7	46,8	62,8	47,5	62,8	47,8	62,5
10.	45	44,9	59,8	44,8	60,3	44,3	59,6	44,7	60,2
11.	50	42,5	58,1	42,9	57,8	42,6	58,1	42,7	57,9
12.	55	41	55,5	41,3	55,1	41,1	55,4	41,4	55,6
13.	60	40,8	53,6	40,1	53,2	40,2	53,9	40,4	53,6
14.	65	38,8	51,6	38	51	38,7	51,5	38,6	51,3
15.	70	37,9	49,4	37,9	48,7	37,6	49,6	37,8	49,4
16.	75	36,4	48,6	36,3	48,1	36,5	48,6	37,1	48,6

Tabulka 11 Měření teploty velkých chlebů v expediční místnosti

Stanoviště č. 2 - velké chleby									
číslo měření	čas (min.)	Chléb č. 5		Chléb č. 6		Chléb č. 7		Chléb č. 8	
		1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed	1 cm	střed
1.	0	96,3	97,5	96,1	97,8	95,7	97,6	96,1	97,9
2.	5	87,9	93,8	88	94,2	87,4	93,6	87,1	93,9
3.	10	78	89,7	77,4	89	77,5	89,8	77,9	89,1
4.	15	74,1	84,5	74,9	84,6	74,3	84,2	74,6	84,6
5.	20	69,3	80	69,7	80,5	70	80,4	69,6	80,2
6.	25	64,8	75,4	64,5	75,1	64,7	74,9	64,3	75,1
7.	30	56,8	70,1	56,2	69,6	56,9	69,3	56,4	69,7
8.	35	50,1	65,5	50,4	65,7	50,6	65,8	50,8	65,9
9.	40	46,9	63	47	62,6	47,6	62,3	47,1	62,8
10.	45	43,4	59,9	43,5	59,7	43,6	60,2	43,5	59,5
11.	50	42,8	57,4	42,2	58,3	42,4	57,6	42,5	57,3
12.	55	41,5	55	41	54,8	39,9	55,3	41,6	54,6
13.	60	40,6	53,5	40,5	53,4	40,3	53,2	40,4	53,9
14.	65	38,8	51,2	38,9	51	38,7	51,5	38,4	51,6
15.	70	37,5	48,9	37,6	48,8	37,4	48,9	37,5	49
16.	75	36,8	48,2	37	48,1	36,6	48,3	36,7	48,4

Z naměřených hodnot byly vypočteny průměrné hodnoty, které jsou zaznamenané v grafu č. 4. Měření proběhlo celkem u 8 chlebových kusů o hmotnostech cca 1200 gramů. V tabulce č. 12 jsou uvedené průměrné počáteční a koncové naměřené hodnoty. Při výstupu z pece měly velké chleby teplotu ve středu 97,7 °C a pod povrchem 96 °C. Na konci měření, tedy po 75 minutách klesla jejich teplota ve středu na 48,4 °C a v hloubce 1 cm na 36,7 °C.

Graf 4 Průběh chladnutí chlebových kusů



Tabulka 12 Průměrné hodnoty naměřených teplot na počátku a na konci měření

Výsledná tabulka		
	začátek měření	konec měření
průměrná teplota v hloubce 1 cm (°C)	96,0	36,7
průměrná teplota ve středu (°C)	97,7	48,4
teplota okolí (°C)	18,9	18,8

5.3.3 Zhodnocení experimentální práce

Pro porovnání získaných výsledků uvádím výsledné tabulky č. 13 a 14 z obou měření. Teploty prostředí na stanovišti č. 1 a 2 se lišily cca o 12 °C. Malé chlebové kusy v blízkosti pece, kde se teplota pohybovala kolem 30 °C, zchladly po 95 minutách na teplotu 36,5 °C pod povrchem a ve středu na teplotu 40,8 °C. V expediční místnosti, kde se teplota pohybovala okolo 18 °C se teplota pod povrchem chlebů dostala na hodnotu 29,3 °C a ve středu na

36,4 °C. Za stejnou dobu chladnutí, při dvanácti stupňovém rozdílu teplot okolního prostředí, byl teplotní rozdíl pod povrchem 7,2 °C a ve středu 4,4 °C. Při těchto koncových teplotách je již možné chlebové kusy expedovat, aniž by se zapařily. Proces chladnutí volně v prostoru je však poměrně zdoluhavý. Aby byla zajištěna rychlejší expedice výrobků, byla by zapotřebí investice do chladicího zařízení. Díky tomu by chlebové kusy byly jednak zchlazeny rychleji a vždy na stejnou teplotu.

Tabulka 13 Měření teploty malých chlebových kusů v blízkosti pece

Výsledná tabulka		
	začátek měření	konec měření
průměrná teplota v hloubce 1 cm (°C)	96,0	36,5
průměrná teplota ve středu (°C)	97,5	40,8
teplota okolí (°C)	30,4	31,2

Tabulka 14 Měření malých chlebových kusů v expediční místnosti

Výsledná tabulka		
	začátek měření	konec měření
průměrná teplota v hloubce 1 cm (°C)	94,8	29,3
průměrná teplota ve středu (°C)	97,6	36,4
teplota okolí (°C)	18,9	19

Protože firma nabízí pšeničnožitný chléb ve dvou velikostech, proběhlo taktéž měření chladnutí za stejných podmínek u bochníků o hmotnostech cca 1200 gramů. Co se týče velkých chlebových kusů, byla jejich změna teploty sledována po kratší dobu, a to 75 minut. Měření teploty velkých chlebů proběhlo celkem 16krát.

Ve výsledných tabulkách č. 15 a 16 jsou uvedeny naměřené průměrné počáteční a koncové teploty velkých chlebových kusů. Při měření teploty v blízkosti pece byla okolní teplota cca 30 °C. Po 75 minutách měření chlebové kusy zchladly na teplotu 41,4 °C v hloubce 1 cm a ve středu na 52,1°C. V expediční místnosti se teplota okolí pohybovala okolo 18 °C, teplotní rozdíl byl taktéž 12 °C. Zde chleby zchladly za stejný čas na teplotu 36,7 °C pod povrchem a ve středu na 48,4 °C. Za stejnou dobu chladnutí v různých prostředích byl tedy průměrný teplotní rozdíl pod povrchem 4,7 °C a ve středu 3,7 °C.

Tabulka 15 Měření velkých chlebových kusů v blízkosti pece

Výsledná tabulka		
	začátek měření	konec měření
průměrná teplota v hloubce 1 cm (°C)	96,0	41,4
průměrná teplota ve středu (°C)	98,0	52,1
teplota okolí (°C)	30,4	31,1

Tabulka 16 Měření velkých chlebových kusů v expediční místnosti

Výsledná tabulka		
	začátek měření	konec měření
průměrná teplota v hloubce 1 cm (°C)	96,0	36,7
průměrná teplota ve středu (°C)	97,7	48,4
teplota okolí (°C)	18,9	18,8

Pokud by firma investovala do chladicího zařízení mohla by být expedice upečených chlebů plynulejší. Díky zkrácení doby chladnutí může pekárna expedovat rychleji upečené kusy, tím pádem by při větší poptávce mohlo dojít k navýšení produkce. Vedení pekárny v průběhu mé experimentální práce vneslo požadavek na návrh mrazicího zařízení pro předpečené chleby. Protože spotřebitelé preferují chléb čerstvý, nejlépe vlažný, uvažuje firma spíše o investici do mrazicího zařízení. Díky tomu by se rozšířilo portfolio pekárny o další výrobek – předpečený mražený chléb. O tento nový produkt by měly zájem především supermarkety, ve kterých spotřebitel uvítá možnost koupě ještě teplých chlebů. Stejně tak by se rozpečené chleby dodávaly i na stávající prodejny pekárny Lípa, kde by se jako rozpečené pečivo dopékaly.

5.3.4 Přínosy chlazení

Chladicí zařízení jsou vhodná v těch podnicích, které chlebové kusy po upečení chtějí balit, krájet, nebo rychle expedovat odběrateli. Pokud by se balil ještě horký chléb, došlo by k jeho zapaření v igelitovém obalu. Problém by nastal i při krájení horkého chleba, který by se lepil na krájecí zařízení. Výhodou chlazení je úspora času oproti procesu chladnutí volně v prostoru, a také úspora místa.

Díky chladicí spirále by bylo zchlazeno rychleji a větší množství chleba než při chladnutí chlebových kusů volně v přepravekách, které jsou ve štosech. Další výhodou je, že chléb je vždy zchlazen na požadovanou teplotu. Pokud se jedná o chlazení volné, je to závislé na lidech, kteří s produkty manipulují a přesouvají je do expediční místnosti. Pokud chléb

upečený navečer vyexpedují až v ranních hodinách, může být příliš studený, záleží na venkovní teplotě. Naopak, pokud není dostatečně vychladlý a je zabalen personálem k expedici, může se zapařit.

5.3.5 Návratnost investice do chlazení

Z výše uvedených přínosů plyne, že lze díky chlazení prodat kvalitnější chléb. Jeho kvalita vzroste tím, že bude řízeně chladnout na požadovanou teplotu. Nedojde tedy k možnému zapaření ve štosech v přeprávkách. Dalším přínosem kontinuálního chlazení je zvýšení produktivity. Upečený chléb se skladuje ve výrobním prostoru, který se rychle plní. Před expedicí musí být chlebové kusy zchladlé. Díky chladicímu zařízení by se proces chladnutí zkrátil a v důsledku toho by se mohl krájet, balit a expedovat dříve. Proto by se mohla navýšit i výkonnost ostatních strojů ve výrobní lince.

Cenu produktu pro výpočet zisku nebylo možné sdělit. Proto je zde uveden modelový příklad. To znamená, že všechny níže uvedené ceny jsou pouze orientační. Nejprodávanejším produktem v pekárně Lípa je krájená půlka chleba o hmotnosti 600 gramů. Původní prodejní cena odběratelům tohoto produktu před chlazením je 15 Kč bez DPH. Díky kontinuálnímu chlazení by se zvýšila kvalita prodáváného produktu. Předpoklad ředitele pekárny Lípa je odhad ceny prodeje jednoho kusu díky zvýšení kvality výrobku o 10 %. Návratnost investice firma požaduje do 3 let. Pořizovací cena chladicího zařízení je 3 000 000 Kč.

Zisk na jednotce byl po konzultaci s vedením pekárny stanoven na 10 %. Jeho hodnota činí 1,5 Kč.

Celková cena, za kterou bude chléb prodáván je:

$$15 + 1,5 = 16,5 \text{ Kč}$$

V této ceně jsou zahrnuty i náklady na investici do chladicího zařízení. Firma denně vyrábí 8 000 kusů chleba.

$$8000 * 365 * 3 = 8\,760\,000 \text{ kusů za tři roky}$$

Do tohoto počtu kusů je třeba započítat hodnotu investice.

$$3\,000\,000 : 8\,760\,000 = 0,34 \text{ Kč bez DPH}$$

Tato vypočtená hodnota je již započítána do nové navýšené ceny 16,5 Kč bez DPH. Po dobu 3 let by zisk byl nižší o 0,34 Kč/kus z důvodu započtení nákladů na investici do chladicího zařízení.

K navýšení výroby by mohlo dojít ze dvou důvodů. Zákazníci kvalitnější chleba budou ve větší míře kupovat. Nárůst prodeje odhadem by mohl být o 20 %. Z důvodu větší produktivity by mohlo dojít k oslovení dalšího odběratele, například supermarketů. Pak by nárůst prodeje odhadem mohl být i 35 %.

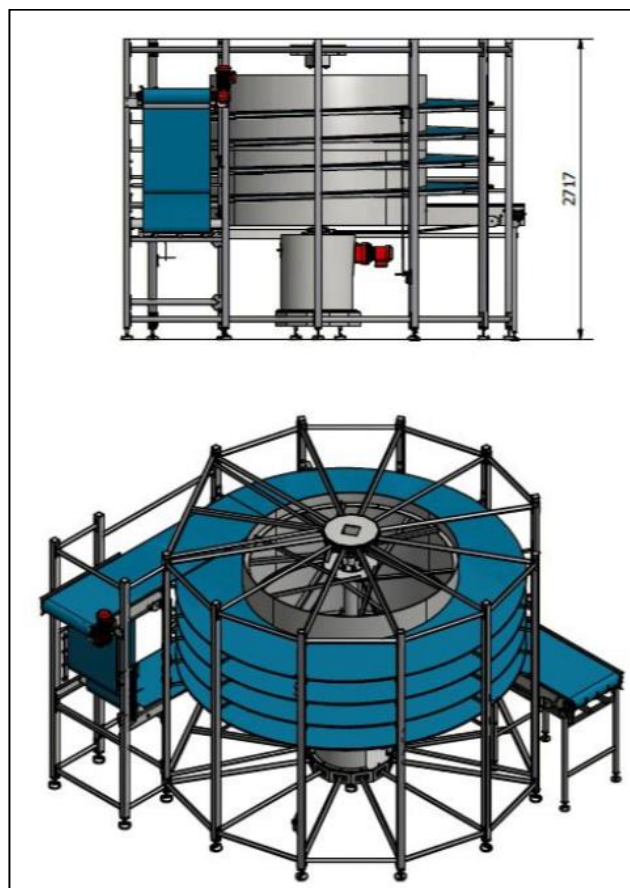
5.3.6 Přínosy mražení

Druhou možností pro pekárnu Lípa je pořízení mrazicího zařízení. Díky tomu by v podstatě vznikl nový produkt a bylo by možné díky jeho zamrazení dodávat ho do daleko většího regionu. V současné době je jedním z nejprodávanějších produktů klasický chléb v čerstvém stavu o hmotnosti 1200 gramů. Pokud by byl zájem o chléb mražený, jednalo by se spíše o menší hmotnosti, například 500 nebo 600 gramů anebo chleby speciální. Pro realizaci by bylo třeba pořídit jednak dopravník pro zchlazení upečených kusů na požadovanou vstupní teplotu 90 °C, mrazicí zařízení a popřípadě skladovací mrazák, který by udržoval teplotu zmražených produktů.

5.3.7 Návrh zařazení mrazicího zařízení do výrobní linky

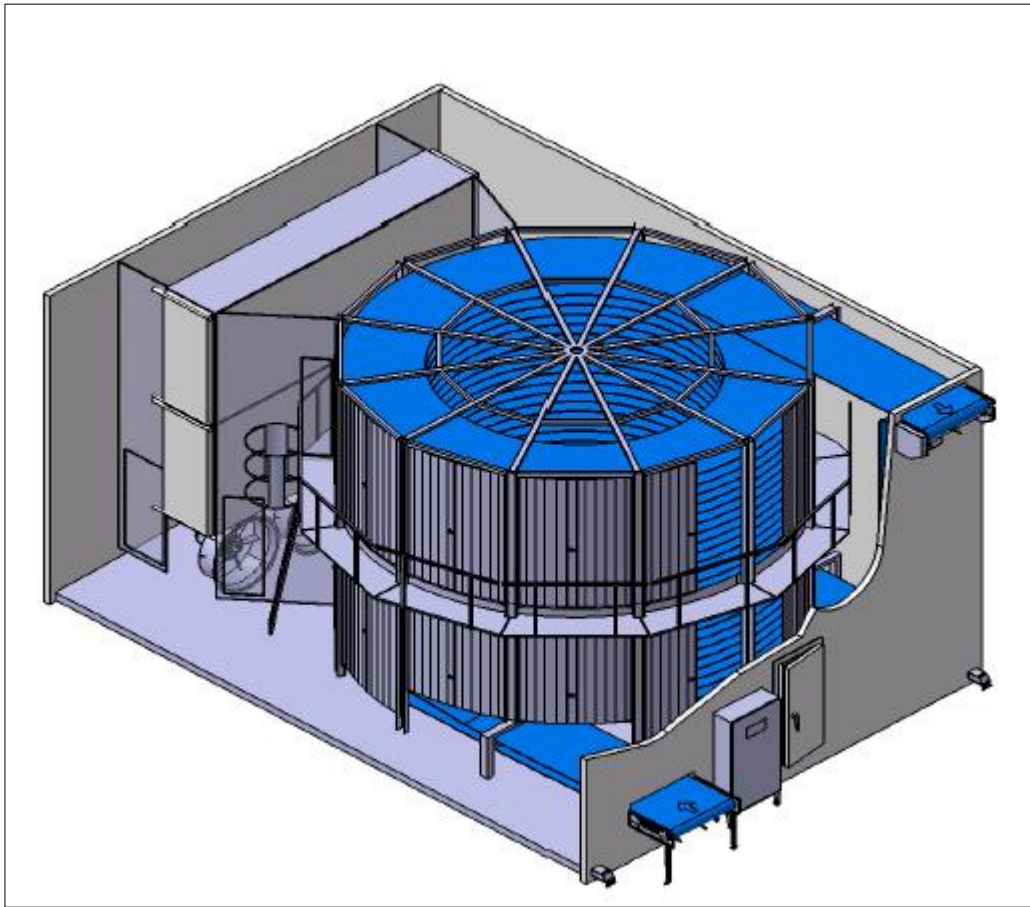
Aby bylo možné zařadit mrazicí zařízení do výrobní linky je dle výrobců těchto zařízení potřebné zajistit vstupní teplotu do mrazicího zařízení cca 90 °C. Výstupní teplota chlebů z pece je však cca 97 °C. Proto je zapotřebí zařadit před mrazicí zařízení také dopravník, který by zajistil zchlazení na požadovaných 90 °C. Z výsledků experimentálního měření změny teploty v závislosti na čase vyplývá, že této požadované teploty je docíleno po zhruba 7 minutách volného chladnutí ve výrobním prostoru, kde by tento dopravník byl umístěn. S těmito údaji a znalostí prostorového uspořádání pekárny navrhuji zařadit do výrobní linky spirálový dopravník na obrázku 17, jehož výrobcem je firma STRAND s.r.o. Jehož hlavní parametr, a sice délka pásu, vychází z naměřených hodnot doby chladnutí upečeného chleba. Aby chlazení probíhalo po dobu cca 7 minut s výkonností linky 1000 chlebů za hodinu je zapotřebí pás o délce cca 54 metrů a šířce 40 centimetrů. Rychlost dopravníku by byla zhruba 6,7 metrů za minutu (STRAND s.r.o.).

Obrázek 17 Spirálový dopravník pro chlazení (STRAND s.r.o.)



Návrh mrazicího zařízení vychází ze zjištěných vstupních parametrů. Výkonnost linky je 1000 ks/h. Jednalo by se o mražení kusů o hmotnostech 500 gramů, vstupní teplota chlebů do zařízení musí být 90 °C. Z těchto vstupních hodnot navrhuji zařízení uvedené na obrázku 18. Jedná se o bubnové mrazicí zařízení od dánského výrobce Scanico A/S. Pořizovací cena je 5 000 000 Kč a zahrnuje nerezovou ocel na vnitřní straně krytu, systém čištění pásů a plošinu pro snadný přístup k horní části zařízení. Pás je zhotoven z drátěného pletiva, šířka pásu je 0,72 m. Vnější délka pásu je 279 metrů. Délka mrazáku je 9 metrů, šířka a výška 5,5 metrů (Scanico A/S).

Obrázek 18 Mrazicí zařízení (Scanico A/S)



Posledním nezbytným prvkem pro technologii mražení je mrazicí skladovací zařízení. To pekárna má a v současné době využívá pro mražení/skladování předpečených housek. Pokud by firma chtěla realizovat mrazicí technologii pořídila by stejný skladovací mrazák od původního dodavatele i pro předpečené chlebové kusy. Proto zde nejsou uvedeny jeho parametry, ale jeho pořizovací cena je započtena do investice.

5.3.8 Výpočet návratnosti investice do mražení

Díky mražení bude možné využít stávající technologii na 1 směnu (8 hodin) během které bude vyrobeno cca 4000 kusů mraženého chleba. Po konzultaci, která se týkala kalkulace nákladů, které zahrnují ceny surovin, energie, práce, dopravy, režijních nákladů apod., je cena nově vzniklého produktu odhadována na 17 Kč bez DPH a to za 500 gramů.

Návratnost investice do technologie mražení požaduje firma do 5 let. Pořizovací cena mrazicího zařízení, skladovacího zařízení a dopravníku pro zchlazení kusů na vstupní teplotu je 8 000 000 Kč. Tuto cenu je potřeba zahrnout do ceny prodáváného chleba. Při výrobě 4000 kusů denně, 365 dní v roce a po dobu 5 let pekárna vyprodukuje 7 300 000 ks chlebů.

$$4000 * 365 * 5 = 7\,300\,000 \text{ kusů}$$

Do tohoto počtu kusů je třeba započítat hodnotu investice.

$$8\,000\,000 : 7\,300\,000 = 1,096 \text{ Kč bez DPH}$$

O tuto vypočtenou hodnotu navýším cenu jednoho kusu chleba.

$$17 \text{ Kč} + 1,096 \text{ Kč} = 18,096 \text{ Kč bez DPH}$$

Zisk na jednotce byl po konzultaci stanoven na 10 %. Jeho hodnota je 1,8096 Kč.

Celková cena, za kterou bude chléb prodáván je:

$$17 + 1,096 + 1,8096 = 19,91 \text{ Kč}$$

Firma požaduje návratnost investice do 5 let. Pro výpočet doby návratnosti investice je třeba zjistit čistý zisk za rok. Výpočet doby návratnosti je uveden v tabulce 17.

$$\text{Čistý zisk} = 365 \text{ dní} * 4000 \text{ ks} * 1,8096 = 2\,576\,870 \text{ Kč}$$

$$\text{Roční odpis} = 8\,000\,000 : 5 = 1\,600\,000 \text{ Kč}$$

Tabulka 17 Výpočet doby návratnosti

POČET LET	ODPISY	ČZ + ODPISY	KUMULACE
1	1 600 000	2 576 870	2 576 870
2	1 600 000	2 576 870	5 153 741
3	1 600 000	2 576 870	7 730 611
4	1 600 000	2 576 870	10 307 482
5	1 600 000	2 576 870	12 884 352

$$\text{Doba návratnosti} = 3 + \frac{8\,000\,000 - 7\,730\,611}{10\,307\,482 - 7\,730\,611} = 3,105 \text{ let}$$

Doba návratnosti vychází na 3 roky, 1 měsíc a 8 dní. Tato doba je pro firmu přijatelná.

6 Výsledky a diskuse

Po seznámení se s pekárenským provozem a provedením experimentálního měření je zřejmé že, pokud by firma chtěla prodávat větší množství stávajícího produktu – klasický chléb, řešením by bylo zařadit do výrobní linky chladicí zařízení. Pro zjištění doby od upečení chlebových kusů do jejich expedice bylo provedeno měření.

Byla sledována závislost změny teploty chlebů na čase. Měření proběhlo na dvou stanovištích, kde se v současné době chleby po upečení skladují do doby expedice. Prvním stanovištěm byla expediční místnost s teplotou okolí cca 18 °C, kde se skladuje většina upečených kusů v přepravkách. Druhým stanovištěm byl výrobní prostor s teplotou okolí cca 30 °C, kde se přepravky s upečenými kusy skladují v případě zaplnění expedičního prostoru. Současná situace neumožňuje plnit přepravky maximálním možným počtem kusů, protože bochníky mají po přendání do přepravek stále vysokou teplotu cca 97 °C a zapářily by se. Zařazením chladicího zařízení by se přepravky mohly plnit maximálním počtem kusů. Díky tomu by došlo k plynulejší a efektivnější expedici hotových výrobků a bylo by možné navýšit výkonnost chlebové linky na její maximální hodnotu 1100 kusů za hodinu. Nynější výkonnost je 1000 kusů za hodinu a odpovídá současné poptávce. Přínosem pro pekárnu by to bylo v případě, že by poptávka převyšovala nabídku.

Další možností pro optimalizaci výrobní linky je použití zařízení pro mražení chlebových předpečených kusů. Díky tomu by vznikl zcela nový produkt o který, jak mi bylo sděleno vedením firmy, by již nyní měli zájem stávající i potenciální noví odběratelé. Trendem je v současné době dopékání pečiva přímo na prodejních místech, aby bylo zákazníkovi nabídnuto ještě teplé pečivo. Proto bylo navrženo mrazicí zařízení, které vychází ze zjištěných vstupních hodnot. Součástí investice je také pořízení skladovacího mrazáku a dopravníku, který by zajistil zchlazení chlebů na požadovanou vstupní teplotu 90 °C do mrazicího zařízení. Pro tento návrh byla vypočtena doba návratnosti do této investice, která činí 8 000 000 Kč.

7 Závěr

Předmětem této diplomové práce je problematika mlynářství a pekárenské technologie, a to již od skladování obilí, přes mletí obilného zrna, používané suroviny, technologický postup ve vybrané pekárně až po finální produkt, to vše se zaměřením na chléb.

Literární rešerše se tedy zabývá detailním popisem mlýnského zpracování obilného zrna, následuje obecný postup technologie výroby pečiva včetně následné expedice. U některých produktů, jako je například balený chléb, je nutné zmínit také chlazení a balení ještě před expedicí. V závěru této kapitoly jsou uvedené možnosti zmrazování pečiva, které je v dnešní době také využíváno.

V úvodu praktické části je představena vybraná pekárna, ve které se uskutečnilo experimentální měření. Dále je zde uveden konkrétní technologický postup této pekárny pro výrobu chleba včetně fotodokumentace. Následuje samotné měření změny teploty v závislosti na čase u dopečených chlebů, které slouží jako podklad při rozhodování firmy o investici do chladicího zařízení. Vedení pekárny by k tomuto kroku přistoupilo v případě navýšení poptávky po tomto produktu. Protože pekárna by chtěla rozšířit své portfolio výrobků o nový produkt, bylo cílem této diplomové práce navrhnout mrazicí technologii. To tedy zahrnuje dopravník pro zchlazení chlebů na požadovanou teplotu před mražením, mrazicí zařízení a popřípadě skladovací mrazák.

V závěru diplomové práce je vypočtena doba návratnosti investice, která zahrnuje všechna tři zařízení pro mražení. Pořizovací cena této investice je 8 000 000 Kč a firma požaduje návratnost do 5 let. Při přepokládané výrobě 4 000 kusů chlebů denně by návratnost investice byla zhruba 3 roky, což je pro firmu přijatelné. Pokud by poptávka po novém produktu byla vyšší, lze časově snadno oddělit proces výroby a expedice mražených produktů. Tyto dva procesy nejsou na sobě tolik závislé jako u výroby a expedice čerstvého chleba.

8 Citovaná literatura

ČURDA, D. 1992. *Vybrané kapitoly z konzervářské a mrazářské technologie*, 1. vydání. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1992. ISBN: 80-7080-146-8.

HAMPL, J. - PŘÍHODA, J. 1985. *Cereální chemie a technologie II: pekárenství*, 1. vydání. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1985. ISBN 440-33588.

HOLÝ, Č. - JANÍČEK, F. 1960. *Technologie pekárenství v praxi*. místo neznámé : Státní nakladatelství technické literatury, 1960.

JIZERSKÉ PEKÁRNY spol. s.r.o. Jizerské pekárny. *O pekárně*. [Online] [Citace: 15. 01 2020.] Dostupné z: <http://www.jipek.cz/cs/o-pekarne/>.

KADLEC, P. 2002. *Technologie potravin I*, 1. vydání. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2002. ISBN 80-7080-509-9.

KADLEC, P. 2002. *Technologie potravin II*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2002. ISBN 80-7080-510-2.

Leipurin Plc. Cooling. *Leipurin*. [Online] [Citace: 02. 01 2020.] Dostupné z: <https://www.leipurin.com/en/machines/cooling?fbclid=IwAR1HpNj14-XYDifX-QwEjeUwEXRAkthJBqI0yC0Q1SnawIcVsiIb36XJeHs>.

LIBERECKÉ STROJÍRNY s.r.o. Firemní literatura. *Technická dokumentace ke strojním zařízením*.

MARTINEK, V. - FILIP, P. 2012. *Mlynářská technologie svazek 2, Skladování a příprava surovin*. místo neznámé : Svaz průmyslových mlýnů České republiky, 2012. ISBN: 978-80-239-9475-9.

PŘÍHODA, J. - HUMPOLÍKOVÁ, P. - NOVOTNÁ, D. 2003. *Základy pekárenské technologie*, 1. vydání. Praha : PEKAŘ A CUKRÁŘ s.r.o., 2003. ISBN 80-902922-1-6.

PŘÍHODA, J. - SKŘIVAN, P. - HRUŠKOVÁ, M. 2003. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlynářská technologie, technologie výroby těstovin*, 1. vydání. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-7080-530-7.

Scanico A/S. Firemní literatura. *Technická dokumentace ke strojním zařízením*.

Státní zemědělská a potravinářská inspekce. 2015. Chléb - jeho druhy a hlavní vady. *Státní zemědělská a potravinářská inspekce.* [Online] 15. 07 2015. [Citace: 02. 01 2020.] Dostupné z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/chleb-jeho-druhy-a-hlavni-vady.aspx>.

STRAND s.r.o. Firemní literatura. *Technická dokumentace ke strojním zařízením.*

STROJOBAL Hradec Králové a.s. Firemní literatura. *Technická dokumentace ke strojním zařízením.*

ŠEDIVÝ, P. - ALBRECHT, J. 2014. *Pekařská technologie II., Výroba chleba.* Praha : Odborné nakladatelství a vydavatelství Pekař a cukrář, s.r.o., 2014. ISBN 978-80-905481-0-7.

TEVCO s.r.o. Firemní literatura. *Technická dokumentace ke strojním zařízením.*

TOPOS a.s. Firemní literatura. *Technická dokumentace ke strojním zařízením.*

TOVÁRNÝ MLÝNSKÝCH STROJŮ a.s. Firemní literatura. *Technická dokumentace ke strojním zařízením.*

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma nepřímého a přímého vedení těsta (KADLEC, 2002).....	13
Obrázek 2 Kvasné zařízení (autor).....	26
Obrázek 3 Míchač (autor)	27
Obrázek 4 Hnětač a překlapěč díže (TOPOS a.s.).....	28
Obrázek 5 Překlopení těsta z díže do násypného koše (autor)	28
Obrázek 6 Šikmý dopravník (TOPOS a.s.)	29
Obrázek 7 Dělicí stroj (autor).....	30
Obrázek 8 Vykulovač (LIBERECKÉ STROJÍRNY s.r.o.).....	31
Obrázek 9 Klonky při zpracování na vykulovači (autor)	31
Obrázek 10 Přesun klonků z vyvalovače do laviček kynárny (autor)	32
Obrázek 11 Kynárna se 188 lavičkami (autor)	33
Obrázek 12 Pásová pec (autor).....	33
Obrázek 13 Tryska s čistou vodou (autor).....	34
Obrázek 14 Měření teploty chlebů v hloubce 1 cm a ve středu (autor).....	35

Obrázek 15 Výrobní prostor v pekárně Lípa (autor)	35
Obrázek 16 Expediční prostor (autor)	40
Obrázek 17 Spirálový dopravník pro chlazení (STRAND s.r.o.).....	49
Obrázek 18 Mrazicí zařízení (Scanico A/S)	50

Seznam tabulek

Tabulka 1 Měření teploty malých chlebů v blízkosti pece	36
Tabulka 2 Měření teploty malých chlebů v blízkosti pece	36
Tabulka 3 Průměrné hodnoty naměřených teplot na počátku a na konci měření.....	37
Tabulka 4 Měření teploty velkých chlebů v blízkosti pece	38
Tabulka 5 Měření teploty velkých chlebů v blízkosti pece	38
Tabulka 6 Průměrné hodnoty naměřených teplot na počátku a na konci měření	39
Tabulka 7 Měření teploty malých chlebů v expediční místnosti.....	41
Tabulka 8 Měření teploty malých chlebů v expediční místnosti.....	41
Tabulka 9 Průměrné hodnoty naměřených teplot na počátku a na konci měření	42
Tabulka 10 Měření teploty velkých chlebů v expediční místnosti	43
Tabulka 11 Měření teploty velkých chlebů v expediční místnosti	43
Tabulka 12 Průměrné hodnoty naměřených teplot na počátku a na konci měření.....	44
Tabulka 13 Měření teploty malých chlebových kusů v blízkosti pece.....	45
Tabulka 14 Měření malých chlebových kusů v expediční místnosti.....	45
Tabulka 15 Měření velkých chlebových kusů v blízkosti pece.....	46
Tabulka 16 Měření velkých chlebových kusů v expediční místnosti.....	46
Tabulka 17 Výpočet doby návratnosti	51

Seznam grafů

Graf 1 Průběh chladnutí chlebových kusů.....	37
Graf 2 Průběh chladnutí chlebových kusů.....	39
Graf 3 Průběh chladnutí chlebových kusů.....	42
Graf 4 Průběh chladnutí chlebových kusů.....	44